

ヘスペリジン高含有摘果ミカンの効率的採取・最適防除体系の確立

河原幹子¹⁾, 山下次郎, 副島康義²⁾, 荒牧貞幸³⁾, 田中加奈子⁴⁾

キーワード: ヘスペリジン, 機能性, 摘果ミカン, ウンシュウミカン

Establishment of Efficient Harvest and Ideal Control System for Unripe Satsuma Mandarin Fruits
Enriched with Hesperidin

Mikiko KAWAHARA, Jirou YAMASHITA, Yasuyoshi SOEJIMA, Sadayuki ARAMAKI, Kanako TANAKA

目次

1. 緒言
2. ヘスペリジンを多く得るための最適な摘果ミカン採取時期
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果
 - 3) 考察
3. 摘果ミカンの効率的な採取方法
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果
 - 3) 考察
4. 摘果ミカンの採取に適した防除体系
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果
 - 3) 考察
5. 摘要
6. 引用文献

Summary

¹⁾ 長崎県農政課, ²⁾ 長崎県県央振興局農林部, ³⁾ 長崎県県北振興局農林部, ⁴⁾ 長崎県農産園芸課

1. 緒言

ウンシュウミカンには、国内産果実で栽培面積および出荷量が最も多い主要な農産物の一つである。長崎県は作付面積 3110ha、出荷量 47600t で全国第 5 位（平成 27 年産）の産地であり、産出額は 86 億円と県内果樹生産における主要品目となっている。しかしながら、担い手の高齢化や隔年結果による収入の不安定さ、単収集の低迷等の影響により栽培面積は減少傾向にある。

一方、摘果はウンシュウミカンの栽培において極端な大玉および小玉、病虫害被害果等を除去し、着果数を調整することで樹体負担を減らし、肥大促進、高品質果実生産、連年結果をはかることを目的に行われる重要な作業の一つであり、肥大初期（粗摘果）および肥大中期（仕上げ摘果）に行われる。通常、摘果した果実は作業効率上、そのまま園地内に廃棄されている。

ミカンの青い未熟果には、機能性成分であるフラボノイド類、中でもヘスペリジンが成熟果より高濃度に含まれる²⁾。ヘスペリジンは血圧低下、血清脂質濃度低減、血流改善等の多くの機能性を有している¹²⁾。未利用のまま廃棄されている多量のウンシュウミカンの未熟果（以下、摘果ミカン）

をヘスペリジン資源として有効利用することは、ミカン生産者の所得向上のみならず、国民の健康にも寄与することが期待される。

宮田ら⁵⁾はビワの葉を三番茶葉に混合して揉捻することで発酵茶を製造する技術を開発している。またビワの葉に限らず、ツバキ葉など、様々な樹種の葉および果実を茶葉と混合揉捻し発酵させることで、高い機能性を持った特徴のある粗茶が生産できることを報告している⁴⁾。中でも、ヘスペリジン含量が高い摘果ミカンと茶葉を混合揉捻し、発酵した粗茶（以下、摘果ミカン混合発酵茶）は、血管強化に有効であり⁷⁾、新たな機能性食品として期待されている。

この摘果ミカン混合発酵茶を商品化する上で、原料となる摘果ミカンに求められる条件としては、生果重あたりのヘスペリジン含量が安定して確保できること、腐敗・枯死した果実や異物の混入など衛生上問題のない果実を効率的に採取すること、農薬使用基準を遵守し、農薬残留基準値を超えないことの3つである。

そこで、この3つの条件を満たすための方法について検討したので報告する

2. ヘスペリジンを多く得るための最適な摘果ミカン採取時期

摘果ミカンを機能性成分の原料として出荷する際には、生果での取引になると想定される。機能性食品においては成分含有量が一定であることが必要であり、同じ生果重に含まれるヘスペリジン含量が、年次、採取場所によらず一定量以上であることが求められる。これまでの研究から、乾物重あたりヘスペリジン含量は、果実の生育が進むにつれ低くなることがわかっている¹⁾。一方、1果に対する含有割合が高くても、摘果ミカンが小さく重量が軽い時期は採取可能な摘果ミカンの収量が少なくなり、十分量のヘスペリジンが確保できない。したがって、圃場から最も多くのヘスペリジンを採取できるのは1果あたりヘスペリジン含量が最大のときであり、採取適期と考えられる。そこで、本項では果実形質とヘスペリジン含量の

推移を調査し、ヘスペリジンを圃場から最も多く得られる時期を検討した。また得られるヘスペリジン含量の年次、品種、および圃場による差異があるかについても検討した。

1) 材料および方法

(1) 摘果ミカンの果実形質と生果重あたりヘスペリジン含量との相関

摘果ミカンは、長崎県大村市の長崎県農林技術開発センター果樹・茶研究部門のウンシュウミカン圃場（露地栽培）および長崎県内の極早生系統3か所、早生系統2か所から採取した。場内ほ場では2014年から2016年まで3か年試験を実施し、その供試品種、採取日および採取した果実の大きさを表1に示した。試験規模は2014年が1区10果3反復、2015年と2016年が1区10果2反復である。現地圃場では

2016年に試験を実施し、その供試品種、採取日を表2に示した。試験規模は1区10果2反復、採取果実の大きさは約25mmとした。

表1 場内圃場から採取した摘果ミカンの品種および採取日、果実の大きさ

年産	系統	品種	採取日	採取果実の大きさ ^z
2014	極早生	岩崎早生	7/7	大,中,小
	早生	原口早生	7/7	大,中,小
	中生	させぼ温州	7/7	大,中,小
	普通	青島温州	7/7	大,中,小
2015	極早生	岩崎早生	6/15,7/2	中
	早生	原口早生	6/15,7/23	中
	中生	させぼ温州	6/15,7/2	中
	普通	青島温州	6/15,7/2	中
2016	極早生	岩崎早生	6/15,7/4	大,中,小
	早生	原口早生	6/15,7/4	大,中,小
	中生	させぼ温州	6/15,7/4,8/1	大,中,小
	普通	青島温州	6/15,7/4,8/1	大,中,小

^z 果実の横径で下記のように区分した
 6月中旬…大:約30mm, 中:約25mm, 小:約20mm
 7月上旬…大:約35mm, 中:約30mm, 小:約25mm
 8月上旬…大:約40mm, 中:約35mm, 小:約30mm

表2 現地圃場から採取した摘果ミカンの品種および採取日(2016)

系統	品種	採取日	採取場所
極早生	上野早生	6/21	大村市
	日南早生	6/27	佐世保市
	上野早生	6/30	南島原市
早生	原口早生	6/24	西海市
	興津早生	6/27	佐世保市

果実は生果重および横径を測定した後、-20℃で保存した。試料調整前に室温にて自然解凍し、剪定ばさみを用いて約5mm角に裁断し、ガラス製ビーカーに入れ60℃の乾熱機で1晩乾燥した後、測定した重量を乾物重とした。乾燥後、摩砕機で粉状にしたものを試料として用いた。各試料は約0.1gをビーカーに測り取り、抽出溶媒として60%ジメチルスルホキシドを100ml加え、超音波発生装置に浸漬し、20分間超音波処理を行った。その後、0.2μm孔径のメンブランフィルターでろ過したのについて、日本分光株式会社の高速液体クロマトグラフ(LC-2000Plus)を用いてヘスペリジン含量を測定した。分析は大野・笹山⁹⁾の方法を一部改変して行った。HPLC分析条件は表3に示した。

表3 ヘスペリジン定量分析のHPLC条件

区分	条件
カラム	: YMC-Pack Pro C18,S-5,内径4.6mm,内径4.6mm×長さ150mm
移動相	: アセトニトリル-10mMリン酸(20+80,v/v)
プログラム	: アイソクラテックモード 30分
流速	: 0.6ml/分
サンプル注入量	: 1μL
カラム温度	: 40℃
検出器	: フォトダイオードアレイ MD-2010Plus,日本分光
検出波長	: 350nm

