

# アールスメロン果実の生理および品質に及ぼす貯蔵中の 低濃度O<sub>2</sub>および高濃度CO<sub>2</sub>の影響

誌名	日本食品科学工学会誌
ISSN	1341027X
著者名	宮崎,清宏 鈴木,芳孝 杉本,貴美 今堀,義洋
発行元	日本食品科学工学会
巻/号	57巻7号
掲載ページ	p. 310-313
発行年月	2010年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## アールスメロン果実の生理および品質に 及ぼす貯蔵中の低濃度 O<sub>2</sub> および 高濃度 CO<sub>2</sub> の影響

宮崎清宏<sup>§</sup>, 鈴木芳孝, 杉本貴美, 今堀義洋\*

高知県農業技術センター

\* 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

Effect of Low O<sub>2</sub> and High CO<sub>2</sub> on Physiology and  
Quality of Earl's-type Melon Fruits  
during Storage

Kiyohiro Miyazaki<sup>§</sup>, Yoshitaka Suzuki,  
Kimi Sugimoto and Yoshihiro Imahori\*

Kochi Agricultural Research Center, 1100,  
Hataeda, Nankoku, Kochi 783-0023

\* Graduate School of Life and Environmental Sciences,  
Osaka Prefecture University, Gakuen-cho,  
Nakaku, Sakai, Osaka 599-8531

Earl's-type melon fruits were stored in air and under CA (5% O<sub>2</sub>, 15% CO<sub>2</sub> and 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub>) at 28°C in the dark. The amount of respiration of Earl's-type melon fruits stored under CA was retarded in comparison with that in air. Under the condition of 5% O<sub>2</sub> and 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub>, ethylene production was significantly suppressed, softening, water-soaked appearance and stalk wilting in Earl's-type melon fruits were inhibited. However, under the condition of 15% CO<sub>2</sub> ethylene production slightly decreased and after-ripening continued as well as in air during storage. Therefore, low O<sub>2</sub> or the condition of the combination of low-concentrated O<sub>2</sub> and highly-concentrated CO<sub>2</sub> were considered to be effective to keep the quality of Earl's-type melon fruits, but the condition of highly-concentrated CO<sub>2</sub> was not considered to be beneficial. (Received Oct. 19, 2009; Accepted Feb. 4, 2010)

**Keywords:** Earl's-type melon fruits, controlled atmosphere storage, ethylene, quality, fruit softening

**キーワード:** アールスメロン, CA 貯蔵, エチレン, 品質, 軟化

メロン (*Cucumis melo* L.) は 40 余の変種があり, 非常に多様な形質を示している. その中で, 日本で栽培されているアールスメロンは, イギリスから輸入された 'Earl's Favourite' を元に改良された品種群の総称であり, 商業上の習慣による分類では, ビニルハウスで栽培される果実をアールスメロンと呼称している<sup>1)</sup>.

一般に流通するメロン果実は, やや未熟な状態で収穫

し, 一定の追熟期間中に果肉の軟化や風味が増して可食状態になるが, メロンの日持ち性は変種や品種あるいは系統によって異なる<sup>2)3)</sup>. アールスメロンは, 貯蔵中の果実の呼吸量およびエチレン生成量が比較的少ない上に, 明確なクライマクテリックライズを示さず, 日持ちが良いとされている<sup>4)</sup>. しかし, アールスメロンは高温期の流通においては, 市場到着時に既に果実が軟化して, 商品性を失うことがある. 一般に, メロン果実は低温で保蔵することにより品質保持期間が延長されるが<sup>5)6)</sup>, 現在の流通ではコールドチェーンは完全でなく, 現場では高温に遭遇しても品質を保持できる手法が求められている.

一方, 青果物は低濃度 O<sub>2</sub> または高濃度 CO<sub>2</sub> 条件下で貯蔵することにより, 品質保持期間が延長されることから<sup>7)</sup>, 環境ガス濃度を人為的にコントロールする Controlled Atmosphere (CA) 貯蔵, または, 青果物の呼吸作用とプラスチックフィルムのガス透過性を利用して適正な環境ガス濃度に調整する Modified Atmosphere (MA) 包装などが実用化されている. アールスメロンでは, 20~22°C における MA 包装<sup>8)</sup> や 10°C での CA 貯蔵または MA 包装<sup>9)</sup> による低濃度 O<sub>2</sub> かつ高濃度 CO<sub>2</sub> 条件下で, 果肉の軟化が抑制され, 品質保持期間が延長されるという報告がある. しかし, 高温条件下において, 低濃度 O<sub>2</sub> あるいは高濃度 CO<sub>2</sub> 条件下での貯蔵がアールスメロン果実の生理と品質に及ぼす影響について詳細に検討した事例はみられない. そこで, 本実験では高温期の流通を想定した温度条件下における貯蔵中の低濃度 O<sub>2</sub> あるいは高濃度 CO<sub>2</sub> 条件が, 果実の生理と品質に及ぼす影響について検討した.

