

論文

静岡県産柑橘類 7 品種の有用 4 成分比較

室伏 ^{※1} 誠・佐藤 ^{※2} 綾香・山下 ^{※3} あゆ

Comparisons of Four Useful Ingredients in Seven Citrus Fruits from Shizuoka Prefecture

Makoto MUROFUSHI, ^{※1} Ayaka SATO ^{※2} and Ayu YAMASHITA ^{※3}

ABSTRACT

As for the citrus fruit which has the origin in Assam region of India and the base of Himaraya mountains were cultured at China at least four thousand years ago. Over one hundred and fifty varieties of citrus fruits are growing at the warm regions in the world. In Japan, citrus fruit was descended from China on Nara period of 700s. Japanese breed citrus fruit "Mikan" developed by the origin of China and new import strains belonging to mandarin orange from foreign countries were crossed. "MIKAN" is very popular fruit in winter of Japan. "Mikan" including a lot of vitamin C (ascorbic acid) has well known. And also, functional ingredients were admitted in the contents. Present study, functional contents about ascorbic acid, auraptene, total polyphenol and flavonoid of seven breeds of Japanese orange "MIKAN" which the taste and scent of these seven breeds are different with each other. These are "Daidai", (*Citrus aurantium L.*), "Harumi" (*C. unshiu* × *C. sinensis* × *C. tangerina*), "Shiranu" (*C. unshiu* × *C. sinensis* × *C. reticulata*), "Jyutaro Mikan" (*Citrus unshiu*), "Mikkabi Mikan" (*Citrus unshiu*), "Yura Mikan" (*C.unshiu: Citrus unshiu*) and "Kinkan" (*Fortunella F. hindsii*) from east area of Shizuoka Prefecture Japan. The contents of ascorbic acid of "Kinkan", "Yura Mikan", "Harumi" and "Shiranu" including two times more than others. Auraptene contents of "Jyutaro Mikan", "Harumi" and "Daidai" including three times more than others. Total polyphenol contents of "Kinkan", "Harumi" and "Shiranu" including two times more than others. Flavonoid contents of seven breeds including 1537 of "Daidai" to 1392μg/100g. The difference of flavonoid in these seven breeds "Mikan" were very few. The characteristics of these four contents should be indicate for the useful informations of nutritional contents. People would be able to notice of these "Mikan" not only delicious but also functions.

1. はじめに

インドのアッサムからヒマラヤの山麓地帯が発祥地とされるミカン類(柑橘類)は、その後中国に渡り、栽培が行われた¹⁾。中国では4000年前にすでに品種の栽培記録が残っており、橘(キツ)、柚(ユウ)、甘(柑)(カン)や橙(トウ)などの品種が記載され、柑橘類としている¹⁾。

その後、中国から世界の温暖な地域に広がり、我

が国では、不老長寿の果物として中国から持ち帰った橘(たちばな)が古事記や日本書紀に記され、現在の日本のみかんの原形といわれている。わが国でも、現在では様々な種や品種が知られており、外国から持ち込まれた品種や国内の品種との交配により日本独特の柑橘類も誕生している。

1954年に田中長三郎が様々な品種を加え145種に区分し、その後1961年に12種を加え157種を記載した²⁾。

※1 日本大学短期大学部(三島校舎) 教授 Junior College (Mishima Campus), Nihon University, Professor

※2 日本大学卒業生 Nihon University, Former Student

※3 日本大学短期大学部(三島校舎) 助手 Junior College (Mishima Campus), Nihon University, Assistant

さらに、交雑種や品種を入れると900種類にも及ぶといわれている。

今日、ミカン科植物は、カラタチ属、ミカン属、クメリン属およびキンカン属に含まれる種とそれから生まれた種が含まれる。分類学上ではミカン科ミカン亜科ミカン連ミカン属（以下ミカン類）にほとんどが含まれる。いずれも、子房内壁が瓢囊（果肉を包む袋）となり、その中に砂瓢（小さな果肉の粒）を備えている。

