

ブロッコリー及びゆり根輸送の環境対応型包装資材への 転換に関する研究

尾 碕 亨*・樋 元 淳 一**

A Study of Change Transport Packaging of Broccoli and Lily Bulb from Sparkle Foam Polystyrene and Cardboard to Reuse Containers

Toru OZAKI and Junichi HIMOTO
(Accepted 30 July 2010)

— 目 次 —

はじめに

I 輸送包装資材の切り替えと物流コスト

1. 目的と方法
2. 北海道ブロッコリーの生産・流通動向
3. ブロッコリーの物流コスト分析
— JA 新しのつを事例として —
4. 発泡箱から他容器への切り替え検討
5. 輸送トラックの積載効率
6. 小括

II 各種包装資材の鮮度保持効果について

II-1 ブロッコリーの包装資材と鮮度保持効果

1. 目的
2. 実験方法
3. 結果と考察
4. まとめ

II-2 ユリ根の包装資材と鮮度保持効果

1. 目的
2. 実験方法
3. 結果及び考察

III 結論と今後の課題

1. ブロッコリー
2. ゆり根

はじめに

21 世紀は、地球環境に負荷の少ない持続的発展可能な「循環型社会」へ変えていくことが求められる時代である。近年、青果物流通においても、省資源・環境への負荷軽減が求められており、産地側として

も資源や環境に配慮した輸送包装資材へ転換していく必要がある。

本研究は、道内で生産されているブロッコリー及びゆり根を対象として、青果物輸送の環境対応型輸送包装資材への切り替えの可能性について物流コストと品質保全の視点から考察することを目的としている。本研究は尾碕と樋元による共同研究である。とりまとめは、物流コストに関しては尾碕が、品質保全は樋元が担当した。

本論文を取りまとめるに当たり、両者の調整は、それぞれの研究結果を優先するため、最小限にとどめた。

I 輸送包装資材の切り替えと物流コスト

1. 目的と方法

近年、青果物流通においても、省資源・環境への負荷軽減が求められており、産地側としても対応が求められている。

本章では、北海道産ブロッコリー及びゆり根を対象とし、青果物輸送における環境対応型輸送包装資材について、物流コストの視点から考察をおこなう。

現在、北海道で生産されるブロッコリーは、夏場を中心として出荷販売されている。夏場におけるブロッコリーの物流では、輸送中の鮮度保持が包装容器に要求されるため、過去から発泡スチロール箱(以下、発泡箱と略)が多くの流通で使用されてきた。しかし、近年、市場や量販店等において廃棄処理しづらく環境への負荷も大きいことから、敬遠される傾向にある。すでに各産地から代替品を求める声が上がってきている。そうしたことを背景に、ここでは発泡箱に替わる環境対応型輸送包装容器につい

* 酪農学園大学酪農学部食品流通学科物流科学研究室

Department of Foods Distribution, Food Logistics and Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu Hokkaido, 069-8501

** 酪農学園大学酪農学部食品流通学科食品流通技術研究室

Department of Foods Distribution, Food Distribution Technology, Rakuno Gakuen University, Ebetsu Hokkaido, 069-8501

て、物流コストの視点から検討する。

また、ゆり根の輸送においては、従来ゆり根が傷ついたり、乾燥したりするのを防止するため、おが屑を入れ、耐水性の高いカーテンコートで加工された段ボール箱が使用されてきた。しかし、カーテンコート加工については、製造コスト・安全性等の問題から一部メーカーではここ数年で製造を中止しており、将来的には供給面の不安を抱えており、カーテンコート加工容器に変わる容器への切り替えを早急に検討することが求められてきている。

本章では、ブロッコリーとゆり根の2品目における輸送包装容器の切り替えについて、物流コストの視点から考察する予定であったが、諸事情によりブロッコリーのみとなった。

ブロッコリーの物流コストを検討するための調査は、JA 新しのつの協力を得て実施した。ブロッコリーの調査に関し、急なお願いにもかかわらず、快く調査に協力して頂いた、JA 新しのつの職員や農家の方々に、この場を借りて心からお礼と感謝を申しあげる。

2. 北海道ブロッコリーの生産・流通動向

物流コストの検討をする前に、まず北海道内のブロッコリーの生産と流通の動向についてみておくことにする。

(1) 北海道のブロッコリー生産

近年、ブロッコリーは、煮る・焼く・生食など、調理方法の拡大や、価格低下による購入のしやすさ、また弁当のおかずにも入れやすいことなどから消費量が年々増大しつつある。こうしたことなどを背景に、北海道のブロッコリー生産も増大してきている。特に、平成13年頃から年々増加傾向にあり、平成19年には、作付面積が1,880 ha、収穫量は16,600トンとなっている(図1)。北海道内でブロッコリーの生産が多い地域(市町村)としては、平成19年度で見ると、東川町(作付面積:161 ha、収穫量:1,519トン)や音更町(147 ha、1,188トン)、伊達市(115 ha、886トン)、江別市(114 ha、1,385トン)などがあげられる。JA 別の出荷販売単位で見ると、JA 道央の取り扱いが多く、平成21年度の販売量は約5,500トンである。

北海道で生産されるブロッコリーの出荷販売は、おもに本州での生産が少ない6月から11月まで間、特に夏場を中心とした出荷販売となっている。ブロッコリーの生産拡大にともない、道外への出荷販売も年々増大傾向にあり、平成20年(11月末)では、

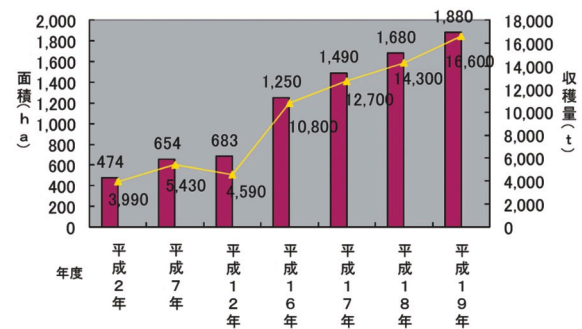


図1 北海道のブロッコリー作付面積と収穫量

資料：北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会「北海道の野菜地図(平成21年2月)」より作成。

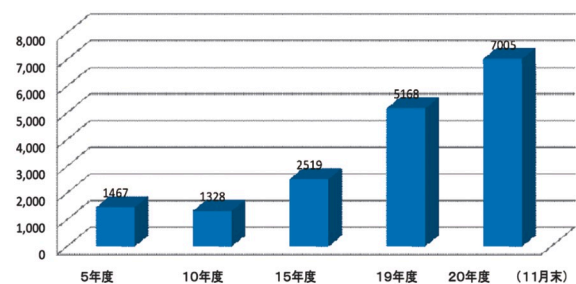


図2 ブロッコリー道外出荷量(トン)

資料：北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会「北海道の野菜地図(平成21年2月)」より作成。

7,005トン、収穫量の約半分近くが道外(本州)に出荷販売されている(図2)。

(2) 北海道産ブロッコリーの流通動向

北海道産ブロッコリーは、近年、道内はもちろんのこと道外にも出荷販売されている。ここでは道産ブロッコリーの流通動向について、主要卸売市場での取り扱いから見ておきたい。

まず、道内の流通動向について札幌市場での道産ブロッコリーの取り扱いを見ると、6月から11月で道産割合が高い。特に夏場から秋にかけての7月～10月は、市場で取り扱われるブロッコリーの全てが道産で占められている(図3)。同様に、道産ブロッコリーの道外の流通動向についても、道外の主要市場で見ておく。まず、関東の大市場である東京(太田)市場では、道産ブロッコリーは、6月から11月まで取り扱われており、特に、7月から9月は、道産ブロッコリーが、市場でのブロッコリー取り扱い全体の5割～6割を占めている(図4)。名古屋市場でも特に7月～9月は、ブロッコリー取り扱いの約6割～7割が道内産となっている(図5)。大阪市場も他市場に比べれば少ないとはいえ、7月～9月にかけては、道内産ブロッコリーが一定のシェアを占めている(図6)。このように道産ブロッコリーは、

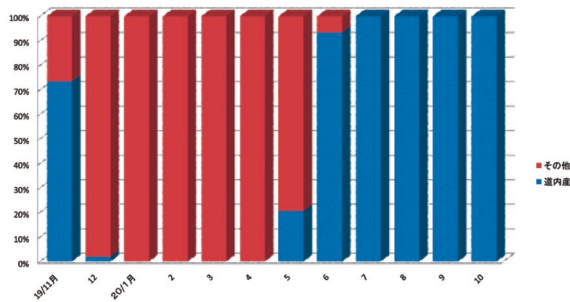


図3 札幌市場における道内シェア

資料：北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会
「北海道の野菜地図（平成21年2月）」より作成。

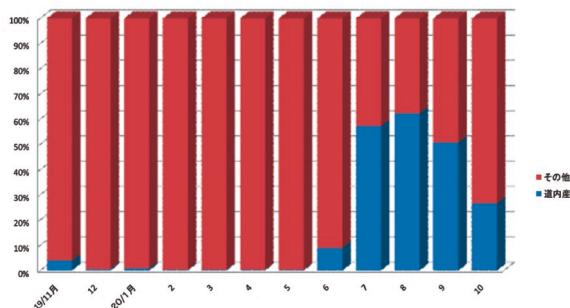


図4 東京市場における道内シェア

資料：北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会
「北海道の野菜地図（平成21年2月）」より作成。

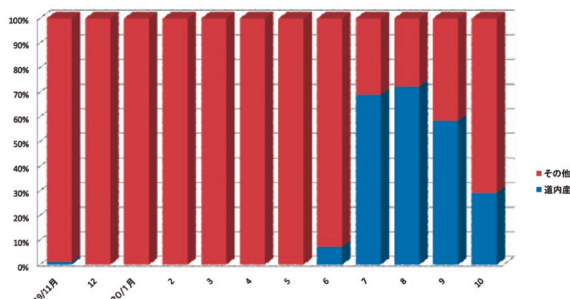


図5 名古屋市場における道内シェア

資料：北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会
「北海道の野菜地図（平成21年2月）」より作成。

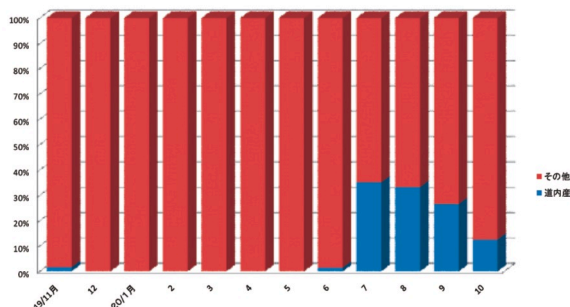


図6 大阪市場における道内シェア

資料：北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会
「北海道の野菜地図（平成21年2月）」より作成。

道外でも夏場を中心に取り扱い割合が高いことがわかる。ただ、大阪市場は、東京や名古屋市場に比べると道産取り扱い量は少ない。今後、大阪市場など関西方面への販売を拡大していくためには、輸送方法や輸送包装資材（容器）などの切り替えによるインフラ整備を通じた産地から小売（DC：Distribution Center）までのコールドチェーン化の検討が重要である。

ところで、道産ブロッコリーの道外の市場価格（円/kg）は、平成18年368円、19年383円、20年355円と推移しており、近年、特に道産の多い8月、9月の市場価格が低下傾向にあり懸念される。

3. ブロッコリーの物流コスト分析

—— JA 新しのつを事例として ——

(1) JA 新しのつにおけるブロッコリーの生産と流通

①JA 新しのつの農業生産

今回、ブロッコリーの物流調査をおこなった JA 新しのつは、米の生産を中心とした米作地帯にある。平成20年度の正組合員数は、478名である。農業生産は米作が中心で転作作物として麦、豆類・雑穀、青果、花きなどを生産している。