(2) 含水率および1果あたりヘスペリジン含量の推移

表1の2016年の摘果ミカンを用い、同一ほ場における含水率と1果あたりヘスペリジン含量の経時的な変化を調査した。含水率は(1)で算出したものを用い、1果あたりヘスペリジン含量は(1)で算出した乾物重あたりヘスペリジン含量に1果あたり乾物重を乗じて算出した。

(3) 摘果ミカンの含水率と果汁蓄積程度

生果重および乾物重の計測無しに含水率を推定するため、場内圃場の摘果ミカンについて、果汁蓄積程度と含水率の関係について調査した。試料は表1の2016年のもの、および同一圃場から2016年6月21日に採取したのものを用いた。果実は採取後速やかに横径、1果ごとの生果重を測定した後、剪定ばさみを用いて赤道面で半分になり、果梗側の切片を手で絞り、果汁の出方を観察し、表5に準じて果汁蓄積程度を調査した。含水率の算出は(2)と同様に行った。

(4) 摘果ミカンの形質および含水率の年次間差

2014年から2016年の3か年に場内圃場で採取した摘果ミカンについて、果実横径と1果あたり生果重、含水率の年次間差を調査した。試料は表1の2014年から2016年の3か年に採取した果実横径が中程度のもの、および同一圃場から2016年6月21日に採取したのものを用いた。含水率の算出は(2)と同様に行った。

(5) 現地ほ場における摘果ミカンの果実形質およびヘスペリジン含量

採取場所による果実形質およびヘスペリジン含量の差について調べるため、長崎県内の現地ほ場から採取した摘果ミカンについて、果実横径と1

果あたり生果重，含水率および生果重あたりヘスペリジン含量を調査した．試料は表2のものを用い，果実の保存，調整及びヘスペリジン含量の測定は(1)と同様に行った．

2) 結果

(1) 摘果ミカンの果実形質と生果重あたりヘスペリジン含量との相関

2014年から2016年の3カ年の場内圃場，および2016年の現地圃場から採取，分析したすべての摘果ミカンにおけるヘスペリジン含量と果実横径，含水量および生果重との相関係数および相関図を図1～3に示す．

横径，含水率，1果あたり生果重のすべての形質との間に高い負の相関が認められたが，中でも相関が最も高いのは含水率であった．含水率が80%以下の摘果ミカンのほとんどは，生果100mgあたりヘスペリジン含量はおおむね3mgであった(図2)．

(2) 含水率および1果あたりヘスペリジン含量の推移

同じほ場における同一品種の摘果ミカンにおいては，果実が大きいほど，含水率および1果あたりヘスペリジン含量が多かった．含水率は果実生育に伴い増加した．また1果あたりヘスペリジン含量は，含水率が80%を超えると減少した(図4)．

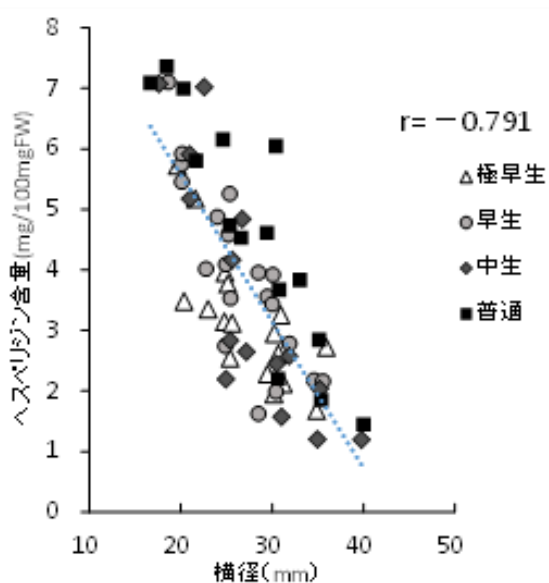


図1 ヘスペリジン含量と果実横径の相関 (2014～2016)

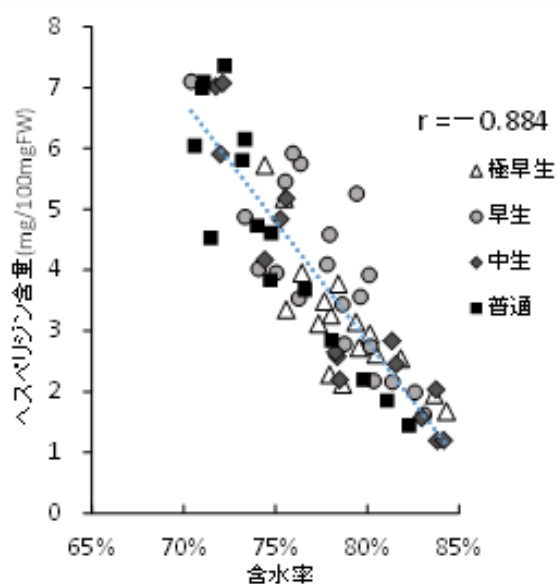


図2 ヘスペリジン含量と含水率の相関 (2014～2016)

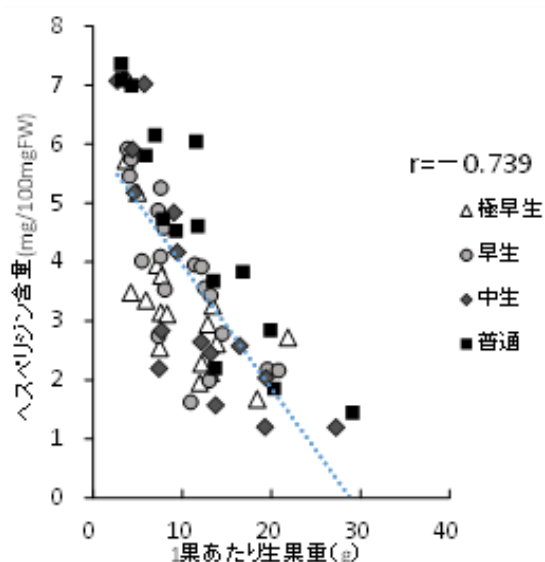


図3 ヘスペリジン含量と1果あたり生果重の相関 (2014～2016)

(3) 摘果ミカンの含水率と果汁蓄積程度

含水率がおおむね80%の摘果ミカンは，「岩崎早生」，「原口早生」および「させぼ温州」については，果実を半分に割り，手で搾った際，果汁が数滴出る程度(果汁蓄積程度2)の果実であった(表4)．「青島温州」では，同程度の果汁蓄積程度の摘果ミカンについても他の品種より含水率が低い傾向であった(表4)

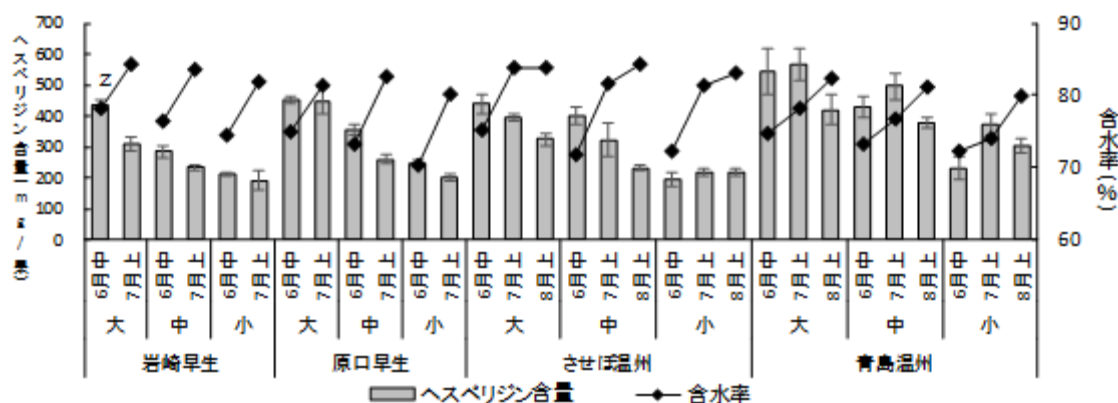


図4 1果あたりヘスペリジン含量と含水率 (2016)

^z 1果あたりヘスペリジン含量のエラーバーは標準偏差

表4 摘果ミカンの果汁蓄積程度と含水率 (%) (2016)

