

カンキツ新品種 ‘はるか’ の成熟に伴う 有機酸および糖の変化

松本和紀・堀江裕一郎・大庭義材¹⁾
(園芸研究所)

カンキツ新品種 ‘はるか’ の果実は、果形が扁円形、果皮は淡黄色で、果面の粗滑は中である。また、果頂部の凹環が明瞭である。‘ヒュウガナツ’ より遊離酸含量の減少が早く、11月には1.0g/100mlになった。成熟期は2月であった。他のカンキツに比べて ‘はるか’ はクエン酸の割合が低く、成熟期の果汁中の有機酸組成はクエン酸とリンゴ酸が各々40%であった。全糖に占めるショ糖の割合は約70%と高かった。

[キーワード: カンキツ, ‘はるか’, 新品種, クエン酸, ショ糖]

Changes in Organic Acids and Sugar Composition of Citrus Cultivar ‘HARUKA’ during Maturation. MATUMOTO Kazunori, Yuichiro HORIE and Yoshiki OBA. (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 19: 68-71 (2000)

Fruit shape is oblate, skin color is light-yellow, fruit surface is medium, fruit apex concave ring is present in ‘HARUKA’. Decrease in free acidity of ‘HARUKA’ was faster than that of ‘Hyuganatsu’, reaching a level of 1g per 100ml juice in November. Time of maturity is February. Citric acid content of ‘HARUKA’ was low compared with other citrus cultivars, and the content of citric and malic acid were 40% each of total organic acid at maturity. A ratio of sucrose to total sugar content was high, a level of about 70%.

[key words: citrus, ‘HARUKA’, citric acid, sucrose]

緒言

カンキツ ‘はるか’ は、福岡県二丈町の石井徳雄氏により育成された品種である。1978年に ‘ヒュウガナツ’ の種子を播種し、得られた実生を1980年カラタチに接ぎ、未着花期間の短縮のため更に1982年ウンシュウミカンに高接ぎを行い、1986年に初結実した。‘はるか’ の葉は、葉身が菱形で、先端部と基部が鋭であった。また、葉縁が粗鋸歯状で、葉身の波状が ‘ヒュウガナツ’ よりも大きかった。樹姿はやや直立、樹勢は中程度で ‘ヒュウガナツ’ と同等であった。果実は ‘ヒュウガナツ’ よりも減酸が早く、食味が良かったため、福岡県糸島農業改良普及所と福岡県農業総合試験場園芸研究所で品種特性を調査し、1996年10月に品種登録された。

近年、果実に対する消費嗜好が多様化する中で、カンキツでは「糖度が高く、酸味の少ない果実」を求める傾向が高まっている。特に ‘ナツダイダイ’、‘ハッサク’ に代表される中晩生カンキツは、消費者には酸味が強い果実とのイメージが強く³⁾、消費量の減少が著しいために品種更新が余儀なくされている。このような情勢の中で、‘はるか’ は「減酸が早く、後味がさっぱりした食味の品種」として全国に紹介され⁷⁾、現在は本県だけでなく愛媛県をはじめ他県からも注目されている。

しかし、‘はるか’ は近年品種登録されたために栽培事例が少なく、果実特性についても不明な点が多い。本県に ‘はるか’ を導入するためには早急に特性調査が必要である。そこで、‘はるか’ の着色、糖度、遊離酸含量の経

時の変化および有機酸と糖の組成について調査を行ったので報告する。

材料および方法

果実の形態的特性

供試樹には二丈町に栽植している ‘ナツダイダイ’ 20年生を中間台として1988、1989年に高接ぎした ‘はるか’ を用いた。対照としては同じ園地に栽植しているカラタチ台 ‘ヒュウガナツ’ 25年生樹を用いた。

1992年度に果実の特性について、農林水産省種苗特性分類調査報告書(その他カンキツ類審査基準)に基づいて調査を行った。‘はるか’ が完全着色となった2月中旬に、各々3樹から果実計10果を採取して品質調査を行った。

果実品質の経時的変化

調査には果実特性調査に用いた ‘はるか’ を供試した。有機酸および糖組成の対照として、園芸研究所に栽植しているカラタチ台 ‘ヒュウガナツ’ 19年生樹を用いた。

果実の着色歩合および果汁の糖度、糖組成、遊離酸含量および有機酸組成の経時的変化を調査した。調査は9月から翌年5月まで1ヶ月間隔で、1992、1994、1996、1998年度産果実について実施した。なお、糖組成については1998年度産果実で、有機酸組成については1996年度および1998年度産果実で調査した。供試果実は、9月から翌年2月までは調査日に供試樹3樹から計5果を直接採取し、4、5月の調査では2月中旬に収穫して温度5℃、湿度90%で貯蔵した果実5果を用いた。調査はカンキツの調査方法¹⁰⁾ に準じて行った。着色は果実全体の着色歩合を達観により無着色を0、完全着色を