### 1. 実験方法

#### (1) 実験材料

高知県香南市のビニルハウスで栽培され, 交配 55 日後の 2007 年 7 月 26 日に収穫されたアールスメロン '雅夏系 2' を用いた. 各区 4 果を供試したが, 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 区でポストハーベスト病害である陥没病が発生したことから, 発病果を除いた 3 果を調査に用いた.

#### (2) CA 処理

収穫翌日に 1 果ずつ約 8L のアクリル容器に入れ, 混合したガスをバブリングによって加湿して流量 200 ml/min で通気し, 処理ごとに容器をビニルホースで直結して, 28°C 暗所で 10 日間貯蔵した. ガス濃度は, 5% O<sub>2</sub> 区 (5% O<sub>2</sub>+0% CO<sub>2</sub>+95% N<sub>2</sub>), 15% CO<sub>2</sub> 区 (20% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub>+65% N<sub>2</sub>), 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 区 (5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub>+80% N<sub>2</sub>) の 3 処理とし, 対照区として空気を設けた. 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 区は 3 反復, 他の区は 4 反復貯蔵した.

#### (3) 呼吸量およびエチレン生成量の測定

測定を開始する 30 分前に混合ガスの通気を止めて容器を密封し, 1.5 時間後のガス濃度の変化を測定した. 呼吸量はガスクロマトグラフ (GC-15A, 島津製作所) で, 検出器は TCD, カラムはポラパック Q, 1.5 m×3 mm 内径, カラ

〒783-0023 高知県南国市甘枝 1100

\* 〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1

<sup>§</sup> 連絡先 (Corresponding author), kiyohiro\_miyazaki@ken4.pref.kochi.lg.jp

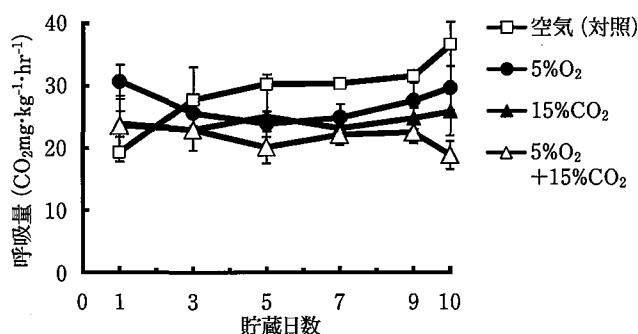


図 1 CA 処理が貯蔵中のアールスメロン果実の呼吸量に及ぼす影響\*

\*データは平均値±標準誤差で示した。

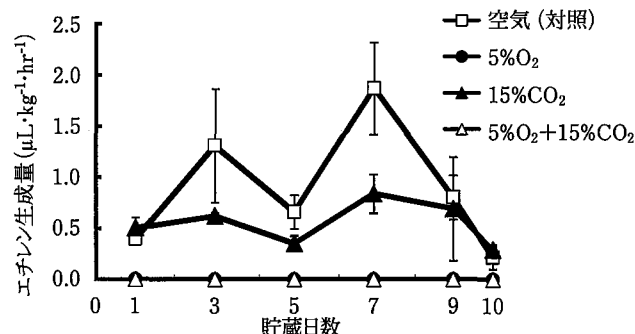


図 2 CA 処理が貯蔵中のアールスメロン果実のエチレン生成量に及ぼす影響\*

\*データは平均値±標準誤差で示した。

ム温度は 80°C, キャリアガスはヘリウムの条件で測定し, CO<sub>2</sub> の増加量で示した. エチレンはガスクロマトグラフ (GC-14B, 島津製作所) で, 検出器は FID, カラムは活性アルミナ, 30 m×0.53 mm 内径, カラム温度は 40°C, キャリアガスは窒素の条件で測定した.

#### (4) 果肉硬度

貯蔵開始日および貯蔵 10 日後に, 果実を果軸方向に 4 等分し, 長さ 10 mm, 直径 5 mm の円柱状プランジャーを装着した硬度計 (藤原製作所) を用いて, 赤道部の果肉中央を 1 果当たり 4 カ所測定した.

