

徳島農技セ研報 No.5
17~22 2018

ウンシュウミカン輸出における殺菌剤浸漬後の 乾燥処理が輸出後の果実品質に及ぼす影響*

中島光廣, 林 加奈*², 勝谷常治*³

Effect of drying treatment after sodium hypochlorite application on fruit quality of exported satsuma mandarin

Mitsuhiro NAKASHIMA, Kana HAYASHI, Tsuneharu KATSUTANI

要 約

ウンシュウミカンの果実を輸出する場合は、輸出相手国により果実の殺菌剤浸漬が義務づけられており、果実の殺菌剤浸漬および殺菌剤浸漬後の乾燥作業に大きな労力を要する。このため、殺菌剤浸漬後の省力的・効率的な乾燥方法とコスト削減効果の検討、さらに乾燥方法の違いが輸出後の果実品質に及ぼす影響について検討した。

果実300kgを乾燥させた場合、密閉式通風除湿乾燥機を用いた「機械乾燥区」は6時間で乾燥でき、慣行の「拭き取り区」に比べ約1時間の短縮ができた。また、「機械乾燥区」は手作業による労働時間は6分程度で、「拭き取り区」に比べ約7時間の短縮ができた。

果実300kgを乾燥させるのに必要な直接経費を試算すると、密閉式通風除湿乾燥機で乾燥させる「機械乾燥区」は慣行の「拭き取り区」に比べ17,500円少なくなり、19.5%のコスト削減となった。

さらに、浸漬処理が必要な輸出相手国への船舶輸出を想定し、シンガポールにウンシュウミカンの船舶輸出試験を行った。到着3日後の商品果率は、「機械乾燥区」は「拭き取り区」および「自然乾燥区」より約5%高かった。輸出後の果実糖度・クエン酸含量は、乾燥方法による明確な差はみられなかった。

以上のことから、果実の表面殺菌が義務づけられている輸出相手国にウンシュウミカンの果実を輸出する場合は、殺菌剤浸漬後の乾燥に密閉式通風除湿乾燥機を活用することで、慣行の拭き取りに比べ短時間での乾燥、およびコスト削減が可能となった。さらに、輸出後の商品果率も高く維持された。

キーワード：次亜塩素酸ナトリウム溶液浸漬、果実表面殺菌、乾燥処理、ウンシュウミカン、船舶輸出

keyword：sodium hypochlorite application, application on fruit, drying treatment, satsuma mandarin, ship exporter

緒 言

徳島県は貯蔵ミカンの産地として市場におけるブランド化と農業経営における収益向上を図ってきたが、担い

手の高齢化に伴い栽培面積や生産量は減少し、産地の維持が難しい状況になっている。このような中、国や県による農林水産物の輸出推進により、一部の生産者によりEU向け輸出への取り組みが始まった。

*¹本報告の一部は平成29年度園芸学会中四国支部大会、平成30年度果樹茶業研究会で発表した。

*²徳島県農山村振興課ふるさと創造室 *³JA 東とくしま

我が国の農林水産物の輸出は拡大傾向にあるが、ウンシュウミカンの果実については第1図のとおり2014年以降減少傾向にある⁵⁾。その一因として、ウンシュウミカンの果実をEU諸国、アメリカ、タイ等に輸出する場合は果実の表面殺菌が義務づけられており、表面殺菌および殺菌後の乾燥作業に大きな労力を要することが挙げられる。

EU諸国向け輸出に際しては、果実を有効塩素200ppmの次亜塩素酸ナトリウム水溶液に2分間浸漬する処理（以下、浸漬処理）が定められている。2018年1月以降はその他の有効な殺菌方法も可能となったが、当面は浸漬処理が主流になると考えられる。

浸漬処理により濡れた果実は輸出における長期輸送に耐えられないため、速やかに乾燥させる必要がある。

本県をはじめ聞き取りを行った産地では濡れた果実をウエス等により1個ずつ拭き取るか、扇風機を使って乾燥させているが、この作業は極めて多くの時間と労力を要することから、輸出量は乾燥作業に制約されると言っても過言ではない。

そこで、浸漬処理後の乾燥に乾燥機を用いた場合の労力軽減およびコスト削減効果について検討した。

さらに、浸漬処理が必要な輸出相手国への船舶輸出を想定し、シンガポール向け輸出実証試験を実施し、障害果の発生程度や品質に及ぼす影響について検討した。

なお、本研究は生物系特定産業技術研究支援センター革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）により実施した。

