

青果物の輸出における 腐敗・品質劣化防止の手引き



2025年3月

はじめに

我が国においては、農林水産物・食品の輸出額目標の達成を目指し、農林水産物・食品の輸出促進の取組が進められていますが、農林水産物・食品の海外への輸出は、輸送形態、輸送時間等が国内向けと大きく異なるとともに、国内では起こることがない通関上のトラブルも多いなど、特有の輸送リスクが多く存在しています。特に中小規模の輸出事業者にとっては、輸出の増加に伴い、一般的な外航貨物海上保険では対象とならない腐敗や品質の劣化、温度変化等による損害といった特有の輸送リスクによる影響が懸念されています。

このことから、農林水産省の委託により、三井住友海上火災保険株式会社及び MS&AD インターリスク総研株式会社が実施した「令和 5 年度品目団体等と連携した輸送リスク管理推進緊急実証委託事業」では、青果物の輸送中における腐敗や品質劣化等の事故要因に係るデータ収集やリスク評価等を実施するとともに、得られた知見をもとにリスクの所在やリスク低減に寄与する輸送方法・条件について検討してきました。

本手引書は、この事業を通じて得られた知見をもとに、青果物の輸出を検討・実施している事業者の皆様がリスクの所在を把握するとともに、そのリスクを低減できるように対応策をまとめたものです。

なお、輸出に際しては、本手引書で取りまとめた産地での保管段階から海外仕向港までの輸送段階のリスク以外に、海外仕向港から消費地までの現地輸送に当たってのリスクが存在しますのでご注意ください。

本手引書が皆さまの輸出に際してのリスクの低減の一助となれば幸いです。

| 注意事項 |

- 本手引書は令和 5 年度品目団体等と連携した輸送リスク管理推進緊急実証委託事業（以下「本事業」という。）により作成されたものです。本事業は、農林水産省の委託により、三井住友海上火災保険株式会社及び MS&AD インターリスク総研株式会社が実施したものであり、本手引書の内容は農林水産省の見解を示すものではありません。
- 本手引書は、本事業により令和 6 年 6 月から令和 7 年 3 月までに取得したデータや輸出事業者等へのヒアリングにより得られた情報及び過去に様々な研究者、事業者、団体等が作成した各種文献の情報を基に作成しています。過去の文献の出典は、第 II 章の各品目の対応策の最終ページに掲載しています。対応策の検討に当たっては、掲載した出典などを元に最新の情報をご確認ください。
- 本事業において取得したデータは、りんご・ぶどう・もも・かんきつ・かき・いちご・かんしょの 7 品目における産地や市場から海外仕向港までの輸送に関するデータであり、産地から市場までの国内輸送や、海外仕向港から消費地までの現地輸送のデータは取得しておりません。

| 免責事項 |

- 農林水産省及び委託事業者である三井住友海上火災保険株式会社及び MS&AD インターリスク総研株式会社は、本手引書の記載内容に関して生じた直接的、間接的、派生的、特別の、付随的、あるいは懲罰的損害及び利益の喪失については、原因の如何にかかわらず、一切の責任を負うものではありません。これは、たとえ、農林水産省及び委託事業者である三井住友海上火災保険株式会社及び MS&AD インターリスク総研株式会社がかかる損害の可能性を知らされていた場合も同様とします。
- 本手引書の記載内容、情報については、その正確性、完全性、目的適合性等を保証するものではありません。農林水産省及び委託事業者である三井住友海上火災保険株式会社及び MS&AD インターリスク総研株式会社は、本手引書の論旨と一致しない他の資料を発行している、または今後発行する可能性があります。

目次

I. 青果物の腐敗・品質劣化リスクの概要	1
1. 青果物の腐敗・品質劣化のメカニズム	1
2. 各品目における腐敗・品質劣化の主な要因の概要	2
3. 輸出の各段階における腐敗・品質劣化防止のための対策の概要	2
II. 青果物（りんご・ぶどう・もも・かんきつ・かき・いちご・かんしょ）の輸出に係る 腐敗・品質劣化リスクへの効果的な対応策	6
1. りんご	9
2. ぶどう	18
3. もも	28
4. かんきつ	38
5. かき	49
6. いちご	57
7. かんしょ	65
III. その他の留意点	73

I. 青果物の腐敗・品質劣化リスクの概要

1. 青果物の腐敗・品質劣化のメカニズム

青果物の腐敗・品質劣化に影響を与える要因はさまざまなものがありますが、主な要因は以下の通りです。

(1) 呼吸過多による品質劣化

青果物は、収穫後も生命活動を維持しており、生命活動に必要なエネルギーを獲得するため、青果物内の糖分と空気中の酸素を反応させる呼吸によりエネルギーを生み出しています。呼吸による糖分の消費が品質劣化につながるため、輸出の各段階でできるだけ呼吸を抑えるようにする必要があります。温度が高くなるほど呼吸が多くなるため、呼吸を抑制するためには温度を低く保つことが重要です。その他、低酸素・高二酸化炭素を維持することも呼吸の抑制に有効です。

(2) エチレンガスの影響による過熟

青果物をはじめとする植物の成熟ホルモンとしてエチレンガス（ C_2H_4 ）があり、大気中のエチレンガスの影響を受けて青果物の成熟が進行します。青果物を食べる際に最適な熟成度合いになるようにするためには、輸出段階の過熟を極力抑制する必要があります。青果物自体がエチレンガスを生成する機能を有しているため、エチレンガスの生成量が多い品目との混載を避ける等の工夫が必要です。

(3) 乾燥による品質劣化

青果物は、水分含量が80～95%程度と高いため、湿度が低くなると蒸散が発生します。蒸散により青果物中の水分含量が低くなると、張りや光沢の損失、しわの出現等、乾燥による品質劣化が発生します。乾燥を抑制するためには、輸出の各段階で湿度を高く保っておく必要があります。

(4) カビ等の発生・増殖による腐敗

青果物の表面や内部には、通常非病原性のカビや細菌が付着しています。収穫後しばらくはこれらの微生物の繁殖が抑えられますが、時間の経過により青果物の細胞の活性が低下すると、カビ等が繁殖して腐敗する可能性があります。

(5) 振動・衝撃による潰れ・荷傷み

青果物の貯蔵においても青果物の自重による容器や他の青果物との接触による傷み（オセ）が発生します。さらに輸送中の振動や衝撃により、容器や他の青果物との摩擦による傷み（スレ）が発生する可能性が高まります。また、海上輸送等で外気の湿度が高くなる場合は、段ボール等の容器が吸湿により強度が低下し、荷崩れが発生することも考えられます。

2. 各品目における腐敗・品質劣化の主な要因の概要

青果物は品目や品種により腐敗・品質劣化の主な要因の影響度合いが異なります。下表は本事業で対象とした青果物における各要因の影響度合いを示したものです。品種によって大きく異なる品目もありますので、あくまで目安としてください。より具体的な要因は、第Ⅱ章に記載しています。

腐敗・品質劣化の主な要因		呼吸過多	エチレン	乾燥	カビ	振動・衝撃
品目	りんご	●	●	▲	▲	▲
	ぶどう	●	▲	●	●	●
	もも	●	●	▲	▲	●
	かんきつ	▲	▲	▲	●	●
	かき	●	●	▲	▲	●
	いちご	●	▲	▲	●	●
	かんしょ	▲	▲	▲	●	▲

●：影響が大きい、▲：影響がある

3. 輸出の各段階における腐敗・品質劣化防止のための対策の概要

本事業での調査の結果、輸出の各段階において、腐敗・品質劣化を防止するために有効と考えられる主な対策は以下の通りです。各品目における具体的な対策は、第Ⅱ章に記載しています。

輸出工程	産地集荷段階					国内輸送段階					出発地（港湾等）での保管段階					海外への輸送段階（海上輸送）					海外への輸送段階（航空輸送）					
	呼吸過多	エチレン	乾燥	カビ	振動・衝撃	呼吸過多	エチレン	乾燥	カビ	振動・衝撃	呼吸過多	エチレン	乾燥	カビ	振動・衝撃	呼吸過多	エチレン	乾燥	カビ	振動・衝撃	呼吸過多	エチレン	乾燥	カビ	振動・衝撃	
腐敗・品質劣化防止策	①予冷	●									●															
	②冷蔵倉庫	●	●	●	●						●	●	●	●												
	③CA貯蔵	●		●																						
	④エチレン吸着剤		●																							
	⑤1-MCP		●																							
	⑥MA包装	●	●	●																						
	⑦防カビ剤				●																					
	⑧緩衝包装					●																				
	⑨輸出用段ボール					●																				
	⑩冷蔵トラック						●	●	●																	
	⑪固定										●					●					●					●
	⑫リーファーコンテナ															●		●								
	⑬CAコンテナ															●		●								
	⑭保冷剤																					●				
	⑮保冷容器																					●		●		

上表に記載した腐敗・品質劣化防止策の説明は、以下の通りです。

① 予冷

冷蔵倉庫等に保管する前に、あらかじめ食品自体の温度を庫内の温度まで急速に下げることが重要です。予冷を行うことで、冷蔵倉庫等での保管や輸送において青果物が適切な温度で保存され、品質や鮮度を保つことができます。予冷を行わずに冷蔵倉庫での保管や冷蔵車での輸送を行うと、設定温度に青果物の温度が到達する前に出荷されたり、仕向地に輸送されてしまうことも想定されますので、温度管理が重要な青果物において、予冷は効果的な手法です。

② 冷蔵倉庫

青果物などの温度管理が必要な物品を保存するための施設です。内部は冷却システムで温度が一定に保たれることで、鮮度を維持し、腐敗や劣化を防ぎます。業務用や物流センターに多く見られ、効率的な在庫管理や配送を支援します。冷蔵倉庫は倉庫内の温度を一定に保つものであり、内容物を冷却するものではないので、冷蔵倉庫における保管前に予冷することが望まれます。

③ CA 貯蔵 (Controlled Atmosphere Storage)

冷蔵倉庫において青果物を保存するための技術の一つです。この方法では、温度に加え、貯蔵環境の酸素、二酸化炭素を制御することで、青果物の呼吸作用を抑え、品質を保持し、保存期間を延ばすことができます。CA 貯蔵は、特にりんごなどの青果物の保存に広く利用されています。この技術により、出荷時期をずらしたり、需要に応じた供給が可能になります。

④ エチレン吸着剤

青果物の成熟を遅らせるために使用される物質です。エチレンガスは青果物の成長や熟成に関与するホルモンであり、青果物の表面から放出されます。エチレン吸着剤はこのガスを吸収し、貯蔵期間を延ばす効果があります。これにより、青果物の鮮度を保ち、廃棄ロスを減少させることが可能になります。

⑤ 1-MCP (1-Methylcyclopropene (メチルシクロプロペン))

1-MCP は、エチレンの作用を阻害する化合物で、青果物の成熟や老化を遅らせるために使用されます。特に、りんご、かきなどの保存に効果的で、エチレン吸着剤と同様に収穫後の品質保持や輸送時の鮮度維持に役立ちます。農業や食品産業で広く利用されています。

※1-MCP は農薬として扱われ、輸出先国・地域と品目により使用が制限されている場合がありますのでご注意ください。

⑥ MA (Modified Atmosphere) 包装

MA 包装とは、食品などの保存や品質保持を目的として、包装内部の気体組成を変更する技術です。通常の大気中には約 78%の窒素、21%の酸素、0.04%の二酸化炭素が含まれていますが、MA 包装ではこれらのガスの割合を調整し、酸素濃度を低下させたり、二酸化炭素濃度を上昇させたりすることで、微生物の繁殖を抑えたり、酸化を防いだりします。

⑦防カビ剤

青果物の表面に生えるカビや微生物の繁殖を抑えるために使用される化学物質です。これにより、腐敗や品質劣化を防ぎ、保存期間を延ばすことができます。様々な種類、形態の防カビ剤が開発されていますが、対象青果物や輸出先の規制に合わせたものを選択する必要があります。

⑧緩衝包装

青果物を外部の衝撃や圧力から守り、品質を維持するための包装手法です。主に、エアキャップや発泡材などを使用し、通気性を確保しつつ湿度を調整することで、腐敗や傷み（オセ・スレ）を防ぎます。これにより、輸送中や保存期間中の鮮度を長持ちさせることが可能になります。