#### (5) 果肉水浸症状の発生

貯蔵 10 日後に果実断面を外観観察して, 水浸症状の有無を調査し, 発生果率で示した.

#### (6) 果梗の萎凋度

貯蔵 10 日後に萎凋部の長さを測定して全果梗長に対する割合を求め, 0: 萎凋なし, 1: 1~5%, 2: 6~25%, 3: 26~50%, 4: 51% 以上に分けて, 萎凋度 =  $\Sigma$  (指数×指数別果数) ÷ (4×調査果数) × 100 で示した.

#### (7) 異臭 (オフフレーバー) の発生

貯蔵 10 日後のアクリル容器開封時に嫌気呼吸により発生するアルコール臭などの異臭について, 訓練した 3 人のパネルにより調査した. 異臭の程度を 0: なし, 1: 少し臭う, 2: 明らかに臭う, 3: 激しく臭う に分けて指数で示した.

#### (8) 統計処理

統計処理は, 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 区は 3 反復, 他の区は 4 反復の結果をもとに一元配置分散分析の後, Tukey の多重比較検定を行い, 危険率 5% 以下を有意差と判定した.

### 2. 実験結果および考察

#### (1) 呼吸量

果実の呼吸量は, 貯蔵 3 日以降では対照区に比べて, いずれの CA 処理区も低い傾向を示した (図 1). 低濃度 O<sub>2</sub> 条件下では多くの青果物で呼吸量が低下することが知られており<sup>9)~11)</sup>, 本実験においても, 5% O<sub>2</sub> 条件下で, 3 日以降の呼吸量は対照区に比べて抑制された. 一方, 高濃度

CO<sub>2</sub> 条件下ではトマト, モモおよびバナナなどで呼吸が抑制されることが報告されており<sup>12)</sup>, 本実験で用いたアールスメロンにおいても, 15% CO<sub>2</sub> 条件下で呼吸量は対照区に比べて抑制された. さらに 5% O<sub>2</sub> と 15% CO<sub>2</sub> を組み合わせることで, その抑制効果が強まる傾向が伺えた.

#### (2) エチレン生成

対照区では 0.2~1.9 μL·kg<sup>-1</sup>·hr<sup>-1</sup>, 高 CO<sub>2</sub> 区では 0.3~0.8 μL·kg<sup>-1</sup>·hr<sup>-1</sup> の範囲で終始エチレン生成が認められた. これに対して, 5% O<sub>2</sub> 区および 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 区のエチレン生成量は定量限界以下であった (図 2).

エチレンは, 一般に果実の成熟および追熟を誘導し<sup>13)</sup>, メロンに対しても果実の成熟促進に関与する<sup>14)</sup>. 宮崎らは, 貯蔵中の果実のエチレン生成量が 0.1 μL·kg<sup>-1</sup>·hr<sup>-1</sup> 以下では追熟が抑制されて, 品質保持期間が延長されるが, 0.3 μL·kg<sup>-1</sup>·hr<sup>-1</sup> 以上では追熟が促進されて品質保持期間が短くなることを報告している<sup>6)</sup>. 本実験における空気および 15% CO<sub>2</sub> 条件下では, 貯蔵開始から 9 日後まで 0.3 μL·kg<sup>-1</sup>·hr<sup>-1</sup> 以上のエチレンが生成されたことから, 追熟の抑制に効果が認められなかったと考えられる. 低濃度 O<sub>2</sub> 条件下ではトマトやモモ等でエチレンの生成量が減少することが知られており, 特に, モモでは 2% O<sub>2</sub> 条件下でエチレン生成が著しく抑制される<sup>15)</sup>. 本実験においても, 5% O<sub>2</sub> および 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 条件下ではアールスメロンのエチレン生成は著しく抑制されることが分かった. 一方, 高濃度 CO<sub>2</sub> 条件下でのエチレン生成は, トマトやモモでは CO<sub>2</sub> 濃度が高いほど抑制されるが, ウンシュウミカンでは変化がなく, バナナでは促進されるなど種類によって反応が異なることが報告されている<sup>12)</sup>. 本実験における 15% CO<sub>2</sub> 条件下では, アールスメロンのエチレン生成はあまり抑制されなかったが, 低 O<sub>2</sub> 濃度と組み合わせることで, 抑制効果の得られることが明らかとなった.

