

ウメにおける開花期の早晩による 雌ずいの発達の違いについて*

高松善博*・鈴木 登**

The Difference in the Development of Pistils between Early and Late Blooming in Japanese Apricot

Yoshihiro TAKAMATSU* and Noboru SUZUKI**

Synopsis

The differences in pistil development of Japanese apricot was investigated between in 1986 when flowering came later and 1987 when flowering began earlier. 'Aojiku', 'Ohshuku' and 'Joshuhaku' trees grown at Aotani, Joyo city, Kyoto Prefecture, were used. The blooming lasted from Jan. 31 to Mar. 19 and from Mar. 13 to Apr. 5 in the former and latter season, respectively. The mean air temperature during flowering in 1986 was 8.4°C and that in 1987 was 5.3°C. When flowering was early many imperfect flowers were formed and the pistils of perfect flowers were smaller in all cultivars. The ovaries of the flowers in 1987 had shorter diameters and thinner walls compared with those in late flowering one. Lower temperatures during blooming might inhibit the development of each part of the pistil. In both years the size of pistil was largest at full bloom stage. A positive high correlations between the diameter of the ovary and the size of locule and ovule suggests that the size of the ovary is an indicator of the degree of development of inner parts of the ovary.

I 緒 言

ウメの花芽は冬季の低温によって自発休眠が打破されるが、低温要求量はスモモ、アンズよりも少ないため開花が早くなる。開花の時期は年によって早晩の変動が大きい。自発休眠が打破されたのち気温の高い日が続くと開花は早くなるが、花器の充実が不十分で不完全花の発生も多くなる。このため開花後の花及び果実の生育が不良になり収穫量は低下する¹⁻⁴⁾。早期開花という認識には、暖冬などの影響により開花期が例年より早い場合と、同一年次の開花期別に早い場合の二通りがある。これまでの調査研究の多くは前者について論じている。後者については渡辺ら⁵⁾の報告があるが、これは著しい晩期開花

年についてのみ調査されている。開花が促進されると花蕾が小さくなる現象が認められているが、花器を構成する雌ずいの充実程度についての詳細な研究はほとんどなされていない。著者らは、開花が遅くなった1986年と早くなった1987年にそれぞれ雌ずい及び子房の発達程度を調査するとともに、子房各部位の大きさについても調査した。

II 材料および方法

調査は開花が著しい晩期開花の1986年(以下、晩期開花年とする)と、暖冬による著しい早期開花の1987年(以下、早期開花年とする)に行った。両年ともに、京都府城陽市農業協同組合の委託試験地ウ

* 本報告の一部は園芸学会昭和63年度秋季大会、平成元年度秋季大会で報告した。

** 農学科園芸学研究室 (Lab. of Horticultural science, Faculty of Kinki University, Nakamachi, Nara, 631, Japan)

** 環境科学研究所 (Environmental Science Research Institute, Kinki University, 3-4-1, Kowa-kae, Higashiosaka, Osaka, 577, Japan)

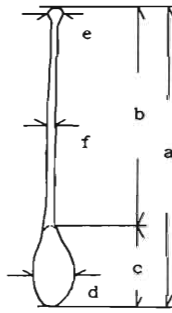


Fig. 1A. Each part of pistil.
 a: Length of pistil
 b: Length of style
 c: Length of ovary
 d: Maximum diameter of ovary
 e: Diameter of stigma
 f: Diameter of style

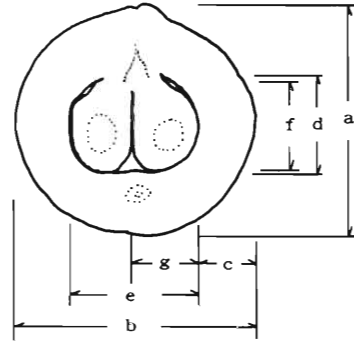


Fig. 1B. Each part of ovary.
 a: Longitudinal diameter of ovary
 b: Transverse diameter of ovary
 c: Thickness of ovary wall
 d: Longitudinal diameter of locule
 e: Transverse diameter of locule
 f: Longitudinal diameter of ovule
 g: Transverse diameter of ovule

