

モモ果実の水浸状果肉褐変症に関する研究 (第2報)

堀田宗幹・有田 慎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 (2)

Muneki Hotta, Shin Arita and Manabu Wanaka

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

緒 言

和歌山県では、モモ‘川中島白桃’などにおいて年によって成熟果実の果肉が水浸状となり、重度になると褐変する水浸状果肉褐変症(高田ら, 2005)が問題となっている。

水浸状果肉褐変症の要因として、大玉や高糖度、熟度の進んだ果実で多いとされる(藤丸ら, 2005)。また、収穫前の高温遭遇や急激な土壌水分変動により、発生が助長される可能性が示唆されている(大浦ら, 2011; 手塚ら, 2012)。

著者らは、前報において着果管理やカルシウム剤散布が水浸状果肉褐変症に及ぼす影響について検討を行った(有田ら, 2017)が、効果の振れや労力面等により実用化には課題が残された。本報では、水分管理や着果管理法の検討および着果管理法と株元マルチ敷設を組み合わせた総合実証試験を実施したので得られた知見について報告する。

材料および方法

試験1 成熟前のかん水量の違いが水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響

かき・もも研究所内の無加温アクリルハウスにおいて根域制限栽培を行っている2015年時点で6年生のモモ‘つきあかり’6樹を供試した。根域制限については、コンクリートパネルで縦9.5m、横2.4m、高さ0.45mの枠組を作り、底面に防根防水処理としてゴムシートを敷設した後、パーライト、牛ふん堆肥、バーク堆肥を混和した山土を約35cm入れ培土とした。これを2組作成し、1組あたり3樹を2.5m間隔で栽植した。かん水はドリップチューブ(ドリップ穴30cm間隔)を約40cm間隔で6列敷設して行った。2015年には6月25日以降、2016年には6月21日以降にかん水量を調節し、多かん水区と少かん水区(各区3樹)とした。多かん水区、少かん水区でかん水量をそれぞれ600L/日、50L/日とし収穫終了まで毎日1回かん水した。葉水分ポテンシャルについては、日の出前に各樹5葉を採取し、プレッシャーチャンバー法により測定した。果皮色や果実の張りを基準に適熟果を3回に分けて収穫し、各樹30果ずつ水浸状果肉褐変症程度、果実重、糖度(アタゴ

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

社製 PR-101 α)および果肉硬度(精光舎製 SF-5050 円錐型)を測定した。水浸状果肉褐変症程度は、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、図1のとおり程度を分けて調査した。



図1 水浸状果肉褐変症程度

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、2016年、2017年の2年間、‘川中島白桃’3樹(2016年時11年生)を供試した。前報と同様に、仕上げ摘果時に長さ15cm程度の結果枝の中央より基部に着果させる基部着果区と、中央より先端に着果させる先端着果区を設け、1区1主枝または垂主枝単位で処理した。摘蕾を行わず、予備摘果および仕上げ摘果を地域慣行で行い、袋掛け(小林製袋株式会社製二重袋(商品名「Yピーチ22撥水ミニ止無」)使用)を実施した。各樹10枝の同等の長さの結果枝について、中央より基部と先端に分けて開花日を調査し、平均値を求めた。適熟に達した順に果実を数回に分けて採取し、各区30果程度の水浸状果肉褐変症程度、平均収穫日、果実重、果実径および果実品質(果肉硬度、糖度、酸度、核割れ果率)を調査した。

試験3 着果管理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、2017年に7年生の‘川中島白桃’6樹を供試した。着果管理区では、樹冠面積あたりの着果量を慣行の1.2倍とし、結果枝(中果枝)の中央から基部に着果させた。対照区では慣行着果処理を行い、1区1樹3反復とした。摘蕾、予備摘果、袋掛け(試験2と同様)は地域慣行で行った。試験2と同様に収穫し、水浸状果肉褐変症程度、平均収穫日、果実重および果実品質(試験2と同様)を調査した。

試験4 総合実証試験

紀の川市現地圃場において2017年時に7年生の‘川中島白桃’6樹を供試し、1区1樹3反復として2017年、2018年の2年間行った。処理区として、多着果処理、基部着果処理および株元のマルチ敷設を併用した区を総合実証区とした。また、地域慣行の着果管理を行ったものを慣行区とした。多着果処理の設定は、2017年には樹冠面積あたり慣行の約1.2倍、2018年には側枝あたりで慣行より1果多い着果(樹冠面積あたり慣行の約1.4倍換算)を目安とし、地域慣行に準じて摘蕾、予備摘果、仕上げ摘果、袋掛け(試験2と同様)を行った。基部着果処理については結果枝(中果枝)の中央から基部に着果させた。マルチ敷設処理については、透湿性マルチシート(柴田屋加工紙株式会社製商品名「白王シート®(微細孔)」)を使用し、樹冠をほぼ覆うように2017年には株元

