

## モモの果肉障害対策研究成果集の刊行にあたって

モモは果樹の中でも、収益性が高く商品性に優れた果実であり、中山間地域を支える基幹的ブランド果樹として全国的に重要な位置を占めている。しかし、近年の気候変動に伴う夏季の異常高温や大雨などによって果実成熟に異常が生じ、品質が低下するなどの大きな影響を受けている。特に高温になりやすく降雨の多い西日本のモモ産地を中心に、外見からは区別がつかず、果実内部に「水浸状果肉褐変症」ならびに「赤肉症」と呼ばれる果肉障害が発生し、品質が不安定になるとともに地域ブランドとしての商品性を損ない、生産者の収益が低下することが重大な問題となっている。

西日本のモモの生産地域からはこうした障害に対する早期の対策技術開発の要望が強く寄せられており、したがって、これらの障害の発生要因や機構を明らかにするとともに、生産現場で利用できる実用性と普遍性の高い対策技術の開発に早急に取り組むことが求められてきた。

本プロジェクトは、こうした背景をもとに農林水産省の農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（実用技術開発ステージ）による「西日本のモモ生産安定のための果肉障害対策技術の開発」として、平成 25～27 年度の 3 年間取り組まれたものである。この間、プロジェクトに関わる「モモ果肉障害対策技術開発共同研究機関（コンソーシアム）」を組織し、連携協力して研究と技術開発を進めてきた。

両タイプの果肉障害は、その発生実態から成熟期の高温や多水条件によって障害が増加すると考えられ、本研究ではそれらを検証するとともに、高温に伴う果実温度の上昇ならびに水分を制御できる対策を中心に、果肉障害軽減技術を構築してきた。加えて、熟期や着果を制御することによる軽減技術なども合わせて検討し、さらに障害果実の市場への流通を防ぐための非破壊判別法の開発も進めてきた。本研究成果集はこれらの研究内容や対策技術に関する知見をとりまとめたものである。

また、別途「対策技術マニュアル」を刊行し、障害を軽減する対策技術について、生産現場で利用できるように具体的にわかりやすく述べている。本研究成果集とともに、モモの果肉障害軽減に役立ち、生産農家の高品質果実生産と収益性向上に、さらに産地の活性化に活用いただければ幸いである。

2016 年 2 月  
研究総括者 森永邦久



# 目 次

I. モモの果肉障害と発生要因	1
1. 果肉障害の種類と発生しやすい果実	1
2. 果肉障害発生と環境要因	3
3. 樹体・果実中のカルシウム要因	5
II. 果肉障害の発生軽減技術とその利用	8
1. 機能性果実袋	8
2. 透湿性マルチ	10
3. エテホン散布	13
4. 摘花・摘果法	14
5. カルシウム剤の利用	16
6. 技術の総合的利用と実証 および技術普及の問題点と対応	17
III. 障害果実の非破壊判別法	25
1. 非破壊判別装置と方法	25
2. 果肉障害の判別法	26
参考資料 技術導入費用の試算	28
発表（参考）文献	29
研究課題および担当者	30



# I. モモの果肉障害と発生要因

## 1. 果肉障害の種類と発生しやすい果実

本成果集で取り扱うモモの果肉障害とは、果実内部に発生する「水浸状果肉褐変症」及び「赤肉症」と呼ばれる障害である。本障害は、発症部位が果皮直下に及んでいる場合や障害が激しい場合を除き、外観から発生の有無を判断することは難しい。夏の気温が高く降水量の多い西日本のモモ産地を中心に発生が多いとされている。

### (1) 赤肉症

収穫後、果実が軟化すると、図1右のように、果肉の一部または全体が桃赤色を呈する障害である。収穫後も症状を呈する部位が増加することから、市場流通時に発生程度が高まる可能性がある。発生程度が甚大となると、果肉が粉質化して果汁が得られにくい場合もあり、モモらしい香りも減少することから、風味が著しく低下する。

岡山県で多く確認されていて、品種による発生率の違いは明確でないが、樹勢を弱くしすぎたり、低施肥で栽培したりすると発生率が高まる。障害部位のアントシアニンの蓄積の量やパターンは品種間で少し異なる。

樹内での発生部位は、樹冠の中位から基部側に多く、収穫時期が遅い果実で発生が急増する。果実が成熟に達するまでの日数が長くなる「開花日の早い果実」で発生が多いことが示されていることから、成熟期に高温下で長くとどまることによる成熟の遅れや、果実中成分の蓄積が緩慢になることが、赤肉果の発生を助長すると推測されている。したがって、生育期の温度や降水量などの気象条件に左右されるとみなされている。また、多発樹では、果実発育が旺盛な時期に根の成長が伴わないことも報告されている。

果肉のホウ素含量が少なく、ペクチン組成が変化することが、粉質になる原因と考えられ、また赤色素のアントシアニンを多量に含むため（図2）か、果肉のポリフェノール含量が正常果より高くなっている。一方、糖度やエチレン生成量は、症状の有無よりも果実間差異が大きく、赤肉症の発生との間に密接な関連はないとみられている。



図1 赤肉症の果肉（右）

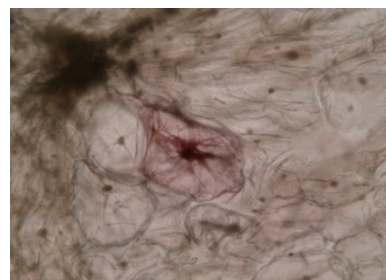


図2 アントシアニンの集積

福田文夫 岡山大学

## （２）水浸状果肉褐変症

成熟後期（収穫直前）に果肉の一部が水浸状となり、場合によってはその部位が褐変する障害。褐変まで症状の進んだ場合は発酵臭を伴い、食味も低下する。地域によっては、「みつ症」、「あん入り症」、「煮え果」、「果肉褐変症」などとも呼ばれる（図3右）。

大玉で、果肉が軟らかく、糖度の高い、いわゆる熟度の進んだ高品質な果実で多く発生する。近年は糖度等果実品質を重視し、「完熟」で収穫することが多いが、収穫が適期より少しでも遅れると発生が急激に増加する。また、年次によっては収穫適期前に果肉に障害が発生する場合があります、気象条件等の影響が示唆されるが、詳細は明らかではない。

品種によって発生しやすい、しにくいの差はあるが、日本で栽培される多くの品種で発生することが確認されている。また、一般に、早生品種に比べて中生・晩生品種に発生が多いとされている。

ガス透過性の低い果実袋をかけると発生が増えることや、果皮にワックス等を塗布すると発生が促進される等、水分蒸散が悪い果実で、発生しやすいことが確認されている。

障害は、樹上において発生し、貯蔵中に新たに発生することはないとされるが、水浸状となった部位の褐変化は貯蔵中にも進行する。

発生部位は、果頂部およびその両側の肩の部分に多く、縫合線の近辺では少ない。糖度の高い部位に発生しやすいとの指摘もある。障害は、まず維管束周辺が水浸状となり、その周辺の細胞へと拡大する。障害部位を顕微鏡で観察すると、水浸部位の維管束から果肉細胞の間隙に向かって樹脂（紫色）が流入（図4）しているのが確認される。

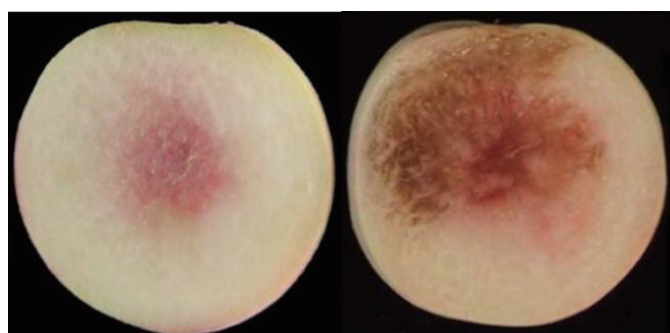


図3 水浸状果肉褐変症の果肉（右）

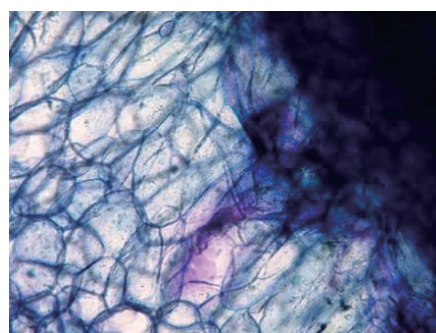


図4 樹脂の流入状況

羽山裕子 農研機構果樹研究所

（図1～4原図：岡山大学）

## 2. 果肉障害発生と環境要因

気温および水分条件の影響を明らかにするために、‘清水白桃’成木を用い、果実成熟期において、表1のように高温区（ビニールハウス被覆下）と外気温区（露地）を設け、さらにそれぞれの区において樹体に異なるかん水量や部分マルチ処理を行い、水分条件を変化させた。障害果の発生を外気温条件で水分を最も少なく制御した外気温区・マルチ樹と比較した。

高温条件では平均気温で約0.6～0.8℃、平均最高気温では約1.5℃高かった。樹体のプレッシャーチャンバーや蒸散速度ならびに水分ストレス表示シートによる経時的計測では、マルチ樹（部分マルチ4m×4m）においても大きな水分ストレスを受けている時期はみられなかった。また、土壌水分よりも樹体水分を把握することが重要であることが明らかとなった。

障害発生再現試験の結果、赤肉症はまず高温条件で発生が増加し、さらに多量の水分条件が加わると発生を増加させる傾向があった。水分は地表面からのかん水（2014年）でも樹上からの散水（降雨、2015年）条件でも同じ発生傾向であったが、特に樹上からの散水による樹冠表面からの蒸散を抑制することで、赤肉症ならびに水浸状果肉褐変症の障害発生が顕著であった（表2，3）。これらから、赤肉症は多水条件で発生し、かつ高温条件で発生が増加することが明らかとなった。

水浸状果肉褐変症については、高温条件（ハウス内）で発生が増加する傾向があること、水分は特に樹上から散水して多水分にした場合に顕著に障害が増加したことから、高温条件での降雨条件による樹体水分の増加に樹冠からの蒸散抑制が加わることが発生を増加させる可能性がある。

こうしたことより、成熟期の樹体水分と温度（果実温）は果肉障害の発生に大きくかかわっており、これらの効果的な制御が重要といえる。また、温度では最高気温の影響が大きいと考えられる。

表1 温度および水分条件と果肉障害発生試験区

樹体	高温区(ビニールハウス被覆)			外気温区(露地)	
	A	B	C	D	E(対照)
2014年	多量かん水1	少量かん水	多量かん水2	多量かん水	マルチ
	地表面かん水	地表面かん水 (多量の20%)	地表面かん水	地表面かん水	無かん水
2015年	多量かん水	通常量かん水	少量かん水	多量かん水	マルチ
	樹上散水	地表面かん水 (多量の50%)	地表面かん水 (多量の20%)	樹上散水	無かん水