⑨輸出用段ボール

青果物を安全に輸送するために特別に設計された包装材です。耐久性があり、通気性や耐水性に優れた素材で作られ、鮮度を保ちながら衝撃や湿気から守ります。また、積み重ねやすい形状や、輸出先の規格に合わせたサイズを選定することが重要です。環境への配慮からリサイクル可能な素材が選ばれることも増えています。

⑩冷蔵トラック

青果物などの温度管理が必要な商品を輸送するための専用車両です。内部には冷却装置が備えられ、一定の温度を維持することで、商品の鮮度や品質を保ちながら、長距離輸送を可能にします。冷凍トラックと異なり、冷蔵トラックは0℃以上の温度帯で運行されます。

⑪固定

輸送中に青果物が動かないようにするための方法です。適切な固定を行うことで、衝撃や振動による傷や損傷を防ぎ、品質を保つことができます。一般的には、パレットやネット、クッション材を使用し、安定した状態で運搬することが重要です。これにより、鮮度を維持し、廃棄ロスを減少させることができます。

⑫リーファーコンテナ

温度を制御できる冷蔵コンテナで、青果物などの温度管理が必要な貨物を輸送するために使用されます。内蔵された冷却装置により、一定の温度を維持し、品質を保ちながら長距離輸送が可能です。

⑬CA（Controlled Atmosphere）コンテナ

温度に加え、酸素濃度、二酸化炭素濃度を制御することで、果物や野菜などの鮮度を保ちながら輸送するための特殊なコンテナです。この技術により、青果物の品質劣化を防ぎ、長期間の保存が可能となります。

⑭保冷剤

冷却効果を持つ物質で構成されており、輸送中の温度変化に対抗する役割を果たします。適切な使用により、輸送中の腐敗や劣化を防ぎ、消費者に新鮮な青果物を届けることが可能になります。ただし、ドライアイスのように非常に温度が低い（ドライアイスは-79℃）ものは、青果物を凍結させてしまう可能性があるため注意が必要です。

⑮保冷容器

青果物の温度を維持し、鮮度を保つための特別な容器です。これらの容器は、断熱材や冷却装置を備え、温度変化から青果物を守ります。効率的な通気性や湿度調整機能も重要で、輸送中の品質保持に寄与します。

II. 青果物（りんご・ぶどう・もも・かんきつ・かき・いちご・かんしょ）の輸出に係る腐敗・品質劣化リスクへの効果的な対応策

<この章の見方> (1) 各品目の特徴

1. りんご

この品目の腐敗・品質劣化に関連する特徴的な事項を記載しています。

(1) りんごの特徴



【りんごの特徴】

- ・りんごにはエチレン生成量が多く、エチレン感受性が高い品種があるので、他の青果物と同一コンテナでの輸送は避けた方が良いでしょう。
- ・呼吸やエチレンガスの影響により品質劣化が進むため、収穫後、輸出の全過程で推奨温度を維持することが望まれます。
- ・その他、輸送中の衝撃や擦れにより傷や傷み（オセ・スレ）が生じる可能性があるため、緩衝材や適切な梱包を使用することも検討してください。

流通時期	9月～1月（最盛期） ^{A1)} ※1年を通じて入手できる品種があります。
推奨温度	-1℃～0℃ ^{A2)} ※温度上昇による呼吸過多に注意が必要です。
予冷の必要性	要 ※推奨温度帯を保つために必要です。
推奨湿度	85%～90% ^{A2)} ※乾燥による品質劣化に注意が必要です。
エチレン	生成量：中～多 感受性：中～高 ※品種によって大きく異なり、生成量や感受性が低い品種もあります。
産地～店頭の期限	2か月～6か月以内 ^{A2)} ※輸出の条件により異なります。

この品目の腐敗・品質劣化に影響を与える各要素について、一覧で記載しています。

<この章の見方> (2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点 (①~⑤)

(2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点

①産地集荷段階

一般的な対策

- 呼吸
- 冷蔵倉庫を使用する。
- ・推奨温度帯 (-1℃~0℃) を維持することで、糖度の低下、過熟、芯カビの発生、推奨温度帯を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。

失敗例

- 呼吸 エチレン カビ 乾燥
- 常温の倉庫を使用したため、糖度の低下/過熟/芯カビ/乾燥が発生した。
- ・収穫後すぐに冷却し、推奨温度帯 (-1℃~0℃) を維持することが必要です。
- ・湿度

事故要因

- 呼吸
- 推奨温度帯 (-1℃~0℃) からの逸脱
- ・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレングスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、芯カビ等が発生する可能性が高まります。
- ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりにすぎないよう注意が必要です。
- カビ 乾燥
- 推奨温度帯 (85%~90%) からの逸脱
- ・湿度
- ます

輸出の各段階における、腐敗・品質劣化を防止するための一般的な対策を記載しています。輸出に際し、まずはこれらの対策を検討してください。

輸出の各段階における、失敗例を記載しています。一般的な対策をとっていても失敗する可能性がある点にご留意ください。

輸出の各段階で失敗が発生した場合の要因として、多くみられるものを記載しています。

呼吸 呼吸過多、エチレン エチレングス、カビ カビの発生、乾燥 乾燥、傷み 潰れ・荷傷み

各項目のマークは、腐敗・品質劣化に影響を与える要因を示しています。

<この章の見方> (2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点 (6)

⑥ 腐敗・品質劣化リスクの更なる低減が期待される対策

エチレン

- **収穫後ただちに、10℃以下の低温で貯蔵**し、果実のエチレン生成が落ち着いた時期に 1-MCP の燻蒸処理をする。^{A5)}
- ・エチレン生成量の多い品種は、収穫直後 4℃の条件下で 24 時間 1-MCP 処理をすることで十分な効果が得られます。^{A5)}
- ・エチレン生成量が少ない品種は、収穫後 4℃で貯蔵することで収穫 3 日後の処理においても十分な効果が期待できます。^{A5)}

呼吸 エチレン カビ 傷み

- 段ボール容器、MA 包材、パルプモールドを併せて使用する。
- ・段ボール容器により通気性を確保し、MA 包材の使用によりガス組成を適切に保つことで過熟のリスクを更に軽減します。さらにパルプモールドを併用することで、荷傷み（オセ・スレ）のリスクを軽減します。

<参考>

香港、タイ、マレーシアへの輸出において、従来の包装（発泡スチロール容器とパルプモールドの併用）よりも硬度を保つことができたという実証実験の結果が報告されています。^{A6) A7) A8)}

呼吸 エチレン カビ 乾燥

- CA コンテナを使用する。
- ・**推奨温度帯 (-1℃～0℃)** したうえでガス組成を適切に保つ（低酸素、高二酸化炭素とする）ことで、過熟のリスクが更に軽減されることが期待できます。

<参考>

アクティブタイプ（窒素ガス発生装置付き）の CA コンテナに温度調整剤（約 95%）を添付して海上輸送すると良好な結果が得られたとの報告があります。^{A9)}

- ・温度 1℃、酸素濃度 5%、二酸化炭素濃度 5%を維持し、国内冷蔵倉庫でバンニング（20 品目を混載）し、22 日後のマレーシア（途中シンガポールで船載せ替え）でのデバンニングの結果、「ふじ」の品質は良好であった。

一般的な対策に加えて実施することで更に腐敗・品質劣化のリスクが低減されることが考えられる対策を記載しています。

※これらの対策の実施により、腐敗品質劣化が発生しないことを保証するものではありません。

1. りんご

(1) りんごの特徴



【りんごの特徴】

- ・りんごにはエチレン生成量が多く、エチレン感受性が高い品種があるので、他の青果物と同一コンテナでの輸送は避けた方が良いといえます。
- ・呼吸やエチレンガスの影響により品質劣化が進むため、収穫後、輸出の全過程で推奨温度を維持することが望まれます。
- ・その他、輸送中の衝撃や擦れにより傷や傷み（オセ・スレ）が生じる可能性があるため、緩衝材や適切な梱包を使用することも検討してください。

流通時期	9月～1月（最盛期） ^{A1)} ※1年を通じて入手できる品種があります。
推奨温度	-1℃～0℃ ^{A2)} ※温度上昇による呼吸過多に注意が必要です。
予冷の必要性	要 ※推奨温度帯を保つために必要です。
推奨湿度	85%～90% ^{A2)} ※乾燥による品質劣化に注意が必要です。
エチレン	生成量：中～多 感受性：中～高 ※品種によって大きく異なり、生成量や感受性が低い品種もあります。
産地～店頭の期限	2か月～6か月以内 ^{A2)} ※輸出の条件により異なります。

(2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点

①産地集荷段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■ 冷蔵倉庫を使用する。</p> <p>・ 推奨温度帯 (-1℃～0℃) を維持することで、糖度の低下、過熟、芯カビの発生、推奨湿度帯を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。</p>
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■ 常温の倉庫を使用したため、糖度の低下/過熟/芯カビ/乾燥が発生した。</p> <p>・ 収穫後すぐに冷却し、推奨温度帯 (-1℃～0℃) を維持することが必要です。</p> <p>・ 湿度が低い時期には、乾燥にも注意が必要です。</p>
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <p>■ 推奨温度帯 (-1℃～0℃) からの逸脱</p> <p>・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、芯カビ等が発生する可能性が高まります。</p> <p>・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。</p> <p>カビ 乾燥</p> <p>■ 推奨湿度帯 (85%～90%) からの逸脱</p> <p>・ 湿度が高い場合は芯カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。</p>

②国内輸送段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵車を使用する。 ・ 推奨温度帯 (-1℃～0℃) を維持することで、糖度の低下、過熟、芯カビの発生、推奨温度帯を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。 ・ 冬季は常温のトラックを使用することもあります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ アイスボックス（発泡スチロール製で微細な穴が開いており通気性があるもの）を使用する。 ■ 果実の形状に合わせたパルプモールドを使用する。 ・ 玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 気温が高い時期に常温のトラックを使用したため、糖度の低下/過熟/芯カビ/乾燥による品質劣化が発生した。 ・ 暖かい時期の輸送は特に注意が必要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ パルプモールドを使用しなかったため、玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）が発生した。 ・ 果実が荷箱内で移動する隙間を作らないことが重要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ パルプモールドのサイズにりんごが合わず荷傷み（オセ・スレ）が発生した。 ・ 王林、サンふじ：モールドのサイズにりんごが合わずモールドとりんごが干渉したことで、オセ（青果物の自重による容器や他の青果物との接触による傷み）が多く発生したとの報告があります（王林は楕円形になる傾向にあり、サンふじに比べてオセが発生しやすい状態だった）。^{A3)}
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯 (-1℃～0℃) からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、芯カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。

事故要因

カビ

乾燥

■推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱

- ・湿度が高い場合は芯カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

傷み

■果実の玉おどりや包装・容器との摩擦

- ・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

③出発地（港湾等）での保管段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵倉庫を使用する。 ・ 推奨温度帯（-1℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、芯カビの発生、推奨湿度帯を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 常温の倉庫を使用したため、糖度の低下/過熟/芯カビ/乾燥が発生した。 ・ 収穫後すぐに冷却し、推奨温度帯（-1℃～0℃）を維持することが必要です。 ・ 湿度が低い時期には、乾燥にも注意が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（-1℃～0℃）からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、芯カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・ 湿度が高い場合は芯カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

④ 海外への輸送段階（海上輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■リーファーコンテナを使用する。 ・推奨温度帯（-1℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、芯カビの発生、推奨湿度帯を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。 ・リーファーコンテナの使用は、高湿度を維持することにもつながります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パレットや積荷をコンテナに固定する。 ・玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ドライコンテナを使用したため、呼吸過多/芯カビ/乾燥による品質劣化が発生した。 ・気温が高い時期や熱帯地域への輸出（熱帯地域を通過する場合を含む）は特に注意が必要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷を固定していなかったため、荷箱が荷崩れした。 ・荒天等により波が高くなるとリスクが高まります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（-1℃～0℃）からの逸脱 ・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレングスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、芯カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりにすぎないよう注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・湿度が高い場合は芯カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦 ・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。



⑤ 海外への輸送段階（航空輸送）

りんごは、ほとんどが海上輸送のため割愛します（海上輸送 99.4%、航空輸送 0.6% ^{A4}）。

⑥腐敗・品質劣化リスクの更なる低減が期待される対策

エチレン

- **収穫後ただちに、10℃以下の低温で貯蔵**し、果実のエチレン生成が落ち着いた時期に 1-MCP の燻蒸処理をする。^{A5)}
- ・エチレン生成量の多い品種は、収穫直後 4℃の条件下で 24 時間 1-MCP 処理をすることで十分な効果が得られます。^{A5)}
- ・エチレン生成量が少ない品種は、収穫後 4℃で貯蔵することで収穫 3 日後の処理においても十分な効果が期待できます。^{A5)}

