

フジコナカイガラムシ殺虫を目的とした 高濃度炭酸ガス処理がカキ果実の品質に及ぼす影響

江嶋亜祐子*・法村奈保子¹⁾・馬場紀子・塚崎守啓

タイ輸出のためのフジコナカイガラムシ殺虫を目的とした炭酸ガス (CO₂) 処理がカキ果実の品質に及ぼす影響を検討した。カキ果実に-1°C、40~60%、24~48 時間の CO₂ 処理を行い、タイへの船舶輸送 (2°C 20 日間貯蔵) とその後の店頭販売 (15°C 5 日間保存) を想定した条件下で経時的に果実硬度および Brix を測定した。また、カキ果実に発生する CO₂ 障害を調査するとともに食味を評価した。「富有」を CO₂ 処理後に無包装のまま 2°C で 20 日間貯蔵した場合、果実硬度は CO₂ 濃度に関わらず低下した。一方、ポリエチレンフィルム袋 (PE) で包装した場合、2°C 貯蔵後の果実硬度は 60% 24 時間の CO₂ 処理区では低下したが、50% および 40% CO₂ 処理区では低下は認められず、その後 15°C で 5 日間保存しても果実硬度の低下は緩やかであった。また、「太秋」に 50% 24 時間の CO₂ 処理を行った後、PE 包装した場合は果実硬度の低下は認められなかった。いずれの品種においても果実表面の変色を伴う CO₂ 障害や異臭は認められなかったことから、50% 24 時間の CO₂ 処理後に PE 包装すると、果実品質が低下しないことが明らかとなった。40% 24 時間で CO₂ 処理を行った「富有」をタイへ船舶輸送し、現地における着荷時の果実品質を調査した結果、タイ到着時に果実硬度を維持できた。このことから、フジコナカイガラムシ殺虫を目的としたカキ果実に対する炭酸ガス処理は、タイへの船舶輸送に適用可能であることが実証された。

[キーワード: カキ, 炭酸ガス, 果実品質, 輸出, フィルム包装]

Influence of High Carbon Dioxide Treatment on Quality of Persimmon Fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) for Disinfestation of Japanese Mealybug (*Planococcus kraunhiae*). ESHIMA Ayuko, Naoko NORIMURA, Noriko BABA and Morihiro TSUKAZA KI (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 2:52-57(2016)

The influence of several different carbon dioxide treatments for the disinfestation of Japanese mealybug (*Planococcus kraunhiae*) on the quality of persimmon fruits for export to Thailand was studied. Assuming exportation from Japan to Thailand, persimmon fruits were treated with carbon dioxide (CO₂: 40 to 60%) at -1°C for 24 and 48 hours, and then stored at 2°C for 20 days (corresponding to period of transshipment to Thailand), and subsequently stored at 15°C for 5 days (corresponding to period of holding in retail store in Thailand), while measurements of fruit firmness, Brix, CO₂ injury and palatability were made over time. After all concentrations of CO₂ treatment, fruit firmness of 'Fuyu' fruits that were not polyethylene (PE) film-packed decreased after 20 days at 2°C. Fruit firmness of PE film-packed 'Fuyu' fruits after 40% and 50% CO₂ treatment was not lowered after a period of 20 days at 2°C whereas that for 60% CO₂ treatment was decreased. However, fruit firmness with former treatments decreased gradually over 5 days at 15°C. PE film-packed 'Taishu' fruits after 50% CO₂ treatment for 24 hours maintained almost the same fruit firmness. From these results, 40 to 50% CO₂ treatment for 24 hours seemed to be a suitable method for maintaining fruit quality of PE film-packed persimmon fruits because of less external CO₂ injury of skin and malodor. 'Fuyu' fruits were treated with 40% CO₂ for 24 hours, and actually transshipped to Thailand. Fruit firmness was not lowered after transshipment to Thailand. In conclusion, transshipment of persimmon fruits from Japan to Thailand would be possible after 40% CO₂ treatment for disinfestation of Japanese mealybug.