我が国を代表する「みかん」は「ウンシュウミカン（温州みかん）」（学名：*Citrus unshiu*）で、特徴は皮が薄く食べやすい、冬の代表的果実の一つである。今日では、ハウス栽培の普及によって、夏から翌春にかけて長期間楽しめる果実となった。成熟時期によって早生（わせ）や普通（ふつう）などの種類に区分されている。また、栽培においてミカンは果実数が多くなる年（表年）と少なくなる年（裏年）とが交互に発生する現象（隔年結果）が顕著である³⁾。

我が国における平成24年産のミカン収穫量は84万6300t、出荷量は75万7300tである。ミカンの収穫量を都道府県別にみると、和歌山県が19%、愛媛県が15%、静岡県は14%と全国3位のミカン生産県である。温暖な気候に恵まれた静岡県では、各地でウンシュウミカン（温州みかん）を中心とするミカン類が栽培されている。静岡県で栽培されているミカン類（温州みかん、夏みかんやネーブル等）の産地は、浜名湖周辺、静岡、沼津、伊豆および志太の5地域である。静岡発祥の品種も多く、県内の農家により発見された「青島温州」「寿太郎温州」「太田ポンカン」「白柳ネーブル」「森田ネーブル」や、静岡市清水区興津の独立行政法人農業・食品産業技術研究機構果樹研究所カンキツ研究興津拠点で長い時をかけて育成された「興津早生」「清見」「はるみ」「スイートスプリング」など、様々なミカン類が栽培されている⁴⁾。

本研究では、温暖な気候でミカン類の栽培が盛んな静岡県の東部において栽培されているミカン類7品種について、含有する機能性成分として抗酸化力が強く、抗炎症作用など体内の代謝に関与するビタミンC（アスコルビン酸）、発がん抑制効果が知られているオーラプテン、コレステロールの酸化抑制や活性酸素の傷を抑える総ポリフェノール、さらに老化防止や動脈硬化などの予防効果があるフラボノイドを測定し、各品種間の比較を行った。

2. 材料および方法

(1) 材 料

分析を行ったミカン類は、静岡県東部で栽培されている以下に示す7種類を用いた。

1) ダイダイ (*Citrus aurantium* L.) : ミカン科ミカン亜科ミカン連ミカン亜連真正カンキツ類ミカン属香酸柑橘類に属し、比較的古くに日本に持ち込まれた種で、成長とともに外皮が凸凹になる。静岡県の伊豆半島や和歌山県が主産地である。正月飾りやポン酢に加工される。2013年2月に入手した静岡県熱海市産3個（平均重量160g、直径6.5cm）を用いた。

2) はるみ (*Citrus unshiu* × *C. sinensis* × *C. tangerine*) : 同ミカン属タンゴール類に属する3つの種の交配種。静岡県で清見にポンカンを交配してできた育成品種。爽やかな甘みと食感が特徴で果皮が柔らかく生食に適している。2013年2月に入手した静岡県西浦産3個（平均重量170g、直径7cm）を用いた。

3) 不知火（しらぬい） (*Citrus unshiu* × *C. sinensis* × *C. reticulata*) : 同ミカン属タンゴール類に属する。清見とポンカンを交配してできた育成品種でははるみと同じ組み合わせであるが、独特の形状をしている。不知火のうち、糖度13度以上、酸度1度以下の高品質のものだけがデコポン（登録商標：熊本県果実農業協同組合）と呼ばれる。優れた食味と個性的な外観が特徴である。2013年2月に入手した静岡県西浦産3個（平均重量230g、直径7cm）を用いた。

4) 寿太郎みかん (*Citrus unshiu*) : 同ミカン属ミカン類に属する。静岡県で生まれ、糖度が高く品質が優れている。コクとともに糖・酸バランスが良いとされ、缶詰やジュースにも利用される。2013年2月に入手した静岡県西浦産3個（平均重量130g、直径6.5cm）を用いた。

5) 三ヶ日みかん (*Citrus unshiu*) : ミカン属ミカン類に属する。静岡県浜名湖三ヶ日町特産の温州みかんであり、糖度が高く、独特の食味と大きく扁平な形が特徴である。2013年2月に入手した静岡県西浦産3個（平均重量200g、直径8cm）を用いた。

6) ゆらみかん (*Citrus unshiu*) : ミカン属ミカン類に属する。和歌山県日高郡由良町で生まれたブランドみかんである。極早生品種であるが、濃厚な甘味と酸味を併せ持つ。2013年10月に入手した静岡県西浦産3個（平均重量85g、直径5.5cm）を用いた。