2m×2mで5月11日に、2018年には株元4m×4mで5月10日に、いずれの年も黒面を上にして敷設した。2017年には、7月14日および24日に日の出前の葉水分ポテンシャルを試験1と同様に測定した。成熟期の降水量については、調査圃場から最も近い気象庁かつらぎ観測所アメダスのデータを使用した。試験2と同様に収穫し、水浸状果肉褐変症程度、果実重、果実径、平均収穫日および果実品質を調査した。

結 果

試験1 成熟前の多かん水が水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響

かん水量調節後の葉水分ポテンシャルの推移を図2に示す。両年とも、多かん水区より少かん水区のほうが葉水分ポテンシャルの絶対値が高く推移し、特に処理から約2週間後には処理区間の差が最も大きかった。

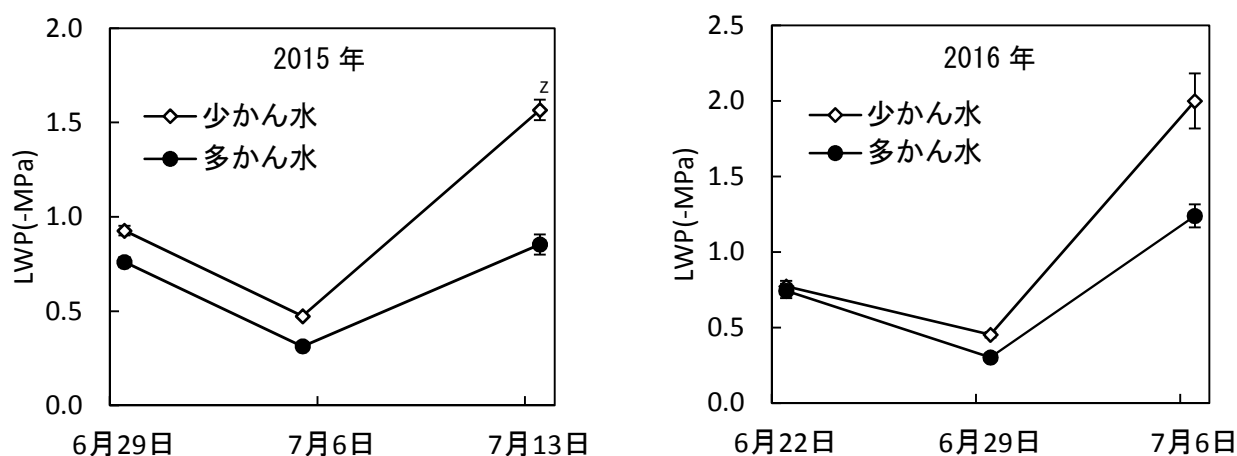


図2 各処理区における葉水分ポテンシャルの推移 z: 図中のバーは標準誤差

水浸状果肉褐変症発生率について、2015年には障害程度3以上において、多かん水区の23.3%に対して少かん水区では5.6%と有意に少なかった。2016年は2015年に比べ両処理区とも発生率は低く、処理区間で有意な差は認められなかった（表1）。果実品質については、2015年には処理区間で果実重、果肉硬度、糖度に有意差はなかったが、2016年には果肉硬度と糖度について多かん水区に比べ少かん水区のほうが有意に高かった（表2）。

表1 各処理区における水浸状果肉褐変症発生率

処理区	障害果率 (%)			
	2015年		2016年	
	障害程度 1以上	障害程度 3以上	障害程度 1以上	障害程度 3以上
少かん水	48.9	5.6	15.8	0.8
多かん水	70.0	23.3	28.9	3.3
有意性 ^z	ns	*	ns	ns

z: アークサイン変換後, t 検定により*は5%水準で有意差あり, nsは有意差なし

表2 各処理区における果実品質

処理区	2015年			2016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)
少かん水	239	2.1	13.4	197	2.3	15.9
多かん水	273	2.0	13.6	225	2.0	15.0
有意性 ^z	ns	ns	ns	ns	**	**

z:t 検定により**は1%水準で有意差あり, nsは有意差なし

試験2 着果部位が水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響

先端着果区および基部着果区における開花ならびに収穫時期を表3に示す。基部着果区の平均開花日は先端着果区に比べ、2016年、2017年ともに2日遅かった。平均収穫日については、2016年には先端着果区のほうが1日早く、2017年には処理区間に差がなかった。

