

サツマイモの海外輸出における 輸送中の腐敗対策について

農研機構 九州沖縄農業研究センター
暖地畑作研究領域 病害・品質グループ長

にしば 西場
よういち 洋一

はじめに

日本産のかんしょは、高品質で食味が良いことから海外でも評価が高く、香港、タイ、シンガポールなどのアジア圏を中心に、近年輸出量は大きく増加している（図1）。また、政府の「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」における重点品目にも位置付けられており、さらなる輸出拡大が期待されている。

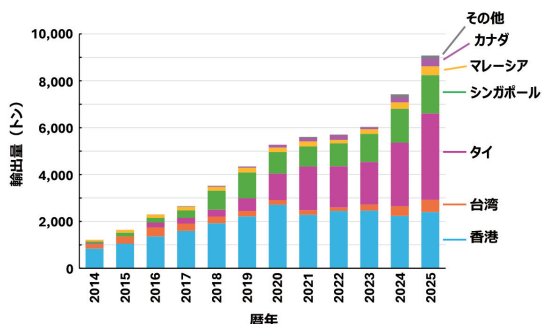


図1 日本産かんしょ輸出量の推移
財務省貿易統計より作成

一方、かんしょの輸出においては、主に冬期の海上輸送中に発生する腐敗が大きな問題となっている（図2）。例えば、香港向け輸出では約2週間の輸送期間中、出荷時には外観上異常が認められない個体であっても、到着時には腐敗が発生している事例が多発している。業者への聞き取り調査によれば、腐敗発生率は平均で約25%に達しており、深刻な経済的損失およびフー



図2 輸送中に腐敗したかんしょ

ドロスの要因となっている。さらに、輸送中の腐敗発生は現地取引先の販売計画に支障を来すだけでなく、取引関係における信頼性の低下を招くリスクも指摘されている。こうした状況を踏まえると、かんしょ輸出のさらなる拡大には、輸送中の腐敗抑制技術の確立と、安定的な輸出体制の構築が不可欠である。

農研機構では本課題の解決に向け、輸出事業者、かんしょ生産法人、大学、公設試験研究機関などと連携し、かんしょ輸送中の腐敗問題の解決に取り組んできた。本稿では、その取り組みの概要を紹介する。

1. 輸送時に発生する腐敗の要因と対策の考え方

九州域内から輸出されたかんしょの実態調査の結果、輸送中の腐敗は11月～2月の

冬期に集中して発生しており、腐敗の主因はサツマイモ軟腐病（以下、軟腐病）およびサツマイモ青かび病（以下、青かび病）であることが明らかとなった（図3、4）。



図3 サツマイモ軟腐病の外観



図4 サツマイモ青かび病の外観

軟腐病は*Rhizopus*属の糸状菌（かび）によって引き起こされる病害であり、主にかんしょ表面の傷や障害部から病原菌が侵入して発病する。発病した塊根は著しく軟化し、手で容易に押し潰せる程度となる一方、組織内部の変色は比較的軽微で、特有の軽いアルコール臭を伴う点が特徴的である。また、白色の菌糸中に黒色で太い菌糸が認められ、その先端には多数の胞子を含む黒色の球形器官が形成される。本病は菌の増殖速度が極めて速く、感染後数日で腐敗が進行するため、短期間で大きな被害を生じる¹⁾。このような特性から、輸送中における腐敗要因として最も重要度の高い病害であると位置付けられる。

