

# カキ (*Diospyros kaki* Thunb.) 2, 3 の品種の 幼果表面構造について

庄 東紅・石田雅士・北島 宣

DONG HONG ZHUANG, MASASHI ISHIDA and AKIRA KITAJIMA

Morphological Studies on the Young Fruits Surface in some *Diospyros kaki* cv.

要旨: カキ 2, 3 の品種の幼果表面構造を SEM で観察した。‘ナガラ’では開花 10 日前から子房表面に毛が生じており、開花後幼果の発育につれて、毛がさらに発達した。一方、‘富有’、‘平核無’、‘タモーパン’及び‘イボガキ’などでは幼果表面にわずかしき毛が見られなかった。

‘イボガキ’では、開花後、幼果基部周囲に幾つかの不完全雌蕊が発達し、果実によって、その発生程度や“イボ”の大きさは異なっており、他の品種と比較して、形態的な特徴が認められ、“イボ”の形成は普通カキ品種で見られる座の形成とは相違があると考えられた。

## 緒 言

栽培カキ (*Diospyros kaki* Thunb.) は品種が多く、果実について、外見上の形質の変異に富んでおり、果形は長形から円形まであり、果実のがく付近に座を有するものもある。また、‘新平’、‘豊岡’、‘近江檀子’、‘ナガラ’ (4, 9) などの品種では、子房と果実に毛がある特徴が見られ、これは古い形態に属するとされており (4)、栽培カキの起源を考える上で興味のあることである。しかし、これらの幼果表面の詳細な観察についての報告はいまだ少ない。さらに、子房基部周囲に若干の発育不完全な余分の雌蕊を付着して、果実の発育につれて、肥大してイボになる‘イボガキ’がある (3, 6)。このイボ発生と座を有する果実との関連性があるかどうかなどカキ果実の特徴を把握する上で未整理な点も多い。

そこで、筆者らは上述した果実に特徴のある品種の一部及び他の数品種の幼果表面の微細構造について、走査電顕で観察し、果実表面の形態、毛の有無

及びイボの形成初期の形態などを調査して、2, 3 知見を得たので報告する。

## 材料及び方法

材料は京都大学農学部附属京都農場で栽培している‘ナガラ’、‘イボガキ’の成木を用い、開花前から経時的に花または幼果を採集して、直ちに F A A 液で固定した。これをアルコール・アセトンシリーズ及び酢酸イソアミルで脱水し、臨界点乾燥法で乾燥後、イオンコーターで金蒸着して SEM で果実表面を観察した。また、参考として、同農場にある‘タモーパン’と京都府立大学農学部附属農場に植栽の‘平核無’、‘富有’の成木から採集した幼果をも供試した。

## 結 果

‘ナガラ’では開花 10 日前、すでに多くの毛が子房表面に生じていることが見られ (第 1 図 A)、その大部分は花柱基部 (果実頂部) 及び果実基部に集中していた。形態的には毛の長さが短く、先端がや

京都府立大学農学部果樹園芸学研究室

Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

本報告の一部は昭和 62 年度園芸学秋季大会で発表した。

平成元年 8 月 15 日受理

や丸く、しわのあるものが多かったが(第1図B)、これは未熟な毛だと思われた。さらに、表皮細胞において小突起が観察され(第1図B)、これは未発達な毛で、より早いステージのものだと思われた。開花時には、子房表面は多くの毛によって覆われており、果実の発育につれて毛はさらに発達した。開花10日後、幼果表面における毛の大部分はかなり長く伸長し、先端が鋭く、充実した形態を呈し、上述した未熟な毛と異なるため、これを成熟毛として区別した(第1図C-F)。この時期においても、幼果中部に比べ、基部と頂部の毛の密度が高かった。その後、成熟期まで果実表面の毛が肉眼でも判明できた(第2図)。一方、‘平核無’、‘富有’、‘タモーパン’、‘イボガキ’の幼果表皮ではわずかしき毛が見られなかった(第3図)。

