

新近畿中国四国農業研究 2
55-66, (2019)

〔研究資料〕

バルクコンテナによる加工業務用ニンジンの出荷作業性向上と 品質への影響に関する検討

兼田朋子・佐野健志*・豊成 傑**・佐野俊治***

椎名武夫****・中村宣貴*****

徳島県立農林水産総合技術支援センター

*徳島県農業青年クラブ連絡協議会

**現徳島県東京本部

***現退職

****千葉大学大学院園芸学研究科

*****農研機構 食品研究部門

Consideration of Operating Efficiency and Conditions for Quality Preservation when Using a Bulk Container to Ship Carrots for Processing

Tomoko Kaneta, Takeshi Sano*, Takashi Toyonari**, Syunji Sano***,

Takeo Shiina**** and Nobutaka Nakamura*****

Tokushima Agriculture, forestry and fisheries Technology Support Center

* Tokushima Japan 4H Club

** Present address: Tokushima Prefecture, Tokyo Main Office

*** Present address: Retired

**** Graduate School of Horticulture, Chiba University

***** Food Research Institute, NARO

Summary

This study considers the labor saving effect and prevention of physical damage realized by using bulk containers (BC) when shipping carrots.

The operation is simplified by the introduction of BCs, and as a result both working time and worker fatigue are reduced.

When loading carrots into a BC, it is desirable to avoid dropping them perpendicularly. Furthermore, the falling distance should be less than 80 cm when they are dropped horizontally. The use of a fiberboard floor and a polyethylene inner bag means that any physical damage can be reduced, even if carrots fall 120 cm.

A vibration test simulating actual transport conditions showed that there were more carrots exhibiting peeling symptoms in the upper layers than in the lower layers of the stacks/loads. The damage level with

2018 年 7 月 31 日受領 2018 年 12 月 25 日受理

Correspondence: kaneta_tomoko_1@pref.tokushima.jp

random loading exceeded that with arranged loading. From a previous report showing that tight wrapping using an inner bag reduced the acceleration transmissibility and rotation angle, which are causes of damage, it is inferred that BCs will be suitable transport containers for carrots loaded randomly with an inner bag used on a fiberboard floor.

I 緒 言

近年、加工業務用野菜の需用は高く、生産拡大が求められている。しかし、収穫後の出荷作業は重労働かつ人手が必要なことから規模拡大実現のネックとなっており、課題解決の方策の一つとして、作業性向上技術の開発が求められている。また多くの場合、生食用青果物よりも安値で取引される加工業務用野菜では、生産者や流通業者はより厳しいコスト削減を求められており、生産コストの削減に加え、包装・輸送経費や人件費の削減に期待が寄せられている。

徳島県の主要品目である春夏ニンジン（以下、ニンジン）の生産農家の大半は、生食用と加工業務用の双方のニンジンを出荷している。しかし、加工業

務用ニンジンについても、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、労力・コスト削減の要請に現状では応えられていない。

近年、段ボール箱輸送と比較して、包材コストや環境負荷の削減が可能な「青果物用リターンブルバルクコンテナ（第1図、以下、BC）」による青果物流通システムが開発され⁹⁾、その導入が期待される。しかし、BCによる青果物流通を生産・出荷現場に普及させるためには、慣行の段ボール箱流通からBC流通に転換した場合の出荷作業の変更点やその作業性、省力性等について明らかにする必要がある。

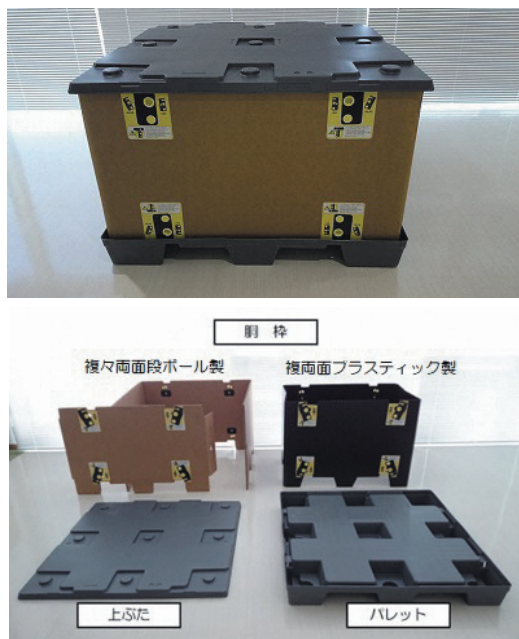
そこで、BCを加工業務用野菜の輸送に導入した場合の省力化効果を検討する目的で、ニンジン輸送へのBC導入が作業性向上に与える効果について予備的に検討した。さらに、ニンジンのBC積み込み時の発生が想定される損傷の防止を目的として、落下高さおよび出荷容器の違い・副包装資材の利用がニンジンの損傷発生に及ぼす影響について検討を行った。

