

原著論文

無核性と機能性成分高含有の品種育成に有用な 育種素材 ‘ かんきつ中間母本農 6 号 ’ †¹

吉田俊雄・根角博久†²・吉岡照高†³・伊藤祐司†⁴・矢野昌充

中野睦子†⁵・上野 勇†⁶・山田彬雄†⁷・小川一紀

村瀬昭治†⁷・瀧下文孝†⁸・日高哲志†⁹・川井 悟†¹⁰

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構

果樹研究所カンキツ研究部興津

424-0292 静岡県静岡市

‘ Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou ’ (‘ Citrus Parental Line Norin No. 6 ’)
is Useful for Breeding Seedless and Functional Component-rich Cultivars

Toshio YOSHIDA, Hirohisa NESUMI, Terutaka YOSHIOKA, Yuji ITO, Masamichi YANO,
Mutsuko NAKANO, Isamu UENO, Yoshio YAMADA, Kazunori OGAWA,
Shoji MURASE, Fumitaka TAKISHITA, Tetsushi HIDAKA and Satoru KAWAI

Department of Citrus Research, Okitsu, National Institute of Fruit Tree Science
National Agriculture and Bio-oriented Research Organization
Shizuoka, Shizuoka 424-0292, Japan

Summary

‘ Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou ’ (‘ Citrus Parental Line Norin No. 6 ’) is a relatively new citrus parental line released in 2001 by the Department of Citrus Research, Okitsu, National Institute of Fruit Tree Science, National Agriculture Research Organization. It originated from a cross between ‘ King ’ mandarin and ‘ Mukaku-kishu ’ (a seedless cultivar of *Citrus kinokuni* Hort. ex Tan.), made in 1986. It was registered by Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries on October 9, 2001 and also registered as No. 12070 under the Seed and Seedlings Law of Japan on June 4, 2004.

The tree is intermediate in vigor and upright in growth habit. It is resistant to citrus scab and citrus

†¹ 果樹研究所業績番号 : 1360

(2004年7月22日受付・2005年2月9日受理)

†² 現 長崎県果樹試験場 856-0021 長崎県大村市

†³ 現 農業生物資源研究所放射線育種場 319-2293 茨城県常陸大宮市

†⁴ 現 北海道農業研究センター作物開発部 062-8555 北海道札幌市

†⁵ 元 果樹研究所カンキツ研究部興津

†⁶ 元 果樹試験場長

†⁷ 元 果樹試験場興津支場 (故人)

†⁸ 現 近畿中国四国農業研究センター特産作物部 765-0053 香川県善通寺市

†⁹ 現 鹿児島大学多島園研究センター 890-8580 鹿児島県鹿児島市

†¹⁰ 現 東京電機大学理工学部 350-0394 埼玉県比企郡鳩山町

canker. The amount of pollen is somewhat low but pollen fertility is high. The fruit is somewhat small and the shape is oblate. The rind is orange in color and medium in thickness and is moderately easy to peel. The fruit surface texture is intermediate and there is no occurrence of peel puffing. The flesh is orange in color and juicy. The juice has high sugar content and 'King' mandarin-like flavor. The fruit matures in late January to early February.

The fruit is completely seedless and the parental line shows strong female sterility like 'Mukaku-kishu'. The female sterility is passed on to the progeny at a high rate. The fruit is rich in the functional components synephrine, -cryptoxanthin, nobiletin, tangeretin and phenyl propanoids. This parental line is useful as a pollen parent for breeding high quality, seedless and functional component-rich citrus cultivars.

Key words: *Citrus*, parental line, female sterility, seedless, functional component, fruit breeding

緒 言

我が国のカンキツ産業は果実消費嗜好の多様化に伴う消費の低迷，外国産果実・果汁の増加等により厳しい状況にある．これを打開するためには，良食味に加え食べやすく，消費者の健康志向に応える機能性成分に富むなど，付加価値の高い画期的な新品種の早急な開発が強く望まれている．