表2 温度および水分条件と赤肉症の発生割合(2015年)

処理区・樹	指数1以上		指数2以上		指数3以上	
	発生割合(%)	有意性	発生割合(%)	有意性	発生割合(%)	有意性
高温・多かん水(散水)	92.5	**	62.5	**	30.0	**
高温・通常かん水	5.0	NS	2.5	NS	0	NS
高温・少かん水	17.5	NS	7.5	NS	5.0	NS
外気温・多かん水(散水)	35.0	*	10.0	NS	0	NS
外気温・マルチ(対照)	15.0		10.0		5.0	

\*\* : ロジスティック回帰により 1%で有意、\* : 5%で有意(対照との比較)

表3 温度および水分条件と水浸状果肉褐変症の発生割合(2015年)

処理区・樹	指数1以上	
	発生割合(%)	有意性
高温・多かん水(散水)	15.0	**
高温・少量かん水	0	NS
高温・通常量かん水	0	NS
外気温・多かん水(散水)	0	NS
外気温・マルチ(対照)	0	

\*\* : ロジスティック回帰により 1%で有意(対照との比較)

かん水の程度やマルチなどの処理に伴って樹体の水分不足が懸念される場所であるが、本試験ではマルチ樹は必ずしも水分ストレス状態ではなかった。また、土壌水分は土壌の深さやマルチの有無によって大きく異なり、したがって、かん水を行う必要性があるかどうかは樹体水分によって判断することが的確であるといえる。生産圃場における樹体水分の簡易な把握法については、「水分ストレス表示シート」の利用が有効であり、これまでこの表示シートの葉への貼り付け後、110秒以下で色変化(青から薄赤色)が認められる場合には、水分ストレス状態に至ってはいないものと判断できることを明らかにしている。水分ストレス表示シートの具体的な利用については、透湿性マルチシートの項で述べる。

ニホンナシなどにおいて、果肉障害の発生は根の活性の低下も一因であるとされ、地下部管理等の重要性が指摘されている。本試験で供試した樹体の根の活性(呼吸速度)を計測したが、樹体間で大きな違いはなく、地上部の高温や水分の影響により障害が引き起こされたと考えられる。根の活性に大きな問題がない場合でも、異常高温や豪雨が生じるような条件では障害発生が生じる可能性が高いといえる。

森永邦久 岡山大学

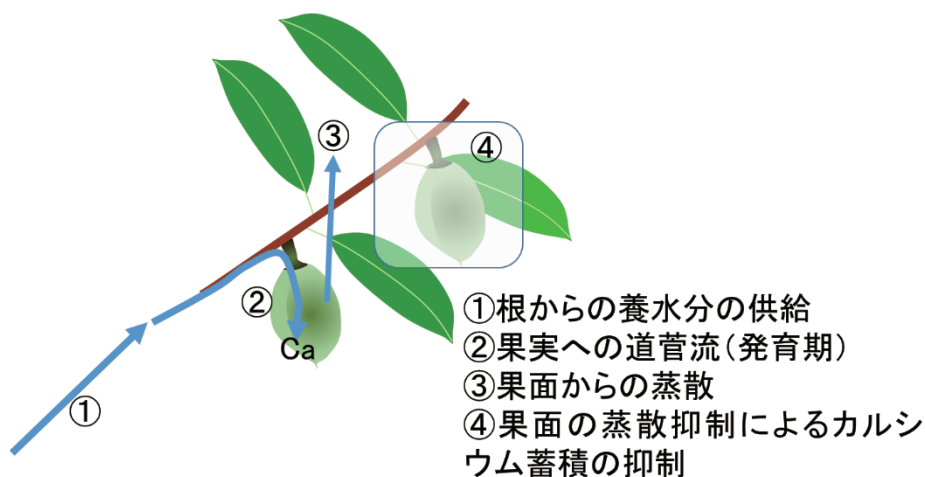


### 3. 樹体・果実中のカルシウム要因

モモの水浸状果肉褐変症は高糖度、大果で熟度が進んだ果実で発生が多いことが知られている。モモと類似の条件で発生するリンゴのみつ入り果ではカルシウム濃度がみつ入りに関係し、低カルシウム濃度で発生が増加することが報告されている。モモにおいて果実にカルシウムを蓄積させれば、品質を低下させずに水浸状果肉褐変症を軽減させる可能性があることから、カルシウムと水浸状果肉褐変症との関係に注目し、要因解析を行った。

カルシウムは主に導管経由で果実に蓄積し、成熟が進むと共に果肉のカルシウム濃度は低下する。導管流には果面からの蒸散が関係しており、果面からの蒸散が盛んであると導管経由の水の移動が促進され、果実にカルシウムが蓄積する。

そこで、‘あかつき’においてポリ袋を果実に被袋することにより果面からの蒸散を抑制し、果実へのカルシウムの取り込みが水浸状果肉褐変症に与える影響をみた。その結果、ポリ袋処理（満開後 3 または 4 週間目～収穫期まで処理）により果実へのカルシウムの取り込み量が減少し、水浸状果肉褐変症が 2～3 倍に増加した。このことから、果面からの蒸散抑制はカルシウムの蓄積を抑制し、水浸状果肉褐変症を増加させることが明らかとなった（図 5）。ただし、この時袋内の温度が上昇しており、温度が影響している可能性も残されたが、蒸散の影響はあると考えられた。



カルシウムは果面からの蒸散を原動力として果実に取り込まれる

図 5 カルシウムの果実への移動経路

次に、‘あかつき’でカルシウム（0.5%塩化カルシウム）を満開後 14 日から収穫期まで 6 回散布した結果、収穫果のカルシウム濃度が 32%増加し、指数 3 以上の水浸状果肉褐変症果の発生率が半減した（図 6）。しかし、糖度が 16.3 から 14.5 度に 1.8 度低下した。袋掛けまでの果実発育前半（果実発育第 1 期）のみにカルシウムを 6 回散布した場合、カルシウムの上昇効果

は認められなかった。糖度は低下しなかったが、明確な水浸状果肉褐変症抑制効果は認められなかった。‘川中島白桃’について袋掛け前までに一週間毎に 8 回散布した場合は糖度の低下を伴わずに水浸状果肉褐変症が減少する傾向にあった（和歌山県）。この時、葉縁に葉焼けが発生した。

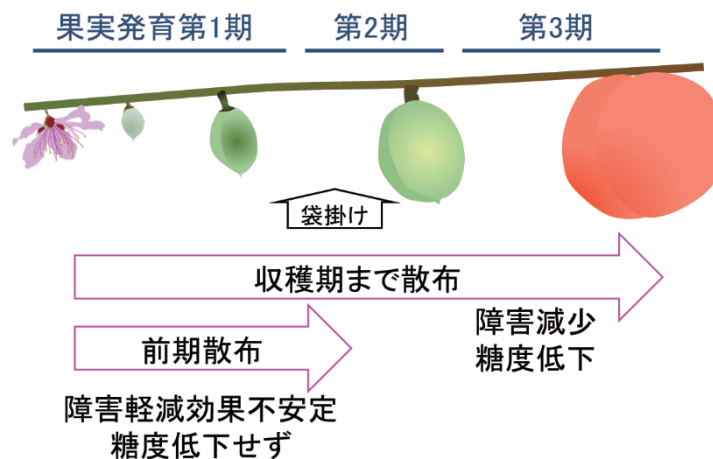


図6 カルシウム散布時期と水浸状果肉褐変症軽減効果

最後に‘あかつき’での強摘蕾（80～90%除去）および果面からの蒸散を促進させるための花かす除去処理（満開後 17 日、図 7、8）を行うと、果実発育第 1 期のカルシウム濃度を増加させ、水浸状果肉褐変症を減少させた。果実間の養分競合の解消や果面からの蒸散促進が初期のカルシウム蓄積に寄与した可能性がある。しかし、強摘蕾ではカルシウム濃度はその後低下し、収穫期には処理による差がなくなった。これらのことから果実発育初期の果実の生育が収穫期の水浸状果肉褐変症の発生に影響を及ぼしている可能性が考えられた。

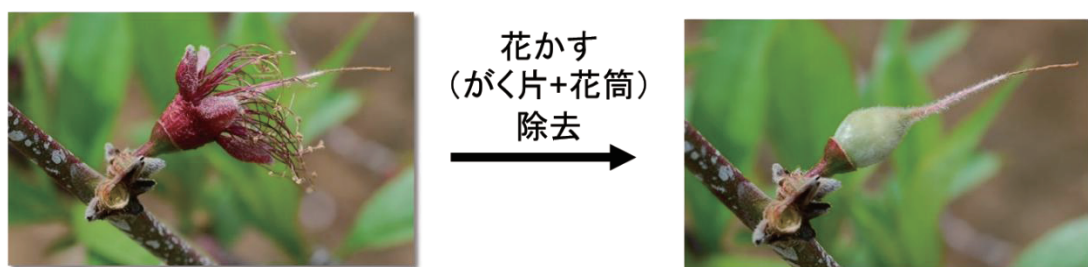


図7 果面からの蒸散促進処理（花かす除去処理）

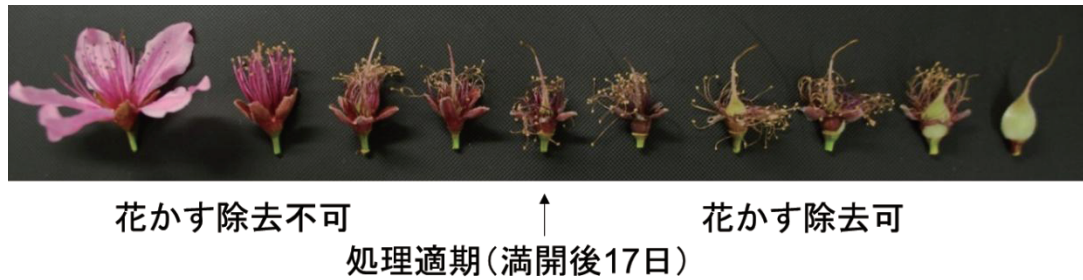


図 8 花かす除去処理の時期

この課題では、果実品質を低下させずに水浸状果肉褐変症を減らす手段を考案するため、カルシウムに注目して研究を行った。その結果、果面からの蒸散は果実へのカルシウムの蓄積に影響し、果面からの蒸散を抑制すると果実のカルシウム濃度が低下し、水浸状果肉褐変症が増加し、花かす除去により果面からの蒸散を促進させると、果実発育第 1 期に果実のカルシウム濃度が上昇し、水浸状果肉褐変症の発生を軽減させた。カルシウム散布については、袋掛け前までの散布では効果が不安定で多数回散布する必要のあることや、収穫直前まで散布すると糖度が低くなること、葉縁部の葉焼けなどの課題が残った。

