

## カキ‘平核無’果実の果粉形態

渡部 俊三・平 智

(山形大学農学部果樹園芸学研究室)

### Morphological Studies on the Surface Wax in Persimmon (*Diospyros kaki* cv. ‘Hiratanenashi’) Fruits

Shunzo WATANABE and Satoshi TAIRA

(Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture, Yamagata University)

#### 1. 緒 言

カキ、ブドウ、スモモなどの果実表面にみられる果粉は、果実が店頭に並ぶまで、なるべく失われずに存在することが望ましいとされている。果粉の存在は、単に果実の鮮度を示すばかりでなく、樹に着いている間のガス交換、病害及び果面障害発生などにも関係するのではないか、あるいは、収穫後の果実の萎れ（水分蒸散）にも関係があるのではないかとみられているからである<sup>1)3)9)13)14)</sup>。

カキ果実の場合、甘ガキ果実の表面に形成される果粉については、すでに傍島ら(1979)<sup>12)</sup>、中条ら(1976, 77)<sup>4)5)</sup>の報告があり、SEMによる微細形態の観察も行なわれている。

本報告は、渋ガキ‘平核無’果実について、発育に伴う果粉の微細形態をSEMを用いて観察し、あわせて2, 3の処理が果粉形成に及ぼす影響及び収穫後の果粉形態の変化について調査した結果をとりまとめたものである。

#### 2. 材料及び方法

‘平核無’の果実を幼果（6月下旬）から成熟果（10月中旬）にかけて、ほぼ10日毎に採取し、果皮部分（主として果頂部）の細片をFAAで固定し、SEMで観察した。黒寒冷紗（30メッシュ）、透明ポリエチレン（厚さ0.03 mm）、黒ビニル（厚さ0.04 mm）で、それぞれ15×15 cmの大きさの袋を、7月下旬に果実に被せ、果粉形態に及ぼす影響を調査した。また、6月下旬、7月中、下旬の3回にわたるGA<sub>3</sub>（1,000 ppm）散布の影響を調査した。さらに終花後20日、40日、60日の3回、果面の果粉を木綿布で拭い取り、果粉再生の有無を調べた。収穫後

の果実については、ポリ容器（1ℓ容）に果実を1個ずつ入れ、なるべく果粉を落とさないようにしながらアルコール脱渋し（脱渋剤は5, 10, 30%アルコール水溶液の3種とした）、果粉形態に及ぼす影響を調査した。また、収穫後、無脱渋果を室温下に放置し、収穫後の果粉形態の変化を調査した。

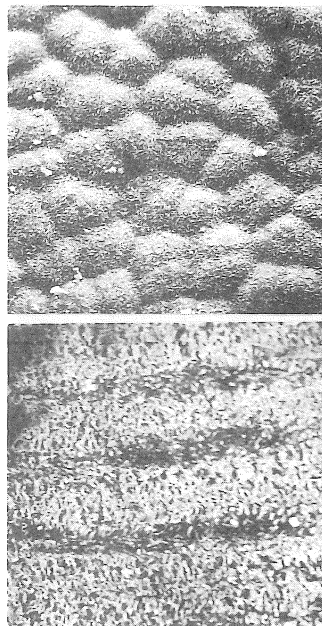
#### 3. 結果及び考察

##### A. 樹上着生果の果粉形態

##### 1. 果実の発育に伴う果粉形態の変化

##### a. 果実の部分による果粉形成の違い

1個の果実（成熟果）を、果頂部、胴部と分けて、そこに形成された果粉の形態を比較してみると、果頂部で



第1図 果実の部分による果粉形成の違い  
上：果頂部，下：胴部（左がへた側）×500

は、X字型の溝線部分及び花柱痕付近を除けば、ほぼ一様であった。果粉は、表皮細胞（方形）の形状に沿って形成されるが、細胞相互が隣接する細胞壁は谷に、大気との接触面は凸レンズ状の丸みを帯びた山になっており、その表面に形成されていた（第1図上）。

一方、胴部は、この部分の表皮細胞が矩形である所から、縦軸方向に条線（筋状）のように配列されており、特にかく（へた）と接触する部分では、それが顕著であった（第1図下）。

#### b. 果頂部における果粉形態の変化

果頂部における果粉の形態の変化を、6,000倍のSEMによって観察した結果、幼果から成熟果までの変化は、おおむね次のようなものであった。

- 1) 6月下旬～7月上旬 微粒子状—網目状
- 2) 7月中旬～7月下旬 網目状—不整葉片状
- 3) 8月上旬～9月上旬 葉片状・微粒子
- 4) 9月中旬～10月中旬 平板状・微粒子（紐状）

