

‘甲斐トウ果 17’の貯蔵特性と海上輸送性

桐原 峻・加藤 治¹・手塚誉裕

¹現 山梨県峡東農務事務所

キーワード：モモ，甲斐トウ果 17，長期貯蔵，海上輸送，東南アジア

緒 言

日本全体における果実の輸出は近年増加傾向にあり，台湾，香港および東南アジアを中心に輸出され，2022 年の輸出額は 290 億円となっている．品目別輸出額のうちモモは 26 億円を占めており，リンゴとブドウに次いで第 3 位である¹⁾．

農林水産物や食品の更なる輸出拡大に向けて食料・農業・農村基本計画（2020 年 3 月 31 日閣議決定）では，2025 年までに 2 兆円，2030 年までに 5 兆円とする輸出額目標が設定されている．その中でモモは輸出重点品目として選定され，新規の需要開拓や輸出先国の規制対応等の取り組みが進められている^{1, 2)}．

山梨県においては，2023 年のモモ生産量は 33,400 t であり，都道府県別の収穫量割合のうち約 30.5%を占める．近年は特に県産農産物の輸出拡大に積極的に取り組み，果実の輸出額は 2023 年が 19.8 億円であり，2019 年の 9 億円から 2 倍以上に増加している^{3, 4)}．

日本で一般的に栽培されているモモは，成熟期に短期間で果肉が軟化する特徴があり⁵⁾，日持ち性が悪く，押し傷もつきやすいため，貯蔵や輸出中に廃棄量が増えるリスクを伴う⁶⁾．このため，輸送方法は数日で輸送できる航空輸送が主体であるが，コストが高く輸送量に制限があるなど課題があった．そこで山梨県果樹試験場ではモモの輸出促進に向け，大量輸送でコストを抑えることを目的として，‘白鳳’を用いてシンガポールへの船便による海上輸送試験を行い，国内輸送を 5℃，海上輸送を 1℃で管理することで，シンガポール到着後も商品性を保持することを明らかにした⁷⁾．

一方，モモの肉質には硬肉とよばれる種類があり，収穫後もほとんど軟化せず押し傷がつきにくいため，出荷過程での取り扱いが容易で貯蔵性も優れる特徴がある⁶⁾．そのため，長距離輸送に対応できると考えられる．

山梨県果樹試験場では，‘日川白鳳’と同時期に成熟する早生品種であるモモの新品種‘甲斐トウ果 17（商標名：夢桃香）’を 2019 年に品種登録した⁸⁾．本品種は遺伝的に硬肉モモだが，収穫後の果実硬度の低下が緩やかであり，硬度 2.0 kg程度で推移する．このため押し傷の発生が少なく，取り扱いが容易な特徴を有する．

そこで本研究では，国内外での流通・販売の拡大を目的に，異なる温度で‘甲斐トウ果 17’を保存したときの貯蔵特性を明らかにするとともに，シンガポールへ海上輸送した際の輸送性を検討した．

なお本研究は，2019～2021 年に総合理工学研究課題「新しい肉質のモモの多様な流通・販売に向けた加工・貯蔵方法の開発」，2022～2023 年に農林水産省スマート農業技術の開発・実証プロジェクト（うち国際競争力強化技術開発プロジェクト「硬肉モモ等の輸送に適したモモ品種・系統の育成および最適な軟化制御・鮮度保持技術の開発」）により実施した．

材料および方法

1. 貯蔵温度が果実品質に及ぼす影響（試験 1）

‘甲斐トウ果 17’の貯蔵特性を明らかにするため，貯蔵温度の違いが果実品質に及ぼす影響を 2019～2021 年に検討した．

供試品種は‘甲斐トウ果 17’と‘日川白鳳（対照品種）’とし，県内 JA で共選された果実

を使用した。果実の貯蔵方法は収穫用コンテナ（幅 57 cm×長さ 41 cm×高さ 18 cm）にウレタンシート（厚さ 1 cm）を 2 枚敷き、その上に果実を静置した。さらに、冷蔵庫内では空調の風が直接果実に当たらないように紙製のシートをコンテナの上に被せた。その後、山梨県果樹試験場の冷蔵施設（幅 1.7 m×長さ 3.6 m×高さ 2.5 m）において、貯蔵温度は 1℃、5℃、25℃、湿度は乾燥防止のため 80%を目安として管理した。

果実調査は、1℃貯蔵区では収穫時から 15 日後、30 日後、40 日後、60 日後、5℃貯蔵区では収穫時から 15 日後、20 日後、30 日後、25℃貯蔵区では収穫時から 5 日後、7 日後、10 日後、15 日後に行った。調査項目は果実重、硬度、糖度、酸度、果肉の赤色化程度、食味とし、各区 7～10 果を用いた。硬度は果実硬度計（藤原製作所、KM-5）を用いて果実赤道部の縫合線を挟んで左右 2 ヶ所で測定した。糖度はデジタル糖度計（ATAGO, PR-101a）、酸度は pH 試験紙（ADVANTEC BCG）で果実側面の搾汁液を測定した。果肉の赤色化程度は桐原ら⁹⁾に準じて指数 0（変化なし）、指数 1（部分的にピンク色）、指数 2（全体的にピンク色）、指数 3（全体的に赤色）の 4 段階評価とした。食味評価は指数 3（食味良好、収穫時と同程度）、指数 2（果肉が軟化、風味が低下）、指数 1（果肉の粉質化による食感不良、風味が消失）の 3 段階評価とし、指数 2 を下回ると可食状態ではないと判定した。

また、貯蔵中のエチレン発生濃度について、2019 年に 5℃および 25℃貯蔵区、2021 年に 1℃貯蔵区の果実を調査した。1℃貯蔵区は収穫時から 15 日後、30 日後、40 日後、5℃貯蔵区は収穫時から 10 日後、20 日後、30 日後、25℃貯蔵区は収穫時から 5 日後、10 日後に測定した。調査は出庫した後に各区 3 果ずつ 1.25 L ポリプロピレン容器に入れ、25℃設定の室内で 3 時間静置し、容器内のガスをシリンジでサンプリングし、ガス中のエチレンをガスクロマトグラフ（GC-14B, 島津製作所、検出器 TCD）で測定した。

2. 1℃で長期貯蔵した果実の出庫後の鮮度保持期間（試験 2）

一般的な品種は、長期間低温貯蔵し出庫後に常温で保存すると、急激に果肉が軟化し品質が低下する。そこで‘甲斐トウ果 17’を 1℃で長期貯蔵した果実を出庫後に 5℃で保存し、出庫後の鮮度保持期間について 2022～2023 年に検討した。

