

# かき「刀根早生」の海上輸送による米国向け 輸出時の品質保持マニュアル



和歌山県果樹試験場かき・もも研究所

(令和5年1月作成)



## 目次

はじめに	.....	1
「刀根早生」の米国への海上輸送を成功させる重要ポイント	.....	2
「刀根早生」の米国向けの最適な輸送マニュアル	.....	3
補足資料		
1.かき果実の軟化とは	.....	8
2.軟化抑制技術について	.....	9
3.低温障害について	.....	10
4.最適輸送温度	.....	11
5.1-MCP 処理の効果	.....	12
6.防湿段ボールの効果	.....	13
7. MA 包装の利用	.....	14
8.黒変果の発生と対策	.....	15

## はじめに

国産の農林水産物・食品の輸出額は令和3年度に1兆円を突破し、海外での販路拡大にかかる期待は益々大きなものとなっています。輸出における輸送手段は、航空便による空輸と船便による海上輸送があります。空輸は、輸送期間が短く小ロットでも対応可能であるもののコストが高くなります。一方で、リーファーコンテナによる海上輸送は、大量輸送が可能でコストを低く抑えることが可能です。ただし、輸送期間が長く、青果物では輸送期間中の品質保持が必要となります。

和歌山県におけるカキ果実の主な輸出先は香港、タイ、シンガポールなどの東南アジア地域で、「刀根早生」を中心とした輸出が行われています。さらに平成29年には、米国へのカキ果実の輸出が解禁され、新たな市場として期待されています。米国へは、海上輸送により現地での販売開始までに1か月程度の長期間を要していることから、その間の品質保持技術が必要不可欠となっています。

そこで、和歌山県農林水産業競争力アップ技術開発事業の一部として米国向け輸出時の品質保持技術の確立に取り組み、その成果を『かき「刀根早生」の海上輸送による米国向け輸出時の品質保持マニュアル』としてとりまとめました。本マニュアルが本県産のカキ輸出拡大の一助となるようご活用いただければ幸いです。

### 《使用にあたっての留意点》

- 1)本マニュアルは、かき・もも研究所で実施した試験結果をもとに作成しています。
- 2)本マニュアルは、米国等の遠方諸外国へのカキの海上輸送時の品質保持を目的に作成しています。
- 3)すべて使用者の責任において使用・活用して下さい。

## 「刀根早生」の米国への海上輸送を成功させる重要ポイント

1. 脱渋と同時に 1-メチルシクロプロペン(MCP)処理
2. 選果・梱包後、直ちに 0℃環境へ移行
3. 販売開始まで 0℃を維持
4. 収穫から 1 か月以内に販売を開始する

# 「刀根早生」の米国向け海上輸送マニュアル

## ① 米国輸出用かき果実の生産

米国向け輸出用果実の生産にあたっては以下の点について遵守する必要があります。

- ・米国向けかきの生産地域及び生産園地の登録
- ・米国向けかき防除プログラムに基づいた栽培管理
- ・生産園地の管理に係る記録の作成、保管等

## ② 収穫・出荷

果頂部カラーチャート値(平核無用)4程度の果実は日持ち性が高く、着色の進んだ果実や傷果、病虫害被害果は軟化しやすいため混入に注意し、集荷当日に収穫してください。

## ③ 脱渋・1-MCP(メチルシクロプロペン)処理

脱渋は炭酸ガスを用いたCTSD脱渋法(CO<sub>2</sub>>95%、25℃、16~20時間)により行います。

鮮度保持剤である1-MCP(濃度1ppm)を脱渋と同時に処理します。現在、1-MCP処理は取扱い代理店の技術員が実施しています。



脱渋と1-MCPの同時処理

・米国への海上輸送では**1-MCP処理が必須**です。1-MCP処理を行わなかった場合、輸送後に急速に軟化が生じますが、処理を行うことで到着後7日程度軟化を抑制することが可能です(図1)。

1-MCPとは、エチレンの阻害剤で、成熟ホルモンであるエチレンの作用を一定期間完全に抑えることができます。かき果実の軟化はエチレンが密接に関係しており軟化抑制に効果的です。

