

# カキ・モモの収穫適期判定と輸送環境管理技術を用いた長期輸送における品質保持を可能にするスマート輸出商流技術の実証

◎輸出

JAそでうら果樹部会ほか（山形県酒田市ほか）

## 背景及び取組概要

<経営概要:62ha(カキ62ha) うち実証面積 カキ10ha>

<経営概要:74ha(モモ64ha) うち実証面積 モモ10ha>

- 日本の果樹の輸出量は近年拡大傾向にあるが、従来の栽培・流通方法が長期間輸送を想定していないため、輸送中のロスが多く発生
  - 長期間輸送を見据えた収穫時期調整、収穫直後からの流通段階における商品保存環境の管理技術が求められる
- ① 収穫時期判定技術：非破壊式硬度計による硬度測定（熟度測定）
  - ② 輸送環境管理技術：エチレングス濃度を含む環境測定センサーを活用
  - ③ データ解析：サプライチェーン上の品質劣化要因を解析

## 導入技術

### 収穫適期判定技術

・指輪型の携帯振動装置を用いて、長期間輸送に最適な熟度で収穫



### 脱渋効率化 (カキ)

・一括炭酸ガス脱渋を実施



### 環境測定センサ付 特殊鮮度保持庫

・0℃でも果実が凍結しない氷感庫で予冷



### 輸送環境センサ

・流通段階の保管環境測定を行い、改善点を把握する



### 非破壊式硬度計

・収穫～到着まで品質測定に使用し、販売時の品質安定化



収穫

集・選果  
予冷  
+脱渋(カキ)

海上輸送

現地倉庫

販売

# 目標に対する達成状況等

## 実証課題の達成目標

### 1) 実証テーマに沿った目標

－輸出商品の輸出先（香港）販売前の可販商品化率向上

カキ：香港可販商品化率※ 83%（2020年実績）⇒ 93%（本事業実施後）

モモ：香港可販商品化率※ 80%（2019年実績）⇒ 93%（本事業実施後）※重量ベース

### 2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

－カキ生産者の出荷作業（庭先脱渋）時負荷、コストの軽減、カキの輸出向け収穫時熟度の確立

－モモの輸出向け収穫時熟度の確立

### 3) 生産者の経営全体の改善についての目標

－スマート輸出商流技術の導入による輸出ロット（各JA生産者部会）単位での営業利益の向上

－カキ輸出の生産者利益：5%アップ※

－モモ輸出の生産者利益：5%アップ※ ※輸出商品と圃場の紐付けが困難である為、試算上の評価

## 目標に対する達成状況

### 1) 実証テーマに沿った目標に対する達成状況

新型コロナウイルス感染症拡大の影響による海上コンテナ輸送の大幅遅延により、想定条件が大幅に変更となり、2ヶ年を通じて実証テーマに沿った実施が困難であった。

・令和3年度

カキ…大幅遅延のため輸出せず、輸出期間を想定した国内での蔵置試験へ切替えた。

モモ…輸出したものの、収穫直後の冷却から輸出先（香港）でのコンテナ積み降ろしまで平均20日を超過した。

・令和4年度

カキ・モモ…遅延が回復せず、輸出の実証を見送った。

# 目標に対する達成状況等

## 1) 実証テーマに沿った目標に対する達成状況(つづき)

表 1. カキの2ヶ年の輸出実証状況と結果

			実施条件（脱渋・輸送）				結果目標/実績	
			脱渋工程・輸送の環境管理 （脱渋工程管理、温湿度・エチレン濃度管理）		日本脱渋開始～香港コンテナ積降ろしの期間		可販商品化率	収穫適期の判定
参 考	令和2年 (2020年)	実績	△	各農家での庭先脱渋、 コンテナ内輸送環境測定無	○	2週間	83%	—
		目標	○	脱渋工程集約、 コンテナ内輸送環境測定	○	2週間程度	93%以上	可能
本 実 証 期 間	令和3年 (2021年)	実績	○	炭酸ガスによる脱渋処理 (工程集約)、 蔵置による冷蔵保存、 期間中の環境測定	×	海上輸送大幅遅延 →蔵置試験3週間へ 切替	冷蔵3週間後の 常温回復4日 目：85～90% 但し蔵置試験の 為あくまでも参 考値	可販率との関 連 収穫時熟度 熟度高：90% 熟度低：85%
	令和4年 (2022年)	目標	○	脱渋工程の集約、 コンテナ内輸送環境測定	○	2週間程度	93%以上	実施しない
		実績	—	実施断念	—	実施断念	—	—

