

# 高機能性発酵茶原料用として採取した摘果ミカン 果実の採取後の管理と防除体系および経営収支

山下次郎，柴田真信

キーワード：機能性，洗浄，選果，摘果ミカン

Post-collection Management and Drug Spray System and Business Balance of Unripe  
Satsuma Mandarin Fruits Collected for High-performance Fermented Tea Raw Materials

Jirou YAMASHITA, Masanobu SHIBATA

## 目次

1. 緒言
2. 材料および方法
  - 1) 鮮度保持
  - 2) 防除体系
  - 3) 選果
  - 4) 洗浄
  - 5) 経営収支
3. 結果
  - 1) 鮮度保持
  - 2) 防除体系
  - 3) 選果
  - 4) 洗浄
  - 5) 経営収支
4. 考察
  - 1) 鮮度保持
  - 2) 防除体系
  - 3) 選果
  - 4) 洗浄
  - 5) 経営収支
5. 摘要
6. 引用文献

## Summary

---

本研究は，革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）で実施した。

## 1. 緒言

2019年産ウンシュウミカンの全国の結果樹面積は38,700ha、収穫量は746,700tであり、ピークであった1970年代から40年間で面積、生産量とも約1/4に減少している。この要因の一つに、食生活の多様化や海外からの輸入果実の増加によりウンシュウミカンを食べる機会が減少していることが挙げられる。近年の消費者が最も重視する食の志向は健康志向であり、国内の人口減少や高齢化の進行に伴い食料需要が減少する中、消費者のニーズを的確に捉え、新たな販路の獲得に繋げることが重要である（農林水産省、2020）。このためウンシュウミカンの機能性成分を活かし、生鮮果実の生産だけでなく未熟ミカン新たな素材として取上げ付加価値を高める栽培と加工を結びつけた研究開発を行った。

ミカン未熟果には、血管強化、血圧低下、血清脂質濃度低減、血流改善に効果のあるヘスペリジンが高濃度に含まれている（矢野、1999）。中山ら（2014）は、ミカン未熟果と三番茶葉を1:3の割合で混合し、揉捻加工することでヘスペリジンの溶解性が向上することから、新たな機能性食品（高機能性発酵茶）の素材となることを報告している。この際、原料となる未熟ミカンは、ミカン

生産過程で摘果として廃棄している未利用資源である。

ヘスペリジン高含有摘果ミカンの効率的採取や防除体系については、河原ら（2019）が報告したが、高機能性発酵茶を製造するための衛生的な原料供給技術が課題として残されていた。そこで、収穫した果実の中からヘスペリジン高含有果実を選果する方法や異物除去方法および汚れが少ない防除体系や冷蔵での鮮度保持技術について再検討した。

また、安定的に摘果ミカンを生産するには、ウンシュウミカン生産者に経済的なメリットを明確に示し量産に向けて取り組まなければならない。ウンシュウミカンの中でも特に極早生ウンシュウは、早期に収穫でき安定生産が可能な系統である。しかし栽培環境によっては品質向上が図れず早期に出荷できない場合は単価が伸び悩むなどの問題があり、本県では品種転換を推進している（長崎県農産園芸課、2017）。これらより、所得向上を実現するには極早生ウンシュウからの摘果ミカン採取が効率的と判断し、その経済的効果を明確にした。

## 2. 材料および方法

### 1) 鮮度保持

2018年 6月 6日に部門内で収穫した「岩崎早生」摘果ミカン（平均6.5g/果）を底面が網状に開いた20kgコンテナに15kg入れ、実験室内（常温）と冷蔵庫（Panasonic SRR-K1281S:低温）内で保管した。データロガー（T&D社TR71-wf）を使用し、室内、冷蔵庫内およびコンテナ内果実中央部分の温度を1時間間隔で6月12日まで測定した。また期間中各コンテナ重量を測定し、画像を撮影した。

さらに7月10日に部門内の別圃場で収穫した「岩崎早生」摘果ミカン（平均10.5g/果）10kgをコンテナに入れ、7月17日まで実験室内と冷蔵庫内で保管し、重量・温度測定および画像撮影を行った。なお庫内湿度については調整していない。

### 2) 防除体系

高機能性発酵茶の原料用として摘果ミカンを供給するため、ミカン採取開始（6月中～下旬）

までの防除薬剤の一部を安全使用基準に基づき慣行薬剤から収穫前日数が短い薬剤に替えた摘果ミカン用防除体系を作成し、部門内の「岩崎早生」（2018年当時22年生および29年生）を供試樹として、2018年は摘果ミカン用防除区、慣行防除区について、9月28日に各区250果（50果/樹×5樹）を採取し、黒点病、チャノキイロアザミウマ、カイガラムシ類、ミカンハダニ被害の発生状況および果実の汚れ状況を調査した（表1, 2）。2019年は、6月の炭酸カルシウム散布により摘果ミカン収穫時に白い汚れが残る問題を解決するために炭酸カルシウムを使用しない体系を加えた摘果ミカン用防除区（新・旧）および慣行防除区について、9月24日に前年と同様に採取し、効果を比較した（表3）。黒点病、チャノキイロアザミウマ（果梗部・果頂部）および果実の汚れは表4, 5, 6, 7の調査基準を基に実

施し、1区1樹5反復として統計処理を行った。2018年は調査で得られた発病度、被害度および汚れ度についてマンホイットニーのU検定を行った。2019年は発病度、被害度および汚れ度を角変換後に、Tukeyの多重検定を行った。統計処理には統計解析ソフトウェア「R version4.0.2」を用いた。カイガラムシ類、ハダニ類は被害果率のみを調査した。なお各区は、研究室慣行によりスピードスプレーヤまたは動噴を用いて十分量の薬剤を散布した。摘果したミカンを採取した後は、各試験区の防除体系を統一し収穫時期まで同じ管理を行った。

### 3) 選果

供試した摘果ミカンは、2017年は6月23日に西海市現地で「岩崎早生」を、7月5日と7日に諫早市現地で「宮川早生」を採取した。2018年は、部門内圃場で6月28日に「岩崎早生」を、7月9日に「原口早生」を採取した。2019年は、諫早市現地の「岩崎早生」「原口早生」、東彼杵町現地の「岩崎早生」および部門内圃場「岩崎早生」の計9か所の摘果果実を使用した。2017年と2018年の試験では、採取した果実をコンテナに入れ冷凍保存後、選果当日解凍し選果した。2019年は冷蔵果実を使用した。

選果は、2017年7月14、18および24日は部門内で、2018年6月29日および7月18日は長崎県央農協彼杵支店倉庫内で行った。採取した摘果ミカンは、佐藤農機鑄造株式会社製の梅洗浄ゴミ取機(UW-10DS型)を使用し、水道水を流しながらブラシの上で傷んだ果実を排除しつつゴミを落とした後、30および32mmの2連選果ドラムを装着したドラム式選果機(ASF303J型)で選別した。選別した果実は横径別に重量を測り、併せて梅洗浄ゴミ取機で除去された葉や枝などのゴミ(その他)の重量を測定した(表10, 11)。2018年までは横径30mm以下の果実を高機能性発酵茶の原料対象としていたが、プロジェクト期間中のヒト試験結果から摘果ミカン1gあたりヘスペリジン含量が165mg以上必要であることが判明したため、過去のデータを改めて解析したところ、これまでの試験結果から原料として横径27mm以下の果実が適するものと考えられた。このため、2019年は選果基準を変更し、27および30mmの2連ドラムを使用して6月26日、7月2日および11日に選果した。なお、選果時には所

