

## 施設栽培イチジク「とよみつひめ」における成熟異常果の発生防止技術

姫野修一\*

イチジク「とよみつひめ」の施設栽培において強樹勢樹で高温期に発生する低糖度の成熟異常果は、収穫開始7日前から収穫終了までの土壌水分を pF2.2 以下に保ち、結果枝 2~3 節間の基部径を 20mm 未満に保ち、基部径が 20mm を越える結果枝に対しては、結果枝基部を環状剥皮することにより発生が抑制され、果実糖度を無処理より高く維持できる。また、軒側からの屋根 1/2 開放は、夏季日中晴天時の施設内気温を外気温並みに下げることができ、成熟異常果発生を低減できる。

[キーワード：土壌水分，イチジク，環状剥皮，高温期，成熟異常果]

Techniques for Preventing Abnormal Fruit Maturation in 'Toyomitsuime' Figs Cultivated in Greenhouses. HIMENO Shuichi (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 11 : 53 - 57 (2025)

In greenhouse cultivation of fig 'Toyomitsuime', low sugar content and abnormal mature fruit that occurs during the hot season on vigorous trees can be prevented by maintaining soil moisture tension below pF2.2 from 7 days before to the end of harvest, keeping the basal diameter between two and three nodes of the bearing branch less than 20 mm, girdling the basal portion of branches with a basal diameter greater than 20 mm in a circular pattern, and the fruit sugar content can be maintained at a higher level than that without treatment. In addition, the half-opening of the roof from the eaves side can lower the temperature inside the greenhouse to the same level as the outside temperature during sunny summer days, reducing the occurrence of abnormal fruit maturation.

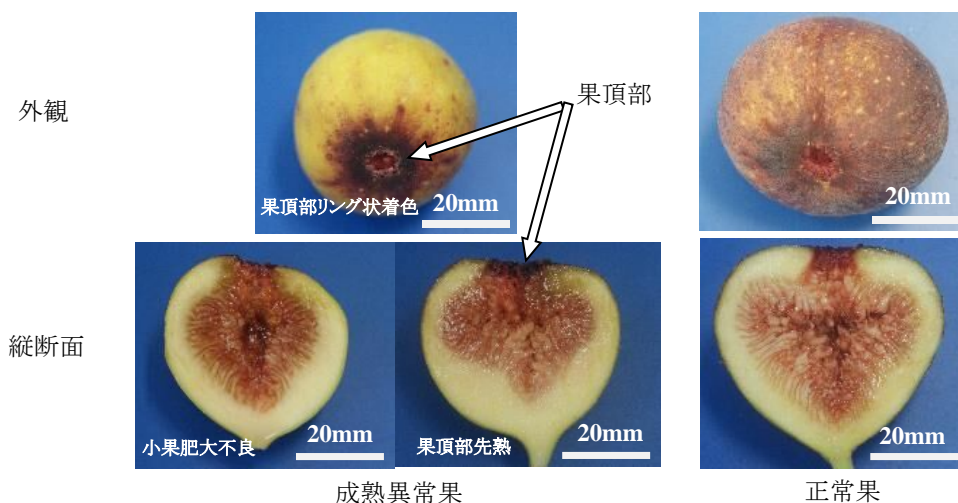
[Key words: abnormal mature fruit, fig, girdling, hot season, soil moisture tension]

## 結 言

イチジク「とよみつひめ」は、2004 年に福岡県農林業総合試験場豊前分場で育成された品種で、他の主要品種である「蓬莱柿」や「榊井ドーフィン」に比べ、肉質が緻密で果汁が多く、糖度が高く、品質が極めて良好である（野方・栗村 2005）。県内 JA イチジク部会における「とよみつひめ」の栽培面積は 39.9ha で、県内 JA イチジク部会全体の 63% を占めている。福岡県では、主要園芸品目として生産振興を図り、降雨による品質低下の防止やイチジク黒葉枯病の防除対策として施設化を推進し、施設

