

原著論文

カンキツ新品種 ‘オーラスター’

喜多 正幸^{1)*}, 根角 博久¹⁾, 國賀 武²⁾, 中嶋 直子¹⁾, 吉岡 照高³⁾, 太田 智⁴⁾, 瀧下 文孝¹⁾,
中野 睦子¹⁾, 小川 一紀¹⁾, 吉田 俊雄¹⁾, 矢野 昌充¹⁾

(2020年1月28日受付, 2020年5月20日受理)

‘オーラスター’は1994年に農林水産省果樹試験場興津支場(現(国)農研機構果樹茶業研究部門カンキツ研究領域)において、カンキツ属とカラタチ属の属間雑種H・FD-1に‘晩白柚’を交配して育成された品種である。CTVに対して強い抵抗性を有し、機能性成分であるオーラプテンを果肉・果皮共に高含有するため加工用品種・育種素材として有用であると評価、選抜され、2012年5月24日付けで、種苗法に基づき、第20789号として品種登録された。‘オーラスター’の樹勢は強く、樹姿は直立性である。葉は大きく、ほとんどが三出複葉となる。果実は扁球形で育成地では概ね400～450gで平均420g程度である。果皮は黄橙色、厚さは14mm程度で、剥皮性は難である。果肉は黄色で比較的柔らかく、果汁量は中程度である。クエン酸含量が高く、酸味が強い。カラタチ特有の臭気はほとんどない。そうか病には強く、かいよう病にはやや弱いと考えられている。また、CTVに対して強い抵抗性を有しており、単胚性のため、CTVに対する抵抗性品種育成のための育種親としての利用が可能である。果肉・果皮共に食用可能なカンキツ品種としては高濃度のオーラプテンを含有する。‘オーラスター’は果実の成熟が3月中下旬となることから、冬季に温暖な地域での栽培が望ましい。

キーワード：カンキツ, オーラプテン, 機能性, カンキツトリステザウイルス

緒言

我が国におけるカンキツ栽培では、一般的にカラタチが台木として使われている。これは、カラタチが様々なカンキツ品種との親和性が高く、開花や結実までの期間が比較的短くなる利点を有するほか、耐病性や耐寒性に優れているためである。とりわけ、カンキツトリステザウイルス(CTV)に対する耐病性は優れており、南米やカリフォルニアのカンキツ産地では過去に「トリステザ病」により甚大な被害を被ったことがある(家城 2003)が、我が国での発生が比較的少なかったのは、カラタチが台木であったことに起因するところが大きい。しかし、その一方、これまでに広島県のハッサク産地でカンキツステムビットング病として大きな被害を生じさせた

(田中・山田1964)ほか、ユズの衰弱(宮川1976)やイヨカンのかいよう虎斑病の発生(重田・安楽1988)がCTVによるものと確認されている。

カラタチのCTVに対する強度の抵抗性は遺伝様式について知見が得られており(吉田1985)、カラタチとカンキツ属の雑種、またその後代においても、CTVに感染しない個体が認められている(吉田ら1983, Garnsey et al.1987)。アメリカにおいても、当初耐寒性の付与を目的として行われた品種育成の後代品種から、CTVに対して抵抗性を示しながらも食用可能な品種が見いだされており(Barrett 1990)、交雑育種によるCTVに抵抗性を示す品種育成は、CTV対策技術の一つとして、実現可能性があり有用であると考えられる。

一方、日常の食生活から健康の維持・増進を図る機運

1) 農研機構 果樹茶業研究部門

2) 農研機構 果樹茶業研究部門 (現 農研機構 西日本農業研究センター)

3) 農研機構 果樹茶業研究部門 (現 農研機構 九州沖縄農業研究センター)

4) 農研機構 果樹茶業研究部門 (現 静岡県立農林環境専門職大学 生産環境経営学部)

*責任著者：農研機構 果樹茶業研究部門 果樹生産研究領域

〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1

TEL:029-838-6500 FAX:029-838-6500

E-mail: mkita@affrc.go.jp

が高まり、野菜や果物のもつ機能性成分が注目を集めている。カンキツは、非栄養性機能性成分としてカロテノイド類、フラボノイド類をはじめクマリン類などを高含有することが知られているが、カロテノイド類以外の機能性成分を果肉中に高含有する品種は極めて少ない。しかし、カンキツと交雑可能なカラタチ属やキンカン属の中には、これらの物質を特徴的に高含有する品種（群）がある。その一つがカラタチで、カラタチは果肉にクマリン類化合物であるオーラプテンを高含有する。オーラプテンは、クマリンにゲラニオールが結合した構造のクマリン化合物で、その機能として、発がん抑制が報告されている（Murakami et al.1997, Tanaka et al. 1997, Tanaka et al. 1998）。そのため、カラタチを育種親あるいは祖先品種とした交雑品種を育成することでオーラプテン高含有の品種育成が期待された。また、オーラプテンには中高年に対する記憶力（言葉を記憶し、思い出す力）を維持する機能があることが示され（Igase et al.2018）、これを根拠として、機能性表示食品として届出・受理がなされ、製品が市販されている。

