

カキ ‘西村早生’ の胚嚢の發育に関する研究

福井博一・西元和男・中村三夫

岐阜大学農学部 501-11 岐阜市柳戸 1-1

Studies on the Embryosac Development of ‘Nishimurawase’ Japanese Persimmon

Hirokazu FUKUI, Kazuo NISHIMOTO and Mitsuo NAKAMURA

Faculty of Agriculture, Gifu University, Gifu 501-11

Summary

Japanese persimmon cv. ‘Nishimurawase’ is a pollination variant non-astringent(PVNA) type, and de-astringency has not been achieved along with decreased capability of seed formation.

This decreased capability has been researched from the point of view of male gamete sterility, germination percentage and germination rate of pollen, previously. In this paper, the development of embryosac from the mother cell to complete formation was investigated in order to understand the relationship between capability of seed formation and female sterility. Embryosac mother cells and tetrasporangii were formed 18 and 12 days before bloom. The embryosac reached maturity 4 days before bloom. There were 3 phases in the development: the first phase, characterized by extension and no enlargement, extended from embryosac mother cell to tetrasporangium, the second phase, characterized by rapid enlargement, extended to the nuclear division of embryosac cells, and the third phase, characterized by rapid extension, extended to completion of the embryosac. Embryosac abortion and degeneration were observed, at rates reaching 22.5%, after the tetrasporangium or embryosac cell formation phases. There might be only six fertile embryosacs in a ‘Nishimurawase’ fruit judging from the percentage of embryosac abortions and degenerations.

緒 言

カキ ‘西村早生’ は不完全甘ガキであり、含核数により甘渋が左右されるため、人工授粉、授粉樹の混植、蜜蜂の放飼などによる授粉が積極的に行われている。しかし、年により種子形成率が低くなり樹上での自然脱渋が完全に行われず、栽培上大きな問題となっている。

‘西村早生’ の種子形成率の低下の原因としては、従来開花期の低温による受精の低下(10)、柱頭における花粉管の伸長阻害や花粉の不和合性(5)および ‘西村早生’ の花粉の発芽率や花粉管の伸長力が低いこと(4)などが挙げられており、受粉・受精の生理面からの研究が行われてきている。本研究は、この種子形成率の低下の1要因として開花時における胚嚢の發育も関与しているの

ではないかとの観点から、開花以前の胚嚢の形成過程を経時的に調査したものである。なお、カキの胚嚢の發育に関しては今日まで詳細な研究が少ないため、その基礎資料を得ることも目的とした。

材料及び方法

供試樹は岐阜県岐阜市洞、松井諄氏園栽植の14年生 ‘富有’ に高接ぎ更新後10年生の ‘西村早生’ を用いた。

材料は1986年5月6日(開花18日前)より1986年5月23日(開花前日)までの間、雌花を4花以上着生している結果枝10本を無作為に選び、各々の結果枝の基部より4花、計40花を毎日採取した。採取した材料は、子房径を計測し、その後適当な大きさに調整してホルマリン・酢酸・エタノール混液で固定して胚嚢の観察に供試した。組織はn-ブタノールで脱水し、パラフィンに包埋後、滑走式マイクロトームで15 μ m の連続切片を作成し、マイヤーの酸性ヘマラウンで染色して検鏡した。

1988年2月9日 受理

本研究の概要は昭和62年度園芸学会秋期大会で報告した。

結果及び考察

子房の発育

調査開始後から開花までの子房径は直線的に増加し、開花前日には10mm程度に達した(第1図)。この発育様式は結果枝の着花順位に関わりなく一定であったが、結果枝の基部より第1花の発育は他の花に比べわずかに劣っていた。

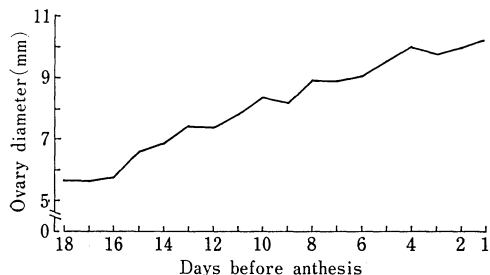


Fig. 1. Ovarian development during pre-bloom to anthesis.

