



ニホンナシ
「あきづき」および「王秋」の
果肉障害対策マニュアル

共同研究機関

(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門
埼玉県農業技術研究センター
鳥取県園芸試験場
熊本県農業技術センター果樹研究所

はじめに

ニホンナシ「あきづき」と「王秋」は農研機構育成の赤ナシ品種で、両品種ともに果実品質が優れ、日持ち性も良いことから栽培面積が増加しています。しかし近年、果肉および果皮直下にコルク状の斑点が生じる障害（コルク状果肉障害）および維管束部分を中心とした水浸状の斑点を生じる障害（水浸状果肉障害）の発生が報告されており、果肉障害発生要因の解明や対策技術の開発が望まれています。

そこで2014～18年度、農林水産省委託プロジェクト「実需者等のニーズに応じた加工適性を持つ果樹品種等の開発」において、（国研）農業・食品産業技術総合研究機構、埼玉県、鳥取県、熊本県の関係機関が連携し、「あきづき」「王秋」の果肉障害対策技術の確立をめざして共同研究に取り組みました。

ここでは、その研究成果として果肉障害の発生要因および果肉障害軽減対策技術について、「ニホンナシ「あきづき」および「王秋」の果肉障害対策マニュアル」としてとりまとめました。今後のニホンナシ生産者および地域の発展や振興の一助となれば幸いです。

本研究の推進に当たり、ご指導いただいた関係機関各位、また現地実証試験にご協力いただいた生産者各位に御礼申し上げます。

2019年3月

（国研）農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門
プロジェクトリーダー 岩波 徹



共同研究のメンバー（2018年11月、鳥取県現地ほ場にて）

ニホンナシ「あきづき」および「王秋」の果肉障害対策マニュアル

目次

1. 「あきづき」および「王秋」の果肉障害について	1
2. 果肉障害の特徴	3
(1) 果実肥大、成熟との関係	3
1) 果実重、成熟時期、GA 処理による影響	3
2) 果肉細胞の数や大きさとの関係	5
(2) 窒素施肥、樹勢との関係	7
1) 窒素施用量の多寡による障害発生への影響	7
2) 樹勢との関係	8
(3) 生育環境との関係	9
1) 高温との関係（ガラス室）	9
2) 水ストレスとの関係	11
3) 土壌の塩基バランスの影響	12
4) カルシウムとの関係	13
3. コルク状果肉障害低減技術	14
(1) 着果管理による低減	14
1) あきづき	14
2) 王秋	16
(2) 土壌管理による低減	17
1) 塩基バランスの適正化とカルシウム散布	17
(3) エテホンによるコルク状果肉障害の低減	19
(4) 複合処理による低減	20
1) 早期摘果、適正着果、樹上散水、土壌深耕の複合処理による低減	20
2) 早期摘果・徒長枝摘心・カルシウム剤散布	21
3) 早期摘果・エテホン散布	22
4. おわりに ～果肉障害の抑制にむけて～	23

1. 「あきづき」および「王秋」の果肉障害について

ニホンナシ「あきづき」と「王秋」は、(独)農業技術研究機構果樹研究所(現(国研)農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門)が育成し、それぞれ2001、2003年に登録された品種ですが、栽培の拡大に伴い、コルク状果肉障害(「あきづき」・「王秋」)および水浸状果肉障害(主に「あきづき」)の発生が問題となっています。

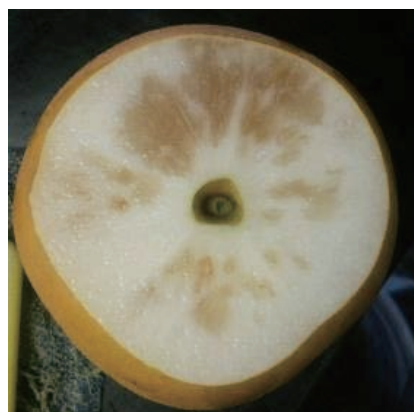
コルク状果肉障害は、維管束部分に乾いた褐色えそ斑点を生じ、コルクが大きい場合は中空となります。また、コルクが果皮直下に生じた場合は、果面に凹みを生じます。水浸状果肉障害は、維管束部分を中心とした水浸状の斑点を生じます。

研究開始時点での聞き取り調査等により、コルク状果肉障害は夏季の高温乾燥、強樹勢、土壌物理性の悪化等との関連が示唆されました。また水浸状果肉障害は熟度の進んだ果実や収穫の早い果実に発生が多いなど、熟度との関連が示唆されました。

共同研究では、多くの要因が考えられる「あきづき」および「王秋」の果肉障害発生要因の解明のために、果肉障害の発生が多い果実の特徴、園地管理や樹体の要件および環境要因について調査しました。並行して、考えられる発生要因に基づく障害発生軽減技術として、樹体管理と土壌管理の両面から技術の構築を試みました。



コルク状果肉障害



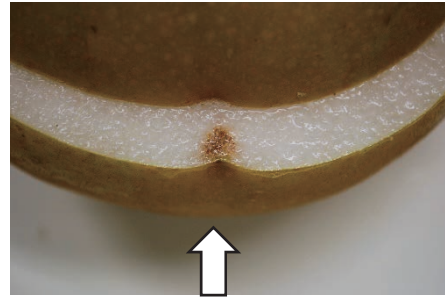
水浸状果肉障害

コルク状果肉障害については、「あきづき」「王秋」でそれぞれ試験を実施しましたが、過度な果実肥大、摘果の遅れ、強樹勢(窒素過多)、成熟の遅れ、高温、乾燥、土壌環境の悪化など障害を助長する要因が類似しているため、両品種のコルク状果肉障害は同一のものと考えられます。このため、対策としても共通点が多くあります。

一方、水浸状果肉障害は、「あきづき」に発生し「王秋」では通常は発生しないこと、窒素肥料の過小で助長されること、「王秋」においてもエテホン散布により発生することから、果実が早熟になる条件で発生すると考えられます。

また、これら2つの障害は同じ果実に同時に発生することは少なく、果肉障害が発生しやすい環境下において、例えば強樹勢・窒素過多が加わればコルク状果肉障害が、窒素過少となれば水浸状果肉障害がそれぞれ発生するといったように、相反する発生要因の存在が想定されます。このため、それらを同時に抑制するためには、適正な樹

勢を維持可能な土壌の物理性（土壌水分、土壌硬度など）、化学性（肥料成分の適正化）を保ちつつ、適正な樹体管理を行うことが非常に重要です。



果皮直下に発生したコルク状果肉障害。外観からも確認出来る（↑）。

本マニュアルは、5年間のプロジェクト研究で得られた成果を中心に、関係機関が有する知見をとりまとめたものですが、掲載されている対策技術は適地適作および基本管理の励行が基本となることを申し添えます。

【参考文献】

田村(2017) 園芸学研究 16(4) : 373-381

中村(2011) 果樹研報 12 : 33-63

農研機構果樹茶業研究部門 草場新之助

2. 果肉障害の特徴

(1) 果実肥大、成熟との関係

1) 果実重、成熟時期、GA 処理による影響

**果実が大きいほど、成熟時期が遅いほど
コルク状果肉障害が発生しやすくなります
GA 処理はコルク状果肉障害を重症化させます**

【果実重】

「あきづき」や「王秋」のコルク状果肉障害について、発生しているコルクの大きさや数によって、果実ごとに発生程度「無」、「少」、「中」、「多」の4段階で評価しました。この発生程度ごとに果実重を調べたところ、障害程度の大きい「中」または「多」の果実ほど果実重が大きい傾向が見られました（図 2-(1)-1-i）。

果実が大きいほどコルク状果肉障害が発生しやすいと考えられ、発生の多い園地では過度な大玉生産は避けた方がよいと考えられます。

【成熟時期】

「あきづき」について、それぞれの樹で収穫盛期より早く適熟となった果実と、収穫盛期より遅く適熟となった果実とでコルク状果肉障害の発生程度を比べました。全ての樹で1回目よりも2回目の方がコルクの発生個数が増えていました（図 2-(1)-1-ii）。

このため同じ樹の中では熟期の遅い果実でコルクが発生しやすいと考えられます。これに関連して、開花の遅い高位番花（6～8番花）では果実の成熟が遅く、コルク状果肉障害の発生が多いことを確認しています。また、エテホン散布によりコルク状果肉障害を低減できることが明らかになりました（3-(3)参照）。

【ジベレリン（GA）ペースト処理】

「あきづき」および「王秋」にGAペースト処理を行い、果実重とコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響を調査しました。「あきづき」および「王秋」でGAペースト処理では果実重への影響は見られませんでした。コルクの個数が増えていました（図 2-(1)-1-iii 左）。コルク状果肉障害発生果率は差が認められませんでした。発生程度「中」以上の果実の割合が高くなっていました（図 2-(1)-1-iii 右）。このため、GAペースト処理によってコルク状果肉障害が重症化するものと考えられます。

