ニホングリ (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) の 花柱の伸長と受粉適期

中村正博

宮城県農業短期大学 982-02 仙台市太白区旗立

Elongation of Styles and Optimum Pollination Time in Japanese Chestnut
(*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.)

Masahiro Nakamura

Miyagi Agricultural College, Taihaku, Sendai 982-02

Summary

To determine the optimum pollination time in Japanese chestnut (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) 'Yamato-Wase', female flowers were pollinated with 'Ginyose' 11 times at intervals of 3~4 days on and after 19 June when styles of the central female flower emerged from the involucre. The relation among the optimum pollination time, style elongation, and ovule development was investigated.

1. Early bur abscission until late July was rather severe after pollination on 19 June, although it became less severe after later pollinations. Preharvest bur abscission began after 25 August and was severe from 28 August to 1 September regardless of pollination time, although it decreased to 20, 35, and 50% after pollinations on 17, 21, and 24 July, respectively.

2. Percentage of burs with nut(s) set at harvest on 11 September attained a maximum of 80% after pollination on 17 July, which was succeeded by 65 and 35% after pollinations on 21 and 24 July, respectively. Most burs resulting from pollinations on and before 14 July contained only one nut. After pollinations on 17 and 21 July, burs with 3 nuts appeared and those with 2 nuts increased, but no burs with 3 nuts appeared after pollination on 24 July. Consequently, the period between 17 to 21 July was considered to be optimum for pollination.

3. Styles of central and lateral female flowers appeared on involucre on 19 and 23 June, respectively. They both began to spread out on 7 July, and on 14 July they ceased to elongate, attaining a length of about 4 mm. Thus, the optimum pollination time seems to be between 3 to 7 days after styles ceased to elongate, when scales of the involucre began to spread out.

4. In the ovary of the lateral female flower, outer and inner integuments and nucellus were differentiated in all ovules on 28 July. In the largest ovule in each ovary, the embryo sac was found on 4 August and the nucellus was gone after 11 August.

緒 言

クリの花柱はその突出後かなり長期にわたって子房上に存在し、また雄花の開花期間も比較的長い。既往の報告(新津, 1939; 河越, 1955; 志村ら, 1971)では、雌花の受精可能期間は花柱(柱頭)突出直後から1か月以上にわたり、その間に受粉適期があるとされ

ている。一方、筆者はさきに、胚珠の形成が花柱突出後8日前後に始まり、その後約2週間を経て外珠皮、内珠皮、珠心の形成が認められること(中村, 1986)、また胚珠の形態観察から、受精の時期は花柱突出時から約1か月半後と推定されること(中村, 1991)を報告した。したがって、雌花の受精可能とされる期間の初期には胚珠の形成は始まっておらず、また受粉適期においても、受粉から受精まではかなり長期間を要することになる。そこで、あらためて受精可能な受粉期

1991年9月27日 受理。本報告の概要は園芸学会昭和62年度秋季大会で発表した。

間ならびに受粉適期を検討するとともに、その間に受粉された花粉の発芽、花粉管伸長の実態を明らかにすることが必要と考えられた。

本報では、まず、花柱突出直後から時期を変えて受粉を行い、収穫時における着果（きゅう）率を指標として、受精可能な受粉期間および受粉適期を明らかにするとともに、受粉適期と花柱の伸長および胚珠の発達との関係を検討したので、その結果を報告する。

材料および方法

宮城県農業短期大学附属坪沼農場に植栽されている‘大和早生’を供試した。1986年6月14～15日に花柱突出前の发育程度のそろった雌花を標識し、同16日にそれらのすべてに一斉に紙袋（パラフィン紙）をかぶせた。

実験 I.

中心子房の花柱がわずかに突出し始めた6月19日、当日採集した‘銀寄’の花粉を用いて20個の雌花に人工受粉を行い、受粉後再び被袋した。続けて3～4日間隔で7月24日まで計11回同様の受粉を行った。また、被袋したままの雌花20個を花粉遮断区とした。各区受粉後3～4日おきに週2回落果数を調査した。9月11日、着果しているきゅう果を各受粉区ごとにすべて採取し、きゅう果内の肥大果実およびしいなの数を調査した。また別に、各受粉日に受粉直前の雌花を4個ずつ採取し、中心子房、側子房とも1子房当たり花柱を任意に2本選び、計8本の花柱について、その長さと太さを実体顕微鏡下でマイクロメーターを用いて測定した。花柱の長さは、柱頭を含む花柱先端から花柱基部までを、また、太さは花柱基部でその直径をそれぞれ測定した。

実験 II.