呼吸

エチレン

カビ

傷み

- 段ボール容器、MA 包材、パルプモールドを併せて使用する。
- ・段ボール容器により通気性を確保し、MA 包材の使用によりガス組成を適切に保つことで過熟のリスクを更に軽減します。さらにパルプモールドを併用することで、荷傷み（オセ・スレ）のリスクを軽減します。

<参考>

香港、タイ、マレーシアへの輸出において、従来の包装（発泡スチロール容器とパルプモールドの併用）よりも硬度を保つことができたという実証実験の結果が報告されています。^{A6) A7) A8)}

呼吸

エチレン

カビ

乾燥

- CA コンテナを使用する。
- ・**推奨温度帯 (-1℃～0℃)** したうえでガス組成を適切に保つ（低酸素、高二酸化炭素とする）ことで、過熟のリスクが更に軽減されることが期待できます。

<参考>

アクティブタイプ（窒素ガス発生装置付き）の CA コンテナに湿度調整剤（約 95%）を添付して海上輸送すると良好な結果が得られたとの報告があります。^{A9)}

・温度 1℃、酸素濃度 5%、二酸化炭素濃度 5%を維持し、国内冷蔵倉庫でバンニング（20 品目を混載）し、22 日後のマレーシア（途中シンガポールで船載せ替え）でのデバンニングの結果、「ふじ」の品質は良好であった。

⑦りんごの参考文献

- A1) Kudamononavi.com「果物情報サイト 果物ナビ」
<https://www.kudamononavi.com/zukan/apple.htm>
- A2) 相良泰行「生鮮青果物のコールドチェーンにおける温湿度管理の留意点」
https://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/sagara/lecture/023_ov-p-906-272.pdf
- A3) Wismettac フーズ株式会社「鮮度保持袋用いた先進的な取り組み（香港）」
<https://jpfruit-export.jp/pdffiles/20210201report2.pdf>
- A4) 財務省「貿易統計：船舶・航空機統計（2023年）」
<https://www.customs.go.jp/toukei/search/senkou.htm>
- A5) 岩手県農業研究センター「平成 24 年度 岩手県農業研究センター試験研究成果書」
https://www.pref.iwate.jp/agri/_res/projects/project_agri/_page_/002/004/228/h24shidou_05.pdf
- A6) Wismettac フーズ株式会社「新規個包装規格による香港向け輸送実証報告書」
https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/Wismettac%20_report04.pdf
- A7) Wismettac フーズ株式会社「新規個包装規格によるタイ向け輸送実証報告書」
https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/Wismettac%20_report02.pdf
- A8) Wismettac フーズ株式会社「新規個包装規格によるマレーシア向け輸送実証報告書」
https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/Wismettac%20_report05.pdf
- A9) 郵船ロジスティクス株式会社「「先進的輸送技術の支援」の実施報告」（2017年版）
<https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/20170424report.pdf>

2. ぶどう

(1) ぶどうの特徴



【ぶどうの特徴】

- ・ぶどうはエチレン生成量は少ないですが、感受性は品種により異なるため、他の青果物と同一コンテナで輸送する際には注意が必要です。
- ・呼吸による水分損失が多いため、輸出に係る期間を通じて適切な温度や湿度を維持することが重要です。
- ・輸送中の衝撃や振動による脱粒や潰れにも注意が必要です。

流通時期	6月～10月（最盛期） ^{G1)} ※品種や栽培地域によって5月から2月
推奨温度	-1℃～0℃ ^{G2)} ※温度上昇による呼吸過多に注意が必要です。
予冷の必要性	要 ※推奨温度帯を保つために必要です。
推奨湿度	85%～90% ^{G2)} ※乾燥による品質劣化に注意が必要です。
エチレン	生成量：無～小 感受性：無～中 ※感受性は品種等によって異なります。 <参考> 以下の報告があります。 ^{G3)} <ul style="list-style-type: none">・巨峰（種あり）：エチレンガス暴露の影響は認められない。・巨峰（種なし）：エチレンガス暴露の影響により、軟化や脱粒が発生しやすくなる。・ピオーネ：エチレンガス暴露の影響により、脱粒や腐敗が発生しやすくなる。
産地～店頭の期限	1か月以内 ^{G2)} ※品種や輸出の条件により大きく異なります。

(2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点

①産地集荷段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵倉庫を使用する。 ・ 推奨温度帯 (-1℃～0℃) を維持することで、糖度の低下、灰色カビの発生、蒸散による重量低下、脱粒等のリスクを軽減します。 ・ 推奨湿度帯 (85%～90%) を維持することで、低湿度による穂軸の褐変や果粒の萎凋 (いちよう：萎びること)、高湿度による裂果や灰色カビの発生による腐敗等のリスクを軽減します。 <p>カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 損傷果、病害果、微生物発生果を除去する。^{G4)} ・ 健全な果房に灰色カビの汚染が拡大するリスクを軽減します。 <p>乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷気の吹き出し口周辺をビニールシートで覆い、直接冷気が当たらないようにする。^{G4)} ・ 低温や風による蒸散など、果粒の萎凋が発生するリスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷気の吹き出し口近くに置かれていたため、乾燥により穂軸の褐変、脱粒が発生した。 ・ ぶどうは穂軸を通じて水分が蒸発しやすい性質があります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯 (-1℃～0℃) からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸や蒸散が増えるため、糖度の低下や重量低下が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯 (85%～90%) からの逸脱 ・ 湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

②国内輸送段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <p>■冷蔵車を使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・推奨温度帯（-1℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、灰色カビの発生、蒸散による重量低下、脱粒等のリスクを軽減します。 ・推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで、低湿度による穂軸の褐変や果粒の萎凋、高湿度による裂果や灰色カビの発生による腐敗等のリスクを軽減します。 ・輸送期間が1日以内であれば、常温トラック輸送とすることもあります。^{G4)} <p>傷み</p> <p>■紙セロハン袋・フルーツキャップを使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1房ごとに紙セロハン袋に入れた後、フルーツキャップを被せることで、脱粒やオセ（青果物の自重による容器や他の青果物との接触による傷み）、スレ（輸送中の振動や衝撃による容器や他の青果物との摩擦による傷み）等のリスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>傷み</p> <p>■フルーツキャップを使用しなかったためオセ・スレが発生した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送時の衝撃・振動への対策が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■推奨温度帯（-1℃～0℃）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度が高い場合は果実の呼吸や蒸散が増えるため、糖度の低下や重量低下が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <p>■推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。 <p>傷み</p> <p>■果実の包装・容器との摩擦</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送時の振動・衝撃を受け、包装・容器との摩擦による荷傷み（脱粒、オセ・スレ）が発生する可能性があります。

③出発地（港湾等）での保管段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵倉庫を使用する。 ・ 推奨温度帯（-1℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、灰色カビの発生、蒸散による重量低下、脱粒等のリスクを軽減します。 ・ 推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで、低湿度による穂軸の褐変や果粒の萎凋（いちよう：萎びること）、高湿度による裂果や灰色カビの発生による腐敗等のリスクを軽減します。 <p>乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷気の吹き出し口周辺をビニールシートで覆い、直接冷気が当たらないようにする。^{G4)} ・ 低温や風による蒸散など、果粒の萎凋が発生するリスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷気の吹き出し口近くに置かれていたため、乾燥により穂軸の褐変、脱粒が発生した。 ・ ぶどうは穂軸を通じて水分が蒸発しやすい性質があります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（-1℃～0℃）からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸や蒸散が増えるため、糖度の低下や重量低下が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・ 湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

④ 海外への輸送段階（海上輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リーファーコンテナを使用する。 ・推奨温度帯（-1℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、灰色カビの発生、蒸散による重量低下、脱粒等のリスクを軽減します。 ・推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで、低湿度による穂軸の褐変や果粒の萎凋、高湿度による裂果や灰色カビの発生による腐敗等のリスクを軽減します。 ・リーファーコンテナ内の湿度は、85%程度になります。^{G4)} <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷をコンテナに固定する。 ・包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥 傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■長期間の輸出により、乾燥による褐変が生じた。 <p><参考></p> <p>以下の報告があります。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・巨峰：約2週間かけてシンガポールへ輸出した際、穂軸ヘフレッシュホルダー（穂軸の先端に装着して水分を補給するためのプラスチック容器）による給水処理をせず普通段ボールで輸出した果実は、穂軸の褐変が著しかったが、穂軸に給水処理を行い防湿段ボールで輸出した果実は、穂軸の褐変が抑制され、果実外観品質が優れていた。^{G5)} <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷を固定していなかったため、荷箱が荷崩れした。 ・荒天等により波が高くなるとリスクが高まります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■推奨温度帯（-1℃～0℃）からの逸脱 ・温度が高い場合は果実の呼吸や蒸散が増えるため、糖度の低下や重量低下が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。

事故要因

カビ

乾燥

■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱

- ・湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

傷み

■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦

- ・輸送時の振動・衝撃を受け、包装・容器との摩擦による荷傷み（脱粒、オセ・スレ）が発生する可能性があります。

⑤ 海外への輸送段階（航空輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■ 常温で輸送する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上空は気温が低く、短時間の輸送となるため、常温で輸送するのが一般的です。 ・気温が高い時期は、保冷剤を使用します。ただし、ドライアイスは果実が凍る可能性があるため、注意が必要です。^{G6)} <p>傷み</p> <p>■ 紙セロハン袋・フルーツキャップを使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1房ごとに紙セロハン袋に入れた後、フルーツキャップを被せることで、脱粒やおせ・スレ等のリスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>傷み</p> <p>■ フルーツキャップを使用しなかったためおせ・スレが発生した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送時の衝撃・振動への対策が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■ 推奨温度帯（-1℃～0℃）からの大幅な逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度が高い場合は果実の呼吸や蒸散が増えるため、糖度の低下や重量低下が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。

⑥腐敗・品質劣化リスクの更なる低減が期待される対策

呼吸 エチレン カビ 乾燥

■【海上輸送】CA コンテナを使用する。

・**推奨温度帯 (-1℃～0℃)** にしたうえでガス組成を適切に保つ（低酸素、高二酸化炭素とする）ことで、過熟のリスクが更に軽減されることが期待できます。

<参考>

アクティブタイプ（窒素ガス発生装置付き）の CA コンテナに湿度調整剤（約 95%）を添付して海上輸送すると良好な結果が得られたとの報告があります。^{G7)}

・温度 1℃、酸素濃度 5%、二酸化炭素濃度 5%を維持し、国内冷蔵倉庫でバンニング（35 品目を混載）し、22 日後のマレーシア（途中シンガポールで船載せ替え）でのデバンニングの結果、品種により以下の状況であった。

- ・巨峰（種あり）：○一部脱粒はあったが、品質は良好。
- ・巨峰（種なし）：◎品質良好。脱粒もなく、完璧な状態。
- ・シャインマスカット：◎品質良好。みずみずしく脱粒もなく完璧な状態。
- ・デラウェア：×カビが発生していた。

呼吸 エチレン カビ 乾燥

■MA 包装を使用する。

・**推奨温度帯 (-1℃～0℃)** にしたうえでガス組成を適切に保つ（低酸素、高二酸化炭素とする）ことで、過熟のリスクが更に軽減されることが期待できます。

<参考>

以下の報告があります。

・シャインマスカット：収穫後約 1 か月半冷蔵倉庫（温度 0℃～1℃、湿度 80%～90%）で保存した後、リーファーコンテナ（1℃～2℃）でシンガポールに輸出（14 日間）したところ、MA 包材を使用したものの方が、通常の果実袋を使用したものよりも穂軸褐変、食味低下等の発生が少なかった（フレッシュホルダー使用のものと同程度だった）。^{G8)}

乾燥

■フレッシュホルダーによる給水処理をする。

・穂軸に水分を補給することで房全体に水分が供給され、穂軸の褐変や果粒の萎凋を抑制します。

<参考>

以下の報告があります。

- ・巨峰、ピオーネ：穂軸の褐変を抑制する効果がある。^{G9)}
- ・シャインマスカット：貯蔵期間が 2 か月以上になっても穂軸の褐変や果粒の萎凋を抑制することができる。

G10) G11)

