



---

---

# あたらしい 農業技術

---

---

No.676

こやま  
‘古山ニューサマー’における  
種なし果実生産機構の解明

令和3年度

## 要 旨

### 1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) ‘古山<sup>こやま</sup>ニューサマー’は、河津町で発見されたヒュウガナツの枝変わり（突然変異）で、平成 27 年に品種登録された晩生のカンキツです。種なし果実を生産することが可能な有望品種であり、伊豆地域を中心に苗木の導入が進みつつあります。
- (2) ‘古山ニューサマー’はヒュウガナツと同様、自家不和合性をもっており、かつヒュウガナツに比べて強い単為結果性を獲得したことで、種なし果実を多く生産可能となったことが明らかになりました。

### 2 技術、情報の適用効果

種なし果実を生産可能となったことにより、種が多いこれまでのヒュウガナツとの差別化が図られ、有利販売につながります。

### 3 適用範囲

県内カンキツ産地

### 4 普及上の留意点

‘古山ニューサマー’は他家受粉により種子が形成されるため、他のカンキツ類（甘夏、はっさくなど）が周囲で栽培されている場合には、種を含む果実が一部で結実します。

## 目 次

はじめに	1
1 ‘古山ニューサマー’の品種特性	1
2 ‘古山ニューサマー’の種なし果実生産機構	2
(1) 花粉稔性および受粉特性(試験1)	2
(2) 異なる受粉処理が‘古山ニューサマー’の着果率に及ぼす影響(試験2)	3
(3) 花粉遮断条件下におけるヒュウガナツ4品種・系統の着果率(試験3)	4
おわりに	5
参考文献	6

## はじめに

ヒュウガナツは、文政年間（1820年頃）に宮崎県で偶発実生として発見されたカンキツで、伊豆地域には1920年に導入されたといわれています。黄色が鮮やかな果皮、爽やかな香りと酸味が特徴で、収穫期が5月であることから、初夏を連想させる代表的な伊豆特産カンキツです。その一方で、ヒュウガナツは自家不和合性をもつことから自らの花粉で受粉することができず、結実には他家受粉が必要であり、通常の露地栽培では受粉樹として‘川野ナツダイダイ’（甘夏）や‘セミノール’などを定植することが栽培上の必要条件となっています。

他家受粉した果実には種子が含まれ、食べやすさを重視する近年の消費者ニーズに合致しないことから、これまでに種なし果実を生産するための研究が多く行われてきました。しかしながら、省力的かつ低コストで種なし果実を生産できる新技術や新品種はなく、これらの開発が求められてきました。

ヒュウガナツの枝変わり種で、静岡県賀茂郡河津町の生産者ほ場において2006年に発見され、2015年に品種登録された‘古山ニューサマー’は、ヒュウガナツに比べて種なし果実が多く得られる点で有望ですが（図1）、種なし果実が多く生産される要因については明らかになっていません。そこで、伊豆農業研究センターでは、‘古山ニューサマー’の花を用いて受粉の有無や受粉する花粉用品種の違いにより着果に差がみられるかを検証し、更にヒュウガナツと比較することで、種なし果実が得られる要因を解明したので、その結果を紹介します。

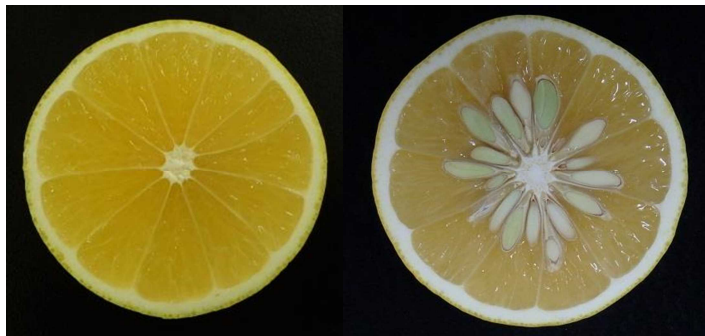


図1 種なしの‘古山ニューサマー’と種ありのヒュウガナツ

### 1 ‘古山ニューサマー’の品種特性

樹勢は中庸、とげは短いが多く発生し、ヒュウガナツと同等程度です。また、かいよう病には耐病性です。果皮は黄色であり、果実表面がヒュウガナツに比べてやや滑らかな果実が多い傾向がありますが、外観でヒュウガナツと見分けるのは困難です（図2）。他のカンキツ類が周囲に定植されている園地にて栽培した際の‘古山ニューサマー’とヒュウガナツの果実品質を2か年で比較したところ（表1）、果実重は120～160gでヒュウガナツに比べてやや小さく、果皮が薄く、1果あたりの種子数が少なく、糖度はヒュウガナツとほぼ同等でした。また、クエン酸含量がヒュウガナツとほぼ同等であったことから、ヒュウガナツの収穫期である4月下旬から5月が、‘古山ニューサマー’の収穫適期であると考えられます。



