

# ニホンナシ ‘あきづき’ 栽培において早期予備摘果および熟期促進剤 エテホン処理はコルク状果肉障害を軽減する

## Early Fruit Thinning and Treatment with Ethephon Shows Synergy Effects to Alleviate Cork-Spot-Like Disorder in Japanese Pear ‘Akizuki’

平本 恵・北村光康・宮田良二\*・加久るみ子\*\*  
(果樹研究所)

Megumi HIRAMOTO, Mitsuyasu KITAMURA, Ryouji MIYATA and Rumiko KAKU  
(Fruit Tree Research Institute)

### 要 約

ニホンナシ (*Pyrus pyrifolia* (Burm.F) Nakai) ‘あきづき’ は、果形が良く、食味に優れた品種である。しかし、2005年頃から果皮表面の窪みや果肉内のコルク状の障害（以下、コルク状果肉障害）がみられるようになった。熊本県におけるコルク状果肉障害は、収穫始期より約1ヶ月前の8月中旬頃から発生が始まり、熟度が進むにつれ増加し、果実の大きさや成熟度合がコルク状果肉障害の発生に影響を与えていることが明らかとなった。これらコルク状果肉障害の発生実態は、他県での既報と同様であった。コルク状果肉障害の発生軽減技術について試験した結果、摘蕾または満開10～15日後までの早期に予備摘果を行うとコルク状果肉障害の発生が軽減する傾向がみられた。また、エテホンを満開100日後に100ppmで処理すると、果実の熟期が促進されコルク状果肉障害の発生が大きく軽減された。しかし、エテホン処理は、無処理に比べ収穫始期が早くなり、その結果1果重が小さくなる傾向にあった。そこで、早期予備摘果(満開15日後)と、エテホン処理(満開100日後・100ppm)を組み合わせた複合処理は、コルク状果肉障害軽減効果もあり1果重は小さくならず、糖度は高くなり、本障害発生軽減と品質向上の両方をもたらす有効栽培技術であることを示した。

キーワード：‘あきづき’、コルク状果肉障害、早期予備摘果、エテホン処理

### I 緒言

ニホンナシ (*Pyrus pyrifolia* (Burm. F.) Nakai) 品種 ‘あきづき’ は、元独法農業技術研究機構果樹研究所において ‘新高’ × ‘豊水’ に ‘幸水’ を交配し育成された赤ナシ品種である<sup>4)</sup>。

熊本県で栽培面積1位の ‘新高’ や2位の ‘豊水’ では、果肉障害としてみつ症、すなわち果肉が水浸状になり、症状が進むと果肉が褐変、空洞化し、特有の香りを保ち、果肉の軟化が報告されているが、 ‘幸水’ および ‘あきづき’ では発生が少ない。また、 ‘あきづき’ は、 ‘豊水’ と ‘新高’ の収穫期の間を補完し果形が良く多収で、肉質に優れ酸味が少なくその結果甘味を強く感じるという優れた特性を持つ。そのため、 ‘あきづき’ は全国的に栽培面積が増加している。熊本県では過去に栽培面積が最大160～200haであった ‘新高’ ‘豊水’ ‘幸水’ の栽培面積が現在、順に126ha, 94ha,

93haと激減しているのに対し、 ‘あきづき’ は2001年の推奨品種指定以来増加し、2017年現在その栽培面積は43haと拡大しており<sup>5)</sup> 今後有望な品種である。しかし、石川県の松田ら(2006)<sup>6)</sup> は、 ‘あきづき’ において1) 維管束上に米粒大より小さいコルク状の褐色えそ部を生じる(コルク状障害)と2) 維管束が褐変しその周辺が水浸状となって全体に褐色を呈する(水浸状障害)が併発することを報告している。一方、熊本県でも2005年に収穫直前から認められる果実表面の窪み、果肉でのコルク状の障害の他、発生部位や症状がみつ症とは異なる水浸状の褐変などが発生した。熊本県の上村ら(2009)<sup>13)</sup> は、2006年から2007年に実態調査を実施し、果肉崩壊症として①果実表面にえくぼのような暗緑色の窪みを生じ、その内側の果肉部がコルク状の障害を併発しているもの(コルクスポット状障害)、②石川県における1)と同様な症状(コルク

\*現 県南広域本部芦北地域振興局農業普及・振興課

\*\*現 県南広域本部球磨地域振興局農業普及・振興課

ク状障害), ③2)と同様な症状(水浸状障害)を報告し, それら果肉崩壊症は, 若年生樹, および大果で発生しやすく, 収穫時期が遅くなるほど発生が増加し, 果実中カルシウム濃度が症状の発生に関与している可能性を示した. そして, 熊本県では特に①および②の発生が多かったと報告している(写真1). さらに中村(2009)<sup>8)</sup>は全国の発生実態をまとめ, 果肉障害には2種類あり, 1つはコルク状果肉障害で, 果肉部にえそ状の斑点(コルク)が発生し, 維管束部分に乾いた褐色えそ斑点を生じ, コルクが大きい場合は中空となり, 果皮直下に発生した場合果面に窪みを伴うもの, もう1つは水浸状障害で, 維管束部を中心とした水浸状の小斑点が発生し, 維管束状に小さい褐変があるものとした. さらにこの2つの症状は, 同時に観察されることもあると報告している. なお, ‘あきづき’の水浸状果肉障害は, 果肉内部での発生が多く, 維管束が褐変し, その周囲の果肉が水浸状となる斑点状の障害である点で, ‘新高’や‘豊水’のみつ症とは症状が異なると考えられている. その他, 埼玉県の島田ら(2013)<sup>10)</sup>は, ‘あきづき’の果肉障害は窒素施用量によって相反した発生傾向を示し, 窒素施用量が多い場合は, 果実肥大が良好となり, 果皮陥没およびコルク状障害の発生が助長される可能性を報告している. また, 鳥取県の井戸ら(2017)<sup>3)</sup>は, ニホンナシ‘王秋’において, コルク状果肉障害の発生軽減には早期(開花22日後)粗摘果が効果的であると報告している. さらに羽山ら(2017)<sup>2)</sup>は, 茨城県内で栽培される‘あきづき’においてその症状が観察される果実の主な特徴が, 1) 収穫時期が遅く, 大きい果実ほど発生個数が多く重症化すること, 2) 果実全体に発生がみられ特にこうあ部で発生が多いこと, 3) 果実肥大を促進するジベレリン(GA)施用は, 障害発生の有無には関与しないが重症化に関与すると報告している. また, 三谷ら(2017)<sup>7)</sup>は, 茨城県内で栽培される‘あきづき’では同一花叢あるいは同一樹内において高位番花に由来する果実の成熟が遅延する(収穫日が遅くなる)ために障害の発生が多いことを報告し, その結果からコルク状果肉障害軽減技術として, 果実の熟期を促進するエテホン処理(満開100日後頃の100ppm)により障害の発生果率が無処理に比べ軽減されたと報告している. しかし, 以上の報告は, 茨城県地域の‘あきづき’栽培における本障害の実態とエテホン処理による軽減技術であり, また, 早期摘果(満開22日後)による軽減技術は‘あきづき’とは異なる鳥取県‘王秋’によるものであるため, 栽培環境や品種の異なる熊本県内で栽培される‘あきづき’におけるこれらの処理による

