

## クリ果実の生長とひびの生成

宮崎 正則, 奥 正和, 佐藤 宏, 高橋 徹

### Fruit Development and Crack Formation in Chestnut

Masanori Miyazaki, Masakazu Oku,  
Hiroshi Sato and Toru Takahashi

1. Fruit development and crack formation in chestnut, from the embryosac mother cell stage to the mature embryo, were observed.
2. Three fruitlets with the shell appeared in an involucre bract at the pistillate flowering time in early June. Each fruitlet had about 15 small anatropous ovules on an upper part of it, and then only one of them enlarged.
3. In the ovule, the embryosac mother cell was formed on an upper part of the nucellus in the mid June and divided repeatedly, and the embryo sac was formed by the end of June. The proembryo appeared after fertilizing, and became the globular embryo in the mid July.
4. The globular embryo grew to the heart-shaped and elongated along the integument. Then both sides of the heart-shaped embryo enlarged to the center, adjoined each other, and formed cotyledons.
5. At a part of the two adjoining cotyledons, small epidermal cells of the embryo were in two rows from both sides, and a boundary line between them seemed to be a crack line. At under parts of the embryonal axes of some samples, there were a vacant space and several crack lines which reached an outside of the fruit, and were connected with the embryonal radicle.
6. From the result obtained, it was found that the crack lines on the surface of chestnut fruit were formed in the process of the embryo development.

**Key words :** chestnut fruit, ovule, embryo, adjoining cotyledons, boundary line, crack line.

前報<sup>1)</sup>で, クリ果実の水を噴射して渋皮を剥皮したり, 剥皮果実を95℃でボイルして軟化させる際, 多くの果実が割れることを報告した. 日本グリも渋皮を剥皮してボイルすると割れ率は高かった. 剥皮果の表面には細い線状のひびが不規則に走り, すべて幼根部位につながっており, 水噴射やボイルなどの衝撃でこのひびから割れることが観察されている.

これらのひびは極めて未熟な果実にも見られ, また発芽時にも, 果実が2つに割れることが観察されることから, クリのひびや割れは果実の肥大生長や発芽の仕組みと関係があるのではないかと考えられる. クリの胚発達についての報告はあるが<sup>2-5)</sup>, 幼果のひびは説明されていない.

クリ果実には毬皮(刺皮), 果皮(鬼皮), 種皮(渋皮), 果肉があり, 鬼皮内全面に渋皮付き果

肉が最初から充実しているのではなく、それぞれの生長速度は異なり、複雑な仕組みで肥大生長している。さらに、その生長過程で、日本グリの渋皮は剥皮しにくくなり、渋皮と果肉との接着物質が形成されていく<sup>6-8)</sup>。

本報告は、渋皮の剥皮性と加工適性を有するクリ品種を育成する研究の一環として、果実の生長の仕組みや果実表面のひび生成を知る目的で、雌花の開花期から成熟期までの間の果実を組織化学的に観察したものである。

## 材料と方法

### 1. 供試品種

日本グリ‘倉垣銀寄’、中国グリ‘日野春栗’、日中雑種No.36を供試したが、本文では主に‘倉垣銀寄’について報告する。

1997年、雌花の開花期初期の6月上旬から成熟期の9月中旬にかけて、約10日毎に雌花(果実)を採取し、実体顕微鏡で外観を観察するとともに、鬼皮果の大きさ(縦、横の長さ)とその内部の胚珠の大きさを測定した。大きさを三角形の平面積で比較することとし、縦×横÷2をそれぞれの大きさ(mm<sup>2</sup>)として表した。

### 2. 顕微鏡観察用材料の作成

上記の測定後、内部を観察するため、胚珠を酢酸アルコール混合液で1週間固定し、その後80%エタノール液中で保存した。12月から常法にしたがってパラフィンに包埋して、ミクロトームで10~15μの切片を作成した。パラフィン溶解後、切片をファーストグリーンとサフラニンの2重染色、あるいはヘマトキシリン染色して、光学顕微鏡で観察した。