カンキツ類の食べやすさの要件の一つとして種子が無いことが重要である．果樹試験場興津支場（現果樹研究所カンキツ研究部興津）では‘清見’（西浦ら，1983）にみられるやく退化型の雄性不稔性及び‘無核紀州’にみられる受精胚珠が早期に発育停止し退化する型の雌性不稔性（根角ら，1992）を利用した無核品種の育成に取り組んできた．これまでに雄性不稔性品種として‘はれひめ’（吉田ら，2005）を，また，雌性不稔性品種として‘かんきつ中間母本農5号’（吉田ら，2005）を公表している．

興津支場における機能性成分高含有系統の作出試験は交感神経興奮作用を有するシネフリンを対象として1991年に開始したのが最初である．さらに，発がん抑制作用を有する -クリプトキサンチン，ポリメトキシフラボノイド（ノビレチン，タンゲレチン），オーラプテン，抗酸化作用を有するフェニールプロパノイドに着目し，これら成分の高含有系統の選抜を実施してきた．

ここに報告する‘かんきつ中間母本農6号’はその過程で選抜されたもので，経済栽培品種としては果実がやや小さい欠点があるが，‘無核紀州’に由来する雌性不稔性を有し，また，機能性成分に富むことから，無核品種及び機能性成分高含有品種育成のための育種素材として有用と考えられる．

農林水産省育成農作物の中間母本の取扱要領に基づ

き，2001年10月9日付けで登録，公表され，また，2004年6月4日付けで種苗法に基づき品種登録されたので，その特性，有用遺伝形質等について紹介し，その利用の一助としたい．

なお，本研究の機能性成分に係わる研究の一部は生物系特定産業技術研究推進機構との共同研究により実施した．

謝 辞 本品種の育成に当たり，圃場管理等に多大のご協力をいただいたカンキツ研究部興津の歴代職員，研修生の各位に心から感謝の意を表する．

育 成 経 過

1986年5月，果樹試験場興津支場（現果樹研究所カンキツ研究部興津）において，雌性不稔性に起因する強い無核性を有する高品質のミカンタイプの品種育成を目標として，ミカン類としては比較的大果で，果実の風味が優れた‘キング’マンダリンを種子親とし，小果であるが剥皮しやすく無核で香りの良い‘無核紀州’を花粉親にして交配を行った（Fig. 1）．同年11月に採種後直ちにガラス室内で播種して育苗を行った．1988年10月に着花・結実の促進を図るために‘林温州’を中間台にして高接ぎを行った．個体番号は‘G-169’である．

1991年の初結実以来，その無核性と‘キング’マンダリンに似た良好な食味と風味に注目して一次選抜し，雌性不稔性の確認と諸形質の調査を行ってきた．また，機能性成分のシネフリン， -クリプトキサンチン，ポリメトキシフラボノイド（ノビレチン，タンゲレチン），フェニールプロパノイドはミカン類に多く含まれる（根角ら，1998；Shiら，1992；Kawaiら，1999）ことが明らかになったので，1996年よりミカン類を親とする既存の雑

種個体群を供試してこれらの成分の高含有個体の選抜を実施した。その結果、‘G - 169’は経済栽培用の品種としては果実が小さいが、健全な花粉を持ち、雌性不稔性であり、調査対象とした機能性成分の含有量が高いことから、無核性、良食味性、及び機能性成分高含有の育種素材として有用であると判定された。

2001年2月の平成12年度果樹試験研究推進会議において中間母本候補とすることが承認され、中間母本登録申請及び種苗法に基づく品種登録出願を行った。2001年10月9日付けで、農林水産省育成農作物の中間母本の取扱要領に基づき、‘かんきつ中間母本農6号’として登録、公表された。また、種苗法に基づき2004年6月4日付けで品種登録された。登録番号は第12070号である。

本品種の育成に携わった担当者及びその担当期間は次のとおりである。

上野 勇(1986年4月～1988年3月)

山田彬雄(1986年4月～1988年3月)

日高哲志(1986年4月～1986年9月)

伊藤祐司(1986年4月～1991年3月)

根角博久(1986年10月～2001年3月)

吉田俊雄(1988年4月～2001年3月)

吉岡照高(1989年10月～1996年3月)

村瀬昭治(1992年10月～1993年3月)

瀧下文孝(1996年10月～1997年3月)

矢野昌充(1996年10月～2001年3月)

