

ヒュウガナツ無核性品種‘室戸小夏’と‘西内小夏’における花粉管伸長,受精 および種子形成

北島 宣*・岡田嘉樹・長谷川耕二郎

高知大学農学部 783-8502 高知県南国市

Pollen Tube Growth, Fertilization and Seed Development in Hyuganatsu (*Citrus tamurana*) Seedless Cultivars
‘Muroto-Konatsu’ and ‘Nishiuchi-Konatsu’

Akira Kitajima*, Yoshiki Okada and Kojiro Hasegawa

Faculty of Agriculture, Kochi University, Nankoku, Kochi 783-8502

Summary

‘Muroto-Konatsu’ and ‘Nishiuchi-Konatsu’ are seedless bud mutants of Hyuganatsu (*Citrus tamurana*) which were examined for their bases of seedlessness.

1. There were no significant differences in the numbers of ovules and locules per ovary among ‘Muroto-Konatsu’, ‘Nishiuchi-Konatsu’ and common type Hyuganatsu.

2. When ‘Muroto-Konatsu’, ‘Nishiuchi-Konatsu’ and the common type were pollinated with pollen from ‘Suisho-Buntan’ pummelo, the pollen tubes barely penetrated the pistil of ‘Muroto-Konatsu’, whereas they grew down to the ovary of ‘Nishiuchi-Konatsu’ and the common type. Hence, ‘Muroto-Konatsu’ had a few fertilized ovules which failed to set seeds, whereas ‘Nishiuchi-Konatsu’ and the common type had the same number of pollen tubes in the upper part of their ovaries 14 day after pollination and set an equal of fertilized ovules and seeds.

3. Self-pollination and reciprocal pollination were performed in ‘Nishiuchi-Konatsu’ and the common type. In self-pollinated ‘Nishiuchi-Konatsu’, the pollen tubes penetrated into upper part of the ovary. Hence, a few fertilized ovules were produced. In reciprocal pollinated ‘Nishiuchi-Konatsu’ and the common type and self-pollinated the common type, the pollen tubes penetrated only into middle part of the styles. Hence no fertilized ovules were produced.

These data indicate that the seedlessness of ‘Muroto-Konatsu’ results from the inhibition of pollen tube growth into the pistil when cross-pollinated, whereas in ‘Nishiuchi-Konatsu’, which is partially self-compatible, it is nearly always seedless because of poor pollen growth when self-pollinated. We conclude that seedless cultivars ‘Muroto-Konatsu’ and ‘Nishiuchi-Konatsu’ mutated in the characters of the pistils on cross-compatible and self-incompatible, respectively.

Key Words: citrus, fertilization, Hyuganatsu, pollen tube, seedlessness.

緒 言

ヒュウガナツは強い自家不和合性があり (Yamashita, 1978), 単為結果性が劣るので安定した果実生産には人工受粉が必要である。しかし, 他家受粉を行うと1果実当たり約40個の種子を形成する (Yamamotoら, 1995)ため, 種子数の少ない果実生産が望まれている。種子数の少ない果実の生産には4倍体花粉の受粉 (Yamashita, 1976) やジベレリン処理 (牧田, 1984) が有効なことが認められており, すでに実用化されている (波多野, 1991) が, 労

力やコスト面から無核性品種の利用が望ましい。

高知県では, ヒュウガナツの枝変わり品種である‘室戸小夏’と‘西内小夏’が育成されている。‘室戸小夏’は果実が100g程度と小さいものの種子はほとんどなく, 無核性であることが知られている (日本果樹種苗協会, 1999)。一方, ‘西内小夏’は果実が130g程度で, じょうのう数と種子数が少ないことが知られており (日本果樹種苗協会, 1999), 実際栽培ではほぼ無核であることから無核性品種と考えられる。しかし, 両品種とも種子形成が阻害される過程は明らかでない。

種子形成に関与する雌性器官の要因として, 胚珠数, 花柱内の花粉管伸長程度, 受精率, 受精後の種子の発育程度などが考えられる。そこで本研究では, ‘室戸小夏’,

2000年3月15日 受付. 2000年8月9日 受理.

* Corresponding author.