傷み

■ストレッチフィルムでの包装や、木綿などの緩衝材を使用する。

・流通時の衝撃や振動による脱粒を防止します。

<参考>

以下の報告があります。

・ピオーネ：化粧箱の底に緩衝材（ウレタンシート）を敷き、その上に紙セロハン袋に入れたふどう果房を置く。さらに、果実をストレッチフィルムで包装したり、果実と箱との隙間に木綿等の緩衝材を挿入することで、輸送時の衝撃や振動による脱粒を防止することができた。^{G12)}

⑦ぶどうの参考文献

- G1) Kudamononavi.com「果物情報サイト 果物ナビ」
<https://www.kudamononavi.com/zukan/grape.htm>
- G2) 相良泰行「生鮮青果物のコールドチェーンにおける温湿度管理の留意点」
https://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/sagara/lecture/023_ov-p-906-272.pdf
- G3) 福岡県農林業総合試験「輸出向け農産物の品質保持の手引き」
<https://www.farc.pref.fukuoka.jp/topics/sanko/yusou/all.pdf>
- G4) 日本青果物輸出促進協議会「品質保持に向けた栽培・流通管理マニュアルⅠ」
- G5) 栃木県農業試験場「輸出に対応したぶどう「巨峰」の鮮度保持技術の開発」
https://www.agrinet.pref.tochigi.lg.jp/nousi/seikasyu/seika27/sep_027_3_02.pdf
- G6) 農林水産省（株式会社富士経済作成）「生鮮農林水産物・食品の航空輸出促進に関する調査報告書 総括編 Ⅱ. 航空輸出に係る各段階における冷蔵管理実態」
- G7) 郵船ロジスティクス株式会社「「先進的輸送技術の支援」の実施報告」（2016年版）
<https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdf/files/20170420report.pdf>
- G8) 手塚誉裕ら「ブドウ「シャインマスカット」の長期低温貯蔵における鮮度保持資材の効果」
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010937366.pdf>
- G9) 須藤貴子ら「ブドウ巨峰における機能性包装資材等の利用が輸出後の果実品質に及ぼす影響」
https://www.agrinet.pref.tochigi.lg.jp/nousi/kenpou/kp_063/kp63_01.pdf
- G10) 明石秀也「「水分補給によるブドウ「シャインマスカット」の長期貯蔵技術」
- G11) 山形県農業総合研究センター園芸試験場・果樹部「ブドウ「シャインマスカット」の穂軸からの水分補給による長期貯蔵技術」
<https://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H26/kaju/H26kaju014.html>
- G12) 高野和夫ら「ブドウ「ピオーネ」の流通過程における脱粒防止」
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010541986.pdf>

3. もも

(1) ももの特徴



【ももの特徴】

- ・ももはエチレン生成量が多く、感受性も比較的高いため、他の青果物と同一コンテナでの輸送は避けるべきです。
- ・呼吸が活発なため、輸出期間を通じて低温を維持することが重要です。ただし、ももは、2℃～5℃の低温下に1～2週間貯蔵した後、常温に戻すと低温障害が発生するため、輸出に際しては、この点にも注意が必要です。
- ・衝撃に弱く傷がつきやすいため、梱包時には十分な緩衝材を使用し、荷傷み（オセ・スレ）を防ぐ工夫が必要です。

流通時期	7月～9月（最盛期） ^{M1)}
推奨温度	-1℃～1℃ ^{M2)} ※温度上昇による呼吸過多に注意が必要です。
予冷の必要性	要 ※推奨温度帯を保つために必要です。
推奨湿度	85%～90% ^{M2)} ※乾燥による品質劣化に注意が必要です。
エチレン	生成量：中～多 感受性：小～中 ^{M3)} ※品種によって異なります。
産地～店頭の期限	1～4週以内 ^{M2)} ※品種や輸出の条件により大きく異なります。

(2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点

①産地集荷段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■ 冷蔵倉庫を使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 推奨温度帯（- 1℃～1℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、軟化、蒸散による重量低下、香気成分の変化、黒カビの発生、推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥のリスクを軽減します。 ・ 夕方に収穫する場合は、冷蔵倉庫での保管前に予冷することが望まれます。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン</p> <p>■ 冷蔵保存が長い果実を出荷したため、低温障害が発生した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 輸出期間を通じた冷蔵期間が長期にならないようにすることが必要です。海上輸送の場合は収穫後すぐに出荷する、冷蔵保存後に航空輸送する場合は常温輸送とする等、輸出に係る期間を考慮した対応が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <p>■ 推奨温度帯（- 1℃～1℃）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、黒カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 <p>※ももは、2℃～5℃の低温下に1～2週間貯蔵した後、常温に戻すと低温障害（果肉が粉質化して果汁が出にくくなり、果肉や果皮が茶色に変色する）が発生します。^{M4)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <p>■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 湿度が高い場合は黒カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

②国内輸送段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵車を使用する。 ・ 推奨温度帯（- 1℃～1℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、軟化、蒸散による重量低下、香気成分の変化、黒カビの発生、推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥のリスクを軽減します。 ・ 収穫後すぐに出荷する場合は、常温のトラックを使用します。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 緩衝材（フルーツキャップ・ウレタン）を使用する。 ・ 玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ パレット積みにする。 ・ バラ積みの場合は、人手による荷積み・荷卸しとなるため、扱いが粗雑になることがあります。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 気温が高い時期に常温のトラックで輸送したところ、果肉の軟化が発生した。 ・ 7月に産地から市場までを常温のトラック輸送とし、リーファーコンテナに積載するまでを常温としたところ、シンガポールに到着した時点で軟化が発生していたとの報告があります。^{M5)} <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 緩衝材を使用しなかったためオセ・スレが発生した。 ・ 輸送時の衝撃・振動への対策が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（- 1℃～1℃）からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、黒カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 ※ももは、2℃～5℃の低温下に1～2週間貯蔵した後、常温に戻すと低温障害（果肉が粉質化して果汁が出にくくなり、果肉や果皮が茶色に変色する）が発生します。^{M4)} <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・ 湿度が高い場合は黒カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

事故要因

傷み

■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦

・ 輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

③出発地（港湾等）での保管段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■ 冷蔵倉庫を使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 推奨温度帯（- 1℃～1℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、軟化、蒸散による重量低下、香気成分の変化、黒カビの発生、推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥のリスクを軽減します。 ・ 航空輸送の場合は、輸送中も常温となるため、常温倉庫を使用することがあります。^{M4)}
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン</p> <p>■ 気温が高い時期に常温のトラックで輸送したところ、果肉の軟化が発生した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 7月に産地から市場までを常温のトラック輸送とし、リーファーコンテナに積載するまでを常温倉庫での保管としたところ、シンガポールに到着した時点で軟化が発生していたとの報告があります。^{M5)}
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <p>■ 推奨温度帯（- 1℃～1℃）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 <p>※ももは、2℃～5℃の低温下に1～2週間貯蔵した後、常温に戻すと低温障害（果肉が粉質化して果汁が出にくくなり、果肉や果皮が茶色に変色する）が発生します。^{M4)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <p>■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 湿度が高い場合は黒カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

④海外への輸送段階（海上輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■リーファーコンテナを使用する。</p> <p>・推奨温度帯（- 1℃～1℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、軟化、蒸散による重量低下、香気成分の変化、黒カビの発生、推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥のリスクを軽減します。</p> <p>・リーファーコンテナの使用は、高湿度を維持することにもつながります。</p> <p>※低温障害のリスクを考慮し、収穫後すぐに出荷されたものを使用することも必要です。</p> <p>傷み</p> <p>■パレットや積荷をコンテナに固定する。</p> <p>・玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。</p>
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■リーファーコンテナを使用した長期輸送により以下の状況が発生した。^{M5)}</p> <p>①リーファーコンテナへの積載までを常温とした結果、果肉の軟化が発生した。</p> <p>②設定温度を5℃とし、15日間で輸送した結果、シンガポール到着後に果実硬度の低下や果肉の褐変などが発生した。</p> <p>③共選ダンボール箱は輸送中の高湿度により吸水し、強度が低下する傾向がみられた。</p> <p>④到着後の業者冷蔵倉庫では、品物の出し入れによりドアの開閉がされるため、箱に水分が結露しやすく、箱の変形や破損につながった。</p> <p>傷み</p> <p>■パレットや積荷を固定していなかったため、荷箱が荷崩れした。</p> <p>・荒天等により波が高くなるとリスクが高まります。</p>
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■推奨温度帯（- 1℃～1℃）からの逸脱</p> <p>・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、黒カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。</p> <p>・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性があります。そのため、長期間低温にならないよう注意が必要です。</p> <p>※ももは、2℃～5℃の低温下に1～2週間貯蔵した後、常温に戻すと低温障害（果肉が粉質化して果汁が出にくくなり、果肉や果皮が茶色に変色する）が発生します。^{M4)}</p>

事故要因

カビ 乾燥

■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱

- ・湿度が高い場合は黒カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

傷み

■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦

- ・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

⑤ 海外への輸送段階（航空輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 常温で輸送する。 ・上空は気温が低く、短時間の輸送となるため、常温で輸送するのが一般的です。 ・気温が高い時期は、保冷剤を使用します。ただし、ドライアイスが果実が凍る可能性があるため、注意が必要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 緩衝材（フルーツキャップ・ウレタン）を使用する。 ・玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ パレット積みにする。 ・バラ積みの場合、人手による荷積み・荷卸しとなるため、扱いが粗雑になることがあります。
<p>失敗例</p>	<p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 緩衝材を使用しなかったためオセ・スレが発生した。 ・輸送時の衝撃・振動への対策が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（-1℃～1℃）からの大幅な逸脱 ・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレングスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ※ももは、2℃～5℃の低温下に1～2週間貯蔵した後、常温に戻すと低温障害（果肉が粉質化して果汁が出にくくなり、果肉や果皮が茶色に変色する）が発生します。^{M4)} <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦 ・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

⑥腐敗・品質劣化リスクの更なる低減が期待される対策

呼吸 エチレン

■（夕方の収穫となる場合は）冷蔵前に予冷する。

・**推奨温度帯（-1℃～1℃）に素早く冷却**することで、軟化を抑制します。

・**夕方の収穫となる場合は、果実温度が高いため、予冷により急速に温度を下げる**ことが望まれます。

・予冷には強制通風式予冷装置や差圧通風式予冷装置などを利用すると良いことが知られています。一般的な通風式予冷装置では冷却に時間がかかることと、冷却のムラが生じることがあります。

<参考>

差圧通風式予冷装置は気圧の差を使った冷気循環を用いた冷却装置のため、包装資材に穴が空いている必要があります。側面に20%の開孔部を設けた発泡スチロール製容器を用いて差圧通風式予冷装置を用いた予冷を行うことで、効果が高くなるという報告があります。^{M6)}

傷み

■耐圧（二重）段ボール箱を使用する。

・海上輸送の場合、段ボール箱が吸湿し、強度が低下することによる箱潰れのリスクがあります。

<参考>

1℃設定のリーファーコンテナでシンガポールに輸出した場合に、通常の段ボールよりも損傷が抑えられ、果実への傷害が軽減されたという報告があります。^{M5)}

呼吸 エチレン カビ 乾燥

■【海上輸送】CAコンテナを使用する。

・**推奨温度帯（-1℃～1℃）を維持**したうえでガス組成を適切に保つことで、過熟のリスクが更に軽減されることが期待できます。

<参考>

アクティブタイプ（窒素ガス発生装置付き）のCAコンテナに湿度調整剤（約95%）を添付して海上輸送すると良好な結果が得られたとの報告があります。^{M7)}

・温度1℃、酸素濃度5%、二酸化炭素濃度5%を維持し、国内冷蔵倉庫でバンニング（35品目を混載）し、22日後のマレーシア（途中シンガポールで船載せ替え）でのデバンニングの結果、品種によるばらつきはあるものの、概ね品質は良好であった。