[Key words : persimmon fruits, carbon dioxide, fruit quality, export, film packaging]

緒言

カキ果実はタイの熱帯果実にはない食味であり、特に日本産の果実はタイ人消費者から人気が高い ((独) 日本貿易振興機構 2010) 。一方、日本から青果物などを輸出する場合は、輸出相手国の植物検疫の条件に適合させる必要があり、タイにカキ果実を輸出する際は日本で検査を受けて植物検疫証明書を添付することで輸出できる (植物防疫所 2010) 。

カキ果実のへた部にはフジコナカイガラムシが生息していることが多いが、検疫でフジコナカイガラムシの生息が確認された場合は輸出することができない。このことが日本産カキ果実輸出の大きな障害となっている。その対策として、福岡県農林業総合試験場では低温と炭

酸ガス (CO₂) くん蒸を組み合わせたフジコナカイガラムシの殺虫技術を開発し、特許出願した (馬場ら 2012) 。本技術は-4°C~4°Cに調整できるくん蒸施設内に甘ガキをいれ、CO₂濃度30~60%、処理時間24~48時間でくん蒸すること (以下、CO₂処理) を特徴としている。さらに特許の共同出願者である昭和電工ガスプロダクツ株式会社は殺虫効率と処理コストを検討したうえで農薬登録申請を行い、CO₂がカキ果実のフジコナカイガラムシに対する農薬として登録されている ((独) 農林水産消費安全センター 2015) 。CO₂の使用量は「くん蒸中のCO₂濃度が約40%程度を維持するに必要な量」としている。この登録により、フジコナカイガラムシの効率的な殺虫方法が可能になるとして産地から期待されている。

*連絡責任者 (流通・加工部: aeshima@farc.pref.fukuoka.jp)

1) 現 福岡県福岡農林事務所

受付2015年 8月 3日; 受理2015年11月19日

本技術はフジコナカイガラムシ殺虫を目的に開発されたものであるが、CO₂処理がカキ果実の品質に及ぼす影響についての詳細な検討は行われていない。CO₂が果実品質に及ぼす影響について、土田ら（2011）はCO₂濃度60%および40%で24時間処理することより、ナシの「幸水」および「豊水」では果実硬度の低下が、リンゴの「ふじ」では果実の内部褐変と空洞化といったCO₂障害が発生することを報告している。一方、カキ果実のCO₂処理については、25℃前後に加温した処理庫内に渋ガキを入れて100%のCO₂を封入する脱渋法が一般的に行われている（小川ら 2011）。この方法で渋柿はCO₂処理後に軟化が進行するが、フィルム包装することにより果実硬度の低下が抑制されることが知られている（平 2009）。甘ガキについては、長期貯蔵中に雰囲気ガスのCO₂濃度が高くなりすぎると果頂部に鉢巻状の褐変障害が現れることが知られている（樽谷 1961）。

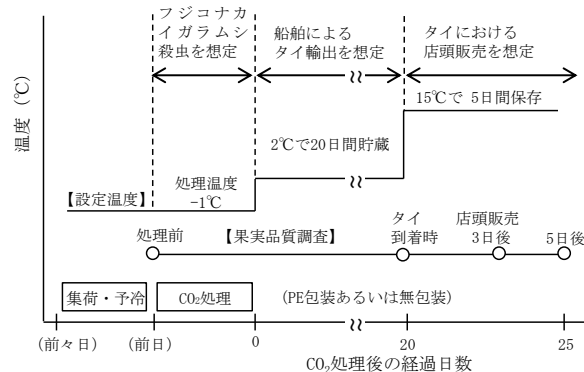
そこで、本研究では室内試験およびタイへの輸送試験において、CO₂処理条件がカキ果実の品質に及ぼす影響を検討し、CO₂処理した果実品質の経時的変化について明らかにした。

材料および方法

1 CO₂処理の濃度と処理後のフィルム包装がカキ「富有」の果実品質に及ぼす影響

2011年11月28日に福岡県朝倉市で集荷されたカキ「富有」を供試した。選果後直ちに福岡県農林業総合試験場に搬入し、試験実施まで-1℃で予冷した。CO₂処理は一晩予冷したカキ果実 120果をアクリル樹脂製チャンパー（幅 650mm×奥行 550mm×高さ 650mm）に入れ、ガス混合装置（昭和電工ガスプロダクツ（株）製）を用いてチャンパー内の濃度が40, 50, 60%になるようにCO₂を通気して密閉し、-1℃の恒温庫内で24時間ないし48時間保持してフジコナカイガラムシを殺虫した後、チャンパーを開放した。なお、無処理区は大気条件でチャンパーにカキ果実を入れて密閉した。チャンパー内には送風用ファン（オリエンタルモーター（株）製：ACプロペラファン、20W/h）を設置し、1時間につき5分間ガスを攪拌した。経時的にチャンパー内のガスを採取し、O₂/CO₂分析器（Check Point II, Dansensor社製）を用いてCO₂濃度および酸素（O₂）濃度を測定した。CO₂処理区におけるチャンパー内のCO₂濃度が設定値から2%以上低下した場合はCO₂を再充填し、設定値の濃度まで上昇させた。