【参考文献】

羽山ら(2017) 園芸学研究 16(1) : 79-87

三谷ら(2017) 園芸学研究 16(4) : 471-477

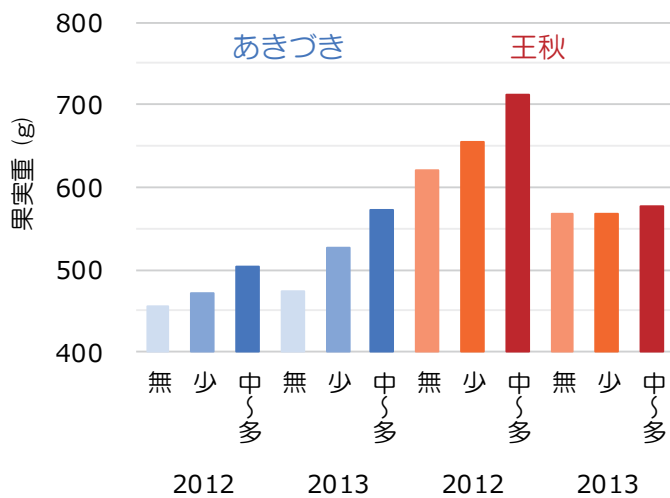


図 2-(1)-1)- i 「あきづき」および「王秋」でのコルク状果肉障害発生程度別の平均果実重

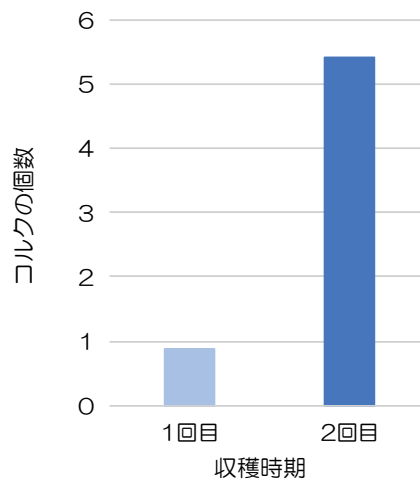


図 2-(1)-1)- ii 「あきづき」での、収穫 1 回目と 2 回目のコルク状果肉障害発生個数 (2012) 6 樹からの果実の平均値を示す。

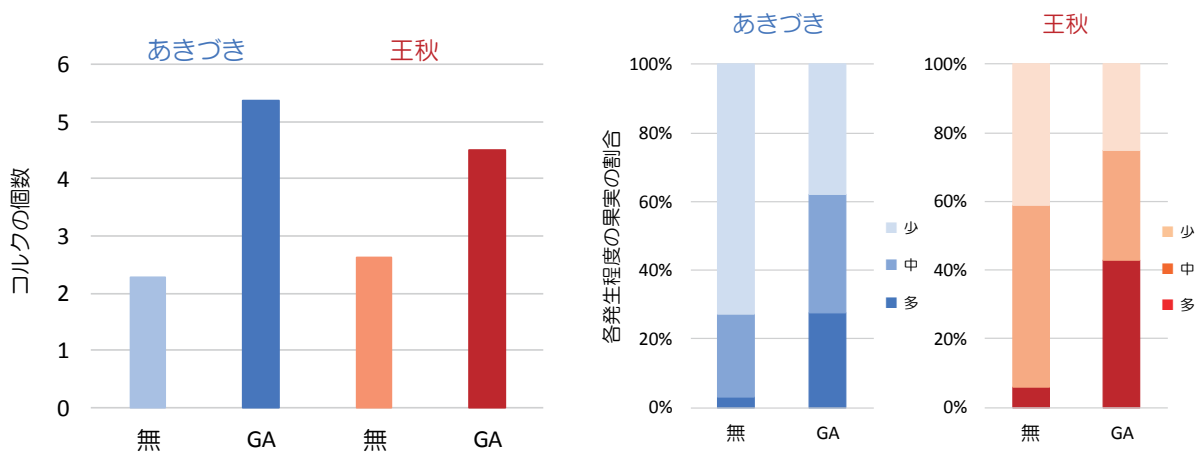


図 2-(1)-1)- iii 「あきづき」(3 樹) および「王秋」(2 樹) での、ジベレリン (GA) ペースト処理の有無によるコルク状果肉障害発生個数の違い (左) と発生程度の違い (右) (2012)

農研機構果樹茶業研究部門 羽山裕子、三谷宣仁、草場新之助

2. 果肉障害の特徴

(1) 果実肥大、成熟との関係

2) 果肉細胞の数や大きさとの関係

果肉細胞数が少なく細胞が大きいほど コルク状果肉障害の発生は増加します

一般的にナシの果実は、受粉後1か月（早生）～1か月半（晩生）の間、活発に細胞分裂を繰り返します。その後細胞数は増加せず、一つ一つの細胞が大きくなることによって果実が肥大します。

「王秋」にCPPU（商品名：フルメット液剤）およびGA（商品名：ジベレリンペースト）をそれぞれ処理したところ、CPPU処理はコルク状果肉障害の発生が少なく、GAペースト処理では発生が多くなりました（図2-(1)-2)-i）。

CPPU処理は細胞が小さく細胞数が多い傾向があり、GAペースト処理は細胞が大きい傾向がありました（図2-(1)-2)-ii）。また、粗摘果（予備摘果）の時期を早くすることによっても、CPPU処理と同様の効果を得ることができました（図2-(1)-2)-iii）。

これらのことから、葉を大切に貯蔵養分を多く蓄えるとともに、粗摘果を早く行って、細胞分裂を促すような管理を行うことが重要といえます。

注）フルメット液剤は「王秋」に対する農薬登録がありませんので栽培現場では使用できません。

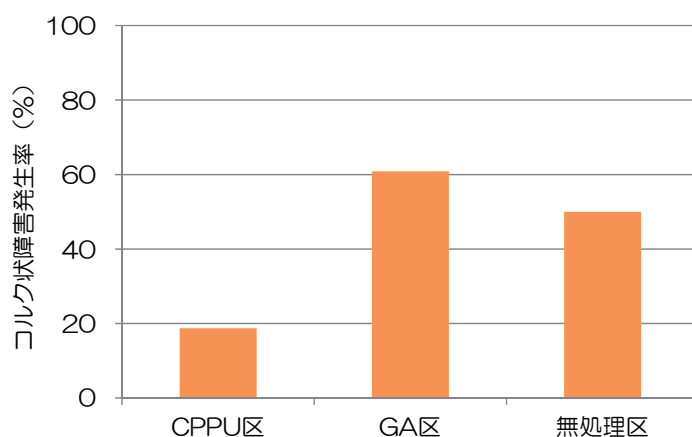


図2-(1)-2)-i 植物成長調節剤処理が「王秋」のコルク状果肉障害発生に及ぼす影響（2016）

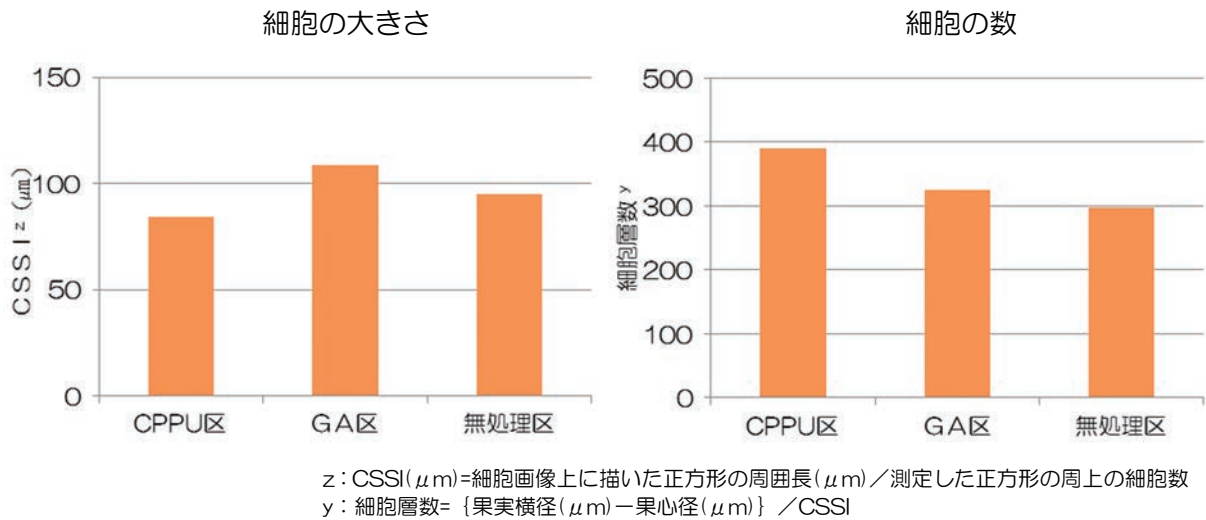


図2-(1)-2)-ii 植物成長調節剤処理が「王秋」の細胞径、細胞数に及ぼす影響 (2016)