供試品種は‘甲斐トウ果 17’と‘日川白鳳（対照品種）’とし、県内 JA で共選された果実を使用した。

果実は山梨県果樹試験場の冷蔵施設を用いて温度は 1℃、湿度は 80%を目安に管理し、貯蔵方法は試験 1 と同条件とした。貯蔵期間は 30 日、35 日、40 日とし、出庫した果実は 5℃設定の冷蔵庫で保管した。

果実調査は収穫時、出庫時、出庫翌日、3 日後、5 日後、7 日後に行った。調査項目は果実重、硬度、糖度、酸度、食味とし、各区 7～10 果を用いた。なお、調査方法は試験 1 と同様に判定した。

3. 海上輸送想定試験（試験 3）

果実品質を保持する海上輸送に適した温度を検討するため、海上輸送を想定した日数を異なる温度で果実を貯蔵し、出庫後の品質を 2022 年に検討した。

供試品種は‘甲斐トウ果 17’と‘日川白鳳（対照品種）’とし、県内 JA で共選された果実を使用した。果実は山梨県果樹試験場内の冷蔵施設を用いて貯蔵温度は 1℃および 5℃、湿度は 80%を目安とし、貯蔵方法は試験 1 と同条件とした。貯蔵日数は手塚ら⁷⁾のシンガポールへの海上輸送期間を基に 17 日間とし、果実を一度出庫した後に 5℃設定の冷蔵施設で再度保管した。

果実調査は収穫時、出庫時、翌日、3 日後、5 日後、7 日後に行った。調査項目は果実重、硬度、糖度、酸度、食味とし、各区 7～10 果を用いた。食味評価は指数 4（食味良好、輸送前

と同程度), 指数 3 (輸送前より果肉が軟化, 風味がやや減少するが可食), 指数 2 (輸送前より果肉が軟化, 風味が減少し食味が劣る), 指数 1 (果肉の粉質化, 異臭による食味不良) の 4 段階評価とし, 指数 2 を下回ると可食状態ではないと判定した。

4. シンガポールへの海上輸送が果実品質に及ぼす影響 (試験 4)

実際にシンガポールに果実を輸送し, 到着後の果実品質を調査した。供試品種は‘甲斐トウ果 17’ と‘日川白鳳 (対照品種)’ とし, 県内 JA で共選された果実を使用した。果実は傷などがなければ確認した後にフルーツキャップ (ESW-11) を装着し, ウレタンシート (厚さ 1 cm) を敷いたモモ 1 号箱 (5 kg 入り段ボール箱, 幅 310 mm×長さ 470 mm×高さ 120 mm) に隙間がないように並べ (第 1 図), その上にポリエチレン樹脂製緩衝材を被せて蓋をし, 計 26 箱を供試した。なお, 箱内中央部には温湿度ロガー (HL3631, アズワン) を設置した。

シンガポールまでの輸送行程は, 以下のとおりである。果実は業者の輸送日程に合わせるため, 箱詰め後に山梨県果樹試験場の冷蔵施設 (設定温度 5℃) で 1 日保冷した。翌日に設定

温度 4℃の冷蔵車で出港する神戸港まで輸送後, リーフアコンテナに積載するまで輸送業者が所有する冷蔵庫内で保管し, 国内輸送で計 2 日間を要した。海上輸送日数はリーファコンテナ (設定温度 4℃) に積載してからシンガポール港到着まで 10 日間, シンガポール港から現地企業到着までの輸送期間は 2 日間を要した。従って本試験では, 山梨県果樹試験場からシンガポール現地企業到着までの輸送日数は計 14 日間を要した。

なお, 果実は輸送業者が使用しているリーファコンテナに積載したため, ミカンやサツマイモと混載して輸送した。

輸送した果実は, シンガポール現地企業がリーファコンテナを開梱する予定に合わせて, 到着 2 日後 (収穫から 17 日後) に輸送した箱を出庫した。出庫後は 5℃設定の冷蔵倉庫で保管し, 果実調査は輸送前, 出庫時, 出庫翌日, 3 日後, 5 日後, 7 日後に行った。調査項目は果実重, 硬度, 糖度, 酸度, 食味, 商品果率とし, 各区 10 果を用いた。食味評価は試験 3 と同様に判定した。商品果率は食味の評価値が 2 以下で, 押し傷などが生じた果実を商品性なしと評価し, 調査した果実のうち商品性のある果実の百分率を算出した。



第 1 図 輸送した箱内 (左) と出庫時のコンテナ内の状況 (右)

結 果

1. 貯蔵温度が果実品質に及ぼす影響（試験 1）

1℃貯蔵における果実品質の推移を第1表に示した。

‘甲斐トウ果 17’は貯蔵30日後まで食味は良好であり、収穫時の状態を保持した。貯蔵40日後は一部が果実重と硬度がやや低下し、風味が消失した果実もみられ、食味不良となった。

‘日川白鳳’は60日後まで果実重、硬度、糖度は維持した。しかし、40日後は一部の果実で果肉が粉質化し、風味の消失や異臭が認められ食味不良となった。なお、60日後には果肉の褐変がみられた。

5℃貯蔵における果実品質の推移を第2表に示した。

‘甲斐トウ果 17’は貯蔵20日後まで品質を保持した。貯蔵30日後になると果実重、硬度、糖度は収穫時の状態を保持したが、褐変や水浸状の果肉障害および果肉の粉質化が生じたため食味不良となった。

‘日川白鳳’は15日後まで食味を保持したが、20日後には果実硬度が低下し、果肉の粉質化や風味の減少に伴い食味不良となった。

25℃貯蔵における果実品質の推移を第3表に示した。

‘甲斐トウ果 17’は、硬度は低下せず貯蔵7日後まで果実硬度2.0 kgを保持した。また、貯蔵5日後の時点で果肉が全体的にピンク色～赤色に変化した。風味の減少や異臭はみられず、貯蔵15日後まで食味を保持した。貯蔵20日後になると硬度の低下や果肉の褐変が生じ、食味不良となった。

‘日川白鳳’は貯蔵5日後まで品質を保持したが、貯蔵7日後になると果肉の変色や粉質化が認められ、食味不良となった。なお、15日後に腐敗が著しくなり、調査を終了した。

