より変形するが、荷重を除くと徐々に変形を回復することがわかる。このことは、かまぼこが、弾性の強い物体であり、ゴムよう物質であるという岸本らの結論³⁾と矛盾しない。また、実際のかまぼこの商品としての、荷姿、棚ざらしなどの状態を考えると、ここに行なったような、1個当り数 kg (自重の 10 倍以上) もの荷重は起り得ないと考えられるので、実際の場合、荷重による変形は起らないとしてもよいと考えられる。

6. 要 約

かまぼこの荷重による変形をテクスチュロメーターの硬さで追求したところ、かなりの荷重まで変形が生じず、その変形は経時的に増大し、ある時点で飽和点に達するようであるが、充分時間をとれば、その変形を回復

することがわかった。これらのことから、かまぼこは、ほぼ完全な遅延弾性体として挙動すると考えられる。

また、実際の商品の輸送、棚ざらしなどの間にかかる荷重程度ではかまぼこの変形はほとんど起らないといつてよい。

文 献

- 1) たとえば、吉岡慶子・国府田佳弘：食品工誌，**17**，(9)，408 (1970)；丹羽栄三・小長谷庸夫・三宅正人：農化誌，**46**，295 (1972)。
- 2) 山野善正・江本三男・吉岡正久・福井義明：食品工誌，**20**，(8)，358 (1973)。
- 3) KISHIMOTO, A. and MAEKAWA, E.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **28**，(8)，803 (1962)。

(昭和 48 年 4 月 23 日受理)

温州ミカン果実の貯蔵生理に及ぼす

O₂, CO₂ の影響*

井上 邦章**・邨田 卓夫***

A Study on the Modified Atmosphere Storage of Satsuma Mandarin Fruits

KUNIAKI INOUE and TAKAO MURATA

Respiratory rate (O₂ uptake) of the fruits held in modified atmosphere (5.3% O₂ : 4.5% CO₂ : 90.2% N₂, 5.4% O₂ : 9.3% CO₂ : 85.3% N₂ - 7.5 ± 3.5°C) was lower than that of fruits in air, but the rate of carbon dioxide output of the fruits was higher than that of control fruits during storage. Therefore, a high respiratory quotient was observed in the fruits under the modified atmosphere. Consequently alcohol content of fruits was increased during modified atmosphere storage. A high titratable acid and lower sucrose contents were observed in the fruits stored in the modified atmosphere conditions.
(Received May 14, 1973)

長期貯蔵を目的とした温州ミカン果実の CA 貯蔵については多くの研究が行なわれたが、リンゴ、ナシ、カキなどに比べて CA 貯蔵の効果はかなり劣り充分な成果は得られていない。この理由の一つは温州ミカンの貯蔵生理に対する O₂, CO₂ の影響が明らかでないことである。

YOUNG ら¹⁾は数種の果実の呼吸に対する CO₂ 濃度の影響を調べ、バナナやアボカドは 5~10% の CO₂ によって呼吸が抑制されるが、レモンは逆に促進されることをみだした。CO₂ によって呼吸が促進されるとすれば、CA 貯蔵の適用に疑問が生じることになるが、温州ミカンについてはこの点がなお明らかでない。

本研究では O₂, CO₂ 分圧が果実の呼吸および成分変化に及ぼす影響について調べ、温州ミカンの CA 貯蔵効果について考察した。

1. 実験材料と方法

片山系 11 年生樹から大きさ、熟度のそろった果実 (*Citrus unshiu* MARCOVITCH, cv. KATAYAMA) を収穫し、面送風式貯蔵庫 (7.5 ± 3.5°C) にいったん収庫して実験に供した。処理は収穫後 36 日目 (1 月 11 日) から開始した。その方法としては果実 15 個を約 10 l のデシケーターに入れ、容器中に加湿した空気、5% CO₂ 混合ガス (5.26% O₂ : 4.53% CO₂ : 90.21% N₂)、10% CO₂ 混合ガス (5.4% O₂ : 9.3% CO₂ : 85.3% N₂) を毎日一定時間 (約 30 分) 通気してそれぞれのガス条件を維持した。ガスを通気する前と後のデシケーター内のヘッドスペースガスを注射器でとり熱伝導型ガスクロマトグラフ (充填剤は active carbon 60~80 mesh) で O₂, CO₂ ガス濃度を測定し、測定値から果実の呼吸量 (O₂ 吸収量, CO₂ 排出量) を算出した。アルコール含量の測

* カンキツ類果実の生理および貯蔵に関する研究 (第 4 報)

** 現在：日本ハム株式会社

*** 静岡大学農学部 (静岡市大谷 836)

Faculty of Agriculture, Shizuoka University. Ohya-836, Shizuoka, Japan.