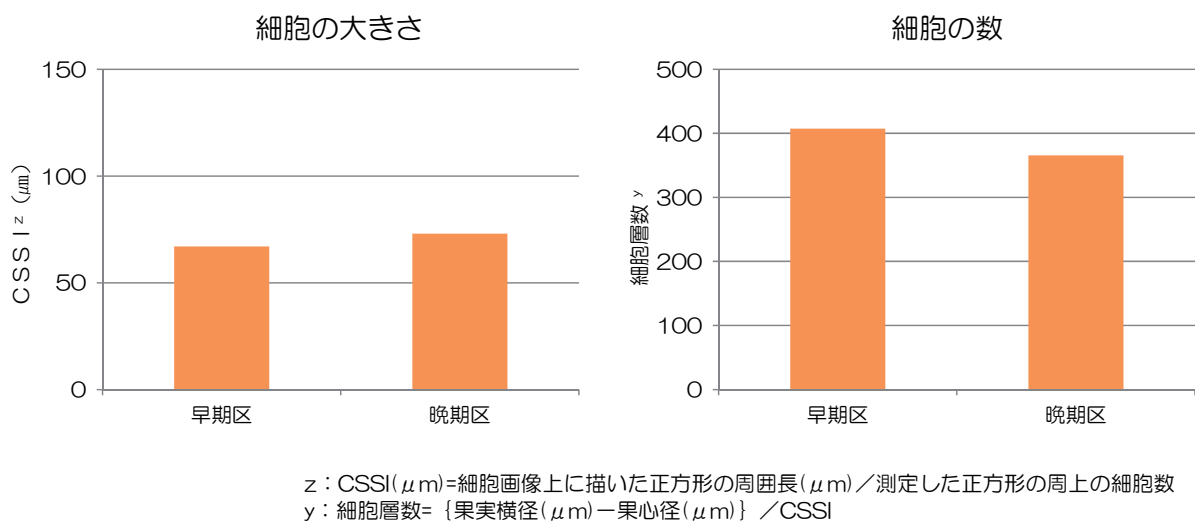


図2-(1)-2)-iii 粗摘果の早晩が「王秋」の細胞径、細胞数に及ぼす影響 (2016)

鳥取県園芸試験場 井戸亮史、池田隆政

2. 果肉障害の特徴

(2) 窒素施肥、樹勢との関係

1) 窒素施用量の多寡による障害発生への影響

**「あきづき」の窒素施肥は、
多過ぎず、少な過ぎず、切らさずを心がけましょう**

「あきづき」の施肥量と果肉障害の関係を 2012～2017年に調べました。増肥区(N44kg/10a)では、コルク状障害の発生が多くなり、無施用区(N0kg/10a)では、水浸状障害の発生が多くなりました(図2-(3)-2)-i)。コルク状障害は700g以上の大玉果実で施肥量に関わらず発生が多くなりました(図2-(3)-2)-ii)。水浸状障害は、熟度(果皮色)が進んだ果実で多く発生し、特に無窒素区でその傾向が顕著でした(図2-(3)-2)-iii)。

コルク状障害が多く発生する圃場においては、窒素施用量、着果数や摘果時期を調節して、大玉にしないこと、水浸状障害が発生する圃場では、青めの色で収穫する、または、糖度に影響しない程度の時期に追肥を行うなど、窒素を切らさない対策が有効と考えられます。

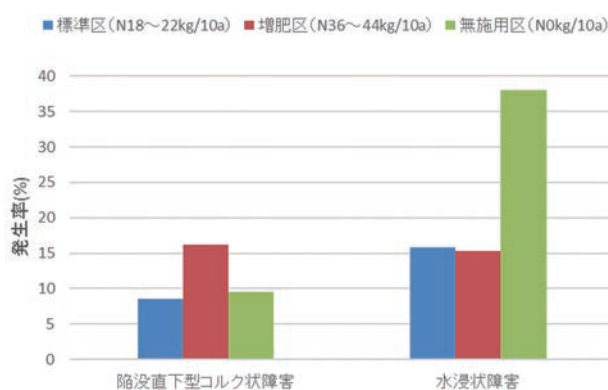


図2-(3)-2)-i 「あきづき」に対する窒素施用量が果肉障害発生に及ぼす影響 (2012-2017の平均)

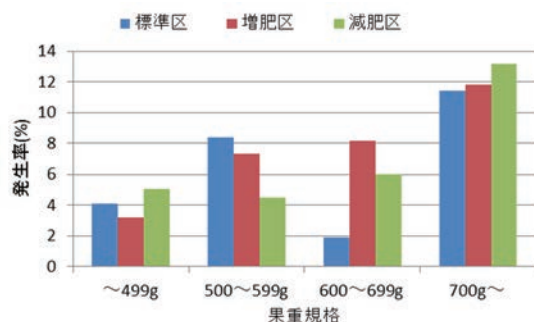


図2-(3)-2)-ii 「あきづき」における果重規格と陥没直下型コルク状障害発生の関係 (2013)

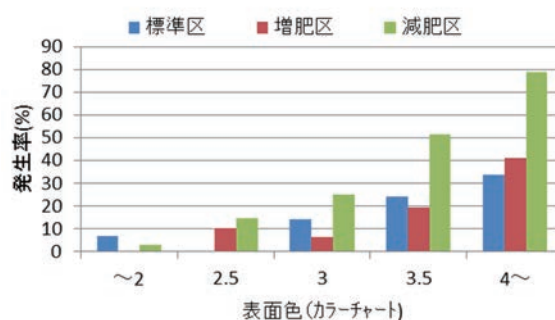


図2-(3)-2)-iii 「あきづき」における果実表面色と水浸状障害発生の関係 (2013)

【参考文献】

- 島田ら(2013) 園芸学研究 12(別1): 47
- 島田ら(2014) 園芸学研究 13(別1): 90
- 島田ら(2018) 園芸学研究 17(別2): 130

2. 果肉障害の特徴

(2) 窒素施肥、樹勢との関係

2) 樹勢との関係

徒長枝が乱立するような樹勢の強い樹は
コルク状果肉障害が発生しやすくなります

「王秋」は樹勢が強く、幼木期はとくに旺盛な新梢伸長が見られます。地上部の蒸散量に根からの水分供給量が追いつかず水分ストレスがかかることで、コルク状果肉障害の発生を助長していると考えられます（図 2-(2)-2)- i）。

主枝基部（ロート部）や側枝基部はとくに強い徒長枝が発生するので（図 2-(2)-2)- ii）、春先の除芽を徹底して発生を抑えるとともに、新梢の摘心や誘引を行って樹勢を落ち着けます。

新梢は 6 月下旬から 7 月上旬には伸長を停止させます。7 月以降の施肥を控え、徒長枝の発生や二次伸びを助長させないようにします。

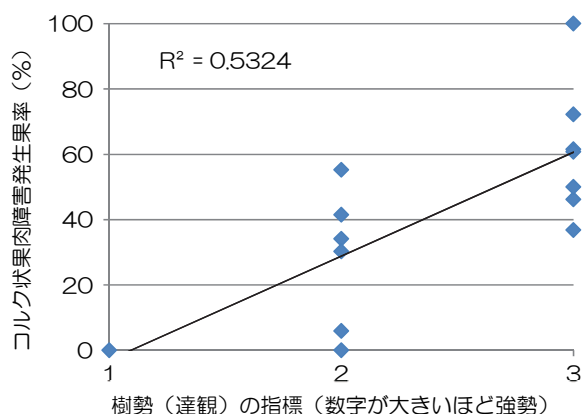


図 2-(2)-2)- i 「王秋」の樹勢とコルク状果肉障害発生との関係（2006）



図 2-(2)-2)- ii 主枝基部周辺から発生した「王秋」の徒長枝

鳥取県園芸試験場 井戸亮史

2. 果肉障害の特徴

(3) 生育環境との関係

1) 高温との関係 (ガラス室)

高温によってコルク状果肉障害が増加します

「王秋」は高温年にコルク状果肉障害の発生が多くなります。そこでガラス室を利用して4～6月、7～9月の期間にそれぞれ高温条件になるよう管理したところ、どちらの期間もコルク状果肉障害の発生が多くなりました(図2-(3)-1)-i)。

高温条件下では、果実の水は葉に奪われやすい状態になっており(図2-(3)-1)-ii)、「王秋」はこの傾向が強いようです(図2-(3)-1)-iii)。

このことがコルク状果肉障害発生に関わっていると考えられます。

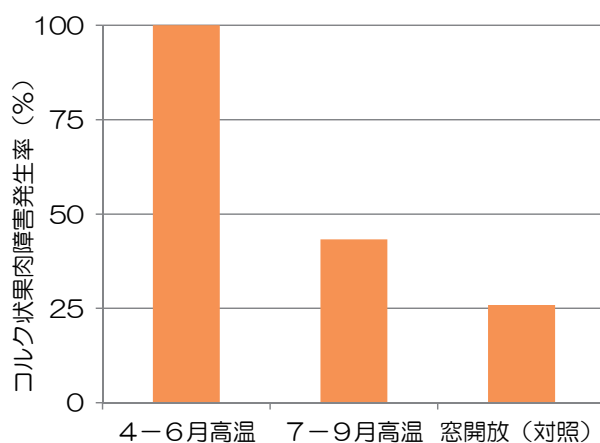


図2-(3)-1)- i 高温条件が「王秋」のコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響 (2012)