‘イボガキ’では、開花5日後、幼果基部周囲の外側に、開花前に見られなかった雌蕊が観察された(第4図)。これは普通のカキ雌蕊に類似し、子房(イボ)、花柱及び柱頭からなっており、花柱と子房の接点に毛がはえている。また、花柱において分岐のあるもの(第4図B, C)とないもの(第4図D)が認められた。“イボ”は長楕円形を呈し、果実に面する側は比較的平であるものも観察され、その表皮を拡大して見ると、普通のカキ果実表皮と異なる構造が見られた(第4図E, F)。果実の発育につれて“イボ”も肥大し、成熟果では幼果期と比べ、果実基部の表皮とつながっている状態が見られた(第4図A, 第5図)。また、果実によっては“イボ”の数も異なり、すなわち、一個も形成していない果実から数多く形成した果実まで連続的な変異が見られ、さらに、“イボ”の大きさもさまざまであった(第5図)。

## 考 察

日本におけるカキの主要な経済的栽培品種は、一般に成熟果では外見上表面は果粉に覆われて、平滑、無毛である。果実表面の微細構造について、SEMによる観察は幾つかの品種において行われている。傍島ら(8)は‘松本早生富有’、渡辺ら(11)は‘平核無’を用い、幼果期から成熟期にかけて、経時的に果実表面の形態的な変化や果粉の変化をSEMで調査したが、毛の存在に関する報告はない。渡辺(12)は平核無の果実表面は気孔、毛がなく、つるりとしたものであると指摘している。一方、石田ら(5)は‘次郎’と‘菊平’の幼果を用い、SEMで観察したところ、前者では果頂部の花柱痕に毛じが多数

付着して、そのつけ根に亀裂の走っているものもあったが、‘菊平’では毛じは‘次郎’より少なく、そのつけ根の亀裂は認められなかったと報告しており、この2品種においても幼果表面には毛の存在が認められていない。さらに、中条ら(1, 2)は‘伊豆’、‘富有’について幼果期から成熟期までの間における果皮の微細構造を走査電顕で観察した結果、‘伊豆’では果皮に、とくに果実基部に多数の毛が存在するが、‘富有’ではほとんど毛が認められず、カキの品種間で果実の毛の有無に相違があると述べている。

本実験では、‘平核無’、‘富有’、‘タモーパン’及び‘イボガキ’において、幼果表面にわずかしき毛がないことが観察され、上述した報告と一致した。また、‘ナガラ’については、‘伊豆’と同様果実表面に毛が存在し、とくに果実基部に多く分布することが認められた。しかし、‘ナガラ’では、開花後果実の発育につれて毛が果皮全体を覆い、一面に密生し、場所によっては果実表皮が見えない程度に密集していた。成熟期の果実においても、杉浦(9)によって指摘されたように、果面全体に短柔毛をフェルト状に密生しているのが肉眼で判明できる。これに対して‘伊豆’では、果実の肥大にともない果皮の毛は、とくに果頂部と赤道部において、多数脱落したものが観察され(1, 2)、実際に成熟果では肉眼で判明できるほどの毛は見られていない。したがって、両者の間で毛の発生程度が異なることは明らかである。

ところで、池上(4)は植物学的に古い形態と進んだと思われる形態を大別して、野生型とみなされる幾つかのカキ属の種と栽培カキ数品種の形態特徴を比較調査し、その結果、古い形態として子房に毛がある形質を持つ品種‘近江檀子’、‘新平’、‘アオソ’などでは、他の諸形質も野生型に近いことを見出した。つまり、有毛という形質は他の形質との関連性を示しており、品種の進化程度をはかる一つの指標とも考えられる。しかし、‘富有’×(‘晩御所’×‘晩御所’)から由来した‘伊豆’(3, 9)のような進化タイプの後代においても、幼果表面に毛があるという事実(1, 2)から、単に毛の有無によって進化程度を判断することはむずかしいことが示唆された。その一方、‘伊豆’が有する“有毛”形質を一種の“先祖返り”としてみるなら、‘富有’か‘晩御所’では、かつて“有毛”である先祖からの血が入っていることを示し、“有毛”形質は原始的な形質であるとも思われる。

