

ネクタリンの裂果抵抗性と外果皮細胞径および気孔密度との 関係

誌名	果樹研究所研究報告 = Bulletin of the National Institute of Fruit Tree Science
ISSN	13473549
著者	山口, 正己 土師, 岳 八重垣, 英明
巻/号	2号
掲載ページ	p. 77-84
発行年月	2003年3月

ネクタリンの裂果抵抗性と外果皮細胞径および気孔密度との関係^{†1}

山口正己・土師 岳・八重垣英明

独立行政法人農業技術研究機構

果樹研究所遺伝育種部

305-8605 茨城県つくば市

Relationship between Fruit Cracking and Varietal Differences of Exocarp Cell Length and Stomatal Density of Nectarine Cultivars

Masami YAMAGUCHI, Takashi HAJI and Hideaki YAEGAKI

Department of Breeding, National Institute of Fruit Tree Science
National Agricultural Research Organization, Tsukuba, Ibaraki 305-8605, Japan

Summary

Measurement on exocarp cell sizes and stomatal densities, and observation on exocarp cell changes at fruit apex, equator and stalk cavity of 'Wasenectarine' and 'Flavortop' nectarines, were carried out during nectarine fruit development to clarify the factors involved in fruit cracking in 1999. Nine nectarine cultivars were used in addition to these two cultivars in 2000 for the measurement on exocarp cell length at equator. In 'Wasenectarine' and 'Flavortop', the stomatal hole became large and brown, and the cells around the stoma were destroyed during the fruit enlargement. The changes started in fruit apex at first, and spread into equator skin. Moreover, the changes in 'Wasenectarine' which shows high susceptibility against cracking was earlier than those in 'Flavortop', a resistant cultivar to cracking. These disorders seem to involve in the cracking and rough skin of nectarines. Significantly, high correlation coefficients were obtained between fruit sizes such as fruit height, thickness or width, versus lateral and vertical length of exocarp cells. The slopes of regression lines were higher in lateral and vertical cell lengths at fruit apex and equator than those at stalk cavity, and also higher in 'Wasenectarine' than in 'Flavortop'. These tendencies were observed in other nine cultivars: cracking resistant cultivars, 'Flavortop', 'Fantasia' and 'NJN69' with lower slopes, and susceptible cultivars, 'Wasenectarine', 'Hiratsuka Red' and 'Shizukured' with higher slopes of them. Therefore, the slope of regression line between fruit thickness and exocarp cell length seems to be good indices of cracking susceptibility, with exception of 'Shyuhou', which is highly susceptible to cracking but showed lower slope of the regression line. The stomatal densities decreased with the increase of exocarp cell sizes, and showed highly significant correlation coefficient with the index of fruit surface area. The slopes of regression line between index of fruit surface area and stomatal densities are also useful as rough indices of cracking susceptibility.

Key words: exocarp cell size, fruit skin cracking, nectarine, stomatal density

^{†1} 果樹研究所業績番号 : 1297

(2002年9月18日受付・2003年3月3日受理)

緒 言

ネクタリンは果皮に柔毛がないため、摘果や収穫の際作業者のかぶれの心配がなく、また果皮がついたまま食べるのにも適しており、無毛性はモモ育種に導入すべき形質の一つであると考えられる。しかし、現在のネクタリン品種の中には裂果や果皮の微細な亀裂などのいわゆる肌荒れが多発するものもみられる (Fogle and Faust, 1976; 山田ら, 1981)。このような果皮の障害を回避するためにネクタリン栽培においては袋かけが行われることが一般的である。しかし、袋かけには10a当たり80時間もの労力を要するだけでなく、糖度の低下などを招くことが知られている。したがって、ネクタリン栽培の振興のためには、日本の消費者の嗜好に適した品質の付与とともに、降雨等の不良条件においても裂果や肌荒れの生じない品種の育成が必要とされている。

ネクタリン品種には‘フレーバートップ’や‘ファンタジア’などのように裂果抵抗性を有するとされる品種と‘早生ネクタリン’や‘ヒラツカ・レッド’のように気象条件により裂果の発生の見られる品種がある (山田ら, 1981)。裂果の発生は、果肉の肥大に伴う外果皮細胞のストレスの増加が大きな要因であると推定されている (Coombe, 1976; Opara et al., 1997)。Yamaguchi et al. (2002) は、甘果オウトウの裂果感受性が果頂部の外果皮細胞径と有意な相関を持つことを示し、外果皮細胞の肥大が裂果の発生に重要な役割を果たしていることを指摘している。ネクタリンの裂果発生の機作についてはこれまでにほとんど報告がなく、不明の点が多い。加えて、裂果や肌荒れの発生には外果皮上の気孔の形態的变化が関係すると推定される。そこで本試験においては、ネクタリン果実の肥大に伴う外果皮細胞肥大経過と気孔密度の品種間差異を調査し、裂果抵抗性との関係解明とともに、抵抗性判定の指標としての利用を検討した。

