

ポリエチレン大袋を利用した加工用カキ果実の簡易貯蔵技術

馬場紀子*・法村奈保子・江嶋亜祐子・塚崎守啓

カキ「富有」の加工用果実において、果肉の軟化を抑制し、簡易に短期間貯蔵できる技術について検討した。0.05mm厚のポリエチレン大袋(90×100cm)を内装したプラスチックコンテナにカキ果実22kgを入れ、上部を捻り止めして0℃または-1℃で貯蔵すると、袋内ガス濃度は、炭酸ガス6.4~13.3%、酸素0.2~1%でカキに適するMA条件となった。この場合、8週間貯蔵後でも果肉の軟化を抑制でき異臭等の品質低下も認められなかった。

高気密性ダンボール容器を用いた場合の梱包内ガス濃度は、炭酸ガス2.3~4.9%、酸素16.6~19.9%で十分なMA効果は得られず、0℃貯蔵では4週目までが貯蔵限界であると考えられた。

[キーワード: MA包装, カキ, 加工, 貯蔵]

Easy Storage Method for Persimmon Fruits (*Diopyros kaki* Thunb.cv. 'Fuyu') that are to be subsequently processed, using Polyethylene Film Bag. BABA Noriko, Naoko NORIMURA, Ayuko ESHIMA and Morihito TSUKAZAKI (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 1: 55-59 (2015)

To determine the easy storage method for processing persimmon fruits, twenty-two kilograms (kg) of persimmon fruits were put into the polyethylene film bag (9,000 × 10,000 × 0.05 mm). Top of the bag was bind tightly and it was stored at 0 or -1 °C. The oxygen (O₂) and carbon dioxide (CO₂) concentration in the bag was 0.2 ~ 10.7 and 6.4 ~ 13.3 %, respectively, during storage. The atmosphere condition was acceptable for storage of the persimmon fruits. The firmness of the fruits was maintained for 8 weeks and off-odor was not observed, these indicates the storage using polyethylene film bag was useful for processing persimmon fruits. On the other hand, when 10 kg of persimmon fruits were put into the cardboard shipping container (360 × 300 × 240 mm) with gas permeability function, the O₂ and CO₂ concentration in the container was 16.6 ~ 19.9 and 2.3 ~ 4.9 %, respectively, during storage. It was not necessarily a good condition for modified atmosphere storage, but quality of the fruits for processing was maintain for 4 weeks at 0 °C and 6 weeks at -1 °C.

[Key words: modified atmosphere packaging, persimmon fruit, food processing, storage]

緒言

福岡県におけるカキの生産量は15,300トンで、和歌山県、奈良県に次いで全国第3位である(福岡県2013)。本県産のカキのほとんどは青果販売されているが、近年は果実を薄くスライスして乾燥させたカキチップや糖蜜柿を利用した加工品が商品化されるなど、加工用途が広がっている。特に「富有」の加工品は消費者に人気が高く、県内中小食品会社や地域加工グループで様々な商品が製造・販売されている。

加工原料となるカキの多くは青果が用いられている。冷凍保存したカキを用いると解凍時にドリップが発生し、食感や外観が損われるためである。そのため、カキの収穫期間と加工期間は一致し、産地における労働力の競合が懸念されている。特に11月中旬から12月下旬にかけて収穫される「富有」では、年末の労働需要も相まって加工に携わる人の確保が困難になっている。

一方、加工品の製造量を左右する要因としては、施設の処理能力が大きく影響するが、カキのように収穫期間が短く青果しか使えない場合は加工期間の短さも製造量を制限する要因となっている。そのため、カキ「富有」の加工品製造にあたっては原料果実の貯蔵による加工期

間の延長が必要となっている。

カキの貯蔵技術として、果実を1果ずつポリエチレン袋で個包装し、低温と組み合わせた長期貯蔵技術に関する報告がある(樽谷1960, 文室・蒲生2002, 平・今井2007)。福岡県においては、このようなカキ「富有」の長期貯蔵は既に実用化されており、11月下旬に収穫された果実を0.06mm厚ポリエチレン袋に密封個包装し、-1.5℃で貯蔵することで翌年2月末まで「冷蔵富有」として市場出荷している。また、「冷蔵富有」では市場流通中や棚もち中の品質保持を図るため、荷姿は全て個包装としており、数10kg単位での簡易包装は実用化されていない。