総はうのりん片が開き始めた7月17日に‘銀寄’の花粉を受粉した。受粉前の7月3日から受粉後の8月11日まで週2回各5個の雌花（きゅう果）を採取し、7月28日までその重量を測定した。また、7月28日以降はきゅう果から子房を取り出し、中心子房と側子房とを区別してそれぞれの重量を測定した。測定を終えた雌花または子房はすべてFAAで固定した。固定した雌花または側子房から任意に4個を選び、パラフィン包埋法によりそれぞれの縦断切片を作成してヘマトキシリンで染色し、各側子房の最大胚珠の横径をマイクロメーターで測定した。珠心および胚のうの形成が見られてからは、それらの横径についても同様に測定した。また、各子房ごとに胚珠の大きいものから順

に10個について、外珠皮、内珠皮、珠心を分化したものの割合を調査した。

結 果

1. 花柱の伸長・肥大

中心子房では6月19日ころから、側子房では4日ほど遅れた同23日ころから花柱の突出が見られ始めた（第1図）。その後花柱は中心子房で6月26日、側子房で同30日ころから急速に伸長し、中心子房では花柱突出25日後、側子房では同21日後のいずれも7月14日ころ伸長をほぼ停止した。このときの花柱長は両子房ともほぼ4 mm程度であった。花柱は突出後、垂直に伸長したが（第2図-A）、伸長を停止する1週間ほど前の7月7日ころから外側に広がり始め（第2図-B）、同17日にはほぼ開ききった（第2図-E）。花柱の太さも、その突出後から増加し続けたが、中心子房では突出11日後の6月30日ころ、側子房で

Fig. 1. Growth (length) of styles of central (●) and lateral (○) female flowers in Japanese chestnut ‘Yamato-Wase’.

Fig. 3. Growth (diameter) of styles of central (●) and lateral (○) female flowers in Japanese chestnut ‘Yamato-Wase’.

も同10日後の7月3日ころ増加がほぼ停止し、7月14日以降はいずれの子房においても直径0.28 mm前後で推移した(第3図)。花柱突出時総ほうを覆っていたりん片は7月17日ころから尖頭状を呈して外側に開き始め(第2図-E), 同24日には雌花の肥大、りん片の伸長とともに顕著になった(第2図-G)。

7月28日には花柱先端に褐変が認められた(第2図-H)。

2. 受粉時期と生理的落果

6月19日受粉区では受粉日から7月17日ころにかけて大きな落果があり、7月下旬までの早期落果率は60%近くに達した(第4図)。しかし、受粉日が遅れ

Fig. 2. Stages of growth and development of female flowers and their styles in Japanese chestnut 'Yamato-Wase'. A; styles elongate straightly on 30 June. B; styles begin to spread out on 7 July. C; 10 July. D; styles stop elongating on 14 July. E; styles spread out completely and scales on the involucre begin to spread out on 17 July. F; 21 July. G; involucre and scales on it grow rapidly on 24 July. H; tip of style (stigma) begins to turn brown on 28 July.

Fig. 4. Effect of pollination time on bur abscission in Japanese chestnut 'Yamato-Wase'. Dates and arrows indicate pollination times.

るにつれて早期落果は減少し、6月26日以降の受粉区の7月下旬における累積落果率はいずれも15%以下であった。また、花粉遮断区の7月下旬までの早期落果率は30%近くであった。一方、後期落果は各受粉区、花粉遮断区とも8月25日ころから一斉に始まり、8月28日から9月1日にかけて最も激しく、7月14日までの受粉区では早期落果も含めて収穫期には85~100%が落果した。しかし、7月17日受粉区では後期落果は20%に激減し、7月21、24日の受粉区では再び増加してそれぞれ35、50%となった。9月11日の収穫時点での着果率は、7月17日受粉区の80%が最も高く、7月21、24日受粉区がそれぞれ65、35%と続いたが、7月14日までの受粉区および花粉遮断区ではいずれも15%以下にとどまった。