品種	果汁蓄積程度 ^z			
	0	1	2	3
岩崎早生	75.3	78.8	79.4	82.0
原口早生	73.4	76.0	78.6	83.3
させば温州	-	75.0	80.0	83.2
青島温州	70.7	75.3	76.3	-

^z 果汁蓄積程度

- 0: 手で搾っても果汁が出ない
- 1: 手で搾ったとき、果汁が1~2滴だけ出る
- 2: 手で楽に搾れないが、果汁が数滴出る
- 3: 手で楽に搾れ、大量の果汁が出る

(4) 摘果ミカンの形質および含水率の年次間差

「岩崎早生」、「原口早生」および「させば温州」の含水率が80%となる時期は、2014年および2015年は7月上旬以降、含水率が高かった2016年で6月下旬から7月上旬、「青島温州」は他の3品種より遅い時期であった(表6)。また、その時期の「岩崎早生」、「原口早生」および「させば温州」の果実横径は2014年および2015年は約30mm、2016年は約27~28mmであった(表5)。

(5) 県内各地のほ場における摘果ミカンの果実形質およびヘスペリジン含量

極早生では含水率は佐世保市が低く、ヘスペリジン含量は南島原市が高かった。早生では含水率に差は無。

表5 同一圃場で採取した摘果ミカンの時期別横径、生果重量、含水率 (2014~2016)

系統	品種	年産	採取時期	横径 (mm)	生果重 (g/果)	含水率 (%)	系統	品種	年産	採取時期	横径 (mm)	生果重 (g/果)	含水率 (%)
極早生	岩崎早生	2014	7月上	31.2	13.2	78.6	中生	させば温州	2014	7月上	27.2	12.1	78.3
			6月中	23.0	5.9	75.6				6月中	21.0	4.4	72.0
		2015	7月上	29.5	12.2	77.9			7月上	25.6	9.5	74.4	
			6月中	24.8	7.2	76.4			6月中	22.6	5.7	71.8	
		2016	6月下	27.9	14.1	79.3			6月下	26.9	11.9	77.4	
			7月上	30.2	12.0	83.6			7月上	30.5	13.2	81.6	
早生	原口早生	2014	7月上	31.9	14.5	78.8	普通	青島温州	2014	7月上	30.4	11.6	70.6
			6月中	22.8	5.5	74.1				6月中	16.7	3.2	71.1
		2015	7月下	28.5	10.9	83.1			7月上	26.6	9.3	71.5	
			6月中	24.0	7.3	73.3			6月中	24.6	6.9	73.3	
		2016	6月下	28.2	11.9	79.0			6月下	26.1	12.5	74.4	
			7月上	30.4	13.0	82.6			7月上	30.8	13.5	76.6	
							2016	8月上	35.4	20.3	81.1		

表6 県内各地で採取された摘果ミカンの生果重あたりヘスペリジン含量および含水率 (2016)

系統	品種	採取日	採取場所	横径 (mm)	生果重 (g/果)	含水率 (%)	生果重あたり ヘスペリジン含量 ^z (mg/100mgFW)
極早生	上野早生	6/21	大村市	24.8	7.6	79.4 a ^y	3.14 b ^y
	日南早生	6/27	佐世保市	25.2	7.7	78.4 b	3.77 b
	上野早生	6/30	南島原市	25.4	7.6	79.4 a	5.26 a
早生	原口早生	6/24	西海市	25.2	8.0	77.9 a	4.58 a
	興津早生	6/27	佐世保市	25.0	7.6	77.8 a	4.09 b

く、ヘスペリジン含量は西海市が高かった (表6)。含水率が高かった2016年において、県内のいずれの圃場でも、6月下旬時点で含水率は80%以下で、場内圃場の試験結果と一致した。また、圃場により差はあるものの、生果100mgあたりヘスペリジンは、極早生で約3~5mg、早生で約4mg含まれていた (表6)。

3) 考察

ヘスペリジンを含むフラボノイド類は、アルベドといわれる中果皮に多く含まれ、果実中のヘスペリジン含有量の70%近くがアルベドに集中している³⁾。また、カンキツ類の初期肥大の大部分はアルベドが厚くなることによる。果皮の厚さは6月上旬より急速に増大し、7月始めごろに最大に達する。それ以降は減少すると同時に、砂じょうが伸長して果汁が蓄積され始める⁸⁾ため、幼果全体に占めるアルベドの割合も減少していく。したがって、1果あたりヘスペリジン含量が最も高くなるのは、果皮の厚さと砂じょうへの果汁蓄積のバランスにより、幼果に占めるアルベドの割合が最大となる時期と思われる。今回の結果から、その時期の推定には含水率を調べるのが最も精度が高かった。さらに、摘果ミカンの採取と高糖度ミカン生産を両立する場合、摘果ミカンの採取を生理落果終了前に行うことは、着果数の減少すなわち成熟果の収穫量が減少するリスクを伴う。このため、採取適期は生理落果終了後から幼果の含水率が80%程度の時期と考えられた。

含水率が80%程度となる時期は、「岩崎早生」「原口早生」および「させぼ温州」は、手で搾った際果汁が数滴出る程度、すなわち果汁の蓄積が始まった直後である。「青島温州」については、果汁蓄積が同程度の摘果ミカンの含水率は他の品種より低かったが、果汁の出方を調査した際の果皮が他の品種と比べて厚かったことから、アルベドの割合が最大となる時期の果汁蓄積程度が他の品種より高いと思われる。ただし、摘果ミカンを茶葉と揉捻する際、糖分を含んでいると揉捻

の際の粘りが強くなり作業に支障をきたすため、「青島温州」についても採取は果汁蓄積直後が適していると考えられる。

極早生の「岩崎早生」および早生の「原口早生」で含水率が80%となる時期は、7月上旬頃、果実横径が30mm程度の時点であるが、同程度の果実肥大、生果重であっても年次によって含水率に差があった。果汁の蓄積が始まる時期は収穫が早い品種ほど早い、同一品種でも開花期以降の天候や樹勢、着果量等によっても異なるため、適期を逸しないよう幼果を絞り果汁蓄積程度を確認しておくことが望ましい。また、中生である「させぼ温州」や成熟期が遅い普通系統の「青島温州」では、高糖度果実生産を目的に幼果期に着果ストレスをかけるため、主に果汁蓄積が進んだ8月中旬以降に摘果される⁶⁾。したがって、中生、普通系統では摘果ミカンの採取と高糖度ミカン生産の両立は難しく、摘果ミカンの採取には、摘果作業の時期が早い極早生および早生系統の品種か、摘果ミカンのみを採取する専用園が適していると思われる。

同一品種の、同一圃場から同時期に採取した摘果ミカンでは、大きな果実ほど1果あたりヘスペリジン含量が高い。一般に栄養条件に恵まれた大果は果皮の厚さが著しいといわれており⁸⁾、肥大が進みやすい樹冠上部や直立枝に着果した果実を採取するとより多くのヘスペリジンが得られやすいと考えられる。

県内各地のほ場における差については、採取日が異なるため同時期における比較はできなかったが、果汁蓄積が比較的早かった2016年において、6月下旬までに採取した摘果ミカンの含水率はすべてのほ場において80%未満であり、生果100mgあたり極早生で約3~5mg、早生で約4mgのヘスペリジンが含まれていた。以上のことから、長崎県内のウンシュウミカン園における摘果ミカン採取の適期は、生理落果終了後の6月下旬頃から幼果の含水率が80%程度、横径30mm程度

となる7月上旬頃である。摘果ミカンを機能性成分の原料として出荷する際には、生果重あたり価格での取引になると想定されるが、適期に採取した摘果ミカン

であれば、生果100mgあたりおおむね3mgのヘスペリジンが含まれていると推定できる。

3. 摘果ミカンの効率的な採取方法

未利用資源である摘果ミカンを機能性食品の原料とするためには、衛生面上枯死した果実や枝、葉等の異物の混入がないよう収穫袋等により地面に落とさずに採取する必要がある。このため、地面に果実を落とす通常の摘果と比べて、作業に時間を要する。また、ヘスペリジン高含量の摘果ミカンを得るには6月下旬～7月上旬が適期であり、その時期に集中して採取する必要がある。そこで、摘果ミカンの効率的な採取方法について検討した。