図2 ‘古山ニューサマー’（左）とヒュウガナツ（右）の着果の様子

表1 ‘古山ニューサマー’の果実特性

	果実重 (g/果)		果肉歩合 (%)		果皮厚 (mm)		種子数 (個/果)		糖度 (Brix%)		クエン酸含量 (%)	
	2013年	2014年	2013年	2014年	2013年	2014年	2013年	2014年	2013年	2014年	2013年	2014年
古山ニューサマー	127	162	75	73	2.9	3.7	1.2	3.0	11.0	12.1	1.65	1.73
ヒュウガナツ	175	182	65	65	5.0	5.3	6.8	6.5	10.8	11.0	1.63	1.40

## 2 ‘古山ニューサマー’の種なし果実生産機構

### (1) 花粉稔性および受粉特性（試験1）

‘古山ニューサマー’、ヒュウガナツ、‘川野ナツダイダイ’の開花直前のつぼみを採取して花粉を精製し、アセトカーミン溶液を処理して染色された花粉を稔性ありとして、稔性がある花粉の割合を調べました。花粉の発芽率は、液体の花粉培地での培養6時間後に発芽した花粉の割合を調査しました。受粉特性の調査では、開花直前のつぼみの花弁と雄ずいを除去した後、‘古山ニューサマー’、ヒュウガナツ、‘川野ナツダイダイ’を総当たりで人工受粉したそれぞれの花を8～9日後に採取し、0.1%アニリンブルー溶液で染色して蛍光顕微鏡を用いて柱頭内の花粉管の伸長の様子を観察しました。花柱を上部、中部、下部の3つに分けて伸長した花粉管の数を計測しました。

結果として、供試した‘古山ニューサマー’の花粉稔性は97.8%、発芽率は55.2%、ヒュウガナツの花粉稔性は98.7%、発芽率は53.5%、‘川野ナツダイダイ’の花粉稔性は98.2%、発芽率は41.4%で、3つのカンキツ種の間には差はみられませんでした。また、受粉処理による花粉管伸長数の調査では、‘古山ニューサマー’、ヒュウガナツともに、自らの花粉の受粉によって柱頭上部まで花粉管は達しましたが、中部および下部に達した花粉管は認められませんでした（表2）。‘川野ナツダイダイ’を花粉親に用いた場合、‘古山ニューサマー’、ヒュウガナツともに柱頭下部まで花粉管が達し、その花粉管数に差はみられませんでした。‘川野ナツダイダイ’を種子親とした場合、‘古山ニューサマー’、‘ヒュウガナツ’ともに柱頭下部まで花粉管が達しました。

以上の結果より、自らの花粉を受粉処理した場合に花粉管が柱頭下部まで伸長しなかったことから、‘古山ニューサマー’はヒュウガナツと同様、自らの花粉で受粉できない性質、すなわち自家不和合性をもっていることが示されました。また、花粉稔性や発芽率はヒュウガナツと同等であり、かつ‘川野ナツダイダイ’を種子親として‘古山ニューサマー’の花粉を受粉した場合に花粉管が柱頭下部まで達したため、‘古山ニューサマー’の花粉はヒュウガナツと同様に正常に機能しており、受粉する能力をもっていることが明らかになりました。