1) 現農業技術課

10とした11段階で表示し、糖度は屈折計で測定した。遊離酸含量は0.1N水酸化ナトリウムで滴定し、クエン酸含量に換算した。

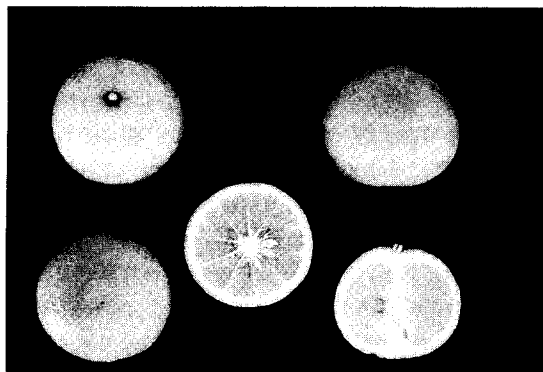
有機酸組成の測定はカンキツの分析・調査法⁹⁾に準じて行った。果汁をイオン交換樹脂処理し、有機酸をアンモニウム塩溶液として遊離した後、これを40℃で減圧濃縮し試験液を調整した。試験液をメンブランフィルター(0.5μm)で濾過してHPLC法によって分別定量した。定量は、カラムにShim-pack SCR-101Hを、検出器として紫外分光光度計210nmを用いて、移動相は過塩素酸でpH2.1に調整した水を用い、流量は0.8ml/min、カラム温度は50℃の条件で行った。有機酸の種類としては、クエン酸、リンゴ酸、マロン酸、コハク酸、酢酸およびシュウ酸を調査した。

糖組成は、果汁をメンブランフィルター(0.22μm)で濾過してHPLC法によって分別定量した。定量は、カラムにTSK gelAmide-80(順相分配クロマトグラフ)4.6mID×25cmを、検出器として示差屈折計を用いて、移動相は80%アセトニトリル(V/V)で流量1.0ml/min、カラム温度は80℃の条件で行った。糖の種類としては、ショ糖、果糖、ブドウ糖を調査した。

結 果

果実の形態的特性

'はるか'の果実は、果皮が淡黄色で、果面の粗滑は中であり、'ヒュウガナツ'より果皮色が薄く果面が粗かった。果形は扁球形で果形指数が107で、'ヒュウガナツ'と同等であった。しかし、果頂部水平割合が'ヒュウガ



第1図 'はるか'の果実

第1表 'はるか'の果実の形態的特性(1993.2.15)

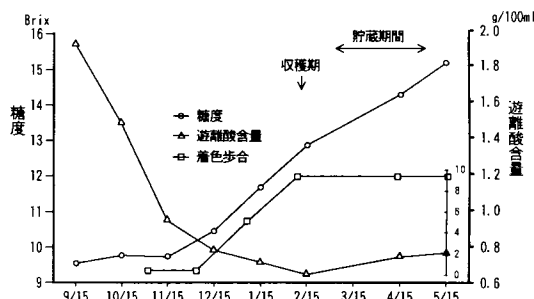
品種	着色歩合	果皮色	果 形			果頂部水平割合	果肉歩合	果皮厚さ	種子数	
			縦径	横径	指数					
			cm	cm	%					
はるか	10	3.5	7.4	8.1	107	29	217	68	4.8	17.4
ヒュウガナツ	10	4.6	6.5	6.9	106	46	135	63	5.5	31.4

- 着色歩合は、着色していないものを0、完全に着色したものを10とし、果実の表面積に対する着色部分の面積率により遠観で11段階で表示
- 果皮色は、農林水産省果樹試験場作成のカラーチャート(レモン)による数値
- 果形指数 = (横径/縦径) × 100
- 果頂部水平割合 = (果頂部水平径/横径) × 100
- 果肉歩合 = (果肉重/果重) × 100

ナツ'に比べて小さく丸みがあった。また、果頂部の凹環が明瞭であった。果皮は'ヒュウガナツ'に比べて薄く、アルベドは食せなかった。種子数は1果当たり平均17.4個で、'ヒュウガナツ'の31.4個と比べて少なかった(第1図、第1表)。

