

宙吊り型イチゴ用出荷容器の開発

第2報 通気性の改善

江嶋亜祐子*・馬場紀子・大石高也¹⁾・折野太陽¹⁾

長距離輸送に対応した宙吊り型イチゴ用出荷容器の開発において、通気口の付加効果を検討した。イチゴを詰めた容器の外気温を変化させた場合の容器内の温湿度変化、結露面積率、二酸化炭素(CO₂)濃度、果実の減量率、腐敗果発生率を調査した。宙吊り型容器の側面に通気口を付加すると、容器内のCO₂濃度が0.1%に低下し、結露面積率は約 5分の 1に減少した。果実減量率は、現行の平詰め型容器の 2分の 1以下となり、通気口付加による通気性改善効果が認められた。

[キーワード：イチゴ、結露、通気性、容器]

Development of Hammock-type Packages for Strawberries. (2) Improvement of Permeability. ESHIMA Ayuko, Noriko BABA, Takaya OOISHI and Takayasu ORINO (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 31: 32-35 (2012)

We examined the effects of ventilation holes for development of hammock-type packages supporting long-distance strawberry transportation. During the temperature change of strawberry packages, we investigated changes in temperature, humidity, dewfall area, and carbon dioxide concentration in the packages, and the rates of weight loss and rot incidence of the strawberries. Ventilation holes in the side of the hammock-type package decreased the carbon dioxide concentration in the package to 0.1% and decreased the dewfall area by 80%. Furthermore, the strawberry weight loss was less than half of that in a flat package. Results show that ventilation holes are effective for improving hammock type package permeability.

[Key words : dewfall, package, permeability, strawberry]

緒 言

福岡県産イチゴの販路を関東地域やアジア等海外へ拡大し、一層のブランド化推進を図るため、筆者らはデザイン性に優れ、荷傷みを防止する宙吊り型イチゴ用出荷容器を開発した(馬場ら 2012)。この容器は、素材にポリエチレンテレフタレート(PET)とポリエチレン(PE)を用い、果実全体を包み込む構造とすることで、輸送中の傷が付きにくいように設計されている。

一方、イチゴは収穫後も呼吸を続けているため、容器の密閉性が過度に高いと、呼吸障害やムレを引き起こしたり、保存中や輸送中の温度変化により結露したりする場合がある。この容器内の結露は中身が見えにくく、陳列時の商品の見栄えが悪いというだけではなく、微生物が水滴中で増殖し、腐敗を助長することがある(広瀬ら 2008)。宙吊り型容器は、水分や空気を透過しにくいPETやPEで果実を包み込む構造であるため、密閉性が高く、従来の容器に比較して通気性が低いことが懸念された。

そこで本研究では、実験室内で模擬的に結露させ、宙吊り型容器の通気性が結露や腐敗、容器内ガス濃度等に及ぼす影響を明らかにするとともに、通気口付加による宙吊り型容器の通気性の改善について検討した。

材料および方法

1 供試果実

JAにじまたはJA糸島管内の「あまおう」(1果28g前後)を用いた。収穫・集荷された果実を農業総合試験場に搬入し、果実温度を一定にするため予冷庫に約1日静置した後、試験に用いた。予冷庫の温度は前澤・秋元(1995)の方法に従って0℃に設定した。

2 供試容器

試験に供した容器を第1表および第1図に示した。通気口の有無が温湿度変化に及ぼす影響については、宙吊り型イチゴ用容器とそれに通気口を付加したものを供試した。容器の種類と通気口の有無が結露面積率、果実減量率、腐敗果発生率、CO₂濃度に及ぼす影響については、宙吊り型容器とそれに通気口を付加したもの、平詰め型容器、かんごう型容器を供試した。

宙吊り型容器は、9果用で上下一体のかんごう方式のものを用いた。外装と内装フィルムの枠の噛み合わせ部を部分的に変形させることでヒンジ部以外の3側面に楕円状の通気口(横径16mm、縦径5mm)を3か所ずつ、計9か所設けた。平詰め型容器およびかんごう型容器は現行容器または使用実績のある容器として供試した。平詰め型容器は「あまおう」の関東地域向け出荷に最も多く使用されている容器である。また、かんごう型容器は2008年にアジア輸出向けに使用された