サツマイモ青かび病は、*Penicillium*属の糸状菌が原因で発生する。収穫や調製時

に生じた切り口や皮むけ箇所に発生し、青緑色に着色し目立ちやすいため、流通・販売段階での評価を下げ、結果として商品性の低下を招く要因となる。

感染対象となるかんしょの特性に着目すると、その起源が中南米の熱帯域にあることから低温に弱く、輸送時における低温環境は低温障害を招く可能性がある。また、乾燥にも弱いことが知られており、貯蔵条件としては温度13～14℃、湿度90～95%が適するとされている²⁾。しかしながら、軟腐病菌をはじめとする病原菌はこれらの条件下でも十分に活動可能であり、低温・低湿度によってその増殖や感染を抑制することは容易ではない。さらに、軟腐病や青かび病の原因菌は自然界に広く分布する常在菌であり、土壌や空気中など多様な環境中に胞子の形で存在している。このため、収穫や取扱いの過程で打撲や損傷などを受け、腐敗リスクを内在したかんしょは、通常の貯蔵環境下においても容易に病原菌に感染し、腐敗が進行する。加えて、これら病原菌の増殖速度の速さも相まって、輸送中における腐敗防止を一層困難にしている。

一方、かんしょは収穫後、健全なイモであり、かつ適切な環境条件下で管理された場合、数か月にわたる長期貯蔵が可能な作物である。この観点から見ると、香港向け輸出で見られるような約2週間程度の輸送期間中に腐敗が発生する事例は、出荷時点ですでに何らかの腐敗リスクを内在した個体が流通に供されている可能性が高いことを示唆している。従って、輸送中の腐敗防止に向けた基本方針としては、まず腐敗リスクを有さない健全なイモを出荷すること

が前提となる。そのうえで、新たな腐敗リスクを生じさせないため、貯蔵に適した環境条件を維持した輸送を行うことが有効であると考えられる。次章では、この方針に基づき構築した腐敗防止方策について概要を報告する。

2. 輸送中腐敗防止方策の概要

通常のかんしょ出荷工程の概要を図5に示すが、洗浄および調製工程において生じる傷や打撲は、その後の輸送過程における腐敗の要因と考えられる。さらに、これら以外の工程においても、イモを投げる、落とすなどの乱暴な取り扱いによる傷害が腐敗の発生リスクを高める可能性がある。また、輸送中の腐敗は主として冬期に多発していることから、出荷工程中における低温暴露も腐敗進行を助長する一因であると考えられる。以上を踏まえ、腐敗リスクの低減を図るため、以下の腐敗防止方策を取りまとめた³⁾。

1) かんしょの丁寧な取り扱いの徹底

室内試験において、かんしょに付与した傷の種類および程度と軟腐病発生との関係を検討した結果、特に打撲の影響が大きく、軽微な打撲であっても腐敗リスクを高めることが明らかとなった（データ省略）。一般に、かんしょは比較的乱暴な取り扱いにも耐えるとの認識を持たれる場合があるが、実際にはデリケートな作物であり、丁寧な取り扱いが必要である。このため、現場においては適切な取り扱い意識の醸成が求められる。そこで、作業者が傷の種類や程度に応じた腐敗リスクを視覚的に把握できるように、打撲や傷の程度と腐敗との関係を写真で示した「傷見本」を作成した³⁾。本資料は、研修会などにおける取扱作業の指導や改善に活用されている。

2) 洗浄・調製後の高温キュアリング

かんしょの出荷工程における洗浄・調製に伴う傷や打撲は、現状では完全に回避することが難しく、これらの損傷部からの病



図5 かんしょ出荷工程の例

原菌侵入をいかに防止するかが重要な課題となる。傷口からの感染防止技術としては、古くからキュアリング（治癒）が知られている⁴⁾。これは収穫作業などで生じた傷を修復し、病原菌の侵入を防止する技術である。具体的には、かんしょ塊根をキュアリング庫（図6）内において一定の温湿度条件（通常は温度30～35℃、湿度90～99%）で保持することで、約4日程度で切断面や表皮下にコルク層が形成され、菌の侵入が防止される。輸送中の腐敗防止を図るためには、洗浄・調製後にキュアリングを実施することが有効と考えられる。さらに、防止効果の向上を目的として、通常より高温条件で行うキュアリング（高温キュアリング）も検討されており^{5,6)}、腐敗抑制効果の向上が報告されている。我々の取り組みにおいても、室内試験などにより高温キュアリングの有効性を確認するとともに、その最適な実施条件を確立した³⁾。