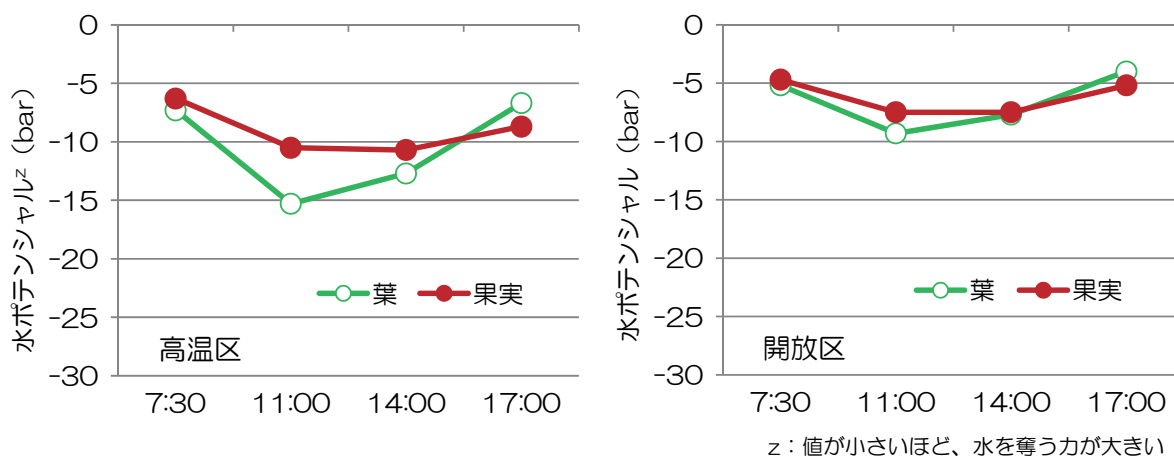
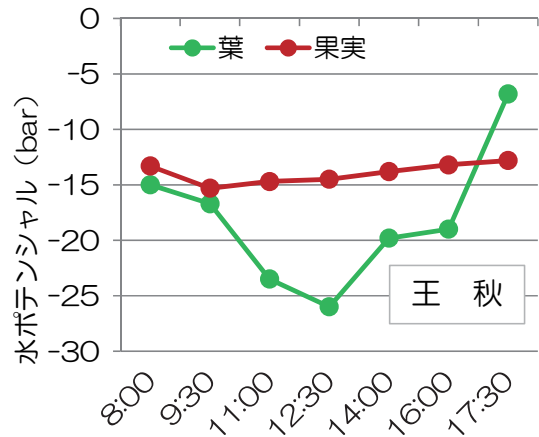
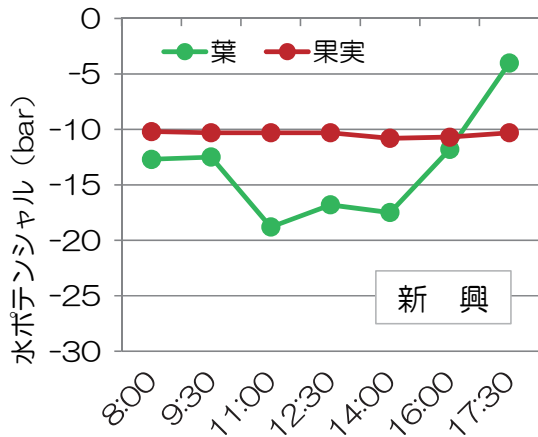


図2-(3)-1)- ii 高温条件が「王秋」の水ポテンシャルに与える影響 (7/2 測定: 2012)



z: 値が小さいほど、水を奪う力が大きい

図2-(3)-1)-iii 露地条件下における水ポテンシャルの品種間差 (7/28 測定: 2016)

<コラム> 樹上散水による「王秋」のコルク状果肉障害発生低減事例 (鳥取)

「王秋」の樹上からミスト散布を行ったところ、樹体周辺の温度が1~1.5度下がり、コルク状果肉障害の発生率が減少しました。

ただし、年により効果の大きさに変動があるため、安定した効果を得るための方法について、さらに検討していくこととしています。

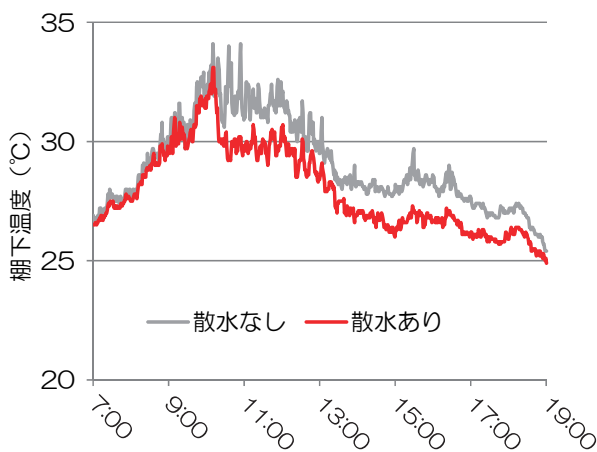


図2-(3)-1)-v 散水処理が果樹棚下温度に及ぼす影響 (2016)

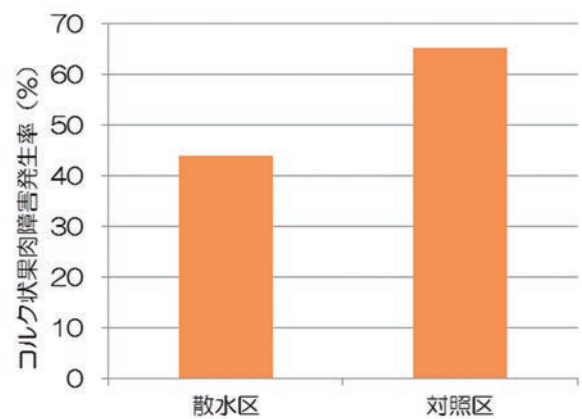


図2-(3)-1)-vi 散水処理が「王秋」コルク状果肉障害の発生に及ぼす影響 (2016)

鳥取県園芸試験場 井戸亮史、池田隆政

2. 果肉障害の特徴

(3) 生育環境との関係

2) 水ストレスとの関係

水分不足はコルク状果肉障害を増加させます

「あきづき」と「王秋」のコルク状果肉障害は、高温乾燥年に発生が多いとされています（中村、2011）。このため根圏制御栽培法を用いて、2014年の6月から7月にかけてpF2.4程度の弱い水ストレスを1ヶ月程度与えて、樹体の水ストレス程度とコルク状果肉障害発生果率との関係を調査しました（図2-(3)-2-i）。樹体が水ストレスを受けると葉からの蒸散量が低下するため、蒸散量は樹体の水ストレス程度と相関があります。樹勢が同程度の樹体で比較すると、「あきづき」では、蒸散速度とコルク状果肉障害発生率とは負の相関が認められました。また「王秋」でも、1樹を除いて同様の傾向がありました。

コルク状果肉障害の発生は、葉と果実の養水分の競合が一因である可能性があり（田村、2018）、乾燥条件では競合がより激しくなります。夏期の水分不足がコルク状果肉障害の発生を助長している可能性があるため、夏期に降雨が少ない場合にはかん水を励行すること、また、土壌が硬い、地下水位が高いなど、土壌条件が悪いほ場では、土壌改良を行うことが必要です。

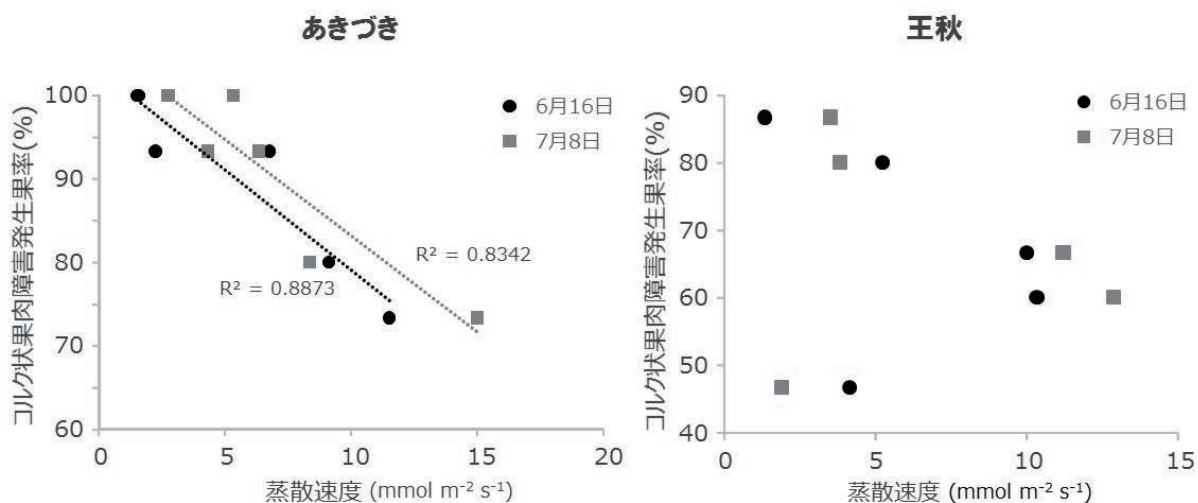


図2-(3)-2-i コルク状果肉障害の発生果率と弱ストレス期間中の蒸散速度との関係（2014）

2. 果肉障害の特徴

(3) 生育環境との関係

3) 土壌の塩基バランスの影響

ナシ園土壌の塩基バランスが崩れていませんか？

2014年にいくつかの園地（火山灰土壌）において土壌分析を行った結果、多くの園で、カリウムが基準より多く、カルシウム／マグネシウム比、マグネシウム／カリウム比が低い傾向が見られました（表 2-(3)-3-i）。また2016年に、火山灰土壌と沖積土壌のナシ園において葉分析による栄養診断を行ったところ、ほとんどの園において、カリウムは適正域より高く、カルシウムは適正域より低く、マグネシウムは欠乏域という結果でした（図 2-(3)-3-i）。また調査した多くの園で、果肉障害が発生していました。

土壌の塩基バランスが崩れると、樹の栄養バランスも崩れやすいです。例えば、土壌のカリウムが多すぎると、カルシウムが土壌中に十分量あっても吸収しにくい状態になってしまうことが知られています。

