

晩生カンキツ新品種 ‘黄宝’ の育成

柳本裕子・金好純子・古田貴音・塩田 俊・
赤阪信二・川崎陽一郎・塩田勝紀・蔵尾公紀・
松下修司・長久 逸・金谷新作

Breeding of New late maturing Citrus Cultivar ‘Kiho’

Yuko YANAGIMOTO, Junko KANEYOSHI, Takane FURUTA, Takashi SHIODA,
Shinji AKASAKA, Yoichiro KAWASAKI, Katsunori SHIODA, Masaki KURAO,
Shuji MATSUSHITA, Suguru CHOKYU and Shinsaku KANETANI

広島県立総合技術研究所農業技術センター
研究報告 第94号別刷

令和元年8月

Reprinted from

Bulletin of the Hiroshima Prefectural Technology Research Institute

Agricultural Technology Research Center No.94

August 2019

晩生カンキツ新品種 ‘黄宝’ の育成

柳本裕子・金好純子・古田貴音・塩田 俊・赤阪信二・
川崎陽一郎・塩田勝紀・蔵尾公紀・松下修司*・長久 逸・金谷新作**

キーワード：育種，カンキツ，無核，三倍体

広島県では、ハッサク (*Citrus hassaku hort. ex Tanaka*) および ‘安政柑’ [*C. maxima* (Burm.) Merr.] などのブンタン [*C. maxima* (Burm.) Merr.] に由来する品種が特産品として古くから栽培されている。これらの品種は、ほのかな苦味とさわやかな風味で根強い人気があるが、種子が多く、果皮やじょうのう膜が硬いため、食の簡便化の流れから、近年は消費の低迷が続いている。生産量においても、広島県果実農業協同組合連合会取扱いのハッサクは、2007年には3,178 tであったのに対し、2017年では1,630 t とほぼ半減している（広島県果実農業協同組合連合会，2009，2018）。生産者からは、産地の活性化のため、ハッサクや ‘安政柑’ のようなブンタン由来のさわやかな風味を有し、無核で食べ易い品種の開発を要望されている。

カンキツ類における無核性品種の育成方法には、ウンシュウミカン (*C. unshiu* Marcow.) に由来する雄性不稔性の利用、無核紀州型無核性の利用、放射線照射等による人為的突然変異の誘発、そして三倍体の利用がある。三倍体は、幼苗期での判定が可能で無核率が高い上、受粉しても種子が入りにくいため、無核性品種の育成に多く利用されている（Cuencaら，2010；金好ら，2014；中島ら，2015；Soost・Cameron，1980，1985；徳永ら，2005；吉田ら，2003）。三倍体は、主に四倍体を育種親に用い、二倍体との交雑によって得られるが、自然界に存在する四倍体は非常に少ない。そこで、まず、育種親となる四倍体を、コルヒチン処理によって人工的に作出し（金好ら，2008）、その形態的特性を解明して、三倍体品種育成の育種素材としての有用性を明らかにした（柳本ら，2012，2017）。

ブンタンの形質を有した三倍体品種には、海外では、Soost・Cameronが無酸ブンタンに四倍体 ‘マーシュ’ グレープフルーツ (*C. paradisi* Macfad.) を交配して育成した ‘Oroblanco’ (1980) や ‘Melogold’ (1985) がある。どちらも果実の形は扁球、果面は滑らかで、酸味が少なくさっぱりとした甘味で、生食用や菓子類の甘味料として日本にも輸入されている。国内では、熊本県において、 ‘晩白柚’ [*C. maxima* (Burm.) Merr.] と ‘チャンドラー’ [*C. maxima* (Burm.) Merr.] の交配で生じた小粒種子から育成された ‘さきつ’（登録番号第13421号、磯部ら，2005）がある。 ‘さきつ’ は花序の形成は総状、翼葉は心臓形、果実の形は扁球、果面は滑らかといったブンタンの形質を有した三倍体である。これらの品種はいずれも無核あるいは少核であるが、果皮は極厚で、手での剥皮が難しく、じょうのう膜が硬い。本研究では、このような食べにくい形質を改良するため、コルヒチン処理によって作出した倍数体の中から、剥皮が容易でじょうのう膜が薄い形質を有した品種を交配親として、 ‘黄宝’ を育成した。ここでは、 ‘黄宝’ の育成経過と品種特性について報告する。

育成経過

1. 交配親とする倍数体の作出

この育種では、特産のハッサクや ‘安政柑’ の食べにくさを改良し、ブンタン由来のさわやかな風味を持つ新品種の開発を目的とした。交配親としては、保有するブンタン由来の約50品種の遺伝資源から、果実品質や着果性に優れる ‘大橘’ [*C. maxima* (Burm.) Merr.] を種子親に、剥皮性に優れ、じょうのう膜が薄く良食味である ‘不知火’ { ‘清見’ [*C. unshiu* Marcow. × *C. sinensis* (L.) Osbeck] × ‘中野3号ポンカン’ (*C. reticulata* Blanco)} を花粉親に選定した。