チャンパー解放後、直ちに果実を取り出し、無包装またはポリエチレンフィルム（PE：厚さ0.06mm、縦200mm×横150mm）で1果ずつ密封包装した後、5kg詰めダンボール箱（縦325mm×横455mm×高さ98mm）に1段詰めした。船舶による輸送を想定して2℃で20日間貯蔵し、さらに店頭販売を想定して15℃で5日間保存した（第1図）。経時的に果実硬度、Brixおよび袋内ガス濃度を測定し、CO₂障害、開封時の異臭および食味を調査した。果実硬度は、果実赤道部でへた側と果頂側に切断し、へた



第1図 タイへの船舶輸送を想定した設定温度と果実品質調査（室内試験）工程

1) CO₂処理を24時間とした場合の最短の日程

側の断面を果実硬度計（FMH-5,（株）竹村電機製作所製、プランジャー：直径 5mmの円筒型）を用いて測定し、対角 2点の平均値を 1果の硬度とした。Brixは、果実をすりおろしてガーゼで絞り、得られた果汁をBrix計（PAL-1,（株）アタゴ）で測定した。袋内ガス濃度は、無処理区とCO₂濃度40%24時間処理区および50%24時間処理区において前述のO₂/CO₂分析器を用いて測定した。

CO₂障害は、果頂部付近の鉢巻状の変色の有無を調査した。PE包装開封時の異臭は、「強く感じられる」を3、「感じられる」を2、「わずかに感じられる」を1、「感じられない」を0とした。食味は、評価に熟練した当試験場流通加工関係職員 6～8名で行った。処理前の果実を3として、「優れる」を4、「やや劣る」を2、「劣る（食用可）」を1、「食用不可」を0とした。

2 CO₂処理がカキ「太秋」の果実品質に及ぼす影響

2012年10月14日に福岡県朝倉市で集荷された「太秋」および対照として11月28日に集荷された「富有」を供試した。-1℃、50%24時間のCO₂処理を行った果実をPEで包装し、2℃で20日間、さらに15℃で5日間保存した。経時的に果実硬度および袋内ガス濃度を測定し、CO₂障害およびPE包装開封時の異臭を調査した。

3 CO₂処理がタイへ輸出したカキ「富有」の品質に及ぼす影響

2013年11月25日に福岡県朝倉市で集荷された「富有」を供試した。-1℃で予冷後、筑前あさくら農業協同組合のカキ選果場に設置されたフジコナカイガラムシ殺虫試験用CO₂処理施設（外寸：幅3.3m×奥行3.0m×高さ2.5m：（株）前川製作所）を用いて-1℃、40%24時間のCO₂処理を行った。この施設はパネル式冷蔵庫にCO₂濃度と温度等の制御装置（昭和電工ガスプロダクツ（株）製）が付属し、カキ果実を一度に1.4トン処理する能力を有する。PEで包装した後10kg段ボール箱（縦358mm×横313mm×高さ228mm）に3段詰めし、選果場内の冷蔵庫内に保存した。検疫後、20フィート冷蔵コンテナに積み込み、トラックで博多港まで輸送した。12月1日に博多港を出港し、12月13日にバンコク入港、12月19日に着荷

調査を行った。袋内ガス濃度を測定し、果実硬度、果皮色、CO₂障害およびPE包装開封時の異臭を調査した。果皮色は、カキ用カラーチャート（農林水産省果樹試験場基準）を用いて調査した。タイまでの輸送温度は温度データロガー（おんどとりTR-71U, (株) ティーアンドディー製）で、輸送振動は振動データロガー（G-MEN10α, (株) スリック製）を果実とともに段ボール箱に梱包して測定した。