II 材料と方法

1 ニンジン出荷容器へのBC利用が作業性向上に与える効果

徳島県内でニンジン生産を営む26歳の男性1名（就農2年目）を対象に、出荷に係る作業を、BC（本体：複両面プラスチック（PE）段ボール製、1028×678×888（mm）、床板：複々両面段ボール製、1028×678×15（mm））を用いた場合と現行の段ボール箱（複両面段ボール製、400×300×200（mm））を用いた場合についてそれぞれ実施し、その様子を観察・解析した。作業は100kgのニンジンについて、2014年6月18日午前10時および13時から、6月19日午前10時からの合計3回行った。観察内容は1）作業工程、2）作業時間、3）作業者の疲労度とした。

なお、本項目の内容についてはその概要を報告済



第1図 本試験で用いたBCの概要

兼田ら：バルクコンテナによるニンジンの出荷作業効率改善

57

みであるが²⁾、本報においてその詳細を報告する。

1) 作業工程

出荷作業を観察し、作業工程をそれぞれ明らかにし、また比較した。試験の反復数は3とした。

2) 作業時間

1) の調査で明らかにしたニンジンの出荷作業「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およびパレットへの積載（以下、封かん・パレット積載）」および「パレットのトラック

への積み込み（以下、トラックへの積込）」について、工程ごとに作業時間を計測し、BC を用いた場合と段ボール箱を用いた場合の作業時間を比較した。試験の反復数は3とした。なお、反復の合間には5～10分程度の休憩を挟み、作業者の心拍数が安静値に戻ったことを確認してから次の試験を行った。

3) 作業者の疲労度

「出荷箱の組立」「ニンジンの箱詰」「封かん・パレット積載」および「トラックへの積込」の作業時に、作業者が感じる「自覚疲労度」および「疲労部位とその強度」について調査した。調査は、BC および段ボール箱を用いた場合それぞれについて行い、調査の反復数は3とした。自覚疲労度の調査、疲労部位およびその強度については、日本産業衛生学会産業疲労研究会編集「自覚症しらべ」⁷⁾（第2図）および「疲労部位しらべ」⁶⁾（第3図）をそれぞれ用いた。作業者は疲労度および疲労強度を数値化し、回答用紙に自筆式で回答した。調査は各作業の開始直前および終了直後に行い、作業の前後のスコアを比較し、その差を作業由来の疲労度として評価した。

自覚症しらべ No. _____

氏 名 _____ (男・女 _____ 歳)

記入日・時刻 _____ 月 _____ 日 午前・午後 _____ 時 _____ 分記入

いまのあなたの状態についてお聞きします。つぎのようなことについて、どの程度あてはまりますか。すべての項目について、1「まったくあてはまらない」～5「非常によくあてはまる」までの5段階のうち、あてはまる番号1つに○をつけてください。

	1	2	3	4	5
1 頭がおもい					
2 いらいらする					
3 目がかわる					
4 気分がわるい					
5 おちつかない気分だ					
6 頭がいたい					
7 目がいたい					
8 肩がこる					
9 頭がぼんやりする					
10 あくびがでる					
11 手や指がいたい					
12 めまいがする					
13 ねむい					
14 やる気がとぼしい					
15 不安な感じがする					
16 ものがぼやける					
17 全身がだるい					
18 ゆううつな気分だ					
19 腕がだるい					
20 考えがまとまりにくい					
21 横になりたいたい					
22 目がつかる					
23 腰がいたい					
24 目がしょぼつく					
25 足がだるい					

第2図 自覚疲労度調査で用いた自覚症しらべ調査票⁷⁾

1～25の項目は以下の4群に分類される

I 群 ねむけ感

ねむい、横になりたい、あくびがでる、やる気がとぼしい、全身がだるい

II 群 不安定感

不安な感じがする、ゆううつな気分だ、おちつかない気分だ、いらいらする、考えがまとまりにくい

III 群 不快感

頭がいたい、頭がおもい、気分がわるい、頭がぼんやりする、めまいがする

IV 群 だるさ感

腕がだるい、腰がいたい、手や指がいたい、足がだるい、肩がこる

V 群 ぼやけ感

目がしょぼつく、目がつかる、目がいたい、目がかわる、ものがぼやける

疲労部位しらべ
(日本産業疲労研究会産業疲労研究会認定)

氏 名 _____ (男・女 _____ 歳)

