

背景及び取組概要

＜実証面積：174.9a＞ ＜実証品目：キュウリ、イチゴ＞

○ JA西三河きゅうり部会では10年で単収を約30%向上している。しかし、キュウリの販売において品種や味・糖度など特色を出しづらく、差別化が難しく、日による生産量の増減が大きい。また、物流においては、青果物の産地基盤の縮小に伴い、継続輸送を行うためには非効率な輸送が課題となっているため以下の取り組みを行う。

- ① 出荷量予測を用いた安定販売。
- ② 需要予測を用いた袋詰め形態の販売。
- ③ 出荷情報(出荷予約・出荷予測)を用いた配送の適正化。

導入技術

環境データの収集

・モニタリングシステム（あぐりログ）を導入。蓄積されたデータを出荷量予測に活用

袋詰め機の高度化

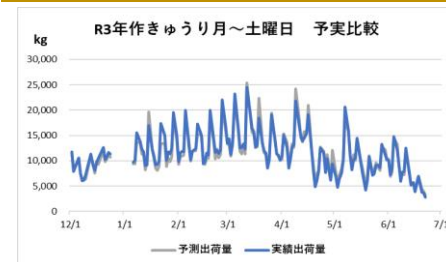
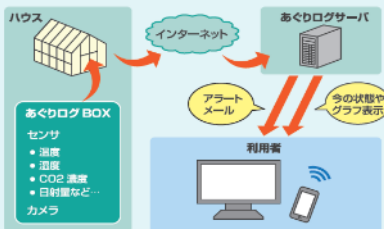
・商品形態を産地で決定

販売に活用する出荷量予約モデルの構築

・産地全体で出荷量予測を実施、販売に活用

配送に活用する出荷量予約モデルの構築

・事前に出荷量を配送業者に提供することで配送を効率化



データの収集

出荷調整

出荷

配送

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

出荷情報の活用による積載率の向上（5ポイント向上を目標）

2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

レギュラー販売^注と袋詰め販売の収益差（5ポイント向上を目標） ^注卸売市場を通じた販売

3) 生産者の経営全体の改善についての目標

袋詰め機導入による農業所得3%向上

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

○キュウリ、イチゴについて各々の前日および当日の出荷量予測モデル(キュウリの荷受け数量をもとにした予測するモデルおよびイチゴの出荷予約をもとにしたモデル)を構築した。

○配送に活用する出荷予測についてキュウリ、イチゴの産地全体の各出荷予測プロトタイプツールを作成し、JA西三河で運用している。作成したツールは予測精度が高く、使い勝手が良いとの評価が得られた。

○R2年作とR3年作を比較して仮配荷時点での積載率は10.5ポイント向上し目標は達成された。

| | 最大積載量 | 配送重量 | 積載率 |
|-----------|-------------|-------------|------------|
| R2年作 | 3,432,000kg | 2,148,523kg | 62.60% |
| R3年作 | 3,390,000kg | 2,476,395kg | 73.10% |
| R3年作-R2年作 | -42,000kg | 327,872kg | 10.5ポイント向上 |

(積載率) = (配送重量) / (最大積載重量)

配送重量：仮配荷時点の配送する農産物の総重量

最大積載重量：配送するトラックの最大積載重量

集計期間：キュウリ栽培1作の合計

積み荷の内訳

キュウリ、イチゴ、トマト類、タマネギ等

時期により混載の種類を選択し積載率を向上

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

- カメラにてキュウリを撮影し計測を行い、等級・階級を決定し、生産者コードと結びつけ売上げ分配機能を可能とする袋詰め機の試作機を作製し、袋詰め形態の販売が開始された。課題及び使用感などを検証して改良した結果、生産者の収益に貢献した。
- 直近1年間のレギュラー販売と袋詰め販売の収益(実証期間令和4年1月～令和5年1月)は、袋詰め販売が16%高く目標は達成された。