メ圃場に植栽されている‘青軸’、‘鶯宿’及び‘城州白’の樹勢中庸な成木を数本選んだ。開花期間中、当日開花した花を20個採取し、FAA液で固定し保存した。1986年は‘青軸’の弱勢樹も供試して、それらの雌ずいの大きさを観察した。花の採取は枝の位置および種類にかかわらず無作為に行った。なお、開花は樹冠下部から始まり、その上部へと及んだ。松原ら⁹⁾による完全花と不完全花とを区分した後、雌ずいを取り出し、Fig. 1に示すような雌ずい各部の大きさと子房内部の形態的な観察を行った。各部の大きさは実体顕微鏡テレビ装置によりモニター上に拡大した画像上で測定したのち、実際の値に換算した。子房内部の観察は、徒手切片法により珠柄を横断する切片を作成して行った。縫合線と平行な方向を縦径とし、これと直交する方向を横径とし子室や胚珠の縦径、横径を測定した。胚珠の縦径及び横径はそれぞれ果実内に存在する2個の胚珠についてそれぞれに測定し、その平均値で表した。子房壁の厚さは赤道面上の2カ所を測定して平均値を求めた。子房内部の観察のためのサンプル数は、最も少ない日で4個、多い日で17~18個であった。いずれの年も10月から翌年の4月までの最低及び最高気温を記録した。

III 結果及び考察

温度環境

半月ごとの最高及び最低の平均気温を平年の平均

温度と比較したものをFig. 2に示してある。1986年の12月上旬から1987年の2月中旬までの気温は平年の気温より高かった。一方、1985年の12月上旬から1986年3月上旬までの気温は平年よりも低く経過した。さらに、この時期以後も平年より気温の低い日が続いた。ウメの開花の早晚について、中川ら³⁾は開花の早晚と満開前2カ月前の平均気温とに、渡辺ら⁴⁾は開花盛期と12月から翌年3月までの月平均気温との間に、それぞれ高い負の相関関係を認め、ウメには12月、1月、2月の月平均気温が開花期に与える影響が大きいことを確認している。今回の調査でも同様な傾向が認められた。Table 1に示す開花期間中の平均温度は1987年が5.3°C、1986年が8.4°Cであった。ウメの開花期間中の平均気温は6~8°Cとされており^{7,8)}、本調査における晩期開花年の開花期の温度条件はこれに近い気温であった。中川ら³⁾は満開期から落花期にかけて気温が-8.5°C、幼果期に-4~-4.5°C以下の低温が発生すると著しい霜害が発生するとしている。本調査での早期開花年の開花期間中に最低気温が-4.5°C以下になった日はなく、花器に受けた低温の障害が少ないと考えられた。

開花期および不完全花

松本⁹⁾は1953年から1989年まで37年間にわたる多くの植物の開花時期を観測し、白梅については1987年に開花が早くなり、1986年には近畿、瀬戸内地方において著しく開花が遅くなったことを報告している。本調査地区におけるウメ品種の開花時期も同様

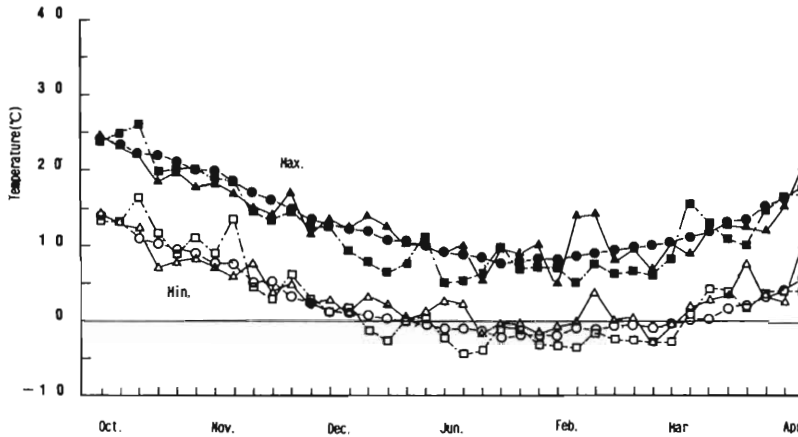


Fig. 2. Average maximum and minimum temperatures of each five-days from 1985 to 1987 compared to those from 1956 to 1985.