‘西内小夏’および普通系ヒュウガナツを用い、胚珠数ならびに他家受粉と自家受粉における花粉管の伸長程度、受精率および種子の発育程度を調査し、‘室戸小夏’と‘西内小夏’の種子形成が阻害される過程を明らかにした。

材料および方法

1998年には、高知県農業技術センター果樹試験場栽植の‘室戸小夏’、普通系ヒュウガナツおよび高知県安芸郡東洋町の西内哲夫氏栽培圃場の‘西内小夏’を供試した。いずれも開花1~2日前の150~200花らいを除雄し、‘水晶文旦’の開花当日花粉で人工受粉して小袋をかけた。また、10花を採取して子房の側面をメスで切断し、実体顕微鏡下で子室内を開いて胚珠数を調査した。

人工受粉3, 7, 10, 14, 17日後(‘西内小夏’では7, 14日後)に雌ずいを採取し、FAA液で固定した。雌ずいは花柱上部、中部、基部および子房上部に分け、エタノール・ブタノールシリーズで脱水し、パラフィン包埋した。いずれも5雌ずいについて10 μ mのパラフィン切片を作製し、0.1%アニリンブルー水溶液で20分間染色して蛍光顕微鏡(OLYMPUS BX-FLA)により写真撮影を行い、花粉管数を調査した。子房下部は同様に10 μ mのパラフィン切片を作製し、酸性フクシンとファーストグリーンで二重染色した後、光学顕微鏡(OLYMPUS BX50)で受精の有無を調査した。受精率は28~39胚珠について調査し、胚乳の遊離核分裂が認められたものを受精とした。

1999年には、高知県農業技術センター果樹試験場栽植の‘室戸小夏’、‘西内小夏’および高知大学農学部栽植の普通系ヒュウガナツ、‘土佐文旦’を供試した。‘室戸小夏’、‘西内小夏’および普通系ヒュウガナツの100~200花らいに、‘水晶文旦’花粉を前年と同様に人工受粉した。また、‘西内小夏’、普通系ヒュウガナツおよび‘土佐文旦’の150花らいには、‘西内小夏’および普通系ヒュウガナツの花粉を同様に人工受粉した。受粉3, 7, 10, 14, 17日後に雌ずいを採取し、前年と同様に花粉管数と受精率を調査した。受粉6週間後に‘室戸小夏’と‘土佐文旦’果実を、受粉9, 12週間後に‘西内小夏’と普通系ヒュウガナツ果実を採取し、種子および不受精胚珠を摘出して重さを測定した。正常に発育している種子を完全種子とし、完全種子に比べて明らかに小さいものや種子の厚さが薄いものを不完全種子として区分した。重さ1mg以下のものは不受精胚珠として区分し、不受精胚珠数と種子数を調査した。

結 果

1. 胚 珠 数

‘室戸小夏’、‘西内小夏’および普通系ヒュウガナツ(以下、普通系とする)の子房当たりの胚珠数は52程度、子室当たりの胚珠数は5程度、子房当たりの子室数は10.5程度であり、いずれも品種間で差は認められなかった。

Table 1. Numbers of ovules and locules in Hyuganatsu cultivars and common type².

Cultivar	Ovule/Ovary	Ovule/Locule	Locule/Ovary
Muroto-Konatsu	50.1	4.8	10.5
Nishiuchi-Konatsu	53.0	5.0	10.6
Common type	52.6	4.9	10.7

² Values are means of 10 replications.

(第1表)。

2. 花 粉 管 伸 長

1998年に、‘水晶文旦’花粉を‘室戸小夏’、‘西内小夏’および普通系に受粉すると、いずれも花粉管は受粉3日後では花柱上部まで伸長し、受粉7日後では花柱基部まで達していたが、‘西内小夏’では子房上部でも花粉管が認められた(第2表)。受粉10日後では、花粉管は普通系で子房上部に達していたが、‘室戸小夏’では子房上部に達していなかった。受粉14日後には花粉管はいずれも子房上部に達していた。花粉管数は花柱上部では品種間差が認められなかったが、花柱中部では普通系が多く、花柱基部や子房上部では‘室戸小夏’が少なかった。受粉14日後の子房上部の花粉管数は‘室戸小夏’が3.6、‘西内小夏’が17.0、普通系が16.4であり、‘室戸小夏’で顕著に少なく、‘西内小夏’と普通系では差がなかった。

1999年において、‘水晶文旦’花粉を他家受粉した場合の花粉管の伸長は1998年とほぼ同様であり、‘西内小夏’では受粉7日後に花粉管が子房上部に達し、‘室戸小夏’では受粉10日後でも子房上部に達していなかった(第1図)。花粉管数は、花柱上部で‘西内小夏’が多い傾向がみられ、花柱中部で普通系が多く、花柱基部や子房上部では‘室戸小夏’が少なかった。受粉14日後の子房上部の花粉管数は‘室戸小夏’で顕著に少ないことが認められ、‘西内小夏’と普通系では差がなかった。このように、‘水晶文旦’花粉を用いた他家受粉では、普通系に比べて‘室戸小夏’の花柱と子房上部で花粉管の伸長抑制が認められ、‘西内小夏’の子房上部で花粉管の伸長促進が認められた。