結果および考察

1 CO₂処理の濃度と処理後のフィルム包装がカキ「富有」の果実品質に及ぼす影響

PEで包装しない場合、2°Cで20日間貯蔵した後の果実硬度は、無処理区に比べて60%24時間のCO₂処理区で有意に低い値を示した（第1表）。また、処理前の果実硬度（1.63kg）と2°C貯蔵後の各果実硬度でt検定を行うと、PEで包装しない場合はCO₂処理条件に関わらず5%の危険率で有意な差が認められ（データ略）、処理前に比べて果実硬度が低下したことが明らかとなった。さらに15°C保存3日後には、PEで包装しなかった全ての試験区で果実硬度が極めて低い値を示した。一方、PEで包装した場合、2°C貯蔵後の果実硬度は無処理区に比べて40%24時間処理区は高い値を示したが、40%48時間処理区および50%24時間処理区は同等であり、60%24時間処理区は低い値を示した。また、処理前の果実硬度と2°C貯蔵後の各果実硬度でt検定を行うと、60%24時間処理区では危

険率5%で有意な低下が認められたが、それ以外のCO₂処理区では低下が認められなかった（データ略）。PEで包装しない場合に観察された15°C保存中の急激な硬度低下は起こらず、5日後においても60%24時間処理区以外では処理前の果実硬度の約80%を保持していた。

播磨ら（2001）や中野ら（2001）は「刀根早生」で、文室・蒲生（2002）は「平核無」でPE包装により水分蒸散が抑制されて果実硬度が保たれることを報告している。今回、「富有」においても、PEで包装した果実は水分蒸散が抑制され、果実硬度の低下が抑えられたと推察される。一方、CO₂処理が果実硬度に及ぼす影響として、上田・白（1993）はイチゴ「宝交早生」に1°Cで20%、12~48時間のCO₂処理を行うと、果肉硬度が上昇することを報告している。渋ガキではCO₂濃度100%、24時間の脱渋処理により、果実の軟化が進行することが知られている（播磨ら 2001, 中野ら 2001, 文室・蒲生 2002）。CO₂濃度40~50%、24~48時間処理が甘ガキの果実硬度に及ぼす影響についてはこれまでに報告がない。本研究において、40%24時間処理区では2°C貯蔵後に無処理区より高い果実硬度を示したが、15°C保存3日後では無処理区と同等であった。また、40%48時間処理区および50%24時間処理区では、試験期間を通じて無処理区と同等の果実硬度であったことから、CO₂処理による果実硬度の上昇効果については判然としなかった。

Brixは、包装の有無あるいはCO₂処理条件に関わらず、試験期間を通じてほとんど変動しなかった。食味は、PEで包装しない場合ではいずれの試験区でも15°C保存5日

第1表 CO₂処理の濃度と処理後のフィルム包装がカキ「富有」の果実品質に及ぼす影響

CO ₂	処理時間	PE包装 ³⁾ の有無	果実硬度(kg)			Brix			食味評価 ⁵⁾		
			2°C ⁴⁾		15°C ⁴⁾	2°C		15°C	2°C		15°C
			20日後	3日後	5日後	20日後	3日後	5日後	20日後	3日後	5日後
無処理		無	1.09 ^{ab}	0.05 ^b	0.08 ^b	17.3	17.7	17.6	2.0	1.1	0.0
40%	24 h		1.09 ^{ab}	0.23 ^a	0.21 ^a	16.8	17.7	17.5	2.2	1.3	0.0
40%	48 h		1.42 ^a	0.24 ^a	0.21 ^a	17.4	18.0	17.4	2.1	1.2	0.0
50%	24 h		0.80 ^{bc}	0.11 ^b	0.08 ^{ab}	17.8	18.0	17.4	2.4	1.2	0.0
60%	24 h		0.42 ^c	0.09 ^{ab}	0.13 ^{ab}	17.8	17.7	17.3	2.3	1.2	0.0
		有意差	*	*	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
無処理		有	1.56 ^b	1.48	1.28 ^{bc}	17.2	16.6	17	3.0	2.7	1.9
40%	24 h		1.84 ^a	1.34	1.58 ^a	16.7	17.5	16.5	2.9	2.7	2.1
40%	48 h		1.63 ^b	1.50	1.40 ^{ab}	17.1	17.9	17.4	3.1	2.5	2.1
50%	24 h		1.76 ^{ab}	1.49	1.25 ^{bc}	17.4	17.5	16.5	3.3	2.5	2.3
60%	24 h		1.38 ^c	1.43	1.09 ^c	17.8	17.2	17.2	2.9	2.4	2.1
		有意差	*	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