1995年に広島県立農業技術センター生物工学研究部

* 広島県立総合技術研究所西部工業技術センター

** 故人

平成30年12月25日受理

(広島県東広島市八本松町, 現: 広島県立総合技術研究所農業技術センター) にて, ‘不知火’ に生山の方法(1992)を一部改変したコルヒチン処理(金好ら, 2008)を行った。処理した32個の腋芽を暗室でもやし状に発芽させたカラタチに接木し, このうち6個体が2~3か月後に伸長した。これらから, 葉が厚いおよび葉色が濃いなどの染色体倍加の可能性がある特徴を基準にして2個体を選抜した。その後, ガラス室で1年6か月以上育苗し, フローサイトメトリー(Ploidy Analyzer PA, Partec社)により倍数性を判定した結果, 選抜した2個体は, 二倍性細胞と四倍性細胞が混在する倍数性キメラであった(表1)。得られた2個体の倍数性キメラ‘不知火’は, 45~60Lポットに移植し, 同センター果樹研究部(東広島市安芸津町)の無加温ガラス室にて育成した。正常に生育した1個体の樹冠全体から, 硬化した当年春枝10本を均等に選定し, それぞれから葉1枚, 果実1個を採取して組織別の倍数性をフローサイトメトリーで調査した。この結果, この個体は, 表皮系の起源となる茎頂分裂組織第一層(以下, L1; Sugawaraら, 2002)が二倍性, 生殖器官等の起源となる茎頂分裂組織第二層(以下, L2)および茎や葉のずい等の起源となる第三層(L3)が四倍性である倍数性周縁キメラ(以下, 2x-4x-4x倍数性キメラ)であることが判明した(金好・山口, 2002)。この2x-4x-4x倍数性キメラは, 花粉などの生殖器官が四倍性であることから, 四倍体と同様に三倍体育成の交配親として利用できると考えられた。

2. 2x-4x-4x倍数性キメラを交配親とした三倍体の育成

1999年に, 果樹研究部三原分室露地圃場(三原市木原町)植栽の二倍体‘大橘’を種子親とし, コルヒチン処理により作出した2x-4x-4x倍数性キメラ‘不知火’を花粉親とした交配を行った。交配によって得られた50個の果実から, 完全種子8個, 不完全種子387個を獲得した(金好・山口, 2002)。完全種子は外種皮および内種皮を

除去してパーミキュライトに播種し, 25℃, 12時間日長の培養室で育苗した。不完全種子は, 外種皮および内種皮を除去し, 取り出した胚を1/2濃度のMS培地(シヨ糖3%, ゲルライト1%)にて, 完全種子と同様の環境条件下で培養した。発芽発根した個体は, 同組成のゲルライト0.2%の培地に移植して生育を促した。生育した実生の倍数性は, 播種後, 約1 cmに伸長した根の根端を採取し, 押しつぶし法(生山, 1981)による染色体数調査により判定した。完全種子は8個すべてが正常に発芽・生育し, このうち7個体が二倍体, 1個体が四倍体であり, 不完全種子は, 26個体が正常に生育し, それらのすべてが三倍体であった(金好・山口, 2002)。

3. 2x-4x-4x倍数性キメラを交配親とした三倍体新品種‘黄宝’の選抜

二倍体‘大橘’×2x-4x-4x倍数性キメラ‘不知火’の交配で得られた不完全種子由来の三倍体実生26個体の腋芽を, 暗室でもやし状に発芽させたカラタチに接木した。活着した個体は, 同センターのガラス室にて育苗し, 2000年に果樹研究部三原分室圃場に定植して一次選抜を行った。この中から, 剥皮が容易でじょうのう膜が薄く, 無核で食味が良く, 結実良好な‘H1118不7-1’(個体番号)を選抜し, ‘広島柑橘B30号’の系統名を付した。次世代検定のため, 2005年に三原分室圃場植栽の18年生‘足立ネーブル’[*C. sinensis* (L.) Osbeck var. *brasilienis* Tanaka] 3樹に高接ぎを行った。2008~2009年にかけて, 同一圃場植栽の‘農間紅八朔’および‘川野ナツダイダイ’(*C. natsudaidai* Hayata)を対照として, 農林水産植物種類別審査基準(ブクタン類)に基づき, 樹体, 枝葉, 花および果実の調査を実施した。調査に用いた樹は, 広島県の定める晩柑類の防除暦に基づいて管理した。本系統は, 黄金のように鮮やかな黄橙色の果皮と瑞々しい黄橙色の果肉を有することから, ‘黄宝’(きほう)と命名し, 2010年3月4日に品種登録出願し, 2013年2月26日

表1 ‘不知火’のコルヒチン処理により作出した倍数性別個体数

品種	処理 腋芽数	伸長 腋芽数	選抜 個体数 ^z	倍数性別個体数 ^{yx}			獲得率(%) ^{xw}	
				2x	2x+4x	4x	2x+4x	4x
不知火	32	6	2	0	2	0	6.3	0