有効性は確認されておらず, さらにはより高度な軽減技術開発を目指した.

そこで, 本研究では, まず1) 2009~2011年に熊本県内で栽培される‘あきづき’におけるコルク状果肉障害の詳細実態調査を行った. さらに, 2) 2014~2018年に「広域大規模生産に対する業務・加工用作物品種の開発プロジェクト(実需者等のニーズに応じた加工適正を持つ果樹品種等の開発)」において樹体管理におけるコルク状果肉障害軽減技術について試験を実施した. 本論文はこれら2009年から2018年の試験結果を集約したものである.

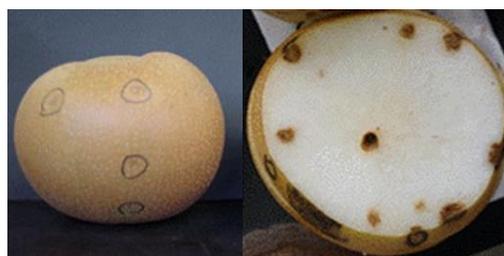


写真1 ‘あきづき’コルク状果肉障害の被害  
 z)左: 果皮表面の窪み(窪み部分は油性ペンで囲んでいる)  
 y)右: 果実内部の被害

## II 材料および方法

### 1 コルク状果肉障害の発生実態

2009年から2011年に熊本県農業研究センター果樹研究所(以下, 果樹研究所)に植栽された‘あきづき’(2009年時9年生)1樹を供試した. 試験期間の3年間同様に, 収穫始期の約1ヶ月前から収穫始期まで約5日間隔で樹冠外周部の果実を10果ずつ無作為に収穫し, コルク状果肉障害の発生果率および発生程度を調査し, 初めて障害の発生が確認された日を初発日とした. また, 2010年は収穫盛期の9月19日に1樹全果(242果)を収穫し, 1果重, 果皮色(地色)とコルク状果肉障害の発生果率および発生程度を調査した.

コルク状果肉障害は, 果実を包丁でこうあ部からていあ部にかけて赤道面と平行に8等分にスライスし, 各切片について目視で発生程度について調査した. 評価の方法は中村<sup>8)</sup>の方法に準じた(第1表). 発生度は,  $1 \times$ 「少」の果実数 +  $2 \times$ 「中」の果実数 +  $3 \times$ 「多」の果実数 /  $3 \times$ 調査果実数  $\times 100$  で表した.

果実品質は, 1果重, 果皮色(地色)を調査した. 果皮色(地色)は, 果実のていあ部の果皮のコルク層を剥がした後, ニホンナシ地色用のカラーチャート(農林水産省果樹試験場監修)を用いて調査した.

第1表 ‘あきづき’ 果肉障害(コルク状障害)評価基準

程度	大きさ	米粒大 <sup>z</sup> (個)	小豆大 <sup>y</sup> (個)	小豆より大 (個)
無		0	0	0
少		1~4		
中		5~9	1	
多		10以上	2以上	1以上

z) 米粒大(直径5mm未満)

y) 小豆大(直径5mm以上10mm未満)

## 2 予備摘果時期とコルク状果肉障害発生の関係

2014年と2016年に果樹研究所に植栽された‘あきづき’(2014年時14年生)を供試した。

2014年は2樹を供試し、主枝単位で花蕾期に摘蕾する摘蕾区、満開10日後に摘果する早期予備摘果区、満開30日後に摘果する慣行予備摘果区を設けた。2016年は3樹を供試し、花蕾期に摘蕾する摘蕾区、2014年に実施した満開10日後区は果実が小さく摘果がしにくかったため満開15日後区は果実が小さく摘果がしにくかったため満開15日後に摘果する早期予備摘果区、慣行区より遅く、より多くのコルク状果肉障害の発生が考えられた満開45日後に摘果する晩期予備摘果区を設けた。なお、摘蕾、予備摘果は1果叢1果(花)とした。仕上げ摘果は全処理区間とも2014年は満開32日後頃に、2016年は満開55日後頃に実施し、事前に測定した樹冠占有面積に基づき1㎡あたり9~10果に調整した。調査果実は、果皮色(地色)3.0~3.5程度を目安に収穫し、コルク状果肉障害の発生果率および発生程度と、果実品質(1果重、果皮色(地色)、果肉硬度、糖度)を調査した。

コルク状果肉障害は、前述の発生実態調査時と同様の方法をとった。しかし、その評価については、発生実態調査時に1mm未満のコルク状果肉障害の発生が多くみられたことからより詳細に観察するため、中村<sup>8)</sup>の‘王秋’の評価基準とした(第2表)。

果実品質は、前述の実態調査同様の方法で1果重、果皮色(地色)を調査した。果肉硬度は、赤道部の果皮を薄く剥いだ後に果実硬度計(直径8mm円柱形プローブ、FT011、富士平工業(株))を用いて調査した。糖度は、果肉硬度測定部位周辺の果肉を切り出し搾汁した果汁を用い、デジタル糖度計(PAL-1(株)アタゴ)により測定した。