1) 材料および方法

(1) 樹からの採取方法

長崎県農林技術開発センター果樹・茶研究部門圃場の露地栽培18～20年生(2014～2016年)「岩崎早生」を供試し、表7に示した試験区を設定した(写真1, 2)。植栽本数は10aあたり125本で試験規模は各区1樹3反復とした。摘果ミカンの採取は2014年7月1日、2015年6月17日、2016年6月23日で、2人1組となり1樹を各摘果方法により、市販の果実収穫袋に採取し、採取果実重量を計測した。2015年および2016年はコンテナ収納までの一連の作業動作を調査し、作業時間についても調査した。樹冠上部および間引き摘果区は、7月中旬に透湿性のシートマルチ被覆を行い、2014年および2016年については仕上げ摘果、樹上選果、2015年は樹上選果のみ行った。成熟果実は各年とも10月上旬に2回程度に分け全果を収穫し、重量、階級を調査した。さらに、浮皮、日焼け果の発生状況を各区50果、着色歩合、糖度、酸含量を各区20果調査した。

表7 試験区の構成

試験区	方法
樹冠上部摘果	樹高1/3上部を全摘果
全摘果	着果果実を全て摘果
間引き摘果	樹全体を間引き摘果

(2) 摘果果実の採取器具

7) 試作A

長崎県農林技術開発センター果樹・茶研究部門圃場の露地栽培18年生「岩崎早生」(樹高約2m)を供試し、表8に示した試験区を設定した(写真3, 4, 5)。植栽本数は10aあたり125本で試験規模は各区5樹2反復とした。摘果ミカンの採取方法は間引き摘果とし、2014年7月17日、2人1組となり各採取器具により収穫し、作業時間、採取果実数量を計測した。また、採取果実の異物混入数、欠損果数(収穫器具からこぼれた果実数)についても調査した。

表8 試験区の構成

試験区	内容
傘改良器 ²	傘の骨の先端をガムテープで補強(直径100cm)
シート	透湿性ハードタイプシートを樹冠下に敷設(2m×10m)
慣行収穫袋	市販果実収穫袋(直径30cm)

²樹冠中～下部を傘改良器、樹冠上～中部を市販の果実収穫袋で収穫

7) 試作B

長崎県農林技術開発センター果樹・茶研究部門圃場の露地栽培8年生「原口早生」(樹高約1.6m)を供試し、表9に示した試験区を設定した。使用した採取器具を写真5, 6, 7に示した。植栽本数は10aあたり125本で試験規模は各区2樹4反復とした。摘果ミカンの採取方法は間引き摘果とし、2014年8月27日および9月9日、1反復1人で各採取器具により収穫し、作業時間、採取果実数量、採取果実の欠損果数について調査した。



写真1 樹からの採取方法（間引き摘果）、
樹全体を間引き摘果



写真2 樹からの採取方法（樹冠上部摘果）、
テープ上部を全摘果



写真3 摘果果実の採取器具
(試作A：傘改良器)



写真4 摘果果実の採取器具
(試作A：シート)



写真5 摘果果実の採取器具
(試作A：慣行収穫袋)



写真6 摘果果実の採取器具
(試作B：傘型収穫器)



写真7 摘果果実の採取器具
(試作B：改良収穫袋)

表9 試験区の構成

試験区	内容
傘型収穫器	鉄製枠とテントシート幕で傘型に作成 (直径 70cm)
改良収穫袋	テントシート幕で半円形に作成し、腰に巻きつけ体に密着するよう半円形容器と固定ベルトを取り付け (直径 30cm)
慣行収穫袋	市販果実収穫袋 (直径 30cm)

摘果後成熟した果実の1樹当たり収量は、3か年とも樹冠上部摘果は間引き摘果にくらべ収量は少なく、3か年平均で79%程度であった。階級は両区ともS中心であったが、樹冠上部摘果区の果実がやや小さい傾向であった(表12)。果実品質は糖度、酸含量では両試験区の差は認められなかったが、樹冠上部摘果は着色が有意に遅れ、浮き皮果は少ない傾向であった。(表13)。

表10 摘果方法の違いによる採取時間 (2015, 2016)

試験区	採取時間 (秒/100果/人)	割合 ^z
樹冠上部摘果	345 b ^y	78
全摘果	283 b	63
間引き摘果	445 a	100

^z 間引き摘果時間に対する割合

^y Tukeyの多重検定により縦の異なる文字間で有意差あり

2) 結果

(1) 樹からの採取方法

1人あたり100果採取に要する時間は、間引き摘果に比べ、樹冠上部摘果は22%、全摘果は37%少なく、有意差が認められた(表10)。

10a当たり採取量は、3か年とも全摘果が多く、次いで樹冠上部摘果、間引き摘果の順であった。1果あたり果実重は年により変動が大きく、試験区間に差は認められなかった(表11)。

表11 摘果方法の違いによる採取量および果実重 (2014~2016)

試験区	採取重量(kg/10a) ^z				果実重(g/果)			
	2014	2015	2016	平均	2014	2015	2016	平均
樹冠上部摘果	858.4 b ^y	487.5 b	761.5 b	702.5 b	12.6 a	7.0 a	9.6 a	9.7 a
全摘果	1733.3 a	1195.8 a	1176.5 a	1281.8 a	10.7 b	6.3 a	6.9 b	8.0 a
間引き摘果	223.4 c	402.5 b	617.0 b	414.3 c	10.2 b	6.6 a	10.5 a	9.1 a

^z 10a当たり125本植えて換算

^y Tukeyの多重検定により縦の異なる文字間で有意差あり

表12 摘果方法の違いによる成熟時の階級割合および収量 (2014~2016)

年次	試験区	階級割合(%)					収量	
		2L以上	L	M	S	2S以下	(kg/樹)	有意差 ^z
2014	樹冠上部摘果	1.2	9.8	32.2	35.9	20.9	45.5	n.s.
	間引き摘果	15.9	31.6	33.7	14.4	4.4	50.3	
2015	樹冠上部摘果	1.5	7.0	25.5	34.2	31.8	45.5	n.s.
	間引き摘果	0.8	6.0	21.9	37.9	33.4	59.9	
2016	樹冠上部摘果	0.4	4.6	23.3	44.2	27.5	24.9	n.s.
	間引き摘果	0.7	5.8	28.4	43.1	22.0	35.8	
平均	樹冠上部摘果	1.0	7.1	27.0	38.1	26.8	38.6	n.s.
	間引き摘果	5.8	14.5	28.0	31.8	19.9	48.7	

^z t検定により*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なしを示す

表 13 摘果方法の違いによる成熟時の果実品質 (2014~2016)

年次	試験区	果実重 (g)	着色 歩合	浮皮 指数 ^z	日焼け 指数 ^z	糖度 (brix)	酸含量 (g/100ml)
2014	樹冠上部摘果	120.6	4.0	1.5	-	9.1	0.77
	間引き摘果	124.5	4.7	1.0	-	9.3	0.82
	有意差	n.s. ^y	* ^x	n.s. ^x	-	n.s. ^y	n.s. ^y
2015	樹冠上部摘果	99.5	3.2	2.0	2.0	10.1	0.82
	間引き摘果	103.2	5.6	12.0	3.0	10.7	0.83
	有意差	n.s.	*	*	n.s. ^x	n.s.	n.s.
2016	樹冠上部摘果	82.5	2.8	3.0	2.0	11.3	0.86
	間引き摘果	81.6	3.5	2.0	1.0	11.4	0.95
	有意差	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
平均	樹冠上部摘果	105.8	3.5	2.0	2.0	9.9	0.80
	間引き摘果	108.5	4.7	4.0	2.0	10.2	0.85
	有意差	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^z 0:無, 1:軽, 2:中, 3:甚とし