材料および方法

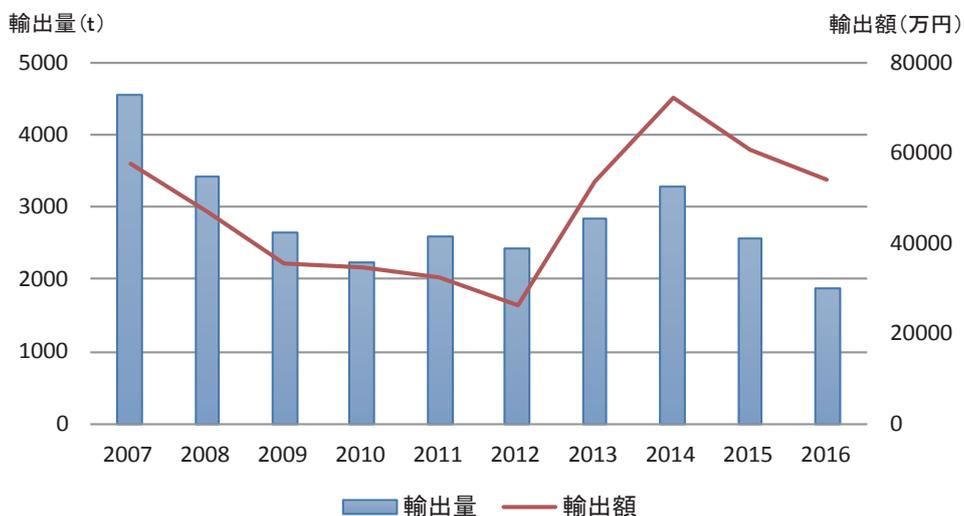
収穫が遅く、長期間貯蔵できる晩生系ウンシュウミカン「十万温州」の果実を供試した。12月に収穫した果実をコンテナに入れて日陰で予措を行い果実重量の5%程度を減量した後、貯蔵庫で常温貯蔵した。2017年1月26日に有効塩素200ppmの次亜塩素酸ナトリウム水溶液に果実を2分間浸漬する浸漬処理を行い、直ちに乾燥処理を行った。

試験1：乾燥処理方法とコスト削減効果の検討

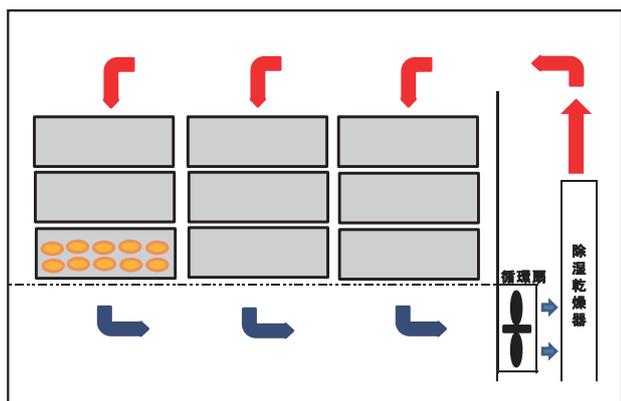
乾燥処理は慣行の「拭き取り区」、「自然乾燥区」および「機械乾燥区」の処理区を設定した。「拭き取り区」は浸漬処理により濡れた果実10kgの果皮表面に付着した水分をペーパーウエスで1個ずつ拭き取った。「自然乾燥区」は農業用ハーフコンテナ（縦52cm×横37cm×高さ16cm）に濡れた果実10kgを入れてスダチの予措に用いる3段式の予措棚の上・中段に重ねることなく静置して自然乾燥させた。「機械乾燥区」は前述の農業用ハーフコンテナに濡れた果実10kgを入れてスダチの予措に用いる密閉式通風除湿乾燥機（試作機のため製造メーカーおよび型式は不明、以下、乾燥機）で乾燥させた（第2図）。この乾燥機は除湿器から出た乾燥した風を果実にあてて、果実から出た水蒸気は除湿器で除湿して、再び乾燥した風が果実にあたる構造になっている。

調査項目は果実300kg（30ケース）を乾燥させるのに要した乾燥時間および労働時間とした。なお、「拭き取り区」の乾燥時間および労働時間は果実10kgあたりに要した時間を果実300kgに換算した。