* 連絡責任者(食品流通部: aeshima@farc.pref.fukuoka.jp)

1) 大石産業株式会社

容器で、実際の流通上で結露やムレが多くクレームが発生したため、使用が中止された容器であり、通気性が低い例として用いた。

3 容器の通気性評価方法

容器内の温湿度測定は、容器内に設置した「おんどとりTR-72U」(株式会社ティアンドデイ製)を用いた。容器の結露は、プログラムインキュベータ(ヤマト科学株式会社製IQ820)により、下記のプログラムで強制的に容器の外気温を変化させ、模擬的に発生させた。プログラムの1サイクルは8時間で、十分に結露するまで6サイクル(約2日間)行った。

<温度プログラム>

- Step1: 2℃で3時間30分
- Step2: 2℃から20℃への温度調整に30分間
- Step3: 20℃で3時間30分
- Step4: 20℃から2℃への温度調整に30分間
- Step5: ステップ1へ

容器の通気性評価の指標となる結露面積率は、以下

のようにして算出した。模擬的に結露させた各容器をデジタルカメラで撮影し、画像処理ソフトウェア「IMAGE J 1.44」(アメリカ国立衛生研究所 2011)で解析した。画像上の容器の全面積を100%として結露面積率を算出した。なお結露の撮影は、高温から低温に移動して5~10分後に結露面積率が達観で最大となったことを確認して撮影した。

CO₂濃度はGLサイエンス株式会社製ガスクロマトグラフ「GC-3300」(カラム:モレキュラーシーブ+ポラパックN)を用いて測定した。容器内ガスは、ガスクロマトグラフ用シリンジ(ハミルトン製)で各容器から採取し、1mLを分析に用いた。また、果実減量率は1果実ごとに重量を測定し、処理後の重量を処理前の重量で除して100を乗じることで減量率を算出した。重量の測定は、腐敗が著しい果実を除いて行った。果実の腐敗果発生率は、一容器ごとに果実の腐敗数を調査し、一容器あたりの腐敗果実数を全果実数で除して100を乗じることで算出した。

第1表 供試容器

名称・通称等	基本構造	素材	寸法 (mm)	内容量 (g)	密閉性
宙吊り型容器	かんごう	外装(上下): PET 内装フィルム(上下): PE	200×200×50	400	高
平詰め型容器	上下分離	外装(下): PET 外装フィルム(上): PS 緩衝材(下): ウレタン	200×150×55	320	低
かんごう型容器	かんごう	外装(上下): PET 緩衝材(上): エアキャップ, (下): ウレタン	200×140×50	320	高

1)PET: ポリエチレンテレフタレート, PE: ポリエチレン, PS: ポリスチレン



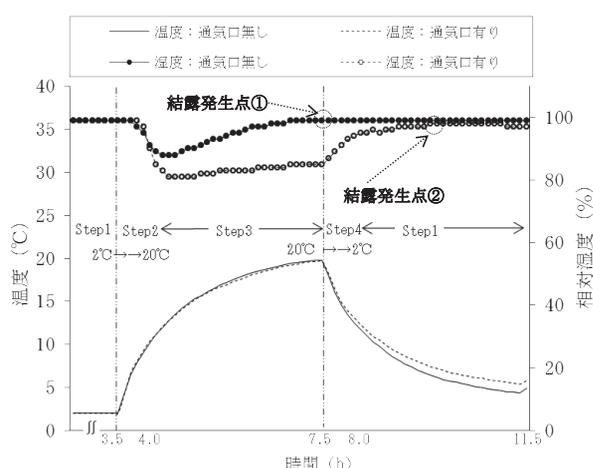
第1図 供試容器の外観

結 果

1 容器の通気口付加による容器内の温湿度変化

プログラムインキュベータで温度変化を与えた場合の容器内の温湿度変化について、通気口の有無による違いを第2図に示した。

イチゴを詰めた容器を 2℃で静置すると、通気口の有無にかかわらず相対湿度は100%となった。外気を 2℃から20℃に升温し、その後20℃で静置した場合、容器内の温度上昇程度は通気口の有無により差は認められなかったが、相対湿度は通気口の有無により傾向が異なり、通気口が無い場合は約 3時間後に再び相対湿度が100%に達したが、通気口を付加した場合は約 80~85%で推移した。次に、外気を20℃から 2℃に降