すなわち、終花後10～15日経過した頃から、クチクラ上に、果粉（waxy substance）の微粒子が形成され始め、それが次第に増加しながら網目状に互いに連絡しあい、さらに幅の広い葉片や平板（プレート）を形成しながら量的にも増加する。つまり、クチクラ上層に形成された果粉は、最初は微粒子状であり、それがクチクラ表面で結合しあい、微細な間隙をもったプレートを形成するものと観察された（図版I—1～6）。

すなわち、終花後10～15日経過した頃から、クチクラ上に、果粉（waxy substance）の微粒子が形成され始め、それが次第に増加しながら網目状に互いに連絡しあい、さらに幅の広い葉片や平板（プレート）を形成しながら

量的にも増加する。つまり、クチクラ上層に形成された果粉は、最初は微粒子状であり、それがクチクラ表面で結合しあい、微細な間隙をもったプレートを形成するものと観察された（図版I—1～6）。

これについては、果粉の微細構造についての個々の表現（例えば棒状、針状など）を除けば傍島ら、中条らの観察結果<sup>4)5)12)</sup>とほぼ一致した。さらに、傍島ら(1976)<sup>12)</sup>によれば、甘ガキ‘富有’では8月までに形成された果粉が、10月末頃には上層の一部が剝離したような状態に変化したと述べているが、本実験で用いた‘平核無’の場合は、平板状になったものは、その後の変化がほとんど認められなかった。

#### 2. 2, 3の処理が果粉形態に及ぼす影響

カキ果実の果粉は、栽培環境の影響によるものか、それとも果実自体の生理的条件下に左右されるのか不明であるが、非常によく形成される場合と、それほど良く形成されない場合とがある。そこで、2, 3の処理を行い、それらが果粉の形成や、形態にどのような影響を及ぼすかについて調査した。

その結果は第1表に示した通りで、果頂部の果粉を肉眼で観察した場合、無処理果実の白粉状の果粉形成をやや良好とすると、寒冷紗袋、ポリ袋及びGA<sub>3</sub>散布区の果実は、無処理と変わりがなく、黒色ビニル袋区が、やや不良、逆に、雨よけテントをセットした区では無処理に比べて良好という結果がえられた。

さらに、同じ処理果の果粉をSEMによって観察すると、区間に多少の違いはあっても、ほとんどが平板状に形成された果粉の上に、さらに微粒子状のものが作られつつある状態が観察された。すなわち、肉眼的な観察で

第1表 2, 3の処理が果粉の形態に及ぼす影響

処 理	肉眼観察(果粉の状態)	SEM 観察(果粉の形態)
無 処 理	やや良好	平板状・微粒子
寒 冷 紗(黒色30メッシュ)	やや良好	平板状・微粒子
袋掛けポリエチレン(透明 厚さ 0.03 mm)	やや良好	平板状・微粒子
(15×15 cm) ビニル(黒色 厚さ 0.04 mm)	やや不良	平板状・微粒子
雨 除 け(テント)	良 好	平板状・微粒子
拭い取り(果粉除去)	約2か月後再生	約10日後微粒子再生
GA <sub>3</sub> 散布(1,000 ppm)	変化なし	平板状・微粒子

得られたような差は認められず、個体差がやや認められる程度であった。

このことは、SEM 観察のための試料作りの段階で、果粉の一部が固定液に溶け出すなどして失われ、残された果粉形態には差が認められないのかもしれない。従って、果粉の量的な測定をあわせて行わないと、処理区間の微妙な違いをとらえることができないように思われた。

果面の果粉を拭い取る処理では、処理時期の早い果実ほど果粉の再生力が強い傾向がみられた(図版Ⅱ—9)。すなわち、処理時期がおくると、果粉の再生能力は低下するものと思われた。傍島らの観察でも、8月下旬以降の果粉形態には変化なしという結果が得られており<sup>12)</sup>、それ以後の果粉再生力は弱いことが予想される。

以上のことから、樹上着生の果実は、自然条件下では、風雨にさらされたり、散布薬剤紫外線などの影響によって、多少、果粉を失ったり、形成が抑制されたりするものの、枝、葉などによる物理的な損傷が与えられた場合を除きその損失は極めて少ないものと思われた。また、物理的に果粉が除去される場合も、その時期がはやければ、再生も可能なことが示唆された。