‘西内小夏’と普通系の自家受粉および正逆交配における花粉管の伸長を第2図に示した。いずれの正逆交配においても花柱上部では花粉管の伸長が認められ、花粉管数は‘西内小夏’を種子親とした場合に多い傾向がみられた。‘西内小夏’に普通系の花粉を受粉した場合と、普通系に‘西内小夏’および普通系の花粉を受粉した場合では、いずれも花柱中部には花粉管が認められず、強い不適合性がみられた。しかし、‘西内小夏’に‘西内小夏’の花粉を受粉すると、受粉10日後には子房上部まで花粉管の伸長が認められ、受粉14日後における子房上部の花粉管数は0.6であった。

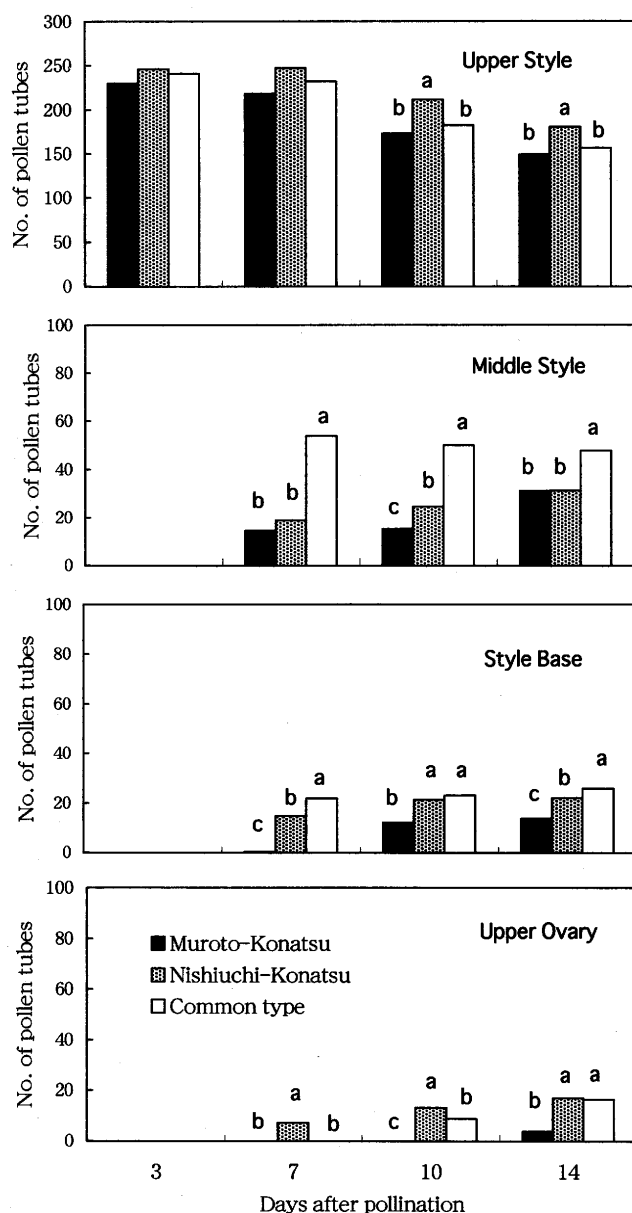


Fig. 1. Penetration of 'Suisho-Buntan' pummelo pollen tubes into the pistils of Hyuganatsu cultivars (1999). Different letters among three columns represent significant differences by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$, $n = 5$).

3. 受精

1998年に'水晶文旦'花粉を他家受粉すると、普通系では受粉10日後に33.3%の受精が認められ、受粉14日後には普通系と'西内小夏'の受精率が60%以上となった(第3表)。「室戸小夏」では受粉14日後に10%の受精がみられたが、受粉10日後や17日後では受精が認められなかった。

1999年では、「水晶文旦」花粉を他家受粉すると、普通系と「西内小夏」はいずれも受粉10日後に受精が認められ、受精率はそれぞれ18.2%と16.7%であった。受粉14日後になると受精率は高まり、17日後にはいずれも60%程度に達した。しかし、「室戸小夏」ではいずれも受精が認められなかった。