各温度における貯蔵期間中のエチレン発生濃度の推移を第2図に示した。‘甲斐トウ果 17’はいずれの貯蔵温度においても収穫時からエチレン発生濃度が少なく、調査期間を通じて増加しなかった。‘日川白鳳’は収穫時から‘甲斐トウ果 17’よりエチレン発生濃度が多く、また貯蔵温度が高いほどエチレン発生濃度が多い傾向がみられた。

第1表 1℃貯蔵における果実品質の推移(2020～2021)^z

品種	調査時期	果実重(g)	硬度(kg)	糖度(°Brix)	酸度(pH)	赤色化程度(0～3)	食味(1～3)
甲斐トウ果17	収穫時	326.2	2.5 a ^y	12.8	4.6 a	0.4	3.0 a
	15日	334.6	2.6 b	12.8	4.7 a	0.2	3.0 a
	30日	325.3	2.5 ab	13.4	4.8 ab	0.2	3.0 a
	40日	311.9	2.5 ab	13.8	5.0 b	0.0	2.7 ab
	60日	281.8	2.2 c	13.6	5.0 ab	0.0	2.2 b
	有意性 ^x	n. s.	**	n. s.	**	n. s.	**
日川白鳳	収穫時	266.5 a	2.0	11.0	4.5 a	0.0	3.0 a
	15日	267.9 a	2.6	10.2	4.4 a	0.1	2.9 bc
	30日	251.8 ab	2.5	10.4	4.7 a	0.1	2.3 bc
	40日	247.8 b	2.2	11.1	4.9 ab	0.1	1.9 c
	60日	246.8 b	2.2	10.0	5.4 b	0.0	1.2 d
	有意性	**	n. s.	n. s.	**	n. s.	**

^z 値は平均値を示す (n=7～10)

赤色化程度：0（変化なし）、1（部分的にピンク色）、2（全体的にピンク色）、3（全体的に赤色）

食味：3（食味良好、収穫時と同程度）、2（果肉が軟化、風味が低下）、1（果肉の粉質化による食感不良、風味が消失）

^y 果実重、硬度、酸度は Tukey-Kramer の多重検定により異符号間に 5%水準で有意差あり

食味は Steel-Dwass 検定により異符号間に 5%水準で有意差あり

^x 一元配置分散分析により、**は 1%水準で有意差あり、n. s. は有意差なし

第2表 5℃貯蔵における果実品質の推移(2019~2021)^z

品種	調査 時期	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (°Brix)	酸度 (pH)	赤色化程度 (0~3)	食味 (1~3)
甲斐トウ果17	収穫時	330.7	2.4 a ^y	12.9	4.7 a	0.7	2.9 a
	15日	323.8	2.5 a	13.2	4.6 a	0.2	3.0 ab
	20日	335.3	2.3 a	13.0	5.0 b	0.4	2.6 ac
	30日	336.7	2.0 b	12.9	5.1 b	0.0	1.9 c
	有意性 ^x	n. s.	**	n. s.	**	n. s.	**
日川白鳳	収穫時	217.2	2.3 a	12.7	4.7 a	0.6	3.0 a
	15日	226.8	1.8 ab	11.8	4.8 ab	0.1	2.5 b
	20日	211.9	1.4 b	13.7	5.2 b	0.2	1.5 bc
	30日	198.2	1.1 c	12.4	4.9 b	0.3	1.4 c
	有意性	n. s.	**	n. s.	**	n. s.	**

^z 値は平均値を示す (n=7~10)

赤色化程度: 0 (変化なし), 1 (部分的にピンク色), 2 (全体的にピンク色), 3 (全体的に赤色)

食味: 3 (食味良好, 収穫時と同程度), 2 (果肉が軟化, 風味が低下), 1 (果肉の粉質化による食感不良, 風味が消失)

^y 硬度, 酸度は Tukey-Kramer の多重検定により異符号間に 5%水準で有意差あり

食味は Steel-Dwass 検定により異符号間に 5%水準で有意差あり

^x 一元配置分散分析により, **は 1%水準で有意差あり, n. s. は有意差なし第3表 25℃貯蔵における果実品質の推移(2019~2021)^z

品種	調査 時期	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (°Brix)	酸度 (pH)	赤色化程度 (0~3)	食味 (1~3)
甲斐トウ果17	収穫時	337.7 a ^y	2.4 a	12.4 a	4.8 a	1.0 a	3.0 a
	5日	339.7 a	2.1 b	13.6 ab	4.4 ab	2.1 b	3.0 a
	7日	319.2 ab	2.0 b	13.3 ab	4.4 b	2.9 bc	3.0 a
	10日	314.0 ab	1.8 c	14.4 b	4.7 a	3.0 c	2.9 a
	15日	252.8 c	1.7 c	14.6 b	4.2 b	3.0 bc	2.0 b
	20日	281.9 bc	1.1 d	13.6 ab	5.1 c	3.0 bc	1.1 c
	有意性 ^x	**	**	**	**	**	**
日川白鳳	収穫時	253.3 a	2.1 a	11.9	4.7 a	0.6	3.0 a
	5日	270.2 ab	1.4 b	10.6	4.6 a	0.2	2.2 b
	7日	259.8 ab	1.1 bc	10.5	4.8 ab	0.3	1.9 b
	10日	240.6 a	0.8 c	12.2	5.0 b	0.6	1.0 c
	15日	213.8 c	0.7 c	-	-	-	-
	20日	-	-	-	-	-	-
	有意性	**	**	*	**	n. s.	**

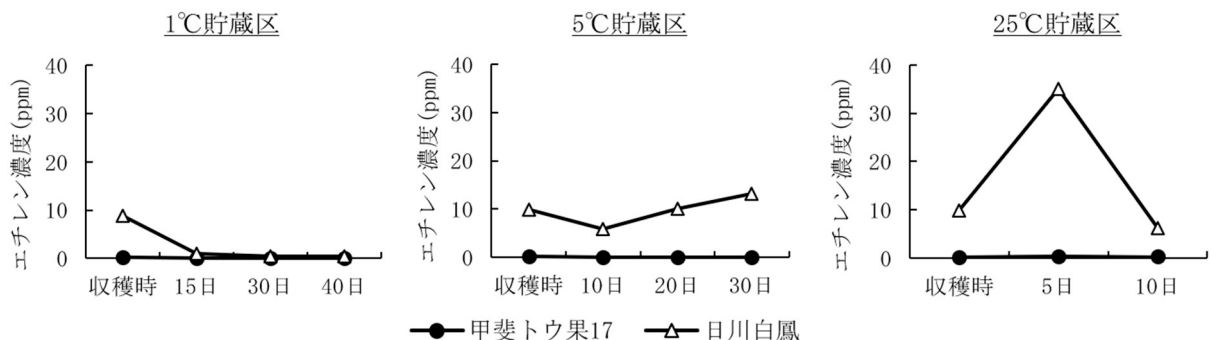
^z 値は平均値を示す (n=7~10), -は果実の腐敗により調査を終了した

赤色化程度: 0 (変化なし), 1 (部分的にピンク色), 2 (全体的にピンク色), 3 (全体的に赤色)

