

‘マイクロトマト’ 果実の成分特性

西山 一朗*

Compositional characteristics of currant tomato fruits.

Ichiro NISHIYAMA*

Abstract

Compositional characteristics of commercially available currant tomato fruits were evaluated. The currant tomato fruits had significantly higher Brix level than ‘Momotaro’ and ‘Aiko’ fruits, the most common commercially available tomato and mini-tomato, respectively. Fruits of the currant tomato contained 58.4 mg/100g fresh weight (F.W.) ascorbic acid, indicating that they are excellent dietary source of vitamin C. Moreover, these fruits contained 7.64 mg/100g F.W. lycopene and 998 μ g/100g F.W. β -carotene. These results indicate that the currant tomato is a richer dietary source of these carotenoids than ‘Momotaro’ fruit.

キーワード：トマト，マイクロトマト，アスコルビン酸，リコペン， β -カロテン，カロテノイド

Key words: Tomato, Currant tomato, Ascorbic acid, Lycopene, β -Carotene, Carotenoid

1. 諸言

トマトは、南アメリカのペルー、エクアドル、ボリビア等にまたがるアンデス山脈高原地帯を原産とする、ナス科ナス属の植物であり、園芸学的には、果実を食用として利用する果菜類に分類されている¹⁾。トマト果実に含まれる栄養成分および機能性成分としては、リコペンや β -カロテンなどのカロテノイド色素やアスコルビン酸（ビタミンC）などが挙げられる。トマトは、野菜の中でも比較的 β -カロテン含量が高く、有色野菜に分類されている。また、可食部100g当たりの β -カロテン含量が600 μ g未満ではあるが、1回に食べる量や使用回数が多いため、緑黄色野菜として扱われている。

現在、野菜として栽培され流通しているトマ

トは、その用途によって果実をそのまま食用に供する生食用トマトと、ジュースやケチャップなどの原料として用いられる加工用トマトに大別される。一方、果実の大きさからは、大玉トマト、中玉トマト（ミディトマト）ならびにミニトマトに分けられる。それぞれにおいて、様々な果型をもち、表皮や果肉の色が異なる非常に多くの品種・系統が存在する¹⁾。最近ではこれらに加えて、ミニトマトよりもさらに小型の‘マイクロトマト’も、青果店の店頭に並ぶようになってきた。しかし、この‘マイクロトマト’の果実成分についてはこれまでに報告がない。‘マイクロトマト’果実の成分特性の一端を明らかにするため、本研究では市販果実中のアスコルビン酸やカロテノイドの濃度を測定した。

*人間健康学部 健康栄養学科
連絡先：inishiya@komajo.ac.jp

2. 実験方法

(1) 材料

実験には、東京都内の青果店で購入した赤色系の‘マイクロトマト’を用いた。また比較のために、一般に広く市販されている大玉トマトである‘桃太郎’およびミニトマトである‘アイコ(赤色)’も同様に購入した。果実試料は4℃に保存し、購入後48時間以内に実験に供した。

(2) 果汁の調製と可溶性固形分濃度測定

まず果実から果柄とがく片を取り除き、電子天秤で質量を測定した。次に‘マイクロトマト’は10果を合わせて小型のフードプロセッサーでピューレ状にした。このピューレを遠心分離(5,000×g、4℃、10分間)することにより、上清として果汁を得た。得られた果汁の一部を取り、アタゴ社デジタル糖度計(PR-101a)によって可溶性固形分濃度を測定した。

なお、‘桃太郎’では、3個の果実を縦に四分等分し、それぞれの果実から2個ずつの断片を取り、フードプロセッサーでピューレ状にした。ミニトマトでは、5果を合わせてフードプロセッサーに入れ、ピューレを作製した。その後の操作は、上記と同様に行った。実験はそれぞれ6反復を行い、結果はそれぞれの平均値±標準偏差で表した。

(3) アスコルビン酸の定量

上記の方法により作製したピューレ5.00 gを計り取り、氷冷した5%メタリン酸溶液(pH 4.0、1 mmol/L エチレンジアミン四酢酸を含む)20 mLを加え、ミキサー型ホモジナイザー(ウルトラタラックス T25型、IKE)によりホモジナイズした。これを遠心分離(10,000×g、4℃、10分間)することにより、上清を分取した。沈殿に再び冷メタリン酸溶液20 mLを加え、同様にホモジナイズし遠心分離を行い、上清を回

