

SOP23-204aK

禁転載

(配付者限り)

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

－サンプル版－



目次

はじめに	1
免責事項	2
I. 輸送中のかんしょにおける腐敗問題の現状	3
1.かんしょの海外輸出の現況	3
2.海上輸送におけるかんしょ腐敗の現状	4
3.かんしょの貯蔵特性	5
4.輸送中のかんしょにおける腐敗の原因となる主な病害	6
(1) サツマイモ軟腐病	6
(2) サツマイモ青かび病	8
II. 輸送中のかんしょにおける腐敗防止方策の概要と特徴	9
III. 傷をつけないイモの取扱い	11
IV. 洗浄・調製後高温キュアリングについて	14
V. 洗浄・調製後高温キュアリングの導入手順とポイント	16
1.粗選別・調製	16
2.洗浄・殺菌	17
3.高温キュアリング・放熱	18
(1) 高温キュアリングの手順	18
(2) 高温キュアリング庫の要件	19
4.乾燥・選別・梱包・出荷	20
VI. 洗浄・調製後高温キュアリングの導入事例（実証試験）	22
1.輸出実証試験の概要	22
2.試験方法	23
(1) 試験材料	23

(2) 試験のスケジュールおよび実施内容	23
3.試験の結果	26
(1) 高温キュアリング中の温湿度	26
(2) 輸送中の温湿度	26
(3) 洗浄・調製後高温キュアリング等の腐敗防止効果	27
VII. 導入事例に対する評価	29
1.成功事例	29
2.失敗事例とその理由	30
VIII. 技術の導入先	32
IX. 輸送中の腐敗防止のためのその他の方策	33
1.温度管理	33
2.結露の防止、余剰水分乾燥	33
3.汚染の防止	34
4.収穫前の方策	34
用語解説	35
参考資料	37
その他情報	38
担当窓口、連絡先	39

はじめに

日本産のかんしょは高品質で食味に優れるため、香港、台湾、東南アジア等の海外でも人気が高く、近年輸出が急増しています。一方、海上輸送中の腐敗の発生が、全国のかんしょ輸出業者や生産者にとって深刻な問題となっています。

本標準作業手順書（以下手順書）は、かんしょの輸出に関わる事業者（輸出業者、生産者等）を対象とし、輸送中に発生する腐敗の原因探索、原因に応じた腐敗防止手順の策定、安定した出荷体系の構築、に役立てていただくことを目的として作成しています。なお、本手順書の内容は、国内消費地にかんしょを輸送する際の腐敗防止方策としても適用可能です。

本手順書に記載した技術により、かんしょの流通途上での輸送中の腐敗発生を抑制し、輸出の安定化を通して関係事業者の経営改善に役立てれば幸いです。

■ 免責事項

- 本手順書に示した導入例におけるかんしょの腐敗低減効果は、農研機構が東北地域において実施した実証試験の結果です。地域、気候条件、品種、流通状況等の条件により効果は変動することにご留意ください。本手順書に記載の技術の利用により、この通りの効果が得られることを保証したものではありません。
- 農研機構は、利用者が本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手順書に記載されている画像等は、すべて農研機構が著作権を有しているか、転載許可を得たもの、著作権が放棄されているものです。

I. 輸送中のかんしょにおける腐敗問題の現状

1. かんしょの海外輸出の現況

日本産のかんしょは食味、品質において海外でも高い評価を受けており、輸出はこの10年程で急増しています（図 I-1）。主な輸出先は、香港（2,446 t）、タイ（1,758 t）、シンガポール（978 t）、カナダ（199 t）、台湾（153 t）、マレーシア（148 t）となっており、東南アジア向けが多くなっています（2022年データ、出展：財務省貿易統計（税関ホームページ）品別国別表）。

かんしょは重量根菜であり、空輸よりも船便による海上輸送が経済性に優れるため、東南アジア向け輸出では、2～3週間程度かけて海上輸送されています。以下で述べるように、この長い輸送期間が腐敗発生という問題につながっています。

