

CA 型包装によるカンショ低温輸出技術の開発

—カンショの包装内炭酸ガスについて—

朝來壯一
食品産業担当

Cold storage of Sweet Potatoes (*Ipomea batatas*)

by Controlled Atmosphere Packaging.

— Carbon Dioxide Absorbent Sweet Potato Film Packaging —

Shoichi Asaki
Food Industry Section

要 旨

“Beniharuka” sweet potato (*Ipomoea batatas*) were stored in an 1,000cc airtight container at 5 °C, 10 °C, 25 °C. The carbon dioxide concentration in the package rose up when they were stored at high temperature, and the respiration rate became faster. However, a respiration rate of “Beniharuka” stored at 5 °C was the fastest in the early 6 days. The respiration rate was from 0.4 to 0.6 CO₂%/day, and the respiratory activity of “Beniharuka” was weakened at low temperature in three days. It was weakened at low temperature of 5 °C. It was thought that the respiratory activity was high until the potatoes reached the purpose temperature. In the actual grocery distribution, it is necessary to decide carbon dioxide absorbent consumption so that 5% of CO₂ in each package is as follows according to potato’s size and quantity.

1. はじめに

カンショ（べにはるか）は焼き芋仕向けでは粘質系の高糖度のもが最近の食傾向であり、本県でもこうした特性を持つ系統の「べにはるか」が栽培されるものの主力となっている。本県の生産組織では、収穫後1ヶ月程度低温貯蔵して糖類の増加を図り、高糖度カンショの規格品を「甘太くん」の商標で流通させている。これらは国内流通だけでなく海外市場を視野に入れた取り組みを行っており、これまでに香港や東南アジアに輸出されている。

一般的にカンショの貯蔵適温を13 °C～15 °Cであり、これよりも低い温度では軟化や腐敗がおこる低温傷害性作物であり、炭酸ガスの集積によるガス傷害も受けやすい。このため国内販売では冷蔵など低温貯蔵する際には厳密な適温範囲で貯蔵される。また包装もガス傷害を避けるために穴あき包装となっている。

低温傷害の要因としては、品種毎のミトコンドリア脂質膜の性質と呼吸で産生される炭酸ガスのガス傷害が原因となって軟化や腐敗につながると考えられている。このうちミトコンドリアについては、その呼吸温度反応のアレニウス作図における不連続点は低温傷害の限界温度とよく一致しており本来持っている性質と考えられる。

こうした低温障害性のカンショを輸出するためには、低温貯蔵とガス傷害を前提に包装や輸送環境を整備する必要がある。

高糖度カンショは年々国内需要が増しており、輸出仕向けに余裕がないが、国内需要がないM・S規格を充当できる香港や東南アジア向け輸出にメリットがある。輸出に当たっては、輸送方法が重要であるが、CAコンテナは小ロット輸送ではコスト高であり、常用混載コンテナ利用にメリットがある。本報では低コスト化を目的とした低温の混載便リーファ・コンテナの利用を前提としている。混載便リーファ・コンテナは2 °C～5 °Cの固定温度設定であり、貯蔵期間も長距離海上輸送であるため、1箇月程度の期間、低温で貯蔵するための方法について検討した。前報ではカンショ（べにはるか）の2 °C～5 °Cでの低温傷害軽減には、①炭酸ガス傷害の対策が有効であること、②従来の開放包装ではなくOPP密封包装に炭酸ガス吸収剤の組み合わせが有効であること、③カンショ500g当たりで必要な炭酸ガス吸収剤は2000cc吸収規格のもの2袋程度であることを明らかにした。本報ではカンショに傷害を与える炭酸ガスの挙動を明らかにするため、密封包装する際の温度と包装内炭酸ガスの関係について検討した。

2. 実験方法

一般に青果物では低温域では呼吸活性が低下して呼吸による炭酸ガスの産生も低下する。しかし OPP 密封包装したべにはるかでは5°C程度の低温であっても包装内炭酸ガスは 12%を越える高い濃度を示す場合があった。このため OPP 密封包装を前提に包装資材の選定とべにはるかの温度と炭酸ガス産生について検討した。



Fig1 ベにはるか(左)とエパーフレッシュ(鳥繁産業)