なお、以後の調査についてもコルク状果肉障害および果実品質は、同様の調査方法および評価基準で行った。また、コルク状果肉障害の発生果率はRyan法により、果実品質はTukeyおよびt検定により統計処理を行った。

## 3 予備摘果時期と果実の細胞の大きさおよび細胞数との関係

2018年に果樹研究所に植栽された18年生の‘あき

第2表 ‘王秋’ 果肉障害(コルク状障害)評価基準

程度	大きさ	鉛筆芯大 <sup>z</sup> (個)	米粒大 <sup>y</sup> (個)	小豆大 <sup>x</sup> (個)	小豆より大 (個)
無		0	0	0	0
少		1~9	1~4		
中		10以上	5~9	1	
多			10以上	2以上	1以上

z) 鉛筆芯大(直径1mm未満)

y) 米粒大(直径1mm以上5mm未満)

x) 小豆大(直径5mm以上10mm未満)

づき’3樹を供試し、主枝単位で満開15日後に摘果する早期予備摘果区、満開45日後に摘果する晩期予備摘果区を設けた。調査は、満開50日後に1区1樹15果を採取し、果実を赤道面で切断して横径と果心径を測定した後、果肉を黒色インクで染色し光学顕微鏡ビデオカメラにより細胞数を計測した。細胞数の計測は、光学顕微鏡ビデオカメラの画像上にサンプルの実寸で0.6×0.8mmの長方形を描き、この辺が横断した細胞数を計測した。計測値から杉浦ら<sup>11)</sup>の測定方法に準じ、細胞の大きさ(CSSI=測定した正方形の周の長さ/測定した正方形の周上の細胞数)、および細胞数(細胞層数=果実横径-果心径/CSSI)を算出した。また、収穫盛期にコルク状果肉障害の発生度と1果重について調査した。なお、コルク状果肉障害の発生度は、発生実態調査時同様に表した。

## 4 エテホン処理とコルク状果肉障害発生の関係

2016年および2017年に果樹研究所に植栽された‘あきづき’(2016年時16年生)を供試した。

2016年は‘あきづき’2樹を供試し、7月15日(満開100日後)にエスレル10(エテホン10.0%含有、日産化学工業(株))を100ppmおよび50ppmで主枝ごとに散布した。また、2017年は4樹を供試し、7月26日(満開100日後)に2016年と同様に散布した。両年とも慣行区は無処理とした。

調査は、8月上旬(2016年8月5日、2017年8月4日)から慣行区の収穫終期(2016年9月5日、2017年9月15日)まで約5日間隔で果実を1区1樹5果ずつ無作為に収穫し、果皮色(地色)を調査した。また、収穫した果実の果皮色(地色)平均値が適熟果の目安である2.5~3.5程度になった収穫日の果実について、コルク状果肉障害の発生果率および発生程度、果実品質(1果重、果皮色(地色)、果肉硬度、糖度)を調査した。

## 5 予備摘果とエテホン散布の複合処理とコルク状果肉障害発生との関係

2017年に熊本県氷川町に植栽された‘あきづき’16年生2樹を供試した。満開15日後に摘果する早期予備摘果区と満開40日後に摘果する慣行予備摘果区を設けた。予備摘果は1果叢1果とした。仕上げ摘果は両

区とも満開 54 日後に両区実施し、事前に測定した樹冠占有面積 1 m<sup>2</sup>あたり 9～10 果に調整した。また、エテホンは 7 月 28 日（満開 100 日後）に 100ppm の濃度で早期予備摘果区および慣行予備摘果区に主枝ごとに散布し、同時に無処理区も設けた。調査は、エテホン処理区は 8 月 4 日から 9 月 11 日まで約 5 日おきに、エテホン無処理区は 8 月 4 日から 9 月 15 日まで 10 日おきに 1 区 1 樹 5 果ずつ無作為に収穫し、果皮色(地色)を調査した。また、収穫した果実の果皮色(地色)平均が適熟果の目安である 2.5～3.5 程度になった収穫日の果実について、コルク状果肉障害の発生果率および発生程度、果実品質(1 果重, 果皮色(地色), 果肉硬度, 糖度)を調査した。

### III 結果

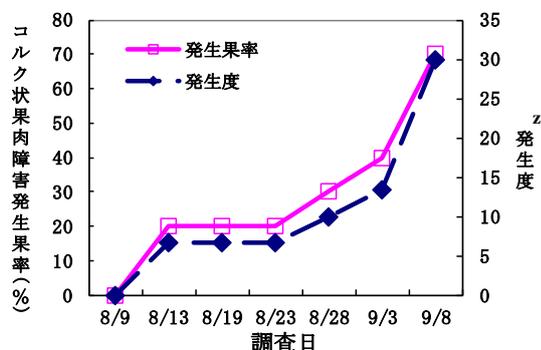
#### 1 コルク状果肉障害の発生実態

コルク状果肉障害の初発日は、2009 年は 8 月 21 日（収穫始期 16 日前）、2010 年は 8 月 13 日（収穫始期 27 日前）、2011 年は 8 月 18 日（収穫始期 20 日前）でいずれも収穫前に確認された(第 3 表)。2010 年のコルク状果肉障害初発日から収穫始期までの発生果率および発生度の推移をみると、収穫期に近づくにつれてともに高くなり、特に、収穫始期直前は発生果率が 70% を超え、急激に高くなった(第 1 図)。これは他の 2 ヶ年も同様の傾向であった(データ略)。

2010 年に収穫盛期に全果を調査した結果、1 果重が大きい果実ほどコルク状果肉障害の発生果率は高く、1 果重が 400 g の果実では 34.1%であったのに対し、

第 3 表 ‘あきづき’ のコルク状果肉障害発生初発日(2009～2011)