#### (3) 果実の品質

果肉硬度は, 貯蔵開始日に最大加圧重 0.94 kg であり, 10 日後では対照区で 0.62 kg, 15% CO<sub>2</sub> 区では 0.47 kg まで低下したのに対して, 5% O<sub>2</sub> 区で 0.85 kg, 5% O<sub>2</sub>+15%

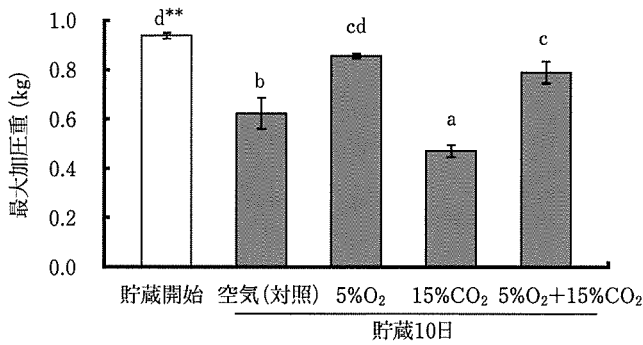


図 3 CA 処理が貯蔵中のアールスメロンの果肉硬度に及ぼす影響\*

\* データは平均値±標準誤差で示した。

\*\* 一元配置分散分析後の Tukey の多重比較により、異なるアルファベット間で有意水準 5% 以下の有意差あり。

CO<sub>2</sub> 区では 0.79 kg とわずかな低下に留まった (図 3)。また、果肉の水浸症状は対照区で 75%、15% CO<sub>2</sub> 区では 100% の果実で発生したが、5% O<sub>2</sub> 区および 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 区では認められなかった。果梗の萎凋は対照区および 15% CO<sub>2</sub> 区で著しく発生したが、5% O<sub>2</sub> 区および 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 区ではわずかであった。嫌気呼吸により発生するアルコール臭などの異臭は、全ての処理で認められなかった (表 1)。

エチレンによって細胞壁分解酵素の活性が高まって追熟が促進されると、果肉が軟化するとともにガラス状に変化して水浸状に変化する<sup>10)</sup>。本実験でもエチレン生成の認められた空気または 15% CO<sub>2</sub> 条件下では、果肉硬度の低下および水浸症状が著しかった。これに対して、エチレンの発生が著しく抑制された 5% O<sub>2</sub> および 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 条件下では果肉硬度は高く保持され、水浸症状も認められなかった。また、果実を低 O<sub>2</sub> 濃度または高 CO<sub>2</sub> 濃度条件下で貯蔵すると、好気呼吸が嫌気呼吸に変わり、エタノールなどの揮発性成分が組織内に蓄積して異臭を発生することが知られている<sup>7)11)</sup>。アールスメロンの MA 包装では、袋内の O<sub>2</sub> 濃度が 2% 以下に低下した場合<sup>6)</sup> または CO<sub>2</sub> 濃度が 5.0~17.7% に上昇した場合<sup>8)</sup> に、嫌気呼吸による異臭が発生したという報告がある。しかし、本実験における 5% O<sub>2</sub>、15% CO<sub>2</sub> および 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 条件下では、異臭の発生は認められなかった。

このことから、アールスメロン果実の品質保持には、高濃度 CO<sub>2</sub> 条件では効果がなく、低濃度 O<sub>2</sub> 条件または低濃度 O<sub>2</sub> と高濃度 CO<sub>2</sub> を組み合わせた条件が効果的であると考えられ、28℃ の高温条件下においても、環境ガス濃度を調整することで品質保持期間が延長できる可能性が示唆された。

### 3. 要約

アールスメロン '雅夏系 2 号' 果実を 28℃ の暗所で、5% O<sub>2</sub> (5% O<sub>2</sub>+0% CO<sub>2</sub>+95% N<sub>2</sub>)、15% CO<sub>2</sub> (20% O<sub>2</sub>

表 1 CA 処理が貯蔵中のアールスメロン果実の果肉水浸症状の発生果率、果梗の萎凋度および異臭度に及ぼす影響

CA 処理	果肉水浸症状の発生果率 (%)	果梗の萎凋度*	異臭度**
空気 (対照)	75 <sup>b***</sup>	69 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>
5% O <sub>2</sub>	0 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
15% CO <sub>2</sub>	100 <sup>b</sup>	69 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>
5% O <sub>2</sub> +15% CO <sub>2</sub>	0 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>

\* 果梗の萎凋; 0: なし, 1: 果梗長の 1~5% が萎凋, 2: 6~25%, 3: 26~50%, 4: 51% 以上に分け, 萎凋度 = Σ (指数 × 果数) ÷ (4 × 調査果数) × 100 で示した。