食味: 3 (食味良好, 収穫時と同程度), 2 (果肉が軟化, 風味が低下), 1 (果肉の粉質化による食感不良, 風味が消失)

^y 硬度, 酸度は Tukey-Kramer の多重検定により異符号間に 5%水準で有意差あり

赤色化程度, 食味は Steel-Dwass 検定により異符号間に 5%水準で有意差あり

^x 一元配置分散分析により, **は 1%, *は 5%水準で有意差あり, n. s. は有意差なし第2図 貯蔵後のエチレン発生濃度(2019, 2021)^z^z 各区 n=3

2. 1℃で貯蔵した果実の出庫後の鮮度保持期間（試験2）

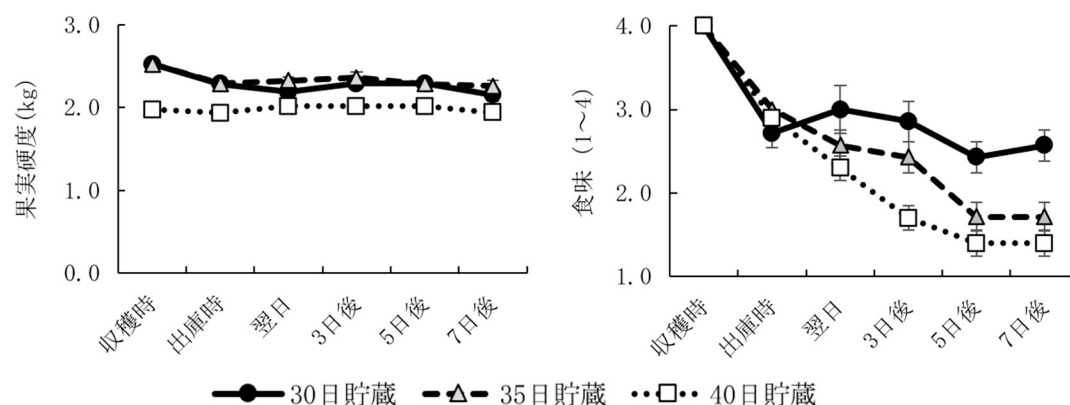
1℃で一定期間貯蔵し出庫後に 5℃で保存した果実の品質の推移を第3図、第4図に示した。

‘甲斐トウ果 17’の果実硬度は、貯蔵した期間にかかわらず調査期間を通じて 2.0 kg 程度を保持した。食味評価では、30 日貯蔵区は、出庫後の風味の減少が緩やかであり、出庫 7 日後まで出庫時の品質を保持した。35 日貯蔵区は出庫後の風味の減少が早く、出庫 3 日後まで出

庫時の品質を保持した。40 日貯蔵区では、出庫 3 日後から品質が低下し、褐変や水浸状の果肉障害が出庫翌日は 30%，出庫 3 日後は 80%，出庫 7 日後は 100%の果実で発生した。

‘日川白鳳’の果実硬度は、30 日および 35 日貯蔵区は調査期間を通じて 2.0 kg 程度を保持し、40 日貯蔵区は出庫時から硬度の低下が認められた。食味は貯蔵した期間にかかわらず出庫時から不良となった。

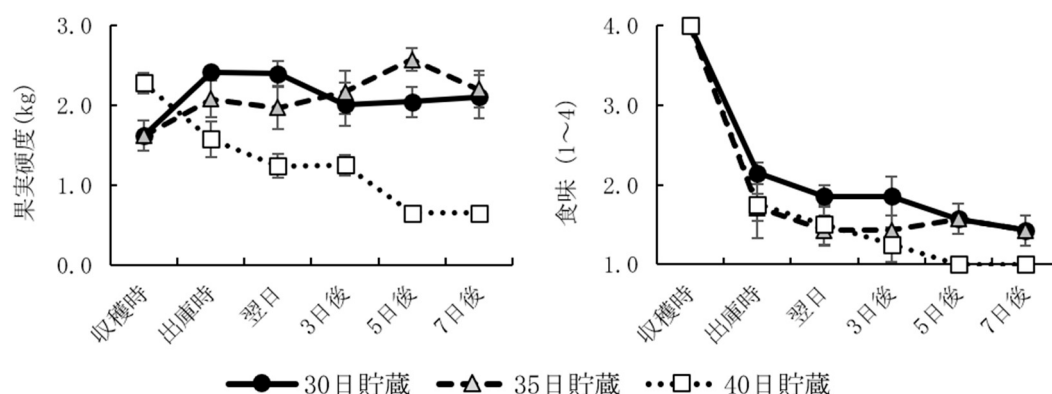
なお、両品種ともに果実重、糖度、酸度は出庫後の変化はみられなかった（データ省略）。



第3図 1℃貯蔵における出庫後の果実硬度（左）と食味（右）の推移
（‘甲斐トウ果 17’，2022～2023）^z

^z 図中のプロットは平均値，垂線は標準誤差を示す（n=7～10）

^y 食味：3（食味良好，収穫時と同程度），2（果肉が軟化，風味が低下），1（果肉の粉質化による食感不良，風味が消失）



第4図 1℃貯蔵における出庫後の果実硬度（左）と食味（右）の推移
（‘日川白鳳’，2022～2023）^z

^z 図中のプロットは平均値，垂線は標準誤差を示す（n=7～10）

^y 食味：3（食味良好，収穫時と同程度），2（果肉が軟化，風味が低下），1（果肉の粉質化による食感不良，風味が消失）

3. 海上輸送想定試験（試験3）

海上輸送温度を1℃および5℃と想定して貯蔵した果実の品質の推移を第4表, 第5表に示した.