‘あかつき’果実において硬度、糖度、果実重およびカルシウム濃度と水浸状果肉褐変症との関係を見た場合、水浸状果肉褐変症は果肉硬度 2.5kg 以上では糖度が高くても発生は非常に少なく、硬度が低下すると、糖度が高いほど発生率が高くなり、硬度 1.0kg 以下では糖度と水浸状果肉褐変症程度との間に高い相関を示した。硬度 1.0kg 以下の果実における、カルシウムおよび果実重と水浸状果肉褐変症との間にも有意な相関が認められたが、糖度に比べると低い相関であった。カルシウムは果実品質を低下させずに水浸状果肉褐変症を軽減させる可能性があるが、その影響は硬度や糖度よりも小さいと考えられる。

山根崇嘉 農研機構果樹研究所

## Ⅱ．果肉障害の発生軽減技術とその利用

### 1. 機能性果実袋

赤外線を効果的に遮断する機能を持つテイカ株式会社の酸化チタン「JR-1000」を慣行の果実袋に表面塗布した果実袋（図9）である。この機能性果実袋はこれまでにない高温抑制効果を持つことが特徴である。



図9 機能性果実袋の被袋状況

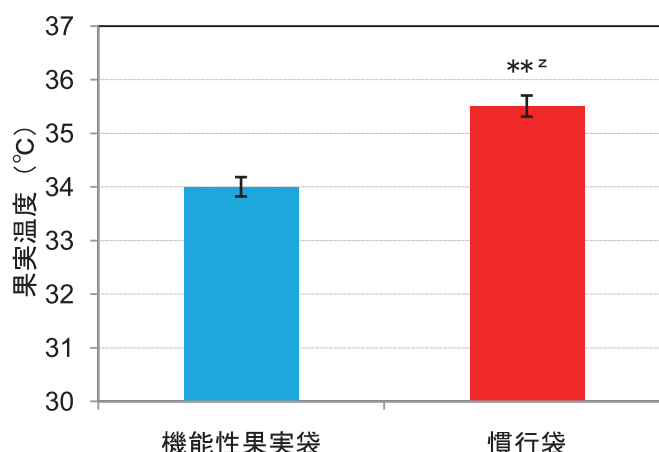


図10 機能性果実袋の被袋が‘清水白桃’の成熟直前の果実温度に及ぼす影響

\*\*は t 検定により 1%水準で有意差あり、  
バーは標準誤差 (n=17)

#### (1) 機能性果実袋の効果

機能性果実袋をかけると、夏季の異常高温時に果実の温度が異常に上昇することを抑制する効果が認められる（図10）。果実の温度が異常に高まることによって助長されると考えられる成熟の遅延や果肉障害の赤肉症あるいは水浸状果肉褐変症の発生を低減できる（図11）。なお、果実品質は機能性果実袋と慣行袋との間には差は認められない（表4）。

表4 機能性果実袋の被袋が‘清水白桃’の収穫期及び果実品質に及ぼす影響

区	平均収穫日 (月/日)	果実重 (g)	糖度 (° Brix)	果皮クロロ フィル値	果皮着色 <sup>z</sup> (0~4)	果肉硬度 (kgf)	果汁pH	渋み <sup>z</sup> (0~4)
機能性果実袋	7月25日	320	13.9	15.9	1.1	0.73	4.4	0.8
慣行袋	7月26日	325	14.0	14.3	1.1	0.74	4.4	0.8
有意性 <sup>y</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>z</sup>0: 無、1: 微、2: 少、3: 中、4: 多の基準で調査

<sup>y</sup>n.s.は有意差がないことを示す(t検定、核割れ率はアークサイン変換後検定)

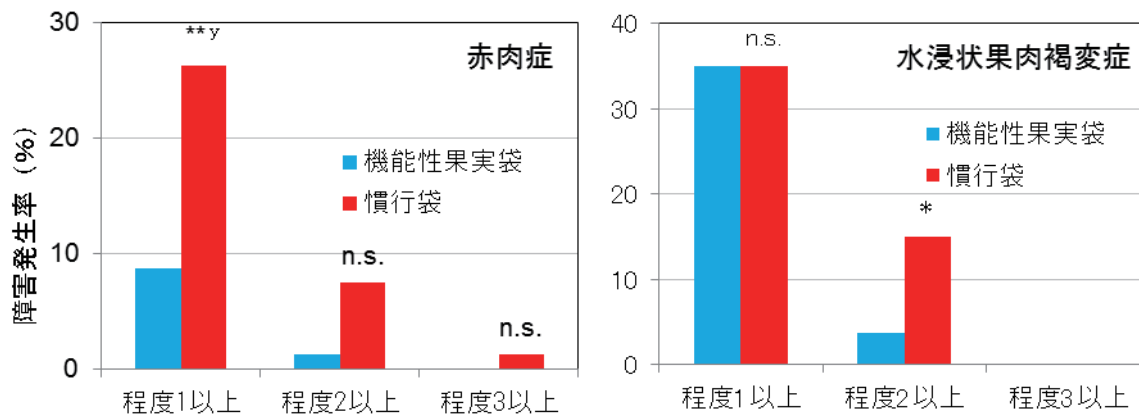


図 11 機能性果実袋の被袋が‘清水白桃’の果肉障害の発生に及ぼす影響  
<sup>z</sup> 障害程度は 0 : 無、1 : 微、2 : 少、3 : 中、4 : 多の 5 段階で調査  
<sup>y</sup> カラム上の\*\*は 1%、\*は 5%水準で有意差有り、n.s.は有意差なし  
 (ロジスティック回帰分析)

## (2) 機能性果実袋の利用方法

産地の方針や作業体系にもよるが、袋かけ前にあらかじめ袋上部を湿らせておくとかけやすい。湿らせる場合には袋かけの1週間前程度に行っておく。

袋かけ時には枝と果実の間に隙間が見えないようにし、葉を巻き込まないように注意する。閉じ口をしっかりと押さえて、袋についた針金、あるいはホッチキスを用いて固定する。針金入りの仕様の場合、2回以上、針金を巻き付けると、収穫時に枝から外れにくくなり、強い力で果実を握ることで傷みの原因となるため、止め金の折り返しは1回とする。

## (3) 機能性果実袋の利用における留意点

袋かけは5月下旬から始められる(岡山県)が、生理落果の多い品種では落果終息後の6月下旬とする。平成25年2月にテイカ株式会社と岡山県が共同して国際特許出願ならびに台湾特許出願を行い、国際特許出願については平成26年7月に日本、8月に中国、韓国で国内移行した。

なお、機能性果実袋は、安全確認を行った結果、誤って口に入っても大きな問題がない。

現在、西日本果実袋株式会社が市販に向けた準備を進めている。

藤井雄一郎 岡山県農業総合センター農業研究所  
 荒川徹 テイカ株式会社  
 寺村学 西日本果実袋株式会社

## 2. 透湿性マルチシート

透湿性マルチシート（透湿性マルチ）は超薄型プラスチックを原料としており、降雨を通さず、土壌中の水分は細かなシートの孔から大気中に拡散させる機能をもつことが特徴である。おおよそ満開40日後から収穫まで、このシートを用いて樹冠下を被覆し、梅雨や夏季の大量の降雨を遮断して、樹体の吸水を抑制することで、水分制御を行う（図12）。幹を中心に樹冠面積の約50%を覆うことが必要である。



図12 透湿性マルチの敷設状況

### （1）透湿性マルチの障害軽減効果

この技術を用いると水浸状果肉褐変症や赤肉症の発生を抑制する効果がある。特に機能性果実袋との組合せを行うと効果が高い（図13）。

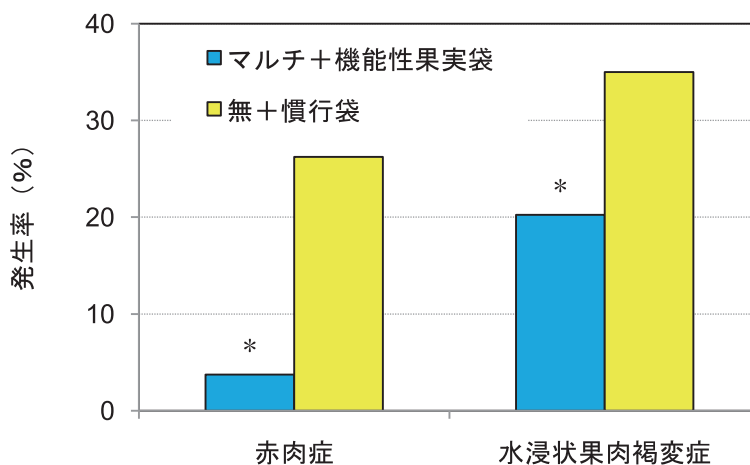


図13 マルチの敷設と機能性果実袋の被袋の組合せが  
‘清水白桃’の果肉障害発生に及ぼす影響  
\*は5%水準で有意差有り（ロジスティック回帰分析）

### （2）透湿性マルチシートの設置に必要な準備と効率的設置

幅2mの透湿性マルチを長さ4mに切ったものを1樹当たり2枚用意する。敷設時には2枚のマルチを互いに寄せて、5cmくらい重ねて張り合わせる。その後、一方に折り込んでホッチキスあるいは洗濯バサミのような資材で少なくとも5cm間隔で止める。止め終わったらペグかマルチ押さえ、あ

るいは土のう（5～6 kgの土砂を肥料袋などに詰めたもの）のような移動可能な重りで、マルチの四方を50～100 cm間隔で固定する。

マルチに用いる被覆資材はより柔らかい方が被覆しやすいが耐用性なども考慮して選択する。あらかじめ（休眠期など）に補修テープ等で半分だけ貼り合わせておき、敷設時の固定に土のうなどを用いる改良を行うと、設置及び除去作業時間の短縮が図られる（表5）とともに、摘果や収穫の際に一時的な折りたたみがしやすく、作業が安全に行える（図14）。

表5 敷設方法の改良がマルチ敷設、除去時間に及ぼす影響（岡山農研）

区	敷設時間 <sup>2</sup> /樹	除去時間 <sup>2</sup> /樹
改良	3分34秒(42) <sup>1)</sup>	1分5秒(33)
慣行	8分30秒(100)	3分15秒(100)

