

## ファーストフーズ向け野菜の品質について I

——トマトの品質と保存期間——

續 順子\*・筒井京子\*・丹羽真清\*\*・中島けい子\*

Qualities of Tomato Cultivated with Reduced Chemical Fertilizers  
and Restricted Pesticides I

Junko TSUDZUKI, Kyoko TSUTSUI, Masumi NIWA and Keiko NAKASHIMA

近年、野菜の品質について、消費者の関心が寄せられるようになり、「有機栽培」とか「減農薬栽培」と銘打った商品が店頭で売られるようになった。しかし、その基準が明確でなかったため、2000年度のJAS法の改正にあたり、「有機」と表示できる農産物は「果実などの多年生のもは過去3年間、米や野菜など1年生のもので過去2年間、農薬や化学肥料などの化学物質に頼らずに自然界の力で育成したもので、且つ農林水産大臣の登録を受けた認定機関が認証したものに限り」とされた。

ファーストフーズに洗浄カット野菜を納入する業者は、健康ブームに乗って注目されている減農薬・減化学肥料を施した「特殊栽培」の野菜の導入を試みてきている。私達は、まず、小松菜など葉菜類の「特殊栽培」の野菜について、「通常」に栽培された野菜とどの程度品質に差異があるか、その検証を行ってきた(未発表)<sup>1)</sup>。今回は、野菜類であるトマトの「特殊栽培」について、その品質を検証した。

トマトは、 $\beta$ -カロテンとともに、赤色の色素リコピンを含有する。このリコピンは、活性酸素消去能があり、生活習慣病の予防に有効であることが明らかとなり、健康食品として注目されてきている。また、サラダや主菜の付け合わせとして、ファーストフーズでの需要も大きい。そのトマトの外観上の品質は、一般に赤いものが栄養成分も多く、美味しいというイメージがもたれている。しかし、実際に食すると、必ずしも外観上のイメージと一致しない場合も少なくない。そこで、「特殊栽培」トマトのリコピンを測定すると共に、野菜の品質を示す指標として、外観を決める $\beta$ -カロテン、クロロフィルa・b量および色調を測定し、さらに食感に關与する硬度、味覚に影響を与える酸度や糖度や野菜としての品質を左右するアスコルビン酸量を測定した。加えて、カット野菜納入業者がファーストフーズに高品質のトマトを安定供給するために、産地や栽培の時期等によって、それらの成分や物性がどのように変化するかを調査した。

---

\* 生活科学部 食品栄養学科

\*\* デザイナーフーズ(株)

## 試料および実験方法

### 1. 試料

(1) トマトの品種、産地および時期：

トマトの品種は、現在最も供給豊富な「桃太郎」とした。

産地は、和歌山県紀ノ川町、岐阜県加子母村、同県海津町および愛知県渥美町の生産者より直送されたものである。

出荷時期は、6月中旬から7月上旬が紀ノ川産、7月中旬から9月、10月下旬までが加子母産、11月上旬が渥美産、11月中旬から12月下旬が海津産であった（表1）。

表1 トマトの産地

入手月 栽培法	6月	7月	9月	10月	11月	12月
特殊栽培	和歌山県 紀ノ川町		岐阜県 加子母村		愛知県 渥美町	岐阜県 海津町

(2) 栽培方法：「特殊栽培」

「有機農産物」として認定されてはいないが、減農薬・減化学肥料（慣行栽培の5割以下）で栽培されたものである。

(3) 保存方法：室温（22 ± 1℃）で保存した。

(4) トマトのサイズおよび重量：

トマトの直径および重量の平均値は、それぞれ紀ノ川産 6.8cm・201g、加子母産 7.4cm・210g、渥美産 6.4cm・152g、海津産 7.5cm・197g であった。

### 2. 実験方法

(1) リコピン、β-カロテンおよびクロロフィル a・b 量

Mackinney法<sup>2)</sup>と木村らの方法<sup>3)</sup>を組み合わせた同時定量法<sup>4)</sup>を適用し、吸光度で測定した。