材料および方法

1999年には、裂果の多いことで知られる‘早生ネクタリン’および裂果の少ない‘フレーバートップ’を用いた。5月14日から両品種の収穫期に至るまで、ほぼ1週間ごとに2果を採取し、果実縦径、横径(縫合線と平行方向)、側径(縫合線と直角方向)を測定した。なお、供試樹はいずれもモモ実生台に接ぎ木した10年生樹で、果樹研究所の圃場に植栽しているものである。同年の開花盛期は‘早生ネクタリン’が4月9日、‘フレーバートッ

プ’が4月1日であった。これらの果実について果頂部、赤道部および梗あ部の表皮をカミソリで薄く削ぎ取り、顕微鏡により外果皮表面の変化を観察した。同時に、写真を撮影し、外果皮細胞の横径、縦径と気孔密度の測定に供した。外果皮細胞の測定は、写真を画像解析装置(イメージコマンド4198, 日本アビオニクス)に取り込み、個々の外果皮細胞の面積、果実縫合線に平行方向(縦径: Vertical cell length)と直角方向(横径: Lateral cell length)の最大径を得た。測定に供した外果皮細胞数は1測定部位ごとに100~200個とした。気孔密度は外果皮細胞撮影の際に一定の倍率下で1視野当たりの気孔数を計測し、視野の面積で除して算出した。気孔数の測定は果頂部では1果実当たり10視野、赤道部および梗あ部では15視野について行った。

2000年には前記2品種に加えて、果樹研究所に植栽するモモ実生台の10年生樹‘秀峰’、‘ファンタジア’、‘ヒタチレッド’、‘チヨダレッド’、‘スイートネクタリン晶光’、‘スイートネクタリン黎明’、‘シズクレッド’、‘ヒラツカ・レッド’および5年生樹の‘NJN69’の9品種・系統を供試した。5月26日より7月中旬までは1週間から10日間隔で、その後は2週間から4週間隔で各品種の収穫期までサンプリングを行い、前年の試験において果実側径と高い相関を示した赤道部外果皮細胞について横径、縦径および気孔密度を同様の方法で測定した。5月26日のサンプリングでは大きさの異なる果実10果を用い、その後のサンプリングは2~4果を用いた。

結 果

外果皮細胞は果実の発育に伴い、部位ごとに顕著な変化が観察された。観察開始時の5月14日には、‘早生ネクタリン’、‘フレーバートップ’とも、果頂部、赤道部および梗あ部のいずれの部位においても外果皮細胞は健全で、クチクラ層の亀裂や外果皮細胞の損傷は認められなかった。‘早生ネクタリン’では、5月21日(満開後42日)以降果頂部において開いたままの気孔が増加し (Fig. 1A)、1週間後の5月27日(48日)からは気孔の褐変や気孔周辺の細かい亀裂が進行し、6月25日(77日)以降気孔部から出発した外果皮組織の亀裂が観察された (Fig. 1B)。赤道部の障害の発生は果頂部のそれに3週間程度遅れて始まり、6月11日(63日)頃に一部の気孔が開いたままとなり、その後気孔周辺に亀裂が発生した (Fig. 1C)。梗あ部では6月18日(70日)以降、クチクラ層に微細な亀裂が発生し、その亀裂がしだいに拡大した (Fig. 1D)。収穫適期の7月16日(98日)には3

部位とも気孔が大きく開き、周辺から大きな亀裂が縦横に走り、外果皮表面は荒れた状態となった。一方、'フレーバートップ'では、これらの変化の進行は'早生ネクタリン'に較べて遅く、また軽微だった(Figs. 1E and 1F)。すなわち、果頂部の気孔が開いたままになり、周辺に亀裂が生じたのは、収穫適期の10日前の7月16日(106日)以降となり、また赤道部に異常が生じたのも同時期以降であった。このように、果実の肥大に伴い気孔の拡大と周辺組織の破壊、クチクラ層を含む亀裂の拡大が進み、それと並行して表皮の肌荒れが顕著となった。

