

ビワ果実の加工を目的とした長期貯蔵時の温度と形態

園田 望夢，河原 幹子¹⁾

キーワード：ビワ，なつたより，鮮度保持，低温貯蔵

Effects of Temperature and Packing on Long-term Storage of Loquat Fruit for Processing

Miyu SONODA, Mikiko KAWAHARA

目次

1. 緒言
2. 材料および方法
 - 1) 貯蔵温度が果実品質，萎凋，腐敗に及ぼす影響
 - 2) 貯蔵形態および予冷が果実品質に及ぼす影響
 - 3) 現地貯蔵庫における長期鮮度保持技術の実証
3. 結果
 - 1) 貯蔵温度が果実品質，萎凋，腐敗に及ぼす影響
 - 2) 貯蔵形態および予冷が果実品質に及ぼす影響
 - 3) 現地貯蔵庫における長期鮮度保持技術の実証
4. 考察
 - 1) 貯蔵温度が果実品質，萎凋，腐敗に及ぼす影響
 - 2) 貯蔵形態および予冷が果実品質に及ぼす影響
 - 3) 現地貯蔵庫における長期鮮度保持技術の実証
5. 摘要
6. 引用文献

Summary

1) 現長崎県農林部

※本研究は，農研機構生研支援センターの革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）で実施した。

※本報告の一部は，園芸学会令和2年度春季大会で発表した。

1. 緒言

ビワは5月から6月に収穫される初夏の果実であり、収穫適期が短いことから、市場に出回る時期も短い。また、収穫後追熟しない果実であるため(村松, 1970), 適期に収穫する必要があるが、収穫時期は気温が上昇するため、収穫後にビワの鮮度が低下しやすい。

ビワの消費拡大を図るには、生果だけでなく加工品による需要喚起も重要である。現在、長崎県内では加工品として、缶詰やジュースの1次加工や、それを利用したゼリー、ケーキ、カステラなどが県内消費だけでなく観光客のお土産としても販売されている。1次加工品の利用のほか生果を自社で買上げ製菓へ加工している事例も見られる。ビワの加工適性は、用途により条件が多少変わるものの、ビワ本来の食味を持ち、適期に収穫され萎凋が少ないこと、腐敗果が混入していないことが求められている。特に長期貯蔵をする場合は、貯蔵前の状態を保ち、腐敗等によるロスを軽減することも重要である。ビワは鮮度が低下しやすく短期間で加工する必要があるが、労力集中のため、加工現場からは長期貯蔵技術の開発が望

まれている。

これまでの研究で、「なつたより」は鮮度保持の目安として減量率が6%を超えると萎凋果が発生すること、良食味の指標はショ糖割合30%以上であること、5°Cで予冷後に15°Cで流通することで収穫後15日間の鮮度保持が可能であることが明らかにされている(山下ら, 2016)。また、「茂木」はMA包装により10~15°Cで10日間程度の鮮度保持効果が期待できることが明らかにされている(高見ら, 2003)。しかし、両品種ともこれらの研究よりもさらに貯蔵期間を延長した長期貯蔵技術の報告は少ない。

今回は本県の生果主要品種である「なつたより」および「茂木」の加工を想定した60日間の鮮度保持を目標とし、適切な貯蔵方法や貯蔵温度、果実品質について検討後、さらに2か年にわたり現地で導入されている貯蔵庫を用いて現地実証を行い、その効果を明らかにしたので報告する。

現地試験で協力をいただいた、長崎西彼農業協同組合の担当者ならびに関係者各位に心から謝意を表す。

2. 材料および方法

1) 貯蔵温度が果実品質、萎凋、腐敗に及ぼす影響

材料には、長崎県農林技術開発センター果樹・茶研究部門(大村市)の露地栽培「なつたより」を供試した。適熟果を2017年5月22日に収穫し、4果入りストレートパックに静置し、出荷用ダンボール製箱に梱包した。収穫翌日にポリエチレン袋に段ボール製箱を入れ密封した上で低温インキュベータ(日本医化器械製作所製LP-400P)で1°Cおよび7°Cで貯蔵し、貯蔵温度の鮮度保持への影響を調査した。貯蔵中の温度、湿度は温湿度計(HIOKI LR5001)を用いて計測した。

5月23日(収穫翌日)、7月5日(収穫45日後)、7月20日および7月21日(収穫約60日後)に果実の重量、外観、果実品質(糖度、果汁比、滴定酸含量、破断荷重)について調査し、処理前後の減量率、そばかす症発生度、萎凋果発生度、腐敗果発

生度を求めた。各発生度は程度に応じて無、微、中、甚の4段階で評価し下記式により算出した。

$$\text{発生度} = \frac{\text{無} \times 0 + \text{微} \times 1 + \text{中} \times 2 + \text{甚} \times 3}{\text{調査果実数} \times 3} \times 100$$

糖度はATAGO社製SMART-1により可溶性固形物含量で示した。果汁比は以下の方法で算出した。まずクリープメーター(山電製RE2-3305B)を使用し、赤道部の果皮を剥ぎ、直径12.6mmのコルクボーラーで果肉をくりぬき、果皮側から5mm厚になるように調整した果肉切片をろ紙に載せ果肉の重量を測定した。次に、果肉を果皮側から直径30mmの円盤形プランジャーにより9.8Nで30秒間圧縮し、しみ出た果汁をろ紙に吸収させた。ろ紙の重量の増加分を果汁重とし、果汁重の圧縮前の果肉重に対する割合を果汁比とした。滴定酸含量はMetrohm社製775Dosimatを使用し