## 結果と考察

### 1. 鬼皮果と胚珠の肥大

‘倉垣銀寄’の鬼皮果と内部の胚珠の肥大の様子を実体顕微鏡で観察し、Fig. 1に示した。

クリの花は雌雄異花で、6月上旬、雌花は雄花穂の基部に生じ、6月中旬、雌花の花柱が充分伸びた頃(A)、総苞内にはすでに3個の小さい鬼皮果が上部に着生し(B)、6月下旬になると、各鬼皮果内の上部に15個前後の倒生胚珠が明白に見られるようになった(C)。その後、各胚珠はやや大きくなるが、7月上旬には、1個の胚珠のみが肥大し、他の胚珠は退化していった(D)。

7月中旬頃の肥大胚珠は内部が空洞状だった。7月下旬、肥大胚珠はまだ鬼皮内部全面に生長していなかったが、表面の珠皮はピンク色で、成熟果の渋皮に似た状態を呈するようになった。内部も比較的充実し、水道水を流しながら表面を軽くこするだけで、珠皮は容易に剥皮でき(E)、剥皮された幼果の表面には数本の線があって、外観的にはひびの線に見えた(F)。

鬼皮果とその内部の珠皮の生長をFig. 2に示した。鬼皮果は7月上旬以降肥大し、特に8月中旬から成熟期の9月中旬にかけて著しく肥大した。一方、胚珠は7月末までは極めて小さく、鬼皮内部に占める割合は極めて低かったが、8月上旬から急速に肥大して、8月中旬には鬼皮内全面に充実し、その後両者はさらに生長していった。