'早生ネクタリン'の外果皮細胞横径は、満開後35日では果頂部で大きく、赤道部および梗あ部で小さかったが、果実第2肥大期の開始時期に相当する満開後63日頃から急激に大きくなり、成熟果では果頂部が60μm、赤道部が50μmに達した(Fig. 2)。梗あ部の外果皮細胞横径も肥大第2期には拡大したが、果頂部、赤道部に較べてその値は小さかった。'フレーバートップ'の外果皮細胞横径も'早生ネクタリン'と同様の経過をたどったが、いずれの部位でもその値は同時期の'早生ネクタリン'に較べて小さな値であった。また、両品種とも果実縦径、横径、側径と果頂部、赤道部および梗あ部の外果皮細胞横径の間にはいずれも有意な高い正の相関が認められた(Table 1)。「早生ネクタリン」の果実側径と果頂部、赤道部および梗あ部の外果皮細胞横径との間の回帰直線の傾きはいずれの部位においても、「フレーバートップ」に較べて高い値を示した(Fig. 3)。こうした傾向は果実径と外果皮細胞縦径の関係においても同様に観察された(データ略)。

2000年の試験においても、果実側径と赤道部外果皮細胞横径との間には有意な高い相関が認められた(Table 2)。回帰直線の傾きは「秀峰」が最も小さく、次いで

'ファンタジア'、'フレーバートップ'、'NJN69'の順となった。一方、「早生ネクタリン」は最も大きな傾きを示し、「秀峰」の2倍以上の値となった。

気孔密度は「早生ネクタリン」および「フレーバートップ」ともに、果頂部で低く、梗あ部で高く、赤道部ではその中間の値となった。「早生ネクタリン」に較べて「フレーバートップ」の気孔密度は明らかに高く推移した(Fig. 4)。また、果実の肥大とともに気孔密度は低下

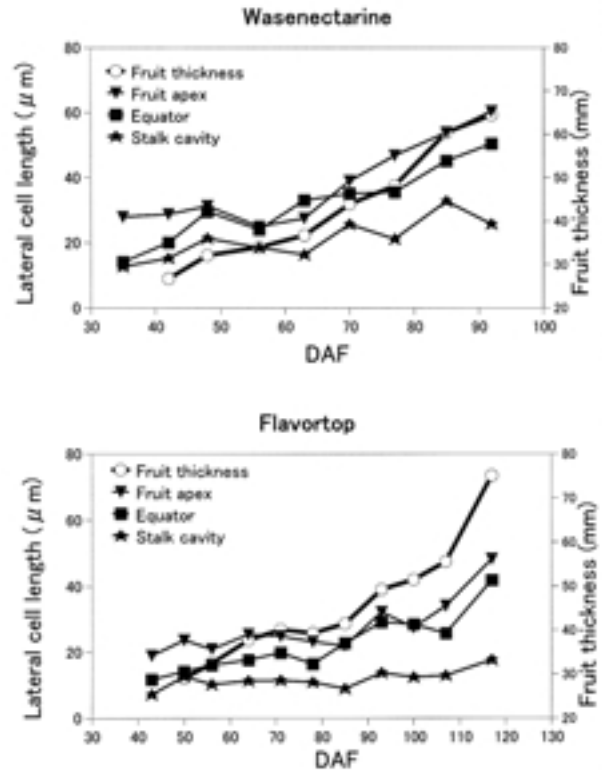


Fig. 2. Changes in lateral length of exocarp cells of 'Wasenectarine' and 'Flavortop' nectarines.

Table 1. Correlation coefficients between fruit height, width and thickness versus lateral and vertical cell length, and cell area at three parts of 'Wasenectarine' and 'Flavortop' nectarines.

	LCL ^z at apex	LCL at equator	LCL at stalk cavity	VCL ^y at apex	VCL at equator	VCL at stalk cavity	Area of cell at apex	Area of cell at equator	Area of cell at stalk cavity
Wasenectarine									
Fruit height	0.885**	0.951**	0.896**	0.773*	0.961**	0.939**	0.848**	0.928**	0.900**
Fruit width	0.889**	0.952**	0.884**	0.776*	0.967**	0.935**	0.852**	0.932**	0.893**
Fruit thickness	0.884**	0.958**	0.871**	0.763*	0.972**	0.927**	0.846**	0.936**	0.883**
Flavortop									
Fruit height	0.921**	0.936**	0.774**	0.907**	0.944**	0.887**	0.914**	0.927**	0.857**
Fruit width	0.932**	0.929**	0.829**	0.918**	0.972**	0.912**	0.929**	0.949**	0.895**
Fruit thickness	0.940**	0.918**	0.861**	0.921**	0.977**	0.934**	0.936**	0.947**	0.921**

^z Lateral cell length.

^y Vertical cell length.

*, **: Significant at $p < 0.05, 0.01$, respectively.