リンゴ酸に換算した。破断荷重は赤道部の果皮を剥ぎ、直径12.6mmのコルクボーラーで果肉をくりぬき、果皮側から5mm厚になるように調整した果肉切片に、果皮側からクリーブメーターの直径8mmの円筒形プランジャーを0.5mm/sで貫入させて測定した。なお、果実は各区収穫翌日および45日後におよそ8果、収穫約60日後におよそ20果供試した。

2) 貯蔵形態および予冷が果実品質に及ぼす影響

部門内の露地栽培「なつたより」の適熟果を2018年5月28日に収穫し、貯蔵形態（発泡スチロールの有無）および貯蔵前予冷の有無による0°C 60日間の鮮度保持への影響を調査した。発泡スチロール区は果実を4果トレーに静置し、2トレーを蓋つき発泡スチロール製箱（容量5.8ℓ）に入れ、さらにポリエチレン製袋（厚さ0.025mm）で包み密封した。なお、発泡スチロール製箱へは湿度を維持するために水で湿らせたキムワイブを中敷きとして使用した。発泡スチロールなしの区は2トレーをそのままポリエチレン製袋で包み密封した。予冷区は、2018年5月29日より低温インキュベータ（日本医化器械製作所製LP-400P）で室温（25°C）から5°Cまで降下させ、5°Cで5日間保持後、5°Cから0°Cまで1°Cあたり5時間ずつ20時間以上かけて低温馴化するプログラムで降下させた後、保冷剤を入れた保冷バッグ（プラスチック製）を用いて0°Cの氷温庫（HOSHIZAKI社製）に搬入した。予冷なし区は、2018年5月29日より室温（25°C）からただちに0°Cの氷温庫に搬入した。なお、果実は各区40果程度供試した。貯蔵中の温度、湿度は温湿度計（HIOKI LR5001）を用いて計測した。2018年7月30日、7月31日に出庫し、果実重、健全果率、果皮障害（褐変）、官能による食味評価、糖度、滴定酸含量、ショ糖割合について調査した。健全果率は処理前の果実数に対する調査日時点の残果（腐敗や加工に適さない果皮障害甚を除いた）数の割合から算出した。糖度、滴定酸含量は前項と同様に測定した。官能による食味評価は調査区を隠し3人で実施した。ショ糖割合は、-20°Cで凍結保存した果汁を2018年12月にろ過処理後、高速液体クロマトグラフにより糖組成を分析し、全糖含量に占め

るショ糖の割合を算出した。分析は、果汁を0.45μmのメンブランフィルターでろ過後、日本分光製の示差屈折計検出器（RI-4030）、カラムにShimpack SCR-101P、移動相は純水を用い、流量0.6mL/min、カラムオープン80°C設定で行った。

3) 現地貯蔵庫における長期鮮度保持技術の実証

部門内の露地栽培「なつたより」の適熟果を2019年5月23日、2020年5月19日、「茂木」の適熟果を2019年5月27日、2020年5月25日に収穫した。

果実は収穫日または収穫翌日に果実重、糖度、滴定酸含量、破断荷重および外観（萎凋や腐敗の原因となる打ち身等がないこと）を調査後、貯蔵資材で梱包した。試験に供した貯蔵資材は、2019年は保湿度透明シート（司化成工業株式会社製HK、ポリエチレン、厚さ15μm）、透湿防水シート（丸和バイオケミカル株式会社製C-40）、2020年は、保湿度透明シート（旭化成ホームプロダクツ株式会社製サラップ、ポリ塩化ビニリデン、厚さ11μm）および発泡スチロールである。

保湿度透明シート区および透湿防水シート区は果実を4果ずつトレーに静置し、10トレーを容量38.5ℓのコンテナに入れ、コンテナごと保湿度透明シートまたは透湿防水シートで梱包した。資材なしの区はトレーを容量38.5ℓのコンテナに入れそのまま静置した（図1）。

果実は各区80果程度供試したが、貯蔵資材なしの区は2019年「茂木」8果、2020年「なつたより」28果、「茂木」16果を供試した。

同部門において各貯蔵資材で梱包等の処理後、西海市の高性能冷温定湿貯蔵庫（大青工業株式会社製）まで輸送した。「茂木」は常温で輸送したが、「なつたより」は前項2018年の結果より同部門内で事前に5°C4日～5日間の予冷を行った後、保冷バッグに入れて輸送した。貯蔵中の温度、湿度は温湿度計（HIOKI LR5001）を用い20分間隔で計測した。

0°C貯蔵開始からおよそ60～90日後に出庫し、前項の方法と同様、果実重、健全果率、糖度、滴定酸含量、破断荷重、果汁比について調査し、処理前後の減量率、萎凋果発生度を求めた。



図1 各資材による貯蔵状況

3. 結果

1) 貯蔵温度が果実品質、萎凋、腐敗に及ぼす影響

減量率は、1°C、7°Cともに60日後まで鮮度保持の目安である6%以下を保った。そばかす症は7°Cに比べ、1°Cの発生が有意に少なかった。糖度は1°C、7°Cとも60日後まで大きな変化は無かった。果汁比は貯蔵温度による差が認められなかったものの期間中わずかに減少した。滴定酸含量およ

