海上輸送による北米地域への輸出に向けた渋ガキ 3 品種の 軟化抑制技術の検討

古田貴裕^{1,2}・大槻 巧²・岡田留伊²・河井 崇²・福田文夫²・
牛島幸一郎²・久保康隆²・中野龍平^{3*}

¹和歌山県果樹試験場かき・もも研究所 649-6531 和歌山県紀の川市粉河

²岡山大学大学院環境生命科学研究科 700-8530 岡山市北区津島中

³京都大学大学院農学研究科附属農場 619-0218 京都府木津川市城山台

Control of Fruit Softening during Marine Transport Bound for North America in Three Astringent-type Persimmons

Takahiro Furuta^{1,2}, Takumi Otsuki², Rui Okada², Takashi Kawai², Fumio Fukuda²,
Koichiro Ushijima², Yasutaka Kubo² and Ryohei Nakano^{3*}

¹Laboratory of Persimmon and Peach, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Pref, Kokawa, Kinokawa, Wakayama 649-6531

²Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, Okayama 700-8530

³Experimental Farm of Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kizugawa, Kyoto 619-0218

Abstract

For marine transport bound for North America of three astringent-type persimmons, ‘Tonewase’, ‘Hiratanenashi’, and ‘Nakataniwase’, optimum temperature and efficacy of 1-MCP treatment were studied for fruit transported in carton boxes coated with a water-impermeable material. In addition, the effect of MA packaging was investigated in ‘Tonewase’ fruit. On the whole, a lower temperature ranging from 25 to 0°C resulted in longer control of fruit softening in ‘Tonewase’ fruit; however, fruit stored at 5 and 10°C showed symptoms of chilling injury. The benefit of 1-MCP treatment at harvest persisted for up to two weeks at 25 and 20°C, three weeks at 15 and 10°C, four weeks at 5°C, and 1 week at 25°C following one-month storage at 0°C. MA packaging using polyethylene film had significant inhibitory effects on fruit softening at low temperature, while its additive effects with 1-MCP treatment were limited. In ‘Nakataniwase’, fruit softening progressed immediately after transfer to 25°C following one-month storage at 0°C, even in fruit treated with 1-MCP. In ‘Hiratanenashi’, fruit stored at 0°C for one month did not soften for up to 10 days after transfer to 25°C, regardless of 1-MCP treatment. These results suggest that the optimum temperature for marine transport bound for North America, possibly taking around one month, is 0°C. In addition, 1-MCP treatment at harvest is not sufficient to retain commercial fruit quality during shelf life after marine transport in ‘Nakataniwase’ fruit. In ‘Tonewase’, the combination of marine transport at 0°C and 1-MCP treatment at harvest or MA packaging can effectively inhibit softening during shelf life following marine transport. In ‘Hiratanenashi’ fruit held at 0°C, 1-MCP treatment is not necessary to maintain fruit quality for up to 10 days during shelf life following marine transport.

Key Words : chilling injury, ethylene, modified atmosphere packaging, 1-methylcyclopropene

キーワード : エチレン, MA 包装, 1-MCP, 低温障害

緒 言

カキ (*Diospyros kaki* Thunb.) の我が国における生産量は 20 万 t 以上ある (農林水産省, 2018) もの、輸出量は約 829 t に限られる (農林水産省, 2020)。和歌山県は、生産量 43,400 t で全国第 1 位の産地であり、渋ガキ品種が生産面積

の 7 割以上を占めている。主要品種は晩生品種の‘平核無’, その早生枝変わり品種である‘刀根早生’, さらにその早生枝変わり極早生品種の‘中谷早生’である。本県ではこれら品種を組み合わせたリレー出荷を行っている。その中で‘刀根早生’の国内出荷が集中する 10 月の販売価格低迷が問題となっており、新たな販路開拓として輸出の振興が図られている。主な輸出先は、香港、タイ、マレーシアをはじめとした東南アジアであるが、2017 年に米国への輸出が解禁されたことを契機とし、米国や豪州などの遠方諸外国への販路拡大を進めている。

輸出には、空輸は輸送コストが高いため、安価で大量輸

2020 年 12 月 2 日 受付. 2021 年 2 月 3 日 受理.
本研究の一部は JSPS 科研費 20H02977 の助成を受けて実施した.
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.