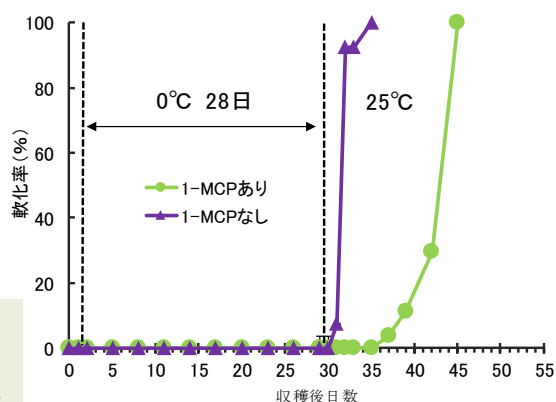


図1 1-MCP処理の有無が「刀根早生」輸出時の軟化に及ぼす影響(2019)

#### ④ 脱渋処理終了後 1 日程度静置

Point!

解説

脱渋処理終了直後の梱包はへた周辺部の黒変を生じやすくなります。脱渋時の CO<sub>2</sub> が影響するため、果実に吸収された CO<sub>2</sub> が放出されるまで静置します。

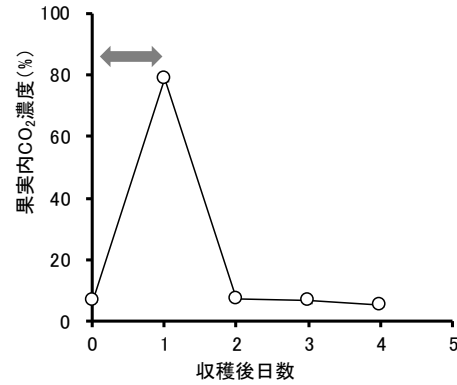


図 2 果実内の二酸化炭素濃度の推移 (2021)  
矢印は脱渋・1-MCP 処理の期間を示す

#### ⑤ 選果・防湿段ボールへ梱包

輸送期間が長くなると果実の重量減少が著しくなります。防湿段ボールは果実の目減りを抑制する効果があります。(MA 包装等の包装資材を用いる場合は、黒変が生じやすいため、直ちに低温環境へ移行することが必須です。)



選果・梱包

25℃以上の高温を避け保管

Point!

梱包～0℃移行までの期間を可能な限り短縮

Point!

梱包～0℃移行までの期間は、黒変発生を避けるため 25℃以上の高温を避け保管することが重要です。

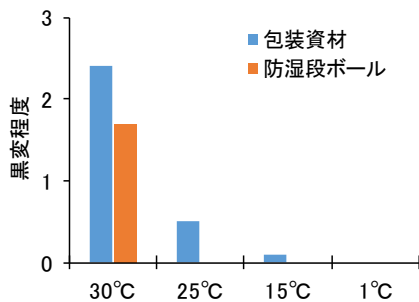


図 3 温度・梱包資材別の黒変程度 (2019)  
※黒変程度は 0(無)～3(甚)の 4 段階評価  
※脱渋・1-MCP 処理直後の果実を梱包し 7 日後に調査  
※包装資材はポリエチレン大袋(折りたたみ)

解説

## ⑥ 検疫



検疫

Point!  
検疫後は直ちに0℃へ移行

解説

常温下では1-MCPの効果が徐々に消失するため、梱包～0℃移行までの期間を可能な限り短縮することが重要です。1-MCP処理によって得られる軟化抑制効果の持続期間は、0℃輸送前後の常温(25℃)期間あわせて7日程度です。

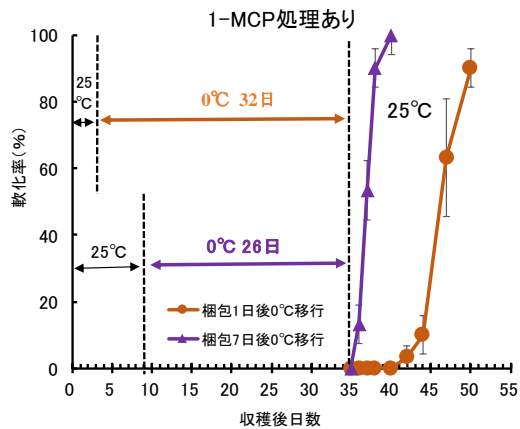


図4 0℃移行時期の違いが「刀根早生」の果実軟化に及ぼす影響(2021)

