

冬期の香港輸出における 輸送腐敗防止技術の現場実装

農研機構 九州沖縄農業研究センター 暖地畑作物野菜研究領域 上級研究員

すがわら てるみ
菅原 晃美

日本産のかんしょは海外でも人気が高く、輸出が急増しているが、冬期の海上輸送中に腐敗が発生し、その経済損失が問題となっている。安定した輸出を可能にし、輸出拡大を図るため、「戦略的スマート農業技術等の開発・改良」(生研支援センター)において、関係機関と連携し、「冬期の香港輸出で輸送中の腐敗率5%以下」の目標を掲げて出荷工程における腐敗防止技術の開発と早期の社会実装に取り組んだ。洗浄・調製後の高温キュアリング、イモに傷をつけない丁寧な取り扱いの徹底等を含めたかんしょ輸送腐敗防止技術を確立し、実際の販売用の輸出で成功事例の創出に至ったので、その取り組みを紹介する。

かんしょの輸出の状況

我が国では農林水産物・食品の輸出促進施策が進められている。令和2年に策定された「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦

略」において、かんしょ・かんしょ加工品は29ある輸出重点品目のひとつに設定され、2025年までに輸出額28億円、2030年までに69億円を目指すとされている。日本産かんしょは甘みが強く、主な輸出先国である香港、シンガポール、タイ、台湾、マレーシア及びカナダを中心に人気が高く、2022年の輸出額は約28億円、2023年は29億円と目標額を上回る伸びを見せており、野菜の中ではイチゴに次ぐ第2位となっている。

かんしょの輸出における腐敗問題

かんしょの輸出は一般に海上コンテナ輸送で行われる。産地からトラック等で輸出港近くの倉庫に輸送され、通関等の手続きを行った後、船に積み込まれて出港となる。輸出先国到着後も通関等の手続を行って荷下ろしされ、現地の小売店等に引き渡される。香港の場合には、出荷から現地での引き渡しまで10～14日ほどかかる(図1)。



図1 出荷から輸出先国の店舗等へ届くまで

港での通関手続きなどで数日を要し、香港への輸出の場合、出荷から輸出先国での荷下ろしまで10～14日程度かかる。

そして、この2週間ほどの間で、出荷時には見られなかった腐敗が、輸出先国に到着したときに発生しており、問題となっている（図2）。農研機構の聞き取りによると、冬期の輸送中の腐敗率が平均25%であり、経済損失も深刻である。



図2 輸出先国で腐敗が確認されるかんしょの例
出荷時にはなかった腐敗が輸出先国に到着したときに発生している。

月別の輸出量の推移からも、1月、2月は輸出量が一旦落ち込み、3月にまた回復する状況が見てとれる（図3）。事業者へ

の聞き取りによると、冬場の需要はあるが、輸送中の腐敗が多くなるため輸出を控えているとのことで、本来需要期と考えられる1月2月に機会損失している状況である。

かんしょの輸送中の腐敗

かんしょの輸送中の腐敗の主なものは、「サツマイモ軟腐病」（以降、軟腐病と表記）と「サツマイモ青かび病」（以降、青かび病と表記）である（図4）。これらの腐敗を引き起こす原因菌は、いずれも常在菌であり、イモの傷や、低温などによって傷んだ部分から侵入し、腐敗を引き起こす。軟腐病は、症状の進展が早く、イモ全体を著しく軟化させるなど、わずか数日で大きな被害となる。青かび病は、切り口や皮がむけた箇所等に発生し、青緑色に着色するため、商品性を低下させる。輸送時の腐敗対策では、軟腐病と青かび病の両方を抑える必要がある。