^z達観により, 葉が厚いなど染色体倍加の可能性がある個体を選抜

^yコルヒチン処理後1年6か月経過した個体について, 葉の中央脈および側脈を除いた葉身中央部の倍数性をフローサイトメトリー(Ploidy Analyzer PA, Partec社)で測定

^x2x; 二倍性 4x; 四倍性を示す 2x+4x; 二倍性と四倍性のキメラを示す

^w処理した腋芽数に対する作出した個体数の割合

に品種登録（第22295号）された（図1）。なお、英語表記は‘Kiho’を用いる。

特 性

‘黄宝’の枝葉については、2008年11月に樹冠外周中段の硬化した春枝を各品種10本採取し、枝梢の太さ、とげの発生程度などの形態的特性を対照品種と比較して調査した。また、この枝から1枚ずつ葉を採取し、葉の大きさ、厚さなどを同様に調査した。花は、同年5月に花弁がほころびかかった開花直前の花蕾を20花採取し、花蕾の重さ、花弁の数などを対照品種と比較して調査した。また、4～5月に開花直前の花蕾3花から葯を採取し、25℃10時間日長に設定した人工気象室内で開葯し、花粉を1%アセトカーミン液で染色して稔性を調査した。さらに、10%ショ糖を加えた1%寒天培地に花粉を置床し、25℃で5時間培養して発芽率を調査した。果実特性は、2009年3月17日に樹冠外周中段に結実した平均的な大きさおよび果形の果実10果を収穫して、LDPE（4穴空き）で個装後、常温で貯蔵し、同年4月20日に果実重、果実径、果皮歩合、種子数、糖度およびクエン酸含量などについて調査した。なお、調査方法は、農林水産植物種類別審査基準（ブント類）に基づき行った。

品種と比較して有意に高かった。隔年結果性は対照品種と同等で低く、後期落果の多少は農間紅八朔と同等の少で、樹体の耐寒性は対照品種と同等の中であった。また、10月にかいよう病の発生程度を観察調査した結果、かいよう病に対する抵抗性はやや強いことが明らかとなった。葉身の形は楕円形で、葉身の先端は鋭形、葉身波状は中程度であった（表3）。葉身長は7.6cmで対照品種と比較して有意に短く、葉幅長は4.4cmで‘農間紅八朔’と比較して有意に短く、‘川野ナツダイダイ’と同等であった。葉形指数（葉身長/葉幅長）は1.8で‘農間紅八朔’と同等で、‘川野ナツダイダイ’と比較して有意に小さかった。葉の厚さは0.4mmで対照品種と比較して有意に厚かった。翼葉の形は心臓形で、長さは2.0cmで対照品種と比較して有意に長く、幅は0.9cmで‘農間紅八朔’と同等で‘川野ナツダイダイ’と比較して有意に長かった。葉柄の長さは2.5cmで対照品種と比較して有意に長く、葉柄の太さは2.2mmで対照品種と同等であった。

1. 樹体の特性

‘黄宝’の樹姿は、直立と開張の中間で、樹勢は強い（表2、図2）。節間長は1.6cmで対照品種と同等、枝梢の発生はやや密で、枝梢の太さは6.0mmで対照品種と比較して有意に太いが、枝梢の長さは20.6cmで対照品種と同等であった。毛じは無く、とげの発生率は76.2%で対照

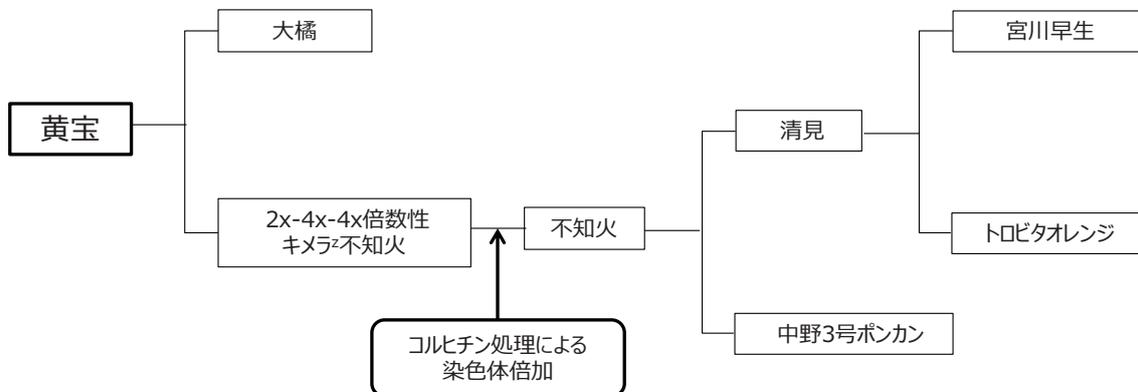


図1 ‘黄宝’の系譜

² 茎頂分裂組織第1層が二倍性、第2層および第3層が四倍性の倍数性周縁キメラ

表2 ‘黄宝’の樹体に関する特性

品種名	樹姿	樹勢	節間長 (cm)	枝梢の 密度	枝梢の太さ (mm)	枝梢の長さ (cm)
黄宝	中間	強	1.6 a ^z	やや密	6.0 a	20.6 a
農間紅八朔	中間	強	1.8 a	中	4.8 b	22.4 a
川野ナツダイダイ	開張	中	1.5 a	中	4.0 c	20.7 a