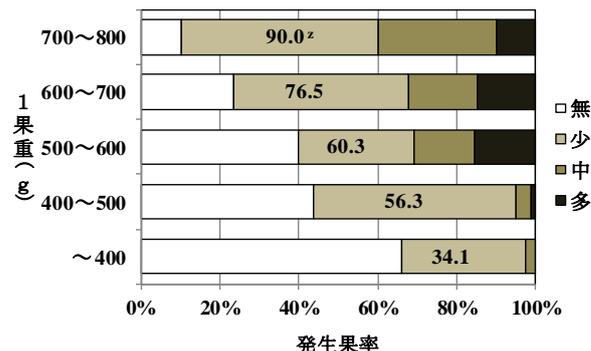
調査年	発生初発日	満開後日数	収穫始期	収穫始期前日数
2009	8月21日	145日	9月6日	16日
2010	8月13日	138日	9月9日	27日
2011	8月18日	131日	9月7日	20日



第 1 図 ‘あきづき’ のコルク状果肉障害の発生果率と発生度の経時的変化(2010)

z) 発生度=(1\*少の果実数+2\*中の果実数+3\*多の果実数) / (3\*調査果実数)×100  
y) 収穫始期:9月8日

特に 700～800g の果実では発生果率が 90%であった(第 2 図)。また、発生程度が重い「中～多」も同様の傾向にあった。果皮色(地色)との関係を見ると、果皮色(地色)3.5 の果実は、発生果率 91.7%、発生度 48.6 であったのに対し、果皮色(地色)5 の果実は発生果率 23.3%、発生度 11.1 で、果皮色(地色)の値が低い果実ほどコルク状果肉障害の発生は多い傾向にあった(第 4 表)。



第 2 図 ‘あきづき’ の 1 果重がコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響(2010 年)

z) コルク状果肉障害発生果率(%)  
y) 収穫日:2010年9月19日

第 4 表 ‘あきづき’ の果皮色とコルク状果肉障害発生果率と発生度の関係(2010)

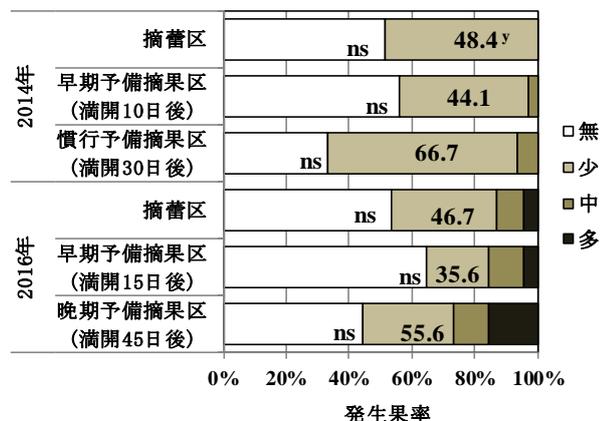
調査項目	果皮色(地色カラーチャート値)			
	3.5	4	4.5	5
発生果率(%)	91.7	66.7	57.9	23.3
発生度 <sup>z</sup>	48.6	29.0	25.7	11.1

z) 発生度=(1\*少の果実数+2\*中の果実数+3\*多の果実数) / (3\*調査果実数)×100  
y) 9月19日に 1 樹全果を収穫

#### 2 予備摘果時期とコルク状果肉障害発生の関係

2014 年のコルク状果肉障害の発生果率は、摘蕾区 48.4%および早期予備摘果区 44.1%で、慣行予備摘果区 66.7%に比べ低い傾向にあった(第 3 図)。発生程度も慣行予備摘果区に比べて、摘蕾区、早期予備摘果区が軽い傾向にあった。特に摘蕾区では「少」のみと軽い傾向にあった(第 3 図)。2016 年のコルク状果肉障害の発生果率は、摘蕾区 46.7%および早期予備摘果区 35.6%で晩期予備摘果区 55.6%に比べ低い傾向にあった。発生程度も晩期予備摘果区に比べ摘蕾区および早期予備摘果区で軽い傾向にあった(第 3 図)。1 果重は、2014 年、2016 年ともに摘蕾区が 566～636g、早期予備摘果区が 507～578g と、慣行予備摘果区の 501g や晩期予備摘果区の 385g に比べ有意に大きかった(第 5

表). 果皮色(地色)および糖度は2ヶ年とも処理区間に差はなく, 果肉硬度は2014年のみ慣行予備摘果区でやや低かったが2016年は有意差がなかった(第5表).



第3図 'あきづき' の摘蕾および予備摘果時期がコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響 (2014, 2016)

z) ns は調査年毎に処理区間で Ryan 法により有意差なし  
 y) コルク状果肉障害発生果率 (%)  
 x) 収穫期: 2014:9/3~9/8, 2016:8/26~9/5

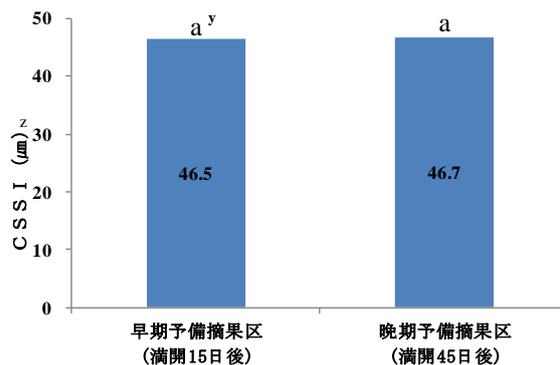
第5表 'あきづき' の摘蕾および予備摘果時期が果実品質へ及ぼす影響 (2014, 2016)

調査年	試験区	1果重 (g)	果皮色 <sup>z</sup>	果肉硬度 (lbs)	糖度 (°Brix)
2014年	摘蕾区	636 a <sup>y</sup>	3.8 a	4.7 a	11.9 a
	早期予備摘果区 (満開10日後)	578 a	3.7 a	4.4 ab	12.1 a
	慣行予備摘果区 (満開30日後)	501 b	3.7 a	4.3 b	11.8 a
2016年	摘蕾区	566 a	3.6 a	5.4 a	13.0 a
	早期予備摘果区 (満開15日後)	507 b	3.8 a	5.5 a	12.9 a
	晚期予備摘果区 (満開45日後)	385 c	3.6 a	5.2 a	13.2 a

z) 果皮色はナン地色カラーチャート値  
 y) 同列異符号間はTukeyの多重検定により調査年毎に5%水準で有意差あり  
 x) 収穫期: 2014:9/3~9/8, 2016:8/26~9/5