【凡例】 ○：輸出事業向けの条件を充足、△：一部充足しない、×：充足しない、—：実施なし

# 目標に対する達成状況等

## 1) 実証テーマに沿った目標に対する達成状況(つづき)

表 2. モモの2ヶ年の輸出実証状況と結果

			実施条件（保管・輸送）			結果目標/実績	
			保管・輸送の環境管理 （産地予冷、温湿度一定化）	予冷～香港コンテナ 積降ろしの期間 （低温下保管期間）		可販商品化率	収穫適期の 判定
参考	令和元年 (2019年)	実績	△ 予冷無、国内常温輸送、 大阪での低温コンテナ積込	○ 8～10日		80%	—
本 実 証 期 間	令和3年 (2021年)	目標	○ 産地予冷有(氷感庫)、 産地での低温コンテナ積込	○ 8～10日		93%以上	可能
		実績	○ 産地予冷有(氷感庫)、 産地での低温コンテナ積込	× 平均20日超		常温回復3日 目56% 但し低温障害 を除くと 98.2%	不可
	令和4年 (2022年)	目標	○ 産地予冷有(氷感庫)、 産地での低温コンテナ積込	○ 8～10日		93%以上	可能
		実績	— 実施断念	— 実施断念		—	—

【凡例】 ○：輸出事業向けの条件を充足、△：一部充足しない、×：充足しない、—：実施なし

# 目標に対する達成状況等（つづき）

## 2)生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標に対する達成状況

－カキ：

- ・令和3年の蔵置試験により、収穫時熟度の低いグループに比べて、収穫時熟度の高いグループの方が品質保持期間が長い可能性が示唆された（＝輸出向けに所謂「早採り」は輸出先での可販商品化率には寄与しないことが示唆された）。しかし、実際の輸出を行っての確認が必要である。
- ・脱渋処理工程は、蔵置試験用の少量での検証に留まったため、実際の輸出を行う出荷量のスケールでの検証が必要となる。

－モモ：

- ・輸出に最適な収穫適期判定を行うため、硬度を熟度の目安として異なる硬度で収穫し、輸出先で品質データを確認する計画であったが、令和3年は現地での低温障害発生のため検証を中止した。

## 3)生産者の経営全体の改善についての目標に対する達成状況

－輸出ロット（各JA生産者部会）単位での営業利益の向上

カキ・モモとも、スマート輸出商流技術の活用により、可販商品化率の向上の示唆は得られたものの、実証期間中には輸出先（香港）での実商品の販売段階には至らなかった。ついては、輸出ロット単位では、技術導入コストと収益を算出できず、営業利益向上が見通せる段階には至らなかった。

－カキ輸出の生産者利益の向上

実績値ではなく輸出実施を想定して試算した場合、単価向上と歩留まり向上により、純収益は15%向上し、目標を達成すると見込まれる。

－モモ輸出の生産者利益の向上

実績値ではなく輸出実施を想定して試算した場合、単価向上と歩留まり向上により、純収益は35%向上し、目標を達成すると見込まれる。

# (実証項目別成果①) 長期輸送を目的とした桃の冷却前の適切な熟度の把握

## R3年度※ 取組概要 (モモ)

※R4年度は、海上輸送の遅延が回復せず、  
実証を断念。

- ①代表的な品種について、収穫後冷却開始前に硬度測定し、熟度目安を把握。
- ②輸出先での品質確認と可販商品化率を算出。

※並行して、輸出先までの海上コンテナ内のエチレン濃度・温湿度・二酸化炭素濃度を測定。

(使用機器)

非破壊式硬度計(指輪型)  
非破壊式硬度計(据置型)  
特殊鮮度保持庫  
輸送環境測定センサー  
(実証面積:10ha)

## R3年度 実証結果 (モモ)

- 海上輸送の大幅な遅延により、低温環境下での保管日数が平均20日を超えたため、輸出先到着後に低温障害と見られる内部褐変や繊維質化が幅広く発生。
- 低温障害発生により、収穫時の硬度(熟度の指標)による可販商品化率の測定は困難となった。



- 収穫以降のサプライチェーン上での商品状態、及び保管環境に関するデータ集めと、データからの輸出用商品の収穫適期判定、及び最適保管環境の導出と仕組みの確立には、新型コロナウイルスの流行が影響した。

## 今後の課題 (と対応)

- ・海上輸送期間が安定した前提で、想定した93%以上の可販商品化率を確保できるか、収穫時熟度と時系列的な劣化傾向の関係を確認する必要がある。
- ・非破壊式硬度計(指輪型)は、0℃付近の低温環境下では正常に測定が行えないことが判明したため、他の熟度測定方法を考案する必要がある。

# (実証項目別成果②) 一括脱渋と低温輸送による柿の品質保持の確認

## R3年度※ 取組概要 (カキ)

※R4年度は、海上輸送の遅延が回復せず、  
実証を断念。

- ①収穫後に硬度測定し、熟度目安を把握。
- ②一括して、特殊鮮度保持庫内で脱渋を行い(炭酸ガス脱渋)、その後低温貯蔵して輸出先へ出荷。
- ③脱渋処理後、輸出先到着後も硬度を測定し、輸送期間と品質変化の関係を追跡。