品種名	枝梢の毛じ の有無	とげ発生率 (%)	隔年結果性	後期落果 の多少	樹体の 耐寒性	かいよう病 抵抗性
黄宝	無	76.2 a	低	少	やや強	やや強
農間紅八朔	無	0.0 b	低	少	中	強
川野ナツダイダイ	無	5.8 b	低	無	中	中

※データは2008年度の調査

^z同一項目のアルファベットは、Tukeyの多重比較検定により同一符号間に5%水準で有意差がないことを示す(n=10)



図2 ‘黄宝’の樹体

表3 ‘黄宝’の葉に関する特性

品種名	葉身の形	葉身先端の形	葉身波状の程度	葉身長 (cm)	葉幅長 (cm)	葉形指数 ²
黄宝	楕円形	鋭形	中	7.6 b ^y	4.4 b	1.8 b
農間紅八朔	卵形	鈍形	中	10.3 a	6.2 a	1.7 b
川野ナツダイダイ	紡錘形	鋭形	弱	9.7 a	4.4 b	2.2 a

品種名	葉の厚さ (mm)	翼葉の形	翼葉の長さ (cm)	翼葉の幅 (cm)	葉柄の長さ (cm)	葉柄の太さ (mm)
黄宝	0.4 a	心臓形	2.0 a	0.9 a	2.5 a	2.2 a
農間紅八朔	0.3 b	楔形	1.6 b	0.8 a	2.0 b	2.5 a
川野ナツダイダイ	0.3 b	楔形	1.1 c	0.3 b	1.5 c	2.3 a

※データは2008年度の調査

²葉身長/葉幅長^y同一項目のアルファベットは、Tukeyの多重比較検定により同一符号間に5%水準で有意差がないことを示す(n=10)

2. 花の特性

‘黄宝’の花序は総状で、花弁は白い(表4)。花弁数は4.4枚で、対照品種と比較して有意に少なかった。花弁の長さは18.1mmで、‘農間紅八朔’と比較して有意に短く、‘川野ナツダイダイ’と比較して有意に長かった。花弁の幅は8.7mmで、対照品種と同等であった。花蕾の重さは1.0gで、‘農間紅八朔’と同等で‘川野ナツダイダイ’と比較して有意に重かった。花糸の数は26.8本で、

対照品種と比較して有意に少なかった。花粉は少なく、花粉稔性は78.3%であり、‘農間紅八朔’と比較して有意に低く、‘川野ナツダイダイ’と同等であり、他の三倍体品種と比較すると高い(Cuencaら, 2010; 金好ら, 2014; 吉田ら, 2003)。しかし、花粉の発芽率は1.0%と対照品種と比較して有意に低く、他の三倍体品種(金好ら, 2014; 吉田ら, 2003)と同様であった。

表4 ‘黄宝’の花に関する特性

品種名	花序の形成	花弁の色	花弁の数 (枚)	花弁の長さ (mm)	花弁の幅 (mm)
黄宝	総状	白	4.4 b ^x	18.1 b	8.7 a
農間紅八朔	総状	白	4.9 a	20.0 a	9.1 a
川野ナツダイダイ	総状	白	5.0 a	16.6 c	8.2 a

品種名	花蕾の重さ (g)	花糸の数 (本)	花粉の多少	花粉稔性 ^z (%)	花粉発芽率 ^y (%)
黄宝	1.0 a	26.8 c	少	78.3 b	1.0 b
農間紅八朔	1.0 a	29.4 b	多	98.9 a	35.9 a
川野ナツダイダイ	0.6 b	34.2 a	多	92.7 ab	31.9 a

※データは2008年度の調査

^z各品種とも3花について、1花当たり200粒以上の花粉粒を、1%アセトカーミンによる染色で観察^y各品種とも3花について、1花当たり200粒以上の花粉粒を、10%ショ糖を加えた1%寒天培地で25°C5時間培養して観察^xアルファベットは、Tukeyの多重比較検定により同一符号間に5%水準で有意差がないことを示す(n=20)

3. 生態特性

2008年の育成地（三原市木原町）における‘黄宝’の発芽期は4月第1半旬で対照品種と比較して早かった（表5）。開花期は5月第4半旬で対照品種と同等であった。果皮の着色歩合が10となる完全着色期は12月第4半旬であった。成熟期は、果実のクエン酸含有量が1.50%未満に下がる時期とし、‘川野ナツダイダイ’と同等の4月第6半旬であった。

4. 果実の特性

‘黄宝’の果実の形は球形で、果梗部にネックが入ることがあり、果皮色は黄橙色である（表6、図3）。油胞の大きさは中、果面の粗滑は中で、果実の耐寒性は中であつた。果皮の剥皮性はやや易であり、手での剥皮が可能で、果心の充実度は空であつた。果実重は404.2gで、対照品種と比較して有意に重かつた。果皮歩合は32.2%で、対照品種と同等であつた。果実の横径は97.5mm、縦