他の形質について、‘ナガラ’は成熟果実が長円形で、無核果の発生が多く、普通果実が球形ないし卵

形で小さく、種子が多い野生型のものとは異なると思われ、指摘されている(9)。一方、カキ品種の葉のアイソザイムの分析において(10)、『ナガラ』は諸形質から原始的なタイプに属した『近江檀子』(4)と同じアイソザイムパターン(GPI, MDH)を示したことは興味深い。しかし、その他の形態特徴に関してまだ不明であるので、果実に多数の毛が生じる『ナガラ』は“先祖返り”の進んだタイプか、あるいは古い形質を持つ原始的なタイプかについて、今後より多くの調査を行ない、他の諸形質とあわせて判断しなければならない。

次に、Ng(7)によって *D. kaki* ( $2n = 6x = 90$ ) は子房と果実に毛を密生する *D. roxburghii* ( $2n = 2x = 30$ ) が倍数化し、栽培淘汰を経て、現在のようない無毛果実を持つものになったというカキの起源と進化に関する仮説が提唱されている。この仮説に従えば、毛のあるカキ品種は有毛から無毛までの進化過程において中間タイプ(もっと早く生じたもの)であると思われる。そうすると、これらの染色体数について、 $2n = 6x$  より、 $2n = 2x$  に近い倍数関係を示してもいいのではないかと疑問を抱かせる。しかしながら、染色体数を調査した結果(13, 14)、『ナガラ』及び他の子房に毛のある品種『新平』、『豊岡』(4)などは、毛のない品種の大部分と同じ、 $2n = 90$  ( $6x$ ) の染色体数を有した。これらの品種において、子房や果実に毛がある形質は染色体数の変異と関連していないように思われる。

『イボガキ』の場合、開花後子房基部周囲に不完全な余分の雌蕊が現れ、果実の成長にともなって發育することは明らかに他の品種と異なる特徴を示している。“イボ”の形成機構について不明な点が多いが、開花前に認められなかった“イボ”が開花5日後にはすでに雌蕊と類似した形態を形成しており、また成熟果までこれらが“イボ”状に発達して果実基部に存在し、果実表皮とつながっている(第5図)ことから、子房基部の子房組織の一部が急速に分化、発達し、新たな子房を形成したように思われる。一方、他の品種でも見られる果実の座は“イボ”と同様果実基部に形成されるが、座の発達段階では雌蕊の形成が認められないので、両者の間で相違があると考えられた。これらの点について、さらに詳細な組織学的な観察が必要であろう。

また、果実によっては、“イボ”の発生程度が異なるため、“イボ”の形成は遺伝的な要因以外に、環境要因にも影響されると考えられた。

染色体数の調査では(14)、『イボガキ』は  $2n = 90$

であることが認められたので、形態的な特徴は染色体数の変異によるものではないことが明かとなった。

## 引用文献

- 1) 中条利明・葦沢正義 (1977). 園学要旨. 昭 52 秋: 126-127.
- 2) ———・本馬昭晴・葦沢正義 (1982). 香川大農報. 33 (2): 95-101.
- 3) 広島県果樹試験場 (1979). 昭和 53 年度種苗特性分類調査報告書 (カキ).
- 4) 池上隆雄 (1964). 大阪学芸大学紀要 B-13: 151-202.
- 5) 石田雅士・弦間 洋・傍島善次・本永尚彦 (1982). 園学要旨. 昭 57 秋: 26-27.
- 6) 並河 功 (1937). 園芸学研究集録. 第二輯: 193-232.
- 7) Ng, F. S. P (1978). Malaysian Forester. 41: 43-50.
- 8) 傍島善次・石田雅士・弦間 洋・飯室 聡・福長信吾 (1976). 園学要旨. 昭 51 秋: 66-67.
- 9) 杉浦 明 (1984). 育種学の進歩 25: 30-37.
- 10) Tao, R. and A. Sugiura (1987). HortScience 22 (5): 932-935.
- 11) 渡辺俊三・平 智 (1986). 山形農林学会報. 43: 1-9.
- 12) 渡辺俊三 (1988). 庄内柿——栽培と流通の基礎. p. 55. 東北出版企画.
- 13) 庄 東紅・北島 宣・石田雅士・傍島善次 (1987). 園学要旨. 昭 62 秋: 134-135.
- 14) ———. ———. ———. ——— (1988). 園学要旨. 昭 63 秋: 148-149.

## Summary

The morphological character of young fruit surface in a few Japanese persimmon cultivars were investigated by a scanning electron microscope (SEM).

