

# モモ「白鳳」のみつ症発生要因とその対策

宮本善秋\*・安江隆浩

岐阜県中山間農業研究所 509-4244 飛騨市古川町

Factors of Water Core in Peach Cultivar 'Hakuho' and Its Control

Yoshiaki Miyamoto and Takahiro Yasue

*Gifu prefectural Research Institute for Agricultural Technology in Hilly and Mountainous Areas,  
Furukawa, Hida, Gifu 509-4244*

## 摘 要

近年の温暖化に伴う気候変動により発生が増加しているモモのみつ症について、岐阜県の主要品種「白鳳」を供試し、成熟期の高温や低温が発生に及ぼす影響を検討した。ビニールハウスによる高温処理では、実施した 2 年間ともに発生が助長されず、みつ症の発生に及ぼす影響は認められなかった。ポット樹を用いた冷蔵庫による低温処理では、処理年次により結果が異なり低温の影響が判然としなかったが、みつ症発生には成熟期の高温や低温以外に土壌水分の関与が示唆された。また、果実の特徴では、大玉で糖度が高く、熟度の進んだ硬度が低い果実ほど発生率が高いことが確認された。このため、本摘果時の着果量および収穫時の熟度を変えて検討した結果、慣行の 1.5 倍の着果量で果実肥大を抑えることや、慣行より早めの早期収穫により、みつ症の発生軽減効果が認められ、双方を組み合わせることでより高い軽減効果が得られた。今後は土壌水分の多少がみつ症に及ぼす影響や多雨時の樹冠下マルチ処理による軽減効果について検討が必要と考えられた。

**キーワード：**着果量、高温処理、早期収穫、水浸状果肉褐変症、低温処理

## 緒 言

近年の温暖化やそれに伴う気候変動により、モモでは水浸状果肉褐変症（以下：みつ症）と赤肉症が西日本を中心に増加している（杉浦ら、2007；遠藤ら、2016）。みつ症は、果肉がリンゴのみのように水浸状となり褐変し、症状が進むにつれて果肉が崩壊し発酵臭を発する。赤肉症は、水浸症状や褐変は見られないが、果肉が赤くなり崩壊する。いずれの障害も食味が著しく低下し商品性が大きく損なわれるが、外観では判別できない場合がほとんどで、多発年には大きな問題となる。また、みつ症の発生には品種間差があり、「日川白鳳」などの早生種で少なく、「なつおとめ」などの中晩生種で多いが（荻原ら、2014）、詳細な発生原因は未だ不明で、抜本的な発生防止対策も未確立である。

岐阜県のモモ主産地である飛騨地域では、これまで赤肉症はほとんど観察されていないが、みつ症は年や品種によりしばしば問題となり、中生種の「白鳳」や「なつおとめ」、晩生種の「川中島白桃」で発生しやすい。このため、温暖化の進行に伴って発生が増加することが危惧されており、発生要因の解明と対策技術の確立が急務である。しかし、当地域における発生実態や対策については未検討で、他産地とは気象条件が大きく異なるため、今後の対策を講じる上では、先行研究との検証が必要である。また、経験的に多発年の特徴として、高温で開花から収穫までの期間が短いことや、収穫期直前に一時的な低温に遭遇するなどの気象条件の関与が示唆されるものの検証するには至っていない。

そこで、本試験では飛騨地域の基幹品種である「白鳳」について、ビニールハウスによる高温処理やプレハブ冷蔵庫による低温処理により、成熟

\*Corresponding author. E-mail:miyamoto-yoshiaki@pref.gifu.lg.jp

期の高温や一時的な低温がみつ症に及ぼす影響について検討した。次に果実の特徴として、大玉で糖度が高く、熟度が進んだ果肉の柔らかい果実ほど発生しやすいと言われている（久保田ら, 2012）ことから、果実重、果実硬度および糖度とみつ症発生との関係性について 2 年間調査を実施した。また、発生軽減対策として、本摘果時の着果量を慣行の 1.5 倍として果実肥大を抑制する着果量増加処理および慣行より早めに収穫する早期収穫処理の効果について検討したので、これらの結果について報告する。