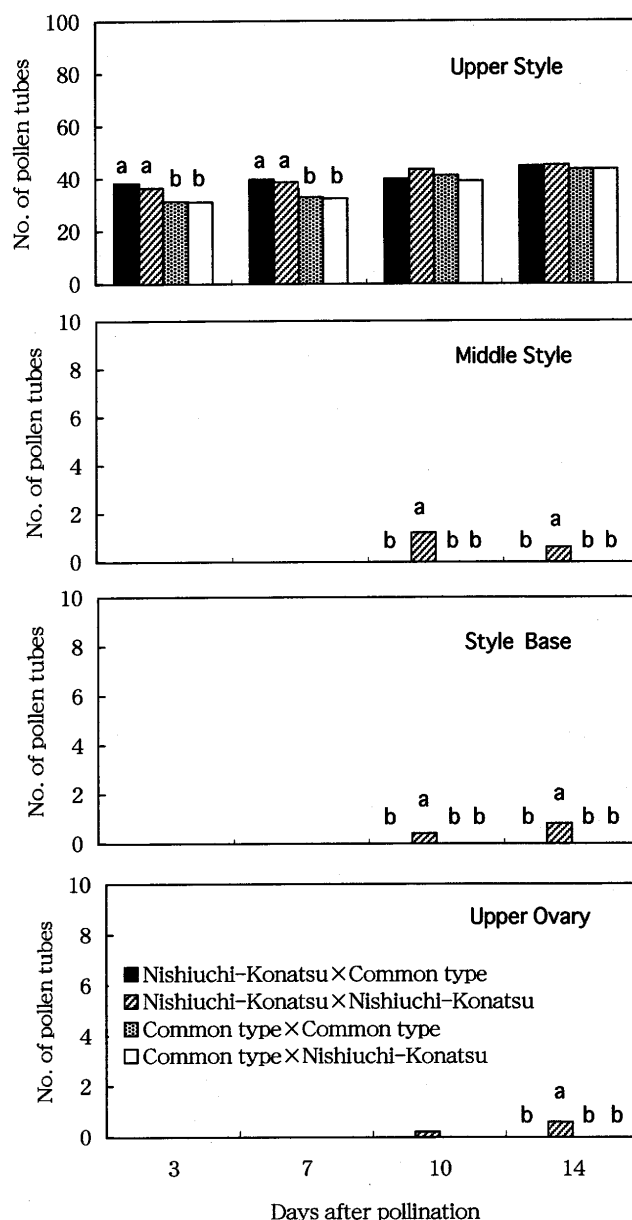


Fig. 2. Pollen tube penetration into the pistils of Hyuganatsu common type and 'Nishiuchi-Konatsu' by self-pollinations and reciprocal pollinations (1999). Different letters among four columns represent significant differences by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$, $n = 5$).

「西内小夏」と普通系の自家受粉および正逆交配における受精率を第4表に示した。「西内小夏」に普通系の花粉を受粉した場合と、普通系に「西内小夏」および普通系の花粉を受粉した場合では、いずれも受精は認められなかった。しかし、「西内小夏」に「西内小夏」の花粉を受粉すると、受粉14日後に6.7%の受精が認められ、受粉17日後の受精率は13.3%であった。

4. 種子形成

「水晶文旦」花粉を用いた他家受粉では、「西内小夏」と普通系の種子数はいずれも受粉9および12週間後で40個前後であり、種子形成に差は認められなかった(第5表)。また、不受精胚珠数にも差はなく、不受精胚珠の出現率は13~20%であった。しかし、「室戸小夏」では受粉6週

Table 2. Penetration of 'Suisho-Buntan' pummelo pollen tubes into the pistils of Hyuganatsu cultivars and common type (1998).

Days after pollination	Part of pistil	No. of pollen tubes in pistil		
		'Muroto-Konatsu'	'Nishiuchi-Konatsu'	Common type
3	Upper style	224.8	–	259.2
	Middle style	0.0	–	0.0
	Style base	0.0	–	0.0
	Upper ovary	0.0	–	0.0
7	Upper style	207.2	295.6	242.2
	Middle style	17.8 c ^z	35.2 b	56.4 a
	Style base	0.2 b	19.4 a	21.4 a
	Upper ovary	0.0 b	8.8 a	0.0 b
10	Upper style	163.0	–	105.0
	Middle style	18.2	–	32.2
	Style base	11.8	–	17.8
	Upper ovary	0.0 b	–	10.0 a
14	Upper style	183.6	188.8	167.4
	Middle style	34.0 b	38.8 b	56.2 a
	Style base	15.8 b	25.0 a	24.4 a
	Upper ovary	3.6 b	17.0 a	16.4 a

^z Different letters among cultivars and common type represent significant differences by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$, $n=5$).

Table 3. Percent fertilized ovules in Hyuganatsu cultivars and common type pollinated with 'Suisho-Buntan' pummelo^z.