JA 新しのつの組合員が生産している農作物の生産面積は、約4,900 haあり、うち水田作付けが2,500 ha程度、残りが豆、麦、野菜などの転作となっている。農家の平均耕作面積は、16.1 ha（2009年）である。新しのつでの野菜生産は、米を中心とした複合経営の1つとして行われている。野菜生産では、現在、ブロッコリーの生産が最も多く、次いでたまねぎ、ピーマン、白菜、スイートコーン、イチゴ、アスパラなどの順となっている^(注1)。

②ブロッコリーの生産

JA 新しのつにおいてブロッコリー生産が開始されたのは、平成2年の試験的導入に始まる^(注2)。ブロッコリーの生産開始から3年後の平成5年には生産部会も作られた。ブロッコリー生産が継続され増大してきた理由には、需要の増大もあるが、タマネギ生産より初期投資が少なくすむこと、また白菜よりも重さが軽く高齢化が進む中でも高齢者でも生産可能であったことなどがあげられる^(注3)。

新しのつでは、ブロッコリーの生産拡大にともない、タマネギの生産は近年減少傾向にある^(注4)。ブロッコリーの生産者は平成18年度頃までは、生産者も30人程度と横ばいであったが、平成19年度には部会構成員も急増し20年度には65人となってい

る^(注5)。生産者の増加にともない、作付面積も拡大し20年度には70 haとなった(図7)。新しのつのブロッコリー生産規模は、道内産地のなかでは中規模産地に位置する^(注6)。

ブロッコリー生産の拡大にともない販売数量、販売金額とも年々増大しつつあり、平成20年には、販売数量が78,647 ケース、販売金額が161,024 千円となっている(図8)。

③ブロッコリーの出荷販売先

JA新しのつにおけるブロッコリーの出荷販売は、7月～11月まで5ヶ月間おこなわれているが、通常7月～9月(夏出荷)と9月～11月(秋出荷)の2回、出荷の山がある。

ブロッコリーは、全て共選共販で出荷販売されている。出荷先は、札幌市場にも出荷しているが、出荷の9割以上が道外の市場を中心に販売している。

道外市場の販売先は、名古屋市場と浜松市場への販売を中心としつつ、仙台市場や神戸市場の4市場を中心に出荷販売している^(注7)。出荷先市場割合も過去4年間ほとんど変化なく、平成20年度では、名古屋市場への出荷が全体の44.3%、浜松市場が41.0%と、この2市場で8割以上を占める。それ以外には、仙台市場が13.1%、神戸市場が1.6%となっている(図9、図10)。

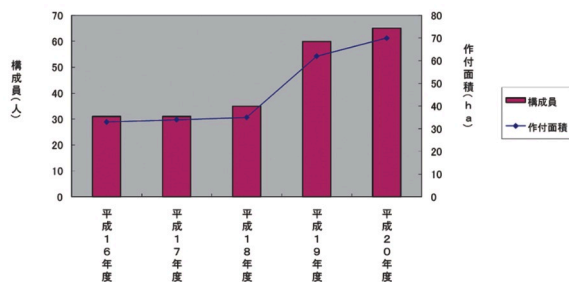


図7 JA新篠津 構成員・作付面積
資料：JA新しのつ調査より作成。

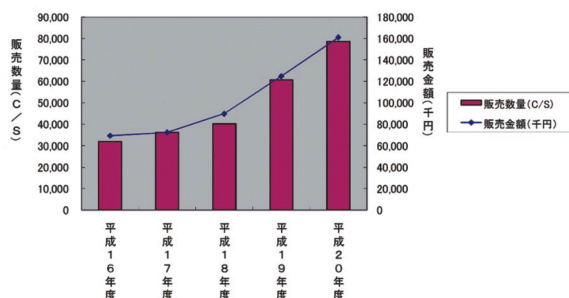


図8 JA新しのつ産ブロッコリー販売数量・販売金額
資料：JA新しのつ調査より作成。

4市場の平均市場価格は、平成16年の2,631円から年々低下傾向にあり、20年には2,216円となっている。近年、市場価格(C/S)は、神戸市場を除き低下傾向にある(図11)^(注8)。

④ブロッコリーの出荷規格・出荷容器・出荷形態

JA新しのつのブロッコリーの規格基準は、色(グリーン系)、花蕾の直径(10～15 cm)、しまり、重量などの違いにより秀、優、Aの3つに区分されている。ブロッコリー1玉当たりの重量は300 gとなっている。JA集出荷場では、農家から出荷されたブ

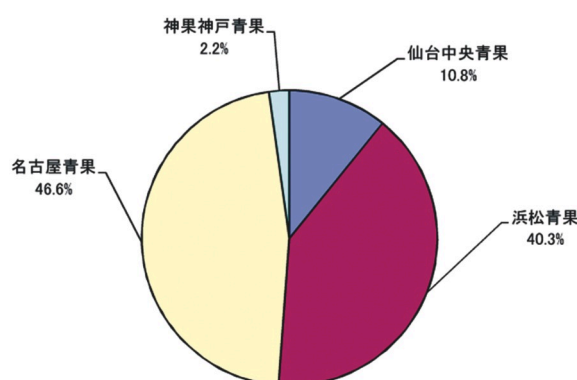


図9 16年度 4市場 ブロッコリー販売数量割合
資料：JA新しのつ調査より作成。

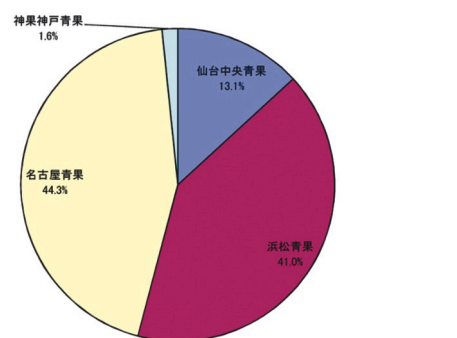


図10 20年度 4市場 ブロッコリー販売数量割合
資料：JA新しのつ調査より作成。

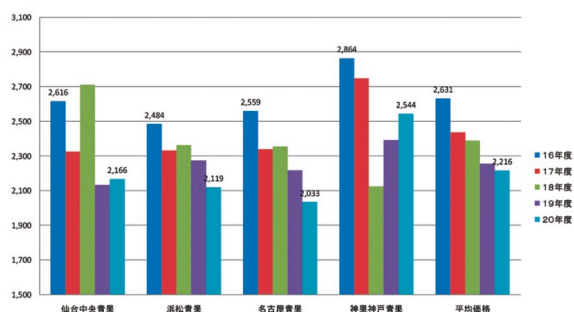


図11 市場価格(円/ケース)
資料：JA新しのつ調査より作成。

ブロッコリーの選果荷造り作業がおこなわれている。出荷容器は、ブロッコリー生産のスタート時から全て発泡箱で出荷販売されている。通常は20玉(発砲箱当たり)入りである。但し、秀品のみ、16玉と24玉入りがある。JA新しのつでは、出荷時期が夏場であるため、発泡箱には、ブロッコリーだけでなく、氷も一緒に入れられ、ブロッコリーの全出荷期間、発泡箱氷詰めで出荷販売されている。ブロッコリーに使われる氷は、6~7年前につぶ(ざらめ)状から現在のスライス状(溶けにくとされている)の氷りに替えられた。ブロッコリーと氷が入れられた発泡箱の総重量は約9kgとなる。

ブロッコリーの規格別出荷割合は、全出荷販売量のうち秀品は1割程度であり、優品が6割、A品が3割程度となっている^(注9)。また、規格別の平均販売価格(円/玉)は、秀品で140円程度、優品120円、A品100円程度である。JA新しのつでは、1ケース当たり2000円以上を販売価格の目標としている^(注10)。

⑤輸送ルートと輸送費

JA新しのつのブロッコリーの販売先までの輸送は、運送会社と契約し、全てトラックで輸送されている。現在のところJRを利用した出荷販売はおこなわれていない。道外販売先までの輸送トラックは、全て冷蔵冷凍(リーファー)トラック(またはトレーナー)によっておこなわれている。

ブロッコリーの出荷販売は、札幌市場へは、毎日なされているが、道外へは、通常は、月、水、土の週3日間の出荷販売となっている。

JA新しのつから道外市場までの輸送ルートは、契約した運送会社まかせであるが、本州に渡るルートとしては、苫小牧-仙台、苫小牧-敦賀、函館-青森、小樽-舞鶴の4ルートがあり、契約運送会社がどの輸送ルートを使用するかを決め各市場まで運んでいる。道外販売は、通常、ブロッコリーを収穫してからその日の午後にJA出荷場を出発し、3ルートどれかを利用して本州に渡り、2日目の午後~夜中の間に各市場に到着し、3日目の朝には各市場で販売される仕組みとなっている。

ブロッコリーの輸送は、ブロッコリーのみ(単品)で輸送される場合と、ブロッコリーと他の農産物の混載で輸送される場合との2パターンがある。ブロッコリーのみで輸送する場合、トラック貨物室内温度は0℃に設定されている。混載の場合は5℃設定で輸送されている。また、市場までの輸送は、1つの市場のみに直送する場合と、複数(2市場程度)

の市場分を乗せて輸送する経由輸送販売の場合がある。JA新しのつの販売先は、市場販売が多いが、市場(市場は、伝票のみ)に降ろさず、産地から直接小売に直送する商物分離輸送販売もおこなっている。

現在、産地から本州市場までの契約運賃は、1ケース(9kg)当たり浜松と名古屋は390円、仙台が370円、大阪・兵庫が420円となっている。

(2) ブロッコリーの物流

①調査農家の経営概況

今回、調査の協力をして頂いた農家は、米生産中心の専業農家である。農家の経営主A氏は33才(元農協職員)である。現在の経営面積は26haあり、そのうち米が12haで生産されている。それ以外には、豆3ha、麦10ha、ブロッコリーが3ha(春、秋の2回転で延べ2haと麦の後に1ha)の複合経営を行っている。農業には、経営主のA氏と、A氏の両親の計3人で従事している。

ブロッコリーの生産は、米の減反地を利用して4年前にスタートした。現在3haでブロッコリーを生産している。ブロッコリーの収穫は、外気温が高くなると蕾のしまりが悪くなり収穫できなくなるため、夏は午前4時から、秋は午前6時から収穫を行っている。収穫時間は気温の低い早朝の2~3時間程度である。畑で収穫されたブロッコリーは、自家用の軽トラックに乘せ、すぐにJA集出荷場まで運びJAの低温保管庫で保管している。

ブロッコリーの収穫は、夏は生育が早く、生育もそろっているため、狭い範囲で多く収穫することが可能であり、短時間に多くの量を収穫することができる。2009年の夏は、最高180ケース/1日、3人で約4,300玉収穫したことがあるとのことであった。それに対し、秋はブロッコリーの生育が遅く、生育もばらばらであるため出荷規格のブロッコリーを見つけ出す移動に時間がかかるため、1玉の収穫に要する時間が夏の収穫に比べるとかなり長くなる。今年の秋の収穫では、最高でも60ケース/1日とのことであった。夏に比べると約3分の1の収穫量である。

