

原著論文

カンキツ新品種 ‘津之輝’

野中圭介・松本亮司^{†1}・吉岡照高*・國賀 武^{†2}・山本雅史^{†3}・奥代直巳^{†4}・吉永勝一^{†1}・
 高原利雄^{†1}・山田彬雄^{†5}・三谷宣仁^{†6}・稗圃直史^{†7}・浅田謙介^{†4}・今井 篤^{†8}・池宮秀和^{†4}・
 内原 茂^{†4}・深町 浩・村田広野^{†4}

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
 果樹茶業研究部門カンキツ研究領域
 424-0292 静岡県静岡市清水区興津中町

New Citrus Cultivar ‘Tsunokagayaki’

Keisuke NONAKA, Ryoji MATSUMOTO, Terutaka YOSHIOKA, Takeshi KUNIGA, Masashi YAMAMOTO,
 Naomi OKUDAI, Katsuichi YOSHINAGA, Toshio TAKAHARA, Yoshio YAMADA, Nobuhito MITANI,
 Naofumi HIEHATA, Kensuke ASADA, Atsushi IMAI, Hidekazu IKEMIYA, Shigeru UCHIHARA,
 Hiroshi FUKAMACHI and Hirono MURATA

Division of Citrus Research,
 Institute of Fruit Tree and Tea Science, National Agriculture and Food Research Organization (NARO)
 Shizuoka, Shizuoka 424-0292, Japan

Summary

‘Tsunokagayaki’ is a new mid-ripening citrus (*Citrus* sp.) cultivar released by the National Agriculture and Food Research Organization (NARO), Institute of Fruit Tree Science (NIFTS). It originated from a cross between KyOw No. 14 [‘Kiyomi’ (*C. unshiu* × *C. sinensis*) × ‘Okitsu-Wase’ (*C. unshiu*)] and ‘Encore’ (*C. nobilis* × *C. deliciosa*) that was performed in 1984 at the Kuchinotsu Branch, Fruit Tree Research Station, Nagasaki, Japan. It was initially selected in 1989, when it was designated Kankitsu Kuchinotsu No. 34. In 2001, it was included in the 9th citrus selection national trial, which was conducted at 28 experimental stations in Japan. It was ultimately selected in July 2006 and authorized under the name Mikan Norin No.17 ‘Tsunokagayaki’ in March 2008, and subsequently registered as a new cultivar (No. 17970) under the Plant Variety Protection and Seed Act of Japan on 19 March 2009.

The tree has medium vigor, and its shape is intermediate between upright and spreading. The fruit

(2018年7月17日受付・2018年12月19日受理)

^{†1} 元 農研機構果樹研究所 長崎県南島原市

^{†2} 現 農研機構西日本農業研究センター 香川県善通寺市

^{†3} 現 鹿児島大学農学部 鹿児島県鹿児島市

^{†4} 元 農林水産省果樹試験場 長崎県南島原市

^{†5} 故人

^{†6} 現 農研機構果樹茶業研究部門生産・流通研究領域 茨城県つくば市

^{†7} 現 長崎県農林技術開発センター 長崎県諫早市

^{†8} 現 農研機構果樹茶業研究部門品種育成研究領域 茨城県つくば市

* Corresponding Author. Email: yt0517@affrc.go.jp

weighs about 180 g and has an oblate shape. The rind is dark orange with an average thickness of 2.7 mm, and has moderately easy peelability. The fruit surface is intermediate between smooth and rough. The fruit ripens in late January at Minamishimabara, Nagasaki, Japan. The soluble solids content (Brix) in juice is high (about 13%) and the acidity decreases to about 1 g/100 mL in the ripe fruit. The flesh is soft and juicy, with distinctive flavor. The β -cryptoxanthin content in the flesh is high (an average of 2.18 mg/100 g fresh weight [FW]). The fruit sometimes contains a few seeds. High-quality fruits that ripen 1 to 2 months earlier could be produced in greenhouse under energy-saving cultivation, with a weight of more than 200 g and a Brix of about 13%.

Key words: *Citrus*, mandarin, mid-ripening, fruit tree breeding, greenhouse cultivation, β -cryptoxanthin

緒 言

わが国で生産されているカンキツ類の栽培面積は、およそ2/3が年内に成熟するウンシュウミカンの品種群で占められており、残りの1/3がウンシュウミカン以外のカンキツ類で構成されている（農林水産省，2018a）。ウンシュウミカン以外のカンキツ類の生産は2000年代に入り大きく変化してきている。かつて4大中晩柑といわれたイヨやナツミカン、ハッサク、ネーブルオレンジは大きく栽培面積を減らし、代わりに‘不知火’（松本，2001）、‘はるみ’（吉田ら，2000）、‘せとか’（松本ら，2003）といった国の育種事業による育成品種やユズやレモンなどの香酸カンキツが栽培面積を増やしている（農林水産省，2018b，2018c）。これはカンキツ類全体の栽培面積が減っていることに加え、イヨ、ナツミカン、ハッサクの価格低迷が続き、優良品種への切り替えが進んでいる結果といえる。しかしながら‘清見’（西浦ら，1983）も含めたこれらの育成された優良品種は2月以降に成熟期を迎える品種がほとんどであり、1月に成熟するイヨの代替となりうる候補品種は少ないのが現状である。このため主要品種の端境期を埋める高品質果実生産可能な品種の育成が求められている。

一方、カンキツ類でのハウスなどを利用した施設栽培は収穫期の前進化や病害虫被害の軽減、生理障害の軽減、品質・収量の向上などが期待でき、高価格での販売を目的として取り組まれている。近年ではウンシュウミカンの施設栽培は大きく減少しているが（農林水産省，2018d）、ウンシュウミカン以外のカンキツ類の栽培面積は増えており、全国的には‘不知火’や‘せとか’といったウンシュウミカンよりも大果で見栄えのする品種が多く栽培されている（農林水産省，2018e）。‘不知火’は早期に加温することで11月収穫も可能であるが、近年の原油価格高騰の影響から早期加温が控えられ、主要な収穫・出荷時期は12月以降となっている。また、‘せとか’は早期加温したとしても果実の生育状況から1月

以降の収穫・出荷となる場合が多い。そのため施設栽培においてもできるだけ生産コストを抑えつつ、年内に出荷できる品種の育成が求められている。

2000年代に入り、消費者の健康志向の高まりから野菜や果物の機能性成分が注目され、中でもウンシュウミカンに多く含まれる β -クリプトキサンチンの人の健康に及ぼす機能性について報告されている（Sugiura et al., 2004, 2006, 2008, 2011）。また、2015年4月からは機能性表示食品の制度も始まり、これまでの知見をもとに同年9月には生鮮物では初めて「三ヶ日みかん」が β -クリプトキサンチンに関する機能性表示食品として消費者庁に登録されている。このような流れの中で果樹研究所（現 農研機構果樹茶業研究部門）では育種目標に機能性成分高含有化も加えて育種を進めている。その過程で‘津之輝’は β -クリプトキサンチンを高含有することが明らかとなった（Nonaka et al., 2012）。