‘倉垣銀寄’に比較して、‘日野春栗’は開花日が遅く、雑種No.36は早いものの、胚珠の肥大の様子は‘倉垣銀寄’に似ていた。

### 2. 胚珠の発達と胚形成

胚珠は外観的にはFig. 1に示したように発達するが、内部の発達段階をFig. 3に示した。

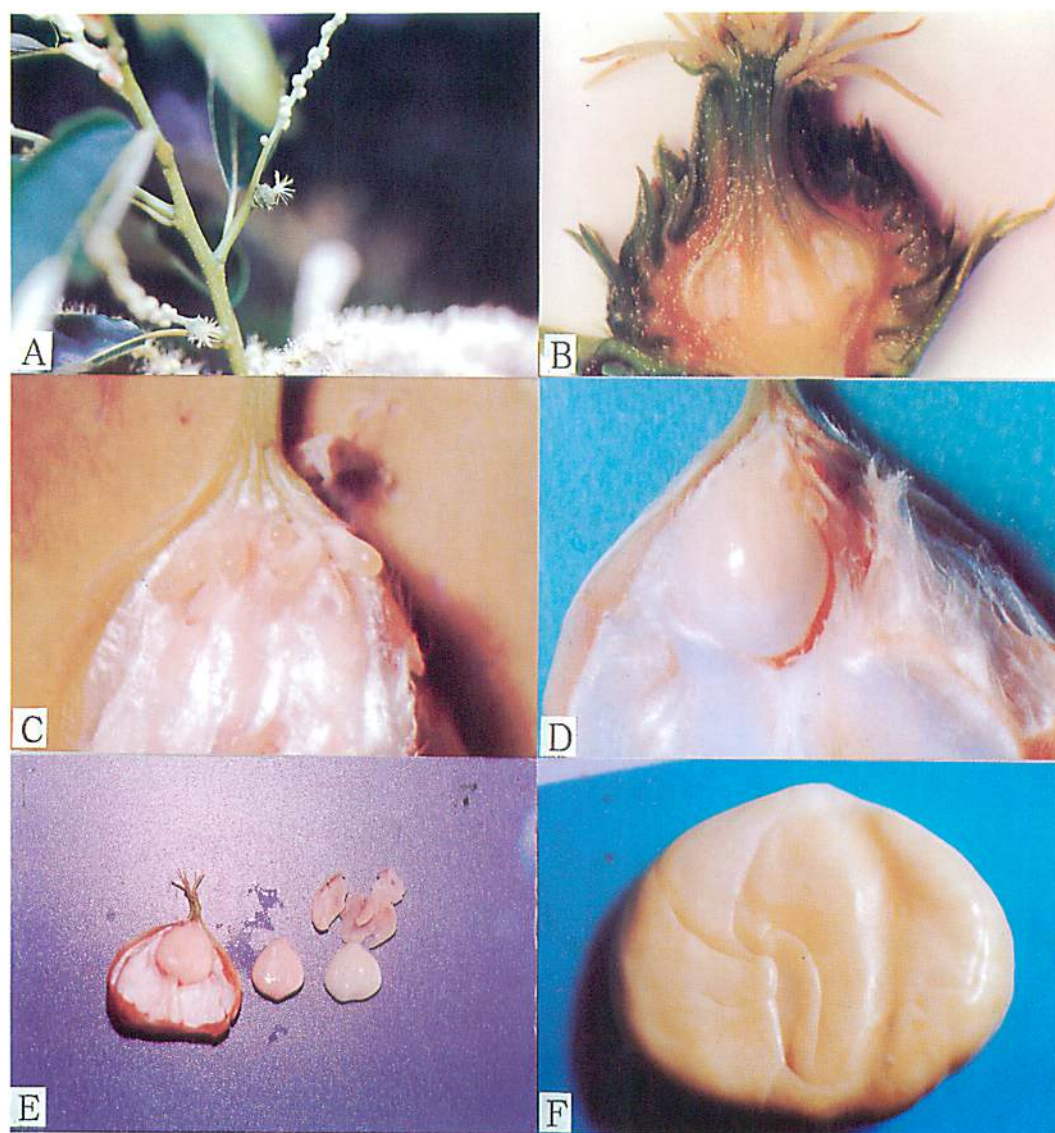


Fig. 1. The ovule development in chestnut.

- A: A pistillate flower of chestnut collected 13 Jun..  
 B: 3 fruitlets with shells in an involucre collected 13 Jun..  
 C: Small ovules on the upper part of a fruitlet collected 23 Jun..  
 D: The enlarged ovule collected 9 Jul..  
 E: The developed ovule and the peeled integument collected 24 Jul..  
 F: Crack lines on the surface of a fruitlet collected 30 Jul..

6月中旬、外観的にまだ肥大していない胚珠は、外珠皮、内珠皮、珠心が分化し、珠心の先端に胚のう母細胞が形成された(A)。胚のう母細胞は2回分裂して4細胞になるが、1個のみが残り、胚のう細胞となる。この細胞も分裂して8細胞になり、珠孔側に卵細胞と2個の助細胞、合点側に3個の反足細胞、中央に2個の極核が並び、胚のうが完成した(B)。極核は合体して中央核となった(C)。

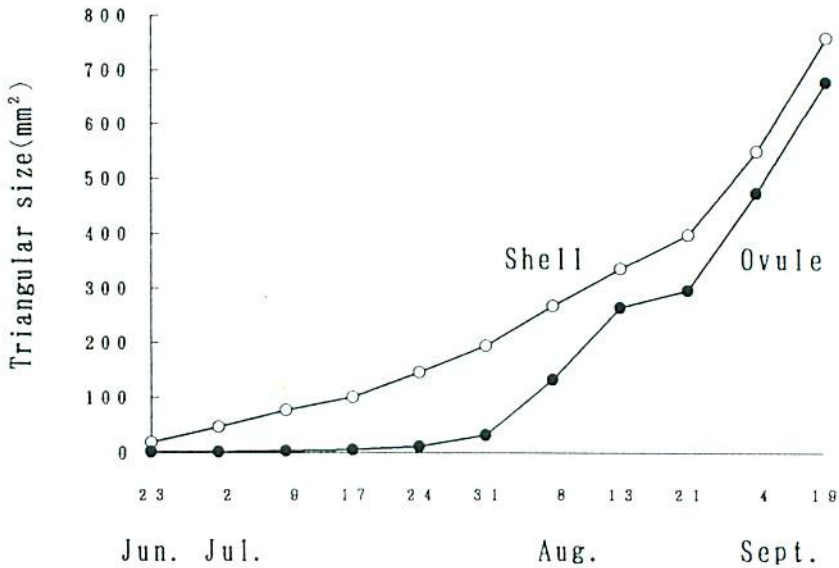


Fig. 2. Developments of shell and ovule in chestnut.