呼吸 エチレン

■【航空輸送】ファン付き保冷コンテナを使用する。

・**推奨温度帯に近づける**ことで、寒暖差（温度差）による低温障害のリスクを軽減します。

・ファン付保冷コンテナ内の温度は5℃～17℃になることが知られています。^{M8)}

・常温による国内輸送や出発地（港湾等）での保管の場合は、寒暖差（温度差）を避け、常温で設定します。^{M8)}

⑦ももの参考文献

- M1) Kudamononavi.com「果物情報サイト 果物ナビ」
<https://www.kudamononavi.com/zukan/peach.htm>
- M2) 相良泰行「生鮮青果物のコールドチェーンにおける温湿度管理の留意点」
https://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/sagara/lecture/023_ov-p-906-272.pdf
- M3) 福岡県農林業総合試験「輸出向け農産物の品質保持の手引き」
<https://www.farc.pref.fukuoka.jp/topics/sanko/yusou/all.pdf>
- M4) 日本青果物輸出促進協議会「品質保持に向けた栽培・流通管理マニュアルⅠ」
- M5) 手塚 誉裕ら「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」
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030932595.pdf>
- M6) 北野欣信ら「モモ果実の予冷による品質保持効果と長距離航空輸送の実証」
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030491643.pdf>
- M7) 郵船ロジスティクス株式会社「「先進的輸送技術の支援」の実施報告」（2016年版）
<https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/20170420report.pdf>
- M8) 農林水産省（株式会社富士経済作成）「生鮮農林水産物・食品の航空輸出促進に関する調査報告書 第5編 もも」

4. かんきつ

(1) かんきつの特徴



【かんきつの特徴】

- ・かんきつはエチレン生成量が少なく、感受性も低い品種が多く、他の青果物と同一コンテナで輸送することも可能ですが、品種や収穫時期によって大きく異なりますので注意が必要です。
- ・推奨温度帯が高く、他の青果物に合わせた温度設定をした場合には、低温障害や浮皮が発生することがあります。一方、推奨温度帯ではカビが発生しやすく、腐敗しやすくなるため、輸出期間を考慮した適切な温度設定をする必要があります。
- ・目に見えない程度の小さな傷であっても、傷があるとカビの発生リスクが大きくなるため、選果時の傷等の確認、予措（よそ）、殺菌等出荷前の対応や状態を確認することが特に重要です。

流通時期	9月～2月（温州みかんの最盛期） ^{K1)} ※品種や栽培地域によって通年流通しています。
推奨温度	5℃～7℃（温州みかんの場合） ^{K2)} ※品種や熟度によって大きく異なります。 ※輸出期間が短い場合は、1℃～3℃にすることもあります。
予冷の必要性	要 ※推奨温度帯を保つために必要です。
推奨湿度	85%～90% ^{K2)} ※乾燥による品質劣化に注意が必要です。
エチレン	生成量：無～小 感受性：弱 ※品種や熟度によって異なります。
産地～店頭の期限	3週～6か月以内 ^{K2)} ※品種や輸出の条件により大きく異なります。

(2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点

①産地集荷段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵倉庫を使用する。 ・ 推奨温度帯（5℃～7℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、カビの発生、ヘタ枯れ（ヘタが黄～褐色になる）、軸腐病や炭そ病等のリスクを軽減します。 ・ 推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥、浮皮^{*1}、す上がり^{*2}等のリスクを軽減します。 ＊1 果皮が果肉から剥がれ空間がある状態を指し、食感・食味も低下している場合がある。 ＊2 果実の房の中で果汁を蓄える砂じょうから水分が抜けてパサパサの状態になること。 <p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 乾燥予措、高温予措を行う。^{K3)} ・ 乾燥予措：通気性の良い場所で1～2週間かけて乾燥させることにより、果実重量を3%～4%減少させる処理をすることで、浮皮やす上りのリスクを軽減する。 ・ 高温予措：温度20℃、湿度80%の環境下で5～7日間置くことで、着色の改善、キュアリング（傷の修復）効果による腐敗の抑制、減酸促進が期待できる。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 収穫期に雨が降っていたため、果実の状態が悪くカビが発生した。 ・ 雨が降るなど湿度が高い状況で収穫した場合、カビの孢子等が付着しやすくなります。 <p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 目視で傷の確認をしたため、微細な傷があるものが出荷され、カビが発生した。 ・ 目視での確認ができない微細な傷でもカビの孢子等が侵入することがあります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（5℃～7℃）からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 ※ 5℃～7℃ではカビや腐敗の発生リスクが高く、1週間～10日程度であれば1℃でも低温障害が発生しないという報告があります。^{K3)}

事故要因

カビ

乾燥

■推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱

・湿度が高い場合はカビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

②国内輸送段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵車を使用する。 ・ 推奨温度帯（5℃～7℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、カビの発生、ヘタ枯れ、軸腐病や炭そ病等のリスクを軽減します。 ・ 推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで、乾燥、浮皮、す上がりのリスクを軽減します。 ・ 輸送期間が1～2日程度であれば、常温のトラック輸送とすることもあります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 品種によってはフルーツキャップを使用する。^{K3)} ・ 玉おどりによる品質低下のリスクを低減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 通常のトラックを使用したため、糖度の低下/過熟/カビ/乾燥による品質劣化が発生した。 ・ 暖かい時期の輸送は注意が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（5℃～7℃）からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 <p>※ 5℃～7℃ではカビや腐敗の発生リスクが高く、1週間～10日程度であれば1℃でも低温障害が発生しないという報告があります。^{K3)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・ 湿度が高い場合はカビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦 ・ 輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

③出発地（港湾等）での保管段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <p>■ 冷蔵倉庫を使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 推奨温度帯（5℃～7℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、カビの発生、ヘタ枯れ、軸腐病や炭そ病等のリスクを軽減します。 ・ 推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで、乾燥、浮皮、す上がりのリスクを軽減します。 ・ 航空輸送の場合は、輸送中も常温となるため、常温倉庫を使用することがあります。^{K3)}
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■ 常温の倉庫を使用したため、糖度の低下/過熟/カビ/乾燥による品質劣化が発生した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 暖かい時期の輸送は注意が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■ 推奨温度帯（5℃～7℃）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 <p>※ 5℃～7℃ではカビや腐敗の発生リスクが高く、1週間～10日程度であれば1℃でも低温障害が発生しないという報告があります。^{K3)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <p>■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 湿度が高い場合はカビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

④ 海外への輸送段階（海上輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■リーファーコンテナを使用する。 ・推奨温度帯（5℃～7℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、カビの発生、ヘタ枯れ、軸腐病や炭そ病等のリスクを軽減します。 ・推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで、乾燥、浮皮、す上がりのリスクを軽減します。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷をコンテナに固定する。 ・玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷を固定していなかったため、荷箱が荷崩れした。 ・荒天等により波が高くなるとリスクが高まります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■段ボールが吸水して、座屈した。 ・果実の呼吸や蒸散により湿度が高くなり、結露する場合があります。その結果、段ボール箱が吸水して強度が弱くなり座屈するリスクがあります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■推奨温度帯（5℃～7℃）からの逸脱 ・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレングスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 <p>※ 5℃～7℃ではカビや腐敗の発生リスクが高く、1週間～10日程度であれば1℃でも低温障害が発生しないという報告があります。^{K3)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・湿度が高い場合はカビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

事故要因

傷み

■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦

・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。また、段ボール箱内では果実の呼吸や蒸散により、湿度が高くなり、結露する場合があります。その結果、段ボール箱が吸水して強度が弱くなり、座屈する場合があります。

かんきつの輸出における腐敗・品質劣化事

かんきつの輸出において発生した事例をご紹介します（海上輸送、航空輸送）。

【カビの発生】



【水浸状の発生】



※段ボール箱内の果実について、一律にカビや水浸状（果実が水っぽくなり、果肉が崩れやすくなる状態）が発生するのではなく、出荷時の状態が悪い個体に発生するものと考えられます。また、エチレン吸着材（赤丸部分）を入れていてもカビが発生しています。

【箱の損傷】



※バラ積みの場合、人手による荷積み・荷卸しとなるため、扱いが粗雑になり、段ボール箱が損傷するほどの衝撃を受けることがあります。

⑤ 海外への輸送段階（航空輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■ 常温で輸送する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上空は気温が低く、短時間の輸送となるため、常温で輸送するのが一般的です。 ※気温が高い時期は、保冷剤を使用します。ただし、ドライアイスが果実が凍る可能性があるため、注意が必要です。 <p>傷み</p> <p>■ 緩衝材（フルーツキャップ・ウレタン）を使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。 <p>傷み</p> <p>■ パレット積みにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バラ積みの場合は、人手による荷積み・荷卸しとなるため、扱いが粗雑になることがあります。
<p>失敗例</p>	<p>傷み</p> <p>■ 緩衝材を使用しなかったためオセ・スレが発生した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送時の衝撃・振動への対策が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■ 推奨温度帯（5℃～7℃）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレングスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 <p>※ 5℃～7℃ではカビや腐敗の発生リスクが高く、1週間～10日程度であれば1℃でも低温障害が発生しないという報告があります。^{K3)}</p> <p>傷み</p> <p>■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

⑥腐敗・品質劣化リスクの更なる低減が期待される対策

カビ

■収穫・選果時の対応を徹底する（徹底している生産者から調達する）。

・かんきつの輸出においては、微生物の付着や傷の無い果実を調達することが特に重要です。農薬の規制、人力による対応の限界を考慮し、輸出に適した状態の良い果実を選定・調達するため、以下のような対応をしている生産者から調達することが望まれます。

・本事業の調査対象において、以下の対応をしている生産者の温州みかんと、以下の対応をしていない生産者の温州みかんを同便で輸出した際、対応をしていない生産者の温州みかんのみにカビ等が発生し、全て廃棄処分となったケースがありました。

<収穫・選果時の対応の例>

- ・光殺菌設備の導入：輸出先国の農薬規制に抵触することなく殺菌処理をすることが可能です。
- ・AIカメラによる選果：目視では判別できない細かな傷も検出することが可能です。

カビ

■防カビ剤を使用する。

・防カビ効果のある鮮度保持資材を使用することで、カビの発生を抑制します。

<参考>

以下の報告があります。^{K4)}

- ・青島みかん：40FT リーファーコンテナでカナダに輸出した結果、無処理品の腐敗・カビ果率 5.8%に対し、鮮度保持資材を使用した場合は 2.5%であった。

呼吸

エチレン

カビ

乾燥

■MA 包装を使用する。

・MA 包材で包装し、低酸素・高二酸化炭素の条件を維持することで、呼吸による品質劣化を抑制します。

<参考>

以下の報告があります。^{K5)}

- ・紅まどんな：2種類のMA包装（個包装）を用いてシンガポールに試験輸出した結果、ポリエチレン系の個包装と比較して官能評価（外観、食味等）の結果が良好だった。

傷み

■耐圧（二重）段ボール箱を使用する。

・海上輸送の場合、呼吸や蒸散により段ボール箱が吸湿し、強度が低下することによる箱潰れのリスクが軽減するという報告があります。^{K4)}

傷み

■JIS規格（Z1185）にもとづいたパレット積載をする。

・積載貨物の荷崩れ等が抑制されることによる長距離輸送中のみかんの損傷・腐敗のリスクを軽減します。更には積載効率が向上するとされています。^{K8)}

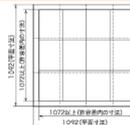
【参考】みかん輸出ではパレットへの積載方法の指針がJIS規格に制定

- レンタル用としての普及が進んでいる一貫輸送用平パレットを使用したみかん輸出について、包装貨物の平面寸法、並びに積付けを行う際の積載方法の指針がJIS規格（Z1185）として制定された。
- 積載貨物の荷崩れ等が抑制されることによる長距離輸送中のみかんの損傷・腐敗の防止、更には積載効率が向上することにより、みかんの輸出促進への貢献が期待される。

○ 包装貨物の平面寸法（外形寸法）

呼称	平面寸法（外形寸法）mm	パレット積付け時の平面寸法合計mm	パレット1段積付け数
T11-12	364×273	1092×1092	12個（3×4）
T11-06	546×364	1092×1092	6個（2×3）

注記 包装貨物の間隙によって、積み付け平面寸法が1092×1092でT11型パレットの四辺に面一となる。



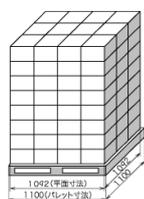
○ 縦積み方法

包装貨物の一貫輸送用平パレットへの積載方法は、通常、全てブロック積みが望ましい。
注記 れんが積み、ピンホイール積みなどは、輸送包装の強度低下を招く可能性がある。

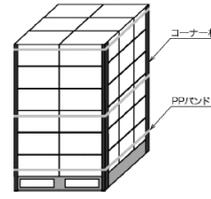
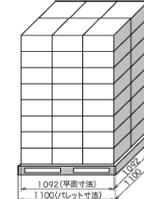
○ コーナー材及びPPバンドの装着方法

