

日本包装学会誌 Vol.29 No.5 (2020)

解 説

徳島県立農林水産総合技術支援センターにおける 青果物輸送の効率化に向けた品質保持研究

兼 田 朋 子*

Quality Preservation Research of Fresh Products for Efficiency of Transportation
in Tokushima Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Support Center

Tomoko KANETA *

キーワード：バルクコンテナ、省力化、加工用青果物、ニンジン、フィルム包装、包装容器、イチゴ、
損傷特性、品質保持、海上輸出

Keywords: Bulk container, Labor-saving, Ship fresh products, Carrot, Film packaging, Packaging, Strawberry, Damage
characteristics, Quality preservation, Maritime transport

1. はじめに

徳島県立農林水産総合技術支援センターは、研究・普及・教育の各機能を集約することによる相乗的効果を発揮することを目的に、農業・林業・水産業の研究施設および農業改良普及センター、農業大学校を統合し、平成 17 年に設置された「知」と「技」の集積拠点である。そのうち、農業に関する研究を担う、経営研究課、農産園芸研究課、資源環境研究課は、平成 25 年に名西郡石井町に研究施設を構え(図 1)、新品種の作出、農林水産物の高付加価値

化、環境保全、省力・低コスト生産技術、青果物流通改善技術および輸出促進など農林水産業の成長戦略を担う新技術の開発に取り組んでいる。

当センターでの包装を含む青果物流通改善に関する研究は平成 26 年度からで歴史が浅く、担当者も経営研究課 経営流通担当 1 名と規模も小さい。必要な機器類が不足していることや、研究員の研鑽のため、国研や大学等にご支援・ご教示を頂きながら研究を進めている。これまでに、バルクコンテナを活用した青果物の効率

*徳島県立農林水産総合技術支援センター(〒779-3233 徳島県名西郡石井町石井字石井 1660)
Tokushima Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Support Center 1660 Ishii Ishii Ishii-cho Myozai-gun,
TOKUSHIMA 779-3233, JAPAN

徳島県立農林水産総合技術支援センターにおける青果物輸送の効率化に向けた品質保持研究



図1 徳島県立農林水産総合技術支援センター外観(徳島県名西郡石井町)

的・低コスト輸送システムの確立や、県産青果物の流通ロス低減に向けた品質保持技術の開発等、大がかりな機器類を用いずに取り組める研究課題を中心に成果を上げてきた。一方、国産農林水産物の輸出拡大戦略に伴い、徳島県でも平成25年1月に「とくしま農林水産物等輸出戦略」を策定し、以降、県産品、特にブランド品目の輸出促進、高品質供給に向け、行政・研究一丸となって取り組んでいる。

本稿では、これまでに取り組んできたいくつかの課題から、包装に関連する「バルクコンテナ(以下、BC)を活用した青果物の効率的輸送に関する研究」および「海上輸出を目的としたイチゴの輸送技術の開発」について紹介する。

2. BCを活用した青果物の効率的輸送に関する研究

徳島県の面積は4146.79km²で、うち8割は森林で占められている。農業に適した平地はそう多くはないものの、吉野川

沿いの肥沃な土地と豊富な水資源、温暖な気候を活かし、パイプハウスを活用したトンネル栽培で、他産地の端境期(4~7月)に西洋ニンジン(以下、ニンジン)を盛んに生産している。規模は様々だが、中には10haを超える大規模経営体も複数存在する¹⁾。

ニンジンの出荷調整作業は、箱詰めや段ボール箱の移動作業など手作業に頼るものが多く、重労働かつ人手が必要なことから、作業性向上技術の開発が求められている。一方で近年、加工業務用野菜の需用が高く、本県のニンジン生産農家でもその大半は、生食用と加工業務用の双方のニンジンを出荷している。加工業務用ニンジン(以下、加工用ニンジン)についても生産拡大が求められているが、出荷には生食用ニンジンと同様に段ボール箱が使われる事例が多く、また多くの場合、生食用よりも安値で取引されることから、労力や包装・輸送経費、人件費の削減が求められている。