- , ○: Average temperature (1956~1985)
 ■, □: '85. Oct.~'86. Apr.
 ▲, △: '86. Oct.~'87. Apr.

Table 1. The flowering time in three Japanese apricot cultivars.

Cultivar	1986		1987	
	Flowering time	Period (days)	Flowering time	Period (days)
Aojiku (moderate)	Mar. 14~Apr. 5	23	Jan. 31~Mar. 12	41
(poor)	Mar. 13~Apr. 3	23	—	—
Ohshuku	Mar. 14~Apr. 5	23	Jan. 31~Mar. 19	48
Joshuhaku	Mar. 15~Apr. 5	23	Jan. 31~Mar. 19	48

な結果が得られた。1986年には‘青軸’が最も早く開花を始め、開花期間は3月13日から4月5日までの22~23日間であった。1987年には‘鶯宿’及び‘城州白’で開花が最も早く、1月31日から3月19日まで41~48日間開花した (Table 1)。このように晩期開花年には開花日が早期開花年に比べ40日程度遅れて始まり、最終開花日は約15日遅く終わった。したがって、1986年の開花期間は1987年の約1/2であった。上野ら¹⁾は開花開始日の変動は大きい、開花終期は比較的小さいことを認めている。今回の調査でも同様な傾向が得られた。開花開始日と終了日あるいは開花期間における品種間差異は、1987年には明らかであったが、1986年には認められなかった。

1986年の調査では不完全花はほとんど認められなかった。上野ら¹⁾は‘南高’、‘養老’、‘改良内田’、‘白加賀’において開花の遅い年には不完全花の形成がごく少なくなると報告している。しかし、本研究調査では1987年には多くの不完全花が観察された。‘青軸’

や‘鶯宿’では不完全花の発生は開花開始期から盛期にかけて多くなったが、終期にはほとんど認められなかった。一方、‘城州白’では不完全花が開花盛期から終期にかけて多く形成された。開花期間を通じた開花日あたりの不完全花の発生率は‘城州白’、‘鶯宿’がともに約3%、‘青軸’が約18%で品種により異なった (Fig. 3)。上野ら¹⁾は早期開花年に不完全花の発生率が開花期により、また品種によっても異なることを報告しており、本調査でも同様な傾向が認められた。‘青軸’で不完全花の発生率の高いことは大坪ら¹⁰⁾によっても認められている。

開花の早晩と雌ずいの大きさ

各品種における雌ずい各部の大きさを1986年と1987年とで比較した結果を Table 2 に示してある。‘青軸’では1986年に比べ1987年で花柱が長くなり、子房長が短くなり、子房径、柱頭径及び花柱径は有意に小さくなった。‘鶯宿’では花柱は短くなったが子房長は変わらず、雌ずい長は有意に短くなった。

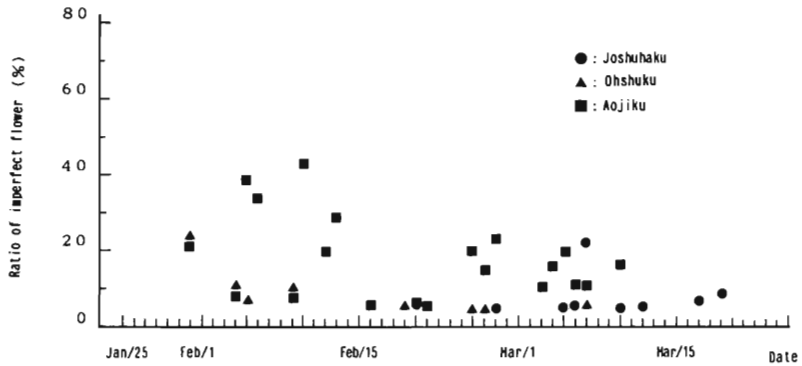


Fig. 3. The occurrence of imperfect flower in three Japanese apricot cultivars (1986).

Table 2. The size of each part in three Japanese apricot cultivars.