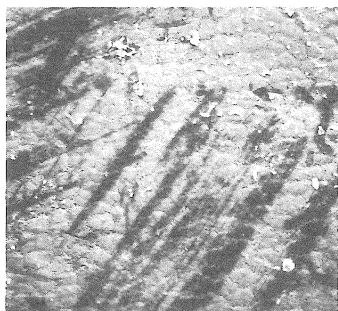
#### B. 収穫果実の果粉形態の変化

‘平核無’果実は、収穫、選果、箱詰及び脱渋処理などの作業を経るので、果粉が失われるとすれば、その間に受ける物理的な擦れなどによる損失が最大であろう。

そこで、収穫作業や、果実の調整作業中に果粉が失われた部分(果面)が、どのような状態になっているのか、あるいは、収穫後の日数経過と共に、果粉はどのように変化するのかについて調査した。

##### 1) 果粉除去部分の果面形態

強い擦れ傷部分では、果粉はほとんど認められなかった(第2図)。果粉が除去されると、下層のクチクラが露出するが、露出したクチクラの表面は、低倍率のSEMによる観察では表皮細胞の形に沿った起伏が認められるに過ぎなかった。しかし、5,000倍以上の観察では、



第2図 擦れにより果粉が除去された果面×100

クチクラの表面に果粉のわずかな残留が認められた。

##### 2) 収穫後の時間経過と果粉形態との関係

収穫後、無処理のまま、10、30、50日間室内に放置した果実について、果粉形態を観察した。その結果、30日後までは、ほとんど変化がみられず、50日後の果粉は団粒化し(図版Ⅱ—10)、果実表面は全面的にしわが入り萎縮した状態になっていた。

##### 3) アルコール脱渋処理果の果粉形態

脱渋の際、アルコールの果実内への取り込みは、ヘタ部よりは、果面からの方が量的に多いとされている。そこで、移動の際、果面にできるだけふれないように、側面の一部を持つなどの配慮をしながら、アルコール脱渋前と脱渋後の果粉形態の変化について調査した。

観察の結果、脱渋果は、対照区(水)に比較して(図版Ⅱ—12)、やや多孔状態になったもの(個体)が認められる程度であった(図版Ⅱ—11)。また、アルコールの濃度や、脱渋の程度とも特に目立った関係があるとは思われなかった。

以上のように、収穫後の果実の果粉は、室温下では比較的安定しており、環境条件の影響をさほど敏感には受けないものと思われた。

この研究を行うにあたり、専攻学生鈴木勇三、小室博義両君の協力を得た。また、顕微鏡写真の現像、焼き付け等については、当研究室、五十嵐幸子技官に負うところが多い。記して深謝の意を表す。

#### 摘 要

果実の表面に形成される果粉は、鮮度の指標となるばかりでなく、ガス交換や果面障害発生などにも関係するのではないかと考えられている。この研究は、カキ‘平核無’果実を用い、発育に伴う果粉の微細形態を、SEMにより観察し、あわせて、収穫後の果実の果粉の消長などについても調査したものである。

1. 果粉は6月下旬頃(終花後15~20日)から、クチクラ表面に微粒子状になって形成された。それが、次第に増加しながら7月上、中旬頃には網目状になり、さらに果実の発育が進むにつれて、葉片状や平板状に変化した。このような変化は8月上、中旬頃までに終わり、その後収穫までの間に大きく変化することはなかった。

2. 果粉を拭い取ると、終花後40日位経過した頃までに拭い取ったものであれば、再生は可能なように思われた。それ以後の除去では、収穫期までの再生果粉は量的にもかなり少なくなるものと思われた。

3. 収穫果実を室内に静置し、経時的に果粉形態の変化を調べた。その結果、30日後までは形態的な変化はみられず、50日後の調査では、果粉は平板状から団粒状に変化する傾向が認められた。