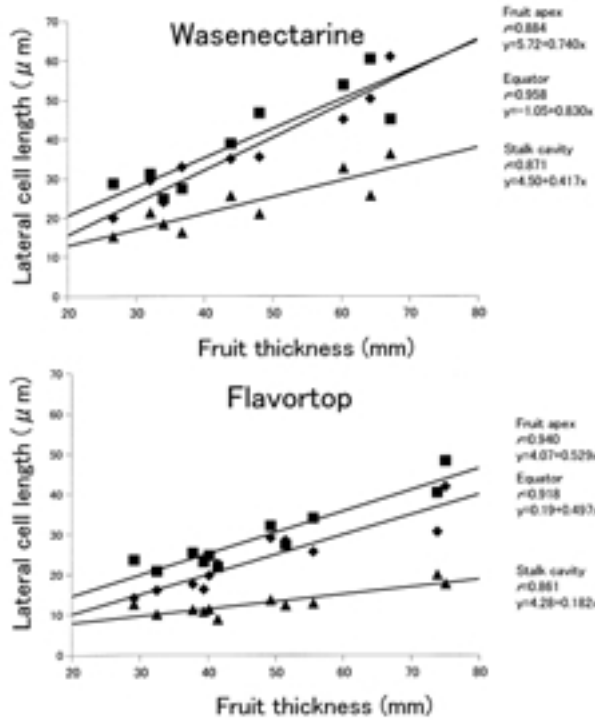


Fig. 3. Relationship between fruit thickness versus lateral cell length at fruit apex, equator and stalk cavity of 'Wasenectarine' and 'Flavortop' nectarines.

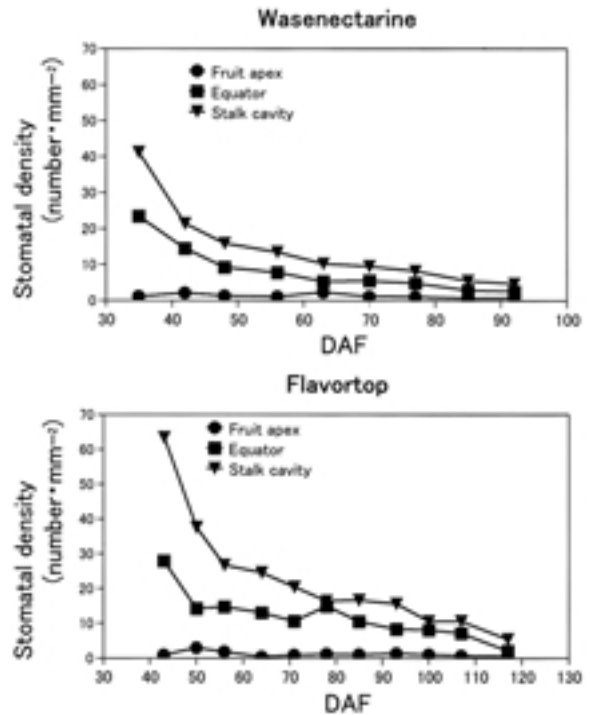


Fig. 4. Changes in stomatal density at fruit apex, equator and stalk cavity of 'Wasenectarine' and 'Flavortop' nectarines.

Table 2. Correlation coefficients and slopes of the regression line between fruit thickness and lateral exocarp cell length at equator among nectarine cultivars.

Cultivars	Correlation coefficient	Slope of regression line
Shyuuhou	0.982**	0.438
Fantasia	0.955**	0.549
Flavortop	0.911**	0.559
NJN69	0.960**	0.583
Hitachired	0.939**	0.593
Chiyodared	0.961**	0.653
Sweet nectarine Shoukou	0.966**	0.736
Shizukured	0.978**	0.782
Hiratsuka Red	0.951**	0.783
Sweet nectarine Reimei	0.926**	0.789
Wasenectarine	0.949**	1.005

** Significant at $p<0.01$.

し、果実径や外果皮細胞横径と気孔密度の間には一部を除き、有意な相関が示された (Table 3). 直線の回帰式を得るために果実縦径と側径の積の逆数 (以下、表皮面積指数: index of fruit surface area とする) と気孔密度との相関を求めた. その結果、両品種とも有意な高い相関が得られた (Fig. 5). 2000 年度の試験でも同様の結果と