要する時間、果実の横径別重量および選果時に排出されたゴミの重量を、生産者別に測定した。また、生産者別に階級別重量を調査した。

### 4) 洗浄

2018年6月21日に部門内「岩崎早生」果実(平均7.0g)を60kg採取し、冷凍保存(-6℃)した後、7月3日に解凍し洗浄を行った。洗浄処理は、防除体系ごとに、梅洗浄ゴミ取機で流水洗浄を行わず選果後に超音波洗浄を3、5および10分間実施する区(表12: No. 1~3, 7~9)、選果後に水道水で10秒間流水洗浄を行う区(No. 5, 11)、選果後に流水洗浄を行わない区(No. 4, 10)および選果機を通さない区(No. 6, 12)の6処理、計12区を設けた。超音波洗浄は、水道水を入れた洗浄槽(約125L)の中に果実を沈め、洗浄槽内に設置した78KHzの振動子(カイジョー社製)で発振器(カイジョー社製PHENIX HYPER)を用いて3分、5分および10分間発振した。

各種洗浄処理後の果実は再凍結し、食の安全分析センター(宮崎県宮崎市)で農薬の残留量を分析した。

2019年は、洗浄時間の短縮、水量節約および炭酸カルシウム微粉末剤の除去を目的として、高圧パルスジェット方式洗浄(工業調査会, 2001; 日本産業洗浄協議会技術委員会, 2017)の効果を調べた。部門内で各防除体系に従い薬剤散布を行った区で6月21日に摘果した。

流水洗浄を行わず横径30mm以下を目視で選別しコンテナに10kg程度入れ保存(0℃)した果実を6月24日にカイジョー(東京都羽村市)に送付した。6月27日にカイジョー実験室において、高圧パルスジェット洗浄機(カイジョー社製試作品; 水圧7.0MPa, 断続時間200ms(2.0~2.5Hz))を用いて、噴射口から果実まで10cmの距離で所定時間(10秒間, 5秒間)水を噴射した(表13: No. 1, 2, 5, 6, 9, 10)。水洗浄は、10秒間水道水で流水洗浄した(表13: No. 3, 7, 11)。洗浄後エアブローを30秒間あてた後、自然乾燥させた。果実を凍結後、食の安全分析センターに送付し各種農薬の残留量を分析した。

### 5) 経営収支

2017年から2019年の試験結果をもとに、ミカン採取時の経営収支を摘果ミカンと成熟ミカンの併用体系、成熟ミカン体系の2区分について試算

した。摘果ミカンを収穫する対象品種は、毎年収量が安定しているが早期に出荷しないと市場単価が落ちる極早生品種の「岩崎早生」とした。摘果ミカンと成熟ミカンを収穫する併用型では6月中旬から下旬までの摘果ミカン収穫までは、新防除体系でその後は慣行防除として試算した。詳細な経営収支は長崎県農林業基準技術（長崎県農林部，2019）を基に今回の実証で得られた数値を採用して取りまとめた。

収入の試算は、2019年に株式会社長崎ワンダー

リーフが買い取りの際に提示した摘果ミカン単価である直径27mm以下の果実600円/kg、28mm以上30mm以下の果実300円/kgを採用した。経費は、各区の防除体系、選果機の導入コストを踏まえ試算した。また摘果ミカンの収穫に係る労働時間はすべて雇用労力でまかない、部門内および現地での調査結果から、収穫に要する時間を3.3kg/時とした。摘果ミカンの選果時間については、実証結果をもとに共同選果に要した4時間/回の2回とし雇用労力で対応した試算とした。

表1 供試した薬剤名

一般名	商品名	収穫前日数
ジチアノン水和剤	デランフロアブル	収穫30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
フルアジナム水和剤	フロンスайдSC	収穫30日前まで
チアメトキサム水溶剤	アクタラ顆粒水溶剤	収穫14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
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	—
銅水和剤(塩基性硫酸銅71.2%)	ムッシュボルドーDF	—
炭酸カルシウム水和剤(95%, 粉末粒系45 $\mu$ m以下)	ホワイトコート	—
炭酸カルシウム水和剤(類白色水和性粉末)	クレフノン	—
テブコナゾール・トリフロキシストロピン水和剤	ナティーボフロアブル	収穫前日まで
マンゼブ水和剤	ジマンダイセン水和剤	収穫30日前まで
ブプロフェジン・フェンピロキシメート水和剤	アプロードエースフロアブル (アプロード, ダニトロン)の混合	収穫14日前まで
DMTP乳剤	スプラサイド乳剤40	収穫14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
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
ジノテフラン水溶剤	アルバリン顆粒水溶剤	収穫前日まで
プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤	アカリタッチ乳剤	収穫前日まで
シエノピラフェン・ピリダベン水溶剤	スターマイトプラスフロアブル	収穫7日前まで
マシン油乳剤97%	ハーベストオイル	—

表 2 防除区別の薬剤散布実績 (2018)

月	摘果ミカン用防除体系			慣行防除体系		
	日	薬剤 <sup>z</sup>	倍数	日	薬剤 <sup>z</sup>	倍数
4	3	ジチアノン水和剤	1000	3	ジチアノン水和剤	1000
	27	①アセタミプリド液剤 ②フルアジナム水和剤	4000 2000	27	①アセタミプリド液剤 ②フルアジナム水和剤	4000 2000
5	1	③チアメトキサム水和剤	3000	1	③チアメトキサム水和剤	3000
		④クレソキシムメチル水和剤	3000	21	④クレソキシムメチル水和剤 銅水和剤 炭酸カルシウム水和剤	3000 1000 200
6	1	⑤ピリフルキナゾン水和剤	2000	1	⑥マンゼブ水和剤	600
		銅水和剤	2000		⑦ブプロフェジン・⑧フェンピロ キシメート水和剤	1000
		炭酸カルシウム微粉末剤	50		⑨DMTP乳剤	1000
21	(摘果ミカン収穫)		21	(摘果ミカン収穫)		
25	以下、慣行防除体系と同じ			25	マンネブ水和剤	600
7	26			26	⑩クロルフェナピル水和剤	4000
					ジノテフラン水溶剤	2000
8	13			13	プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤	2000
		28			28	⑥マンゼブ水和剤 ⑪シエノピラフィン・ピリダベン水溶剤
9	26					26

<sup>z</sup> 薬剤 (①～⑨) は表 8 の農薬成分に該当

表 3 防除区別の薬剤散布実績 (2019)