表5 ‘黄宝’の生態に関する特性

品種名	発芽期 ^z	開花期 ^y	果実の完全着色期 ^x	成熟期 ^w
黄宝	4月第1半旬	5月第4半旬	12月第4半旬	4月第6半旬
農間紅八朔	4月第2半旬	5月第4半旬	12月第6半旬	3月第4半旬
川野ナツダイダイ	4月第3半旬	5月第4半旬	-	4月第6半旬

※データは2008年～2009年の調査

^z新芽の過半数が3mmに伸長した時期

^y蕾が連続して開花し始めた時期

^x果皮の着色歩合が10となった時期

^wクエン酸含有量が1.50%未満となった時期

表6 ‘黄宝’の果実に関する特性

品種名	果実の形	果梗部の形	果面の粗滑	果皮の色	油胞の大きさ	果実の耐寒性	剥皮性
黄宝	球	低カラー凹	中	黄橙	中	中	やや易
農間紅八朔	扁球	やや凹	中	濃橙	中	強	やや難
川野ナツダイダイ	扁球	やや凹	中	橙	中	強	やや難

品種名	果心の充実度	果実重 (g)	果皮歩合 (%)	横径 (mm)	縦径 (mm)	果形指数 ^z	果肉の色
黄宝	空	404.2 a ^x	32.2 ab	97.5 a	87.3 a	111.7 b	黄橙
農間紅八朔	中	333.1 b	34.4 a	94.5 b	72.8 b	129.8 a	黄橙
川野ナツダイダイ	中	266.6 c	31.3 b	90.3 c	69.0 c	131.1 a	黄橙

品種名	じょうのう膜の硬さ	香気の多少	果汁の多少	糖度 (°Brix)	クエン酸含量 (%)	種子数	
						完全	不完全 ^y
黄宝	軟	中	多	13.0 a	1.44 a	0.2 c	0.2 b
農間紅八朔	中	少	中	12.9 a	1.40 a	38.3 a	2.9 a
川野ナツダイダイ	硬	中	中	10.6 b	1.50 a	24.5 b	2.7 ab

※果実は2009年3月17日収穫、2009年4月20日調査

^z横径/縦径×100

^y8 mm以上の不完全種子数

^xアルファベットは、Tukeyの多重比較検定により同一符号間に5%水準で有意差がないことを示す (n=10)