び破断荷重は、1°Cでは60日後までほぼ変化が無かったのに対し、7°Cでは滴定酸含量が有意に減少し、破断荷重が大きい傾向であった(図2)。

萎凋果の発生度は、45日後において、1°Cでは皆無であったが、7°Cでは軽微にみられ、60日後ではいずれの温度においても同程度の発生がみられた。腐敗果は貯蔵温度による差はなく、発生もわずかであった(表1)。

ピロ果实の加工を目的とした長期貯蔵時の温度と形態

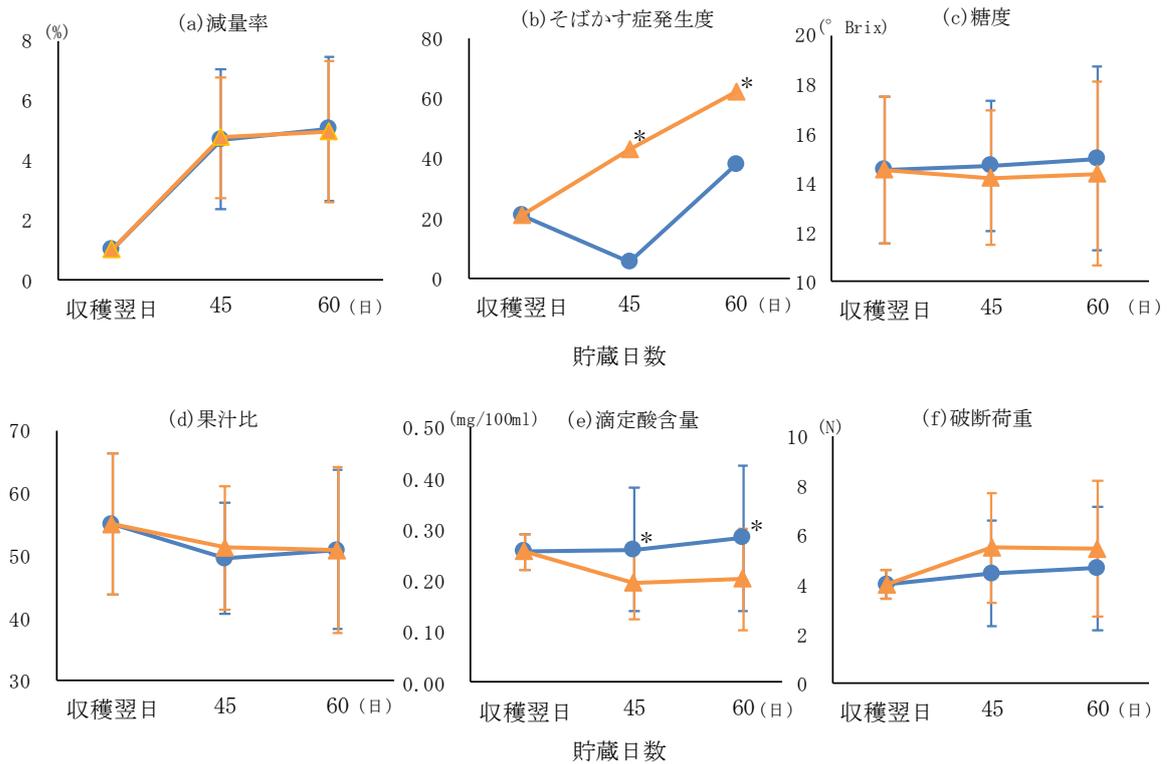


図 2 貯蔵温度が貯蔵後の果実品質に及ぼす影響 (2017)

※ (b) はマン・ホイットニーU検定, その他はt検定により*は5%水準で有意差あり. エラーバーは標準偏差を示す. 図中の—▲—は7°C, —●—は1°Cを示す.

表 1 貯蔵温度の違いが貯蔵後の萎凋果発生度および腐敗果発生度に及ぼす影響 (2017)

温度	萎凋果発生度 ^z			腐敗果発生度		
	収穫翌日	45日後	60日後	収穫翌日	45日後	60日後
1°C	0.0	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0
7°C	0.0	14.3	28.9	0.0	0.0	4.4

^z 0(無):しなび無、1(微):果面のしなびが目視できる、2(中):果面のしなびがはっきりし果皮に線が入る、3(甚):果面および果肉がしなびている

2) 貯蔵形態および予冷が果実品質に及ぼす影響

予冷あり区では、発泡スチロールを使用すると、使用しない場合に比べて温度変動が小さかった。また、予冷なし区では発泡スチロールを使用することで、発泡スチロールを使用しない場合と比べて、温度降下が緩やかになった。一方、湿度は貯蔵形態に関係なくほぼ 100%で推移した (図 3)。発泡スチロールを使用した「なつたより」は、予冷の有無に

かかわらず減量率は 1%未満と低かった (表 2)。

予冷あり区は発泡スチロールの有無にかかわらず、予冷なし区より健全果率や食味評価が高く、果皮障害発生度は低い傾向を示した。糖度、酸含量ともすべての区で収穫直後に比べ低下し、酸含量は有意な差が認められた。ショ糖割合は予冷や発泡スチロールの有無によらず良食味指標 (山下ら, 2016) とされる 30%以上であった (表 2)。