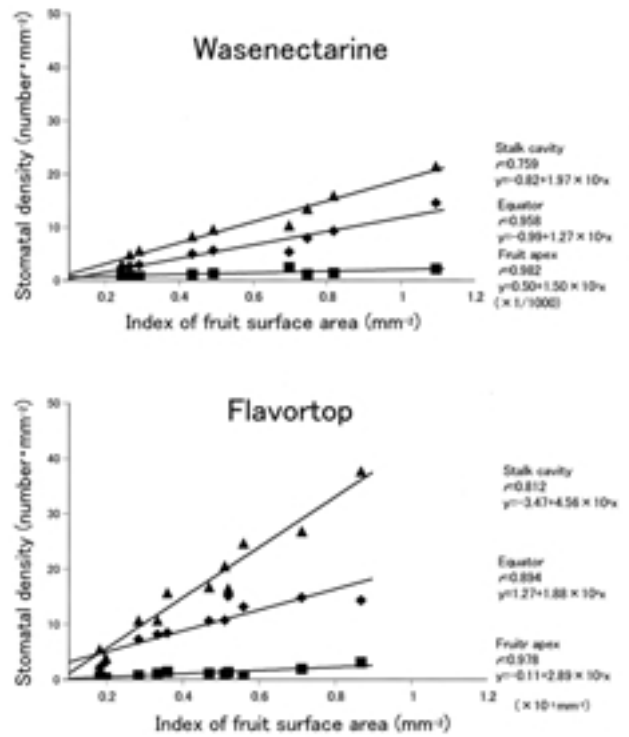


Fig. 5. Relationship between the index of fruit surface area and stomatal density at fruit apex, equator and stalk cavity of 'Wasenectarine' and 'Flavortop' nectarines.

Table 3. Correlation coefficients between stomatal density versus fruit height, width, thickness, lateral cell length at three parts of 'Wasenectarine' and 'Flavortop' nectarines.

	Stomatal density at apex	Stomatal density at equator	Stomatal density at stalk cavity
Wasenectarine			
Fruit height	-0.772*	-0.858**	-0.921**
Fruit width	-0.748*	-0.854**	-0.917**
Fruit thickness	-0.733*	-0.872**	-0.933**
Index of fruit surface area ²	0.759*	0.958**	0.982**
Lateral cell length at apex	-0.707*	-0.714*	-0.762*
Lateral cell length at equator	-0.620NS	-0.844**	-0.907**
Lateral cell length at stalk cavity	-0.766*	-0.720*	-0.787*
Flavortop			
Fruit height	-0.697*	-0.958**	-0.928**
Fruit width	-0.705*	-0.955**	-0.918**
Fruit thickness	-0.670*	-0.964**	-0.898**
Index of fruit surface area	0.812**	0.894**	0.978**
Lateral cell length at apex	-0.525NS	-0.919**	-0.731*
Lateral cell length at equator	-0.554NS	-0.943**	-0.825**
Lateral cell length at stalk cavity	-0.378NS	-0.820**	-0.597NS

² 1/(Fruit height × thickness).

NS, *, **: Non-significant or significant at $p < 0.05$, 0.01 , respectively.

なり、いずれの品種においても気孔密度と表面積指数との間に高い相関が認められた (Table 4)。また、回帰直線の傾きは、'秀峰' で最も高く、次いで 'ファンタジア'、'フレーバートップ' の順となり、'スイートネクタリン黎明'、'早生ネクタリン' および 'チヨダレッド' が低い値を示すなど、果実側径と表皮細胞径の回帰直線の傾きとは概ね逆の傾向を示した。しかし、それぞれの回帰直線の傾きについて相関係数を算定すると $r = -0.659$ と有意ではあるが比較的弱い相関関係にとどまった。

考 察

ネクタリン品種の裂果や肌荒れの発生は、年次や栽培地域によってその発生程度が異なることが多い (京谷ら, 1990; 吉田ら, 1983)。このため、供試品種の正確な裂果抵抗性を示すのは困難である。しかし、これまでの栽培の経過から、'ファンタジア' や 'フレーバートップ' などの品種で、裂果の発生や肌荒れが極めて少ないことが知られている (山田ら, 1981; 吉田, 1996a, b)。一方 '早生ネクタリン' および '秀峰' などの品種は裂果や肌荒れが多く有袋栽培が必要な品種とされている (山田ら, 1981; 吉田, 1996c)。果樹試験場 (現果樹研究所) 育成のネクタリン品種では 'ヒラツカ・レッド' では年により中程度の裂果が (吉田ら, 1983)、'シズク

Table 4. Correlation coefficients and slopes of the regression line between the index of fruit surface area and stomatal density at equator among nectarine cultivars.