表3 着果部位が開花および収穫時期に及ぼす影響

処理区	2016年		2017年	
	平均 開花日	平均 収穫日	平均 開花日	平均 収穫日
基部着果	4月3日	7月28日	4月12日	8月6日
先端着果	4月1日	7月27日	4月10日	8月6日

障害果率については、基部着果区は先端着果区に比べ、2016年の障害程度3以上および2017年の障害程度1以上において有意に低かった(表4)。

表4 着果部位が水浸状果肉褐変症発生率に及ぼす影響

処理区	障害果率(%)			
	2016年		2017年	
	障害程度 1以上	障害程度 3以上	障害程度 1以上	障害程度 3以上
基部着果	33.7	14.7	19.3	11.9
先端着果	41.0	21.0	54.4	26.7
有意性 ^z	ns	*	*	ns

z:アークサイン変換後, t 検定により*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

果実重および果実縦径ならびに側径については、2016年には処理区間に有意差はなく、2017年には果実径については有意差はなかったが、果実重については基部着果区が先端着果区に比べ有意に小さかった(表5)。

表5 着果部位が果実重および果実径に及ぼす影響

処理区	2016年			2017年		
	果実重(g)	縦径(mm)	側径(mm)	果実重(g)	縦径(mm)	側径(mm)
基部着果	337	80.5	89.6	352	80.8	89.1
先端着果	341	80.9	89.0	365	81.9	90.4
有意性 ^z	ns	ns	ns	*	ns	ns

z:t 検定により*は5%水準で有意差あり, nsは有意差なし

果肉硬度、糖度、酸度、核割れ率については、2016年、2017年とも、処理区間で有意差はなかった（表6）。

表6 着果部位が果実品質に及ぼす影響

処理区	2016年				2017年			
	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	核割れ (%)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	核割れ (%)
基部着果	2.2	14.5	4.5	10.0	2.2	15.8	4.2	8.1
先端着果	2.2	14.1	4.5	30.0	2.1	16.2	4.3	5.6
有意性 ^z	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

z:t 検定により ns は有意差なし

試験3 着果管理が水浸状果肉褐変症発生に及ぼす影響

障害程度別の水浸状果肉褐変症発生率について、着果管理区では対照区に比べ障害程度3以上において有意な差は認められなかったが、障害程度1以上では有意に低かった（表7）。平均収穫日は対照区に比べ着果管理区で3日遅かった。果実重については、着果管理区は有意に小さく、果肉硬度、糖度、酸度については処理区間で有意差はなかった（表8）。

表7 各処理区における水浸状果肉褐変症発生率

処理区	障害果率 (%)	
	障害程度1以上	障害程度3以上
着果管理	19.8	10.9
対照	51.3	29.9
有意性 ^z	*	ns

z:アークサイン変換後, t 検定により処理区間で*は5%水準で有意差あり, ns は有意差なし

表8 着果管理が果実品質に及ぼす影響

処理区	平均 収穫日	果実重 (g)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	核割れ果率 (%)
着果管理	8月4日	343	2.6	16.6	4.6	40.5
対照	8月1日	353	2.4	17.1	4.4	15.3
有意性 ^z	ns	*	ns	ns	ns	ns

z:t 検定により処理区間で*は5%水準で有意差あり, ns は有意差なし

試験4 総合実証試験

着果管理と株元のマルチ敷設を組み合わせた総合実証を行った。気象庁かつらぎ観測所による2017年7月1日から14日までの降水量は71.5mmと多く、7月15日から7月21日の降水量は4.5mmで少なかった。日の出前の葉水分ポテンシャルの絶対値は、両区とも7月14日より7月24日のほうが高かった。処理区間をみると、7月14日については対照区に比べ総合実証区のほうが高く、7月24日については同等であった（図3）。

障害果率については、2017年には障害程度3以上には有意な差は認められなかったが、障害程度1以上では対照区に比べ総合実証区で有意に低く、2018年には障害程度別に関わらず処理区間に有意差は認められなかった（表9）。

果実品質をみると、2017年の果実重で対照区に比べ総合実証区のほうが小さく、その他については処理区間に有意差はみられなかった。平均収穫日については、両年とも総合実証区では対照区よりも4~5日遅かった（表10）。