4. アルコールで脱渋処理した果実の果粉は、脱渋前の孔隙の少ない状態から、やや孔隙の多い状態に変わるものがみられたが、個体差がかなり大きかった。

## 文 献

- 1) 赤井重恭(1982)：葉角皮の構造と病原菌の行動 農及園 57(7), (8).
- 2) BAKER, E. A. (1982) : Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. The plant cuticle., No. 10. 139-165. Academic Press, London.
- 3) CUTLER, D. F., ALVIN, K. K. and PRICE, C. E. (1982) : The plant cuticle. Linnean Soc. of London, Academic Press.
- 4) 中条利明・葦沢正義(1976)：走査電子顕微鏡によるカキ富有の成熟果の表皮の観察(予報)園芸学会発表要旨 51年春, 44-45.
- 5) ——・——(1977)：カキ果実の表皮の微細構造に関する研究(1)富有及び伊豆の表皮微細構造 園芸学会発表要旨 52年秋, 126-127.
- 6) ——・本馬昭晴・葦沢正義(1982)：カキ果実の発育期における果皮の微細構造の変化 香川大農学術報告 33(2), 95-101.
- 7) DARNELL, R. L. and FERREE. (1983) : The influence of environment on apple tree growth, leaf wax formation, and foliar absorption. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(3), 506-511.
- 8) HOLLOWAY, P. J. (1971) : The chemical and physical characteristics of leaf surfaces. Ecology of leaf surface micro-organisms. Academic Press, London.
- 9) JUNIPER, B. E. and JEFFREE, C. E. (1983) : Plant surfaces. Edward Arnold.
- 10) MARTIN, J. T. and JUNIPER, B. E. (1970) : The cuticle of plants. St. Martins Press.
- 11) POSSINGHAM, J. V. (1972) : Surface wax structure in fresh and dried Sultana grapes. Ann. Bot. 36, 993-996.
- 12) 傍島善次・石田雅士・弦間 洋・飯室 聡・福長信吾(1976)：カキの緑斑症果に関する研究(第1報)松本早生富有の果面構造の変化ならびに葉、果実の無機成分の消長 園芸学会発表要旨 51年秋, 66-67.
- 13) 渡部俊三(1971)：植物体表をおおうクチクラの役割 山形農林学会報 28, 85-87.
- 14) 山村 宏・内藤隆次(1980)：ブドウ‘デラウエア’における果皮ワックス(果粉)の季節的消長と品種間差異 園芸学会発表要旨 55年秋, 40-41.
- 15) ——・——・田村尚志(1983)：ブドウ‘デラウエア’における果皮ワックス形成と果皮組織発達に及ぼす光と湿度の影響 園芸学会発表要旨 58年秋, 84-85.

## Summary

The formation of wax on the surface of fruit is not only an indicator of freshness, but may also be thought to relate to exchange of gases and to skin damage. This project has investigated wax formation in Japanese persimmon (cv. 'Hiratanenashi', a pollination variant, astringent type). A scanning electron microscope (SEM) was used to study the formation of wax during fruit growth and its changes during storage and deastringency.

1. Wax first appeared in late June (about 15-20 days after the end of flowering), and formed as a corpuscle-like substance on the surface of the cuticle. While gradually increasing, by early to mid-July, it had become a mesh-like substance. As the fruit continued to ripen, it changed to a leafy or plate-like form. These changes were completed by early to mid-August. From then until harvest, there was little change.

2. If the wax was wiped off during the 40-day period following the end of anthesis, there was a good chance that it would regenerate. However, if it were removed after that period, the amount of wax regeneration would decline.

3. Longitudinal changes in the wax were investigated for harvested fruit stored at room temperature. There was little change in the form or amount of wax in the 30 days after harvest. By 50 days

after harvest, the wax plates were observed to be somewhat rounded off.

4. The project also studied the effects on wax of postharvest alcohol treatment to remove astringency. The treatment apparently did not affect the shape of wax, but there was a slight increase in porous-type plates.

