

農産食品の貯蔵法に関する研究 (第2報) *

—予冷兼用ジャケット式冷蔵庫の試作と温州みかんの予冷・冷蔵適性(1)—

石橋真人**・小島孝之**・相良泰行***・田中俊一郎**

Studies on Storage Methods of Agricultural Products (II)

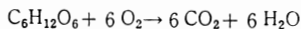
—The pre-cooler type Jacketed Room System and Effect of Precooling

Methods on the Quality of Unshu Mandarin during Storage (1)—

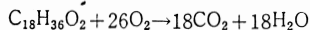
Sadato ISHIBASHI, Takayuki KOJIMA, Yasuyuki SAGARA, Shunichiro TANAKA

I 緒 言

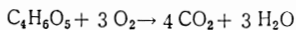
農作物は収穫後も呼吸作用を営み、酸素を吸収し、体内の貯蔵養分を分解して二酸化炭素（以下 CO_2 ）と水分を形成する。その過程は次式で示される。



6炭糖が呼吸で酸化される時



ステアリン酸が呼吸で酸化される時



リンゴ酸が呼吸で酸化される時

この呼吸作用は一般に温度の上昇とともに増加する。果実の多くは、収穫後の追熟現象の初期に異状呼吸増加 Climacteric-rise を起す。したがって、それらの産物の鮮度保持には、収穫後早期に、急速に冷却(予冷という)して、この異状な呼吸増加を抑制することが必要である。

予冷法には空気冷却 Air-Cooling, 冷水冷却 Hydro-Cooling, 真空冷却 Vacuum-Cooling などがあるが、それぞれの方法に特徴があり、対象産物によって適当な冷却法を用いる必要がある。

空気冷却はイチゴ、ブドウ、サヤエンドウ、かんきつ類など、比較的物理的外傷を受け易い産物に利用できる。冷水冷却は比較的質量が大きく、物理的、生理的な抵抗力が大きいと思われる根菜類などの塊状農産物に適している。真空冷却は、比表面積の大きい葉菜類、レタス、ホレンソウ、セルリなどに利用できる。

予冷後の産物はそれぞれの適温で貯蔵されるが、貯蔵庫内の条件として、1) この貯蔵適温の均一な分布、2)

適当な湿度とその均一な分布、3) 適当な空気組成 (C A貯蔵) などがあげられる。この3つの条件が高度に満足できるように、筆者らは普通冷蔵庫を改造して、予冷に兼用できる「予冷兼用ジャケット式冷蔵庫」を試作した。

本報では、前述の空気冷却、冷水冷却および真空冷却の3予冷法と、普通型冷蔵庫および予冷兼用ジャケット式冷蔵庫を用いて、予冷および冷蔵法が温州みかんの品質変化に及ぼす影響を検討した。

II 実験装置と方法

試料は鹿児島県串木野市産の温州みかんで、品種は宮川系早生(8年生)と尾張系普通(50年生)をそれぞれ150kg用いた。

宮川系早生は1969年11月5日夕刻、尾張系普通は1969年11月25日夕刻それぞれ摘果し、翌朝実験室(鹿児島市上荒田町1946 鹿児島大学農学部)に輸送した。

試料は、Fig. 1に示すように、3種の予冷装置と2種の冷蔵室からなる予冷・冷蔵区と、常温貯蔵区に供するため任意に4分した。

空気予冷法には、当研究室で開発したステージ型空気式冷却装置²⁾を用いた。宮川系早生(36.6kg)の場合には、この装置の第1槽の冷風温度を 10°C 、第2槽を 0°C および第3槽を -8°C 、コンベヤ速度を9m/hrに設定した。試料はコンベヤ上にほぼ3層に積上げて、その上層、中層および下層に位置するみかんの表皮部と中心部の温度をC—C熱電対で測定した。

尾張系普通(36.2kg)の場合は第3槽のみ -10°C とし(他は宮川系早生と同じ)、コンベヤ速度を12m/hrに設定した。冷気吹出口風速は共に約3.4m/secであった。

冷水冷却法には冷水式冷却装置³⁾を用いた。冷却条件は、宮川系早生(38.8kg)の場合冷水温度 3°C 、尾張系(38.4kg)の場合 2°C の散水式冷却で、フラッドパンの

* 昭和44, 45年 農業機械学会(東京)講演

** 鹿児島大学農学部 Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima-shi.

*** 東京大学農学部 Faculty of Agriculture, Tokyo University, Tokyo.

穴径は9.5mmである。この場合、試料は木箱(370×610×110mm, 通水面多し)に3段に詰め込んだ。測温点は空気予冷法の場合と同様である。真空冷却法では可搬式真空冷却装置⁴⁾⁵⁾を使用して、prewettingした区(処理区)と、prewettingしない区(無処理区)を作って実験した。宮川系早生19.5kgを無処理区とし、他の宮川系早生(15.2kg)と尾張系(35.0kg)全部を処理区とした。試料は耐水カートンに詰め、その測温点はカートン中心部に位置する試料の表皮部と中心部である。温度計はサーミスタ式でサーミスタ挿入部分には白色ワセリンを塗って果肉部水分の蒸気を防いだ。