化率は 52% に達している（2023 年全国農業協同組合連合会福岡県本部調べ）。しかし、「とよみつひめ」の施設栽培では、高温期に小玉で果皮が黄色で果頂部だけがリング状に赤く着色する果実が多発した。これらの果実は、果実内部の小果が肥大せずに熟するタイプと果梗部側の果肉が硬いままで果頂部が熟する果頂部先熟タイプが見られ、いずれも果実糖度が低い特徴が見られた（第 1 図）。このような成熟異常果は、強樹勢樹において収穫 4 日前頃の高湿や土壌乾燥時に多発する（姫野・井上 2014）。

イチジク果実は典型的な二重 S 字曲線の生長周期を示し、細胞数が急激に増加する生長第 I 期、生長が緩慢な生



第 1 図 「とよみつひめ」の成熟異常果と正常果の外観および縦断面

長第Ⅱ期，細胞肥大および細胞間隙の増大が急激な生長第Ⅲ期に分けられる（平井 1966）。「とよみつひめ」果実の生長第Ⅲ期は，収穫前 7 日間に当り（姫野・井上 2014），この時期のイチジクでは各結果節位の果実とも容積と重量の約 70～80%が増加し（平井 1966），同時に水分，糖および水溶性ペクチン質含量が急増して，果皮の着色や果実の軟化が進行する（矢羽田・栗村 1996）。特に矢羽田（2000）は，イチジク果実の生長第Ⅲ期における小果，果托内の水分含量の増加にはペクチン質の可溶化が関係しており，糖と水溶性ペクチン質が同時に急増することによりゲル化が急速に進行し，多量の水分の吸収，保持に関与していることを示唆している。

これらのことから，高温期の施設栽培「とよみつひめ」における成熟異常果の発生要因は，生長第Ⅲ期に高温や土壤乾燥による水分ストレスを受け，小果の発達や糖と水溶性ペクチン質の生成が阻害されたためと推察された。

そこで，本研究では，成熟異常果の発生防止技術の確立を目的に，高温条件下における成熟異常果の再現試験を通して，その発生要因と考えられる樹勢および土壤水分が果実品質に及ぼす影響を調査した。

さらに，強樹勢樹は弱樹勢樹に比べて葉が大きく，葉の蒸散量が多いため，高温時には葉と果実の間で水分競合が生じ，強樹勢樹の果実ほど水分ストレスを受けやすく，発生を助長したと考えられる。果樹においては，主枝や結果枝への環状剥皮によって，環状剥皮部より先端側の樹体内デンプンや糖の含有量が增大して果実品質が向上することが知られており，ブドウの「ピオーネ」や「安芸クイーン」では処理によって夏季高温条件下で糖度が向上し（藤島ら 2005，山根・柴山 2007），キウイフルーツ「ヘイワード」でも主幹部への 7 月中下旬処理で果実糖度が高くなる（森口ら 2002）。イチジクでは，秋季に環状剥皮を行うと枝の糖とデンプン含量が高まり，厳寒期の凍害が少なくなるとの報告があるが（真野ら 2011），果実品質についての報告はない。特に樹勢が強い場合，同化養分は根部や新梢への転流が旺盛なため，同化養分を輸送する篩管を遮る環状剥皮は，果実への同化養分の転流を促し，果実糖度の向上が期待できる。そこで，成熟異常果の発生防止技術として強樹勢樹に対する環状剥皮の処理効果および屋根開放がハウス内温度と成熟異常果発生に及ぼす影響について明らかにした。

## 材料および方法

### 1 高温条件下において樹勢および土壤水分が果実品質に及ぼす影響（試験 1）

豊前分場の無加温ハウス（間口 7.2m，奥行 16.0m，単棟，PO フィルム：厚さ 0.1mm）において，3 年生一文字整枝の「とよみつひめ」6 樹を供試した。かん水は，点滴かん水チューブ（T-TAPE TSX508-10-750）を 10cm 間隔 2 列で主幹を挟んで主枝延長方向に敷設し，土壤水分として，pF 値を毎日 8:30，13:00，17:00 の 3 回調査し，2015 年 9 月 9 日から 9 月 30 日まで，供試樹 6 樹のうち 3 樹はかん水開始点を pF2.2（-15.5kPa，適湿），残り 3 樹は pF2.4（-