<sup>2</sup>作業者は2名、2m幅の原反を長さ4mに切る作業、土のうの作成にかかる時間は除く

<sup>1)</sup>( )内の数字は慣行を100とした時の比数



図14 マルチを一時折りたたんで作業が可能（土のうによる固定）

### （3）透湿性マルチシートの利用上の留意点

敷設中、降雨がきわめて少ない場合には、マルチの外周部に適宜かん水を行い、pF1.5～2.2の範囲で管理する。乾燥が長く続いた場合には、過剰に

水分ストレスがかかる場合も想定される。より簡易に樹体の水分条件を把握するため、水分ストレス表示シートが利用可能である。

透湿性防水機能を持つシートは、いくつかの製品があり、マルチシートの両面が白いもの、あるいは一方の面が白色で反面が黒色のものもある。これらの資材は反射率がかなり異なり、果皮の着色にも影響する場合があるので、果皮の着色を促進する場合、あるいは抑制する場合など必要に応じて適宜選択する。片面が黒面を表にしても防水効果の低下、あるいは地温の大幅な上昇は認められていない。

植え付け時にやや盛り土された樹に適する。排水性が劣る園地や地下水位が高い園地にはマルチシート敷設の効果は期待できず適さない。

#### (4) 水分ストレス表示シートの利用

水分ストレス表示シート（図 15）は、蒸散量の多い午前 10 時～12 時くらいの間で日当たりのよい部位の中果枝の基部から数えて 10 枚目前後の葉裏に貼り付け、表示シートの青色部分の変色時間（秒）を測定する。変色時間が約 110 秒以下であると過剰な水ストレスがかかっていないと判断される。1 回の計測に際して 1 樹当たり 3 枚程度を用いるとよい。

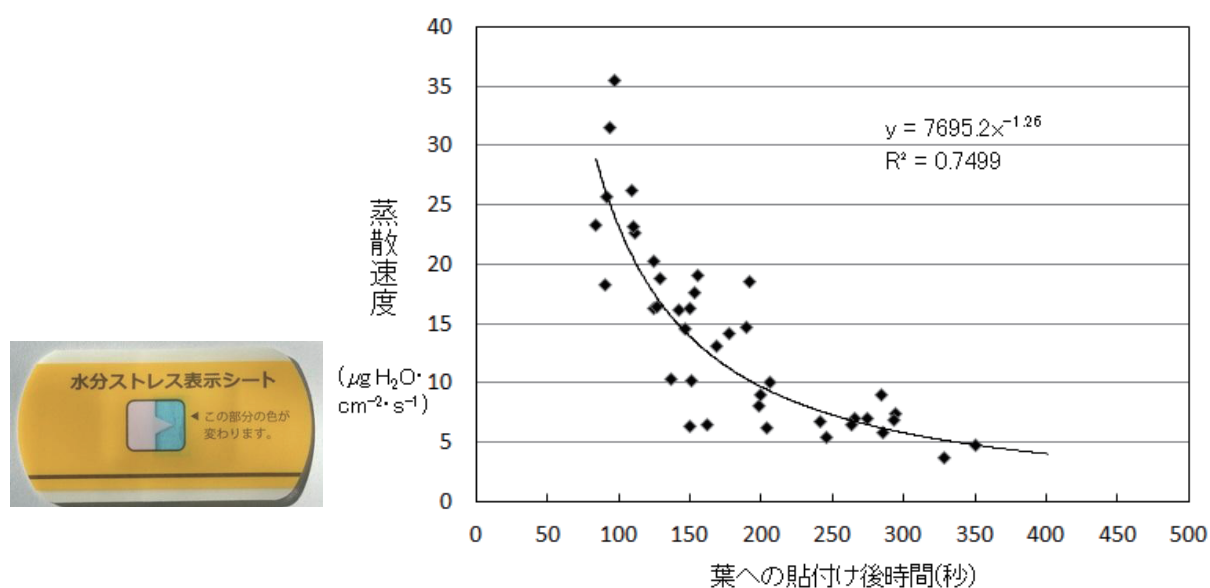


図 15 水分ストレス表示シート(左)ならびにモモにおける蒸散速度と葉への貼付け後の色変化時間の関係(右)



### 3. エテホン散布

エテホンは、植物体内に吸収され、成熟に関わる植物ホルモンであるエチレンを発生する薬剤。商品名は「エスレル 10」である。収穫開始予定の 33 日前から 23 日前の間にエテホン溶液を果実に直接かかるように立木全面散布を行うことで、成熟前進効果が得られる（図 16、表 6）。果肉障害の軽減にはばらつきがあり、地域や気候、品種などの違いで異なると考えられる。

現在、モモへのエテホンの登録は‘白鳳’の熟期促進のみで、処理時期は満開後 70～80 日間に限られている。今後、本研究での結果などに基づき他品種でも収穫開始予定の 23～33 日前の間で使用が可能になる見込みである。ただし、現行の農薬登録の関係上、散布後 20 日間は収穫できないため注意が必要である。

現在、登録品種の拡大に向けた試験などの取り組みを進めている。

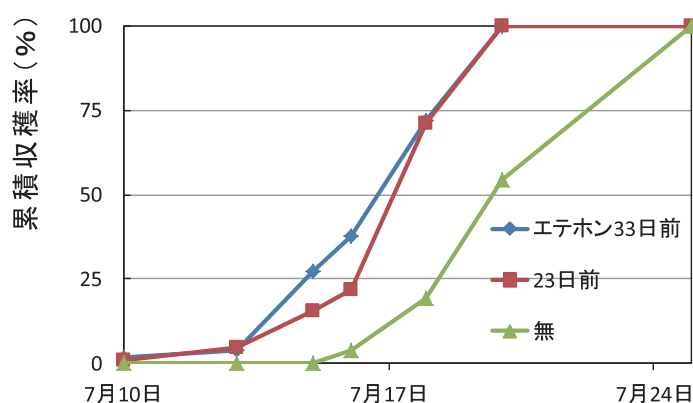


図 16\* ‘清水白桃’へのエテホン処理が収穫日に及ぼす影響

(岡山大学 2015)

\*平成 27 年度落葉果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績収録  
(公益財団法人日本植物調節剤研究協会)より抜粋

表 6\* 収穫開始予定の 23～33 日前のエテホン処理が収穫日に及ぼす影響

(岡山大学、農研機構、岡山県、和歌山県)

品種	平均収穫日の 促進効果	試験調査地	調査年
あかつき	約6日	茨城県(つくば市)	2014
あかつき	約3日	茨城県(つくば市)	2015
川中島白桃	約6日	茨城県(つくば市)	2014
川中島白桃	約2日	茨城県(つくば市)	2015
川中島白桃	約1日	和歌山県(紀の川市)	2014
川中島白桃	約1日	和歌山県(紀の川市)	2015
清水白桃	約4日	岡山県(岡山市)	2014
清水白桃	約3日	岡山県(岡山市)	2015
清水白桃	約1日	岡山県(赤磐市)	2014
清水白桃	約1日	岡山県(赤磐市)	2015

\*平成 27 年度落葉果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績収録  
(公益財団法人日本植物調節剤研究協会)より抜粋

#### 4. 摘花・摘果法

##### (1) 基部優先着果

満開時に咲いている花を摘花処理すると、果肉障害（特に赤肉症）が軽減される（表7）。結果枝の中では基部の花が先端と比較して開花が遅い傾向がみられる。そこで、花粉のある‘清水白桃’などの品種では花束状短果枝あるいは下垂させる目的がある結果枝を除き、摘蕾は先端付近を中心に行い、摘果時には結果枝の基部を中心に着果させるように摘果を行う。花粉のない‘川中島白桃’などの品種でも結果枝の先端ではなく、基部を中心に着果させる摘果を行う。この技術によって開花から成熟までの期間がやや短縮され、赤肉症や水浸状果肉褐変症の発生を抑制する効果がある（図17、18）。

ただし、徒長的な強い枝（太い枝）では果実に枝が食い込み、傷果や奇形果などが生じるため、基部優先の着果は避けるようにする。

表7 モモ‘紅清水’と‘清水白桃’における果肉障害の発生に及ぼす摘花処理の影響（岡山大学 2013）

品種	処理区	赤肉症発生率(%)				水浸状果肉褐変症発生率(%)			
		全体	程度1	程度2	程度3	全体	程度1	程度2	程度3
紅清水	対照	54.5	23.3	22.9	8.3	31.3	14.7	15.9	0.7
	摘花 <sup>z</sup>	40.1	9.9	27.1	3.1	27.4	16.0	7.9	3.5
清水白桃	対照	82.0	31.8	45.9	4.3	6.6	4.7	1.9	0
	摘花	66.5	39.0	24.4	3.1	13.3	10.7	2.6	0

<sup>z</sup>: 満開時に咲いていた花を取り除いた

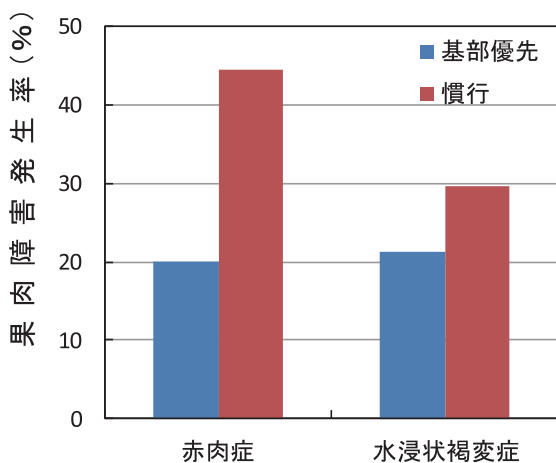


図17 ‘清水白桃’への基部優先着果が果肉障害発生に及ぼす影響（岡山県 2014）

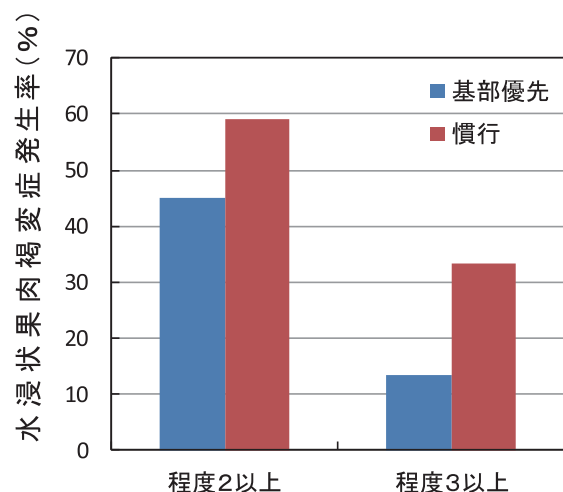


図18 ‘川中島白桃’への基部優先着果が水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響（和歌山県 2015）

## (2) 早期着果制限

花粉のある‘あかつき’などの品種では、早期着果制限を行うことにより初期のカルシウム含量の上昇や、生育促進が起こり、水浸状果肉褐変症の発生を軽減することが可能である(表8)。一方で、赤肉症軽減効果は確認できていない。早期着果制限の時期は休眠期の摘蕾から開花終了後の摘果の期間で効果が認められる。ただし、花粉の無い‘川中島白桃’などの品種では水浸状果肉褐変症の軽減効果には年によるばらつきがみられる場合もある。また、受粉不良の場合、早期着果制限を行うと着果量が少なくなりすぎることもあるため、注意が必要である(表8)。