図6 キュアリング庫の例

3) その他の方策

かんしょの輸送中に発生する腐敗は、特に冬期に多発する傾向がある。このため、輸送時および出荷工程における温湿度管理

の徹底が重要であり、出荷時の低温への曝露を回避するとともに、かんしょの適正条件（温度13～14℃、相対湿度90～95%）を維持した輸送を行うことが望ましい。あわせて、結露の発生を防ぐ観点から過度な加湿や急激な温度変化を避けることが腐敗防止に有効と考えられる。また、貯蔵施設の清掃徹底や清潔なコンテナの使用、洗浄後に流水で十分にすすぐなど、衛生的な取り扱いを心掛け、病原菌との接触機会を極力低減することも必要である。さらに、サツマイモ基腐病や黒斑病など、圃場段階で感染する病害に対して適切な防除を実施することも重要であり、腐敗リスクの低減にはこれらを含めた総合的な対策が求められる。

3. 輸送中腐敗防止方策の実証

上記の腐敗防止方策については、(株)やまもとファームみらい野（宮城県）と連携し、香港向け輸出を対象とした実証試験を2022年度および2023年度の冬期に実施した。図7には、2023年度試験（2024年1月16日～2月5日実施）の結果を示しているが、高温キュアリングの導入により腐敗率が大幅に低減されることが実証された。また、殺

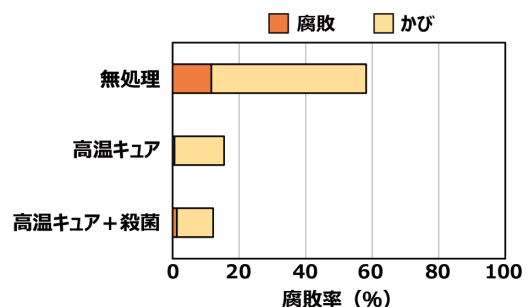


図7 香港への輸出実証試験の結果
2023年度、品種「べにはるか」、段ボールバラで輸送
腐敗：軟化を伴うもの、かび：表面のかび

菌処理（過酢酸製剤）との併用効果についても検証した結果、腐敗防止効果の主因は高温キュアリングにある一方、殺菌処理にも補助的な効果が認められることが示唆された。さらに、2022年度の試験においても腐敗率は6.1%から0.2%へと大幅に低減しており、複数年度にわたりその有効性が確認されている。実証試験を実施した(株)やまもとファームみらい野においては、高温キュアリングの導入とともに、かんしょの適正な取扱い指導を徹底した結果、香港向け輸出では2022年度実績として、冬期を通じた腐敗率を5%以下に抑制することに成功した。さらに、かんしょ輸出に取り組む他の生産法人や物流企業においても腐敗防止方策の普及が進んでおり、腐敗の低減と輸出の安定化に寄与している。

本稿で紹介した腐敗防止方策は、農研機構より「輸送中のかんしょに対する腐敗防止方策標準作業手順書」として公表されている³⁾。高温キュアリングなどの具体的な実施条件は標準作業手順書にまとめられて

おり、輸出事業者や生産法人などに向けて提供されているため、参考にさせていただきたい。

本研究は生研支援センター「戦略的スマート農業技術等の開発・改良（2022～2023年度）」(JPJ011397)の支援を受けて行った。

参考資料

- 1) 小川奎（1985）現代農業，12月号，276-279.
- 2) 猪野誠（2010）サツマイモ事典，財団法人いも類振興会編，全国農村教育協会，pp.171-172.
- 3) 農研機構（2023）輸送中のかんしょに対する腐敗防止方策標準作業手順書．<https://sop.naro.go.jp/document/detail/105>（閲覧日：2026年5月21日）
- 4) 渡邊健（2010）サツマイモ事典，財団法人いも類振興会編，全国農村教育協会，pp.172-173.
- 5) 田之上隼雄ら（1989）鹿児島県農業試験場研究報告，17号：59-69.
- 6) 兼田朋子ら（2021）日本食品保蔵科学会誌，47巻2号：67-75.