そこで、カキの加工期間の延長を目的に、これまで市場流通向けカキに用いられている貯蔵技術や近年商品化が進んでいる新規段ボール資材等を利用し、加工用規格のカキ「富有」の簡易貯蔵技術について検討した。また、加工原料として用いられるカキは、傷や害虫被害など、青果流通用の果実と品質面で大きく異なるため、このような品質が貯蔵性に及ぼす影響についても調査した。

材料および方法

* 連絡責任者

(資源活用研究センター流通・加工部: babanori@farc.pref.fukuoka.jp)

受付2014年8月1日; 受理2014年11月17日

1 供試果実

2011年11月30日にJA筑前あさくらで集荷されたカキ「富有」の加工用規格 700kg (約 2,300果) を供試した。果実の生産者は 8名で、試験区間での品質差を少なくするため、各試験区に平均的に振り分けた。

2 試験区

(1) コンテナ無袋区

最も簡易な貯蔵方法として、プラスチックコンテナ (52×36×30cm, 横面は網目状) にカキ約22kg (18~20果×4段) を直接詰めた。

(2) コンテナ+ポリエチレン大袋区 (以下、ポリエチレン大袋区)

(1)と同じプラスチックコンテナに 0.05mm厚ポリエチレン大袋 (90×100cm) を内装し、大袋中にカキ約22kg (18~20果×4段) を詰めた。袋上部は、外気の流入を避けるために十分捻り、さらにガムテープで固定した。

(3) 高気密性段ボール区

段ボールのライナー部分にプラスチックフィルムが貼り付けられた出荷容器 (36×30×24cm) を用いた。この容器はトーカンパッケージ株式会社よりカキ出荷用として販売されているもので、カキ約10kg (9~11個×3段) を詰め、気密性を保つために箱の上下はガムテープでH張りした。

3 貯蔵方法

福岡県農業総合試験場 (福岡県筑紫野市) の定温庫を用い、0℃または-1℃設定で貯蔵した。貯蔵期間は集荷翌日の12月1日から1月26日までの8週間とした。これは、現在の加工期間である1.5カ月間 (11月中旬から12月下旬) を2倍の3カ月間 (11月中旬から1月中旬) に延長するのに必要な貯蔵期間である。

4 調査方法

(1) 梱包内ガス濃度

TCDガスクロマトグラフ (ジーエルサイエンス社製) により測定した。測定は2反復とし、各区とも上から2

段目の中央付近の果実間にシリコンチューブを挿し込んでガス抜き口を設置し、シリンジにより内部の雰囲気ガスを採取し、貯蔵期間を通じ継時的に測定に供した。

(2) 果肉硬度、軟化果および果実軟化率

果肉硬度は、果実を赤道部で分割し、ヘタ側の断面について対角2点を竹村電機製作所製果実硬度計 (FHR-5型, 直径5mm円柱プランジャー使用) により測定し、その平均値を用いた。調査は貯蔵開始時、貯蔵2, 4, 6, 8週目に実施した。貯蔵2週目以降の調査においては、各調査日にコンテナ無袋区およびポリエチレン大袋区で各1コンテナ、高気密性段ボール区で2箱を開梱し、その中から1試験区あたり60果を無作為に選び調査に用いた。

軟化果は、果肉硬度が0.8kg未満の果実を軟化果とした。これは、原料果実をはく皮、スライスする場合に用いる小型機械への差し込み易さや製品歩留まりから判断した。果実軟化率は、調査果実に占める軟化果の割合とし、JA担当者からの聞き取り等により果実軟化率の許容範囲を20%以下とした。なお、冷蔵貯蔵後の果実を販売する場合、出庫後に果肉硬度が低下するという報告があるが (平野ら 1988)、本報告は加工用果実が対象であり、実際の加工施設では大型冷蔵庫が利用可能であること、加工処理量に見合った量のカキを冷蔵庫から取り出せることなどの理由から、出庫後の日持ち性については検討しなかった。

(3) 軟化に及ぼす果実品質の影響

貯蔵8週目までにポリエチレン大袋区で軟化が認められた42果について果実品質を調査した。果実品質の判定は、貯蔵開始時における傷 (生育途中についた古い傷、収穫・出荷時に付いた新しい傷)、カメムシ被害、果頂部開き、汚損、着色異常化 (赤、青)、ヘタスキ、スス病、炭そ病、変形等の有無をもって、果実の外観や内部観察から軟化の主要因を判別した。