{(1×軽の発生果数)+(2×中の果数)+(3×甚の果数)}/(3×総調査果数)×100

^y t検定により*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なしを示す

^x マンホイットニーのu検定により*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なしを示す

(2) 摘果果実の採取器具

7) 試作A

100果当たりの採取時間は、摘果作業のみではシートが有意に早く、慣行収穫袋が遅かったが、シートは設置片付けに時間を要し、作業全体では有意差がなかった。異物混入数は傘改良器およびシートが多かった。

欠損果率は、傘改良器が有意に高かった (表 14)。

1) 試作B

100果当たりの採取時間は、傘型収穫器が有意に早かったが、摘果した果実が傘に収納されず地面に落ちてしまう欠損果率がやや高かった (表 15)。改良収穫袋は欠損果率が低く採取時間もやや早かった。

表 14 採取器具の違いによる採取時間、採取数、異物混入数、欠損果率 (2014)

試験区	採取時間 (秒/100果)		採取数 (個/人/hr)		異物混入数 ^y (個/樹)	欠損果率 ^x (%)
	摘果のみ	全体 ^z	摘果のみ	全体 ^z		
傘改良器	340.4 ab ^w	352.1 a	1,067 ab	1,034 a	229.0 a	3.4 a ^v
シート	306.5 b	365.5 a	1,191 a	1,000 a	226.5 a	0.9 b
慣行収穫袋	376.8 a	386.0 a	983 b	956 a	50.5 b	0.6 c

^z 採取器具を用いて採取した後、コンテナに収納する時間およびシートの設置、片付けまでの時間を含む

^y 葉、枝、生理落果果実の総数

^x 全摘果数に対し、採取器具からこぼれた果実数割合

^w 縦の異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%の有意差あり

^v 縦の異なる文字間にはアークサイン変換後のTukey多重検定により5%の有意差あり

表 15 採取器具の違いによる採取時間, 採取数, 欠損果率 (2014)

試験区	採取時間 (秒/100果)		採取数 (個/人/hr)		欠損果率 ^y (%)
	摘果のみ	全体 ^z	摘果のみ	全体 ^z	
傘型改良器	249.3 b ^x	266.0 b	1,731 a	1,608 a	2.8 a
改良収穫袋	272.2 ab	298.2 ab	1,592 a	1,421 a	0.7 a
慣行収穫袋	301.5 a	313.4 a	1,480 a	1,415 a	1.2 a

^z 器具を用いて採取後, コンテナに収納する時間も含む

^y 全摘果数に対し, 採取器具からこぼれた果実数割合

^x 縦の異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%の有意差あり

(3) 考察

摘果ミカンの採取は, 採取適期が 6 月下旬から 7 月上旬と短いに加え, 1 果実重量が 8g 程度と軽い
ため, 一定のヘスペリジン量を含む果実重を採取する
のに時間がかかり, 効率的な採取方法が不可欠である。

成熟果実も収穫する併用栽培においては, 果実の
大きさや着果量を考慮しないで採取できる樹冠上部
摘果が, 間引き摘果と比較し 20%程度採取時間を短
縮でき, 採取量も多くなる反面, 成熟果実の収穫量
は 20%程度減り小玉果実が増えるため手直し摘果が
必要となること, 果実の着色が遅れるため成熟果実
の収穫適期が遅くなることに注意が必要である。

摘果ミカン専用樹として全摘果する場合は, 間引
き摘果と比較し採取時間を 37%短縮できる。樹の上
部の採取には脚立が必要なため効率が悪いが, 枝を
剪定し地上で果実を採取することで一層の時間短縮
が可能になる。全摘果するとその後夏枝の発生がみ
られるため, 安定生産のため採取後は夏季剪定し一
斉に良質な結果母枝発生を促すとともに, 発生した
夏枝のミカンハモグリガ, アゲハ, アブラムシ等の
防除が必要である。

採取器具については, 樹冠下部にシートを広げ採

取すると, 慣行収穫袋に比べて採取時間は短く, 採
取数は多くなるが, シート設置および片付けの時間
がかかるため, 作業全体では慣行採取法に比べ効率
は向上しない。また, 直線状に樹が植栽されている
場合はシート設置が容易だが, 傾斜地や高畝で植栽
されていると設置しにくく欠損果率も増える。さら
に葉, 枝, 果実の異物混入数が多くなり, 採取後の
選別が必要になる。傘型改良器は効率よく採取でき,
設置片付けにかかる時間も不要であるが, 重量が重
くハンドリングが悪かったため, 形状や素材を再考
する必要がある。体に密着した改良収穫袋は, 慣行
収穫袋に比べ有意差はないものの, 樹の下部採取時
はかがみ, 樹の上部を採取時には脚立に登った態勢
や背伸びしながらの摘果作業時でも, 採取果実がこ
ぼれにくく, 採取時間もやや短くなるため効率がよ
い。

以上のことから, 効率的に摘果ミカンを採取する
には, 成熟果を収穫する併用栽培では樹冠上部摘果
とすると採取効率が良いが, 成熟果を収穫しない摘
果ミカン専用樹とすると, 採取時間をさらに短縮で
きる。また採取の際は, 体に密着するよう改良した
収穫袋を使用するとよいと考えられる。

4. 摘果ミカンの採取に適した防除体系

摘果ミカンにおける農薬使用基準ならびに農薬残留基準は、一般の成熟期に収穫される「みかん」あるいは「かんきつ」と同じ基準が適用され、摘果ミカンの採取期を収穫期として使用基準（特に、収穫前日数）を遵守する必要がある。農薬使用基準は、成熟期の収穫を想定して定められており、摘果ミカンの採取時期である6月下旬～7月上旬の幼果期に使用されている剤は成熟期まで間があるため収穫前日数が長い農薬が多い。このため、通常の防除を行っている圃場から摘果ミカンを採取した場合、使用基準違反となる。また、摘果ミカンは、成熟したミカンの果実と比較してはるかに小さく、同じ重量では表面積が大きくなるため農薬の付着量が多くなり、残留量が多くなるおそれがある。摘果ミカン採取後残った果実は、成熟後に青果用として出荷するケースが想定され、通常の栽培管理を行った成熟果と同等の品質が求められる。これらの条件をクリアするため、摘果ミカンの採取に適した防除体系として、農薬使用基準および農薬残留基準を遵守しながら、慣行の防除体系と遜色のない品質が確保できる防除体系を構築する必要がある。そこで、農薬使用基準の収穫前日数が短い、あるいは設定が無い農薬を用いた防除体系の防除効果や農薬残留などについて検討した。

1) 材料および方法

摘果ミカン採取開始（6月下旬）までの防除薬剤の一部（収穫前日数が長いもの、浸透移行性の高いものなど）を収穫前日数が短いか設定が無い農薬を用いて設計した（表16）。該当する期間の防除対象として黒点病、チャノキイロアザミウマ、カイガラムシ類、ミカンハダニ、ゴマダラカミキリなどが慣行の防除体系では対象病害虫になっている。黒点病の防除は、主要な防除剤であるマンゼブ水和剤（商品名：ジマンダイセンなど）の代替として、既登録の薬剤の使用基準の内容および過去の報告^{10,11)}から、銅水和剤（表17、収穫前日数：設定なし）への微粉末化された炭酸カルシウム水和剤（表17、収穫前日数：設定なし、以下ホワイトコート）の混用による防除とした。チャノキイロアザミウマは、この時期は慣行ではマンゼブ水和剤による同時防除が主体であるが、ホワイトコートは、チャノキイロアザミウマに対する登録を有するため、黒点病との同時防除が可能である。カイガラムシ類防除には、慣行ではブプロフェジン剤やDMTP剤（表16）が主に

使用されるが、それぞれの防除適期（ブプロフェジン：5月下旬、DMTP：6月上～中旬）に使用すると農薬使用基準の収穫前日数の逸脱、あるいは残留農薬基準値超過のおそれがある。そこで、カイガラムシ類の防除薬剤は、ピリフルキナゾン水和剤（表17、収穫前日数：前日まで、以下コルト顆粒水和剤）とした。また、コルト顆粒水和剤は、チャノキイロアザミウマに対する登録も有し、同時防除が可能である。ミカンハダニの防除薬剤は、慣行でも使用されるマシン油乳剤（表17、収穫前日数：設定なし）とした。