小川一紀(1996年10月～1999年5月)

中野睦子(1997年4月～2001年3月)

川井 悟(1996年10月～2000年3月)

特 性 の 概 要

1. 樹 性

樹は直立性で、樹勢は中程度である。枝梢は太く、その長さ及び密度は中程度である。節間の長さは中程度である。枝梢のとげは無い。葉は大きく、葉身は紡錘形で、その厚さは中程度である。葉柄は短く、翼葉は痕跡程度である。かいよう病、そうか病には抵抗性である (Table 1)。

花は小さく、単生し、花弁は白色で平均5.7枚、1花に6～7枚着く場合がある。花糸は少なく平均20本内外で、分離している。花柱は弓形で、子房は扁平である。開花期はやや遅く、‘キング’マンダリンとほぼ同時期で、育成地では5月中旬である。花粉量はやや少ないが、花粉稔性は高い (Table 2)。結実性は良好である。

2. 果実の特性

果実はやや小さく、平均重120gぐらいで、‘無核紀州’より大きく、‘キング’マンダリンとほぼ同じである。果形は扁球で、果形指数118程度である。果梗部は球形で5本内外の放射条溝がある。果頂部は平坦で、放射条溝と凹環は無い。果皮は橙色で、厚さはやや薄く、3.5mm程度である。果皮歩合は約30%で、剥皮性は中程度である。果面の粗滑は中程度で、油胞は小さく密に分布している。浮皮の発生は無い。果皮の完全着色は遅く、1月中旬頃である。果肉は橙色、砂じょうの大きさは中程度で多汁である。‘キング’マンダリンに似た風味を有し、食味は良好である。じょうのう膜の厚さはやや薄い。2月上旬の分析では、果汁の糖度は13.3度が高く、クエン酸含量は0.94%で低く、成熟期は1月下旬～2月

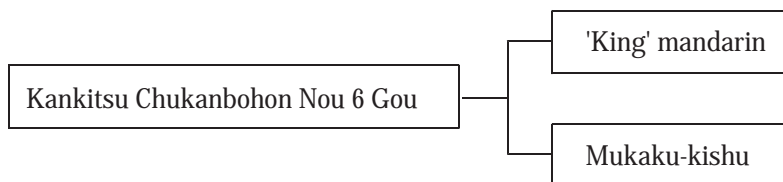


Fig. 1. Pedigree of 'Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou'.

Table 1. Tree characteristics of 'Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou' compared with 'King' mandarin and 'Mukaku-kishu' at Okitsu, Shizuoka (1999).

Cultivar	Tree vigor	Tree growth habit	Density of twigs	Thorn	Occurrence of citrus canker	Occurrence of citrus scab	Full bloom
Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou	Intermediate	Upright	Intermediate	None	None	None	Mid-May
King mandarin	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Much	Medium	None	Mid-May
Mukaku-kishu	Semi-weak	Spreading	Dense	None	Little	None	Mid-May

上旬である (Table 3, Fig. 2, Fig. 3).

交配母本としての有用性

1. 雌性不稔性

アセトカーミン染色法による花粉稔性率がいずれも80%以上と高いナツダイダイ, ヒュウガナツの混合花

粉を用いて受粉試験を行い, 雌性不稔性の確認を行った. 本品種に受粉しても健全な種子は全く形成されなかった. また, 自然受粉果でも健全な種子は認められず, '無核紀州' と同様に強い不稔性を示した (Table 4). 本品種を花粉親とする4組合せの交雑個体群では無核個体が約半数出現した (Table 5). なお, '無核紀州' に由来する雌性不稔性は受精胚珠の発育異常を引き起こす

Table 2. Amount of pollen and pollen fertility of 'Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou'.

Cultivar	Amount of pollen	Pollen fertility	
		No. of pollen observed	% ^z
Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou	Somewhat little	493	82.8
King mandarin	Medium	507	87.6
Mukaku-kishu	Medium	583	70.7

^z Percentage of pollen grains stained well with acetocarmine.

Table 3. Fruit characteristics of 'Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou' compared with 'King mandarin' and 'Mukaku-kishu' at Okitsu, Shizuoka (1999).