* Corresponding author. E-mail: nakano.ryohei.3r@kyoto-u.ac.jp

送が可能である海上輸送が望ましい。海上輸送では、収穫から販売開始まで東南アジアへは約2週間（古田ら、2020）、米国や豪州へは3週間以上を要するため、この間の品質保持技術の確立が必須である。

カキ果実の収穫後の品質劣化要因である果実軟化を抑制するにはエチレンの制御が重要である（岩田ら、1969b; 板村ら、1991; 中野ら、2001）。8～9月の高温期に収穫されるハウス栽培‘刀根早生’や‘中谷早生’では、収穫後の水分ストレスによりエチレン生成が誘導され、軟化が促進されることが明らかにされている（播磨ら、2006; 中野ら、2001）。そこで、収穫から脱渋までの有孔ポリ袋包装（播磨ら、2002a; 中野ら、2001）および低透湿性段ボール（防湿段ボール）箱による国内での流通体系が確立されている（播磨ら、2002b）。

一方、エチレン阻害剤である1-MCP（1-methylcyclopropene）は‘刀根早生’や‘中谷早生’において顕著に軟化を抑制することが明らかにされ（播磨ら、2006; Harima ら、2003）、輸出果実で使用されている（古田ら、2020）。

青果物の品質保持の基本は低温環境であり、期間の長い海上輸送では対象品目に合わせた温度管理が行われている。カキ果実の低温貯蔵では低温障害が起こることが知られており、‘富有’では5℃貯蔵で障害の発生が多く、0℃貯蔵や1-MCP処理、Modified Atmosphere（MA）包装により障害が軽減されることが報告されている（秋元ら、1981; Collins・Tisdell, 1995; Macrae, 1987）。また、カキ‘Rojo Brillante’では1か月程度の貯蔵では、低温障害を受けない15℃付近が適することが報告されている（Arnal・Del Río, 2004）。筆者らは、前報（古田ら、2020）で‘中谷早生’の東南アジアへの海上輸送による輸出試験において、10日間の0℃輸送後、無処理果実では、室温に移すと果実軟化が急速に進むものの、1-MCP処理とMA包装を併用することで軟化が抑制されることを示した。

本研究では、米国をはじめとした遠方諸外国への海上輸送に向けた軟化抑制技術の確立を目的に、室内試験により、輸送温度および1-MCP処理、MA包装が‘刀根早生’の軟化に及ぼす影響を調査した。さらに、本県の主要渋ガキ品種である‘中谷早生’および‘平核無’の輸送条件による果実軟化の品種間差を比較し、輸出の可能性について検討した。

材料および方法

1. 保持温度、1-MCP処理およびMA包装がカキ‘刀根早生’の果実軟化に及ぼす影響（試験1）

和歌山県果樹試験場かき・もも研究所内植栽の‘刀根早生’果実で果頂部カラーチャート値（カキ（平核無）、農林水産省果樹試験場基準（山崎ら、1981））が4に達し出荷基準を満たしたものを2019年9月30日に収穫し供試した。収穫当日にCTSD法（Matsuoら、1976）による脱渋処理（CO₂濃度95%以上、25℃、16h）と1-MCP処理（濃度1ppm、ア

グロフレッシュ・ジャパン（同））を同時に行った果実およびCTSD脱渋のみの果実を準備した。なお、水分蒸散を防ぐため、収穫直後から脱渋開始までの期間には果実と収穫コンテナ（380mm×520mm×305mm）を有孔ポリエチレン袋（850mm×530mm、厚さ0.03mm、直径4mmの孔が8か所）で被覆した。

保持温度は、25℃、20℃、15℃、10℃、5℃、0℃に設定し、各温度で1-MCP処理区と無処理対照区を設けた。脱渋処理終了後、出荷用の低透湿性（防湿）段ボール箱（透湿度 $200 \pm 100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$ 以下、王子コンテナ（株））に27果を箱詰めした。また、25℃保持では一般段ボール区、10℃、5℃、0℃では低密度ポリエチレン（LDPE、150mm×250mm、厚さ0.06mm）袋で密封個装したMA包装区も設定した。それぞれについて1-MCP処理区と無処理対照区を設けた。各温度に設定したインキュベーター内で28日間貯蔵後、輸出先到着後の流通を想定し防湿段ボールに入れた状態で25℃に移した。MA包装区の果実は25℃移行時にすべて袋から取り出し、防湿段ボール箱内で保持した。

