

モモ果実の水浸状果肉褐変症に関する研究（第1報）

有田 慎・堀田宗幹¹・和中学

和歌山県果樹試験場かき・もも研究所

Study of Water-soaked Brown Fresh Disorder in Peach Fruit (1)

Shin Arita, Muneki Hotta¹ and Manabu Wanaka

Laboratory of Persimmon and Peach, Wakayama Prefecture Fruit Tree Experiment Station

緒言

近年、和歌山県では、モモ‘川中島白桃’等の品種で成熟果実の果肉が水浸状となり、重度になると褐変を生じる症状が多発している。本障害の発生等により、本県における2015年の‘川中島白桃’の出荷量は前年の約40%に低下しており、その被害は大きい。本障害はみつ症（山西, 1998）、水浸状果肉褐変症（高田ら, 2005）と呼称される障害と症状が一致することから、本報では水浸状果肉褐変症と記載する。

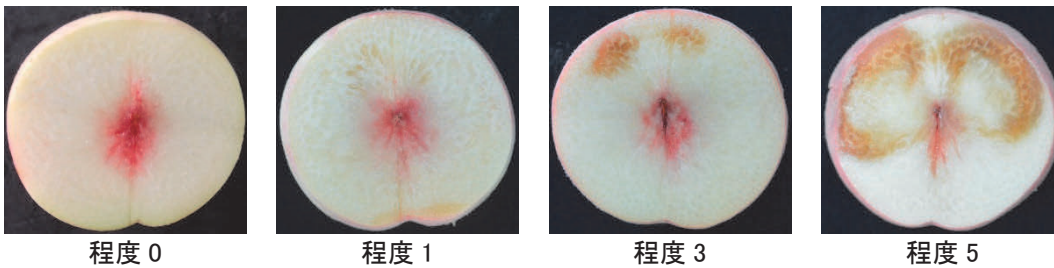
水浸状果肉褐変症の発生は、大玉で糖度の高い果実で多いこと、熟度の進んだ果実で多いことが報告されている（岩谷ら, 2009）。また、幼果期の高温による生育の前進および、成熟期の高温・乾燥により果汁糖度が高まる条件下で多発生することも報告されている（安川ら, 2006）。筆者らは、水浸状果肉褐変症発生軽減技術を開発するため、早期着果制限、基部着果、カルシウム剤の散布が本障害の発生に及ぼす影響について検討し、いくつかの知見を得たので報告する。なお、本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「西日本のモモ生産安定のための果肉障害対策技術の開発」（研究期間：2013~2015年）の一環として行った。

材料および方法

水浸状果肉褐変症の調査基準

モモ果実の水浸状果肉褐変症発生程度は、試験1, 3, 4では全果について、試験2では各区30果について適期収穫を行い、収穫日に、種子の果頂部側直上で果実を水平に切断し、観察により調査した。発生程度は、育成系統適応性検定試験・特性検定試験調査方法（（独）農業・食品総合研究機構果樹研究所, 2007）のモモ調査方法に準じて4段階に分類し、水浸症状がみられない果実を程度0、水浸症状のみがみられる果実を程度1、水浸症状に断面の30%以下の褐変症状を伴う果実を程度3、水浸症状に断面の30%を超える褐変症状を伴う果実を程度5とした（第1図）。また、程度0の果実を健全果、程度1以上の果実を障害果、程度3以上の果実を重症果とした。

¹現在：和歌山県伊都振興局農林水産振興部農業水産振興課



第1図 水浸状果肉褐変症程度

果実重及び果実品質調査

モモ果実は、試験1, 3, 4では全果について、試験2では各区30果について適期収穫を行い、収穫日に果実重、果肉硬度の測定を行った。果肉硬度は先端が円錐形のハンディ硬度計（三商製SF-5050）を用い、赤道部を縫合線を挟んで左右2箇所、果皮上から計測した。また、全試験において収穫盛期に各区10果について糖度の測定を行った。糖度は果実の赤道部を縫合線を挟んで左右2箇所約1cmの深さで採集し、糖度計（ATAGO製PR-101α）を用いて測定した。