胚嚢の発育

胚嚢の縦・横径の変化を示したものが第2図である。縦径は、開花9日前までは増加が緩慢であったが、その後急激に増加し、開花4日前まで続いたが、その後生育が停止した。これに対し、横径では開花12日前まではほとんど変化が認められなかったが、その後増加が開花3日前頃まで続き、ついでほとんど停止した。胚嚢の縦径と横径の発育曲線が異なり、特に急激な増加を示す時期に差が見られたことから、胚嚢の発育には縦径で代表される発育と横径で代表される発育の2つの様式があること

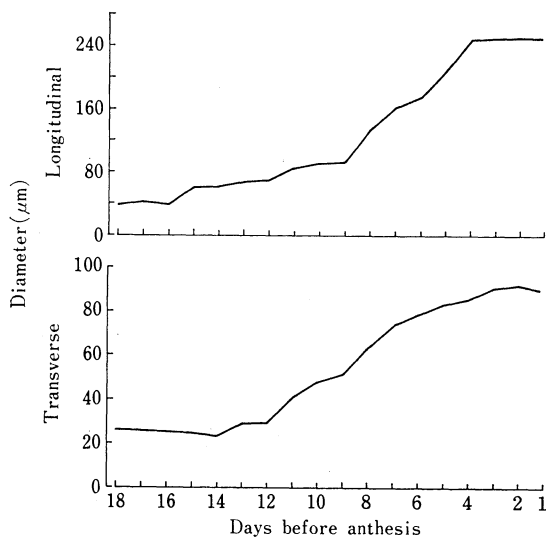


Fig. 2. Change in embryosac development during pre-bloom to anthesis.

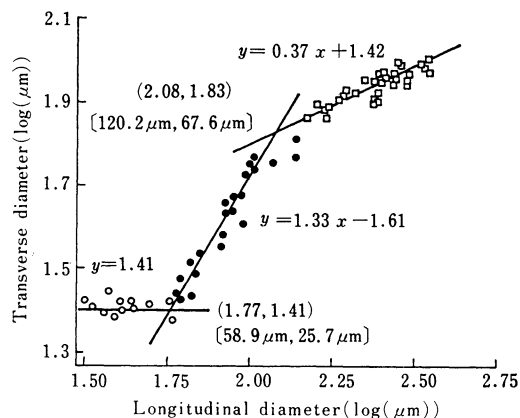


Fig. 3. Relationship between longitudinal and transverse diameter of embryosac.

が推察された。

そこでこの2つの発育様式を明らかにするために、相対生長式(1)を用いて検討した(第3図)。その結果、胚嚢の縦径と横径との間には3つの発育相の存在することが明らかとなった。すなわち、それらは $Y=1.41$ の回帰式で表現される胚嚢横径の発育がほとんど起こらず縦径の発育のみが主として行われる第1発育相、 $Y=1.33X-1.61$ の回帰式で表わされる縦径の発育に比べ横径の発育が盛んとなる第2発育相、さらに $Y=0.37X+1.42$ として表される横径に比べ縦径の発育が盛んとなる第3発育相であった。それぞれの発育相の転換期は、縦径と横径がそれぞれ58.9μmと25.7μmの時期及び120.2μmと67.6μmの時期であった。この発育相の転換期を実際の縦・横径の発育の変化との関連で見ると、第1の発育相転換期は胚嚢横径の急激な発育開始期である開花12日前と一致し、第2の発育相転換期は胚嚢縦径の急激

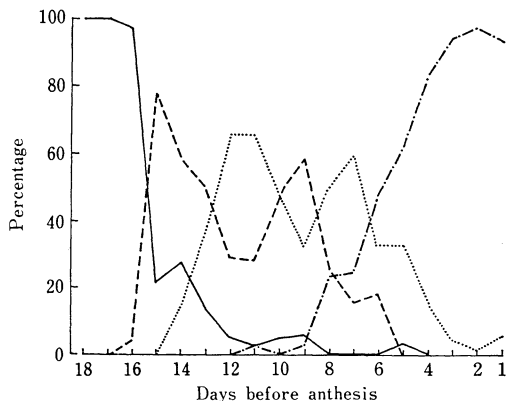


Fig. 4. Changes in number of macrospores or nucleuses in embryosac from embryosac mother cell during pre-bloom to anthesis.

number of macrospores or nucleuses in embryosac
 — one --- two four - - - - eight

な発育開始期である開花9日前と一致することが明らかとなった。

胚囊の形態的变化

胚囊の組織形態学的な発育を見るために、調査開始後から開花までの形態を観察し、胚囊母細胞から胚囊細胞までの細胞数（大孢子数）またはその後の胚囊内の核数を計数したものが第4図である。開花17日前までは形態的に胚囊母細胞の段階であり、細胞数が1個であるもの

