



農研機構



タキイ種苗株式会社

ナスの受粉作業を省くことができる新しい遺伝子を発見 —ナス科野菜の省力・安定生産に貢献が期待—

ポイント

- ・ナス系統「PCSS」から、受粉なしで果実生産を可能とする遺伝子を特定しました。
- ・この遺伝子は、突然変異でできた遺伝子であり、受粉しなくても果実の成長に必要な植物ホルモンであるオーキシン¹⁾を増やす働きを持っています。
- ・この遺伝子は、トマトやピーマンにも有効であり、生産性向上や省力化等、幅広い応用が期待されます。

農研機構とタキイ種苗株式会社は共同で、ナス、トマト、ピーマンなどのナス科野菜に単為結果性²⁾（受粉しなくても果実が着果・肥大する性質）をもたらす新しい遺伝子を発見し、国際特許出願を行いました（出願番号 PCT/JP2015/051239）。

タキイ種苗株式会社で育成された単為結果性のナス系統「PCSS」を詳細に調べたところ、この系統にはひとつの遺伝子に突然変異があること、果実の成長に必要な植物ホルモンであるオーキシンがこの変異によって増えることが単為結果性の原因であることが明らかになりました。この成果により、タキイ種苗株式会社では「PCSS」の強い単為結果性を持つと同時に収量性や果実品質にも優れたナスの実用品種を育成中であり、近く発表予定です。

さらに、トマトやピーマンにも同じ働きを持つ類似の遺伝子があり、ナスと同様に単為結果性品種の開発に利用できることもわかりました。したがって、今回の成果は、他のナス科野菜での単為結果性品種の開発にもつながり、国内生産現場における生産性向上や栽培の省力化に大きく貢献することが期待されます。

予算：運営費交付金

研究の背景と経緯

低温期におけるナスの促成栽培では、果実の確実な着生と肥大を促すため、マルハナバチ類等を用いる受粉促進や着果促進剤の施用が広く行われています。しかし、マルハナバチ類を利用する場合は一定の導入経費を要すること、マルハナバチ類のうち外来種については利用に法令上の制限があることなどの問題点があります。一方、着果促進剤の施用は全労働時間の約 30%を要する重労働であり、その軽減策が求められています。このような背景のもと、着果促進対策を必要としない単為結果性をもつ品種の開発には大きな期待が寄せられています。

農研機構では、これまでにナスの DNA マーカー連鎖地図³⁾の構築など、分子遺伝学の手法を用いて品種改良技術の高度化を目指す研究開発に取り組んできました。一方、タキイ種苗株式会社では、強い単為結果性を示すナス系統「PCSS」を育成してきました（図 1）。そこで、両機関は 2011 年より共同で「PCSS」のもつ単為結果性遺伝子の単離とその作用機作の解明による新しい育種技術の開発に着手しました。

研究の内容・意義

1. ナス系統「PCSS」の単為結果性は第3染色体上にある変異型遺伝子 *pad-1* (仮称) によりもたらされること、この遺伝子は通常型の遺伝子 *Pad-1* が自然突然変異⁴⁾ によって機能を失ったものであることが明らかになりました (図2)。
2. 「PCSS」の開花時の子房⁵⁾ では、普通のナスに比べてオーキシシン (IAA) の含量が約3倍から5倍程度高いことが明らかになりました (図3)。オーキシシンはナスやトマトの着果促進剤として広く用いられていることから、子房の IAA 濃度が高いことが「PCSS」の単為結果性の原因であると推定されます。
3. 通常型の *Pad-1* 遺伝子は子房の IAA 含量を低く保つ働きをもつ酵素をコードしていることがわかりました。変異型の *pad-1* 遺伝子を持つ「PCSS」ではその機能が失われているため、子房の IAA 含量が上昇していると考えられます。
4. トマトおよびピーマンにおいて *Pad-1* の直系遺伝子 (オルソログ)⁶⁾ の働きを妨げると、ナスと同様に IAA 含量が向上するとともに単為結果性が確認されました。このことから、*Pad-1* の機能が抑制されることによって単為結果性となる現象は、ナス、トマト、ピーマンに共通であることがわかりました (図4)。

今後の予定・期待

1. この成果により、強い単為結果性をもつ新しいナスの実用品種が開発されます。原因遺伝子が明らかになったことから、DNA マーカー選抜も容易に行うことができます。さまざまな特性を持つバラエティに富んだ単為結果性の新品種を従来以上のスピードで開発できると期待されます。
2. トマトやピーマンなど、ナス以外のナス科果菜類においても、*Pad-1* の直系遺伝子を対象にした遺伝資源からの変異体探索や誘発突然変異体の開発などの手法によって、強い単為結果性を持った新しい育種素材や実用品種が開発が期待されます。
3. 酵素遺伝子の機能欠損が原因であったことから、本研究の成果はその酵素の活性阻害作用に基づく新しい着果促進剤の開発など、新しい生産安定化技術開発のシーズとして利用できます。
4. 植物の成長や形態形成のさまざまな現象に深く関わっている基本的な植物ホルモンであるオーキシシンについて、果実形成の制御に関する新しい知見が得られたことから、植物科学の基礎分野における研究への貢献も期待されます。