7) キンカン (*Fortunella F. hindsii*) : ミカン科ミカン亜科、ミカン正、ミカン亜連真正カンキツ類キンカン属キンカン類に属する。果実は皮ごと食べら

れ、大部分は生果として利用される。さらに、シラップ漬けやジャム、マーマレード等にも利用される。2012年2月に入手した静岡県西浦産3個（平均重量20g、直径3cm）を用いた。

(2) 方法

分析試料の調整および分析方法を以下に示す。

1) アスコルビン酸の定量

果皮を除いた可食部を粉碎、液部を濾過し濾液を分析試料とした。常法⁵⁾に従って調整後、HPLC (SSC)、カラム Silica-2150-N (SSC) を用いて、移動相：酢酸-n-ヘキサン-酢酸エチル混液 (1:4:5v/v)、カラム温度：40°C、流量：1.5ml/min、検出：UV495nmで行った。

2) オーラプテンの定量

オーラプテンは果皮に多く含まれる成分のため、試料として果皮1gと果肉3gを飽和食塩水15mlと酢酸エチル25mlを加えホモジナイズし、酢酸エチル層を分取した。その後、常法に従って調整後、HPLC (SSC) を用いて、カラム：PEGASIL CDS SP100、移動相：80%メタノール (80/20v/v) カラム温度：45°C、流量：1.0ml/min、検出：UV325nmで定量した^{5,6)}。

3) 総ポリフェノール含量の測定

果皮を除いた可食部を粉碎し、液部を濾過し濾液を分析試料とした。常法に従い調整後、765nmの吸光度で測定した。検量線は没食子酸水溶液0~100μg/mgにより作成し、ポリフェノール含量を没食子酸相当量で算出した^{7,8)}。

4) フラボノイド含量の測定

果皮を除いた可食部を粉碎し、液部を濾過し濾液を分析試料とした。常法に従い調整後、510nmの吸光度で測定した。検量線は (+)-カテキン溶液で作成し、総フラボノイド量は (+)-カテキン相当量 (mg/100g) で算出した⁷⁾。

3. 結果および考察

各試料の分析結果を図1-10に示した。各分析結果を要約すると下記のとおりである。なお、数値はすべて果実100g当たりで示した (以下すべて同様に表示)。

1) アスコルビン酸含量

図1に示した通り、最も含有量が多かったのはキンカン140.63mg、次いでゆらみかん、はるみ、不知火は比較的多く、ダイダイ、三ヶ日みかん、寿太郎みかんはキンカンの1/3以下であった。

2) オーラプテン含量

図2に示した通り、最も多かったのは寿太郎ミカ

ン15.48mg、次いではるみ、ダイダイで、三ヶ日みかん、不知火、ゆら、キンカンが寿太郎みかんの1/7以下であった。

3) 総ポリフェノール含量

図3に示した通り、最も多かったのは、キンカン31.73mg、次いで晴美、不知火、由良、三ヶ日みかん、寿太郎ミカン、ダイダイが最も少なく、1/2.5以下であった。

4) フラボノイド含量

図4に示した通り、最も多かったのは、ダイダイ1537μg、次いではるみ、三ヶ日みかん、寿太郎ミカン、不知火、キンカン、ゆら1392mgであり、違いとしては大きな開きがある結果ではなかった。