包装機による袋詰め販売

| 出荷実績重 (kg) | 袋詰め機 販売額 (円) | 袋詰め機 kg当たりの 販売額 (円/kg) | 袋詰め機 収入額 (円) | 袋詰め機 kg当たりの 収入額 (円/kg) |
|---------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 28,673 | 9,725,086 | 339 | 8,549,602 | 298 |

選果機によるレギュラー販売

| 出荷実績重 (kg) | 選果機 販売額 (円) | 選果機 kg当たりの 販売額 (円/kg) | 選果機 収入額 (円) | 選果機 kg当たりの 収入額 (円/kg) |
|---------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 28,673 | 8,387,051 | 293 | 7,340,501 | 256 |

販売額比（袋詰め機/選果機）116%
収入額比（袋詰め機/選果機）116%

収入額の算出について

販売額から手数料として出荷に係る資材費、労務費、運賃、修繕費及び動力光熱費等を控除して算出。
※減価償却費について、選果機は平成19年導入から15年稼働しており、減価償却は0円として算出。
包装機の減価償却費については、収入額を比較する観点から選果機と同様に0円として算出。

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

- レギュラー販売の15%を袋詰め形態で販売することと、2週間先のデータ分析による出荷予測について出荷予測データを販売に活用することにより、経営全体として農業所得が8.7%向上し目標は達成された。

取組概要

実証結果

(1) JA西三河きゅうり部会の環境データ等の収集

初年度から継続し環境モニタリング装置（あぐりログ）で測定し各種センサーデータをクラウド上に収集。

(2) 環境データ分析による2週間先の出荷予測

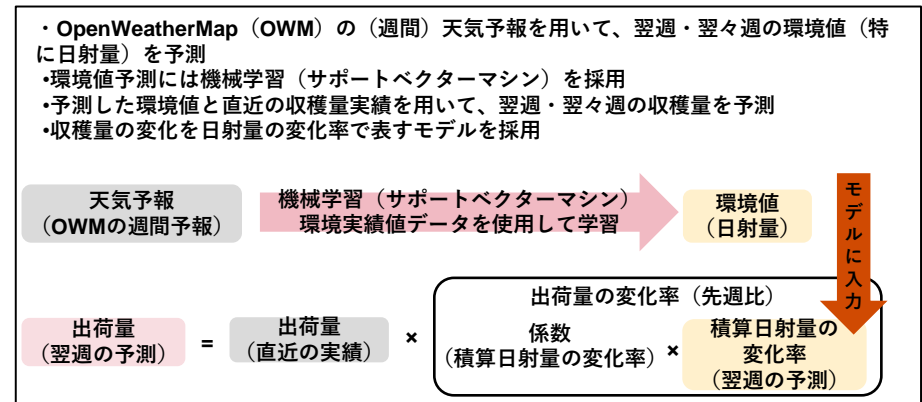
キュウリ出荷予測モデルについて産地全体合計モデル（活用データ：気象データ、選果データ）と個別生産者の予測結果を積み上げたモデル（活用データ：出荷データ、環境モニタリングデータ、気象データ、生育データ）を検討した結果、運用等において優れている産地全体合計モデルを採用。

(3) 出荷予測データの販売への活用
初年度に構築した出荷予測モデルによる部会全体の2週間先の出荷予測データを用いて、JAあいち経済連と連携して販売に活用。

○2週間先の出荷量予測情報をJAあいち経済連に連携する態勢を構築。

○産地全体で出荷量予測を実施できるよう、天気予報データの取り込みを自動化した予測ツールを開発した。産地で常に最新の予測結果を確認して運用。

➤ 出荷量予測モデル・予測方法の概要



➤ 令和3年度作、令和4年度作の実証結果（平均乖離率）は以下の表のとおりである。

表1 出荷量予測モデルの実証結果（平均乖離率）

| 平均乖離率(%) | R3年度 | R4年度 |
|----------|-------|-------|
| 1週間先予測 | 13.6% | 17.9% |
| 2週間先予測 | 15.4% | 18.9% |