表2 ‘古山ニューサマー’、ヒュウガナツおよび‘川野ナツダイダイ’の各交配組合せにおいて花柱内に伸長した花粉管数

種子親	花粉親	花粉管数 (本/花)		
		花柱上部	花柱中部	花柱下部
古山ニューサマー	× 古山ニューサマー	30.4 ± 6.1	0 ± 0	0 ± 0
ヒュウガナツ	× ヒュウガナツ	31.8 ± 8.4	0 ± 0	0 ± 0
有意性 <sup>z</sup>		n. s.	—	—
古山ニューサマー	× ヒュウガナツ	29.2 ± 10.4	0.2 ± 0.4	0 ± 0
ヒュウガナツ	× 古山ニューサマー	13.6 ± 10.0	0 ± 0	0 ± 0
有意性		*	n. s.	—
古山ニューサマー	× 川野ナツダイダイ	143.2 ± 3.9	49.8 ± 7.9	19.0 ± 9.4
ヒュウガナツ	× 川野ナツダイダイ	144.4 ± 9.1	49.8 ± 13.0	19.2 ± 9.4
有意性		n. s.	n. s.	n. s.
川野ナツダイダイ	× 古山ニューサマー	138.2 ± 6.1	54.0 ± 11.6	22.4 ± 7.3
川野ナツダイダイ	× ヒュウガナツ	169.2 ± 14.3	50.6 ± 15.6	22.8 ± 8.2
有意性		**	n. s.	n. s.

<sup>z</sup> t検定により、\*\*は1%水準で、\*は5%水準で有意差あり、n. s.は5%水準で有意差なし

## (2) 異なる受粉処理が‘古山ニューサマー’の着果率に及ぼす影響 (試験2)

除雄区、自家受粉区、他家受粉区の3区を設けて試験を行いました。開花直前のつぼみの花弁と雄ずいを除去し、除雄区は受粉処理を行わずにそのまま小袋を掛け、自家受粉区は‘古山ニューサマー’のつぼみを、他家受粉区は‘川野ナツダイダイ’のつぼみを採取して得られた花粉を人工受粉し、小袋を掛けました。この処理を5月に実施し、7月から収穫期である翌年4月まで2週間ごとに着果率を調査しました。また、収穫期まで着果していた各処理区の果実をすべて採取し、果実品質を調査しました。

結果として、生理落果がほぼ終了した7月15日時点における除雄区、自家受粉区および他家受粉区の着果率は、それぞれ25.6%、27.8%および67.8%でした(図3)。調査を開始した7月15日から完了した4月19日までの全期間を通して、他家受粉区の着果率は、除雄区と自家受粉区に比べて高く、除雄区と自家受粉区の着果率には差は認められませんでした。

4月19日時点で各処理区に着果していたすべての果実の種子数を調べたところ、除雄区ではすべてが完全種子、不完全種子ともに含まない種なし果実でした(表3)。自家受粉区では完全種子、不完全種子がわずかに含まれていましたが、その数は極めて少なく、すべての果実が種なしであった除雄区との間に、統計的な差はみられませんでした。他家受粉区の完全種子数は24.02個であり、他の2処理区に比べて著しく多い種子を含んでいました。

果実品質については、すべての調査項目において、除雄区と自家受粉区の間には差はみられませんでした(表4)。除雄区と自家受粉区の果実は他家受粉区に比べて小さく、果皮が薄く、糖度が高く、クエン酸含量は高い傾向でした。

以上の結果より、除雄区で着果が認められ、かつ得られた果実がすべて種なしであったことから、‘古山ニューサマー’は、受粉せずに結実して種なし果実が得られる性質、すなわち単為結果性をもっていることが示唆されました。また、除雄区と自家受粉区において、種子数とその他の果実品質に差がみられず、ほとんどが種なし果実であったことから、自家受粉区は、自家受粉によって結実したのではなく、単為結果により結実したと推察されました。更に、他家受粉区で種子を多く含む果実が得られたことから、‘古山ニューサマー’の雌性器官は正常であり、他家受粉により種子を形成して着果することがわかりました。