1) 供試品種は「富有」、各試験区10果を調査

2) CO₂処理は-1°C

3) CO₂処理の有無に関わらず、果実は無包装、またはPE（厚さ0.06mm）で包装して保存

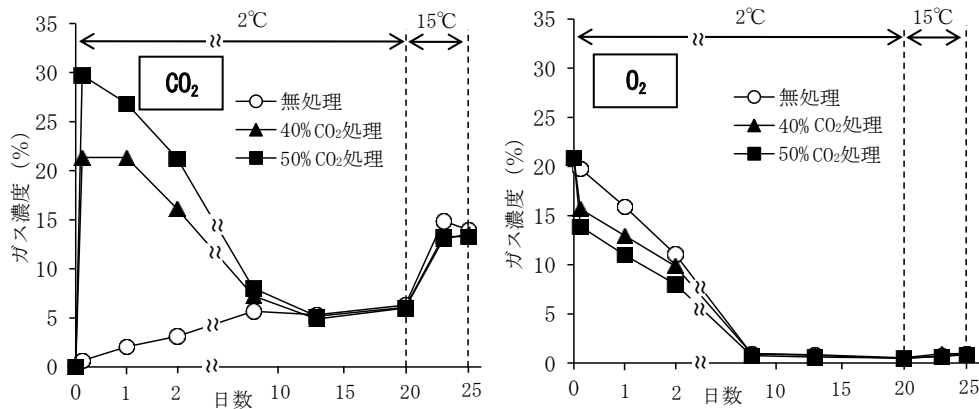
4) 2°C20日後はタイ到着時を、15°Cで3日後と5日後は店頭販売を想定して品質を調査

5) 食味は、処理前の果実を3として評価

6) 処理前の果実硬度は1.63kg, Brixは17.3

7) 果実硬度およびBrixはTuckyにより、食味評価はSteel-Dwassにより、*は5%の危険率で有意差あり、n. s.は有意差なし

8) 各検定はPE包装の有無別に行い、有意差がある場合は縦列の異アルファベットで表記



第2図 CO₂処理後の袋内ガス濃度の推移

- 1) 供試品種は「富有」，各試験区 5果を調査
- 2) CO₂処理は，-1℃，40%または50%で24時間
- 3) CO₂処理の有無に関わらず，果実はPE（厚さ0.06mm）袋で密封包装し，2℃で20日間貯蔵後に15℃で5日間保存

後では食用不可と判断されたが，これは果実の軟化が主な要因であった。PEで包装した場合には，いずれの試験区においても15℃5日後まで食用可能であった。

PEで包装した果実の袋内ガス濃度の推移を第2図に示した。袋内CO₂濃度は，無処理区ではゆるやかに上昇し，8日後には約6%で平衡に達した。15℃に保存すると，CO₂濃度は13~15%まで上昇した。平野ら（1988）の報告から，保存温度が2℃から15℃に上昇したことで「富有」の呼吸量は約3倍に増加したと推測され，呼吸によるCO₂の増加量がPEのガス透過による減少量を上回ったためと考えられる。一方，CO₂処理区では包装直後から袋内CO₂濃度が急激に上昇し，3時間後には40%24時間処理区では約20%，50%24時間処理区では約30%に達し，その後徐々に低下した。8日後以降は無処理区と同様の変化を示した。CO₂は低温では水によく溶け込むことが知られており，カキ果実においても大気中のCO₂が果実内に取り込まれる現象が確認されている（田中・佐藤 1980）。これらのことから，PE包装直後のCO₂濃度の上昇は処理中に果実内に溶解したCO₂が袋内に放出されたことによると考えられる。このようにCO₂処理直後にPE包装すると，一時的に袋内CO₂濃度が急激に高まるが，8日程度で無処理区と同等まで低下することが明らかになった。これに対し，袋内O₂濃度は50%24時間処理区，40%24時間処理区，無処理区の順に低く推移したが，8日後以降にはいずれの試験区も約1%で平衡に達した。フィルム包装内のガス濃度が平衡になる現象は，青果物では一般的にみられ（茨木ら 1997，寧ら 1997，鈴木ら 2003），いずれも包装された青果物の呼吸によるCO₂およびO₂の増減とPEのガス透過による増減が同等となり，見かけ上ガス濃度が平衡になったと考えられる。また本試験では，CO₂障害や異臭はいずれの試験区でも認められなかった（データ略）。

カキ果実のCO₂障害と異臭発生については，「富有」をCO₂濃度15~60%，O₂濃度5%の条件で0℃に貯蔵すると，2か月後から果頂部付近に鉢巻状の変色が発生すること（樽谷 1961），CO₂濃度が20%以上ではO₂濃度に関わらず