記入日・時刻 _____ 月 _____ 日 午前・午後 _____ 時 _____ 分記入

現在、あなたの身体各部位で痛みやだるさをどの程度感じていますか？各部位名横の当てはまる番号に○をつけてください。

例 _____ 左上腕 0 1 ③ 3
右膝・下腿 ⑤ 1 2 3

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

首 0 1 2 3
左肩 0 1 2 3 右肩 0 1 2 3
背部 0 1 2 3
左上腕 0 1 2 3 右上腕 0 1 2 3
左肘・前腕 0 1 2 3 右肘・前腕 0 1 2 3
腰部 0 1 2 3
左手・手首 0 1 2 3 右手・手首 0 1 2 3
左臀部・大腿 0 1 2 3 右臀部・大腿 0 1 2 3
左膝・下腿 0 1 2 3 右膝・下腿 0 1 2 3
左足・足首 0 1 2 3 右足・足首 0 1 2 3

第3図 疲労部位とその強度の調査で用いた疲労部位しらべ調査票⁶⁾

なお、作業者の疲労蓄積が次の試験に影響することを避けるため、反復の合間には5～10分程度の休憩を挟み、作業者の心拍数が安静値に戻ったことを確認してから次の試験を行った。

2 BC 充填時の損傷発生要因の検討

徳島県板野郡でハウス栽培されたニンジンをもとに2014年5月、慣行に従い収穫・段ボール箱詰めし、茨城県つくば市の農研機構食品総合研究所（当時）に宅配便を利用し輸送した（常温・48時間）。ニンジンは到着後直ちに5℃の恒温庫内で保存した。以下の試験は、同研究所で実施した。

1) BC 充填時の落下衝撃がニンジンへの損傷に及ぼす影響

ニンジンへのBCへの投入に伴う限界落下高さを明らかにする目的で、BC投入を模倣し、ニンジンを床板上に落下させ、損傷（割れ）発生の有無について調査した。

落下処理は、120、100、80および60 cmの高さから根の頂部と先端を結んだ線が床に対し水平になる方向（以下、水平）および床に対し垂直となる方向（以下、垂直）に手で落下させた。なお、垂直落下は根の先端が下になるよう落下させた。反復数は、それぞれ10とした。また、実際にBCを導入する際に使用が見込まれる内袋使用による緩衝効果を検討する目的で、内袋（ポリエチレン製ポリ袋、厚さ0.035 mm）を床板上に設置し、同様に落下試験を行った。

2) 出荷容器・充填方法の違いがニンジンへの輸送振動による損傷に及ぼす影響

出荷容器および充填方法の違いがニンジン輸送時に発生する損傷に及ぼす影響を明らかにする目的で、省エネ型輸送振動シミュレータFVH146、鷺宮製作所製）を用いた振動試験を行い、BC（複々両面段ボール製、1150×1130×888（mm））および段ボール箱（複両面段ボール製、400×300×200（mm））に充填したニンジンに発生した損傷の評価を行った。

(1) 振動試験

第4図に、設定した3試験区について、出荷容器、BCにおけるニンジンへの充填方法、振動台への設置方法の概要を示す。「BC 整列区」は、BC

に充填段ごとにニンジン向きを変えながら整列充填（細密充填）した。「BC 非整列区」は、ニンジンを流し込むようにBCにランダム充填した。「段ボール箱区」（慣行）では、現行の段ボール箱に整列充填した。

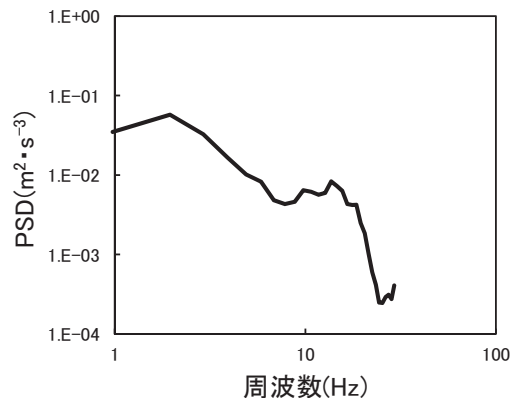
「BC 整列区」および「BC 非整列区」は床面から高さ80 cmまでニンジンを充填し、「段ボール箱区」ではニンジンを充填した段ボール箱4箱を積み重ねた。段ボール箱はガイド壁により荷崩れを防止したが、垂直方向の運動を妨げないように、上部は開放とした。

JIS Z 0232：2004⁵⁾の振動試験規格には、ラン



第4図 ニンジンへ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

A：BC 整列区
B：BC 非整列区
C：段ボール箱区



第5図 振動試験で用いた PSD

兼田ら：バルクコンテナによるニンジンの出荷作業効率改善

59

ダム振動試験を他の試験に優先して適用すること、可能な限り、特定の輸送車両の測定データから得られた Power Spectral Density（以下、PSD）で試験することが望ましいことが記載されている。そこで、青果物を積載したトラックで関東地方の高速道路および一般道路を走行し、荷台で測定された振動データから PSD を作成し、ランダム振動を実施した。第 5 図に、本試験で用いた振動試験用の PSD データを示す。加振条件は、加振方向：上下、加振時間は 12 時間（徳島～仙台間の輸送時間を想定）とした。なお、仙台は徳島県産ニンジンの東北最大の取引市場であることから、本試験の拠点として採用した。