### 材料および方法

#### 試験1 高温処理がみつ症発生に及ぼす影響

岐阜県中山間農業研究所（以下当研究所）果樹園（高山市国府町山本、標高約 600m）栽植の 2 本主枝の開心自然形「白鳳」13 年生樹を 2 樹供試した。2019 年、2020 年にパイプアーチ（直径 22.2mm）を使用して、図 1 のとおり 2 本主枝の一方の主枝に間口 6.5m×高さ約 3m×長さ 5～6m のハウスを設置した（ハウス区）。ビニール被覆期間は、2019 年が収穫開始 18 日前の 7 月 13 日

から収穫終了の 8 月 13 日、2020 年が同 28 日前の 7 月 2 日から 8 月 9 日とした。被覆資材は、PO 系クリーンテート CE（厚さ 0.08mm）を使用し屋根と妻部分を被覆した。もう一方の無被覆の主枝を無処理区とした。両区とも二重袋による有袋栽培とし、着色期から収穫終了まで樹冠下に反射シート（デュポン TM タイベック®WP400 旭・デュポンフ ラッシュスバ プロダクツ社製）を設置した。その他の栽培管理は、岐阜県標準技術体系（岐阜県, 2020）に準拠した。

収穫は適熟に達した果実から順次行い、全果実について果実重、果実硬度および糖度を測定した後、みつ症の発生程度を調査した。みつ症の調査は、図 2 に示したとおり縫合線と平行に左右 2 か所を縦断し、断面に観察された果肉の水浸状面積により無：0、微：1、中：2、多：3 の 4 段階に指数化し、さらに水浸状部分が褐変しているものは 0.5 を加算し、左右断面の指数の和をその果実のみつ症指数とした。処理期間中の温度および湿度は、地上約 3m と 2m の果実周辺部において、センサー付データロガー（おんどとり Jr.RTR-503、T&D 製）を使用して 5 分間隔で計測した。