葉の褐変症状

試験3, 4では、カルシウム剤の影響による葉の褐変症状（葉やけ）の発生を目視により調査した（第2図）。褐変がみられるものを葉やけ+、みられないものを葉やけ-とした。



第2図 カルシウム剤の影響による葉の褐変症状(2014)

試験1 早期着果制限が水浸状果肉褐変症の発生に及ぼす影響

紀の川市現地圃場において2013年に7年生の‘川中島白桃’6樹、2014年に8年生の‘川中島白桃’3樹および8年生の‘なつっこ’3樹、2015年に9年生の‘川中島白桃’3樹を用いて試験を行った。試験区の構成は第1表に記載した。1区1主枝または亜主枝とし、2013年は各区6反復、2014年は両品種ともに各区3反復、2015年は各区3反復設置した。‘川中島白桃’の収穫は2013年は7月26日から8月13日、2014年は7月28日から8月8日、2015年は7月27日から8月2日、‘なつっこ’の2014年の収穫は7月17日から22日に行い、水浸状果肉褐変症程度、果実重、果実品質を調査した。

第1表 試験1における試験区の構成

品種名	処理区	2013年			2014年			2015年		
		摘蕾	一次摘果	二次摘果	摘蕾	一次摘果	二次摘果	摘蕾	一次摘果	二次摘果
川中島白桃	摘蕾+早期摘果	処理日			3月31日	4月30日	-	3月27日	5月1日	-
		累積摘果(蕾)率			約60%	約95%	-	約60%	約95%	-
	早期摘果	処理日	-	5月2日	-	-	4月30日	-	-	5月1日
		累積摘果(蕾)率	-	約95%	-	-	約95%	-	-	約95%
慣行	処理日	-	5月2日	6月3日	-	4月30日	6月4日	-	5月1日	5月25日
	累積摘果(蕾)率	-	約87%	約95%	-	約87%	約95%	-	約87%	約95%
なつっこ	強摘蕾+早期摘果	処理日			3月31日	4月28日	-			
		累積摘果(蕾)率			約85%	約95%	-			
	慣行	処理日			3月31日	4月28日	5月23日			
		累積摘果(蕾)率			約70%	約90%	約95%			

注)斜線部分は試験の実施なし

試験2 着果部位が水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響

紀の川市現地圃場において、2015年に6年生の‘川中島白桃’4樹を用いて、摘果時に15cm程度の長さの結果枝の中央より基部に果実を残す区（基部着果区）と同様の長さの結果枝の中央より先端に果実を残す区（先端着果区）を設けた。1区1主枝または亜主枝とし、無摘蕾で、一次摘果を5月7日、二次摘果を5月29日に実施し、4反復設置した。また、各樹5本の同様の長さの結果枝について中央より基部と先端に分けて満開日を調査した。収穫は7月28日から8月2日に行い、水浸状果肉褐変症程度、果実重、果実品質を調査した。

試験3 カルシウム剤の散布が水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響

紀の川市現地圃場において、2013年に12年生の‘川中島白桃’3樹と‘嶺鳳’3樹を用いて塩化カルシウムを有効成分とする特殊肥料（以下カルシウム剤と略す、商品名 カルクロン）の散布を、2014年に5年生の‘川中島白桃’4樹を用いてカルシウム剤と農薬の混用散布を行った。試験区の構成は第2表に記載した。1区1主枝または亜主枝とし、2013年の‘川中島白桃’と‘嶺鳳’は3反復、2014年は4反復とした。両年ともカルシウム剤が直接果実にかかるように、散布終了後に袋かけを行った。2013年は‘川中島白桃’は無摘蕾、‘嶺鳳’は4月1日に摘蕾し、両品種とも5月2日に一次摘果、6月3日に二次摘果を行った。2014年は無摘蕾で、5月1日に一次摘果、5月27日に二次摘果を行った。収穫は2013年の‘川中島白桃’は7月30日から8月9日、‘嶺鳳’は7月14日から21日、2014年は7月29日から8月9日に行い、水浸状果肉褐変症程度、果実重、果実品質、葉やけの有無を調査した。

