



静岡県における青果物の輸出拡大に関する取り組み

静岡県立農林環境専門職大学 短期大学部 生産科学科
講師 池ヶ谷 篤

1. はじめに

日本の農林水産物・食品の輸出は年々増加し、令和4年の輸出実績は1兆4,148億円（財務省、農林水産省統計）に達しました。しかしながら、日本の総輸出額は98兆1,860億円であり、農林水産物・食品が占める割合はわずか1.4%に過ぎません。令和2年の農林漁業、食品製造業の国内生産額がそれぞれ12兆3,886億円、36兆6,307億円（農林水産省統計）であることを考慮すれば、国内で生産されている農林水産物・食品のごく一部しか輸出されていないことがわかります。このことは今後の拡大の余地が大きいと好意的に捉えることもできますが、経済的な合理性が少ない、つまり利益が出ないために生産者や企業が積極的に輸出に取り組んでいないことが実情であると考えられます。

また、輸出されている農林水産物・食品の中でも加工食品（特にアルコール飲料）や水産物、畜産物の割合が多く、青果物の輸出額は474億円で、前述した1.4%のさらに3%程度です。この割合は、野菜と果実が農業総産出額の約3分の1を占めていること考慮すれば非常に低いものですが、その要因としては青果物の「単価が安い」、「物流コストが高い」、「品質管理が困難である」ことなどが考えられます。加工食品は常温もしくは冷蔵、水産物と畜産物は冷凍にすることで数カ月間の貯蔵が可能となり、品質管理も比較的容易です。しかし、青果物はまだ生きて呼吸をしているため冷凍はできず、リンゴや柑橘類等の貯蔵性が高い一部の品目を除けば、コールドチェーンが十分に整備された環境であっても、販売可能な品質を維持できる期間は数日から長くても1か月程度です。加えて、輸出入の際には検疫があり、対処するために病虫害の持ち込みや残留農薬に配慮しなければなりません。輸出入に関わる法令や運用は国ごとに異なるだけでなく、比較的頻繁に変更されます。その他にも、貯蔵性が低いということは輸出先での商品の可販率が低下し、棚持ちの期間が短くなるということでもあり、それらは利益を減少させ、クレーム対応に割く労力を大きくさせます。こういった状況を鑑みれば、青果物の輸出が急激に増えることがないのは、むしろ当然と言えます。

2. 青果物輸出拡大の意義

青果物の輸出拡大には前述したように大きな困難が伴いますが、一方でその意義は大きく、将来を見据えて取り組むことは重要であると考えています。私が考える青果物輸出の意義は大きく2つあり、1つは国内の青果物の需給調整への活用と、それがもたらす青果物の価格の安定です。青果物は天候等の要因によって生産量が安定しませんが、供給過多になった際にも貯蔵性が低いために捨て値で売らざるを得ず、価格が暴落することがあり



ます。国内に商品が過剰気味の際に海外に販路を見つけ、需給バランスをわずかであっても調整できれば、価格の下落をやわらげることができます。また、今後日本の人口は少子化によって減少し続けることがほぼ確実視されており、それに伴って内需も大幅に減少することが予想されます。生産年齢人口も減少するため、青果物の生産量も同時に減少するかもしれませんが、品種改良や機械化によって生産性がある程度維持された場合は、生産が需要を上回り、米のように長期的に価格が下落していく危険があります。私は16年間にわたって静岡県農業に関わってきましたが、農産物の価格の維持と安定こそが農業振興のためには最も重要であると考えています。

2つ目は、海外での和食文化の普及に対する支援です。2021年の海外における日本食レストランは農水省の推計によると約15.9万店で、15年前の2006年の約2.4万店から大幅に増加しています。青果物は現地の食材を使用することも多いと思いますが、ワサビ、ユズ、シソ、ミツバ、ミョウガなどの海外では手に入りにくい食材や、イチゴ、メロン、サツマイモ、キュウリ、ナスなどの品種や栽培方法の違いにより、現地で流通しているものと味や見た目が大きく異なる食材は、日本産のものを使用したくなる機会も多いはずで、和牛や海産物、日本酒等の輸出増加には日本食レストランの増加が大きく寄与していると予想されますが、青果物の輸出を促進することは、間接的にこれらをサポートすることにつながるため、純粋な青果物の輸出額以上の価値があると考えられます。