そこで、段ボール箱輸送と比較して、包材コストや環境負荷が削減可能な「リターンブルBC^{2),3)}(図2)」を加工用ニンジンの輸送に導入した場合の省力効果を検討する目的で、出荷にかかる作業性向上に与える効果および落下高さや出荷容器の違い・副包装資材の利用がニンジンの損傷発生に及ぼす影響について検討を行った⁴⁾。

日本包装学会誌 Vol.29 No.5 (2020)



図2 本研究で用いたバルクコンテナ
 本体：1028 W×678 D×888 H(mm)
 重量：3kg
 胴枠：複々両面段ボール製
 上蓋/パレット：プラスチック製

ニンジンの出荷に係る慣行作業は、「出荷箱の組立」「ニンジンの箱詰」「BCおよび段ボール箱の封かん・パレット積載(以下、封かん・パレット積載)」および「パレットのトラックへの積込(以下、トラックへの積込)」の4工程に大別できるが(図3)、ニンジン 100 kgあたりの4工程総作業時間が、段ボール箱では25.9分、BCで

は14.7分で、BCの導入により段ボール箱と比較して11.2分、約4割短縮された(図4)。内訳は、「出荷箱の組立」作業で6割、「ニンジンの箱詰」作業で4割、「封かん・パレット積載」作業で8割の作業時間短縮で、「トラックへの積込」作業での短縮効果は認められなかった。

以上の結果から、BCの導入により、ニンジンのお荷にかかる作業工程の簡略化、作業時間の短縮が実現し、作業者の疲労が軽減する傾向がみられた。BCの導入により、眠気感やだるさ感、腰や首にかかる疲労が軽減した。段ボール箱輸送では「ニンジンのお荷」作業後に、眠気感を示す「頭がぼんやりする」、だるさ感を示す「あくびが出る」「腕がだるい」「腰が痛い」といった自覚症を訴えていたが、BCの導入により「腰が痛い」以外の自覚症がなくなり、「腰が痛い」の自覚症スコアも200*から133に減少した(*作業前の自覚症スコアを100とした作業後のスコア)。同様



図3 段ボール箱およびバルクコンテナ利用時のニンジンのお荷作業工程

徳島県立農林水産総合技術支援センターにおける青果物輸送の効率化に向けた品質保持研究

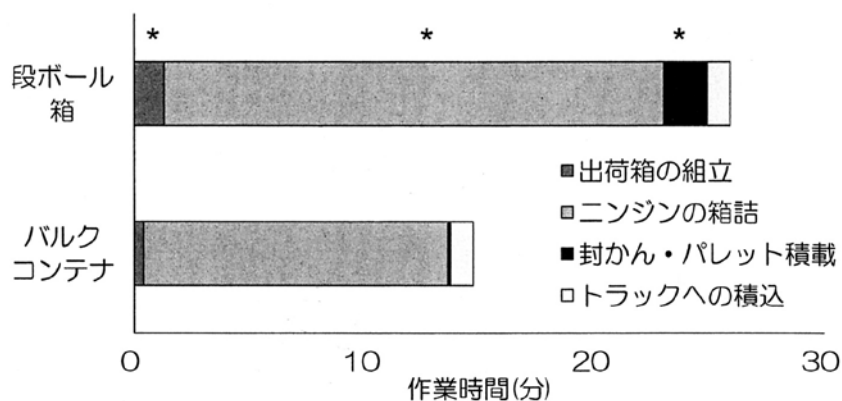


図4 加工用ニンジン 100kg の出荷にかかる作業時間

* t検定により段ボール箱とバルクコンテナ間の作業時間に1%水準で有意差あり

に、「封かん・パレット積載」作業後に段ボール箱輸送で感じていた「腰が痛い」も無自覚化した(表1)。一方、段ボール箱への「ニンジンの箱詰」作業で首(0.3)と腰

(1.0)に増加した疲労度およびその強さは、BC導入に伴い首(0)、腰(0.3)に、「封かん・パレット積載」作業でも、腰の疲労度が0.3から0に減少した(表2)。