の割合が100%であったことから、‘西村早生’の胚囊母細胞形成は開花18日前頃であると判断できる。傍島ら(7,9)は‘平核無’及び‘富有’の花器の発育を調査し、開花18日前から15日前に胚囊母細胞が観察されたと報告していることから、カキの胚囊母細胞形成期は品種によらず一定であると考えられる。細胞数（大孢子数）は開花16日前から15日前にかけて大きく変化し、開花16日前には1個のものが97%を占めていたのに対し、開

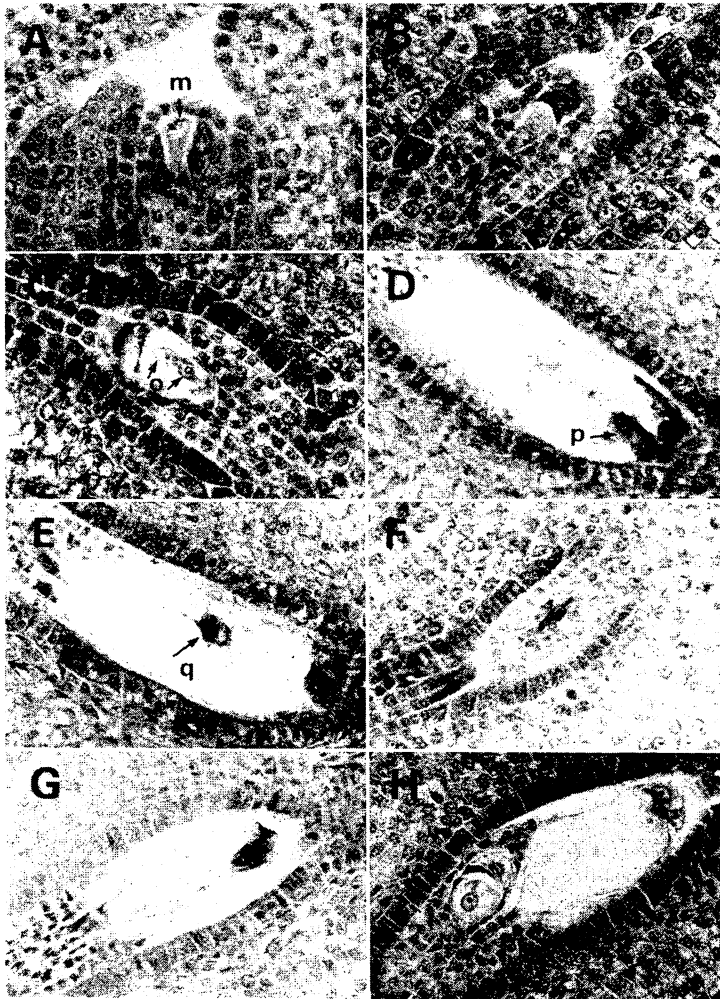


Fig. 5. Morphological changes in ovarian development in Japanese persimmon.

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| A: embryo sac mother cell stage | m: embryo sac mother cell |
| B: embryo sac cell stage | n: embryo sac cell |
| C: embryo sac with two nucleuses | o: nucleus |
| D: mature embryo sac stage | p: egg cell |
| E: mature embryo sac stage | q: polar nucleus |
| F: abortion of embryo sac | |
| G: degeneration of embryo sac | |
| H: ovule with two embryo sacs | |

花 15 日前にはこれが激減し、78% のものが 2 個となった。これは、胚嚢母細胞が開花 16 日以降に一斉に分裂を開始して 2 娘細胞となったことを示し、この分裂が各々の異なる花で同時に起きていることから、この胚嚢母細胞の分裂開始にはなんらかの生理的な要因が密接に関与していることがうかがわれた。傍島ら(8)は、開花 20 日前後の子房のサイトカニン活性が極めて高いことを観察しており、これが胚嚢母細胞の分裂開始と密接に関係している可能性がある。細胞数(大孢子数)はその後の開花 12 日前には 4 個の割合が高くなり、この時期が胚嚢母細胞の四分分子期であると判断された。したがって、これ以降は胚嚢の発生過程と考えられ、第 4 図の各々の線の種類で表される数は胚嚢内の核数を示す。開花 9 日前には 2 核を持つものの割合が 60% ともっとも多くなり、この時期が胚嚢細胞が 2 核性胚嚢となる時期と考えられた。また同様に開花 7 日前には 4 核、その後 8 核となるものの割合が多くなり、開花 4 日前にはほとんどのものが 8 核性となった。これらの形態を示したものが第 5 図(A-E)である。‘平核無’や‘富有’での観察(7,9)でも胚嚢の完成時期は開花直前であることが知られており、品種に関わりなく胚嚢の完成時期は同じであると考えられる。‘西村早生’の胚嚢の完成が開花の直前であり、胚嚢母細胞から胚嚢完成までの期間が 2 週間程度であることから、この時期の低温や高温などの気象の異常により胚嚢の完成時期が開花と一致しない場合がありうるものと考えられ、これが年次による受精の低下や含核数の変動と関係している可能性も考えられる。