(2) L-アスコルビン酸量

ヒドラジン法<sup>5)</sup>で測定した。

(3) 色調

色調の平均的なトマトを15個抽出し、色彩色差計（CR-300 ミノルタカメラ(株)）を用いて、1サンプルにつき5ヶ所、L値、a値およびb値を測定した。

(4) 硬度

新型果実硬度計（MK-1 藤原製作所）で、1サンプルにつき5ヶ所を測定した。

(5) 糖度

試料トマトをミキサー（MX-V100 松下電器産業(株)）でホモジェナイズし、糖度計（PR-1 アタゴ）で糖度を測定した。

(6) 酸度

滴定酸度を測定し、検量線よりクエン酸量として算出した。

以上、試料トマトは、毎回送付されてきた2-3箱（1箱18-20個）の中から色調の平均的な試料を10-15個抽出し、その各々について3-5回定量し、平均値を求めた。

## 結果および考察

### 1. トマトの品質

入手した紀ノ川産トマトの成分リコピン含量の平均値は、100g当たり4.2mg、 $\beta$ -カロテンは0.84mg、クロロフィルaは0.22mg、クロロフィルbは0.32mgで、総アスコルビン酸は17.2mgであった。また同様に、加子母産は、それぞれ2.6mg、0.80mg、0.32mg、0.35mg、23.7mgであった。渥美産は2.9mg、0.83mg、0.19mg、0.32mg、10.5mg、海津産は2.4mg、0.72mg、0.21mg、0.33mg、12.4mgであった（図1、2、3、6）。出荷時期が異なるので、単純な比較は困難であるが、リコピン含量は加子母、渥美、海津産に比べ、紀ノ川産は有意に多かった（図1）。クロロフィルa・b量は、クロロフィルaについて加子母産が他の産地に比べて有意に高く（図3）、産地による成分の明らかな差異が認められた。また、食感に関係のある硬度は、紀ノ川産の0.83kgから渥美産の0.94kgの間に分布

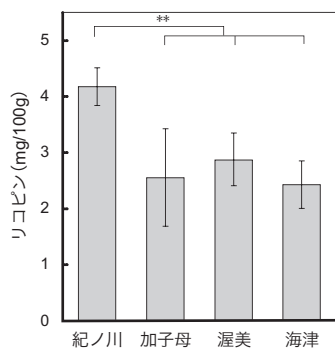


図1 産地別トマトのリコピン量  
( $p < 0.01^{**}$ )

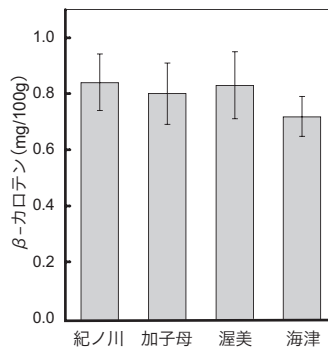


図2 産地別トマトのβ-カロテン量

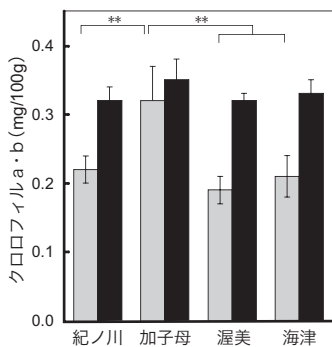


図3 産地別トマトのクロロフィルa・b量  
□クロロフィルa ■クロロフィルb  
( $p < 0.01^{**}$ )

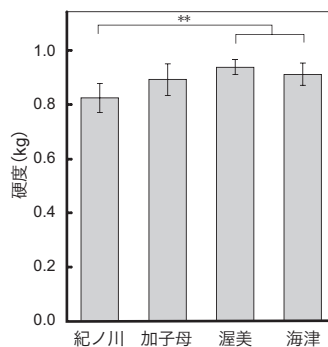


図4 産地別トマトの硬度  
( $p < 0.01^{**}$ )