(mm)

Cultivar	Year	Length of pistil	Length of style	Length of ovary	Diameter of ovary	Diameter of stigma	Diameter of style
Aojiku	1986	8.65 e	6.83 f	1.82 e	1.39 b	0.64 b	0.33 a
	1986*	8.45 f	6.77 f	1.68 f	1.25 e	0.55 e	0.31 c
	1987	8.64 e	6.97 e	1.67 f	1.30 d	0.55 e	0.31 c
Ohshuku	1986	9.32 c	7.42 c	1.90 c	1.38 bc	0.62 c	0.31 c
	1987	9.11 d	7.23 d	1.89 cd	1.38 bc	0.68 a	0.32 b
Joshuhaku	1986	10.14 a	8.09 a	2.08 a	1.46 a	0.56 e	0.27 d
	1987	9.69 b	7.73 b	1.96 b	1.38 bc	0.58 d	0.26 e

Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

*: Tree with weak vigor

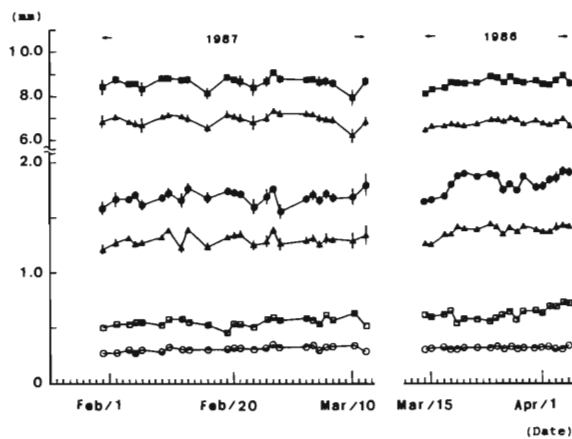


Fig. 4. Changes in size of each part of pistil (Aojiku).

Vertical bars indicate S.E.. Length of pistil (■), Length of style (▲), Length of ovary (●), Diameter of ovary (△), Diameter of stigma (□), Diameter of style (○).

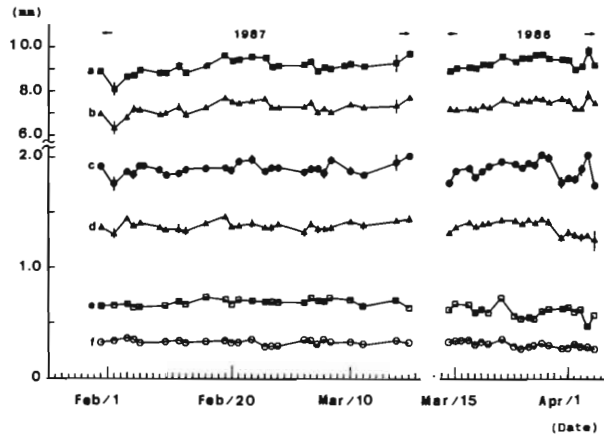


Fig. 5. Changes in size of each part of pistil (Ohshuku). Vertical bars indicate S.E.. Length of pistil (■), Length of style (▲), Length of ovary (●), Diameter of ovary (△), Diameter of stigma (□), Diameter of style (○).

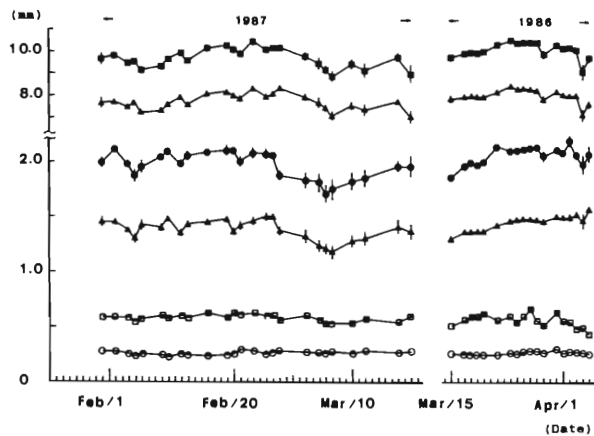


Fig. 6. Changes in size of each part of pistil (Joshuhaku). Vertical bars indicate S.E.. Length of pistil (■), Length of style (▲), Length of ovary (●), Diameter of ovary (△), Diameter of stigma (□), Diameter of style (○).