約3か月後から異臭が発生すること（田中ら 1971）が報告されている。本試験ではCO₂処理後にPE包装した果実は，包装後数日間は20~30%に，平衡に達した後も6~7%のCO₂条件下に保持されていた。このような条件でも「富有」にCO₂障害や異臭が認められなかったことは，袋内のCO₂濃度が全般的に樽谷（1961）や田中ら（1971）の設定よりも低かったためと考えられる。一般に雰囲気ガス濃度が高CO₂・低O₂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おり（山下ら 1993，石川ら 2008），これらのことからCO₂処理後に果実をPE包装することで，果実品質の低下が抑えられたと考えられる。

以上のことから，「富有」に40~50%，24~48時間のCO₂処理を行った場合，PEで包装することで果実硬度の低下が抑制された。しかし60%24時間のCO₂処理区では，PEで包装した場合でも2℃貯蔵後の果実硬度が低下した点に留意する必要がある。

2 CO₂処理がカキ「太秋」の果実品質に及ぼす影響

「太秋」に50%24時間のCO₂処理を行ってPE包装した場合，袋内のCO₂およびO₂濃度は，2℃貯蔵20日後および15℃保存3日後，5日後でそれぞれ無処理区とほぼ同等で推移した（第2表）。また，「富有」においてもCO₂およびO₂濃度は同様の変化を示すとともに，試験1に示した袋内ガス濃度（第2図）と同等の値を示した。「太秋」の果実硬度は，CO₂処理の有無に関わらず試験期間を通じて同等であった。また，処理前の果実硬度（1.23kg）と2℃貯蔵後の無処理区およびCO₂処理区の果実硬度でt検定を行うと，危険率5%で有意な差は認められなかった（データ略）。食味評価も同様の傾向であり，CO₂障害および開封時の異臭は試験終了時まで認められなかった（データ略）。以上のことから，「太秋」においても50%24時間のCO₂処理が「太秋」にも適用可能であることが明らかとなった。

第2表 CO₂処理がカキ「太秋」の果実品質に及ぼす影響

品種	CO ₂	袋内ガス濃度 (%)						果実硬度 (kg)		
		2°C20日後 ⁴⁾		15°C ⁴⁾		5日後		2°C	15°C	
		CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	20日後	3日後	5日後
「太秋」	無処理	7.5	1.2	13.2	1.1	9.9	1.8	1.16	1.20	1.02
	50%	8.3	1.2	11.7	2.4	10.5	2.0	1.18	1.17	1.24
有意差		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
「富有」	無処理	6.2	1.1	13.2	0.9	11.3	1.3	1.68	1.51	1.61
	50%	5.9	0.7	13.1	1.4	10.8	1.6	1.87	1.68	1.35
有意差		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

- 1) 供試品種は「太秋」および「富有」, 各試験区 10 果を調査
- 2) CO₂ 処理は, -1°C, 50%で 24 時間
- 3) CO₂ 処理の有無に関わらず, 果実はすべて PE (厚さ 0.06mm) で包装
- 4) 2°C20 日後はタイ到着時を, 15°Cで 3 日後と 5 日後は店頭販売を想定して品質を調査
- 5) 処理前の「太秋」の果実硬度は 1.23kg, 「富有」は 1.64kg
- 6) n. s. は t 検定により 5%の危険率で処理間に有意差なし

第3表 炭酸ガス処理がタイへ輸出したカキ「富有」の品質に及ぼす影響

CO ₂	袋内ガス濃度		果実硬度 (kg)	果皮色 (カラーチャート値)	Brix	炭酸ガス 障害	開封時 の異臭
	CO ₂	O ₂					
無処理	6.0	0.5	1.11	5.8	17.3	無	0
40%	5.4	0.9	1.58	5.5	17.2	無	0
有意差	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.		

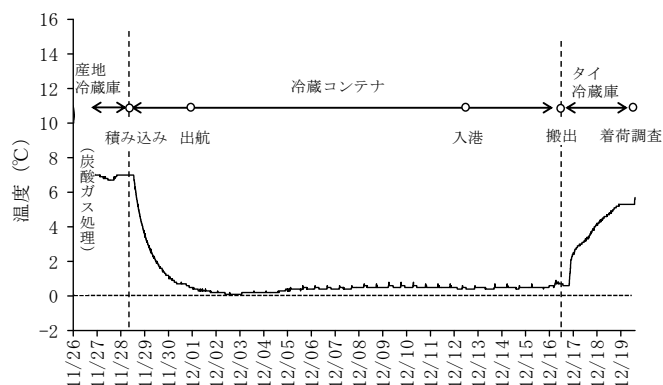
- 1) 供試品種は「富有」 (2013 年), 各試験区 10 果を調査
- 2) CO₂ 処理は, -1°C, 40%で 24 時間
- 3) CO₂ 処理の有無に関わらず, 果実はすべて PE (厚さ 0.06mm) で包装
- 4) タイ到着時の果実品質は, 2013 年 12 月 19 日 (輸送期間: 約 20 日間) に調査
- 5) 処理前の果実硬度は 1.64kg, カラーチャート値は 5.0, Brix は 16.2
- 6) *は t 検定により 5%の危険率で有意差あり, n. s. は有意差なし