表8 早期着果制限が水浸状果肉褐変症の発生に及ぼす影響  
(農研機構、和歌山県)

品種	水浸状果肉 褐変症	花粉	調査地	調査年
あかつき	軽減	有	茨城県(つくば市)	2013
あかつき	軽減	有	茨城県(つくば市)	2015
なつっこ	軽減傾向	有	和歌山県(紀の川市)	2014
川中島白桃	軽減	無	和歌山県(紀の川市)	2013
川中島白桃	効果無し	無	和歌山県(紀の川市)	2014
川中島白桃	効果無し	無	和歌山県(紀の川市)	2015

## 5. カルシウム剤の利用

有袋栽培を行う場合は、果実に直接カルシウム剤がかかるように落弁後から、袋かけまでの間に高回数（5～8回）の散布を行うと水浸状果肉褐変症が特に重症果で軽減される場合があるが（図19左）、障害軽減がみられない場合（図19右）もあるなど効果は安定していないと考えられる。カルシウム剤は潮解性が高い塩化カルシウムを多く含む「カルクロン」などを200倍に希釈して単用で使用できるが、年によってはカルシウム剤散布により軽度の葉焼けが発生する場合（図20）があるなど、利用には注意を要する。

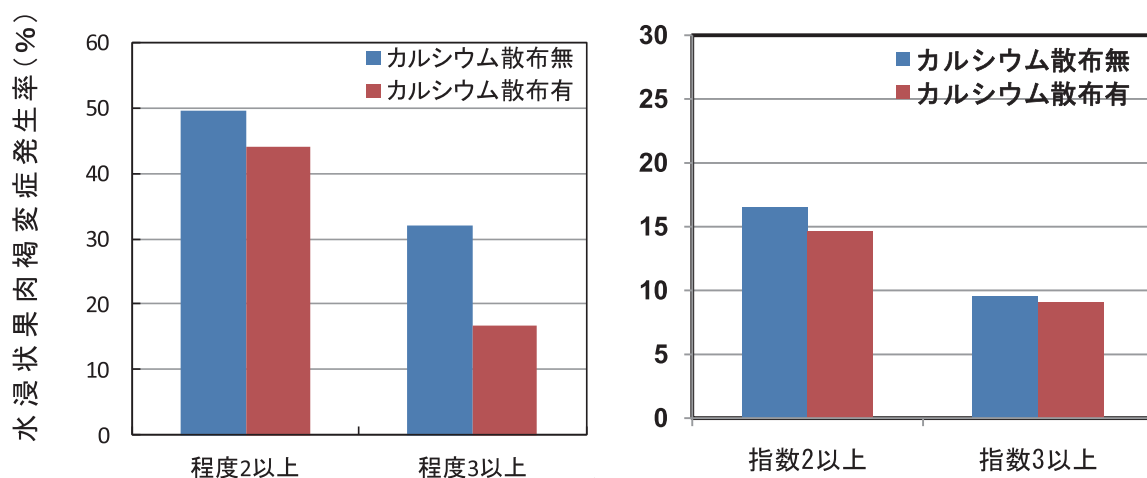


図19 カルシウム剤8回散布(左・2015年)および5回混用散布(右・2014年)が‘川中島白桃’の水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響(和歌山県)

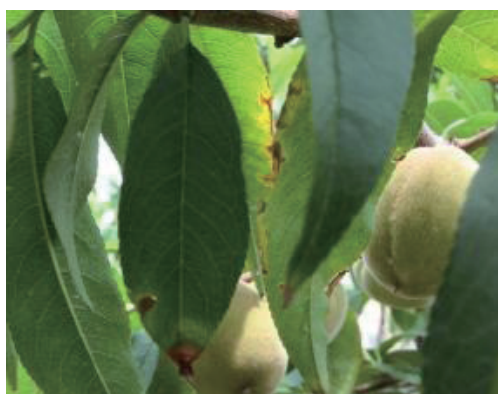


図20 カルシウム剤散布により発生した‘川中島白桃’の葉焼け  
(和歌山県 2015)

## 6. 技術の総合的利用と実証および技術普及の問題点と対応

### (1) 岡山県における実証と普及

障害の軽減に効果がみられた摘蕾・摘果方法（結果枝の先端を摘果し、基部の果実を優先して着果させる基部優先着果法）、透湿性マルチシートの敷設、エテホン立木全面散布および機能性果実袋の被袋を、総合的に組み合わせ（総合実証区、表9）、慣行管理と比較し、障害抑制効果を明らかにした。

総合実証区は、結果枝の上部の果実を摘果して基部に花蕾、果実を残し（基部優先着果、図21）、マルチを満開38日後に敷設、エテホン処理は濃度25ppmで収穫予定30日前処理として立木全面散布とした（図22）。修正摘果後、チタン塗装特性を改善したほぼ製品に近い仕様の機能性果実袋を被袋した（図23～25）。

平均収穫日は総合実証区の方が明らかに早く、慣行区より2.7日早まった。果実品質には、果実重、果肉硬度、核割れの発生には差が認められなかったが、果実糖度は明らかに総合実証区で高かった（表10）。

果肉障害のうち赤肉症の発生は、総合実証区の方がいずれの程度区分でも明らかに少なく、慣行区の半数以下となった。水浸状果肉褐変症は全体に発生が少なく抑制効果は判然としなかったが、総合実証区では程度2以上の発生は認められなかった（表11、図26）。

表9 総合実証試験の処理区の概要

区	摘蕾・摘果	マルチ敷設	エテホン散布	果実袋
総合実証	基部を優先的に残す	満開40日後に敷設	収穫30日前(6/24)・25ppm・立木全面	機能性果実袋(小ドット)を全果被袋
慣行	慣行	無	無	慣行M4を全果被袋



図21 基部優先着果の状況



図 22 エテホン散布とマルチ敷設

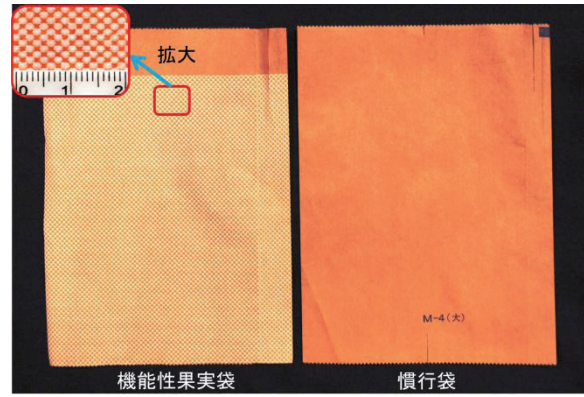


図 23 供試果実袋(左)と慣行袋(右)



図 24 総合実証区の被袋後の様子



図 25 総合実証区の着果状況

表 10 総合実証処理が‘清水白桃’の果実品質に及ぼす影響

区	平均収穫日慣行との差 (月/日)	慣行との差 (日)	果実重 (g)	糖度 (° Brix)	果皮クロ ロフィル	果皮着色 (0~4)	果肉硬度 (kgf)	pH	渋み (0~4)	核割れ (%)
総合実証	7月22日	-2.7	354	13.8	21.6	1.4	1.18	4.4	0.8	50.7
慣行	7月24日		359	13.2	18.5	1.2	1.15	4.5	0.6	54.6
有意性 <sup>z</sup>	**		n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	*	n.s.

<sup>z</sup>\*\*は1%、\*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差がないことを示す(*t*検定)。核割れ率はアークサイン変換後*t*検定

表 11 総合実証処理が‘清水白桃’の果肉障害発生に及ぼす影響

区	赤肉症				水浸状果肉褐変症				果梗離脱果発生率 (%)
	程度 (0~4)	程度1以上 (%)	程度2以上 (%)	程度3以上 (%)	程度 (0~4)	程度1以上 (%)	程度2以上 (%)	程度3以上 (%)	
総合実証	0.14	9.3	3.2	1.1	0.03	2.5	0	0	11.1
慣行	0.66	36.6	19.7	8.2	0.04	3.6	0.7	0	28.2
有意性	**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*

<sup>z</sup>\*\*は1%、\*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差がないことを示す(ロジステック回帰)。果梗離脱果率はアークサイン変換後*t*検定

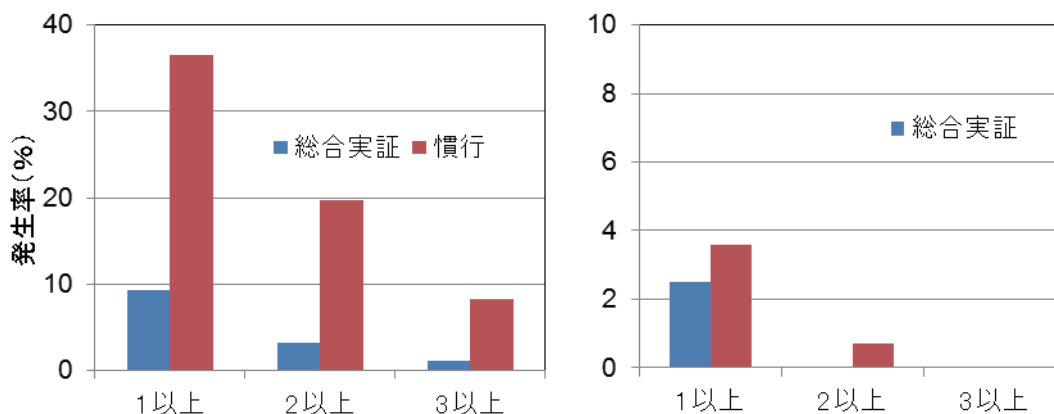


図 26 総合実証処理が‘清水白桃’の赤肉症(左)および水浸状果肉褐変症(右)の発生に及ぼす影響

## (2) 岡山県における技術普及の問題点と対応

果肉障害対策に組み合わされた技術の中でも、マルチの敷設はすでに生理的落果対策として岡山県では普及技術となっている。しかし、実施例は多くないのが現状である、そこで、マルチの敷設の普及を滞らせている要因について、岡山県内の生産者にアンケートを実施した。

マルチの敷設経験者の中では、糖度上昇に対しては効果が不明という回答が多かった。しかし、天候による影響が大きいことから、「効果が安定していない」という印象になり、実施しない場合が多くなっていると思われた。その一方、生理的落果防止については、半数で効果があると実感していることから、マルチ敷設のメリットとしてまずは生産安定について強調するべきであると考えられた(表 12)。

表 12 岡山県のもも農家に対するマルチ被覆の効果に関するアンケート結果

実感	不明	ある	合計
糖度上昇	9	6	15
落果防止	5	5	10
着色	2	3	5

岡山県農総セ普及連携部(2015年)

