

ニホンスモモ ‘貴陽’ における生殖器官の特徴と倍数性

大林沙泳子・八幡昌紀・仲條誉志幸・藤井明子・向井啓雄・原田 久・高木敏彦*

静岡大学農学部 422-8529 静岡市駿河区大谷 836

Characteristics of the Reproductive Organ and the Ploidy Level in Japanese Plum ‘Kiyo’

Saeko Obayashi, Masaki Yahata, Yoshiyuki Nakajo, Akiko Fujii,
Hiroo Mukai, Hisashi Harada and Toshihiko Takagi*

Faculty of Agriculture, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga, Shizuoka 422-8529

Abstract

We investigated the cause of poor fruit set in Japanese plum ‘Kiyo’ (*Prunus salicina* Lindl.). Early fruit drop of ‘Kiyo’ was heavier than that of ‘Taiyo’. Fruit drop of ‘Taiyo’ and ‘Kiyo’ in 56 days after full bloom was 80.4 and 95.5%, respectively. There was little difference between ‘Kiyo’ and ‘Taiyo’ in the incidence of imperfect flower and ‘Holly wood’ pollen tube elongation on the style. However, ‘Kiyo’ demonstrated pollen grains that were nonuniform in size and shape. ‘Taiyo’ showed 91.6% stainability and 47.6% pollen germination rate, respectively, whereas those of ‘Kiyo’ were 70.4 and 3.2%, respectively. Furthermore, developed seeds obtained from ‘Kiyo’ varied in weight from 0.02 to 0.59 g, and the percentage of developed seed of ‘Kiyo’ (71.3%) was less than that from ‘Taiyo’ (93.0%). Chromosome observation of immature leaflets demonstrated that ‘Kiyo’ was triploid with 24 chromosomes.

Key Words : chromosome, flow cytometry, pollen fertility, poor fruit set, seed formation

キーワード : フローサイトメトリー, 花粉稔性, 結実不良, 染色体, 種子形成

緒 言

ニホンスモモ (*Prunus salicina* Lindl.) ‘貴陽’ (品種登録第 4894 号) は山梨県南アルプス市の高石鷹雄氏が育成した中生品種であり (高石, 1996), ‘太陽’ と ‘小松’ (‘サマークイン’) の雑種とされている (渡辺ら, 2008). ‘貴陽’ の果実は 200 g 以上で, 糖度 (Brix) が 15 度余りとなり, 食味が優れているため, 市場での評価が高く, 高値で取引されている. 一方, 栽培に関しては結実不良, 低品質果実である “味なし果” の発生および成熟期の降雨による裂果などの多くの問題点を抱えている. 特に, 親品種である ‘太陽’ をはじめとする他の優良品種と比較して結実が著しく悪いことが普及上の大きな障害となっている.

果樹の結実不良については様々な報告があり, その原因も多種多様である. 例えば, ブドウの ‘巨峰’ およびその後代品種では, 開花前後に小花が激しく脱落し, 着粒数が減少する “花振るい” がみられる. “花振るい” は花器の不完全や発育異常, 不受精および受精後の胚や胚珠の退化な

どが原因とされている (岡本ら, 1989, 1984). ウメヤスモモでは, 花蕾の発達期間中の凍害のために雌ずいの退化した不完全花が生じることで結実不良となることがある (大坪, 1984; 吉田, 2000). カンカオウトウでは, 開花期の高温により胚のうが退化することによって結実率が低下する (別府ら, 1997). また, リンゴでは, 三倍体である ‘陸奥’ の生殖器官に異常がみられ, このことが結実不良の一因になっている (佐藤, 1990; 佐藤ら, 1988).

これまでに, ‘貴陽’ の安定生産を行うための, 人工受粉, 整枝・剪定方法および施肥量などの栽培管理に関する報告はいくつかあるが (鈴木, 2007; 富田, 2008; 山口, 2007), 落果の時期とその程度, 花器形態, 受精および種子形成の良否などの結実生理や倍数性についての調査は行われていない.