Cultivars	Correlation coefficient	Slope of regression line
Shyuuhou	0.931**	2.26×10^4
Fantasia	0.969**	2.21×10^4
Flavortop	0.917**	2.19×10^4
NJN69	0.783**	1.56×10^4
Hitachired	0.910**	1.55×10^4
Chiyodared	0.942**	1.28×10^4
Sweet nectarine Shoukou	0.879**	1.54×10^4
Shizukured	0.942**	1.96×10^4
Hiratsuka Red	0.910**	1.64×10^4
Sweet nectarine Reimei	0.882**	1.09×10^4
Wasenectarine	0.972**	1.23×10^4

** Significant at $p < 0.01$.

レッド' ではかなり多くの裂果がみられる年があることが報告されている (京谷ら, 1990)。これに対して 'チヨダレッド' および 'ヒタチレッド' は裂果の発生が少ないとされている (京谷ら, 1990)。また、'スイートネクタリン黎明' および 'スイートネクタリン晶光' は裂果や肌荒れが少ないものの、樹勢低下や大玉化などにより果面障害が発生する可能性も指摘されている (山田ら, 1985)。

1999年に供試した '早生ネクタリン' と 'フレーバートップ' は、前者が裂果・肌荒れが極めて多く、後者は

これらの障害が極めて少ない品種として知られている。この2品種は、表皮細胞の肥大程度が異なり、幼果期から成熟期の表皮細胞横径は‘早生ネクタリン’で明らかに大きかった (Fig. 2)。この結果、‘早生ネクタリン’は‘フレーバートップ’に較べて、果面における気孔の褐変や気孔周辺細胞の亀裂、クチクラ層の亀裂の発生が早い時期におこり、その程度も著しくなったと考えられる。

2000年における赤道部表皮細胞の測定結果からは、果実側径と表皮細胞の横径および縦径との間に、極めて高い正の相関関係が認められ、表皮においては細胞分裂が停止していることが示唆された。回帰直線の傾きには、品種による大きな差異が認められた (Table 3)。傾きの小さかった品種は‘秀峰’、‘ファンタジア’、‘フレーバートップ’、‘NJN 69’および‘ヒタチレッド’である。‘秀峰’を除く4品種・系統はいずれも裂果や肌荒れの発生が極めて少ないとされている品種である。これに対して回帰直線の傾きの大きかった品種は‘早生ネクタリン’、‘スイートネクタリン黎明’、‘ヒラツカ・レッド’および‘シズクレッド’などの裂果や肌荒れの多いとされる品種であった。‘チヨダレッド’は裂果の発生が少なくとされる品種であるが傾きは中位であった。このように、表皮細胞の大きさはネクタリンの裂果や肌荒れと密接な関係があると推定され、果実側径と表皮細胞径の回帰直線の傾きの大きさは裂果抵抗性の目安として有効であると考えられる。

しかし、供試品種の中で、‘秀峰’についてはこうした関係が当てはまらなかった。Fogle and Faust (1975)は、ネクタリン表皮の外側に尾根状の起伏が認められ、その形状に品種間差異があることを報告している。また、ネクタリンの裂果については果実の発育速度との関係が重要であることを指摘している (Fogle and Faust, 1976)。Nguyen (1991)は、表皮の外側に構造の異なる多糖類あるいはワックスからなるいくつかの層が認められることを報告している。‘秀峰’果実で、表皮細胞が小さいにもかかわらず、裂果や肌荒れが多くみられたのはこうしたより微細な表皮外層の構造の違いが関係している可能性がある。

Yamaguchi ら (2002)は、甘果オウトウの裂果の程度と果頂部表皮細胞の大きさには有意な相関があり、裂果のしやすさの指標として用いることができることを報告している。甘果オウトウでは、果実の第2肥大期における果面からの急速な吸水が裂果の要因であると考えられる (Christensen, 1972)のに対して、ネクタリンは裂果や肌荒れの発生時期がより早い時期に起きること (井上, 2001) から、必ずしも果面からの吸水が裂果の要因

とは考えにくいことなど裂果発生の機作に違いがあるが、果実肥大と表皮細胞肥大の間には同様の関係があると推定される。

また、気孔密度が表皮面積指数との間で直線的な高い相関を示したこと (Table 4, Fig. 5)は、本試験の試験開始時期である満開後5~6週間頃にはすでに気孔の新たな形成は停止していることを示唆するものである。さらに、気孔密度と表皮の細胞径との間で高い負の相関が認められたこと (Table 3)は、同一品種においては、気孔密度が外果皮肥大の影響を直接的に受けていることを推定させるものであり、気孔密度が表皮の肥大程度をあらわす指標として有効である。しかし、裂果の発生が比較的多いとされる‘シズクレッド’が少ないとされる‘NJN69’より大きい数値を示すなど、品種別の果実側径と表皮細胞径の回帰直線の傾きの順位は、表皮面積指数と気孔密度の間で得られた回帰直線の傾きの順位とは一致せず、両者の相関係数も高くなかった。しかし、裂果しにくい‘フレーバートップ’および‘ファンタジア’の2品種が明らかに大きな数値を示したことなどから、気孔密度と表皮面積指数の回帰直線の傾きは、裂果抵抗性が強い個体や極めて裂果しやすい品種の簡易判定法としては有効であると判断された。表皮細胞径の測定は大きな労力を要するものである。これに対して気孔密度の測定は簡便である。このため、気孔密度と表皮面積指数との間の回帰式の傾きを裂果抵抗性の予備選抜の指標とすることで、より簡便な選抜が可能になると考えられる。