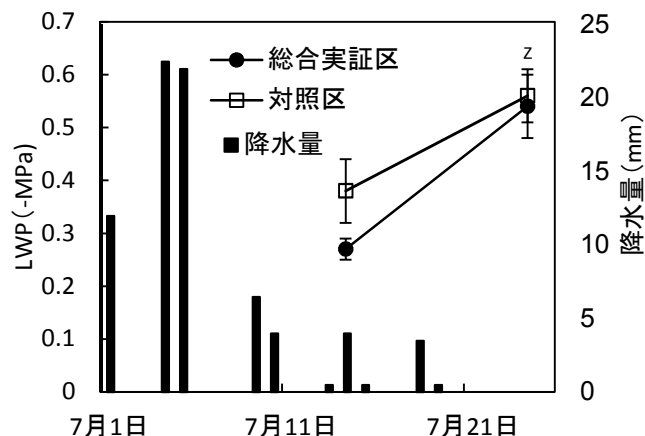


図3 降水量（気象庁かつらぎ観測所アメダス）と各区における葉水分ポテンシャルの推移（2017年）
z：図中のバーは標準誤差

表9 総合実証が水浸状果肉褐変症発生率に及ぼす影響

処理区	障害果率 (%)			
	2017年		2018年	
	障害程度 1以上	障害程度 3以上	障害程度 1以上	障害程度 3以上
総合実証	21.3	11.7	16.0	9.3
慣行	51.3	29.9	17.3	4.0
有意性 ^z	*	ns	ns	ns

z:アークサイン変換後, t 検定により*は5%水準で有意差あり, nsは有意差なし

表10 総合実証が果実品質に及ぼす影響

処理区	2017年						2018年					
	平均 収穫日	果実重 (g)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	核割れ 果率(%)	平均 収穫日	果実重 (g)	果肉硬度 (kg)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	核割れ 果率(%)
総合実証	8月5日	331	2.6	17.0	4.4	15.3	8月5日	320	2.2	16.4	4.4	6.0
対照	8月1日	353	2.4	17.1	4.4	29.8	7月31日	332	2.2	16.3	4.5	22.0
有意性 ^z	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

z:t 検定により*は5%水準で有意差あり, nsは有意差なし(核割れ果率についてはアークサイン変換後に検定)

考 察

水浸状果肉褐変症の要因の一つとして土壌水分に関する報告がされており、‘白鳳’や‘川中島白桃’で収穫約2週間前から収穫期にかけて土壌を乾燥状態から湿潤状態に急激に変動させると果肉

障害が増加する（手塚ら，2012）ことや，モモ‘清水白桃’において多水分状態が水浸状果肉褐変症の発生に影響する場合がある（森永ら，2014）ことが示されている．試験1では，根域制限を行った‘つきあかり’を用いて収穫前のかん水量による本症状への影響を検討した結果，2015年に多かん水区は少かん水区に比べ障害果率（3以上）は有意に高かった．一方で，2016年には2015年に比べ障害果の発生が少なく処理区間に有意な差は認められなかった．本症状は，大果で発生が多くみられることが報告されている（齋藤ら，2002；高田ら，2005；安川・久木崎，2006）．2016年に本症の発生が少なかった要因として，高温の影響で2015年に比べ生育が早まり，果実肥大が劣ったことが原因の一つであると考えられた．収穫前の多かん水は水浸状果肉褐変症を助長する可能性が示されたが，近年は梅雨末期の長期的な降雨や梅雨明け後の乾燥，夏季の集中豪雨といった土壌水分の激変が頻発しており，注意が必要である．

前報の基部着果の試験は2015年度単年のものであったため，試験2では同様の方法でさらに2か年検討した．基部着果区は先端着果区に比べ，両年とも開花日が2日遅く，本症の発生率は有意に低かった．果実重についてみると，2016年には処理区間に有意な差は認められなかったが，2017年には基部着果区で有意に小さかった．これらの結果は前報とほぼ同様の傾向であった．試験3では，基部着果に加え，着果量を慣行栽培（対照区）の1.2倍とし本症状の発生に及ぼす影響を検討した結果，着果管理区において，程度1以上の発生率は対照区の51.3%に対し19.8%と低く，果実重が有意に小さく，また平均収穫日が遅かった．前述のように，本症状は大果で発生が多くみられることから，基部着果区は先端着果区に比べ果実が小さい傾向により障害果の発生が少ないと考えられた．基部の果実が先端のものに比べ小玉果となる要因として，基部着果区の開花時期が先端着果区より遅いが収穫時期はほぼ変わらないため，果実の成熟日数が短いことが推察された．一方で，モモの結果枝では先端部から開花が始まり基部に向かって開花が進むことが観察されるが，モモ‘武井白鳳’および‘白鳳’を供試した研究で，着果枝における開花の早晩は成熟期や果実の大きさにほとんど影響しないとの報告（長谷川ら，2009）もあり，本症状発生には品種間差がみられる（高田ら，2005；萩原ら，2014）ことも考慮すると，今後，‘川中島白桃’以外の品種についても効果の検討が必要である．試験3の結果についても，着果管理区では対照区に比べ，果実肥大が抑制されたことで本症の発生が軽減したと考えられた．一方，缶桃において1果あたりの葉数が少ないと収穫が遅れることが報告されており（木戸ら，1965），本試験においても着果負担を増すと収穫期の遅延が認められたことから，生産現場での活用においては留意する必要がある．