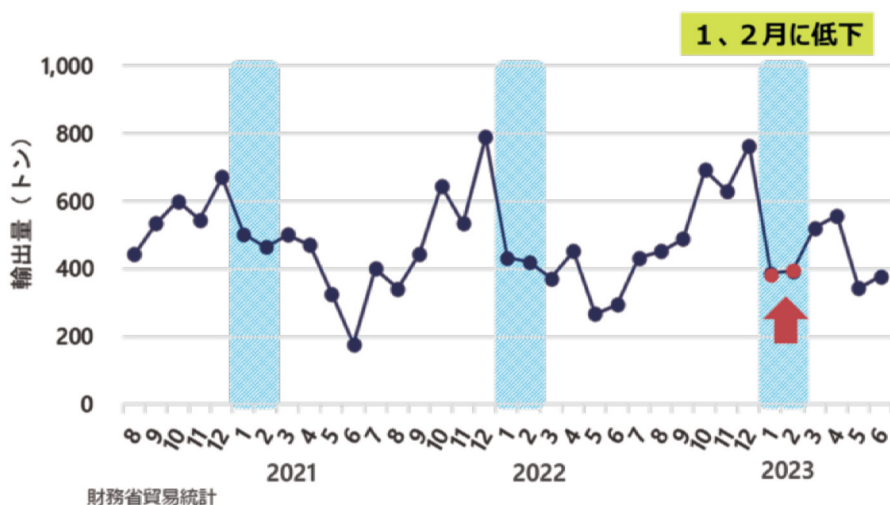


図3 かんしょの月別輸出量（財務省貿易統計より筆者作成）

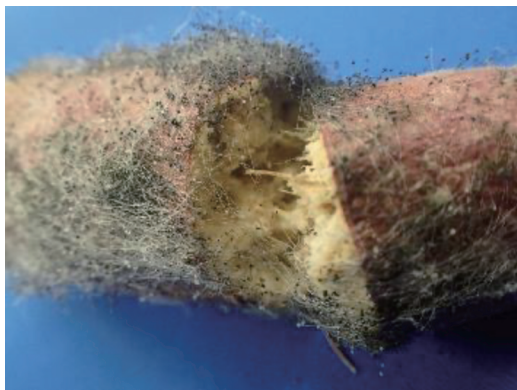


図4 かんしょの輸送中の腐敗

左：サツマイモ軟腐病。原因菌は*Rhizopus* 属の糸状菌であり、症状の進展が早く（数日）被害が大きい。イモ全体が著しく軟化する。
右：サツマイモ青かび病。原因菌は*Penicillium* 属の糸状菌であり、切り口や皮むけ箇所が発生する。青緑色に着色し目立ちやすく商品性が低下する。

かんしょの特性

かんしょは熱帯原産の作物であり低温に弱いため、降霜前までに収穫を終え、その後は貯蔵しながら翌年の春～夏頃まで出荷される。貯蔵適温は13～14℃、湿度は90%前後とされる。9℃以下の貯蔵では低温障害のリスクが高まり、15℃以上では萌芽や皮色の劣化などの品質低下が起こる。

輸送腐敗対策のアプローチ

輸送中腐敗の主要な原因の一つは洗浄・調製工程で生じたイモ表面の傷などから軟腐病菌や青かび病菌が感染することであり、もう一つは出荷作業時や輸送時の低温である。イモの細胞が傷むと、そこに軟腐病菌や青かび病菌が繁殖し腐敗する。輸出を行う際には、傷への対策と、出荷工程や輸送時の環境管理が重要となる。

そこで、洗浄・調製時についた傷からの感染防止のために高温キュアリングを実施し、できるだけ傷をつけないようにイモの丁寧な取扱いを実践、リーファーコンテナによる輸送温度管理を行い、輸送中の腐敗

防止を図ることとした。

キュアリングは、一般的にはイモを温度約33℃、湿度約90%の一定温湿度下に3日間程度置くことで、傷や表皮の下にコルク層（治癒組織）を作らせ、そこから腐敗菌が侵入できなくなることを利用して、収穫時についた傷からの菌感染による貯蔵中の腐敗防止を目的に行われてきた技術である。本報では、先行研究を参考に、輸送中の軟腐病と青かび病を抑えるために高温短時間条件に改変した処理を高温キュアリングと呼称している。

現場実装の取り組み

洗浄・調製後の高温キュアリング、イモの丁寧な取り扱いの実践による輸送腐敗防止技術を生産現場に導入して実用化するため、以下の取組みを行った。

①キュアリング庫の運用改善

洗浄・調製後の高温キュアリングは、室内実験で高い効果が確認され、対策の柱としているが、実証生産法人への導入当初は

効果が不安定で、思った結果が得られなかった。原因究明のため、実際のキュアリング庫で運転中の温湿度を測定したところ、適正条件からのズレやバラツキがあり、実験室でその条件を再現してみると腐敗防止効果が落ちることがわかった。次に現場のズレやバラツキの改善のため装置や作業の総点検を行ったところ、キュアリング庫の運用にいくつかの課題が見つかった。そこで、キュアリング庫のメーカーとも連携し「キュアリング庫運転チェック表」を作成し、キュアリング庫運転の際に必要な手順を、ポイントを押さえて漏らさず実行できるようにした（図5）。



図5 キュアリング庫運転の際に必要な手順・ポイントを実践

②イモに傷をつけない丁寧な取扱いの実践

傷対策では、そもそもイモに傷をつけないように取扱うことも重要である。丁寧な取扱いの重要性をわかりやすく説明するために、イモの傷の程度と軟腐病発症の関係について、写真を用いて一目でわかる表（「傷見本」）を作成した。打撲による傷が軟腐病発症リスクとなることを示したものであり、作業前指示や、研修会等で説明を行うなど、丁寧な取扱いを実践するためのツールとして現場で活用している（図6）。

③香港への冬期輸出実証試験

令和4年12月に、本コンソーシアムの宮城県の生産法人から香港への輸出実証実験を実施した。12月14日に産地を出発、トラック輸送で翌日に東京港倉庫に到着、リーファーコンテナに積み込み12月17日に東京港を出港、12月27日に香港港に到着、翌28日に香港現地業者による検品が行われた。結果は、無処理区の腐敗率が6.1%であったのに対し、高温キュアリング区の腐敗率は0.2%であり、「冬期の香港輸出で腐敗率5%以下」の目標を達成することができた（図7）。なお、同生産法人では、令和4年