そこで本研究では, ‘貴陽’ の結実不良に関する基礎的情報を得るために, 落果調査, 花器形態観察, 花粉管伸長観察, 花粉の形態観察と稔性調査, 収穫時の種子形態観察および倍数性解析を行った.

材料および方法

静岡大学農学部研究圃場栽植の ‘貴陽’ と ‘太陽’ の約 10 年生の成木 (Y 字仕立て) をそれぞれ 3 樹供試した. ‘貴陽’ と ‘太陽’ の最適受粉用品種とされる ‘ハリウッド’ を受粉樹として用い, 落果調査, 花器形態観察, 花粉管伸

2009 年 2 月 2 日 受付. 2009 年 4 月 9 日 受理.

本研究は科学研究補助金 (基盤研究 C 課題番号 21580030) と園芸振興松島財団研究助成によって行った. また, 本研究の一部は園芸学会平成 18 および 20 年度秋季大会で発表した.

* Corresponding author. E-mail: abttaka@agr.shizuoka.ac.jp

長観察、花粉の形態観察と稔性調査および収穫時の種子形態観察を行った。

1. 落果調査

15°C, 12時間人工気象器内で開葯した‘ハリウッド’花粉を毛ばたきを用いて満開期の花に4回人工受粉を行った。満開56日後まで7日間隔で落果数を調査し、全受粉花数に対する落果数の割合から落果率を求めた。1樹当たり500花供試した。

2. 花器形態観察

満開期の開花直後の花を無作為に採取し、吉田(2000)の分類に従い、外観で完全花と不完全花に分類し、それらの出現頻度を比較した。すなわち、雌ずいが小さく貧弱なものを栄養不良、褐変し退化したものを初期の寒害、長くわん曲しているものを遺伝的奇形と区分し、これらをまとめて不完全花とした。1樹当たり100花観察し、3反復行った。

3. 花粉管伸長観察

開花直後に人工受粉した花を交配2～10日後まで2日間隔に3樹から10花ずつ採取し、FAA(70%エタノール:酢酸:ホルムアルデヒド=90:5:5)で固定した。固定した花を数時間水洗した後、一部修正を加えたOrtegaら(2004)の方法に従い、5%Na₂SO₄に2時間浸漬し、120°Cで10分間オートクレーブにかけ、軟化処理を行った。水洗後、0.1%アニリンブルー/1N KPO₃に5°Cで一昼夜浸漬・染色し、落射蛍光顕微鏡(BX51, OLYMPUS)を用いてUV励起で花粉管の到達部位の観察を行った。到達部位は柱頭を10、花柱基部を0とする11段階で評価した。

4. 花粉の形態観察と稔性調査

満開期に開花直前の花を各樹から無作為に採取した。これらの花から葯を取り出し、15°C, 12時間人工気象器内で葯を置床した。開葯直後の花粉を用い、形態観察と稔性調査を行った。なお、1%アセトカーミンによる染色と寒天培地上での発芽により花粉稔性を評価した。発芽は10%スクロースと1%寒天を添加した寒天培地上に花粉を置床し、15°C, 暗黒6時間培養した。それぞれの調査は各樹5反復行い、1反復当たり500粒の花粉を調査した。

5. 収穫時の種子形態観察

成熟期の果実から種子を摘出し、胚の有無(胚のあるものを完全種子、ないものを不完全種子とした)を確認後、完全種子の重さとその出現率を調査した。それぞれの調査は、種子重の測定で100粒程度、出現率では各樹5反復行い、1反復当たり50果実用いた。

6. 倍数性解析

フローサイトメーター(FCM; EPICS XL, BECKMAN COULTER)による方法と酵素解離法による染色体観察を適用し、倍数性解析を行った。一部修正を加えたYahataら(2005)の方法に従い、FCM解析を行った。すなわち、採取した葉50mgに2mL核単離溶液(25mg・L⁻¹ Propidium iodide (PI), 50mM Na₂SO₃, 140mM 2-メルカプトエタノール, 1.0% TritonX-100, 50mM トリス塩酸, 5% Polyvinylpyr-

rolidone-10, pH 7.5)を加え、シャーレ上において約5分間細かく刻み、ミラクロスでろ過した。測定直前に50μLの500mg・L⁻¹ PI溶液を加えて混合した後、FCMで10,000個の核の蛍光強度により倍数性の判定を行った。また、内部標準として六倍体であるヨーロッパスモモ‘ベイラー’(2n=6x=48)を用いた。