一方、柱頭径は太くなり、子房径や花柱径には有意な差は見られなかった。‘城州白’では花柱長や、子房長が短くなったため雌ずい長が短くなった。子房径は小さくなったが、花柱径は変わらず、柱頭径は太くなった。‘青軸’と‘城州白’では1986年に比べて1987年に子房長および子房径が減少した。その減少率は‘青軸’ではそれぞれ8%、6.5%、‘城州白’で5.8%、5.5%であった。‘鶯宿’では両年に差は見られなかった。子房の形状(縦径/横径)は、3品種とも開花の早晚による変化がほとんど認められず、これは品種固有の値を示すと考えられた。

雌ずい各部の大きさと開花期間中の経時的変化

調査結果は Fig. 4～6 に示すとうりである。雌ずいの大きさは開花開始期から盛期にかけて大きくなったが、その程度は開花早期年において晩期年より小さくなった。さらに、開花開始期や終期の雌ずいの大きさは採取日や個体間の変動が開花晩期年よりも大きかった。どの品種も早期開花年は開花期間が長くなり、発育の良好な雌ずいが少なく、その発生時期も散在し、開花日ごとの個体変動が著しかった。渡辺ら⁵⁾は‘信濃小梅’において、開花が遅い年にまたは開花の終期になるに従い、子房が大きくなることを認めている。しかし、1986年の調査では‘鶯宿’、‘城州白’の雌ずい各部は開花終期に小さくなる傾向

を示し、'青軸'のそれは開花期別によってほとんど変化しなかった。1987年は1986年に比べて子房の外径(縦径, 横径)が小さくなり, 子房壁の厚さも薄くなった。新居ら¹¹⁾はウメ'白加賀'では開花前に果肉細胞の分裂が行われていることを認めている。このことから, 開花期の気温が比較的高くなる晩期開花年には, 果肉細胞の分裂が活発に行われたために子房が大きくなったと考えられた。子室や胚珠の大きさは, '青軸'では早期開花年に小さくなり, '鶯宿'では大きくなった。しかし, '城州白'では子室が早期

開花年に大きくなったが, 胚珠の大きさは変わらなかった。このように子室や胚珠の発達に及ぼす開花期の影響は品種により異なる傾向を示した(Table 3)。開花期間における開花日毎の子房各部の大きさは, 雌ずいの外部形質と同様に, 品種ごとに開花期によって異なった(Fig. 7~9)。「青軸」の子房は1987年の終期に, 1986年の開花盛期にそれぞれ大きいことが認められた。「鶯宿」では, 早期開花年には開花期による変異は比較的小なかつたが, 晩期開花年は開花開始期から盛期に大きくなった。「城

Table 3. The size of each part of ovary in perfect flower in three Japanese apricot cultivars.

(mm)

Cultivar	Year	Diameter of ovary		Thickness of ovary wall	Diameter of locule		Diameter of ovule	
		Longitudinal	Transverse		Longitudinal	Transverse	Longitudinal	Transverse
Aojiku	1986	1.31 a	1.30 ab	0.27 c	0.50 a	0.76 b	0.37 a	0.50 a
	1987	1.18 d	1.15 e	0.23 f	0.50 a	0.69 d	0.34 b	0.48 bc
Ohshuku	1986	1.21 c	1.20 d	0.29 a	0.45 c	0.61 f	0.31 d	0.40 e
	1987	1.15 e	1.14 e	0.24 e	0.43 d	0.65 e	0.33 c	0.44 d
Joshuhaku	1986	1.28 b	1.32 a	0.28 b	0.48 b	0.75 bc	0.37 a	0.48 bc
	1987	1.21 c	1.27 c	0.25 d	0.51 a	0.78 a	0.37 a	0.49 ab

Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

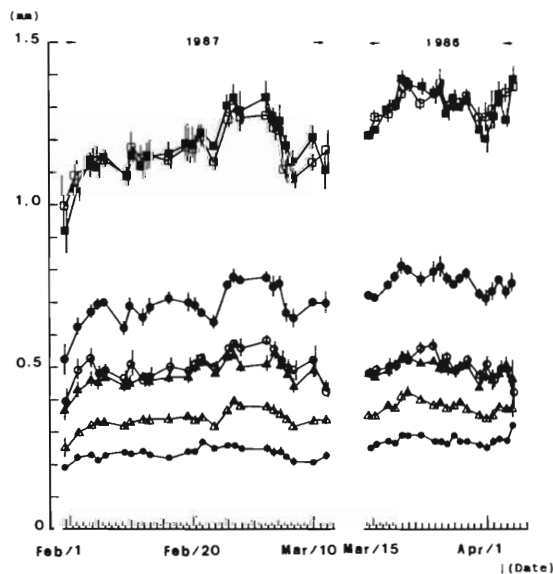


Fig. 7. Changes in size of each part of ovary (Aojiku).