In 'Nagara', many hairs appeared on the ovary surface at 10 days before anthesis and developed after anthesis. They became longer and mature according to fruit enlargement. However, only a little hairs were observed on the surface of young fruit in 'Hiratanenashi', 'Fuyu', 'Tamopan' and 'Ibogaki', respectively.

In 'Ibogaki', some extra pistils were formed on the base of young fruit after anthesis

and then, enlarged with fruit growth. Their size and numbers differed with fruits. It seemed that the formation of "Ibo" which was a wen-like structure developing from

extra ovary on the fruit base in 'Ibogaki' was different from "Za" which was a well developed calyx lobe forming in some Japanese persimmon cultivars.

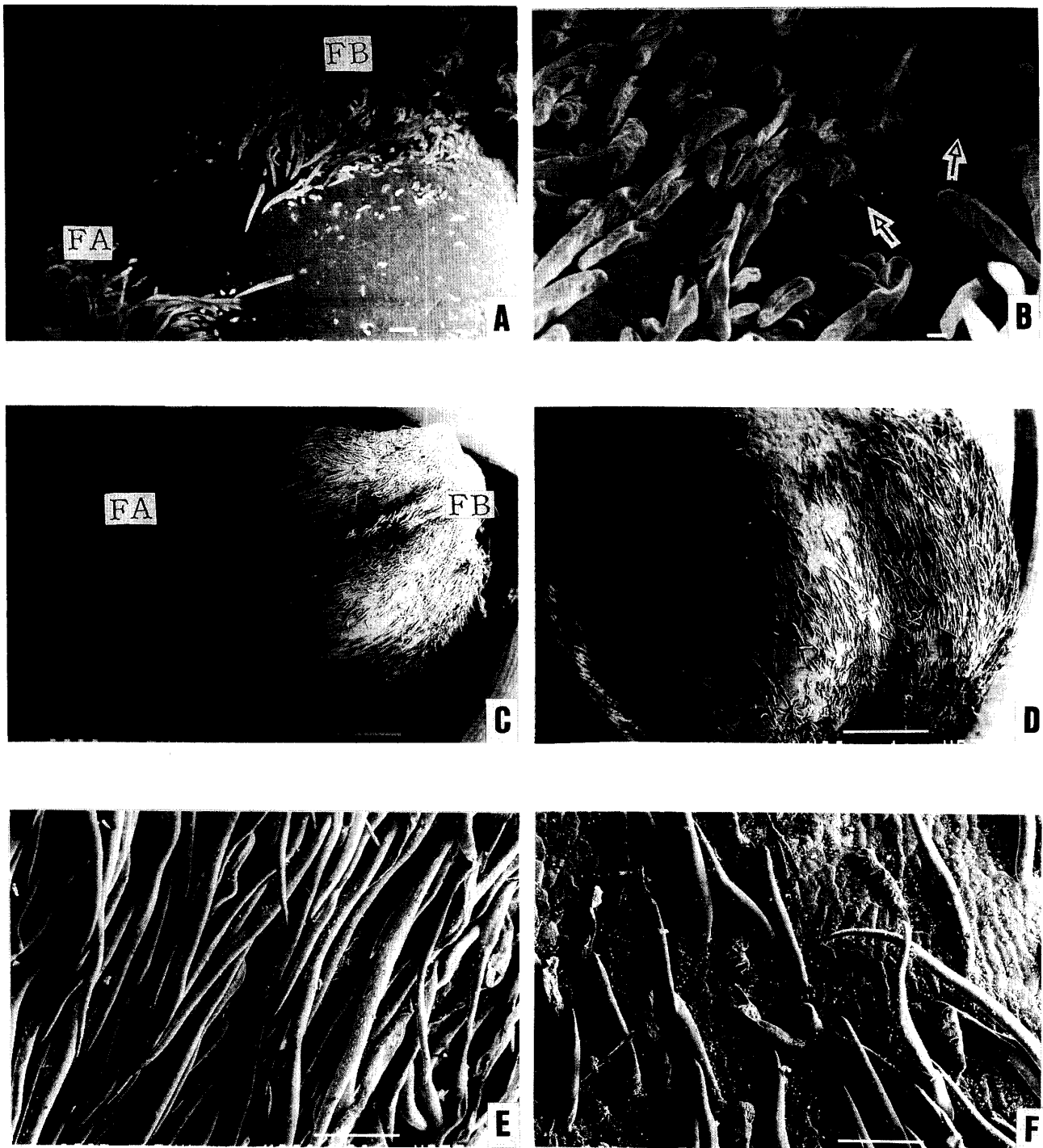


Fig. 1 Surface structure of the ovary at 10 days before anthesis (A,B) and the young fruit at 10 days after anthesis (C-F) in 'Nagara'. Many hairs were observed (SEM). Arrows (B) showed small protuberance of the epidermal cell. FA: fruit apex. FB: fruit base. Scale bar = 100  $\mu$ m (A,E,F), 10  $\mu$ m (B), 1 mm (C,D).

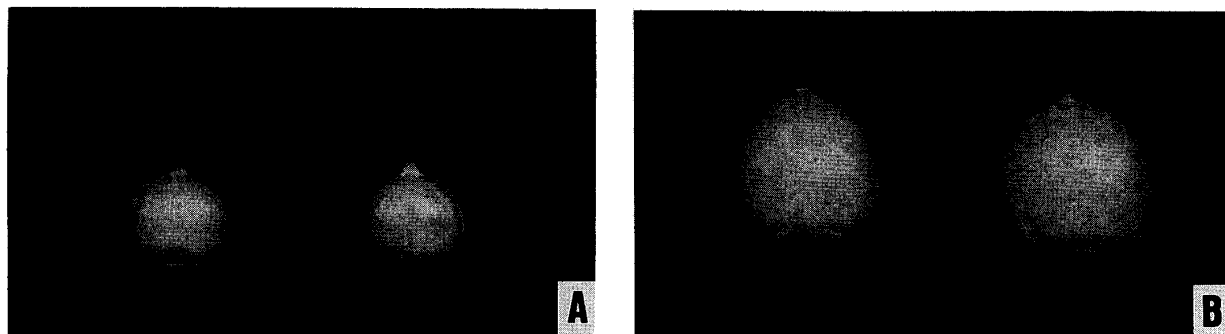


Fig. 2 Young fruits of 'Nagara' at 25 days (A) and 40 days (B) after anthesis, with white hairs in the surface.