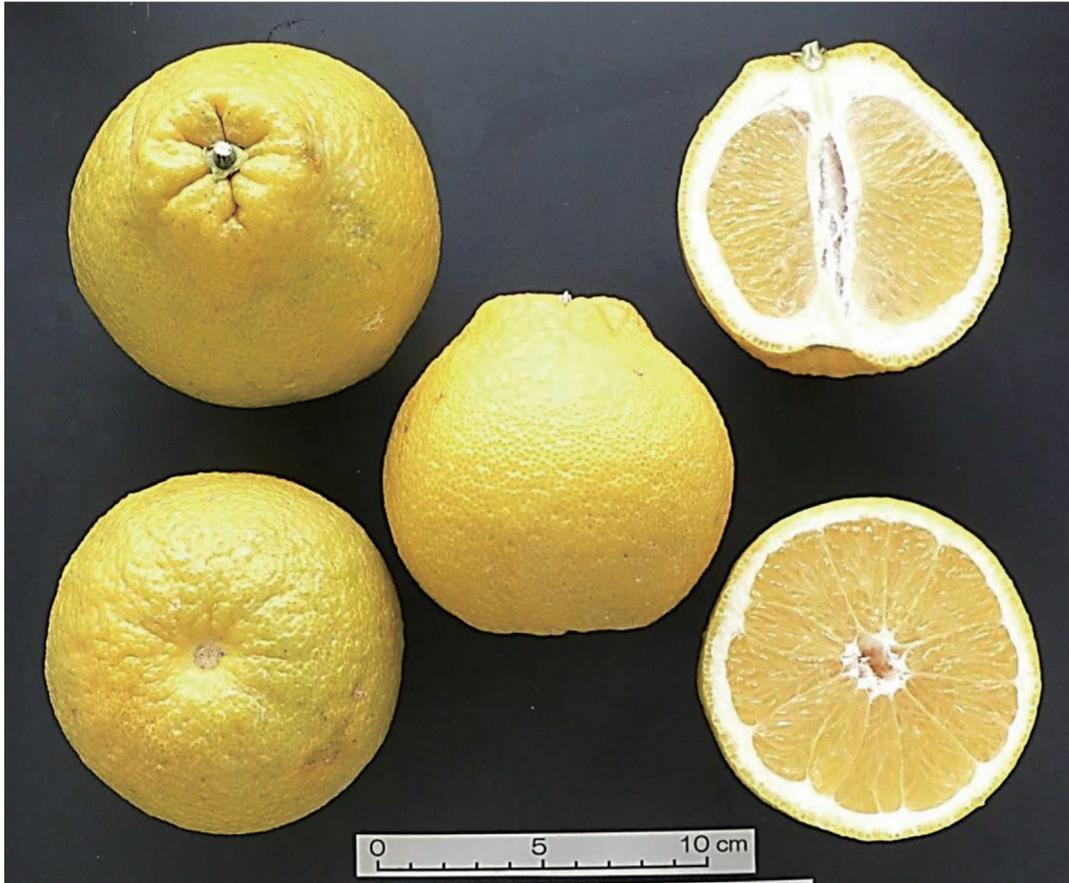


図3 ‘黄宝’の果実

径は87.3mmで、いずれも対照品種と比較して有意に大きく、果形指数（横径/縦径）は111.7で、対照品種と比較して有意に小さかった。果肉の色は黄橙色で、じょうのう膜は柔らかい。香気は中程度で、果汁は多く、じょうのうは崩れにくく食べ易い。糖度は13.0°Brixであり、‘川野ナツダイダイ’と比較して有意に高く、‘農間紅八朔’と同等であった。クエン酸含量は1.44%であり、対照品種と同等であった。他品種との混植における自然受粉果実の種子数は、完全種子、不完全種子とも0.2個とほぼ無核であり、対照品種と比較して、種子形成は顕著に抑制された。また、2018年1月から3月まで1ヶ月毎に収穫し、4月中は常温、5月以降は気温の上昇による腐敗を回避するため8℃で貯蔵した果実（栽培地点は尾道市瀬戸田町の試験園、裸果で新聞紙囲いのコンテナ詰め）の糖度とクエン酸含量を経時的に調査した結果、5月にはクエン酸含量が1.27%となり、6月まで糖度の上昇が認められた（図4）。そのため、5～6月が成熟期であると考えられた。

以上のとおり、この育種により、カンキツ類における2x-4x-4x倍数性キメラが三倍体育成の交配親として有用

であることを明らかにし、‘黄宝’は、2x-4x-4x倍数性キメラを交配親として育成された初の三倍体品種となった。

適応地域および栽培上の留意点

‘黄宝’は、幼木や高接ぎ間もない若枝ではとげの発生が多いので、新梢が柔らかいうちに切除する。樹齢が進むとともに樹勢が落ち着いて、とげは短くなる。かいよう病にはやや強く、近隣の発生源を除去し、適切に防除を行えば、蔓延することはほとんどない。また、隔年結果性が低いため、栽培し易い。樹体の耐寒性はやや強いが、果実の耐寒性は‘農間紅八朔’や‘川野ナツダイダイ’と比較してやや弱く、寒波に遭遇すると果皮障害や食味の低下および凍結等が発生する場合があるので、冬期に温暖な地域が栽培適地である。12月下旬には完全着色となるが、クエン酸含量が1.50%を下回るのは4月中下旬以降で、6月まで糖度が上昇するため、5～6月頃が成熟期と考えられる。しかし、後期落果が‘川野ナツダイダイ’よりも多く発生するので、これを回避するた