また、一部修正を加えたFukui(1996)の酵素解離による染色体観察を適用した。すなわち、幼葉の先端0.5cmを採取、2mM 8-ヒドロキシキノリンで10°C, 8～16時間前処理後、固定液(エタノール:酢酸=3:1)で10°C, 12時間固定した。固定後、幼葉を蒸留水で1時間水洗し、固定液を取り除き、2%セルラーゼ“オノズカ”RS(ヤクルト)、1%マセロザイムR-10(ヤクルト)、0.3%ペクトリアーゼY-23(協和化成)および200mM EDTAを含む酵素液を用い、37°C, 45分間解離した。解離後、スライドガラス上で幼葉の細胞を展開し、乾燥させた後、2%ギムザ液で30分間染色した。プレパラートを蒸留水で水洗後、乾燥させて染色体標本を作製した。これらの染色体標本について光学顕微鏡を用いて染色体を数えた。

結 果

1. 落果調査

経時的な落果調査を行った結果(第1図)、『貴陽』と『太陽』ともに不完全花および不受精が原因で落下する期間とされている満開35日までの落果が激しかった。落果数は『貴陽』で多く、満開56日後の落果率は『太陽』が80.4%であったのに対し、『貴陽』は95.5%であった。

2. 花器形態観察

次に、花器形態の観察を行った結果(第1表)、『太陽』における完全花の割合が93.3%であったのに対し、『貴陽』では97.8%と『太陽』よりもその出現頻度はわずかに高かった。

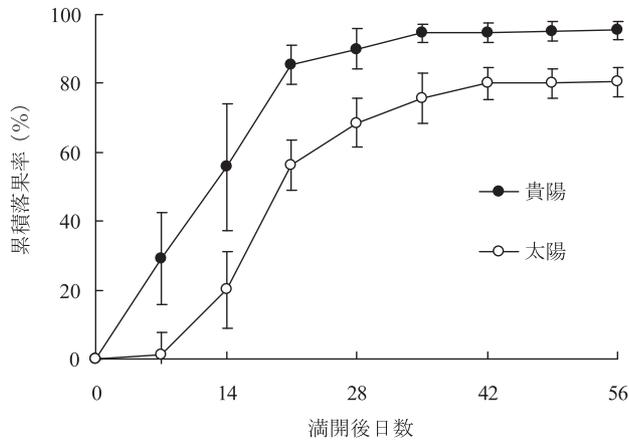
3. 花粉管伸長観察

『貴陽』と『太陽』の雌ずい内における花粉管伸長の観察を行った結果(第2図)、『貴陽』、『太陽』ともに交配2日後には柱頭上で多くの‘ハリウッド’花粉の発芽が観察された。その後、花粉管は花柱内を伸長し、『太陽』、『貴陽』ともに交配8日後には花柱基部に到達していた。『太陽』と『貴陽』の間で雌ずい内の花粉管伸長に差は認められなかった。

4. 花粉の形態観察と稔性調査

花粉の形態観察を行った結果(第3図)、『太陽』においてほとんどの花粉が均一な大きさであり、中身の充実した楕円形であった。しかし、『貴陽』では太陽と同様の形状をした花粉以外に、それよりも巨大な花粉、あるいは中身がなく、丸く小さな花粉が認められ、様々な形状をした花粉が観察された。

『太陽』における花粉の染色率と発芽率はそれぞれ91.6%と47.6%であった。それに対し、『貴陽』のそれらは70.4%と3.2%であり、『貴陽』の花粉稔性は『太陽』よりも著しく低かった(第2表)。