実証結果

出荷予測データの販売への活用

- 商談の現状について
 - ① JAIは卸売市場に加えて量販店とも商談を実施
 - ② 青果物流通では量販店との商談は2週間先が基本
 - ③ 商談ルールは量販店でそれぞれ決まっている
 - 例) A社は木曜日商談で2週間後の水曜日～翌火曜日の店舗着分を商談
 - B社は金曜日商談で2週間後の火曜日～翌月店着分を商談
 - ④ 卸売市場・量販店に産地要望をつなげ数量&価格商談を行う上で、出荷予測が最も重要な情報
- 出荷予測ができること
「販売力強化・有利販売につなげることができる」
 - <具体的取組み事項>
 - ① 卸売市場向け販売で事前(出荷当日前)に数・価格を決めた取引の実践
 - ② 納品に向けて出荷量の調整を実践
 - ③ 量販向けの2週間商談に参画
 - <目標>
 - 卸売市場・量販店の評価を高め、選ばれる産地となる
 - ・ 優良顧客の売り場の確保
 - ・ 経営安定につながる取引の実現
 - ・ 産地の信頼度向上

今後の課題 (と対応)

実証終了後も産地で自動予測ツールを運用して出荷量予測を継続して行うと共に出荷量予測結果の活用についてブラッシュアップして安定販売を目指す。

(令和4年度成果②-1) 需要に応じた袋詰め形態の販売

取組概要

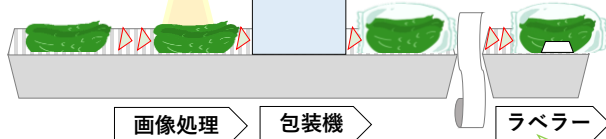
(1) 袋詰め機の高度化

カメラにて計測、等級・階級を決定し、生産者コードと結びつけ売上げ分配機能を付加。QRコードにレシピや栽培情報などを連携し情報提供が可能。試作した袋詰め機の改善を行い、動作性能の向上を図る。

画像処理・等級決定
任意の本数で袋詰め

鮮度向上

任意の本数で袋詰め
販売自由度向上
→販売データの活用が可能



画像処理・等級決定
栽培管理へのフィードバック
経営評価に活用

産地と消費者
をつなぐ

消費者とつながる
QRコード

実証結果

- 出荷データの集計/分析、収穫者毎の等階級データの活用
収穫者は自分の収穫したキュウリのサイズを等階級発生率で確認、収穫者に収穫する大きさの修正を伝えサイズの適正化を図る
- 収穫サイズの違いによる販売金額への影響
収穫者毎のキュウリ1本当たりの販売単価を算出して、収穫者毎に収穫するサイズを修正することで販売金額の向上に貢献(以下の表)

表2 収穫者毎のキュウリ1本当たりの販売単価

単位(円/本)

| 収穫者J | 収穫者F | 収穫者H | 収穫者B | 収穫者C | 収穫者G | 収穫者A | 収穫者D | 収穫者I | 収穫者K | 収穫者E |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 44.0 | 43.7 | 43.6 | 42.9 | 42.9 | 42.7 | 42.7 | 42.5 | 42.3 | 42.2 | 42.0 |

(等階級平均単価)×(重量)

(収穫本数)

➤ 販売実証試験

目的：量販店舗でバラ売りと袋詰め形態の併売試験を実施し、袋詰めのニーズを調査する。

結果(抜粋)：以下の通り

<試験期間>

令和3年9月～令和5年6月の期間 合計12回 85日間
実施

<条件>

バラ売り、袋売りの両方を価格差のない形で販売

(2) 量販店データの収集・分析結果を用いた袋詰め形態

エコープ高蔵寺店、および若林店において、令和3年11月よりキュウリの販売データ(POSデータ)を取得開始。販売実証試験をバラ売り主体のエコープ2店舗でバラ売りと袋売りの併売試験を実施。バラ売り、袋売りの消費動向の検証、時間帯別売上金額の検証等を実施。