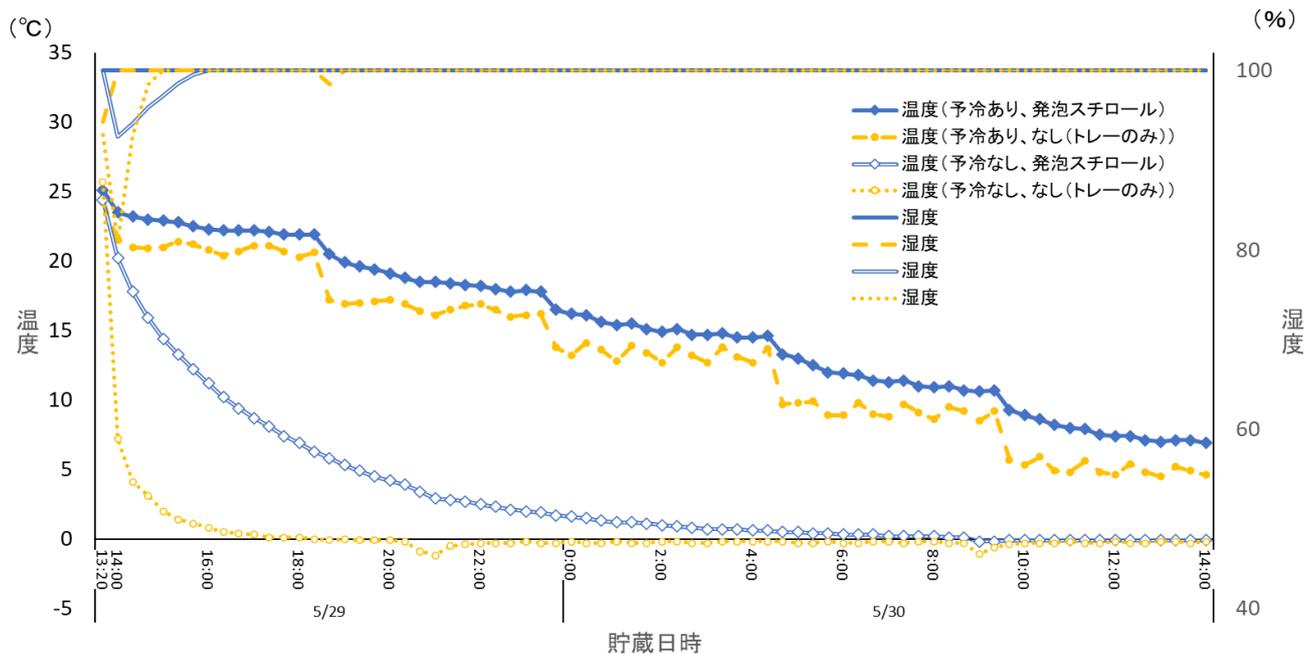


図3 貯蔵形態の違いによる温湿度の推移
※貯蔵開始以降1日間を抜粋

表2 貯蔵形態の違いが0°C貯蔵およそ60日後の果実形質に及ぼす影響

区	減量率 (%)	健全果率 ^y (%)	果皮障害発生度	食味評価	糖度 (° Brix)	滴定酸含量 (g/100ml)	シヨ糖割合 (%)
予冷 容器							
あり 発泡スチロール	0.8 c ^z	87.5 a	3.3 a	3.2 a	11.4 a	0.15 b	33.2 a
あり なし (トレーのみ)	1.7 a	85.0 a	12.5 a	4.0 a	11.3 a	0.16 b	33.8 a
なし 発泡スチロール	0.7 c	87.5 a	14.2 a	2.8 a	11.5 a	0.16 b	29.9 a
なし なし (トレーのみ)	1.1 b	76.9 a	16.2 a	2.8 a	11.7 a	0.16 b	33.6 a
収穫直後					11.9 a	0.23 a	-

^z 縦の異なる文字間には、健全果率はX2検定、発生度はマン・ホイットニーのU検定、食味評価はSteel-Dwass法、その他はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

^y 供試果実数に対する貯蔵後の腐敗や加工に適さない果皮障害甚を除いた残果数の割合

3) 現地貯蔵庫における長期鮮度保持技術の実証

貯蔵資材（保湿性透明シート、透湿防水シート、発泡スチロール）を使用し0°Cで貯蔵すると、貯蔵時の湿度は、100%に近い状態であった（表3）。貯蔵中の最低湿度は保湿性透明シートおよび発泡スチロールでは90%以上であったのに対し、透湿防水シートでは90%未満と低かった。湿度100%未満遭遇時間についても、同様に保湿性透明シートおよび発泡スチロールではおよそ0.5~3.7時間であったのに対し、透湿防水シートは150時間であった。

減量率は保湿性透明シートおよび発泡スチロールで約60日貯蔵後の「なつたより」が2.1~3.2%、「茂木」が1.2~1.8%程度であった。また、およそ60日

後と90日後の減量率の差は1%未満と貯蔵日数を30日延長しても同等であった。一方、透湿防水シートは、約60日後の「なつたより」が4.8%、「茂木」が3.9%であった。また、およそ60日後と90日後の減量率の差についても透湿防水シートでは2%程度であった（表4）。

