

ウメにおける花粉の量, 染色率および発芽率の品種間差異^{†1}

八重垣英明・土師 岳・山口正己

独立行政法人農業技術研究機構
果樹研究所遺伝育種部
305-8605 茨城県つくば市

Cultivar Differences of Pollen Quantity,
Rate of Stained Pollen and Rate of Germinated Pollen
in Japanese Apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) Cultivars

Hideaki YAEGAKI, Takashi HAJI and Masami YAMAGUCHI

Department of Breeding, National Institute of Fruit Tree Science
National Agricultural Research Organization
Tsukuba, Ibaraki 305-8605, Japan

Synopsis

Pollen quantity, rate of stained pollen, and rate of germinated pollen in 59 fruiting and 23 flowering Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) cultivars were investigated for three years.

Pollen quantity, rate of stained pollen, and rate of germinated pollen showed great differences among the cultivars. The cultivars with much pollen held about 60% in fruiting cultivars, and the ones with little and no pollen held about 70% in flowering cultivars. It was apparent that the rate of cultivars having high rate of stained pollen and germination ability of pollen was high in the cultivars with much pollen such as 'Nankou', 'Ryuukyou koume' and 'Oushuku'. On the other hand, low rate of stained pollen and no germination ability of pollen was high in the cultivars with little pollen such as 'Gojirou', 'Gyokuei' and 'Yaезaki kankou'. Although significant correlation coefficient among pollen quantity, rate of stained pollen, and rate of germinated pollen was obtained, 14 cultivars having stainability showed no pollen germination. Instead of presence of pollen and stainability, the rate of germinated ones was indispensable to confirm the ability of male reproduction in Japanese apricot.

Key words : *Prunus mume*, quantity of pollen, rate of germinated pollen, rate of stained pollen

^{†1} 果樹研究所業績番号 : 1247

(2001年8月21日受付・2001年11月15日受理)

緒 言

ウメ (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) はわが国で古くから栽培されてきた果樹であり、その長い栽培の歴史の中で、その土地に適した優良品種が選抜されてきた。そしてこれら選抜された品種が現在の主要品種の大部分を占めるに至っている。近年の健康ブームによりウメの消費が増大してきており、より豊産性で品質の優れた新品種が求められているが、ウメの育種を効率的に行うためには各品種の特性を明らかにする必要がある。これまで花粉の発芽能力、自家結実性、果実重、核重などの特性については少数の品種を用いた報告はされているが、強い品種の地域性の影響もあって、同一の栽培条件下の多数のウメ品種について調査した報告はほとんどない。

ウメの栽培においては結実が不安定であることが大きな問題となっている。結実を不安定にする主要な要因として、開花期が早く低温などの気象条件の影響を受けやすいこと、自家不結実性品種が多いこと、花粉が少ないこと、全くない品種があること、不完全花の発生があることなどが挙げられる (長谷部, 1980; 前田・柴本, 1971; 宮原, 1984; 谷口, 1994)。ウメの花粉の稔性に関しては結実性は農家収入を左右する大きな要因であるため、これまでに多く報告がなされている (麓, 1972; 川上・五十嵐, 1943; 松原ら, 1938; 村井ら, 1996; 中西・一井, 1978a; 大坪, 1984; 上野・松山, 1969; 渡辺ら, 1978)。しかしそのほとんどは供試品種数が20以下と少なく、また調査項目も花粉の染色率か発芽率のいずれかに限られている。果樹研究所の保存品種についても吉田・安野 (1970) は実ウメ49品種、花ウメ21品種の花粉の染色率について報告しているが、量および発芽率についてはデータが示されていない。

そこで本研究では花粉に関する品種間差異をより詳細に明らかにするために、果樹研究所で保存されている実ウメ59品種、花ウメ23品種について花粉の量、染色率および発芽率を合わせて3年間調査し、いくつかの知見を得たので報告する。

材料および方法

茨城県千代田町にある果樹研究所千代田圃場で保存されている実ウメ59品種 (Table 1)、花ウメ23品種 (Table 2) の計82品種の花粉の量、染色率および発芽率を調査した。1998年、1999年および2000年の3年間にわたり開花期に各品種から開花直前の風船状花を20花程度集め、

Table 1. Pollen quantity, rate of stained pollen and rate of germinated pollen in fruiting Japanese apricot cultivars (1998–2000).