摘 要

ネクタリンの果皮の裂果および肌荒れに関する要因を明らかにするために、早生ネクタリンおよび‘フレーバートップ’の果頂部、赤道部および梗あ部の表皮について、幼果期から成熟期に至るまで顕微鏡による観察を行うとともに、果実径と3部位の表皮細胞径および気孔密度の推移を検討した。さらに、翌年は前記2品種を含む11品種を用い、赤道部について同様の測定を行った。この結果、果実の肥大に伴い、表皮の気孔が開き、褐変や周辺細胞の亀裂、クチクラ層の亀裂が進行した。こうした変化は果頂部で早く、赤道部がそれに続いた。早生ネクタリンではこれらの亀裂の進行が‘フレーバートップ’に較べて明らかに早かった。部位別には、梗あ部の表皮細胞径は他の2つの部位に較べて明らかに小さかった。品種別には果実径と表皮細胞径との間に有意な正の高い相関が認められた。回帰直線の傾きは裂果の多い‘早生ネクタリン’で大きく、裂果の少ない‘フレーバ-

トップ'で小さかった。気孔密度は、表皮細胞径とは逆に果実肥大に伴い低下した。部位別には、果頂部の気孔密度が明らかに低く、梗あ部で高く、赤道部でその中間的な値となった。果実縦径×側径の逆数(表皮面積指数)との間に有意な高い直線的な相関が得られ、その傾きは'早生ネクタリン'で低く;フレーバートップ'で高かった。裂果・肌荒れの発生程度の異なる11品種における果実側径と赤道部外果皮細胞横径との関係を検討した結果、いずれの品種においても有意な正の高い相関が得られた。'秀峰'を除き、回帰直線の傾きは裂果・肌荒れの発生の少ない品種で小さく、多い品種で大きい傾向が認められたことから、この数値が裂果抵抗性の指標として有効であると考えられた。加えて、表皮面積指数と気孔密度の回帰直線の傾きは、裂果抵抗性判定法としてより簡便な指標となりうることを示唆された。

引用文献

- 1) 井上重雄. 2001. 幼果期から新梢伸長期の作業. p51-53. 阿部 薫・井上重雄・志村浩雄編. モモの作業便利帳. 農文協. 東京.
- 2) Christensen, J. V. 1972. Cracking in cherries. IV. Physiological studies of the mechanism of cracking. Acta. Agric. Scandinavica 22: 153-162.
- 3) Coombe, B. G. 1976. The development of mesocarp fruit. Ann. Rev. Plant Physiol. 27: 207-228.
- 4) Fogle, H. W. and M. Faust. 1975. Ultrastructure of nectarine fruit surface. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100: 74-77.
- 5) Fogle, H. W. and M. Faust. 1976. Fruit growth and cracking in nectarines. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 434-439.
- 6) 京谷英壽・吉田雅夫・山口正己・小園照雄・石澤ゆり・西田光夫・西村幸一. 1990. ネクタリン新品種'シズクレッド'・'チヨダレッド'及び'ヒタチレッド'について. 果樹試報. 18: 1-19.
- 7) Nguyen, T. C. 1991. Structure of epidermis wall, cuticle and cuticular microcracks in nectarine fruit. Agronomie 11: 909-920.
- 8) Opara, L. U., C. J. Studman and N. H. Banks. 1997. Fruit skin splitting and cracking. Hort. Rev. 19: 217-262.
- 9) 山田喜和・足立元三・鶴田富雄・小柳津和佐久. 1981. 導入ネクタリン品種選抜試験. 山梨果試研報. 5: 42-51.
- 10) 山田喜和・鶴田富雄・小柳津和佐久・遠藤 久. 1985. スイートネクタリン・'黎明'・'晶光'および選抜3系統の育成経過と特性について. 山梨果試研報. 6: 43-49.
- 11) Yamaguchi, M., I. Sato and M. Ishiguro. 2002. Influences of epidermal cell sizes and flesh firmness on cracking susceptibility in sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars and selections. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71: 738-746.
- 12) 吉田雅夫・金戸橋夫・栗原昭夫・西田光夫・京谷英壽・山口正己. 1983. ネクタリン新品種'ヒラツカ・レッド'について. 果樹試報. A10: 9-17.
- 13) 吉田雅夫. 1996a. フレーバートップ. p128. 小崎 格・上野 勇・土屋七郎・梶浦一郎編. 新編原色果物図説. 養賢堂. 東京.
- 14) 吉田雅夫. 1996b. ファンタジア. p130. 小崎 格・上野 勇・土屋七郎・梶浦一郎編. 新編原色果物図説. 養賢堂. 東京.
- 15) 吉田雅夫. 1996c. 秀峰. p132. 小崎 格・上野 勇・土屋七郎・梶浦一郎編. 新編原色果物図説. 養賢堂. 東京.