貯蔵期間中の軟化率とエチレン生成量を調査した。軟化の判定は岩田ら（1969b）の方法により指で押すと崩壊しそうになる、または果肉の一部が水浸状になっている段階に達した時点とし、27果をあらかじめ9果ごとに3グループに分け軟化率を算出した。エチレン生成量は、各区5果を1果ごとに密封プラスチック容器に入れ一定時間後にヘッドスペースガスを採取し、活性アルミナカラムとFID検出器を備えたガスクロマトグラフ（GC-14B、（株）島津製作所）で経時的に測定した。MA包装区は25℃への移行後から測定を行った。なお、乾燥ストレス緩和のため防湿段ボール内には湿った紙タオルを入れ、調査で開封するごとに加水し湿った状態を維持した（中野ら、2001）。

2. 低温保持および1-MCP処理がカキ‘中谷早生’と‘平核無’の果実軟化に及ぼす影響（試験2）

和歌山県果樹試験場かき・もも研究所内植栽の‘中谷早生’、‘平核無’果実を2019年9月9日、11月1日にそれぞれ収穫し、試験1と同様にCTSD脱渋（‘中谷早生’は16h、‘平核無’は24h）と1-MCP（1ppm）を同時処理した果実およびCTSD脱渋のみの果実を供試した。果実は防湿段ボール箱に詰め、‘中谷早生’は収穫翌日、‘平核無’は収穫後2日目から5℃および0℃に設定したインキュベーター内で28日間貯蔵後、25℃に移した。貯蔵期間中の軟化率（‘中谷早生’は10果×3グループ、‘平核無’は8果×3グループ）を調査し、エチレン生成量も試験1と同様に測定した。

結 果

1. 保持温度、1-MCP処理およびMA包装がカキ‘刀根早生’の果実軟化に及ぼす影響（試験1）

各保持温度での軟化率の推移を第1図に示した。25℃下では、一般段ボール（無処理対照）区では収穫後8日から、

第1図 梱包資材、保持温度、1-MCP 処理が‘刀根早生’の果実軟化に及ぼす影響
誤差線は標準誤差 (n=3) を示す
縦方向の破線は温度の移行を示す
MA 包装は LDPE (厚さ 0.06 mm) で個装した

1-MCP 区や防湿段ボール (無処理対照) 区では 15 日目以降に軟化果実が急増した。防湿段ボールの軟化果実の増加時期は、1-MCP 区、無処理対照区のいずれでも低温ほど遅く、1-MCP 区は 25°C で収穫後 17 日、20°C で収穫後 20 日、15°C および 10°C で収穫後 23 日、5°C で収穫後 29 日となり、無処理対照区に対して 10~25°C では 3~12 日遅く、5°C では同時期であった。10°C および 5°C では果実軟化が始まると、果肉がゴム質化し水浸状を特徴とする低温障害兆候が見られ、15°C 以上の軟化果実とは様相が異なった (第2図)。4 週間の貯蔵期間中に軟化果実が認められなかったのは 0°C 下のみであった。同温度区での無処理対照果は 25°C 移行後急速に軟化したが、1-MCP 処理果は 25°C 移行後 8 日 (収穫後 37 日) からであった。なお、0°C 貯蔵後の軟化果実ではゴム質化や水浸状化は認められなかった。MA 包装の軟化果実が増加し始める時期は、いずれの温度でも個装していない果実よりも遅くなった。10°C および 5°C の軟化果実は防湿段ボール区の果実と同様に 1-MCP 処理の有無に

関わらず低温障害兆候が見られた (データ略)。

エチレン生成量は 25°C の一般段ボール (無処理対照) 区では、収穫後 8 日から、軟化果実の増加に伴い増加した (第3図)。この間、一般段ボール (無処理対照) 区の重量損失率は 2.3% であったが、防湿段ボールを用いた 1-MCP 区および無処理対照区は、それぞれ 1.7%、1.8% であった (データ略)。10~25°C 下でのエチレン生成量はいずれの試験区も軟化果実の増加に伴い微増した。5°C および 0°C 下では、エチレンの生成はほとんど検出されなかったが、25°C に移行するといずれの区でも一時的に急増した。

2. 低温保持および 1-MCP 処理がカキ ‘中谷早生’ と ‘平核無’ の果実軟化に及ぼす影響 (試験 2)

1) ‘中谷早生’