真空冷却装置は操作圧力5.5mmHg, 主弁開度50%, 操作圧力保持時間20分間とし、蒸発水分の凝縮にはコイル凝縮器を用いた。真空室内の圧力は水銀マンオメータにより、また真空冷却による水分の蒸発損失量は、prewetting処理前と冷却終了時の重量測定から算出した。

予冷終了後の試料は、各予冷区ごとに、さらに貯蔵中における測定項目別にカートンに詰め、普通冷蔵、ジャケット式冷蔵および常温放置(予冷無し)の各試験区に分け貯蔵試験に入った。

普通冷蔵区に用いた冷蔵室の内容積は3,528×1,720×2,150mmで、冷却能力1,800Kcal/hr, 風量43m³/minの冷却器を備えている。ジャケット式冷蔵区に用いた予冷兼用ジャケット式冷蔵庫の詳細については第Ⅲ節で述べる。

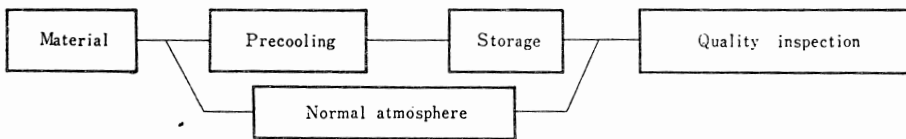
Fig. 2は一部改造した温州みかんの貯蔵実験用カートンと試作したジャケット式冷蔵室内のカートンスタックとその配置を示す。常温放置区, 普通冷蔵区のスタックはこれと同様である。普通およびジャケット式の両冷蔵区の冷蔵庫内温度を5℃, 同じく相対湿度を90%に設定した。庫内の温度の測定はC-C熱電対式記録計(横河製12点)を、また湿度は毛髪自記湿度計, 乾湿球計および乾湿球型湿度検出器(横河製, HMT-5型)を併用し、温湿度とも自記させた。

貯蔵中は、1)外観と重量損失, 2)呼吸量, 3)果皮色, および4)糖と酸度について、それぞれの経時変化を測定した。

1)の外観については、予冷後のピッチング, 割れなど果皮の物理的外傷の有無, 貯蔵中の腐敗果の発生状況と果皮の色, 光沢などについて、

同一試料の同じ面(果頂部と果底部)のカラー写真撮影を4週間目ごとに行なった。重量損失は貯蔵室内に6段に積み付けしたカートンの最上段のものについて、3日ごとに計り、1ヶ月当りの重量損失率⁶⁾を求めた。

2)の呼吸量は、前述の3種の予冷処理を行った試料を、それぞれ別々のデシケータ(内径300mmφ×300mmH)にほぼ同じ量入れ、これを同じ冷蔵室内に置いて、



Precooling method	Type of storage	Room temp. R.H.
Forced-air	Conventional Jacketed	Conventional 5 ± 2℃ 84 ± 2%
Hydro-	Conventional Jacketed	Jacketed 5 ± 1℃ 95 ~ 100%
Vacuum-	Conventional Jacketed	7.5 ~ 20℃ 48 ~ 100%
	Normal Atmosphere	

Fig. 1 Summary of experimental conditions.

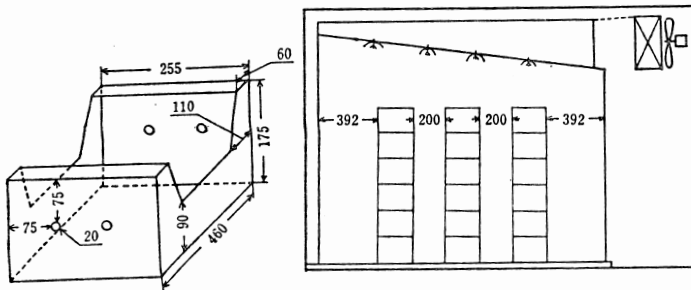


Fig. 2 Carton box (left) and stack condition in the jacketed room (right)

デシケータ内部の CO₂ 量を赤外線ガス分析計で測定し自記させた。

3)の果皮色変化については、クロロフィルの変化に着目し、これを重点的に分光光度計で測定した。

クロロフィルの変化を客観的に知るには光の反射率および吸光度を指標として用いる場合と、化学的に処理して定量する場合がある。ここでは上記分光光度計（日立製パーキンエルマー139型）による前者の方法を用いた。