横揺れによる積荷の倒壊を防ぐために、縦積み段数が高いものについては、荷物全体を固定するコーナー材、PPバンドなどを用いて固定することが望ましい。

a) T11-12の縦積み方法



b) T11-06の縦積み方法



⑦かんきつの参考文献

- K1) Kudamononavi.com「果物情報サイト 果物ナビ」
<https://www.kudamononavi.com/zukan/mikan.htm>
- K2) 相良泰行「生鮮青果物のコールドチェーンにおける温湿度管理の留意点」
https://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/sagara/lecture/023_ov-p-906-272.pdf
- K3) 日本青果物輸出促進協議会「品質保持に向けた栽培・流通管理マニュアルⅡ」
- K4) カナダ向けみかん等の輸送実証及び品質評価
<https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/201911report.pdf>
- K5) ポリオレフィン系無孔フィルムによるカンキツ鮮度保持技術開発
<https://www.ehime-iinet.or.jp/wp/wp-content/uploads/2021/05/2021seedsslide03.pdf>
- K6) 農林水産省「食品流通をめぐる情勢（令和5年版）」
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/soumu/pdf/bunkatsuban_1.pdf

5. かき

(1) かきの特徴



【かきの特徴】

- ・柿はエチレン生成量が認められないものの、エチレン感受性が高いため、他の青果物との同一コンテナでの輸送は避けるべきです。
- ・呼吸が活発なため、輸送中は低温を維持し、呼吸を抑制することが求められます。一方で、推奨温度帯では低温障害が発生する可能性があるため、ポリエチレン袋による個包装をする必要があります。
- ・柿は果実が柔らかく、潰れやすい特性があるため、梱包時には十分な緩衝材を使用し、衝撃や荷傷み（オセ・スレ）を防ぐ工夫が必要です。

流通時期	9月～12月（最盛期） ^{P1)}
推奨温度	-0.5℃～0℃ ^{P2)} ※ポリエチレン袋等の個包装を併用する必要があります。
予冷の必要性	要 ※推奨温度帯を保つために必要です。
推奨湿度	85%～90% ^{P2)} ※乾燥による品質劣化に注意が必要です。
エチレン	生成量：無 感受性：高 ^{P3)}
産地～店頭の期限	3週以内 ^{P2)} ※貯蔵や輸出の条件により異なります。

(2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点

①産地集荷段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン 乾燥</p> <p>■ 冷蔵倉庫を使用する。</p> <p>・ 推奨温度帯（-0.5℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、軟化、ゴム質化、水浸状（果実が水っぽくなり、果肉が崩れやすくなる状態）、推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥、しなび（収縮）、ヘタ枯れのリスクを軽減します。</p>
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン</p> <p>■ 5℃で保管したところ、果肉の軟化、ゴム質化、水浸状が発生した。^{P3)}</p>
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <p>■ 推奨温度帯（-0.5℃～0℃）からの逸脱</p> <p>・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビが発生する可能性が高まります。</p> <p>・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。</p> <p>※かきは、0℃～5℃の低温下に貯蔵されると、低温障害による軟化が発生することが知られています。ただし、低温障害は呼吸に伴う作用が大きいとも言われており、ポリエチレン袋の個包装により呼吸を抑えることで、低温下においても低温障害が発生しないことが報告されています。^{P4)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <p>■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱</p> <p>・ 湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。</p>

②国内輸送段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵倉庫を使用する。 ・ 推奨温度帯（-0.5℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、軟化、ゴム質化、水浸状、推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥、しなび（収縮）、ヘタ枯れのリスクを軽減します。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ フルーツキャップを使用する。^{P4)} ・ 玉おどりによる品質低下のリスクを低減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 気温が高い時期に通常のトラックを使用したため、糖度の低下/過熟/芯カビ/乾燥による品質劣化が発生した。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ パルプモールドを使用しなかったため、玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）が発生した。 ・ 果実が荷箱内で移動する隙間を作らないことが重要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（-0.5℃～0℃）からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビが発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 <p>※かきは、0℃～5℃の低温下に貯蔵されると、低温障害による軟化が発生することが知られています。ただし、低温障害は呼吸に伴う作用が大きいとも言われており、ポリエチレン袋の個包装により呼吸を抑えることで、低温下においても低温障害が発生しないことが報告されています。^{P4)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・ 湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦 ・ 輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

③出発地（港湾等）での保管段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■ 冷蔵倉庫を使用する。</p> <p>・ 推奨温度帯（-0.5℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、軟化、ゴム質化、水浸状、推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥、しなび（収縮）、ヘタ枯れのリスクを軽減します。</p>
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <p>■ 常温の倉庫を使用したため、糖度の低下、過熟、軟化、ゴム質化、水浸状、乾燥が発生した。</p> <p>・ 収穫後すぐに冷却し、推奨温度帯を維持することが必要です。</p> <p>・ 湿度が低い時期には、乾燥にも注意が必要です。</p>
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <p>■ 推奨温度帯（-0.5℃～0℃）からの逸脱</p> <p>・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビが発生する可能性が高まります。</p> <p>・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。</p> <p>※かきは、0℃～5℃の低温下に貯蔵されると、低温障害による軟化が発生することが知られています。ただし、低温障害は呼吸に伴う作用が大きいとも言われており、ポリエチレン袋の個包装により呼吸を抑えることで、低温下においても低温障害が発生しないことが報告されています。^{P4)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <p>■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱</p> <p>・ 湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。</p>

④ 海外への輸送段階（海上輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■リーファーコンテナを使用する。 ・推奨温度帯（-0.5℃～0℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、軟化、ゴム質化、水浸状、推奨湿度帯（85%～90%）を維持することで乾燥、しなび（収縮）、ヘタ枯れのリスクを軽減します。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷をコンテナに固定する。 ・玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷を固定していなかったため、荷箱が荷崩れした。 ・荒天等により波が高くなるとリスクが高まります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■推奨温度帯（-0.5℃～0℃）からの逸脱 ・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビが発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 <p>※かきは、0℃～5℃の低温下に貯蔵されると、低温障害による軟化が発生することが知られています。ただし、低温障害は呼吸に伴う作用が大きいためとも言われており、ポリエチレン袋の個包装により呼吸を抑えることで、低温下においても低温障害が発生しないことが報告されています。^{P4)}</p> <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■果実の玉おどりや包装・容器との摩擦 ・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

⑤ 海外への輸送段階（航空輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 常温で輸送する。 ・上空は気温が低く、短時間の輸送となるため、常温で輸送するのが一般的です。 ※気温が高い時期は、保冷剤を使用します。ただし、ドライアイスが果実が凍る可能性があるため、注意が必要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 緩衝材（フルーツキャップ・ウレタン）を使用する。 ・玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ パレット積みにする。 ・バラ積みの場合、人手による荷積み・荷卸しとなるため、扱いが粗雑になることがあります。
<p>失敗例</p>	<p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 緩衝材を使用しなかったためオセ・スレが発生した。 ・輸送時の衝撃・振動への対策が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（$-0.5^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$）からの逸脱 ・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟等が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビが発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、長期間低温にならないよう注意が必要です。 ※かきは、$0^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$の低温下に貯蔵されると、低温障害による軟化が発生することが知られています。ただし、低温障害は呼吸に伴う作用が大きいとも言われており、ポリエチレン袋の個包装により呼吸を抑えることで、低温下においても低温障害が発生しないことが報告されています。^{P4)} <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（85%～90%）からの逸脱 ・湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦 ・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

⑥腐敗・品質劣化リスクの更なる低減が期待される対策

エチレン 乾燥

■防湿段ボール箱を使用する。

・湿度が低いとエチレン生成速度が増大し、果肉の軟化が促進されるという報告があります。また、高湿度を保つことで果実の蒸散が抑えられ、果肉軟化の抑制効果が得られたとの報告があります。^{P4)}

呼吸 エチレン カビ 乾燥

■CA コンテナを使用する。

・**推奨温度帯（ $-0.5^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ ）を維持**したうえでガス組成を適切に保つことで、過熟のリスクが更に軽減されることが期待できます。

<参考>

以下の報告があります。

・富有：香港への輸出について、市場出荷後約10日（船積1日、海上4日、到着後5日）後でも品質に全く影響がなかった。^{P5)}

エチレン

■1-MCPの燻蒸処理をする。

<参考>

以下の報告があります。

・富有：1-MCP処理後、無包装で米国へ海上輸送（約50日間）した結果、無処理と比較して果実重と果肉硬度に大きな差が見られた。^{P6)}

・刀根早生：①加温ハウス栽培したものを16時間、100ppbの1-MCP暴露処理と炭酸ガス処理を同時に行うと、12日目まで軟化は認められなかった。^{P7)}

②脱渋と同時に1-MCP処理し、1か月程度の輸送期間を 0°C で維持した場合、現地（米国）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。^{P8)}

※渋がき品種は、炭酸ガス脱渋時に1-MCPを同時処理しても処理後の渋みの消失に影響せず、常温下でも1週間以上果実の軟化が抑制され、日持ち期間の延長が可能です。^{P4)}

⑦かきの参考文献

- P1) Kudamononavi.com「果物情報サイト 果物ナビ」
<https://www.kudamononavi.com/zukan/persimmon.htm>
- P2) 相良泰行「生鮮青果物のコールドチェーンにおける温湿度管理の留意点」
https://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/sagara/lecture/023_ov-p-906-272.pdf
- P3) 福岡県農林業総合試験「輸出向け農産物の品質保持の手引き」
<https://www.farc.pref.fukuoka.jp/topics/sanko/yusou/all.pdf>
- P4) 日本青果物輸出促進協議会「品質保持に向けた栽培・流通管理マニュアルⅡ」
- P5) Wismettac フーズ株式会社「報告書①：新たな条件による輸送実証－CA 輸送実験（岐阜柿）香港－」
https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdf/Wismettac%20_report01.pdf
- P6) 和歌山県農水産物・加工食品輸出促進協議会「先端輸送性技術試験：貯蔵富有柿の米国向け輸送実証」
<https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdf/20171120report.pdf>
- P7) 播磨真志「農業技術体系果樹編 8,貯蔵～加工カキでの利用(1-MCP)」
- P8) 和歌山県果樹試験場かき・もも研究所「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」
https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/gaiyou/kakimomo/kakimomo/seika/seika_d/fil/yusyutsu.pdf

6. いちご

(1) いちごの特徴



【いちごの特徴】

- ・いちごはエチレン生成量が少なく、感受性も低い^{V1)}ため、他の青果物と同一のコンテナで輸送することも可能です。
- ・温度上昇や衝撃に弱く、長期間の輸送は難しいため、海上輸送の場合は近郊の地域に限る、航空輸送の場合は緩衝材を使用する等の対応を検討してください。

流通時期	11月～5月 ^{V2)} ※北海道、長野産等で夏季に流通する品種もあります。
推奨温度	0℃～2℃ ^{V3) V4) V5)} ※温度上昇による呼吸過多に注意が必要です。
予冷の必要性	要 ※推奨温度帯を保つために必要です。
推奨湿度	90%～95% ^{V5)} ※乾燥による品質劣化に注意が必要です。
エチレン	生成量：少 感受性：低 ^{V5)} ※エチレンガスの影響は小さいといえます。
産地～店頭の期限	7日～10日 ^{V5)}

(2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点

①産地集荷段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵倉庫を使用する。 ・ 推奨温度帯 (0℃～2℃) を維持することで、糖度の低下、過熟、灰色カビの発生、推奨湿度帯 (90%～95%) を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。 <p>呼吸 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ポリプロピレン等のフィルムでラッピングする。^{V5)} ・ 透湿性の低いフィルムを使用することで、乾燥による品質劣化リスクを軽減します。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 隙間を作らないように箱詰する。 ・ 玉おどりによる荷傷み (オセ・スレ) リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 常温の倉庫を使用したため、糖度の低下、過熟、灰色カビ、乾燥が発生した。 ・ 冷蔵車で輸送前に予冷し、推奨温度帯を維持することが必要です。 ・ 湿度が低い時期には、乾燥にも注意が必要です。 <p>呼吸 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ラッピングをしていなかったため、糖度の低下、過熟、乾燥が発生した。 ・ 春先以降の保存は注意が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯 (0℃～2℃) からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりにすぎないように注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯 (90%～95%) からの逸脱 ・ 湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