Cultivars	Pollen quantity	Rate of stained pollen (%) ^z	Rate of germinated pollen (%) ^z
Oushuku	Much	98.8± 0.2	26.8± 9.5
Gecchibai	Much	98.3± 0.1	18.5± 9.2
Shuukou	Much	98.3± 0.2	39.4± 8.8
Yakushiume	Much	98.2± 0.3	38.7± 0.9
Fujinome	Much	98.2± 0.9	24.3±10.2
Sugita	Much	98.1± 1.5	27.0±12.9
Kensaki	Much	97.8± 0.4	49.2±11.9
Kichirobei	Much	97.7± 0.7	11.1± 4.4
Ryuukyou koume	Much	97.7± 1.2	12.9± 2.8
Inkyo	Much	97.3± 2.2	19.0± 8.8
Baigou	Much	97.0± 2.9	24.3± 8.6
Ihara	Much	96.7± 1.5	37.0±20.9
Juuro	Much	96.7± 1.0	27.0± 1.4
Nankou	Much	96.7± 0.6	22.0± 0.9
Benisashi	Much	96.6± 2.3	20.9± 4.7
Jyousyuushiro	Much	96.0± 2.9	36.7± 9.1
Youseiume	Much	95.6± 1.7	11.9± 6.7
Muroya	Much	95.0± 5.4	22.0± 1.5
Shimosukeume	Much	94.9± 2.5	22.0± 8.9
Rinshuu	Much	94.8± 3.7	17.6± 5.1
Jizoume	Much	94.6± 4.5	24.2± 6.0
Kairyuu uchidaume	Much	93.7± 6.1	15.7± 2.7
Tougorou	Much	93.0± 2.9	16.4± 4.4
Orihime	Much	92.7± 4.6	32.4±13.8
Yatsubusa (Akita)	Much	92.2± 1.0	36.1± 7.2
Tamaume×Kousyuu saishou	Much	91.7± 4.5	27.4±15.1
Yatsubusa (Shimada)	Medium	90.5± 7.9	9.6± 3.0
Gessekai	Much	90.1± 5.8	21.8± 0.8
Shiratamaume	Much	90.0± 2.8	10.0± 9.7
Inazumi	Much	89.1± 1.2	26.0±11.9
Hanakami	Much	89.1± 1.2	16.2± 8.9
Issunbai	Medium	88.6± 4.2	18.7± 5.3
Hachirou	Much	87.4± 3.0	14.3± 3.9
Takadaume	Medium	84.8± 2.5	8.6± 4.3
Ishikawa oomiume	Much	81.0± 3.6	14.5± 4.5
Taishoume	Medium	78.5± 3.8	7.9± 1.8
Tamaume	Much	78.2± 5.5	13.6± 2.6
Koushuu saishou	Medium	77.7±12.0	6.3± 2.9
Yourou	Much	77.5± 5.0	9.7± 3.6
Natsuka	Much	77.4± 9.6	16.0± 3.7
Koushuu shinkou	Much	72.0±18.5	14.5± 4.2
Akebono	Little	70.8± 6.1	0
Naniwa	Much	59.9± 8.0	4.2± 0.2
Fujiedatankoubai	Little	57.1±13.2	0
Koume	Medium	52.4±16.0	4.7± 2.4
Suzukishiro	Little	47.0±15.6	0
Bungo (Kurume)	Medium	45.3±30.0	2.4± 2.5
Futono	Medium	39.0±21.2	6.3± 4.5
Taihei	Little	35.4± 9.9	0
Kagajizou	Little	34.4±14.3	0
Seiyoubai	Little	29.0±12.7	0
Sumomoume	Little	28.2± 6.9	0
Koushuu oujuku	Little	26.1± 7.9	1.6± 2.3
Komukai	Little	21.8±14.2	0
Gojirou	Little	21.1± 6.0	0
Gyokuei	Little	17.1± 0.9	0
Bungo×Koushuu oujyuku	Little	8.3± 6.7	0
Bungo (Hiratsuka)	Little	0	0
Shirokaga	Nothing	0	0