海上輸送温度を1℃と想定した区では, ‘甲斐トウ果17’は一部の果実で軽微な水浸状の果肉障害が見られたが, 果肉の軟化や風味の減少は緩やかであり食味も良好だったため, 果実品質は出庫7日後まで良好な状態を保持した.

‘日川白鳳’は出庫3日後に硬度が低下し, 果肉の粉質化や風味の消失により出庫5日後に食味不良となった.

海上輸送温度を5℃と想定した区では, ‘甲斐トウ果17’は出庫時に果肉は軟化し, 収穫時より食味評価は低下した. 出庫後は風味の減少は緩やかであり, 出庫3日後まで出庫時と同等の食味を保持した. 出庫5日後以降は果肉の粉質化や風味の減少により食味不良となった.

‘日川白鳳’は出庫時点で硬度が低下し, 果肉の粉質化や風味の減少にともない食味不良となった.

4. シンガポールへの輸出における海上輸送性（試験4）

シンガポールへ輸送中の箱内温湿度の推移を第5図に示した.

海上輸送～開梱までの箱内平均温度は約7℃, 最低温度は約6℃で推移した. また, 箱内平均湿度は約88%で推移した. 現地会社到着後の冷蔵倉庫内では4℃程度で推移した.

シンガポール到着後の硬度と食味の推移を第6図, 商品果率の推移を第7図, 果実断面の状況を第8図に示した.

‘甲斐トウ果17’は, シンガポール到着後に硬度が1.4 kgに低下し, 開梱7日後は1.0 kgまで低下した. 食味評価時の風味の減少は緩やかであり, 食味は良好な状態で推移したため, 開梱後3～5日間は商品果率が70～80%と高く維持した.

‘日川白鳳’は, シンガポール到着後には硬度が1.0 kgまで低下した. 開梱3日後に果肉の粉質化や風味の消失により, 食味および商品果率が著しく低下した.

なお, 両品種ともに果実重, 糖度, 酸度に大きな変化はみられなかった.

第4表 1℃での輸出想定試験における出庫後の果実品質の推移(2022)^z

品 種	調査 時期	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (°Brix)	酸度 (pH)	食味 (1～3)
甲斐トウ果17	収穫時	248.4 a ^y	2.3 a	12.7 a	4.4 a	4.0 a
	出庫時	269.0 ab	2.2 a	14.4 b	4.9 bc	3.8 ab
	翌日	232.9 a	2.2 ab	13.7 ab	4.6 ab	3.4 abc
	3日後	237.2 a	2.0 ab	13.3 a	4.9 bc	3.2 abc
	5日後	238.3 a	1.9 b	12.8 a	4.7 bc	3.0 bc
	7日後	232.1 a	2.1 ab	13.2 a	5.0 c	2.5 c
	有意性 ^x	**	**	**	**	**
日川白鳳	収穫時	243.7	2.3 a	12.3 a	4.4 a	4.0 a
	出庫時	233.7	2.3 ab	13.6 a	4.6 a	3.9 ab
	翌日	239.2	2.4 b	12.2 b	4.5 ab	3.6 ab
	3日後	236.8	1.6 ac	12.9 ab	4.7 ab	3.0 bc
	5日後	231.5	1.2 c	13.3 ab	4.7 ab	1.9 c
	7日後	228.7	1.6 abc	13.2 ab	5.1 b	1.6 c
	有意性	n. s.	**	*	**	**

^z 値は平均値を示す (n=10)

食味: 4 (食味良好, 輸送前と同程度), 3 (輸送前より果肉が軟化, 風味がやや減少するが可食),

2 (輸送前より果肉が軟化, 風味が減少し食味が劣る), 1 (果肉の粉質化, 異臭による食味不良)

^y 果実重, 硬度, 糖度, 酸度はTukey-Kramerの多重検定により異符号間に5%水準で有意差あり

食味はSteel-Dwass検定により異符号間に5%水準で有意差あり

^x 一元配置分散分析により, **は1%, *は5%水準で有意差あり, n. s. は有意差なし

第5表 5℃での輸出想定試験における出庫後の果実品質の推移(2022)^z

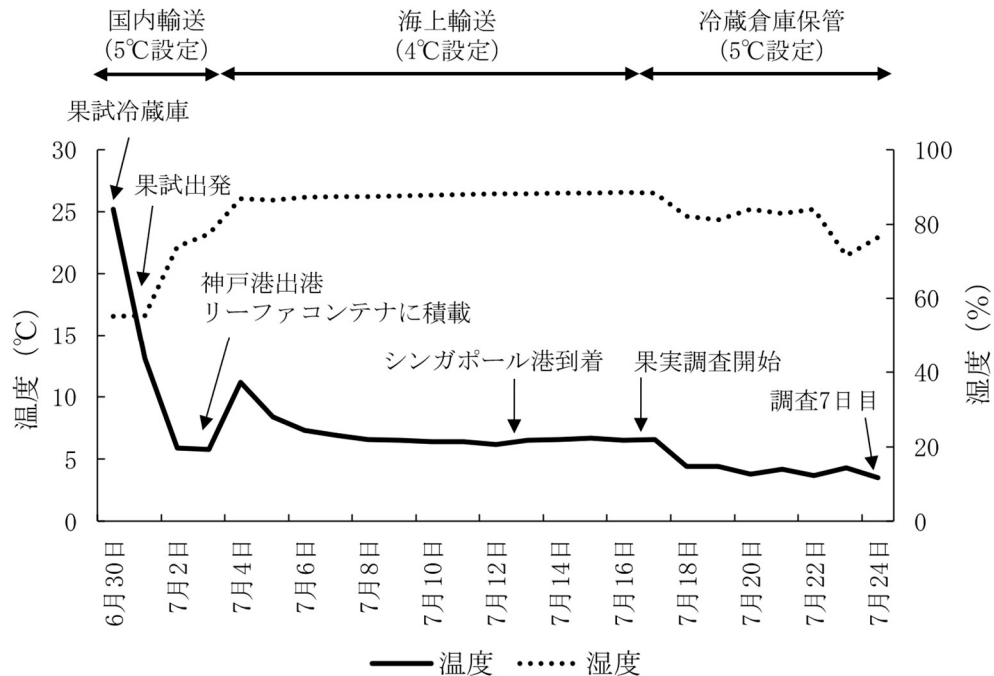
品種	調査時期	果実重(g)	硬度(kg)	糖度(°Brix)	酸度(pH)	食味(1~3)
甲斐トウ果17	収穫時	248.4	2.3 a ^y	12.7	4.4 a	4.0 a
	出庫時	263.7	1.7 b	13.5	4.6 a	2.8 b
	翌日	242.6	1.4 bc	13.1	4.4 a	2.4 b
	3日後	242.7	1.2 c	13.7	4.4 a	2.1 bc
	5日後	245.3	0.9 d	13.5	5.0 b	1.2 cd
	7日後	243.5	0.8 d	13.2	5.1 b	1.1 d
	有意性 ^x	n. s.	**	n. s.	**	**
日川白鳳	収穫時	243.7	2.3 a	12.3	4.4 a	4.0 a
	出庫時	233.7	1.2 b	12.8	4.9 b	1.7 b
	翌日	246.4	1.1 b	13.2	4.8 ab	1.6 b
	3日後	243.8	1.1 b	12.9	4.8 ab	1.1 b
	5日後	237.4	0.8 b	12.7	4.7 ab	1.4 b
	7日後	243.9	0.9 b	12.6	4.7 ab	1.2 b
	有意性	n. s.	**	n. s.	*	**