また、「拭き取り区」と「機械乾燥区」について、得



第1図 日本産ウンシュウミカンの輸出量と輸出額⁵⁾



第2図 密閉式通風除湿乾燥機の構造

られた結果をもとに機械購入費および減価償却費を除いた果実300kgあたりの直接経費について試算を行った。雇用は拭き取り作業のみとし、雇用費は1,000円/時間とした。資材費はペーパーウエスと殺菌剤等の購入費を計上した。流通経費は72,000円、販売金額は600,000円とし、試算した結果をもとに「機械乾燥区」によるコスト削減効果を検討した。

試験2：乾燥処理方法の違いが輸出後の果実品質に及ぼす影響

浸漬処理が必要な輸出相手国への船舶輸出を想定し、浸漬および乾燥処理した果実をシンガポールに船舶輸出を行い、輸送後の果実品質を調査した。

2017年1月26日に浸漬および乾燥処理した果実を1月27日に通気口の無い10kg用段ボール箱（縦39cm×横32cm×高さ21cm、以下、段ボール箱）に充填し、陸送開始まで常温の室内で静置した。1月27日に保冷トラックで神戸港まで陸送し、物流会社の保冷库（5℃）で保管した後、1月30日に輸出用コンテナ（以下リーファコンテナ）に積み込んだ。リーファコンテナを積載した船舶は1月31日に神戸港を出港し、2月9日にシンガポール港に到着した。その後、リーファコンテナを物流拠点まで陸送し、5℃に設定した保冷トラックに積み替えて調査場所に陸送した。リーファコンテナ内の温度は1℃に設定し、調査場所に到着後は25℃に室温制御した部屋で保管した。

果実品質の調査項目は段ボール箱内部の温度・湿度、果実の商品性の有無、障害の内訳、および果実の糖度・クエン酸含量とした。段ボール箱内部の温度・湿度はボタン型温湿度ロガー（KN ラボラトリーズ、サーモクロンSL）を段ボール箱内の上部に設置し、段ボール箱充填後の1月27日から調査場所到着3日後の2月13日まで5分毎に測定した。商品性の有無および障害の内訳の調

査はシンガポール到着時の2月10日および到着3日後の2月13日に行い、それぞれ目視により判別した。

果皮の一部が半透明または茶褐色の水浸状に軟化する障害（以下、水浸状障害）と「腐敗果」を障害果とした。果実の糖度・クエン酸含量はポケット糖酸度計（アタゴ社製、PAL-BX）を用い、浸漬処理前の1月26日、シンガポール到着時の2月10日および到着3日後の2月13日に調査した。

結 果

試験1：乾燥処理方法とコスト削減効果の検討

果実300kgを乾燥させるのに要した時間（乾燥時間）および労働時間を第1表に示した。乾燥時間は、慣行の「拭き取り区」は7時間11分、「機械乾燥区」は6時間0分で「拭き取り区」に比べ約1時間短縮した。一方、「自然乾燥区」は24時間経過後も完全には乾燥しなかったため調査を打ち切った。

乾燥に要する労働時間は慣行の「拭き取り区」は果実10kgあたり平均14分20秒で、果実300kgあたりに換算すると7時間11分であった。また、果実300kgが入ったコンテナの積み下しに要する労働時間は6分で、「拭き取り区」合計の労働時間は7時間17分であった。「機械乾燥区」、「自然乾燥区」は拭き取り作業がなく、乾燥機や予措棚へのコンテナの積み下しに要する労働時間は6分であった。以上のことから、「機械乾燥区」は慣行の「拭き取り区」に比べ労働時間が約7時間短縮した。

今回の試験結果をもとに機械購入費および減価償却費を除いた果実300kgあたりの直接経費について試算を行い、その結果を第2表に示した。果実300kgを乾燥させるのに必要な経費は、「拭き取り区」は雇用費が15,000円と資材費が2,550円で、合計17,550円となった。「機械乾燥区」は雇用費が不要で、資材費は殺菌剤の50円となった。このことから、果実300kgあたりの直接経費は、