以上のことを踏まえ、年内中心のウンシュウミカンと2～3月の優良晩生品種との間を埋め、高糖度で食味が良く、無核性で食べやすい施設栽培に適したミカンタイプの育成を目指して交雑と選抜を進めた結果、これらの育種目標を満たす特性を持ち、さらに、機能性成分の β -クリプトキサンチンを高含有する中生カンキツ‘津之輝’を育成したので、その経過と品種特性の概要を報告する。

謝 辞

本品種の育成にあたり、系統適応性検定試験および特性検定試験を担当頂いた関係公立試験研究機関の各位、並びに実生の育成、圃場管理、各種調査に多大の協力を頂いたカンキツ研究口之津拠点（現 農研機構九州沖縄農業研究センター口之津カンキツ研究試験地）の歴代職員、研修生諸氏に心から感謝の意を表す。

育成経過

1984年5月、果樹試験場口之津支場（現 農研機構

九州沖縄農業研究センター口之津カンキツ研究試験地)において, ‘せとか’などの品種と成熟期が異なり, 糖度が高く, 食味が良い, 無核性で剥皮良好なミカンタイプの品種の育成を目標として, 中生で, 良食味, 雄性不稔で無核性の単胚性中間母本系統KyOw No. 14 (‘清見’×‘興津早生’)を種子親に, 有核であるが高糖度, 良食味かつ施設栽培に適する‘アンコール’を花粉親として交雑を行った(Fig. 1). 同年に採種後, 直ちにガラス室内に播種して育苗を行った. 1986年10月に‘青島温州’を中間台にして高接ぎを行い, 着花, 結実の促進を図った. 個体番号はKyOw14・En-No. 1である. 1989年に初結実し, 果実品質について調査を行った結果, その優秀性が認められたため優良個体として選抜した. 2001年4月よりカンキツ第9回系統適応性・特性検定試験に系統名カンキツ口之津34号として供試し, 東は静岡県から南は沖縄県まで28試験地において地域適応性の検討を行ってきた. その結果, 施設栽培に適し, 無核かつ大果であり, 糖度は高く食味が良好であることが明らかになり, 2006年7月の平成18年度系統適応性・特性検定試験成績検討会(常緑果樹)において, 新品種候補としてふさわしいとの合意が得られた. これを受けて2007年2月の果樹試験研究推進会議育種研究推進部会において新品種候補としての評価が行われ, 果樹研究所職務育成品種審査会において品種登録出願することが決定され, 農林水産省に命名登録申請および種苗法に基づく品種登録出願を行った. 2008年3月に農業試験研究独立行政法人等育成農作物新品種命名登録要綱に基づき, みかん農林17号‘津之輝’と命名, 登録された. また, 2009年3月19日付けで種苗法に基づき品種登録された. 登録番号は第17970号である.

なお, 品種名の‘津之輝’は口之津で育成され, 特に施設栽培で果皮に光沢のある果実が生産されることやカンキツ産地へ輝きをもたらす品種になって欲しいという

願いを込めて命名された.

本品種の当研究部門以外の系統適応性検定試験並びに特性検定試験を実施した試験地(2006年当時の名称)は以下のとおりである.

系統適応性検定試験: 静岡県柑橘試験場伊豆分場(現静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター), 愛知県農業総合試験場園芸研究部常緑果樹研究室, 三重県科学技術振興センター農業研究部紀南果樹研究室(現三重県農業研究所紀南果樹研究室), 和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場(現和歌山県果樹試験場), 大阪府立食とみどりの総合技術センター(現大阪府立環境農林水産総合研究所), 広島県立農業技術センター果樹研究所(現広島県立総合技術研究所農業技術センター果樹研究部), 山口県大島柑きつ試験場(現山口県農林総合技術センター農業技術部柑きつ振興センター), 山口県萩柑きつ試験場(現山口県農林総合技術センター農業技術部柑きつ振興センターに統合), 香川県農業試験場府中分場(現香川県農業試験場府中果樹研究所), 徳島県立農林水産総合技術センター果樹研究所県北分場[現徳島県立農林水産総合技術支援センター果樹試験地(上板)], 愛媛県立果樹試験場(現愛媛県農林水産研究所果樹研究センター), 愛媛県立果樹試験場岩城分場[現愛媛県東予地方局産業経済部今治支局産地育成室技術普及グループ(岩城駐在)], 愛媛県立果樹試験場南予分場(現愛媛県農林水産研究所果樹研究センターみかん研究所), 高知県農業技術センター果樹試験場, 福岡県農業総合試験場果樹部(現福岡県農林業総合試験場果樹部), 佐賀県果樹試験場, 佐賀県上場営農センター, 長崎県果樹試験場(現長崎県農林技術開発センター果樹研究部門), 熊本県農業研究センター果樹研究所, 熊本県農業研究センター天草農業研究所, 大分県農林水産研究センター果樹研究所(現大分県農林水産研究指導センター農林研究部果樹グルー

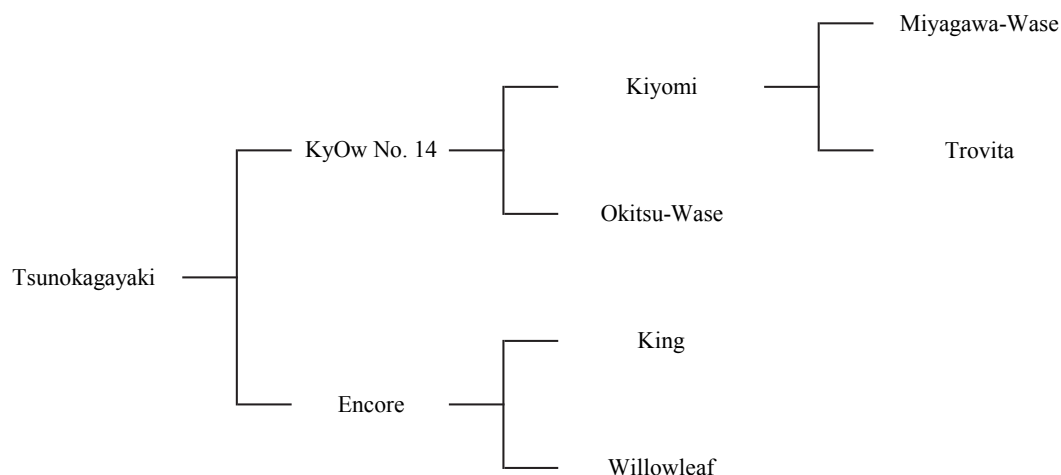


Fig. 1 Pedigree of ‘Tsunokagayaki’.

ブ温州ミカンチーム), 大分県農林水産研究センター果樹研究所津久見試験地 (現 大分県農林水産研究指導センター農林研究部果樹グループカボス・中晩柑チーム), 宮崎県総合農業試験場, 宮崎県総合農業試験場亜熱帯作物支場, 沖縄県農業研究センター名護支所.

特性検定試験: 静岡県柑橘試験場 (現 静岡県農林技術研究所果樹研究センター) (そうか病), 三重県科学技術振興センター農業研究部紀南果樹研究室 (現 三重県農業研究所紀南果樹研究室) (かいよう病), 愛媛県立果樹試験場 (現 愛媛県農林水産研究所果樹研究センター) (カンキツトリステザウイルス病).