‘中谷早生’の 5°C 貯蔵では 1-MCP 処理の有無にかかわらず、収穫後 29 日にすべての果実が軟化した (第4図)。0°C 1-MCP 区では、25°C 移行 1 日 (収穫後 30 日) から軟化果実が発生し 25°C 移行 8 日 (収穫後 37 日) にすべて軟化し

第4図 低温保持温度の違い、1-MCP処理が‘中谷早生’の果実軟化（上図）、エチレン生成量（下図）に及ぼす影響
防湿段ボール箱内で保持した
上図の誤差線は標準誤差（ $n=3$ ）を示す
下図の誤差線は標準誤差（ $n=5$ ）を示す
縦方向の破線は温度の移行を示す

た。0°Cでは、29日間の貯蔵中には軟化しなかったが、無処理対照果は25°Cへの移行2日（収穫後31日）にエチレン生成が急増し、すべて軟化した。1-MCP処理果は、25°C移行直後から軟化が進行し、エチレン生成量が漸増した。

2) ‘平核無’

5°C貯蔵では‘平核無’の軟化は、1-MCP処理の有無に関わらず、貯蔵中はほとんど見られず、25°C移行直後にエチレン生成の増加を伴って急増した（第5図）。一方、0°C貯蔵では25°C移行10日間は軟化果実は全く認められず、エチレン生成量の増加も緩慢であった。

考 察

試験1では、北米地域への輸出に向けた‘刀根早生’の長距離海上輸送を可能とするために輸送温度、1-MCPおよびMA包装の軟化抑制効果について検討した（第1, 3図）。25°C貯蔵では、一般段ボール区と比較して防湿段ボール区では、乾燥ストレス緩和による軟化抑制効果が確認され、播磨ら（2002b）の報告と一致した。長い輸送期間の輸出では、果実の重量損失を抑制し、乾燥ストレス緩和効果が得られる防湿段ボール箱の使用は必要と考えられる。

青果物の品質保持技術の基本は、呼吸活性をはじめとするすべての代謝を抑制する低温環境の利用である（邨田, 1980）。ただし、青果物の種類によっては低温障害により品質が劣化する。その事例として、ウンシュウミカンやナツミカンの果皮障害（水野・谷口, 1972; 岩田ら, 1969a）、リンゴ果肉のゴム質状化（木村ら, 1979）、モモ果肉の粉質状

第5図 低温保持温度の違い、1-MCP処理が‘平核無’の果実軟化（上図）、エチレン生成量（下図）に及ぼす影響
防湿段ボール箱内で保持した
上図の誤差線は標準誤差（ $n=3$ ）を示す
下図の誤差線は標準誤差（ $n=5$ ）を示す
縦方向の破線は温度の移行を示す

化（梶浦, 1972）などが報告されている。カキ果実では、平ら（1987）はCTSD脱渋処理した‘平核無’を2°C貯蔵すると2週間過ぎから果肉がゴム質化しはじめ水浸状になることを、秋元ら（1981）は‘富有’を5°Cで貯蔵すると果肉がゴム質化することを報告している。さらにMacrae（1987）は‘富有’は0°Cより4°C貯蔵の方が低温障害の発生が著しいとしている。

今回の調査でも、1-MCP処理の有無に関わらず、保持温度が低いほど軟化果実の増加時期、エチレン生成誘導は遅くなり低温による品質保持効果を実証された。ただし、5°Cおよび10°Cでは、低温障害様相である果肉全面の水浸状化がみられ、15°C以上の軟化果実とは異なる様相を示した（第2図）。一方、0°C下では4週間の保持期間中に軟化果実が認められなかった。このような0°Cでの低温障害発生の抑制や遅延はモモ果実でも報告されている（中野ら, 2019）。すなわち、0°Cではその強力な代謝抑制作用により、低温障害の発生および発達も抑制されたと推察される。‘刀根早生’では、米国や豪州への輸出を想定した場合、0°Cでの輸送環境が必須であると考えられた。

1-MCPは、エチレン受容体ETR1に結合しリン酸化を介して、CTR1を活性化状態に保ち、エチレンシグナルを抑制すると考えられている（Kamiyoshiharaら, 2012; Sisler・Serek, 1997）。リンゴ、ナシのようにエチレンの作用によって成熟が進行するクライマクテリック型果実では、1-MCPによる明確な成熟・老化遅延効果が報告されている（艾乃吐拉ら, 2005; 島田ら, 2011）。カキ‘刀根早生’でも、脱渋