健全果率は発泡スチロールが保湿性透明シートや貯蔵資材なしよりも高い傾向であった。特に「なつたより」は保湿性透明シート、「茂木」は貯蔵資材なしにおいて腐敗の発生が多かったため（データ略）、健全果率が低い傾向であった。

萎凋果発生度は資材なしでは「なつたより」が

73.3, 「茂木」が 41.7~70.8 であったが, 貯蔵資材を使用することで「なつたより」ではおよそ 60 日後あるいは「茂木」では 90 日後まで低く維持された. 資材別では保湿性透明シートおよび発泡スチロールが透湿防水シートに比べて萎凋果の発生が軽減した.

糖度は, 貯蔵資材を使用し, 0°Cで貯蔵すると, 「なつたより」では貯蔵資材間で有意な差はなかった. 一方, 「茂木」では 90 日後に透湿防水シートが保湿性シートより有意に高くなった.

滴定酸含量は, 「なつたより」に貯蔵資材を使用すると貯蔵資材なしに比べて有意に高かった. 一方,

「茂木」では 90 日後に貯蔵資材なしが貯蔵資材を使用した場合より有意に高かった.

破断荷重は「なつたより」, 「茂木」ともに資材間で有意な差はなかった. なお品種間では, 「なつたより」より「茂木」で破断荷重が高かった.

果汁比は「なつたより」では貯蔵資材を使用すると貯蔵資材なしより有意に高くなったが, 「茂木」では処理区間で有意な差はなかった. 「なつたより」と「茂木」の約 60 日後の果汁比は, 「茂木」で 24~33% 程度, 「なつたより」で 46~60% 程度で「なつたより」が高かった.

表 3 貯蔵資材の違いが 0°C長期貯蔵中の湿度に及ぼす影響

調査年次	貯蔵資材	湿度	
		最低 (%)	100%未満遭遇時間(時間)
2019	保湿性透明シート	94.9	3.7
	透湿防水シート	88.8	150.0
	なし(トレーのみ)	86.5	2129.3
2020	保湿性透明シート	98.8	0.5
	発泡スチロール	98.4	0.5
	なし(トレーのみ)	83.0	1280.3

表4 貯蔵資材の違いが0°C長期貯蔵後の果実形質に及ぼす影響

品種	年次	貯蔵日数	貯蔵資材	減量率 (%)	健全果率 ^y (%)	萎凋果発生度	糖度 (° Brix)	滴定酸含量 (g/100ml)	破断荷重 (N)	果汁比	
なつたより	2019	62	保湿性透明シート	3.2 b ^z	89.1	5.7 b	13.0 a	0.18 a	4.0 a		
			透湿防水シート	4.8 a	87.5	17.2 a	14.2 a	0.22 a	4.1 a		
		収穫後						13.1	0.21	3.0	
		90	保湿性透明シート	3.4 b	76.6	4.7 b	12.6 a	0.18 a	4.1 a		
			透湿防水シート	6.8 a	70.3	23.4 a	13.2 a	0.19 a	4.0 a		
		収穫後						13.1	0.21	3.0	
	2020	63	保湿性透明シート	2.1 c	56.9	13.0 b	12.4 b	0.14 a	5.0 a	58.2 a	
			発泡スチロール	2.4 b	84.7	9.7 b	12.9 ab	0.13 a	4.6 a	59.9 a	
			なし(トレーのみ)	8.2 a	70.0	73.3 a	13.2 a	0.09 b	4.7 a	46.0 b	
			収穫後						13.0	0.17	—
		62	保湿性透明シート	1.3 c	93.8	0.5 c	11.6 a	0.19 a	6.6 a		
			透湿防水シート	3.9 b	100.0	5.2 b	12.5 a	0.22 a	8.4 a		
なし(トレーのみ)			6.0 a	100.0	41.7 a	—	—	—			
収穫後						11.2	0.29	6.0			
茂木	2019	90	保湿性透明シート	2.1 c	79.7	0.5 c	11.0 b	0.19 b	7.1 a		
			透湿防水シート	5.9 b	93.8	15.1 b	11.9 a	0.18 b	7.6 a		
		なし(トレーのみ)			8.6 a	87.5	50.0 a	12.2 a	0.22 a	7.0 a	
		収穫後						11.2	0.29	6.0	
	63	保湿性透明シート	1.2 c	70.8	3.2 b	10.3 a	0.12 a	7.7 a	32.5 a		
		発泡スチロール	1.8 b	75.0	6.0 b	11.0 a	0.12 a	7.7 a	28.9 a		
なし(トレーのみ)			7.3 a	50.0	70.8 a	11.1 a	0.10 a	8.2 a	24.3 a		
収穫後						11.6	0.20	—			

^z縦の異なる文字間には、発生度はマン・ホイットニーのU検定またはSteel-Dwass法、その他は検定またはTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり。減量率はアークサイン変換後に統計処理を行った。

^y腐敗や加工に適さない果皮障害甚を除いた残果数の割合

4. 考察

1) 貯蔵温度が果実品質、萎凋、腐敗に及ぼす影響

ビワ「茂木」の鮮度保持で食味に最も影響するのは、果実の減量率で、次いで果実糖度、果皮色である(高見ら, 2003)ことから、長期貯蔵において減量率を抑制することは肝要と思われる。