試験4では現地の障害多発生園地で基部着果，多着果および収穫前の降雨を遮断して，樹体の吸水を抑制することを目的とした株元マルチ敷設を組み合わせた総合実証試験を2年間実施した．本症状発生には年次変動が認められるとされる（萩原ら，2014）が，2018年は2017年に比べ産地一般的に発生が少なく，軽微なものを含めた両区の障害発生率（程度1以上）は20%以下で処理区間の差は認められなかった．一方，2017年には障害程度1以上の発生率は慣行区の51.3%に対して総合実証区では21.3%と大幅に低減した．この要因として，マルチ敷設と慣行区の樹体の水分ストレス状況からはマルチ敷設の効果は判然とせず，基部着果や多着果による肥大抑制の影響が大きかったものと推察された．マルチ敷設については今後，園地条件や設置方法等さらに検討する必要があると考えられた．

以上のことから，‘川中島白桃’の水浸状果肉褐変症対策として，極端な大玉果生産は避け，中玉果生産を目標とし，基部に着果させるとともに仕上げ摘果後の着果量を慣行より20%程度増加させる着果管理が有効であると考えられた．

摘 要

モモの成熟前のかん水量および着果管理が水浸状果肉褐変症に及ぼす影響について検討し、現地の障害発生園での着果管理法と株元マルチ敷設を組み合わせた総合実証試験を行った。

1. 根域制限を行った‘つきあかり’雨よけ栽培において、2015年には成熟前多かん水区で水浸状果肉褐変症の発生が多かった一方、発生の少なかった2016年については処理区間に有意な差はみられなかった。
2. ‘川中島白桃’を供試した2年間の試験において、結果枝の基部に着果させることで、先端部に着果させる果実に比べて開花が遅く、水浸状果肉褐変症発生が減少する傾向がみられた。
3. ‘川中島白桃’において基部に着果させ着果量を1.2倍とすることで、果実重は小さくなり、水浸状果肉褐変症発生が減少した。
4. 基部着果、マルチ敷設、多着果を組み合わせた‘川中島白桃’における総合実証試験において、2017年には水浸状果肉褐変症発生率が減少し、障害の少なかった2018年には有意差がみられなかった。

本研究の実施にあたり、試験樹の供試に御協力いただいたモモ生産者の方々に深謝申し上げる。

引用文献

- 有田慎・堀田宗幹・和中学. 2017. モモ果実の水浸状果肉褐変症に関する研究(第1報). 和歌山県農林水研報 5: 73-79.
- 藤丸治・東光明・岡田眞治. 2005. 中晩生モモの「みつ症」の発生要因. 熊本県農業研究センター研究報告. 第13号: 93-99.
- 萩原栄揮・渡辺晃樹・富田晃・新谷勝広・古屋栄・手塚誉裕・中込一憲. 2014. モモの果肉障害に関する研究(1) モモ果肉障害の発生における品種間差異. 山梨果試研報. 第13号: 57-63.
- 長谷川耕二郎・濱田和俊・尾形凡生. 2009. モモ着果枝における開花時期の違いと果実生育日数との関係. 園学研. 8別2: 157.
- 木戸啓二・真田輝夫・平塚秀雄・佐藤弘弥. 1965. 缶桃の無袋栽培における着果量判定に関する試験. 東北農業研究. 第7号: 146-148.
- 森永邦久・小池悠太・国峰慎平・藤井雄一郎・福田文夫. 2014. 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.
- 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.
- 齋藤典義・古屋栄・猪股雅人. 2002. モモ果実に発生した障害「みつ症」の特徴. 園学雑. 71別1: 210.
- 高田大輔・内倉康幸・今井理夫・福田文夫・笹邊幸男・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.

山西久夫. 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.

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.