## ⑦ 0℃設定のリーファーコンテナへ搬入

1-MCPによる軟化抑制効果を維持するためには、国内輸送を含め0℃を維持することが重要です。困難な場合は、選果・梱包後からリーファーコンテナ搬入までの期間を短縮するためにスケジュール管理を徹底する必要があります。



リーファーコンテナへの搬入

Point!  
販売開始まで0℃維持



解説

★温度管理

- ・販売開始まで一貫した **0°C** 管理が重要です。
- ・0°C以外の温度では低温障害による軟化が生じやすくなります。

★販売までの期間

- ・0°Cを維持した場合でも1か月を超えると低温障害による軟化が生じるため、**収穫から販売開始までの期間は1か月以内**とする必要があります。

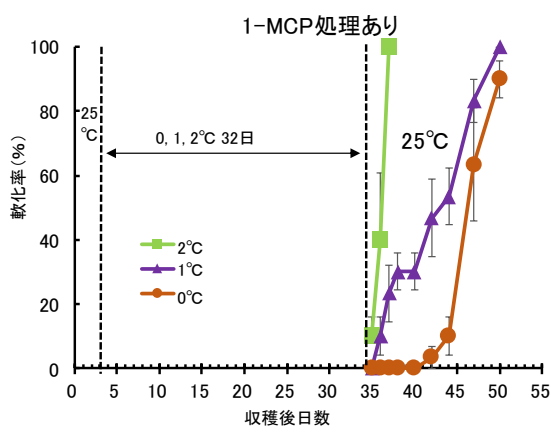


図 5 輸送温度 (0, 1, 2°C) の違いが「刀根早生」の果実軟化に及ぼす影響 (2021)

⑧ 海上輸送 (0°C)



⑨ 現地到着後 0°C保管



現地での搬出

⑩ 販売開始

現地到着後 25°Cで7日程度、5°Cで14日程度販売可能です。

解説



店頭での販売

0°C輸送後は、25°Cで7日程度、5°Cで14日程度、軟化果実の発生を10%以下に抑制することができます (図 6)。しかし、15°Cでは低温障害の症状が顕著に現れ日持ち日数が短くなります。

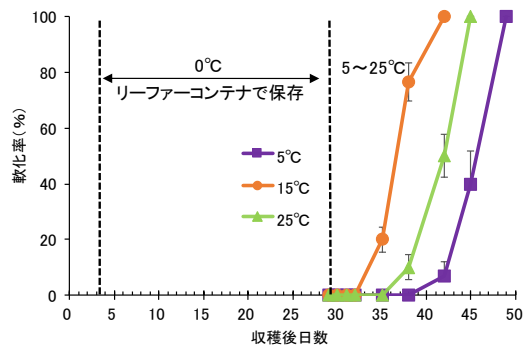


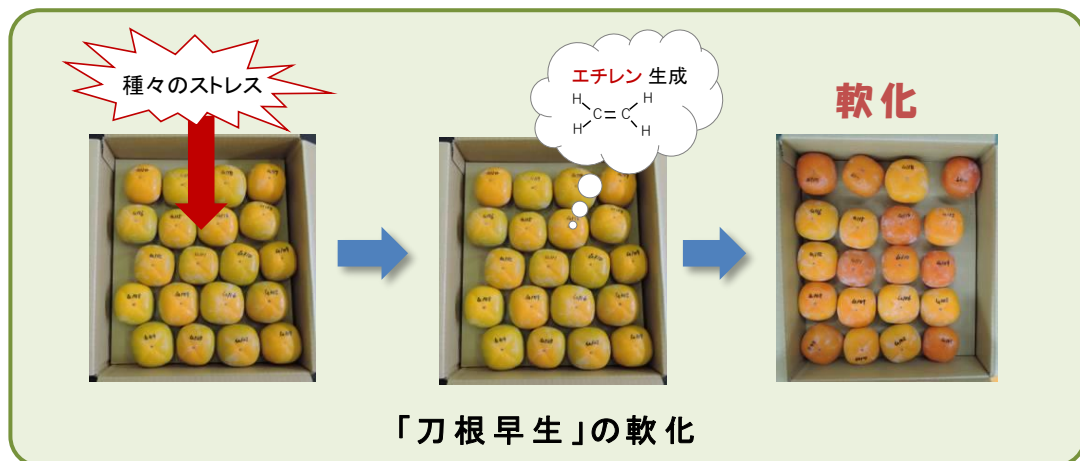
図 6 0°C輸送後の温度 (5, 15, 25°C) の違いが「刀根早生」の果実軟化に及ぼす影響 (2022)