吉田（1993）は、CTV 抵抗性のカラタチと感受性のハッサクとの交雑では分離比は抵抗性と感受性が1:1に適合することを確認しており、ハッサクはカラタチにおける遺伝様式を変更する遺伝子を有しておらず、カラタチにおける遺伝様式はカンキツ属植物を含めて適用できると考えられるとした。そのため、著者らはCTVに抵抗性を示す品種育成のための母本として育成したハッサクにカラタチ品種‘ヒリュウ’を交配したF1個体に対し、多様なカンキツ品種を交配し、雑種個体（F2世代）の個体群を育成した。F2世代に獲得を目指した系統の一つに、通常CTVに対して抵抗性を持たないブンタン類がある。ブンタン類は我が国でも特産果実として需要が高いことから、CTV抵抗性の個体を獲得することはカンキツ産業の側面からも非常に有意義である。そこでF1個体に対し‘晩白柚’を交配して得られた個体群からCTVに対して強い抵抗性を示し、オーラプテンを果肉に高含有する形質を併せ持つ個体を選抜し、‘オーラスター’を育成した。種苗法に基づき、品種登録されたので、ここにその育成過程と特性の概要を紹介する。

育成経過

1994年4月に農林水産省果樹試験場興津支場（現（国）農研機構果樹茶業研究部門カンキツ研究領域）において、カンキツ属とカラタチ属の属間雑種のH・FD-1（ハッ

サク×‘ヒリュウ’）に‘晩白柚’を交配し、ブンタン様の雑種育成を図った。交雑に用いたH・FD-1はCTVに対し強い抵抗性を示し、果実はカラタチより大果となり酸含量が低く、臭気はカラタチより少ないなど、カラタチより果実品質が改善されており、‘晩白柚’は我が国内で栽培されるカンキツのうちで極めて大果となり、酸含量が比較的少ない。ブンタン類は通常CTVに対して罹病性であることから、H・FD-1に‘晩白柚’を交配することで、CTV抵抗性の個体作出を意図したものである。

本品種の系統図をFig.1に示した。同年12月に採種し、採種後直ちに播種して育苗を行った。1995年9月に‘清見’の原木が保毒するCTV-SY（カンキツトリステザウイルスシードリングイエローズ）系統「Ky・OT」を接ぎ木接種し、1996年3月までの間に2回、エライザ法によりCTVの感染の有無および感染の程度を検定した。その結果、感染が確認されなかったため、同年4月に着果促進を図るため同支場内でカラタチにウンシュウミカン‘今村温州’の珠心配実生を接ぎ木して養成した中間台木に個体番号RP-55を付して高接ぎを行った。2000年12月に初結実し、その果実にカラタチ特有の臭気がほとんど無い点に注目し、本系統のCTVに対する抵抗性の再確認と樹性、果実形質の調査及びオーラプテン含量の調査を行ってきた。その結果、本系統は通常はCTVに罹病するブンタン様の果実でありながらCTVに対して強度の抵抗性を有している上、オーラプテン含量は一般的に生食されるカンキツ属品種と比較して、特に果肉部で著しく高いことが明らかとなった。その特性から、加工用品種としての適性やオーラプテン高含有のための育種素材として活用できる可能性がある判断し、平成21年度果樹試験研究推進会議において品種登録出願することが決定された。2010年7月12日に種苗法に基づく品種登録出願を行い、2012年5月24日付けで登録番号20789号として品種登録された。なお‘オーラスター’

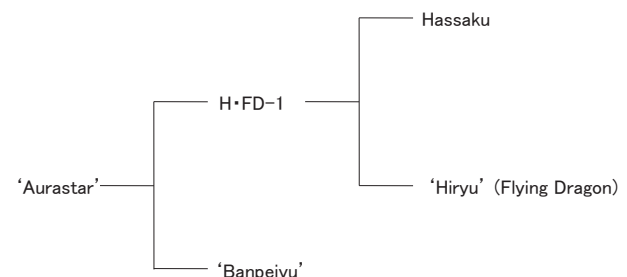


Figure 1. Pedigree of ‘Aurastar’.