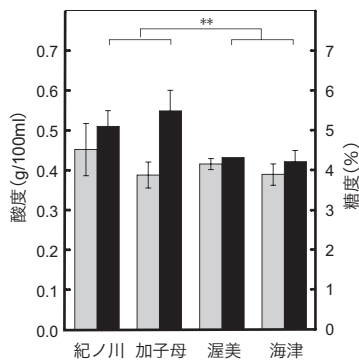


図5 産地別トマトの酸度・糖度  
 □酸度 ■糖度  
 試料：岐阜県加子母村産  
 (p<0.01\*\*)

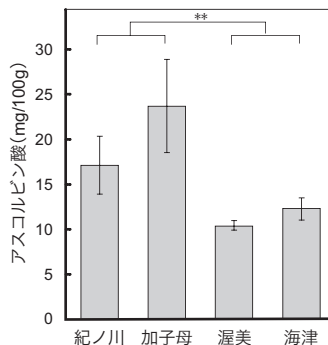


図6 産地別トマトのアスコルビン酸量  
 (p<0.01\*\*)

し、紀ノ川産と渥美産および海津産の間には有意差が認められた (図4)。味覚に関与する酸度は、100ml当たり 388mg から 452mg の間に分布し、紀ノ川産は他の産地に比べて高い傾向が見られた (図5)。糖度は紀ノ川産が 5.1%、加子母産が 5.5%、渥美産が 4.3%、海津産が 4.2%で、紀ノ川産や加子母産は渥美産や海津産に比較して有意差が認められた (図5)。さらに、品質に関わる総アスコルビン酸は、紀ノ川産と加子母産に比べ、渥美産と海津産は有意に低かった (図6)。

## 2. 出荷時期と品質

トマトの出荷時期は、産地によって異なり、季節変化を単純に比較することは困難であった。そこで、まず、比較的出荷時期の長い (7-10 月) 岐阜県加子母産について比較検討を行った。

### (1) リコピン、β-カロテンおよびクロロフィル a・b 量

加子母産のトマトは7月、9月および10月に出荷されているが (表1)、クロロフィル a と b とともに時期的変化に有意差はなく (図7)、平均値は、それぞれ 100g 当たり 0.32mg

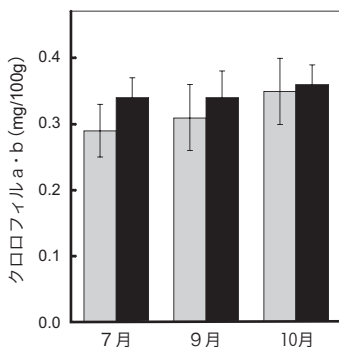


図7 トマトの出荷時期とクロロフィル a・b 量  
 □クロロフィル a ■クロロフィル b  
 試料：岐阜県加子母村産

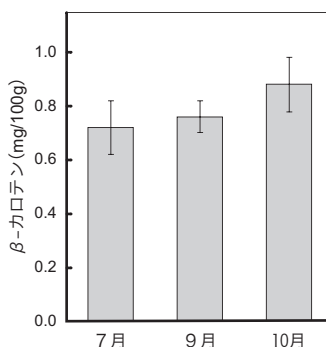


図8 トマトの出荷時期とβ-カロテン量  
 試料：岐阜県加子母村産

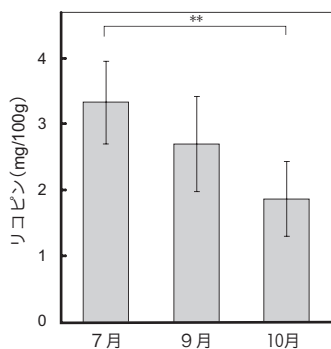


図9 トマトの出荷時期とリコピン量  
試料：岐阜県加子母村産  
( $p < 0.01^{**}$ )