②ブロッコリーの物流の仕組み

ブロッコリーの物流コストを考察するにあたり、今回の調査をもとにJA新しのつのブロッコリーの物流の概要(収穫から小売まで)についてみておく。

ブロッコリーの収穫は、出荷規格にまで成長したブロッコリーを探し、1玉ずつ包丁でカットし、さ

らに余計な葉もカットし収穫用コンテナにいれられる(写真1, 2)。今回調査した農家の収穫は経営主とその父親、母親の3名で行われている。収穫コンテナには、平均20玉のブロッコリーが収穫されていた(写真4)。一杯になった収穫コンテナは、移動台車に乗せられ、新しい収穫コンテナに取り替えられ収穫が続けられる。移動台車は、自転車を改良して農家自身で作られたものである(写真3)。他の農家でも同じようなものを農家自身で製作し利用しているとのことであった。移動台車に乗せられた収穫コンテナ入りブロッコリーは、移動台車から農家の自家用軽トラックに積み込まれる(写真5)。畑でのブロッコリーの収穫は、今回は朝6時に始まり、軽トラック積込作業終了したのが午前8時10分であった^(註11)。調査日の収穫量は、3人合計で収穫コンテナ数は38コンテナであった。

収穫されたブロッコリーは、収穫終了後、JAの集出荷場に軽トラックでもって行く。JA到着後すぐにJA所有のパレットに降ろされ(写真6)、そのままフォークリフトで、予冷保管庫に運ばれ選果作業が始まるまで保管される(写真7)。JA集出荷場では、ブロッコリーの共同選別による箱詰め作業が行われる。選別は、まず予冷库に保管されている収穫用コンテナをパレット単位でフォークリフトを利用して選果場に運び出し、農家別に選別が行われる(写真8)。ブロッコリーの選別作業は、パート女性2名が担当している。うち一人は20年以上選別ばかりをやっているとのことであった。選果作業は1玉ずつ手選別でおこなわれているが、選果スピードは非常に速い。選別されたブロッコリーは、規格別に20玉ずつ発泡箱に詰められるがフタはまだしていない(写真9)。ブロッコリーが詰められた発泡箱は、規格と生産者番号の判を押し、再びパレットに積まれる(写真10)。1パレットには35箱ずつ乗せられている。パレットに乗せられたブロッコリー入り発泡箱は、予冷库に再度運ばれ、氷詰め作業が始まるまで予冷库で保管される。今回の調査では、午後13:15から、再び予冷库からブロッコリーが詰められた発泡箱をフォークリフトで運びだし、氷が詰められ、フタがされる。発泡箱への氷詰めは4人の協同作業でおこなわれた(写真11)。右側からブロッコリーが入っている発泡箱を流し、製氷機の上でいったん止められ、上から氷を製氷庫からスコップですくい、下のブロッコリーが詰められている発泡箱に落とし詰める(写真12)。氷詰めされた発泡箱は、さらに左の方に流され最後にフタがされ、パレットに35箱ずつ積まれる。(写真13)。選別されたブロッコリー

の詰め作業から氷詰めまでの作業は、アルバイト男性3人と農協職員1名の計4名が協力しておこなわれる。氷詰めされパレットに乗せられたブロッコリーは、フォークリフトで到着した冷蔵冷凍(リーファー)トラック(トレーナー)まで運ばれるが、トラックへはパレットごと積み込むのではなく、運転手がパレットから発泡箱を1箱ずつ取りトラックに積み込む(通称:べた積みと呼ばれる)(写真14)。今回のトラックへの積み込み開始時間は14:45であった。トラック(トレーラー)への積み込み終了後、トラックは市場など販売先別に出発する(写真15)。JA以降の物流は、販売先により異なるが、今回はJA新しのつの最も販売の多い名古屋市場を例として説明する。今回、調査日の冷蔵冷凍トラックは、JA新しのつを16:30に出発し、苫小牧港に18:00に到着し、フェリーで本州(仙台)に渡った。その後、本州から再度陸送で市場に向かい、JA新しのつを出発してから2日目の夜22時から3日目めの夜中24時過ぎに市場(名古屋)市場に到着した。到着後、すぐに市場所有のパレットにブロッコリー入り発泡箱を手で降ろし、常温売り場のブロッコリー販売場所までフォークリフトで運ばれる(写真16~18)。その後、買参人がブロッコリーを受け取りにくる(写真19~23)。市場の降ろされてから小売配送トラックに乗せられるまでは、外気温にさらされている。今回調査した小売店(小売業名:ユニー)は、DCを持たない量販店であったため、受け取ったブロッコリーは、小売配送トラックに積み込まれ、小売店舗のバックヤードまで配送される(写真27~29)^(註12)。小売店に到着したブロッコリー入り発泡箱は、小売バックヤードにある保管庫に入れられる。その後、小売のパートによって、発泡箱からブロッコリーを1玉ずつ取り出し、茎や茎の底をカットしたあと、店内用コンテナに入れられ、店内移動用台車に乗せられる(写真30)。バックヤードの加工処理終了後、店頭まで運ばれ、ブロッコリーの陳列販売コーナーに店内用コンテナからブロッコリーを取り出し並べる。その後、ブロッコリーの売れ行きを確認しつつ、店頭でのブロッコリーがすくなくなると、バックヤードで加工されたブロッコリーが補充される。以上がJA新しのつ産ブロッコリーの収穫から小売販売までの物流の概要である。



写真1

(コメント) 収穫をまつ朝露に濡れた新しのつ産ブロッコリー。温度が高くなると蕾が柔らかくなるため、勝負は早朝の限られた時間。



写真4

(コメント) 収穫用コンテナに入れられたブロッコリー。1つの収穫コンテナに平均20玉程度入っている。



写真2

(コメント) 9/26, 朝6時早朝のブロッコリーの収穫(葉や茎部分をカットし調整)。収穫は、包丁で1玉ずつカットし収穫。夏と違い秋の収穫は、ブロッコリーの成長が遅く不揃いのため、出荷規格のブロッコリーを探して収穫するのにかなりの時間を要する。



写真5

(コメント) 軽トラックに積み込まれたブロッコリー入りコンテナ。JA 集出荷場に向けて出発。



写真3

(コメント) ブロッコリー収穫用台車(それぞれの農家独自で製作, 中古自転車2台で製作)。収穫用コンテナは、各農家の個人所有。コンテナには、生産者番号(生産者番号:335)が入っている。1コンテナ700円で農家が購入。



写真6

(コメント) JA 到着後、JA 所有のパレットへ荷下ろし。



写真 7

(コメント) JA 到着したブロッコリーは、ひとまず、予冷庫にフォークリフトで運び込まれ、選別作業が始まるまで保管される。



写真 8

(コメント) 予冷庫からブロッコリーが順番に出され、選果作業開始、優品が多い。パートの女性 2 人で選果される。選果スピードは、超高速。ブロッコリーの規格基準は、秀、優、A の 3 区分で行われている。



写真 9

(コメント) 選果されたブロッコリーをアルバイトの男性が発泡箱に詰める (1 箱 20 玉)。但し、フタはまだしない。



写真 10

(コメント) ブロッコリーが詰められて発泡箱に生産者番号と規格の判を押す。その後、フタをせずに氷詰め作業が始まるまで予冷庫で保管される。赤丸の 20 は、優品、黒丸の 20 は、秀品を表す。写真は優品。



写真 11

(コメント) 午後、予冷庫からブロッコリーを詰めた発泡箱を出して、発泡箱への氷詰め作業が男性 3～4 人で行われる。氷は、製氷庫からスコップですくって入れる。氷は溶けにくいとされるスライスタイプの水である。



写真 12

(コメント) 氷詰めされたブロッコリー。氷は、スライスタイプ。



写真 13

(コメント) 氷詰めされたブロッコリーは、すぐにフタがされる。ブロッコリー＋水で重量は 9 kg 程度になる。結構重い。フタをした発泡箱は、パレットにおかれる。



写真 16

(コメント) JA 新しのつの最も多い販売先である名古屋市場に到着 (JA を出発して 2 日目の夜午前 0 前後)。市場到着後、すぐに売り場に運転手が市場所有のパレットに手で荷下ろし)。



写真 14

(コメント) パレットに乗せられた発泡箱は、フォークリフトで出荷トラックまで運ばれ、運転手が手で荷台に載せる。(11 トントラックで、750 ケース積載可能)トラックには、パレット積みではなく、1 箱ずつ運転手によりべた積みされる。かなりの重労働。複数の市場に降ろす場合は、積み方の調整が必要。



写真 17

(コメント) トラックから降ろされる JA 新しのつ産ブロッコリー。



写真 15

(コメント) 積み込み終了後、市場に向けて出発する。トラックは、苫小牧または、函館、小樽からフェリーで本州に渡り、市場まで同じ運転手が運ぶ。調査時は、苫小牧に向かう。16 時 30 分 JA 出発。18 時苫小牧港到着。



写真 18

(コメント) 名古屋市場の常温売り場(土場)に降ろされた JA 新しのつ産ブロッコリーの発泡箱。市場常温売り場の温度 19.9℃、低温売り場は、8℃。



写真 19

(コメント) 買い手先が貼られた JA 新しのつ産ブロッコリー。



写真 22

(コメント) 翌朝 7 時 30 分頃、市場常温売り場(17.1℃)で見た JA 新しのつ産ブロッコリーの発泡箱の中。この発泡箱は、氷は、ほとんどなくなっていた。



写真 20

(コメント) 市場到着後すぐの発泡箱内のブロッコリーと氷(サンプル1)。



写真 23

(コメント) 朝見た発泡箱の中のブロッコリーの蕾部分。朝の市場売り場の外気温度は、17℃であった。



写真 21

(コメント) 同じく市場到着後すぐの発泡箱内のブロッコリーと氷(サンプル2)。氷の残っている量の違いは、積まれた場所によるものかどうかは不明。



写真 24

(コメント) 同じく、ブロッコリーの茎の底部分。



写真 25

（コメント）名古屋市の常温売り場（朝）。名古屋市場では、現在、セリ取引は行われていないとのこと。以前のセリ人と買参人の活気あふれる風景はない。売り場が荷さばき場になっている。寂しい。



写真 28

（コメント）予冷庫で保管されている JA 新しのつ産ブロッコリー。店の青果チーフは、この時期のブロッコリーとしては高い評価をしていた。バックヤード予冷庫は、10℃設定。平日の仕入れ数は、10～20 ケース。特売日は 100 ケース程度仕入れ。



写真 26

（コメント）市場の屋外駐車場におかれ受け取りを待つ野菜段ボール箱。小売配送トラックを待つ荷物。夏場の痛みは相当なものかも？



写真 29

（コメント）おなじく、予冷庫で保管されている JA 新しのつ産ブロッコリー。



写真 27

（コメント）ユニー（スーパー）のバックヤードの予冷庫で保管された JA 新しのつ産ブロッコリー。僅かだが、氷がまだ残っている。市場から仕入れた同じ日の日の夕方。調査時は特売日で、100 ケース仕入れていた。北海道産ブロッコリーとして 1 玉 100 円で販売しており、かなりの勢いで売れていた。ユニーは、DC をもっていない。



写真 30

（コメント）バックヤードで店頭陳列用に加工された JA 新しのつ産ブロッコリー。ブロッコリーは、仕入れ当日売り切りが基本。店舗内青果売り場は、21～22℃。



写真 31

(コメント) 陳列前に、茎と茎底部分を薄くカットする。底部カットにより水分が出てきている。新鮮さを演出できる。店頭での陳列販売は、撮影の許可がおりず撮影できなかった(残念)。

(3) ブロッコリーの物流作業時間

今回、ブロッコリーの物流作業時間調査は、収穫～JA 出荷トラックへの荷積みまでの産地段階でおこなった。調査は、産地段階の物流作業を全 11 工程に区分し、工程 3 を除く、各工程の作業時間を計測した(表 1)。計測した結果をもとに、それぞれの工程(工程 3 を除く)を発泡箱(20 玉)当たりの作業時間に統一した。工程 3 を除く全 10 工程の合計時間は、583.6 秒(9 分 43.6 秒)/発泡箱であった。