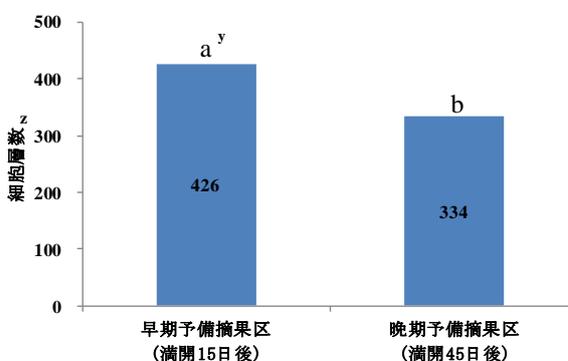
### 3 予備摘果時期と果実の細胞の大きさおよび細胞数の関係

予備摘果時期が異なる果実の細胞の大きさ(CSSI)は, 早期予備摘果区および晚期予備摘果区間に差はなかった(第4図). 細胞数(細胞層数)は, 早期予備摘果区で426, 晚期予備摘果区で334と早期予備摘果区が有意に多かった(第5図). 収穫盛期の1果重は, 早期予備摘果区で493gと晚期予備摘果区の388gに比べて有意に大きかった. コルク状果肉障害の発生度は, 早期予備摘果区が晚期予備摘果区に比べて低い傾向にあった(第6表).



第4図 'あきづき' の予備摘果時期が果実の細胞の大きさに及ぼす影響 (2018)

z) CSSI (μm) = 測定した正方形の周囲長 (μm) / 測定した正方形の周囲線を横断する細胞数  
 y) 異符号間は t 検定により 5%水準で有意差あり



第5図 'あきづき' の予備摘果時期が果実の細胞数に及ぼす影響 (2018)

z) 細胞層数 = {果実横径 (μm) - 果心径 (μm)} / CSSI  
 y) 異符号間は t 検定により 5%水準で有意差あり

第6表 'あきづき' の予備摘果時期が1果重およびコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響 (2018)

試験区	1果重 (g)	発生度 <sup>z</sup>
早期予備摘果区 (満開15日後)	493 a <sup>y</sup>	40.8
晚期予備摘果区 (満開45日後)	388 b	55.0

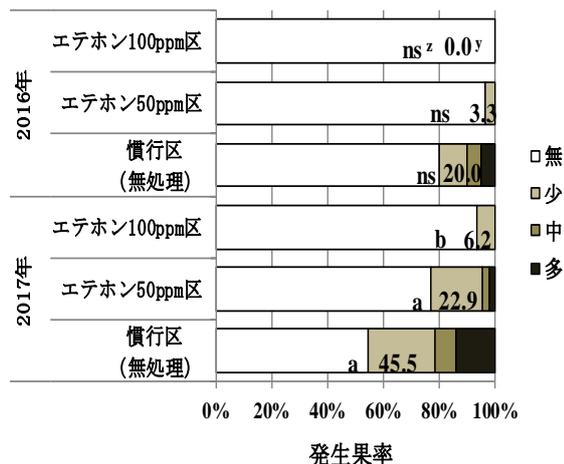
z) 発生度 = (1\*少の果実数 + 2\*中の果実数 + 3\*多の果実数) / (3\*調査果実数) \* 100  
 y) 異符号間は t 検定により 5%水準で有意差あり

### 4 エテホン処理とコルク状果肉障害発生の関係

コルク状果肉障害の発生果率は, エテホン 100ppm区が2016年は0.0%, 2017年が6.2%とエテホン 50ppm区(発生果率 2016年 3.3%, 2017年 22.9%)および慣行区(発生果率 2016年 20.0%, 2017年 45.5%)よりも低く, 発生程度も「少」と軽かった(第6図). 1果重は, エテホン 100ppm区で2016年 373g, 2017年 429gといずれも他の処理区に比べ小さい傾向にあった(第7表). 果皮色(地色)および果肉硬度は処理によって差はなかった(第7表). 糖度は, エテホン処理区で高い傾向に

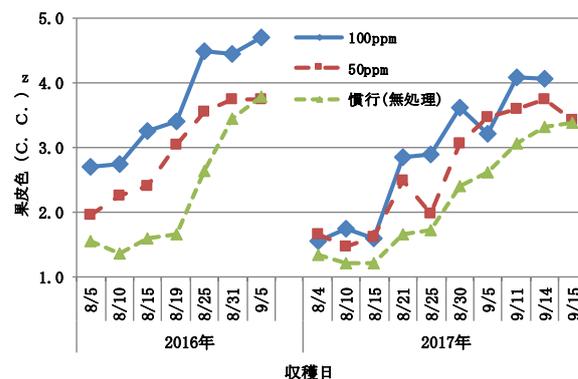
あり、慣行区の 11.2~12.2°Bx に比べ、特にエテホン 100ppm 区で 12.0~13.6°Bx と有意に高かった(第7表)。収穫果実の果皮色(地色)は、2016 年は散布後 21 日目の 8月5日時点でエテホン 100ppm 区が最も高く、次いでエテホン 50ppm 区、慣行区の順であり、その後も同様の傾向で推移した(第7図)。2017 年は、散布後 9 日目の 8月4日時点では処理区間に差はなかったが、散布後 26 日目の 8月21日時点では、2016 年と同様にエテホン 100ppm 区、50ppm 区、慣行区の順に高くなり、

その後も同様の傾向で推移した(第7図)。収穫果実の果皮色(地色)の平均値が本県の適熟果の基準である 2.5 以上になったのは、2016 年はエテホン 100ppm 区で 8月5日、エテホン 50ppm 区で 8月15日、慣行区で 8月25日、2017 年はエテホン 100ppm 区で 8月21日、エテホン 50ppm 区で 8月30日、慣行区で 9月5日と 2ヶ年とも慣行区に比べエテホン処理区で早くなり、慣行区に比べてエテホン 100ppm 区は 15 日~20 日程度、エテホン 50ppm 区でも 5 日~10 日程度早くなった(第7図)。