Year	Seed parent	Days after pollination				
		3	7	10	14	17
1998	Muroto-Konatsu	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0
	Nishiuchi-Konatsu	–	0.0	–	64.3	–
	Common type	0.0	0.0	33.3	75.0	60.0
1999	Muroto-Konatsu	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nishiuchi-Konatsu	0.0	0.0	16.7	50.0	58.3
	Common type	0.0	0.0	18.2	63.6	63.6

^z Fertilization was estimated by free nuclear division in embryo sac.
Values are based on 28–36 ovules.

Table 4. Percent fertilized ovules in Hyuganatsu common type and 'Nishiuchi-Konatsu' by selfing and reciprocal pollinations (1999)^z.

Seed parent	Pollen parent	Days after pollination				
		3	7	10	14	17
Nishiuchi-Konatsu	Common type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nishiuchi-Konatsu	Nishiuchi-Konatsu	0.0	0.0	0.0	6.7	13.3
Common type	Common type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Common type	Nishiuchi-Konatsu	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

^z Fertilization was estimated by free nuclear division in embryo sac.
Values are based on 30–36 ovules.

Table 5. Number of seeds in Hyuganatsu cultivars and common type pollinated with pollens of 'Suisho-Buntan' pummelo (1999).

Seed parent	Weeks after pollination	No. of ovules and seeds per fruit				No. of fruit investigated
		Unfertilized ovule	Seed			
			Total	Developing	Aborting	
Muroto - Konatsu	6	56.5 a ^z	0.0 b	—	—	3
Nishiuchi - Konatsu	9	6.4 b	38.2 a	36.8 ab	1.4	5
	12	9.6 b	36.4 a	33.0 b	3.4	5
Common type	9	6.4 b	42.0 a	40.2 a	1.8	5
	12	6.5 b	39.5 a	36.0 ab	3.5	3

² Different letters within columns represent significant differences by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

間後に発育した種子は認められず、すべて不受精胚珠であった。'西内小夏'と普通系の自家受粉および正逆交配では、落果のために種子数を調査できなかった。

5. 花粉の受精能力

'西内小夏'および普通系を花粉親として'土佐文旦'に受粉すると、花粉管の伸長に差は認められなかった(データ省略)。受精はいずれも受粉10日後から認められ、受粉17日後の受精率は'西内小夏'が61.5%、普通系が50%であり、'西内小夏'を受粉した場合に、やや高い傾向がみられた(第6表)。受粉6週間後の種子数は'西内小夏'が68.7、普通系が52.5であり、'西内小夏'でやや高い傾向がみられたが有意差は認められなかった(第7表)。

Table 6. Percent fertilized ovules in 'Tosa-Buntan' pummelo pollinated with Hyuganatsu common type and 'Nishiuchi-Konatsu' pollens (1999)².

Pollen parent	Days after pollination				
	3	7	10	14	17
Nishiuchi-Konatsu	0.0	0.0	30.8	61.5	61.5
Common type	0.0	0.0	25.0	50.0	50.0

² Fertilization was estimated by free nuclear division in embryo sac.

Values are based on 30-39 ovules.

Table 7. Number of seeds in 'Tosa-Buntan' pummelo pollinated with Hyuganatsu common type and 'Nishiuchi-Konatsu' pollens (1999).

Pollen parent	Weeks after pollination	No. of unfertilized ovule per fruit	No. of seed per fruit	No. of fruit investigated
Nishiuchi-Konatsu	6	10.0	68.7	3
Common type	6	32.0	52.5	4

考 察

カンキツでは、1果実に形成される子室数や子室当たりの胚珠数が大きく異なり、種子数に影響を及ぼすと考えられている(田中, 1948)。筆者ら(北島ら, 1997)は'土佐文旦'と'水晶文旦'の種子数が大きく異なるのは、おもに形成される胚珠数の差異に起因していることを認めている。ヒュウガナツでは、'西内小夏'のじょうの数(子室数)が少ないとされている(日本果樹種苗協会, 1999)が、本実験の結果、1果実に形成される子室数、子室当たりの胚珠数および果実当たりの胚珠数は、'室戸小夏'、'西内小夏'および普通系ヒュウガナツで差が認められず、ヒュウガナツ無核性品種の種子形成は子室数や胚珠数の差異に起因していないと考えられた。

普通系ヒュウガナツに'水晶文旦'花粉を受粉すると、花粉管は受粉3日後では花柱上部にのみ認められるが、受粉7日後には花柱基部まで伸長し、受粉10日後には子房上部に達していた。この結果は、普通系ヒュウガナツにハッサク花粉を受粉したYamashita (1978)の報告とほぼ一致しており、普通系ヒュウガナツでは他家受粉により、受粉7日後から10日後にかけて花粉管が子房に達するものと考えられた。