表1 出荷作業において申告された疲労自覚症とそのスコア

段ボール箱		B	C
ニンジンの箱詰	頭がぼんやりする	133±57.7 ²	
	あくびが出る	133±57.7	
	腕がだるい	133±57.7	
	腰が痛い	200±0.0	
封かん・パレット積載		腰が痛い	133±57.7
		訴えなし	

² 各作業開始前の自覚症スコアを100とした場合の作業後のスコア

t検定によりいずれの項目も作業前後でのスコア値の差には有意差がない

表2 出荷作業における疲労部位およびその強さ

段ボール箱		B	C
ニンジンの箱詰	首	0.3±0.58 ²	首
	腰	1.0±0.0	腰
封かん・パレット積載	首	0±0.0	首
	腰	0.3±0.58	腰

² 0:全く感じない 1:わずかに感じる 2:かなり感じる 3:強く感じる

t検定によりいずれの項目も作業前後でのスコア値の差には有意差がない

表 3 落下高さ・方向および緩衝材^zの使用がニンジンの損傷(割れ)発生割合に及ぼす影響

落下高さ (cm)	水平		垂直	
	床板あり			
	内袋なし	内袋あり	内袋なし	内袋あり
120	40	0	80	60
100	20	— ^y	80	50
80	0	—	60	20
60	0	—	20	10

^z 内袋および床板 (%)^y 緩衝材の使用により120cmでも割れが生じなかったため100cm以下の試験は割愛した

BC にニンジンを充填する際、損傷発生を抑制できる限界落下高さは、床面に対しニンジンの向きが水平方向の落下では80 cm であり、内袋を使用することで120 cm でも損傷を抑制できた(表 3)。一方、より損傷が発生しやすいことから垂直方向の落下は極力避ける必要があることも明らかにした。また、異なるニンジンのBC 充填方法で実輸送を模擬した振動試験を農研機構・食品研究部門の省エネ型輸送振動シミュレータにより実施し(図 5、図 6)、段ボール箱、BC / 整列、ランダム、いずれの包装容器/充填方法でも、上段のニンジンに「擦り傷」などの損傷が多く発生すること、BC にニンジンランダム充填した「BC 非整列区」において商品性を損失した割合は 12.8%で「BC 整列区」の1.4%と比較して高い値を示すことを明らかにした(表 4)。ただし、既報⁵⁾において、内袋が損傷発生に相関を持つ加速度伝達率または回転角を低減することを明らかにしていることから、ランダム充填にお

いても内袋を利用することで重大な損傷を低減でき、BC 流通への適応性が高まると考えられた。

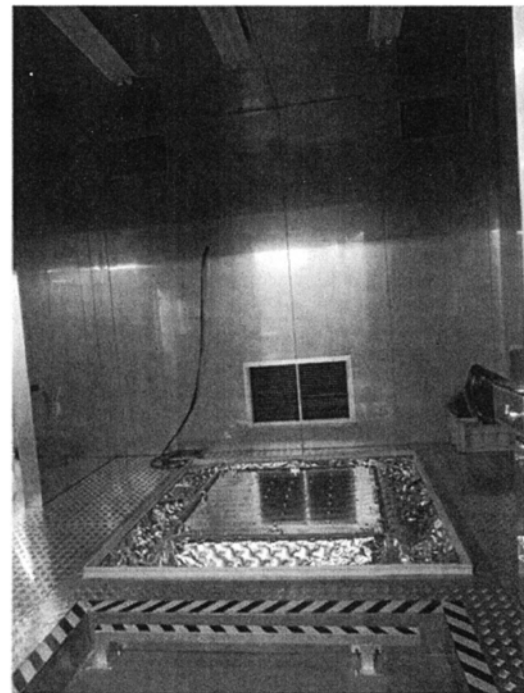


図 5 振動試験に用いた省エネ型振動シミュレータ(鷺宮製作所製、FVH1465)