24.6kPa，乾燥），1 回のかん水量を 25L/樹（降水量換算で 2.5mm）で行った。通常は，ハウス側面および妻面入口を常時開放とし，9 月 23 日の日中晴天時（8:10～13:50）にハウス内気温が 40℃に達するまでハウスを全面閉鎖して一時的にハウス内を高温にし，それ以降はわずかにサイドを開放する高温管理とした（第 2 図）。9 月 27～30 日に収穫した各樹約 16 果について，果重，着色割合，果実糖度（°Bx），成熟異常果（果実縦断面の達観により，果実内の各小果が正常果より小さい果実，または果梗部が硬いままで果頂部が軟らかく熟した果実，以下同じ）の発生割合および樹勢の指標として収穫時の結果枝基部径（基部から 2 節目と 3 節目の間の節間，以下 2～3 節間）を調査した。統計処理は，樹を反復として t 検定を行い，検定ソフトは「Statcel5」（オーエムエス出版，<https://www.oms-publ.co.jp>）を用いた（以下同じ）。なお，その他の基本管理は県の栽培指針に準拠して行った。気温は自作の強制通風筒（ファン：オーエム社製先端型 100，サーモレコーダー：T&D 社製 TR-71U）を用い，ハウス中央部の地上 150cm，土壤水分はテンシオメーター（竹村電機製作所社製 DM-8）を用い，2 本のかん水チューブの中間で地下 10cm の部分を測定した。

### 2 ハウス内気温が果実品質に及ぼす影響（試験 2）

4 年生一文字整枝の「とよみつひめ」を栽培している豊前分場の無加温ハウス（間口 7.2m，奥行 16.0m，単棟，PO フィルム：厚さ 0.1mm）2 棟において，各 4 樹を供試し，試験 1 と同様の方法で，2016 年 7 月 26 日から 8 月 20 日までかん水開始点を pF2.2 でかん水した。ハウス 2 棟のうち 1 棟は屋根面の被覆フィルムを巻き取り式で開放できる屋根開放型ハウスとした。いずれのハウスも通常は側面および妻面出入口を開放したが，屋根開放型ハウスのみ 8 月 8 日から 8 月 20 日の間，屋根面の側方部（軒側）を 1/2 開放した。その他の基本管理は県の栽培指針に準拠して行った。収穫は 8 月 17 日から 8 月 20 日に行い，収穫時の結果枝基部径（2～3 節間），収穫果の果重，着色割合，果実糖度，成熟異常果発生割合を各樹約 16 果ずつ調査した。なお，ハウス内気温および土壤水分の測定は試験 1 と同様に行い，外気温は分場内アメダスデータを調査した。

### 3 環状剥皮処理が果実品質に及ぼす影響（試験 3）

無加温ハウス（間口 7.2m，奥行 16.0m，単棟，PO フィルム：厚さ 0.1mm）において，試験 1 と同様の方法で，2017 年 7 月 16 日から 10 月 1 日までかん水開始点を pF2.2 でかん水した強樹勢の 5 年生一文字整枝の「とよみつひめ」6 樹を供試した。供試樹は 6 月 27 日に摘心した。供試樹の内 3 樹について，摘心 19 日後（7 月 16 日）に結果枝基部径（2～3 節間）が 20mm 以上の結果枝を各樹から 8 枝ずつ選び，2～3 節間を幅 10mm で環状剥皮し，剥皮部には乾燥防止用に接ぎ木テープを巻いて処理した。また，残り 3 樹から同様の結果枝を各樹 8 枝ずつ選び無処理とした。その他基本管理は県の栽培指針に準拠して行った。全収穫期間（8 月 3 日～10 月 1 日）を通して収穫した全果実（各樹約 85 果）について，果重，着色割合，糖度および成熟異常果発生割合を調査し