## 補足資料

## 1:かき果実の軟化とは

収穫後のかき果実の品質劣化のうち最たるものは軟化で、長期輸送時の課題となります。軟化は様々なストレスによって生じたエチレンが、エチレン受容体と呼ばれるタンパク質に結合することで細胞壁分解酵素などが働き引き起こされます。エチレンを誘導する主なストレスとして、以下のものがあげられます。

- I. 水分ストレス・・・収穫後のヘタからの水分損失によるストレス
- II. 炭酸ガスストレス・・・脱渋(渋がき)や密封包装時の炭酸ガスストレス
- III. 低温ストレス・・・低温貯蔵中の低温遭遇や低温貯蔵後の常温移行時の温度変化によって生じるストレス



## 2:軟化抑制技術について

これまでかき果実の軟化抑制について様々な検討が行われています。主な技術として以下のものがあります。

### ①低透湿性(防湿)段ボール

9月の高温期に収穫されるカキ果実は収穫後のへたからの水分損失がストレスとなりエチレンを生成します。このエチレンが急速な軟化を引き起こします。防湿段ボールは、水分損失を抑制しエチレンの発生を抑えることで、軟化の発生を軽減します。また、長期の輸送では果実重量の目減りを抑制する効果もあります。



防湿段ボール

### ②1-MCP(1-メチルシクロプロペン)

1-MCPはエチレンの作用阻害剤で、果実のエチレン受容体に結合することで成熟・老化を抑制します。無色・無臭の気体で、洗がきでは脱洗と同時に大量処理することができます。

### ③MA(Modified Atmosphere)包装

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の呼吸とのバランスにより、密封フィルム内に低 $O_2$ ・高 $CO_2$ 条件を作り品質保持期間を延長する技術です。‘富有’などの甘がき品種の長期貯蔵で用いられます。密封包装後、常温下ではガス障害などが生じる場合があるため、包装後は直ちに低温環境に移行する必要があります。



MA包装  
(ポリエチレン個包装)

### ④低温環境

低温は呼吸活性をはじめとした様々な代謝を抑制します。青果物の品温を収穫後にできるだけ早く下げ、流通期間を通じ一貫して低温に保つことは品質劣化の抑制と販売可能期間の延長に重要です。ただし、温度によって低温障害を生じる場合があるため注意が必要です(次項参照)。

### 3:低温障害について

青果物は、低温輸送（貯蔵）中に低温障害を生じ、急速に品質が低下する場合があります。かき果実でも低温障害がみられ、その症状は果肉がゴム質化し、やがて水浸状に軟化します（図 7）。5℃前後の温度帯で特に発生が著しくなります。0℃付近の温度は 5℃に比べ発生は軽減されますが、常温移行後に低温障害の症状を示す場合があります。早生品種ほど短期間の低温遭遇で発現する傾向がみられます（表 1）。また、低温障害による軟化は、エチレン依存性と非依存性の両方の軟化メカニズムが存在することがわかっています。そのため、1-MCP 処理で完全には抑制できません。したがって、**低温障害が発生しない温度管理を維持することが重要**です。



図 7 低温障害症状（左）と成熟に伴う軟化果実（右）

表 1 品種別の低温遭遇期間と低温障害発生の関係<sup>※1</sup>

品種名	5℃	0℃貯蔵期間			
		10日	20日	30日	60日
中谷早生	20日 <sup>※2</sup>	○ <sup>※3</sup>	△	×	×
刀根早生	25日	-	○	△	×
平核無	25日	-	-	○	○

