

## 特別講演

ゲノム編集技術を用いた品種改良の最前線

筑波大学生命環境系・遺伝子実験センター

江面 浩

農作物のゲノム解読とその解析が進んだ結果、我々が日頃食べている農作物は、自然に発生した遺伝子変異の中から作物にとって重要な変異が人の手によって選ばれ、それが蓄積して出来上がってきていることが明らかになってきました。加えて、変異した遺伝子の実態も明らかになってきました。これにより、元からあった遺伝子の一部を僅かに変化させることで、農作物が病気に強くなったり、腐りにくくなったり、甘くなったり、機能性が高まったりすることが分かってきました。

我々の研究グループでは、トマトを果実研究の代表選手と考え、農作物としてのトマトの重要形質（性質）を制御する分子機構の解明に取り組んでいます。その結果、一つの遺伝子に小さな変異が起こることにより、受粉なしで着果するトマト（単為結果性トマト）や甘いトマト（高糖度トマト）が出来ることを明らかにし、近年、大きな注目を集めています。

近年、ゲノム編集技術という技術が発展し、元からある遺伝子の一部を自在に書き換えることができるようになりつつあります。そこで、農作物の重要形質に関する遺伝子情報と遺伝子を改変する技術を組みあわせることで、目的とする有用な形質を持った農作物を迅速に開発することが可能になりました。本講演では、ゲノム編集技術を使ったトマトの育種改良の事例を紹介します。一般に、完熟収穫した農作物は、美味しいと言われます。“道の駅”などで販売されている農作物が美味しいのは皆さんご存知だと思います。その理由の一つは、完熟した状態で収穫された農作物が販売されているからです。一般の流通用には、完熟一歩手前の段階で収穫されます。これは流通・消費過程でのロスを減らすためです。トマトでは日持ち性遺伝子の研究から、その遺伝子の一部を書き換えることで、大幅に日持ち性が向上し、完熟収穫しても、流通・消費の過程でロスが少ない、美味しい品種が開発できる目途が立ってきました。このトマトで紹介した技術は、他の重要な果実や果菜類の改良に応用可能であり、育種家からも大きな期待がよせられています。

2018.11.20 朝日新聞

## 受粉させずに 実るトマト

### 筑波大などが開発

花粉を受粉させる必要がなく、実もしつかりとした新タイプのトマトを、筑波大などの研究チームが開発し、19日発表した。品種として広まれば、ハウス栽培の際にハチを使って受粉させたり、花に植物ホルモンを吹きかけたりする作業が不要になり、トマト農家の省力化に役立つという。

受粉なしで実がなる品種は、キュウリなどですすでに実用化している。トマトでは、実が割れやすかったり、柔らかすぎたりするものが多く、農家に広く普及するには至っていない。

そこで、研究チームは人工的に作り出した1万種類を超す突然変異株の性質を調べ、新タイプのトマトを見つけた。十分な品質の実ができることを確認。受粉なしで実をつける性質を生む新たな遺伝子の変異も特定した。共同研究を進めるカブメ、理化学研究所とともに11月上旬、特許を出願した。

江面浩、筑波大教授は「今回の研究成果を生かせば、将来、メロンなどの作物についても、受粉が不要な新品種づくりに応用できるだろう」と話している。

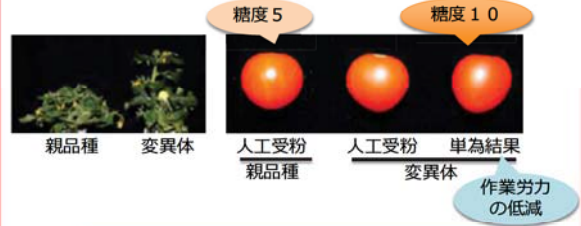
(山本悠)

## 高糖度トマト変異体の発見、「2015年農林水産研究成果10大トピックス」に選定

### 受粉せずに果実が肥大する高糖度トマトの変異体とその遺伝子を開発

～消費者も栽培者もうれしい栽培トマト開発に道～

- ・ トマトの大規模変異体集団の中から、旺盛な生育を示し、単為結果性と高糖度性を有する変異体を選抜。
- ・ 単為結果性・高糖度性を有する画期的なトマトの育種素材になると期待。
- ・ 原因遺伝子を同定するとともに、そのDNAマーカーを開発。これを用いた効率的な交配育種による品種育成が可能に。