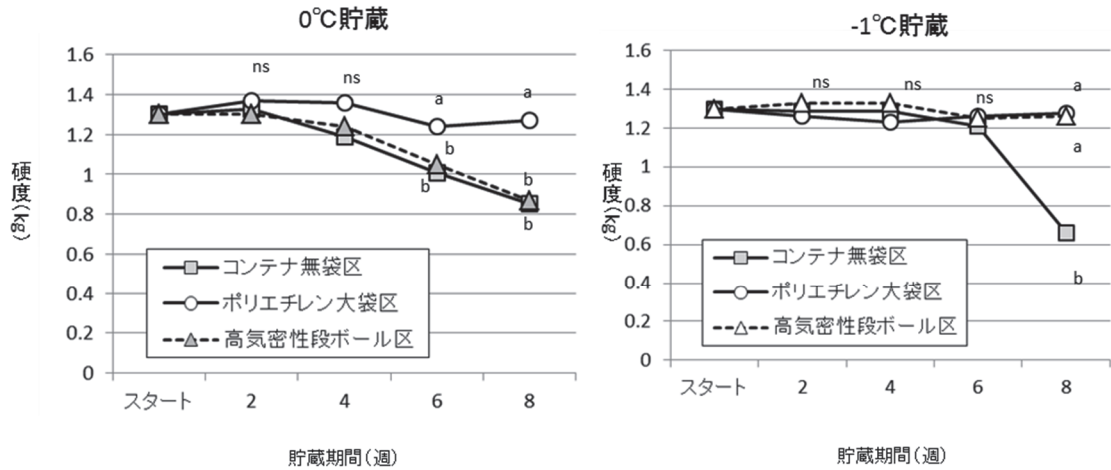
結果

1 貯蔵中の梱包内ガス濃度

各試験区における梱包内ガス濃度を第1表に示した。

第1表 貯蔵中の梱包内ガス濃度(%)

試験区	貯蔵期間									
	1週		2週		4週		6週		8週	
	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂
0℃貯蔵										
コンテナ無袋区	0.5	19.5	0.3	20.2	0.2	19.7	0.5	19.5	0.2	19.7
ポリエチレン大袋区	6.4	9.4	10.7	2.5	6.6	9.4	13.3	1.8	12.2	0.2
高気密性段ボール区	2.7	19.4	2.3	19.8	2.7	19.4	2.5	19.5	4.9	16.6
-1℃貯蔵										
コンテナ無袋区	0.5	19.0	0.3	20.8	0.2	20.0	0.3	20.0	0.3	20.5
ポリエチレン大袋区	6.4	9.4	9.6	5.8	6.4	10.3	11.7	2.0	9.1	1.8
高気密性段ボール区	2.1	19.9	2.3	19.8	2.7	19.9	2.1	19.5	3.9	17.3



第1図 貯蔵中の果肉硬度

1) 各貯蔵温度の同一貯蔵期間における異符号間に5%水準で有意差があり、nsは有意差がないことを示す (Tukey)

コンテナ無袋区では、貯蔵温度および貯蔵期間に関わらず、炭酸ガス 0.2～0.5%、酸素19.0～20.8%と大気に近い値を示した。ポリエチレン大袋区では、貯蔵1週目より炭酸ガス濃度は6%以上となり、酸素濃度も低下した。貯蔵6週目以降になると酸素は0°C貯蔵で1.8～0.2%、-1°C貯蔵で2.0～1.8%となり、この時の炭酸ガス濃度はそれぞれ13.3～12.2%および11.7～9.1%であった。高気密性段ボール区では、貯蔵6週目までは貯蔵温度に関わらず炭酸ガス濃度は2.1～2.7%、酸素濃度は19.4～19.9%であり、貯蔵8週目では炭酸ガス濃度が0°C貯蔵で4.9%、-1°C貯蔵で3.9%まで増加し、両温度区で酸素濃度が17%程度まで低下した。このように、高気密性段ボール区ではコンテナ無袋区よりも炭酸ガスの蓄積等が若干認められたものの、ポリエチレン大袋と比較すると炭酸ガス濃度は低く、酸素濃度は高かった。