被覆に関する改善希望としては、設置、除去にかかる手間について改善されることを望む回答が大半を占めた(図 27)。労力と得られるメリットが釣り合わないと考えていることが伺われた。このため、現地(倉敷市玉島北)で、機能性果実袋の被袋とマルチ敷設の組合せ実証試験を行った結果、生理

的落果の抑制効果や果肉障害軽減効果（図 26）が認められたという結果を示すだけでなく、マルチの敷設や除去の効率化により、敷設技術の普及推進が図られる可能性が示された。

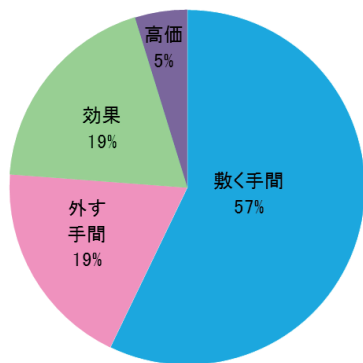


図 27 岡山県モモ農家のマルチ被覆技術に対する改善希望 1 位の内訳

岡山県農林水産総合センター農業研究所での敷設法改善への取り組みの結果、マルチシートへの貼り合わせや敷設時の固定、収穫後の除去、除去時の方法等で改良案が提示された。資材はより柔軟なものを用いて作業性を向上させること、敷設時に固定する方法をマルチ押さえやペグから、移動可能な土のうなどの重りに置き換えることで、設置および除去作業時間の短縮が図られる（表 13）ことが主な改善点であった。

表 13 敷設方法の改良がマルチ敷設、除去時間に及ぼす影響  
（岡山農研 2015 年）

区	敷設時間 <sup>z</sup> /樹	除去時間 <sup>z</sup> /樹
改良	3分34秒( 42) <sup>y</sup>	1分5秒( 33)
慣行	8分30秒(100)	3分15秒(100)

<sup>z</sup>作業者は2名、2m幅の原反を長さ4mに切る作業、土のうの作成にかかる時間は除く

<sup>y</sup>( )内の数字は慣行を100とした時の比数



図 28 マルチ被覆改良区の敷設状況



図 29 改良区の摘果作業時にマルチを一時折りたたんだ状況



マルチ敷設法の改良区の敷設時間は慣行の4割、除去時間は3割程度に短縮された(表13)。また、改良区ではペグやマルチ押さえを使用しないため、一時的な折りたたみ等が容易である。摘果や収穫時の作業性が優れるだけでなく(図28、29)、収穫後には株元に折りたたんでおき、完全な除去は農閑期に行うことも可能であるため、生産者の負担は慣行のマルチ敷設より大幅に軽減されると思われた。

以上のように、果肉障害の発生を抑制させるのに有効であると思われた処理を組み合わせると、赤肉症では明らかに障害の発生が抑制され、水浸状果肉褐変症でも抑制傾向が認められた。果実品質にも問題がないため、処理の組合せは有効であると考えられた。また、岡山県の現状では実施例が少ないマルチ敷設については、従来の目的である生理的落果の抑制だけでなく、果肉障害の抑制や敷設方法の改良について、具体的に生産者に提示すれば、実施例は増加するものと考えられた。

平成28年2月末現在、総合技術のうち、機能性果実袋は製品化されていないが、西日本果実袋株式会社が市販に向けた準備を進めている。

エテホン散布の効果については、‘白鳳’以外の品種における熟期促進試験を行い、登録品種の拡大に向けて取り組みを進めている。

藤井雄一郎 岡山県農業総合センター農業研究所  
山下裕 岡山県農業総合センター普及連携部

### (3) 和歌山県における実証と普及

#### 1) 水浸状果肉褐変症発生現地調査

平成25年度は紀の川市桃山町内における園地・樹齢条件別の水浸状果肉褐変症発生状況について果実調査・栽培管理に関するアンケート調査を実施し、水浸状果肉褐変症と園地条件・果実品質・樹齢・かん水方法との関係を明らかにした。

##### ①水浸状果肉褐変症と園地条件の関係

砂地畑、水田転換畑、山畑で障害の発生程度に有意差はなかった(図30)。

##### ②水浸状果肉褐変症と樹齢の関係

樹齢の若い樹ほど障害の発生が多い傾向であった(図31)。

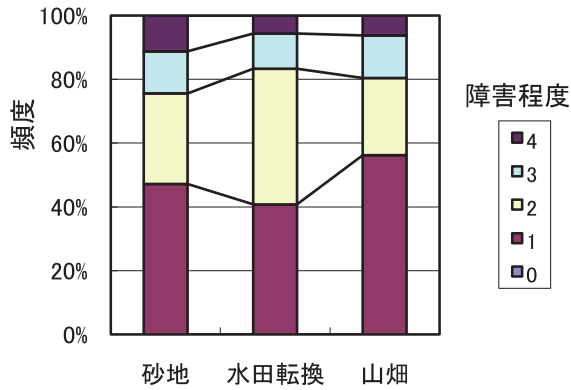


図30 園地条件別の水浸状果肉褐変症の発生状況

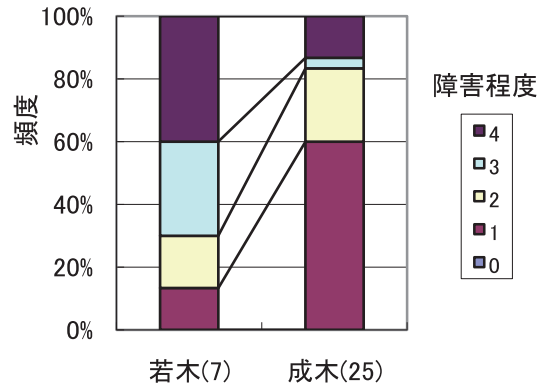


図31 樹齢別の水浸状果肉褐変症の発生状況

### ③水浸状果肉褐変症と果重、果実硬度、糖度の関係

大果で糖度の高い果実で障害の発生が多く、障害程度の進んだ果実ほど果実硬度の値は小さい傾向であった（図 32、33、34）。

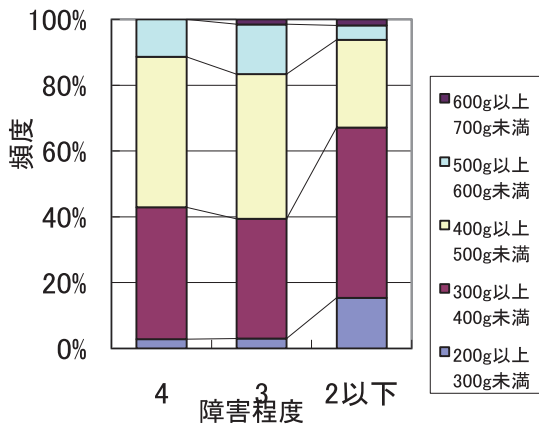


図32 水浸状果肉褐変症と果重の関係

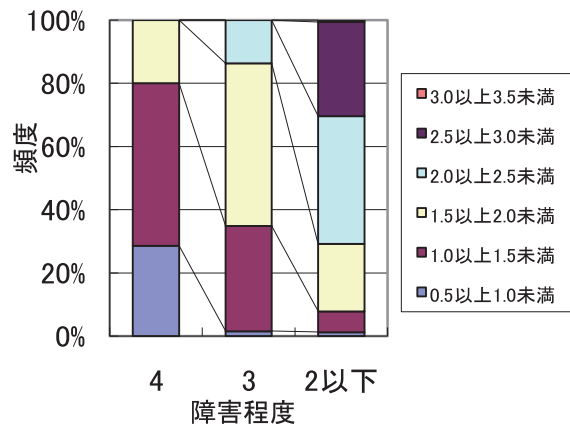


図33 水浸状果肉褐変症と硬度の関係

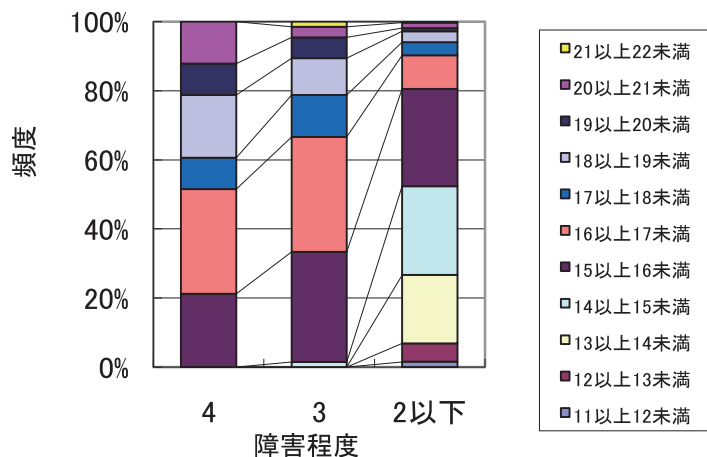


図34 水浸状果肉褐変症と糖度の関係

#### ④水浸状果肉褐変症とかん水方法との関係

成木（10年生超）では果実重が大きいほど果肉障害程度も高くなる傾向が見られたが、若木（10年生以下）では果実重との間に一定の傾向は見られず、湛水及びかん水無し園等で果肉障害程度が高かった。若木では湛水や過乾燥などの水分ストレスが本障害の発生に影響する可能性があると考えられた。

現地調査の結果、成木より若木（10年生未満）で水浸状果肉褐変症の発生が多いため、若木を中心にマルチの敷設などの対策技術を導入する。大果で糖度が高く、軟らかい果実で果肉障害程度が大きいことから、過度の大玉生産を狙わず適期収穫に努めることが必要である。また、商品果率の高い樹冠上部および外周部の果実に対する部分的な対策技術の処理も効率的と考えられる。

## 2) 水浸状果肉褐変症軽減技術の実証

### ①透湿性マルチシートの敷設

マルチ（タイベックソフト）敷設による水浸状果肉褐変症軽減効果の実証を行った。2014年は4月30日に、2015年は5月15日にマルチを敷設した。その結果、両園地において軽減効果が確認でき、現地への普及の可能性が示された（表14、15、図35）。また、2015年にマルチ敷設時期の検討のため、収穫開始15日前の7月9日にマルチを敷設したが、障害軽減効果の確認はできなかった（表16）。したがって、マルチの敷設は5月の敷設が適切と考えられた。

表14 マルチ敷設の有無による水浸状果肉褐変症の発生軽減効果(2014年)

区	n	果肉障害程度の割合(%)			平均果重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (Brix%)	pH	核割果率 (%)
		>2	>3	4					
マルチ敷設	86	9.3	1.2	0.0	346	2.7	14.0	4.6	2.3
裸地	89	38.2	15.8	7.9	360	2.5	14.2	4.7	11.3
有意性		0.000	0.008	0.008	*	n.s	n.s.	n.s.	*