第1図 満開56日後までの‘貴陽’と‘太陽’における累積落果率
縦棒は標準偏差を示す (n=3)

第1表 ‘貴陽’と‘太陽’における完全花と不完全花の割合

品種	完全花 (%) ^z	不完全花 (%) ^z			
		栄養不良 ^y	初期の寒害 ^x	雌ざいわん曲 ^w	
貴陽	97.8 ± 1.2	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.6	1.0 ± 0.5	
太陽	93.3 ± 1.7	2.4 ± 1.1	3.7 ± 1.1	0.6 ± 0.6	
t検定 ^v	NS	NS	NS	NS	

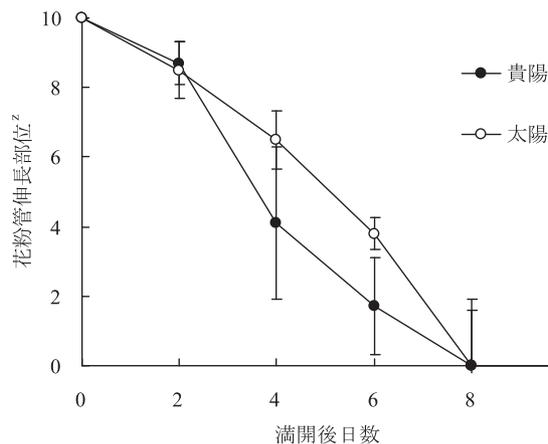
^z 平均値 ± 標準誤差 (n=3)

^y 小さく貧弱な雌ざいをもつ花

^x 褐変し退化した雌ざいをもつ花

^w 長くわん曲した雌ざいをもつ花で遺伝的な要因によるものとされる

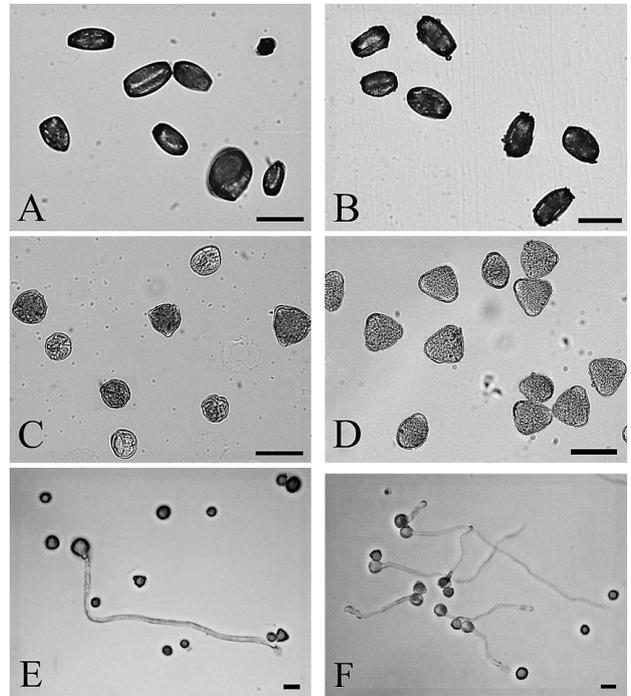
^v NSは有意差がないことを示す



第2図 ‘貴陽’と‘太陽’の雌ざい内における‘ハリウッド’の花粉管伸長

^z 柱頭を10, 花柱基部を0とした

縦棒は標準偏差を示す (n=10)



第3図 ‘貴陽’と‘太陽’における花粉の形態的特徴と培地上での花粉発芽 (Bars = 50 μm)

A, B: 乾燥花粉 (A: ‘貴陽’, B: ‘太陽’)

C, D: アセトカーミンによる染色花粉 (C: ‘貴陽’, D: ‘太陽’)

E, F: 寒天培地上での花粉発芽 (E: ‘貴陽’, F: ‘太陽’)

第2表 ‘貴陽’と‘太陽’における花粉稔性と完全種子の出現率

品種	花粉稔性 (%) ^z		完全種子出現率 (%) ^z
	染色 ^y	発芽 ^x	
貴陽	70.4 ± 1.0	3.2 ± 0.4	71.3 ± 0.8
太陽	91.6 ± 0.7	47.6 ± 3.1	93.0 ± 0.7
t検定 ^w	*	*	*