図1 モモ「白鳳」のビニールハウスによる成熟期高温処理状況(2019)  
左：ハウス妻面 右：ハウス側面

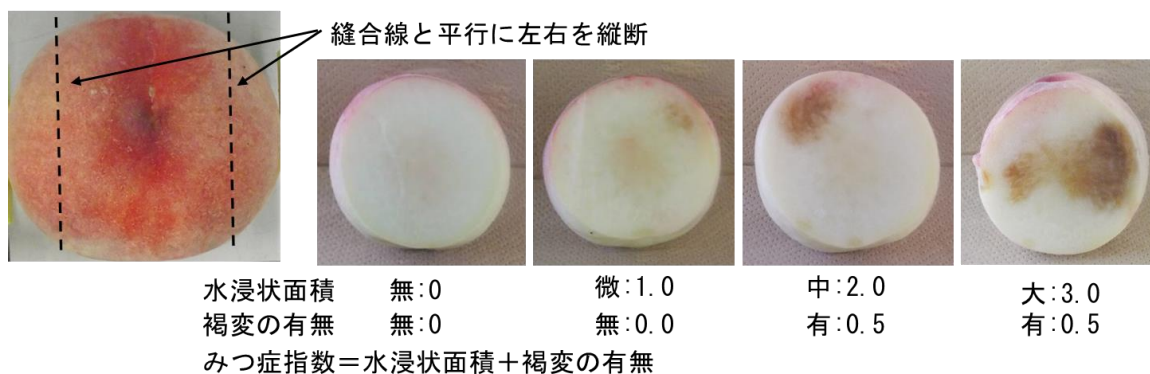


図2 果実切断位置とみつ症指数の調査基準

**試験2 低温処理がみつ症発生に及ぼす影響**

当研究所露地圃場（飛騨市古川町是重、標高 493m）において、培土量 25L の円形黒ポリポットで育成した主幹形「白鳳」3 年生のポット樹を各区 4 樹供試した。試験区は、庫内温度 13℃ に設定したプレハブ冷蔵庫（暗黒条件）へ搬入して低温遭遇させた処理区と、露地圃場で管理した無処理区とし、2 年間試験を実施した。2020 年は露地圃場で管理したポット樹を収穫開始 8 日前の 7 月 17 日 17 時から翌朝 7 時まで 14 時間プレハブ冷蔵庫へ入庫し、処理後は露地圃場で無処理区と同様に管理した（図 3）。2021 年は、ポット樹を低温処理に先立ち当研究所内の無加温ガラス温室内で 6 月 29 日から 7 月 13 日まで管理し、収穫開始 8 日前の 7 月 13 日に前年同様の方法で低温処理し、処理後は露地圃場で無処理区と同様に管理した。2 年間とも無袋栽培とし、着色期から収穫終了まで樹冠下に有孔アルミ蒸着反射シート（東洋アルミ（株）製）を設置した。なお、灌水は両年ともに露地圃場では天候に関係なく朝 7 時に 5 分間、昼 12 時に 3 分間スプレーペンにより 1 日 2 回行った。また、無加温ガラス温室での管理中は、晴天のみ朝 7 時に 1 回手灌水した。



図3 冷蔵庫による低温処理と処理後の状況(2019)  
左:プレハブ冷蔵庫への入庫 右:出庫後の管理状況

収穫は 2020 年が 7 月 25 日、2021 年が 7 月 21 日と 27 日に行い、全果実について試験 1 と同様に果実品質およびみつ症の発生程度を調査した。また、両区の地上約 1m の果実周辺部の温度を試験 1 と同様の測定機器を使用し 10 分間隔で計測した。

**試験3 みつ症が発生しやすい果実の特徴**

当研究所果樹園栽植の開心自然形「白鳳」の 13 年生樹を 4 樹供試し、2020 年と 2021 年の 2 年間調査を行った。いずれの年も二重袋による有袋栽培とし、試験 1 と同様に反射シートを設置し、その他の栽培管理は岐阜県標準技術体系に準拠した。収穫は適熟に達した果実から順次行い、全果実について収穫直後の果実重、果実硬度および糖度を測定した後、みつ症の発生程度を試験 1 と同様に調査した。

**試験4 着果量増加と早期収穫がみつ症の発生軽減に及ぼす影響**

当研究所果樹園栽植の 2 本主枝の開心自然形「白鳳」14 年生樹を 4 樹供試し、本摘果時の着果量の違いにより 2 水準および収穫時の熟度により

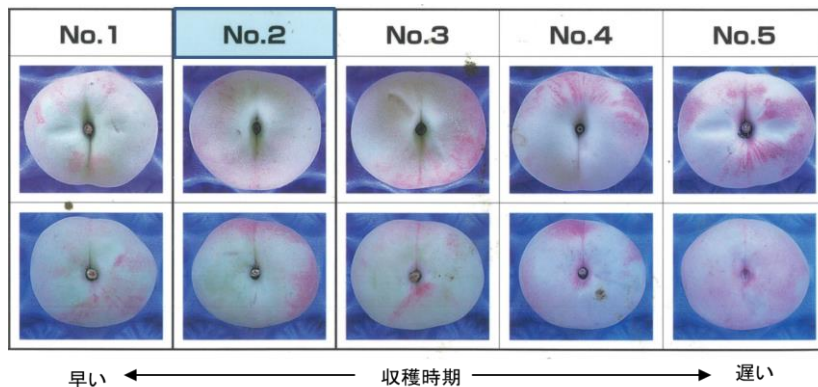


図4 飛騨桃出荷規格における「白鳳」の熟度基準

2水準の計4区を主枝単位で設定し2反復とした。着果量については、2021年7月の本摘果時に「白鳳」の慣行着果基準である葉果比60枚で着果させた慣行区に対して、基準の1.5倍の葉果比45とした1.5倍区を設けた。収穫時の熟度については、JAひだ白鳳出荷基準(図4)の梗あ部の地色No.2で収穫した慣行区に対して、No.1とNo.2の中間の1.5で早めに収穫した早期区を設けた。その他の栽培管理や調査方法等は、試験3と同様とした。