(注)1区3樹の平均値、有意性はt検定で、\*は5%水準で有意差がある、n.s.は有意差がないことを示す。(核割果率はarcsin変換後検定)

ただし、果肉障害の程度についてはロジスティック回帰分析によるp値を記載した。

表15 マルチの5月敷設と水浸状果肉褐変症の発生(2015年)

区	n	果肉障害程度の割合(%)			平均果重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (Brix%)	pH	核割果率 (%)
		>2	>3	4					
マルチ敷設(5/15)	149	55.0%	48.9%	25.1%	390.0	2.3	14.5	4.7	8.0%
裸地	152	79.5%	65.4%	45.2%	359.2	1.9	14.6	4.8	15.1%
有意性		0.000	0.025	0.001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

(注)1区3樹の平均値、有意性はt検定で、\*は5%水準で有意性がある、n.s.は有意性がないことを示す(核割果率はarcsin変換後検定)。

ただし、果肉障害程度についてはロジスティック回帰分析によるp値を記載した。

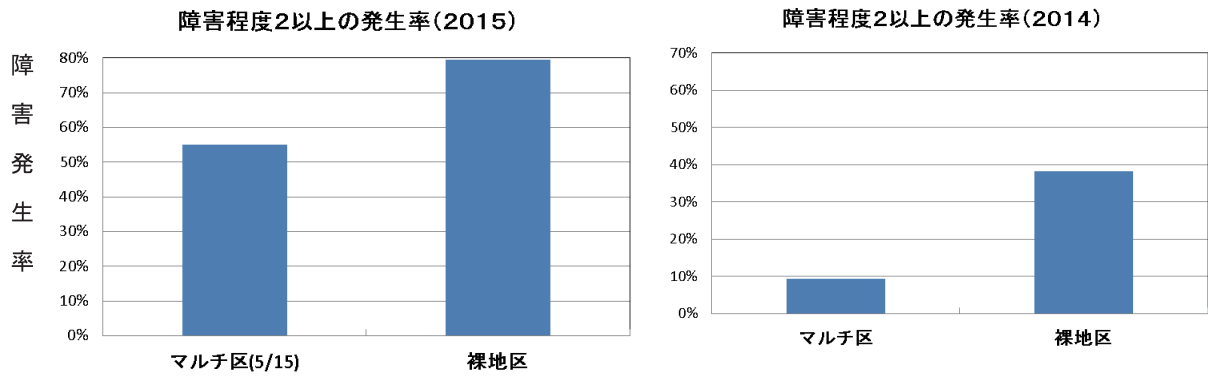


図 35 マルチ敷設による果肉障害発生軽減効果

表 16 マルチの 7 月敷設と水浸状果肉褐変症の発生 (2015 年)

区	n	果肉障害程度の割合 (%)			平均果重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (Brix%)	pH	核割れ (%)
		>2	>3	4					
マルチ敷設(7/9)	86	61.3%	45.3%	30.1%	398.2	2.5	13.1	4.7	1.1%
裸地	73	61.7%	35.7%	14.9%	388.5	2.4	13.7	4.6	2.5%
有意性		0.708	0.135	0.013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

(注)1区3樹の平均値(裸地については、和歌山県果樹試験場かき・もも研究所調べ)、有意性はt検定で、\*は5%水準で有意性がある、n.s.は有意性がないことを示す(核割れ率はarcsin変換後検定)。  
 ただし、果肉障害程度の割合についてはロジスティック回帰分析によるp値を記載した。



図 36 マルチ敷設区の果実(2015年)



図 37 裸地区の果実(2015年)

マルチの敷設はかん水設備の整備された圃場での設置が望ましく、地下水位の高い圃場など水分制御が困難な圃場では効果が出ない可能性がある。また、濃赤色に着色する場合があるので透湿性マルチシート資材の種類を適宜選択する(図 36、37)。

宮向克則 和歌山県那賀振興局

## Ⅲ．障害果実の非破壊判別法

果肉障害の発生は外観から判断がつかないことが多いため、非破壊評価によって障害果実を選別する必要がある。そこで、内部の肉質変化を非破壊評価できる音響振動装置を利用する方法を開発した。

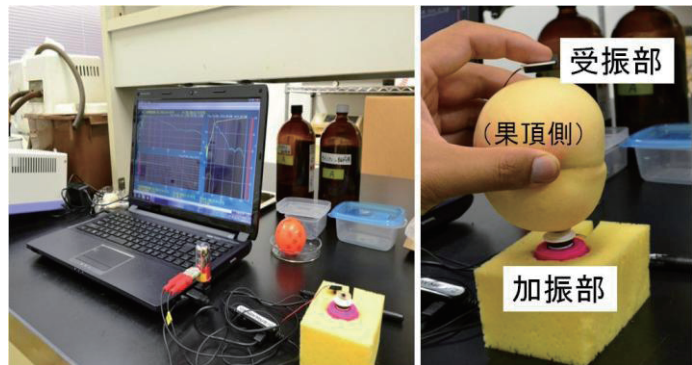


図 38 音響振動装置（左：PC とセンサー）と果実計測（右）

### 1. 非破壊判別装置と方法

音響振動装置（聴振器，（有）生物振動研究所、図 38）は、果肉の硬さと共鳴周波数との間に密接な関係があることから、非破壊で硬度を測定することを目的とした機器であるが、果実内部に異常があると、共鳴する周波数に変化が生じることが知られている。

これを利用して、果肉障害の発生が確認できる食べごろの果実を用いて、共鳴周波数と果肉障害の発生程度との関係を検討した。振動伝達を妨げるスポンジの上に設置した加振部に果実を接触させ、受振部を軽く当てて、果実に 0～2000Hz の周波数で振動を与え、強い振幅を伴う共鳴周波数は果実の硬さおよび内部の状態に応じて、第 2 共鳴周波数が変化することによって障害果実の判別を行った（図 39）。

共鳴周波数は、モモ以外の他の果実内部の硬さを表すことが明らかにされており、モモでも果実軟化と共鳴周波数との間には一定の傾向が存在することが明らかとなった。一方、果肉障害果は、可食できる軟らかさに達すると、果肉が粉質化したり、水浸部位を形成したりすることから、正常果と異なる共鳴周波数の変化を示す可能性があると推測された。

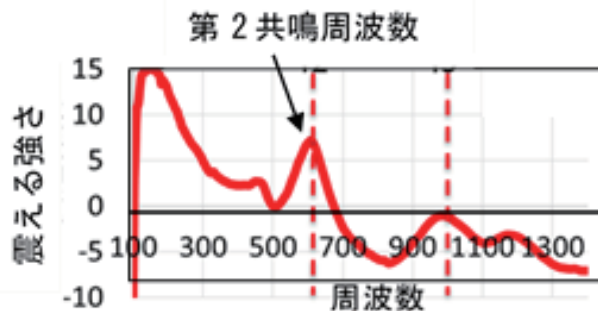


図 39 共鳴する音（周波数）

## 2. 果肉障害の判別法

食べごろの果実では、多くの品種で、赤肉症、水浸状果肉褐変症とも、障害程度が2以上に達すると大きく第2共鳴周波数が低下することが示された(図40)。したがって、第2共鳴周波数の閾値を品種ごとに500-600Hzに設定することで80%以上の果肉障害果を取り除けることが明らかとなった。

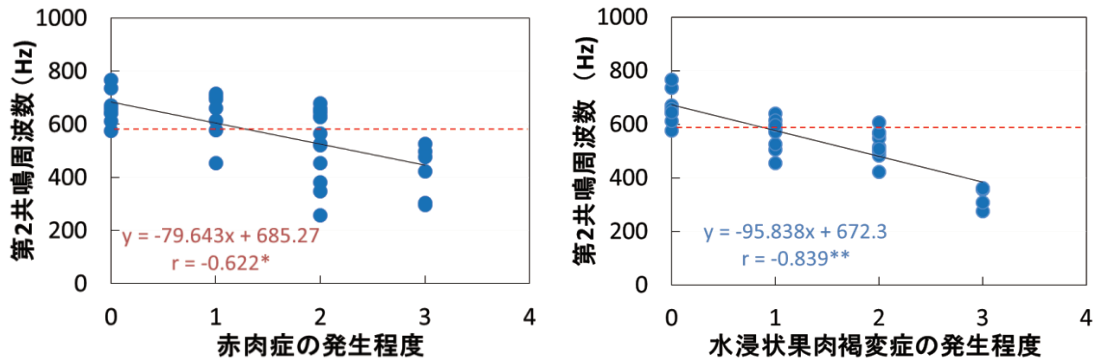


図40 モモ‘紅清水’の果肉障害程度と第2共鳴周波数との関係

一方、商業的収穫時期は、可食適期の約3日前の熟度であることから、硬度や障害の発生程度が異なることが考えられる。

水浸状果肉褐変症となった果実は、収穫直後でも軽微な水浸状態によって肉質に変化が生じていると推察され、共鳴周波数が低下し、正常果と区別が可能であった。図41の‘川中島白桃’では、550Hzを第2共鳴周波数の閾値に設定すると重症果を除去することが可能であった。

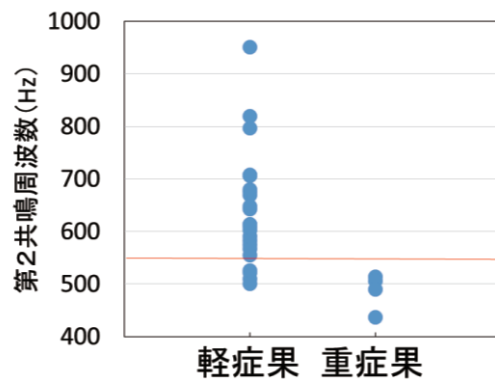
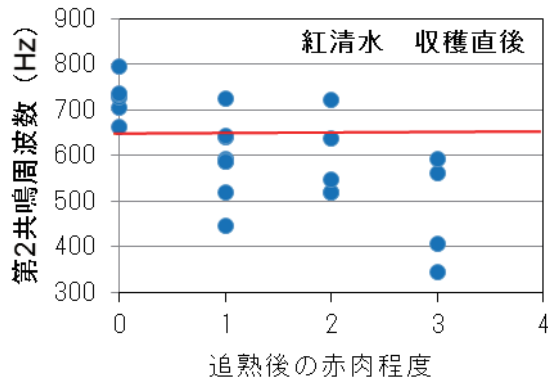


図41 モモ‘川中島白桃’の水浸状果肉褐変症程度と第2共鳴周波数との関係

550Hzを閾値とできる。

しかし、赤肉果は、商業的収穫熟度では、肉質や果肉硬度に変化が生じておらず、正常果の共鳴周波数の範囲と大差ない品種が多いが、収穫直後に程度の強い果実を取り除く閾値を設定することが可能な品種も認められた(図42)。