また, 本品種の育成担当者 (担当期間) は次のとおりである. 松本亮司 (1984~1991, 1994~2003), 吉岡照高 (1996~2004), 國賀 武 (1993~2003), 山本雅史 (1986~1996), 奥代直巳 (1984~1990), 吉永勝一 (1991~2003), 高原利雄 (2003~2007), 山田彬雄 (1990~1994), 三谷宣仁 (1996~2001), 稗圃直史 (2003~2006), 浅田謙介 (1985~1988), 今井 篤 (2003~2007), 池宮秀和 (1989~1992), 内原茂 (1984~1991), 深町 浩 (2005~2007), 村田広野 (1984~1985), 野中圭介 (2006~2007).

特性の概要

1. 育成地での成績に基づく特性

1) 樹体および花器の特性

育成地での調査結果を用いて樹体および花の特性を Table 1 に示した. '津之輝' の樹勢は中程度, 樹姿は直立性と開張性の中間である. 枝梢の太さと長さはとも

に中位で '宮内伊予柑' や 'せとか' と同程度である. 節間長は中位である. とげの発生は中程度で, 長さは短い. 葉は小さく, 葉身の形は披針形で葉身幅は 'せとか' よりもやや狭い. 翼葉はなく, 葉柄の長さは中位で, 太さは細い. 花は '宮内伊予柑' よりも小さい傾向があり, 単生花を形成し, 花弁は白色 5 枚である. 花糸の数は平均 16 本程度で一部合一している. 強い雄性不稔性を持つため葯は退化し, 花粉はない. 開花時における子房の形は短卵形である. 隔年結果性は中程度で収穫前の後期落果は少ない.

2) 果実の特性

育成地で 2006 年 12 月 25 日に採取した果実の調査結果を用いて果実特性を示した (Table 2, Fig. 3). 果実は 130 g 程度で '宮内伊予柑' や 'せとか' より小さい. 果形は扁球形で果形指数 [(横径 ÷ 縦径) × 100] は 120 程度である. 果皮は濃橙色, 果頂部は平坦で, 果梗部は球面に近い. 油胞の大きさは中位で, その分布は中程度であり, 果面の粗滑は中である. 果皮の厚さは 1.4 mm で '宮内伊予柑' に比べて薄く, 'せとか' と同程度である. 剥皮性はやや易である. 浮皮果の発生はない. 完全着色期は 11 月上旬から中旬である. じょうのう膜はやわらかく, 果肉は濃橙色で, 肉質は柔軟多汁である. す上がりはほとんど発生しない. 果汁の糖度 (Brix) は 2006 年 12 月の調査時で 16.7% と非常に高く, 1 月中旬に調査した 3 年の平均値でも 15% と高かった. 酸度は 2006 年 12 月の調査時で 1.68 g/100 mL と高く, 1 月中旬の調査でも 1.31 g/100 mL であった. アンコールに似た芳香を有し, 食味良好である. 含核数は 1~2

Table 1. Tree and flower characteristics of 'Tsunokagayaki', 'Miyuchi iyokan', and 'Setoka' in the 2006-07 season at NIFTS, Kuchinotsu, Japan.

Cultivar	Tree vigor ^z	Tree shape ^y	Number of thorns ^x	Leaf blade size (cm)		Flower weight (g)	Visible pollen ^w	Ovary shape	Alternate bearing ^v	Preharvest drop ^u
				Length	Width					
Tsunokagayaki	Medium	Medium	Medium	8.8	3.2 a	0.27	None	Broad ovate	Medium	Few
Miyuchi iyokan	Medium	Medium	Few	9.1	3.5 a	0.56	Medium	Broad ovate	Light	Few
Setoka	Medium	Medium	Medium	8.6	3.8 b	0.33	Little	Compressed	Medium	Few

Significance^t

Diff. among cultivars

NS^s ***

^z Classified into five classes: weak (standard cultivar: 'Meiwa' kumquat), moderately weak, medium ('Kiyomi', hyuganatsu), moderately strong and strong (hassaku).

^y Classified into four classes: upright (standard cultivar: 'Ohta ponkan'), medium ('Miyuchi iyokan'), spreading (kishu-mikan) and weeping ('Kiyomi').

^x Classified into four classes: none (standard cultivar: kishu-mikan), few ('Encore'), medium ('Meiwa' kumquat) and many (hyuganatsu).

^w Classified into four classes: none (standard cultivar: 'Kiyomi'), little ('Encore'), medium ('Miyuchi iyokan') and much (hyuganatsu).

^v Classified into three classes: light (standard cultivar: 'Miyuchi iyokan', kishu-mikan), medium ('Ohta ponkan') and strong ('Encore', 'Kiyomi').

^u Classified into four classes: none (standard cultivar: shiikuwasha), few ('Miyuchi iyokan', 'Encore'), medium ('Ariake') and many (trifoliate orange).

^t Means were tested for significance differences using Tukey's HSD test at $P < 0.05$.

^s NS, non-significant; asterisks, significant at * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, and *** $P < 0.001$ (one-way analysis of variance).

Table 2. Fruit characteristics of ‘Tsunokagayaki’, ‘Miyauchi iyokan’ and ‘Setoka’ in 2006 at NIFTS, Kuchinotsu, Japan.

Cultivar	Harvest date of evaluated fruit	Fruit weight (g)	Fruit shape	Fruit shape index ^z	Rind color	Fruit surface ^y	Rind thickness (mm)	Peeling ^x	Peel puffing ^w
Tsunokagayaki	Dec. 25	127	Oblate	122	Dark orange	Medium	1.4	Moderately easy	None
Miyauchi iyokan	Dec. 25	290	Oblate	116	Orange	Medium	4.5	Medium	None
Setoka	Dec. 25	184	Compressed	141	Orange	Smooth	1.5	Moderately easy	None

^z Fruit shape index = (transverse diameter / longitudinal diameter) × 100

^y Classified into five classes: smooth (standard cultivar: ‘Murcott’), moderately smooth, medium (‘Miyauchi iyokan’), moderately rough and rough (yuzu).

^x Classified into five classes: easy (standard cultivar: ‘Ota ponkan’, kishu-mikan), moderately easy, medium (‘Miyauchi iyokan’), moderately difficult and difficult (‘Seihou’).

^w Classified into four classes: none (standard cultivar: hyuganatsu, ‘Kiyomi’), little (‘Miyauchi iyokan’, ‘Encore’), medium (tankan, kishu-mikan) and much (‘Ohta ponkan’, hira kishu).

Table 2. Continued.

Cultivar	Firmness of segment membrane ^v	Flesh color	Juiciness ^u	Soluble solids content (%)	Acidity (g/100 mL)	Number of seeds	Ripening time ^t
Tsunokagayaki	Soft	Dark orange	High	16.7	1.68	1.7	Late Jan.
Miyauchi iyokan	Medium	Yellow orange	High	13.0	1.45	8.2	Mid Feb.
Setoka	Soft	Dark orange	High	12.6	1.56	3.2	Mid Feb.

^v Classified into three classes: soft (standard cultivar: ‘Ohta ponkan’), medium (‘Miyauchi iyokan’) and hard (‘Hayaka’).