国内には様々な土壌があり、その化学性も様々ですが、樹体が必要な養分を吸収しやすい状態に維持していくことは肝要です。また、果樹のように根域の広い土壌の化学性を短期間に改善することは困難です。土壌分析を2～3年ごとに行い、改善目標を立て、数年をかけて土壌の化学性を改良していく必要がありますが、そのためには3(2)1)のような対策が有効と考えられます。

* 塗りつぶし部は適正域外値

園地	pH	交換性塩基(mg/100g)				
		K	Ca	Mg	Ca/Mg	Mg/K
A	6.4	87	546	98	4.0	2.6
B	6.3	94	336	83	2.9	2.1
C	5.6	60	462	75	4.4	2.9
D	5.5	70	210	46	3.2	1.6
E	5.5	83	490	80	4.4	2.2
F	6.2	57	350	43	5.8	1.8
G	5.7	63	378	70	3.9	2.6
H	5.7	90	490	85	4.2	2.2
I	-	58	472	50	6.8	2.0
適正域	5.5-6.5	25-50	250-500	30-60	6-7	2以上

表 2-(3)-3-i 埼玉県内ナシ園（火山灰土壌）から採取した土壌中の交換性塩基含量（2014）

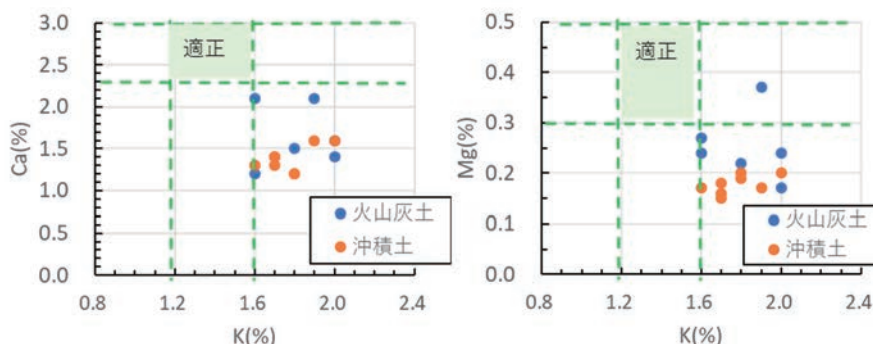


図 2-(3)-3-i ナシ園の「あきづき」の葉分析による栄養診断(2016) (左) カリウムとカルシウム、(右) カリウムとマグネシウム、緑の破線は適正域の範囲

2. 果肉障害の特徴

(3) 生育環境との関係

4) カルシウムとの関係

葉中のカルシウム量が少ないとコルク状果肉障害が多く発生し、7月に乾燥させると葉中カルシウム量が少なくなります

場内の「あきづき」試験樹の葉を2018年7月に採取し、葉中カルシウム量を測定しました。葉中カルシウム含有率が高い樹ほど、コルク状果肉障害の発生率が低くなる傾向でした(図2-(3)-4)-i)。また、2015年～2018年に「あきづき」ポット樹に対し、7月のかん水量を減らして乾燥条件を与えたところ、コルク状果肉障害が増加し、翌年の葉中カルシウム含有率が、無乾燥の樹より低くなる現象が認められました(図2-(3)-4)-ii)。

これらのことから、あきづきの果肉障害の発生要因の一つとして、カルシウムが関与している可能性が高いと考えられます。前項で述べたように、カルシウムが土壌中に十分量あっても、土壌の化学性、物理性、気象条件によって、樹体への吸収が抑制されます。土壌の乾燥状態には留意して、かん水等の管理を行うとともに、3(2)1)の対策が有効と考えられます。

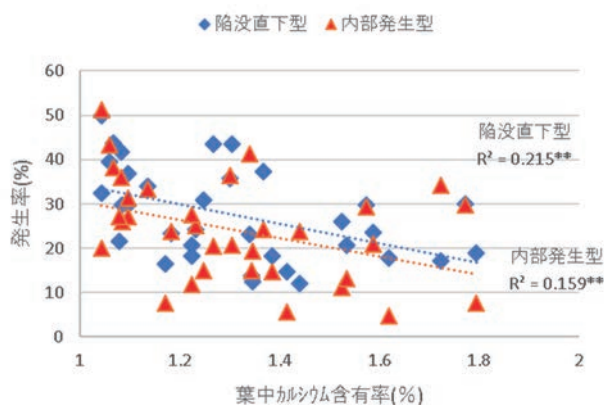


図2-(3)-4)-i 「あきづき」における葉中カルシウム含有率とコルク状障害発生との関係(2018)

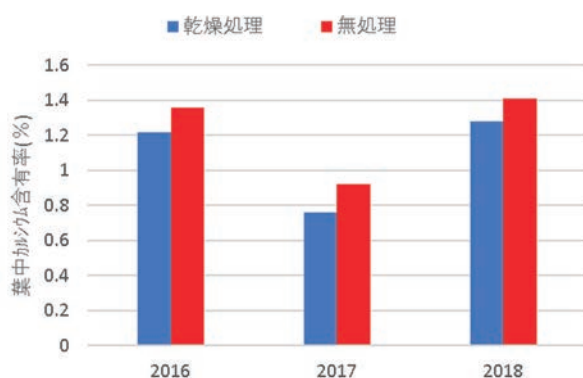


図2-(3)-4)-ii 「あきづき」における7月の乾燥が葉中カルシウム含有率に及ぼす影響(2016～2018)

【参考文献】

島田ら(2017) 園芸学研究 16(別2):102

3. コルク状果肉障害低減技術

(1) 着果管理による低減

1) あきづき

**粗摘果（予備摘果）時期が早いほど、
コルク状果肉障害の発生が軽減されます**

【方法】

「あきづき」において、粗摘果（予備摘果）時期の早晚（満開 10 日後から 45 日後）が、収穫果の果実重とコルク状果肉障害発生に及ぼす影響を調査しました。

【結果】

「あきづき」では、果実が大きいくほどコルク状果肉障害は発生しやすくなりますが、粗摘果を早く行うことで、大玉果実を生産しながらコルク状果肉障害の発生を抑えることができます（図 3-(1)-1)- i、ii）。

なお粗摘果は、満開 10 日後では果実が小さく摘果しにくいいため、満開 15 日後頃が適期と考えられます。

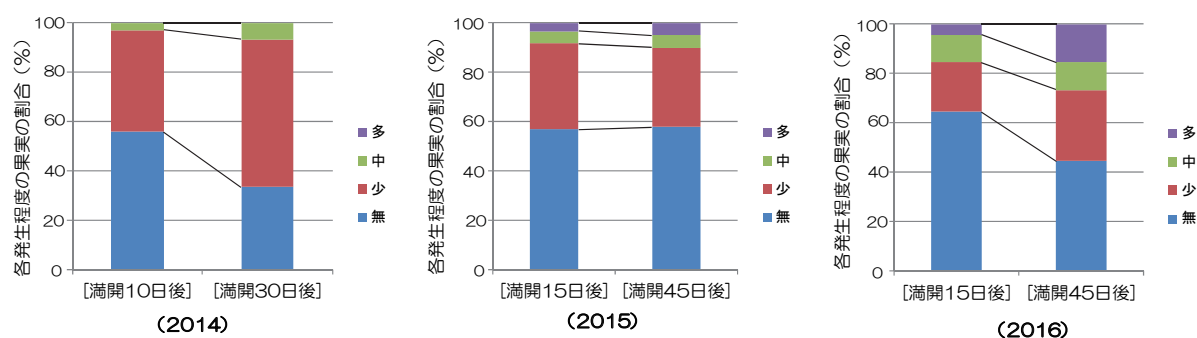


図 3-(1)-1)- i 「あきづき」での粗摘果時期の違いがコルク状果肉障害発生に及ぼす影響
(左：2014、中：2015、右：2016)

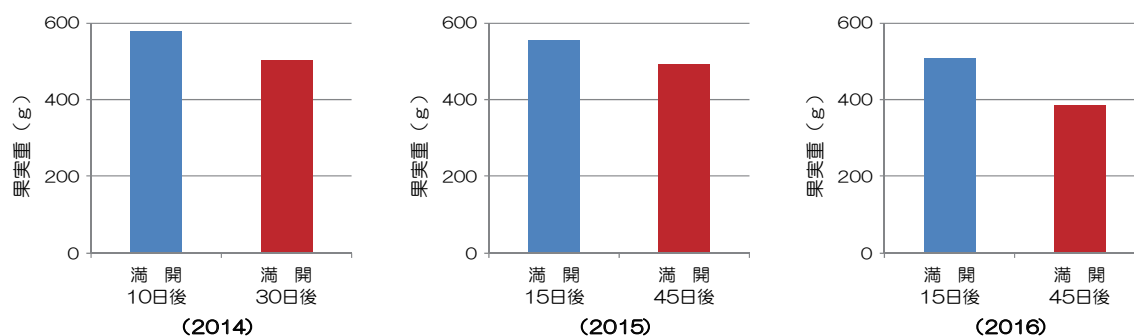


図 3-(1)-1)- ii 「あきづき」での粗摘果時期の違いが果実重に及ぼす影響
(左：2014、中：2015、右：2016)