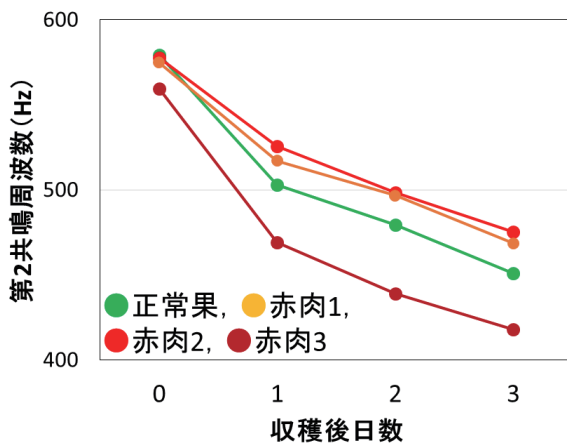


除去率 <sup>2</sup> (%)	
正常	0.0
赤肉1	88.9
赤肉2	80.0
赤肉3	100.0

<sup>2</sup> 閾値を 650Hz とした

図 42 収穫適期の‘紅清水’果実における赤肉程度と第 2 共鳴周波数との関係および除去率

しかし、図 43 のように、赤肉果において収穫直後から 1 日後にかけて果肉硬度の変化が小さい品種では、第 2 共鳴周波数の変化も小さいことを利用し、収穫直後から 1 日後にかけての第 2 共鳴周波数の減少率に閾値を設けることで、より多くの赤肉果を除去できることが示された。



収穫直後から 1 日後の第 2 共鳴周波数減少率 90% 以上の場合の障害果除去率

程度	減少率(%)	除去率(%)
0	85.2 ± 2.5	7.7
1	91.0 ± 2.9	58.3
2	91.0 ± 3.9	57.1
3	84.3 ± 7.6	25.0

平均値 ± SD

図 43 ‘清水白桃’の赤肉程度別にみた第 2 共鳴周波数の変化（左）と第 2 共鳴周波数の減少率の閾値を 90% とした場合の除去率（右）

以上のように、果肉障害果の検出精度を高めるために、収穫時期の硬度のばらつきが小さくなるように収穫を最適化していく必要があるが、音響振動法を用いて、果肉障害の簡易検出が可能であることが示された。農家レベルや小規模選果場レベルで選果時に、本検出技術を活用することで障害果実の市場流通を減らせると考えられる。

福田文夫 岡山大学

## 参考資料

### 技術導入費用の試算

#### 1) 透湿性マルチシート

「白黒マルチ名人」：約 20,000 万円/本 (2m×100m 巻)

10 本植え/10a の場合、2m×4m が 20 枚必要で 16,000 円/10a

「タイベック (ソフトタイプ)」：約 28,000 円/本 (2m×100m)

#### 2) エテホン

薬剤：

「エスレル 10」(石原バイオサイエンス、日産化学工業)

約 3,000 円/1 本 (100ml)

4,000 倍希釈液を約 200 L/10a 散布すると、薬剤費は約 1,500 円/10a

労賃：散布所要時間 約 2 時間/10a (動力噴霧器使用)

1,250 円/1 時間で計算すると約 2,500 円/10a

#### 3) 音響振動法による非破壊検出

測定機器 (聴振器, (有)生物振動研究所)

本体 900,000 円、測定台 50,000 円、<http://www.ava.co.jp/>



## 発表（参考）文献

- 1) 池田征弥：高反射率資材の新展開．シーエムシー出版． 66-82, 2010.
- 2) 山根崇嘉ら：モモ 44 品種・系統における果肉障害（みつ症）発生程度の差異と環境変動、園芸学研究 9（別冊 1） p75, 2010.
- 3) 福田文夫ら：モモ‘白鳳’の収穫前落果と果梗離脱果の特徴および果梗部の形態的異常，園芸学研究 10(別冊 2)， 100, 2011.
- 4) 藤井雄一郎ら：モモ‘清水白桃’の収穫期と果肉障害発生に及ぼす成熟期における異常高温時のエテホン処理の影響，園芸学研究 10(別冊 2)：385, 2011.
- 5) 岡山大学・岡山県農林水産総合センター農業研究所，産学官連携事業報告書，2011.
- 6) 大浦明子ら：果実発育第 3 期の高温がモモ‘清水白桃’の収穫期の遅延および果肉障害の発生に及ぼす影響，園芸学研究 10（別冊 2）：387, 2011.
- 7) 池田征弥：赤外線反射酸化チタン TITANIX JR-1000 の機能特性について．塗装技術． 73-76, 2012.
- 8) 福田文夫ら：モモ‘清水白桃’果実の収穫時期に及ぼす果実袋内温度とエテホン処理時期の影響，園学中四国支部要旨． 51：21， 2012.
- 9) 福田文夫ら：モモ‘紅清水’における着果位置と開花時期，発育日数が果実重と糖度に及ぼす影響，園芸学研究． 11：497-503, 2012.
- 10) 福田文夫ら：共振法によるモモ‘白鳳’における“水浸状果肉褐変果の判別方法の検討，園芸学研究 12(別冊 1)， 2013.
- 11) 山根崇嘉ら：モモ果実へのポリ袋による蒸散抑制処理が果肉障害の発生およびカルシウムの蓄積に及ぼす影響、園芸学研究 12(別冊 1)， 2013.
- 12) Takayoshi Yamane: Foliar calcium applications for controlling fruit disorders and storage life in deciduous fruit trees, JARQ, 48: 29-33, 2014.
- 13) 有田慎ら：早期着果制限がモモ‘川中島白桃’の水浸状褐変症発生に及ぼす影響，園芸学研究 13（別冊 2）：365, 2014.
- 14) 森永邦久ら：モモのかん水制御下における水分の動態と非破壊簡易把握法ならびに果肉障害発生、園芸学研究 13(別冊 1) 2014.
- 15) 有田慎：モモの「水浸状果肉褐変症（通称：みつ症）」について，和歌山の果樹 2月号：7-9, 2014.
- 16) 森永邦久ら：“水分ストレス表示シート”を用いた果樹における樹体の水分状態の評価、園芸学研究． 投稿中． 2016.
- 17) 遠藤直人ら：異なる環境要因がモモの果肉障害に及ぼす影響．園芸学研究 15(別冊 1) 2016.
- 18) モモ果肉障害対策コンソーシアム「モモの果肉障害対策技術マニュアル」 2016.

(発表年順)

## 研究課題および担当者

研究項目	担当機関	研究担当者(担当期間)
研究総括	岡山大学大学院 環境生命科学研究科	◎ 森永邦久 (平成 25～27 年度)
1. 高温、多雨などの 環境要因ならびに樹 体・果実中の微量要 素動態と果肉障害の 発生との関連の解明	国立研究開発法人 農研機構果樹研究所	○ 草場新之助 (平成 25～27 年度)
(1) 高温や水分条件と果 肉障害の発生の関連の解 明	岡山大学大学院 環境生命科学研究科	△ 森永邦久(前出) 福田文夫 (平成 25～27 年度)
(2) カルシウム等の微量 要素の動態と果肉障害の 発生の関連の解明	国立研究開発法人 農研機構果樹研究所	△ 草場新之助(前出) 三谷宣仁 (平成 26～27 年度) 羽山裕子 (平成 25～27 年度) 山根崇嘉 (平成 25～27 年度)
2. 果肉障害の発生 軽減技術の開発	岡山県農総セ 農業研究所	○ 藤井雄一郎 (平成 25～27 年度)
(1) 赤外線遮断資材チタ ンの利用技術の開発と効 果の検証	テイカ株式会社	△ 池田征弥(平成 25～26 年 9 月) 荒川徹(平成 26 年 10 月～27 年度) △ 北小路明久 (平成 25～27 年度)
(2) 赤外線遮断資材を利用 した機能性果実袋の製 作	西日本果実袋株式会社	△ 寺村 学 (平成 25～27 年度) 江見登吉 (平成 26～27 年度)
(3) 機能性果実袋を利用 した効果的溫度制御技術 の開発	岡山県農総セ 農業研究所	△ 藤井雄一郎(前出) 荒木有朋 (平成 26～27 年度) 樋野友之 (平成 25～27 年度)
(4) 透湿性マルチを利用 した水分制御技術の開発	岡山県農総セ 農業研究所	△ 藤井雄一郎(前出) 荒木有朋(前出) 樋野友之(前出)

<p>(5) 熟期制御のためのエテホン処理、効果的摘果法及びカルシウム剤等の利用技術の開発</p>	<p>和歌山県果樹試験場 かき・もも研究所</p>	<p>△ 有田 慎 (平成 25～27 年度) 堀田宗幹 (平成 25～26 年度) 弘岡拓人 (平成 25 年度) 江川明日香 (平成 26～27 年度) 和中 学 (平成 27 年度)</p>
<p>3. 果肉障害発生果実の非破壊評価法の開発 (1) 振動法による障害果実の評価技術の開発</p>	<p>岡山大学大学院 環境生命科学研究科</p>	<p>○ 福田文夫 (前出)  福田文夫 (前出) 牛島幸一郎 (平成 25 年度) △ 中野龍平 (平成 26～27 年度)</p>
<p>4. 果肉障害軽減技術の実証及び普及 (1) 対策技術の検証と普及</p>	<p>岡山県農総セ 普及推進課</p>	<p>石川健二 (平成 25 年度) ○ 尾頃敦郎 (平成 25 年度) ○ 山下 裕 (平成 26～27 年度) 首藤浩一 (平成 27 年度) 宮向克則 (平成 25～27 年度) 土井雅人 (平成 25～27 年度) 武田知明 (平成 27 年度)</p>
<p>5. 対策技術マニュアルの策定</p>	<p>岡山大学大学院 環境生命科学研究科</p>	<p>○ 森永邦久 (前出) 福田文夫 (前出) 中野龍平 (前出)</p>
	<p>国立研究開発法人 農研機構果樹研究所</p>	<p>△ 草場新之助 (前出) 三谷宣仁 (前出) 羽山裕子 (前出) 山根崇嘉 (前出)</p>
	<p>岡山県農総セ 農業研究所</p>	<p>△ 藤井雄一郎 (前出) 荒木有朋 (前出) 樋野友之 (前出)</p>
	<p>和歌山県果樹試験場 かき・もも研究所</p>	<p>△ 有田 慎 (前出) 堀田宗幹 (前出) 弘岡拓人 (前出) 江川明日香 (前出)</p>
	<p>岡山県農総セ 普及推進課</p>	<p>石川健二 (前出) 尾頃敦郎 (前出) 山下 裕 (前出)</p>

	和歌山県那賀振興局 地域振興部農業振興課	首藤浩一（前出）  宮向克則（前出） 土井雅人（前出） 武田知明（前出）
--	-------------------------	--

研究総括者◎、中課題責任者○、小課題責任者△