<包装用資材の選定>

25 μ mのア)OPP イ)PE ウ)Xtend(StePac, DSSmithPlc. 製) の特性を評価した。エクステンドはカンショ用に使用例のある鮮度保持包材である。透過特性は80mm \times 100mmの規格で製袋したモデル包装を用い、1,000cc 容量のアクリルチャンバーを用いる方法によった(Fig2)。チャンバーとモデル包装の差圧を利用するため、モデル包装には95%~97%の範囲でCO₂を充てんし、気密性のアクリルチャンバー内に置いた。包装とチャンバー間のガス移動によるガス組成変化は24時間まで経時的に測定した。また呼吸速度は日呼吸速度(CO₂%/day)で示した。

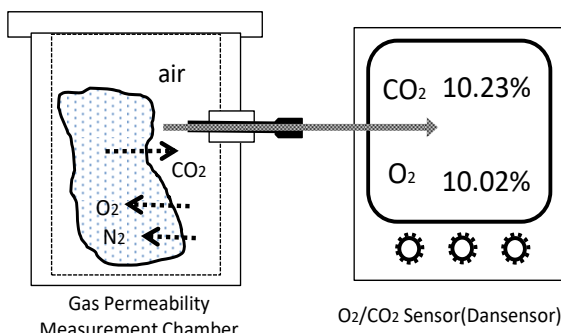


Fig2 ガス透過性試験機(チャンバー法)

<密封包装べにはるかの呼吸特性>

べにはるかについても包装資材同様にチャンバーを利用した測定を行った。室温下でべにはるかの250g及び400g(いずれも \pm 10g)をアクリルチャンバー内に置いて密封し恒温器内でチャンバー内のCO₂濃度を24日及び50日間経時的に測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 包装資材のガス透過特性

Xtendはガス抜けが顕著であったが、PE及びOPPはしぼむことはなく包装内はCO₂濃度90%以上であった。XtendではCO₂がアクリルチャンバー内に急激に移動したと考えられた。24時間経過後のチャンバー内CO₂はPEもOPPも5%に達せず変曲点(上昇から下降に転ずる点)が認められないが、Xtendは8時間でピーク(変曲点)に達した。このことからXtendはPEやOPPに較べて炭酸ガス透過性のフィルム特性であり残存濃度も5%~10%程度と考えられた。炭酸ガス吸収剤との組み合わせにおいてOPPまたはPEが適すると考えられた。

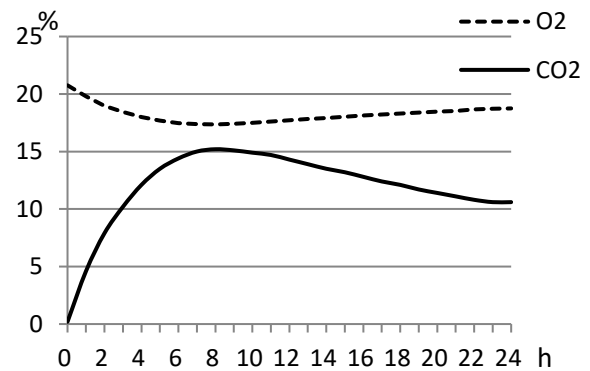


Fig3 エクステンドのガス透過特性(25 μ m)

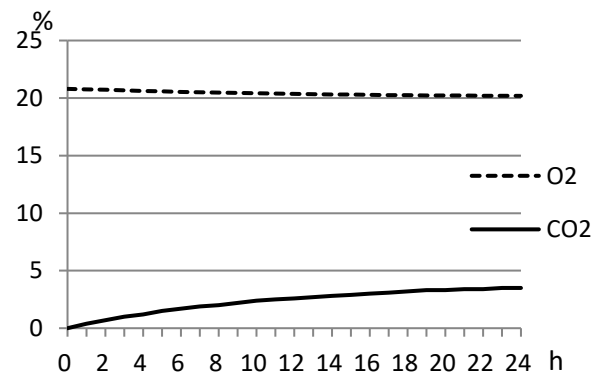


Fig4 ポリエチレンのガス透過特性(25 μ m)

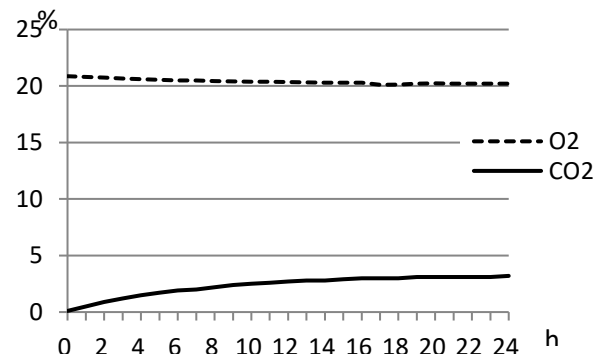


Fig5 ポリプロピレンのガス透過特性(25 μ m)