以上の胚嚢縦・横径の変化と胚嚢の形態的变化を比較検討した結果、第 3 図で示された第 1 の发育転換期は胚嚢細胞形成期と一致し、第 2 の发育転換期は胚嚢細胞の核分裂開始期と一致した。また、第 2 図の胚嚢縦径で見られた開花 4 日前の发育停止は胚嚢の完成期と一致していることが明らかとなった。このことを胚嚢縦・横径の変化と共に模式化したものが第 6 図である。すなわち、胚嚢母細胞から四分分子期までは分裂が縦方向に行われるため、横方向への細胞の肥大は見られず伸長生長が主となる。これに対し四分分子以降は、3 個の大孢子が退化し 1 個の胚嚢細胞が充実し始めるため、横径が急激に増加する。さらにその後、形成された胚嚢細胞が核分裂を開始し始めると著しい縦径の増大が開始され、胚嚢の完成とともに停止すると考えられる。

異常胚嚢の発生

胚嚢の形態を調査する中で、胚嚢母細胞や胚嚢細胞の形成過程で退化しているもの、胚嚢細胞の核分裂の異常により通常より多い核数を示すもの、1 胚珠内に複数の

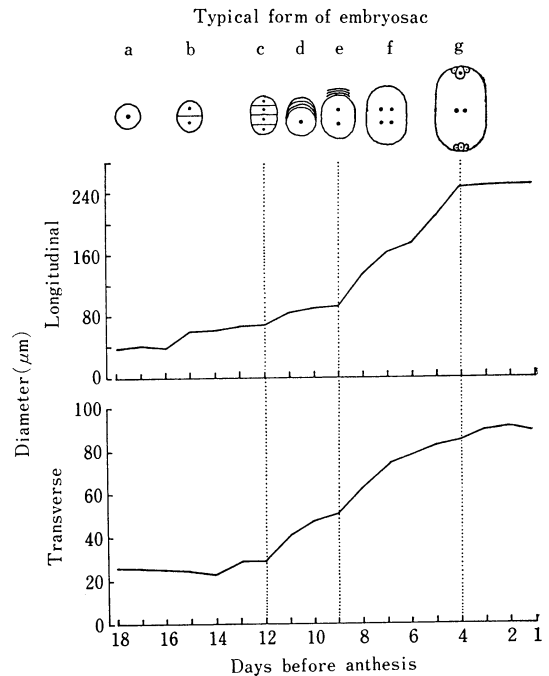


Fig. 6. Relations between morphological development and size increase (diameter) of embryo sac during pre-bloom to anthesis.

- a : embryo sac mother cell
 b : two macrospores
 c : tetrasporangium
 d : embryo sac cell
 e : embryo sac with two nucleuses
 f : embryo sac with four nucleuses
 g : mature embryo sac

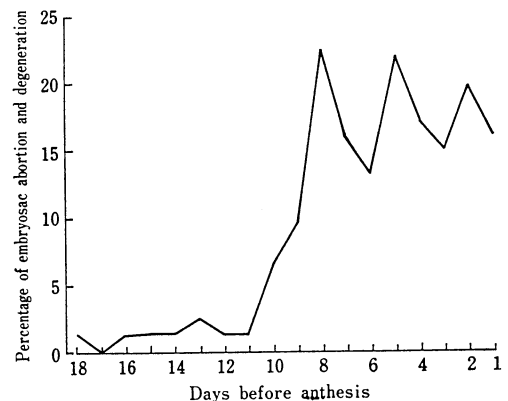


Fig. 7. Change in percentage of embryo sac abortion and degeneration during pre-bloom to anthesis.