第2表 試験3における試験区の構成

品種名	処理区	散布回数	散布日	混用薬剤	
2013年 川中島白桃 嶺鳳	Ca剤散布	8回	4月10日	—	
			4月16日		
			4月23日		
			5月2日		
			5月9日		
			5月15日		
			5月23日		
			5月28日		
	無処理	0回	—	—	
	2014年 川中島白桃	Ca剤混用散布	6回	4月8日 ナリアWDG	モスピラン水溶剤
4月22日 マイコシールド				トリフミン水和剤	ダーズバンDF
5月2日 バリダシン液剤5				ベルコート水和剤	モスピラン水溶剤
5月16日 マイコシールド				ジマンダイセン水和剤	アルバリン顆粒水溶剤
5月23日 サムコルフロアブル10					
5月27日 マイコシールド				ジマンダイセン水和剤	アルバリン顆粒水溶剤
無処理		0回	—	—	

試験4 早期着果制限とカルシウム剤の散布が水浸状果肉褐変症の発生に及ぼす影響

2014年に紀の川市現地圃場の5年生の‘川中島白桃’4樹を用いて、2015年に紀の川市現地圃場の9年生の‘川中島白桃’3樹を用いて摘蕾と早期摘果による早期着果制限及びカルシウム剤散布の併用処理を行った。試験区の構成は第3表に示した。1区1主枝または亜主枝とし、2014年は4反復、2015年は3反復設置した。収穫は2014年は7月29日から8月9日、2015年は7月24日から8月5日に行い、水浸状果肉褐変症程度、果実重、果実品質、葉やけの有無を調査した。

第3表 試験4における試験区の構成

処理区	2014年			2015年		
	摘蕾	一次摘果	二次摘果	摘蕾	一次摘果	二次摘果
早期着果制限+Ca剤散布	摘果(蕾)日	3月27日	5月1日	-	4月1日	5月7日
	累積摘果(蕾)率	約30%	約95%	-	約60%	約95%
	Ca剤散布日	4月9日, 16日, 23日, 30日, 5月7日, 16日, 22日, 29日			4月16日, 22日, 30日, 5月7日, 14日, 22日, 29日, 6月2日	
早期着果制限	摘果(蕾)日	-			4月1日	5月7日
	累積摘果(蕾)率	-			約60%	約95%
Ca剤散布	摘果(蕾)日	-			-	5月7日
	累積摘果(蕾)率	-			-	約87%
	Ca剤散布日	-			4月16日, 22日, 30日, 5月7日, 14日, 22日, 29日, 6月2日	
無処理	摘果(蕾)日	-	5月1日	5月27日	-	5月7日
	累積摘果(蕾)率	-	約87%	約95%	-	約87%

注)斜線部分は試験の実施なし

結果

試験1. 早期着果制限が水浸状果肉褐変症の発生に及ぼす影響

‘川中島白桃’では、2013年には早期摘果区で慣行区に比べて水浸状果肉褐変症の障害果率が低下した。しかし、2014年、2015年には区間に有意な差がなかった(第4表)。果実重は、2013年には区間に有意な差がなく、2014年は摘蕾と早期摘果の併用区および早期摘果区で、2015年には摘蕾と早期摘果の併用区で大きかった(第5表)。その他の項目には、いずれの年度でも区間に有意な差はなかった。