Vertical bars indicate S.E. Longitudinal diameter of ovary (■), Cross diameter of ovary (□), Thickness of ovary wall (★), Longitudinal diameter of locule (○), Cross diameter of locule (●), Longitudinal diameter of ovule (△), Cross diameter of ovule (▲).

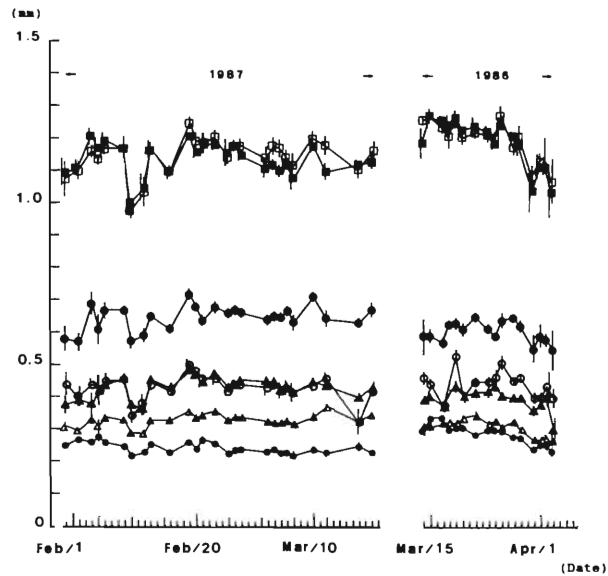


Fig. 8. Changes in size of each part of ovary (Ohshuku).

Vertical bars indicate S.E.. Longitudinal diameter of ovary (■), Cross diameter of ovary (□), Thickness of ovary wall (★), Longitudinal diameter of locule (○), Cross diameter of locule (●), Longitudinal diameter of ovule (△), Cross diameter of ovule (▲).

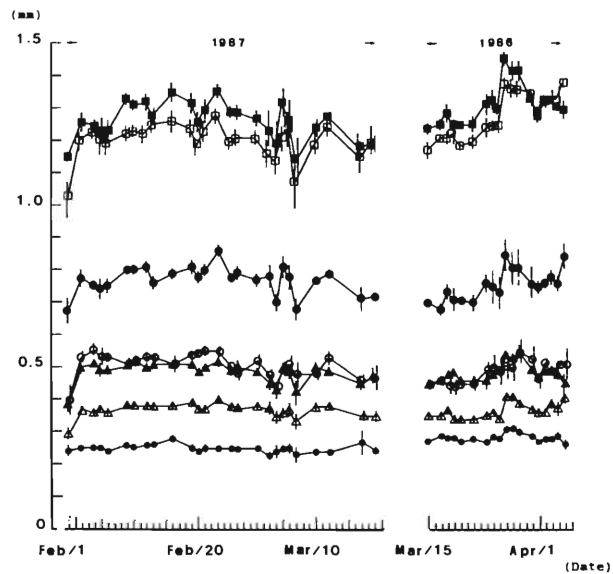


Fig. 9. Changes in size of each part of ovary (Joshuhaku).

Vertical bars indicate S.E.. Longitudinal diameter of ovary (■), Cross diameter of ovary (□), Thickness of ovary wall (★), Longitudinal diameter of locule (○), Cross diameter of locule (●), Longitudinal diameter of ovule (△), Cross diameter of ovule (▲).