2 貯蔵中の果肉硬度および果実軟化率の変化

貯蔵中の果肉硬度を第1図に、果実軟化率を第2表に示した。コンテナ無袋区では、0°Cで貯蔵した場合、貯蔵期間が長くなるほど果肉硬度がゆるやかに低下した。貯

蔵6週目には果肉硬度は1.0kgとなり、その時の果実軟化率は35%となった。-1°Cで貯蔵した場合、貯蔵6週目までは果肉硬度を維持し、果実軟化率も10%以下で品質を保つことができた。しかし、貯蔵8週目には果実の一部が凍結し果肉硬度が急激に低下し、果実軟化率も68%と最も高くなった。ポリエチレン大袋区では、貯蔵温度に関わらず、貯蔵8週目までの果肉硬度は1.2kg以上を保持した。果実軟化率は貯蔵6週目までは10%以下で推移したが、貯蔵8週目は0°C貯蔵で16.7%、-1°C貯蔵で15.0%とやや増加した。高気密性段ボール区では、0°Cで貯蔵した場合、貯蔵期間が長くなるほど果肉硬度が低下し、果実軟化率も貯蔵8週目は50%まで高くなるなどコンテナ無袋区と同等の結果を示した。-1°C貯蔵の高気密性段ボール区では、果肉硬度は8週目まで低下しなかったが、果実軟化率は8週目に21.7%まで増加し本研究における果実軟化率の許容範囲を下回った。

3 貯蔵開始時の果実品質が軟化に及ぼす影響

最も貯蔵性が高かったポリエチレン大袋区において、軟化が発生した42果の果実品質を調査した結果を第3表に示した。軟化の要因として最も多かったのは炭そ病罹

第2表 貯蔵中の果実軟化率 (%)

試験区	貯蔵期間				
	スタート	2週	4週	6週	8週
0°C貯蔵					
コンテナ無袋区		11.7	11.7	35.0	48.3
ポリエチレン大袋区	6.7	1.7	10.0	8.3	16.7
高気密性段ボール区		5.0	20.0	30.0	50.0
-1°C貯蔵					
コンテナ無袋区		8.3	10.0	10.0	68.3
ポリエチレン大袋区	6.7	6.7	5.0	6.7	15.0
高気密性段ボール区		9.8	5.0	8.3	21.7

1)各調査における全果実数のうち、果肉硬度が0.8kg以下の果実数割合

第3表 果実品質が軟化の発生に及ぼす影響

果実品質	軟化果実数 (果)
炭そ病	28 (66.7)
収穫、出荷時の傷	9 (21.4)
ヘタスキ+スス病	4 (9.5)
果頂部開き大	1 (2.4)

1)PE大袋区において軟化した42果について調査
2)カッコ内は発生割合%



第2図 加工用規格果実(例)

- 1) 左: 炭そ病罹病果で病斑が拡大し軟化した果実
2) 右: 果頂部が開き、内部に水分が入りやすい状態

病果(第2図, 左)で6割以上を占めた。カメムシによる吸汁は果実軟化の要因としては認められなかった。

傷果, カメムシ被害果, 炭そ病罹病果, ヘタスキ果について, 果実からのエチレンガスの発生の有無について補足的に調査したところ, 炭そ病罹病果ではほとんどの果実においてエチレンの発生が認められたが, それ以外の障害果ではエチレンの発生は認められなかった。また, 傷果や果頂部が開いた果実(第2図, 右)は水分の侵入により組織が崩壊しており, 腐敗の発生とともに果実の軟化が認められた。

考 察

MA包装は, 野菜や果実の品質保持手法の一つとして広く利用されている。一般に, 梱包内が低酸素, 高炭酸ガス条件下になると青果物の呼吸が抑制され, 内容成分や物性の保持に効果的なことが知られている。樽谷(1960)は数種のフィルムを用いてカキの冷蔵試験を行い, カキ「富有」には0.06mm厚のポリエチレンフィルムによる個包装が最も適切で, その際の最適ガス組成は炭酸ガス濃度5~10%, 酸素濃度5%前後であると報告している。また, 平野(1988)は11月中旬に収穫されたカキ「富有」を0.06mmポリエチレンフィルムで個包装し, 約4カ月間貯蔵後も十分市場出荷可能な品質を保ち, その場合のガス組成は炭酸ガス濃度5~7%, 酸素濃度2~4%で推移したと報告している。加工用規格のカキを対象とした本報告のポリエチレン大袋包装では, 貯蔵初期より炭酸ガスは6%以上蓄積し, 貯蔵終了時期には低酸素・高炭酸ガス状態となった。6, 8週目のガス濃度は樽谷(1960)や平野(1988)らが最適とするガス濃度よりも高炭酸ガス・低酸素状態となり生理障害等の発生が懸念されたが無機呼吸によるアルコール臭等は認められず, 実用上問題はないと考えられた。これらの結果より, ポリエチレン大袋包装は無袋コンテナや高気密性段ボールよりも高炭酸ガス・低酸素状態となり, 最もMA効果が高い貯蔵方法であることを明らかにした。