処理と同時に実施することで、常温下でも顕著な軟化抑制効果が報告されている (Harima ら, 2003). 1-MCP 処理によるエチレン作用抑制期間は、作物種によって異なり、常温では、トマトでは処理終了後約2日 (Nakatsuka ら, 1997), キウイフルーツでは5日間 (Mworia ら, 2011), セイヨウナシでは2週間以上 (Hiwasa ら, 2003) と見積もられている。

今回の‘刀根早生’でも1-MCP処理によって軟化果実の発生は無処理区より遅れ、25°Cでは処理解除後14日後、20°Cでは17日後、15°Cおよび10°Cでは20日後まで、5°Cでは26日後まで見られなかった。0°Cでは1-MCP処理の有無に関わらず4週間の貯蔵中は軟化果実は見られなかったが、無処理区では25°C移行直後にエチレン生成量が急増し、軟化果実も急増した。1-MCP処理区でも25°C移行後エチレン生成は一時的に急増したものの軟化果実は移行1週間後まで発生しなかった。これらの結果は1-MCP処理後のエチレンシグナル抑制効果は低温ほど持続期間が長く、0°Cでは4週間後にも残存していることを示している。

MA包装はプラスチックフィルムのガス透過性と袋内青果物による呼吸活性とのバランスにより、低酸素・高炭酸ガス環境を作り品質保持期間を延長する技術である。‘富有’ではポリエチレン袋密封包装と低温貯蔵を組み合わせた長期貯蔵が確立され (樽谷, 1960, 1961), ‘平核無’では脱渋後にポリエチレン個装し、0°Cで貯蔵することで3か月の商品性維持が可能である (文室・蒲生, 2002)。本試験では、常温下での密封包装はガス障害の危険性があるため、10, 5, 0°C保持期間中は個包装し、25°C移行時に密封を解除した。なお、実用上は個包装の手間などから、段ボール単位の大袋包装が現実的である (古田ら, 2020)。いずれの温度でも、ポリエチレン袋密封個装は防湿段ボールのみの試験区より日持ち性を向上させ、軟化抑制の効果を示した。ただし、1-MCP処理と組み合わせても相加的な効果は得られなかった。

これらのことから、北米地域を想定した長期の海上輸送による‘刀根早生’の輸出には、0°Cの輸送環境と1-MCP処理またはポリエチレン袋密封個装との組み合わせが必要であることが明らかになった。

和歌山県では9月上旬から‘中谷早生’、9月中旬から‘刀根早生’、10月中旬から‘平核無’が収穫期を迎え出荷されている。試験2では、‘中谷早生’、‘平核無’の北米地域への輸出の可能性について検討した。両品種とも、5°C下では、貯蔵後期に果肉が水浸状を呈する低温障害兆候 (データ略) を示し、1-MCPによる軟化抑制効果もほとんど認められなかった。ただし、果実軟化は‘中谷早生’で‘平核無’よりも早期に発生する傾向がみられた。

0°C貯蔵でも、1-MCP無処理‘中谷早生’果実では25°C移行直後にエチレン生成量の急増に伴って急速に軟化が進み、1-MCP処理果も移行直後から軟化の進行が認められた (第4図)。従って、‘中谷早生’では脱渋時の1-MCP処理のみでは商品性を維持することが困難であり、輸送中の

1-MCP再処理、MA包装の利用または併用の検討が必要である。‘平核無’では25°C移行直後にエチレン生成量は微増したが、軟化は1-MCP処理の有無に関わらず、25°C移行11日 (収穫後41日) までは認められなかった (第5図)。従って、‘平核無’では1-MCP処理なしでも0°Cの輸送環境が整えば、北米地域への輸出が可能であると考えられた。

以上を総合すると、海上輸送による米国などの遠方諸外国への輸出には、輸送温度は0°Cが必須であり、①‘中谷早生’は防湿段ボールと1-MCP処理の併用のみでは現地到着後の商品性を維持することが困難であること②‘刀根早生’は防湿段ボールと1-MCP処理の併用またはポリエチレンフィルム袋によるMA包装で現地到着後の商品性を7日以上維持できること③‘平核無’は、防湿段ボールによる乾燥ストレス緩和のみで現地到着後も10日程度は商品性を維持できることが示唆された。今後、実輸送や国内輸送時に許容される温度範囲など検討が必要であるが、これらの結果は、和歌山県産カキ輸出の指標として活用が期待される。