(2) 損傷評価

発生した損傷の評価は目視で行い、第 1 表に基づいて外観品質レベルを評価し、外観スコア値と

した。全体に黒変や剥皮が生じたものを「外観スコア 1」とし、商品性を損失したと定義づけた。「BC 整列区」および「BC 非整列区」は、床面 60～80 cm を「上段」、20～60 cm を「中段」、床面から 20 cm までの高さを「下段」とし、充填位置ごとに損傷を確認した。「段ボール箱区」では、床面から数えて 4 段目を「上段」、2～3 段目を「中段」、1 段目を「下段」とした。それぞれの段位ごとの調査数は、「BC 整列区」では、「上段」146 本、「中段」167 本、「下段」125 本、「BC 非整列区」では、それぞれ 141 本、298 本、331 本。「段ボール箱区」では、134 本、293 本、131 本であった。

Ⅲ 結 果

1 ニンジン輸送への BC 導入が作業性向上に与える効果

1) 作業工程

慣行の段ボール箱によるニンジンの集出荷に係る慣行作業は、「出荷箱の組立」「ニンジンの箱詰」「封かん・パレット積載」および「トラックへの積込」の 4 工程に大別できた（第 6 図）。

「出荷箱の組立」作業は、慣行ではニンジン 100kg あたり段ボール箱 10 箱を組立てる必要があったが、BC の導入により段ボール箱 20 箱分に相当する 200 kg を充填できる BC 1 箱の組立で済むようになった。また、ニンジンを出荷用段ボール箱に並べながら「箱詰」する作業は、直接 BC にランダム投入する作業に簡略化した。また、段ボール箱 1 箱ごとの「封かん・

第 1 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



第 6 図 ニンジン出荷作業の概要

パレット積載」作業も不要になり、BCに適当量が充填された時点で上ぶたを乗せロックをかける作業に簡略化した。作業者への観察および聞き取り調査の結果から、作業工程の詳細およびBC導入に伴う変化について、以下に示す。

①出荷箱の組立

組み立て前の段ボール箱を手作業で立体化し、底部を折り込み、半自動封かん機に送り込む。封かん機により粘着テープで底部を固定された段ボール箱を回収し、段ボール箱を重ね、高く積み上げていく。段ボール箱の組立ては、保管スペースの制限により、毎日の必要量を選果前（出荷前日）に行う場合が多い。また、大規模農家では1日に使用する段ボール箱が1,000箱を超える場合もあり、出荷箱の組立てには多くの時間を要する。

一方、BCの場合は、パレットと胴枠を組み合わせ、四角のロックをかけることで出荷箱の組み立てが完了する。最大サイズのBCの容量は600kgで、現在ニンジンの出荷に主に使われている10kg段ボール箱60箱分に相当することから、組み立てる出荷箱の数量も段ボール箱と比較して少なくなる。

②ニンジンの箱詰

洗浄、選果後のニンジン、形状、青首の有無、病害や傷の有無・程度などにより、秀、優、外（A、B）および他、に分類しながら、該当する出荷箱に隙間を作らないようニンジンの向きを揃えて段ボール箱に並べ詰めていく。段ボール箱の質量込みで約11kgになるように調整し、ニンジン詰め終わった段ボール箱を、封かん機につながるローラーコン

ベア上に手動で移動させる。ローラーコンベアは通常、箱詰め作業を行う場所のすぐ横に設置されているため運搬距離は1m程度と短いものの、多数の段ボール箱を移動させる必要がある。

一方、BCではニンジンと並べ詰めることなく、分類したニンジンとBCに直接投入することで作業が完了する。また、手作業による出荷箱の移動が無いため、作業者の負担は段ボール箱と比較してかなり小さい。ただし、ニンジンの破損を防ぐため、特に充填量が少ないうちは、ニンジンの落下方向に配慮し、できるだけ低い位置からニンジン投入するために中腰姿勢を取る必要がある。