^z Each values represent average±standard deviation (n=3).

Table 2. Pollen quantity, rate of stained pollen and rate of germinated pollen in flowering Japanese apricot cultivars (1998–2000).

Cultivars	Pollen quantity	Rate of stained pollen (%) ^z	Rate of germinated pollen (%) ^z
Kankoubai	Medium	90.2± 3.0	31.7± 7.6
Akananiwa	Much	86.0± 8.2	16.1± 0.6
Tsukasashibori	Medium	71.6± 3.3	20.6± 7.3
Fujibotan	Medium	68.0± 6.8	13.4± 8.1
Touji	Much	65.7±10.0	11.5± 4.3
Sarasa	Medium	50.9± 7.3	9.9± 7.0
Tamabotan	Little	50.8±14.4	3.6± 3.7
Mangetsu shidare	Little	48.0±15.0	1.2± 1.7
Tobiume	Little	39.3± 8.4	0.6± 0.9
Kenkyou	Medium	35.7± 7.4	5.9± 4.2
Yaezakikankou	Little	31.6± 6.1	0
Koubai	Little	21.8± 8.4	0.5± 0.7
Tairinryokugaku	Little	19.7±11.1	2.1± 2.9
Saju	Little	19.2± 6.3	0
Tamagakishidare	Little	15.9± 5.0	0
Oushukubai	Little	10.3± 2.0	0.4± 0.5
Chouhanagata	Little	0	0
Kasugano	Little	0	0
Michishirube	Little	0	0
Okitsuakabana	Little	0	0
Shirobotan	Little	0	0
Kinsujume	Nothing	0	0
Makitateyama	Nothing	0	0

^z Each values represent average±standard deviation (n=3).

やくをピンセットで採取した。室温で開やくした花粉をパラフィン紙で作った袋に入れ、シリカゲルと共に容器に密封し、観察時まで約2週間から8週間、-4℃の冷蔵庫で保管した。

花粉の染色率は花粉をスライドガラスに散布しアセトカーミン染色した後、光学顕微鏡下で200粒以上観察し、細胞質全体が染まった花粉の割合を求めた。花粉の発芽率はショ糖10%を含む1%寒天培地上に花粉を散布し、20℃のインキュベーター内に12時間以上放置後、光学顕微鏡下で200粒以上観察し、花粉管が伸長している花粉の割合から求めた。また花粉の量はパラフィン紙の袋に木棒を入れて、一定の力で花粉を付着させ、培地上に散布したときの量を観察した。判定は4段階に分け、培地全体に広く散布されるものを多、わずかししか散布されないものを少、その中間を中、光学顕微鏡下でも花粉が観察されないものを無とした。

結果および考察

3年間にわたる実ウメ品種の花粉末の量、染色率および発芽率の調査結果をTable 1に示した。花粉の量が多と判定された品種は‘南高’、‘竜峡小梅’、‘鶯宿’などの37品種で全体の約6割を占め、中が‘甲州最小’などの8