②国内輸送段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵車を使用する。 ・ 推奨温度帯（0℃～2℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、灰色カビの発生、推奨湿度帯（90%～95%）を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。 ・ 冬季の国内輸送は、通常のトラックを使用する場合があります。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実を隙間がないようにトレイに詰める。 ■ トレイの底にクッション性のあるシートを敷く。 ・ 玉おどりや衝撃による荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 通常のトラックを使用したため、糖度の低下、過熟、灰色カビ、乾燥が発生した。 ・ 春先以降の輸送は注意が必要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実間に隙間があったため、玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）が発生した。^{V6)} ・ 果実が荷箱内で移動する隙間を作らないことが重要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 梱包時に何度も果実に触れたため、荷傷み（オセ・スレ）が発生した。 ・ いちごは果実に触れただけで、傷み（オセ・スレ）が発生することがあります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（0℃～2℃）からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりにすぎないよう注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（90%～95%）からの逸脱 ・ 湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

事故要因

傷み

■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦

・ 輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

いちごの輸出における腐敗・品質劣化事例

いちごの輸出において発生した事例をご紹介します（航空輸送）。

【スレの発生】



【スレの発生個所】



※航空便の場合、離着陸等の衝撃によりカートン内のパックが飛び跳ねることがあります。上のカートンにぶつかる、落ちた際の衝撃によりオセやスレが発生することがあります。

【カートンの結束】



【カートン内の状況】



※ 5 カートンを PP バンドで結束した上でパレット積みをしていましたが、カートン上部の隙間に緩衝材を設置していませんでした。

③ 出発地（港湾等）での保管段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 冷蔵倉庫を使用する。 ・ 推奨温度帯（0℃～2℃）を維持することで、糖度の低下、過熟、灰色カビの発生、推奨湿度帯（90%～95%）を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。 <p><参考></p> <p>本事業で対象とした輸出において、出発地での保管段階で予冷をしていたものは、腐敗・品質劣化の発生割合が優位に低下しました。</p>
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 常温の倉庫を使用したため、糖度の低下、過熟、灰色カビ、乾燥が発生した。 ・ 冷蔵車での輸送前に予冷し、推奨温度帯（0℃～2℃）を維持することが必要です。 ・ 湿度が低い時期には、乾燥にも注意が必要です。 <p>呼吸 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ラッピングをしていなかったため、糖度の低下、過熟、乾燥が発生した。 ・ 春先以降の保存は注意が必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（0℃～2℃）からの逸脱 ・ 温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・ 温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりにすぎないよう注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨湿度帯（90%～95%）からの逸脱 ・ 湿度が高い場合は灰色カビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

④ 海外への輸送段階（海上輸送）

いちごは、ほとんどが航空輸送のため、割愛します（海上輸送 0.0%、航空輸送 100.0%^{V8)}）。

⑤ 海外への輸送段階（航空輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 常温で輸送する。 ・上空は気温が低く、短時間の輸送となるため、常温で輸送するのが一般的です。 ・気温が高い時期は、保冷剤を使用します。ただし、ドライアイスが果実が凍る可能性があるため、注意が必要です。^{V7)} <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実を隙間がないようにトレイに詰める。 ■ トレイの底にクッション性のあるシートを敷く。 ・玉おどりや衝撃による荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 保冷剤を使用しなかったため、輸送中に温度が上昇し、糖度の低下、過熟、灰色カビによる品質劣化が発生した。 ・春先以降の輸出は注意が必要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実間に隙間があったため、玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）が発生した。 ・果実が荷箱内で移動する隙間を作らないことが重要です。 ■ 梱包時に何度も果実に触れたため、荷傷み（オセ・スレ）が発生した。 ・いちごは果実に触れただけで、傷み（オセ・スレ）が発生することがあります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 エチレン カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 推奨温度帯（0℃～2℃）からの逸脱 ・温度が高い場合は果実の呼吸やエチレンガスの発生量が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、灰色カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合は上記のようなリスクが抑えられる一方、低温障害が発生する可能性がありますので、温度が下がりにすぎないよう注意が必要です。 <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 果実の玉おどりや包装・容器との摩擦 ・輸送時の振動・衝撃を受け、玉おどりや包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生する可能性があります。

⑥腐敗・品質劣化リスクの更なる低減が期待される対策

傷み

■収穫した直後、**ドライアイス**を投入した**発泡スチロールの中に入れて予冷**を行う。

・いちごは呼吸量が大きく蒸散も激しいため、十分に予冷されずにパック詰めが行われた場合、オセやスレの一因にもなることが知られています。また、ドライアイス（二酸化炭素）の効果により果肉の硬度が高くなったとの報告があります。^{V9)}

傷み

■果実の形状に合わせたトレイや宙吊り箱を使用する。^{V12)}

■箱内上部にエアキャップを装着する。^{V13)}

・玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）リスクを更に軽減します。

海上輸送の取組事例

現状では、いちごの海上輸送がほとんどできていない実態がありますが、次のような取組みにより海上輸送に挑戦している事例がありますので、ご紹介します。

呼吸

カビ

乾燥

・リーファーコンテナと、MA 包材を併せて使用する。

※**推奨温度帯（0℃～2℃）を維持**したうえで、ガス組成を適切に保つことで過熟のリスクを更に軽減します。

※MA 包材には湿度を保つ効果もあります。

<参考>

以下の報告があります。^{V10)}

・あまおう：MA 包装を用いて密封後、予冷库（3℃～5℃）にて1週間貯蔵後の果実品質の変化について調査した結果、MA 包材で包装したいちごは、着色の進行がほぼ抑制され、着色程度は収穫当日の果実と同等であり外観形質の鮮度保持効果が高かった。

※海上輸送の状況を想定した実験結果となっています。

呼吸

エチレン

カビ

乾燥

・CA コンテナを使用する。

※**推奨温度帯（0℃～2℃）を維持**したうえでガス組成を適切に保つ（低酸素、高二酸化炭素とする）ことで、過熟のリスクが更に軽減されることが期待できます。

<参考>

アクティブタイプ（窒素ガス発生装置付き）の CA コンテナに湿度調整剤（約 95%）を添付して海上輸送すると良好な結果が得られたとの報告があります。^{V11)}

・あまおう他：温度 2℃、酸素濃度 5%、二酸化炭素濃度 5%を維持し、国内冷蔵倉庫でバンニング（26 品目を混載）し、11 日後のシンガポールでのデバンニングの結果、品質は良好だった。

⑦いちごの参考文献

- V1) 農林水産省（株式会社野村総合研究所作成、アクセンチュア株式会社更新）「農林水産物・食品輸出の手引き（改訂版）」
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/torikumi_zirei/attach/pdf/index-6.pdf
- V2) Kudamononavi.com「果物情報サイト 果物ナビ」
<https://www.kudamononavi.com/zukan/strawberry.htm>
- V3) 国際冷凍協会「1974 年勧告」
- V4) USDA（United States Department of Agriculture）「The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks」
https://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/HOS_5085C/Reading%20Assignments/USDA%20HANDBOOK%2066.pdf
- V5) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構「野菜の最適貯蔵条件」
<https://www.naro.affrc.go.jp/org/nfri/yakudachi/optimalstorage/index.html>
- V6) Wismettac フーズ株式会社「イチゴパネット使用によるシンガポール向け輸送実証報告書」
https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/Wismettac%20_report07.pdf
- V7) 農林水産省（株式会社富士経済作成）「生鮮農林水産物・食品の航空輸出促進に関する調査報告書 第3編いちご」
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/e_enkatu/pdf/plane10.pdf
- V8) 財務省「貿易統計：船舶・航空機統計（2023年）」
<https://www.customs.go.jp/toukei/search/senkou.htm>
- V9) 静岡県農業試験場「イチゴの効率的な予冷法」
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010532558.pdf>
- V10) 曾根一純「八分着色イチゴ果実のMA包装と低温貯蔵を組み合わせた鮮度保持技術」
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010813872.pdf>
- V11) 郵船ロジスティクス株式会社「「先進的輸送技術による最適輸出モデルの開発・実証を図る取組」の実施報告」
<https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/20160307report.pdf>
- V12) 農業・食品産業技術総合研究機構「青果物の鮮度保持技術」
<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/attach/pdf/buturyu-519.pdf>
- V13) 福岡県農林業総合試験場「宅配輸送向け農産物の品質保持の手引き」
<https://www.farc.pref.fukuoka.jp/topics/sanko/takuhai/all.pdf>

7. かんしょ

(1) かんしょの特徴



【かんしょの特徴】

- ・かんしょは、エチレン生成量が少なく、エチレン感受性も低いいため、他の青果物の影響は受けにくいといえます。ただし、温度が低い場合は低温障害が発生するため、推奨温度帯が低い他の青果物と同一便での輸送は避けるべきです。
- ・比較的高い湿度を保つ必要がありますが、湿度が高すぎるとカビが発生しやすくなるため、適切な換気が必要です。
- ・傷があると軟腐病（糸状菌による腐敗）やカビの発生リスクが大きくなるため、キュアリング処理（後述）、洗浄等出荷前の対応や状態を確認することが特に重要です。
- ・重量があるため、輸送中の衝撃や潰れにも注意が必要です。

流通時期	9月～3月（最盛期） ^{S1)} ※品種や産地によっては、1年を通じて流通しています。 ^{S2)}
推奨温度	13℃～15℃ ^{S3)} ※特に推奨温度を下回った場合に発生する低温障害（腐敗、割れ、内部変色）に注意が必要です。
予冷の必要性	不要
推奨湿度	85%～95% ^{S3)} ※乾燥による品質劣化に注意が必要です。
エチレン	生成量：極小 感受性：低 ^{S3)}
産地～店頭の期限	4か月～7か月以内 ^{S3)} ※輸出の条件により異なります。

(2) 輸出における事故要因と鮮度保持上の留意点

①産地集荷段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <p>■冷蔵倉庫を使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・推奨温度帯（13℃～15℃）を維持することで、糖度の低下や過熟、低温障害（腐敗、割れ、内部変色等）、推奨湿度帯（85%～95%）を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。 ・加湿のため、加湿器を設置することもあります。 <p>呼吸 カビ 乾燥 傷み</p> <p>■キュアリング処理をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・キュアリング：収穫後のさつまいもを高温・高湿度の環境に一定期間（例：39℃～40℃、湿度100%で4日間程）静置し、表層にコルク層を作ること。コルク層を作ることによって、収穫時にできた傷からの菌の侵入を防ぎ、腐敗しにくくする。^{S4)} <p>※洗浄後に再度キュアリング処理をする（ダブルキュアリング）こともあります。</p>
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■鮮度保持剤を使用して輸出したが、カビや腐敗が発生した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カビの発生が多い冬季の輸出において、防カビ剤を使用したものの、防カビ剤を使用していない場合と同様にカビ等が発生したことが報告されています。^{S5)} ・洗浄等による傷の少ないかんしょを使用することが必要です。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■推奨温度帯（13℃～15℃）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度が高い場合は呼吸が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合も呼吸が増える^{S6)}ほか、低温障害（腐敗、割れ、内部変色等）が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <p>■推奨湿度帯（85%～95%）からの逸脱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・湿度が高い場合はカビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。 <p>カビ</p> <p>■傷口を契機とした軟腐病やカビの発生</p> <ul style="list-style-type: none"> ・さつまいもは出荷前に泥を落とすために洗浄し、乾燥させたのちに出荷されます。寒冷期は暖候期に比べて、洗浄水や外気が冷たく傷みやすいことに加え、洗浄の際にできる傷から入った菌に侵されやすいと考えられています。

②国内輸送段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■冷蔵車を使用する。 ・推奨温度帯（13℃～15℃）を維持することで、糖度の低下や過熟、低温障害（腐敗、割れ、内部変色等）、推奨湿度帯（85%～95%）を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。 ・冬季は常温のトラックを使用することもあります。 <p>カビ 傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■隙間を作らないように箱詰する。 ■パレットをベルトで固定する。 ・玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷を固定していなかったため、荷箱が荷崩れした。 ・荒天等により波が高くなるとリスクが高まります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■推奨温度帯（13℃～15℃）からの逸脱 ・温度が高い場合は呼吸が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低い場合も呼吸が増える^{S6)}ほか、低温障害（腐敗、割れ、内部変色等）が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。 <p>カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■推奨湿度帯（85%～95%）からの逸脱 ・湿度が高い場合はカビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。 <p>カビ 傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■輸送時の振動・衝撃による傷の発生 ・輸送時の振動・衝撃により、包装・容器・他の個体との摩擦により傷が発生しすることがあります。傷口から糸状菌やカビの胞子が侵入し、軟腐病やカビが発生しやすくなります。