の品種名は機能性成分であるオーラプテンを果実中に高含有し、果実のへたが肥厚し星形（スター）のように見え特徴的であることに由来する。

本品種の育成者およびその担当期間は以下の通りである。

吉田俊雄（1994年～2006年）、根角博久（1994年～2003年、2006年～2009年）、吉岡照高（1994年～1996年、2009年～2010年）、瀧下文孝（1996年～1997年）、中野睦子（1997年～2002年）、國賀武（2003年～2007年）、中嶋直子（2003年～2006年）、太田智（2007年～2010年）喜多正幸（2007年～2010年）である。

特 性

1. 育成地における形態的特性および樹性

農研機構果樹研究所カンキツ研究興津拠点（現（国）農研機構果樹茶業研究部門カンキツ研究領域）（静岡県静岡市）において、育成期間中に‘土佐文旦’および‘かんきつ中間母本農7号’を対照品種として、‘オーラスター’の特性調査を行った。病害抵抗性の評価は農林水産省農林水産植物種類別審査基準カンキツ属3）ブント類審査基準に従った。調査は果実形質については‘オーラスター’‘土佐文旦’‘カンキツ中間母本農7号’それぞれの

結実樹のランダムな5カ年の各年毎データを用いた。検定は果実についてはランダムな5カ年のデータにより品種間の検定を行うと同時に、ランダムな5カ年のデータを用いることで年次間の環境等による生育差に評価を及ぼすことも考え、3品種ともに生育データの揃う2007年度果実を使つての検定を実施した。また、葉および花器の形質については、2007年度当時7年生の樹体を用いて解析を行った。データの解析はJMP13を用いてt検定またはTukey-Kramer検定を実施した。なお、パーセンテージデータは統計解析の前にアークサインを用いて変換した上で解析に供した。

1) 樹体および花器の特性

樹勢は強く、樹姿は直立性である。枝梢は太く、‘土佐文旦’より太く、長さは長く‘土佐文旦’と同程度である。節間は極長い。枝梢のトゲは‘土佐文旦’よりも多いが、その密度は粗である（Table 1）。葉は大きく、ほとんどが三出複葉であるが小葉が2枚のものも混じる。葉身の形は紡錘形、翼葉の形は楔形である（Table 2）。

総状花序を形成し、花の大きさは中程度であり、花弁はへら形、色は白色である。花糸は30本以上と多く、一部合一している（Table 3）。花粉の生成量は中程度、花粉稔性率は95%程度で高い。子房は樽型で花柱は真っ

Table 1. Tree characteristics of 'Aurastar' compared with 'Tosa buntan' and 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou' at Okitsu, Shizuoka^z.

Cultivar	Tree vigor ^y	Tree Growth habit ^x	Density of twigs ^w	Number of thorns ^v
Aurastar	Strong	Upright	Little sparse	Many
Tosa buntan	Strong	Little upright	Medium	Medium
Kankitsu chukanbohon nou 7 gou	Strong	Little upright	Medium	Many

^z Data are the range of value in the 3 years (2007-2009).

^y Classified into 5 classes: weak, moderately weak, medium, moderately strong and strong.

^x Classified into 5 classes: upright, little upright, medium, spreading and weeping.

^w Classified into 5 classes: dense, little dense, medium, little sparse and sparse.

^v Classified into 4 classes: None, few, medium and many.

Table 2. Leaf characteristics of 'Aurastar' compared with 'Tosa buntan' and 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou' in 2007 at Okitsu, Shizuoka.

Cultivar	Size of leaf blade (cm ²)	Leaf brade length (cm)	Leaf blade width (cm)	Leaf shape index	Petiole length (mm)	Petiole thickness (mm)	Leaf thickness (mm)
Aurastar ^z	48.9	13.1 ± 0.7	4.2 ± 0.1	3.1	29.3 ± 3.3	1.4 ± 0.2	0.26 ± 0.05
Tosa buntan ^z	41.4	10.5 ± 0.6	5.5 ± 0.5	1.9	21.0 ± 2.1	3.1 ± 0.2	0.37 ± 0.03
Kankitsu chukanbohon nou 7 gou ^y	38.0	9.3	4.5	2.0	24.7	1.4	0.32
<i>t</i> -test ^x		**	**		**	**	**

^z Data are indicated as average ± SD.

^y Data are presented at the registration of 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou'.