産地の物流作業時間の中で、最も多くの時間を要しているのは、工程 1 のブロッコリーの収穫時間(479.14 秒)で全作業の 82.1%を占める(図 12、図

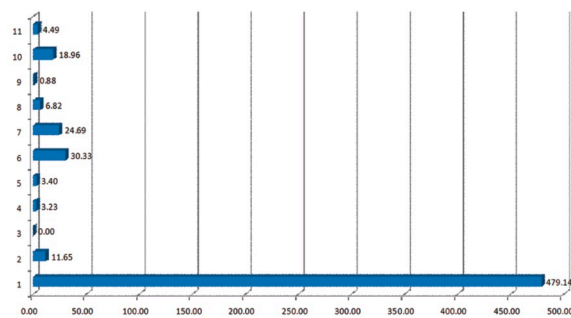


図 12 平均時間(秒/発泡)

資料：JA 新しのつ調査より作成。

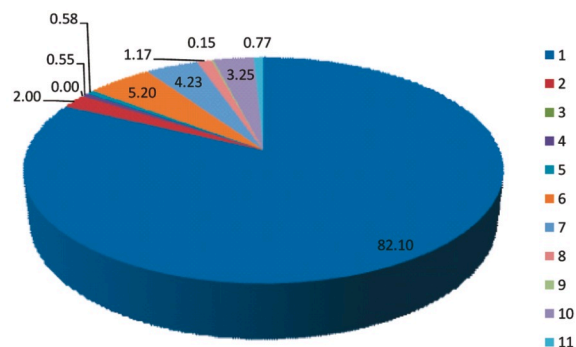


図 13 物流作業割合(%)

資料：JA 新しのつ調査より作成。

13)。今回の調査時期が 9 月 26 日と秋の収穫であったこともこのような結果となった原因の 1 つと思われる。それにしても、ブロッコリーは収穫に多くの時間を要することにはかわりはない。収穫時間削減のためには、如何にブロッコリーの成長をそろえるかがポイントと思われる。

収穫工程以外の物流作業では、工程 6 (ブロッコリーの選別) 作業が 30.33 秒を要しており、割合では全体の 5.2%を占めている、また、工程 7 (選別されたブロッコリーの発泡箱詰め) 作業も 24.69 秒(同 4.23%)、工程 10 (ブロッコリーの氷詰め) 作業が 18.96 秒(3.25%)を要しており、工程 6, 7, 10 の合計で 73.99 秒(12.68%)となる。規格簡素化や氷無しの輸送が可能となれば、産地の物流作業時間の削減が可能である。

(4) ブロッコリーの収穫から市場(名古屋)までの産地物流費

ブロッコリーの産地段階の物流作業調査及び JA 新しのつでのヒアリング調査をもとに、収穫から市場までの物流コスト(産地物流費)の試算をおこなった。ただし、産地段階の物流作業のコスト換算は、時給 800 円とし、輸送費は JA 新しのつの最も出荷販売が多い名古屋市場までの運賃を用いておこなっ

表 1 ブロッコリー物流作業工程

工程	作業内容(収穫～出荷トラックへの荷積み)
1	ブロッコリーを収穫し葉をカットし収穫用コンテナに入れる
2	ブロッコリー入りの収穫用コンテナをトラックに積み込む
3	軽トラックで農協へ出発
4	農協で軽トラックから満載の収穫用コンテナを降ろす
5	降ろした収穫用コンテナを保冷库へ移動
6	ブロッコリーの選別
7	ブロッコリーを発泡箱へ詰める
8	発泡箱をパレットへ移動・ハンコを押す
9	ブロッコリーを詰めた発泡箱を保冷库へ移動
10	ブロッコリーを詰めた発泡箱に氷を詰めて蓋をする
11	パレットを 11 トントラックに搬入して荷積み

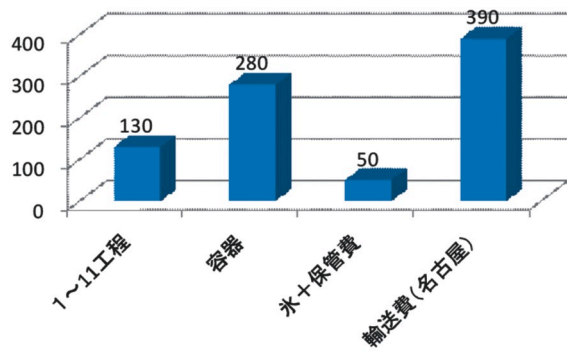


図 14 産地物流費 (円/容器)
資料：JA 新しのつ調査より作成。

た。

物流作業調査とヒアリング調査により、収穫から市場までに要する産地物流費は、合計で 849.69 円/発泡容器となった(図 14)。産地物流費の中では、輸送費がもっと高く 390 円であり、物流コスト全体の 45.9%を占める。次が発砲容器代の 280 円、全体の 32.95%を占める。物流作業 (1~11 工程) に関するコスト (人件費) は 129.69 円となり、全体の 15.26%を占めた (図 15)。

4. 発泡箱から他容器への切り替え検討

(1) 前提条件

前項で考察した発砲箱の産地物流費の結果をもとに、現在の発泡箱から他容器、すなわち、今回はリユース容器、リユース CB 容器 (コンパートボックス)、耐水段ボール箱の 3 つの容器に切り替えた場合の産地物流費に関するコストシミュレーションをおこなった。コストシミュレーションは、下記 4 つのパターンを想定した。

- シミュレーション① 発泡箱から他容器に替えた場合
- シミュレーション② 発泡箱から他容器に替え、さらに氷なしにした場合
- シミュレーション③ 発泡箱から他容器に替え、さらに氷なし、規格を簡素化した場合
- シミュレーション④ 発泡箱から他容器に替え、さらに氷なし、規格を簡素化し、畑でリユースに詰めた (個選) 場合

また、JA 新しのつで現在利用している発泡箱の寸法と産地物流費は、下記の通りである (写真 32, 図 15)。



写真 32 現在ブロッコリーの輸送包装容器として使用している発泡箱

注：寸内 465 mm×400 mm×160 mm、寸外 515 mm×450 mm×210 mm

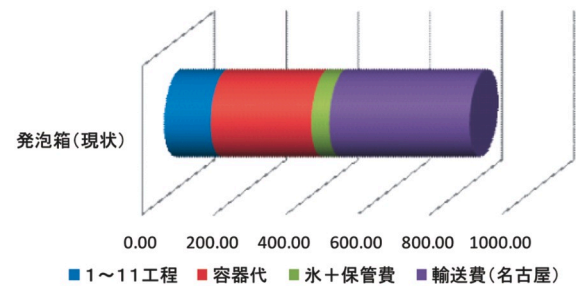


図 15 産地物流費

資料：JA 新しのつ調査より作成。

(2) 発泡箱からリユースへ転換した場合

①リユース容器

今回、コストシミュレーションで使用するリユース容器は、青果物流通で輸送包装容器としてすでに利用されているリユース容器である。現在、全国の青果物流通で年間約 1 億個が利用されている。容器は、タテ (600 mm) とヨコ (400 mm) は不変であるが、高さが異なる容器が数種類ある^(注13)。今回利用したリユース容器の写真や寸法や容量、価格などについては、下記の通りである (写真 33)。

②コストの比較

発泡箱からリユース容器に替えた場合の産地物流費のコストシミュレーションでは、現状の産地物流費を 100 (849.7 円) とした場合、以下の結果となった

まず発泡箱からリユース容器に替えるシミュレーション①では、現状に比して 81.2% (689.7 円) まで、すなわち 18.8%のコスト削減が可能となる (図 16)。

発泡箱からリユース容器に替え、さらに氷を使用



写真 33 シミュレーションで使用したリユース容器

注 1：内寸 570×370×239 mm，外寸 600×400×245 mm，厚さ 36 mm（折り畳み時），重量 1.80 kg，容量：49.5 L

注 2：26 株/容器のプロコリーが入り，壊れない限り何度でも使用可能なリユース容器である。

注 3：リユース容器の価格は 120 円/回。

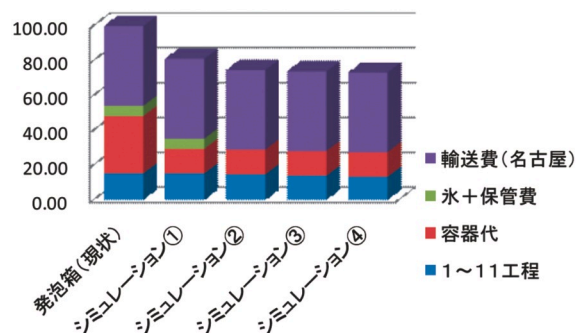


図 16 リユース容器

表 2 リユース容器のシミュレーション結果

単位：円/容器

	発泡箱（現状）	シミュレーション①	シミュレーション②	シミュレーション③	シミュレーション④
1～11 工程	129.69	129.69	125.48	118.74	113.05
容器代	280.00	120.00	120.00	120.00	120.00
氷+保管費	50.00	50.00			
輸送費（名古屋）	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00
合 計	849.69	689.69	635.48	628.74	623.05

しないシミュレーション②では，現状に比して 74.8%（635.5 円）となり 25.2%のコスト削減が可能となる（表 2）。

発泡箱からリユース容器に替え，さらに氷なしで，規格を簡素化すると仮定したシミュレーション③では，現状に比して 74.0%（628.7 円）のコストとなり，26.0%のコスト削減が可能となる。

発泡箱からリユース容器に替え，さらに氷なしで，規格を簡素化し，畑でリユース容器に詰めると仮定したシミュレーション④では，現状に比して 73.3%（623.1 円）と 4 つのシミュレーションの中で最もコストを下げることが可能となる。

(3) 発泡箱からリユース CB（コンバートボックス）へ転換した場合

①リユース CB 容器

この CB 容器は，2009 年に新しく開発された容器であり，青果物の輸送包装容器としては，現時点では利用されていない。また，CB 容器は，現在，プロコリーで利用されている発泡箱と同じ程度の保冷機

能を有し，かつリユース容器でもある。CB 容器の写真，寸法，容量，価格は下記に示した通りである（写真 34）。

②コストの比較

発泡箱からリユース CB 容器へ転換した場合の産地物流費のコストシミュレーションでは，下記のような結果となった。

発泡箱から CB 容器に替えるシミュレーション①では，現状の産地物流費を 100 とすると，現状に比して 90.6%（769.7 円）まで，すなわち 9.4%のコスト削減が可能となる（図 17）。

また，発泡箱から CB 容器に替え，さらに氷を使用しないシミュレーション②では，現状に比して 84.2%（715.5 円）となり 15.8%のコスト削減が可能となる（表 3）。

次に，発泡箱から CB 容器に替え，さらに氷なしで，規格を簡素化すると仮定したシミュレーション③では，現状に比して 83.4%（708.7 円）のコストとなり，16.6%のコスト削減が可能となる。