^z 平均値 ± 標準誤差 (n=3)

^y 1%アセトカーミンによる染色率

^x 1%寒天と10%スクロースを添加した寒天培地上での発芽率

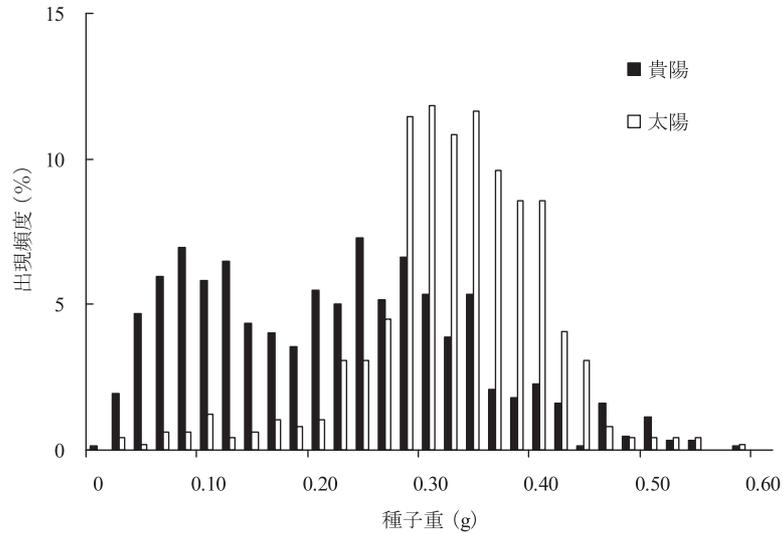
^w *は1%水準で有意差があることを示す

5. 収穫時の種子形態観察

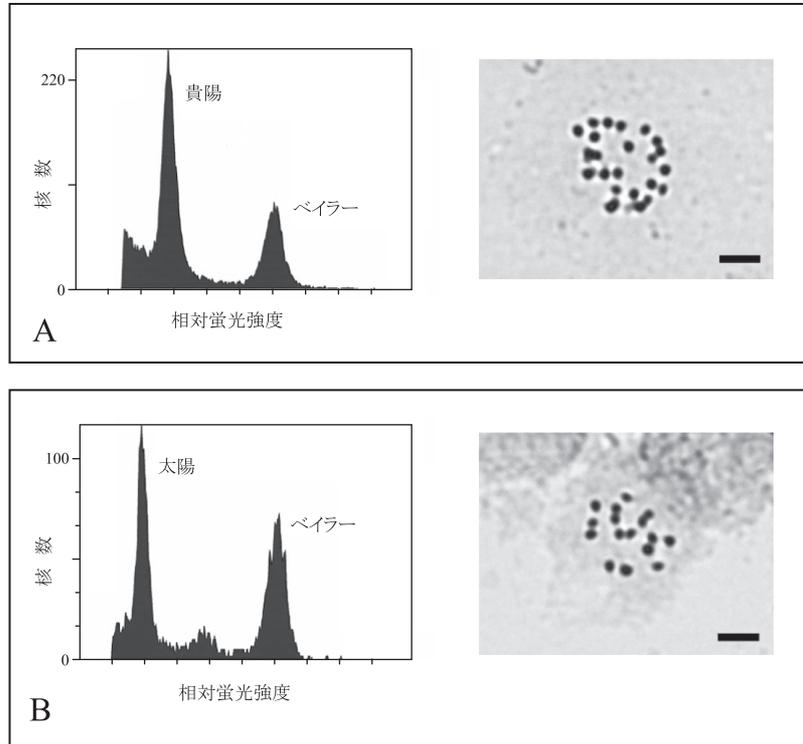
‘太陽’では調査した果実の93.0%が完全種子であったのに対し、‘貴陽’では71.3%であった(第2表)。さらに、これらの完全種子の重量別出現頻度を比較した結果(第4図)‘太陽’の完全種子は種皮内が充実したものが多く、それらの重さが0.30~0.40g付近に分布していた。それに対し、‘貴陽’では胚はあるものの子葉の発達が不十分で種皮内が充実していない種子が多く、0.02~0.59gまでの様々な大きさの種子が出現した。