振動台(画面中央)が任意に設定した加速度および振動数で振動する

徳島県立農林水産総合技術支援センターにおける青果物輸送の効率化に向けた品質保持研究



図6 ニンジンの振動損傷評価試験における出荷容器、充填方法、積載方法
写真左側から右側へ BC 整列区、BC 非整列区、段ボール区

表4 出荷容器・充填方法および充填段位の違いがニンジンの損傷に及ぼす影響

		外観スコア値 ^z						調査数 ^x
		平均	1	2	3	4	5	
BC整列区	上段	3.6 ^y	1.4 ^w	22.6	21.2	26.7	28.1	146
	中段	4.0	0.0	8.4	21.6	32.3	37.7	167
	下段	4.3	0.0	5.6	18.4	20.0	56.0	125
BC非整列区	上段	2.8	12.8	33.3	22.0	20.6	11.3	141
	中段	3.7	1.7	14.8	27.5	26.8	29.2	298
	下段	3.7	1.2	19.1	22.7	26.4	30.6	330
段ボール区	上段	3.5	8.9	13.0	21.2	23.3	25.3	134
	中段	4.3	0.7	5.5	13.7	30.0	50.2	293
	下段	4.5	0.8	1.5	13.0	20.6	64.1	131

^z 外観スコア値の定義は参考表を参照

^y 平均損傷スコア値＝スコア値×損傷果数/調査数^x

^x 各積載段位毎の調査数

^w 同じ充填段位中のスコア別損傷割合(%)＝スコア毎損傷果数/調査数^y×100

^z参考表 ニンジンの外観スコア値および定義

外観 スコア値	損 傷 程 度
1	全体に黒変・剥皮など (加工業務用としての商品性損失)
2	全体に薄く損傷 黒変、剥皮などがφ5mm×10個以上 またはφ10mm×3個以上
3	黒変、剥皮などがφ5mm×4-9個 またはφ10mm×2個
4	黒変、剥皮など φ5mm×3個以下 またはφ10mm×1個以下
5	目立った損傷なし

3. 海上輸出を目的としたイチゴの輸送技術の開発

徳島県では多彩な地形を活かし、冷涼な中山間地では四季なりイチゴ(主要品種‘サマーアミーゴ’; 徳島県育成品種)を、温暖な平野部では促成イチゴ(主要品種‘さちのか’)を栽培しており、おおむね周年供給が供能である。国内の主な販売先は‘サマーアミーゴ’は東京などの都市部、促成イチゴは関西圏内および徳島県内だが、高品質な県産イチゴの売り先を海外に見据え、また実際に輸出に取り組む生産者も年々増加している。

現在、国産イチゴの海外輸送手段は航空が主であるが、輸出先における他国産イチゴとの価格競争はもちろん、国産同士の競争も激化している。輸送コストを低減できる海上輸送の実現に向け、例えば東南アジア向けでは棚持ちを含め 2~3 週間程度の品質保持技術の開発が求められている。なお、新型コロナの影響による航空便の減便・輸送コスト高騰が報告されており、安定的な輸出実現には船便での輸出は今後重要性を増すと考えられる。

イチゴの品質保持における流通中の課題は、大きく分けて「貯蔵病害(かび病/腐敗)」、「損傷(オセ/スレ傷)」および「乾燥」が挙げられる(図 7)。そこで、流通中の灰色かび病や腐敗果の発生抑制、輸送性が悪いイチゴの適切な緩衝包装条件を明らかにすることを目的に、平成 28 年度から 3 年間にわたり、各種室内試験に加え、シンガポールおよびマレーシア向け輸出実証試験を複数回実施し(図 8)、各技術の適応性について検討した。

国内で一般的に使用されているイチゴ包装容器の種類およびパック毎フィルム包装(MA および有孔包装)の有無が、イチゴ果実の外観品質(損傷・乾燥等)に及ぼす影響について、徳島~シンガポール~マレーシア間の輸出実証試験で調査した。徳島~シンガポール間の輸送(陸上および海上)により果実に生じた損傷は、平詰め>二段詰め>ホールトレイの順に大きく、包装容器毎に損傷特性が異なることを明らかにした(図 9)⁶⁾。また、シンガポールからマレーシアへの陸送直後および現地貯蔵後(4 日間)の果実表面の損傷は、果実