月	摘果ミカン用防除体系 (新)			摘果ミカン用防除体系 (旧)			慣行防除体系			
	日	薬剤 <sup>z</sup>	倍数	日	薬剤 <sup>z</sup>	倍数	日	薬剤 <sup>z</sup>	倍数	
4	4	ジチアノン水和剤	1000	4	ジチアノン水和剤	1000	4	ジチアノン水和剤	1000	
	28	①アセタミプリド液剤 ②フルアジナム水和剤	4000 2000	28	①アセタミプリド液剤 ②フルアジナム水和剤	4000 2000	28	①アセタミプリド液剤 ②フルアジナム水和剤	4000 2000	
5	7	③クレソキシムメチル水和剤	3000	7	③クレソキシムメチル水和剤	3000	7	③クレソキシムメチル水和剤	3000	
		銅水和剤 炭酸カルシウム水和剤	1000 200		銅水和剤 炭酸カルシウム水和剤	1000 200		銅水和剤 炭酸カルシウム水和剤	1000 200	
6	3	④ピリフルキナゾン水和剤	2000	3	④ピリフルキナゾン水和剤	2000	3	⑦マンゼブ水和剤	600	
		⑤テブコナゾール・ ⑥トリフロキシストロピン水和剤	1500		⑤テブコナゾール・ ⑥トリフロキシストロピン水和剤	2000		⑧ブプロフェジン・ ⑨フェンピロキシメート水和剤	1000	
		⑤テブコナゾール・ ⑥トリフロキシストロピン水和剤	1500		炭酸カルシウム微粉末剤	50		⑩DMTP乳剤	1500	
21	(摘果ミカン収穫)		21	(摘果ミカン収穫)		21	(摘果ミカン収穫)			
24	以下、慣行防除体系と同じ			24	以下、慣行防除体系と同じ			24	⑫マシノ油乳剤97% マンネブ水和剤	200 600
7	25			25			25	⑬マンゼブ水和剤 ⑭クロルフェナピル水和剤	600 4000	
8	22			22			22	マンゼブ水和剤	600	
9	4			4			4	マンゼブ水和剤	600	

<sup>z</sup> 薬剤 (①～⑭) は表 9 の農薬成分に該当

表 4 黒点病調査基準

指数	病斑の程度
0	病斑なし
1	病斑が散見
3	病斑が果面の1/4以下に分布
5	病斑が果面の1/4～1/2に分布(涙斑の軽いものを含む)
7	病斑が果面の1/2以上に分布(涙斑、泥塊を含む)

$$\text{発病度} = \left\{ \sum (\text{発病指数} \times \text{該当発病果数}) \div (7 \times \text{調査果数}) \right\} \times 100$$

表5 チャノキイロアザミウマ被害調査基準 (果梗部)

指数	被害の程度
0	被害なし
1	1;リング状の被害が果梗を中心に1週しておらず,かつ被害程度の軽微なもの
2	2;リング状の被害が果梗を中心に1週しているものの,ガク片に相似形となった被害の軽いもの
3	3;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= $\{\sum(\text{被害指数} \times \text{該当被害果数}) \div (3 \times \text{調査果数})\} \times 100$

表6 チャノキイロアザミウマ被害調査基準 (果頂部)

指数	被害の程度
0	被害なし
1	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	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	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= $\{\sum(\text{被害指数} \times \text{該当被害果数}) \div (3 \times \text{調査果数})\} \times 100$

表7 果実の汚れ調査基準

指数	汚れの程度
0	汚れなし
1	うすい汚れがわずか
2	うすい汚れが果面の1/4以上
3	濃い汚れがわずか
4	濃い汚れが果面の1/4以上

汚れ度= $\{\sum(\text{汚れ指数} \times \text{該当汚れ果数}) \div (4 \times \text{調査果数})\} \times 100$

### 3. 結果

#### 1) 鮮度保持

2018年6月6日に収穫した摘果ミカンをコンテナに15kg入れた場合,室温平均24.5°Cの常温下では,コンテナ果実内温度は室温より約1°C高く推移し(図1),5日後では10.0%減量した(図2).平均6.4°Cの低温下では,コンテナ果実内温度は冷蔵庫内温度と同様に変動しながらやや低めに推移し,減量率は5日後で5.6%にとどまった.黄変する果実は常温下で収穫後3日目から目立ち始めたが,低温下では収穫5日後でも少なかった(写真1).

2019年7月10日に収穫した摘果ミカンをコンテナに10kg入れて保管した場合は,室温平均29.0°Cの常温下では,コンテナ果実内と室温の温度差はほとんどなかったが,収穫7日後には10.6%まで減量した(図3,4).一方,平均10.0°Cの低温下では7日後の減量率は6.1%にとどまり,黄変する果実も少なく鮮度が保たれた(写真2).

#### 2) 防除体系

2018年の摘果ミカン用防除体系区の成熟時の

果実は,慣行防除区に比べて黒点病の発病度は有意に低く,果実の汚れ度は有意に高かった.また,有意差は認められないものの,チャノキイロアザミウマとカイガラムシの被害果率および被害度はやや高い数値を示した(表8).果実の汚れ度は摘果ミカン用防除区が慣行防除区に対して有意に高かった.

2019年の試験では,新旧防除体系とも慣行防除に比べ,黒点病の発病度,チャノキイロアザミウマの被害度に差はなかった(表9).摘果ミカン防除体系でカイガラムシ類の被害果率がやや多かった.果実の汚れ度は差がみられなかった.

#### 3) 選果

2017年の選果調査では,製品と想定した横径30mm以下の果実の割合は,3回の調査の平均で92.4%であり,洗浄部分から落ちた葉,枝,褐変した果実等のゴミ(その他)は1%未満であった(表10).2017年の選果調査では,製品と想定した30mm以下の果実割合は90%程度であり,

洗浄部分から落ちた葉、枝、褐変した果実等のゴミ（その他）は1%未満で少なかった（表10）。試験で実施した選果方法には①選果台への摘果ミカンの投入、②洗浄部分でのゴミの排除、③ドラム部のミカン流量の制御および④選別後のコンテナの整理の4工程が生じたため、各工程に1人ずつ計4人を配置する必要があった（写真3）。

2018年に選果した果実は前年に比べ大玉果が多く、横径30mm以下の製品率は6月で74%、7月では38%程度であった。その他ゴミは0.07%および0.11%となり、2017年よりも高い値であったが、達観調査では十分な精度で除去されていた（表11）。

2019年は27mmと30mmのドラムを使用して選果した。複数の生産者園から供試果実を採取したため、採取時期や圃場条件が異なり、果実の横径別の割合は園地間で大きく異なったが、平均すると横径27mm以下は84%、28～30mmは12%、31mm以上は4%であった（図5）。

#### 4) 洗浄

2018年の試験では、摘果ミカン用防除体系区から得られた果実の農薬の残留値は、9種類の成分のすべてが「みかん」および「かんきつ」の残留基準値よりも低い値であった（表12）。また、慣行防除体系区では、洗浄の有無にかかわらず、メチダチオンを除く各成分で残留基準値以下の数値を示した。ジチオカルバメートは摘果ミカン用防除体系区では使用していないにもかかわらず極微量が検出されたが、同成分を散布している慣行防除区に比較すると1～2桁低い値であるため周辺圃場からの飛散によるものと考えられた。検出されたジチオカルバメートの残留量は、摘果ミカン用防除区と慣行防除区の