これらの理由から、青果物の輸出は急激に拡大することはない、若しくはさせる必要はないが、将来を見据え、海外での販路の開拓や国内外の流通拠点の整備を徐々に進めるとともに、鮮度を保持し、商品の可販率を改善するための流通技術の改善と実証を行っていくことは必要であるというのが私の考えです。本稿ではこれまで政治家や経済学者のようなことを書いてきましたが、私の専門は園芸学と食品科学です。しかしながら、輸出を推進するための方策は純粋な園芸学における青果物の収穫後生理に関する知識だけでなく、産地での集出荷から港湾への集積、通関、相手国での物流等の状況をふまえ、手間やコストのバランスにも配慮された現実的で実用的なものでなくてはならないと思っています。

3. 静岡県における青果物輸出の取り組み

静岡県は港と空港の両方を有しており、特に清水港は中核国際港湾に指定された全国でも有数の港です。また、静岡空港からはハブ空港である那覇を経由することで、東南アジア全域に貨物を輸送することができます。加えて、中部横断自動車道が開通したこと、山梨県や長野県等の商品を清水港に集積しやすくなりました。日本から輸出される青果物は航空便で輸出されることも多いですが、航空便の輸送量には限界があり、輸送費も高額です。筆者らのグループも、当初は静岡空港を活用した青果物の輸出に取り組んでいましたが、静岡空港は旅客機が主体の運用がなされていたため、すぐに輸送量の限界に達してしまいました。その後は清水港を活用した船便での輸出拡大に取り組んでいます。



4. 「混載」に向けた技術開発

我々は青果物を船便で輸出する際には、多品目の「混載」が必須であり、それに対応するための技術開発が重要であると考えました。輸送コストを抑えるためにはコンテナを満載にする必要がありますが、最も一般的な 40 フィートコンテナを単一の品目で満載にするためには 10 kg 入りのミカンであれば 800 箱、標準的なイチゴパックであれば 12,800 パック必要です。これは、それぞれをパレットに荷崩れしにくい程度の高さに積むという前提での試算のため、海外の一部のコンテナのように隙間なくぎちぎちに詰めれば、この数倍は入れることができます。ミカンやリンゴは貯蔵性が高いため、満載にすることも可能ですが、イチゴや葉物野菜等の貯蔵性が低い品目については、それだけの荷を同時に集めることは難しく、現地で商品価値が保たれている間に全量を販売することも困難です。

混載をする際に問題となるのが、コンテナ内の輸送環境です。青果物を貯蔵する際には温度、湿度、ガス環境の制御が貯蔵性を高めるために有効ですが、これらの最適な条件は品目ごとに異なります。青果物は収穫後も呼吸によって体内にある糖分や有機酸を消費し、蒸散によって気孔から水分を放出しているため、呼吸と蒸散を抑制することが品質保持のためには重要です。呼吸量は温度と指数関数的に比例するため、凍らない範囲内で限界まで温度を下げることで抑制することができます。しかし、サツマイモやキュウリ、ナスなどの一部の品目については低温障害と呼ばれる症状が発生し、凍らなくても褐変したり、水浸状になったりして腐敗します。また、湿度については蒸散を抑制するためには高いほうが良いですが、高い湿度は雑菌が繁殖する要因になります。最後のガス環境の制御とは、青果物の周辺の大気の組成を変化させることで呼吸を抑制する技術のことです。また、リンゴ等からは大量のエチレンガスが発生しますが、これは他の青果物の鮮度を大きく損なう危険があり、混載の際には注意が必要です。

筆者らのグループはこれらの問題に対する技術開発および実証として、計 5 回の船便による輸出実証試験に取り組んできました。輸出先はいずれもシンガポールでしたが、その理由は、シンガポールは東南アジアのハブ港として機能しているため、これを經由することでさらに周辺諸国に輸出が可能なこと、現状農産物輸出が多い香港や台湾は距離が近い九州が有利で、清水港では対抗することが難しいと判断したことなどです。

5. 船便と航空便で輸出した青果物の品質比較

まず実施したのが船便と航空便の比較です。航空便は輸送に必要な時間が短いため、一般的に船便よりも高い品質を保持したまま輸出することができますといわれています。しかし、航空便は冷凍の場合はドライアイスを使用することで対応が可能ですが、一定の低温を維持し続けるのは困難です。一方、船便は輸送に長期間を有する代わりに内部の温度をコントロールすることができます。そこで、静岡空港と清水港から同じ産地、規格の青果物 18 品目を同じ日にシンガポールに到着するように輸出し、現地で品質を比較しました（写真 1）。航空便は温度の制御はしていませんが、船便は新型の精密な温度管理が可能なり