受精に関しては、三輪(1951)は、普通系ヒュウガナツにナツダイダイ花粉を受粉すると、胚乳の遊離核分裂は受粉8日後で18%、受粉10日後で約60%、受粉13日後には100%に達することを報告している。本実験における'水晶文旦'花粉の受粉では、胚乳の遊離核分裂は受粉7日後には認められず、受粉10日後には約20-30%となり、受粉14日後には約60-75%と急増し、受粉17日後には14日後とほぼ同様であった。本実験では、受粉から受精に至る日数が三輪(1951)の報告に比べて3日程度遅かったが、これは温度条件や花粉親の違いによる可能性もある。しかし、三輪(1951)はすべての胚珠が受精したとしているが、本実験では受粉17日後にも不受精胚珠が約40%認められた。本実験において、普通系ヒュウガナ

ツの胚珠数は52個程度であることや、'水晶文旦'花粉を受粉すると不受精胚珠が約13%出現することが認められ、2倍体ナツダイダイ花粉を受粉すると40個程度の種子が形成されること(Yamashita, 1976), カワチバンカン花粉を受粉すると38個程度の種子が形成されること(Yamamotoら, 1995)などから、普通系ヒュウガナツでは、他家受粉を行っても受精していない胚珠が13%程度は存在するものと考えられた。

一方、普通系ヒュウガナツの自家受粉では、花粉管の伸長は花柱上部で停止しており、強い自家不和合性が認められ、Yamashita(1978)の結果と一致した。

'室戸小夏'は、高知県室戸市吉良川町の松浦政喜氏が種子の少ないヒュウガナツ樹を発見し、昭和62年に品種登録されたものである(青木, 1991)。本実験では、'室戸小夏'に'水晶文旦'花粉を受粉すると種子形成は認められず、'室戸小夏'は他家受粉でもほぼ無核になるという光江(1986)の報告と一致した。

本実験において、'室戸小夏'に'水晶文旦'花粉を他家受粉した場合の花粉管の伸長は、普通系ヒュウガナツに'水晶文旦'花粉を他家受粉した場合と比べて抑制されており、子房上部の花粉管数は顕著に少ないことが認められた。'室戸小夏'では他家受粉により、まれに種子が形成されることが認められており(光江, 1986)、本実験では1998年の受粉14日後に10%の受精率がみられた。しかし、この場合を除けば受精は全く認められなかった。これらのことから、'室戸小夏'の種子形成が阻害されるのは、他家受粉の場合にも花粉管の伸長が抑制されるためであると考えられた。

花粉管の伸長を制御する大きな要因として、交雑和合・不和合性が考えられる。カンキツでは自家不和合性が広く認められており、この不和合性は配偶子型であることが知られている。最近、カンキツの自家不和合性遺伝子型が推定されている(ビンら, 1997, 1999)。ハッサクやナツダイダイ花粉は普通系ヒュウガナツに和合性の高いことが認められている(Yamashita, 1976, 1978)が、これらの花粉を'室戸小夏'に受粉すると種子はほとんど形成されない(光江, 1986)。本実験において、'水晶文旦'花粉を'室戸小夏'に受粉したときの花粉管の伸長抑制の程度は、普通系ヒュウガナツの自家受粉ほど強いものではなかった。これらのことから、'室戸小夏'が、自家不和合性のハッサク、自家和合性のナツダイダイ、自家不和合性の'水晶文旦'に共通な不和合性遺伝子型を獲得したとは考えられない。一方、配偶子型自家不和合性の植物では、花柱内のS-RNaseが自己花粉の認識と花粉管伸長阻害に関与していることが知られている(磯貝・日向, 1992)。そこで、'室戸小夏'花柱における花粉管伸長阻害は、このような和合・不和合性反応に関与する形質に変異が生じたことによる可能性が推察される。しかし、和合・不和合性反応には関係なく、花粉管伸長が阻害され

るような生理的または形態的变化が生じている可能性も考えられる。

'西内小夏'は、高知県安芸郡東洋町の西内哲夫氏がヒュウガナツの枝変わりとして発見し、平成7年に品種登録され、種子数が少ないことが知られている(日本果樹種苗協会, 1999)。本実験では、'水晶文旦'花粉を受粉すると、'西内小夏'の種子形成は普通系ヒュウガナツと同様であることが認められた。谷岡ら(1994)は、ハッサク花粉を受粉した場合、'西内小夏'と普通系ヒュウガナツの種子数はほぼ同じであることを認めており、本実験の結果と一致した。さらに本実験では、'水晶文旦'花粉の他家受粉において、受粉14日後の子房上部の花粉管数は'西内小夏'と普通系ヒュウガナツで差がなく、受精率もほぼ同様であった。これらのことから、'西内小夏'の種子形成は他家受粉では抑制されず、普通系ヒュウガナツと同様であると考えられた。