収した。これら2回分の上清を合し、冷メタリン酸溶液で50 mLに定容した試料の一部をディスクフィルター(0.22 μm)でろ過し、アスコルビン酸定量用の試料とした。なお、上記の操作は、すべて氷冷して行った。試料作製はそれぞれ独立して6回行い、結果はそれぞれの平均値±標準偏差で表した。

アスコルビン酸の定量はLee²⁾の方法に以下のような改変を加え、LiChroCART 250-4 LiChrospher 100 RP-18e(5 μm)カラム(4 mm×125 mm、メルク社)を用いた高速液体クロマトグラフ(HPLC)法により行った。カラム温度は35℃にセットした。移動相は10 mmol/L リン酸緩衝液(pH 2.8)を用い、流速0.8 mL/分のイソクラティック溶出を行った。注入する試料の体積は10 μLとした。検出器はL-2420 UV-VIS detector(日立)を用い、またクロマトグラムの解析にはD-2500型データ処理装置(日立)を用いた。検出波長は243 nmとした。標準物質としては、HPLC用L(+)-アスコルビン酸標準品(和光純薬)を用いた。

(4) カロテノイド色素の定量

上記の方法により作製したピューレ2.50 gを計り取り、ここに冷アセトン10 mLを加え、ウルトラタラックス T25型でホモジナイズした。これを遠心分離(5000×g、4℃、10分間)することにより、上清を分取した。残った沈殿に冷アセトン10 mLを加え、上記と同様にホモジナイズならびに遠心分離を行った。得られた上清を分取した後、同様の操作をもう1回繰り返した。得られた3回分の上清を合わせて冷アセトンを加えて50 mLに定容し、その一部をディスクフィルター(0.22 μm)でろ過してHPLC分析に供した。試料作製はそれぞれ独立して6回行い、結果はそれぞれの平均値±標準偏差で表した。

上記の方法にて調製した試料10 μ Lについて、LiChroCART 250- 4 LiChrospher 100 RP-18e (5 μ m) カラム (4 mm \times 125 mm、メルク社) を用いた HPLC 法により、色素の分析を行った。検出器およびデータ処理装置は、上記の機器を用いた。溶出条件は、Taylor と McDowell³⁾ の方法に準じた。すなわち、移動相の初期条件をアセトニトリル：水 (9 : 1) 100%とし、試料注入後12分間で酢酸エチルの濃度を直線的に60%まで高め、この比率を15分間まで維持するグラジエント溶出を行った。流速は1.5 mL/minとし、445 nm における吸光度をモニターした。各色素の濃度は、それぞれの標準品を用いて検量線を作成し定量した。リコペン (型番 L9879) はシグマ-アルドリッチ社から、また、 β -カロテン (型番22040) はフルカ社から購入し、アセトンに溶解して標準品として用いた。

(5) 統計処理

各成分濃度における‘マイクロトマト’と‘桃太郎’あるいは‘アイコ’との間の有意差検定は、Dunnett 検定により行った。

3. 実験結果と考察

(1) 果実の形態と可溶性固形分濃度

‘マイクロトマト’果実の赤道部直径は、10 ~ 13 mm 程度であり、また、一果重の平均値は1.25 gであった (表1)。一般に市販されているミニトマトである‘アイコ’や‘イエローチェリー’などの赤道部直径が25 mm 程度、一果重が10 g 程度であることと比較すると、直径で2分の1程度、質量で8分の1程度であり、非常に小さいことがわかる。果実の写真を図1に示す。

一方、‘マイクロトマト’果実から調製した果汁の可溶性固形分濃度の平均値は10.1%であった。最も一般的に市販されているトマトである‘桃太郎’果汁の可溶性固形分濃度が6.0%、‘アイコ’果汁の可溶性固形分濃度が7.7%であったが、これらと比べて有意に高いことが示された。