以上の結果から、予想以上に分析した4成分の品種による含有量の違いが顕著であった。すなわち、アスコルビン酸は、キンカン、ゆら、はるみ、不知火、ダイダイ、三ヶ日みかん、寿太郎と徐々に含有量に変化しているが、オーラプテンや総ポリフェノールは、比較的多いものと少ないものに分かれ、オーラプテンでは寿太郎ミカン、はるみおよびダイダイが比較的多く、三ヶ日みかん、不知火、ゆらおよびキンカンが少ない値を示した。他の3種類の成分については、それぞれの成分の含有量の値から2つにグループに分けられた。それぞれの成分の多い少ないは、それぞれの品種において同一ではない。むしろ、品種ごとの特徴がそれぞれに異なる結果となっている。これら試料の摘果時期や熟成状況については明確ではない。しかし、それぞれの旬と考えられる時期に、直接生産農家ないしは直販の組合店舗にて入手したもので、ほぼそれぞれの品種の食べごろの時期に入手したと考えると、各成分の違いは、味や香りなどそれぞれの個性と同様に、分析したそれぞれの機能性成分の含有量の違いから、成分を意識した選択による摂取もよいのではないかと考える。また、各成分の相関について比較した結果 (図5~10) では、成分によって、含有量のばらつきが大きい品種と少ない品種があるように見受けられる。この点については、さらに果実の数を増やし、成熟度などを考慮して検討する必要があると考える。最盛期においては、食べておいしく、より多い機能性成分を提示して個性を示すこともよいのではないかと考える。また、生の果実にこのような記載はほとんどされていない。今回、分析をした機能成分が各柑橘類の特徴として理解されることで、おいしいだけでなく新たな機能特徴を示したい。

4. まとめ

ミカン類には体に良い成分が多く含まれており、薬のようにすぐに効果が出る訳ではないが、摂食によって徐々に効果が現れるものと考えられている。今回、分析を行ったアスコルビン酸、オーラプテン、総ポリフェノール、フラボノイドだけでなく、発がん抑制効果： β -クリプトキサンチン、オーラプテン、リモネン、ノミリン、ビタミンC等⁸⁾、老化防止、生活習慣病予防：ビタミンA、ビタミンC、ビタミンE、 β -カロチン、ヘスペリジン、ナリンジンやミネラル類等を定量することで抗酸化作用を強化し、酸化ストレスが関与する様々な障害の抑制にビタミンEが機能すると考えられる。ヘスペリジンは血管を丈夫にし、中性脂肪を抑える働きがある⁸⁾。風邪の予防：シネフリン、ビタミンC、ビタミンA、フラボノイド化合物（ヘスペリジン）等、消化機能調整：ペクチン、セルロース、疲労回復：クエン酸、美肌効果：ビタミンC、クエン酸、ペクチン、ビタミンA等、高血圧抑制：カリウムは心臓や筋肉の機能を調節し、またナトリウムに対し拮抗的に働くため、高血圧の予防に役立つ⁴⁾。他にも、便秘の防止は食物繊維により腸内で老廃物を排泄する働き、虫歯の予防、血栓形成の抑制効果をもつ³⁾。さらに、精神安定作用にテルペノイド（香り成分）、脳卒中予防にヘスペリジン、壊血病防止にビタミンC、ヘスペリジン、カルシウム吸収促進にクエン酸等の働きがある⁹⁾。体の健康を維持する格好の食材として、日本の「みかん」を活用していきたいものである。

引用文献

- 1) 八巻孝夫：FOOD'S FOOD 新版 食材図典 生鮮食材篇 小学館（2003）P 1 - 383
- 2) Nicolosi, Elisabetta：Citrus Genetics, Breeding And Biotechnology, I.Khan：Origin and Taxonomy editor CABI. P 1 - 370（2007）
- 3) 農林水産省 関東農政局
http://www.maff.go.jp/kanto/to_jyo/index.html
- 4) 静岡県公式ホームページ ふじのくにみかん園 芸課ホームページ 果樹のページ
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-360/kankitu/kankitu-index.html>
- 5) 稲葉元良・杉山泰之・濱崎櫻・久松奨：中晩柑橘に含まれる機能性成分オーラプテン 静岡県柑試験報 (Bull. Shizuoka Citrus Ext. Sta) 31 p 7 - 10（2001）
- 6) 岡本佳乃：高知県特産柑橘の加工利用に関する研究 機能性成分オーラプテン・ノビエチレン・有機酸の分析 高知県工業技術センター結果報告No.36 p11-13（2005）
- 7) 木村英生・長沼孝多・小嶋匡人・小松正和・恩田匠・辻政雄：山梨県産果実の総ポリフェノール含量とそのDPPHラジカル消去活性 山梨工業技術センター 研究報告No.22 p59-63（2008）
- 8) 矢島エイ子・三枝由香莉：調理操作によるポリフェノール量の変化—食品からのポリフェノール抽出— 長崎女子短期大学紀要 第36号 p57-61（2012）
- 9) DNA多型に基づいたキンカン属植物の系統発生と分類、宮崎大学農学部研究報告 56, p103-110（2010）