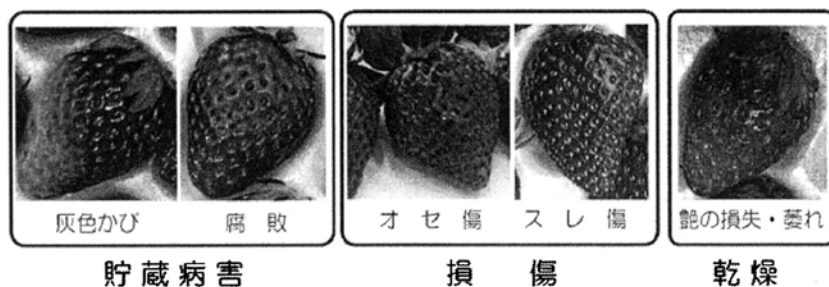


図 7 流通中のイチゴに発生する各種障害

徳島県立農林水産総合技術支援センターにおける青果物輸送の効率化に向けた品質保持研究

徳島～シンガポール～マレーシア間 輸出実証試験（一例）



図8 シンガポールおよびマレーシア向け輸出実証試験工程



図9 輸出実証試験に供試したイチゴ包装容器の種類および容器ごとの損傷特性

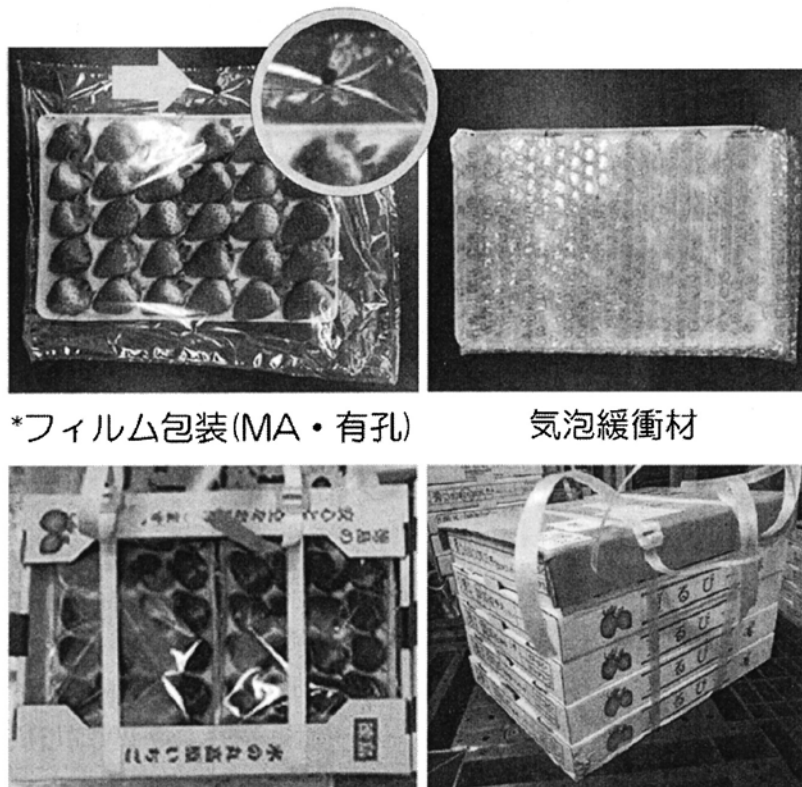
日本包装学会誌 Vol.29 No.5 (2020)

上面を気泡緩衝材で覆ったものに比べ、フィルム包装(有孔)で最大で約 1/3 に低減し、イチゴパックを充填した出荷箱を縦積みした際に発生する上段部分での損傷増大も認められなかった(図 10)。

また、フィルム包装したイチゴ果実の質量減少率は、気泡緩衝材のみの試験区と比べ、MA 包装では 1/23 に抑制された。有孔包装においても質量減少率は気泡緩衝材区の約 1/12 に抑えられており、必ずしも MA 包装でなくとも果実の乾燥を抑制することは可能だと考えられた。

以上のことから、中長期間にわたる海上輸送では、果実の接触を避けることができるホールトレーにイチゴを充填し、乾燥を防止するためのパック毎フィルム包装を施すことが、損傷抑制、品質保持の面から効果的であることを明らかにした。