その後、重複受精して中央核は胚乳核となり、分裂して胚乳組織を形成した。卵細胞は接合子となり(D)、分裂を繰り返しながら、7月上旬には前胚(E)となり、中旬には球状胚へと生長していった(F)。この過程で珠心、反足細胞、助細胞は消失した。

なお本来ならば、Fig. 3のDには胚乳核が、Fには胚乳組織が存在するはずであるが、切片作成上の失敗から数種の組織あるいは細胞を同一切片上に残すことができなかった。

### 3. 胚の生長とひびの生成

7月下旬以降の胚の発達を Fig. 4 に示した。球状胚はハート状になり(A)、左右の珠皮側に沿って大きく伸びた(B)。胚の表面には小さい細長の表皮細胞が並んでいた。

次いで胚は内側にも生長し(C)、胚乳組織は徐々に消失していった。やがて両側が接するようになるまで生長して、珠皮内に充実し、子葉を形成した。

2枚の子葉が接する面には両側から表皮細胞が2列に並んで境界を作り、明らかに異なる組織が隣接していることを示している。その境目は縫合や癒着の形跡がみられず、外観的にはひび状の線に見え(D)、表面につながっていた。

切片作成箇所によっては、成熟果実の胚軸部位直下には、空隙や複数に分かれた胚片、それらの境のひび状の線が見られた(E)。また、内部のひび状の線が果実表面に達する果実も見られた(F)。さらに、果実表面のひび状の線は幼根部位につながっていることが観察された。

以上の胚の生長の仕組みは日本グリ、中国グリ、雑種グリに共通して認められた。

一方、図示しなかったが、成熟果実が発芽する際、先ず幼根部位周辺の果肉表面が多少割れて発根し、充分伸長すると根基部が2つに分岐して、そこに子葉が発生、伸長した。この時点で果実表面の全てのひび状の線が割れることはなかったが、果実が2つに大きく割れることが多かった。