第6図 ‘あきづき’のエテホン処理の有無がコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響(2016, 2017)

z) 調査年毎に Ryan 法により ns は有意差なし、異符号間は 5%水準で有意差あり  
 y) コルク状果肉障害発生果率(%)  
 x) 散布日: 2016: 7/15, 2017: 7/26  
 w) 収穫期: 2016年 100ppm 8/5~19, 50ppm 8/15~8/25, 慣行区 8/25~8/31  
 2017年 100ppm 8/21~9/5, 50ppm 8/30~9/11, 慣行区 9/5~9/15



第7図 ‘あきづき’のエテホン処理の有無が時期別果皮色(地色)に及ぼす影響(2016, 2017)

z) 果皮色はナン地色カラーチャート値

第7表 ‘あきづき’のエテホン処理の有無が果実品質へ及ぼす影響(2016, 2017)

調査年	試験区	1果重 (g)	果皮色 <sup>z</sup>	果肉硬度 (lbs)	糖度 (°Brix)
2016年	エテホン100ppm区	373 a <sup>y</sup>	3.0 a	5.4 a	13.6 a
	エテホン50ppm区	413 a	3.0 a	5.4 a	13.0 b
	慣行区(無処理)	426 a	3.1 a	5.4 a	12.2 c
2017年	エテホン100ppm区	429 b	3.2 a	5.6 a	12.0 a
	エテホン50ppm区	463 b	3.4 a	5.3 a	11.5 ab
	慣行区(無処理)	538 a	3.1 a	5.4 a	11.2 b

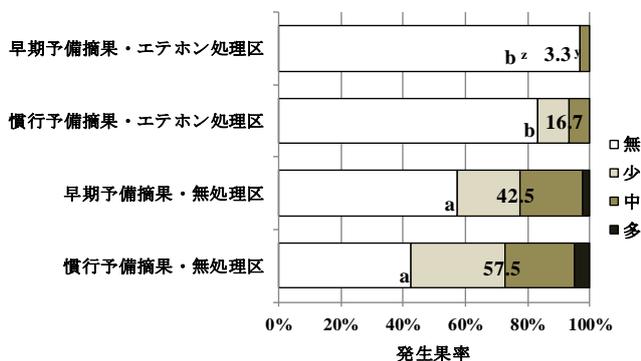
z) 果皮色はナン地色カラーチャート値

y) 同列異符号間は Tukey の多重検定により調査年毎に 5%水準で有意差あり

x) 収穫期: 2016年 100ppm 8/5~8/19, 50ppm 8/15~8/25, 慣行区 8/25~8/31  
 2017年 100ppm 8/21~9/5, 50ppm 8/30~9/11, 慣行区 9/5~9/15

5 予備摘果とエテホン散布の複合処理とコルク状果肉障害発生の関係

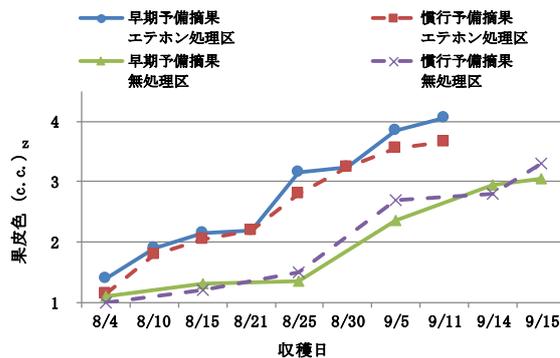
コルク状果肉障害の発生果率は、早期予備摘果・エテホン処理区が3.3%と最も低く、次いで慣行予備摘果・エテホン処理区16.7%の順となった。また、エテホン処理区は、早期予備摘果・エテホン無処理区の42.5%に比べ有意に低かった(第8図)。果実品質は、1果重は早期予備摘果・エテホン処理区、早期予備摘果・無処理区、慣行予備摘果・無処理区は同程度の大きさであったが、慣行予備摘果・エテホン処理区は他の区に比べ小さくなる傾向がみられた(第8表)。果肉硬度は、エテホン処理区が無処理区より低くなる傾向にあ



第8図 ‘あきづき’の予備摘果時期とエテホン処理の有無がコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響(2017)

z) 異符号間は Ryan 法により 5%水準で有意差あり  
 y) コルク状果肉障害発生果率(%)  
 x) 散布日: 2017年7/28  
 w) 収穫期: エテホン処理区: 8/25~9/5  
 無処理区: 9/5~15

った。糖度は、エテホン処理区が約13°Bxと無処理区の11.9°Bxより有意に高かった(第8表)。摘果による差はみられなかった。収穫果実の果皮色(地色)の平均値が適熟果の基準である2.5以上になったのは、エテホン処理区で8月25日、エテホン無処理区は9月5日と、エテホン処理区で10日程度早くなった(第9図)。果皮色(地色)は、エテホン処理区で散布後13日目の8月10日から9月までエテホン無処理区に比べ高く、摘果時期による差はみられなかった(第9図)。



第9図 ‘あきづき’の摘果時期とエテホン処理の有無が時期別果皮色(地色)に及ぼす影響(2017)

z) 果皮色はナシ地色カラーチャート値

第8表 ‘あきづき’の予備摘果時期とエテホン処理の有無が果実品質へ及ぼす影響(2017)

試験区	1果重 (g)	果皮色 <sup>z</sup>	果肉硬度 (lbs)	糖度 (°Brix)
早期予備摘果 エテホン処理区	535 ab <sup>y</sup>	3.4 a	5.7 bc	12.9 a
慣行予備摘果 エテホン処理区	485 b	3.2 ab	5.5 c	13.0 a
早期予備摘果 無処理区	561 a	2.9 b	6.3 a	11.9 b
慣行予備摘果 無処理区	543 ab	3.0 ab	6.2 ab	11.9 b

z) 果皮色はナシ地色カラーチャート値  
 y) 同列異符号間はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり  
 x) 収穫期: エテホン処理 8/25~9/5, 無処理 9/5~9/15

IV 考察

本研究では上村ら<sup>13)</sup>の調査結果を受け、本県で散見された‘あきづき’のコルク状果肉障害(以下、コルク)についてその発生実態を明らかにし、軽減技術を確認するため試験を行った。コルクの発生は、2009年~2011年の3ヶ年とも収穫始期の16~27日目の早