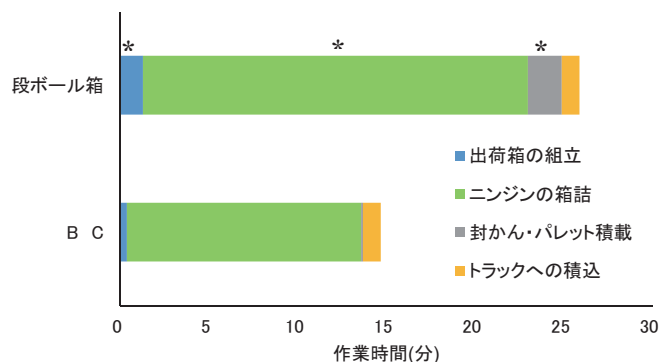
③封かん・パレット積載

ローラーコンベア上の段ボール箱をスライドさせることで封かん機に送り込む。封かん機により、フタを閉め、粘着テープで固定した封かん済みの段ボール箱は、人力で出荷用パレットに運搬し、ハイ積みする。段ボール箱1箱あたりの質量は11kg程度だが、移動させる段ボール箱数が多く、持ち運びの回数が多いことが、作業者にとって大きな負担になっている。

一方、BCでは適当量のニンジンが充填された段階でBCに上ぶたをのせ、四角のロックをかけることで封かん作業が終了する。BCの底部はパレット形状のため、出荷に向け、出荷箱をパレットに積載する作業も不要である。

④トラックへの積込

段ボール箱を積載したパレットは、フォークリフトを用いて出荷用のトラックへ積み込む。BCでも



第7図 ニンジン 100 kg の出荷に係る作業時間

* t検定により段ボール箱とBC間の作業時間に1%水準で有意差あり

トラックへの積み込み作業工程は段ボール箱の場合と同様であった。

2) 作業時間

第7図に示すように、ニンジン 100 kg あたりの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 11.2 分（約 4 割）短縮された。

「出荷箱の組立」作業時間は、段ボール箱では 1.3 ± 0.0 分、BC では 0.4 ± 0.0 分であり、BC の導入により 0.9 分（約 6 割）短縮した ($p < 0.01$)。 「ニンジンの箱詰」作業時間は、 21.7 ± 1.8 分から 13.2 ± 1.9 分（8.5 分短縮；約 4 割）に、「封かん・パレット積載」作業時間は 1.9 ± 0.4 分から 0.1 ± 0.0 分（1.8 分短縮；約 8 割）に、BC の導入によりそれぞれ有意に短縮した ($p < 0.01$)。一方、「トラックへの積込」作業時間は、段ボール箱で 1.0 ± 0.4 分、BC で 1.0 ± 0.0 分であり、短縮効果は認められなかった。

3) 作業者の疲労度

出荷作業における疲労自覚症の変化について第2表に示した。「ニンジンの箱詰」および「封かん・パレット積載」作業において作業前後の疲労度スコア値に差がみられたが、「出荷箱の組立」および「トラックへの積込」では差がみられなかった。第3表に示すように、BC の導入により、首や腰、腕にかかる疲労度が軽減する傾向がみられた。段ボール箱輸送では「ニンジンの箱詰」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」といった自覚疲労症がみられたが、BC の導入により「腰が痛い」以外の自覚症が無くなり、「腰が痛い」の自覚症スコアも 200 から 133 に減少した。同様に、「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、BC の導入により 133 から 0 になり無自覚化した。ただし、いずれの作業においても、作業前後の自覚症スコア値に有意差はみられなかった。

第4表に示すように、疲労部位およびその強さは、段ボール箱への「ニンジンの箱詰」作業で首（0.3）と腰（1.0）に疲労がみられ、BC では腰に疲労を訴えたが、そのスコア値は 0.3 で、段ボール箱への「ニンジンの箱詰」作業と比較して疲労スコアが低かった。また、「封かん・パレット積載」作業でも、段ボール箱で自覚していた腰の疲労度（0.3）が BC 導入に

より 0 となり無自覚化した。ただし、いずれの作業においても、作業前後の疲労度スコア値に有意差はみられなかった。

2 BC 充填時の損傷発生要因の検討

1) BC 充填時の落下衝撃がニンジンの損傷に及ぼす影響

第5表に示すように、ニンジンの BC 投入を模倣し、ニンジンと床板に落下させた場合、水平落下では 100 cm 以上の高さで、垂直落下ではより低い 60 cm で損傷が発生し、損傷は水平落下よりも垂直落下でより多く発生することが明らかになった。水平落下では、高さ 120 cm で 40%、100 cm で 20% のニンジンに損傷が発生し、80 cm および 60 cm では損傷は発生しなかった。一方、垂直落下では、高さ 120 cm および 100 cm で 80%、80 cm で 60%、60 cm で 20% のニンジンに損傷が発生し、損傷が発生する高さが水平落下と比較して低く、損傷割合も高かった。

一方、床板に内袋を設置することで、いずれの落下方向でも損傷割合が減少した。

内袋の設置により、水平落下では最大高さの 120 cm においても損傷は発生しなかった。一方、垂直落下では、120 cm で 60%、100 cm で 50%、80 cm で 20%、60 cm で 10% の損傷が発生したが、いずれも内袋を設置しない場合と比較して、その値は小さく抑えられた。