**結果および考察**

**試験1 高温処理がみつ症発生に及ぼす影響**

処理期間中の代表的な晴天日のハウス内温度の推移を図5に示した。ハウス上段温度は、日の出とともに急速に上昇し、昼間の最高温度は39～42℃に達し、無処理区に比べて5～7℃高かった。夕刻にかけては急速に低下し、日没から翌朝までの夜間は無処理区とほぼ同様に推移した。なお、曇雨天日は昼間の温度上昇は小さかった。ハウス区のビニール被覆期間の温度と湿度の平均値を表1に示した。ハウス区の温度は、無処理区に比べて日最低では上段が+0.2℃、中段が+0.1℃と差が

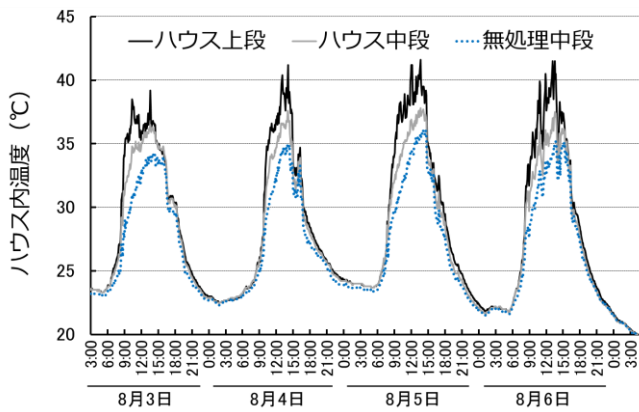


図5 晴天日のハウス内温度推移(2019年8月3日～6日)

表1 モモ「白鳳」ハウス高温処理期間の温度及び湿度の平均値

試験区	温度(°C)			湿度(%)		
	日平均	日最高	日最低	日平均	日最高	日最低
ハウス・上段	23.3 (+1.2)	31.8 (+4.2)	19.2 (+0.2)	89.2 (-1.0)	98.9 (+0.1)	63.4 (-5.7)
ハウス・中段	23.0 (+0.9)	30.4 (+2.8)	19.1 (+0.1)	86.7 (-3.5)	98.9 (+0.1)	59.6 (-9.5)
無処理・中段	22.1	27.6	19.0	90.2	98.8	69.1

測定期間:2020年7月2日～8月9日までの38日間  
( )内数値は無処理・中段との差を示す。

小さかったが、日最高ではそれぞれ4.2℃、2.8℃高く、日平均では1.2℃、0.9℃それぞれ高かった。ハウス区の湿度は、無処理区と比べて夜間の日最高では大差なかったが、日中の日最低ではハウス上段で5.7%、ハウス中段で9.5%低く、ハウス区でやや湿度が低かった。

みつ症の発生果率は、2019年より2020年で低く年次間差があったものの、ハウス区と無処理区で大きな差がなく、ハウス高温処理による影響は認められなかった(図6)。なお、赤肉症の発生は両区とも観察されず、成熟期の高温遭遇のみで赤肉症やみつ症の発生は助長されなかった。

遠藤ら(2016)は、岡山県の主力品種「清水白桃」を用いて、本試験と同様にビニールハウスを用いた成熟期の高温処理により、みつ症と赤肉症が増加する傾向を認めている。しかし、遠藤らはこれらの果肉障害の発生には、高温条件に加えて水分がより多く供給される状態で発生率が上昇することを指摘している。本試験においても顕著な高温条件に遭遇させたハウス区においても赤肉症の発生は全く観察されず、みつ症の発生増加も認められなかった。このため、遠藤らと供試した品種は異なるものの、「白鳳」についても高温のみではみつ症の発生は助長されないものと考えられた。今後は、高温以外の降雨条件なども含めた要因解明を進める必要がある。