ゴマダラカミキリに関しては、適切な薬剤が無く、摘果ミカンの収穫直後にDMTP剤などで防除することとした。

(1) センター内試験

当センター果樹・茶研究部門内の「岩崎早生」（表18）を用いて、2014年～2015年に摘果ミカン用防除体系および慣行防除体系で防除を行った（表19, 20）。散布は、スピードスプレーヤを用い、十分量散布した（500l/10a相当）。試験規模は1区10樹反復なしとし、うち5樹を調査樹とした。農薬の残留は、2014年7月2日、2015年7月1日に、分析試料を各処理区の調査樹（5樹）から約1.5kgを採取し、分析に供試した（分析は、2014年；キューサイ株式会社、2015年；日本エコテック株式会社に委託）。分析対象成分は、2014年はジチオカルバメート、メチダチオン、ブプロフェジン、2015年はピリフルキナゾン、ジチオカルバメート、メチダチオン、ブプロフェジンとした。防除効果、果実の汚れの調査（2014年9月26日、2015年9月30日）には成熟した果実を1樹あたり50果供試し、表23の基準に基づき評価した。

(2) 現地試験

東彼杵町(2015)および大村市（2016）において、それぞれ「宮川早生」、「上野早生」（表18）において当センター内での試験体系に準じて防除を行った（表21, 22）。散布は背負い式動力噴霧器を用い、十分量を散布した（500l/10a相当）。試験規模は、2015年は1区4樹反復なしの全樹調査、2016年は1区8樹反復なし、うち3樹を調査樹とした。農薬の残留は、2015年は摘果ミカン防除区のみ、2016年は摘果ミカン防除区および慣行防除区を調査した。分析試料は2015年7月1日、2016年7月1日、各処理区の調査樹から約1.5kgを採取した（分析は、いずれも日本エコテック株式会社に委託）。

ヘスペリジン高含有摘果ミカンの効率的採取・最適防除体系の確立

分析対象成分は2015年、2016年ともにピリフルキナゾン、ジチオカルバメート、メチダチオン、ブプロフェジンとした。防除効果、果実の汚れの調査は、成熟し

た果実を1樹あたり20果(2015年)または50果(2016年)を供試(2015年10月9日、2016年9月30日)し、表23の基準に基づき評価した。

表16 供試した薬剤名一覧

一般名	商品名※	収穫前日数(みかん)
ピリフルキナゾン水和剤	コルト顆粒水和剤	収穫前日まで
銅水和剤(水酸化第二銅46.1%)	コサイド3000	-
炭酸カルシウム水和剤(95%,粉末粒系45μm以下ホワイトコート)		-
マシン油乳剤97%	ハーベストオイル	-
ジチアノン水和剤	デランフロアブル	収穫30日前まで
クレソキシムメチル水和剤	ストロビードライフロアブル	収穫14日前まで
アセタミプリド液剤	モスピランSL液剤	収穫14日前まで
ブプロフェジン・フェンピロキシメート水和剤	アブロードエースフロアブル (アブロード、ダニトロン)の混合剤	収穫14日前まで
マンゼブ水和剤	ジマンダイセン水和剤	収穫30日前まで
マンネブ水和剤	エムダイファー水和剤	収穫60日前まで
DMTP乳剤	スプラサイド乳剤40	収穫14日前まで
フルアジナム水和剤	フロンサイドSC	収穫30日前まで
クロルフェナピル水和剤	コテツフロアブル	収穫前日まで
ビフェントリン水和剤	テルスター水和剤	収穫前日まで

※ 同一の一般名で複数の商品名が存在するもの、単剤と混合剤では商品名が異なるものなどがあるため、実際に本報告内で使用された商品名を記載した。

表17 摘果ミカン採取用防除体系の基本的な構成

月	半月	病虫害名	農薬名	収穫前日数	
				みかん	かんきつ
5	下	カイガラムシ類	ピリフルキナゾン水和剤	前日	前日
	上	黒点病 チャノキイロアザミウマ	銅水和剤(46.1%) +炭酸カルシウム水和剤 (炭酸カルシウム95%,粉末粒系45μm以下)	-	-
6	中	ミカンハダニ	マシン油乳剤(97%)	-	-
	下	黒点病 チャノキイロアザミウマ	銅水和剤(46.1%) +炭酸カルシウム水和剤 (炭酸カルシウム95%,粉末粒系45μm以下)	-	-
7	上 ~ 中	黒点病 チャノキイロアザミウマ カイガラムシ類 ゴマダラカミキリ	※摘果ミカンの収穫後すぐに行う マンゼブ水和剤、DMTP乳剤など		

表18 摘果ミカン採取用防除体系試験における供試品種・耕種概要・区制

年度	場所	供試品種	年生	栽培形態	区制
2014	農林技術開発センター 果樹・茶研究部門	岩崎早生	19年生	露地	1区10樹反復なし (うち5樹調査)
2015	農林技術開発センター 果樹・茶研究部門	岩崎早生	20年生	露地	1区10樹反復なし (うち5樹調査)
	東彼杵町赤木	宮川早生	12~13年程度	露地	1区4樹反復なし (全樹調査)
2016	大村市鬼橋町	上野早生	年生不明 (高接ぎ)	露地	1区8樹反復なし (うち3樹調査)

表 19 摘果ミカン採取用防除体系の散布実績 (2014, センター内)

摘果ミカン用防除		慣行防除	
農薬名	希釈 倍数	農薬名	希釈 倍数
ジチアノン水和剤 (4/8)	1000	ジチアノン水和剤 (4/8)	1000
アセタミプリド液剤 (5/2)	3000	アセタミプリド液剤 (5/2)	3000
アセタミプリド液剤 (5/8)	3000	アセタミプリド液剤 (5/8)	3000
クレソキシムメチル水和剤 (5/16)	2000	クレソキシムメチル水和剤 (5/16)	2000
ピリフルキナゾン水和剤 (5/29)	2000	ブプロフェジン・ フェンピロキシメート水和剤 (5/29)	1000
銅水和剤 (6/5)	2000	マンゼブ水和剤 (6/5)	600
炭酸カルシウム水和剤 (6/5)	50	マシン油乳剤 (6/5)	200
マシン油乳剤 (6/5)	200		
銅水和剤 (6/30)	2000	マンネブ水和剤 (6/30)	600
炭酸カルシウム水和剤 (6/30)	50	DMTP乳剤 ((6/30)	1500
DMTP乳剤 (7/11)	1500	マンゼブ水和剤 (7/11)	600
マンゼブ水和剤 (8/11)	600	クロルフエナピル水和剤 (7/11)	4000
PAP乳剤 (8/11)	1000	マンゼブ水和剤 (8/11)	600
マンゼブ水和剤 (9/2)	600	PAP乳剤 (8/11)	1000
アセタミプリド液剤 (9/2)	4000	マンゼブ水和剤 (9/2)	600
ビフェントリン水和剤 (9/29)	2000	アセタミプリド液剤 (9/2)	4000
		ビフェントリン水和剤 (9/29)	2000

表 20 摘果ミカン採取用防除体系の散布実績 (2015, センター内)

摘果ミカン用防除		慣行防除	
農薬名	希釈 倍数	農薬名	希釈 倍数
ジチアノン水和剤 (4/7)	1000	ジチアノン水和剤 (4/7)	1000
アセタミプリド液剤 (5/1)	3000	アセタミプリド液剤 (5/1)	3000
アセタミプリド液剤 (5/8)	3000	アセタミプリド液剤 (5/8)	3000
クレソキシムメチル水和剤 (5/8)	2000	クレソキシムメチル水和剤 (5/8)	2000
ピリフルキナゾン水和剤 (6/1)	2000	ブプロフェジン・ フェンピロキシメート水和剤 (6/1)	1000
銅水和剤 (6/2)	2000	マンゼブ水和剤 (6/1)	600
炭酸カルシウム水和剤 (6/2)	50		
マシン油乳剤 (6/9)	200	マシン油乳剤 (6/9)	200
銅水和剤 (6/23)	2000	マンネブ水和剤 (6/22)	600
炭酸カルシウム水和剤 (6/23)	50	DMTP乳剤 ((6/22)	1500
銅水和剤 (7/25)	2000		
炭酸カルシウム水和剤 (7/25)	50	マンゼブ水和剤 (7/30)	600
DMTP乳剤 (7/30)		マシン油乳剤 (7/30)	200
マンゼブ水和剤 (8/28)	600	マンゼブ水和剤 (8/28)	600