2) 出荷容器・充填方法の違いがニンジンの輸送振動による損傷に及ぼす影響

包装容器および充填方法の異なるニンジンに、実輸送を模したランダム振動による加振処理を行った結果、第8図に示すように、平均外観スコア値はいずれの試験区においても上段で小さな値を示した。また、第6表に示すように、商品性を損失するような重度の損傷（外観スコア 1）は「BC 非整列区」および「段ボール区」のいずれも上段で多く発生した。

「BC 整列区」の平均外観スコア値は、上段 3.6、中段 4.0、下段 4.3 で、上段が最も低い値を示した。「BC 非整列区」および「段ボール区」でも、上段ほど平均外観スコア値が低く、「BC 非整列区」では、上段 2.8、中段 3.7、下段 3.7、「段ボール区」では、

第2表 出荷作業における疲労自覚症の変化

	段ボール箱												B					
	出荷箱組立				ニンジンの箱詰				封かん・パレット積載				出荷箱組立		ニンジンの箱詰		封かん・パレット積載	
	作業前	作業後	作業前	作業後	作業前	作業後	作業前	作業後	作業前	作業後	作業前	作業後	作業前	作業後	作業前	作業後	作業前	作業後
1 頭が重い	1.0 ^z	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2 いらいらする	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 目がかわく	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4 気分が悪い	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5 落ち着かない気分だ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6 頭がいたい	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7 目がいたい	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8 肩がこる	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9 頭がぼんやりする	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10 あくびが出る	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11 手や指がいたい	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12 めまいがする	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13 ねむい	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
14 やる気がとほしい	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15 不安な感じがする	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
16 ものがぼやける	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17 全身がだるい	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18 ゆうつな気分だ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
19 腕がだるい	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20 考えがまとまりにくい	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
21 横になりたい	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
22 目がつかれる	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
23 腰がいたい	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.7	1.0	1.0	1.0
24 目がしょぼつく	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25 足がだるい	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

^z 平均自覚疲労症スコア (n = 3) 1:まったくあてはまらない 2:わずかにあてはまる 3:すこしあてはまる 4:かなりあてはまる 5:非常によくあてはまる

兼田ら：バルクコンテナによるエンジンの出荷作業効率改善

63

第3表 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
エンジンの箱詰	頭がぼんやりする	133±57.7 ^z	
	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

^z 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

第4表 出荷作業における疲労部位およびその強さ

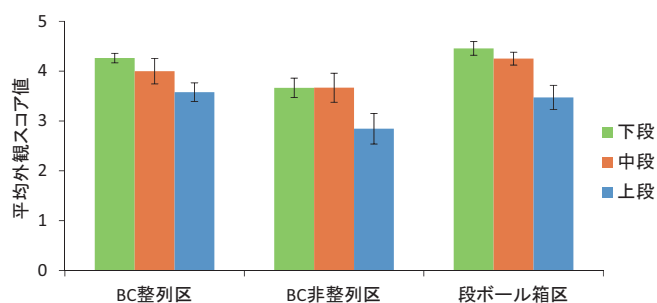
段ボール箱		B	C
エンジンの箱詰	首	0.3±0.58	首 0±0.00
	腰	1.0±0.00	腰 0.3±0.58
封かん・パレット積載	首	0±0.00	首 0±0.00
	腰	0.3±0.58	腰 0±0.00

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

第5表 落下高さ・方向および内袋の使用がエンジンの損傷（割れ）発生割合に及ぼす影響

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

^z 内袋の使用により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

第8図 包装容器・積載方法の違いがエンジンの損傷に及ぼす影響

平均外観スコア値 = スコア値 × 損傷果数 / 調査数

平均スコアの定義は第1表を参照

第6表 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 ^y	
		平均	1	2	3	4		5
BC整列区	上段	3.6 ^x	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第1表を参照^y 各積載段位毎の調査数^x 平均外観スコア値 = スコア値 × 損傷果数 / 調査数^y^w 同じ積載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

上段 3.5, 中段 4.3, 下段 4.5 であった。

重大な損傷を示す「外観スコア 1」の発生割合は、「BC 整列区」では上段 1.4%, 中段 0.0%, 下段 0.0% で, 上段に重大な損傷が発生した。「BC 非整列区」および「段ボール区」においても上段での「外観スコア 1」の発生割合が最大であったほか、「BC 非整列区」では 12.8%, 「段ボール区」では 8.9% で、「BC 整列区」の 1.4% と比較して大きな値を示した。