め、3月中下旬に収穫し、貯蔵することが望ましい。貯蔵中には、果皮障害が発生する可能性があるため、今後は正品率を向上する技術について検討する必要がある。

‘黄宝’は、多くの国産カンキツ類の販売が終わる端境期に成熟期を迎える無核で食べやすい品種であり、カンキツの需要拡大に貢献できる品種として普及が期待される。

謝 辞

本研究報告の執筆にあたり御校閲を賜りました京都大学名誉教授 北島 宣博士に謹んで感謝の意を表します。また、本研究を遂行するにあたり、当センター研究員お

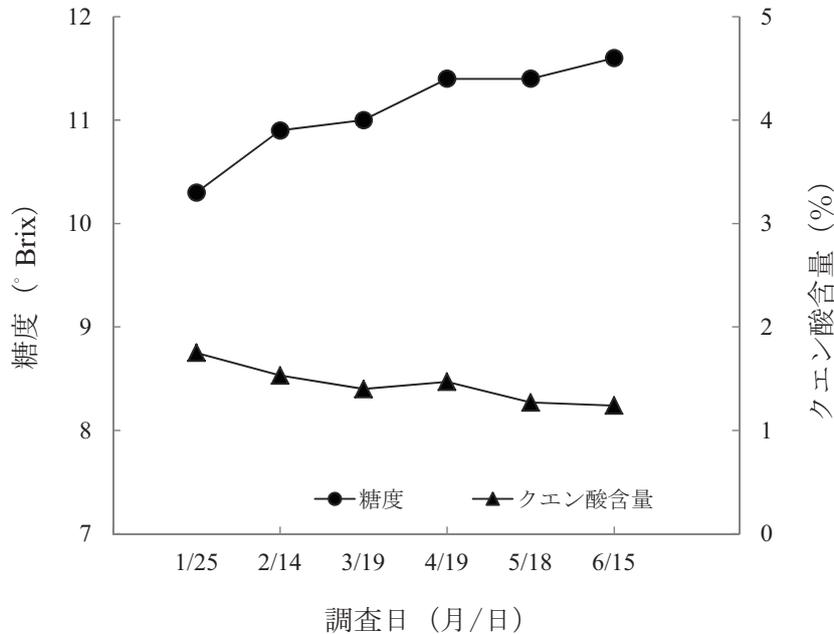


図4 ‘黄宝’の糖度およびクエン酸含量の推移

※データは尾道市瀬戸田町植栽, 2018年1月から3月にかけての収穫果実のもの。

4月以降は貯蔵果で、5月および6月は8°Cで貯蔵。

摘 要

‘黄宝’は、1999年に広島県立総合技術研究所農業技術センターにおいて、コルヒチン処理によって作出した2x-4x-4x倍数性キメラ‘不知火’を二倍体‘大橋’に交配して育成したブンタン風味の交雑品種である。2010年3月4日付けで品種登録出願し、2013年2月26日に登録番号第22295号として品種登録された。

‘黄宝’は、成熟期が5~6月の晩生種である。果実は球形で果梗部に短いネックが入ることがあり、果皮、果肉は黄橙色で、果実重が約400gと大果である。剥皮しやすく、じょうのう膜は柔らかく、ほぼ無核で食べ易い。隔年結果しにくく、かいよう病の発生が少ないので栽培が容易である。国産カンキツ類の端境期に成熟期となるため、出荷期間の拡大に貢献するブンタン風味の品種として期待されている。

よび嘱託員一同に多大なご協力を頂いたことをここに記して、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Cuenca, J., P. Aleza, J. Juarez, J. A. Pina and L. Navarro. 2010. ‘Safor’ mandarin: a new citrus mid-late triploid hybrid. HortScience. 45: 977-980.
- 広島県果実農業協同組合連合会. 2009, 2018. 果樹商品づくり重点対策.
- 磯部 暁・満田 寛・藤田賢輔・坂西 英・福永悠介・重岡 開・稲葉一男. 2005. さきつ. 品種登録13421.
- 金好純子・古田貴音・蔵尾公紀・山口 聡. 2008. 単胚性カンキツにおけるコルヒチン処理による四倍体の作出とその種子親としての利用による三倍体の獲得. 園学研. 7: 5-10.

- 金好純子・古田貴音・塩田 俊・赤阪信二・柳本裕子・栗久宏昭. 2014. レモン自然交雑実生における三倍体の出現と新品種‘イエローベル’の育成. 園学研. 13 : 19-26.
- 金好純子・山口 聡. 2002. コルヒチン処理により得られたカンキツキメラ個体の倍数性構造と交配親としての活用. 園学雑. 71 (別2) : 229.
- 中島光廣・徳永忠士・新居美香・津村哲宏・山本浩史・坂口 優・山尾正実. 2015. 三倍体香酸カンキツ新品種‘阿波すず香’の育成. 徳島農林水産技術支援センター農研報2. 9-12.
- 生山 巖. 1981. カンキツ類の根端細胞における染色体の一観察法について. 果樹試報. D3 : 1-7.
- 生山 巖. 1992. カンキツ類の倍数性育種に関する研究—主として四倍体育種素材の作出について—. 果樹試特報3 : 1-68.
- Soost, R. K. and J. W. Cameron. 1980. ‘Oroblanco’ a triploid pommelo-grapefruit hybrid. HortScience 15 : 667-669.
- Soost, R. K. and J. W. Cameron. 1985. ‘Melogold’ a triploid pommelo-grapefruit hybrid. HortScience 20 : 1134-1135.
- Sugawara, K., T. Wakizuka and A. Oowada. 2002. Histogenic identification by RAPD analysis of leaves and fruit of newly synthesized chimeric citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127 : 104-107.
- 徳永忠士・新居美香・津村哲宏・山尾正実. 2005. スダチにおける四倍体と二倍体との交雑による三倍体雑種の作出および無核品種‘徳島3X1号’の育成. 園学研. 4 : 11-15.
- 柳本裕子・金好純子・古田貴音. 2017. カンキツのコルヒチン処理により作出した $2x-4x-4x$ 倍数性キメラの花粉および果実組織の倍数性と三倍体育成親としての活用. 園学研. 16 : 249-264.
- 柳本裕子・金好純子・古田貴音・北野剛志. 2012. カンキツのコルヒチン処理により作出した四倍体および倍数性キメラの形態的特性. 園学研. 11 : 449-457.
- 吉田俊雄・根角博久・吉岡照高・家城洋之・伊藤祐司・中野睦子・上野 勇・山田彬雄・村瀬昭治・瀧下文孝. 2003. キンカン新品種‘ぶちまる’. 果樹研報. 2 : 9-16.