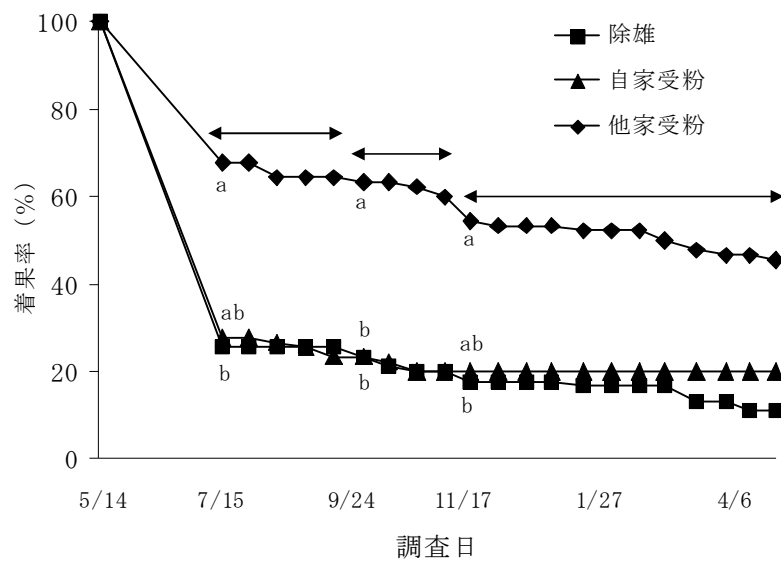


図3 異なる受粉条件下における‘古山ニューサマー’の着果率  
 図中の異なる符号間には、arcsin変換後Holmの多重比較検定により5%水準で有意差あり  
 図中の矢印は当該期間中の符号が同一であることを示す

表3 異なる受粉条件下における‘古山ニューサマー’の種子数

処理区	完全種子数 (個/果)		不完全種子数 (個/果)	
除雄	0 ± 0 <sup>z</sup>	b <sup>y</sup>	0 ± 0	b
自家受粉	0.11 ± 0.19	b	0.38 ± 0.54	ab
他家受粉	24.02 ± 1.44	a	3.07 ± 0.55	a
有意性 <sup>x</sup>	**		**	

<sup>z</sup> 平均値±標準偏差

<sup>y</sup> Holmの多重比較検定により、異なる符号間に5%水準で有意差あり

<sup>x</sup> 分散分析により、\*\*は1%水準で有意差あり

表4 異なる受粉条件下における‘古山ニューサマー’の果実品質

処理区	果実重 (g/果)	横径 (mm)	果形指数 <sup>z</sup>	果皮厚 (mm)	果肉歩合 <sup>y</sup> (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸含量 (%)	す上がり 度
除雄	114.4 ± 15.6 <sup>x</sup> b <sup>y</sup>	63.2 ± 3.3 b	111.4 ± 3.7	2.4 ± 0.1 b	79.2 ± 1.0 a	12.6 ± 0.3 a	1.44 ± 0.10 a	0.1 ± 0.1
自家受粉	85.3 ± 11.5 b	57.5 ± 3.2 b	111.9 ± 2.1	2.2 ± 0.2 b	79.1 ± 1.0 a	13.4 ± 0.8 a	1.52 ± 0.16 a	0.2 ± 0.4
他家受粉	203.4 ± 9.0 a	78.5 ± 1.4 a	109.3 ± 1.0	4.9 ± 0.3 a	68.4 ± 1.7 b	10.7 ± 0.4 b	1.01 ± 0.04 a	0.8 ± 0.4
有意性 <sup>y</sup>	**	**	n. s.	**	**	**	*	n. s.

<sup>z</sup> (横径/縦径) × 100

<sup>y</sup> arcsin変換後に検定

<sup>x</sup> 平均値±標準偏差

<sup>y</sup> Holmの多重比較検定により、異なる符号間に5%水準で有意差あり

<sup>y</sup> 分散分析により、\*\*は1%水準で有意差あり、\*は5%水準で有意差あり、n. s.は5%水準で有意差なし

### (3) 花粉遮断条件下におけるヒュウガナツ4品種・系統の着果率(試験3)

‘古山ニューサマー’、高知県で発見されたヒュウガナツの種が少ない枝変わり品種の‘西内小夏’および‘室戸小夏’、ヒュウガナツの計4カンキツ種を試験に用いました。5月の開花期に開花直前の花の花弁および雄ずいを除去し、小袋を掛けて周囲からの他品種の花粉の飛来を遮断しました。2週間ごとに7月まで、それ以降は1か月ごとに収穫期である翌年の4月

まで着果率を調査しました。また、4月にすべての果実を採取し、種子数を調べました。

結果として、調査を開始した6月4日時点の着果率はすべてのカンキツ種で60%以上であり、品種・系統間の着果率に差は認められませんでした。6～7月に‘西内小夏’、‘室戸小夏’およびヒュウガナツの着果率が大きく低下したのに対し、‘古山ニューサマー’の着果率は60%程度で推移しました(図4)。生理落果がほぼ終了した7月31日時点の着果率は、‘西内小夏’、‘室戸小夏’およびヒュウガナツでそれぞれ2.5%、12.5%および8.3%であったのに対し、‘古山ニューサマー’では顕著に高く、60.8%でした。同様に、産地におけるヒュウガナツの収穫月である4月1日時点においても、‘古山ニューサマー’の着果率は48.3%で、他の3カンキツ種に比べて高く維持されました。