第2図 通気口の有無が容器内の温湿度変化に及ぼす影響

- 1) 容器は宙吊り型容器。
- 2) プログラムインキュベータを使用。各Stepは温度プログラムの段階を示す。
- 3) 結露発生点①は通気口が無い宙吊り型容器の場合、結露発生点②は通気口がある場合の結露発生点を示す。

下させると、通気口が無い場合は相対湿度100%のまま一定であったが、通気口を付加した場合は、温度降下開始時の相対湿度85%から徐々に上昇し、約 2時間後に100%となった。

第2図の温湿度変化から外気温が低くなった場合の容器別結露開始点を予想し、図中に示した。結露は水蒸気量と環境温度と密接な関係があり（流通システム研究センター 2004）、通気口が無い場合、温度降下を開始した時点で既に相対湿度が100%であったため、温度降下開始直後より結露すると予想された。通気口を付加した場合は、温度降下開始後約 2時間（容器内温度約 8℃）の時点で相対湿度100%となり、その後結露し始めたかと予想された。容器の通気性により内部に滞留する水蒸気量が異なるため、結露が起こる時間や量に差が発生するものと考えられた。

2 容器の種類と通気口の有無が結露面積率に及ぼす影響

外気温を変化させた時の容器の結露面積率を第 2表

第2表 容器の種類と通気口の有無が結露面積率等に及ぼす影響

	結露面積率 (%)	果実減量率 ⁴⁾ (%)	腐敗果発生率 (%)	CO ₂ 濃度 ⁵⁾ (%)
宙吊り型容器	57 c	0.20 a	16.7 ab	1.61 c
宙吊り型容器 + 通気口	10 b	1.00 c	5.6 a	0.11 a
平詰め型容器	4 a	2.10 d	13.6 a	0.11 a
かんごう型容器	87 d	0.47 b	33.3 b	0.67 b

(定温区 2℃)				
平詰め型容器	0 a	0.17 a	0.0 a	0.10 a

- 1) イチゴの収穫日2007年 2月 9日。
- 2) プログラムインキュベータを使用。
- 3) 表中の縦列異アルファベット間には 5%の危険率で有意差あり (Tukey)。
- 4) 変化 3サイクル (24h) あたりの減量率。
- 5) 容器開封前の濃度。

に示した。参考として、定温 2℃により保存した場合の結露面積率等についても同表に示した。結露面積率は、かんごう型容器が87%と最も多く、続いて通気口の無い宙吊り型容器であった。平詰め型容器の結露面積率は 4%で、果実の上面に掛るPS (ポリスチレン) フィルムにわずかに結露した。宙吊り型容器では、通気口が無い場合の結露面積率は57%であったが、通気口の付加により10%に低下し、通気性の改善による結露抑制効果が認められた。

3 容器の種類と通気口の有無が果実減量率、腐敗果発生率、容器内CO₂濃度に及ぼす影響

容器の通気性が果実品質に及ぼす影響を調査するため、各容器で外気温を変化させた時の果実減量率、腐敗果発生率、容器内CO₂濃度について調査した(第 2表)。

今回の試験で最も果実減量率が高かった容器は平詰め型容器の2.10%であり、次いで、通気口を付加した宙吊り型容器であった。しかし、いずれも果実品質への影響は少なかった。腐敗果発生率は、かんごう型容器で33.3%と高い傾向にあった。また、宙吊り型容器では通気口を付加することで腐敗果発生率が5.6%と低くなり、かんごう型容器よりも果実の腐敗が抑制された。

青果物は収穫後も呼吸しており、容器内の酸素を吸収し、CO₂と水を排出している。試験後のCO₂濃度は、宙吊り型容器で最も高く1.61%を示し、通気口の付加により0.11%まで低下した。以上の結果より、通気口付加による宙吊り型容器の通気性改善による腐敗抑制効果が確認された。

