

革新的輸出用ケース・鮮度保持技術を組合せた 大量輸送グローバルコールドチェーン

試験研究計画名：農産物輸出拡大にむけた産地広域連携モデルの構築と混載輸送用コンテナの開発および革新的輸出用ケース・鮮度保持技術を組合せた大量輸送グローバルコールドチェーンの確立

地域戦略名：農産物輸出拡大にむけた産地広域連携モデルの構築と新興国ポリウムゾーン向け青果物等海運輸出プロジェクト

研究代表機関名：(研) 農研機構 食農ビジネス推進センター

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

国産農水産物の輸出を2020年に1兆円規模とする輸出促進策が謳われ、その一つの展開方向として、アジアの巨大市場をターゲットとした青果物の輸出拡大が期待されています。この実現のためには、安定した輸出の継続に必須な一定量の生産物を日本国内で効率的に集荷する技術、および国内消費地へ青果物を輸送する際のトラック輸送と同レベルのコストで、アジア圏の消費地へ大量輸送できる技術を確立することが必要です。そこで本研究では、既存の全国を網羅する卸売市場機能や、市場を結ぶ仲卸のネットワーク、民間企業の流通網を利用し、各地で生産出荷される多品目の農産物を輸出する国際港へと集荷する技術を開発しました。また、輸送コストについては、航空輸送に比べて低コストな船による海上輸送に焦点を絞るとともに、出荷から輸出までのロードタイムを短縮できる地方国際港の活用を検証しました。さらに、青果物の海外輸出では、輸送中の荷傷みによる商品ロスの改善が必須であるため、青果物の輸出専用ケースと鮮度保持システムも開発しました。以上から、複数のサプライチェーンが連携して青果物を混載輸出するためのマニュアルとして業務手順書とコールドチェーン管理規定を策定し、それらを統合した青果物輸出のための技術体系を構築しました(図1)。

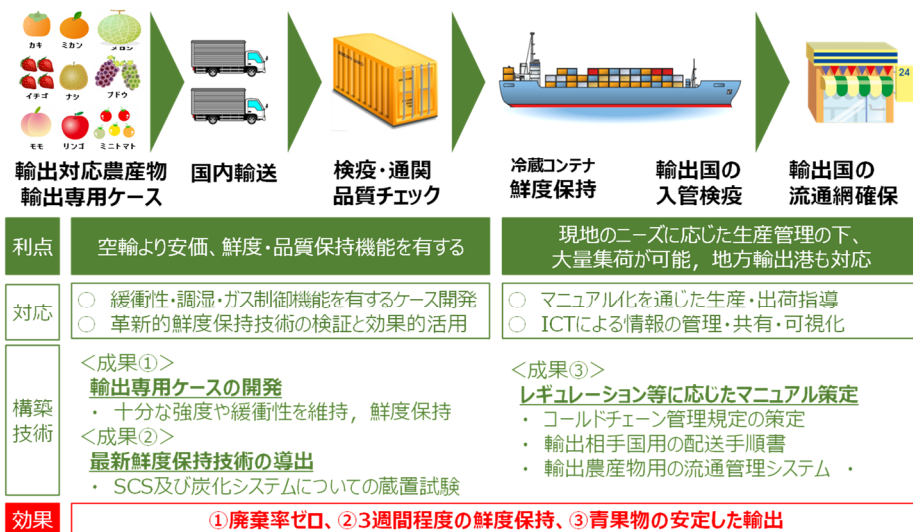


図1 市場機能を活用したサプライチェーン連携による青果物の輸出技術体系

技術体系の紹介：

1. ガス遮断性能と結露防止機能を保持する輸送ケース

青果物の輸出では段ボール箱を使用することが多いのですが、輸送中に箱が座屈し、商品価値を毀損する事例が多発しています。座屈発生の主要な原因は、段ボールが吸湿して箱の機械強度が低下することにより、そこに輸送のショック振動が加わることによって箱の破壊や座屈が発生します。この対策として、段ボール素材自体に防露・防湿機能を付加した複合素材を開発し、また加えて、国内主流のシングルフルーツ素材を用いてダブルフルーツと同レベルの強度を確保しつつ、内部フラップ構造を排除して青果物の接触を発生させない新構造の輸送ケースを開発しました（写真1）。さらに、新たに開発した段ボールは、導電性素材による電磁場の透過性や、炭化フレッシュを使用する際に必要な気密性を確保した構造となっており、鮮度保持装置との併用による効果も期待されます。箱サイズは、JIS Z 1507-2013 で定める規格サイズに対応します。さらにイチゴ、メロン、ミカン、ブドウ、ミニトマトは、各品目の専用の箱構造を開発しています（外枠サイズは標準箱と同じ）。メロンやミカンなどの重量物に対する耐荷重性能は、8500N（安全係数換算で 254kgf）を基準としています。また、接着剤の種類や外箱の持ち手穴の設置といった細かい仕様変更にも対応可能です。