品種、少が‘古城’、‘玉英’などの13品種、無が‘白加賀’の1品種であった。染色率は品種によって0%から98.8%を示し、大きな品種間差異が認められた。3年間の平均で80%以上を示した品種は‘南高’、‘竜峡小梅’、‘鶯宿’などの35品種、50%以上80%未満が‘小梅’、‘甲州最小’などの10品種、20%以上50%未満が‘古城’、‘豊後(久留米)’などの10品種、0.1%以上20%未満が‘玉英’、‘豊後×甲州黄熟’の2品種、0%が‘白加賀’、‘豊後(平塚)’の2品種であった。本研究では花粉をシリカゲルと共に密封し、-4℃で約2週間から8週間保存した後調査に用いたが、ウメの花粉末の寿命は室内放置で37日、乾燥条件で131日(岩波, 1980)、10℃以下、湿度50%以下がその年の交配に耐えうる貯蔵方法(渡辺ら, 1978)と報告されていることから、本研究における花粉の貯蔵条件および期間は発芽率に大きな影響を及ぼさなかったと推察される。花粉の発芽率も品種によって0%から49.2%を示し、品種間による差異が認められた。発芽率の3年間の平均で20%以上を示した品種が‘南高’、‘鶯宿’、‘紅サシ’などの20品種、5%以上20%未満が‘竜峡小梅’、‘甲州最小’などの22品種、0.1%以上5%未満のものが‘小梅’、‘豊後(久留米)’などの4品種、0%が‘白加賀’、‘古城’、‘玉英’などの13品種であった。

3年間にわたる花ウメ品種の調査結果をTable 2に示した。花粉の量は多と判定された品種が‘赤なにわ’、‘寒紅梅’、‘冬至’の3品種、中が‘藤牡丹’などの4品種、少が‘紅梅’、‘満月枝垂’などの14品種、無が‘筋筋梅’および‘巻立山’の2品種となり、少または無と判定された品種が全体の約7割を占めた。花粉の染色率は品種によって0%から90.2%を示し、大きな品種間差異が認められた。3年間の平均で80%以上の染色率を示した品種が‘赤なにわ’、‘寒紅梅’の2品種、50%以上80%未満が‘冬至’などの5品種、20%以上50%未満が‘満月枝垂’などの5品種、0.1%以上20%未満が‘鶯宿梅’などの4品種、0%が‘蝶花形’、‘道知辺’などの7品種であった。花粉の発芽率は品種によって0%~31.7%を示し、品種間差異が認められた。3年間の平均で20%以上を示した品種が‘寒紅梅’、‘司絞’の2品種、5%以上20%未満が‘赤なにわ’、‘冬至’などの5品種、0.1%以上5%未満が‘玉牡丹’、‘満月枝垂’などの6品種、0%が‘茶寿’、‘玉垣枝垂’などの10品種であった。

これらの結果から、実ウメおよび花ウメの花粉末の量、染色率および発芽率には品種間差異があることが明らかとなった。

花粉の量が多い品種の割合は花ウメよりも実ウメの方が高い傾向を示した。現在、日本には実ウメは約100品種、花ウメは約300品種存在すると言われていることから(大坪, 1992), 今回は実ウメで約6割, 花ウメで1割弱について調査したことになる。実ウメと花ウメの比較にはさらに多くの花ウメ品種の調査が必要である。しかし, わが国におけるウメの用途は, 古来観賞用としての用途が大きかったとされ(吉田, 1984), 花ウメの中から結実の良いものが実ウメとして選抜された品種も多いと推定されることや, ウメの花粉の無い品種は多い品種と比較するとミツバチの飛来が少なく, この飛来数の多少が結実を左右する要因となっていること(中西・一井, 1978b)から, 花粉の量の多少が実ウメの選抜に影響した結果, 花ウメよりも実ウメで花粉の量が多い品種の割合が高い傾向を示したとも考えられる。