胚嚢を形成したものなどが観察された(第 5 図(F-H)). そこでこれらの異常な胚嚢を示すものの割合を算出し、第 7 図に示した。異常胚嚢の発生率は開花 10 日前より急激に高まり、最高で 22.5%、平均 17.5% 前後の値と

なった。この異常胚囊の発生率が高まる時期は胚囊母細胞の四分子から1つの胚囊細胞が形成される時期と一致していることから、この異常胚囊は胚囊母細胞の四分子の3細胞が退化し、1つの胚囊細胞が形成される過程、あるいはそれ以降の胚囊形成過程の発育不良が原因となり、胚囊の異常が起こると推察される。一般に果樹の胚囊の発育不全は大きく分けて、胚囊母細胞の減数分裂期に起因するものと減数分裂終了後の過程に起因するものに分けられ(3)、『西村早生』は後者に属し、カンキツと同じグループに属するものと考えられる。

第7図に示された異常胚囊の発生率から、1果実当りの受精不能胚囊の数を算出すると最高で1.8個となり、『西村早生』は人工授粉などにより受精を促したとしても本質的に6個程度の受精能力しか持たないことが明らかとなった。このことから、この異常胚囊による受精能力の欠如が、栽培上問題となっている『西村早生』の渋果発生の原因の1つと考えられ、今後この異常胚囊の発生機構、特に環境条件との関わりについて調査を行う必要がある。

岡本ら(6)はブドウの4倍体品種での胚囊の発育不全を観察し、その発生率が胚囊形成期の栄養条件やホルモンバランス、特に新梢の初期生育の強弱と密接に関係していたと報告している。カキはブドウと同様、新梢の発育に伴い花器が発達するため、今後この点について検討する必要がある。また、伊藤・小林(2)らは、ブドウで萌芽前後における急激な窒素吸収が花の形成(胚珠、胚囊の発育)を著しく抑制することを認めており、カキにおいてもこのことが深く関与している可能性がある。

摘 要

1. 胚囊母細胞は開花18日前頃に形成され、胚囊細胞の形成期は開花12日前頃であった。
2. 胚囊の完成期は開花4日前と考えられた。
3. 開花前の胚囊の発育は3つの相にわけられ、第1発育相は胚囊母細胞から四分子期、第2発育相は四分子

期から胚囊細胞の核分裂開始期、第3発育相は核分裂開始から胚囊完成までであった。

4. 胚囊の中には、胚囊母細胞や胚囊細胞の形成過程で退化しているもの、胚囊細胞の核分裂の異常により通常より多い核数を示すもの、1胚珠内に複数の胚囊を形成したものなどの異常なものが観察された。
5. 異常胚囊の発生時期は、胚囊母細胞の四分子期から胚囊細胞形成期までの間に集中していた。
6. 異常胚囊の発生率から、『西村早生』の開花時における受精可能な胚囊の数は6個前後と考えられた。

引用文献

1. HUXLEY, J.S. and G. TEISSIER. 1936. Terminology of relative growth. *Nature* 137: 780—781.
2. 伊藤操子・小林 章. 1973. 開花前の栄養がブドウの花房の発育と結実に及ぼす影響(第3報). 窒素施用時期の影響. 園学雑. 42: 113—121.
3. 中川昌一. 1978. 果樹園芸原論. p. 133—138. 養賢堂. 東京.
4. 中村三夫・松井鏑一郎・太田象一郎・矢井治夫. 1984. カキ‘西村早生’花粉の発芽、及び花粉管伸長と温度との関係. 園学要旨. 昭59秋: 144—145.
5. 中村三夫・松井鏑一郎・太田象一郎. 1985. カキ“西村早生”花粉の発芽と親和性について. 園学要旨. 昭60秋: 120—121.
6. 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.
7. 傍島善次・石田雅士・稲葉昭次・宮脇一徳. 1974. カキの発芽期以降における花器の発育について. 京都府立大学学術報告. 農学. 26: 15—20.
8. 傍島善次・石田雅士・稲葉昭次. 1974. カキ果実の発育に関する研究(第1報). 幼果中のサイトカイニン活性について. 園学雑. 43: 224—228.
9. 傍島善次・石田雅士・稲葉昭次. 1975. カキ果実の発育に関する研究(第2報). 平核無の種子の発育不全について. 園学雑. 44: 1—6.
10. 矢井治夫. 1986. カキの気象要因と果実品質. 園芸学会東海支部第32回シンポジウム資料: 1—4.