摘 要

和歌山県産渋ガキ3品種‘刀根早生’、‘平核無’‘中谷早生’の海上輸送による米国などへの輸出に向けた軟化抑制技術として、防湿段ボールでの最適輸送温度および1-MCP処理の効果を検討した。また、‘刀根早生’ではMA (Modified Atmosphere) 包装の効果についても検討した。概して、‘刀根早生’の果実軟化は25°Cから0°Cまで低温ほど抑制された。ただし、5°Cおよび10°Cでは保持期間の延長に伴って低温障害の兆候が見られた。1-MCPの軟化抑制効果は、25°Cおよび20°Cで処理後2週間、15°Cおよび10°Cでは処理3週間、5°Cでは処理後4週間程度であった。0°Cでは処理後4週間保持し25°C移行後1週間程度軟化が抑制された。ポリエチレン袋によるMA包装も低温環境では明確な軟化抑制効果を示した。ただし、1-MCP処理と併用しても相加的な効果はごくわずかであった。0°Cで4週間保持し25°Cに移行した‘中谷早生’では1-MCP処理した果実も移行直後から軟化の進行が認められた。‘平核無’では、1-MCP処理の有無にかかわらず、25°C移行後10日程度、軟化果実は発生しなかった。

以上のことから、北米地域への約1か月と想定される海上輸送における最適温度は0°Cであり①‘中谷早生’では脱渋時の1-MCP処理のみでは輸送後の商品性を維持することが困難であること②‘刀根早生’では1-MCP処理またはMA包装により輸送後の商品性を7日以上維持できること③‘平核無’は1-MCP処理をしていなくても、輸送後の商品性を10日程度維持できることが示唆された。

引用文献

秋元稔万・井伊谷雄平・間苧谷 徹. 1981. エチレンの抑制によるカキ富有の軟化防止. 園学要旨. 昭56春: 454-455.