過去の報告において、加工用ビワの貯蔵状態良否の判断値が減量率7%である(渡辺ら, 2002)ことや、「なつたより」は減量率が6%をこえると萎凋果が出現する(山下ら, 2016)ことから、本試験では鮮度保持の目安として減量率6%以下とした。

減量率は、貯蔵温度が1°C、7°Cとも60日後まで鮮度保持の目安である6%以下を保った。緒方(1950)によると、ビワは果実からの蒸散による水分の損失が大きいため、「田中」を7~10°Cの冷温貯

蔵と23~25°Cの常温貯蔵で試験をした結果、冷温貯蔵が水分の減少を抑制することを確認している。本試験においても低温により減量率が6%以下に抑制されたことから、減量率の抑制には貯蔵温度が関与すると推察される。

一方、本試験において減量率は貯蔵温度による差が無かった。Dingら(1998)はビワ「茂木」を1°Cから20°Cで最長60日間貯蔵試験を行い、低温であるほど減量率を抑制し、20°Cは20日後15.9%であったがその他60日後の減量率は1°Cで8.3%、5°Cで8.9%、10°Cで14.4%であったと報告している。本試験で貯蔵温度による差が確認されなかった理由は、1°Cや7°Cの低温では室温など貯蔵温度が高い場合に比べて、減量率への影響が小さい可能性がある。

滴定酸含量は、1°Cではほとんど変化しなかつ

たのに対し、7°Cでは減少した。貯蔵温度が低温であるほど呼吸量が低下する (Dingら, 1998) ことから、1°Cでは7°Cに比べ呼吸量が抑制され、滴定酸含量の変化が小さかったと思われた。

果肉の硬さを示す破断荷重は7°Cで高い傾向であった。内野ら (1997) は果肉硬度の上昇は水分の損失による物理的变化であり、収穫後の変化の特徴としている。本試験では、1°Cで変化がほとんどなかったことから、低温により果肉硬度を維持できる可能性がある。また、1°Cでは45日後も萎凋果の発生が見られず、60日後では軽微な発生程度であった。

生育期間に生じるそばかす症は高湿度により助長される。本試験では貯蔵温度によるそばかす症の発生は7°Cに比べ、1°Cが有意に少なかった。1°Cで発生を抑制できた理由は判然としなかったが、収穫後低温貯蔵をすることで発生を抑制できる可能性がある。

MA包装下の「なつたより」で、山下ら (2016) は常温は収穫後19日で糖度が低下したが10°Cでは糖度を保ったとしている。本試験の結果から7°Cあるいは1°Cの低温下で60日間糖度を低下することなく貯蔵できることが示された。「なつたより」は「茂木」に比べて果汁量が多い傾向である (稗圃ら, 2010) ことから「なつたより」は低温貯蔵により果汁量が減少しにくいと思われる。

伊藤・佐藤 (1985) によると腐敗果は25°Cよりも10°Cの低温で発生率が低下した。本試験においても低温貯蔵により発生が抑制され、その効果が45日程度まで続いた。

2) 貯蔵形態および予冷が果実品質に及ぼす影響

前項で 1°Cの有効性が示唆されたことから、好適な貯蔵環境や予冷の有無を明らかにするために発泡スチロールを用い貯蔵性について検討した。

貯蔵初期の温湿度をみると、発泡スチロールなしでは貯蔵温度 (外気) の変動が反映され、果実への温度変動の影響は大きいと考えられた。岩田・緒方 (1971) によると貯蔵温度は、最適温度で一定していることが望ましく、今回発泡スチロールありが発泡スチロールなしに比べて温度変動が小さいことから、庫内の温度変動が果実の減量に関与すると考えられ、その抑制には発泡スチロールが有効と考えられた。

また、発泡スチロールの有無にかかわらず、予冷をした区では健全果率が 85%を超え果皮や果肉の褐変といった果皮障害発生度が低く、ショ糖割合は山下ら (2016) が示した良食味指標の 30%を超え、食味評価も高かった。予冷の有効性について Cai ら (2006) は「Luoyangqing」で 0°C貯蔵前に 5°Cの低温処理をすることで低温障害を減少させることができるとしており、本試験の結果ともおおよそ一致した。

いずれの貯蔵形態においても前項と同様に、糖度は収穫直後と同等に維持できたが、滴定酸含量は低下した (表 2)。

以上のことから、「なつたより」は発泡スチロール容器に入れ、予冷した後 0°Cで貯蔵することにより 60 日後も、品質 (滴定酸含量を除く) が維持され、加工向けとして利用可能であることが明らかとなった。「茂木」は予冷による効果が小さいため (田崎, 未発表)、省力化の観点から予冷なしで 0°C 60 日貯蔵が望ましい。このようにビワでは貯蔵適性について品種間差異が考えられるため事前に適性を検討する必要がある。予冷によりビワの果肉の褐変や品質の低下などの低温障害が軽減される要因としては、総ポリフェノールやポリフェノール酸化酵素活性の関与の可能性 (Cai ら, 2006) や内在性グリシンベタイン含有量とエネルギー代謝関連酵素などのエネルギー状態の強化により低温耐性を強化した可能性 (Jin ら, 2015) が示唆されている。