未受粉(柱頭除去処理)の果実



単為結果性
突然変異系統
「PCSS」

非単為結果性
商用F₁品種
「千両二号」

図1. 新たに見いだされた単為結果性ナス系統「PCSS」

左) 着果したナス「PCSS」の植物体の様子

右) 開花前に柱頭(めしべの先端部)を除去して受粉や種子形成を妨げた果実。「PCSS」と一般的な非単為結果性ナス品種「千両二号」を比較しました。PCSS 系統では受粉しなくても単為結果により果実が正常に成長していることがわかります。

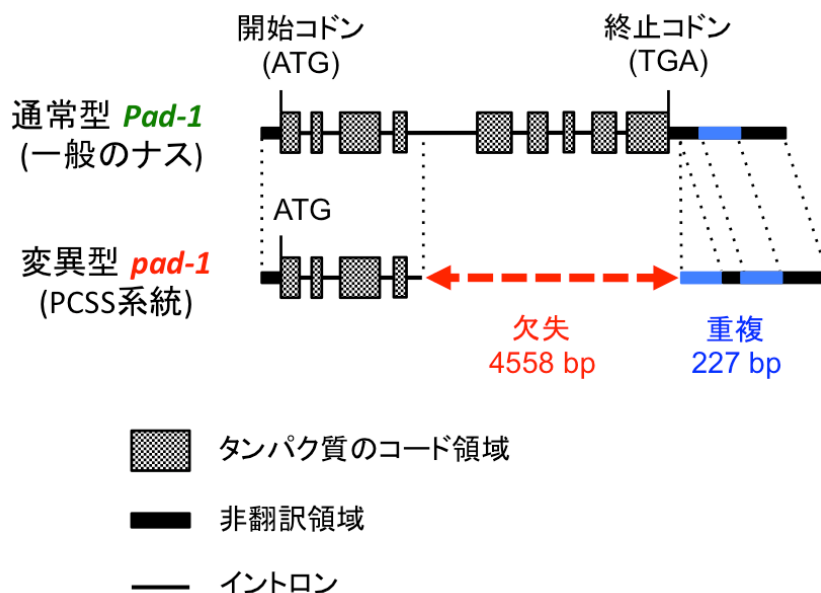


図2. 単為結果性の原因遺伝子 *pad-1* の構造

一般のナスの通常型遺伝子 *Pad-1* と比べて、PCSS 系統の変異型遺伝子 *pad-1* ではタンパク質のコード領域のうち後半部分から最終末端(終止コドン)までが完全に失われています。このような大規模な欠失が起きているため、変異型の *pad-1* から作られる遺伝子産物(タンパク質)は正常な機能をほぼ完全に失っていると考えられます。

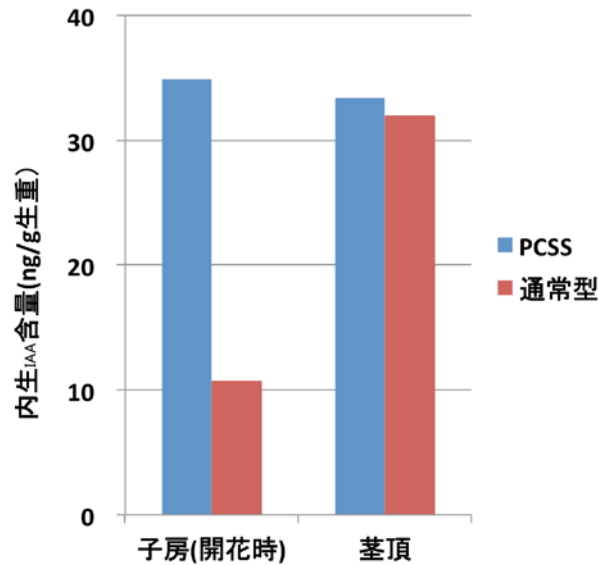


図3. PCSS系統の内生 IAA 含量

開花時の子房では PCSS の内生オーキシシン (IAA) 含量は通常型 (一般のナス) の約 3 倍の高い値を示しており、これが単為結果が誘導される原因と考えられます。茎頂 (茎の先端) では IAA の内生量には大きな違いがないことから、*pad-1* に生じた変異のオーキシシン含量への影響は子房に限定的と考えられます。