なお、本試験においてみつ症の発生率に年次差

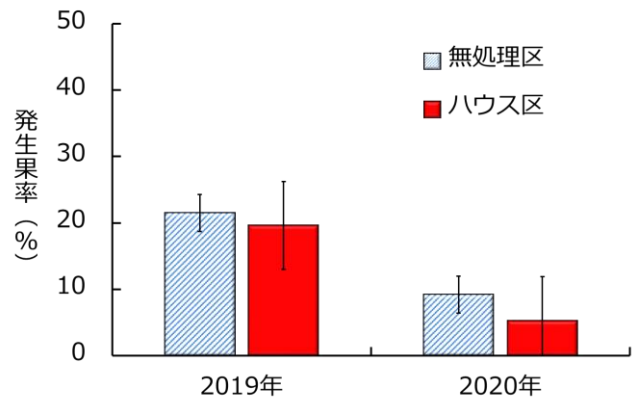


図6 ハウス高温処理がモモ「白鳳」のみつ症発生に及ぼす影響(縦線は±標準偏差を示す)

表2 ハウス高温処理が「白鳳」の果実品質に及ぼす影響

年次	試験区	1果重(g)	ぼけ果率(%)	硬度(kg)	糖度(Brix%)
2019	ハウス	327	10.0	2.2	15.1
	無処理	312	15.1	1.9	15.1
2020	ハウス	272	3.2	2.3	13.4
	無処理	255	8.7	2.3	13.5

が見られたため、2年間の両区の果実品質を表2で比較すると、みつ症の多かった2019年は2020年より、1果重が大きく、ぼけ果の発生率が高く、糖度が高いことから、これらの果実品質の違いが影響したためと推察された。

**試験2 低温処理がみつ症発生に及ぼす影響**

低温処理前後の温度推移を図7に示した。無処理区は17時から翌朝の7時まで約21℃で一定に推移したのに対して、処理区は入庫後急速に低下し、18時以降は庫内設定温度13℃±1℃前後で推移し、冷蔵庫出庫後は無処理区と同様に推移した。このように低温処理中の両区の温度差は約8℃で、試験を実施した両年ともほぼ同様な温度推移であった。

図8に低温処理がみつ症の発生に及ぼす影響を示した。みつ症発生果率は、2020年の処理では無処理区の32%に対して処理区が66%と増加し、低温処理により発生が増加した。しかし、2021年の処理では無処理区の27%に対して処理区が10%と減少し、処理年次によって結果が異なった。

藤井ら(2021)は、収穫期前の降雨や土壌水分とみつ症との関連が大きく、根からの過剰な吸水による多水分状態により発生が助長されることを

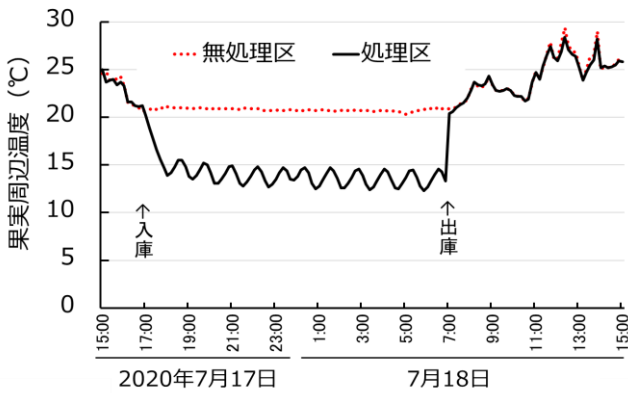


図7 冷蔵庫による低温処理前後の温度推移

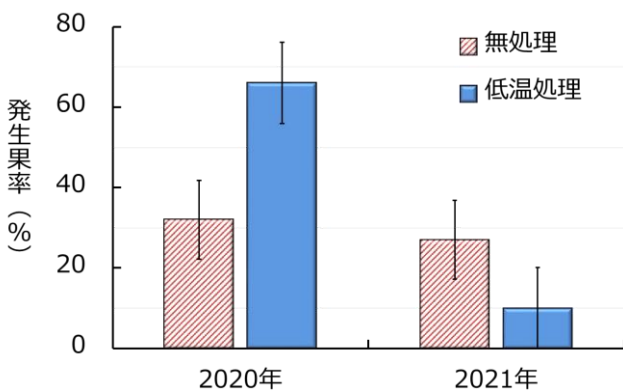


図8 低温処理が「白鳳」のみつ症発生に及ぼす影響 (縦線は±標準偏差を示す)