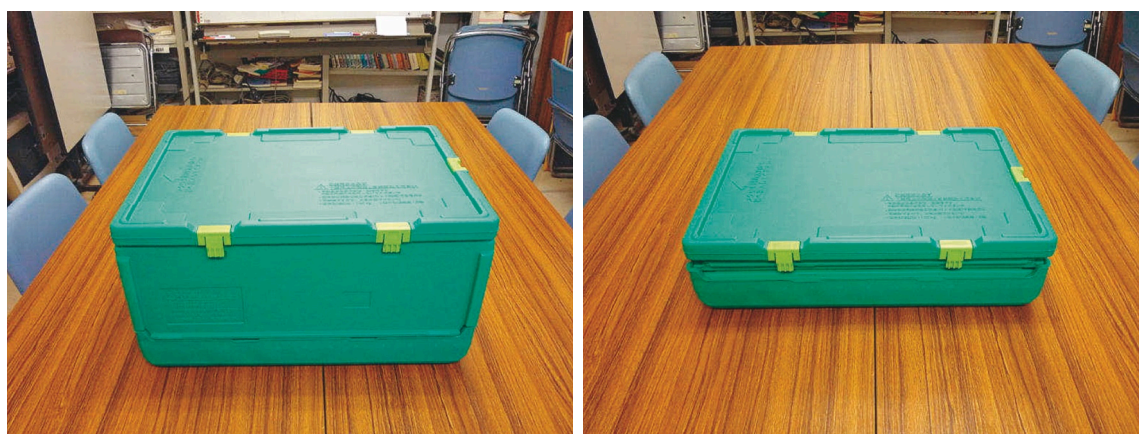


写真 34 シミュレーションで使った CB 容器

注 1：内寸 485×331×204，外寸 530×366×280，容量 29 L，折りたたみ時高さ 101 mm+94 mm，ふた付きで重量約 2.7 kg。

注 2：24 玉/容器入れることが可能，内部の発泡断熱材により保冷・保温機能。

注 3：CB ボックスの価格：200 円/回とする。壊れない限り再利用できるリユース容器である。

表 3 CB 容器のシミュレーション結果

単位：円/容器

	発泡箱（現状）	シミュレーション①	シミュレーション②	シミュレーション③	シミュレーション④
1～11 工程	129.69	129.69	125.48	118.74	118.54
容器代	280.00	200.00	200.00	200.00	200.00
氷＋保管費	50.00	50.00			
輸送費（名古屋）	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00
合 計	849.69	769.69	715.48	708.74	708.54

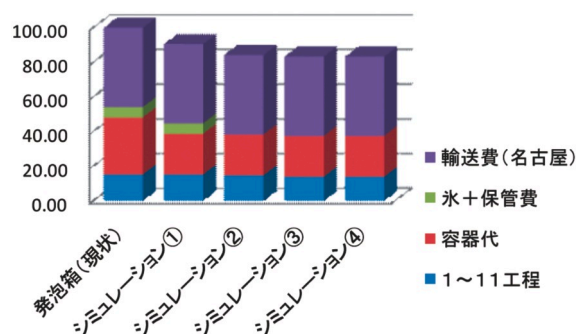


図 17 CB 容器

さらに，発泡箱からリユース容器に替え，さらに氷なしで，規格を簡素化し，畑でリユース容器に詰めると仮定したシミュレーション④では，現状に比して 83.43%（708.5 円）となる。

(4) 発泡箱から耐水段ボール（特殊 DB）へ転換した場合

①耐水段ボール容器

この容器は，通常の段ボールを特殊加工し耐水機能を持たせた物である。リユース容器では無いが，

リサイクル容器として見ると，環境対応型容器であり，リサイクルシステムも整備されている。また，省資源・環境への負荷は，前述のリユース容器には及ばないが，現在利用されている発泡箱に比べると優位であり，今回，敢えて比較をおこなった。今回利用した耐水段ボールの写真，寸法，容量，価格は下記の通りである（写真 35）。

②コストの比較

発泡箱から耐水段ボール箱に替えた場合の産地物流費のコストシミュレーションでは，現状の産地物流費を 100 とすると，以下のような結果が得られた。

発泡箱から耐水段ボール箱に替えるシミュレーション①では，現状に比して 78.92%（669.7 円）まで，すなわち 21.2%のコスト削減が可能となる（図 18）。

発泡箱から耐水段ボール箱に替え，さらに氷を使用しないシミュレーション②では，現状に比して 72.4%（615.5 円）となり 27.6%のコスト削減が可能となる（表 4）。

発泡箱から耐水段ボール箱に替え，さらに氷なし



写真 35 シミュレーションで使用する耐水段ボール箱（DB）

注 1：外寸 475 mm×410×170 mm，内寸 465 mm×400 mm×160 mm，発泡箱と同じサイズでカット。

注 2：耐水段ボール箱：100 円/箱と仮定する。

表 4 耐水段ボール箱のシミュレーション結果

単位：円/容器

	発泡箱（現状）	シミュレーション①	シミュレーション②	シミュレーション③	シミュレーション④
1～11 工程	129.69	129.69	125.48	118.74	118.54
容器代	280.00	100.00	100.00	100.00	100.00
氷＋保管費	50.00	50.00			
輸送費（名古屋）	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00
合 計	849.69	669.69	615.48	608.74	608.54

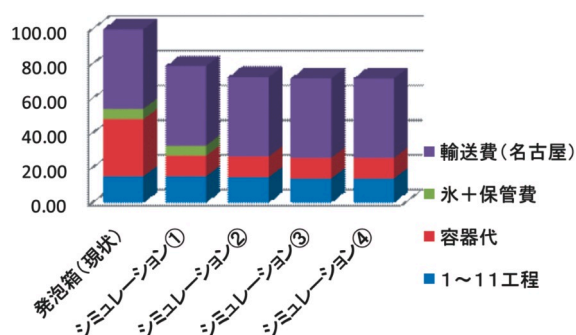


図 18 耐水段ボール

で、規格を簡素化すると仮定したシミュレーション③では、現状に比して 71.6%（608.7 円）のコストとなり、28.4%のコスト削減が可能となる。

発泡箱から耐水段ボール箱に替え、さらに氷なしで、規格を簡素化し、畑でリユース容器に詰めると仮定したシミュレーション④では、現状に比して 71.6%（608.5 円）となる。

5. 輸送トラックの積載効率

(1) 前提条件

ここでは、物流コストに関連して、ブロッコリーの輸送において、現在利用している発泡箱から他の容器に替えた場合の産地から市場まで輸送するトラックの積載効率と運賃について検討する。

今回、トラックへの積載効率を試算するため、三菱ふそうスーパーグレートを試算モデルとした（図 19）。試算に利用するトラックの概要は下記の通りとする（表 5）。

(2) 容器サイズ（外寸）と容量

今回、現在のブロッコリーで利用している発泡箱と産地物流費のコストシミュレーションで使用した各容器の外寸から容量を試算すると、発泡箱は 48.7 リットル、リユース容器 58.6 リットル、CB 容器 54.3 リットル、耐水段ボール箱が 48.7 リットルとなる（表 6）。発泡箱を 100 とした場合、リユース容器は 20.3%、CB 容器は 11.6%大きくなる。

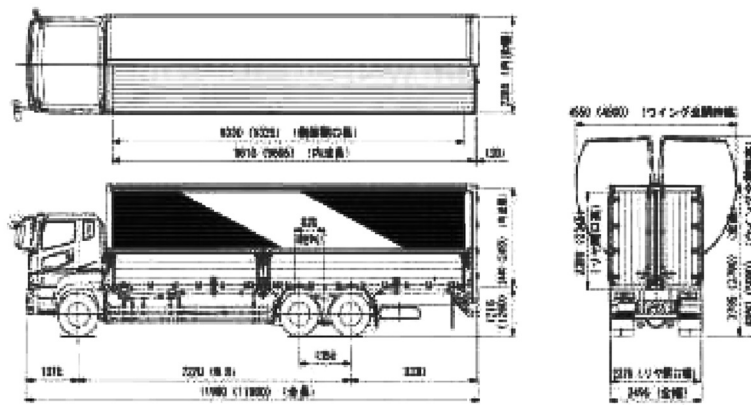


図 19 シミュレーションで使ったトラック（三菱ふそうスーパーグレート）

表 5 シミュレーションで利用したトラックの荷室寸法

重 量	車両重量	kg	11,030
	最大積載重量	kg	13,800
荷室内寸	長	mm	9,610
	幅	mm	2,385
	高	mm	2,440

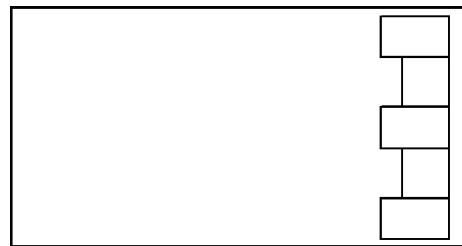


図 20 発泡箱の積載方法

表 6 発泡箱と他容器の容量比較

区 分	外寸 (mm)			容量(個)	容積比(%)
	長	幅	高		
発泡箱	515	450	210	48.7	100.0
リユース容器	600	400	244	58.6	120.3
CB 容器	530	366	280	54.3	111.6
耐水段ボール	485	420	180	36.7	75.3

(3) トラック積載効率と運賃

①発泡箱の場合

まず、トラック貨物室内寸幅 (2,385 mm) を考慮した各容器の並べ方を、発泡箱の幅における個数は、下記の図のような並べ方で 5 個とした (図 20)。このような並べ方で積んだ場合、長が 9,610 mm より、1 段当たり 96 個積むことが可能である。

また、トラックの高 (2,440 mm) より、11 段積み重ねることが可能であり、したがって発泡箱では、試算上では 1,056 個積載可能である。

発泡箱には 1 箱 20 玉 (300 g/玉) のブロッコリーを詰めることが可能であるため、トラック満載時の玉数 (1,056×20) は 21,120 玉となる。また運賃も 390 円/容器とすると、1,034,880 円 (1,056×390) となる。

②リユース容器の場合

リユース容器の場合は、トラック貨物室の横幅に対応した並べ方は、下記の図のように 4 個とした (図 21)。このように並べた場合、1 段当たりの積載量は、88 個となる。リユース容器の積み重ねは、10 段積み重ねが可能であり、トータルでは 880 個積載可能である。ただし、リユース容器は、発泡箱に比べると容積が大きいため、積載量は、発泡箱を 100 とした場合、リユース容器は 83.3% となる。

しかし、リユース容器は、発泡箱より容量が大きいため 1 容器あたり 26 玉入れることが可能である。そのため、トラックへの容器の積載量は発泡箱より少ないが、トラック満車時の玉数は、22,660 玉 (880×26) と発泡箱より 8.3% 多くなる。また、運賃も 390 円/容器とすると、発泡箱より 16.7% 安くなる。

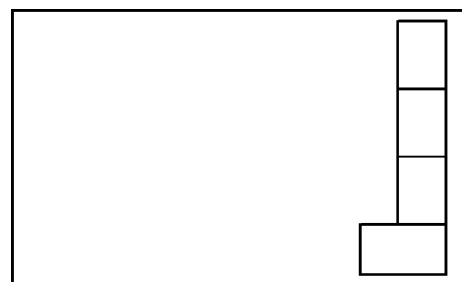


図 21 リユース容器の積載方法

り 862,400 円となる。

③CB 容器の場合

CB 容器の場合は、トラック貨物室の横幅に対応した並べ方は、下記の図のような 5 列とした。このように並べた場合、1 段当たりの積載量は、114 個となる。CB 容器の積み重ねは、トラック荷室高さから計算すると 8 段積み重ねが可能であり、トータルでは 912 個積載可能である。ただし、CB 容器も、発泡箱に比べると容積が大きいため、積載量は少なくなり、発泡箱を 100 とした場合、CB 容器は 86.4%となる。