※1 脱渋処理のみの果実を供試した

※2 5℃貯蔵中に低温障害による軟化が発生するまでの日数

※3 ○: 常温移行後7日以上軟化せず低温障害症状を示さない

△: 常温移行後急速に軟化し、低温障害症状を示す場合がある

×: 常温移行後急速に軟化し、ほとんどの果実で低温障害症状を示す

## 4:最適輸送温度

1か月程度の輸送期間における**最適な輸送温度は0℃**です(図8、9)。2~10℃の温度では低温障害による軟化が顕著に生じます。1℃は0℃にくらべ出庫後(現地到着後常温に戻した場合)に低温障害を生じやすく、軟化果実の増加も早くなります(図9)。0℃でも輸送期間が1か月を超えると低温障害を生じやすくなるため注意が必要です。また、-2℃程度になると果実が凍結するため注意してください。

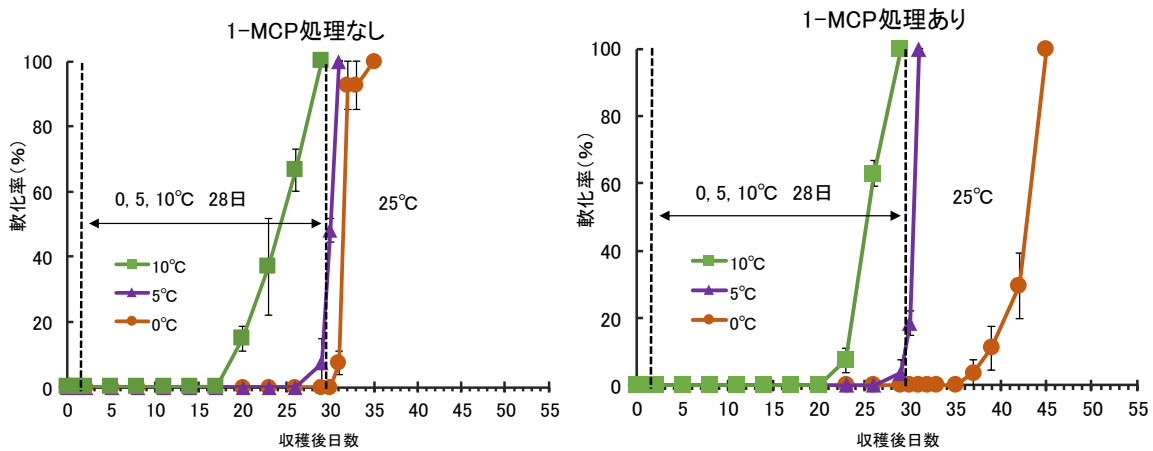


図8 輸送温度(0, 5, 10℃)および1-MCP処理の違いが「刀根早生」の果実軟化に及ぼす影響(2019)

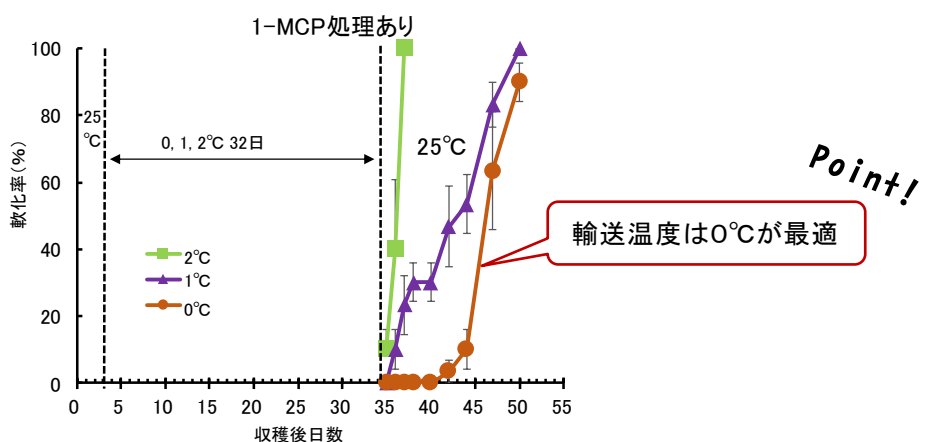


図9 輸送温度(0, 1, 2℃)の違いが「刀根早生」の果実軟化に及ぼす影響(2021)