^x ** indicate significant differences between 'Aurastar' and 'Tosa buntan' at *P*<0.01 by *t*-test (n=10 in 'Aurastar', n=5 in 'Tosa buntan').

直ぐである。着花性、結実性は良好である。

2) 果実特性

果実は概ね 400 ~ 450g で平均 420g 程度となり、プンタン様果実としては小型である。果形は扁球形で、果径指数は 120 内外である。果頂部の形は平坦で、果頂部の放射条溝や凹環はない。果梗部の形は球面であり、放射条溝が多く生じる。果皮は黄橙色で、'土佐文旦' よりも橙味が強い。果皮の厚さは 14mm 程度で厚く、剥皮性

は難である。果皮歩合は約 40% 程度で高い。果皮の着色はやや遅く、1 月上旬頃に完全着色する。果心の大きさは中程度、その充実度は密である。油胞の大きさは中程度で、その分布は密であり、果面は粗い。アルベドは白色である。果肉は黄色で比較的柔らかい。果汁量は中程度である。砂じょうの大きさはやや大きい。じょうのう膜の硬さは硬い。果汁の多少は中程度、果汁の糖度は 11 程度である。酸含量は 3 月において平均 2.5% 程度あり、酸味が強い。香気はやや多いが、カラタチ由来の特

Table 3. Flower characteristics of 'Aurastar' compared with 'Tosa buntan' and 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou' in 2007 at Okitsu, Shizuoka.

Cultivar	Flower weight (g)	Petal shape	Petal length (mm)	Petal width (mm)	Petal color	Number of Petals	Number of filaments
Aurastar ^z	1.44 ± 0.15	Spathulate	24.1 ± 1.8	9.5 ± 0.5	White	4.3 ± 0.2	33.6 ± 0.4
Tosa buntan	-	Spindle	23.6 ^y	11 ^y	White	4.4 ^y	27.8 ^y
Kankitsu chukanbohon nou 7 gou ^z	1.11 ± 0.07	Spathulate	19.3 ± 0.5	7.1 ± 0.8	White	4.5 ± 0.2	30.3 ± 2.3
<i>t</i> -test ^x	**		**	**		NS	*

^z Data are indicated as average ± SD.

^y Data are presented as check cultivar at the registration of 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou'.

^x NS, no significance, * and ** significance at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively (n=5).

Table 4. Fruit characteristics of 'Aurastar' compared with 'Tosa buntan' and 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou' at Okitsu, Shizuoka^z.

Cultivar	Fruit weight (g)	Fruit Shape index ^y	Rind		Peeling ^w	Juice content	Brix (%)	Acid (g/100mL)	Time of maturation
			Surface ^x	thickness (mm)					
Aurastar	423.1 ± 30.9 a ^v	117.7 ± 2.2 a	Rough	14.1 ± 0.7 a	Difficult	Medium	11.4 ± 0.3 a	2.52 ± 0.22 b	March
Tosa buntan	491.0 ± 34.8 a	115.6 ± 1.9 a	Smooth	11.8 ± 1.2 a	Difficult	Medium	11.4 ± 0.5 a	1.46 ± 0.12 c	Late March
Kankitsu chukanbohon nou 7 gou	306.7 ± 60.4 b	104.3 ± 2.3 b	Medium	12.9 ± 0.3 a	Difficult	Medium	10.6 ± 0.4 a	3.45 ± 0.43 a	Late January

^z Data are indicated as average ± SD in each cultivars investigated at independent five year.

^y Fruit Shape index=(transverse diameter / longitudinal diameter) × 100.

^x Classified into 5 classes: smooth, slightly smooth, medium slightly rough and rough.

^w Classified into 5 classes: easy, moderately easy, medium moderately difficult and difficult.

^v Different letters indicate significant differences among the cultivars at $P < 0.05$ by Tukey-Kramer's test.

Table 5. Fruit characteristics of 'Aurastar' compared with 'Tosa buntan' and 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou' at Okitsu, Shizuoka^z.

Cultivar	Fruit weight (g)	Fruit Shape index ^y	Rind thickness (mm)	Brix (%)	Acid (g/100mL)	Number of seeds	Leaf thickness (mm)
Aurastar	432.0 ± 54.9 a ^x	114.9 ± 2.7 a	13.8 ± 2.0 a	11.3 ± 0.4 a	2.24 ± 0.08 b	54.2 a	0.37 ± 0.03
Tosa buntan	438.8 ± 42.7 a	116.2 ± 1.8 a	11.4 ± 0.9 a	12.3 ± 0.8 a	1.39 ± 0.08 c	44.3 ab	0.32
Kankitsu chukanbohon nou 7 gou	281.0 ± 34.1 b	103.9 ± 1.4 b	13.2 ± 0.6 a	10.2 ± 0.4 b	3.23 ± 0.22 a	28.0 b	**

^z Data are indicated as average ± SD in each samples investigated at independent five year.