いずれの試験区でも、選果台での流水洗浄や選果後に3～10分間の超音波洗浄（周波数78kHz）を行うことで（写真4）、無洗浄に比べて低下する傾向であった。一方、ブプロフェジン、フェンプロキシメートおよびメチダチオンは超音波洗浄による残留量の低下は認められなかった。

2019年は一部の農薬を薬斑の少ない農薬に変更した摘果ミカン用防除体系（新）区を加え、2018年と同様に散布を行ったところ、慣行防除区を含むすべての防除体系区で果実の農薬残留値は、10種類の成分のすべてで、「みかん」および「かんきつ」の残留基準値よりも低い値であった（表13）。ジチオカルバメートおよびメチダチオンは散布していない摘果ミカン用防除体系区（新・旧）でも微量が検出されたが、これらは2018年の試験時と同様に周辺圃場からの飛散によるものと考えられた。

高圧パルスジェット方式による洗浄区では（写真5）、慣行防除区のジチオカルバメート残留値が無洗浄または水洗浄に比べてやや減少したが、検出された他の成分では減少しなかったほか、炭酸カルシウム水和剤微粉末剤に由来する白色斑（薬斑）の付着状況は水洗浄と同程度であった（写真6）。

#### 5) 経営収支

3年間の実証試験結果をふまえ、防除体系の変更、洗浄・選果機の導入コスト、収穫・選別に係る雇用労力を考慮し、収支を試算した結果、摘果ミカン採取後、成熟果実を収穫する併用管理をすることで、慣行の成熟果実を収穫する栽培と比較して5割程度の所得向上が見込まれた（表14）。

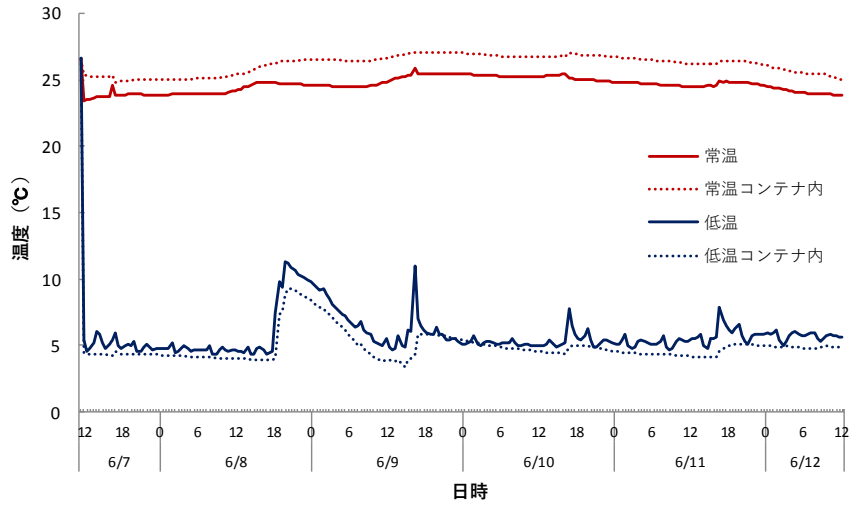


図1 摘果ミカン貯蔵中の温度の推移 (2018)

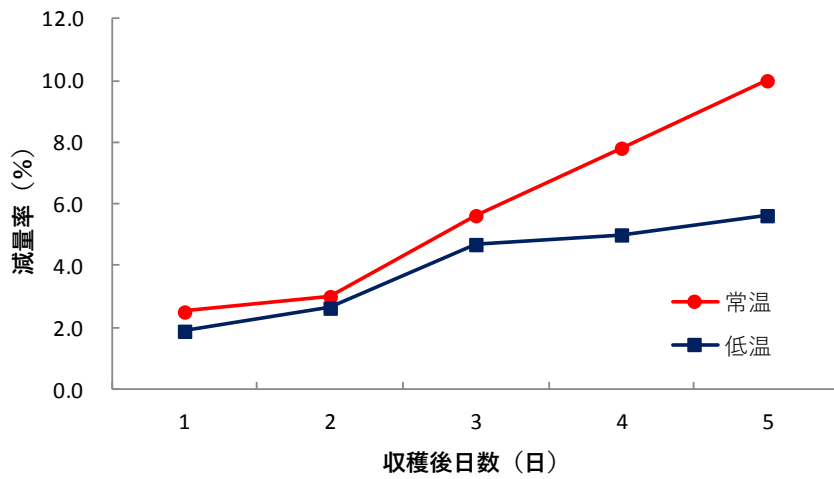


図2 摘果ミカン収穫後の減量率(2018)

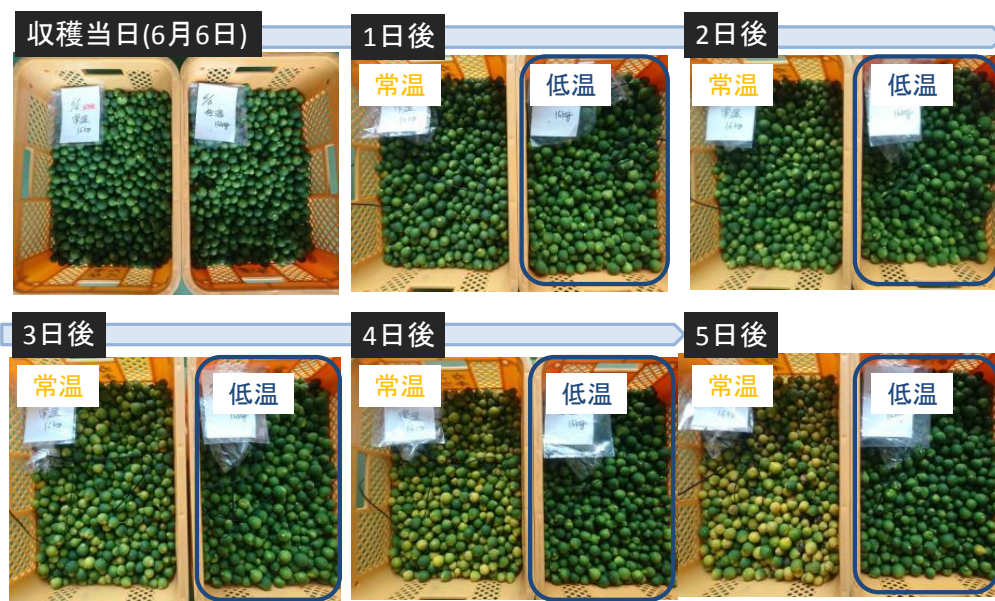


写真1 摘果ミカン収穫後の果実(2018)