「なつたより」が予冷により食味評価が高かったことは山下ら (2016) による報告と同様で、さらに 0°C貯蔵することでより長期間の鮮度保持が可能であることが明らかとなった。

3) 現地貯蔵庫における長期鮮度保持技術の実証

0°C貯蔵の貯蔵条件が示唆されたことから西海市の高性能冷温定湿貯蔵庫まで輸送し、0°Cでおおよそ 60~90 日間の実証を行った。

貯蔵資材は保湿性や入手性、価額を考慮し 3 つ選定した。初年度は保湿性透明シートならびに透湿防水シートについて検討したが、透湿防水シートは庫内より高湿度を保てるものの保湿性透明シートより保湿性が劣ったことから減量率が増加し、それに伴い萎凋果も増加したと考えられた。よって次年度は、保湿性透明シートと前項で取り組んだ発泡スチロールについて検討した。

減量率は「茂木」より「なつたより」でわずかに

高かった。前項で示した「なつたより」の特徴である果汁量や果肉のやわらかさは、0°Cで60日後も同様の傾向を示した。特に「なつたより」は貯蔵資材を使用することで果汁量を維持できることが示唆された。

滴定酸含量は前項の結果と同様、呼吸によって収穫直後より低下したと考えられるが、「なつたより」は貯蔵資材を使用することで酸含量の低下を抑制できた。貯蔵資材が呼吸量に影響した可能性がある。

食味の指標で最も影響を与える要素は、「茂木」では減量率、次いで糖度（高見ら、2003）、一方、「なつたより」では官能による甘味や糖度（山下ら、2016）であり品種により評価の基準は異なると思われる。

今回の試験結果では最適な貯蔵条件を施すと加工用ビワの貯蔵状態良否の判断値の減量率7%（渡辺ら、2002）未満であることから加工向け果実として利用可能と判断した。渡辺らは減量率のほかに貯蔵の判断値として加工歩留まり率約50%以上としている。供試品種が異なるため目安の適正値はわずかに異なると思われるが渡辺らの結果と今回の健全果率を考慮するとこの加工歩留まり率も50%以上を確保できるものと考えられる。糖度の変化がわずかなものであることから収穫直後の風味も少なからず保持できているものと思われる。低温貯蔵は6次産業化を行う法人や個人、原料を買上げ加工する業者等での活用が期待される。

低温60日貯蔵の加工適正について谷本ら（2021）は、「なつたより」のように貯蔵期間中に裂皮が生じる品種では、剥皮時間の短縮に有効とし、収穫後、ただちに酵素剥皮できない場合に有効な技術であることを確認している。

貯蔵資材として、保湿性透明シートおよび発泡スチロールを用いると最低湿度94%以上の高湿度を維持したことから、萎凋果の発生が低下した。一方、透湿防水シートは湿度が低く、減量率が高いことから萎凋果の発生も多く、それに伴う水分減少による濃縮効果により糖度は「なつたより」、「茂木」ともに収穫後より高い傾向であると考えられた。ビワの生育期間に生じる萎凋果は果実における水分蒸散によるもので、ハウス内の急激な温度変化（高温）と乾燥条件下で発生が多い（徳嶋、2012）。本試験では、貯蔵環境下の湿度が低いほど萎凋果の発生が増加したことから、貯蔵中も同様にわずかな湿度の違いが萎凋果の発生に影響することが明らかとなった。

保湿性透明シートと発泡スチロールでは保湿性透明シートが減量率を抑制したが健全果率が低い傾向であった。緒方（1950）は貯蔵中の腐敗は、常温より低温で発生が少なく、腐敗発生時に呼吸量が増加することを確認している。出庫時の貯蔵資材のCO₂を測定したところ保湿性透明シートで高かったことから（データ略）呼吸量の影響も考えられる。また、腐敗の他に貯蔵中における褐変もCO₂濃度が関与し、高CO₂濃度でビワ果実内のフェノール物質代謝が活発化することが起因している（Dingら、1999）ことから、貯蔵時のCO₂濃度による影響については今後検討する余地がある。

以上のことから、0°C60～90日の貯蔵においては発泡スチロールが有効と考えられた。

他の資材を使用する場合においても、ビワでは低温貯蔵に加え、高湿度維持のための工夫が必要と思われる。ただし、「なつたより」は極端なガス濃度の変化が食味に悪影響を及ぼす（山下ら、2016）ため、特に内部のガス濃度をコントロールする資材を使用する場合は、改めてその貯蔵条件下の適性について検討することが望まれる。なお、病虫害防除などの適切な栽培管理を行った健全果を使用することが貯蔵の前提条件である。

今回、加工向け果実の長期貯蔵技術の開発のため、0°C貯蔵の実証により、60日～90日の長期貯蔵が可能であることが明らかとなった。ビワの加工品はその用途により、糖や酸の添加や高温処理が行われ果実形質は変化しうるが、収穫時に近い鮮度を保った果実を長期間貯蔵できることは加工時の労力分散や付加価値の高い加工品の製造のためにも肝要と考える。