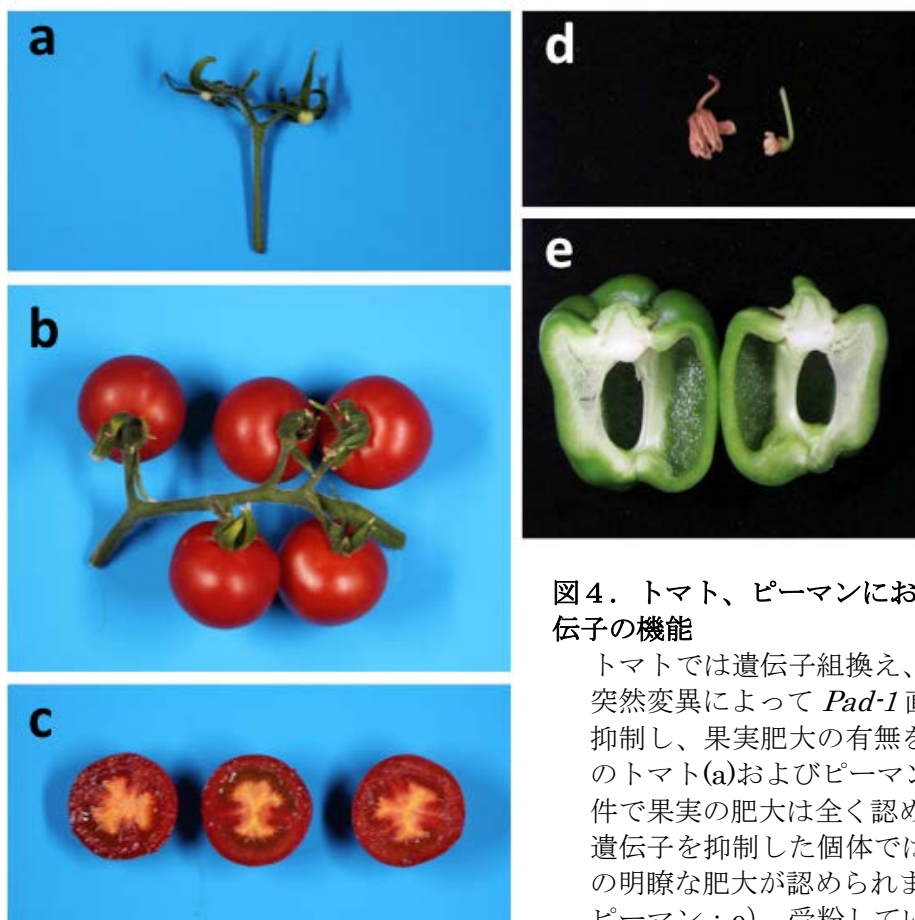


図4. トマト、ピーマンにおける *Pad-1* 直系遺伝子の機能

トマトでは遺伝子組換え、ピーマンでは人為突然変異によって *Pad-1* 直系遺伝子の働きを抑制し、果実肥大の有無を調べました。一般のトマト(a)およびピーマン(d)では、未受粉条件下で果実の肥大は全く認められません。一方、遺伝子を抑制した個体では、未受粉でも果実の明瞭な肥大が認められます (トマト: b, c、ピーマン: e)。受粉していないので、果実内部には種子は全くありません。

用語の解説

1) オーキシシン

主に植物細胞の伸長成長を促進する作用をもつ植物ホルモンの1グループの総称。天然に存在するオーキシシンとしてもっとも主要な物質はインドール-3-酢酸(IAA)です。また、合成オーキシシンとしてナフタレン酢酸(NAA)、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)などがあります。トマトやナスでは合成オーキシシンであるパラクロロフェノキシ酢酸(4-CPA)が着果促進剤として用いられています。

2) 単為結果性

植物では、花粉がめしべに付き(これを受粉という)受精を経て正常に種子が形成されることが果実の着果および果実肥大の一般的条件です。一方、何らかの要因によって受粉が妨げられ種子が形成されない場合でも果実が正常に肥大・成熟する性質をもつ品種・系統があり、この性質を単為結果性とよびます。ナス、トマトなどの施設野菜栽培では、ホルモン処理やマルハナバチ類などの受粉を助ける昆虫の放飼などによる着果促進作業が安定生産のために必要ですが、単為結果性を持つ品種ではこれが不要であるため、省力安定生産に大きく役立ちます。

3) DNA マーカー連鎖地図

異なる品種・系統間のDNA配列の違いを目印(DNAマーカー)として、その位置を染色体ごとに記述したもの。目的の遺伝子が染色体上のどの位置にあるのかを明らかにするためには不可欠なものです。

4) 自然突然変異

人為的な操作を加えない自然状態において偶発的に生じた突然変異のことを言い、その頻度は比較的低いことが知られています。これに対して変異の頻度を上げる目的で放射線や化学変異原などを用いて人為的に誘発した突然変異を誘発突然変異または人為突然変異とよびます。どちらの場合も変異の位置や方向性を制御することは困難で、生物学的に本質的な違いはないと言えます。

5) 子房

花を構成する器官のひとつ。めしべの基部のふくらんだ部分で、内部には将来種子になる胚珠を包み込んでいます。ナス、トマトなどのナス科果菜類では子房が肥大成長して果実が形成されます。

6) 直系遺伝子(オルソログ)

進化の過程で共通祖先の持つ遺伝子が直接分岐してきた遺伝子のグループ。日本語では直系遺伝子と訳されますが、一般にはオルソログと表記されることが多いようです。2つの近縁な種の間でお互いに最も配列が類似している遺伝子は多くの場合互いにオルソログであり、また、共通の生化学的機能を持つことが多いと考えられています。