指摘している。また、手塚ら(2012)は、収穫約2週間前から収穫期にかけて、土壌水分を急激に変動させるとみつ症の発生が多くなることを明らかにしている。本試験の2020年は、低温処理日まで両区ともに露地で管理したため、降雨の影響で土壌水分の変動が大きかったと推測された(図9)。これに対して2001年は、処理区のみ温室内で2週間管理したことから、降雨を受けることなく土壌水分の変動が小さく、これら土壌水分の違いが処理年次によって結果が異なった要因と考えられた。また、試験1、2の結果からみつ症の発生は、成熟期の高温や低温などの単一条件のみではなく、土壌水分も含めた複数の環境条件が重なることによって増加すると推察された。

**試験3 みつ症が発生しやすい果実の特徴**

2019年と2020年の果実重25gごとのみつ症発生率を図10示した。発生果率は、果重250g以下の小玉果では両年ともに10%と低かったが、果重が大きくなるほど増加する傾向で、350g以上の大玉果では発生率が特に高く、この傾向は2020年で顕著であった。

次に2年間の果実硬度0.5kgごとのみつ症発生率を図11示した。発生果率は、硬度1kg以下の軟化果実では両年とも70%を超え、硬度が大きくなるほど低下する傾向で、3kg以上の硬い果実では10%以下で低かった。

2年間の果実糖度1%ごとのみつ症発生率を図12に示した。発生果率は、糖度12°以下の低糖度果実では両年ともに10%以下と低かったが、12°以上では糖度が高くなるほど急激に増加し、16°以上の高糖度果実では50%を超えた。

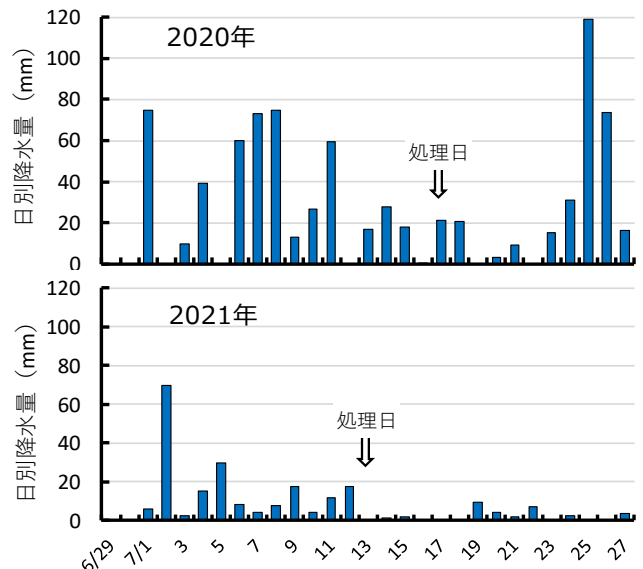


図9 低温処理日前後の日別降水量(アメダス高山)

斎藤ら (2002) は、「浅間白桃」の果実品質とみつ症との関係を調査し、糖度が高く、硬度が低い果実に発生が集中し、特に糖度12°、硬度2.0kg以下で多発することを認めている。津谷ら (2009) は、「紅清水」で開花から収穫日までの果実発育日数が短く、高糖度で果肉硬度が低いほど発生率が高いことを報告している。さらに、久保田ら (2012) は、「川中島白桃」他3品種について調査し、みつ症の果実は果肉硬度が低く糖度が高い傾向を認めており、これらの特徴は本調査の「白鳳」においても同様に確認されたことから、モモ

の品種に共通する特徴と考えられた。

近年は消費者の高級志向から、果重300gを超える15玉/5kgを中心とした大玉生産や、糖度が14°Brix以上の高品質果実が求められており、これらの栽培条件もみつ症の発生を助長している一因と考えられる。このため、発生軽減には、過度な大玉生産にしないための着果管理が重要と考えられた。また、みつ症の発生程度は、収穫後に硬度が低下しても収穫時と大差なく、本障害は樹上での成熟に伴って発生すると考えられている(斎藤ら, 2002)ことから、樹上で成熟が進む前の早めの収穫により、果実硬度の低下を避けることが必要と考えられた。