Cultivar	Fruit shape	Color of peel	Color of albedo	Size of oil glands	Fruit surface texture	Peeling	Thickness of segment walls	Vesicle			Juice content
								Shape	Size	Color	
Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou	Oblate	Orange	Light yellow	Small	Intermediate	Moderate	Thin-medium	Medium	Medium	Orange	High
King mandarin	Oblate	Orange	Light orange	Medium	Coarse	Moderate	Medium	Medium	Small	Orange	Medium
Mukaku-kishu	Depressed	Orange	Light yellow	Small	Intermediate	Easy	Thin-medium	Short	Small	Orange	High

Table 3. Continued.

Cultivar	Fruit weight (g)	D/H index ^z	Rind thickness (mm)	Number of segments	Diameter of fruit axis (mm)	Collapse of fruit axis	Peel Puffing	Brix		Number of seeds	Full rind coloration	Time of maturation
								Brix	Acid (g/100g)			
Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou	126	118	3.5	10.6	10.9	Very slight	None	13.3	0.94	0	Mid-Jan.	Late Jan. - early Feb.
King mandarin	124	128	5.0	11.2	12.1	Medium	None	12.8	2.38	18.9	Mid-Jan.	April
Mukaku-kishu	38	142	1.8	10.5	11.2	Severe	Much	12.9	0.71	0	Mid- Nov.	Early Dec.

Date of analysis: Feb. 8, 1999. ^z(Diameter/height) x 100.

Table 4. Number of seeds in fruits under artificial pollination and open-pollination.

Cultivar	Year	Treatment	No. of	No. of	Percent of	Average
			fruit	seedless fruit	seedless fruit	seed number
Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou	1999	Artificial pollination ^z	50	50	100	0
	1998	Open-pollination	40	40	100	0
King mandarin	1999	Artificial pollination	1	0	0	24
	1998	Open-pollination	20	0	0	18.9
Mukaku-kishu	1999	Artificial pollination	10	10	100	0

^z Mixed pollen of Hyuganatsu and Natsudaidai was used.

優性遺伝子とその発現を優性に抑制する遺伝子により支配されていることが明らかにされている（根角ら，2001）。

2. 機能性成分

‘かんきつ中間母本農6号’の果皮，果肉中のシネフリンは既存品種の中でも含有量の多いシクワシャーやタチバナに比べても，幼果期には明らかに多く，果皮着色期にはそれらに匹敵する含有量であった。また，果肉中の総カロテノイド含量， γ -クリプトキサントキサンチン含量は含有量の多い‘キング’マンダリンよりやや少ないものの高含有であった。さらに，果汁中のノビレチン，タンゲレチン含量は含有量の多いシクワシャーやタチバナに比べて明らかに多かった。果皮中含量も比較的高かった。果汁中のフェニールプロパノイドについても比較的高含有であり，本品種は含有量を調査したこれらの成分について複合的に高含有であった（Table 6）。

Table 5. Segregation of seedless seedlings in hybrid populations with 'Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou' as a pollen parent.

Seed parent	No. of seedlings investigated	No. of seedlings		Percent of seedless seedlings
		Seedless	Seedy	
Southern Red	3	2	1	66.7
E-647 ^z	30	17	13	56.7
Kiyomi	13	8	5	61.5
Hyuganatsu	12	2	10	16.7
Total	58	29	29	50.0

^z 'Kiyomi' x 'Osceola' ('Clementine' mandarin x 'Orlando').

Table 6. Contents of synephrine, total carotenoids, γ -cryptoxanthin, nobiletin, tangeretin and phenyl propanoids in fruit of 'Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou'.

Cultivar	Synephrine ^z				Total carotenoids	γ -cryptoxanthin	Polymethoxy flavonoid				Phenyl propanoids
	Late Aug.		Late Nov.				Dec.-Feb.	Dec.-Feb.	Nobiletin		
	Juice vesicle	Peel	Juice vesicle	Peel	Juice vesicle ^y	Juice vesicle ^y			Juice ^x	Peel ^w	Juice ^x
Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou	1.45	1.50	0.21	0.48	3.21	0.58	31.02	5.45	7.01	1.04	51.0
Hira-kishu	0.45	0.75	0.10	0.31	1.69	0.81	0.70	6.24	0.37	3.52	13.3
Shiikwasha	0.38	1.02	0.17	0.62	1.01	0.11	0.02	4.65	0.35	2.31	80.9
Tachibana	0.53	0.97	0.20	0.53	0.53	0.03	0.95	11.22	0.45	5.68	93.5
King mandarin	^v	^v	0.28	0.37	4.01	0.78	3.21	1.30	2.16	1.13	54.8

^z mg/100mg dry wt. ^y mg/100g ^x μ g/ml ^w mg/g dry wt. ^v Not analyzed.