着色、糖度、遊離酸含量の経時的変化

'はるか'では果実の着色は12月中旬から開始し、2月中旬にはほぼ完全に着色した。着色の進行について、年による差は小さかった。糖度は11月中旬から増加しはじめ、12月には10度以上となり、2月中旬の収穫時には13度に達した。また、糖度は貯蔵中にも増加し、5月中旬には15度を越えた。遊離酸含量は9月から11月にかけて急激に減少し、11月には1.0g/100ml、12月には0.7g/100ml程度まで減少したが、それ以降の変化は小さかった(第2図)。糖度および遊離酸含量の変化の年次間の差は小さかった。また、貯蔵期間中のす上がりや果皮障害の発生は認められなかった。

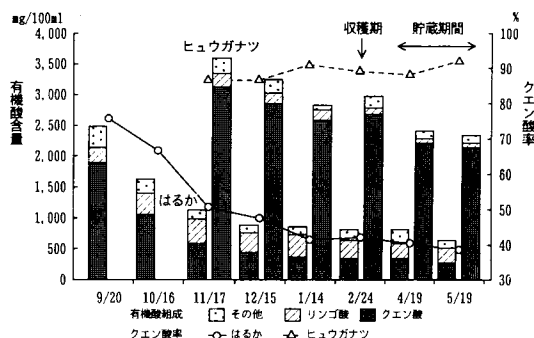


第2図 'はるか'の着色、糖度、遊離酸含量の経時的変化¹⁾

- 1992, 1994, 1996, 1998年度産果実の4年間平均
- 4, 5月の調査は、2月中旬に収穫し貯蔵した果実を用いた

有機酸組成

'はるか'の果汁中における有機酸組成は、クエン酸が最も多く、次いでリンゴ酸で、この他にマロン酸、酢酸がわずかに認められた。有機酸含量は、9月時点では2,500mg/100ml以上であったが、11月にかけて急



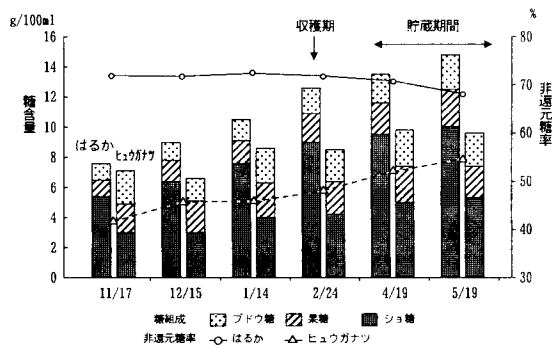
第3図 'はるか'の成熟に伴う有機酸組成、クエン酸率の経時的変化¹⁾

- 1996, 1998年度産果実の平均
- 4, 5月の調査は、2月中旬に収穫し貯蔵した果実を用いた
- 果汁100ml当たりの含量
- その他の酸はマロン酸、コハク酸、酢酸およびシュウ酸を測定
- クエン酸率は有機酸全体の中でクエン酸の占める割合

激に減少し、その後緩やかに減少が続いた。この変化を組成別にみると、クエン酸含量の減少が顕著であり、これに伴って有機酸全体に占めるクエン酸の割合であるクエン酸率は9月時点の70%から11月には50%に減少し、それ以降40%まで緩やかに低下した。クエン酸以外の酸については、成熟にともない酢酸含量の増加が認められたが、有機酸全体量の中での変化は小さいものであった。成熟段階の有機酸組成は、クエン酸とリンゴ酸がそれぞれ40%とほぼ同じ割合となり、残り20%をその他の酸が占めた(第3図)。

糖組成

‘はるか’の果汁中の糖含量は、成熟に伴いショ糖、果糖およびブドウ糖が増加したが、貯蔵期間中もこれらの糖は増加した。全糖含量は収穫期の2月で12g/100ml、貯蔵後の5月には15g/100mlとなった。‘はるか’の糖組成は、ショ糖の割合が高く、全糖の中でショ糖の占める割合である非還元糖率は着色開始前の11月から収穫、貯蔵後の5月まで約70%で変化はみられなかった(第4図)。