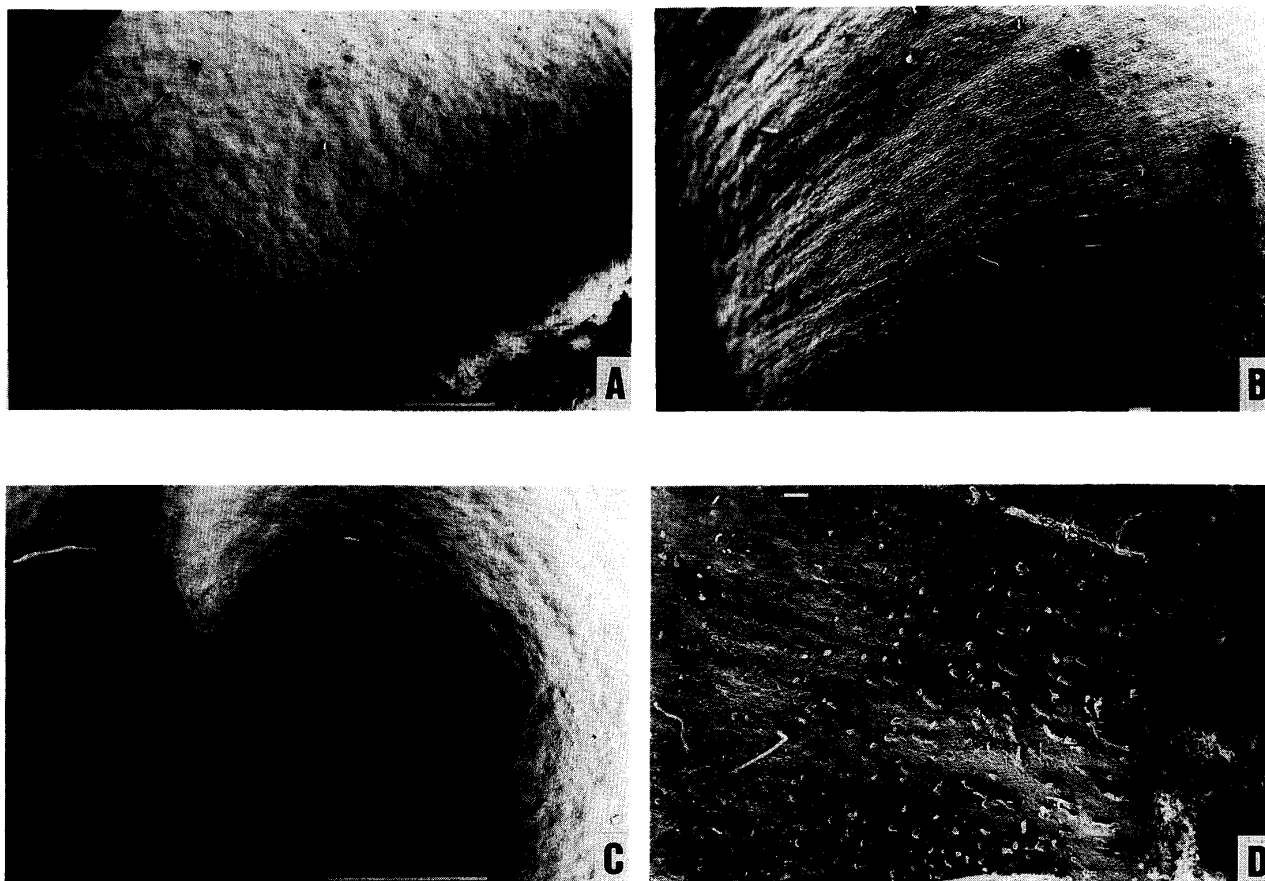


Fig. 3 Surface structure of the young fruits at 20 days (A), 15 days (B,C) and 10 days (D) after anthesis in the other kaki cultivars (SEM). A: 'Hiratanenashi'; B: 'Fuyu'; C 'Tamopan'; D: 'Ibogaki'. Scale bar = 1 mm (A,C), 100  $\mu$ m (B,D).