'西内小夏'の自家受粉では、一部の花粉管が子房上部まで達しており、10%程度の受精が認められ、普通系ヒュウガナツの強い自家不和合性の形質が突然変異により変化したものと考えられた。しかし、'西内小夏'花柱における花粉管の伸長は、'水晶文旦'花粉を用いた他家受粉に比べると自家受粉で顕著に劣っており、普通系ヒュウガナツの自家不和合性遺伝子型が自家和合性遺伝子型に変化したのではないと考えられた。Yamashitaら(1998)は、自家和合性の可能性のあるヒュウガナツ変異系統では、花柱タンパクのRNase活性が普通系と異なることを示している。また、田尾ら(1999)はウメにおいて、自家和合性品種に共通なS-RNase遺伝子が存在し、不和合性品種のS-RNase遺伝子とは異なることを明らかにしている。'西内小夏'で弱い自家和合性が発現したのは、このような和合・不和合性反応に関与する形質に変異が生じた可能性が推察される。

しかし、'水晶文旦'花粉を他家受粉すると、'西内小夏'では普通系ヒュウガナツに比べて花柱上部の花粉管数は多い傾向がみられ、花柱中部における花粉管数は劣るものの、花粉管は最も早く子房上部に達することが認められた。さらに、'西内小夏'と普通系ヒュウガナツとの正逆交配では、いずれも花粉管の伸長は花柱上部で停止しているが、'西内小夏'を種子親とした場合には花柱上部の花粉管数が多い傾向がみられた。このように、'西内小夏'と普通系ヒュウガナツの花柱内では花粉管の行動が異なるようであり、'西内小夏'の花柱において、和合・不和合性反応とは異なる花粉管伸長に関与する変異が生じた可能性も示唆される。

本実験では、'西内小夏'の自家受粉果実が落果したため種子数を調査できなかったが、谷岡ら(1994)は、'西内小夏'の自家受粉で果実当たり0.2個の完全種子と0.8個のしいなが形成されることを認めている。'西内小夏'の自家和合性の程度は低く、子房へ到達する花粉管数が少

ないために受精が制限されており、そのために自家受粉で結実した果実は種子が少ないものと考えられた。‘西内小夏’の実際栽培ではほぼ単植されており、多くの果実が自家受粉で結実しているため、種子がほとんど形成されないものと思われた。

谷岡ら(1994)は、‘西内小夏’花粉を普通系ヒュウガナツに受粉すると0.6個の完全種子と0.2個のしいなを形成するが、普通系ヒュウガナツ花粉を‘西内小夏’に受粉すると種子形成は認められないことを報告している。本実験において、‘西内小夏’花粉を普通系ヒュウガナツに受粉した場合、花柱中部への花粉管の伸長や受精が認められなかったのは、調査数が5雌ずいと少なかったためかもしれない。この受粉では果実が落果したために種子数を調査できなかったが、‘西内小夏’の自家受粉よりも花粉管の伸長や受精は劣ると考えられた。一方、谷岡・五百蔵(1997)は、‘西内小夏’花粉を‘土佐文旦’に受粉すると、普通系ヒュウガナツ花粉を受粉した場合よりも種子数がやや多いことを報告している。本実験においても同様な傾向がみられたが、‘西内小夏’花粉に変異が生じているかは明らかにできなかった。

本実験において、普通系ヒュウガナツの枝変わり品種である‘室戸小夏’と‘西内小夏’は、いずれも花柱内の花粉管伸長に関する形質が変異していることが明らかとなった。その変異は‘室戸小夏’では他家受粉における花粉管伸長阻害と関係しており、‘西内小夏’では自家受粉における花粉管伸長促進と関係していた。

摘 要

普通系ヒュウガナツの枝変わり無核性品種である‘室戸小夏’と‘西内小夏’について、種子形成を阻害する過程を明らかにしようとした。

1. 子房当たりの胚珠数と子室数は‘室戸小夏’、‘西内小夏’および普通系ヒュウガナツで差が認められなかった。
2. ‘水晶文旦’花粉を受粉すると、‘室戸小夏’花柱では、花粉管の伸長が抑制されて受精はほとんどみられず、種子形成は認められなかった。‘西内小夏’花柱では、普通系ヒュウガナツに比べて花粉管の伸長速度はやや優れていたが、受粉14日後の子房上部の花粉管数や受精率および種子数は同様であった。
3. ‘西内小夏’と普通系ヒュウガナツの自家受粉および正逆交配を行うと、‘西内小夏’の自家受粉では子房上部まで花粉管が伸長し、わずかに受精が認められた。しかし、他の交配組み合わせではいずれも花粉管の伸長が花柱上部で停止しており、受精は認められなかった。