コストとして渡辺ら（2002）は加工の平準化により年間人件費44万円の削減効果があるとしている。雇用の確保が厳しい状況にあることから雇用主のメリットは大きいと考えられる。資材費は発泡スチロールが10aあたり約1万2千円で、過去5か年の全農ながさき加工用果実の販売実績および表4等から未被覆と比べて10aあたり販売金額が約73万円増加する試算結果となった（データ略）。電気料金は今回使用した貯蔵庫の容量が試験規模に対しかなり大きく、庫内をビワで占めることは現実的でないため省略するが、容量および性能により2カ月で数千円～数万円が想定される。このように人件費の削減効果が大きく資材費の

面からも本技術導入による効果は施設を有する場合で特に効果が高いことが考えられる。

また、本調査で使用した資材は導入が比較的容

易で、小規模から大規模にも応用できる可能性を秘めていることから、今後さらなる活用が期待される。

5. 摘要

加工向けビワ果実の長期貯蔵技術を開発するために、貯蔵温度や貯蔵資材が果実形質に及ぼす影響を調査した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 60日間の果実の鮮度保持には7°Cよりも1°Cが適する。
- 2) ビワ「なつたより」果実は発泡スチロール容器に入れ、5°Cで予冷した後0°Cで貯蔵すること

で60日後の減量率や果皮障害を抑えることができたとともに食味を維持できた。

- 3) ビワ「なつたより」および「茂木」は、現地で導入されている高性能冷温低湿貯蔵庫で保湿性透明シートあるいは発泡スチロールで梱包して0°Cで貯蔵することで60日~90日後も加工向け果実として鮮度保持が可能であった。

6. 引用文献

- Cai, C. , Xu, C. J. , Shan, L. L. , Li, X. , Zhou, C. H. , Zhang, W. S. , Ferguson, I. and Chen, K. S. 2006. Low temperature conditioning reduces postharvest chilling injury in loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 41 (3) : 252-259
- Ding, C. K. , Chachin, K. , Hamauzu, Y. , Ueda, Y. and Imahori, Y. 1998. Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit . *Postharvest Biology and Technology*. 14 (3) : 309-315
- Ding, C.K. , Chachin, K. , Ueda, Y. , Imahori, Y. and Kurooka, H. 1999. Effects of high CO₂ concentration on browning injury and phenolic metabolism in loquat fruits. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 68(2) : 275-282
- 稗圃直史・福田伸二・富永由紀子・寺井理治・根角博久・浅田謙介・長門 潤・佐藤義彦・中山久之・中尾 敬. 2010. ビワ新品種「なつたより」. 長崎農林技セ研報. 1 : 83-100
- 伊藤裕朗・佐藤栄治. 1985. ビワ果実の着色度と品質及び日持性との関係. 愛知農総試研報. 17 : 264-272
- 岩田 隆・緒方邦安. 1971. コールド・チェーンにおける青果物の品質保持と温度許容度に関する研究(第1報). 園芸学会雑誌. 40(4) : 437-443
- Jin, P. , Zhang, Y. , Shan, T. , Huang, Y. , Xu, J. and Zheng, Y. 2015. Low-temperature conditioning alleviates chilling injury in loquat fruit and regulates glycine betaine content and energy status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* . 63 (14) : 3654-3659
- 村松久雄. 1970. ビワの栽培. 農山漁村文化協会. p157-159
- 緒方安世. 1950. 枇杷果の貯蔵に関する生理学的研究. 香川県立農業専門学校. 1(3) : 42-55
- 高見寿隆・田中 敦・山下義昭. 2003. MA包装によるビワ「茂木」果実の鮮度保持. 園学雑. 72 (別2) : 494
- 谷本恵美子・富永由紀子・河原幹子・園田望夢. 2021. ビワ果実における酵素剥皮の難易要素と剥皮後の品質および種子・内皮の除去方法. 長崎農林技セ研報. 11 : 67-87
- 徳嶋知則. 2012. 農業技術大系果樹編カキビワ オウトウ. しなび症. 社団法人農山漁村文化協会. 技108の4
- 内野浩二・佐野憲二・立田芳伸. 1997. 室温貯蔵におけるビワ「茂木」果実品質の変化. 鹿児島県果樹試験場研究報告. 1 : 7-12
- 渡辺 聡・射場本忠彦・山田 博・宮前 認・高本象三・熊谷雅彦・篠原茂幸・小保方昭五郎.

2002. ウェットエアークーリングシステムによる低温貯蔵施設の運転実績. 空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集. 2002. 1(0) : 285-288
- 山下次郎・松浦 正・谷本恵美子. 2016. ビワ「なつたより」の食味評価法と鮮度保持技術. 長崎農林技セ研報. 7 : 141-149

Summary

To develop long-term storage technology for loquat (*Eriobotrya japonica* [Thunb.] Lindl.) destined for processing, the effects of storage temperature and storage materials on fruit quality were examined. The results include the following:

- 1) Storage at 1 °C was more suitable than 7 °C to maintain the freshness of fruit for 60 days.
- 2) Fruit of 'Natsutayori' loquat was usable for processing even after 2 months when stored in a styrofoam box at 0 °C after precooling.
- 3) Wrapping fruit of 'Natsutayori' and 'Mogi' in a moisture-retaining transparent sheet, or packing inside a styrofoam box, and then storing at 0 °C maintained the freshness of fruit for processing for two or three months.