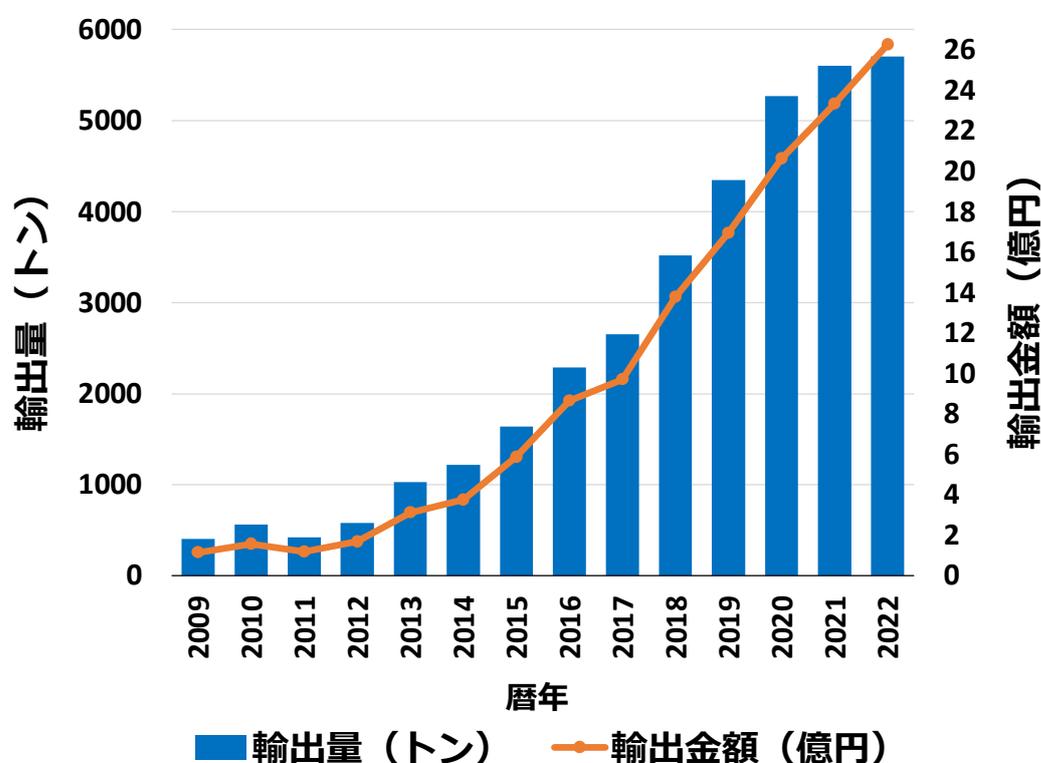


図 I-1 かんしょの輸出量・金額の推移

財務省貿易統計（税関ホームページ）統計品別推移表を基に農研機構作成

2.海上輸送におけるかんしょ腐敗の現状

現在、海上輸送におけるかんしょの腐敗が大きな問題となっており、出荷段階では腐敗が認められないかんしょが輸出先国に到着した時に腐敗している多くの事例が発生しています（図 I -2）。輸送中に急激に進行するかんしょの腐敗は、輸出業者や生産法人にとって大きな損失となります。



図 I -2 輸送中のかんしょに発生した腐敗の様子

九州域内の生産法人から出荷された生のかんしょを対象として、農研機構が聞き取り調査等により輸送中の腐敗の実態調査を行ったところ、以下のような結果が明らかになりました。

- 輸送中のかんしょの腐敗は、11月～2月の冬期に集中して発生しており、冬期の海上輸送中における腐敗率は平均で約25%に達していました。
- 現在、日本から輸出される主な品種は「べにはるか」「高系14号」等ですが、腐敗はいずれの品種でも発生しており、特定の品種で多発するということはありませんでした。

- 腐敗の原因はサツマイモ軟腐病（以下、軟腐病）とサツマイモ青かび病（以下、青かび病）が主なものでした。また、生産現場（圃場）で発生する病害による腐敗と思われる個体も見られました。

軟腐病と青かび病は、主にかんしょの表面についた傷から病原菌が侵入して発病することが知られています。実態調査の結果からは、収穫から出荷段階において表面についた傷が輸送中の腐敗の多発生につながることを示唆されています。更に、冬期の低温遭遇も腐敗原因の一つとして考えられます。

3.かんしょの貯蔵特性

- 一般的に温度 13～14 °C、湿度 90～95 %がかんしょに適する貯蔵条件とされています（猪野 2010）。
- かんしょはもともと中南米熱帯域に起源を持つ作物であるため寒さに弱く、10 °Cを下回る低温貯蔵は、イモに低温障害を引き起こします。低温ではかんしょ生体膜脂質の流動性（用語解説参照、p. 35）が低下し、正常な機能を失って呼吸速度が低下すると考えられています（中谷 2010）。一般に 9 °C以下で貯蔵すると低温障害が発生して腐敗しやすくなり、11 °C程度でも長期貯蔵（数か月）すると腐敗が多くなることが知られています（猪野 2010）。
- 一方、15 °C以上で貯蔵すると萌芽や発根、皮の退色等が起こり、品質の低下に繋がります（猪野 2010）。また、かんしょは乾燥にも弱く、湿度の低い環境での貯蔵は乾燥による萎れや重量減少の原因となります。
- 低温障害による腐敗、高温による萌芽・発根、乾燥による品質低下等は輸送中も

同様に留意すべき点であり、貯蔵中に準じた温度・湿度の管理が必要です（参照 p. 33 以降）。

4. 輸送中のかんしょにおける腐敗の原因となる主な病害

(1) サツマイモ軟腐病

軟腐病は輸送中のかんしょに発生する主要な病害の一つです。病原菌はクモノスカビ (*Rhizopus stolonifer*) 等の糸状菌（かび）であり、かんしょの収穫や洗浄、調製等でできた傷口から病原菌が侵入して発病します。病徴の進展は非常に早く、出荷時点では外見上の異常は確認できなくても数日の間に腐敗が進行します。また、発病したかんしょが軟化して輸送中につぶれ、周りのかんしょに菌を含む汁がかかって腐敗やかびが広がるケースもあります。軟腐病の特徴を以下に示します（図 I-3）。