3 CO₂処理がタイへ輸出したカキ「富有」の品質に及ぼす影響

福岡県朝倉市からタイまでカキ果実を船舶輸送した際の輸送温度を第 3 図に示した。CO₂処理後の果実をPEで包装後, 冷蔵コンテナ積み込みまでの約 2 日間をカキ選果場の冷蔵庫で保存した場合, 果実を梱包した段ボール箱内の温度は 7~8°Cで推移していた。冷蔵コンテナに積み込み後は温度が低下し, 積み込みから船舶による輸送を経て現地での搬出までは 18 日間を要し, 約 1°Cで安定して推移した。冷蔵コンテナから搬出後, 現地冷蔵庫内で保存した約 2 日間は箱内温度が約 5°Cまで上昇した。積み込み前 2 日間と冷蔵コンテナ内の温度低下に要した 2 日間および搬出後のタイ冷蔵庫保存期間 2 日間を除けば, 想定していた輸送条件とほぼ一致した。

輸送振動は検査や積み込み時, タイ到着後の搬出時に最大 113m/s² (11.5 G) の振動が垂直方向に観察されたが, 荷おろし作業で瞬間的に生じた振動と考えられ, 果実のつぶれや傷などは観察されなかったことから, 果実品質に及ぼす影響は少ないと考えられる (データ略)。

CO₂処理がタイ到着時のカキ果実の品質に及ぼす影響を第 3 表に示した。袋内の CO₂濃度は CO₂処理の有無にかかわらず 5~6%, O₂濃度は 0.5~0.9%で室内試験 (第 2 図) の 2°C貯蔵後と同様の結果であり, CO₂処理による影響



第3図 タイ輸送時の温度の推移

- 1) 福岡県朝倉市からタイ (バンコク) まで輸送
- 2) 温度データロガーは果実を梱包した段ボール箱内に固定

は認められなかった。果実硬度は, 無処理区と比べて CO₂ 処理区では高い値を維持した。処理前の果実硬度 (1.64 kg) とタイ到着時の無処理区および CO₂ 処理区の各果実硬度で t 検定を行うと, 処理前に比べて無処理区では危険率 5% で有意な果実硬度の低下が認められたが, CO₂ 処理区は同等であった (データ略)。室内試験 (第 1 表) の 40% 24 時間の CO₂ 処理区でも, タイ到着時を想定した 2°C 貯

蔵後の果実硬度は無処理区より高い傾向にあったが、この輸送試験においてはタイ到着時の無処理区の果実硬度が室内試験より大きく低下した。この輸送中に無処理区の果実硬度が低い値を示した理由については今後の検討を要する。果皮色については無処理区と比べてCO₂処理による影響は認められなかった。CO₂障害およびPE包装開封時の異臭は、CO₂処理の有無にかかわらず認められなかった。以上のことから、40%24時間のCO₂処理を行った「富有」は、タイ到着時に無処理区よりも高い果実硬度を保持し、タイへの船舶による輸出が果実品質面では十分可能である。なお、今回の着荷調査では店頭販売期間における果実品質の変化は調査していないため、今後の実証が必要である。

本報では、フジコナカイガラムシ殺虫を目的したCO₂処理がカキ果実の品質に及ぼす影響を調査し、タイへの輸送試験により室内試験で得られた知見を実証した。カキ果実の品質に影響しない適正なCO₂濃度の範囲(40~50%)を示したことはCO₂殺虫技術の改良において重要な知見である。このCO₂処理による殺虫技術は「富有」および「太秋」に適用可能であり、実際にタイへ輸送して果実品質を保ったまま輸送できることを実証したことにより、日本産カキの輸出拡大による生産農家の所得向上が期待できる。