^u Classified into three classes: low (standard cultivar: hassaku), medium (‘Harumi’) and high (‘Kiyomi’, ‘Amakusa’).

^t Time when the eating quality of fruits on the tree was highest.

粒程度で、‘せとか’よりも少なく無核果も生産される。種子は単胚性である。成熟期は、育成地で1月下旬である。

果肉に含まれる機能性成分であるβ-クリプトキサンチン含量は3年平均値で2.18 mg/100 gFWで、ばらつきが大きく有意ではなかったが、高含有とされるウンシュウミカン‘興津早生’に比べて高い傾向にあったが、近年の育成品種で高含有であった‘西南のひかり’よりは低い傾向にあった (Table 3)。また、総カロテノイド含量も3年平均値で4.62 mg/100 gFWとβ-クリプトキサンチン含量と同様にウンシュウミカンよりも高く、‘西南のひかり’よりも低い傾向にあった。ビオラキサンチン含量は‘せとか’や‘西南のひかり’と同程度で‘興津早生’に比べて有意に高かった。

3) 病害発生程度

そうか病は、慣行防除体系である展葉初期および落弁期の殺菌剤 (ジチアノン水和剤, フルアジナム水和剤) の散布条件下で発生はなかった。また、かいよう病は慣行防除体系である春、梅雨時期直前および降水量 200 mm を基準とした銅水和剤の散布条件下でほとんど発生がみられなかった。また、カンキツトリステザウ

イルスによるステムピットイングの発生程度は軽であった。

2. 各地における試作結果の概要

系統適応性検定試験を実施した28試験地のうち複数年のデータがある19試験地の2003年度から2005年度の3年間の調査結果を用いて樹体特性 (Table 4) および果実特性 (Table 5) についてそれぞれ示した。樹体特性および果実特性の一部は達観評価のため評価値の範囲を示した。それ以外の果実特性は3年間の平均値を各試験地の値とした。また、数値データには3年間の標準偏差も付記した。

1) 樹体の特性

樹勢は中とした試験地が11か所でもっとも多かった。樹姿は中と評価したところが7か所であった。枝梢の粗密は中間～密と評価したところが8か所と最も多く、次いで密が6試験地であった。とげの発生は無や少と評価した試験地が10か所と多く、長さはほとんどの試験地で短であった。かいよう病は、11試験地で発生が認められたが、およそ2/3の13試験地は発生無し、あるいは軽度の発生であった。そうか病の発生は1か所で軽度

Table 3. Carotenoid contents in fruit flesh of 'Tsunokagayaki', 'Otani iyokan', 'Setoka', 'Okitsu-Wase' and 'Seinannohikari'^z.

Cultivar	Content (mg /100 g fresh weight)									Total carotenoid
	Phytoene	ζ-Carotene	Lycopene	α-Carotene	Lutein	β-Carotene	β-Cryptoxanthin	Zeaxanthin	Violaxanthin	
Tsunokagayaki	0.46±0.42a	0.22±0.09a	0.22±0.38	n.d.	0.08±0.02a	0.13±0.07a	2.18±0.46a	0.10±0.02	1.24±0.51a	4.62±1.72a
Otani iyokan	0.01±0.01b	0.04±0.07b	n.d. ^w	0.01±0.01	0.01±0.02b	0.00±0.01b	0.14±0.06b	0.07±0.05	0.33±0.14b	0.61±0.32b
Setoka	0.26±0.13a	0.58±0.34a	0.01±0.02	0.00±0.01	0.07±0.03a	0.11±0.03a	1.51±0.48a	0.08±0.03	1.53±0.45a	4.16±1.31a
Okitsu-Wase	0.07±0.03a	0.15±0.03a	0.01±0.01	0.01±0.00	0.04±0.02a	0.07±0.04a	1.53±0.10a	0.07±0.01	0.32±0.12b	2.26±0.13a
Seinannohikari	0.37±0.07a	0.46±0.21a	0.01±0.01	0.01±0.01	0.10±0.03a	0.20±0.13a	2.76±0.86a	0.13±0.03	1.27±0.24a	5.31±1.31a
Significance ^y										
Diff. among cultivars	****	**			*	***	***	NS	***	***
Diff. among years	NS	NS			NS	NS	NS	NS	NS	NS

^z Carotenoids were extracted from the fruit flesh and analyzed according to the method of Kato et al. (2004). Five fruits were sampled from one tree of each cultivar in December 2007, 2008, and 2009. Data for each cultivar from the 3 years were averaged, and values represent the mean ± standard deviation.

^y Means were tested for significant differences using Tukey's HSD test at $P < 0.05$. Carotenoid contents were analyzed as log-transformed values. Lycopene and α-carotene were eliminated from the statistical analysis.

^x NS, non-significant; asterisks, significant at * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, and *** $P < 0.001$ (two-way analysis of variance).

^w Not detected.

の発生が報告されたが、残りの試験地で発生の報告はなかった。

2) 果実の特性

果実の大きさは試験地により 131～215 g の幅があったが、180 g 前後の試験地が多く、平均は 179 g であった。果形指数は 130 前後で、平均は 129 と扁球に近かった。果皮の厚さは 1.9 mm～3.6 mm の幅にあり、2 mm 台の試験地が最も多く、平均 2.7 mm で薄かった。剥皮性はばらつきが大きく、易から難まで評価の幅があり、同じ試験地でも年次により評価が異なったが、全体的に見ると易～中の範囲の評価が多かった。果肉歩合には 78～82% の幅があり、平均は 80% で果肉の割合は高い。果肉は濃橙色で、肉質は軟からやや硬の幅でばらつきが大きく、やや軟～中も含めて軟～中の範囲とする試験地が 8 か所と最も多かった。果汁量は中から多の範囲とする試験地が多かった。じょうのう膜の厚さは薄いあるいは薄～中と評価した試験地が 7 か所であり、中と評価した試験地が 3 か所あり、測定値では平均で 0.14 であった。成熟期における果汁の糖度 (Brix) は 11.8～16.0% の幅があったが、ほとんどの試験地で 12% 以上であり、平均は 12.8% であった。酸度は 0.89～1.59 g/100 mL の幅があり、平均すると 1.12 g/100 mL であった。食味の評価は、糖度が高く、濃厚で良好とする試験地が多かった。完全種子数は 0～6.3 粒の幅があり、平均は 2.2 粒であった。浮皮は 4 か所で発生が認められたが、ほとんどの試験地で発生は認められなかった。通常の栽培環境ではす上がりの発生は報告されていないが、3 試験地

で寒害時に少から中程度のす上がりの発生の報告があった。裂果の発生は 4 か所で少ないながら発生が認められ、1 試験地で多発生した。満開期は 4 月下旬～5 月中旬の幅があったが、5 月中旬とする試験地が最も多かった。果皮の着色開始期は 10 月上旬～11 月上旬の幅があったが、10 月下旬～11 月上旬とする試験地が多かった。また完全着色期は 11 月中旬～12 月下旬の幅があったが、11 月下旬とする試験地が最も多かった。成熟期は最も早い試験地で 12 月下旬、最も遅い試験地で 2 月中旬と評価されたが、1 月下旬と評価した試験地が 11 か所で最も多かった。