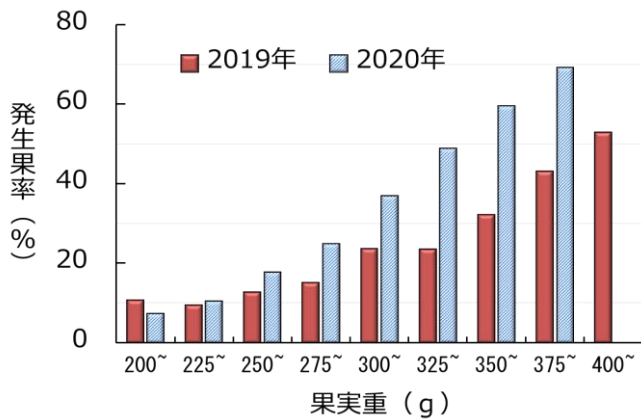


図10 収穫時の果実重とみつ症発生との関係

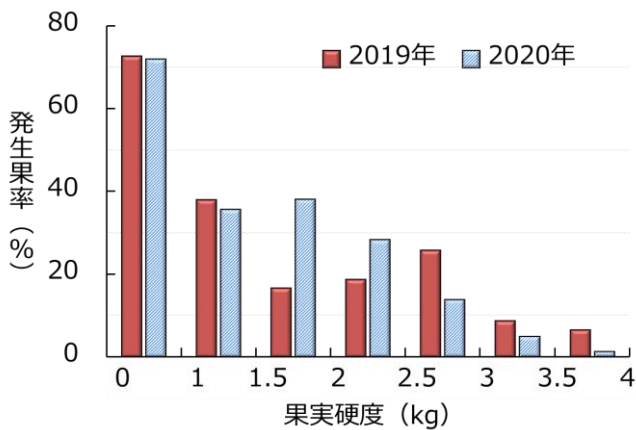


図11 収穫時の果実硬度とみつ症発生との関係

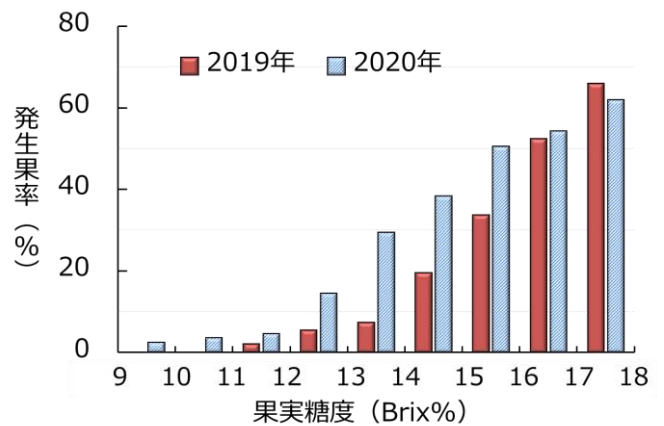


図12 収穫時の果実糖度とみつ症発生との関係

表3 モモ「白鳳」の着果量と早期収穫がみつ症発生に及ぼす影響

試験区 <sup>2</sup>		調査果数	平均果重	糖度	みつ症発生	みつ症指数
着果量	収穫	(果)	(g)	(Brix%)	果率(%)	(0-7)
慣行	慣行	210	327	15.1	46.6	1.6
1.5倍	慣行	251	305	14.7	29.1	1.0
慣行	早期	201	310	14.9	26.3	0.8
1.5倍	早期	178	296	14.6	17.1	0.4