6. 倍数性解析

FCM解析により、‘貴陽’葉肉細胞核の相対蛍光強度は‘太陽’と比較して約1.5倍の値を示した。また、染色体観



第4図 ‘貴陽’ と ‘太陽’ から得られた完全種子²の重量別出現頻度²胚のある種子



第5図 FCMと染色体観察による‘貴陽’と‘太陽’の倍数性解析 (Bars = 10 μm)
A: ‘貴陽’ (2n = 24) B: ‘太陽’ (2n = 16)

察により‘太陽’の染色体は16本の二倍体であったのに対し、‘貴陽’は‘太陽’より8本多い24本の染色体を有していた(第5図)。これらの結果から、‘貴陽’は三倍体であることが明らかとなった。

考 察

本研究により‘貴陽’が三倍体であることが明らかと

なった。これまで‘貴陽’の来歴は花粉親不明の‘太陽’の偶発実生とされてきたが、最近、渡辺ら(2008)はSSR分析により‘貴陽’の花粉親は‘小松’であり、‘貴陽’は二倍体間の交雑から発生した三倍体であると推定している。このような二倍体同士の交雑による予期せぬ三倍体の発生例は多くの植物で確認されており、その発生機構として非還元配偶子の関与が挙げられる(Veilleux, 1985)。リ

ンゴ, カキおよびカンキツなどの果樹においても二倍体間の交雑から非還元配偶子が関与した三倍体の出現が確認されており, 既存品種の中に三倍体がいくつか存在する(岩政, 1999; 佐藤, 1990; 庄ら, 1990). 庄ら(1990)はカキにおける三倍体($x=15$ とされているカキ属植物において九倍体として位置づけられるが, カキ($2n=90$)の種内倍数体の見地から三倍体だと考えられる)である‘平核無’($2n=135$)の発生について, 四倍体($2n=180$)が発見されていないことから, その発生には, 種子親あるいは花粉親のいずれかの非還元配偶子($n=90$)が関与していると述べている. リンゴでは, ‘陸奥’($2n=51$)は‘ゴールデンデリシャス’と‘印度’との二倍体間交雑から得られた三倍体品種であるが(吉田, 1986), ‘平核無’と同じく非還元配偶子($n=34$)との受精により発生したものと考えられている. また, カンキツでは, 二倍体間交雑から得られる小粒種子(通常種子の1/6~1/2の大きさ)を選抜することにより, 非還元配偶子由来による三倍体が高頻度で出現することが明らかとなっており, この現象を利用して多くの三倍体が獲得されている(Esen・Soost, 1971; Geraciら, 1975; Toolapongら, 1996; Wakanaら, 1981). ‘貴陽’についても, 渡辺ら(2008)はSSR分析の結果により‘貴陽’が‘太陽’由来のゲノムを2組有することを明らかにした. このことから, ‘貴陽’は‘太陽’の非還元性雌性配偶子($n=16$)と‘小松’の還元性雄性配偶子($n=8$)との受精から生じたものと考えられる.

一般的に, 三倍体植物は減数分裂時の染色体行動が不規則となり, 異常な染色体数を持つ配偶子が高頻度で形成される. そのため, 花粉および種子形成に異常が生じることがリンゴ, ビワ, カキおよびカンキツなどで認められている(石田ら, 1990; 佐藤, 1990; 徳永ら, 2005; 八幡ら, 2005; 吉田ら, 2003). リンゴでは, 二倍体品種の寒天培地上での花粉発芽が70~93%であったのに対し, 三倍体である‘陸奥’と‘ジョナゴールド’では6%と16%で著しく低い. また, 種子形成においても胚のない種子の出現率が, ‘陸奥’では15.9%と二倍体品種(3~4%)と比較して高かった(佐藤, 1990). また, ビワの三倍体品種では, 二倍体と比較して花粉稔性が著しく低いことに加え, 種子がほとんど形成されないことが報告されている(八幡ら, 2005). ‘貴陽’においても花粉稔性の低下や種子形成の異常が確認され, これまで報告されている三倍体と同様の特徴を示した.