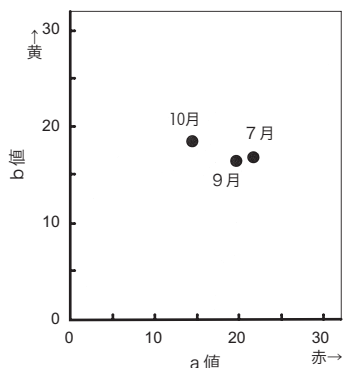


図10 トマトの出荷時期と色調 a・b 値  
試料：岐阜県加子母村産

と 0.35mg であった。β-カロテンは7月の 0.72mg や9月の 0.76mg に比べ、10月産は 0.88mg と高かった (図8)。しかし、リコピンのみが7月産の 3.33mg に比べ、10月産は 1.87mg と有意に低い値を示した (図9)。色調の a 値も低くなり (図10)、赤色が薄くなっていることを示している。しかし、L 値は7月産の 44 に対し、10月は 50 と有意に高かった (図11) ので、明るい色調になっているものと判断される。

#### (2) 硬度

食感に關与する硬度は10月になると、7月産の 0.83kg に比べて、0.93kg と有意に高くなっている (図12)。気温と日照の低下が影響してか、硬くなっているといえる。

#### (3) 酸度・糖度

味覺に關与するトマトの酸度と糖度のうち、酸度は7月産の 100ml 当たり 0.42g から10月の 0.37g に漸減するが、有意差は認められなかった。糖度も有意差はなかった (図13)。

#### (4) アスコルビン酸量

トマトのアスコルビン酸は、ほとんどが還元型で存在し、7月産では 100g 当たり 13mg であるが、10月では、24mg へと増加する。7月産と、9月産および10月産には有意差があり、7月産に比べて10月産はほぼ2倍に達する (図14)。

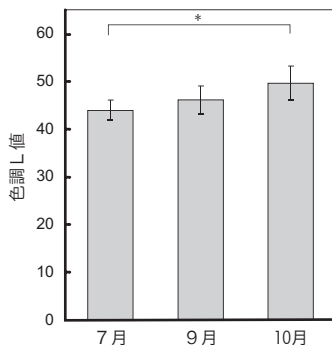


図11 トマトの出荷時期と色調L 値  
試料：岐阜県加子母村産  
( $p < 0.05^{*}$ )

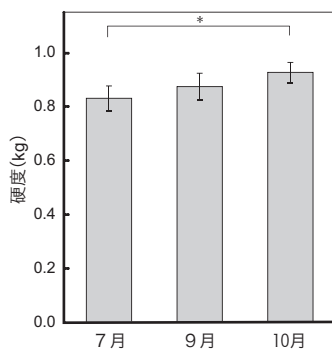


図12 トマトの出荷時期と硬度  
試料：岐阜県加子母村産  
( $p < 0.05^{*}$ )

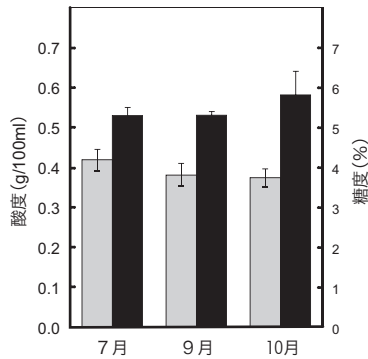


図13 トマトの出荷時期と酸度・糖度  
 ■ 酸度 ■ 糖度  
 試料：岐阜県加子母村産

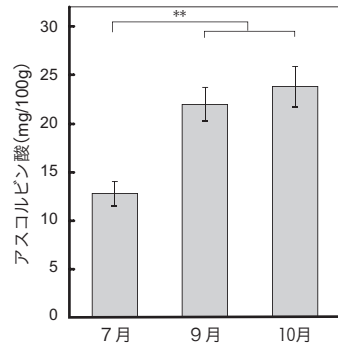


図14 トマトの出荷時期とアスコルビン酸量  
 試料：岐阜県加子母村産  
 (p<0.01)\*\*

### 3. 貯蔵による品質の変化

トマトは比較的日持ちがよいとされているが、産地から直送されても、洗浄・カット処理して包装し配送するため、実際にファーストフードで供卓されるまでに1-3日を要する。そこで、室温(22±1℃)で保存し、その品質の変化を調べた。