第1表 殺菌剤浸漬処理後のウンシュウミカン果実の乾燥に要した乾燥時間および労働時間

乾燥処理	乾燥時間	労働時間 ^{x)}	
		拭き取り	コンテナ積み卸し
拭き取り区	7時間11分	7時間11分 ^{y)}	6分
機械乾燥区	6時間0分	-	6分
自然乾燥区	24時間 ^{z)}	-	6分

x) 拭き取りとコンテナ積み卸しに要する手作業による労働時間の合計（果実300kgあたり）

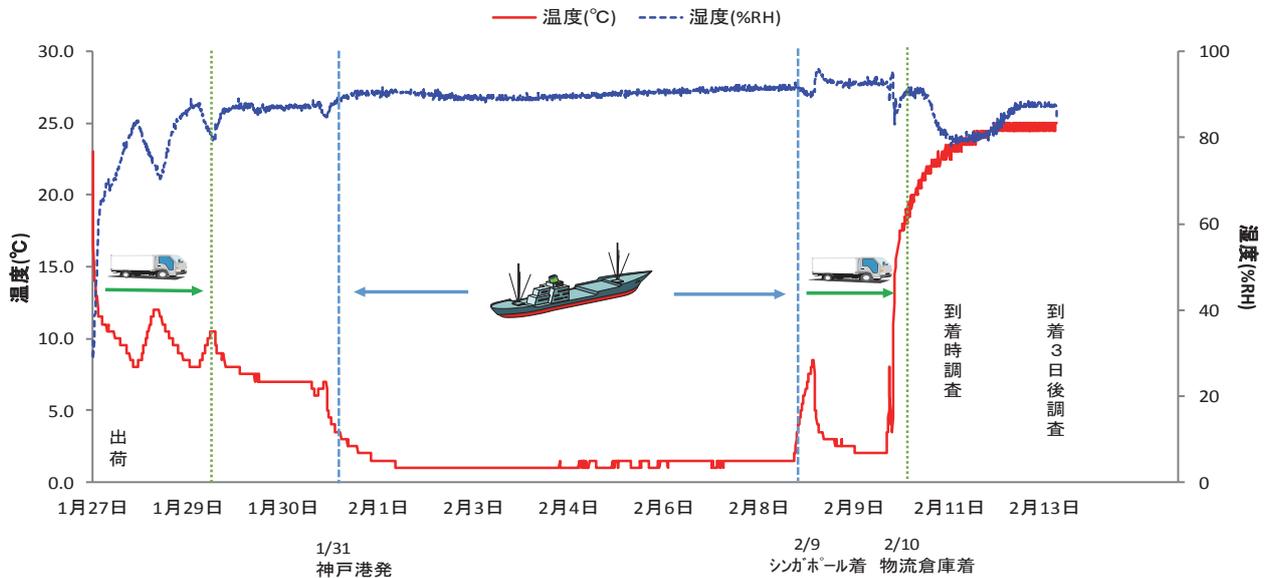
y) 果実10kgあたりの労働時間から算出

z) 乾燥処理24時間後においても乾燥効果が不十分だったため調査打ち切り

第2表 ウンシュウミカンの乾燥方法別経営試算 (果実300kgあたり)

	拭き取り区 (a)	機械乾燥区 (b)	削減額 (b) - (a)	削減率 (b)/(a)-1
販売価格	600,000円	600,000円		
直接経費	89,550円	72,050円	-17,500円	-19.5%
うち 雇用費	15,000円	0円		
資材費	2,550円	50円		
流通経費	72,000円	72,000円		
差し引き	510,450円	527,950円	17,500円	3.4%