^z 値は平均値を示す (n=10)

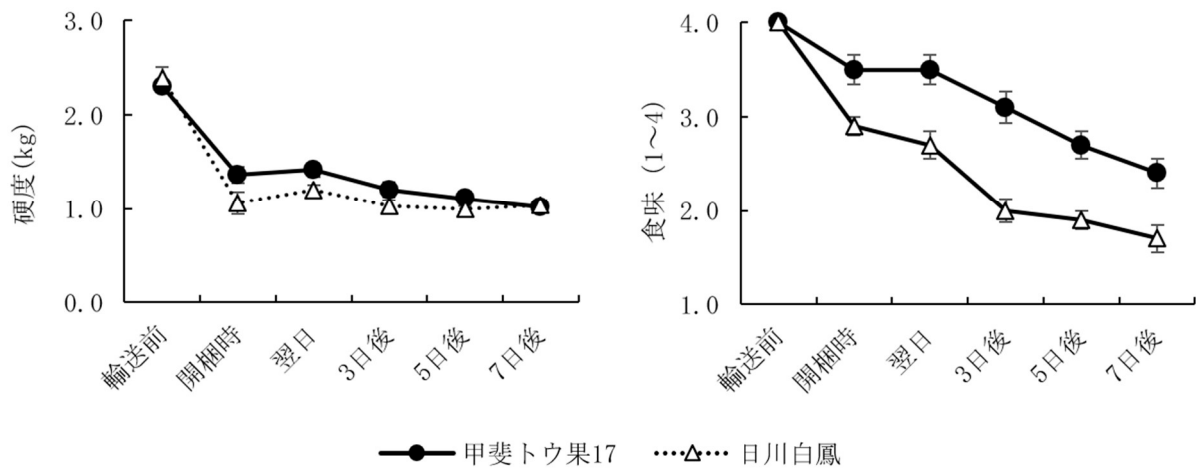
食味：4 (食味良好, 輸送前と同程度), 3 (輸送前より果肉が軟化, 風味がやや減少するが可食), 2 (輸送前より果肉が軟化, 風味が減少し食味が劣る), 1 (果肉の粉質化, 異臭による食味不良)

^y 硬度, 酸度は Tukey-Kramer の多重検定により異符号間に 5%水準で有意差あり

食味は Steel-Dwass 検定により異符号間に 5%水準で有意差あり

^x 一元配置分散分析により, **は 1%, *は 5%水準で有意差あり, n. s. は有意差なし

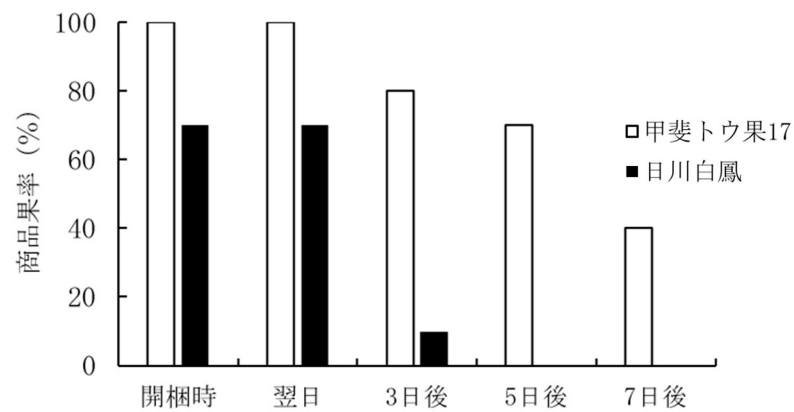
第5図 シンガポールへ海上輸送中の箱内温湿度の推移(2023)



第6図 シンガポール到着後の果実品質の推移(2023)^z

^z 図中のプロットは平均値, 垂線は標準誤差を示す (n=10)

^y 食味: 4 (食味良好, 輸送前と同程度), 3 (輸送前より果肉が軟化, 風味がやや減少するが可食), 2 (輸送前より果肉が軟化, 風味が減少し食味が劣る), 1 (果肉の粉質化, 異臭による食味不良)



第7図 シンガポール到着後の商品果率の推移(2023)^z

^z 食味の評価値が2以下で, 押し傷などが生じた果実を商品性なしと評価し, 調査した果実のうち商品性のある果実の百分率 (n=10)



第8図 シンガポール到着後の果実断面の状況(2023)

考 察

試験 1 では、‘甲斐トウ果 17’ の貯蔵特性について検討した。調査した貯蔵期間のうち 1℃ 貯蔵では 40 日間、5℃ 貯蔵では 20 日間、25℃ 貯蔵では 15 日間可食状態を保持した。また、‘甲斐トウ果 17’ は対照品種の‘日川白鳳’より良好な食味を保持し貯蔵性に優れた。

これまで、モモの主要品種において、-1℃ による氷温貯蔵によって品種間差はあるが 28 日～42 日間の貯蔵が可能であることが報告されている¹⁰⁾。また、‘白鳳’や‘浅間白桃’などは 5℃ で貯蔵すると 14 日後に硬度の低下や食味不良となることが報告されている¹¹⁾。本研究の結果から‘甲斐トウ果 17’は一般的に栽培される品種と比べて日持ち性が優れることが示唆された。特に 5℃ と 25℃ で果実品質が低下しにくい特性は、流通や販売面でのロス軽減によるメリットが大きい。