^y See Table 2 for trait evaluation.

^x Different letters indicate significant differences among the cultivars at $P < 0.05$ by Tukey-Kramer's test using samples harvested in 2007.(n=7 in 'Aurastar', n=4 in 'Tosa buntan' and 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou' for fruit weight, Fruti Shape index, thickness and Number of seeds, n=5 for Brix and acid).

有の臭気はほとんどない。含核数は平均 50 粒程度で多く、種子は単胚性である。本系統を種子親として用いた場合、交雑実生の獲得は容易である。育成地における果実の成熟期は 3 月上中旬頃である (Table 4.5)。

2. 病害抵抗性

育成地におけるそうか病、かいよう病の発生状況からは、そうか病に対する抵抗性は葉・果実に発症が認められなかったことから「強」、かいよう病に対する抵抗性は葉や枝に病斑が認められたことから、「弱～中」と判定している (Table 6)。なお、農林水産省農林水産植物種別審査基準カンキツ属 3) ブンタン類審査基準では、そうか病に対しては‘川野なつだいだい’・‘土佐文旦’・‘晩白柚’が抵抗性「強」、かいよう病に対しては‘安政柑’が「弱」、‘晩白柚’・‘川野なつだいだい’・‘新甘夏’が抵抗性「中」の標準品種として示されている。

また、本系統の実生苗から採穂し、CTV を保毒する‘今村温州’を中間台として高接ぎした樹について、高接ぎ 57 ヶ月後から 108 ヶ月後までの間に 5 回、二重抗体サンドイッチエライザ法により CTV 感染の有無を検定した。実生苗に対して CTV-SY (シードリングイエローズ) 強

毒系統 (山田・家城 1982) を接ぎ木接種し、葉の中肋 0.3g に対し、磨砕用緩衝液を 3ml 加えて磨砕し、マイクロプレート内で抗原抗体反応をさせた。酵素反応による呈色をマイクロプレートリーダーで検出し、405nm の吸光度が無毒対照サンプルの吸光度の 3 倍以上の場合に感染と判定 (Iray et al, 1988) した。二重抗体サンドイッチエライザ法に用いた CTV 抗血清は日本植物防疫協会研究所作成のものを使用した。その結果、CTV の感染は確認されなかった (Table 7)。また、この高接ぎ樹から採穂し、CTV を保毒する‘森田ネーブル’を中間台として高接ぎした樹に対して、高接ぎ 4 ヶ月後から 48 ヶ月後までの間に 5 回、エライザ法により検定した結果でも、CTV の感染は確認されなかった (Table 7)。

さらに、ラフレモン台の接ぎ木苗を養成し、4 種類の CTV 分離株、「HM55」(CTV-SP (ステムピッチング) 弱毒系統)、「HS34」(CTV-SP 強毒系統)、「No.1595」(CTV-SP 極強毒系統)、「Ky・OT」(CTV-SY (シードリングイエローズ) 強毒系統) をそれぞれ台木部に接ぎ木接種し、穂部の感染の有無を検定したところ、接種後 4 ヶ月から 31 ヶ月の間の 4 回の検定でいずれの検定でも、接種した分離株について検出されなかった (Table 8)。これらの結果から、本系統は CTV に対して強度の抵抗性を有していると推察された。また、育成拠点に現存する‘オーラスター’成木樹には令和 2 年 3 月時点でいずれの樹にも CTV に起因すると思われる症状は発生していない。

3. オーラプテン含量

果実中のオーラプテン含量は小川らの方法 (Ogawa et al, 2000) により測定した。平均的な果実を各品種 3 果以上から均等に秤量し、混合した試料を分析に供した。測定は 1 回の測定だが、10 試料測定の度に標準試料の分析を行い、分析の精度を確認している。‘オーラスター’

Table 6. Occurrence of 'Aurastar' to citrus scab and citrus canker in Okitsu, Shizuoka.

cultivar	Occurrence of citrus scab ^z	Occurrence of citrus canker ^z
Aurastar	None	Moderate - Severe
Tosa buntan	None	Moderate
Kankitsu chuukan bohon nou 7 gou	None	Moderate

^z Classified into 4 classes: None, slight, moderately slight, moderate and severe.