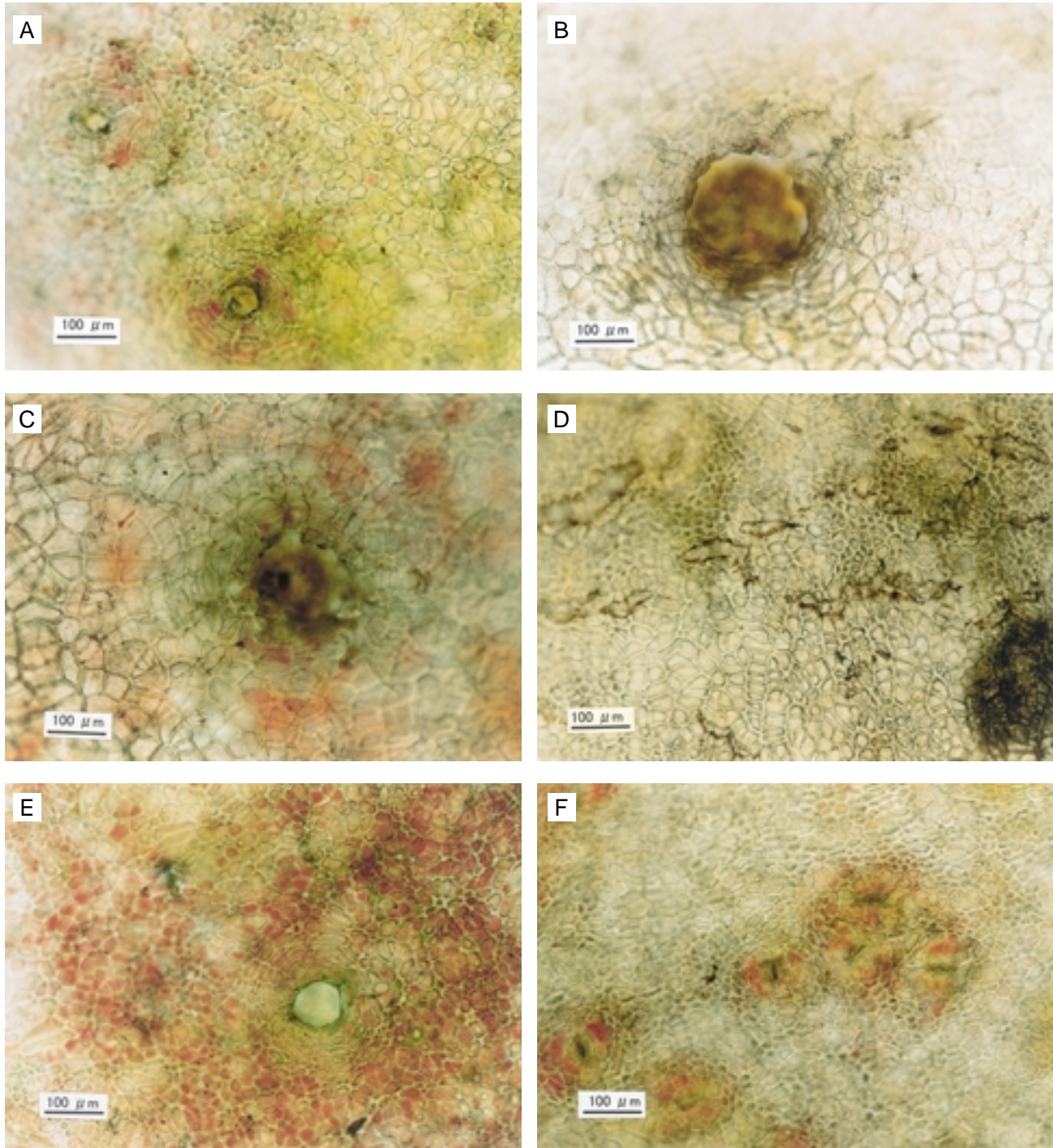


Fig. 1. Changes in nectarine epidermal surface during fruit development. A; 'Wasenectarine' fruit apex on June 11. B; 'Wasenectarine' fruit apex on June 25. C; 'Wasenectarine', equator on July 2. D; 'Wasenectarine', stalk cavity on July 25. E; 'Flavortop', fruit apex on July 2. F; 'Flavortop', equator on July 9.