い段階で確認され、松田ら<sup>6)</sup>や大川ら<sup>9)</sup>の報告と同様の結果であった。コルク発生後は成熟が進むにつれ、発生果率および発生度ともに高くなる傾向にあった(第1図)。大川ら<sup>9)</sup>も同様にコルクは、満開93日後に軽微なものが認められ以後発生果率はやや増加傾向にあったと報告している。さらに、収穫期の果実につい

て、果皮色（地色）とコルクの発生との関係について調査した結果、果皮色（地色）の進みが遅く、成熟の遅れた果実ほどコルクの発生は多い傾向がみられた。中村<sup>8)</sup>は、収穫後期になると発生果が多くなるとの指摘が複数の県であったと報告しており、大川ら<sup>9)</sup>も、収穫開始期以降は果実の熟度が進むにつれて発生果率が高まり、症状の程度が重症化すると報告している。羽山ら<sup>2)</sup>の調査においても、熟度の進んだ果実から2回に分けて収穫したときに、2回目の収穫果の方が1回目の収穫果に比べてコルクの発生果率が顕著に高く、同一樹内で成熟の遅れた果実にコルクの発生が多いと考えられたと報告している。今回の調査およびこれらの報告から、同一日に収穫した場合、果皮色（地色）の着色が進んだ果実、すなわち成熟の早い果実に比べ、果皮色(地色)の着色が遅い果実、すなわち成熟の遅い果実ではコルクの発生が多いと考えられ、コルクの発生には果実の成熟が関係していることが示唆された。収穫時の果実の大きさとコルク発生との関係について調査した結果、果実が大きくなるほどコルクの発生が多く、程度も重くなった。このことは、中村<sup>8)</sup>や羽山ら<sup>2)</sup>の報告と同様であり、収穫果実のコルクの発生には、果実の大きさが関係していることが示唆された。

そこで、熊本県の‘あきづき’におけるコルクの発生軽減技術を開発するため「果実の大きさ」と「果実の成熟」の制御方法を検討した。果実の大きさは摘蕾や予備摘果時期に大きく影響されるため、摘蕾の有無や、予備摘果時期の早晚による比較試験を実施した。また、果実の成熟の制御には、熟期を促進するエテホンの処理を検討した。

摘蕾や早期予備摘果によって、1果重は慣行区と比較して有意に大きくなった。第2図で示したとおり、1果重が大きいほどコルクの発生果率は高かったが、摘蕾や早期予備摘果により果実生育の早い段階で着果を制限することでコルクの発生は減少した。井戸ら<sup>3)</sup>の‘王秋’の調査では、早期粗摘果を満開22日後に、晩期摘果を満開69日後に行った結果、早期粗摘果した区でコルクの発生が少なかったと報告している。さらに井戸ら<sup>3)</sup>は、予備摘果時期が細胞の大きさと細胞層数に及ぼす影響を調査しており、細胞の大きさは変わらないが細胞層数は早期に粗摘果した果実が多くなると報告している。これは早期粗摘果により細胞分裂を促進させたことが効果的であることを示している。今回、熊本県の‘あきづき’においても調査した結果、早期予備摘果によって細胞の大きさは変わらなかったが、細胞層数は有意に増加した(第4図、第5図)。古田<sup>1)</sup>によるとナシの細胞分裂は、満開30日後頃まで

盛んであり、その後は果肉細胞が容積増大することで果実が肥大すると述べている。これらのことから早期の摘蕾や予備摘果で着果数を早めに制限することで、果実肥大初期の細胞分裂数が増加し、細胞1つ1つが収穫期まで無理なく容積を増大したためコルクの発生が減少したのではないかと考えられた。

ナシでは熟期促進のため、エテホン液剤（エスレル10）が登録され‘幸水’等で既に活用されている。そこで、熊本県の‘あきづき’においてエテホン処理によって果実の成熟を早めることがコルク発生の軽減につながるか検討した。その結果、エテホンの満開100日後処理では、無処理に比べコルクの発生が大きく軽減され、特に、高濃度ほどその効果が高くなった(第6図)。また、果実の成熟は高濃度処理では無処理に比べて15~20日程度収穫始期が早くなった(第7図)。さらに、無処理に比べ1果重は小さく、糖度は特にエテホン100ppm区で無処理区に比べ有意に高かった(第7表)。三谷ら<sup>7)</sup>も2ヶ年にわたり、エテホン無処理の場合のコルク発生果率57.9%および88.6%が、エテホン処理により35.0%および20.5%に減少し、収穫時期も約10日早くなったと同様に報告している。また、中村<sup>8)</sup>はコルクが収穫後期に発生が増加し、大玉果に発生が多いとの発生実態調査から、収穫日が遅くなると果実肥大に伴い障害部分が大きくなると述べている。このことから、エテホン処理により熟期が促進された結果、コルクの初発から収穫までの期間が短くなり、コルクの発生が増える前に収穫できたため、コルクの発生が軽減できたと考えられた。

これまでの結果から、早期予備摘果およびエテホン処理は、コルクの発生軽減技術として有効であると考えられた。特に、エテホン処理は高濃度なほど効果が高く、さらには糖度もエテホン無処理に比べ有意に高かった。しかし一方で、1果重が小さくなる傾向がみられた。そこで、早期予備摘果とエテホン処理の複合処理により、エテホン処理による糖度の向上はそのままに、1果重はエテホン無処理と同程度の大きさ、そして複合処理でより高度なコルクの発生軽減効果が得られないかを検討した。その結果、第8図に示す通りコルクの発生は、早期予備摘果とエテホン処理の組み合わせにより最も高い効果が得られた。また、エテホン単独処理では1果重が小さくなる傾向にあったが、早期予備摘果を組み合わせることでエテホン無処理の果実とほぼ変わらない1果重を得ることができ、糖度もエテホン単独処理同様にエテホン無処理に比べ有意に高かった(第8表)。さらには、コルクの発生には果実の大きさよりも成熟時期の影響が大きいと考えられ