#### (1) リコピン、β-カロテンおよびクロロフィルa・b量

トマトのリコピン量は、最初100g当たり1.5mgであった。これを室温で保存すると、3日間で3.6mgと2倍以上に増加する。さらに6日間保存すると、直線的に増加し、6.0mgとなり、4倍にも達する(図15)。同様に、β-カロテンもはじめ0.82mgであったものが、6日後には1.32mgとなり有意に増加(図16)し、赤みが増すことになる。一方、0.41mgあったクロロフィルaは、6日後には0.27mgまで減少する。しかし、はじめ0.36mgあったクロロフィルbは、4日目に0.41mgに増加するものの、増減に一定の傾向が認められ

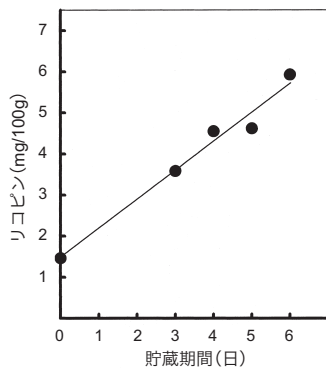


図15 貯蔵によるリコピン量の変化  
 試料：岐阜県加子母村産  
 貯蔵条件：22±1℃

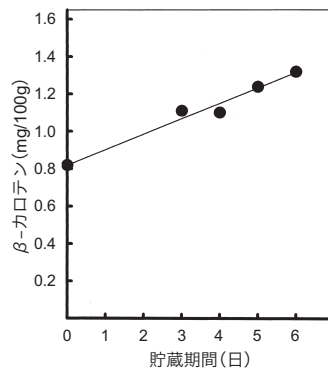


図16 貯蔵によるβ-カロテン量の変化  
 試料：岐阜県加子母村産  
 貯蔵条件：22±1℃

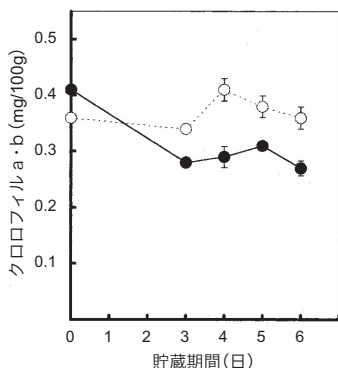


図17 貯蔵によるクロロフィル a・b 量の変化  
 ●-クロロフィル a ○-クロロフィル b  
 試料：岐阜県加子母村産  
 貯蔵条件：22 ± 1℃

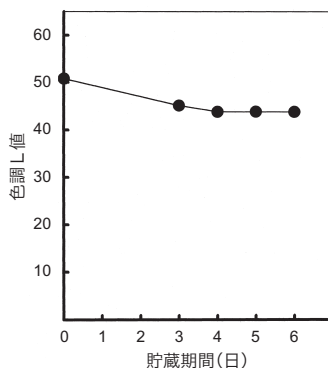


図18 貯蔵による色調L値の変化  
 試料：岐阜県加子母村産  
 貯蔵条件：22 ± 1℃

なかった (図 17)。また L 値が 51 から 44 に減少 (図 18) し、暗赤色になる。

(2) 硬度

硬度は、最初 0.97kg あったが、保存期間の延長に伴い有意に減少し、6 日後には 0.85kg になり軟化する (図 19)。

(3) 酸度・糖度

トマトの酸度は、最初 100ml 当たり 363mg であったが、保存 3 日で 340mg まで有意に低下し、6 日まで有意に漸減する (図 20)。糖度は、はじめ 5.8% であったが、3 日間保存すると、6.0% まで増加し、引き続き 5 日目までは増加するが、以降減少の傾向にある (図 20)。酸度が減少し、糖度が増加するので、甘味が増すといえる。