実ウメおよび花ウメの花粉量(多を3, 中を2, 少を1, 無を0として数値化), 染色率, 発芽率の年次および項目間の相関係数をTable 3に示した。染色率の年次間相関は $r=0.91\sim 0.94$ と極めて高い正の相関を示し, 年次による変動が少なく安定した数値が得られた。花粉の量の年次間相関は $r=0.83\sim 0.91$ と染色率の年次間相関には及ばないものの有意に高い値が得られた。花粉の発芽率の年次間相関は $r=0.68\sim 0.77$ と染色率および量の年次間相関よりも低くはなったものの有意な値を示した。各年の項目間の相関係数は花粉の量と染色率では $r=0.83\sim 0.89$, 花粉の量と発芽率では $r=0.69\sim 0.77$, 染色率と発芽率では $r=0.62\sim 0.79$ といずれも有意な正値を示した。

全品種における3年間の平均値の相関係数は花粉の量

と染色率が $r=0.91$ (Fig. 1), 量と発芽率が $r=0.80$ (Fig. 2), 染色率と発芽率が $r=0.80$ (Fig. 3)といずれも各年の値よりも高い値を示した。

以上のように, 染色率は年次変動が少なく安定した結果が得られること, 量, 染色率および発芽率は互いに緊密な相関関係を示すことが明らかとなった。

本来, 稔性とは生殖能力を示す語句であるので, 花粉稔性を正確に判定するには発芽率を調査する必要がある。しかし, 発芽率より簡便である花粉の有無や染色率に基づいて稔性を判定することが行われている。実際ウメにおいても村井ら(1996)および吉田・安野(1970)はアセトカーミンを用いて, 中西・一井(1978a)は0.5%コットンブルー・グリセリンを用いて花粉を染色し, 染色された花粉の割合によって花粉稔性を判定している。しかし, 本調査では花粉を有し, 染色性を示しても発芽が全く認められないもの多数確認された(Table 1, 2)。すなわち実ウメでは‘曙’, ‘藤枝単紅梅’, ‘鈴木白’, ‘太平’, ‘加賀地蔵’, ‘西洋梅’, ‘李梅’, ‘小向’, ‘古城’, ‘玉英’および‘豊後×甲州黄熟’の11品種, 花ウメでは‘八重咲寒紅’, ‘茶寿’および‘玉垣枝垂’の3品種が認められた。このことはウメにおいては外観的に正常であるとみられる花粉でも発芽能力を全く持たない場合が広範に存在することが明らかになったことから, ウメの花粉の稔性の判定は花粉の有無や染色率ではなく, 花粉の発芽率が最も正確な判断基準であることが判った。ただし, 花粉の量および染色率が発芽率との間で有意な相関を示したことは, これらが発芽能力を推定する上では有効な指標になることを示すものである。すなわち花粉の量が多と判定されればその品種は花粉の

Table 3. Correlation coefficients among pollen quantity, rate of stained pollen and rate of germinated pollen in Japanese apricot cultivars (1998-2000).

	Quantity			Rate of stained			Rate of germinated		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Quantity									
1998	1	0.830**	0.849**	0.834**	0.805**	0.814**	0.692**	0.704**	0.735**
1999		1	0.907**	0.838**	0.869**	0.876**	0.550**	0.770**	0.736**
2000			1	0.834**	0.854**	0.892**	0.572**	0.770**	0.760**
Rate of stained									
1998				1	0.935**	0.914**	0.622**	0.768**	0.751**
1999					1	0.939**	0.612**	0.794**	0.750**
2000						1	0.589**	0.776**	0.756**
Rate of germinated									
1998							1	0.684**	0.726**
1999								1	0.774**
2000									1