スモモの早期落果は開花からその後約1か月にかけて起こるが, その主な原因は不完全花と不受精である(吉田, 2000). 本研究の結果より, ‘貴陽’は‘太陽’と比べ開花約1か月後まで落果が激しかったが, その原因は不完全花の発生や他花粉の花柱内での花粉管伸長の停止によるものではなかった. スモモをはじめとする核果類の結実には種子の有無に大きく依存しており, 特に, 果実成長初期における未熟種子にはサイトカイニンやジベレリン, オーキシンなどの植物ホルモンが含まれており, 着果および果実発育

に大きく影響している(片岡, 1984; 吉田, 2000). リンゴの‘陸奥’では, 受精後の接合子や一次胚乳核の初期分裂の異常により種子が発育不全となり, 著しい早期落果を引き起こすことが佐藤ら(1988)によって報告されている. また, ビワの三倍体では, 種子形成が不十分であるため, 開花1か月後までにほとんどが落果してしまう(八幡ら, 2005). おそらく, 受精前の胚のうの異常や受精後の胚あるいは胚乳発育の異常が‘貴陽’の集中的な早期落果を引き起こしているものと推察される.

本研究において‘貴陽’が三倍体であり, 三倍体特有の花粉稔性の低下や種子形成の異常が認められた. これらのことが‘貴陽’の結実不良に大きく関係しているものと考えられる. 従って, 今後, ‘貴陽’の配偶子形成や受精後の胚および胚乳発育過程を観察し, ‘貴陽’の結実不良との関連性を調査する必要がある.

摘 要

ニホンスモモ‘貴陽’の結実不良の原因を解明するために, いくつかの基礎的な調査を行った. ‘貴陽’は‘太陽’より早期落果が激しく, 満開56日後の落果率は‘太陽’が80.4%であるのに対し, ‘貴陽’では95.5%であった. 不完全花の発生頻度と花柱内での‘ハリウッド’花粉の花粉管伸長には両品種に差がなかった. 一方, ‘貴陽’の花粉は‘太陽’よりも大きさにばらつきがみられた. 花粉稔性は, ‘太陽’の染色率と発芽率がそれぞれ91.6%と47.6%であったのに対し, ‘貴陽’のそれらは70.4%と3.2%であり, ‘太陽’と比較して著しく低かった. さらに, ‘貴陽’では種子の大きさにもばらつきが認められ, 完全種子の出現率(71.3%)は‘太陽’(93.0%)より低かった. 最後に, ‘貴陽’の倍数性を解析した結果, 染色体数24本を有する三倍体であった.

引用文献

- 別府賢治・岡本茂樹・杉山明正・片岡郁雄. 1997. 開花期前後の温度環境が甘果オウトウ‘佐藤錦’の花器の発育と結実に及ぼす影響. 園学雑. 65: 707-712.
- Esen, A. and R. K. Soost. 1971. Unexpected triploids in citrus: their origin, identification and possible use. J. Hered. 62: 329-333.
- Fukui, K. 1996. Plant chromosome at mitosis. p. 1-17. In: K. Fukui and S. Nakayama (eds.). Plant chromosome. Laboratory methods. CRC Press, Florida.
- Geraci, G., A. Esen and R. K. Soost. 1975. Triploid progenies from $2x \times 2x$ crosses of *Citrus* cultivars. J. Hered. 66: 177-178.
- 石田雅士・小西昌美・北島 宣・傍島善次. 1990. ‘平核無’未熟種子の発育不全について. 園学雑. 59: 65-73.
- 岩政正男. 1999. カンキツの栽培品種. p. 114-201. 岩堀修一・門屋一臣編. カンキツ総論. 養賢堂. 東京.
- 片岡正治. 1984. モモ基本技術編. 落果現象と防止対策.