以上の観察から、加工上問題になる果実表面および内部のひび状の線は胚の肥大生長の過程で発生し、それは次世代の子葉や幼根の発達、生育に必要なものであろうと推察した。

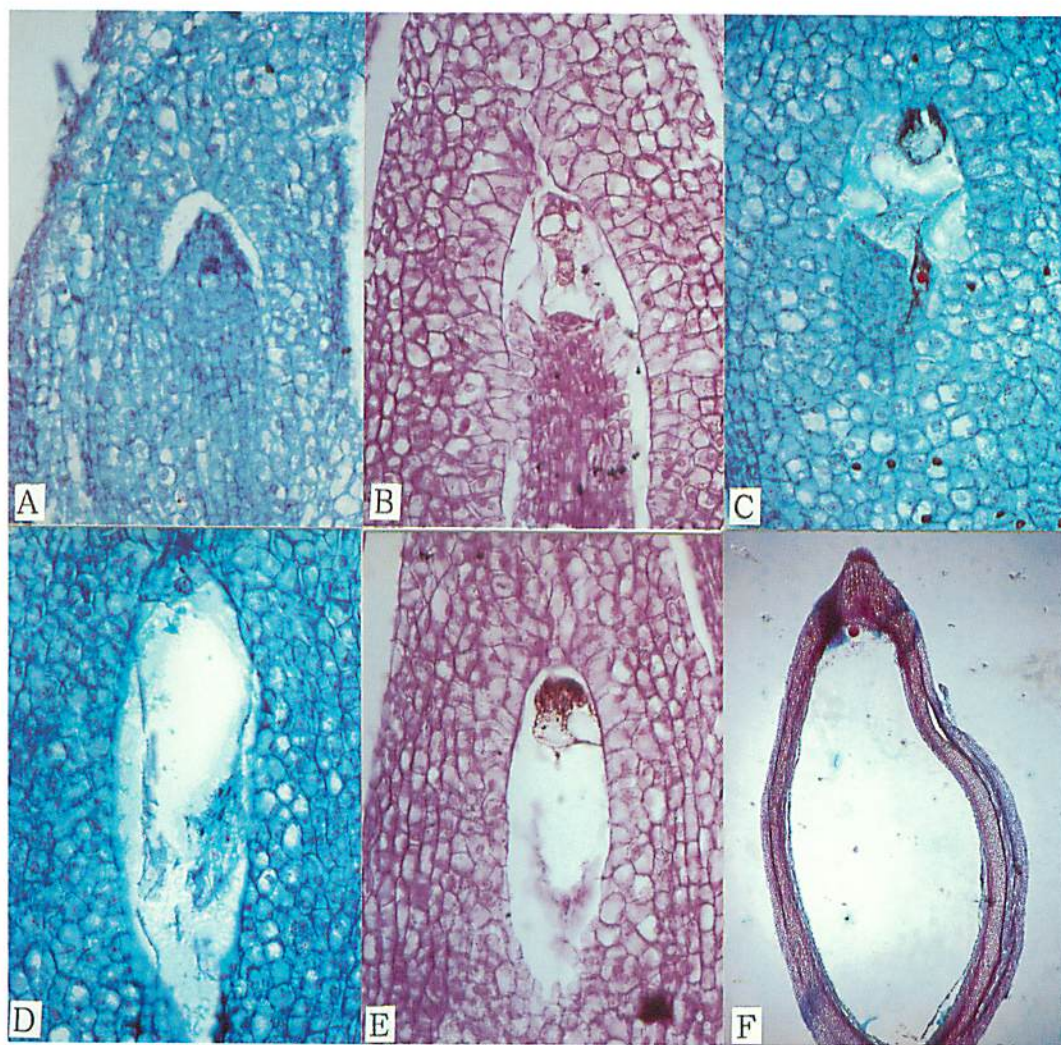


Fig. 3. The ovule development from the embryonic sac mother cell stage to the globular embryo in chestnut.

A: The embryonic sac mother cell collected 13 Jun. ( $\times 100$ ).

B: The developed embryonic sac collected 23 Jun. ( $\times 100$ ).

C: The central nucleus collected 2 Jul. ( $\times 100$ ).

D: The zygote collected 2 Jul. ( $\times 100$ ).

E: The proembryo collected 9 Jul. ( $\times 100$ ).

F: The globular embryo collected 7 Jul. ( $\times 10$ ).

2枚の子葉の隣接面の接着性については検討していないが、発芽時に容易に生長しなければならないことや剥皮時の水圧や95℃ボイルで容易に割れることなどから、決して縫合しておらず、接着力は大きくないと思われる。しかし前報<sup>1)</sup>のように、比重が1.09以下の果実は表面にひびがあっても甘露煮製品は殆ど割れないことから、接着性は比重と何らかの関係があるのではないかと考えられる。