3. 特性検定試験結果

2003 年から 2005 年の 3 年間の検定試験結果をそうか病 (Table 6)、かいよう病 (Table 7) およびカンキツトリステザウイルス (Table 8) をそれぞれ示した。有意差は認められなかったが、3 年間の接種試験によるそうか病の発生は認められず、対照品種の '土橋紅温州' が発病しているのと比較すると、そうか病に対する抵抗性はウンシュウミカンより強い傾向にあると考えられる。

圃場観察によるかいよう病の発生程度は春葉は C (中)～E (無)、夏葉は A (甚)～C (中) D (軽) と発生の幅が広く、対照品種のウンシュウミカン '土橋紅温州' や '林温州' に比べてやや弱く、'鈴木ネーブル' や '森田ネーブル' に比べて強い傾向が認められた。枝は B (多) C (中)～D (軽) E (無)、果実は D (軽)～E (無) と評価され、ウンシュウミカンよりもや

Table 4. Tree characteristics of ‘Tsunokagayaki’ during the 9th citrus selection national trial from the 2003–04 season to the 2005–06 season^z.

Location	Tree vigor ^y	Tree shape ^y	Density of twigs ^x	Thorns		Occurrence of citrus canker ^v	Occurrence of citrus scab ^v
				Number ^w	Length		
Shizuoka (Gamo)	Moderately strong – strong	Upright	Dense	Few	Short	Slight – moderate	None
Aichi (Gamagori)	Medium – strong	Upright – spreading	Medium – dense	Few – medium	Short	Slight – severe	None
Wakayama (Arida)	Moderately weak – moderately strong	Upright	Medium – dense	Medium – many	Short	None – moderate	None
Osaka (Habikino)	Medium – strong	Upright – medium	Medium – dense	Few	Short	None – slight	None
Hiroshima (Higashihiroshima)	Moderately strong – strong	Upright	Dense	Few	Short	None	None
Yamaguchi (Oshima)	Medium	Medium	Dense	Medium	Medium	None – slight	None
Kagawa (Sakaide)	Medium	Medium	Dense	None – medium	Short	None	None
Tokushima (Itano)	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	–	–
Ehime (Matsuyama)	Medium	Upright	Medium	Medium	Short	None	None
Ehime (Ochi)	Medium	Medium	Dense	Medium	Short	None	None
Ehime (Uwajima)	Medium	–	Medium	None – medium	None – short	None	–
Fukuoka (Chikushino)	Medium	Upright – medium	Medium – dense	Few	Short	None – slight	Slight
Nagasaki (Omura)	Strong	Upright	Dense	Few	Short	Moderate	None
Nagasaki (Minamishimabara)	Moderately weak – medium	Medium	Medium – dense	None	None	None	None
Kumamoto (Uki)	Medium	Medium	Medium – dense	None – medium	Short	Slight	None
Ohita (Kunisaki)	Medium	Upright	Medium – dense	None – few	Short	None – moderate	None
Ohita (Tsukumi)	Medium	Medium	Medium	Few	Short	None	None
Miyazaki (Miyazaki)	–	–	–	Few	Short	None – slight	None
Miyazaki (Nichinan)	Medium	Spreading	Medium – dense	None – few	Short	None – slight	None

^z Data are the range of values in the 3 years.

^y See Table 1 for the description of the trait evaluation.

^x Classified into three classes: dense (standard cultivar: ‘Miyauchi iyokan’, ‘Setoka’), medium (nastudaidai, hyuganatsu) and sparse (‘Hayasaki’, ‘Lisbon’ lemon).

^w Classified into four classes: none (standard cultivar: ‘Miyauchi iyokan’), few (‘Encore’), medium (‘Meiwa’ kumquat) and many (hyuganatsu).

^v Classified into four classes: none, slight, moderate, and severe.

や弱く、ネーブルオレンジより強かった。これらのことから、かいよう病に対する抵抗性は中程度であると考えられる。カンキツトリステザウイルス (CTV) によるステムピッチングの発生率は60～80%と高かった

が、発生度は調査年次により変動はあるものの12.0～20.0と低かった。また、試験樹が保毒するCTVの病原性の強弱を確認するために実施したCTV指標植物であるエトログシトロンを用いた幼苗接木検定では指数1に

Table 5. Fruit characteristics of 'Tsunokagayaki' during the 9th citrus selection national trial from the 2003–04 season to the 2005–06 season^z.

Location	Month of fruit evaluation	Fruit weight (g)	Fruit shape index ^y	Rind thickness (mm)	Peeling ^y	Flesh weight (% of total) ^x	Pulp firmness ^w	Juiciness ^y	Thickness of segment membrane (mm) ^v
Shizuoka (Gamo)	Jan.	151 ± 60	127 ± 2	1.9 ± 0.2	Medium – moderately difficult	82.3 ± 1.2	Moderately tender – medium	Medium – moderately high	Thin – medium
Aichi (Gamagori)	Jan.	183 ± 26	120 ± 7	3.2 ± 0.9	Moderately easy – medium	79.0 ± 2.5	Moderately tender – medium	Medium – high	Thin – medium
Wakayama (Arida)	Jan.	184 ± 28	126 ± 4	3.4 ± 0.5	Medium – moderately difficult	78.1 ± 2.1	Tender – medium	Medium – high	0.22
Osaka (Habikino)	Jan.	186 ± 8	127 ± 2	2.5 ± 0.4	Easy – moderately easy	81.4 ± 1.2	Medium	Medium – high	0.15
Hiroshima (Higashihiroshima)	Jan.	177 ± 14	129 ± 1	2.4 ± 0.3	Easy – moderately difficult	81.0 ^u	Tender – medium	Moderately high – high	Thin
Yamaguchi (Oshima)	Jan.	183 ± 16	138 ± 4	2.5 ± 0.2	Moderately difficult	82.0 ± 2.8	Tender	Medium – high	Thin
Kagawa (Sakaide)	Jan.	188 ± 27	129 ± 1	2.9 ± 0.4	Easy – medium	78.4 ± 1.3	Moderately tender – hard	Medium – high	0.13
Tokushima (Itano)	Jan.	150 ± 8	131 ± 4	2.4 ± 0.3	Medium – moderately difficult	80.7 ± 2.1	Moderately hard	Medium	Thin
Ehime (Matsuyama)	Jan.	131 ± 31	133 ± 1	2.5 ± 0.6	Moderately easy – medium	81.5 ± 2.3	Tender	Moderately high – high	Thin
Ehime (Ochi)	Jan.	170 ± 33	136 ± 5	2.5 ± 0.3	Moderately easy – medium	78.9 ± 1.8	Moderately tender	Medium	Moderately thin – medium
Ehime (Uwajima)	Jan.	210 ± 19	134 ± 1	3.0 ± 0.1	Easy – moderately easy	77.9 ± 3.8	Tender – medium	Medium – high	Medium
Fukuoka (Chikushino)	Jan.	202 ± 20	126 ± 4	–	Easy – moderately easy	78.0 ± 1.0	Medium	Moderately high	Medium
Nagasaki (Omura)	Jan.	206 ± 20	128 ± 7	3.2 ± 0.3	Moderately easy – medium	77.8 ± 1.7	Tender – medium	Medium – high	Medium
Nagasaki (Minamishimabara)	Jan.	141 ± 15	125 ± 7	2.4 ± 0.4	Medium	80.3 ± 1.7	Tender – medium	Medium – high	0.13
Kumamoto (Uki)	Jan.	208 ± 42	127 ± 1	2.6 ± 0.5	Easy – difficult	77.9 ± 0.7	Tender – moderately hard	Medium	Thin – medium
Ohita (Kunisaki)	Jan.	152 ± 9	132 ± 9	2.6 ± 0.3	Moderately easy – medium	82.3 ± 0.9	Moderately tender – moderately hard	Medium – moderately high	0.11
Ohita (Tsukumi)	Jan.	199 ± 9	125 ± 1	3.6 ± 0.3	Easy	80.6 ± 6.5	Medium	Medium	0.11
Miyazaki (Miyazaki)	Jan.	161 ± 37	117 ^u	2.6 ± 0.5	Medium – moderately difficult	80.5 ± 1.2	Medium	Medium	0.15
Miyazaki (Nichinan)	Jan.	215 ± 46	127 ± 4	2.6 ± 0.4	Easy – medium	80.5 ± 2.0	Tender – medium	Medium – high	–
Mean ± SD	–	179 ± 37	129 ± 6	2.7 ± 0.6	–	79.9 ± 2.9	–	–	0.14