熊本県農業研究センター果樹研究所 平本 恵、宮田良二、北村光康、岩谷章生

**粗摘果（予備摘果）を早く行っても、
過度な大玉生産はコルク状果肉障害の発生を助長します**

【方法】

「あきづき」において、粗摘果（予備摘果）時期の早晩と樹冠面積当たり着果量（9果、13果、17果/m²）の違いが、収穫果の果実重とコルク状果肉障害発生に及ぼす影響を調査しました。

【結果】

早期（満開 15 日後）に粗摘果を行った場合でも、本摘果後の樹冠面積当たり着果量が少なく、果実が過度に大きくなるとコルク状果肉障害の発生は増加しました。とくに着果数が9果/m²（樹冠面積当たり）の場合では、晩期（満開 45 日後）の粗摘果と同程度のコルク状果肉障害の発生がみられました（図3-(1)-1)-iii~iv）。

このため、コルク状果肉障害の発生を軽減するためには、早期（満開 15 日後頃）に粗摘果を行ったうえで、過度な大玉とならないよう本摘果時の着果量を調整することが必要です。

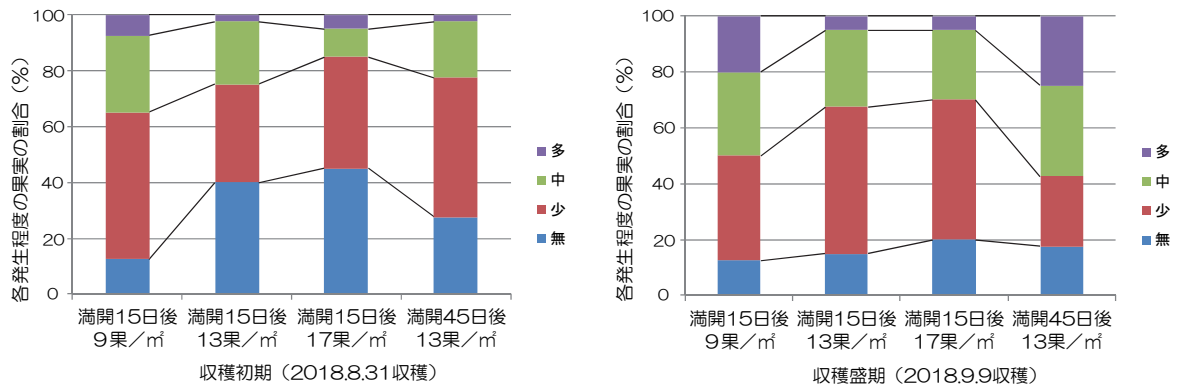


図3-(1)-1)-iii 「あきづき」での粗摘果時期と着果負担の違いがコルク状果肉障害発生に及ぼす影響（左：収穫初期、右：収穫盛期）

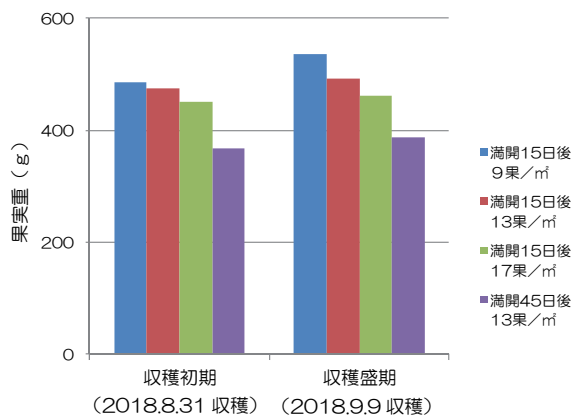


図3-(1)-1)-iv 「あきづき」での粗摘果時期と着果負担の違いが果実重に及ぼす影響（左：収穫初期、右：収穫盛期）

熊本県農業研究センター果樹研究所 平本 恵、宮田良二、北村光康、岩谷章生

3. コルク状果肉障害低減技術

(1) 着果管理による低減

2) 王秋

大玉狙いの着果制限は、コルク状果肉障害の発生を助長します

【方法】

これまでの調査研究から、「王秋」のコルク状果肉障害の発生は大玉果に多い傾向が見られました。そこで、大玉狙いの着果制限が、障害果の発生に及ぼす影響を検討しました。

【結果】

着果制限を行うと果実重が大きくなるとともに、障害の発生率は高くなりました(図3-(1)-2)- i、ii)。このことから、過度な着果制限を控えることが、障害の発生抑制に効果的であることが明らかとなりました。

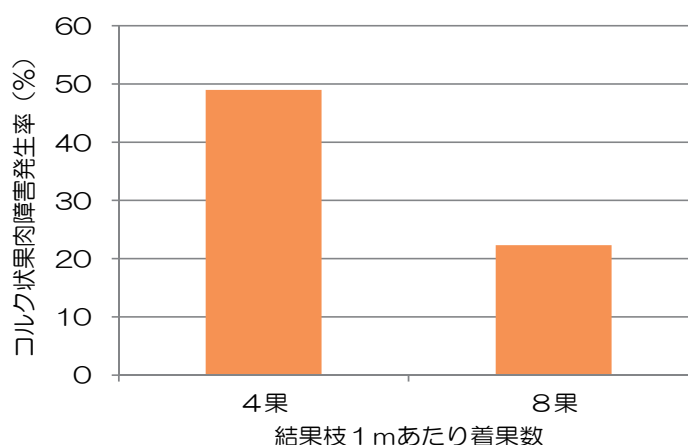


図3-(1)-2)- i 着果量が「王秋」のコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響 (2015)

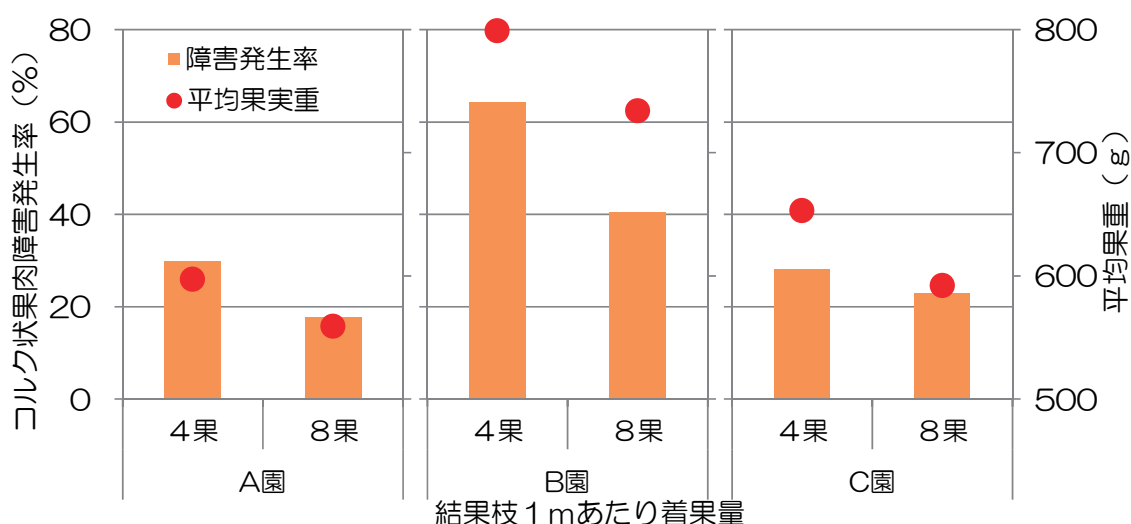


図3-(1)-2)- ii 着果量が「王秋」のコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響 (現地ほ場試験) (2017)

鳥取県園芸試験場 井戸亮史、池田隆政

3. コルク状果肉障害低減技術

(2) 土壌管理による低減

1) 塩基バランスの適正化とカルシウム散布

カリ施用量削減と、カルシウム、マグネシウムの施用により、「あきづき」のコルク状障害、水浸状障害の発生を低減できました

塩基バランスが崩れた（カリ過剰）土壌条件で、元肥にはカリウム削減肥料（N8：P1：K1%）を施用し、カルシウム資材の葉面散布（5月中旬から8月まで2週間間隔で8回）を行ったところ、コルク状障害と水浸状障害の発生をともに低減することができ、カルシウム単用散布が効果的でした（図3-(2)-1)-i）。

カルシウム資材（硫酸カルシウム）、マグネシウム資材（硫酸マグネシウム）を土壌に施用した場合は、併用処理区がもっとも障害発生を軽減しました（図3-(2)-1)-ii）。
留意点：

カリウムを加えた元肥区では、葉面散布の効果が得られにくいので、施肥設計からの見直しが重要です。また成木の場合、根域が広大であり、カルシウム等の施用効果が得られるまで、数年を要することを考慮して土壌改良に努めましょう。土壌施用する資材は、圃場の酸度に留意して、pHが6.5以上の時は、苦土石灰の使用を避け、酸度矯正に影響の少ない硫酸系の資材を選択します。

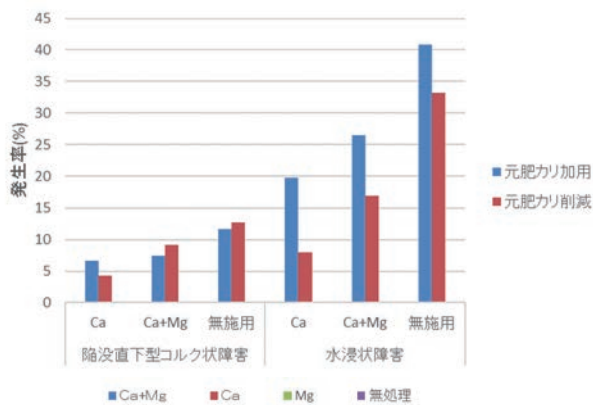


図3-(2)-1)-i

「あきづき」に対する元肥成分の違いおよび、カルシウム、マグネシウム資材の葉面散布が果肉障害発生に及ぼす影響
(2014-2017の平均)