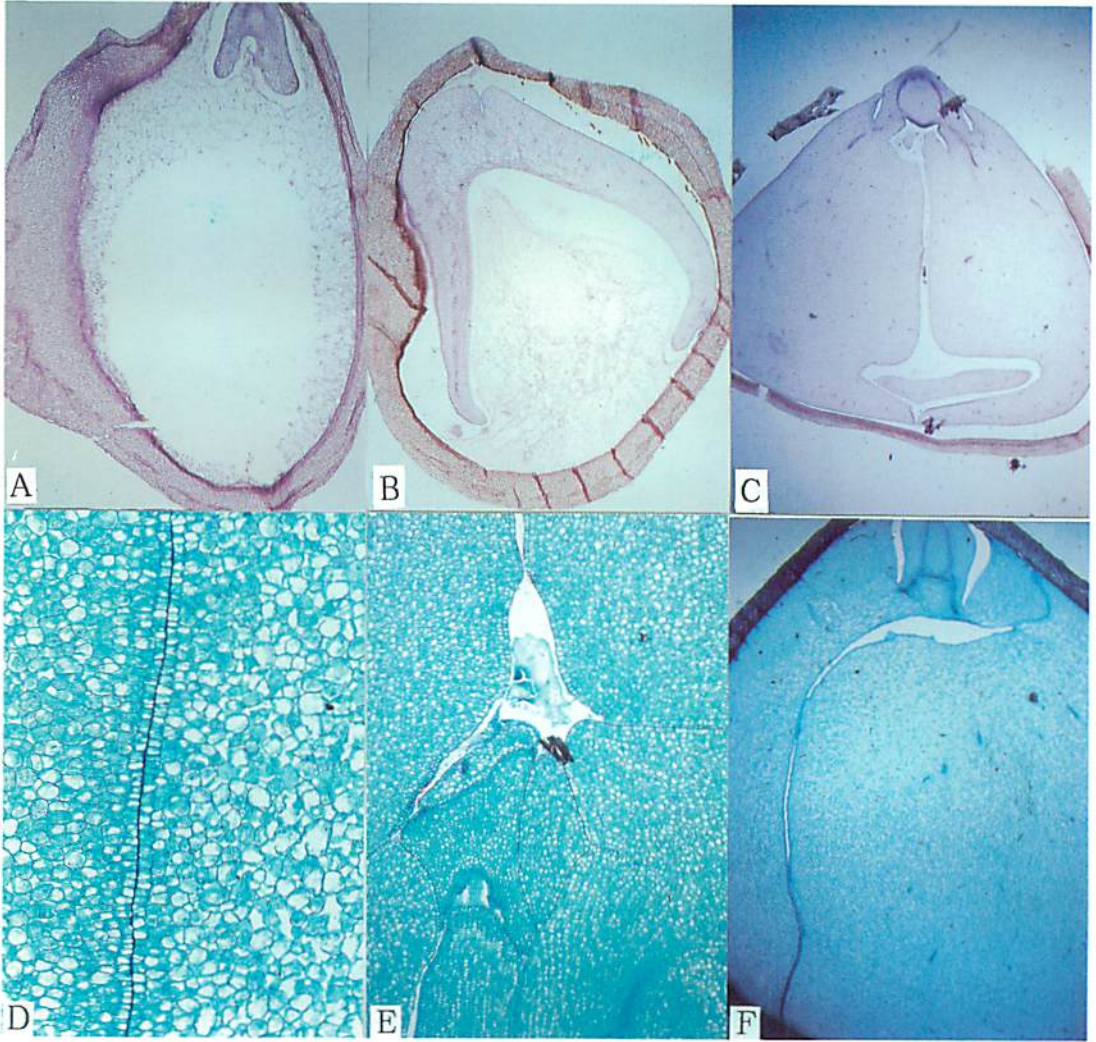


Fig. 4. The embryo development and the crack formation in chestnut.

- A: The heart-shaped embryo collected 10 Jul. ( $\times 10$ ).
- B: The embryo enlarging along the integument collected 31 Jul. ( $\times 5$ ).
- C: The embryo enlarging to the center collected 31 Jul. ( $\times 3.125$ ).
- D: A boundary line between 2 adjoining cotyledons which seems to be a crack line collected 8 Aug. ( $\times 25$ ).
- E: A vacant space and crack lines at the under part of the embryonal axis collected 16 Sep. ( $\times 10$ ).
- F: The crack line from the inside to the outside of the fruit collected 16 Sep. ( $\times 3.125$ ).

#### 要 約

1. クリ果実の発達およびひびの生成過程を観察した。
2. 6月上中旬、雌花の開花時には総苞内にすでに3個の鬼皮果があり、各鬼皮内の上部に約15個の小さい倒生胚珠が見られ、7月上旬にそのうちの1個のみが肥大した。

3. 胚珠内では、6月下旬までに胚のう母細胞が分裂し、そこからできた胚のう細胞もさらに分裂して8核となり、胚のうが形成された。その後受精して、7月中旬には球状胚が形成され、外観的にも胚珠は肥大した。
4. 球状胚はハート型になって左右の珠皮側にそって伸び、その表面は小さい細長の表皮細胞が並んでいた。やがて左右の胚片は内部に向かって肥大し、互いに接するまでに生長して、子葉を形成した。
5. 2枚の子葉の隣接面には表皮細胞が左右から2列に並び、その境目は外観的にはひび状の線に見えた。果実によっては、胚軸部位直下部に空隙や複数の境目のひび状の線があり、これらは果実表面に達し、幼根部位につながっていた。

#### 文 献

- 1) 宮崎正則, 奥 正和, 佐藤 宏, 高橋 徹: 東洋食品工業短期大学, 東洋食品研究所研究報告書, 22, 1-12 (1998).
- 2) 中村正博: 園学雑, 55, 251-257 (1986).
- 3) 中村正博: 園学雑, 60, 47-53 (1986).
- 4) 中村正博: 園学雑別冊, 65, 230-231 (1996).
- 5) Roberto Botta, Grazia Vergano, Giovanni Me, and Rosalina Vallania: HortScience, 30, 1283-1286 (1995).
- 6) 田中敬一, 寿 和夫: 園学雑, 61, 1-6 (1992).
- 7) Keiich Tanaka and Kazuo Kotobuki: J. Japan Soc. Hort. Sci. 67, 1-8 (1998).
- 8) Keiich Tanaka and Kazuo Kotobuki: J. Japan Soc. Hort. Sci. 67, 14-20 (1998).