(2) アスコルビン酸

‘マイクロトマト’抽出液を試料として、HPLC 法によりアスコルビン酸濃度を測定した



図1 マイクロトマト果実の形態

表1 マイクロトマト果実の一果重、可溶性固形分および各種成分濃度

	マイクロトマト	桃太郎	アイコ	トマト ^a	ミニトマト ^a
一果重(g)	1.25 ± 0.09 ^{**##} (n = 60)	130.1 ± 11.5 (n = 18)	10.2 ± 1.6 (n = 30)	—	—
可溶性固形分(%)	10.1 ± 0.64 ^{**#} (n = 6)	6.0 ± 0.14 (n = 6)	7.7 ± 0.31 (n = 6)	—	—
アスコルビン酸 (mg/100g F.W.)	58.4 ± 6.6 ^{**##} (n = 6)	17.9 ± 1.3 (n = 6)	34.5 ± 2.7 (n = 6)	15 ^b	32 ^b
リコペン (mg/100g F.W.)	7.68 ± 0.21 ^{**#} (n = 6)	2.77 ± 0.18 (n = 6)	10.26 ± 0.49 (n = 6)	—	—
β-カロテン (μg/100g F.W.)	998 ± 39 ^{**##} (n = 6)	613 ± 87 (n = 6)	686 ± 28 (n = 6)	540	960

数値は、平均値±標準偏差で示した。

^a: 比較のために日本食品標準成分表(七訂)に記載されているトマトならびにミニトマト果実のそれぞれの成分値を示した。

^b: アスコルビン酸とデヒドロアスコルビン酸の総量で示されている。

**^{*}: P < 0.01 vs 桃太郎 # P < 0.05 vs アイコ ##^{*}: P < 0.01 vs アイコ

ときのチャートを図2に示す。アスコルビン酸のピークは保持時間2.28分に認められた。この保持時間はアスコルビン酸標品のピークと完全に一致した。また、アスコルビン酸の定量を妨げるような夾雑物のピークは認められなかった。

この結果より‘マイクロトマト’果実に含まれるアスコルビン酸濃度を算出したところ、58.4 mg/100 gであった(表1)。同様に測定した‘桃太郎’および‘アイコ’果実のアスコルビン酸濃度は、それぞれ17.9 mg/100 gおよび34.5 mg/100 gであり、‘マイクロトマト’果実のアスコルビン酸濃度はこれらの値よりも有意に高いことが示された(表1)。日本食品標準成分表(七訂)によれば、ビタミンC濃度はトマトで15 mg/100 g、ミニトマトで32 mg/100 gとされている。これらのビタミンCの値は、アスコルビン酸とデヒドロアスコルビン酸の合計値で表されているが、便宜的にアスコルビン酸の値とみなして比較すると、‘マイクロトマト’のアスコルビン酸濃度はトマトの約3.9倍、ミニトマトの約1.8倍にも及ぶ計算となる。また、この58.4 mg/100 gという値は、一般に市販されている野菜類や果実類のビタミンC含量と比較した場合、イチゴの62 mg/100 g、ネーブルオレンジの60 mg/100 gに次ぐ値

である。

日本人の食事摂取基準(2015年版)によれば、成人1日当たりのビタミンC摂取推奨量は100 mgであるが、‘マイクロトマト’を30個(37.5 g)食べることにより、この推奨量の20%以上をまかなうことができる計算となる。‘マイクロトマト’は非常に小さくて目新しいだけではなく、トマトやミニトマトと比較してもアスコルビン酸含量が高いことから、優れたビタミン



図2 アスコルビン酸のHPLC分析
マイクロトマト抽出液に含まれるアスコルビン酸について、HPLC分析を行った。Aはアスコルビン酸のピークを示す。

Cの供給源であることが示された。

(3) カロテノイド色素

トマト果実に含まれる代表的なカロテノイド色素としては、赤色のリコペンと、橙黄色の β -カロテンがある。‘マイクロトマト’のリコペンおよび β -カロテン濃度をHPLC法で測定したときのチャートを図3に示す。リコペンおよび β -カロテンのピークは、それぞれ保持時間10.38分と11.96分に認められた。

この結果より、‘マイクロトマト’果実に含まれるリコペンの濃度は7.68 mg/100 gと算出された。この値は、‘桃太郎’果実のリコペン濃度である2.77 mg/100 gよりも有意に高く、約2.8倍にも達した。一方、‘アイコ’果実のリコペン濃度である10.26 mg/100 gと比較すると有意に低い値であった。