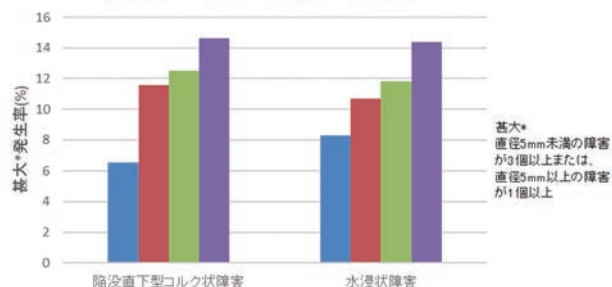


図3-(2)-1)-ii

「あきづき」に対するカルシウム、マグネシウム資材の土壌施用が果肉障害発生に及ぼす影響
(2015-2018の平均)

【参考文献】

- 島田ら(2016) 園芸学研究 15(別1): 73
- 島田ら(2017) 園芸学研究 16(別2): 102
- 島田ら(2018) 園芸学研究 17(別2): 130

埼玉県農業技術研究センター久喜試験場 島田智人、前島秀明

<注釈> 「王秋」のカルシウム資材による薬害

5月または6月にかけて、「王秋」にカルシウム資材（塩化カルシウム72%以上）を蓄圧式噴霧器で散布したところ、葉縁の枯れ込みや葉に斑点状の褐変が発生する事例がありました。

果実表面へのアザ等の発生は認められませんでした。枯れ込みの激しい葉はその後落葉したことから、カルシウム資材の散布においては薬害の発生に注意が必要です。



<コラム> 土壌深耕による「王秋」のコルク状果肉障害発生低減現地事例（鳥取）

鳥取県のJA鳥取西部大山果実部の指導の特徴は、『王秋』には必ず土壌深耕を行う」という取り決めです。深耕ができない生産者にはオペレーターが果樹園に赴き、生産者が指定した場所をトラクターで耕運します。

深耕は土壌を膨軟化し、断根によって細根量を増加させます。これにより水分吸収力が向上して水分ストレスが緩和され、障害の発生低減につながると考えられます。

実施時期は、新根の発生を促すため、まだ地温の高い10月中下旬頃とします。また、なるべく太根を切ることがないように、主幹から1～1.5m程度離れた位置をバックホーや深耕ロータリーで耕運し、その際、粗大有機物やリン酸・苦土石灰などを混ぜ合わせます。

この果実部では、障害の多発年であっても発生は少なく抑えられています。



鳥取県園芸試験場 井戸亮史

3. コルク状果肉障害低減技術

(3) エテホンによるコルク状果肉障害の低減

満開後 100 日前後のエテホン 100ppm 散布により成熟を早め、「あきづき」のコルク状果肉障害の発生を低減できます

【方法】

「あきづき」や「王秋」では成熟の遅い果実でコルク状果肉障害が多く発生します。一方、ニホンナシの栽培では早期出荷や収穫労力の分散のため、エテホン（エスレル10）の使用が実用化されています。このため「あきづき」と「王秋」にエテホンを散布（満開 100 日後頃・100 ppm）した場合の、成熟時期と果肉障害発生程度を調査しました。

【効果】

「あきづき」ではエテホン散布によって果実の成熟が早まり（図 3-(3)- i）、平均収穫日が 8~9 日早くなりました。また 2 か年ともエテホン散布によりコルクの発生数が減少し、コルク状果肉障害発生果率も小さくなっており（図 3-(3)- ii）、コルク状果肉障害発生の低減効果がみられました。

【留意点】

「王秋」でもエテホン散布によりコルク状果肉障害の発生を抑制する効果がありますが、水浸状果肉障害の発生果率が高くなるため、「王秋」でのエテホン散布は注意を要します。また、「あきづき」のエテホン散布で収穫が早まり、「豊水」（無散布）の収穫時期と重なることがあります。

【参考文献】

三谷ら(2017) 園芸学研究 16(4) : 471-477

三谷(2018) 農業技術大系果樹編（農文協）3 : 321-328

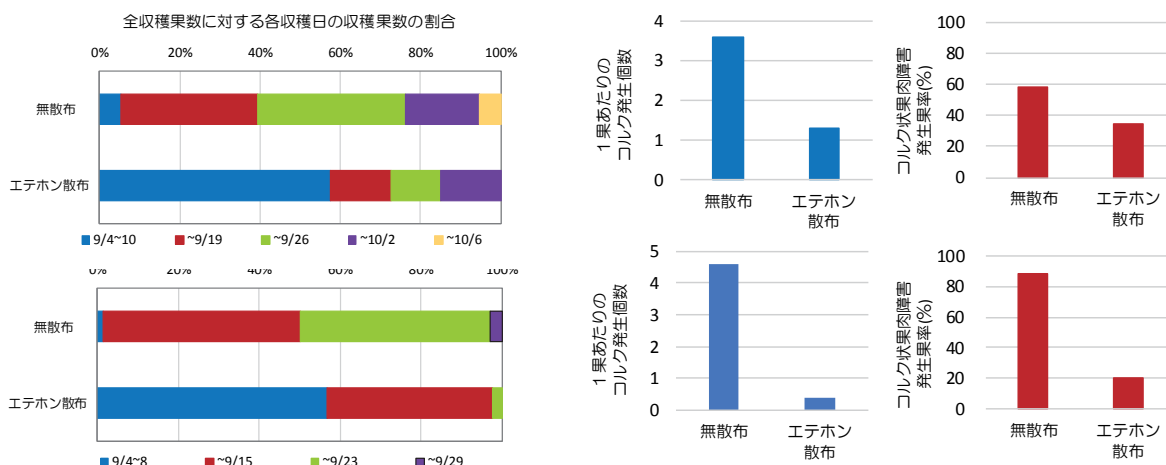


図 3-(3)- i 「あきづき」でのエテホン散布の有無による収穫時期の違い（上：2014、下：2015）

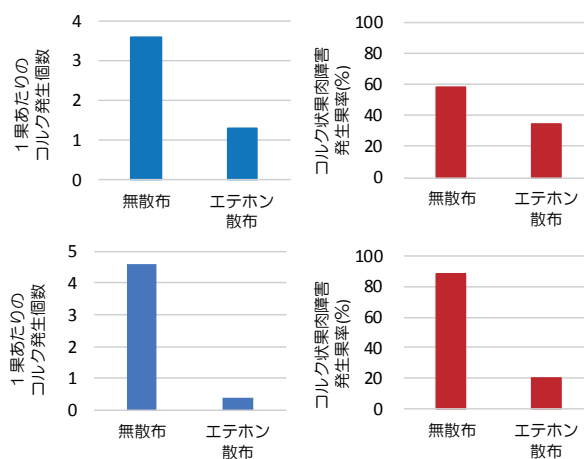


図 3-(3)- ii エテホン散布の有無による「あきづき」のコルク状果肉障害発生程度の違い（上：2014、下：2015）

農研機構果樹茶業研究部門 三谷宣仁、草場新之助

3. コルク状果肉障害低減技術

(4) 複合処理による低減

1) 早期摘果、適正着果、樹上散水、土壌深耕の複合処理による低減

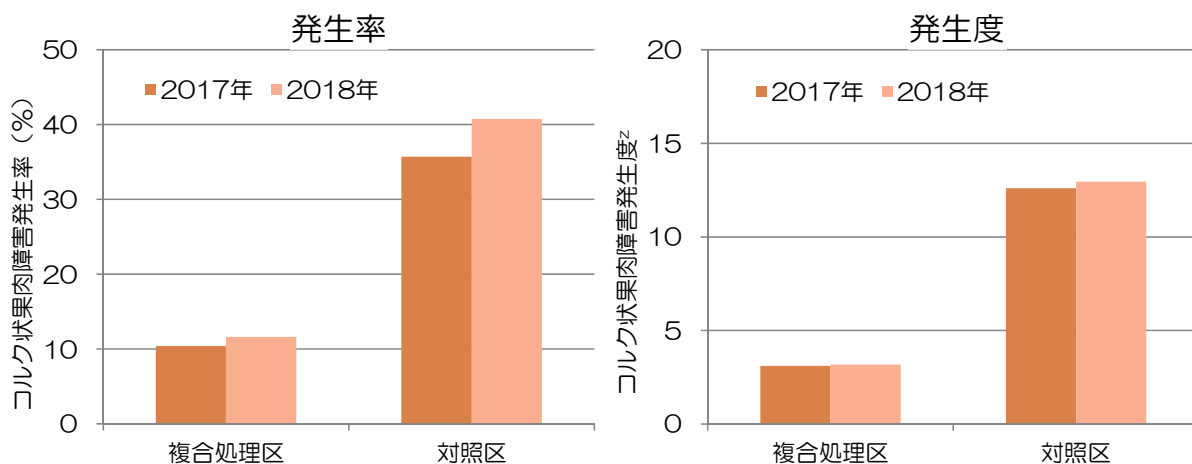
**早期摘果、適正着果、樹上散水、土壌深耕の「合わせ技」で、
コルク状果肉障害の発生や症状をさらに軽減できます**