リーファーコンテナを用い、青果物が凍る直前の温度である 0℃で輸送しました。リーファーコンテナとは、冷凍機を内蔵し、断熱材で囲われた温度管理が可能なコンテナのことで、果物・野菜・肉・魚介類などの生鮮食品、化成品等の輸送に使われるものです。その結果、10 品目については航空便で輸出したものの品質が優れており、1 品目だけ船便で輸出したものの品質が優れていました（写真 2）。また、7 品目については差がみられませんでした。しかしながら、航空便と船便のいずれとも、ほとんどの品目において全量を販売可能な品質で輸出することができました。この結果から、多くの品目において航空輸送には品質で及ばないものの船便でも十分に実用可能なレベルで青果物を混載で輸出できることが確認されました。試験の詳細な結果については論文に取りまとめて公開されていますので、興味があればご覧ください（参考文献 1）。



（写真 1）混載で輸出した青果物の一部



（写真 2）現地での品質比較

6. 船便の輸送温度が青果物に与える影響の検証

前述の試験は高性能なリーファーコンテナを用いたため、0℃で輸送しても青果物に凍結が発生することなく輸出できました。0℃は呼吸を抑えるために理論上は最適ですが、リーファーコンテナは冷凍機の性能等によって庫内の温度ムラが大きくなることがあり、例えば冷凍機の付近に置いたものが凍ってしまったりします。しかし、一般的に輸出する際のコンテナは船主の所有物であり、荷主は使用するコンテナを指定できず、古くて性能の低いコンテナに当たる危険もあります。そのため、一般的な運用としてはリスク管理も含めて 5℃程度の運用が妥当と考えられます。今回は実証試験のため、特別に指定したコンテナを利用し、28 種類の青果物を 0℃に設定した高性能なリーファーコンテナと 5℃に設定した一般リーファーコンテナで清水港から日本からシンガポールへ同時に輸出し、現地で品質を比較しました。その結果、0℃で輸送することによってブドウの腐敗やシイタケの菌糸の繁殖が抑制され、可販率が向上することが確認できました。また、薬物野菜やきのこ類などの 9 品目については、0℃で輸送した方が 5℃で輸送したものよりも外観が優れていました。こちらも詳細は論文として公開されています（参考文献 2）。



7. CA コンテナの効果の検証

近年、青果物の輸出で注目を浴びているのが CA コンテナです。CA は Controlled Atmosphere の略で、コンテナ内を密閉し、酸素濃度を下げ、二酸化炭素濃度を高めることで青果物の呼吸を抑制し、貯蔵性を上げる効果を狙っています。しかしながら、最適とされるガス環境が品目や熟度によって異なるだけでなく、一部の品目については CA 環境に置くことで代謝が変化し、異臭が発生することも報告されています。そのため、CA コンテナは単一の品目であれば条件を設定しやすいですが、混載の場合は困難です。今回は酸素と二酸化炭素が共に 5% という比較的マイルドな CA の条件を設定して 41 品目の青果物を輸出し、ガス環境の制御をしていないリーファーコンテナと品質を比較しました。その結果、13 品目が CA コンテナで輸送したもののほうが高い品質を保持していました。しかし、一部の果実は CA コンテナで輸送することで食味が低下しました。また、6 品目についてはリーファーコンテナの方が高い品質を維持していました。全体的な傾向としては、CA コンテナは薬物野菜や根菜、莢ごと食べる豆類などに特に有効な一方、果実類やきのこ類等にはあまり適していないようでした。本件は、詳細が論文として公開されたばかりです（参考文献 3）。

8. 包装の活用による輸出時の品質保持

これまで輸出時のコンテナ内の温度とガス環境について検討してきましたが、最後は「包装」の検討です。多くの青果物を輸出してきましたが、それらはすべて国内流通を前提とした包装がなされていました。たとえばハウレンソウやコマツナ、長ネギなどはフィルムで包まれているものの、上部が開放されています。ターサイや夏場のレタスなどは段ボール箱にそのまま入れてあるだけでした。このような包装は 2、3 日間程度の国内流通の際には問題になりませんが、数週間を要する船便での輸出の場合は水分減耗が多くなりすぎ、品質が大幅に低下してしまいます。一方、包装資材は密閉することで乾燥を防げますが、呼吸によって内部の酸素が消費されて二酸化炭素が発生するため、透過性の低いフィルムを用いている場合や、コールドチェーンが途切れて温度が上昇し、呼吸量が急増した場合などのガス環境の変化によってダメージを受ける危険が生じます。