^z Data are either mean ± standard deviation for 3 years or range during the 3 years.

^y See Table 2 for description of the trait evaluations

^x Percentage of fresh weight = [(fresh weight without fruit skin)/(fruit weight)] × 100.

^w Classified into five classes: tender (standard cultivar: 'Kiyomi', 'Amakusa'), moderately tender, medium ('Miyachi iyokan'), moderately hard and hard (hassaku).

^v The thickness of the segment membrane was either measured with a micro-caliper (numerical values) or classified into five classes by masticating the segment membrane (verbal descriptions): thin (standard cultivar: 'Setoka', 'Harumi'), moderately thin, medium ('Aoshima unshu'), moderately thick and thick (hassaku, natsudaikai).

^u Single-year data: 2006 at Miyazaki, 2004 at Hiroshima.

Table 5. Continued^z.

Location	Soluble solids content (%)	Acidity (g/100 mL)	Number of seeds	Fruit puffing ^t	Fruit granulation ^t	Fruit granulation by cold damage ^t	Fruit splitting ^s	Full bloom ^r	Beginning of rind coloration ^q	Full rind coloration ^p	Ripening time ^y
Shizuoka (Gamo)	14.1 ± 0.5	1.59 ± 0.19	4.1 ± 2.9	None	None	None	None – small	Mid May	Late Oct.	Late Nov.	Mid Feb.
Aichi (Gamagori)	13.6 ± 1.4	1.06 ± 0.11	0 ± 0	None	None	None	None	Early May	Late Oct.	Mid Dec.	Late Jan.
Wakayama (Arida)	13.1 ± 0.9	1.19 ± 0.20	1.1 ± 1.1	None – slight	None	None	None – small	Mid May	Mid Oct.	Mid Nov.	Late Jan.
Osaka (Habikino)	12.9 ± 0.7	1.20 ± 0.14	2.3 ± 1.6	None	None	None	None	Early May	Mid Oct.	Late Nov.	Early Feb.
Hiroshima (Higashihiroshima)	12.4 ± 1.3	1.06 ± 0.06	3.5 ± 2.9	None – moderate	None	None	None – small	Mid May	Mid Oct.	Late Nov.	Late Dec.
Yamaguchi (Oshima)	12.5 ± 0.4	1.05 ± 0.07	0.9 ± 0.9	None	None	None	None	Mid May	Late Oct.	Late Nov.	Early Feb.
Kagawa (Sakaide)	11.8 ± 0.4	0.92 ± 0.08	0 ± 0	None – slight	None	None	None	Mid May	Early Nov.	Late Nov.	Late Jan.
Tokushima (Itano)	11.9 ± 1.0	1.26 ± 0.03	4.0 ± 2.4	None	None	–	None	–	–	–	Late Jan.
Ehime (Matsuyama)	14.0 ± 1.6	1.22 ± 0.11	0 ± 0	None	None	–	None	Mid May	Early Nov.	Early Dec.	Late Jan.
Ehime (Ochi)	12.4 ± 0.5	1.14 ± 0.13	0 ± 0	None	None	None	–	Mid May	–	–	–
Ehime (Uwajima)	13.2 ± 0.3	1.00 ± 0.07	0 ± 0	None	None	–	None	Early May	Early Nov.	Late Nov.	Late Jan.
Fukuoka (Chikushino)	11.8 ± 0.4	1.03 ± 0.06	6.3 ± 4.0	None	None	None – moderate	High	Mid May	Early Nov.	Early Dec.	Late Jan.
Nagasaki (Omura)	13.3 ± 0.8	1.21 ± 0.03	2.4 ± 1.1	None	None	–	–	Early May	–	–	Early Jan.
Nagasaki (Minamishimabara)	16.0 ± 0.4	1.31 ± 0.07	1.2 ± 1.2	None	None	None	None	Early May	Late Oct.	Mid Nov.	Late Jan.
Kumamoto (Uki)	13.0 ± 1.2	1.04 ± 0.09	3.2 ± 1.5	None	None	None	None	Early May	Late Oct.	Late Nov.	Late Jan.
Ohita (Kunisaki)	12.0 ± 0.7	1.07 ± 0.11	0.7 ± 0.5	None	None	None – moderate	None	Mid May	–	Mid Nov.	Mid Jan.
Ohita (Tsukumi)	12.7 ± 0.9	0.89 ± 0.13	1.8 ± 1.3	None	None	None – slight	None	Early May	Early Oct.	Early Dec.	Early Jan.
Miyazaki (Miyazaki)	11.9 ± 1.0	1.08 ± 0.17	5.1 ± 3.6	None	None	None	None	Late April	Mid Oct.	Late Dec.	Late Jan.
Miyazaki (Nichinan)	12.0 ± 0.8	0.96 ± 0.13	3.0 ± 4.2	None – moderate	None	None	None	Late April	Early Nov.	Early Dec.	Mid Jan.
Mean ± SD	12.8 ± 1.3	1.12 ± 0.19	2.2 ± 2.8	–	–	–	–	Early May	Late Oct.	Late Nov.	Late Jan.

^t Classified into four classes: none, slight, moderate, and severe.^s Classified into three classes: none, small (<10%), and high (≥10%).^r Time when >80% of the flower buds on the tree were open.^q Time when 10% of the rind surface began coloring.^p Time when the rind of the fruits on the tree was fully colored.

Table 6. Resistance of 'Tsunokagayaki' to citrus scab (*Elsinoë fawcettii*)^z.

Cultivar	Disease severity index ^y		
	2003	2004	2005
Tsunokagayaki	0	0	0
Satsuma mandarin cv. Dobashi-Beni unshu	18.6	1.5	2.1

^z The data refer to the evaluation of disease resistance carried out at the Shizuoka Prefecture Citrus Experimental Station.