‘マイクロトマト’果実の β -カロテンの濃度は998 μ g/100 gであり、‘桃太郎’や‘アイコ’果実の β -カロテン濃度よりも有意に高く、1.5倍前後に及んだ。また、日本食品標準成分表(七訂)に記載されているトマトの β -カロテン濃度

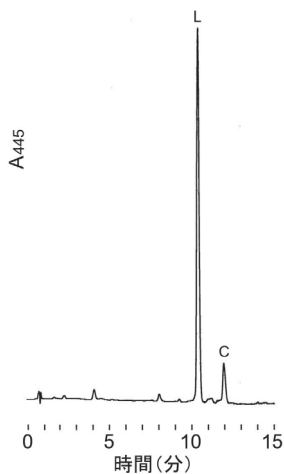


図3 カロテノイドのHPLC分析

マイクロトマト抽出液に含まれるカロテノイド色素について、HPLC分析を行った。Lはリコペンのピークを、またCは β -カロテンのピークを示す。

540 μ g/100 gの1.8倍程度の高い値を示し、ミニトマトの960 μ g/100 gと同程度であった。

リコペンや β -カロテンは、強い抗酸化作用を有しており、生体内において発生する活性酸素を消去する効果が期待できる。また、リコペンの摂取は、前立腺がん、乳がん、肺がん、子宮がん、皮膚がんなどの発生を抑制する効果があるものと考えられている⁴⁻⁸⁾。一方 β -カロテンは、生体内でビタミンAに変換され、正常な視覚機能の維持に寄与する成分である。このように健康維持に寄与するカロテノイドを豊富に含むという意味で、‘マイクロトマト’は健康の維持・増進に推奨できる食品と考えられる。

(4) まとめ

以上の結果より、‘マイクロトマト’果実は、大玉トマトの主要な経済栽培品種である‘桃太郎’果実や、広く市販されているミニトマトである‘アイコ’果実に比べて可溶性固形分濃度が高く、アスコルビン酸が豊富で、また、 β -カロテンにも富むことが示された。さらに、カロテノイド色素の一種であるリコペンの濃度も、‘桃太郎’果実と比較すると顕著に高いことが示された。特にアスコルビン酸濃度は野菜類や果実類の中でもトップレベルにあり、ビタミンCの優れた供給源であることがわかった。

‘マイクロトマト’は比較的新しい商品で、消費者による認知度もそれほど高くはないと思われるが、一果が非常に小さく珍しいという、魅力的な形態的特性を備えている。さらに、本研究のように果実に含まれる栄養成分や機能性成分を明らかにしていくことは、‘マイクロトマト’の潜在的な商品価値を掘り起こすために重要なアプローチになるものと考えられる。

4. 利益相反

利益相反に相当する事項はない。

5. 参考文献

- 1) まるごとわかるトマト 田淵俊人 誠文堂
新光社 (2017)
- 2) Lee HS (1993) HPLC method for
separation and determination of
nonvolatile organic acids in orange juice.
J Agric Food Chem 41: 1991-1993
- 3) Taylor SJ and McDowell IJ (1991) Rapid
classification by HPLC of plant pigments
in fresh tea (*Camellia sinensis* L) leaf. *J
Sci Food Agric* 57: 287-291
- 4) Arab L and Steck S (2000) Lycopene
and cardiovascular disease. *Am J Clin
Nutr* 71: 1691S-1695S
- 5) Block G, Patterson B and Subar A. (1992)
Fruit, vegetables, and cancer prevention:
a review of the epidemiological evidence.
Nutr Cancer 18: 1-29
- 6) Clinton SK (1998) Lycopene: chemistry,
biology, and implications for human
health and disease. *Nutr Rev* 56: 35-51
- 7) Giovannucci E (1999) Tomatoes, tomato-
based products, lycopene, and cancer:
review of the epidemiologic literature. *J
Natl Cancer Inst* 91: 317-331
- 8) Salehi B *et al.* (2019) Beneficial effects
and potential risks of tomato consumption
for human health: an overview. *Nutrition*
62: 201-208