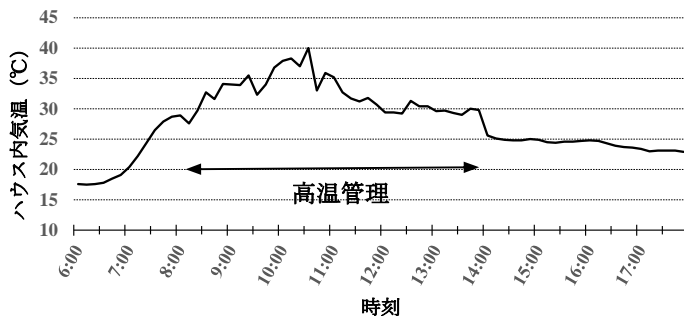
た。なお、ハウス内気温および土壌水分は試験1と同様に測定した。

20mm以上では成熟異常果が発生し、その多くは15.0°Bx以下の低糖度の果実で、平均糖度は13.2°Bxであった(第4図)。

## 結 果

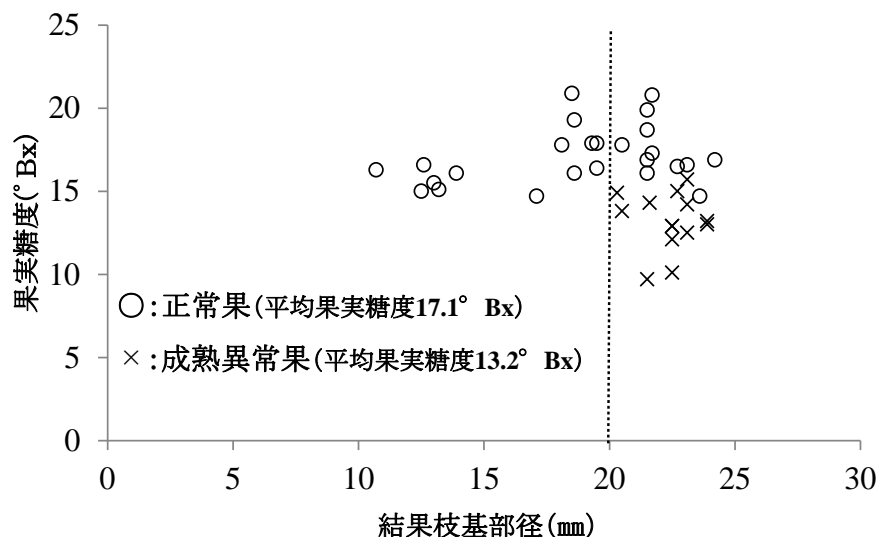
### 1 高温条件下において樹勢および土壌水分が果実品質に及ぼす影響(試験1)

9月23日の日中晴天時(8:10~13:50)にハウス内気温が40℃に達するまでハウスを全面閉鎖して一時的にハウス内を高温にし、それ以降はわずかにサイドを開放する高温管理とすることで、ハウス内気温を29℃以上に維持した(第2図)。この高温条件下における土壌水分別成熟異常果発生割合では、かん水開始点pF2.2が36%とpF2.4の75%と比べて著しく低く、果実糖度では、pF2.2が15.7°BxとpF2.4の14.4°Bxに比べて高かった(第3図)。また、高温条件下におけるかん水開始点pF2.2では、結果枝基部径(2~3節間)が20mm未満では成熟異常果は発生しなかったが、



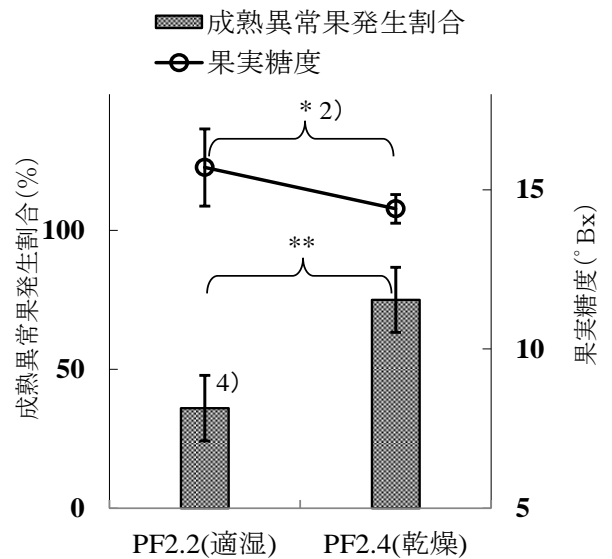
第2図 ハウス高温管理時のハウス内気温の推移(試験1)