4月1日時点で着果していたすべての果実の種子数を調査したところ、供試したすべてのカンキツ種のすべての果実で、種子は含まれていませんでした。

以上の結果より、雄ずいを除去して小袋を掛けた花粉が存在しない条件下で、‘西内小夏’、‘室戸小夏’およびヒュウガナツに比べて、‘古山ニューサマー’の着果率が高く、得られた果実がすべて種なしであったことから、‘古山ニューサマー’はヒュウガナツやその他の品種に比べて強い単為結果性をもっているために、種なし果実が多く得られるようになったことが明らかになりました。

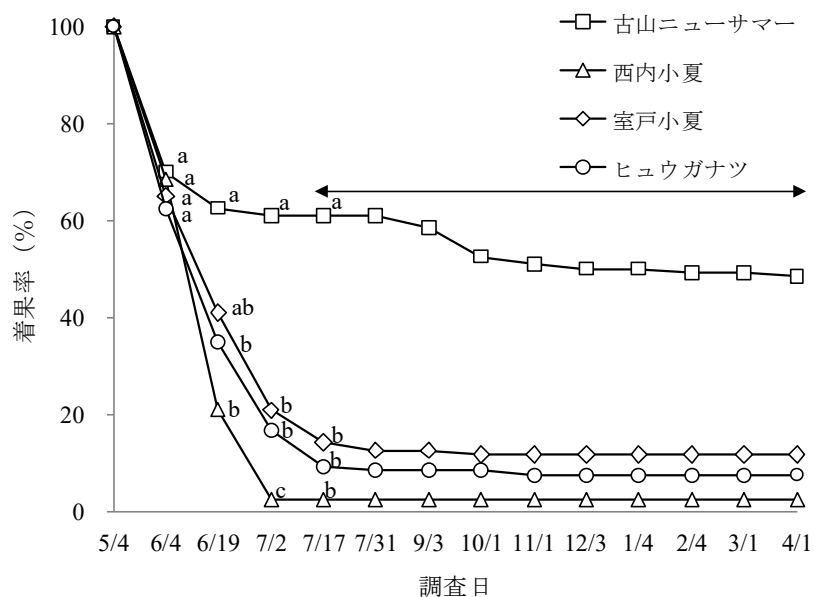


図4 花粉遮断条件下における供試カンキツ種の着果率  
 図中の異なる符号間には、arcsin変換後Tukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり  
 図中の矢印は当該期間中の符号が同一であることを示す

## おわりに

単為結果性は、ウンシュウミカンが種なしになる要因にもなっており、ブドウでは、植物成長調整剤であるジベレリンを利用することで人為的に誘起させる技術が開発されているなど、果樹栽培において非常に重要な性質といえます。それは、種なし果実を生産できるという品質面でのメリットだけでなく、受粉という手間が不要になるという生産面でのメリットもあるた



めです。‘古山ニューサマー’は、単為結果性をもったことにより、種なし果実を生産可能となり、種なし果実を差別化して販売することでカンキツ生産者の所得向上に繋がると考えられます。更に、これまでは受粉樹の混植または人工受粉が必須でしたが、これらが不要となる可能性があり、受粉樹を植えていた範囲にも‘古山ニューサマー’を定植できることから反収が増加すると考えられます。受粉が不要となることで、これまでのヒュウガナツ栽培で問題とされてきた開花期の気象条件による結実の不安定さを解消できる可能性もあります。今後は、種なし果実の収量や経済性を継続して調査することで、速やかな本品種の産地への導入が期待されます。

## 参考文献

- 1) 浜部直哉・馬場明子・前田未野里・勝岡弘幸・種石始弘・久松 奨・野田勝二. 2020. ‘ヒュウガナツ’の枝変わり品種‘古山ニューサマー’の受粉および結実特性. 園学研, 19(3): 229-235.

## 用語解説

### 1) 自家不和合性

自らの花粉では受粉することができない性質。

### 2) 単為結果性

受粉せずに結実する性質。単為結果した果実は種なしとなる。

### 3) 完全種子

正常に発育した種子。

### 4) 不完全種子

完全種子に比べて小さく、厚さが薄い種子。完全種子と同様に口に残るため、食べる際には除去する必要がある。

農林技術研究所伊豆農業研究センター生育・加工技術科 主任研究員 浜部直哉