‘なつっこ’では水浸状果肉褐変症、果実重、果肉硬度、糖度のいずれも区間に有意な差がなかった(第6表)。

第4表 早期着果制限が‘川中島白桃’の水浸状果肉褐変症発生率に与える影響

処理区	2013年			2014年			2015年		
	健全果率(%)	障害果率(%)	重症果率(%)	健全果率(%)	障害果率(%)	重症果率(%)	健全果率(%)	障害果率(%)	重症果率(%)
摘蕾+早期摘果	-	-	-	60.4ns	39.6ns	29.9ns	57.1ns	42.9ns	38.9ns
早期摘果	86.9** ^z	13.1**	3.8ns	65.6ns	34.4ns	30.1ns	65.6ns	42.9ns	33.3ns
慣行	77.5	22.5	6.2	65.0	35.0	24.8	65.0	44.4	26.8

z:2013年についてはt検定で慣行と比較して1%レベルで有意差があるものを**, 有意差がないものをnsとした。2014年と2015年についてはDunnetの方法で慣行と比較し有意差がないものをnsとした。アークサイン変換後有意差検定を行った。

第5表 早期着果制限が‘川中島白桃’の果実重および果実品質に与える影響

処理区	2013年			2014年			2015年		
	果実重(g)	果肉硬度(kg)	糖度(Brix)	果実重(g)	果肉硬度(kg)	糖度(Brix)	果実重(g)	果肉硬度(kg)	糖度(Brix)
摘蕾+早期摘果	-	-	-	387*	2.4ns	15.6ns	419*	2.3ns	13.8ns
早期摘果	355ns ^z	2.5ns	14.1ns	374*	2.4ns	15.8ns	389ns	2.4ns	14.1ns
慣行	339	2.4	14.5	348	2.5	15.6	386	2.5	14.2

z:2013年についてはt検定で慣行と比較して5%レベルで有意差があるものを*, 有意差がないものをnsとした。2014年と2015年についてはDunnetの方法で慣行と比較して5%レベルで有意差があるものを*, 有意差がないものをnsとした。

第6表 早期着果制限が‘なつっこ’の水浸状果肉褐変症発生率、果実重および果実品質に与える影響(2014)

処理区	健全果率(%)	障害果率(%)	重症果率(%)	果実重(g)	果肉硬度(kg)	糖度(Brix)
強摘蕾+早期摘果	84.7ns ^z	15.3ns	3.7ns	385ns	2.6ns	12.4ns
慣行	81.4	18.6	5.5	370	2.5	12.5

z:t検定で慣行と比較して有意差がないものをnsとした。障害果率と重症果率はアークサイン変換後有意差検定を行った。

試験2 着果部位が水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響

‘川中島白桃’の基部着果区では先端着果区と比較して満開日が約2日遅く、水浸状果肉褐変症の障害果率および重症果率は低く、果実重が小さかった（第7表）。果肉硬度と糖度は区間に有意な差がなかった。

第7表 基部着果が‘川中島白桃’の満開日、水浸状果肉褐変症発生率、果実重および果実品質に与える影響(2015)

処理区	満開日	健全果率 (%)	障害果率 (%)	重症果率 (%)	果実重 (g)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)
基部着果	4月4日* ^z	55.0**	45.0**	13.3**	353*	2.6ns	13.0ns
先端着果	4月2日	40.8	59.2	33.3	389	2.6	12.6

z:t検定で慣行と比較して1%レベルで有意差があるものを**、5%レベルで有意差があるものを*、有意差がないものをnsとした。障害果率と重症果率はアークサイン変換後有意差検定を行った。

試験3 カルシウム剤の散布が水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響

‘川中島白桃’および‘嶺鳳’で2013年に8回のカルシウム剤散布を行ったところ、水浸状果肉褐変症の発生は無処理に比べて少ない傾向にあったが、有意な差はなかった（第8表）。また、果実重、果実品質に有意な差は認められなかった。両品種ともカルシウム剤散布による葉やけの発生はみられなかった。

‘川中島白桃’で2014年に6回の農薬との混用散布を行ったところ、水浸状果肉褐変症の発生、果実重、果実品質、カルシウム含量には無処理との間に有意な差がなかった（第9表）。また、カルシウム剤と農薬を混用散布した区で葉やけが確認された。

第8表 カルシウム剤散布が水浸状果肉褐変症発生率、果実重、果実品質および葉やけの発生に与える影響(2013)