図6 作業前や研修会で、イモの丁寧な取扱いの重要性を説明



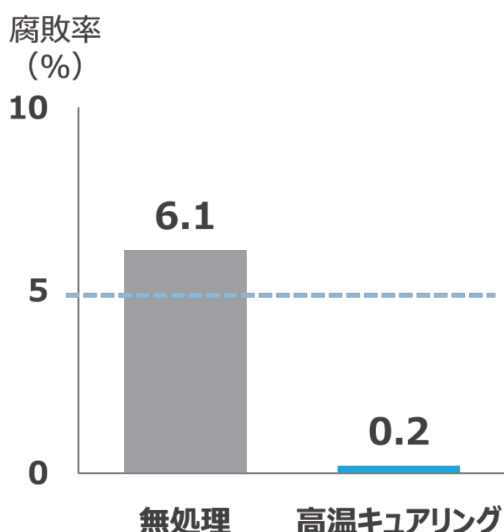


図7 香港輸出実証試験の結果

令和4年12月に宮城県の生産法人から香港へ輸出した。

11月～令和5年3月にかけて15回の輸出を行い、シーズンを通して目標値内の腐敗率で、数十トン全量の輸出を成功させている。

技術導入した事業者のコメント

本コンソーシアムメンバーである生産法人、輸出事業者からのコメントを紹介する。

本コンソーシアムの輸出商社様とご縁があり、震災後10年の節目に香港への輸出を開始しましたが、過去には腐敗が出て輸出が一旦ストップしたこともありました。技術の導入にあたっては、キュアリング庫の運用や、生産・出荷の工程を見直し、農研機構の手順書のとおりを実施した結果、腐敗が目標内に収まり、輸出を再開することができました。今回の結果が出たことにより、従業員も自信をもって取り組んでいます。利益も出て、施設整備も計画しています。キュアリング庫の導入

や、新規参入など、県内全域で産地化の動きが広がっています。(生産法人／宮城県)

輸出において、海外の小売店側からは、年間安定供給を求められます(「計算が立ち、棚の確保がしやすい」)。宮城県の生産法人様からの昨シーズンの輸出では、シーズンを通して腐敗率が問題ないレベル以下に抑えられ、予定数量を安定して納品することができました。小売店側にとっても安定した輸入が可能になりました。産地、弊社、小売店の三方良しの関係ができたかと思います。今後も継続していくことが必要で、このノウハウを改善しつつ、さらに品質向上に繋げていければと思います。(輸出商社／福岡県)

作業する人が丁寧な取り扱いを実践できるように、社内で農研機構の「傷見本」を活用しています。イモの扱い方が腐敗に影響することは、これまでも感覚的にはわかっていましたが、「傷見本」を見たとき、「やっぱりそうか」と納得しました。傷がついたイモが、その後どのように腐敗してしまうか、写真で見てわかるので、作業する人への説明もしやすいです。何度も言うようにしています。出荷のときだけでなく収穫作業でも同じように、打ち傷をつけないように気をつけています。運送業者さんにも「やさしく丁寧に扱ってください」と伝えています。(生産法人／鹿児島県)

おわりに

今般、農研機構では、洗浄・調製後の高温キュアリング、イモに傷をつけない丁寧な取り扱いの徹底等を含めたかんしょ輸送腐敗防止技術の具体的な実施条件やポイントを取りまとめた「輸送中のかんしょ腐敗

防止方策標準作業手順書(SOP)」を作成し、国内事業者への提供を開始した。本SOPを活用することで、輸送中の腐敗による経済損失やフードロスの低減が期待される。本成果が日本産かんしょのさらなる輸出拡大に貢献できれば幸いである。

□寄稿のお願い□

一般財団法人いも類振興会では、サツマイモ、ジャガイモなどいも類の振興と消費拡大を図る一助として、「いも類振興情報」(季刊)を発行しています。いも類に関する総説、調査・研究、産地・業界情報、海外情報、商品情報、料理、文化などの寄稿をお願いします。原稿の執筆要領は、下記のとおりです。

1. 原稿はパソコンのワープロ・ソフトを用いて作成し、E-mailの添付ファイルで当方まで送付下さい。なお、手書き原稿でもかまいません。
2. 編集の都合上、OSはWindows、使用ソフトは次のものを使用下さい。本文はWord(一太郎、テキストも可)。図表などはWord、Excel、PowerPoint。
3. 掲載1回分の頁数(1頁で約1,200字)は、図表・写真を含めて概ね6頁以内となります。
4. 編集の都合上、原稿の一部を割愛、修正する場合がありますので、予めご了承下さい。掲載原稿には、規定の原稿料と掲載誌を若干部お送りします。
5. 原稿の送付先

〒107-0052 東京都港区赤坂6-10-41 ヴィップ赤坂303 一般財団法人 いも類振興会
E-mail: jrta@imoshin.or.jp TEL: 03-3588-1040 FAX: 03-3588-1225