Fig. 1. Changes in oxygen uptake rate of Satsuma mandarin fruits during modified atmosphere storage at $7.5 \pm 3.5^\circ\text{C}$.

(air: $\bigcirc$ — $\bigcirc$, 5% CO_2 : $\square$ — $\square$, 10% CO_2 : $\triangle$ — $\triangle$, means of O_2 uptake of twelve of fifteen fruits)

Fig. 2. Changes in carbon dioxide output rate of mandarin fruits during modified atmosphere storage at $7.5 \pm 3.5^\circ\text{C}$.

(air: $\bigcirc$ — $\bigcirc$, 5% CO_2 : $\square$ — $\square$, 10% CO_2 : $\triangle$ — $\triangle$, means of twelve or fifteen fruits)

定は重クロム酸カリウムによる比色定量法³⁾によった。酸含量は果皮は抽出液 (10 倍) を 0.01 N NaOH で、果肉は 0.1 N NaOH で中和滴定し無水クエン酸として含量を算出した。

2. 果実の呼吸に及ぼす O_2 , CO_2 の影響

第1図にみられるように温州ミカンの呼吸 (O_2 吸収量) は 5% CO_2 (5% O_2 , 90% N_2) および 10% CO_2 (5% O_2 , 85% N_2) によって明らかに抑制され、貯蔵全期間を通じて対照区 (空気) より O_2 吸収量は少なかった。5% CO_2 と 10% CO_2 区相互の間には明確な差はみられず、両区とも貯蔵前半は対照区の O_2 吸収量の約 1/2、後半は約 2/3 であった。YOUNG ら¹⁾によればレモン果実の O_2 吸収量は air+5% CO_2 , air+10% CO_2 によって促進され、5 週目ごろから O_2 吸収量が増加し始め、9 週目に最高値に達したあかも climacteric rise の様相を示すが、温州ミカンではそのような現象は認められなかった。果実の呼吸 (CO_2 排出量) に対する影響は第2図に示すように、 O_2 吸収量の場合とは傾向が異なっており、5% CO_2 と 10% CO_2 によってむしろ促進され、ほぼ貯蔵全期間にわたって対照区 (空気) の果実の CO_2 排出量を上回った。5% CO_2 区と 10% CO_2 区を比較するとほぼ全期間を通じて 10% CO_2 区の方が高い値を示

した。

第1, 2図から、温州ミカン果実は 5% CO_2 : 5% O_2 ガス中では空気中の場合に比べて、果実の O_2 吸収量は少なく、 CO_2 排出量は多く、RQ が 1.0 より高い値を示すので、これらの条件下では果実は嫌氣的呼吸を行っているものと推察される。

なお貯蔵期間を通じて強い浮皮果は発生せず混合ガス中に貯蔵した果実はよい品質を保ち、外観上は貯蔵末期に対照区の果実と 5% レベルで有意の品質差を生じた。

3. 果実の成分変化に及ぼす O_2 , CO_2 の影響

果実が嫌氣的呼吸を行なっているとすれば果実内のアルコール含量が増加するはずである⁸⁾。第3図に示したように対照区もアルコール含量が漸増し、容器の密閉と通気を貯蔵中くりかえしたことも影響して、ことに貯蔵末期には果実のアルコール含量が急増した。5% CO_2 区、10% CO_2 区はアルコール含量の増加がさらに著しく、両区とも貯蔵3カ月目には対照区の2倍の値を示し、さきに述べた呼吸の変化とよく符合した。

酸含量の変化は第1表に示したとおり果皮、果肉とも対照区は貯蔵中に減少したが、処理区ではこの減少傾向が抑制された。CA 貯蔵中の果実の酸含量の減少が少ないことは洋ナシ⁴⁾ やリンゴ⁹⁾ でも認められており、温州

Fig. 3. Changes in alcohol content of Satsuma mandarin fruits during modified atmosphere storage

(air: ○—○, 5% CO₂: □—□, 10% CO₂: △—△)