処理区	健全果率 (%)	障害果率 (%)	重症果率 (%)	果実重 (g)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	葉やけ
Ca剤混用散布	85.4ns ^z	14.6ns	9.1ns	371ns	2.7ns	13.3ns	+
無処理	83.5	16.5	9.5	361	2.7	13.3	-

z:t検定で無処理と比較して有意差がないものをnsとした。障害果率と重症果率はアークサイン変換後有意差検定を行った。

第9表 カルシウム剤の農薬との混用散布が‘川中島白桃’の水浸状果肉褐変症発生率、果実重、果実品質および葉やけの発生に与える影響(2014)

処理区	健全果率 (%)	障害果率 (%)	重症果率 (%)	果実重 (g)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	葉やけ
Ca剤混用散布	85.4ns ^z	14.6ns	9.1ns	371ns	2.7ns	13.3ns	+
無処理	83.5	16.5	9.5	361	2.7	13.3	-

z:t検定で無処理と比較して有意差がないものをnsとした。障害果率と重症果率はアークサイン変換後有意差検定を行った。

試験4 早期着果制限とカルシウム剤の散布が水浸状果肉褐変症の発生に及ぼす影響

‘川中島白桃’で摘蕾と早期摘果による早期着果制限およびカルシウム剤散布の併用処理を行ったところ、2014年には水浸状果肉褐変症の発生、果実重、果実品質ともに慣行との有意な差はなかった（第10表）。

2015年には摘蕾と早期摘果による早期着果制限およびカルシウム剤散布の併用処理区、カルシウム剤散布区で他の区に比べて水浸状果肉褐変症の重傷果発生率が低く、他の調査項目に有意な差はなかった（第11表）。両年ともカルシウム剤を散布した区では葉やけが発生した。

第10表 早期着果制限処理とカルシウム剤散布の組み合わせが‘川中島白桃’の水浸状果肉褐変症発生率, 果実重, 果実品質および葉やけの発生に与える影響(2014)

処理区	健全果率 (%)	障害果率 (%)	重症果率 (%)	果実重 (g)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	葉やけ
早期着果制限+Ca剤散布	78.9ns ^z	21.1ns	14.4ns	386ns	2.7ns	13.0ns	+
無処理	75.7	24.3	16.1	363	2.7	13.4	-

z:t検定で無処理と比較して有意差がないものをnsとした。障害果率と重症果率はアークサイン変換後有意差検定を行った。

第11表 早期着果制限処理とカルシウム剤散布の組み合わせが‘川中島白桃’の水浸状果肉褐変症発生率, 果実重, 果実品質および葉やけの発生に与える影響(2015)

処理区	健全果率 (%)	障害果率 (%)	重症果率 (%)	果実重 (g)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	葉やけ
早期着果制限+Ca剤散布	56.7ns ^z	43.3ns	14.5*	381ns	2.2ns	13.0ns	+
早期着果制限	50.8ns	49.2ns	31.3ns	386ns	2.3ns	13.7ns	-
Ca剤散布	55.0ns	45.0ns	18.8*	348ns	2.4ns	12.2ns	+
無処理	49.9	50.1	32.9	370	2.3	13.1	-

z:Dunnettの方法で無処理と比較して5%レベルで有意差があるものを*, 有意差がないものをnsとした。障害果率と重症果率はアークサイン変換後有意差検定を行った。

考 察

モモ果実の水浸状果肉褐変症に関与する果実内成分としてカルシウムがあり, 蒸散を抑制してカルシウム含量を低下させると発生が多くなることが報告されている(山根ら, 2013)。本研究では, 果実間でのカルシウムの競合を回避する手段として早期着果制限に着目し, 通常より1ヶ月程度早く最終着果数に調整することによる水浸状果肉褐変症軽減効果を2013年から2015年の3年間検討した。その結果, 2013年に‘川中島白桃’を用いて行った試験を除く3事例では効果が認められず, この方法による水浸状果肉褐変症の軽減は期待できないものと思われた。