写真1 ガス遮断性能と結露防止機能を保持した段ボール箱外観

2. 青果物鮮度保持システムによる効果

鮮度保持システムとして、竹炭と茶カテキンから製造された「炭化フレッシュ」（小袋入りの鮮度保持材）と「炭化フレッシュUV」（アドオン型装置）、および電場を発生させるスーパークーリングシステムの鮮度保持効果を検証しました。その結果、青果物（主に果実）の物理的品質（硬度やテクスチャ）の維持に優れること

ことや、炭化フレッシュは果実中のショ糖保存に有効であること（表1、表2）、一般生菌の増殖を抑制する効果があることが確認されました。特に船便輸出時には果実の腐敗やカビの抑制が期待できます。

表1 クラウンメロン～3週間貯蔵後の遊離糖含有率

		ショ糖	ブドウ糖	果糖
冷蔵 輸送	通常区	99.74	154.40	144.46
	電場区	99.83	95.81	90.47
	炭化区	102.26	96.76	100.76
常温 輸送	通常区	100.00	100.00	100.00
	電場区	116.42	88.82	104.03
	炭化区	125.38	89.33	96.42

常温輸送通常区を100%とする

表2 ニホンナシ～3週間貯蔵後の遊離糖含有率

		ショ糖	ブドウ糖	果糖	ソルビトール
通常箱	通常区	100.0	100.0	100.0	100.0
	電場区	64.2	132.1	111.3	94.2
	炭化区	123.2	109.7	82.8	87.0
試作箱	通常区	71.5	122.6	88.6	84.1
	電場区	85.8	108.1	102.0	80.1
	炭化区	126.1	111.5	98.9	96.0

通常箱通常区を100%とする

3. 輸出相手国のレギュレーションに適合した輸出マニュアルと IoT 管理システム

農産物を輸出するには、相手国が定めた検疫や残留農薬基準をクリアする必要があります。そこで、地方国際港からの青果物輸出を可能にするための輸出マニュアルとして、コールドチェーン管理規程と配送手順書（香港用、台湾用）を策定しました。輸出を実現するにあたって必要となる書類や手続きのフローを示し、準備期間、対応窓口、関連法規などを明確化しています。また、地方国際港からの青果物輸出に向けたコールドチェーンの確保方法や管理ポイントを明らかにしました。輸出に関連する情報は、IoT管理システムを用いて管理します。本システムでは生産農家が直接入力できる生産履歴管理アプリケーションを開発しており、輸出対象国の基準に沿った栽培履歴が確認できます。また、出荷や発注に関する情報も合わせて管理することができ、これらのレコードはwebページから閲覧することができます。さらに、一連の情報（産地プロフィール、栽培履歴、流通出荷履歴など）はブロックチェーンによって管理され、トレーサビリティの確保と提供にも寄与することができます（図2）。



