

## カルシウム欠乏条件下におけるトマト果実成熟過程での維管束の変化

向井 彩賀 (筑波大学 生物学類) 指導教員: 岩井 宏暁 (筑波大学 生命環境系)

## 【背景・目的】

植物の生育には、窒素 (N)、リン (P)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、硫黄 (S) などの元素が必須である。こういった元素が欠乏すると、植物は生理障害を起こすことが知られている。中でも Ca は、細胞壁の構造と機能の維持、細胞膜の安定化、細胞内のシグナル伝達などに関与し、欠乏した場合は、尻腐れ病と呼ばれるトマトなどの果実の頂端部分が壊死して黒褐色になる生理障害がしばしば問題になる。Ca は運搬されにくい元素として知られており、水とともに蒸散の駆動力で根から吸収され、道管を通過して果実へと運ばれる。果実の中でも、特に果実頂端部では Ca が不足しやすい。また、これまでの研究で、尻腐れ果は果実内の Ca 不足が原因で発生するが、水耕液中の Ca の不足よりも、水分ストレス等によって、Ca の吸収や果実への移行が妨げられることが、障害の主な原因であるとする報告もある。果実への Ca 輸送は、果実や小花柄の維管束の道管から形成される木部の状態によっても制限されている可能性がある。そこで、本研究では、発生する Ca 欠乏条件下の果実成熟過程における果実の維管束の発達の役割を明らかとするために、水を果実に運搬する最終通路である小花柄の維管束と果実内の維管束の様子を調査した。

## 【材料・方法】

## トマトの水耕栽培と Ca 欠乏処理

トマト (*Solanum lycopersicum* cv. "Micro Tom") を 24°C インキュベータ内で水耕栽培した (Yin *et al.*, 2010)。乾燥種子を水で濡らしたろ紙上に滅菌播種し、発芽後ロックウールに植え替えた。花が咲き始めた時点で Ca を含まない水耕液で栽培することで、Ca 欠乏処理を行なった。Ca 欠乏処理後に開花した花から果実を Ca 欠乏条件下の果実としてサンプリングを行なった。

## サンプリング

トマト果実は、成熟ステージの Mature green (緑)、Breaker (黄)、Turning (橙)、Redripe (赤) において採取した。小花柄は、Mature green および Red ripe 果実ができた段階で採取した。

## 実験1 果実内の維管束の本数の計測

4 つの成熟ステージの果実を用いた。果実の果径と果高を記録した後、100 ml ビーカーに水 50 ml と果実 1 個を入れマイクロ波 (100 W) を 4~5 min 照射した。照射後のサンプルの果皮、子室組織、種子を除去し、維管束を取り出した。Mature green 果実、Breaker 果実の一部は、マイクロ波照射後に外果皮を除去し、50 mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液中で室温で処理した後、維管束以外の残りの組織を除去した。

果実の最も広い断面を示す赤道面における維管束数を計測した。果実 1 個につき 5 回計測し、その平均値をその果実の維管束の本数とした。

## 実験2 小花柄離層の上下部分における輪切り切片の作成と観察

Mature green および Red ripe ステージの小花柄を、離層を境に上下に分けてテクノビット 7100 樹脂に包埋した。包埋サンプルの中間点での輪切り切片を作成し、光学顕微鏡で観察した。

## 【結果・考察】

実験1において、各条件、4つの成熟ステージでそれぞれ15個以上のサンプルを計測した。維管束の本数/果実サイズ(果径×果高)を算出し、各ステージにおける維管束の本数を、コントロール条件とCa欠乏条件とで比較した。コントロール条件とCa欠乏条件とでは、果実内の維管束の本数に有意な変化がないことが明らかになった。

次に実験2において、各条件における Mature green と Red ripe 果実の小花柄の上下を観察した。すべての条件で離層を境とした小花柄上側、小花柄下側ともに、円環の非常に発達した木部組織が観察できた。コントロール条件では、Mature green でも Red ripe でも、小花柄上部の方が下部と比較して、発達して幅が広い木部組織が観察された。こういった構造を取ることで、小花柄上部から下部にかけての水ポテンシャルが変化することが考えられる。結果的に、小花柄下側の木部での流速が上昇し、果実に水が流れ込みやすくなることが示唆された。一方、Ca欠乏条件のRed ripe ステージの小花柄では、小花柄上部と下部の木部組織の幅が大きく変わらない状態が観察された。Ca欠乏条件下での小花柄上部の木部が発達しにくい現象は、小花柄内の木部を流れる水の流量を減少させている可能性が考えられる。このことは、果実先端へのCaの運搬を阻害するかもしれない。木部維管束細胞の分化には、Caが必要であることが知られており (Iakimova and Woltering, 2017)、Ca欠乏条件によって小花柄の木部組織が正常に発達しなかったことが考えられる。本研究により、尻腐れ果の原因になるCa不足は、小花柄の木部が発達しにくいことによるCaを含む水の流量の減少も関与する可能性が示唆された。

## 【今後の展望】

Mature green から Red ripe ステージにかけての小花柄全体の木部の状態を観察するために、小花柄の縦切りを実態顕微鏡で観察する。また、小花柄および果実への水の流量を調査するために、水ポテンシャル測定を行う予定である。