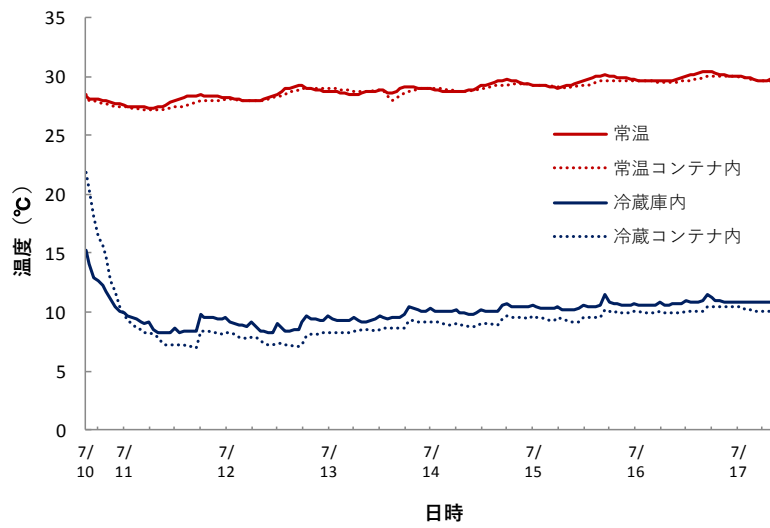


図3 摘果ミカン貯蔵中の温度の推移 (2018)

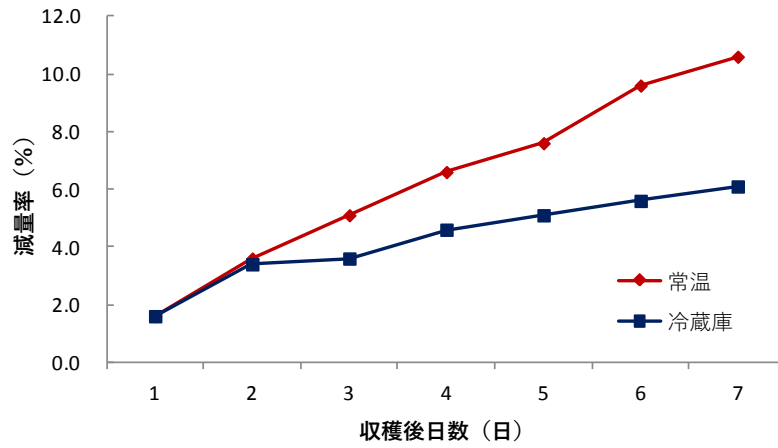


図4 摘果ミカン収穫後の減量率(2018)

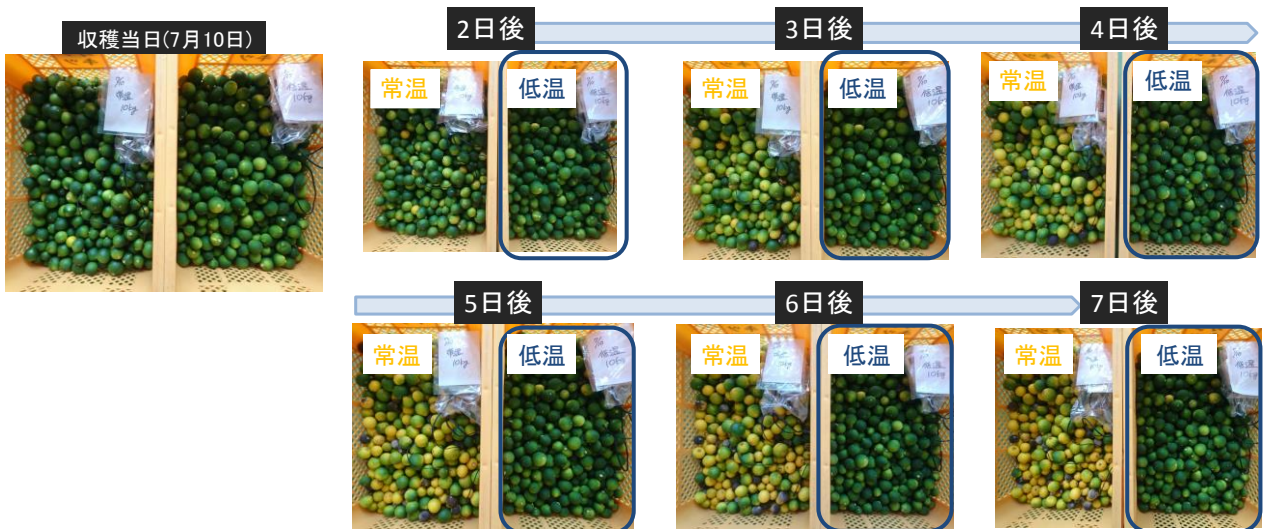


写真2 摘果ミカン保管時の変色(2018)

表8 防除体系の違いと収穫期の果実被害調査 (2018)

防除体系	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	果実の 汚れ
	発病果率 (%)	発病度 <sup>z</sup>	果梗部		果頂部				
			被害果率 (%)	被害度 <sup>y</sup>	被害果率 (%)	被害度 <sup>y</sup>	被害果率 (%)	被害果率 (%)	汚れ度 <sup>x</sup>
摘果ミカン用	10.8	1.5	20.8	6.9	6.8	2.3	6.4	0	46.6
慣行	19.2	3.4	19.6	6.7	5.6	2.1	1.6	0	42.6
有意性 <sup>w</sup>	—	*	—	n. s.	—	n. s.	—	—	*

<sup>z</sup> 無(0)、少(1)、中(3)、多(5)、甚(7)の5段階指数調査、発病度={Σ(発病指数×該当発病果数)÷(7×調査果数)}×100で算出

<sup>y</sup> 無(0)、少(1)、中(2)、多(3)の4段階指数調査、被害度={Σ(被害指数×該当被害果数)÷(3×調査果数)}×100で算出

<sup>x</sup> 無(0)、少(1)、中(2)、多(3)、甚(4)の5段階調査、汚れ度={Σ(汚れ指数×該当汚れ果数)÷(4×調査果数)}×100で算出

<sup>w</sup> \*はマン・ホイットニーのU検定(P<0.05)による有意差あり。n. s.は有意差無し。

表9 防除体系の違いと収穫期の果実被害調査 (2019)

防除体系	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	果実の 汚れ
	発病果率 (%)	発病度 <sup>z</sup>	果梗部		果頂部				
			被害果率 (%)	被害度 <sup>y</sup>	被害果率 (%)	被害度 <sup>y</sup>	被害果率 (%)	被害果率 (%)	汚れ度 <sup>x</sup>
摘果ミカン用(新)	3.6	0.6a <sup>w</sup>	2.4	0.8a	0.4	0.1a	7.2	0	9.1a
摘果ミカン用(旧)	2.8	0.4a	0.5	1.2a	0	0a	7.2	0	9.4a
慣行	4.8	0.7a	1.6	4.8a	0.4	0.4a	2.8	0	13.6a

<sup>z</sup> 無(0)、少(1)、中(3)、多(5)、甚(7)の5段階指数調査、発病度={Σ(発病指数×該当発病果数)÷(7×調査果数)}×100で算出

<sup>y</sup> 無(0)、少(1)、中(2)、多(3)の4段階指数調査、被害度={Σ(被害指数×該当被害果数)÷(3×調査果数)}×100で算出

<sup>x</sup> 無(0)、少(1)、中(2)、多(3)、甚(4)の5段階調査、汚れ度={Σ(汚れ指数×該当汚れ果数)÷(4×調査果数)}×100で算出

<sup>w</sup> 同一文字を付記する数値間にはTukey法による多重検定により5%水準で有意差なし

表10 摘果ミカンの選果実績 (2017)