平野ら(1988)は, 個包装のコストを低減するため青果用の果実80個をポリエチレン大袋で密封包装し貯蔵60日まで小売り可能な商品性を認めている。本研究で行っ

たポリエチレン大袋包装は, 外気の流入を防止するため捻り止めをしっかりと行う事でヒートシールを行わなくても十分なMA条件を確保できることを明らかにした。このことは, ヒートシール作業に係る設備投資や人件費の削減に繋がり, 原料単価が安い加工用果実の貯蔵技術として有効であると考えられた。また, 高気密性段ボールは個包装に比べて低コストで梱包作業も簡単であるため, 実用的な貯蔵形態の一つとして考えられる。高気密性段ボールによる青果物の品質保持効果については池田・茨木(2003)の報告がある。彼らは, 高気密性段ボールにブロッコリーを入れ, 15°Cで保存すると, 箱内の酸素濃度が10~12%, 炭酸ガス濃度が9~12%となり, ブロッコリーの品質保持に有効なMA条件が得られたと報告している。しかし, 筆者らが行った実験では, 高気密性段ボール区では十分なMA条件は得られず, 池田・茨木らの結果と異なった。この結果の違いは, ブロッコリーとカキ「富有」の呼吸量が大きく異なることに起因すると推察された。すなわち, 10°Cにおける呼吸量は, ブロッコリーで約250mgCO₂/kg/hr(池田・茨木1999), カキ「富有」で約7.5mgCO₂/kg/hr(平野ら1988)であり, カキはブロッコリーと比較して呼吸量が非常に小さいことが明らかにされている。さらに筆者らの試験では貯蔵温度を0°Cまたは-1°Cとしたためカキの呼吸量は一層抑制されたものと考えられた。そのため, プラスチックフィルムが貼り付けられ, ガスの透過を抑制しているものの, 完全に密封できていない10kg詰め段ボールでは, 樽谷らや平野らが示す炭酸ガス濃度および酸素濃度には達しなかったものと考えられた。

一方, 高気密性段ボールは透湿性を制御することができ, カキ「中谷早生」の軟化抑制に効果的であったとの報告がある(志水ら2008)。中野ら(2001)は, カキ「刀根早生」の収穫後の軟化には水ストレスによって誘導されるエチレンが関与しており, 有孔ポリエチレン包装による水分蒸散抑制はエチレン生成の誘導と軟化果実の発生を効果的に抑制すると報告している。本報告においては, コンテナ無袋区と高気密性段ボール区との間で水分の蒸散抑制程度が異なるものと推察されるが, 貯蔵中の果実硬度に差はなく, 今後さらに詳細な検討が必要と考えられる。

食品を0°C以下, 氷結点以上のマイナス領域で食品を保存する技術が山根(1982)より提唱され, 「氷結貯蔵」技術としてナシ等で実用化されている。イチゴでは, 0°Cよりも-1°Cで貯蔵した方が目減り, 果皮の色調, 腐敗等の面において品質面で優位であることが明らかになっている(王ら1997)。本報告では, 高気密性段ボール区において, 0°Cでは4週目までしか果肉硬度の低下を抑制できなかったものの, -1°Cでは貯蔵8週目まで硬度を維持できた。これは, マイナス域における呼吸抑制効果により, わずか1°Cの温度差でも貯蔵効果が高い事を示したものと考えられた。しかし, -1°Cで貯蔵した場合, コンテナ無袋区では8週目に果実の一部が凍結した。コンテナ無袋区の凍結状態について観察したところ, 冷気が

果実に直接あたったり、果実表面に霜が付着しやすいコンテナ上部およびサイド側の果実が多く凍結していた。一方、 -1°C で貯蔵したポリエチレン大袋区および高气密性段ボール区では、梱包内部に付着した結露が凍結したものの、果実の凍結は全く認められなかった。