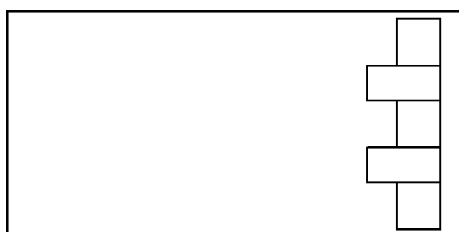


図 22 CB 容器の積載方法

CB 容器の場合も発泡箱より容積が大きいため、1 容器への入り玉数も 24 玉入れることが可能である。その結果、満載時の総入り玉数は、21,888 玉と 3.6% だけ発泡箱より多く積載することが可能となる。

運賃も発泡箱と同じであれば、発泡箱に比べ満載時の個数は少ないため、総運賃は 893,760 円となり 13.6%安くなる。

④耐水段ボールの場合

耐水段ボールは、トラック貨物室に下記の図のような配列で 5 個並べた場合、1 段 98 個を積むことが可能である。トラックの貨物室の高さでは、計算上では耐水段ボールは 13 段乗せることが可能である。全て耐水段ボールで満載にするとすると、1,274 個積載することができる。

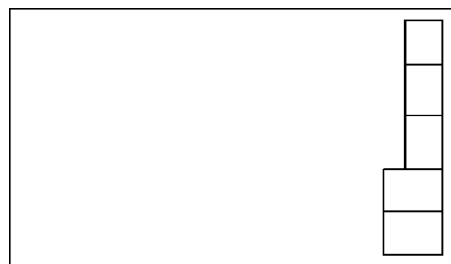


図 23 耐水段ボールの積載方法

発泡箱の積載量を 100 とすると、耐水段ボールは 120.6 となり、発泡箱より 20.6% だけ多く積載することが可能である。また、段ボールへの入り数は、発泡と同じ容量であることから発泡箱と同じ 20 玉であるが、積載個数が発泡箱より多いため、トラック積載総玉数は、25,480 玉となり、これも発泡箱より 20.6% 多く乗せることが可能となる。ただ、トラックあたりの運賃総額は、箱あたり 390 円と決まっているため、リユース容器やリユース CB の場合は、発泡箱より多くのブロックリー（玉数）を乗せることが可能であるにも関わらず、運賃総額は発泡箱の場合より安くなるが、耐水段ボールの場合は、トラックに乗せられる個数、玉数と発泡箱より多く積載することが可能であるが、運賃総額も発泡箱の 120.6 となり、20.6% 発泡箱より高くなる。

以上、リユース容器 (20.3%) や CB 容器 (11.6%) は、発泡箱に比べ容積が大きいため、トラックへの積載量は少ないが、1 容器当たりの入り数は、リユース容器 (26 玉) や CB 容器 (24 玉) は、発泡箱や DB より多く入れることが可能である。そのため、積載総玉数は、リユース容器 (8.3% 増) や CB 容器 (3.6% 増) の方が、逆に発泡箱より多くなる。さらに、運賃/容器が同じであるとする、リユース容器 (16.7% 減) と CB 容器 (13.6% 減) は、発泡箱に比べ積載量が少ないため、運賃総額も発泡箱より安くなる。

表 7 発泡箱と他容器との積載効率および運賃の違い

区 分	幅個数	1 段当たり平面積 載個数	積載段数	積載総数	積載比	1 容器当 たり入り 数	積載総玉数	総玉数比	運賃	運賃比
単 位	個	個	段	個	%	玉	玉	%	円/トラック	%
発泡箱	5	96	11	1,056	100.0	20	21,120	100.0	411,840	100.0
リユース容器	4	88	10	880	83.3	26	22,880	108.3	343,200	83.3
CB 容器	5	114	8	912	86.4	24	21,888	103.6	355,680	86.4
耐水段ボール	6	98	13	1,274	120.6	20	25,480	120.6	496,860	120.6

注：容器入り数は、規格などにもより異なる。

6. 小括

本章では、北海道のブロッコリー輸送容器として利用されている発泡箱について、環境対応型包装容器への切り替えの可能性について、特に、物流コストの視点から検討した。

今回、発泡箱を基準とした環境対応型包装容器に切り替えた場合のコストシミュレーション結果から、第1に、発泡箱から環境対応型包装容器への転換だけでも、コスト削減の可能性があること、第2に、容器だけでなく氷も不要となれば、さらにコスト削減が可能となることが明らかになった。ただ、その場合のブロッコリーの品質保全については、次章で考察される予定である。

また、積載効率に関しても、第1に、リユース容器やリユースCBは、発泡箱の場合より多くの玉数を積載することが可能であること、第2に、リユース容器やリユースCBは、発泡箱よりトラック当たりの運賃総額が安くなることが明らかとなった。

最後、余談かもしれないが産地物流作業では、収穫作業時間が全作業の約8割を閉めていることがわかった。今回の調査が秋(9/26)であり、ブロッコリーの成長程度のばらつきが多いためである。ただ、現在のブロッコリーの1玉重量基準は300gのみであるが、秋出荷の場合、200g~300gなど収穫可能重量に幅を持たせることができれば、秋の収穫時間の削減ができるかもしれない。

II 各種包装資材の鮮度保持効果について

II-1 ブロッコリーの包装資材と鮮度保持効果

1. 目的

ブロッコリーは発泡スチロール箱に入れ、砕氷を入れて密封することにより低温を維持して輸送されるのが一般的であり、その鮮度保持効果は高いが、発泡スチロール箱は使い捨て容器であり、市場関係者、小売業者ではその処理に要する作業やコストが発生し、敬遠される傾向にある。また石油由来の包装資材のワンウェイの利用であり、環境負荷の点からも改善の余地がある。そこで、発泡スチロール箱に代替可能な環境対応型包装資材の探索が必要となっている。本試験では、耐水段ボール、リユース容器、(折りコン)リユースCB(コンパートボックス)の3種類の包装資材を用いて、その鮮度保持効果について比較した。

2. 実験方法

実験は、現状のブロッコリーの収穫から輸送までの温度環境の調査、各種包装資材の鮮度保持効果の

調査の2つについて行った。

(1) ブロッコリー輸送の現状調査

ブロッコリーが圃場で収穫されてからトラックに積み込まれて港まで輸送される間の、ブロッコリーの芯温と包装外の温度経過を、データロガー(T&D CORPORATION, TR-71Ui)を用いて測定した。

(2) 包装資材と鮮度保持効果

現状で用いられている、発泡スチロール箱の他、耐水段ボール、リユース容器、リユースCBを用いて、それぞれの品質保持効果を比較した。発泡スチロール箱には砕氷を入れ貯蔵し、耐水段ボールと通いコンテナには、ポリエチレン製の内袋を使用した。これらの輸送包装資材に20個のブロッコリーを入れ、5℃の冷蔵庫で4日間貯蔵した。品質測定は、2日後、3日後、4日後とした。

供試材料は、2009年新篠津産「ピクセル」を使用した。

①品質測定項目

1) 芯温 (1)と同様に測定した。

2) 包装内温湿度

データロガー(T&D CORPORATION, TR-72 U)を用いて計測した。

3) ガス濃度

ガス分析計(Check Mate II, 八洲貿易株式会社)を用いて、包装内の酸素濃度、二酸化炭素濃度を測定した。また、エチレン濃度はガスクロマトグラフ(SHIMADZU GC-8)を用いて測定した。

4) 重さ

電子天秤で各試料の重さを測定した。

5) 色

色彩色差計(CR-13, コニカミノルタセンシング株式会社)を使用し、花蕾の中心、上下左右一箇所ずつ測定し、それぞれL*a*b*値を用いて表した。

6) ビタミンC

花蕾を適当に三箇所切り取り細断し、ビーカーに5g計り取った。これにメタリン酸5%溶液を20g加え、ミキサー(LM-PLUS, 岩谷産業株式会社)で1分間粉碎した後にろ過した。ろ液を試験紙につけビタミンCをRQ flex 10(関東科学株式会社)を用いて測定した。

7) 官能評価

各試料を沸騰したお湯に約3分同時にゆ

で、その後冷水で冷却した。11 人のパネルで、味、歯触り、香り、外観、総合の項目の官能評価を行った。評価は、1 (悪い)～5 (良い) の 5 段階とした。

3. 結果と考察

(1) ブロッコリー輸送の現状調査

ブロッコリーの芯温は収穫時約 13℃であったものが、圃場にある間外気温の影響を受けて約 18℃まで上昇した。その後選果場に運び込まれることによって、やや低下した後、砕氷を入れ、5℃の予冷库に入れられたことで徐々に低下し、0.5℃程度まで低下し苫小牧港に到着するまでその温度は維持されていた。冷蔵トラックは 5℃に設定されていたが、積み込み作業のため後部扉は解放状態であり、その後扉を閉じて輸送開始し苫小牧港に到着するまで 12～13℃程度で経過した。(図 1)

写真 1 にトラックへの積み込み状態を示す。すべての積み荷を積み込んだ後に最後部の空間に測定対象の発泡スチロール箱を置いたため、前方からの冷気は後部まで及ばなかったものと推察される。

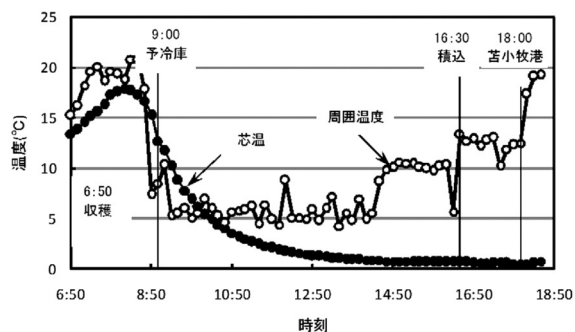


図 1 収穫後の芯温の変化



写真 1 トラックへの積み込み状況

(2) 包装資材と鮮度保持効果

① 芯温

図 2～5 に各容器内の芯温と空間の温度の経過を示す。発泡スチロール箱芯温は、貯蔵開始時 0℃程度であったが、徐々に上昇し 4 日後には、5℃に達した。容器内中心部に位置するブロッコリーの芯温が外縁部に位置するものより 1℃程度低く経過した。容器内の空間の温度は約 2℃から約 5℃まで上昇した。

リユース CB においては砕氷を用いておらず、貯蔵開始からブロッコリーの芯温は徐々に上昇し、約 12℃に達した。中心部に位置するブロッコリーの芯温がやや高く経過した。

リユース容器は、断熱性はほとんどなく、容器内の袋内の温度は冷蔵庫内の温度変動の影響を大きく受けていた。しかしブロッコリーの芯温は断熱性の高いリユース CB と比較すると低く推移した。

段ボールにおいては、温度経過はリユース CB とリユース容器の中間の挙動を示した。

図 6 に包装内の酸素、二酸化炭素濃度の推移を示した。発泡箱ではブロッコリーの温度が最も低く経過したにもかかわらず、気密性の高さによって、酸素濃度の低下、二酸化炭素濃度の上昇が大きかった。