選果日	選果時間 (分)	準備、片 づけ時間 (分)	選果人数 (人)	横径(mm)別重量、比率 <sup>z</sup>				その他 <sup>y</sup> (kg) (%)	合計 (kg) (%)	製品比率 <sup>x</sup> (%)
				~30 (kg) (%)	31~32 (kg) (%)	33~ (kg) (%)				
7/14	49	15	4	476.50 (96.80)	11.30 (2.30)	4.24 (0.86)	0.20 (0.04)	492.24 (100.0)	(96.8)	
7/18	48	15	4	414.60 (89.83)	28.48 (6.17)	18.32 (3.97)	0.14 (0.03)	461.54 (100.0)	(89.8)	
7/24	55	15	4	599.80 (90.72)	34.50 (5.22)	26.50 (4.01)	0.38 (0.06)	661.18 (100.0)	(90.7)	

<sup>z</sup> 上段は重量、下段は( )内は重量比率

<sup>y</sup> 果実以外の葉、枝等のゴミ

<sup>x</sup> 横径30mm以下の果実重量割合

表11 摘果ミカンの選果実績 (2018)

選果日	選果時間 (分)	準備、片 づけ時間 (分)	選果人数 (人)	横径(mm)別重量、比率 <sup>z</sup>				その他 <sup>y</sup> (kg) (%)	合計 (kg) (%)	製品比率 <sup>x</sup> (%)
				~30 (kg) (%)	31~32 (kg) (%)	33~ (kg) (%)				
6/29	55	10	4	218.00 (74.35)	40.00 (13.64)	35.00 (11.94)	0.20 (0.07)	293.20 (100.0)	(74.4)	
7/18	50	10	2	53.00 (37.93)	20.16 (14.43)	66.42 (47.53)	0.16 (0.11)	139.74 (100.0)	(37.9)	

<sup>z</sup> 上段は重量、下段は( )内は重量比率

<sup>y</sup> 果実以外の葉、枝等のゴミ

<sup>x</sup> 横径30mm以下の果実重量割合

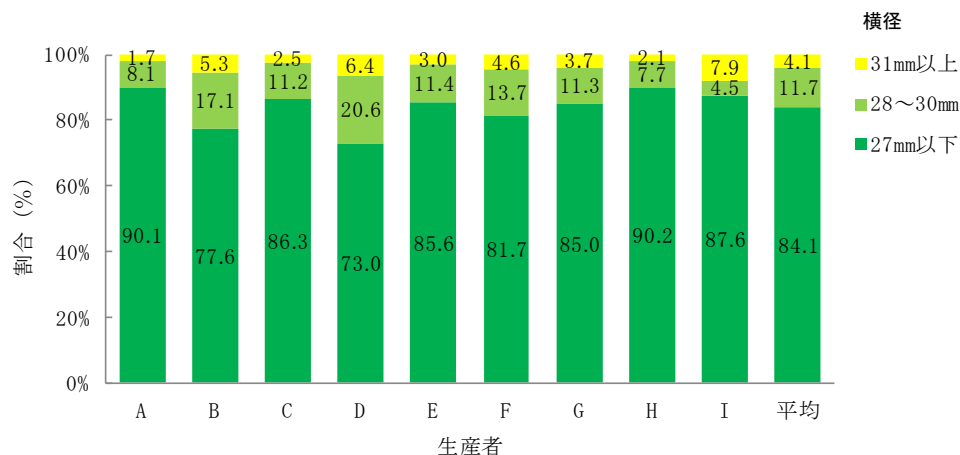


図5 生産者別摘果ミカンの選果割合 (2019)



①選果台に果実を投入し、  
褐変果等を除去

②ゴミ取り洗浄機の流水洗浄中  
にブラシ隙間からゴミが落ちる

③2連式ドラムで、  
製品と規格外に分ける

写真3 摘果ミカンの選果状況

表12 防除体系，洗浄工程別の残留農薬(2018)

No.	防除体系	洗浄工程	農薬成分 <sup>2</sup> (ppm)								
			①アセタ ミプリド	②フルア ジナム	③チアメ トキサム	④クレソ キシムメ チル	⑤ピリフ ルキナゾ ン	⑥ジチオ カルバ メート	⑦プロ フェジン	⑧フェンピ ロキシメ ト E体/Z体	⑨メチダチ オン
1	摘果 ミカン 用	選果機+超音波10分	n. d. <sup>y</sup>	n. d.	n. d.	0.01	n. d.	0.04	n. d.	n. d./n. d.	0.05
2		選果機+超音波5分	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.10	n. d.	n. d./n. d.	0.07
3		選果機+超音波3分	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.09	n. d.	n. d./n. d.	0.08
4		選果機+無洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	0.01	n. d.	0.15	n. d.	n. d./n. d.	0.04
5		選果機+流水	n. d.	n. d.	n. d.	0.01	n. d.	0.10	n. d.	n. d./n. d.	0.05
6		無選果+無洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	0.01	n. d.	0.15	n. d.	n. d./n. d.	0.02
7	慣行	選果機+超音波10分	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	1.11	0.03	0.13/0.02	3.64 (飽和)
8		選果機+超音波5分	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	1.14	0.02	0.08/0.01	1.10 (飽和)
9		選果機+超音波3分	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	1.09	0.02	0.07/0.01	2.07 (飽和)
10		選果機+無洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	1.89	0.02	0.07/0.02	定量不可(飽和)
11		選果機+流水	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	1.76	0.03	0.08/0.01	21.0 (飽和)
12		無選果+無洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	2.45	0.02	0.07/0.01	5.02 (飽和)
【参考】		みかん	0.5	0.5	0.3	2.0	0.2	10.0	0.3	0.5	5.0
残留農薬		かんきつ	2.0	5.0	1.0	10.0	1.0	10.0	1.0	1.0	5.0
基準値											

<sup>2</sup> 農薬成分 (①~⑨) は表2の薬剤に該当

<sup>y</sup> n. d. : 定量限界0.01ppm未満



写真4 超音波洗浄の状況

表13 防除体系, 洗浄工程別の残留農薬 (2019)

No.	防除体系	洗浄工程	農薬成分 <sup>z</sup> (ppm)									
			①アセタミプリド	②フルアジナム	③クレンキシムメチル	④ピリフルキナゾン	⑤テブコナゾール	⑥トリフロキシストロピン	⑦ジチオカルバメート	⑧ブプロフェジン	⑨フェンピロキシメート	⑩メチダチオン
1	摘果ミカン用(新)	高圧パルスジェット10秒	0.03	n. d. <sup>y</sup>	n. d.	n. d.	0.05	0.03	0.01	n. d.	n. d.	0.04
2		高圧パルスジェット5秒	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.03	0.02	n. d.	n. d.	0.09
3		流水洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.07	0.03	0.02	n. d.	n. d.	0.04
4		無洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.07	0.04	0.02	n. d.	n. d.	0.05
5	摘果ミカン用(旧)	高圧パルスジェット10秒	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.03
6		高圧パルスジェット5秒	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.04
7		流水洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.02
8		無洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.01	n. d.	n. d.	0.01
9	慣行防除	高圧パルスジェット10秒	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.62	0.01	0.03	0.35
10		高圧パルスジェット5秒	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.59	n. d.	0.02	0.21
11		流水洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.88	0.01	0.04	0.23
12		無洗浄	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0.89	0.02	0.04	0.33
	【参考】 残留農薬 基準値	みかん	0.5	0.5	2.0	0.2	0.2	0.1	10.0	0.3	0.5	5.0
		かんきつ	2.0	5.0	10.0	1.0	5.0	3.0	10.0	1.0	1.0	5.0