また, 開花日が水浸状果肉褐変症の発生に影響し, 開花の遅かった果実で発生が少ないと報告されている(福田ら, 2014)。モモでは結果枝の基部に近いほど開花が遅くなるということが良く観察されているため, 結果枝の基部と先端部の花の満開日を調査するとともに, 着果させた果実の水浸状果肉褐変症の発生を比較した。その結果, 基部の花の満開日は先端に比べて2日遅く, 着果果実における発生は軽減され, 基部に着果させる摘果法は, 水浸状果肉褐変症対策として有効である可能性が示された。また, 基部に着果させた果実の重量は先端に比べて小さく, 本症が大玉の果実ほど発生しやすい(岩谷ら, 2009)とする報告と一致した。

次に, 果肉のカルシウム含量を増加させる方法として, カルシウム剤の生育期複数回散布試験を2013年から2015年に行ったところ, 2013年には水浸状果肉褐変症の発生が軽減される傾向にあり, 2015年には有意に軽減された。2015年には, 早期着果制限の併用, 単独処理区も設けたが, 後者では発生が軽減されなかった。これらのことから, カルシウム剤の散布が水浸状果肉褐変症の軽減に有効であることが示唆された。しかし, 散布により葉に褐変を生じ, 多くの散布労力や費用を要することから, 実用化は困難と考えられる。

以上, 本研究では, 樹体制御による水浸状果肉褐変症軽減について検討を行い, 基部に着果させる摘果法およびカルシウム剤の複数回散布が期待できることを明らかにした。しかし, 単独では効果のふれや, 労力面等で問題があり, 実用化にはさらなる課題解決が必要である。樹体制御に関連する要因以外に, 土壌の水分量や気温等の環境要因も水浸状果肉褐変症の発生に影響することが報告されて

いる（手塚ら，2011；森永ら，2014；大浦ら，2011）．今後は環境要因の制御も含めて，より効果の高い軽減技術を模索し，複数の技術を組み合わせた総合的な対策の開発に取り組みたい．

摘 要

モモの早期着果制限，基部着果，カルシウム剤散布による水浸状果肉褐変症の発生軽減効果を検討した．

1. 早期着果制限による水浸状果肉褐変症軽減効果を検討したところ，1事例を除き3事例で効果がみられなかった．
2. 基部着果処理により，開花の遅い花を残すことができ，水浸状果肉褐変症の発生軽減が確認された．
3. カルシウム剤の8回散布により，水浸状果肉褐変症を軽減できる事例があった．また，葉の褐変症状がみられる場合があった．

引用文献

- 岩谷章生・岡田眞治・藤丸治． 2009． 晩生モモの果肉異常発生要因の解明と回避技術の開発． 熊本県農業研究センター研究報告． 17
- 大浦明子・福田文夫・藤井雄一郎・久保田尚浩． 2011． 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． 園学研． 10別2:387
- 高田大輔・内倉康幸・今井里央・福田文夫・笹邊幸夫・藤井雄一郎・大塚雅子・久保田尚浩． 2005． モモ果実における“水浸状果肉褐変症”の特徴． 園学研． 4(4):429-433
- 手塚誉裕・萩原栄揮・富田晃・加藤治・三宅正則・古屋栄・山下(土橋)路子． 2012． 土壌水分量の変動がモモ果肉障害の発生に及ぼす影響． 園学研． 11別2:354
- 福田文夫・相島行人・森永邦久． 2014． モモの果肉障害発生に及ぼす開花日の影響． 園学研． 13別2:366
- 森永邦久・小池悠太・国峰慎平・藤井雄一郎・福田文夫． 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． 園学研． 13別1:282
- 安川博之・久木崎孝弘． 2006． モモ果肉障害の発生要因の解明と耕種的軽減対策． 近畿中国四国農研． 8:103-107
- 山西寿． 1998． モモの果実品質に及ぼす気象の影響． 果実日本． 53(5):42-45
- 山根崇嘉・羽山裕子・井上博道・草場新之助． 2013． 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． 園学研． 12別1:74