IV 考 察

1 BC 導入による作業性向上

ニンジンのお荷容器を, 慣行の段ボール箱から BC に変更することで, ニンジンのお荷作業にかかる時間を約 4 割削減できた。ニンジンのお荷作業で最も労力を要するのは「ニンジンのお箱詰」作業であり, 段ボール箱お荷では, ニンジンが隙間無く収まるよう, ニンジンのお向きを考へながら箱詰める必要がある。一方, BC に非整列でニンジンをお投入する場合, 簡易な充填作業が可能となり, 作業時間の短縮につながったと考へられる。また, BC では, 段ボール箱 20 箱分に相当する 200 kg を充填できるお荷容器の組み立て作業が 1 度で済むことも, 時間短縮につながったと考へられる。

さらに BC の導入により, 「ニンジンのお箱詰」や「封かん・パレット積載」作業にかかる作業者の疲労自覚症や首・腰の疲労度が軽減する傾向がみられた。段ボール箱を用いた「ニンジンのお箱詰」では, ニンジンのお効率的な充填方法を考へながら, 下向きで箱

詰める作業が長時間続く。一方, BC では単純にニンジンをお BC に投入する作業のみで作業時間が約 4 割短縮した。このことが, 作業者の精神的負担や首・腰への肉体的負担の軽減に貢献したと考へられた。

また, 「封かん・パレット積載」作業では, 約 11 kg の段ボール箱を多数, パレットに積み替へなければならず, 動作の範囲も床上から肩程度の高さまで幅広いことから, 作業者の腕や腰に肉体的負担がかかる。一方 BC ではそれらの動作がほぼ不要となり, 作業時間も約 9 割削減されたことから, 作業者の腰への肉体的負担を回避したと考へられた。

今回の試験では, 一通りのお荷作業を習得した就農 2 年目の 26 歳男性を調査対象者としているが, 作業の熟練度や作業者の年齢・体力の多少によって, BC 導入による作業性向上効果は異なる結果となる可能性がある。また, 各種作業にかかる疲労度は, ニンジン 100kg あたりについて測定・考へしているが, 実際の加工業務用ニンジンのお荷量は 100kg を大きく上回ると考へられ, そのような場合には生産者の肉体的負担は本試験よりも大きくなるものと考へられた。

ニンジンのお選別・箱詰作業は完全な機械化が実現しておらず, 特に優劣品の選別は手労働に頼る部分が多い。橋本らの調査では, JA ふらの管内のニンジン選果場に配置されている人員 28 名のうち, 20 名が選別・箱詰工程に配置され, 手労働により作業を行っていた¹⁾。ニンジンのお作業時間の短縮は, 作業者の精神的, 肉体的負担を軽減することはもとよ

り、雇用賃金や生産コストの削減にもつながる。更なる作業時間短縮のためには、出荷規格の簡素化が有効であり¹²⁾、今後その実現に向けて議論が進むことが望まれる。

2 BC 導入に起因するニンジンの損傷発生とその防止

上部に積載された青果物には共振による飛び跳ねや回転などの相対運動が発生しやすく、それが擦り傷などの損傷を引き起こす⁴⁾。今回の検討では「BC 整列区」、「BC 非整列区」共に同じ高さまで充填したが、損傷程度は、「BC 整列区」に比べ「BC 非整列区」でより大きかった。非整列充填したことで、「バルク非整列区」において、より大きな相対運動が発生した可能性が考えられる。一方、下段の損傷程度も「BC 非整列区」で大きかった。下部に積載された青果物には、上に積載された青果物の荷重が、青果物同士もしくは青果物と床板との接触部位に常にかかっており、それが押し傷などの損傷を引き起こす³⁾。「BC 非整列区」では、中段以上のニンジンに生じた相対運動により、下段のニンジンに局所的な荷重が生じ、結果として他試験区と比較して損傷が多く発生したと推察した。

「BC 整列区」ではより高い品質が保たれるものの、段ボール箱出荷と同様にニンジンを整列させて充填する手間がかかり、BC 導入による最大のメリットが失われる。省力的観点から、加工業務用ニンジンのお荷には「BC 非整列区」のようなランダム充填が望ましい。今回の検討では、高所からニンジンが落下した際の損傷を内袋により抑制できることを明らかにしている。また、筆者らは既報において、ダイコンを多段積載した際、上段に発生する加速度伝達率が中段・下段に比べて大きくなること³⁾、上段のダイコンの損傷割合とダイコンに生じる加速度伝達率または回転角との間には高い正の相関があり、内袋の利用により加速度伝達率または回転角を低減できること⁴⁾を明らかにしている。すなわち、ニンジンにおいても内袋を利用することで、ランダム充填時の損傷を低減でき、品質の維持が可能となることが考えられた。今後は、内袋を用いた場合のニンジンの振動特性、損傷特性および貯蔵特性、またコスト等について検討する必要があると考えられ