図2 IoT管理システム～果菜類を対象とした農薬散布記録画面

技術体系の経済性は：

経営改善効果

本体系では、市場流通を担う仲卸の流通機構を活用した輸出体系を想定しており、産地規模の大小に関わらず青果物輸出を視野に入れることができます。本体系の導入コストは、新たに開発した輸出ケース、コンテナへの鮮度保持装置のコストです。輸出ケース単価は、量産時に最大500円/個程度で、20フィートコンテナで使用する箱(400箱)を全て置き換えると、コンテナ1台で約20万円程度の経費となります（量産後の最安値で200円/個、8万円の経費を想定）。鮮度保持装置は、装置本体価格を500千円と想定し、耐用年数5年、稼働率を片道14日、年間26回の利用とすると、500千円÷5年÷26回/年≒4千円/回と試算できます。アドオン型であることから普通コンテナとして扱うことが可能です。1回の輸出のランニングコストはエチレン吸収資材の交換費の数千円で済みます。実証試験の現況調査では、20フィートのリーファーコンテナを青果物満載する場合の調達額は400万円程度と概算しました。これまでの輸送事業では荷傷み（腐敗やカビ発生、箱損傷など）に起因するロスが10～20%程度は発生しており、経費ロスは40～80万円と試算されます。本システムの実証試験では、香港や台湾の輸出において鮮度保持処理をした場合はロス率をほぼゼロに押さえることに成功しました。つまり、40～80万円の収益性の改善が見込まれ、鮮度保持装置や輸出専用ケースを導入する経費は十分に回収できます。また、青果物輸出による利益は、輸出相手国の市況によって変動します。本事業で実施した香港への実証試験の期待利益として、「国内出荷価格＋物流コスト」と「香港の小売り価格」の差額を算出した結果、モモ566円/kg、ブドウ（巨峰）1,592円/kg、ブドウ（シャインマスカット）3,973円/kg、メロン1,334円/kg、ニホンナシ（豊水）977円/kg、ハウレンソウ及びコマツナ960円/kg、タマネギ1,503円/kg、ピーマン405円/kgとなりました（2017年9月値）。ただし、市況は年間を通して変化しますので、生産地は出荷先として国内か海外かを機動的に決定する

ことが実務上は重要であり、本システムでは、仲卸を中心としたシッパーがこれらの判断を行うことで、国内外の市況変動のリスクを低減することも可能と考えられます。

経済的な波及効果

本技術体系では、地方国際港からコールドチェーンによる青果物の輸出を可能にする手順書を整備しました。今後3年を目途に、売上ベースで年間12億円程度の輸出を目標としました。このうち少なくとも1割（年間1.2億円程度。このため事業完了後3年間で3~4億円程度）を地方国際港の県産品とし、他県産品とあわせて混載での輸出を目指します。売上に対する輸送コスト（香港向け）は空輸で20%（2.4億円）、船便で3%程度（0.34億円）であり、年間2億円程度の輸送コスト低減にも寄与します。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

青果物を安定的に生産出荷することができ、海外への青果物輸出に積極的に取り組みたい産地や農家におすすめです。小ロットであっても多品目の農産物を集約することで安定して定期便による輸出が確保できるため、大産地でなくても取り組むことが可能です。輸出相手国によっては栽培管理（病害虫および農薬）の適合性が求められるケースがありますが、各種認証制度（GAP、有機農産物、エコファーマーなど）に取り組んでいる実績があれば海外での販路拡大に有効ですし、本研究で開発した栽培管理履歴の蓄積や管理を行うためのシステムを導入することで生産規模に関係なく対応できると考えられます。また、産地として共同で選果や出荷に取り組む場合は、輸出相手国によっては生産地としての認証を得ることも可能となるため、安定した大ロットでの海外需要の確保ができます。さらにサプライチェーンが連携することで新たな市場開拓やビジネスモデル構築の鍵になり得ると考えられます。

技術導入にあたっての留意点：

本技術は農産物の生産から海外への輸出までを体系的に整備した複合的な取り組みであり、流通機構の根幹を担うのは、全国産地と市場流通を担う仲卸のネットワークを活用した商流であることに特徴があります。そのため、トレーサビリティの観点から生産履歴の確保や産地保証を重要視しており、技術導入を希望する産地に対して、事前に技術の全体概要説明、生産履歴の確認、収穫から出荷状況の確認、選果場内への立ち入り、輸出専用ケースの導入確認、産地保証の取得依頼といったプロセスが発生します。また、最終的には輸出で得られる利益をレベニューシェアで分配することを前提としますので、産地の直接的なコスト負担は、輸出ケースと鮮度保持材の導入コストのみになる予定です。

研究担当機関名：（研）農研機構食農ビジネス推進センター、（国）佐賀大・農、（国）九州大・グリーンテクノロジー研究教育センター、（株）全国仲卸連合、（株）アイザック、神原ロジスティクス（株）、（株）炭化、（株）富山環境整備、（株）オプティム、日栄インテック株式会社（スーパークーリング事業部）

お問い合わせは：（株）全国仲卸連合 電話 03-5655-6110 E-mail masashi_sato@zennakaren.co.jp
（国）佐賀大学 農学部 電話 0952-28-8798 E-mail mune@cc.saga-u.ac.jp

執筆分担（（国）佐賀大 田中宗浩、（国）九州大 原田達朗、（株）全国仲卸連合 佐藤将司）