現状、国内向け包装のままの青果物が輸出に回される事例が少なくないが、短期間流通を想定した国内向け包装では 3 週間程度の輸出流通で品質を保持することは難しい。特にイチゴなど軟弱な青果物においては、中長期間にわたる貯蔵・輸



*フィルム包装(MA・有孔)

気泡緩衝材

第 10 図 輸送実証試験に供試したイチゴパック包装および荷姿

*フィルム包装:MA は穴無し、有孔は→部分にφ5mm 程度のパンチ穴有

徳島県立農林水産総合技術支援センターにおける青果物輸送の効率化に向けた品質保持研究

送向けの対策、特に、損傷および乾燥抑制に向けた対策が必須であることが確認できた。さらに、コールドチェーンの整備が十分とは言えない海外流通現場においては、輸送環境の温度変化など、予想外の輸送環境にさらされることが予想される。本研究においても、設定外の温度域に果実がさらされる場面が複数回確認された。すなわち、特に MA 包装を利用している際には、極端な包装内ガス環境による重大な商品性損失を引き起こす可能性がある。MA 包装の優れた機能を発揮させる為にも、今後更なる情報収集と予期せぬ温度変化への対策が急務であると考えられた。

4. 謝辞

3.海上輸出を目的としたイチゴの輸送技術の開発に関する研究は、生研支援センター革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)「果物の東アジア、東南アジア輸出を促進するための輸出国ニーズに適合した生産技術開発及び輸出ネットワークの共有による鮮度保持・低コスト流通・輸出技術の実証研究」(中核:岡山大学 中野龍平教授、構成員 13 機関)のうちの 1 課題として実施した。

5. おわりに

本稿では、包装に関する研究の中でも、青果物の効率的・低コスト輸送システムおよび流通ロス低減に向けた品質保持技

術に関する研究課題 2 題について紹介した。これらの研究には、日本国内で一般的に出回っている資材を活用し、技術導入にあたり特別な技術を必要としない、生産者や流通関係者などの実務者が比較的容易に導入しやすい技術を目指したところに特徴がある。新技術の現場導入には、少なからず従来の作業工程の変更・追加を伴い、それに抵抗を感じる実務者は少なくない。その抵抗感をいかに小さくするか、むしろ興味を持たせられるかで社会実装に至るか否かは決まってくる。短い研究期間で成果、すなわち課題の解決手段を見いだし技術化し、それを研究成果で終わらせることなく、社会実装にまで持ち込むことが求められる公設試ならではの研究スタイルだと考えている。より高度な研究ニーズに応えられるよう、研究環境の整備や最新の知識・技術の習得に尽力すると共に、実務者に受け入れられやすい技術の開発に今後も取り組んでいきたい。

<参考文献>

- 1) 兼田朋子・佐野俊治、徳島農技セ研報、2、1-7(2015)
- 2) 椎名武夫・中村宣貴・兼田朋子・Manasikan THAMMAWONG、農流技研会報、294、18-20(2013)
- 3) 折笠貴寛・中村宣貴・ロイ ポリトシユ・タンマウォン マナスィカン・兼田朋子・吉田 誠・曾我綾香・大野誠治・

日本包装学会誌 Vol.29 No.5 (2020)

- 新實 誉也・横山 幸一・西尾 恵・小出
章二・椎名 武夫、日本包装学会誌、23(4)、
293-304(2014)
- 4) 兼田 朋子・佐野 健志・豊成 傑・佐野
俊治・椎名 武夫・中村 宣貴、新近畿中
国四国農業研究、2、55-66(2019)
- 5) 兼田 朋子・中村 宣貴・タンマウオン マ
ナスィカン・北澤 裕明・曾我 綾香・吉
田 誠・福島 崇志・中野 浩平・椎名 武
夫、日本食品保蔵科学会誌、39(5)、255-
261(2013)
- 6) 兼田 朋子・中野 龍平・馬場 正・中村 宣
貴、日本食品保蔵科学会第 68 回大会講
演要旨集、85(2019)

(原稿受付 2020 年 8 月 24 日)