(令和4年度成果②-2) 需要に応じた袋詰め形態の販売

実証結果

表3 バラ売りと袋売りの販売金額

試験期間合計 バラ売りと袋売りの販売金額 (令和3年9月～令和4年6月)

| | バラ売り | 袋売り | 計 | バラ比 |
|------|---------|---------|-----------|---------|
| 高蔵寺店 | 644,662 | 744,001 | 1,388,663 | 1 1 5 % |
| 若林店 | 138,547 | 245,024 | 383,571 | 1 7 7 % |

3本/袋入り販売時の金額比較 (令和3年9月～令和4年3月)

| | バラ売り | 袋売り | 計 | バラ比 |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 高蔵寺店 | 386,203 | 461,727 | 847,930 | 1 2 0 % |
| 若林店 | 71,406 | 130,896 | 202,302 | 1 8 3 % |

5本/袋入り販売時の金額比較 (令和4年4月～令和4年6月)

| | バラ売り | 袋売り | 計 | バラ比 |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 高蔵寺店 | 207,426 | 216,015 | 423,441 | 1 0 4 % |
| 若林店 | 56,115 | 85,662 | 141,777 | 1 5 3 % |

袋3本入りのニーズが最も高い

※バラ比：袋売り金額／バラ売り金額×100

※価格：バラ売り、袋売りを価格差のない形で販売

※バラ売り：量販店での1本売り

※レギュラー販売：主に箱詰め市場出荷

➤ 来店客数予測モデルの構築

- ・来店客数の変動を季節効果や曜日効果に要因分解するモデルを構築した。
- ・要因分解により得られた季節効果・曜日効果に加え、短期のトレンドを用いた来店客数予測モデルを構築した。5店舗の平均乖離率は6.8～8.1%となり、一定の精度で予測可能なことを実証した。また、来店客数予測データを店舗と共有した。

➤ レギュラー販売と袋詰め販売の収益差

直近1年間のレギュラー販売と袋詰め販売の収益差（実証期間令和4年1月～令和5年1月）は、袋詰め販売の方が16%高かった。詳細は前述の「目標に対する達成状況」参照。

今後の課題（と対応）

販売データの分析により、消費者ニーズに対応した商品提案を進め、効率的な販売を実現する事が可能であると思われた。継続して袋詰め形態での販売先を開拓して農業所得の向上を目指す。

(令和4年度成果③-1) 出荷情報（出荷予約・予測）を用いた配送の適正化

当日・翌日予測
(配送へ活用)

取組概要

(1) 配送データ収集

配車タイムスケジュールを調査し、令和3年12月より、稼働台数、最大積載、搬送重量、積載率の各種データを取得。

(2) イチゴの出荷予約・環境データ等の収集

イチゴの出荷予約データを収集。
環境モニタリング装置（あぐりログ）で測定した各種センサデータをクラウド上に収集。

(3) データ分析による出荷予測

キュウリの出荷量予測について、当日8:00あるいは前日18:00時点の荷受数量データを基に出荷量を予測するモデルを構築。
イチゴの出荷量予測について、出荷予約データを基に出荷量を予測するモデルを構築。
イチゴについては出荷量予測モデルの高度化に向け、イチゴの栽培圃場に定点カメラを設置し、AIによる物体検出を行うための画像データを収集・蓄積。物体検出データと環境モニタリングデータ（温度）、収量調査データを用いて出荷量予測モデルを検討。

(4) 出荷情報の配車計画への活用

出荷予測プロトタイプツールを提供。日次で運送会社に出荷情報（出荷量予測、出荷予約）を提供。

実証結果

- 出荷量予測モデルの構築
 - ・部会全体の日次出荷量を予測するキュウリ出荷予測モデルおよびイチゴ出荷予測モデルを構築した。
 - ・R3作、R4作の実証結果（平均乖離率）は表のとおり。一定の精度で予測可能なことを実証した。

表4 平均乖離率

| 平均乖離率(%) | | R3年度 | R4年度 |
|----------|------|--------|--------|
| キュウリ | | 7.2 % | 5.6 % |
| イチゴ | 章姫 | 12.6 % | 17.6 % |
| | 紅ほっぺ | 15.0 % | 18.0 % |