これらのことから、‘室戸小夏’では他家受粉においても花粉管伸長が抑制されるため、種子形成が阻害されることが明らかとなった。‘西内小夏’では弱い自家和合性を示すことが明らかとなったが、自家和合性の程度が低いために、自家受粉で結実した果実の種子数は少ないも

のと考えられた。‘室戸小夏’と‘西内小夏’は、いずれも枝変わりによって花柱内の花粉管伸長に関する形質が変異していることが明らかとなった。

謝 辞 本研究の遂行に当たり、有益なご助言をいただいた宮崎大学農学部山下研介教授、高知県農業技術センター果樹試験場谷岡英明技師、‘西内小夏’育成者である西内哲夫氏に厚く御礼申し上げます。また、快く実験材料をご提供いただいた高知県農業技術センター果樹試験場ならびに西内哲夫氏に深く感謝致します。

引用文献

- 青木俊和. 1991. 高知県における日向夏栽培の概況. p. 68. 特産のくだものひゅうがなつ. 日本果樹種苗協会. 東京.
- ビンノースン・若菜 章・松尾英輔. 1997. アイソザイム, 制限受粉, 及び自家受粉によるカンキツの自家不和合性の検討. 園学雑. 66(別1): 14-15.
- ビンノースン・若菜 章・松尾英輔. 1999. GOTアイソザイムのひずみ分離をもとにしたカンキツ品種の自家不和合性遺伝子型の推定. 園学雑. 68(別2): 95.
- 波多野洋. 1991. 宮崎県における日向夏栽培の概況. p. 42-43. 特産のくだものひゅうがなつ. 日本果樹種苗協会. 東京.
- 磯貝 彰・日向康吉. 1992. アブラナ科植物の自家不和合性機構. p. 205-231. 原田 宏監修. 開花・結実の分子機構. 秀潤社. 東京.
- 北島 宣・片岡朝和・長谷川耕二郎. 1997. ‘土佐文旦’と‘水晶文旦’の受精と種子形成の差異について. 園学雑. 66(別1): 110-111.
- 牧田好高. 1984. 有核性カンキツの無核果生産に関する研究. 第2報. ジベレリンペースト利用によるヒュウガナツと清見の無核果生産. 静岡柑試研報 20: 21-29.
- 光江修一. 1986. 無核ヒュウガナツの果実特性調査. 高知県果樹試. 昭和60年度試験研究実績報告: 65-66.
- 三輪忠珍. 1951. 日向夏蜜柑の受粉, 受精現象と落果問題に就いて. 宮崎大学時報 2: 1-67.
- 日本果樹種苗協会編. 1999. かんきつ. p. 35, 47. 種苗法登録果樹品種一覧. 日本果樹種苗協会. 東京.
- 田中諭一郎. 1948. 日本柑橘図譜(上巻). p. 25-33. 養賢堂. 東京.
- 谷岡英明・五百蔵茂. 1997. 西内小夏の受粉特性. 高知農技センター果樹試. 平成8年度試験研究実績報告: 45-46.
- 谷岡英明・田中満穂・青木俊和. 1994. 無核性日向夏「西内小夏」の品種特性. 高知農技センター果樹試. 平成5年度試験研究実績報告: 55-56.
- 田尾龍太郎・羽生 剛・山根久代・岩本和也・杉浦 明. 1999. ウメの自家和合性個体判別のための分子マーカー. 園学雑. 68(別2): 222.
- Yamamoto, M., R. Matsumoto and Y. Yamada. 1995. Relationship between sterility and seedlessness in citrus.

J. Japan. Soc. Hort. Sci. 64: 23-29.

Yamashita, K. 1976. Production of seedless fruits in Hyuganatsu, *Citrus tamurana* Hort. Ex Tanaka, and Hassaku, *Citrus hassaku* Hort. Ex Tanaka, through pollination with pollen grains from the 4x Natsu-daidai, *Citrus natsudaidai* Hayata. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 45: 225-230.

Yamashita, K. 1978. Studies on self-incompatibility of

Hyuganatsu, *Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47: 188-194.

Yamashita, K., A. Nakahara, H. Tateno, T. Jonotsuka and S. Yamamoto. 1998. A few physiological observations of a might-be self-compatible mutant of Hyuganatsu (*Citrus tamurana* Hort.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67 (Suppl.1): 32.