た。

青果物用出荷容器の9割以上は、段ボール箱である⁸⁾。集出荷段階における経費の約3割は包装・荷造材料費が占めており¹³⁾、流通コスト見直しの観点から、包装・荷造材料費の削減が求められている。また、環境負荷低減の観点からも、国内消費向け国産野菜の供給に関する環境負荷の約3割を占める流通にかかる温室効果ガス排出量の低減が求められている¹³⁾。BCは現行の段ボール箱での輸送と比較して、包装に係わるコストの3割、温室効果ガスであるCO₂の排出量の4割を削減可能であることが報告されており^{9) 11)}、青果物流通へのBCの導入は、環境負荷低減と流通コスト削減の観点から、社会の要請に応える技術であると考えられる。今後は本報告の成果を生産者や流通業者に向け発信することで普及率の向上に努めるとともに、その取り組みの中でより多くの事例から課題の抽出を行い、解決に向け取り組むことで、BCによる青果物流通を一般化できると考えられた。

V 摘 要

「青果物用リターンブルバルクコンテナ (BC)」を、加工業務用ニンジン (ニンジン) の出荷容器に導入した場合の省力化効果、および損傷発生と防止策について検討を行った。

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。

また、BCにニンジンをお荷する際の損傷発生を抑制するためには、損傷が発生しやすい垂直方向の落下を避け、水平方向の落下においてもその高さを80 cm以下に抑える必要があること、内袋を使用することで水平方向では120 cm高さから落下しても損傷を抑制できることが明らかになった。

実輸送を模擬した振動試験では、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し、その原因の一つとして上段のニンジンの相対運動が考えられた。BCにニンジンをランダム充填した「BC 非整列区」において商品性を損失 (外観スコア1) 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した。ただし、

既報において、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。

謝 辞

この度のBC作業性試験にご協力頂きました徳島県農業青年クラブ連絡協議会の皆様に厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 橋本直史・杉村恭彦・飯澤理一郎：青果物選果課程における機械化の進展と諸問題，流通，2004（17），158-165，2004.
- 2) 兼田朋子：春夏ニンジン輸送へのバルクコンテナ導入が作業性向上に与える効果，徳島県立農林水産総合技術支援センターセンターニュース，第4号，<https://www.pref.tokushima.lg.jp/taffisc/result/news/4gou>，2016.
- 3) 兼田朋子・中村宣貴・タンマウォン マナスイカン・曾我綾香・吉田 誠・新實誉也・横山幸一・椎名武夫：新規バルクコンテナ輸送に伴うダイコンの加速度および接触部位応力が損傷特性に及ぼす影響の解明，日本食品保蔵科学会誌，39（2），67-74，2013.
- 4) 兼田朋子・中村宣貴・タンマウォン マナスイカン・北澤裕明・曾我綾香・吉田 誠・福島崇志・中野浩平・椎名武夫：加振周波数と包装資材が多段積載されたダイコンの加速度，回転，損傷特性に及ぼす影響，日本食品保蔵科学会誌，39（5），255-261，2013.
- 5) 日本工業規格：JIS Z 0232 包装貨物—振動試験方法，2004.
- 6) 日本産業衛生学会産業疲労研究会選定：疲労部位調べ，日本産業衛生学会産業疲労研究会.
- 7) 日本産業衛生学会産業疲労研究会選定：自覚症調べ，日本産業衛生学会産業疲労研究会，2002.
- 8) 農林水産省：調査結果の概要，平成18年青果物・花き集出荷機構調査報告，2010.
- 9) 折笠貴寛・中村宣貴・ロイ ポリトシュ・タンマウォン マナスイカン・兼田朋子・吉田 誠・曾我綾香・大野誠二・新實誉也・横山幸一ら：新規バルクコンテナを利用したダイコン流通プロセスに於けるCO₂排出量削減の可能性，日本包装学会誌，23（4），293-304，2014.
- 10) 椎名武夫・中村宣貴・兼田朋子・Manasikan THAMMAWONG：青果物のバルクコンテナ物流技術の開発～コスト・環境負荷の低減を目指して～，農流技研会報，294，18-20，2013.
- 11) Shiina, T., M. Thammawong, N. Nakamura, T. Kaneta and T. Orikasa：A technical and environmental evaluation of implementation of the bulk container to the distribution of fresh Japanese radish and cabbage in Japan, Acta Horticulture, 1120, 285-292, 2016.
- 12) 末永隆次郎・今村禎子・前田勝義・山田統子・高松 誠：イチゴの出荷規格による調整作業にともなう労働負担と出荷規格に対する意識について，日本農村医学会雑誌，38，895-907，1989.
- 13) 吉川直樹・天野耕二・島田幸司：野菜の生産・輸送過程における環境負荷に関する定量的評価，環境システム研究論文集，34，245-251，2006.