25℃ 貯蔵区では果肉が赤色化する現象が確認された。筆者らは温度処理により人為的に果肉の赤色化をコントロールできることを明らかにしている⁹⁾。本現象はアントシアニンの蓄積によるものと推察しており、生理的機構の解明にはさらに詳細な検討が必要である。

モモの果実は貯蔵温度がエチレンの発生や軟化の早さなどに影響し、温度が高いほどその影響が大きい¹²⁾。また、低温貯蔵で果実温を下げることににより呼吸量が抑制され¹³⁾、果実品質の低下が抑制される。本研究においても‘日川白鳳’は貯蔵温度が低温であるほど貯蔵後のエチレン発生濃度が少ない結果となった。‘甲斐トウ果 17’は収穫時からエチレン発生濃度が少ないことに加え、低温貯蔵により呼吸量が抑制されたことで品質が保持されたことが推察された。

なお、筆者らは‘甲斐トウ果 17’の収穫期間の内、果実を地色の抜けで熟期を判断した収穫開始時期と収穫開始から 7 日後の果実で貯蔵特性を比較したが、ともに本試験と同様の傾向であり、収穫時期による貯蔵特性に差異はないと考えられた。

試験 2 では、‘甲斐トウ果 17’における 1℃ での長期貯蔵果実を用いて、出庫後の品質保持期間について検討した。硬度は調査期間を通じて 2.0 kg 程度を保持した。食味評価では、30 日貯蔵区は出庫 7 日後まで、35 日貯蔵区は出庫 3 日後まで、40 日貯蔵区は出庫翌日まで食味が良好な状態を保持した。また、‘甲斐トウ果 17’は対照品種の‘日川白鳳’より出庫後の品質が優れ、流通性に優れると考えられた。

モモの主要品種において、-1℃ による氷温貯蔵後の果実は、出庫後 5℃ で保冷することで品種による差はあるが軟化や褐変による品質低下を抑制できる¹⁰⁾。本研究においては、‘甲斐トウ果 17’の 35 日および 40 日貯蔵区は出庫後の品質低下が早いため、実際の流通にあたっては果実を 1℃ で最大 30 日間貯蔵し、出庫後は 5℃ 保冷を基本として取り扱う必要があると考えられた。

長期貯蔵では果実の風味が減少することで食味不良になる。今後、風味の低下抑制または風味の強化技術が確立されることで、さらに長期間の貯蔵が可能になると考えられる。近年モモでは、品種ごとに香気成分の特徴が解析されているため¹⁴⁾、香りの生成・制御に関する研究の進展も期待される。

試験 3 では、‘甲斐トウ果 17’のシンガポールへの海上輸送想定試験を実施した。1℃ 貯蔵は出庫 7 日後、5℃ 貯蔵は出庫 3 日後まで品質を保持した。また、‘甲斐トウ果 17’は対照品種の‘日川白鳳’より良好な食味を保持した。

これまで、‘白鳳’は 5℃ 保冷と 1℃ での海上輸送によるコールドチェーンでシンガポールへ輸出できることが明らかになっている⁷⁾。本研究から‘日川白鳳’は出庫後の品質低下が早いため、早生品種では同様の方法による海上輸送では廃棄量がやや増えることが推察された。一方、‘甲斐トウ果 17’は 1℃ での海上輸送が可能であることに加え、5℃ においても‘日川白鳳’より食味の低下が緩やかであり、5℃ による海上輸送の可能性も見込まれる結果となった。

試験4では、輸送性について実際に果実をシンガポールへ海上輸送して検討した。輸送温度は試験3の結果から一般的な冷蔵温度である4℃のリーファコンテナで輸送した。

輸送中の箱内温度は設定温度の4℃まで低下せず、6～7℃で推移した。箱内温度はリーファコンテナ内の配置状況によって冷却機能に差が生じることが指摘されており¹⁵⁾、本研究においても同様の影響が推察された。

‘甲斐トウ果17’のシンガポール到着後の硬度は1.4 kgに低下した。この要因として、試験3と同様に保存中の硬度低下に加え、輸送中の温度が設定温度まで低下せず7℃程度で推移したことや輸送後すぐに開梱できなかったことが影響していると推察された。特に硬肉のモモは8～15℃で保存すると果肉が軟化することが報告されているため¹⁶⁾、保存中に十分冷却されていない場合は果実品質の低下が早まることが考えられる。ただし、本試験において‘甲斐トウ果17’は開梱後も果肉は粉質化せず、本試験の食味評価において「日川白鳳」より良好な状態を保持したため、輸送性が優れることが明らかになった。

‘甲斐トウ果17’のシンガポールにおける嗜好性について、シンガポール在住者に試食調査を行った結果、一般的な軟化するモモとの評価に差はなく、本品種の輸出での活用が期待されている¹⁷⁾。本研究においても、現地日本人従業員や流通業に従事する現地出身者および在住従業員から高い評価が得られている。

今後は1℃以上の温度での長距離輸送では、果実品質の向上に向けて、軟化抑制に寄与する貯蔵中のエチレン作用阻害剤(1-MCP)の処理¹¹⁾など資材や管理方法の検討が重要になる。

立木¹⁸⁾は貯蔵や輸送後の果実の軟化や果肉の粉質化による食味の低下は低温障害としている。遺伝子解析の結果コブラタンパク質(細胞伸長に関係)やRab GTP結合タンパク質(細胞壁修飾)の関与や、細胞壁中の多糖類代謝が影響を受けて生じるとされ、低温障害の現象解明や低温障害に対する耐性品種の開発など、低

温障害の低減に向けて言及されている。これらの研究の進展により、さらに長期間の貯蔵や長距離での海上輸送が可能になり、モモの販路拡大や輸出促進が期待される。

以上から、‘甲斐トウ果17’を用いることで海上輸送時の設定温度を1～4℃に拡大でき、エチレンを生じない他作物との混載による輸送コスト抑制とモモの輸出量の増加や、早生品種でのロスを抑えた輸出による販路拡大が期待できる。ただし、従来の1℃より高い温度で輸送する際には、輸送中の温度管理を徹底することや輸送後は早めに開梱するなど収穫からの日数をなるべく短くすることが重要になる。

また、試験1と試験2から出庫後の果実品質を考慮すると1℃で30～35日間貯蔵できることから、東南アジア圏以外への長距離での海上輸送による輸出拡大の可能性(日本を出港～着岸までの期間の例:サンフランシスコ13日～、ドバイ19日～¹⁹⁾)も示唆された。これらの傾向は他の硬肉のモモでも同様の傾向が期待されるため、硬肉のモモの利用や新品種の育成によるモモの輸出拡大に向けた取り組みが引き続き求められる。