## 5:1-MCP 処理の効果

脱渋と同時に1-MCP(1ppm)を処理し、1か月程度の輸送期間を0℃で維持した場合、現地到着後の常温下で5~7日程度軟化を抑制することが可能です(図8~11)。1-MCP処理によって得られる**軟化抑制効果の持続期間は、0℃輸送前後の常温(25℃)期間あわせて7日程度**であるため、選果・梱包後に可能な限り早く0℃環境に移行することが重要です。例えば、選果・梱包後7日間常温下で保管したのち0℃で輸送した場合、現地到着までに1-MCPの効果が消滅し、到着直後から軟化果実が増加します(図11)。

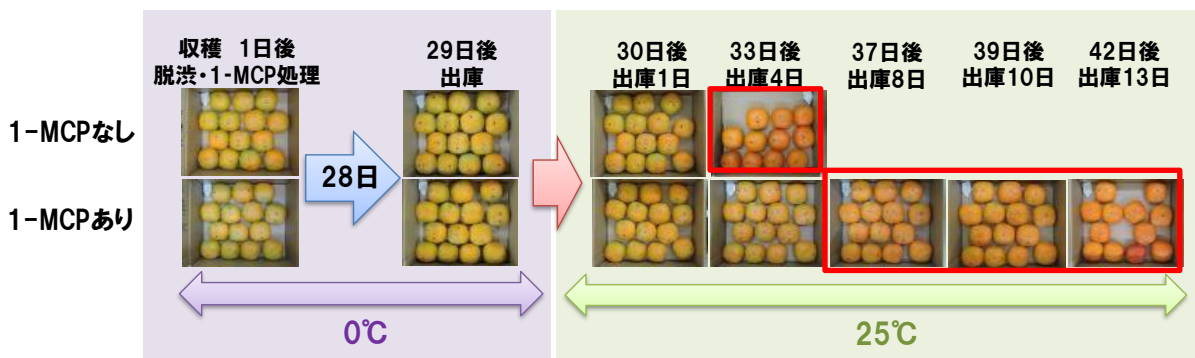


図 10 0℃での果実軟化の推移(2019)  
赤枠内は軟化が生じはじめる

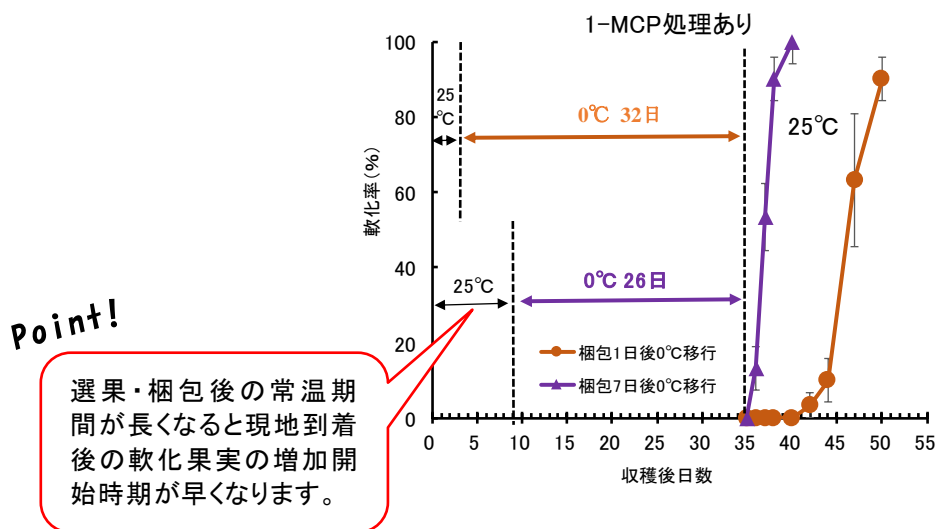


図 11 0℃移行時期の違いが「刀根早生」の果実軟化に及ぼす影響(2021)