(4) アスコルビン酸量

はじめ 100g 当たり 21mg であったトマトの総アスコルビン酸量は 3 日間保存すると、

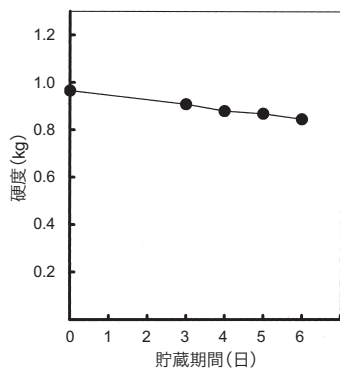


図19 貯蔵による硬度の変化  
 試料：岐阜県加子母村産  
 貯蔵条件：22 ± 1℃

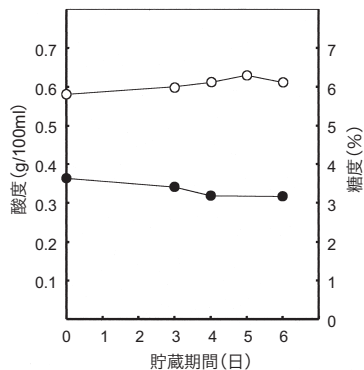


図20 貯蔵による酸度・糖度の変化  
 ●-酸度 ○-糖度  
 試料：岐阜県加子母村産  
 貯蔵条件：22 ± 1℃

有意に増加し 27mg となった (図 21)。以降、やゝ減少し、6 日間保存すると 24mg になった。この間、酸化型アスコルビン酸量は 0 日が 0.5mg と少なかったが、6 日間保存してもなお 0.8mg で、総アスコルビン酸量に占める割合に、大きな変化は認められなかった。

以上のように、貯蔵によってリコピンやβ-カロテン含量は増加し、赤色が強くなるが、アスコルビン酸や酸度・糖度に大きな変化はなく、硬度もやゝ低下はするものの、有意な変化はない。収穫後 1 週間程度は、室温で保存可能であり、むしろ外観は赤くなって商品価値は高まる。

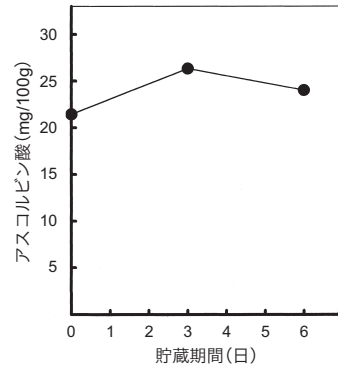


図21 貯蔵によるアスコルビン酸量の変化  
試料：岐阜県加子母村産  
貯蔵条件：22 ± 1℃

## まとめ

1. ファーストフーズに納入するトマトについてその品質を調査した。品種は桃太郎、産地は紀ノ川町、加子母村、渥美町および海津町で、期間は 6 月から 12 月であった。産地によって、その品質には差異があった。
2. 比較的収穫期間の長い加子母産について詳細に検討した結果、収穫月によってリコピン量やアスコルビン酸含量に変動があり、糖度も変わる。それ故、長期にわたる均質なトマトの安定供給は相当に困難と判断される。
3. トマトを常温保存すると、リコピン含量が増加し、赤色が強くなる。しかし、その他の成分や硬度に有意な変化はなく、1 週間程度の保存は可能と判断された。

## 文 献

- 1) 續順子、筒井京子、中島けい子：未発表データ
- 2) 作物分析法委員会編：栽培植物分析測定法、要賢堂、p. 386 (1975)
- 3) 日本食品工業学会編：食品分析法、光琳、pp. 751-758 (1982)
- 4) 永田雅靖、山下市二：トマト果実に含まれるクロロフィルおよびカロテノイドの同時、簡便定量法、日本食品工業学会誌、39 (10) pp. 925-928 (1992)
- 5) 日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会編：新・食品分析法、光琳、pp. 444-447 (1998)