【方法】

これまでの研究から、「王秋」のコルク状果肉障害の発生には樹体内の水分ストレスや細胞肥大のプロセスが密接に関係しており、①早期の粗摘果（予備摘果）、②着果量の適正化、③樹上散水による高温抑制、④土壌深耕といった対策による発生抑制の効果が見られました。そこで、これらの対策技術を複合的に処理することでさらなる発生低減につながるか調査しました。

【結果】

粗摘果を満開後 20 日前後（対照は満開後 70 日前後）、着果量を結果枝 1 m あたり 8 果（対照は 4 果）とし、樹上散水と土壌深耕を組み合わせた複合処理区では、対照に比べてコルク状果肉障害の発生や症状が大きく軽減されました。（図 3-(4)-1)- i）。



z: 発生度 = $\frac{\{(5 \times \text{スコア 5 の果数}) + (4 \times \text{スコア 4 の果数}) + (3 \times \text{スコア 3 の果数}) + (2 \times \text{スコア 2 の果数}) + (1 \times \text{スコア 1 の果数})\}}{(5 \times \text{調査果数})} \times 100$
〔スコア 0: 発生なし、スコア 1: 鉛筆芯太 1~4 個、スコア 2: 鉛筆芯太 5 個以上または米粒大 1~4 個、
スコア 3: 米粒大 5 個以上または小豆大 1 個、スコア 4: 小豆大 2~4 個、スコア 5: 小豆大 5 個以上〕

図 3-(4)-1)- i 複合処理による「王秋」コルク状果肉障害の発生抑制と症状軽減 (2017~2018)

3. コルク状果肉障害低減技術

(4) 複合処理による低減

2) 早期摘果・徒長枝摘心・カルシウム剤散布

早期摘果、徒長枝摘心、カルシウム剤散布の組み合わせて「あきづき」のコルク状果肉障害の発生を低減できます

【方法】

これまでの研究から、①早期の粗摘果（予備摘果）（3(1)参照）、②徒長枝発生の抑制（2(2)2参照）、③カルシウム剤の散布（3(2)1参照）が果肉障害の発生を抑えるのに有効であることが示されました。そこでこれらの対策技術を複合的に処理した「あきづき」での果肉障害発生程度を調査しました。

この調査では「あきづき」2 樹を用い、樹ごとに以下のように処理を行いました。

- ・満開 1 日後または 15 日後に粗摘果、徒長枝を摘心、カルシウム剤散布(3回)。
- ・満開 45 日後に粗摘果、摘心しない、カルシウム剤を散布しない。

【結果】

早期粗摘果・徒長枝摘心・カルシウム剤散布を行った樹の果実は果実重が大きくてもコルクの発生個数が少なくなっており（表3-(4)-2)-i）、発生程度も低くなっていました（図3-(4)-2)-i）。なお粗摘果時期を検討すると、満開 1 日後は落果が多く果実重が小さいため、粗摘果は満開 15 日後に行う方がよいと考えられます。

表 3-(4)-2)-i 「あきづき」での粗摘果時期・徒長枝摘心・カルシウム剤散布が果実重およびコルク状果肉障害発生個数に及ぼす影響 (2018)

摘花・摘果	摘心	Ca	果実重 (g)	コルク個数
満開1日後	有	有	525	2.2
満開15日後	有	有	558	2.3
満開45日後	無	無	484	5.0

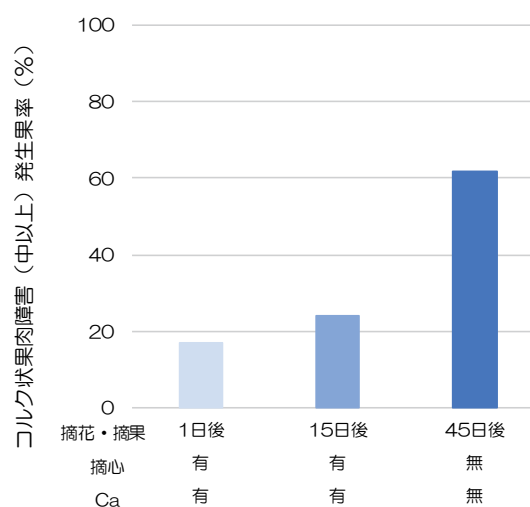


図 3-(4)-2)-i 「あきづき」での粗摘果時期・徒長枝摘心・カルシウム剤散布がコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響 (2018)

3. コルク状果肉障害低減技術

(4) 複合処理による低減

3) 早期摘果・エテホン散布

早期摘果、エテホン散布の組み合わせで「あきづき」のコルク状果肉障害の発生を低減できます

【方法】

これまでの調査研究から、①早期の粗摘果（予備摘果）（3(1)参照）、②エテホン散布（3(3)参照）、が果肉障害の発生を抑えるのに有効であることが示されました。そこで、これらの対策技術を複合的に処理することで、さらなるコルク状果肉障害の発生低減につながるか調査しました。

【結果】

満開 15 日後（対照は満開 40 日後）の粗摘果（予備摘果）に、満開 100 日前後のエテホン 100ppm 散布（対照は無散布）を組み合わせた複合処理区では、対照区に比べてコルク状果肉障害の発生が大きく軽減されました（図 3-(4)-3)- i）。また、エテホン散布により収穫期は 10 日程度早まりました（図 3-(4)-3)- ii）。

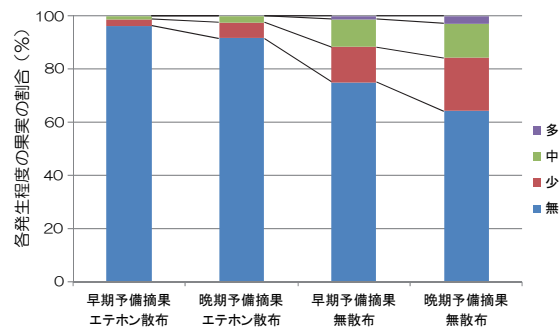


図 3-(4)-3)- i 「あきづき」での粗摘果時期の早晩とエテホン散布の有無がコルク状果肉障害の発生に及ぼす影響（2017）

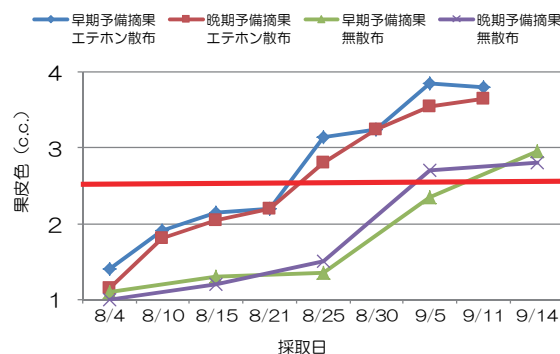


図 3-(4)-3)- ii 「あきづき」での粗摘果時期の違いとエテホン散布の有無が収穫時期に及ぼす影響（2017）

熊本県農業研究センター果樹研究所 平本 恵、宮田良二、北村光康、岩谷章生

4. おわりに ～果肉障害の抑制にむけて～

本共同研究では、ニホンナシ「あきづき」および「王秋」の栽培現場で問題となっている果肉障害に関して、その発生を抑制する技術を構築しました。これらは以下のように大きく3つに分類できます。

長期（基盤的）対策：植栽時、あるいは数年かかるような対策技術
（土壌改良、排水対策など）

中期（定例的）対策：毎年年間の作業暦に組み込んで行う対策技術
（摘果時期、着果数調節、新梢管理、施肥量など）

短期（応急的）対策：特定の年の気象条件等に応じて実施する対策技術
（樹上散水、エテホン散布など）

「あきづき」や「王秋」の果肉障害の発生を抑えるためには、まずは基盤的対策、すなわち土壌改良や水管理、樹勢維持といった基本的な管理を着実に実施することが肝要です。これらが十分施されている場合には、栽培環境を果肉障害が発生しにくい状態に保つことができます。

中期や短期の防止対策でも部分的には果肉障害の発生を軽減することは可能であると考えられます。しかし果肉障害の発生する多くの場合発生要因が複数あるものと考えられ、これらの技術のうち単一の対策技術を実施しても果肉障害の発生を抑えることは困難です。したがって長期と中・短期の対策技術を組み合わせるのが理想的で、果肉障害が発生しやすい環境においては、さらに中短期の対策を複数組み合わせるなどによって果肉障害の低減を図るのが望ましいと考えられます。

本マニュアルを活用することによって果肉障害というマイナス面を可能な限り減らし、「あきづき」や「王秋」のもつ優れた食味や外観といったプラス面を生かし、経営安定化を図っていただきたいと思います。

×毛



問い合わせ先

農研機構果樹茶業研究部門生産・流通研究領域栽培生理ユニット
茨城県つくば市藤本 2-1 TEL：029-838-6502

埼玉県農業技術研究センター高度利用・生産性向上研究担当果樹研究（久喜試験場）
埼玉県久喜市六万部 91 TEL：0480-21-1113

鳥取県園芸試験場果樹研究室
鳥取県東伯郡北栄町由良宿 2048 TEL：0858-37-4211

熊本県農業研究センター果樹研究所落葉果樹研究室
熊本県宇城市松橋町豊福 2566 TEL：0964-32-1723