^y Disease severity index = $[(5A + 3B + C + 0D) / 5N] \times 100$, Where *A* to *D* represent the number of samples in categories *A* = severe, *B* = moderate, *C* = slight, and *D* = none, and *N* is the number of samples investigated. There was no significant difference between the two cultivars (paired-difference *t*-test).

Table 7. Resistance of 'Tsunokagayaki' to citrus canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*)^z.

Cultivar	Disease severity ^y											
	2003				2004				2005			
	Spring leaves	Summer leaves	Twigs	Fruit	Spring leaves	Summer leaves	Twigs	Fruit	Spring leaves	Summer leaves	Twigs	Fruit
Tsunokagayaki	E	BC	D	–	D	A	BC	–	C	CD	DE	DE
Satsuma mandarin ^x	CD	BC	D	E	D	CD	E	–	DE	D	E	–
Navel orange ^w	BC	AB	C	D	D	AB	CD	–	BC	A	BC	–

^z The data refer to the evaluation of disease resistance carried out at the Agricultural Research Division Mie Prefecture Science and Technology Promotion Center.

^y Degree of occurrence of citrus canker: A = most severe, B = severe, C = moderate, D = slight, E = none.

^x 'Dobashi-Beni' unshu in 2003 and 'Hayashi Unshu' in 2004 and 2005 were used as reference cultivars of satsuma mandarin.

^w 'Suzuki navel' in 2003 and 'Morita navel' in 2004 and 2005 were used as reference cultivars for navel orange.

Table 8. Resistance of 'Tsunokagayaki' to citrus tristeza virus^z.

Year	Rate of occurrence of stem pitting (% of shoots) ^y	Disease severity index ^x
2003	60	12.0
2004	60	16.0
2005	80	20.0

^z The data refer to the evaluation of disease resistance carried out at the Ehime Fruit Tree Experimental Station (citrus tristeza virus).

^y The percentage of samples that exhibited symptoms among ten 2-year-old shoots of per tree.

^x Disease severity index = $[(5A + 3B + C + 0D) / 5N] \times 100$, Where *A* to *D* represent the number of samples in categories *A* = severe, *B* = moderate, *C* = slight, and *D* = none, respectively, and *N* is the number of samples investigated.

相当する軽度の反応を示した。なお、温州萎縮ウイルス (SDV) およびカンキツタターリーフウイルス (CTLV) の感染は認められていない。

4. 栽培適地および栽培上の留意点

成熟期は概ね1月下旬で厳冬期にあたり、一部地域では寒害による落葉や果実のす上がりが指摘されていることから-4°Cを下回らない地域に適していると考えられる(小中原, 1988)。系統適応性検定試験においては高品質果実が生産可能であるという判断から山口県、香川

県、佐賀県、長崎県、宮崎県で有望と判断された。特に九州地域の3県では、施設栽培で高い評価をしている。系適試験における施設栽培の結果をTable 9に示す。和歌山県は無加温ハウス栽培での結果であるが、佐賀県と宮崎県の少加温ハウス栽培(年間10kL/10a程度の重油使用量)では成熟期が1~2か月前進し、11月下旬から12月と評価され、年内に出荷可能であることを報告している。また、果実重は露地栽培では平均179gであったのに対して施設栽培では平均で235gとなり、結実量等によっては250gを超える大果の生産も可能

Table 9. Fruit characteristics of ‘Tsunokagayaki’ grown in greenhouses in the 9th citrus selection national trial^z.

Location	Heating treatment	Month of fruit evaluation	Fruit weight (g)	Rind thickness (mm)	Peeling ^x	Pulp firmness ^w	Juiciness ^x	Thickness of segment membrane ^w	Flesh weight (% of total)	Soluble solids content (%)	Acidity (g/100 mL)	Number of seeds
Wakayama (Arida)	None	Jan.	218 ± 67	3.5 ± 0.1	Moderately easy – moderately difficult	Tender – medium	Medium – moderately high	Moderately thin – medium	75.1 ± 2.6	13.1 ± 1.6	1.15 ± 0.06	0.4 ± 0.1
Saga (Karatsu)	Energy conservation ^y	Nov.	224 ± 35	2.6 ± 0.4	Easy	Medium	High	Thin	82.2 ± 1.0	13.1 ± 0.9	0.96 ± 0.02	0.0
Miyazaki (Nichinan)	Energy conservation	Dec.	268 ± 8	2.5 ± 0.3	Medium – moderately difficult	Tender – medium	Medium – high	–	82.5 ± 1.3	13.2 ± 0.9	0.97 ± 0.19	0.0
Mean ± SD	–	–	235 ± 41	2.8 ± 0.5	–	–	–	–	80.2 ± 3.8	13.1 ± 0.9	1.02 ± 0.12	0.1 ± 0.2

^z Data are the mean ± standard deviation or range of 2 or 3 years.

^y This means reduced oil consumption for heating (about 10 kL/10 a), versus about 20 kL/10 a for the standard heating regime.

^x See Table 2 for description of the trait evaluation.

^w See Table 5 for description of the trait evaluation.

と考えられた。さらに、糖度は13%程度で酸度は概ね1.0 g/100 mL程度となった。これらのことから‘津之輝’は施設栽培にすることで、年内出荷可能な大果で良食味の高品質果実が生産できると考えられた。

2009年から苗木供給が開始され、長崎県や佐賀県、宮崎県を中心にハウス栽培などにより経済栽培されているが、近年は鹿児島県奄美市や沖縄県でも栽培が始まっている。これらの地域は本州に比べて気温が高く、露地栽培でも高品質果実生産が可能であり、地域の主要な特産カンキツであるタンカンよりも成熟期が早いなどの理由から導入が始まっている。

栽培上の留意点として‘津之輝’は若齢樹では特に施設栽培において果頂部に突起が発生するいわゆる「へそ果」が発生しやすい。樹齢が進むと発生は少なくなるが、小さなへそのようなくぼみは発生する。大きな「へそ果」はそこから裂果する場合もあるので摘果時に落とす必要がある。また、‘津之輝’は高温な夏季に降雨が少なく土壌の乾燥が進むと、果皮表面に葉における葉肉崩壊症のような褐変症状が生じる (Fig. 4)。これまでのところ詳しい原因は明らかになっていないが、高温で土壌の乾燥が甚だしい場合には灌水を実施することで発生を抑えることができる。

特性検定試験の結果から本品種はそうか病にはウンシュウミカンより強く、系統適応性検定試験においても発生が認められた試験地はないため、ウンシュウミカンに準じた防除で発生を抑えられると考えられる。また、かいよう病に対しては中程度の抵抗性であったが、系統適応性検定試験では多くの試験地で発生程度が無～軽であったことから慣行防除を行うことにより栽培上問題となることは少ないと考えられる。カンキツトリステザウイルス (CTV) については、前述したようにステム

ピッチングの発生程度は低く、幼苗検定でも軽度の反応であったことから栽培上問題にならないと考えられる。また、現在のところ系統適応性検定試験を含む通常の栽培においてもCTVによる樹勢低下は確認されていない。