※色掛け部分が摘果ミカン用の防除に該当する。

表 21 摘果ミカン採取用防除体系の散布実績 (2015, 東彼杵町赤木)

摘果ミカン用防除		慣行防除	
農薬名	希釈 倍数	農薬名	希釈 倍数
ジチアノン水和剤(4/3)	1000	ジチアノン水和剤(4/3)	1000
アセタミプリド液剤(5/6)	3000	アセタミプリド液剤(5/6)	3000
クレソキシムメチル水和剤(5/6)	2000	クレソキシムメチル水和剤(5/6)	2000
ピリフルキナゾン水和剤(6/1)	2000	マンゼブ水和剤(5/30)	600
銅水和剤(6/2)	2000		
炭酸カルシウム水和剤(6/2)	50		
マシン油乳剤(6/9)	200		
銅水和剤(6/23)	2000	DMTP乳剤((6/21)	1500
炭酸カルシウム水和剤(6/23)	50		
銅水和剤(7/14)	2000		
炭酸カルシウム水和剤(7/14)	50		
		マンゼブ水和剤(7/19)	600
		マシン油乳剤(7/19)	200
DMTP乳剤(7/27)	1500		
マンゼブ水和剤(8/30)	600	マンゼブ水和剤(8/30)	600

※色掛け部分が摘果ミカン用の防除に該当する。

表 22 摘果ミカン採取用防除体系の散布実績 (2016, 大村市鬼橋)

摘果ミカン用防除		慣行防除	
農薬名	希釈 倍数	農薬名	希釈 倍数
ジチアノン水和剤(4/7)	1000	ジチアノン水和剤(4/7)	1000
アセタミプリド液剤(5/1)	3000	アセタミプリド液剤(5/1)	3000
フルアジナム水和剤(5/4)	2000	フルアジナム水和剤(5/4)	2000
クロルフェナピル水和剤(5/27)	4000	クロルフェナピル水和剤(5/27)	4000
クレソキシムメチル水和剤(5/27)	3000	クレソキシムメチル水和剤(5/27)	3000
ピリフルキナゾン水和剤(6/1)	2000	ブプロフェジン・ フェンピロキシメート水和剤(6/1)	1000
銅水和剤(6/2)	2000	マンゼブ水和剤(6/1)	600
炭酸カルシウム水和剤(6/2)	50		
マシン油乳剤(6/9)	200		
銅水和剤(6/23)	2000	マンネブ水和剤(6/22)	600
炭酸カルシウム水和剤(6/23)	50	DMTP乳剤((6/22)	1500
銅水和剤(7/8)	2000	マンゼブ水和剤(7/6)	600
炭酸カルシウム水和剤(7/8)	50	マシン油乳剤(7/6)	200
クロルフェナピル水和剤(8/8)	4000	クロルフェナピル水和剤(8/8)	4000
マンゼブ水和剤(8/8)	600	マンゼブ水和剤(8/8)	600

※色掛け部分が摘果ミカン用の防除に該当する。

表 23 各調査項目の調査基準

病害虫名	調査基準
黒点病	0(無)：病斑が無いもの 1(少)：病斑が散見されるもの 3(中)：病斑が果面の1/4以下に分布するもの 5(多)：病斑が果面の1/4～1/2に分布するもの（涙斑の軽いものを含む） 7(甚)：病斑が果面の1/2以上に分布するもの（涙斑，泥塊を含む） 発病度 = $\{ (1 \times \text{少の果数}) + (3 \times \text{中の果数}) + (5 \times \text{多の果数}) + (7 \times \text{甚の果数}) \} \times 100 / (7 \times \text{総調査果数})$
チャノキイロ アザミウマ	【果梗部】 0(無)：肉眼的に見て被害が認められない 1(少)：リング状の被害が果梗を中心に1周しておらず，かつ，被害程度の軽微なもの 2(中)：リング状の被害が果梗を中心に1周しているものの，ガク片に相似形となった被害の軽いもの 3(多)：リング状の被害のみならず，ガク片に相似形となった被害の発現しているもの 被害度 = $\{ (1 \times \text{少の果数}) + (3 \times \text{中の果数}) + (6 \times \text{多の果数}) \} \times 100 / (6 \times \text{総調査果数})$ 【果頂部】 0(無)：肉眼的に見て被害が認められない 1(少)：柱点を中心とした被害の直径が果実横径の1/5程度の被害 2(中)：柱点を中心とした被害の直径が果実横径の1/2程度の被害 3(多)：柱点を中心とした被害の直径が果実横径の2/3程度の被害 被害度 = $\{ (1 \times \text{少の果数}) + (3 \times \text{中の果数}) + (6 \times \text{多の果数}) \} \times 100 / (6 \times \text{総調査果数})$
カイガラムシ類	果実への寄生の有無（対象はアカマルカイガラムシ）．寄生果率 = $(\text{総被害果数} / \text{総調査果数}) \times 100$
ミカンハダニ	0(無)：被害痕跡は認められない 20(微)：わずかに被害痕跡を認める 40(少)：被害痕跡がやや多くなる 60(中)：被害痕跡が多くなる 80(多)：被害痕跡がかなり多くなり部分的に密集する 100(甚)：被害痕跡が果実全面に密集する 被害度 = $\{ (20 \times \text{微の果数}) + (40 \times \text{少の果数}) + (60 \times \text{中の果数}) + (80 \times \text{多の果数}) + (100 \times \text{甚の果数}) \} \times 100 / (100 \times \text{総調査果数})$
果実の汚れ (葉斑)	0(無)： 1(微)：果面に散見 2(少)：果面に1/4以下分布 3(中)：果面に1/4～1/2分布 4(甚)：果面に1/2以上分布 汚れ度 = $\{ (1 \times \text{微の果数}) + (2 \times \text{少の果数}) + (3 \times \text{中の果数}) + (4 \times \text{多の果数}) \} \times 100 / (4 \times \text{総調査果数})$

表 24 摘果ミカン用防除体系試験における摘果ミカンの残留農薬分析結果（2014～2016）

処理区	年度	場所	ピリフルキナゾン (コルト顆粒水和剤) 定量限界0.01ppm		マンゼブ・マンネブ※ (ジマンダイセン水和剤 ・エムダイファー) 定量限界0.2ppm		メチダチオン (スプラサイド乳剤40) 定量限界0.01ppm		ブプロフェジン (アブロードエース フロアブル) 定量限界0.01ppm	
			分析値 (ppm)	残留 基準値 (ppm)	分析値 (ppm)	残留 基準値 (ppm)	分析値 (ppm)	残留 基準値 (ppm)	分析値 (ppm)	残留 基準値 (ppm)
摘果ミカン用 防除	2014	センター	—	0.2(1)	検出せず	10(2)	検出せず	5(5)	検出せず	0.3(1)
	2015	センター	検出せず		検出せず		0.01		検出せず	
		現地	検出せず		検出せず		0.03		検出せず	
慣行防除	2014	センター	—	0.2(1)	8.3	10(2)	2.2	5(5)	検出せず	0.3(1)
	2015	センター	検出せず		検出せず		0.5		検出せず	
		現地	—		—		—		—	
	2016	現地	検出せず		—		1.1		—	

※ジチオカルバメートとして分析

注) 残留基準値はみかんのもの、() 内の数値はみかん以外のかんきつで最低のもの

表 25 摘果ミカン用防除体系試験における病害虫の発生状況および果実の汚れ

処理区	設置場所	年度	黒点病①		黒点病②		カイガラ ムシ類	ミカン ハダニ
			発病果率 (%)	発病度	発病果率 (%)	発病度	寄生果率 (%)	被害度
摘果ミカン用 防除	農技センター	2014	6.0	2.8	59.6	10.5	6.8	12.6
		2015	6.4	2.7	54.0	9.5	0	0
	現地	2015	2.0	0.9	68.0	10.3	0.2	0
		2016	2.7	1.1	54.0	8.5	0	0
慣行防除	農技センター	2014	8.0	3.9	50.4	9.9	0	7.3
		2015	0.8	0.3	50.8	7.8	0	0
	現地	2015	3.0	1.3	89.5	13.6	2	0.6
		2016	1.3	0.6	62.0	9.2	0	0