**Significant at $P=0.01$.

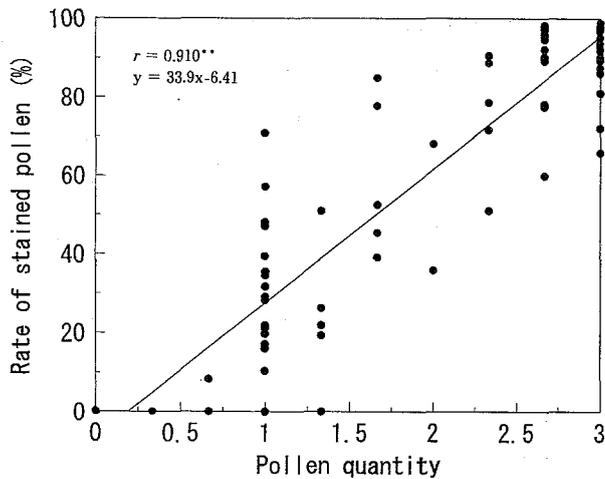


Fig. 1. Relationship between pollen quantity and rate of stained pollen in Japanese apricot cultivars. Pollen quantity was divided in to 4 categories. In detail, see in Materials and Methods. 3: much quantity, 2: medium quantity 1: small quantity, 0: no pollen. **Significant at $p = 0.01$.

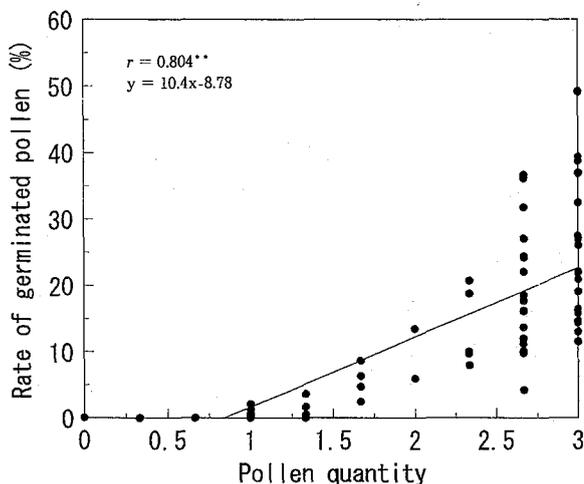


Fig. 2. Relationship between pollen quantity and rate of germinated pollen in Japanese apricot cultivars. Pollen quantity was divided in to 4 categories. In detail, see in Materials and Methods. 3: much quantity, 2: medium quantity 1: small quantity, 0: no pollen. **Significant at $p = 0.01$.

発芽能力を有する可能性が高く、逆に量が少と判定されれば発芽能力を持たない可能性が高いと推定される。

ウメの花粉の発芽率が年次変動することは知られており、環境条件、栄養条件などの影響が指摘されているが(長谷部, 1980; 前田・柴本, 1971; 大坪, 1984), 具体的な条件は明らかになっていない。本調査でも花粉の量や染色率と比較すると年次変動が大きくなった。こ

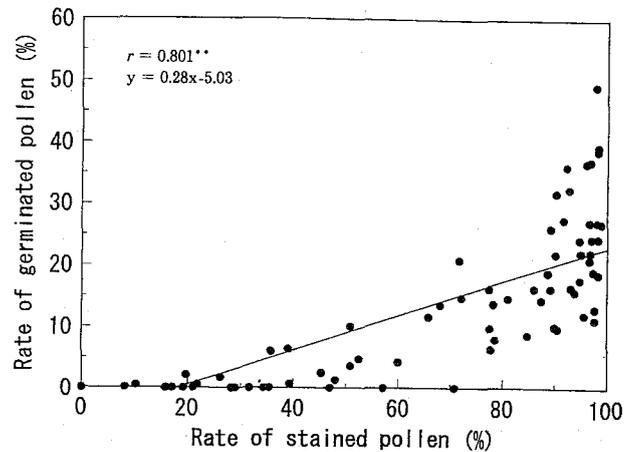


Fig. 3. Relationship between rate of stained pollen and rate of germinated pollen in Japanese apricot cultivars. **Significant at $p = 0.01$.