摘 要

山梨県では農林水産物の輸出拡大に取り組んでおり、近年は果実の輸出額が増加している。

一般的なモモは成熟期に短期間で果肉が軟化するため、貯蔵や輸送中に廃棄量が増えるリスクを伴う。山梨県果樹試験場が育成した‘甲斐トウ果17’は、収穫後の果実硬度の低下が緩やかで、取り扱いが容易な特徴を有する。

そこで、国内外での流通・販売の拡大を目的に、異なる温度で‘甲斐トウ果17’を保存し貯蔵特性を明らかにするとともに、シンガポールへの海上輸送による輸送性を検討した。

1. ‘甲斐トウ果17’の貯蔵特性について検討した。1℃貯蔵では40日間、5℃貯蔵では20日間、25℃貯蔵では15日間可食状態を保持した。対照品種の‘日川白鳳’より貯蔵性に優れた。
2. ‘甲斐トウ果17’における1℃での長期貯蔵

果実を用いて、出庫後の品質保持期間について検討した。‘甲斐トウ果 17’は、30 日貯蔵区は出庫 7 日後まで、35 日貯蔵区は出庫 3 日後まで、40 日貯蔵区は出庫翌日まで食味が良好な状態を保持した。対照品種の‘日川白鳳’より出庫後の品質が良好のため流通性に優れた。

3. ‘甲斐トウ果 17’のシンガポールへの海上輸送を想定し 17 日間異なる温度で貯蔵し、出庫後は 5℃で保存した果実の品質を調査した。1℃貯蔵は出庫 7 日後、5℃貯蔵は出庫 3 日後まで品質を保持した。

4. シンガポールへの海上輸送性について、果実を実際にシンガポールへ海上輸送して検討した。輸送は一般的な冷蔵温度である 4℃のリーファコンテナで輸送した。‘甲斐トウ果 17’は開梱後の果肉の軟化や風味の減少が緩やかであり、対照品種の‘日川白鳳’より食味が良好のため輸送性が優れた。

引用文献

- 1) 農林水産省(2024). 果実の輸出状況. 果樹をめぐる情勢：24-25.
- 2) 農林水産省(2020). グローバルマーケットの戦略的な開拓. 食料・農業・農村基本計画：30-32
- 3) 山梨県農政部(2025). 果実の輸出額. 山梨県農政ポケット資料集：5.
- 4) 山梨県農政部(2024). 果実の輸出額. 山梨県農政ポケット資料集：5.
- 5) 立木美保(2018). 果実軟化の生理. 農業技術大系果樹編第 6 巻モモ・ウメ・スモモ・プルーン・アンズ. 農文協：50-2-50-5.
- 6) 羽山裕子(2010). エチレンによるモモ果実の軟化制御. 農業および園芸 85 巻 3 号. 養賢堂：328-337.
- 7) 手塚誉裕・加藤 治(2020). 海上輸送による東南アジアへのモモ輸出に向けた鮮度保持技術の確立. 山梨果試研報第 20 号：63-73.
- 8) 新谷勝広・秋山友了・雨宮秀仁・竹腰 優・佐藤明子・太田佳宏・三宅正則(2020). 柔らかくなる硬肉モモ新品種 ‘甲斐トウ果 17’の育成. 園学研 19(4)：417-422.
- 9) 桐原 峻, 加藤 治, 手塚誉裕, 國友義博(2024). ‘甲斐トウ果 17’における加工利用に適する果肉赤色化処理方法. 山梨果樹試研報第 20 号：49-56
- 10) 手塚誉裕・加藤 治(2014). 氷温貯蔵によるモモ果実の品種別鮮度保持効果と出庫後の温度管理. 山梨総理研報第 9 号：21-25
- 11) 手塚誉裕・加藤 治(2012). エチレン作用阻害剤 1-MCP 処理によるモモ貯蔵果実の鮮度保持効果. 山梨総理研報第 7 号：83-85
- 12) 加藤公道(1975). 異なる温度での白肉桃の追熟生理. 園学雑 44(1)：89-97.
- 13) 生村宣貴(2021). 積算呼吸量を用いた貯蔵温度の異なるモモ果実の力学的特性変動回帰モデルの構築. 日本食品保蔵科学会誌 vol.47. No.1：11-18
- 14) 田中福代(2023). 果物の香りを探る 香氣成分の網羅的分析と品質研究. 香りの化学. 化学と教育 71 巻 3 号：90-93
- 15) 農林水産省(2016). 4 技術例リーファコンテナ. 農林水産物・食品輸出の手引き 4. 技術集：50-51.
- 16) Miho Tatsuki, Yutaka Sawamura, Hideaki Yaegaki, Yuko Suesada, Naoko Nakajima (2021). The storage temperature affects flesh firmness and gene expression patterns of cell wall-modifying enzymes in stony hard peaches. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY 181：111658.
- 17) 高田大輔(2023). 柔らかくなる硬肉モモおよび普通モモのシンガポールにおける嗜好性の差異について. 園学研 22(別)：233.
- 18) 立木美保(2016). 遺伝子等の網羅的解析によるモモ研究の進展. 果樹研究のバイオインフォマティクス第 2 章第 3 節：147-170.
- 19) 農林水産省(2017). 2. 基礎知識-c. 輸送機関の特徴. 農林水産物・食品輸出の手引き～国際輸送の鮮度保持技術・事例を中心に～：9.

Storage Properties and Suitability for Maritime Transport of ‘Kai -Toka17’

Ryo KIRIHARA, Osamu KATO¹ and Takahiro TEZUKA

Yamanashi Fruit Tree Experiment Station, Ezohara, Yamanashi 405-0043, Japan

Current address:

¹Yamanashi Kyoto Agriculture Office

Summary

Yamanashi Prefecture is promoting fruit exports, and ‘Kai-toka 17’, a peach cultivar developed at the Yamanashi Fruit Experiment Station, exhibits slow postharvest softening, making it suitable for long-distance distribution. This study evaluated its storage and transport characteristics. ‘Kai-toka 17’ maintained good eating quality for 40 days at 1°C and showed better post-storage and transport quality than the control cultivar ‘Hikawa Hakuho’. Simulated and actual shipments to Singapore demonstrated its excellent storability and transportability, highlighting its potential for export markets.