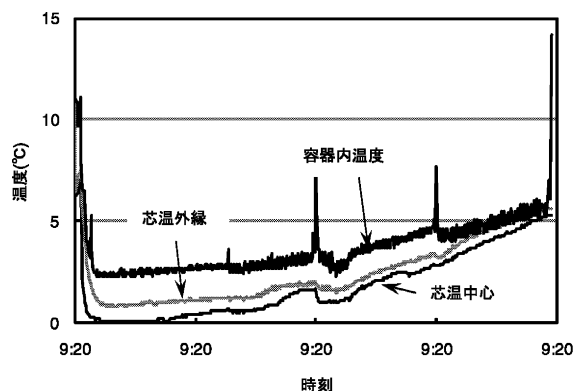


図 2 発泡箱内温度

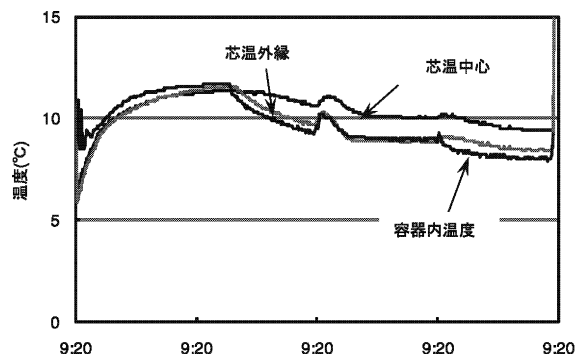


図 3 コンパートボックス内温度

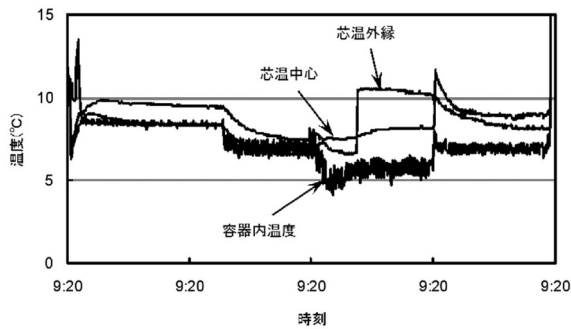


図4 リユース容器内温度

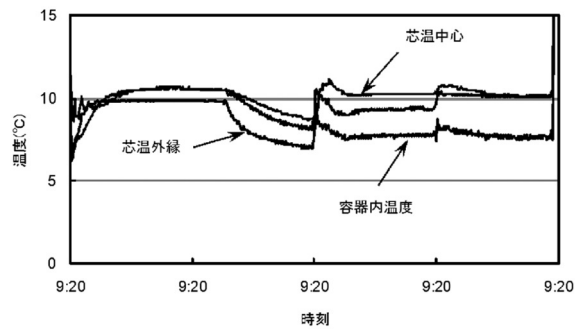


図5 段ボール内温度

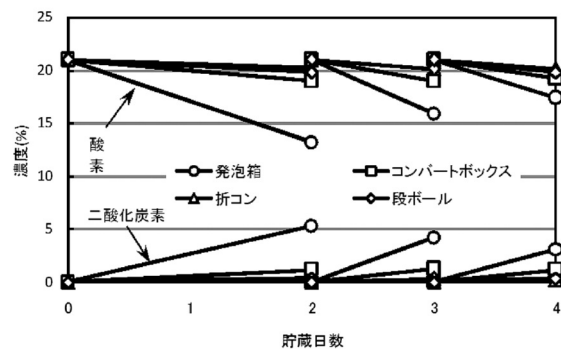


図6 包装内ガス濃度

図7にエチレン濃度の推移を示す。二酸化炭素濃度の推移と同様に発泡箱においてエチレン濃度の上昇が大きく、ついでリユースCBで大きかった。ブロッコリーの貯蔵においてエチレンは花蕾の黄化など品質低下をもたらすため、できるだけ濃度を抑制することが望ましいが、発泡箱は密閉性が高くその上昇を抑制できていない。一方リユース容器や段ボールでは、ポリエチレン内袋を用いて包装しているが密閉はしておらず、エチレン濃度の上昇は発泡箱などに比べて低く抑えられた。

図8に重量変化を貯蔵開始時を100%として示した。もっとも温度上昇の大きかったリユースCBにおいて重量減少が大きい傾向が見えるが統計的に有意な差ではなく、包装資材による差はなかった。

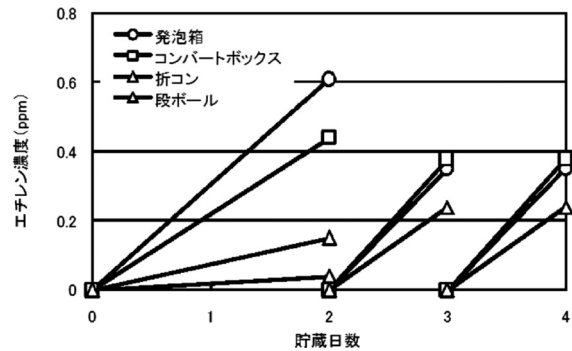


図7 エチレン濃度変化

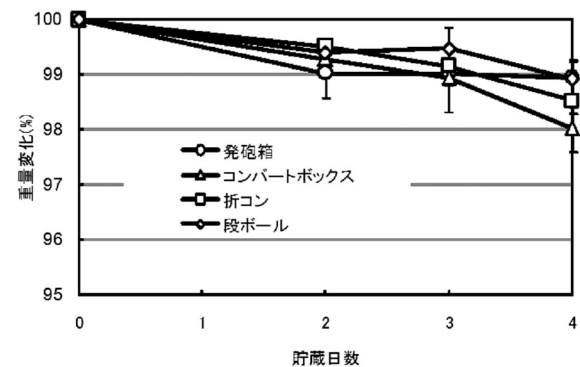


図8 重量変化

図9にL*値の変化を示す。ブロッコリーの貯蔵において、品質劣化は花蕾の黄化が生じ、L*値の上昇、b*値の上昇が認められる。しかし本実験の範囲内では色彩の変化に有意な差は認められなかった。

写真2に貯蔵4日後の花蕾の外観を、写真3に切り口の外観を示す。花蕾の外観は包装資材による違いは認められなかった。一方、切り口は発泡箱ではみずみずしさを保っていたが、他の包装資材ではやや乾燥し、部分的な変色も認められた。

図10にビタミンC含量の変化を示した。リユースCBとリユース容器において貯蔵4日後にビタミンC含量が増加しているが、統計的に有意な差ではなかった。

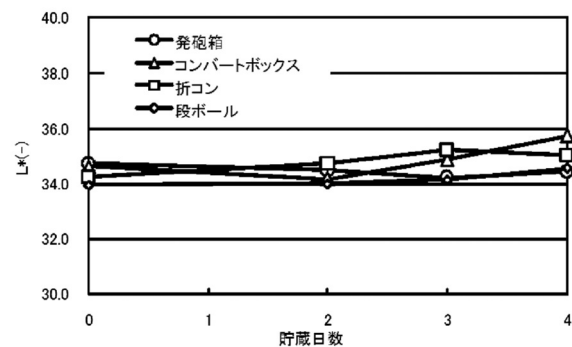


図9 色の変化 (L*)



写真2 4日間貯蔵後の花蕾の外観



写真3 貯蔵4日後の切り口の外観

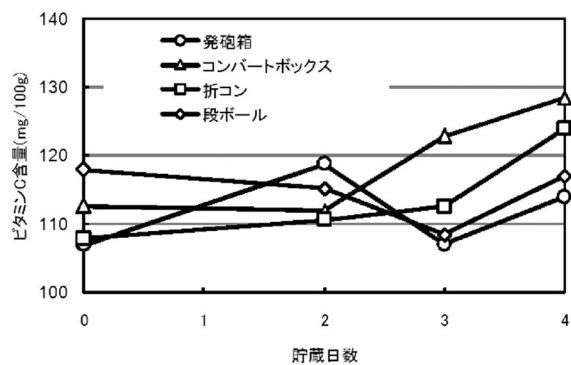


図10 ビタミンC含量の変化

表1に食味評価の結果を示す。「味」の項目を除いて統計的に有意な差は認められなかった。「味」は発泡箱、段ボールとリユース容器の間に有意な差が認められた。

写真4に貯蔵2日目の発泡箱内の状況を示す。2日後において砕氷の大部分が融けて箱の底部に水が溜まっている状態になっていた。写真5, 6, 7に貯蔵初期から2日後, 4日後の発泡箱内の状況を示す。貯蔵4日後には氷は完全に溶けて無くなっていた。

表1 食味試験の結果

	外観	歯触り	香り	味*	総合
発泡箱	2.2	2.1	2.1	1.6 a	1.9
段ボール	1.9	2.3	2.1	1.7 a	1.9
コンバートボックス	2.2	1.9	2.2	2.2 ab	2.2
折コン	2.1	2.4	1.9	2.4 b	2.4



写真4 貯蔵2日後の発泡箱内の様子



写真5 貯蔵初期



写真6 貯蔵2日後



写真7 貯蔵4日後

4. まとめ

発泡スチロール箱に代替可能な輸送包装容器の選定を目的として、現状の輸送環境の調査と、各種包装資材を用いた貯蔵試験を行った。

冷蔵トラック内の温度は5℃の設定にもかかわらず、12～13℃で経過していた。荷室内は隙間なく貨物が積み込まれており、冷気が荷室全体に循環していないことがわかった。

包装資材として、発泡スチロール箱のほかに、耐水段ボール、リユース容器、リユースCBを供試し5℃の冷蔵庫において4日間の貯蔵試験を行った。発泡スチロール箱と比較して他の資材では芯温が5℃以上高く、リユースCBで最も高くなった。各種品質測定項目については統計的に有意な差はなく、食味評価で「味」に差が生じた。

以上のことから、流通環境が5℃程度に保たれる場合、発泡スチロール箱以外の包装資材でも4日間はそれと同等の品質保持が可能であると考えられる。

II-2 ユリ根の包装資材と鮮度保持効果

1. 目的

現在ユリ根の輸送包装は、ろう引き段ボール(カーテンコート)に加湿したおがくずを入れ、これにユリ根を埋める形で行われているが、これらの包装資材が今後入手困難が予想されるため、これに代わる包装資材が求められている。そこで、予備試験として慣行法と、ポリエチレン包装、無包装での重量変化を測定した。

2. 実験方法

包装形態を、慣行法、ポリエチレン包装(厚さ0.068mm ジップロック)、無包装の3種類とし、5℃の冷蔵庫で、約3カ月貯蔵を行った。貯蔵開始

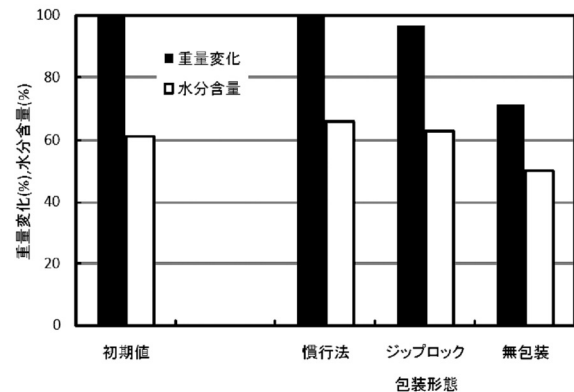


図11 貯蔵後の重量と水分含量

時と貯蔵後に重量、水分含量、おがくずの水分含量を測定した。

3. 結果及び考察

図11に貯蔵後の重量と水分変化を示す。慣行法では重量変化、水分含量変化はほとんどなかったが、ポリエチレン包装ではわずかに減少した。無包装では重量は30%減少し、水分含量も10%低下した。無包装では水分の蒸発によるしなびが著しく、この状態では商品価値はないと考えられる。