※キュウリは重量(kg)、イチゴはパック数(パック)に対する結果。
※キュウリについては荷受数量データ、イチゴについては出荷予約データを用いたモデルの平均乖離率。

- 積載率向上の結果
令和2年作と令和3年作を比較して仮配荷時点での積載率は10.5%向上した。運行したトラックの台数を減らすことができた。詳細は「目標に対する達成状況」参照
- 積載率向上の要因
 - 運行台数の削減：出荷量予測により、余裕を持った配車が減少し、無駄な運行が削減できた。
 - 混載：キュウリの出荷量が早く分かることにより、混載が増えた。
 - 重点配荷：荷量を多く確保することで出荷量予測の効果を引き出した。

(令和4年度成果③-2) 出荷情報（出荷予約・予測）を用いた配送の適正化

当日・翌日予測
(配送へ活用)

実証結果

- イチゴの出荷量予測モデルの高度化
イチゴの出荷量予測モデルについて、前述の出荷予約情報に加え、画像から計測した植物体情報を追加して予測モデルを精緻化した。
カメラ撮影範囲の収穫玉数については、高い精度(決定係数 $R^2=0.84$)での予測が可能となった。圃場全体の出荷量予測(パック数)に拡張すると、カメラ撮影範囲に比べやや予測精度が落ちる($R^2=0.73$)結果となった。



副次的な効果

- JA西三河いちご部会 令和2年作までの課題
当日夕方まで出荷量が分からないため、先に出荷量が決まる他産地に市場の必要数量の多くを確保され、売り負けてしまうことがあった。
⇒出荷情報（出荷予約・予測）により早期(昼過ぎ)に市場へ出荷情報を伝え、高い単価での販売割合を増やす。これまでより市場へ早期に出荷量を報告したことで、高値・中値で取引できる割合が増えた。
- 出荷量予測・出荷報告による販売面への効果
単価の高い市場に重点的に配荷できるようになった。
- 待機時間の削減
予測ツールによって出荷量だけでなく積込可能時間も予測できる。積込可能時間が分かることで、トラックドライバーの選果場での待機時間の削減ができた。混載がある場合は他の集荷場で先に積載でき配送が効率化できた。

今後の課題（と対応）

- ・ 継続して出荷情報(出荷量予測、出荷予約)を活用し、配荷・配車を行い積載率の向上を目指す。さらに販売への活用方法を模索する。
- ・ イチゴの出荷量予測モデルについては、令和5年3月まで実証を進める。画像計測・予測モデル構築により得られた知見を今後も産地にて活用することを前提に手法等の資料化を行う。また、予測精度については物体検知の精度向上にむけアノテーション等の検討を行う。

(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

(1) 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

| 項目番号 | 作業内容 | 機械・技術名 (型式等) | 技術的な課題 |
|------|-------------------------|------------------------|---|
| 1 | 出荷予測を用いた安定販売 | 出荷量予測を用いた販売 | 横展開する場合は出荷量予測モデルの運用に必要なデータセットの作成 |
| 2 | 需要に応じた袋詰め形態の販売 | 袋詰め機 (オリジナル) | 販売先の確保 |
| 3 | 出荷情報(出荷予約・予測)を用いた配送の適正化 | 出荷情報(出荷量予測、出荷予約)を用いた配送 | 横展開する場合は出荷量予測モデルに運用に必要なデータセットの作成 出荷予約に対する生産者の協力が必須 |

(2) その他

キュウリ経営の規模拡大において、収穫とつる下ろしの作業時間が制限要因となっている。この作業の機械化が可能で費用対効果が認められれば規模拡大のハードルが下がる。

愛知県農業総合試験場普及戦略部技術推進室

E-mail: nososi@pref.aichi.lg.jp

TEL: 0561-62-0085

西三河農業協同組合営農部営農企画課

E-mail: einoukikaku@ja-nishimikawa.com

TEL: 0563-56-5274

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/>