Table 7. Viruliferous test of citrus tristeza virus in 'Aurastar' grafted onto CTV-infected 'Imamura-unshu' and 'Morita-Navel' as intermediate stock.

intermediate stock	Period of after grafting (month)				
	4	12	30	38	48
Morita-Navel	-	-	-	-	-
	57	61	72	90	108
Imamura-unshiu	-	-	-	-	-
Positive Control (as intermediate stock part of Imamura-unshiu)	+	+	+	+	+

Minus indicate CTV was not detected by ELISA.

Table 8. Viruliferous test of various strain of citrus tristeza virus in 'Aurastar' grafted onto 'Rough-lemon' as stock.

CTV strain	strain toxicity	Period of after grafting (month)			
		4	13	21	31
HM55	weak	-	-	-	-
HS34	weak	-	-	-	-
No.1595	severe	-	-	-	-
Ky・OT	severe	-	-	-	-

Minus indicate CTV was not detected by ELISA.

果肉中のオーラプテン含有量は6ヵ年平均で0.75mg/g dry wt.であった。これはカラタチの約1/9, 'ヒリュウ'の約1/5であるが, カンキツ属植物の果肉中では例外的に高含有の'イーチャンレモン'に比べて約2倍, 育種親であるH・FD-1の約4倍, '晩白柚'の約25倍であった。カンキツ属植物ではブンタン類縁品種に微量のオーラプテンが含まれるだけであることを考慮すると, 'オーラスター'の含有量は極めて高含有である。'オーラスター'と同じ交配組み合わせで育成された'かんきつ中間母本農7号'に比べても約9倍の含有量であり, 明らかに高含有であるといえる (Table 9)。'オーラスター'の果皮には果肉とほぼ同程度の濃度でオーラプテンが含有される。'オーラスター'果皮中の含有量は0.81mg/g dry wt.であり, カラタチ, 'ヒリュウ'の1/4~1/5程度である。カンキツ属植物の中で果皮中に多くオーラプテンを含有する品種としては'川野なつだいだい'があり, ほぼ同程度含有するが, カンキツ属の多くの品種の果皮中含量は微量ないし, 検出限界以下であることから, 'オーラスター'は果皮中含量についても明らかに高含有である。'かんきつ中間母本農7号'に比べても3倍以上と高含有であった (Table 9)。

Table 9. Auraptene contents in various cultivars among *Citrus* species.

cultivar	sacrocarp (mg/g dry wt.)	peel (mg/g dry wt.)
Aurastar ^z	0.75 ± 0.38 b	0.81 ± 0.33 b
Kankitsu chukanbohon nou 7 gou ^y	0.08 ± 0.01 b	0.34 ± 0.31 b
Karatachi ^y	6.69 ± 2.28 a	3.93 ± 0.49 a
Hiryu (Flying Dragon) ^x	4.06 ± 0.61	3.13 ± 0.10
H・FD-1 ^{w,v}	0.18	0.36
Banpeiyu ^u	0.03	0.09
Ichang-lemon ^x	0.49 ± 0.04	0.13 ± 0.06
Kawano natsudaikai ^u	0.06	1.04

^z Sample was investigated at independent 6 years. Data are indicated as average ± SD.

^y Sample was investigated at independent 4 years. Data are indicated as average ± SD.

^x Sample was investigated at independent 2 years. Data are indicated as average ± SD.

^w Intergeneric hybrid between Hassaku and Karatachi (*Poncirus triflorata*).

^v Sample was investigated at 1 year.

^u Data are shown in JAFIC(Ogawa et al., 2000).

^t Different letters indicate significant differences between 'Aurastar', 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou' and Karatachi at $P < 0.05$ by Tukey-Kramer's test ($n=6$ in 'Aurastar', $n=4$ in 'Kankitsu chukanbohon nou 7 gou' and Karatachi).