## 6:防湿段ボールの効果

長期輸送の場合、防湿段ボールは一般段ボールにくらべ軟化開始を1～2日程度遅らせます(図12)。また、果実の重量損失(目減り)を防ぐために有効です(図13)。

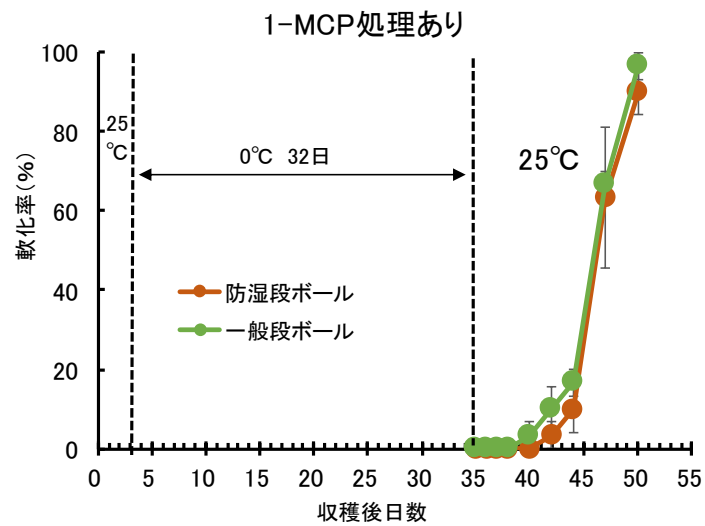


図12 段ボールの違いが「刀根早生」の果実軟化に及ぼす影響(2021)

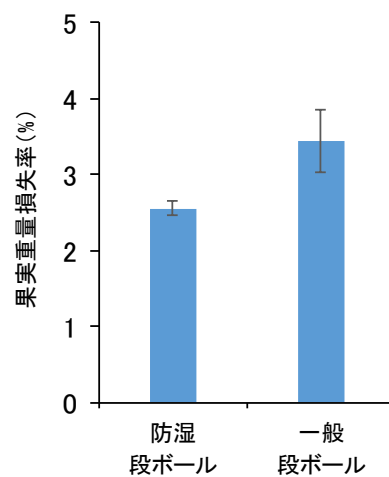


図13 段ボールの違いが「刀根早生」の重量損失に及ぼす影響(2021)



## 7:MA 包装の利用

MA 包装はポリエチレン等のプラスチックフィルムで密封し低酸素・高二酸化炭素状態を作り、低温環境で保存することで日持ち性を向上することができます。0°Cで 28 日間保存中にポリエチレンフィルムで個装した場合、25°Cに移行しても 10 日程度軟化を抑制できます(図 14)。ただしこの場合、1-MCP と併用しても相乗効果は低いです。これは、1-MCP の軟化抑制効果が得られる期間が、25°Cでは 1-MCP の処理後 7 日程度であるため、MA 包装で軟化を抑制できる 10 日間の間にその効果が消失するためと考えられます。

また、MA 包装を利用する場合は包装後直ちに低温環境に移行することが必須です。常温下ではガス障害やそれに伴う果皮の黒変発生などが問題となるため注意が必要です。

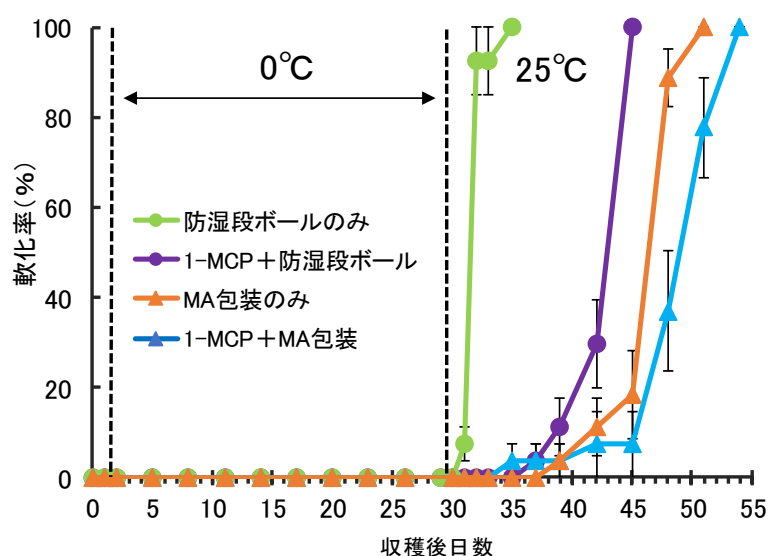


図 14 1-MCP および MA 包装が 0°C 保存後の「刀根早生」の軟化に及ぼす影響 (2019)