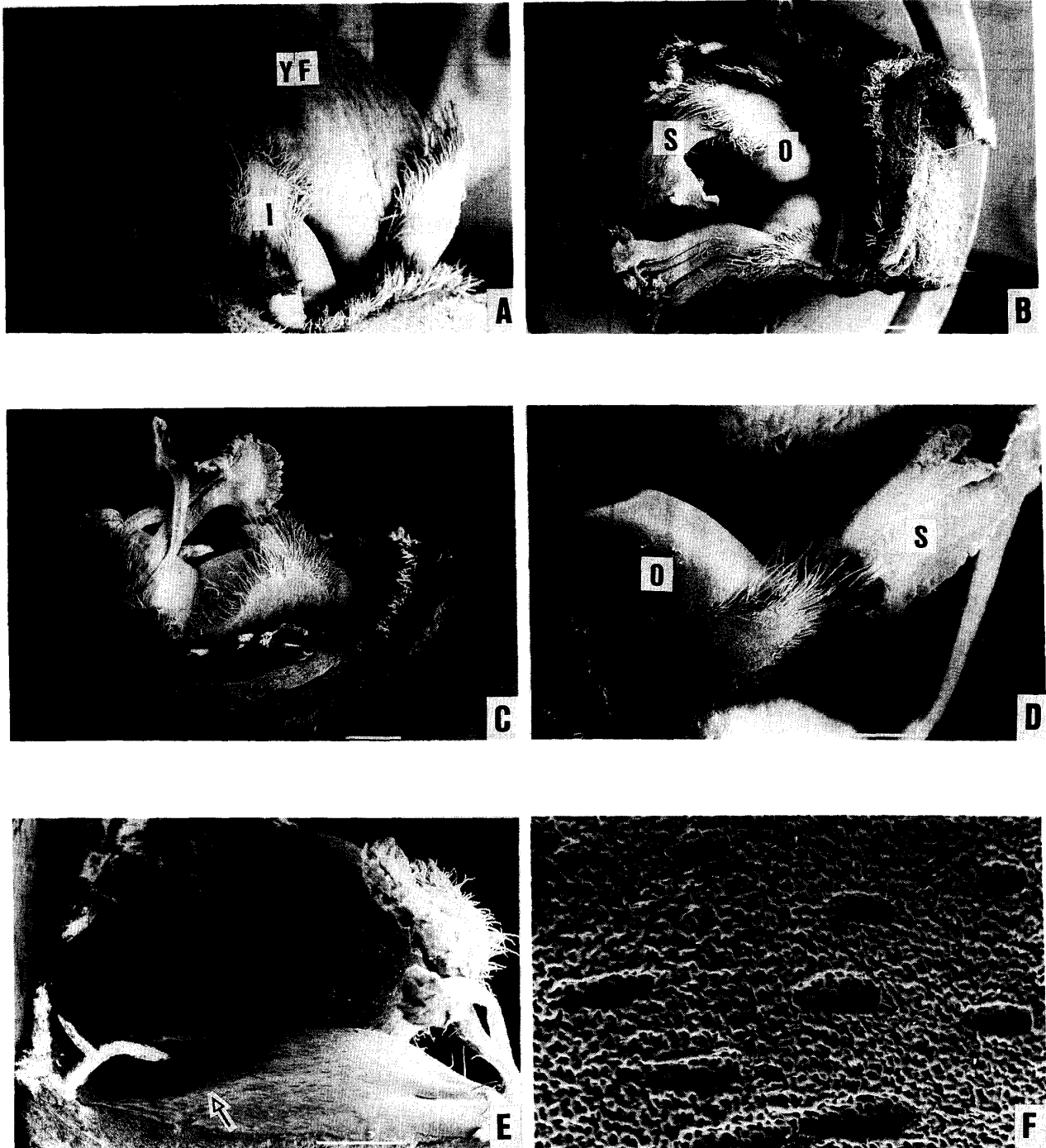


Fig. 4 Structure of extra pistils on young fruit base at 5 days (A) and 10 days (B-E) after anthesis in 'Ibogaki' (SEM). The branching styles (A,C) and not branching one (B,D) were observed. E: The under surface of ovary of the extra pistil, the arrow showed the portion which was enlarged as at the photo F. YF: young fruit. I: extra pistil. O: ovary of I. S: style of I. Scale bar = 1 mm (A-E), 10  $\mu$ m (F).

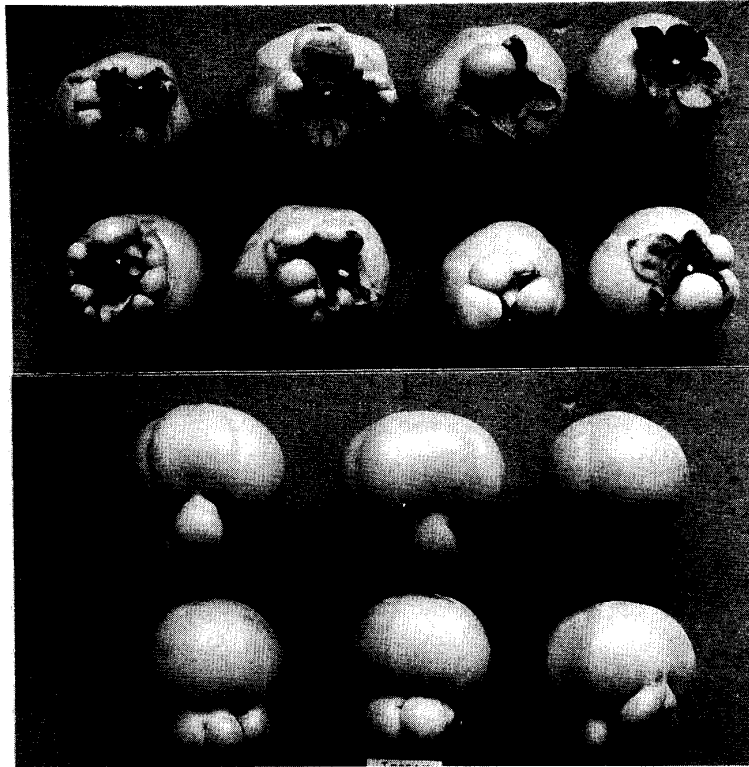


Fig. 5. Variation of the number of "Ibo" in 'Ibogaki' mature fruit. The fruits with no "Ibo" and many "Ibo" were shown.