<sup>z</sup> 農薬成分 (①~⑩) は表3の薬剤に該当

<sup>y</sup> n. d. : 定量限界0.01ppm未満



①高圧パルスジェット洗浄

②エアブローによる乾燥

③風乾

写真5 高圧パルスジェット洗浄の状況



①高圧パルスジェット洗浄(10秒)

②水洗浄

③洗浄なし

写真6 洗浄後の果実

表14 摘果ミカン採取における経営収支

①併用(摘果ミカン+成熟ミカン)					②通常(成熟ミカン)				
摘果ミカン用防除(新)					慣行防除				
収入		(kg/10a)	(割合)	(円/kg)	(円/10a)		(kg/10a)	(円/kg)	(円/10a)
摘果ミカン	(27mm以下)	250 ×	84% ×	600 =	126,000	成熟ミカン	2,565 ×	199 =	510,435
"	(27~30mm)	250 ×	12% ×	300 =	9,000	計			510,435
"	(30mm以上)	250 ×	4% ×	0 =	0				
成熟ミカン		2,565 ×		199 =	510,435				
計					645,435	計			510,435
支出					(円/10a)				(円/10a)
農薬費					53,630	農薬費			51,830
肥料費					49,108	肥料費			49,108
諸材料費					23,891	諸材料費			23,891
雇用労賃			(時)	(円/時)		雇用労賃		(時)	(円/時)
成熟ミカン収穫等			2.8 ×	800 =	2,200	摘果・収穫等	4.4 ×	800 =	3,480
摘果ミカン収穫			75.8 ×	800 =	60,640				
摘果ミカン選果			8.0 ×	800 =	6,400				
動力光熱費					9,163	動力光熱費			9,163
小農具費・作業衣料費					2,861	小農具費・作業衣料費			2,861
保険共済費					1,158	保険共済費			1,158
修繕費					15,066	修繕費			15,066
減価償却費						減価償却費			
建物・施設・農機具					61,684	建物・施設・農機具			61,684
洗浄選果機					3,610				
販売経費			(割合)			販売経費			
摘果みかん		135,000 ×	3% =		4,050	成熟みかん			173,394
成熟みかん					173,394	計			391,635
計					466,855	計			391,635
所得						収入-支出			118,800
収入-支出					178,580				100.0%
					150.3%				

## 4. 考察

### 1) 鮮度保持

ミカン混合発酵茶は、緑茶三番茶と摘果ミカンを3:1の割合で混合揉捻して製造する。摘果ミカンに含まれるヘスペリジンは6月中~7月上旬採取が最も高濃度であることから、摘果ミカンの収穫適期は三番茶の収穫より10日間程度早い。このため、収穫

の早い摘果ミカンは冷凍保存する必要がある。摘果ミカンを冷凍する場合には、冷凍施設の確保、運搬、解凍作業等でミカン生産者に負担があるのに加え、冷凍の過程で摘果ミカンの細胞膜が損傷を受け果実に亀裂が生じたり、解凍を促進する目的で流水に浸けることにより、組織内の溶液の流失や、果実

中の色素成分の排出ならびにミカン本来の香りと風味が失われる等の問題がある(小林・鈴木, 2019; 樽谷・北川, 1986)。生産者が収穫した果実を消耗なく原料として販売するためには、減量を抑えるとともに収穫直後の青色を維持した、できるだけ新鮮な摘果ミカンを供給する必要がある。このため、果実を冷凍せず収穫後冷蔵施設で保管する試験を行った。

6月収穫の摘果ミカンを用いた試験では、平均1果重が5.6gとやや小玉が多く、コンテナ内に15kgを入れた条件であった。冷蔵庫内温度の調整が不十分ではあったものの平均6.4℃で保存することにより室温条件(24℃)に比べ減量率を低く抑え、目視の範囲では黄変の程度も低く抑制された。一方、7月収穫の摘果ミカンを用いた試験では平均1果重は10.5gであり、1コンテナ当たり10kgを入れたため、容器内の摘果ミカンは6月摘果ミカンの試験時より疎となった。この条件下で常温区(平均気温28℃)に比べ冷蔵庫内を平均10℃と約18℃低く保つことにより、減量率および黄変程度を低く抑制することが可能であった。これらより、6~7月にかけて摘果ミカンを5~10℃で冷蔵保存することにより、常温条件に比べ鮮度が保持されることが検証された。6月の果実と7月の果実の減量率の推移を見ると、7月の果実の保存条件の方がより鮮度保持に有効であった可能性が示唆されるが、両試験では果実の生育程度に伴う成分の違いや平均1果重およびコンテナに詰めた重量が異なるなど、単純に比較することは困難であるため、摘果ミカンの冷蔵保存における最適条件については更に検討が必要である。

## 2) 防除体系

銅水和剤と炭酸カルシウム水和剤微粉末剤の混用は、カンキツ黒点病に対し有効であり、両農薬は共に主成分が天然物であり残留基準が設定されていないため、農薬登録上は温州ミカンの収穫前日でも使用可能である(内川ら, 2014)。農薬の残留を考慮する必要がないことから、2018年試験の摘果ミカン用防除体系で上記薬剤を使用したところ、黒点病の軽減は可能であったものの、収穫した摘果ミカンの表面に炭酸カルシウム水和剤微粉末剤に由来する白色の付着物が認められ水洗浄後にも除去できなかった。このため、2019年試験ではテブコナゾール・トリフロキシストロビン水和剤の2回散布で代替する摘果ミカン用防除体系(新)を設定した結果、黒点

病と白色斑(汚れ)の両者を同時に抑制することが可能であったことから、本防除体系の有効性が示された。

また、摘果ミカン用防除体系(新・旧)では6月の害虫防除のためにピリフルキナゾン水和剤を採用したが、慣行防除体系に比べ、チャノキイロアザミウマの被害度に差はないものの、カイガラムシの第1世代1~2齢幼虫最多発生期である6月中旬に、DMTP乳剤の散布を行わないため、カイガラムシ類の被害果率がやや多くなった。果実の汚れについては差がみられなかったことから、カイガラムシについては摘果ミカン用防除体系では、収穫後にカイガラムシ類の発生状況を観察しながら第2世代1~2齢幼虫最多発生期にあたる8月中~下旬にDMTP乳剤等による補完的な防除が必要と考えられた。