Table 4. Correlation matrix of 7 characters of ovary in three Japanese apricot cultivars.

	a	b	c	d	e	f	g
a Longitudinal diameter of ovary	1 u						
	1 v						
	1 w						
	1 x						
	1 y						
	1 z						
b Transverse diameter of ovary	0.86**	1					
	0.83**	1					
	0.67**	1					
	0.76**	1					
	0.68**	1					
	0.62**	1					
c Thickness of ovary wall	0.76**	0.80**	1				
	0.70**	0.78**	1				
	0.50**	0.64**	1				
	0.33**	0.41**	1				
	0.49**	0.61**	1				
	0.39**	0.42**	1				
d Longitudinal diameter of locule	0.67**	0.84**	0.35**	1			
	0.69**	0.88**	0.38**	1			
	0.50**	0.82**	0.09	1			
	0.60**	0.85**	-0.02	1			
	0.46**	0.76**	-0.06	1			
	0.65**	0.70**	0.16	1			
e Transverse diameter of locule	0.62**	0.51**	0.35**	0.48**	1		
	0.74**	0.57**	0.44**	0.51**	1		
	0.65**	0.42**	0.36**	0.28**	1		
	0.74**	0.44**	0.12	0.34**	1		
	0.69**	0.44**	0.08	0.48**	1		
	0.70**	0.50**	0.29**	0.53**	1		
f Longitudinal diameter of ovule	0.85**	0.76**	0.60**	0.65**	0.67**	1	
	0.82**	0.71**	0.58**	0.60**	0.75**	1	
	0.68**	0.60**	0.47**	0.44**	0.50**	1	
	0.78**	0.71**	0.25*	0.64**	0.61**	1	
	0.40**	0.60**	0.32**	0.49**	0.23*	1	
	0.70**	0.57**	0.20*	0.19	0.56**	1	
g Transverse diameter of ovule	0.79**	0.88**	0.64**	0.80**	0.48**	0.82**	1
	0.77**	0.87**	0.61**	0.81**	0.54**	0.73**	1
	0.58**	0.76**	0.35**	0.72**	0.19	0.52**	1
	0.65**	0.77**	0.23*	0.72**	0.36**	0.69**	1
	0.48**	0.48**	0.24*	0.40**	0.41**	0.59**	1
	0.78**	0.51**	0.25*	0.61**	0.65**	0.67**	1

u: Aojiku(1986, n=208), v: Aojiku (1987, n=225), w: Joshuhaku (1986, n=163), x: Joshuhaku (1987, n=248), y: Ohshuku (1986, n=208), z: Ohshuku (1987, n=225).

Significant at; *5%, and **1% level.

州白'では早期開花年に子房外径が開花の開始から盛期にかけて大きくなった。晩期開花年には子房外径は開花開始期に小さくなった。

子房の形質間の大きさ

供試品種について子房の外部と内部形質との相関関係を求めたところ、正の高い相関関係が認められ

た (Table 4)。

‘青軸’では子房外径と子房壁の厚さとの間に $r = +0.70 \sim 0.80$, 子室との間に $r = +0.51 \sim 0.88$, 胚珠の大きさとの間に $r = +0.71 \sim 0.88$ と有意な正の相関が認められた。子室の縦径および横径を除く他の内部形質と子房外径との相関関係は早期開花年よりも晩期開花年に高くなった。‘鶯宿’では子房の外径と子房壁の厚さ, 子室, 胚珠の大きさとの間にそれぞれ $r = +0.39 \sim 0.61$, $r = +0.44 \sim 0.76$, $r = +0.40 \sim 0.78$ の相関関係が見られた。子房壁の厚さを除く内部の各形質と子房外径との間の相関係数は早期開花年により大きくなった。‘城州白’では, 子房外径と子房壁の厚さ, 子室, 胚珠との間にそれぞれ $r = +0.33 \sim 0.64$, $r = +0.42 \sim 0.85$, $r = +0.58 \sim 0.78$ の有意な正の相関が認められた。供試した品種に共通して有意な正の相関関係は晩期開花年に子房の横径と子房壁の厚さとの間に認められたが, 早期開花年にはこれらの相関関係は低くなった。開花の早晩にかかわらず子房の縦径は子室の縦径や胚珠の横径と, 子房の横径は子室や胚珠の縦径との間にそれぞれ有意な高い正の相関関係が認められた。従って, 子房の外径を測定することによってその内部の各部位の大きさを推測できると考えられた。

以上のように, 暖冬の影響を受け, 開花が早くなる年には開花期間が長く, 雌ずいの退化した不完全花の出現が多くなり, 完全花であっても雌ずいの発達が抑えられ, 子房内の胚珠も小さくなることが明らかになった。このことが暖冬年のウメの不結実性に関与する一因と考えられる。