この問題を解決する方法としてまず考えられることは、産地で国内向けと輸出向けの包装を変えてもらうことです。現状の青果物の輸出は多くなく、産地にそのような手間を要求することは現実的ではありません。もう一つは市場や港に集荷した際に再包装を行うことです。取り扱う商品は数百から数千種にも及ぶため、それぞれに最適な包装を行うことは同じく現実的ではありません。そのため、個々において最適を目指すのではなく、1 種類の汎用的なフィルムですべての青果物を外装の外から包装し、湿度を保持しつつ、わずかに二酸化炭素濃度を上昇させることで微生物の繁殖を抑制することを考案しました（写真 3）。フィルムはガス透過性の高いものを選択しましたが、これは呼吸量の多い青果物を包んでも、内部の二酸化炭素濃度が上がりすぎないようにするため、CA や雑菌の繁殖を抑える効果は低くなりますが、リスクは大幅に低減されます。この方法で 28 種の青果物をシンガ

ポールに輸出したところ、水分減耗が大幅に抑制され、多くの品目で無処理よりも高い品質を維持していました。特に、そのまま段ボール箱に入れられていたレタスや、無処理では軸が乾燥してしまったシャインマスカットなどで有効でした（図1）。この結果も詳細は論文に取りまとめて公表されています（参考文献4）。

上記のような包装の工夫により、低コストで輸出時の青果物の品質を保持できましたが、外箱の外からであっても、包装するにはそれなりに手間がかかりました。そのため、パレット全体を覆えるような箱型の資材を試作し、これを使って実証を行ったものが、5回目の実証試験です。こちらの結果については、今、詳細を取りまとめているところです。



(写真3) 外装の外からの包装



(図1) 効果が高かった青果物

9. おわりに

船便での輸出は万能ではなく、解決できていない問題もあります。低温障害に弱いとされる青果物の中でも、キュウリとナスは毎回、ほぼ全量が販売不能な状態になってしまいました。また、輸出が急増しているサツマイモは、問題なく輸出できた場合と、低温障害が発生した場合があります。輸出前のサツマイモの貯蔵状態や品種が結果に大きく影響している印象でした。これらはいずれも現地バイヤーからの要望も大きいため、技術的に相当難しいとは思いますが、引き続き挑戦していきたいと考えています。

なお、これらの一連の研究は静岡県と国土交通省中部地方整備局の事業の一部として実施したのですが、静岡県経済農業協同組合連合会様をはじめ、多くの市場関係者様、物流関係の商社様、港湾、農業、海外担当の各部門の行政関係者様のご協力によって実施されました。また、シンガポールでの調査には三井化学様に多大なお力添えをいただきました。みなさまに改めてお礼申し上げます。

10. 参考文献

1. Ikegaya, A., Toyozumi, T., Ohba, S., Nakajima, T., Nagafuji, A., Nakamura, S., Ito, S. and Arai, E.: Quality evaluation of fruits and vegetables in mixed cargo exported by sea. Hort. J., 88, 548-558 (2019).
2. Ikegaya, A., Nagafuji, A., Toyozumi, T., Yamazaki, S., Saika, T. and Kosugi, T.: Transportation via containers at ice temperature inhibits decay and maintains the



- quality of certain fresh produce. CYTA. J. Food 20, 285-296. (2022).
3. Ikegaya, A., Yamazaki, S., Yamaga, I., Kosugi, T., Toyozumi, T., Nagafuji, A., Saika, T. and Arai, E.: Controlled atmosphere maintains the quality of certain fresh produce in mixed cargo shipments. J. Food Process Eng. Early view. (2023).
 4. Ikegaya, A., Kosugi, T., Toyozumi, T., Nagafuji, A., Yamazaki, S. and Arai, E.: Ingenuity in packaging maintains the quality of fresh fruits and vegetables in mixed cargo exported by sea. Packag. Technol. Sci. 34, 693-708. (2021).

著者情報 -----



池ヶ谷 篤 (IKEGAYA, Atsushi)

2007年4月、静岡県庁に入庁。その後は農林事務所での普及事業や農林技術研究所、工業技術研究所での農産物の品質評価や輸出を中心とした貯蔵流通技術の改善、食品加工に関する研究に従事。2020年4月に現所属が開学した際に異動し、主に食品のマーケティングや流通販売、加工等を担当。

〒438-8577 静岡県磐田市富丘 678-1

E-mail: ikegaya.atsushi@spua.ac.jp