本研究は、農林水産省・新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「カキの輸出を強力に推進するフジコナカイガラムシ殺虫装置と混載型輸送技術の開発」により行われた。

引用文献

- 馬場紀子・法村奈保子・江嶋亜祐子・服部良隆・中山孝・羽野秀樹・則松新介・矢野貴久(2012) 甘柿果実の炭酸ガスくん蒸方法および甘柿果実の炭酸ガスくん蒸装置. 特許公開2013-243937
- 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. 園芸学会雑誌71(2):300-302.
- 播磨真志・中野龍平・山内勸・北野欣信・久保康隆・稲葉昭次・富田栄一(2001) 種々の保存温度下における有孔ポリエチレン包装によるハウス栽培カキ「刀根早生」果実の軟化抑制. 日本食品保蔵科学会誌27(6):325-330.
- 平野稔彦・山下純隆・茨木俊行・松本秋芳・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. 第2報 貯蔵温度及び包装個数と貯蔵性. 福岡県農業総合試験場研究報告7:41-46.
- 茨木俊行・池田浩暢・太田英明(1997) 収穫時期が葉ネギの呼吸速度、化学成分および鮮度保持に及ぼす影響. 日本食品保蔵学会誌23(2):77-82.
- 石川豊・北澤裕明・桑名陽子・高砂健(2008) フィルム包装によるオウトウの鮮度保持効果. 日本食品保蔵学会誌34(6):311-316.
- 中野龍平・播磨真志・久保康隆・上田悦範(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. 園芸学会雑誌70(3):385-392.
- 独立行政法人日本貿易振興機構(2010) 日本産および日系企業現地生産品小売での販売動向-タイ国内の小売店における日本産、日系企業の現地生産品、他国産の競合状況. 独立行政法人日本貿易振興機構, 東京, <https://www.jetro.go.jp/world/asia/th/foods/trends/1012002.html> (2015年4月20日閲覧).
- 独立行政法人農林水産消費安全技術センター(2015) 農薬登録情報提供システム. 独立行政法人農林水産消費安全技術センター, 東京, https://www.acis.famic.go.jp/index_kensaku.htm (2015年4月20日閲覧). 登録番号:17890
- 寧波・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔(1997) チュウゴクナシ「鴨梨」果実の高濃度炭酸ガスおよび低濃度酸素環境に対する生理的反応. 園芸学会雑誌 66(3・4):613-620.
- 小川正毅・石崎政彦・角田秀孝・山内勸・中村義彦・竹本昇・辻本雅宏・黒田喜佐雄・岩本和彦・松本善守・小野良允・澤村泰則・大西豊・植田重孝(2011) カキ「平核無」および「刀根早生」のCTSD炭酸ガス脱渋法の実用化. 園芸学研究10(3):295-301.
- 鈴木芳孝・岡林秀典・石川豊・今堀義洋・上田悦範(2003) 新簡易包装(パーシャルシール包装)によるニラの鮮度保持技術の開発. 日本食品保蔵学会誌29(3):141-146.
- 植物防疫所(2010) 諸外国に植物等を輸出する場合の検査条件一覧(早見表):貨物編. 植物防疫所, 横浜, <http://www.maff.go.jp/pps/j/search/detail.html> (2010年6月10日閲覧).
- 平智(2009) カキ果実の脱渋機序の解明ならびに長期貯蔵に関する研究. 日本食品保蔵科学会誌35(1):29-35
- 田中喜久・青柳光昭・佐藤治郎(1971) 農産物の低温貯蔵(特集), CA貯蔵. 冷凍 46(527):870-874.
- 田中喜久・佐藤治郎(1980) 青果物の貯蔵に関する研究(第9報)カキ果実の¹⁴C₂取り込み. 愛知県農業総合試験場研究報告12:186-192.
- 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. 園芸学会雑誌 30(2):95-102.
- 土田聡・中村ゆり・羽山裕子・村井保・中田健・望月雅俊(2011) 高温・高濃度炭酸ガスくん蒸の殺虫効果とリンゴ・ナシ果実品質への影響. 農業技術研究機構果樹研究所研究報告12:15-26.
- 上田悦範・白晋和(1993) 高濃度炭酸ガス短期間処理がイチゴの硬度とエステル生成に及ぼす影響. 園芸学会雑誌 62(2):457-464.
- 山下市二・永田雅靖・高麗朴・黒木利美(1993) ブロッコリーのMA包装における温度条件が品質に及ぼす影響. 日本食品工業学会誌40(11):764-770.