## 3) 選果

摘果ミカンの収穫時には、収穫コンテナに葉、枝、果梗枝および褐変ミカン等のゴミや大玉果が混入するため、効率的なゴミの除去と摘果ミカンを横径別に選別する技術が必要であった。市販の梅洗浄ゴミ取機および2連式ドラム式選果機を使用し選果・水洗浄を行うことでミカン混合発酵茶に適する果実の横径30mm以下のサイズを効率的に選別し、収穫時に混入したゴミを除去できることが明らかになった。また、試行した選果作業では、4工程を4人でそれぞれ1工程ずつ担当すると効率的であった。なお、実際の作業では、選果台に投入する際に大玉果実の割合が高いと選果機のドラム上を乗り越える果実が増えたため、ドラムの回転速度を遅くして選果する必要が生じた。このため、原料の摘果ミカンを採取する際には、圃場で果実肥大状況を観察し、大玉になる前の早い時期から段階的に採取して、横径27mm以下の果実の割合を高めることが望ましいと考えられた。

## 4) 洗浄

摘果ミカン収穫時には果実にゴミや農薬等が付着しており、高機能性発酵茶原料用として供給するには衛生上何らかの洗浄対策が必要であった。2か年にわたる防除体系の試験では、各種防除体系区で供試した薬剤のうち、散布から収穫までの期間が短いジチオカルバメート、ブプロフェジン、フェンピロキシメートおよびメチダチオンが検出されたが、いずれの年次においても、摘果ミカン用防除体系区は、各種洗浄の有無にかかわらず「みかん」および「カ

ンキツ」の残留基準値以下の数値となった。このことから、原料ミカンの栽培圃場に摘果ミカン用防除体系を適用し、本試験で用いた選果方法を採用することで、農薬の残留基準を超える危険性を回避した摘果ミカンの採取が可能と考えられた。

超音波洗浄については、中島ら（1976）は野菜に付着する細菌の除去効果を、山下ら（2009）はミニトマトで残留農薬の除去や除菌効果を報告している。慣行防除体系区の残留農薬の分析値を見ると、超音波洗浄により、ジチオカルバメートの残留濃度は10分、5分、3分の洗浄時間に関係なく、無洗浄に比べて60%程度の残留に低減した。洗浄時間による差がなかったのは、洗浄で落ちた農薬成分が洗浄槽内から完全に排水されなかったためと考えられたほか、供試した農薬は浸透移行性があるため、果実表面を洗浄しても残留農薬量に差がみられなかった可能性が考えられた。超音波洗浄しても炭酸カルシウム水和剤微粉末剤の白い付着物は除去できなかったことは、摘果ミカンの表面にある凹凸により、カルシウム微粉末が強固に付着したためと思われる。

超音波洗浄に比べ節水でき短時間で処理が可能な高圧パルスジェット方式洗浄を検討したところ、慣行防除では浸透移行性がないジチオカルバメートは無洗浄に比べて低減できたが、他の農薬では洗浄効果は見られなかった。また炭酸カルシウム水和剤微粉末剤の白い付着物の除去程度も水洗浄とほとんど

変わらなかった。

水洗浄および洗浄なしの場合のいずれも農薬残留量は基準値以下であったため、実用上は超音波洗浄、高圧パルスジェット洗浄等の特別な洗浄は必要なく、梅洗浄ゴミ取機で選果する際の流水ブラシ洗浄で十分と考えられた。また、本試験では隣接する園地からのドリフトと思われる成分が検出された事例もあったことから、摘果ミカンを採取する園地を選定する際には、近隣園からのドリフトの恐れのない園地を選定する必要があると考えられる。

## 5) 経営収支

原料用摘果ミカンの収穫適期は2週間程度と短いに加え、他品種の摘果作業でも多忙な時期であるため、雇用労働力主体で収穫を行う必要がある。また新たに洗浄・選果機の導入コストを踏まえ、所得向上効果を試算した結果、摘果ミカン採取後、通常管理により成熟果実を収穫することで、慣行栽培と比較して5割程度の所得向上が見込まれた。他品種に比べ所得が上がりにくい極早生ウンシュウを有効に活用でき、経営的メリットも大きいことがわかった。これまで廃棄物としてきた未利用資源を換金できるとともに、機能性成分をいかせる商品開発は、ミカン産業にとって新たな販路拡大につながるものが期待される。今後は原料供給量を増やすため、他品種での採取や摘果ミカン専用園の取り組みについても検討する必要がある。

## 5. 摘要

高機能性発酵茶原料となる摘果ミカン収穫後の管理方法を調査した結果、下記のことが明らかとなった。

- 1) 摘果ミカン20kgコンテナに入れて低温保管することで、7日後まで鮮度が保持される。
- 2) 6月上旬の慣行防除薬剤を収穫前日数の短い農薬に変更することで、原料ミカンの収穫に適した防除が可能である。

- 3) 市販の梅ゴミ取機、選果機を使用することで、効率的な選別と収穫時に混入した葉、枝などの物理的なゴミを除去できる。
- 4) 摘果ミカン用防除体系を適用することで、選果時の洗浄方法に関わらず各種残留農薬は残留基準値以下となる。
- 5) 摘果ミカンと成熟ミカンを出荷する併用タイプでは、慣行に比べ5割程度所得が向上する。

## 6. 引用文献

- 河原幹子・山下次郎・副島康義・荒牧貞幸・田中加奈子. 2019. 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. 長崎農技セ研究報告. 9:129-147
- 小林りか・鈴木 徹. 2019. 青果物の鮮度評価・保持技術. エヌ・ティー・エス. 257-264
- 工業調査会. 2001. すぐ使える洗浄技術. 工業調査会. p188-193
- 長崎県農林部. 2019. 長崎県農林業基準技術. p447-461
- 長崎県農産園芸課. 2017. 長崎みかん産地活性化プラン(第2次計画). p13-18
- 中島けい子・福本順子・中野典子. 小川政禧. 1976. 超音波洗浄による野菜に付着する細菌の除去. 栄養と食糧. 29(5):261-268
- 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. 2014. 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(2):95-103
- 日本産業洗浄協議会技術委員会. 2017. トコトンやさしい洗浄の本 第2版. 日刊工業新聞社. p42-47
- 農林水産省. 2020. 令和元年度 食料・農業・農村の動向. p153-157, p204-210
- 樽谷隆之・北川博敏. 1986. 園芸食品の流通・貯蔵・加工. 養賢堂. p185-189
- 内川敬介, 副島康義. 2014. 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
- 山下正純・野間 雄・本田克久. 2009. 超音波洗浄による農作物中残留農薬類の低減除去. 環境化学. 19(3):389-393
- 矢野昌充. 1999. 果実類の生理機能. 農業および園芸. 74(1):113-118

## Summary

As a result of examination on management technology of unripe Satsuma Mandarin fruits, which is a raw material for high functional fermented tea, the following became clear.

- 1) Maintaining freshness for 7 days by storing at low temperature in a 20kg container.
- 2) By changing the conventional control chemicals in early June to pesticides with a short pre-harvest day, it is possible to control the Satsuma Mandarin fruits suitable for raw material.
- 3) By using a commercial plum duster and fruit sorter, it is possible to efficiently sort and remove physical dust such as leaves and branches mixed during harvesting.
- 4) In the control system for Satsuma Mandarin fruits suitable for raw material, various residual pesticides are below the residual standard value regardless of the cleaning method at the time of fruit selection.
- 5) Income of about 50% will be improved in the combined type where fruit-picking unripe and ripe Satsuma Mandarin fruits.