第4図 ‘はるか’の成熟に伴う糖組成、非還元糖率の経時的変化¹⁾

- 1) 1998年度産果実を調査
- 2) 4, 5月の調査は、2月中旬に収穫し貯蔵した果実を用いた
- 3) 果汁100ml当たりの含量

考 察

‘はるか’の種子親である‘ヒュウガナツ’は、清涼な風味を持ち、フラベドだけをむいてアルベドが果肉と一緒にスライスして食べられる品種である。遊離酸の減少が遅く4~5月に収穫されるため、栽培は寒害を受けにくい温暖な地域に限定され、宮崎県をはじめ高知県、静岡県の特産品種となっている⁸⁾。福岡県でも宗像、粕屋から能古島の冬期温暖な地域でのみ栽培が行われている。しかし、‘ヒュウガナツ’は収穫時期の遅さのため、冬季の低温により収穫前の落果が助長されることや果皮の回青を回避するため袋かけが必須となる等の栽培上の問題を抱えている。‘ヒュウガナツ’を含めて中晩生カンキツでは、果実の寒害を防ぐため、着色の進んだ時点で早期収穫し、食味が良好となるまで貯蔵して出荷する技術が普及している。しかし、早期収穫した果実は樹上で成熟した果実と比べて品質が劣ることが多く、貯蔵のための施設や労力が必要となる。

‘ヒュウガナツ’からは枝変わりなどの突然変異で様々な系統が選抜されており、果皮が橙色に着色する‘オレンジ日向’、自家受粉で結実し含核数が少ない‘白鳥日向’、無核性の‘室戸小夏’、遊離酸の減少が早い‘宿毛小夏’などが登録されている。これら多くの品種の中で、‘ヒュウガナツ’の最大の問題である「遊離酸の減少の遅さ」を解消する品種は‘宿毛小夏’だけである。

‘宿毛小夏’は遊離酸の減少が早く、‘ヒュウガナツ’と比べて10月以降の遊離酸含量が1.0~1.5g/100ml低く推移して、可食期に達するのが1ヶ月以上早く、3月下旬から出荷が可能である⁷⁾。一方、‘はるか’は‘ヒュウガナツ’の実生で、‘ヒュウガナツ’の清涼な風味と遊離酸の減少の早さが特徴であるが、今回の経時的な果実品質調査により、遊離酸含量は11月には1.0g/100mlまでに減少していることが明らかとなった。このことから、‘はるか’は2月の完全着色時に収穫して貯蔵せずに出荷が可能であり、‘ヒュウガナツ’に変わる品種として期待が大きい。

カンキツの有機酸消長を論ずる上で、松本ら⁹⁾は、酸濃度に対する希釈効果(果実肥大に伴う濃度変化)と絶対量効果(果実内の酸絶対量の増減に伴う濃度変化)を区分して検討し、有機酸の変化を4期に分類した。1期は両効果とも盛んであるが、絶対量の増加が希釈を上回り酸濃度が高まる時期、2期は両効果とも中程度であるが、希釈効果が勝って酸濃度が低下する時期、3期は絶対量減少効果が生じ、希釈と相乗して急激な濃度低下を示す時期、4期は両効果とも小さくなり酸濃度の低下が弱まる時期としている。ここで松本は‘ヒュウガナツ’では、1果実中の全有機酸含量はピークが10月中旬であり12月下旬までは一定となりその後緩やかに減少すること、果実の希釈効果は12月まで増加しそれ以降緩やかとなる結果を得ている。すなわち‘ヒュウガナツ’では、10月中旬までが1期、12月下旬までが2期、それ以降が3, 4期に当たると推測される。‘はるか’の有機酸含量に関して、今回は8月以前の遊離酸含量と1果実中の有機酸の絶対量を調査していないため、各期を明確にすることはできないが、一定果汁中の遊離酸含量が9月から11月にかけて急速な低下を示すことからこの時期が3期に相当すると考えられ、‘ヒュウガナツ’よりも1果実中の有機酸の絶対量の増加および低下開始期が早いことが伺える。

カンキツの果実成分の中で、有機酸および糖は食味を支配する最も大きな要因であり、有機酸の中ではクエン酸が主体である。カンキツのクエン酸率は、垣内らによると‘ウンシュウミカン’では生育期間を通じて80~88%⁵⁾、中晩生カンキツではこれより低く、‘夏ミカン’、‘川野ナツダイダイ’、‘福原オレンジ’では約70%である⁴⁾。また、松本によると‘ヒュウガナツ’ではクエン酸率は80~90%である⁶⁾。このため、カンキツでは成熟に伴う遊離酸含量の減少は、クエン酸含量の減少が大きく影響していると考えるのが一般的である。‘はるか’のクエン酸率は、果汁の蓄積が始まる9月では‘ヒュウガナツ’よりやや低い75%であったが、成熟期の2月以降は40%まで低下し、リンゴ酸の含量と同程度となった。