4. 地域適応及び栽培上の留意点

果実, 樹体ともにブンタン類としては耐寒性が強い。我が国のカンキツ産地ほぼ全域で栽培が可能である。しかし, 果実の成熟期が3月中下旬となることを考慮すると, 冬季に温暖な地域での栽培が望ましい。かいよう病にやや罹病性であるので, 発生には注意する。

5. 本品種の利用方法

本品種は世界的に被害をもたらししているCTVに対して強い抵抗性を示すうえ, 健全花粉を生じ, 単胚性のため交雑実生の獲得が容易であることから, CTVに対して抵抗性を示す品種の育成のための花粉親, 種子親として利用が可能である。しかし, 新品種育成のための交雑親として利用する場合には, 本品種は成熟期においても果実中の酸含量が高いことが問題とされる。これまでに経験則的に酸濃度を低下させるためには酸含量の低い品種を育種素材として利用してきた。また, 根角ら(1993)は酸蓄積の異なる品種を片親にした場合の交配実生の果実の酸濃度の分離を検討し, 無酸品種や少酸品種を育成親に利用することで, 酸の濃度の低い個体を育成が可能であることを示している。これらのことから, 今後'オーラスター'を交雑親として利用する場合には, 交雑相手として, 酸濃度の低い素材を選択する必要があると考えられる。

また, 本品種は果肉・果皮ともにオーラプテン高含有であり, 搾汁により豊富にオーラプテンを含む果汁を得ることが可能である。そのため, 本果実の果汁を添加することで, 機能性成分の強化が図れる。また, 果皮中オーラプテン高含有ブンタンとして, 既存ブンタン品種のような果皮砂糖漬け等への利用を図り, 高付加価値の加工食品の作出が期待される。さらに, これまでに, 'ジャバラ'やへベス, シクワシャーなどのように機能性成分を前面に押し出した取り組みやセールスにより, 地域特産カンキツを有効利用した地域振興や6次産業化が図られている事例も有り, 本品種においても, 産地形成により同様の活用方法が考えられる。

謝 辞

本研究は生物系特定産業技術研究支援センター「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業(平成13年度採択分)」の助成を受けた。

本品種の育成に当たり, 圃場管理等に多大のご協力を寄せられた農林水産省果樹試験場興津支場, 果樹研究所

カンキツ研究部興津拠点（現（国）農研機構果樹茶業研究部門カンキツ研究領域）の歴代職員，研修生諸氏に心からの感謝の意を表す。また，統計処理については佐藤景子博士（（国）農研機構果樹茶業研究部門カンキツ研究領域）に貴重なご支援・ご助言を賜った。記して感謝の意を表す。

利益相反の有無

全ての著者は開示すべき利益相反はない。

引用文献

- Barrett HC (1990) US119, an intergeneric hybrid citrus scion breeding line. *HortScience*, 25(12):1670-1671
- Garnsey SM, Barrett HC and Hutchison DJ (1987) Identification of citrus tristeza virus resistance in citrus relatives and its potential applications. *Phytophylactica*, 19:187-191
- 家城洋之 (2003) 我が国におけるカンキツトリステザウイルスに関する研究の現状と課題. 果樹試験場研究報告, 2:1-7
- Igase M, Okada Y, Ochi M, Igase K, Ochi H, Okuyama S, Furukawa Y and Ohyagi Y(2018) Auraptene in the peels of *Citrus kawachiensis* (Kawachibankan) contributes to the preservation of cognitive function: A randomized, placebo-controlled, double-blind study in healthy volunteers. *Journal of prevention of alzheimer's diseases*, 5(3):197-201
- Iray MS, Permer TA and Garnsey SM (1988) Identification of severe isolates of citrus tristeza virus in young field plantings by enzyme-linked immunosorbent assay. *Proceedings of Florida State Horticultural Society*, 101:73-76
- 宮川経邦 (1976) Tristeza virus によるユズ, *Citrus junos* Sieb. Ex. Tan. の衰弱症状. 徳島県果樹試験場研究報告, 5:31-41
- Murakami A, Kuki W, Takahashi Y, Yonei H, Nakamura Y, Ohto Y, Ohigashi H and Koshimizu K (1997) Auraptene, a citrus coumarin, inhibits 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate-induced tumor promotion in ICR mouse skin, possibly through suppression of superoxide generation in leukocytes. *Japanese Journal of Cancer Research*, 88:443-452
- 根角博久, 吉岡照高, 吉田俊雄, 山田彬雄 (1993) カンキツの成熟期の遺伝に関する研究 (第1報) カンキツの雑種における初秋期の酸濃度の分離. 園芸学雑誌, 62 (別1) : 64-65
- Ogawa K, Kawasaki A, Yoshida T, Nesumi H, Nakano M, Ikoma Y and Yano M(2000). Evaluation of auraptene content in citrus fruits and their products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:4763-1769
- 重田進, 安楽又純 (1988) 宮内イヨにおけるステムピッチングの発生程度と生育, 収量, 品質との関係. 山口県農試研究報告, 40 : 74-79
- 田中彰一, 山田俊一 (1964) ハッサク萎縮病に関する研究第1報 病徴および病原ウイルス. 園芸試験場報告, B3 : 67-79
- Tanaka T, Makita H, Hara A, Mori H, Hara A, Kuki W, Yonei H, Koshimizu K and Ohigashi H (1997) Citrus auraptene inhibits chemically induced colonic aberrant crypt foci in male F344 rats. *Carcinogenesis*, 18:2155-2161
- Tanaka T, Kawabata K, Kakumoto M, Matsunaga K, Mori H, Murakami A, Kuki W, Takahashi Y and Ohigashi H (1998) Chemoprevention of 4-nitroquinoline 1-oxide-induced oral carcinogenesis by citrus auraptene in rats. *Carcinogenesis*, 19:425-431
- 山田俊一, 家城洋之 (1982) 育成カンキツのカンキツトリステザウイルスの保毒状況の検定. 果樹試験場報告, B9 : 23-33
- 吉田俊雄, 七條寅之介, 上野勇, 木原武士, 山田淋雄, 平井正志, 山田俊一, 家城洋之, 倉本孟 (1983) カンキツトリステザウイルス抵抗性品種の探索及び雑種における抵抗性の分離状況. 果樹試験場報告, B10 : 51-68
- 吉田俊雄 (1985) カラタチにおけるカンキツトリステザウイルスに対する感受性の遺伝. 果樹試験場報告, B12 : 17-25
- 吉田俊雄 (1993) カラタチのカンキツトリステザウイルスに対する免疫性のカラタチ属間雑種における遺伝様式. 果樹試験場報告, 25 : 33-43