3-2 包装したべにはるか呼吸特性

1,000cc 容量に 400g (±10g) のべにはるかを密封し 5°C, 15°C, 25°C で 24 日間保存した場合の容器内ガス濃度を Fig6 に示した。一般的な青果物同様にべにはるかも低温域では呼吸活性が低下して呼吸速度, 呼吸量も低下する傾向が認められた。しかし, すべての温度において貯蔵開始初期に容器内ガス濃度が高まる傾向が認められた。貯蔵開始の初期においては 5°C 及び 15°C の低温貯蔵で容器内ガス濃度が高いが 7 日目以降は貯蔵温度が高いほど CO₂ 濃度が高い傾向であった。

ガス産生の速度を Fig7 に示した。6 日目までは低温の 5°C の呼吸速度が 0.4CO₂/day で最も大きく, 15°C, 25°C と小さくなった。

貯蔵開始期においては室温は 24°C であり, この温度から 5, 10, 15°C の設定温度に移行する間, その温度差が大きいほど呼吸が大きい傾向であった。室温との差は 5°C 貯蔵で 19°C, 15°C 貯蔵で 9°C, 25°C で 0°C であり貯蔵開始温度と貯蔵温度の差が大きいほど呼吸速度が速く, 呼吸の活性が高まるが 6 日程度で品温との差がなくなり安定した呼吸に移行すると考えられた。

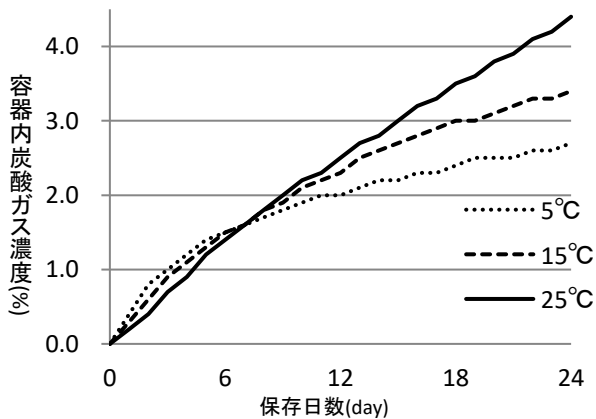


Fig 6 貯蔵温度の呼吸量への影響 (対1 $\frac{1}{2}$ 容器400g)

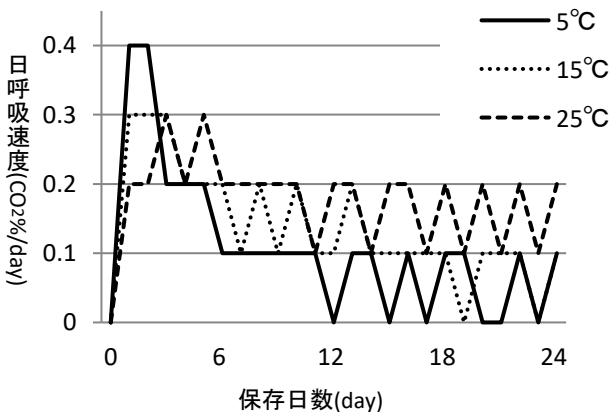


Fig 7 貯蔵温度の呼吸速度への影響 (対1 $\frac{1}{2}$ 容器400g)

実輸送では 5°C 程度の低温輸送を想定している。このため小袋包装 250g の 5°C における呼吸特性を測定した。

400g 同様に 6 日目までの呼吸活性が高く, この間の包装内 CO₂ 濃度の上昇が大きい (Fig8)。その後は増加量は緩やかだが漸増して貯蔵期間を通じて増加し続けた。Fig8 に日呼吸速度 (CO₂/day) の変化を示した。小袋包装では 6 日目までに呼吸速度が最大の 0.6 CO₂/day となり, 以降は 0.1 CO₂/day 程度で速度の変化は少なかった。包装量に関らず実輸送に用いる密封包装では選果場等の環境温度等包装前の品温が呼吸速度に影響すると考えられる。このため包装後貯蔵の初期における呼吸量を想定した炭酸ガス吸収剤の設定が必要と考えられた。