※MA 包装は 0°C 保存期間中に厚さ 0.06mm のポリエチレンフィルムで個装

## 8: 黒変果の発生と対策

脱渋と 1-MCP を同時処理した果実を選果・梱包後に高温下で保管するとヘタ周縁部に黒変が生じる場合があります(図 15)。これは、脱渋時に吸収された二酸化炭素と 1-MCP による障害で、特に 25℃以上の温度で発生がみられ(図 16、17)、脱渋・1-MCP 処理直後に包装資材や段ボールへの梱包を行うと発生が著しくなります。(図 18)。



図 15 二酸化炭素と 1-MCP 処理の障害による黒変果

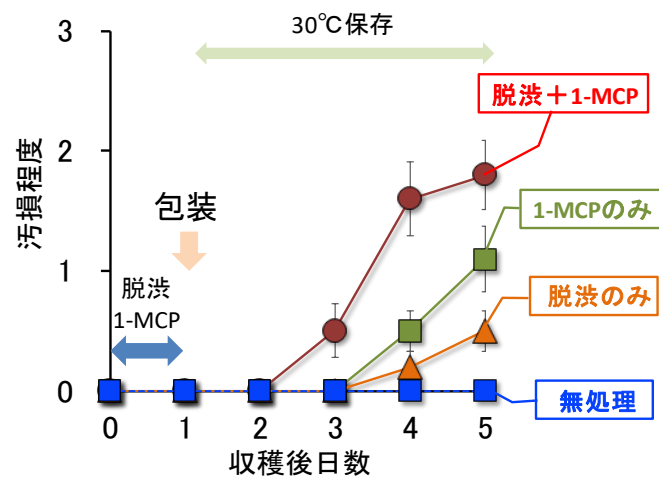


図 16 脱渋・1-MCP 処理別の黒変程度(2021)  
※黒変程度は 0(無)~3(甚)の 4 段階で評価

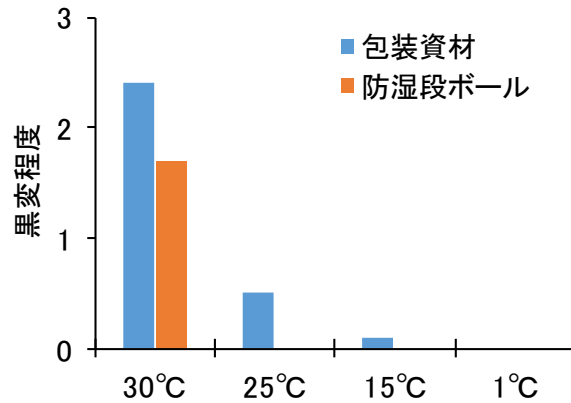


図 17 温度・梱包資材別の黒変程度(2019)  
 ※黒変程度は0(無)~3(甚)の4段階で評価  
 ※脱渋・1-MCP処理直後の果実を梱包し7日後に調査  
 ※包装資材はポリエチレン大袋(折りたたみ)

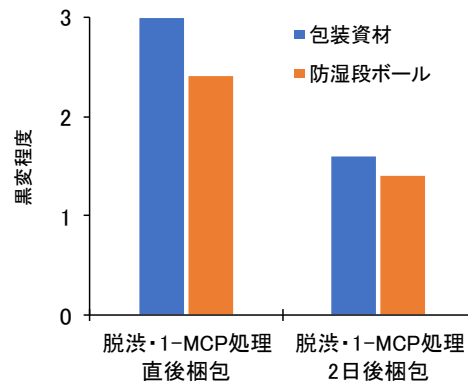


図 18 梱包時期の違いによる黒変程度(2020)  
 ※黒変程度は0(無)~3(甚)の4段階で評価  
 ※梱包後、30°Cで6日間保存  
 ※包装資材はポリエチレン大袋(折りたたみ)

### 黒変果の対策

- ①脱渋処理時に吸収された二酸化炭素が果実から放出されるまで、1日程度の間隔をあげ選果・梱包を行う。
- ②梱包後は高温を避け(段ボール箱の場合は20°C以下)保管する。

また、現地到着後の出庫時の温度変化による結露は果実表面(赤道部~果頂部にかけて)の微細な亀裂に黒変を生じる場合があるため急速な温度変化は避ける必要があります。

**《本マニュアルに関する問い合わせ》**

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 3336 TEL : 0736-73-2274

FAX : 0736-73-4690