‘かんきつ中間母本農6号’は中生のカンキツとして果実は小さいが品質が良く，また，十分な花粉稔性をもっているため，無核性，良食味性，機能性成分高含有の品種育成のための花粉親として利用できると考えられる。

摘 要

1. ‘かんきつ中間母本農6号’は1986年に果樹試験場興津支場において，‘キング’マンダリンに‘無核紀州’を交雑して育成された品種である。2001年10月9日付けで，農林水産省育成農作物の中間母本の取扱要領に基づき登録，公表された。さらに，2004年6月4日付けで種苗法に基づき，第12070号として品種登録された。

2. 樹は直立性で，樹勢は中程度である。枝梢は太く，とげは無い。葉は大きい。花は小さく単生する。花粉量はやや少ないが，花粉稔性は高い。かいよう病，そうか病には抵抗性である。結実性は良好である。

3. 果実は扁球形でやや小さく，平均重120gぐらいである。果皮は橙色で，やや薄く，果面の粗滑は中程度である。剥皮性は中程度，浮皮の発生は無い。果肉は橙色で多汁である。果汁の糖度が高く，‘キング’マンダリンに似た風味を有し，食味は良好である。成熟期は1月下旬～2月上旬である。

4. 果実は機能性成分のシネフリン， γ -クリプトキサントキサンチン，ノビレチン，タンゲレチン，フェニールプロパノイドについて複合的に高含有である。

5. 本品種に他品種の花粉を受粉しても健全な種子は全く形成されず，強い雌性不稔性を示した。本品種を花粉親とする交雑個体群では無核個体が約半数出現した。

6. 本品種は中生カンキツとして果実はやや小さいが品質が良く、また、十分な花粉稔性を持っているので、無核性、良食味性、機能性成分高含有の品種育成のための花粉親として有用である。

引用文献

- 1) Kawai, S., Y. Tomono, E. Katase, K. Ogawa and M. Yano. 1999. Quantitation of flavonoid constituents in *Citrus* fruits. J. Agri. Food Chem. 47: 3565-3571.
- 2) 根角博久・伊藤祐司・吉岡照高・吉田俊雄. 1992. 'ムカクキシュウ'の雌性不稔性とその遺伝. 園学雑. 61(別1): 36-37.
- 3) 根角博久・中野睦子・吉田俊雄. 1998. カンキツのフラベドおよび果汁に含まれる - クリプトキサンチン含量の品種間差異. 園学雑. 67(別2): 108.
- 4) 根角博久・中野睦子・吉田俊雄. 2001. 無核紀州に由来する受精胚珠発育異常の遺伝様式. 園学雑. 70(別2): 403.
- 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) Shi, L., Y. Gotou, K. Shindo, K. Ogawa, Y. Shida, Y. Sashida, H. Shimomura, C. Araki and T. Yoshida. 1992. Synephrine content and their seasonal variation in peels of citrus plants. Shoyakugaku Zasshi. 46: 150-155.
- 7) 吉田俊雄・根角博久・吉岡照高・伊藤祐司・上野 勇・山田彬雄. 2005. 無核性と早熟性の品種育成に有用な育種素材 'かんきつ中間母本農5号'. 果樹研報. 4: 47-52.
- 8) 吉田俊雄・根角博久・吉岡照高・中野睦子・伊藤祐司・村瀬昭治・瀧下文孝. 2005. カンキツ新品種 'はれひめ'. 果樹研報. 4: 37-45.



Fig.2. Fruit of 'Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou'.



Fig.3. Fruiting shoots of 'Kankitsu Chukanbohon Nou 6 Gou'.