た。これらのことから、エテホン処理と早期予備摘果の組み合わせは、早期予備摘果で細胞が無理なく肥大できるよう細胞分裂を促し、エテホン処理によりコルクの発生が増え始める前に収穫することでより高度に軽減できたと考えられた(第8図)。

今回の試験で検討した早期予備摘果、エテホン処理およびその複合技術は、いずれも生産現場において技術として応用でき、コルクを軽減する栽培技術として効果が確認できた。なお、‘あきづき’ではエテホン処理により収穫始期が2週間程度早くなるため、収穫時期が主要品種‘豊水’と重なる可能性がある。そのため、技術の導入にあたっては各農家の収穫労力や販売時期を考慮する必要がある。また、エテホン処理は、果実が小玉傾向になるため早期予備摘果の組み合わせが必要である。

今回、果実管理に重点をおいた軽減技術を開発し一定の成果があがったが、コルク状果肉障害の発生要因は未だに解明できていない。島田ら<sup>10)</sup>は、窒素施肥量が多い場合にコルク状果肉障害の発生が多いと報告していることから、コルクの発生は地上部の栽培管理の影響だけでなく、土壌条件の影響も考えられる。また、田村<sup>12)</sup>はコルクが発生する明確な機構は不明なままとしつつも、果実と葉の養水分競合が要因との見解を示していることから、今回の開発した軽減技術を実施しつつ、適正な樹勢を維持することが重要であると考えられる。今後も土壌条件や気象条件など多方面から試験を実施していくなかで発生要因を解明し、その要因に対応した新たな軽減技術を講じていく必要がある。

## V 引用文献

- 1) 古田収(1983):「農業技術大系」,社団法人農山漁村文化協会,農業技術体系基本技術編・生育過程と技術・IV果実肥大期・果実の肥大経過の診断,73-74.
- 2) 羽山裕子・三谷宣仁・山根崇嘉・井上博道・草場新之助(2017):ニホンナシ‘あきづき’と‘王秋’に発生するコルク状果肉障害の特徴.園学研, 79-87.
- 3) 井戸亮史・田邊未来・池田隆政(2017):粗摘果時期および着果密度の違いが‘王秋’のコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響.園学研 16(別2), 103.
- 4) 壽和夫・齋藤寿広・町田裕・佐藤義彦・阿部和幸・栗原昭夫・緒方達志・寺井理治・西端豊英・小園照雄・福田博之・木原武士・鈴木勝征(2002):ニホンナシ新品種‘あきづき’.果樹研報, 1, 11-21.
- 5) 熊本県(2017):「熊本県における主な果樹の品種・系統の変遷」.平成29年産熊本県果樹振興実績書, 70.
- 6) 松田賢一・井須博史・木下一男(2006):ニホンナシ‘あきづき’における果肉褐変障害の発生生態.園芸研 75(別1),55.
- 7) 三谷宣仁・羽山裕子・山根崇嘉・草場新之助(2017):果実成熟期を左右する番花・開花期およびエテホン処理がニホンナシ‘あきづき’と‘王秋’のコルク状果肉障害に及ぼす影響.園学研,471-477.
- 8) 中村ゆり(2011):ニホンナシ‘あきづき’‘王秋’における果肉障害発生調査報告.果樹研報,12, 33-63.
- 9) 大川克哉・板橋亮・小原均・近藤悟(2011):ニホンナシ‘あきづき’に発生する果肉褐変症状の組織形態学的特性.園芸研,10(別1),71.
- 10) 島田智人・片野敏夫・大庭恵美子・井上博道・羽山裕子・山根崇嘉(2013):施肥量がニホンナシ‘あきづき’の果肉障害の発生に及ぼす影響.園芸研,12(別1),47
- 11) 杉浦俊彦・堀本宗清・夏秋道俊・芳野茂樹・高野孝夫・植田稔宏・本條均(1993):ニホンナシにおける果肉細胞分裂速度の温度間差のスンプ法による測定について.園学雑,62(別2),154-155
- 12) 田村文男(2017):ニホンナシの果肉障害発生とこれまでの研究成果.園学研, 373-381
- 13) 上村浩憲・加久るみ子・岡田眞治・中満一晴・岩谷章生・榊英雄(2009):熊本県ニホンナシ‘あきづき’の果肉崩壊症(仮称)の発生実態.園芸研, 8(別1),50

## Summary

### Early Fruit Thinning and Treatment with Ethephon Shows Synergy Effects to Alleviate Cork-Spot-Like Disorder in Japanese Pear ‘Akizuki’

Megumi HIRAMOTO, Mitsuyasu KITAMURA, Ryouji MIYATA and Rumiko KAKU

(Fruit Tree Research Institute)

The Japanese pear 'Akizuki' has a good fruit shape and excellent taste. However, cork-like damage (hereinafter referred to as cork-spot-like disorder) was observed in the flesh of the skin surface and dents beginning in 2005. Cork-spot-like disorder

began to appear in Kumamoto in the middle of August, one month before the beginning of the harvest, and increased as the degree of maturity progressed. It was also found that fruit size and maturity have an influence on the occurrence of cork-spot-like disorder. The occurrence of cork-spot-like disorder in Kumamoto was similar to that already reported in other prefectures. We tested the effect of technology for alleviating cork-spot-like disorder. As a result, disbudding and early fruit thinning (10~15 days after full bloom) tended to be reduced. Also, 'Akizuki' plants treated with 100 ppm Ethephon around 100 days after full bloom matured earlier than the controls and had only a few cork spots. However, treatment with 100 ppm Ethephon (around 100 days after full bloom) led to an earlier harvest time than in the untreated plants, and as a result, the fruit weight tended to be lower. Therefore, we investigated the effect of the combination of preliminary early fruit thinning (15 days after full bloom) and treatment with 100 ppm Ethephon (around 100 days after full bloom). As a result, the combined treatment had a synergy effect. Although there was no significant difference in fruit weight compared to the untreated plants, the brix content was increased. This was an effective cultivation technique that reduced cork-spot-like disorder and improved quality.

Key words: 'Akizuki', cork-spot-like disorder, early fruit thinning, treatment with Ethephon