3. 受粉時期ときゅう果当たり肥大果実含有数および中果、側果の割合

収穫されたきゅう果の肥大果実含有数は、6月23日から7月10日までの受粉区ではほとんどが1個であった(第1表)。しかし、7月14日受粉区から2個

含有するものが増加し、同17、21日受粉区ではそれぞれ収穫きゅう果数の31、38%を占めた。さらに上記の2区では3個含有するものが出現し、それぞれ収穫きゅう果数の25、23%を占めた。また、着果率の高かった7月17、21、24日受粉区の1果きゅうでは中果または側果のみのもの、2果きゅうでも中果を含むものと含まないものとが混在し、1果きゅうでは側果のみのもの、2果きゅうでは中果を含むものがいずれもやや多い傾向を示したが、全体として中果、側果の割合は1:2に近かった。一方、1果きゅうが主として1~2個着果した早期受粉区では、中果または側果の出現と受粉日との間に一定の傾向は見出せなかった。

4. 雌花の生長

雌花の重量増加は、測定を開始した7月3日から2週間ほどは緩やかであったが、7月17日以降急速になった(第5図)。子房は、中心子房、側子房ともきゅう果から取り出して測定を開始した7月28日以降急速に生長したが、側子房は中心子房と比較して若干

Table 1. Effect of pollination time on number of nuts per bur harvested on 11 September in Japanese chestnut 'Yamato-Wase'.

Pollination date ^z	Bur with one nut			Bur with two nuts			Bur with three nuts	Total burs harvested
	Central ^y	Lateral ^y	Total	Central + lateral	Laterals alone	Total		
19 June	0	0	0	0	0	0	0	0
23 June	1	1	2	0	0	0	0	2
26 June	0	0	0	0	1	1	0	1
30 June	0	0	0	0	0	0	0	0
3 July	1	1	2	0	0	0	0	2
7 July	0	1	1	0	0	0	0	1
10 July	0	1	1	0	0	0	0	1
14 July	2	0	2	0	1	1	0	3
17 July	3	4	7	2	3	5	4	16
21 July	2	3	5	4	1	5	3	13
24 July	1	3	4	2	1	3	0	7
Non-pollination	1	1	2	0	0	0	0	2

^z Dates on which female flowers in 20 burs were pollinated.^y Central nut and lateral nut(s), respectively. **Fig. 5.** Growth (weight) of bur (●) and central (○) and lateral (●) female flowers in Japanese chestnut 'Yamato-Wase'. Arrow indicates pollination time. **Fig. 6.** Percent increase of ovules with inner and outer integuments and nucellus in Japanese chestnut 'Yamato-Wase'. Ten ovules were selected by priority of size in each of 4 lateral ovaries and examined for the differentiation of integuments and nucellus. Arrow indicates pollination time.

生長が遅れた。

5. 胚珠の発達

側子房の胚珠では、外珠皮、内珠皮、珠心を分化したものが7月21日ころから現れ始め、その後急速に増加して1週間後の7月28日にはその出現率はほぼ100%に達した(第6図)。また、個々の子房の最大

胚珠では、胚のうが8月4日ころから認められ、同11日ころ珠心が消失した(第7図)。

考 察

新津(1939)は、クリの雌花は雌ずいの柱頭(花柱)がわずかに突出し始めた時期から既に受精能力を有し、以後1か月あまりその能力を持続するとし、ま

Fig. 7. Growth of the largest ovule (●) in lateral ovary and its nucellus (○) and embryo sac (●) in Japanese chestnut 'Yamato-Wase'. Arrow indicates pollination time.

た、受粉の適期は柱頭突出後7～26日目の約20日間であるとしている。このほか、青木(1940)、河越(1955)、志村ら(1971)も受精可能期間が長期にわたることを認めるとともに、受粉の適期をそれぞれ花柱突出後10～14日、同8～22日、同16～20日としている。本実験では、花柱がわずかに突出し始めた6月19日から3～4日おきに7月24日まで計11回受粉を行ったが、6月19日から花柱が外側に広がりつつあった7月10日までの間は受粉してもほとんどのきゅう果が収穫期までに落果した。しかし、中心子房、側子房とも花柱の伸長が終了し、花柱が外側に広がって開いた7月14日の受粉から着果率は急激に上昇し、特に、総ほうのりん片が尖頭状に変化し、外側に開き始めた7月17日と21日の受粉区では80～65%の着果率になった。7月24日の受粉になると着果率はまたかなり低下した。したがって、中心子房、側子房とも花柱の伸長が終了した時点から3～7日ころ、中心子房の花柱突出後28～32日ころが受粉の適期であると考えられた。また、この時期の受粉区では1～2果きゅうのほか、3果きゅうが多数出現した。新津(1939)、志村ら(1971)は3果きゅうが高率で出現した受粉時期を受粉適期としており、これらのことからこの時期が受粉適期と判断された。