変異体の特徴

- ・ 生育に異常は見られない
- ・ 果実サイズも親品種と比較して変化なし
- ・ 親品種と比較して糖度が高い

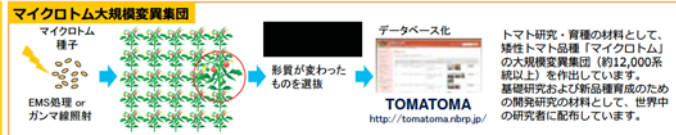
DNAマーカーを活用しながら  
実用品種との交配育種を進めることで  
消費者にも栽培者にもうれしい  
甘いトマト実用品種を効率的に開発できる

## 単為結果トマト変異体の発見、「朝日新聞含む主要新聞にニュース掲載」

## 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～

筑波大学  
University of Tsukuba  
生命環境系 遺伝子実験センター  
江面 浩

筑波大学ではトマト研究開発推進のため12,000系統以上の大規模変異体集団の作成を行っています。その中からトマトの重要育種形質、すなわち、着果性、日持ち性、糖度、機能成分などが向上したトマトが得られてきており、その分子機構も解明されてきました。この成果を活用することにより、**ゲノム編集技術**を使って**理想のトマト**を自由に**デザイン**することが可能になってきています。現在実用化に向けて研究開発が進められています。



### 育種の目標～理想のトマトづくり

**生産性向上**  
収穫量を上げる  
安産した年産性  
病気/害虫に強くする  
寒さ/暑さに強くする

**品質向上**  
味を良くする  
栄養価をあげる  
有害物質を減らす  
貯蔵性をよくする

～これまでの育種の課題～  
突然変異処理系統：どんな形質が出るかわからない  
遺伝子組換え体：申請・審査が必要

### 研究成果①

育種目標：花粉がなくとも自然着果（単為結果）する品種  
マイクロトム大規模変異体より単為結果性を示す系統を複数系統選抜

生育特性の解析、系統の絞り込み

野生株      変異体      野生株      変異体

原因遺伝子の同定、DNAマーカーの開発

生産安定性および受粉作業の労力の軽減

※本成果は平成25年11月に特許出願およびPCT出願による国際特許申請済み。

### 研究成果②

育種目標：日持ち性向上  
果実成熟に働く植物ホルモンであるエチレンの受容体遺伝子SLE1K10の変異体でTILLINGでスクリーニング

Sle1r-2 (P151)      Sle1r-3 (P1482)      Sle1r-4 (P258)

SLE1R1      GAI      Hc-H

購買適ドメイン      Sle1r-5 (G1887)      Sle1r-6 (R1526)

収穫後の果実

0 day      60 days

WT      Sle1r-2

日持ち性向上トマトが得られた

完熟しからの収穫や長距離輸送が可能に

### 研究成果③

育種目標：GABA高蓄積トマトの開発

GABA (γ-アミノ酪氨酸)

野菜	蓄積量 (mg/100g)
トマト	23.2
ナス	17.5
ピーマン	14.7
カボチャ	12.4
キュウリ	12.1

・高糖度・高糖度・高糖度  
・リファンチン処理

栽培環境やストレスによりGABA含量が増加  
果実のGABA含量は発達にともないダイナミックに変動

◆ GABA代謝に関わる酵素遺伝子の発現とその制御を解析  
◆ GABA高含有トマトの品種登録と販売

高付加価値化、健康増進

### トマトの重要性

世界で最も生産されている果菜類

果菜には多くの栄養素や機能性成分が含まれる（ビタミン、リコペン、GABAなど）

果実発達研究のモデル植物

ナス科のモデル植物

2012年にゲノム配列が解読された

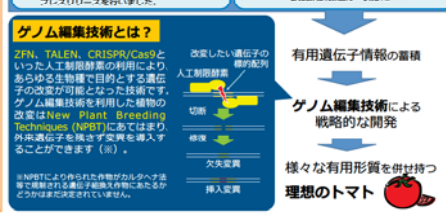
### 雑性品種「マイクロトム」を用いた研究開発促進

マイクロトム      マイクロトム(左)と市販品種(右)      屋内での生育が可能

研究材料として扱いやすい品種「マイクロトム」を基盤としているため、従来品種と比べて早い研究開発の進捗が期待できます。

【マイクロトムの特徴】

- 雑性 (10-20 cm)
- 蛍光灯下でも正常に生育
- コイフサイクルが短い
- 形質転換も高効率で可能
- 他との品種と交配が可能



これまでの研究成果から、どの遺伝子を選択すれば有用形質を獲得できるという情報が多数蓄積されています。これらの知見から**ゲノム編集技術**を利用することにより戦略的に育種開発できるだけでなく、複数の有用形質を併せ持つ**理想のトマト**を自由にデザインすることが可能です。

またトマトは果実発達研究およびナス科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、他の作物にも応用することも可能です。