Breeding of New late maturing Citrus Cultivar 'Kiho'

Yuko YANAGIMOTO, Junko KANEYOSHI, Takane FURUTA, Takashi SHIODA, Shinji AKASAKA, Yoichiro KAWASAKI, Katsunori SHIODA, Masaki KURAO, Shuji MATSUSHITA, Suguru CHOKYU and Shinsaku KANETANI

Summary

'Kiho' was produced from cross between 'Otachibana' [*C. maxima* (Burm.) Merr.] and 2x-4x-4x ploidy chimera 'Shiranui' [*C. unshiu* Marcow. × *C. sinensis* (L.) Osbeck] × *C. reticulata* Blanco} obtained by colchicine treatment in 1999. It was registered as a new triploid, late maturing and pummelo-flavored cultivar in 2013. The tree vigor is strong and the tree shape is between upright and spreading. It has resistant to citrus canker slightly. It is hard to perform alternate bearing and the maturation period is from May through June. The fruit shape is globose, and the stem end has short neck occasionally. The color of rind is bright golden yellow and the average weight of fruit is approximately 400g. It is easy to eat because the peel and segment membrane is softly and fruits are usually seedless.

Key words : breeding, citrus, seedless, triploid

トマトの促成および夏秋栽培におけるつる下ろし装置が地上部の成長、収量および誘引の作業性に及ぼす影響

中嶋悠太・上藤満宏・川口岳芳・伊藤栄治

キーワード：作業時間、省力化、つる下ろし誘引

広島県のトマト栽培は、産地ごとに北部の冷涼および南部の温暖な気候を利用した作型で行われている。神石高原町、北広島町および庄原市の標高400m以上の地域では、5月に定植して7~11月に収穫する夏秋栽培が行われ、呉市の瀬戸内海沿岸および大崎上島町の島嶼部地域では、10月に定植して1~6月に収穫する促成栽培が行われている。広島県は「2020広島県農林水産業チャレンジプラン」を策定し（広島県農林水産局，2015a），2020年の県内トマトの販売量9300tおよび販売額34億円の目標を掲げ、産地拡大や生産量増加を推進しているが、トマト栽培における膨大な作業時間や労力が目標達成の阻害要因の一つとなっている。特に、誘引作業は栽培期間中の全作業時間の11%を占め、適期での実施を必要とする重要な作業である（広島県農林水産局，2015b）。しかし、収穫時には収穫作業との競合による作業の遅延が問題となっている。

誘引作業は栽培期間の長期化や栽培圃場の立体的空間の有効利用のために行われ、誘引方法としてはつる下ろし誘引、斜め誘引およびUターン誘引等がある。広島県におけるトマト栽培では、つる下ろし誘引（青木，1997）が多く利用されている。本法は、主枝1本仕立てとして、ビニルハウス内上部からつるした紐に主茎を沿わせるようにクリップ等で固定して栽培を行う。主茎が伸長して栽培管理が困難になる前に、作業台車を利用しない場合では茎頂が地表面から約180cmに達した時点で、茎頂を降下させつつ主茎を隣の紐へと移動し、クリップ等で固定して誘引する。作業内容は単純であり、かつ長期多段取りに適した誘引方法であるが、1kg以上となる株を約10日に1回、1株ずつ誘引する必要がある、作業時間は5.0時間・10a⁻¹・10日⁻¹と多大な時間と労力を要する。これらの問題を解決するため、これまでに様々なつる下ろし装置が開発されてきた（金井ら，2001；黒崎ら，2012）

が、装置のコストや複雑な構造が課題となり普及には至っていない。従って、誘引作業の省力化を目的とした装置の普及には、装置のコスト削減や簡素化が重要と考えられる。

近年、静岡県の一部のトマト産地で、安価な部材を用いて自家施工したつる下ろし装置が利用されている（窪田，2014）。本装置は、簡素な構造であり、広島県内のトマト栽培の既存施設への導入が可能と考えられる。しかし、このつる下ろし装置を用いたトマト栽培における地上部の成長、収量、誘引の作業性および装置のコストについての詳細は不明である。そこで、これらの点を明らかにするための実験を行ったので、その結果を報告する。

材料および方法

1. 促成栽培における誘引方法が地上部の成長、収量および作業性に及ぼす影響（実験1）

促成栽培において、慣行のつる下ろし誘引を行う区（以下、対照区）およびつる下ろし装置を利用したつる下ろし誘引を行う区（以下、つる下ろし装置区）を設け、地上部の成長、収量および誘引にかかる作業時間を比較した。

実験は広島県立総合技術研究所農業技術センター（広島県東広島市八本松町）において実施した。対照区は、地表面から200cmの高さで水平に固定した直径22mmの直管パイプに誘引紐（つりっ子紐，ナスニックス（株））を吊るした。誘引紐には、1株当たりクリップ（クキロック，タキゲン製造（株））を2個使用し、主茎を固定した。概ね10日に1回、主茎が約40cm伸長した時点を目安とし、主茎を約40cm降下させ隣の誘引紐へ移動した（図1，b→c）。つる下ろし装置区は、図2に示したつる下ろし装置を用い、つる下ろし誘引を行った。本装置は、駆動軸（図2，a）とハンドル（図2，b）で構成され、300cm間隔