③出発地（港湾等）での保管段階

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■ 冷蔵車を使用する。</p> <p>・ 推奨温度帯（13℃～15℃）を維持することで、糖度の低下や過熟、低温障害（腐敗、割れ、内部変色等）、推奨湿度帯（85%～95%）を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。</p>
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <p>■ 常温の倉庫を使用したため、糖度の低下/過熟/灰色カビ/乾燥が発生した。</p> <p>・ 湿度が低い時期には、低温障害や乾燥にも注意が必要です。</p>
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <p>■ 推奨温度帯（13℃～15℃）からの逸脱</p> <p>・ 温度が高い場合は呼吸が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。</p> <p>・ 温度が低い場合も呼吸が増える^{S6)}ほか、低温障害（腐敗、割れ、内部変色等）が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。</p> <p>カビ 乾燥</p> <p>■ 推奨湿度帯（85%～95%）からの逸脱</p> <p>・ 湿度が高い場合はカビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。</p>

かんしょの輸出における腐敗・品質劣化事例①

かんしょの輸出において発生した事例をご紹介します（海上輸送）。

【貯蔵倉庫】



【パレットの固定】



※温度 13℃、湿度 95%に保たれた貯蔵倉庫内で保存されたかんしょを使用し、パレット上の段ボール箱をコーナーガード及び PP バンドを用いて結束、リーファーコンテナで 13℃～15℃の温度を保つなど、適切な対応をしても、大量の青果物を運ぶコンテナ輸送では一定の割合で腐敗・品質劣化が発生します。

④ 海外への輸送段階（海上輸送）

<p>一般的な 対策</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■リーファーコンテナを使用する。 ・推奨温度帯（13℃～15℃）を維持することで、糖度の低下や過熟、低温障害（腐敗、われ、内部変色等）、推奨湿度帯（85%～95%）を維持することで乾燥等のリスクを軽減します。 ・推奨温度帯が高めなため、冷気吹き出し口の近くは避けてもらうようにします。^{S4)} <p>カビ 傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■隙間を作らないように箱詰する。 ■パレットをベルトで固定する。 ・玉おどりによる荷傷み（オセ・スレ）リスクを軽減します。
<p>失敗例</p>	<p>呼吸 カビ 乾燥</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ドライコンテナを使用したため、呼吸過多、カビ、乾燥による品質劣化が発生した。 ・気温が低い時期は特に注意が必要です。 <p>呼吸</p> <ul style="list-style-type: none"> ■他の青果物と同一のリーファーコンテナで輸出したため、低温障害が発生した。 ・さつまいもは一般の青果物より推奨温度帯が高いため、他の青果物に合わせた設定温度で輸出した場合は、低温障害が発生するリスクが高くなります。 <p>カビ 傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■「差し込み式」段ボールを使用したため軟腐病、カビが発生した。 ・「差し込み式」段ボールは、手作業での製函・封緘作業がし易いというメリットがある一方、突起が多く、長期輸送では腐敗原因の傷を誘引する可能性が高いことが報告されています。^{S7)} <p>傷み</p> <ul style="list-style-type: none"> ■パレットや積荷を固定していなかったため、荷箱が荷崩れした。 ・荒天等により波が高くなるとリスクが高まります。
<p>事故要因</p>	<p>呼吸 カビ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■推奨温度帯（13℃～15℃）からの逸脱 ・温度が高い場合は呼吸が増えるため、糖度の低下や過熟が発生する可能性が高まります。また、カビが増殖しやすい環境になるため、カビ等が発生する可能性が高まります。 ・温度が低すぎる場合は低温障害（腐敗、われ、内部変色等）が発生する可能性がありますので、温度が下がりすぎないように注意が必要です。なお、温度が低いと逆に呼吸が増える^{S6)}ため、推奨温度帯を逸脱しないようにします。

カビ 乾燥

■推奨湿度帯（85%～95%）からの逸脱

・湿度が高い場合はカビの発生、湿度が低い場合は乾燥による品質劣化が発生しやすくなります。

傷み

■傷口を契機としたカビの発生

・輸送時の振動・衝撃を受け、包装・容器との摩擦による荷傷み（オセ・スレ）が発生し、傷口を契機とした長期輸送中にカビが発生する可能性があります。

⑤海外への輸送段階（航空輸送）

かんしょは、ほとんどが海上輸送のため割愛します（海上輸送 99.3%、航空輸送 0.7%^{S8)}）。

かんしょの輸出における腐敗・品質劣化事例②

かんしょの輸出において発生した事例をご紹介します（航空輸送）。

【割れの発生】



【段ボール箱の損傷】



※バラ積みの場合は、人手による荷積み・荷卸しとなるため、扱いが粗雑になり、段ボール箱が損傷するほどの衝撃を受け、青果物の割れ等が発生することがあります。

⑥腐敗・品質劣化リスクの更なる低減が期待される対策

呼吸 エチレン カビ 乾燥

■海上キュアリング処理をする。

・通常のキュアリング処理に加え、海上輸送中のリーファーコンテナを活用してキュアリング処理を実施することで、腐敗リスクを更に軽減します。

<参考>

以下の報告があります。^{S4)}

・紅はるか：通常のキュアリング処理に加え、海上輸送中のリーファーコンテナを活用してキュアリング処理（温度 30℃、湿度 95%、100 時間。その後、以降現地着まで 13℃、湿度 90%設定）を実施した結果、通常のリーファーコンテナによる輸送と比較して腐敗抑制効果が高く、着荷時のロス率を低減できた。

※海上キュアリングには、以下のような利点があります。

- ・リーファーコンテナの温度調整機能でキュアリング処理をするので、追加コストがかからない（産地でキュアリング処理をするよりも経済的）。
- ・産地でキュアリング処理をする場合、キュアリング庫の空きスペースを確保する必要があるが、その必要が無い。
- ・リーファーコンテナは気密性が高いため、産地のキュアリング庫よりもキュアリングに適した環境を作りやすい。
- ・長年使用しているキュアリング庫はカビ菌などが浮遊しており、リーファーコンテナのほうが衛生的である。

カビ

■水蒸気透過性の高いかんしょ専用袋を使用する。

<参考>

広く使われている穴あきタイプの袋と比較し、水蒸気透過性の高いかんしょ専用袋（オーダーメイド品）を使用した結果、輸送用冷蔵コンテナ（13℃～15℃設定）内でのかんしょの結露が減少し、事故が 1 / 5 になったとの報告があります。なお、フィルムのコストは通常の水蒸気透過性フィルムよりも 4 倍高いものの、事故率の減少により、その分の費用対効果は出ているとのこと。^{S3)}

⑦かんしょの参考文献

- S1) 農林水産省「かんしょをめぐる状況について」
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/tokusan/imo/attach/pdf/siryou-6.pdf>
- S2) 農畜産業振興機構「かんしょの需給動向」
<https://www.alic.go.jp/content/001156821.pdf>
- S3) 農林水産省（株式会社野村総合研究所作成、アクセンチュア株式会社更新）「農林水産物・食品輸出の手引き（改訂版）」
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/torikumi_zirei/attach/pdf/index-6.pdf
- S4) 株式会社アライドコーポレーション「さつまいもの船上キュアリング実証試験 実施報告書」
<https://jpfruit-qcmanu.jp/cases/pdffiles/20190228report2.pdf>
- S5) Wismettac フーズ株式会社「輸送実証 タイ向け甘藷品質改善」
https://jpfruit-export.jp/pdffiles/R3_Wismettac_08_20230217report.pdf
- S6) 安藤利夫ら「長期貯蔵における焼きいもの食味関連成分の変化を踏まえたサツマイモ「べにはるか」の貯蔵温度管理」
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010938535.pdf>
- S7) 株式会社野村総合研究所「大規模かんしょ輸出確立実証事業」
https://jpfruit-export.jp/pdffiles/20230315_NRI_report.pdf
- S8) 財務省「貿易統計：船舶・航空機統計（2023年）」
<https://www.customs.go.jp/toukei/search/senkou.htm>

Ⅲ. その他の留意点

青果物の輸出の際に考慮すべき点は、腐敗・品質劣化以外にも多くあります。以下に、本調査を通じて得られたデータや参加事業者様へのヒアリングにより得られた知見のうち、主なものを記載しました。これらも輸出にあたっての参考としてください。

■ 競争環境は日本と変わらない

日本産の青果物は高品質であることが諸外国に知られているため、輸出すれば高く売れると考えがちですが、海外でも多くの日本産青果物が流通しており、競争環境は日本と変わらないという意見が寄せられています。海外のバイヤーも数ある輸出事業者から低価格で高品質のものを入手しようとしていますので、日本国内への出荷分と変わらない価格・品質の青果物の輸出を心がける必要があります。

■ 輸入に関する規制や手続は国によって異なる

青果物の輸入に係る規制や手続は国によって様々です。海外の取引先との商談が成立しても、仕向地の規制や手続をクリアしなければ輸出はできないので、仕向国の規制や手続を確認し、準備をしておく必要があります。生産者に対しても、農薬の使用等に当たって仕向国の規制に対応した栽培方法を求める必要があります。

■ 原産地証明書の発行に2～3日かかる

仕向国が必要とする原産地証明書の発行には2～3日間かかります。原産地証明書の発行に際しては、輸出する青果物の数量を申告する必要があります。取引に必要な数量を1日で確保することができず、生産者や市場から数日間に渡って調達する場合など、輸出する数量を直前まで確定することができないケースも多くあります。青果物の鮮度を保つためにはできるだけ早く輸出したいところですが、数量を事前に確定することが難しい場合は、数量確定後、原産地証明書が発行されるまで数日間保管しておく必要がありますので、その日数分を考慮した品質管理、鮮度保持が必要になります。

■ 経由地で温度が高くなる可能性がある

仕向地まで直行せず、他の港や空港を経由する場合は、経由地における積替えや、積替えの際のリーファーコンテナの電源の入れ忘れ等により温度が上昇するケースがあります。適切な温度管理が重要な青果物の輸出においては、経由便ではなく、直行便を指定することが望まれます。

■ ルート・便が変更される可能性がある

上記の理由から、直行便を指定して輸出されていることが多いと思われます。しかしながら、そのような指定をしても輸送会社側の都合により経由便となることがあり、本調査の対象となった輸出においても、輸出事業者側への通知等がなく経由便となっていたケースが散見されています。このようなケースを回避することは難しいため、温度管理以外でもできる対策（玉おどり防止のための緩衝材の使用等）を可能な限り施しておくことが望まれます。

■ 遅延が発生する可能性が高い

輸出に際しては、様々な手続が必要であり、取引先以外にもフォワーダー、運送会社、出入国管理等様々な人や組織が介在するため、様々な理由（船の手配、各種申請、通関手続、運送会社側の事情等）で遅延が発生することが多くあります。遅延の回避は難しいため、一定の余裕を持った鮮度保持が望まれます。

■ リーファーコンテナは壊れる可能性がある

青果物の輸出に際しては、推奨温度帯を維持するためにリーファーコンテナが使われることが多いですが、冷蔵装置の故障等により温度が維持できず、コンテナ内の全ての青果物に腐敗・品質劣化が発生することも考えられ、そのような事態が生じた場合には、多額の損害が発生することになります。

■ 検疫等が突然厳しくなる場合がある

各国の規制や制度の変更については事前に把握できますが、事前の通知等がなく突然検疫等の扱いが厳しくなる場合があります。本調査で対象とした輸出においてもそのようなケースがあり、検疫に想定以上の時間がかかっている間にカビや腐敗が発生したケースがありました。これも回避が難しいものですが、念頭に置く必要があります。

■ 仕向地の店頭に並ぶまでの対応も重要である

仕向港までは品質が保たれていても、仕向港から現地までの輸送や店頭に並ぶまでの保管時の環境が悪いと、店頭で並ぶ時点で腐敗や品質劣化が発生してしまう場合があります。このような場合は、取引先の責任として扱われるのが一般的ですが、取引先にそのような認識がない場合は、クレームになったり、対応についてもめたりすることも考えられます。このような事態を回避するためにも、事前に取引先にリスクを認識していただき、取引先側でも適切な対応をするようにしてもらうことが重要です。

■ 損害保険を利用する

これまで述べてきた通り、青果物の輸出にはリスクがつきものですが、損害保険に加入することで、事故発生時の経済的な負担を軽減することができます。通常の外航貨物海上保険では補償されない、青果物の腐敗・品質劣化を補償する商品を取り扱っている損害保険会社もあります。損害保険の加入には、保険料や輸出に関する情報の通知など、一定の負担が必要になりますので、補償内容や加入に係る負担を勘案のうえ、加入可否を検討してください。