※並行して、エチレン濃度・温湿度・二酸化炭素濃度を測定。

◎海上輸送の大幅遅延のため、輸出した場合の輸送期間を想定した蔵置試験へ切替て実施した。

(使用機器)

非破壊式硬度計(指輪型)

非破壊式硬度計(据置型)

特殊鮮度保持庫

輸送環境測定センサー

(実証面積:10ha)

## R3年度 実証結果 (カキ)

○収穫時熟度の低いグループと高いグループは、冷蔵保管期間で、硬さ/食味/食感の評価でほぼ差がなくなったため、国内流通と同様の熟度での収穫で問題ないのではないか、という結果になった。

○脱渋後の冷却により品質保持期間の確保と渋抜きが両立できる見込みが立った。

但し、あくまでも蔵置試験の結果であり、実際の輸ロット単位・輸送環境での検証が必要。



●収穫以降のサプライチェーン上での商品状態、及び保管環境に関するデータ収集と、データからの輸用商品の収穫適期判定、及び最適保管環境の導出と仕組みの確立には、新型コロナウイルス感染症の流行が影響した。

## 今後の課題 (と対応)

・海上輸送期間が安定した前提で、想定した93%以上の可販商品化率を確保できるか、収穫時熟度と時系列的な劣化傾向の関係を確認する必要がある。

# (実証項目別成果③) 経営体の経済性の分析

## R4年度取組概要

達成目標:『収益性向上』

生産者の収益をカキ5%向上、モモ5%向上の営業利益増  
(輸出商品と圃場の紐付けが困難な為、あくまで試算上の評価)

○ 以下の技術区分を設定し、記帳・分析を行った。

表3. 技術区分の分類

	収穫判定・目安
技術区分A	硬度計測定による新基準策定(2021年度) * 代表的な1つの園地を限定してモデル的に記帳・計測等 策定した基準で収穫(2022年度)
技術区分B 慣行(対象区)	従来の収穫目安(2021年度) 2022年度は2021年度データ

○ 6月より、生産者がエクセルで記帳を開始した。

- ・データの一部は、慶応大学開発のAOItraceを使って、自動での記帳を試行した。
- ・AOItraceに一部作業状況が記録できないとの不具合があったので、基本はエクセルを収穫までの経営・栽培管理システムの中核として活用し、青色申告決算書などを使って、経営的評価を行い、経営分析もエクセルで行った。

## R4年度実証結果

○ 輸出実施を想定して試算した場合、単価向上と歩留まり向上により、純収益は、カキ15%、モモ35%向上し、目標を達成すると見込まれる。

○記帳結果

山梨県モモ園地でAOItraceの利用を試行。園地同士が約10mしか離れていないことがあるため、隣の園地で作業したと記録される、園地の退出が未記録などがあった。

表4. AOItraceによる記帳例

作業開始時刻	作業終了時刻	圃場	品目
2022-07-15T13:28:58.009277	2022-07-15T13:30:33.492809	日川1	桃
2022-07-15T13:32:36.394197	2022-07-15T13:34:43.978459	日川1	桃
2022-07-15T13:34:00.183540	2022-07-15T13:44:26.113500	日川2	桃
2022-07-15T13:44:10.530174	2022-07-15T13:55:15.705519	日川1	桃
2022-07-15T14:05:57.096448	2022-07-15T14:09:51.389813	浅間2	桃
2022-07-15T14:09:59.166886	2022-07-15T14:34:29.460284	日川3	桃
2022-07-15T14:09:39.258730	2022-07-15T14:34:29.473601	白鳳1	桃
2022-07-15T14:09:56.402767	2022-07-15T14:34:29.467385	なつっこ	桃
2022-07-16T05:57:50.081625	2022-07-16T06:03:40.454699	なつっこ3	桃
2022-07-16T06:06:44.435408	2022-07-16T06:29:56.506381	日川3	桃
2022-07-16T06:06:44.447956	2022-07-16T06:29:56.513662	白鳳1	桃
2022-07-16T06:29:56.505579	2022-07-16T07:07:05.402296	浅間2	桃

- ・山形県カキ農家はエクセルで順調に記帳。AOItraceも併用したが、時々、一部圃場の入退出が記録されない場合があった。



# (終了時成果(全体)) 実証を通じて生じた課題

## 実証を通じて生じた課題

### 技術的な課題

今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
課題項目 番号1	果実の収穫	非破壊式硬度計 (指輪型)	0°C付近の低温環境下では正常に測定が行えない。 (0°C付近での細胞内外の溶液の粘性が要因と推測)

## ○問い合わせ先

実証全体について

株式会社 世界市場

(お電話、又は、下記ホームページのお問い合わせよりお願いします)

Tel. 03-6417-1140

Website <http://www.sekai-ichiba.co.jp>

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ  
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>