1) 2015年9月23日調査



第4図 「とよみつひめ」の樹勢が高温乾燥時の果実糖度に及ぼす影響(試験1)

1) 試験期間は2015年



第3図 土壌の乾燥が「とよみつひめ」成熟異常果の発生および果実糖度に及ぼす影響(試験1)

- 1) 試験期間は2015年
- 2) t検定により\*は5%, \*\*は1%水準で処理区間に有意差あり
- 3) 成熟異常果発生割合は逆正弦変換後に検定
- 4) エラーバーは95%信頼区間を示す

## 2 ハウス内気温が果実品質に及ぼす影響（試験2）

収穫日8月17日～8月20日の4日前に当る8月13日～8月16日の軒側屋根1/2開放ハウスのハウス内最高気温は35.6℃で、外気温より0.8℃、慣行ハウスよりも1.5℃低かった。一方、収穫時の結果枝基部径に差はみられなかったことから、両区の供試樹の樹勢は同様であった。このような条件下において、軒側屋根1/2開放ハウスの果実は、慣行ハウスに比べて着色割合が73.5%、果実糖度が16.3°Bxと高く、成熟異常果発生割合が21.4%と低かった。なお、果重に有意な差は認められなかった（第1表）。

## 3 環状剥皮処理が果実品質に及ぼす影響（試験3）

樹勢が強く、成熟異常果が発生しやすい基部径20mm以上の結果枝において、環状剥皮処理した結果枝の果実は、

無処理に比べて成熟異常果の発生が少なく、果実糖度が高かった。ただし、環状剥皮処理した結果枝の成熟異常果発生割合は、9月以降になると無処理の果実より低いものの、8月収穫の果実に比べて増加した（第5図）。

## 考 察

施設栽培イチジク「とよみつひめ」における成熟異常果の発生は、収穫日の4日前頃が高温で、土壌が乾燥したハウス内の太い結果枝が多かった（姫野・井上 2014）。これは、この時期が果実生長期第Ⅰ、第Ⅱ、第Ⅲ期のうち、果実の容積、重量が急増し、水分ストレスの影響を受けやすい生長期第Ⅲ期に相当するためと推測した。そこで、本研究では、成熟異常果の発生防止技術を確立するため、試験1の

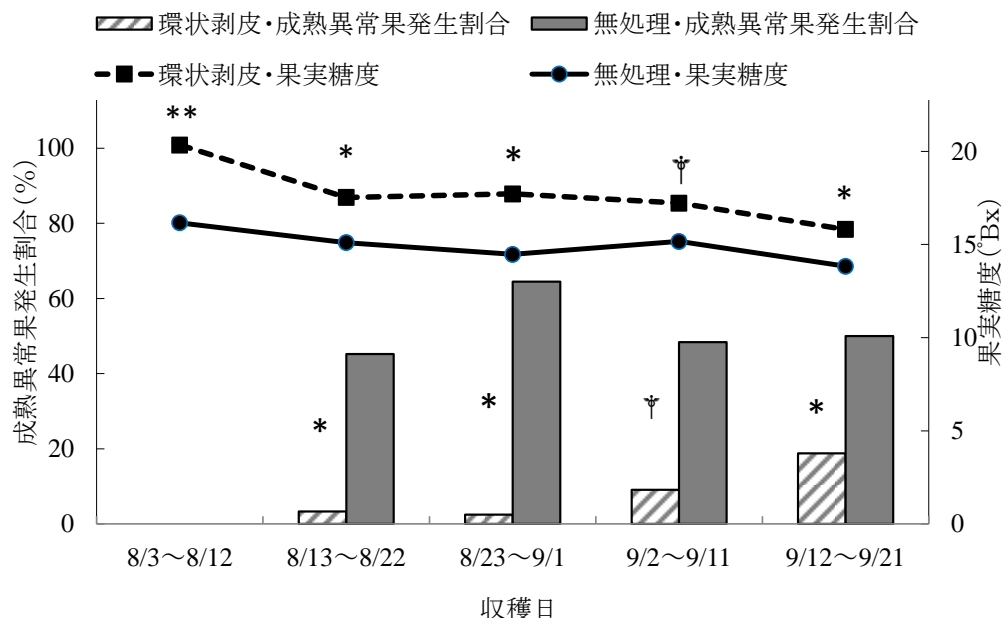
第1表 ハウス内気温が「とよみつひめ」の果実品質および成熟異常果の発生に及ぼす影響（試験2）