- 発病したかんしょは軟化し、触るとスポンジのように軟らかくなっています。
- 塊根組織内はあまり変色しません。
- 軽いアルコール臭、酵母のような臭いがします。



図 I -3 軟腐病が発病したかんしょの外観と切断面

かんしょの表面に菌糸・胞子が形成されている場合があります（図 I -4）、その場合はより判別がしやすくなります。菌糸は白色で、先端に黒色の胞子が多数含まれる球形器官を形成すると黒くなります。このような菌が確認できれば、軟腐病である可能性が高いと言えます。

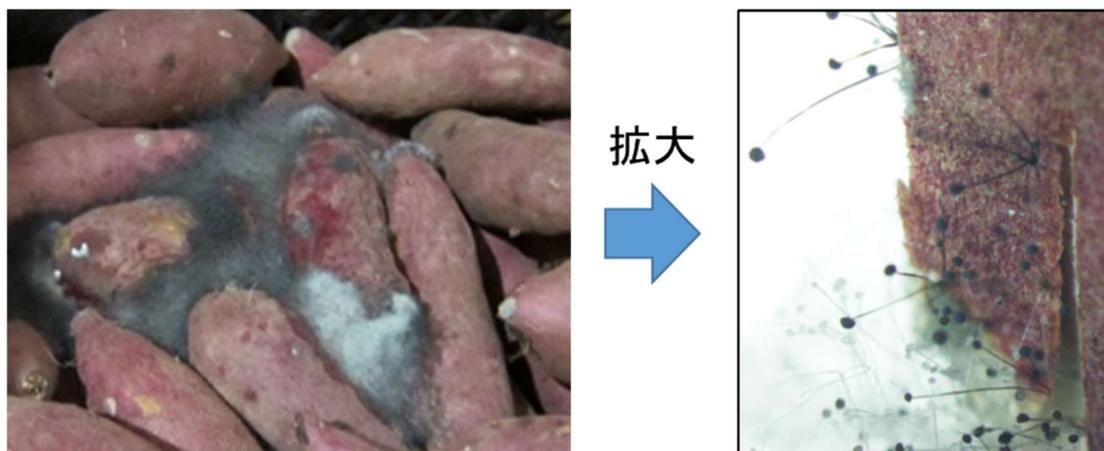


図 I -4 軟腐病が発病したかんしょ表面の菌糸および胞子

Rhizopus stolonifer 等の糸状菌は常在菌であり、ほ場や貯蔵庫等の環境だけでなく空中にも胞子が存在するため、傷がついたかんしょは常に感染・発病のリスクにさらされています。また、軟腐病菌の生育適温は 25 °C 程度ですが、より低温であるかんしょの貯蔵適温（13～14 °C）でも菌は活動し、かんしょを腐敗させることができます（小川 1985）。その対策には、キュアリング（用語解説参照、p. 35）により傷口の治癒を促進し、菌の侵入を防ぐことが効果的と考えられます。

(2) サツマイモ青かび病

カンキツ類の表面に発生する青かび病菌や緑かび病菌と近縁の *Penicillium* 属の糸状菌が病原菌となります。本属の菌は軟腐病菌と同様、常在菌で様々な環境に孢子が存在し、かんしょの貯蔵適温でも繁殖します。白色のかびが時間の経過とともに青から緑色に着色するのが特徴で、かんしょ表面の傷口や皮がむけた箇所等に発生します。青かび病の特徴を以下に示します（図 I-5）。

- 塊根表面（皮がむけたところなど）で青から緑色の菌が生育します。
- 症状が進行すると塊根組織は黒から褐色に変色します。
- 塊根はあまり軟化しません。



図 I -5 かんしょの表面・切り口に発生した青かび病

※第Ⅱ章～参考資料の頁はサンプル版では省略されています。

輸送中におけるかんしょ腐敗の主な要因は軟腐病や青かび病等の病害ですが、これらは選別や洗浄、調製等の作業時にかんしょに付く傷から菌が感染して発症します。第Ⅱ章以降の頁では、かんしょに傷を付けない丁寧な取り扱いの徹底や、傷からの菌感染を防ぐ高温キュアリング等の腐敗防止方策について、具体的な実施条件やポイントを生産者や指導者向けに取りまとめています。これらの方策を実施することで、実証生産法人の冬期香港輸出における腐敗発生が従来より大幅に低減することを確認しました。

本手順書を活用することで、輸送中の腐敗による経済的損失やフードロスが低減され、日本産かんしょの輸出安定化が期待されます。

その他情報

本書内容の一部は、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研究成果を取りまとめたものです。

担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 九州沖縄農業研究センター 研究推進部 研究推進室 広報チーム

q_info@ml.affrc.go.jp、096-242-7530



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。