本実験で用いた定温庫では、 -1°C に設定した場合の温度変動幅（測定は庫内上部）は約 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ であったが、冷凍機付近の温度は局部的に -1.5°C 以下となり果実の凍結に繋がったと考えられた。このような温度ムラは一般の定温庫でも発生するため、果実の凍結を防ぐためには、本報告の結果と同様にフィルムや段ボールの活用により直接冷気との接触を避けることが有効であると考えられた。

加工用規格のカキは、食味や栄養成分は十分であるにも関わらず青果流通に向かない果実で、病害果や虫害果、傷果など様々な品質の果実が混在している。炭そ病と軟化に関連し、Tani (1963)は、炭そ病菌が果実に侵入することでカキ自体が2種の組織軟化酵素を生成して軟化を引き起こすと報告している。本報告では 0°C または -1°C の低温条件下であったため追熟生理による軟化は抑制することはできたが、炭そ病罹病果についてはこれら酵素の影響により軟化が進行したものと考えられ貯蔵用果実には不適であると考えられた。また、小田・小玉 (1963)はカキの汚損果は雲形型、破線型、黒点型などに分類でき、黒点型に病原菌が関与しその多くが炭そ病罹病果であったと報告している。このことから、黒点型汚損果を目視で選別することで貯蔵開始時に炭そ病罹病果の混入を防止できると考えられた。

本研究では、加工機械の適用性やJA担当者への聞き取りから、加工用規格カキの果肉硬度は 0.8kg 以上、果実軟化率は 20% 以下を目標とし、 10kg 以上の果実を簡易に貯蔵する技術の実用性を検討した。その結果、カキ「富有」の加工用規格果実を 0.05mm 厚ポリエチレン大袋に詰め、上部をしっかりと捻り止めし、 0°C または -1°C で貯蔵すると8週間果実軟化率を抑制でき加工原料としての品質を保持できた。コンテナ無袋および高气密性段ボールの場合、 0°C 貯蔵で4週目、 -1°C では6週目までが貯蔵限界であると考えられ、貯蔵期間が短い場合の導入は可能と考えられた。実際の現場ではこれらの技術を適宜組み合わせることで低コストで簡易な貯蔵を実現でき、これまでの加工期間を現状の1.5カ月から3カ月まで延長できる。さらに、貯蔵ロスを低減するためには、炭そ病罹病果、収穫傷や果頂部が開いた果実を貯蔵開始時に

目視で取り除くことが有効であると考えられた。

本研究は平成23年度果実加工需要対応産地育成事業「新需要開発型」で実施した。

引用文献

- 福岡県(2013)福岡県食糧・農業・農村の動向—平成24年度農業白書—: 8.
- 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.
- 平野稔彦・山下純隆・茨木俊行・松本明芳・姫野周二・濱地文雄(1988)西南暖地における甘カキの簡易貯蔵技術の確立. 福岡農総試研報B-7: 41-46.
- 池田浩暢・茨木俊行(1999)輸送振動がブロッコリーの呼吸速度および内容成分に及ぼす影響. 福岡農総試研報18: 76-79.
- 池田浩暢・茨木俊行(2003)気密性を高めた段ボールによるブロッコリーの品質保持. 福岡農総試研報22: 52-55.
- 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.
- 小田道広・小玉孝司(1979)カキの黒点汚染果に関与する炭そ病菌ほかとその発生生態. 奈良県農業試験場研究報告10: 53-63.
- 王 世清・田中俊一郎・守田和夫・田中史彦(1997)イチゴの貯蔵に関する基礎的研究. 農業施設27: 207-215.
- 志水基修・播磨真志・小役丸孝俊(2008)透湿性を制御した段ボール箱による「中谷早生」カキの軟化抑制. 日本包装学会誌17: 275-283.
- 平 智・今井絵里子(2007)プラスチック包装したカキ「平核無」樹上脱渋果の長期貯蔵性について. 日本保蔵学会誌33: 255-259.
- 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.
- Toshikazu Tani (1963) Tissue-softening enzymes in the kaki fruit softened by the invasion of *Gloeosporium kaki*. 日食病報 XXVIII(4): 187-194.
- 山根昭美(1982)氷温貯蔵食品の開発. 日食工試29: 736-743.