## 図 版 説 明

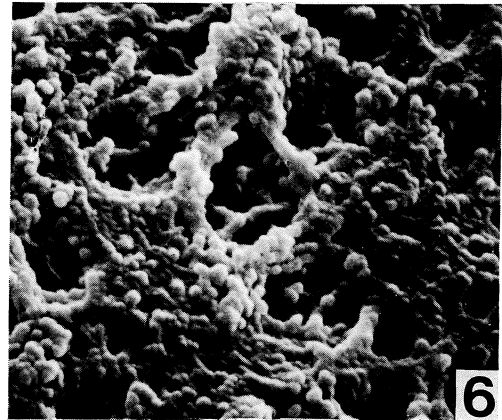
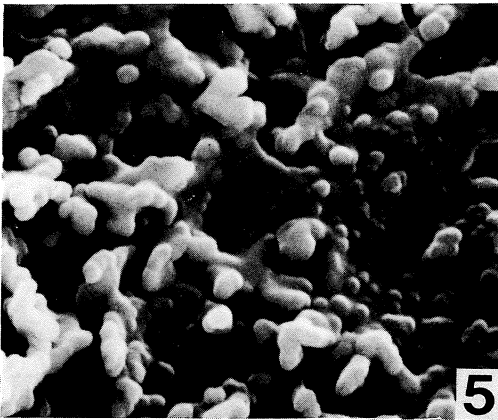
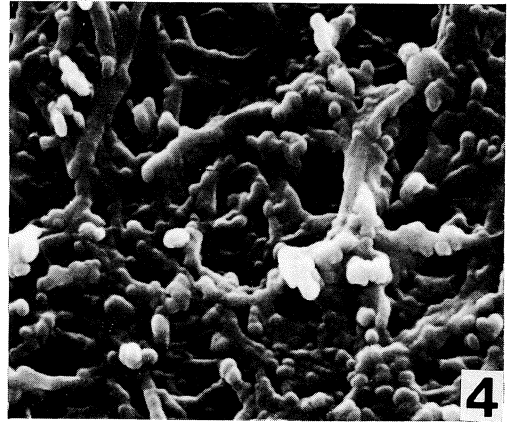
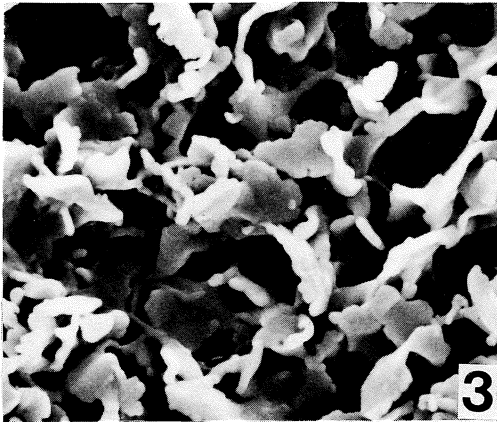
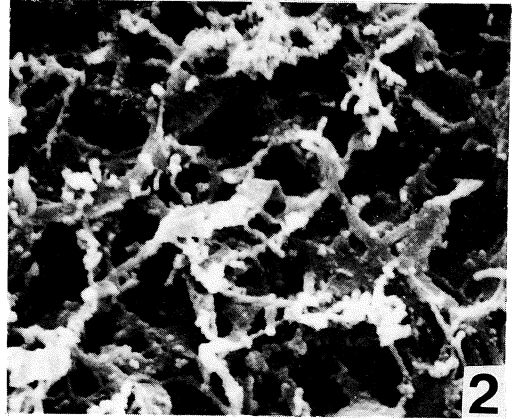
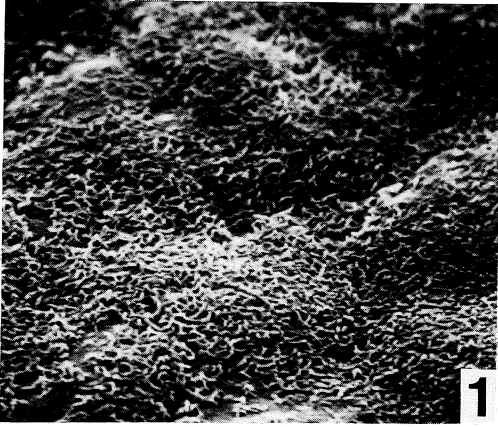
## 図版Ⅰ．果実の発育に伴う果粉形態の変化

1. 網目状に連絡している形成初期の果粉（6月27日）×2,000
2. 網目状から一部平板状に変わりつつある果粉（7月7日）×6,000
3. キクの葉片状に発達しつつある果粉（7月27日）×6,000
4. 葉片状から微粒子状に変わった果粉（8月18日）×6,000
5. 大小の粒子が認められる時期（9月6日）×6,000
6. 多数の粒子が結合して平板状となり、ところどころに孔隙がつくられる（10月18日）×6,000

## 図版Ⅱ．2, 3の処理が果粉形態に及ぼす影響

7. 拭い取りによって、果粉を除去した果実の表面（終花20日後）×2,000
8. 果粉を除去した果実の表面（終花40日後）×6,000
9. 再生した果粉（7月7日処理、処理10日後）×6,000
10. 収穫後50日経過して団粒化した果粉．×6,000
11. 30%アルコールで脱渋した果実の果粉（処理10日後）×6,000
12. 対照区（0%アルコール）の果粉形態（処理10日後）×6,000

図版 I







図版 II