New Citrus Cultivar ‘Aurastar’

KITA Masayuki^{1)*}, NESUMI Hirohisa¹⁾, KUNIGA Takeshi²⁾, NAKAJIMA Naoko¹⁾,
YOSHIOKA Terutaka³⁾, OHTA Satoshi⁴⁾, TAKISHITA Fumitaka¹⁾, NAKANO Mutsuko¹⁾,
OGAWA Kazunori¹⁾, YOSHIDA Toshio¹⁾ and YANO Masamichi¹⁾

(Received: Jan. 28, 2020/ Accepted: May 20, 2020)

Summary

‘Aurastar’ is a new citrus cultivar that was released in 2012 by the Okitsu Citrus Research Station, National Institute of Fruit Tree Science (presently the Division of Citrus Research, Institute of Fruit Tree and Tea Science), National Agriculture and Research Organization. ‘Aurastar’ originated from a cross between ‘H • FD-1’(an intergeneric hybrid between *Citrus* and *Poncirus* species) and cv.‘Banpeiyu’. This cross was made in 1994 in an effort to breed a variety with high resistance against citrus tristeza virus (CTV) and high auraptene content. ‘Aurastar’ was registered as No.20789 under the Seed and Seedlings Law of Japan on May 24, 2012.

The tree grows vigorously and is upright in growth habit. The average fruit weight is 400-450g on average and the fruit shape is oblate. The rind is yellow-orange in color, 14mm in thickness, and its peelability is difficult. The fruit surface texture is rough. The flesh is yellow in color, and at maturity (in March) the brix and acid values of the juice are approximately 11° and 2.5 g/100ml, respectively. The seeds are many and monoembryonic. The smell derived from *Poncirus* is almost none. The tree is resistant to citrus scab, slightly susceptible to citrus canker, and highly resistant to CTV. The flesh and peel contain high auraptene contents of 0.75 and 0.81mg/g dry weight, respectively. Since the fruit matures in middle to late March, it is desirable to cultivate it in area with relatively warm winters.

Key words: Citrus, auraptene, functional components, citrus tristeza virus

1) Institute of Fruit Tree and Tea Science, National Agriculture and Food Research Organization

2) Institute of Fruit Tree and Tea Science, National Agriculture and Food Research Organization (Current: Western Region Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization)

3) Institute of Fruit Tree and Tea Science, National Agriculture and Food Research Organization (Current: Kyushu-Okinawa Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization)

4) Institute of Fruit Tree and Tea Science, National Agriculture and Food Research Organization (Current: Faculty of Agricultural Production and Management, Shizuoka Professional University of Agriculture)

* Corresponding Author: Division of Fruit Tree Production Research, Institute of Fruit Tree and Tea Science, National Agriculture and Food Research Organization

Fujimoto, Tsukuba, Ibaraki 305-8605, Japan

TEL:029-838-6500 FAX:029-838-6500

E-mail: mkita@affrc.go.jp