※黒点病①は、出荷上問題となる発病程度「3」以上の果実より算出。黒点病②は全発病果実より算出

処理区	設置場所	年度	チャノキイロアザミウマ				果実の 汚れ
			果部梗		果頂部		
			被害果率 (%)	被害度	被害果率 (%)	被害度	汚れ度
摘果ミカン用 防除	農技センター	2014	2.0	0.3	6.0	1.0	15.5
		2015	3.6	0.6	2.4	0.4	29.3
	現地	2015	2.0	0.3	0	0	19.7
		2016	3.3	0.6	1.0	0.2	27.8
慣行防除	農技センター	2014	7.2	1.3	14.8	3.3	14.0
		2015	5.2	0.9	4.4	0.7	20.2
	現地	2015	8.0	1.3	4.0	1.7	20.2
		2016	4.0	0.7	6.0	1.0	22.5

2) 結果

残留農薬分析の結果、摘果ミカン用防除体系区、慣行防除体系区から採取したいずれのサンプルからも、残留農薬基準値を超える残留値は検出されなかったものの、慣行防除体系区のサンプルでは、ジチオカルバメート（マンゼブ、マンネブ剤）が残留基準値に近い値が検出されるケースが見られた（表 24）。また、摘果ミカン用防除体系区のサンプルから使用していないメチダチオン（DMTP）の成分が極少量検出されたケースがあった（表 24）。

成熟した果実における病害虫（黒点病、チャノキイロアザミウマ、カイガラムシ類、ミカンハダニ）に対する防除効果は、各病害虫の発生が少～中発生の条件下であったが、慣行の防除体系と比較してセンター内の試験（2014～2015）、現地での試験（2015～2016）のいずれにおいてもほぼ同等であった（表 25）。果実の汚れも同様であった（表 25）。

3) 考察

摘果ミカンの採取栽培において、農薬残留基準値を

超過しない病害虫防除体系が必要不可欠である。

本試験で検討した農薬安全使用基準において、収穫前日数が設定されていない銅水和剤、炭酸カルシウム水和剤、マシン油乳剤および収穫前日数が短いピリフルキナゾン水和剤を収穫前日数が比較的長い慣行薬剤と置き換えた防除体系（表 17）は、ピリフルキナゾン水和剤の残留がなく、安全な摘果ミカンを採取できる防除体系と考えられた。さらに、摘果ミカン採取後、残った果実を慣行防除体系で病害虫を管理すると、成熟期には全期間慣行防除体系のものと同品質の果実を収穫でき、副島ら¹⁰⁾の結果と一致した。このことから、摘果ミカン採取と青果用ミカン収穫の両立も可能と考えられた。ただし、防除作業回数については慣行防除より多く、作業負担が増えることには留意する必要がある。

一方、摘果ミカン用防除体系区の果実から使用していないメチダチオン（DMTP）の残留が認められた（表 24）。摘果ミカン用防除体系区外からの薬剤の飛散が原因と考えられ、DMTP 剤、マンゼブ剤等収穫前日数が

長い薬剤の飛散があると、農薬残留基準値を超過する可能性があり、摘果ミカン採取園（樹）への薬剤飛散防止対策を講じる必要があると考えられた。特に、摘

果ミカン採取園とその園に隣接する青果用ミカン園の園主が異なる場合は、十分な対策が必要と考えられる。

5. 摘要

- 1) 生果重あたりヘスペリジン含量と含水率の相関は非常に高く、含水率が80%以下、すなわち果汁蓄積期直前の横径約30mm以下の果実であれば、生果100mgあたりおおむね3mgのヘスペリジンが含まれる。ヘスペリジンをより多く確保するのに適した摘果ミカンの採取時期は、長崎県内では6月下旬から7月上旬である。
- 2) 併用栽培（成熟果実を収穫）では、樹冠上部摘果が間

- 引き摘果と比較し22%採取時間を短縮できる。摘果ミカン専用樹（全摘果する）では、間引き摘果と比較し採取時間を37%軽減できる。体に密着した採取袋を使用すると採取時間もやや短くなり効率がよい。
- 3) 摘果ミカン用防除体系の防除効果は、慣行防除体系と同等であり、摘果ミカン採取と成熟果の青果出荷を両立できる。

6. 引用文献

- 1) 安藤浩毅, 古川郁子, 西元研了, 中島孝子: 青切り桜島小みかんを利用した新商品の開発-フラボノイドの成分分析-, 鹿児島県工業技術センター報告, 23, 35-38 (2011)
- 2) 門屋一臣: 農業技術体系果樹編 1-I 「カンキツ」基礎編, 農山漁村文化協会, p52 (2011)
- 3) 前田久夫, 高橋保男, 三宅正起, 伊福 靖: 温州ミカン搾汁工程中のヘスペリジンの挙動について, 日本食品工学会誌, 32, 202-207 (1985)
- 4) 宮田裕次, 野田政之, 田丸静香, 田中一成: ツバキ茶と茶葉を利用し香味と機能性に優れたツバキ混合発酵茶の製造, 長崎県農林技術開発センターながさき普及技術情報, 第31号 (2011)
- 5) 宮田裕次, 野田政之, 玉屋 圭, 林田誠剛, 徳嶋知則, 西園祥子, 松井利郎, 田中隆, 田丸静香, 田中一成: 三番茶葉とピワ葉を混合揉捻した新たな発酵茶の開発, 日本食品科学工学会誌, 56, 647-654 (2009)
- 6) 長崎県農林部: 長崎県農林業基準技術, p356-359 (2014)
- 7) 中山久之, 田中 隆, 宮田裕次, 齋藤義紀, 松井利郎, 荒牧貞幸, 永田保夫, 田丸静香, 田中一成: ミカン未熟果と緑茶三番茶葉を混合して製造した可溶性ヘスペリジン含有発酵茶の開発, 日本栄養・食糧学会誌, 67, 95-103 (2014)
- 8) 新居直祐: 果実の成長と発育, 朝倉書店, p82-90 (1998)
- 9) 大野一仁, 笹山新生: 食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル (四国地域イノベーション創出協議会地域食品・健康分科会編), 柑橘のヘスペリジン, p4-8 (2010)
- 10) 副島康義, 宮崎俊英, 荒牧貞幸: カンキツ黒点病に対する炭酸カルシウム水和剤の防除効果, 九州病害虫研究会報 58,121 (2012)
- 11) 内川敬介, 副島康義: カンキツ黒点病に対する炭酸カルシウム水和剤の防除効果. 第2報 体系防除と果皮のよごれ, 九州病害虫研究会報 60,103 (2014)
- 12) 矢野昌充: 果実類の生理機能, 農業および園芸, 74(1), 113-118 (1999)

Summary

In satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) fruits, the correlation between hesperidin content and moisture content per fruits weight is very high. When the fruit has a moisture content of 80% or less ;lateral diameter of about 30 mm or less just before juice accumulation period, it contains about 3 mg of hesperidin per 100 mg of fruits. Harvest season of unripe satsuma mandarin fruits for including a component rich hesperidin in Nagasaki prefecture is from late June to early July.

When harvesting both unripe and maturity satsuma mandarin fruits, the upper canopy fruit thinning method can shorten 22% degree harvesting operation time in comparison with uniform thinning. Harvesting operation time can be shortened to 37% with a method for harvesting only unripe fruits as uniform thinning for harvest maturity fruits. When use a collection bag coherent to a body; a harvesting operation time becomes slightly short, and is efficient.

The effect of disinfestation system for tree plant harvesting unripe satsuma mandarin fruits is equal to a disinfestation system of a custom, therefore, it is possible to harvest both unripe and matured fruits.