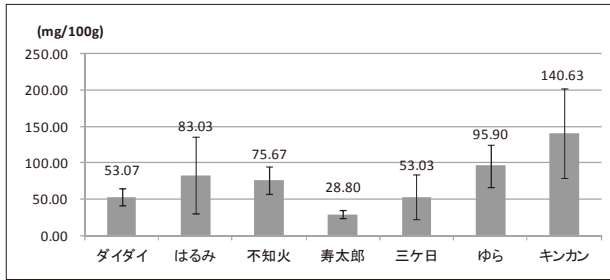


図1 各試料100g中のアスコルビン酸含量

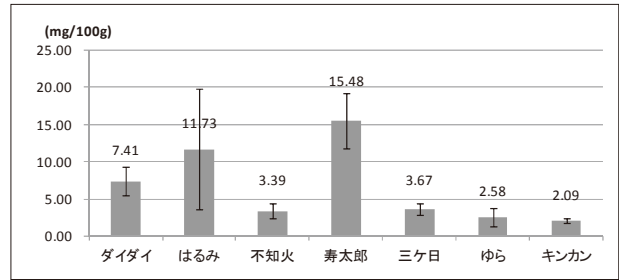


図2 各試料100g中のオーラピテン含量

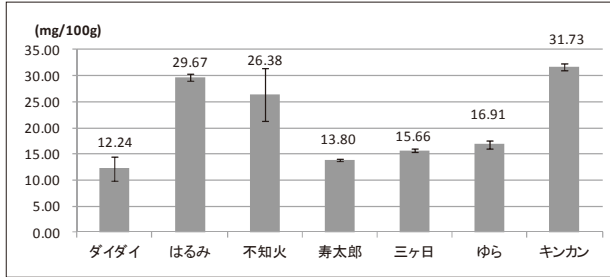


図3 各試料100g中の総ポリフェノール含量

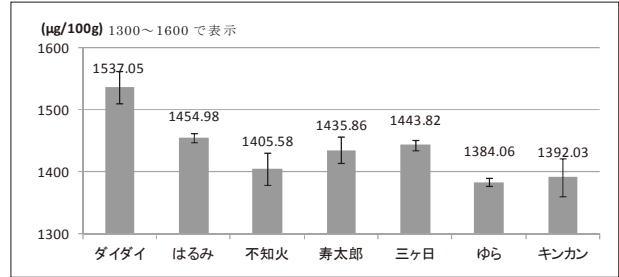


図4 各試料100g中のフラボノイド含量

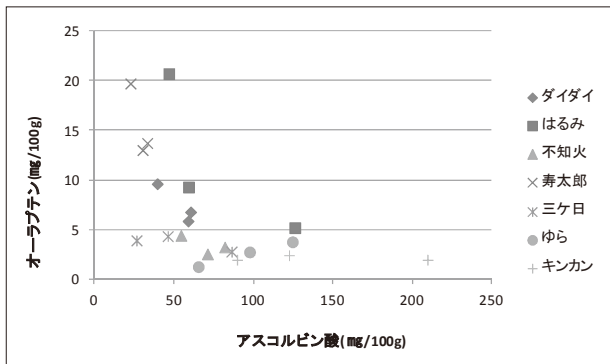


図5 アスコルビン酸とオーラピテンの比較

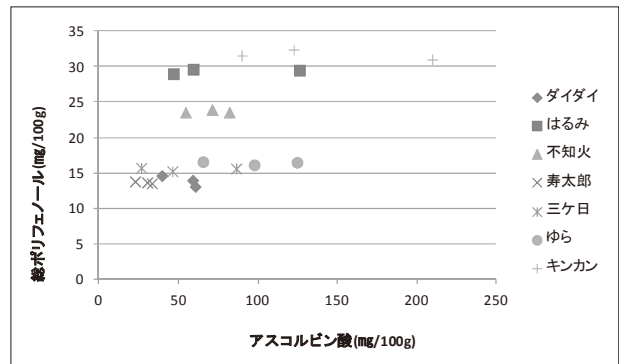


図6 アスコルビン酸と総ポリフェノールの比較

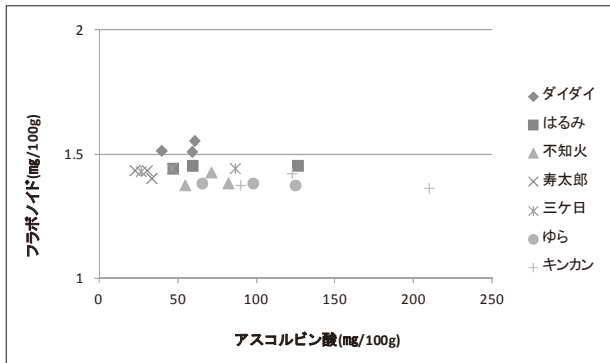


図7 アスコルビン酸とフラボノイドの比較

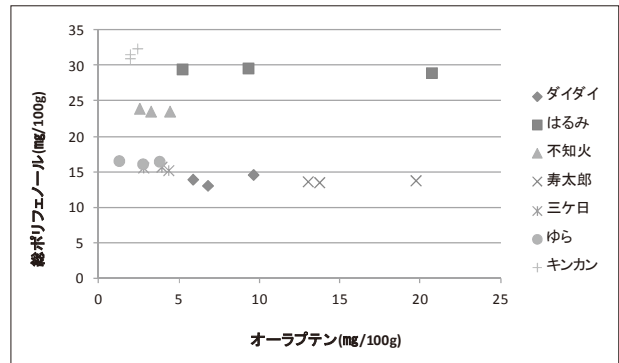


図8 オーラピテンと総ポリフェノールの比較