前報ではべにはるか 100g に対して必要な炭酸ガス吸収剤は 80cc 吸収程度の吸収能としていたが, 包装容積に対するカンショの大小や表面積の違いによる呼吸量の差が生じると考えられ, 5% 程度の CO₂ 下に長時間保存するとガス傷害を起こすという報告もあり, 実流通では包装するべにはるか規格に応じて 6 日以降に包装内 CO₂ 濃度 5% 以下とすることが可能な炭酸ガス吸収剤使用量を決定する必要があると考えられた。

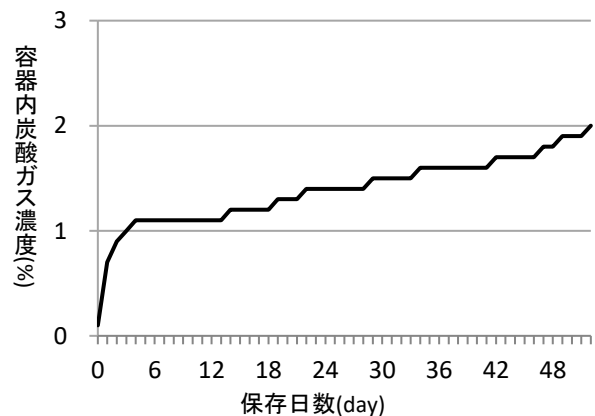


Fig 8 5°C のべにはるか呼吸量 (対1 $\frac{1}{2}$ 容器250g)

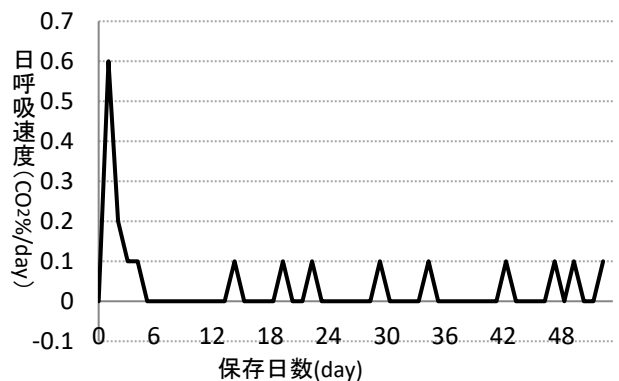


Fig 9 5°C のべにはるか呼吸速度 (対1 $\frac{1}{2}$ 容器250g)

要 旨

- ① べにはるかかの包装資材として Extend, PE, OPP のガス透過特性評価を行った。その結果, Extend はガス透過性が大きく CO₂ の透過性も高いため, 炭酸ガス吸収剤との組み合わせにおいては, 気密性の高い OPP と PE が適していると考えられた。
- ② べにはるか 400g を 5°C, 10°C, 25°C で 1000cc 容量の気密容器に保存した場合, 高温ほど包装内の CO₂ 集積量は多く, 呼吸速度は低温ほど遅かった。6 日目までの呼吸速度は 5°C 保存が最も早く貯蔵初期の 3 日で最速となり 0.4~0.6 CO₂%/day であった。
- ③ べにはるかは低温で呼吸が弱まるが, 包装初期の 3 日間では保存温度に対して品温が目的温度まで低下する間は高い呼吸活性を維持するためと考えられた。

追 記

本研究の海外調査にあたって支援を頂いた自治体国際化協会シンガポール事務所, JETRO 大分事務所, JETRO シンガポール事務所, ブランドおおいた輸出促進協議会及びおおいたブランド推進課にお礼申し上げます。

参考文献

- (1) 宮崎丈史「青果用サツマイモの品質特性と貯蔵性に関する研究」東京大学学位論文 (1993)
- (2) 向坂勝之助「低温下の植物代謝」化学と生物 Vol.12, No. 1 東京大学出版会 (1974)
- (3) 邨田卓夫「青果物の低温流通と低温傷害」コールドチェーン研究 6(2), 42-51, (1980)
- (4) 千葉県農業試験場 (1993) 牧野義雄他; 日本包装学会誌 Vol. 4 No. 1 (1995)
- (5) 鹿児島県農業試験場「さつまいもの貯蔵について」農産物加工研究指導センター資料 (2006)
- (6) 石川豊, 平田孝, 長谷川美典, 日本包装学会誌 P213-220, Vol. 6, No. 4 (1997)
- (7) 朝來壯一, 土田正一, 日本食品科学工学会誌, P254-261, No. 6, (2016)
- (8) 朝來壯一, 大分県産業科学技術センター研究報告 (2016)