- p. 28–32. 農業技術大系 果樹編6 モモ ウメ スモモ アンズ. 農文協. 東京.
- 大坪孝之. 1984. ウメ基礎編. 各部の形態と生理. p. 11–26. 農文協編. 農業技術大系 果樹編6 モモ ウメ スモモ アンズ. 農文協. 東京.
- 岡本五郎・渋谷郁夫・古市美和・島村和夫. 1989. ブドウの雌ずいに含まれる花粉管生長阻害物質について. 園学雑. 58: 515–521.
- 岡本五郎・山本恭子・島村和夫. 1984. ‘巨峰’を含む数種の4倍体ブドウにおける無核果混入の品種間差異に関する研究. 園学雑. 53: 251–258.
- Ortega, E., J. Egea and F. Dicenta. 2004. Effective pollination period in almond cultivars. HortScience 39: 19–22.
- 佐藤正志. 1990. リンゴ3倍性品種‘陸奥’の結実安定化に関する研究. 秋田農短大研報. 16: 1–52.
- 佐藤正志・神戸和猛登・中川昌一・湯田英二・福長信吾. 1988. リンゴ3倍性品種‘陸奥’の胚のうの発達とその異常に関する研究. 園学雑. 57: 366–372.
- 鈴木幾雄. 2007. 特集・スモモ産業を展望する. スモモの安定生産のための樹体管理. p. 27–30. 浦田 勝. 果実日本. 日本園芸農業協同組合連合会. 東京.
- 高石鷹雄. 1996. 貴陽. 品種登録4894.
- 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.
- 富田 晃. 2008. 注目品種の栽培技術と留意点(7) スモモ「貴陽」. p. 9–11. 浦田 勝. 果実日本. 日本園芸農業協同組合連合会. 東京.
- Toolapong, P., H. Komatsu and M. Iwamasa. 1996. Triploids and haploid progenies derived from small seeds of ‘Banpeiyu’ pummelo, crossed with ‘Ruby Red’ grapefruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65: 255–260.
- Veilleux, R. 1985. Diploid and polyploid gametes in crop plants: Mechanisms of formation and utilization in plant breeding. Plant Breeding Rev. 3: 253–288.
- Wakana, A., M. Iwamasa and S. Uemoto. 1981. Seed development in relation to ploidy of zygotic embryo and endosperm in polyembryonic citrus. Proc. Int. Soc. Citricult. 1: 35–39.
- 渡辺晃樹・富田 晃・新谷勝広・藤井 浩・寺上伸吾・山本俊哉. 2008. SSR マーカーによるスモモの品種識別と親子鑑定技術の開発. 園学研. 7 (別2): 416.
- Yahata, M., S. Harusaki, H. Komatsu, K. Takami, H. Kunitake, T. Yabuya, K. Yamashita and P. Toolapong. 2005. Morphological characterization and molecular verification of a fertile haploid pummelo (*Citrus grandis* Osbeck). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 130: 34–40.
- 八幡茂木・佐藤三郎・小原 均・松井弘之. 2005. ビワの倍数性による形態および結実特性の差異と二倍体と四倍体の交雑による三倍体の獲得. 園学研. 4: 379–384.
- 山口正己. 2007. 特集・スモモ産業を展望する. スモモの優良系統を探す. p. 22–26. 浦田 勝. 果実日本. 日本園芸農業協同組合連合会. 東京.
- 吉田雅夫. 2000. 各部の形態と生理. p. 21–31. 農文協編. 果樹園芸大百科14. スモモ・アンズ. 農文協. 東京.
- 吉田俊雄・根角博久・吉田照高・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.
- 吉田義雄. 1986. リンゴ品種大観. p. 643. 長野県経済事業共同組合連合会. 長野.
- 庄 東紅・北島 宣・石田雅士. 1990. カキ品種‘平核無’の原木及び後代の染色体数について. 園学雑. 59: 479–485.