<sup>2</sup>慣行：慣行の葉果比60で着果、慣行の熟度基準No.2で収穫

1.5倍：葉果比45で慣行の1.5倍で着果

早期：熟度基準を慣行のNo.2から1.5に早めて収穫

で低下し、1.5 倍の早期区で発生軽減効果が最も高かった。

以上のように本試験では、果実肥大を抑制する目的で慣行の 1.5 倍の着果量とした結果、小玉化によるみつ症の発生軽減効果が認められたことから、樹勢が強く毎年みつ症が多発する樹に対して有効な対策と考えられる。しかし、成熟期の降雨が極端に少ない干ばつ年には、果実肥大が劣り過度な小玉化となる危険性があることから、着果量の増加程度は品種や樹勢、その年の天候を考慮して判断する必要がある。また、萩原ら (2009) は、みつ症の発生と収穫時期との関係を調査し、「白鳳」では 2.0～2.5kg 適熟硬度での収穫を遵守することで、発生を低く抑えることが可能としている。本試験においても慣行より早めの早期収穫が有効であったことから、収穫始期にみつ症の多発が予測された場合には、最も効果的で現実的な対策といえる。近年は市場側からも軟化防止や日持ち性の観点から、出荷時の熟度をこれまで以上に早めることが求められており、みつ症の発生軽減も合わせた収穫適期基準の見直しが必要である。

本試験では未検討であるが、藤井ら (2021) は、みつ症の対策として、透湿性防水シートで樹冠下にマルチを行うことで土壌および樹体の水分変動を小さくすることが、発生抑制に効果があるとしている。本報の試験 1 および試験 2 からみつ症に及ぼす降雨や土壌水分の影響が大きいことが示唆されたため、今後は飛騨地域の主要品種に対する効果確認が必要である。また、赤肉症については、現在飛騨地域ではほとんど見られておらず、本報の高温処理でも観察されなかったものの、西日本を中心に増加していることから、今後の温暖化の進展に伴う発生に注視したい。

最後に現在では、非破壊でみつ症や核割れなどの障害発生を判別する手法として、音響振動法による共鳴周波数の変化から判別可能な共振測定装置の開発が進められている (福田ら. 2014 ; 福田ら. 2016)。著者らは、AI を活用した画像解析技術によりカメラで撮影することで障害果を判別できるスマート選果機の開発に取り組んでおり、いずれも外観からでは判別困難なみつ症を選果時に非破壊で取り除く有効な手段であることから今後の技術開発に期待したい。

## 引用文献

遠藤直人・森永邦久・福田文夫. 2016. モモの果肉障害発生に及ぼす成熟期の温度および水分の影響. 園学研. 15(別 1) : 286.

- 藤井雄一郎. 2021. 岡山県のモモ栽培における気象変動が生理障害発生に及ぼす影響の把握と対策技術の開発. 岡山農研報. 12 : 47-118.
- 福田文夫・牛島幸一郎・中野龍平・森永邦久. 2014. モモの果肉障害と共振法における共鳴周波数の変化との関係. 園学研. 13(別 2) : 281.
- 福田文夫・長岡洋行・藤本 黎・垣田 凌・中野龍平・藤井雄一郎・有田 慎・森永邦久. 2016. 音響振動法によるモモの果肉障害の非破壊検出および樹上評価の検討. 園学研. 15(別 1) : 287.
- 岐阜県. 2020. 岐阜県主要園芸作物標準技術体系. 果樹・特産編. モモ : 1 - 14.
- 萩原栄揮・新谷勝広・富田 晃・古屋 栄・内藤一孝・渡辺晃樹. 2009. モモ果肉障害の発生と収穫時期との関係. 園学研. 8(別 2) : 424.
- 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. 13 : 57-63.
- 久保田尚浩・金谷善泰・福田文夫・平野 健. 2012. モモの果肉障害の特徴と“水浸状果肉褐変症”の発生に及ぼす環状剥皮処理の影響. 園学研. 11(別 2) : 355.
- 齊藤典義・古屋 栄・猪俣雅人. 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.
- 杉浦和彦・黒田治之・杉浦裕義. 2007. 温暖化がわが国の果樹生育に及ぼしている影響の現状. 園学研. 6 : 257-263.
- 手塚誉裕・萩原栄揮・富田 晃・加藤 治・三宅正則・古屋 栄・山下路子. 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
- 津谷健太・福田文夫・久保田尚浩. 2009. モモ「紅清水」の果肉障害の発生に及ぼす果実発育日数の影響. 園学研. 8(別 2) : 159.