なお、‘津之輝’はNonaka et al. (2017) によってCAPSマーカーを利用した親子鑑定および品種識別が実施されており、8種類のCAPSマーカーにより農研機構育成32品種およびそれらの親である26品種・系統の合計58品種・系統に対して品種識別が可能となっている。

摘 要

1. ‘津之輝’は1984年に果樹試験場口之津支場において、KyOw No. 14 (‘清見’ × ‘興津早生’) に‘アンコール’を交雑して育成された品種である。2001年よりカンキツ第9回果樹系統適応性・特性検定試験に系統名カンキツ口之津34号として供試した。その結果、2008年3月にみかん農林17号‘津之輝’と命名、登録された。また、2009年3月19日付けで、種苗法に基づき第17970号として品種登録された。

2. 樹勢は中程度、樹姿は直立性と開張性の中間である。枝梢は長さ、太さともに中位で密生する。隔年結果性は中程度である。そうか病には強く、かいよう病には中程度の抵抗性がある。カンキツトリステザウイルス (CTV) に強く、ステムピッチングの発生程度は軽である。

3. 果実は180 g程度で、扁球形である。果皮は濃橙色で、果面の粗滑は中位である。果皮の厚さは平均2.7 mmで薄い。剥皮性は中である。果肉は濃橙色で、じょうのう膜はやわらかく、肉質は柔軟多汁である。果汁の糖

度は13%程度と高く、酸度は1月下旬には1 g/100 mL前後になる。成熟期は1月下旬～2月上旬である。含核数は平均で2粒程度であるが、無核果の割合も高い。果肉に含まれる総カロテノイド含量は3年平均値で4.62 mg/100 gFW、β-クリプトキサンチン含量は2.18 mg/100 gFWとウンシュウミカン‘興津早生’よりも高い傾向にあった。

4. 成熟期が1月下旬と厳冬期にあたるため-4°Cを下回らない地域に適していると考えられる。また、少加温施設栽培にすることで200 g以上の大果で糖度が13%以上の高品質果実が年内出荷可能になる。

5. 若齢樹では、特に施設栽培で果頂部に突起「へそ果」が発生しやすいため摘果時に落とす必要がある。また、夏季の高温期に土壌が過乾燥することで果皮表面に葉における葉肉崩壊症のような褐変症状が発生することがあるため灌水等により土壌の過乾燥を防ぐ必要がある。

引用文献

- 1) Kato, M., Y. Ikoma, H. Matsumoto, M. Sugiura, H. Hyodo and M. Yano. 2004. Accumulation of carotenoids and expression of carotenoid biosynthetic genes during maturation in citrus fruit. *Plant Physiol.* 134: 824-837.
- 2) 小中原実. 1988. カンキツの気象災害-発生の仕組みと防ぎ方-. p. 205-228. 農山漁村文化協会, 東京.
- 3) 松本亮司. 2001. 晩生カンキツ ‘不知火’. 果樹試報. 35 : 115-120.
- 4) 松本亮司・山本雅史・國賀 武・吉岡照高・三谷宣仁・奥代直巳・山田彬雄・浅田謙介・池宮秀和・吉永勝一・内原 茂・生山 巖・村田広野. 2003. カンキツ新品種 ‘せとか’. 果樹研報. 2 : 25-31.
- 5) 西浦昌男・七條寅之助・上野 勇・岩政正男・木原武士・山田彬雄・吉田俊雄・岩崎藤助. 1983. カンキツ新品種 ‘清見’について. 果樹試報. B10 : 1-9.
- 6) Nonaka, K., H. Fujii, M. Kita, T. Shimada, T. Endo, T. Yoshioka and M. Omura. 2017 . Identification and parentage analysis of citrus cultivars developed in Japan by CAPS markers. *Hort. J.* 86: 208-221.
- 7) Nonaka, K., M. Kita, Y. Ikoma, H. Fukamachi, A. Imai, T. Yoshioka and M. Yamada. 2012. Genetic differences and environmental variations in carotenoid contents of fruit flesh in parental population used in citrus breeding in Japan. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 137: 243-249.
- 8) 農林水産省. 2018a. “面積調査(長期累年・耕地及び作付面積統計) - 6. 果樹栽培面積累年統計 - 全国”. (オンライン), 入手先 <<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/index.html>>, (参照 2018-6-21).
- 9) 農林水産省. 2018b. “特産果樹生産動態等調査(平成16年産) - 特産果樹生産出荷実績調査 - 2-1 種類別栽培状況(全国) - 1) かんきつ類の果樹”. (オンライン), 入手先 <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html>, (参照 2018-6-21).
- 10) 農林水産省. 2018c. “特産果樹生産動態等調査(平成26年産) - 特産果樹生産出荷実績調査 - 2-1 種類別栽培状況(全国) - 1) かんきつ類の果樹”. (オンライン), 入手先 <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html>, (参照 2018-6-21).
- 11) 農林水産省. 2018d. “園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況 - 平成17年産 - 園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査 - 都道府県別統計表 - 4 ガラス室・ハウス別栽培延面積及び収穫量等 - 果樹”. (オンライン), 入手先 <<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/engei/index.html>>, (参照 2018-6-21).
- 12) 農林水産省. 2018e. “園芸用施設の設置等の状況(H24) - 第4 ガラス室・ハウス別栽培面積及び収穫量 - (3) 果樹”. (オンライン), 入手先 <http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/ssisetu_siryou_deta.html>, (参照 2018-6-21).
- 13) Sugiura, M., H. Matsumoto, M. Kato, Y. Ikoma, M. Yano, and A. Nagao. 2004. Seasonal changes in the relationship between serum concentration of beta-cryptoxanthin and serum lipid levels. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 50: 410-415.
- 14) Sugiura, M., M. Nakamura, Y. Ikoma, M. Yano, K. Ogawa, H. Matsumoto, M. Kato, M. Ohshima, and A. Nagao. 2006. The homeostasis model assessment-insulin resistance index is inversely associated with serum carotenoids in non-diabetic subjects. *J. Epidemiol.* 16: 71-78.
- 15) Sugiura, M., M. Nakamura, K. Ogawa, Y. Ikoma, F. Ando, H. Shimokata, and M. Yano. 2011 . Dietary patterns of antioxidant vitamin and carotenoid intake associated with bone mineral density: findings from post-menopausal Japanese female subjects. *Osteoporosis Intl.* 22: 143-152.
- 16) Sugiura, M., M. Nakamura, K. Ogawa, Y. Ikoma, F. Ando, and M. Yano. 2008. Bone mineral density in post-menopausal female subjects is associated with serum antioxidant carotenoids. *Osteoporosis Intl.* 19: 211-219.
- 17) 吉田俊雄・山田彬雄・根角博久・上野 勇・伊藤祐司・吉岡照高・日高哲志・家城洋之・七條寅之助・木原武士・富永茂人. 2000. カンキツ新品種 ‘はるみ’. 果樹試報. 34 : 43-52.



Fig. 2 Fruits of 'Tsunokagayaki' on a tree in the greenhouse.



Fig. 3 Fruits of 'Tsunokagayaki'.



Fig. 4 A physiological disorder (mesophyll collapse of the fruit skin) of 'Tsunokagayaki'.