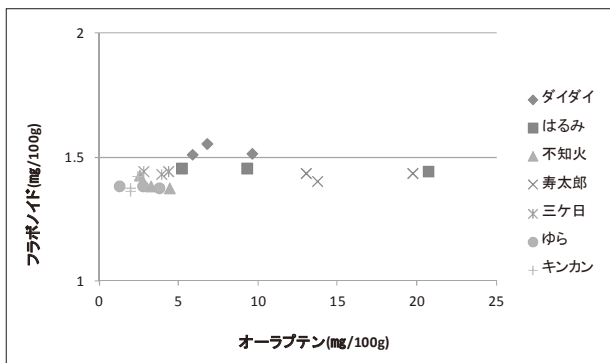


図9 オーラピテンとフラボノイドの比較

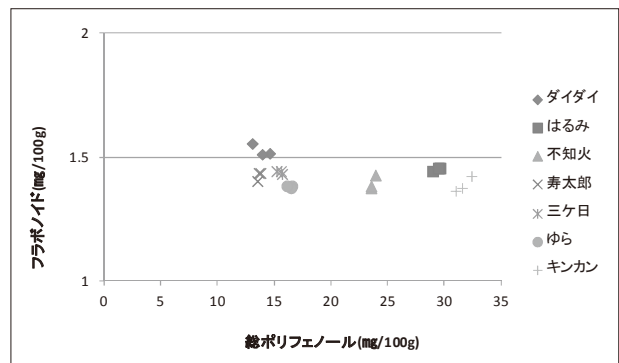
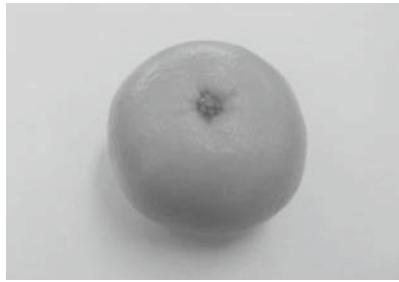


図10 総ポリフェノールとフラボノイドの比較



No. 1



No. 2



No. 3



No. 4



No. 5



No. 6



No. 7

写真1 静岡県東部で栽培されているミカン類7種

(Seven Orange varieties from East part of Shizuoka Prefecture)

No. 1 : ダイダイ (Daidai : Bitter Orange)、No. 2 : はるみ (Harumi : Harumi Mikan)

No. 3 : 不知火 (Shiranui : Shiranui Mikan)、No. 4 寿太郎みかん (Jyutarō : Jutarō Mikan)

No. 5 : ミケビみかん (Mikkabi Mikan)、No. 6 ゆら (Yura Mikan)

No. 7 : 金柑 (Kinkan)