のように発芽率の調査結果について信頼性を高めるためには調査を複数年行うことが必要であると考えられる。ウメでは雌ずいが短くなったり欠失する不完全花の発生が多く、その発生率は品種だけでなく、結果枝の種類、開花期、栄養条件によって異なることが報告されている(上林, 1927; 松原ら, 1938)。雄ずいの形態変化は発生が少ないとされている(渡辺ら, 1975)が、このような環境条件や栄養条件がウメの花粉発育に及ぼす影響については今後検討する必要がある。

3年間にわたる本調査で花粉の発芽率が0%を示したが、他の報告では発芽が認められている品種が‘白加賀’, ‘曙’, ‘小向’など9品種認められた(Table 4)。異なる結果となった原因として同名品種で花粉特性の異なる系統であった可能性が考えられる。本調査でも‘豊後’と‘八房’は2系統を用いて検討したがその結果、‘八房’についてはいずれも花粉染色率は90%以上で、発芽能力を有するが、花粉の量は‘八房(秋田)’は多で‘八房(島田)’は中となった。また‘豊後’については‘豊後(久留米)’の花粉量は中、染色率は45%で発芽がやや認められたのに対して‘豊後(平塚)’は花粉量は少なく、染色率および発芽率とも0%となった。このように同名品種でも異なる系統の場合、異なる花粉特性を示した。‘白加賀’は雄性不稔の代表的な品種に挙げられ、本調査でも花粉は認められなかった(Table 1)。同様に渡辺ら(1978)は花粉の量は微から無で発芽率0%と、村井ら(1996)は花粉の量が無と、中西・一井(1978a)は染色率0%と報告しており、今回の結果とほぼ一致している。これに対して川上・五十嵐(1943),

Table 4. Comparison of rate of germinated pollen.

Cultivars	This paper	Fumoto (1972)	Kawakami・Igarashi (1943)	Matubara et al (1938)	Ueno・Matsuyama (1969)	Watanabe et al (1978)
Akebono	0	12.0		45.8		
Gojirou	0					2.8
Gyokuei	0					2.8
Komukai	0	24.1		7.3		2.8
Seiyoubai	0	32.1				2.1
Shirokaga	0		6.0	46.3	90.6	0
Sumomoume	0					21.4
Suzukishiro	0	36.0				21.4
Taihei	0	13.5		4.3		63.8

松原ら (1938), 上野・松山 (1969) は '白加賀' の発芽率をそれぞれ6.0%, 46.3%, 90.6%としており, 大きく異なる。'白加賀' には異なる系統の存在が指摘されており (長谷部, 1980; 前田・柴本, 1971), '白加賀' で発芽率があったとする報告は本調査と異なる系統を用いた可能性が高い。このように, ウメにおいては同名品種でも異なる花粉特性を有する系統が存在する場合があるので, 花粉特性を調査する場合, その系統の由来に注意する必要がある。

ウメの栽培において受粉樹を選定する場合, 花粉の量が多く, 発芽率が高く, 交雑和合性である品種を選ぶことが重要である。特に主たる栽培品種が '白加賀', '古城', '玉英' などの花粉発芽能力を持たない品種の場合, 受粉樹が自家不結実性であるとその受粉樹が結実しないので, 自家結実性の受粉樹を選ぶか, もう1品種受粉樹を導入する必要がある。

ウメと同じ *Prunus* 属であるモモやアンズの雄性不稔性は単一の劣性遺伝子で遺伝されることが知られている (Burgos and Ledbetter, 1994; Hesse, 1975)。しかし, ウメ '白加賀' の雄性不稔の遺伝はモモやアンズとは異なり, 細胞質が関与している可能性がある (八重垣ら, 1997)。今後, ウメの雄性不稔の遺伝様式をさらに明らかにすることによって, 花粉の生殖能力を有する新品種の育成の効率化が図られると考えられる。

摘 要

果樹研究所で保存している実ウメ59品種, 花ウメ23品種について花粉の量, 染色率および発芽率について3年間にわたり調査した。

その結果, 花粉の量, 染色率および発芽率のいずれも大きな品種間差異が認められた。実ウメでは花粉量が多い品種が約6割を, 花ウメでは花粉量が少く無の品種が約7割を占めた。'南高', '竜峡小梅', '鶯宿' などの