それぞれの試料を同条件で茹でて試食したところ、いずれも食味に差はなかった。

写真7に貯蔵後の外観を示す。

III 結論と今後の課題

1. ブロッコリー

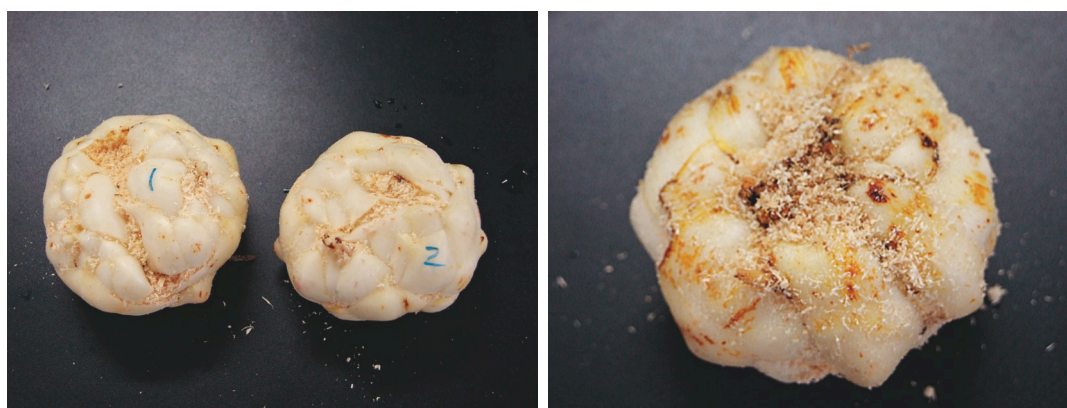
これまで、ブロッコリー輸送の環境対応型包装資材への転換については、物流コストおよび品質保全の視点から考察してきた。

今回、産地物流費のコストシミュレーションにより、現在の発泡箱からリユース容器、リユースCB容器、耐水ダンボールへの転換によりコスト低減の可能性があることが明らかとなった。また、品質保全にかんしても、コールドチェーンが整備されれば、氷を利用しなくても産地から小売まで輸送(現状では収穫から販売まで3日間)しても品質保全が十分可能(4日間)であることが明らかとなった。

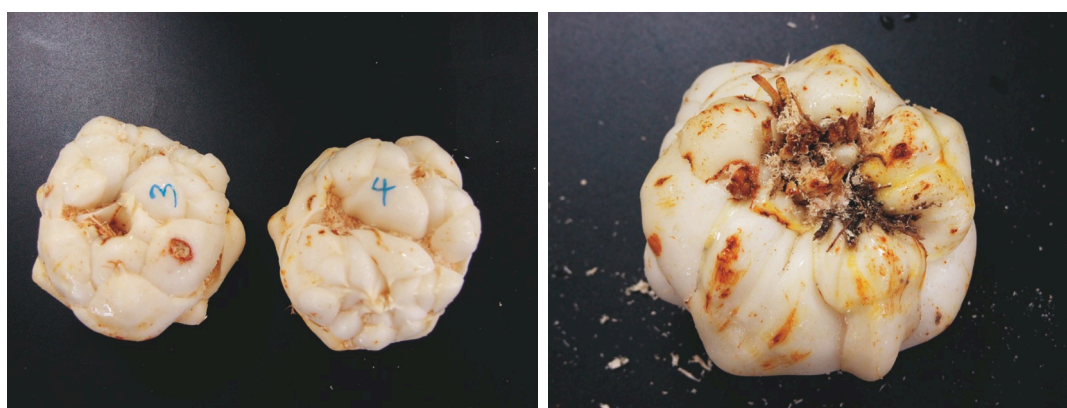
以上の研究結果を踏まえ、今後の研究課題を整理しておきたい。

今後のブロッコリーの研究課題としては、第1に、今回、実施できなかったブロッコリー収穫から小売販売までの輸送試験と物流作業、及び品質保全に関する調査を実施する必要がある。

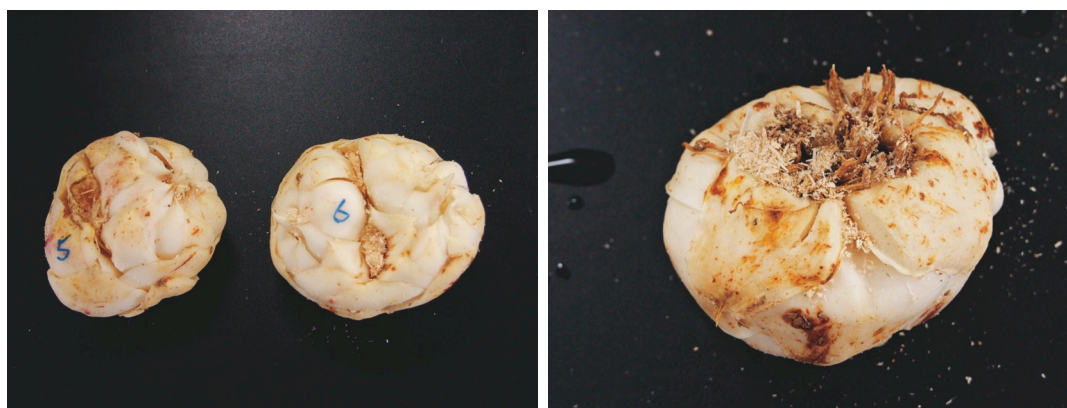
輸送試験に関する条件は下記の通りとする。



慣行法



ポリエチレン包装



無包装

写真 8 3か月貯蔵後のユリ根の外観

(1)輸送試験実施時期

現在の道産ブロッコリーの出荷期間である7月から9月の間で実施する。

(2)輸送実験使用容器（発泡箱との比較輸送試験）

①現在、道内産ブロッコリーの主要な輸送包装容器として利用されている発泡箱

②環境対応型包装資材その1：リユース容器

リユース容器の選定に当たっては、リユース容器の循環システムがすでに整備、デポジッ

トシステムで運用されているリユース容器であることが選定の必須条件とする。これがないリユース容器はゴミの増大となるため。

②環境対応型包装資材その2：リユースCB容器

現状では、大量に導入されなければ実用化できないと考えるが、将来の可能性としては是非実験しておきたい容器

③環境対応型包装資材その3：耐水（または普通）段ボール箱

リユース容器程では無いが、リサイクル容器として見ると、環境対応型容器であり、リサイクルシステムも整備されている。また、コストからみると最もコスト削減の可能性の高い容器である。

(3) 氷なしでの輸送実験実施

ブロッコリー輸送包装資材の鮮度保持実験結果を踏まえ、次年度の輸送試験で使用する容器は、全て氷なしで実施。但し、そのためには、輸送手段の冷蔵冷凍トラック（コンテナ）使用が必須条件である。

(4) 輸送実験ルート：2つのルートで実施

①実験ルート1：商物分離ルート



図1 商物分離ルート

- ・伝票は卸売会社を通すが、物流は産地(JA)から小売(DC)まで直送するルートである。
- ・産地(収穫)～小売DCまで2日間、3日目販売
- ・想定する小売販売先：DCを持つ中規模・大規模小売
- ・輸送はブロッコリーのみ
- ・輸送温度は、0℃設定
- ・輸送試験対象候補先：産地：中または大規模小売へ直接販売している道内JA（木野、北いぶきなど大規模産地）、卸売市場：大田市場(東一)、小売：イオン、コープなどDCを所有している小売

②輸送ルート2：商物一致ルート

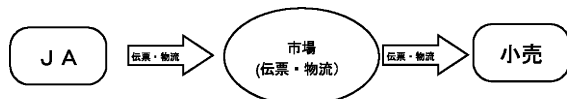


図2 商物一致ルート

- ・伝票も物流も卸売市場経由ルート
- ・但し、市場では低温売り場での管理が絶対条件
- ・想定する小売販売先：DCを持たない中規模・小規模小売
- ・輸送は混載で

・輸送温度は、5℃

・輸送試験候補地：産地：JA新しのつ、市場：名古屋卸市場、小売：ユニー

第2の検討課題として、ブロッコリーの定性及び定量調査の実施。

(1) 定性調査として、JA、卸、小売などの事例調査の実施。

(2) 定量調査として、小売業及び消費者アンケートの実施。

以上をブロッコリーの環境対応型輸送包装資材の研究に関する今後の課題とする。

2. ゆり根

ゆり根に関しては、本年度は鮮度保持実験のみしか実施できなかった。

現在ユリ根の輸送包装は、ろう引き段ボール(カーテンコート)に加湿したおがくずを入れ、これにユリ根を埋める形で行われているが、これらの包装資



写真1 ゆり根の販売（京都錦市場 小売店A）



写真2 ゆり根の販売（京都錦市場 小売店B）

材が今後入手困難が予想されるため、これに代わる包装資材が求められている。そこで、今回は、予備試験として慣行法と、ポリエチレン包装、無包装での重量変化を測定した。

慣行法では重量変化、水分含量変化はほとんどなかったが、ポリエチレン包装ではわずかに減少した。無包装では重量は 30% 減少し、水分含量も 10% 低下した。無包装では水分の蒸発によるしなびが著しく、この状態では商品価値はないと考えられる。

ゆり根に関する環境対応型包装資材の研究では、今後に残された研究課題は多い。今後の研究課題としては、第 1 に、ブロッコリー同様に定性及び定量調査を実施する必要がある。

第 2 に、ゆり根においても収穫から小売までの輸送試験の実施が必要である。現状では、鮮度保持実験から、現状の容器とリユース容器や CB 容器を利用したおが屑なしの輸送実験が想定されるが、現段階では、現地調査等が不足で十分な提案をすることができない。したがって、できるだけ早い段階で事前調査をおこない、詳細な実施内容や実施方法を検討し、輸送実験を実施することにしたい。

以上をゆり根の今後の研究課題とする。

追記：本論文は、平成 21 年度ホクレン農業協同組合連合会委託研究「青果物輸送における環境対応型包装資材の調査研究 中間報告」をもとに、大幅に加筆修正したものである。

(注)

- 1) 近年、アスパラが冬の空きハウスを利用して生産が始められた。秋に空いたハウスに苗を植え付け 12 月～2 月にかけて収穫販売しており、農家の冬の出稼ぎに代わるアルバイトとして注目されている。現在 10 人が 3 ha 程度生産しており、今年度 (2009 年度) から生産部会も設立されることになった。
- 2) 現在生産されているブロッコリーの品種は、ピ

クセルという品種である。それ以前の野菜生産は、タマネギや白菜の生産が中心であった。

- 3) 例えば、タマネギ生産するための初期投資は、5～6 ha 生産する場合、機械購入費など平均 2000 万円程度必要とされる。
- 4) タマネギの生産は、現在 60 ha 程度まで減少している。
- 5) 平成 19 年度にブロッコリー生産農家が急激に増えたのは、3 戸共同でブロッコリーの定植機を使用する場合、JA が購入費用の 1/3 を補助することにしたことも、ブロッコリー生産者が急激に増える要因になったと思われる。
- 6) 生産面積では道内 6 位 (平成 19 年度)。
- 7) 東京大田市場など関東方面の市場には、他の道内大産地が出荷しているためあえて販売していない。
- 8) 神戸市場のブロッコリーの価格が他市場に比べて高いのは、特定 (秀品) の規格のみを販売しているためである。
- 9) 秀品が全体の 1 割と少ないのは、規格基準をかなり厳しくしているため。
- 10) ところで、農家の話では、ブロッコリーの品質、特に味に関しては、規格とはまったく関係なく、生育に勢いがあるものが美味しく、同じ規格でも、同じ畑でも、遅れて生育し収穫したものは美味しくないとのことであった。農家では、勢いがあり、出荷規格より少し小さめのものを食べているとのことであった。
- 11) 今回、ブロッコリーの物流作業調査は、2009 年 9 月 26 日に実施した。夏場は 4 時から収穫。
- 12) 市場以降の物流は、DC 経由もある。
- 13) リユース容器に関する利用システム等は、尾碕亨「青果物流通における RPC の利用と紛失防止システム——環境先進国ヨーロッパと日本——」『酪農学園大学紀要』第 33 巻 2 号 (2009) を参照。