雇用費：拭き取り作業のみ雇用 (時給1,000円)
 資材費：ペーパーウエス, 殺菌剤等
 流通経費：段ボール箱, 送料



第3図 ウンシュウミカンの海上輸出時における段ボール箱内の温度・湿度の推移

「機械乾燥区」は「拭き取り区」より17,500円少なくなり、19.5%のコスト削減効果が認められた。

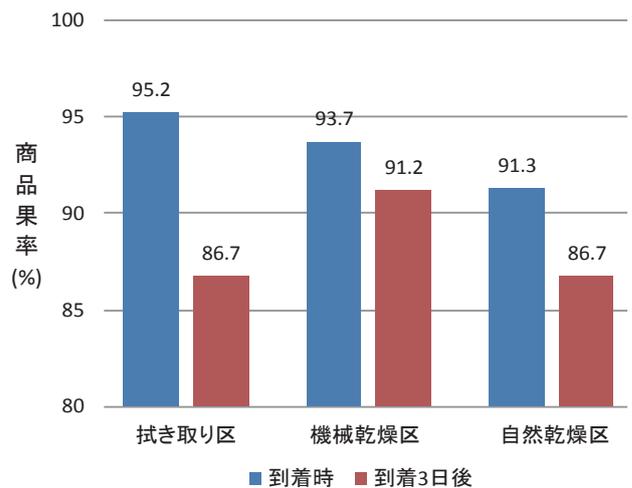
試験2：乾燥処理方法の違いが輸出後の果実品質に及ぼす影響

浸漬・乾燥処理した果実をシンガポールに船舶輸出して、到着時および到着3日後に果実品質を調査した。

輸出試験は神戸港からシンガポール港までの直行の船便を利用し、出荷からシンガポール物流倉庫到着まで15日、うち海上輸送日数は10日であった。

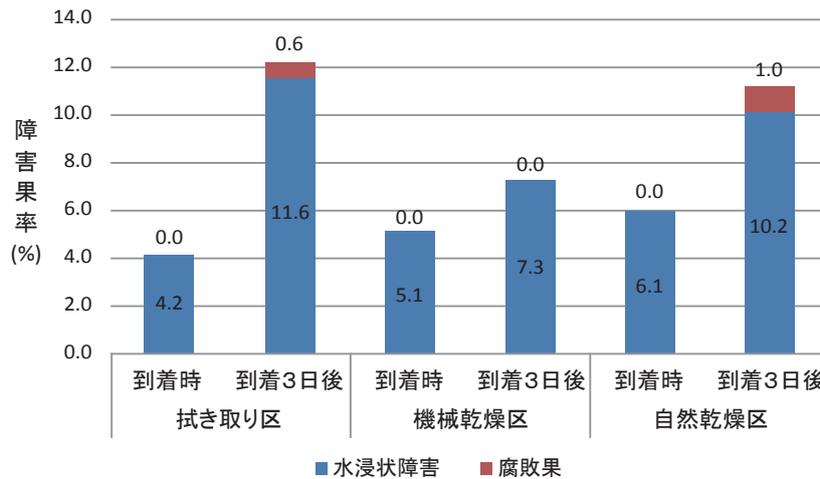
段ボール箱内部の温度・湿度を第3図に示した。海上輸送期間は温度1℃・湿度90%程度で大きな変動はなかった。シンガポール港到着時はリーファコンテナの卸し作業のため8.5℃まで上昇した。調査場所の温度は22℃から25℃・湿度は80%から89%であった。

輸出後の商品果率を第4図に示した。「拭き取り区」は到着時は95.2%であったが、到着3日後には86.7%に低下した。「自然乾燥区」は到着時は91.3%であったが、



第4図 ウンシュウミカンの海上輸出後の商品果率の推移

到着3日後には86.7%に低下し、調査日にかかわらず低い商品果率を示した。「機械乾燥区」は到着時は93.7%で、到着3日後には91.2%に低下したが、到着3日後の商品果率は試験区の中では最も高く「拭き取り区」より



第5図 ウンシュウミカンの海上輸出時に発生した障害果とその内訳

第3表 ウンシュウミカンの輸出における輸出前と輸出後の糖度・クエン酸含量の推移

処理区	糖度 (%)			クエン酸 (g/100g)		
	処理前	到着時	到着3日後	処理前	到着時	到着3日後
拭き取り区		11.1	11.1		0.67	0.60
機械乾燥区	11.2	11.3	11.2	0.70	0.56	0.77
自然乾燥区		11.1	11.2		0.77	0.62

処理前：殺菌剤浸漬および乾燥処理は未実施

4.5%高かった。

輸出後の障害果発生率と障害の内訳について第5図に示した。到着時には全ての試験区において水浸状障害が発生し、「拭き取り区」は4.2%、「自然乾燥区」は6.1%、「機械乾燥区」は5.1%の発生率であった。腐敗はいずれの試験区にも発生しなかった。到着3日後には全ての試験区において水浸状障害が増加し、「拭き取り区」は11.6%、「自然乾燥区」は10.2%、「機械乾燥区」は7.3%となり、「機械乾燥区」は「拭き取り区」より4.3%少なかった。さらに腐敗果が「拭き取り区」は0.6%、「自然乾燥区」は1.0%発生したが、「機械乾燥区」は発生しなかった。

輸出前後の果実の糖度およびクエン酸含量を第3表に示した。乾燥処理方法による果実糖度の差異は認められず、輸出前・輸出後ともに11%程度であった。一方、クエン酸含量も糖度と同様に乾燥処理方法による明確な差異は認められず、輸出前・輸出後ともに0.7g/100g程度であった。