Table 1. Changes in titratable acid content of Satsuma mandarin fruits during modified atmosphere storage as citric acid mg/100 g of fresh weight

date		12/6	1/11	2/14	3/13
plot					
control	peel	54.2	41.2	34.9	59.3
	pulp	702	604	563	437
5% CO ₂ *	peel			32.4	53.2
	pulp			535	510
10% CO ₂ *	peel			29.4	51.6
	pulp			520	523

* Treatment begins on January 11th

ミカンでも暗同化¹¹⁾によって酸の生合成が行なわれることを示唆している。

暗同化が行なわれているにもかかわらず、さきに述べたように処理区では果実の高い RQ が観察されるので 5~10% CO₂ の CA 条件では温州ミカン果実の呼吸にかなり嫌氣的分解が関与するものと考えられる。温州ミカンの CA 貯蔵の最適ガス条件については多くの論議があり、O₂: 10%, CO₂: 0~2% とされ⁸⁾、他の青果物の場合に比べてとくに CO₂ 濃度が低い。砂川⁹⁾は CO₂ の存在が果肉の香味の劣化を促すとしている。これらはさきに述べた 5~10% CO₂ 混合ガス中に貯蔵した果実にみられる呼吸の変化およびアルコール含量の変化とよく符号する。なお糖含量は果皮、果肉とも処理区の方が貯蔵末期に対照区を下回った。

温州ミカンの貯蔵には果皮と果肉の独特の生理が関係

し¹⁰⁾、従来、これが CA 貯蔵で十分な成果をあげ得ない大きな理由とされていたが、果実の貯蔵生理に及ぼす上述の CO₂ の影響もまた CA 貯蔵の不十分な成果の有力な原因になっているものと推察される。

4. 要 約

片山系温州ミカン果実を空気、5% CO₂ 混合ガス (5.3% O₂: 4.5% CO₂: 90.2% N₂)、10% CO₂ 混合ガス (5.4% O₂: 9.3% CO₂: 8.5% N₂)—7.5±3.5°C に貯蔵し、貯蔵中の呼吸および果実成分の変化を調べ、温州ミカンの CA 貯蔵効果について考察した。

(1) 果実の呼吸 (O₂ 吸収量) は 5% CO₂ 区、10% CO₂ 区で抑制されたが、CO₂ 排出は逆に促進され、その結果 RQ が増大し、これらの条件下で果実の呼吸に嫌氣的分解が関与しているものと推察された。

(2) 果実のアルコール含量は貯蔵中漸増したが、5% CO₂ 区、10% CO₂ 区は増加が著しく、両区とも 3 カ月目には対照区 (空気) の 2 倍に達した。

(3) 果実の酸含量の減少は対照区より 5% CO₂ 区、10% CO₂ 区が少なく、糖含量の減少は大きかった。

以上のような結果から温州ミカンの CA 貯蔵では庫内の CO₂ 濃度が貯蔵効果に強く影響し、5~10% の濃度の CO₂ は果実の異常呼吸を誘起し、これが影響して果実の off flavor を促すものと推察した。

本研究に昭和 47 年度科学研究費補助金の助成を得た、謝意を表する。

文 献

- 1) YOUNG, R.E., ROMANI, R.J. and BIALE, J.B.: *Plant Physiol.*, **37**, 416 (1962).
- 2) 邨田卓夫・古 衡山・緒方邦安: *食品工誌*, **12**, (4), 121 (1965).
- 3) NORMAN, S.M. and CRAFT, C.C.: *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **96**, (4), 464 (1971).
- 4) LI, P.H. and HANSEN, E.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **85**, 100 (1964).
- 5) MURATA, T. and MINAMIDE, T.: *Plant & Cell Physiol.*, **11**, 857 (1970).
- 6) CLARK, R.B. and WALLACE, A.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **83**, 322 (1963).
- 7) BOGIN, E. and WALLACE, A.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **89**, 182 (1966).
- 8) 萩沼之孝: *農業および園芸*, **45**, (12) 1821 (1970).
- 9) 砂川満男・天道俊孝・井山満雄・高谷健市: *暖地かんきつの流通改善ならびに加工に関する研究 II*, 1 (1970).
- 10) 邨田卓夫: *園学雑*, **40**, (3), 280 (1971).

(昭和 48 年 5 月 14 日受理)