|                   | 収穫4日前<br>のハウス内<br>最高気温<br>(°C) | 収穫時の<br>結果枝<br>基部径<br>(mm) | 果重<br>(g) | 着色割合<br>(%) | 果実糖度<br>(°Bx) | 成熟異常果<br>発生割合<br>(%) |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------|-------------|---------------|----------------------|
| 屋根1/2開放           | 35.6                           | 20.7                       | 75.2      | 73.5        | 16.3          | 21.4                 |
| 慣行                | 37.1                           | 22.0                       | 78.5      | 64.9        | 15.1          | 52.1                 |
| 有意差 <sup>2)</sup> |                                | ns                         | ns        | *           | *             | †                    |

1) 試験期間は2016年

2) 収穫4日前の屋外最高気温（分場内アメダス）：36.4℃

3) t検定により\*は5%、†は10%水準で処理区間に有意差があり、着色割合および成熟異常果発生割合は逆正弦変換後に検定



第5図 結果枝に対する環状剥皮が「とよみつひめ」成熟異常果の発生および果実糖度に及ぼす影響（試験3）

1) 試験期間は2017年

2) t検定により\*\*は1%、\*は5%、†は10%水準で処理区間に有意差があり、成熟異常果発生割合は逆正弦変換後に検定

「高温条件下において樹勢および土壌水分が果実品質に及ぼす影響」により、成熟異常果の発生を抑制する条件を検討した。次に試験2の「ハウス内気温が果実品質に及ぼす影響」により、ハウスの屋根開放によるハウス内の昇温抑制および果実品質改善効果について検討した。また試験3の「環状剥皮処理が果実品質に及ぼす影響」により、早急な樹勢改善が困難な強樹勢樹に対する品質向上策について検討した。

梅雨明け後の日中晴天時において、ハウス内の最高気温は40℃程度に達することがしばしば発生する。このことから、試験1では、かん水開始点をpF2.2およびpF2.4で管理した樹をハウス内気温が40℃に達するまで閉め切って高温にし、その4～7日後に収穫した果実について調査した。その結果、土壌水分を適湿に保ったpF2.2では、乾燥状態のpF2.4に比べて成熟異常果の発生割合を半減できた。また、pF2.2で管理した樹の成熟異常果の発生は、基部径が20mm未満では見られず、20mm以上で発生した。これらのことから、成熟異常果の発生防止には、土壌水分をpF2.2以下に保ち、結果枝基部径が20mm未満となるような樹勢コントロールが必要と考えられた。特に樹勢コントロールにおいて、肥沃な土壌や多量の堆肥投入園では、過剰な副梢発生や葉面積拡大、結果枝肥大等の樹勢強化が見られるため、当面の間、減肥や無施肥による樹勢改善が必要である。

試験2の「ハウスの屋根開放が果実品質に及ぼす影響」では、ハウス内の昇温抑制効果が高い屋根開放型ハウスを供試した。森山ら（2003）によると、防虫網を組み込んだ屋根開放型施設では、天井部のPOフィルムの開放方法によって施設内の上層の気温が異なり、天井面を1/2開放する場合、中央開放では昇温抑制効果は劣るが、側方開放ならば施設内気温は全開放とほぼ同等となる。これを参考にした夏季日中晴天時におけるハウスの軒側屋根 1/2開放は、外気温並みにハウス内気温が低下し、屋根面開放しない慣行ハウスと比べて成熟異常果の発生が半減し、着色割合や果実糖度を向上できたことから、施設栽培における成熟異常果の発生防止策として有効と思われる。