考 察

密閉式通風除湿乾燥機を用いた「機械乾燥区」で果実300kgを乾燥させた場合は、慣行の「拭き取り区」に比べ手作業による労働時間は約7時間短縮でき、乾燥に要する時間（乾燥時間）は約1時間短縮できた。この乾燥機で果実100kg程度を乾燥させた場合は3時間程で乾燥できたことから、乾燥時間の短縮には密閉式通風除湿乾燥機への在庫量の検討、また除湿能力の高い除湿器への交換の検討が今後必要であろう（データ省略）。

今回の試験では、シンガポール到着3日後の商品果率は「機械乾燥区」は「拭き取り区」より4.5%高く、腐敗も発生しなかった。これは、「拭き取り区」は殺菌剤溶液に浸けて柔らかくなった果実をペーパーウエスを使っていねいに拭き取った結果、果実表面に傷を付けたことが考えられる。

なお、1℃による貯蔵はウンシュウミカンの未熟果はこはん症等の障害が発生すると報告されている¹⁾²⁾³⁾。今回の試験ではリーファコンテナの温度は1℃に設定したにもかかわらず、こはん症等の障害はみられなかったが、未熟果と思われる果皮色の黄色い果実には果皮の萎びがみられた（データ省略）。

今回の試験は殺菌剤浸漬処理後の果皮を早期に乾燥さ

せる方法の検討が目的であったが、さらに乾燥させると予措の効果により輸出後の品質維持が期待できることから、今後効果的な乾燥程度の検討が必要である。

ウンシュウミカン農家は今回の試験に共試した密閉式通風除湿乾燥機を保有していないことから、密閉式通風除湿乾燥機の導入、または流動化の推進はウンシュウミカンの輸出拡大につながると考えられる。

また、スダチ、ハッサク、ユコウ等のカンキツ類も殺菌剤浸漬処理が必要であり、密閉式通風除湿乾燥機の利用拡大は本県カンキツの輸出の一助に繋がることが期待される。

摘 要

ウンシュウミカン等のカンキツ類の果実の輸出に際し、輸出相手国により義務づけられる果実の浸漬処理後の乾燥処理について、省力的・効率的な方法およびコスト削減の効果、並びに乾燥方法が輸出後の果実品質に及ぼす影響について検討した。

1. 乾燥機による「機械乾燥区」は慣行の「拭き取り区」に比べ、乾燥に要する時間は約1時間、手作業による労働時間は約7時間短縮した。
2. 果実300kgあたりの直接経費は「機械乾燥区」は「拭き取り区」より17,500円少なくなり、19.5%のコスト削減効果が認められた。
3. シンガポール到着3日後の商品果率は「機械乾燥区」が「拭き取り区」より4.5%高かった。
4. シンガポール到着3日後の水浸状障害の発生率は「機械乾燥区」が「拭き取り区」より4.3%少なかった。さらに「拭き取り区」は腐敗が0.6%発生したが、「機械乾燥区」は発生しなかった。

5. シンガポール到着3日後の果実の糖度およびクエン酸含量は乾燥処理の違いによる影響は明らかではなかった。

以上の結果から、浸漬処理後の乾燥処理は密閉式通風除湿乾燥機の導入が省力的かつ効率的で、輸出後の商品性に優れていることが明らかになった。

謝 辞

本研究の実施にあたり、試験材料の収集、調査に協力いただいたJA 東とくしま、徳島農業支援センターの皆様、輸出試験のご指導を頂いた岡山大学の中野龍平准教授、現地試験にご協力いただいた三井化学株式会社およびMITSUI CHEMICAL SINGAPORE R&D CENTRE, PTE. LTD. の皆様に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 長谷川美典 (2000) : 果樹の鮮度保持マニュアル. 果実の鮮度保持技術. 株式会社流通システム研究センター : 33~35.
- 2) 伊庭慶昭 (1985) : 果実の成熟と貯蔵. 果実の貯蔵技術. 温州ミカン. (株) 養賢堂 : 260~271.
- 3) 中川正視 (1970) : ミカンの貯蔵と栽培. 貯蔵管理. 農業図書株式会社 : 157~159.
- 4) 緒方邦安 (1977) : 青果保存汎論. 低温貯蔵, コールドチェーンと品質保持, 最適低温貯蔵条件と貯蔵期間. 建帛舎 : 168~170.
- 5) 果物ナビ : 温州ミカン輸出量. 年次別輸出量2016, 果物情報サイト, <http://www.kudamononavi.com/graph/trade/>