考 察

筆者らは、イチゴの長距離輸送用容器として宙吊り型容器を新たに開発した。この容器は、イチゴ果実の

傷防止効果は高いものの、プラスチック素材で果実を包み込む構造であるため通気性が低く、流通や販売時において温度変化に遭遇した場合の結露や、腐敗の助長、果実の呼吸障害等により商品性の低下が懸念された。そこで本研究では、宙吊り型容器に通気口を付加し、通気性の改善効果について検討した。

果実減量率は、農産物の新鮮さの指標として用いられ、減量率が3%以上になると一般に萎れとして認識される(農産物流通技術研究会2007)。そこでイチゴ果実の減量率を調査したところ、供試した容器すべてで3%以下であり、品質への影響は少ないと考えられた。一般に農産物は水分を多く含み、軟弱なものが多いため腐敗しやすいとされている。カンキツ類では貯蔵中の湿度が高いと腐敗が広がるため適度な湿度に保つことが重要である(流通システム研究センター2004)。通気口を付加した宙吊り型容器では腐敗果発生率の低下が認められ、かんごう型容器に比べて容器内がより適切な湿度に保たれていることが示唆された。また青果物にとって、過度に高いCO₂濃度は呼吸障害を引き起こすため品質低下の原因となるが、イチゴのCO₂濃度障害限界は10%とされている(農産物流通技術研究会2007)ことから、供試したいずれの容器もCO₂濃度に問題は無いと考えられた。

本研究では、高温で果実の呼吸代謝や蒸散を促進し、低温で容器内の水蒸気を結露させ、流通中に生じる結露を模擬的に再現することで容器の通気性を評価した。工業分野では、プリント配線板を低温および高温・高湿環境下に繰り返しさらして特性変化を評価する結露サイクル試験がJPCA規格((社)日本電子回路工業会 2007)に規定されているが、農業分野において農産物や出荷容器に結露させる方法は規格化されていない。本研究で実施した模擬的な結露実験では、容器に青果物を内包し、青果物の蒸散による水分で結露させるため、青果物の種類や容器の仕様によっては一定の結露が起らないことも予想される。今後は、容器の通気性の評価手法として確立するため、評価条件の

検討を行う必要がある。近年の産地から直接消費者に届くインターネット販売などの流通の多様化や、輸出における相手国の気候や文化に対応した流通経路の新構築等に対応するには、容器の通気性についての研究は今後さらに必要となる。本研究の結露実験方法を通気性評価法として発展させ、多様な容器や梱包形態の通気性評価に応用することで、新容器の開発が促進できるものと考えられる。

なお、本研究は2008~2009年度ふくおかIST産学官実用技術開発事業を活用したもので、宙吊り型容器は共同研究機関である大石産業株式会社より商品名「ゆりかご」として販売されている。

引用文献

- アメリカ国立衛生研究所 (2011) IMAGEJ 1.44
<http://rsb.info.nih.gov/ij/> (2011年 6月 6日閲覧)
- 馬場紀子・江嶋亜祐子・大石高也・折野太陽・車政弘・安武正剛・宮崎良忠、樺島 勝、渡邊健太郎 (2012) 宙吊り型イチゴ用出荷容器の開発 第1報 宙吊り型容器の傷防止効果に関する研究. 福岡農総試研報31: 27-31
- 広瀬直人・大城篤・照屋亮・前田剛希・吉武均 (2009) ニガウリ実腐病の発生に及ぼす果実の貯蔵条件と表面乾燥処理による発生防止. 沖縄農業研究センター研究報告 3: 1-6
- 前澤重禮・秋元浩一 (1995) イチゴ果実のポストハーベスト品質に及ぼす収穫熟度と予冷条件の影響. 岐阜大学農学部研究報告60: 65-73
- 農産物流通技術研究会 (編) (2007) 青果物流通技術の基礎知識. 株式会社流通システム研究センター, 東京, p.44-53
- 社団法人日本電子回路工業会 (2007) JPCA規格
<http://www.jpca.net/jp/other/standard.html>
(2011年 7月 8日閲覧)
- 流通システム研究センター (2004) 農産物の輸送と貯蔵の実用マニュアル, 東京, p.66-69