- 艾乃吐拉 木合塔尔・壽松木 章・小森貞男. 2005. 1-メチルシクロプロペン (1-MCP) 処理がリンゴ3品種の貯蔵性に及ぼす影響. 園学研. 4: 439–443.
- Arnal, L. and M. A. Del Río. 2004. Effect of cold storage and removal astringency on quality of persimmon fruit (*Diospyros kaki*, L.) cv. Rojo Brillante. Food Sci. Technol. Int. 10: 179–185.
- Collins, R. J. and J. S. Tisdell. 1995. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown in subtropical Australia. Postharvest Biol. Technol. 6: 149–157.
- 文室政彦・蒲生英美. 2002. 短期脱渋, 個装および冷蔵技術を用いたカキ‘平核無’果実の長期貯蔵の実用化. 園学雑. 71: 300–302.
- 古田貴裕・和中 学・熊本昌平・池永裕一・西銘玲子・河井 崇・深松陽介・福田文夫・久保康隆・中野龍平. 2020. 海上輸送によるカキ‘中谷早生’の東南アジア輸出時の軟化抑制技術の確立. 園学研. 19: 299–307.
- 播磨真志・中野龍平・三井萬丈・稲葉昭次・久保康隆. 2006. 夏期の高湿時における水ストレス緩和および1-メチルシクロプロペン処理によるカキ‘中谷早生’の軟化抑制. 園学雑. 75 (別1): 250.
- 播磨真志・中野龍平・山内 勲・北野欣信・久保康隆・稲葉昭次・富田栄一. 2002a. 有孔および無孔ポリエチレン包装によるハウス栽培‘刀根早生’果実の軟化抑制技術の確立. 園学雑. 71: 284–291.
- Harima, S., R. Nakano, S. Yamauchi, Y. Kitano, Y. Yamamoto, A. Inaba and Y. Kubo. 2003. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. Postharvest Biol. Technol. 29: 319–324.
- 播磨真志・中野龍平・山内 勲・久保康隆・稲葉昭次・北野欣信. 2002b. カキ‘刀根早生’促成栽培果実の出荷容器の改善による軟化抑制. 園学雑. 71: 583–587.
- Hiwasa, K., Y. Kinugasa, S. Amano, A. Hashimoto, R. Nakano, A. Inaba and Y. Kubo. 2003. Ethylene is required for both the initiation and progression of softening in pear (*Pyrus communis* L.) fruit. J. Exp. Bot. 54: 771–779.
- 板村裕之・北村利夫・平 智・原田 久・伊藤教善・高橋芳浩・福嶋忠昭. 1991. カキ‘平核無’果実の軟化とエチレン生成および呼吸の関係. 園学雑. 60: 695–701.
- 岩田 隆・中川勝也・緒方邦安. 1969a. ナツミカン果実貯蔵中の低温障害に関する生理学的研究 (第2報). 園学雑. 38: 93–100.
- 岩田 隆・中川勝也・緒方邦安. 1969b. 果実の収穫後における成熟現象と呼吸型との関係 (第1報) カキ果実における呼吸の climacteric の有無. 園学雑. 38: 194–201.
- 梶浦一郎. 1972. モモの低温貯蔵障害に及ぼす温度と貯蔵前追熟処理の影響. 日食工誌. 19: 31–33.
- Kamiyoshihara, Y., D. M. Tieman, D. J. Huber and H. J. Klee. 2012. Ligand-induced alterations in the phosphorylation state of ethylene receptors in tomato fruit. Plant Physiol. 160: 488–497.
- 木村繁昭・岡本辰夫・原田順厚・目黒正則. 1979. リンゴの冷蔵中における各脂質区分の構成脂肪酸の変化. 日食工誌. 26: 162–167.
- Macrae, E. A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand grown ‘Fuyu’ persimmon during storage. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 15: 333–344.
- Matsuo, T., J. Shinohara and S. Ito. 1976. An improvement on removing astringency in persimmon fruits by carbon dioxide gas. Agric. Biol. Chem. 40: 215–217.
- 水野 進・谷口 保. 1972. 温州ミカンの貯蔵における温度の影響. 園学雑. 41: 207–214.
- 邨田卓夫. 1980. 青果物の低温流通と低温障害. コールドチェーン研究. 6: 42–51.
- Mworia, E. G., T. Yoshikawa, N. Salikon, C. Oda, T. Fukuda, K. Suezawa, W. O. Asiche, K. Ushijima, R. Nakano and Y. Kubo. 2011. Effect of MA storage and 1-MCP on storability and quality of ‘Sanuki Gold’ kiwifruit harvested at two different maturity stages. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 80: 372–377.
- 中野龍平・福田文夫・河井 崇. 2019. モモ・スモモ安定発芽, 貯蔵・鮮度保持一果実の貯蔵, 鮮度保持. p. 41–47. 農文協編. 最新農業技術 果樹. 12. 農文協. 東京.
- 中野龍平・播磨真志・久保康隆・稲葉昭次. 2001. 有孔ポリエチレン包装によるカキ‘刀根早生’ハウス促成栽培果実の軟化抑制. 園学雑. 70: 385–392.
- Nakatsuka, A., S. Shiomi, Y. Kubo and A. Inaba. 1997. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit. Plant Cell Physiol. 38: 1103–1110.
- 農林水産省. 2018. 作況調査 (果樹) 調査結果の概要平成30年産. <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html>.
- 農林水産省. 2020. 農林水産物輸出入概況2019年 (令和元年). <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kokusai/attach/pdf/houkoku_gaikyou-22.pdf>.
- 島田智人・浅野聖子・六本木和夫・須賀昭雄. 2011. ニホンナシに対する1-メチルシクロプロペン処理の効果. 農業および園芸. 86: 789–797.
- Sisler, E. C. and M. Serek. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. Physiol. Plant. 100: 577–582.
- 平 智・久保康隆・杉浦 明・苦名 孝. 1987. 脱渋方法の違いがカキ‘平核無’果実の収穫・脱渋後の品質及び貯蔵性に及ぼす影響. 園学雑. 56: 215–221.
- 樽谷隆之. 1960. カキ果実の利用に関する研究 (第4報) 富有の冷蔵における包装の効果. 園学雑. 29: 212–218.
- 樽谷隆之. 1961. カキ果実の利用に関する研究 (第5報) 富有の冷蔵におけるガス条件について. 園学雑. 30: 95–102.
- 山崎利彦・鈴木勝征・村瀬昭治・大竹 智. 1981. 果実の成熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究 (第2報) カキ‘平核無’のカラーチャートの色特性. 果樹試報 A. 8: 79–84.