\*\* 異臭の発生; 0: 異臭なし, 1: 少し臭う, 2: 明らかに臭う, 3: 激しく臭うに分け指数で示した。

\*\*\* 一元配置分散分析後の Tukey の多重比較により、各測定項目内の異なるアルファベット間で有意水準 5% 以下の有意差あり。

+15% CO<sub>2</sub>+65% N<sub>2</sub>)、5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> (5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub>+80% N<sub>2</sub>) および空気の各ガス条件下で 10 日間貯蔵した。

呼吸量は、いずれの CA 処理も空気下での貯蔵に比べて抑制された。5% O<sub>2</sub> および 5% O<sub>2</sub>+15% CO<sub>2</sub> 条件下では、エチレン生成が著しく抑制され、果肉の軟化、水浸症状および果梗の萎凋が抑制された。これに対して、15% CO<sub>2</sub> 条件下では、貯蔵中はエチレンが生成して空気下と同様に追熟が進行した。このことから、アールスメロン果実の品質保持には、高濃度 CO<sub>2</sub> 条件では効果は認められず、低濃度 O<sub>2</sub> 条件または低濃度 O<sub>2</sub> と高濃度 CO<sub>2</sub> を組み合わせた条件が効果的ではないかと思われた。

本研究は、農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業の「スーパー・パーシャルシール鮮度保持包装技術の開発」の研究課題の一環として行われたものである。

### 文 献

- 1) 藤下典之, メロン (I) メロン仲間の系譜, 日本への渡来, 日本食品保蔵学会誌, **33**, 273-279 (2007).
- 2) 北村利夫, メロン果実の貯蔵に関する研究 第 1 報 追熟中における呼吸量, エチレン生成および揮発性物質生成の変化と品種間差異, 山形大紀要農, **7**, 253-260 (1974).
- 3) 北村利夫, 梅本俊成, 岩田 隆, 赤沢経也, メロン果実の貯蔵に関する研究 (第 2 報), 園学雑, **44**, 197-203 (1975).
- 4) 北村利夫, 板村裕之, 福嶋忠昭, メロン果実の追熟生理 I. 呼吸量及びエチレン発生量の変化に関する品種間差異, 山形大紀要農, **11**, 201-204 (1990).
- 5) 石上 清, 高橋和彦, 尾沢義昭, 金田雄二, 温室メロン果皮の黄化に関する研究, 静岡農試研報, **34**, 23-32 (1989).
- 6) 宮崎丈史, 大久保増太郎, メロンの熟度と収穫後の品質保持, 園学雑, **58**, 361-368 (1989).
- 7) Kader, A.A., Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.*, **40**, 90-104 (1986).

- 8) 趙 華, 邨田卓夫, マスクメロン 'Earl's Favourite' 果実の貯蔵に関する研究, 静岡大農研報, **38**, 7-13 (1988).
- 9) 壇 和弘, 永田雅靖, 山下市二, 数種野菜の呼吸に及ぼす低酸素の影響, 日本食品保蔵学会誌, **21**, 3-8 (1995).
- 10) Kubo, Y., Inaba, A. and Nakamura, R., Effects of High CO<sub>2</sub> on respiration in Various Horticultural Crops. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **58**, 731-736 (1989).
- 11) 今堀義洋, 甲田美香, 上田悦範, 吉岡博人, 茶珍和雄, 低酸素濃度下の数種果実における低酸素障害発生と呼吸活性との関係, 日本食品保蔵学会誌, **24**, 303-308 (1998).
- 12) 久保康隆, 平田 治, 稲葉昭次, 中村怜之輔, 高濃度炭酸ガス環境下での青果物の呼吸活性とエチレン生成—処理温度と炭酸ガス濃度の影響, 園学雑, **65**, 403-408 (1996).
- 13) 兵藤 宏, 果菜類のエチレン誘導及び生成と作用の調節, 園学雑, **56**, 122-129 (1987).
- 14) 茶珍和雄, 青果物によるエチレン感受性の違い, 園学雑, **56**, 129-140 (1987).
- 15) 久保康隆, 平田 治, 稲葉昭次, 中村怜之輔, 低濃度酸素環境がモモとバナナ果実のエチレン生合成に及ぼす影響, 日本食品低温保蔵学会誌, **22**, 79-83 (1996).

(平成 21 年 10 月 19 日受付, 平成 22 年 2 月 4 日受理)