'はるか'では、'ヒュウガナツ'をはじめとして他のカンキツと比較してクエン酸含量の減少が著しく、リンゴ酸含量が多い。このような有機酸組成が、'はるか'特有の味を構成していると考えられる。

有機酸の呈味の質として、クエン酸は「おだやかで爽快な酸味」、リンゴ酸は「爽快な酸味」としてとらえられている。トマトはカンキツ同様にクエン酸を有機酸の主要な構成酸とする果実である。トマトの合成エキスの再現では、クエン酸はリンゴ酸を始め他の有機酸との置換が可能であるが、クエン酸を用いた場合に最も濃厚な感じを与えるとされている¹¹⁾。このことから、'はるか'の特徴である「後味がさっぱりした食味」は、遊離酸含量が減少して酸味が食味の上で問題にならなくなった時点で、有機酸組成中のリンゴ酸の「爽快さ」が食味として強調されるのではないかと推測される。

カンキツ果汁の糖は、主にショ糖、果糖およびブドウ糖であり、その組成や変化は品種によって異なる。中晩生カンキツの非還元糖率について、垣内ら⁹⁾は'川野ナツダイダイ'で62~65%、'福原オレンジ'で52~60%、伊藤ら⁴⁾は'ポンカン'、'タンカン'で約60%であると報告している。'はるか'の果汁の糖組成はこれらの中晩生カンキツよりもショ糖の割合が大きく、非還元糖の割合は70%前後と高かった。果実の甘味に関して、ショ糖の重要性は多くの品目で示唆されており¹⁾、カンキツでも量的にはショ糖が最も多く、甘味はショ糖の含有量に影響を受けるとの報告もある⁹⁾。したがって、'はるか'では、ショ糖の割合が高いことが'ヒュウガナツ'をはじめ他のカンキツと比較して甘味が強く、食味が優れることに寄与していると考えられる。

以上のように'はるか'は、'ヒュウガナツ'に比べて単に遊離酸の減少が早いだけではなく、有機酸と糖組成において他の主要なカンキツと異なる特徴を持っている。また、栽培面では、'はるか'は病虫害の発生が少なく、耐寒性もあることから栽培しやすい品種である。着色の進行より早く減酸が進むため、着色を基準に収穫し、収穫後すぐに出荷が可能で、貯蔵労力を必要としない。ただし、貯蔵中にも糖度が高まるため、積極的な貯蔵による販売期間の延長も可能である。このように'はるか'は食味、栽培性および経営の面から有望な品種として今後の生産の拡大が期待される。

引用文献

- 1) Eguchi, H. and Fujieda, K.(1969).Chromatographic analysis of sugar accumulation in fruit of Cuc umis melo L.Bull.Hort.Res.Sta. seriesD6 : 49.
- 2) 愛媛県果樹試験場 (1993) 種苗特性分類調査報告書 (カンキツ類) : 129 - 161.
- 3) 飯野久栄・大和田隆夫・小沢百合子・山下市二 (1983) 果実類の糖および酸含量と嗜好に関する研究 (第6報) 甘夏ミカン, 八朔, 伊予柑およびオレンジについて. 食総研報 No43 : 1 - 7.
- 4) 伊藤三郎・橋永文男・沢大作 (1975) 亜熱帯性果実の果汁品質に関する研究 I ポンカン, タンカンの有機酸, 糖分および香気成分等の時期別変化. 鹿児島大農学術報 25 : 73 - 83.
- 5) 垣内典夫・伊藤三郎 (1971) カンキツ果汁の基礎的研究 II 夏カンおよび福原オレンジの有機酸と糖分の時期別変化. 園試報 B11 : 101 - 117.
- 6) 松本明芳 (1987) カンキツの品質要因, 主として有機酸の消長に関する研究. 福岡農総試特別報告 1 : 78 - 81.
- 7) 松本亮司・喜多景治・向井武・大和田厚 (1997) 話題の柑橘 100 品種 : 愛媛青果連, pp.115.
- 8) 山田杉雄 (1991) 特産のくだもの - ひゅうがなつ : 日本果樹種苗協会, pp.7 - 10.
- 9) 農林水産省果樹試験場口之津支場 (1992) カンキツの分析・調査法 : 32 - 34.
- 10) 農林水産省果樹試験場興津支場 (1987) カンキツの調査方法 : 6 - 8.
- 11) 山野善正・山口静子編 (1994) おいしさの科学 : 朝倉書店, pp.58 - 78.