しかし、かん水開始点pF2.2やハウスの軒側屋根1/2開放によって成熟異常果の発生を低減できても、基部径が20mm以上の結果枝の果実においては、成熟異常果の発生を完全に抑えることはできず、肥培管理による樹勢改善を図っても、効果の発現には数年を要する。そこで、試験3では、即効性の高い品質向上対策として、基部径が20mmを超える結果枝に対して、枝の基部に環状剥皮を行った。その結果、成熟異常果の発生が抑制され、果実糖度を無処理より高く維持することができた。環状剥皮は市販の専用鋏を用いることで容易に処理ができるため、誰にでも取り組みやすい方法である。ただし、9月以降は環状剥皮による品質向上効果が劣り、8月に比べて成熟異常果の発生が増加した。林田（2016）は、キウイフルーツにおける夏季の主幹部環状剥皮では、剥皮40日後にカルス形成が進み、ほぼ癒合された状態になると、一旦、果実に蓄積された同化産物が地下部などの他の部位に移行し、糖度の

向上に結びつかなかったと推察している。イチジク「とよみつひめ」の環状剥皮においても、剥皮部分の癒合後は葉や果実の光合成産物が根部へと流れ、果実への蓄積が減少し、小果の発達や成熟に異常をきたしたと思われる。

これらのことから、成熟異常果の発生防止には、ハウス内の高温、土壌乾燥を避ける栽培管理の他、樹勢強化を抑制する減肥等の肥培管理が基本となる。また、強勢となることが予想される摘心後19日前後の基部径が20mm以上の結果枝に対しては、結果枝基部に環状剥皮を行い、品質が良好な果実生産によって収益性を高めるべきと思われる。

成熟異常果には小果発達不良および果頂部先熟の2タイプが見られた。これらの違いについて、小果発達不良は小果肥大時の水分不足、果頂部先熟タイプは果梗部側の果托部分が硬いまま、水分不足によるペクチン質の可溶化が進んでいないためと考えられる。これらのタイプの違いは急激な肥大、果実の軟化、糖度上昇が起こる生長第Ⅲ期において、水分ストレスを受けた際の成熟ステージの違いによるものと思われるが、詳細は不明な点が多く、今後の検討が必要である。

## 引用文献

- 藤島宏之・白石美樹夫・下村昌二・堀江裕一郎（2005）環状剥皮処理がブドウ「ピオーネ」の果実品質に及ぼす影響．園学研4：313-318.
- 林田誠剛（2016）環状剥皮によるキウイフルーツ「ヘイワード」の果実肥大および品質向上．長崎農林技セ研報7：123-132.
- 姫野修一・井上義幸（2014）イチジク「とよみつひめ」における成熟異常果の発生要因．園学研13別2：133.
- 平井重三（1966）イチジク果実の發育に関する研究．大阪府立大学紀要18：169-218.
- 真野隆司・杉浦俊彦・森口卓哉・黒田治之（2011）環状剥皮がイチジクの凍害に及ぼす影響．園学研10：573-579.
- 森口一志・矢野 隆・新開志帆・佐川正典・井上久雄・越智政勝（2002）キウイフルーツの生育期の環状はく皮による果実肥大効果、果実品質及び樹体への影響．愛媛果樹試研報15：55-65.
- 森山友幸・井手 治・石坂 晃（2003）農業関係試験研究の成果．福岡県農政部，p.39-40.
- 野方 仁・栗村光男（2005）イチジク新品種「H156-70」の育成．福岡農総試研報24：104-107.
- 矢羽田二郎・栗村光男（1996）イチジク果実の細胞壁成分の品種間差異と成熟過程における変化．園学雑65：41-47.
- 矢羽田二郎（2000）イチジク果実の肥大・成熟と形質変動〔2〕．農及園75：911-916.
- 山根崇嘉・柴山勝利（2007）ブドウ結果枝における環状はく皮処理の時期、幅および顆粒数が果皮の着色に及ぼす影響．園学研6：233-239.