花粉量が多い品種では, 染色率が高く, 発芽能力がある品種の割合が高く, 反対に '古城', '玉英', '八重咲寒紅' など花粉量が少ない品種では染色率が低く, 発芽能力がない品種の割合が高くなった。花粉の量, 染色率および発芽率は相互に高い相関を示した。しかし, 花粉があっても染色性を示しても発芽が全く認められない品種が14品種存在した。このことからウメの雄性の生殖能力を判定するには花粉の量や染色率の調査ではなく, 発芽率の調査が不可欠と考えられる。

引用文献

- 1) Burgos, L. and C.A.Ledbetter. 1994. Observation on inheritance of male sterility in apricot. HortScience 29: 127.
- 2) 麓次郎. 1972. 花粉発芽率ならびに交配親和性について. 京都府立植物園報. 1: 44-49.
- 3) 長谷部秀明. 1980. ウメの品種と栽培. p29-102. 農文協. 東京.
- 4) Hesse, C.O. 1975. Peaches. p285-335. In: J. Janick and J. N. Moore (eds). Advance in Fruit Breeding. Purdue Univ. Press, West Lafayette, Ind.
- 5) 岩波洋造. 1980. 花粉学. p156. 講談社. 東京.
- 6) 上林論一郎. 1927. ウメの着花と結実とに関する研究. 園芸の研究. 22: 64-74.
- 7) 川上繁・五十嵐幸男. 1943. 低温地方における梅と杏に関する二三の知見 (B) 花粉発芽試験. 園学雑. 14: 45-60.
- 8) 前田知・柴本一好. 1971. 現代農業技術双書ウメ・アンズ. p43-121. 家の光協会. 東京.
- 9) 松原茂樹・飯田章・徳永信八郎. 1938. 梅の不完全花発生並びに稔性に関する実験. 園学雑. 9: 187-197.
- 10) 宮原継男. 1984. ウメ 基本技術編. 生育過程と技術. p7-11. 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.

- 11) 村井泰広・原田久・望岡亮介・高木敏彦. 1996. 花ウメの花粉稔性及び花粉の形態. 日本花粉学会会誌. 42 : 27-35.
- 12) 中西テツ・一井隆夫. 1978a. ウメ無花粉品種の結実要因に関する研究. I. 開花期の2, 3の要因と結実傾向について. 神戸大農学研報. 13 : 61-67.
- 13) 中西テツ・一井隆夫. 1978b. ウメ無花粉品種の結実要因に関する研究. III. 訪花昆虫の飛来と結実について. 神戸大農学研報. 13 : 75-80.
- 14) 大坪孝之. 1984. ウメ 基礎編 各部の形態と生理. p11-26. 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.
- 15) 大坪孝之. 1992. 趣味の園芸作業12ヶ月. ウメ. p140-146. 日本放送出版協会. 東京.
- 16) 谷口充. 1994. ウメの作業便利帳. p11-19. 農文協. 東京.
- 17) 上野晴久・松山良樹. 1969. ウメの生産安定に関する研究. (第1報) 花および果実について. 和歌山果試研報. 2 : 1-8.
- 18) 渡辺進・川口松男・村岡邦三. 1975. ウメの生産安定技術の確立. II 気象とウメの開花・結実について. 群馬園試報. 4 : 45-61.
- 19) 渡辺進・川口松男・村岡邦三. 1978. ウメの生産安定技術の確立. III 受粉樹と受粉方法について. 群馬園試報. 6 : 30-42.
- 20) 八重垣英明・三宅正則・土師岳・山口正己. 1997. ウメ ‘白加賀’ の雄性不稔性の遺伝様式について. 園学雑. 66 (別2) : 144-145.
- 21) 吉田雅夫. 1984. ウメ 基礎編 原産と来歴. p3-6. 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.
- 22) 吉田雅夫・安野正純. 1970. 核果類の品種に関する研究. (第1報) 核果類品種の花粉ねん性. 園学要旨. 昭45春 : 22-23.