結実に関する受粉や受精の条件につて, 渡辺ら⁵⁾は開花後比較的高い温度で, 15°C以上であれば訪花昆虫の活動が活発になり, 受粉の機会や量が多くなり, また中西ら¹³⁾は十分な受粉量がより受精や結実に有利であるとしている。花粉の発芽や花粉管の伸長については, 石田ら¹⁴⁾はモモ‘白桃’で花柱内の花粉管の伸長に20°Cが, 吉田¹⁵⁾はウメの花粉の発芽には18°C, 花粉管の伸長には23°Cが好適であるとしている。このように開花期間中の高温は訪花昆虫による受粉活動や受精にも好影響を及ぼすと考えられた。

新居ら¹¹⁾はウメ‘白加賀’で, 果肉細胞の分裂が開花後4週間頃まで活発であることを認め, 果肉細胞の分裂時期の気温と果実の成長速度は密接に関連するとし, 適度な範囲であれば温度が高いほど望ましいとしている。また, その後の気温の上昇とともに

急速に容積を増すことを報告している。渡辺ら⁵⁾は開花期と結実率および開花期間中の15°C以上の温度の出現率と結実率に‘甲州小梅’, ‘白加賀’では高い相関があることを, また中川ら³⁾は9カ年の資料から多くの品種で開花の早晩と収量との間に高い相関のあることを認めている。

これらのことから晩期開花で適度な範囲の高温時に開花すると良く発達した雌ずいとなり, 結実率が高く, 果実の肥大生長も良好となると考えられた。

IV 摘 要

京都府城陽市において栽培されているウメ‘青軸’, ‘鶯宿’, ‘城州白’を用いて, 早期開花年(1987年)と晩期開花年(1986年)にその雌ずいの発達程度を調査した。

開花期は, 早期開花年では1月31日から3月19日, 晩期開花年では3月13日から4月5日であった。それぞれの年の開花期間中の平均温度は5.3°C, 8.4°Cであった。いずれの品種も早期開花年には多くの不完全花が形成され, 完全花の雌ずいも小さくなった。さらに, 子房の外径(縦径, 横径)が小さく, 子房壁も薄くなった。開花期間中の低温がこのような雌ずい各部位や子房の発達を抑制したと思われる。同一年次内の開花期ごとの雌ずい各部位は, 開花盛期に大きく, 開花始期および終期に小さい傾向を示した。子房の外径と内部の形質の大きさとの間に有意な正の相関関係が認められたことから, 外部の大きさから内部の発育の程度を推定できると考えられた。

V 引用文献

- 1) 上野晴久・松山良樹：和歌山果試研報 44, 1～8 (1969)
- 2) 中川行夫：農及園, 40, 1733～1736 (1965)
- 3) 中川行夫・金戸橋夫・角田篤義：農業気象, 21, 131～136 (1966)
- 4) 渡辺 進・川口松男・村岡邦三：群馬園試報, 2, 43～58 (1973)
- 5) 渡辺 進・川口松男・村岡邦三：群馬園試報, 4, 46～61 (1975)
- 6) 松原茂樹・飯田 章・徳永信八郎：農及園, 9, 187～211 (1938)
- 7) 中川晶一：果樹園芸原論, 68～78, 養賢堂, 東京 (1971)
- 8) 渡辺 進：農及園, 51, 899～903 (1976)
- 9) 松本 茂：気象, 34, 46～47 (1990)
- 10) 大坪孝之・加藤弘昭・川上忠夫・永沢勝雄：園

-
- 学要旨, 昭52春, 84~85 (1977)
- 11) 新居直祐・中島三夫: 名城大農学報, 24, 37~43 (1988)
- 12) 渡辺 進・川口松男・村岡邦三: 園学要旨, 昭51春, 150~151 (1976)
- 13) 中西テツ・一井隆夫: 神大農研報, 13, 69~73 (1978)
- 14) 京都大学農学部園芸研究室: 園芸学研究集録, 9, 19~27, 養賢堂, 東京 (1979)
- 15) 吉田雅夫: 園学要旨, 昭43秋, 2~3 (1968)