しかしながら、本実験における受粉適期は、暦日のうえでも、花柱突出後の日数でも既往の報告に比べて

遅い。これは実験実施地の気象環境の相違によるものと考えられるが、その相違は開花の早晩のみならず、花柱(柱頭)の発達にも影響することが考えられる。したがって、受粉適期はその時期に最も近い发育段階で示すのが妥当と考えられ、本実験に限って言えば、花柱の伸長が終了した時点から3～7日ころとなる。

なお、本実験の早期受粉区の着果率は、既往の報告に比べて、計算方式の若干の相違を考慮にいれても、著しく低かったが、その理由は明らかではない。しかし、花柱突出後まもない時期の受粉でもわずかながら着果が見られたことから、既往の報告と同様、受精可能な受粉時期は花柱突出後1か月以上にわたるものと考えられた。また、花粉遮断区で収穫時15%の着果が見られたが、その理由としては、自然受粉防止のための袋の破損が考えられる。受精可能な受粉期間が長いクリでは、受粉区は受粉の時点で破損を確認できるが、花粉遮断区ではその確認が十分なされなかったためと考えられる。

筆者はさきに、最大胚珠で外珠皮、内珠皮、珠心を分化したものが認められたのは花柱突出後約3週間であり(中村, 1986)、また放任受粉区における受精の時期は花柱突出1か月半後の8月上旬と推定されること(中村, 1991)を報告した。本実験において珠心の分化はやや遅れて花柱突出約4週間後から、また、胚のうの形成は同7週間後に認められた。したがって、受粉適期と判断された花柱突出後28～32日には、まだ胚珠の受精態勢は整っていないことになる。これらの結果は、早期受粉はもちろん、適期受粉においても、花粉は発芽後花粉管が長期にわたって伸長し続け胚珠に達することを示唆するものと考えられた。また、着果率が受粉時期によって異なることは、花粉の発芽、花粉管の伸長が受粉時期(柱頭の熟度)によって相違することを示唆するものと考えられた。なお、従来、受精可能期間とされたものは、厳密には受精可能な受粉期間とすべきものと考えられる。

摘 要

クリ'大和早生'を供試して花柱突出直後から3～4日間隔で人工受粉を行い、収穫時における着果率を調べるとともに、花柱および胚珠の发育との関係を調査した。

1. 7月下旬までの早期落果率は、花柱突出始めの6月19日受粉区で高く、以後漸減して、6月26日以降の受粉区ではいずれも15%以下であった。一方、後期落果はいずれの区においても8月25日以降に始

まり、8月28日から9月1日にかけて最も激しかったが、7月17、21、24日の各受粉区ではそれぞれ20、35、50%にとどまった。

2. 9月11日の収穫時におけるきゅう果の着果率は、7月17日受粉区が80%と最も高く、7月21、24日受粉区が65、35%と続いた。きゅう果中の肥大果実数は、7月14日までの受粉区では1個のものが多かったが、7月17、21日受粉区では2個のものが増加するとともに3個のものが出現した。しかし、7月24日受粉区では3果きゅうは見られなかった。以上から、受粉適期は7月17~21日と考えられた。

3. 中心子房では6月19日ころから、側子房では同23日ころから花柱が突出、伸長し始めた。7月7日にはいずれの花柱も外側に広がり始め、7月14日には約4mmの長さでその伸長を停止した。したがって、受粉の適期は、花柱が伸長を停止した3~7日後に、また、総ほうのりん片が尖頭状に変化して外側に開き始めた時期に相当した。

4. 7月28日以降、すべての胚珠で外珠皮、内珠皮、および珠心の分化が認められた。また、最大胚珠

では8月4日に胚のうが認められ、同11日ころから珠心が消失した。

謝 辞 本研究をまとめるに当たり、ご指導ならびにご校閲を賜った東北大学名誉教授堀 裕先生に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 青木連次. 1940. 岸根栗不結実の原因に就て. 園学雑. 11: 258-265.
河越弘市. 1955. 栗の受精能力存続期間に関する研究. 岡山農試臨報. 53: 141-155.
中村正博. 1986. ニホングリ (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) の胚珠の発育について. 園学雑. 55: 251-257.
中村正博. 1991. ニホングリ (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) の生理的落果と胚珠の退化. 園学雑. 60: 47-53.
新津 宏. 1939. 栗の授粉に関する実験. 園学雑. 10: 339-348.
志村 勲・安野正純・大友忠三. 1971. クリの実用諸形質に関する遺伝・育種的研究. II. 含果数におよぼす受粉時期の影響. 育雑. 21: 77-80.