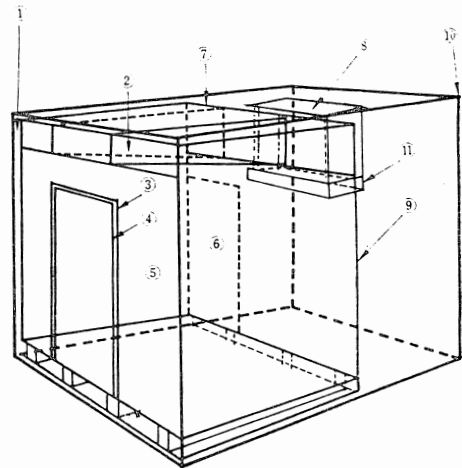
予冷を終了した各区の試料から、表皮の緑色の度合いがほぼ同じ試料を3個視覚で判定選出し、その区の反射率測定試料とした。測定箇所は試料表皮の緑色部分を○印でかこみ、その中央部の反射率を550から710m μ までの波長帯について測定した⁷⁾。測定にあたっては、○印部分を直接測定できるように、市販の分光光度計を改造した。この測定は7日目ごとに行なった。吸光度は、表皮のクロロフィル抽出液について、貯蔵初期（1969.11.11）と後期（1970.1.7）に測定した。この場合、各試験区から10個の試料を任意抽出し、各個体の緑色濃度が最も高いと思われる部分から1g、すなわち1測定区につき10gをはく離して、80℃の熱湯でブランチングした。これに95%アセトン40ccを加え、石英砂とともに乳ばち内で摩砕してろ過し、残さいには再びアセトンを加え、抽出をくり返した。この抽出液全量を分液ロートでエチルエーテル20ccに転溶させ、次にアセトンを手洗して取り除き、無水硫酸ナトリウムで脱水後、分光光度計の試料セルに注入して、エチルエーテル溶液に対する440と600m μ 波長で吸光度を測定した⁸⁾。

一方反射率の測定に供した試料の○印部分を、標準色票（日本色彩研究所出版）と比較して、果皮色の経時変化を観察した。観察部分には1cm×1cmの正方形の穴を切りとった紙片をあて、自然光の下で明度、彩度および色相を決定した。

4) 糖、酸度の変化は、各区、各測定日ごとに、宮川系の場合2個ずつ、尾張系の場合10個ずつ任意抽出して、そのじょうのう部分をガーゼで圧搾した液汁について測定した。

糖度は手持屈折糖度計（アタゴ製、0～32 BX、精度 \pm 0.1BX）で測定した。

酸度は、圧搾汁10gに蒸留水を加えて全量を200mlとし、15分間攪拌して乾燥ろ過し、さらにろ液20mlに蒸留水を加えて0.1規定の水酸化ナトリウムで滴定した。指示液にはフェノールフタレンのアルコール溶液を供用した。滴定にはpH計（東芝ベックマン製）を併用し、攪拌しながらpH7と、フェノールフタレンの変色点pH8.3における水酸化ナトリウムのml数を読んだ⁹⁾。同時



- ① Jacket space
- ② Air duct (for precooling)
- ③ Front door of jacketed room
- ④ Front door of storage
- ⑤ Jacketed room
- ⑥ Rear door of jacketed room
- ⑦ Ceiling of jacketed room
- ⑧ Blower coil unit
- ⑨ Jacket wall
- ⑩ Insulated wall of storage
- ⑪ Drain pan

Fig. 3 Schematic diagram of experimental jacketed room system

に圧搾汁30cc程度を用いてpHを測定した。測定は隔週ごとに行なった。

III ジャケット式冷蔵庫の設計

ジャケット冷蔵庫は、冷蔵室の内容積が3,520×1,770×2,150mmで、冷却能力2,800Kcal/hr、風量59m³/minの冷却器を備えた普通型冷蔵庫内に、天井ダクトとジャケット室を設けたものである。Fig. 3にその概略図を示す。

この装置では圃場熱をもつ高温の生鮮農産物がジャケット室に搬入、積付けされると、天井ダクトの空気吹出口からの冷気で予冷され、冷蔵適温に達した後は、天井ダクトの冷気の供給は停止され、冷気の供給は停止され、冷気ジャケット空間を循環して冷蔵行程へ移行する。

ジャケット空間は、天井および側壁部で50mm、床面では130mmにした。ジャケット壁には厚さ5.5mmの耐水ベニヤ合板を用い、床面はすのこにした。したがって、本装置は完全ジャケット式ではなく、半ジャケット式であるが、すのこの代りに、すき間のない床板を用いて完全ジャケット式にすることも可能である。

天井ダクトの設計に当っては、冷却器の風量は実測値の59m³/minを用い、風速は風量を冷却器の空気通路断面積630mm×635mmで除した値2.5m/secを用いた。全風量をFig. 4に示すように、2個ずつ並べた6個の吹出口を持つ円管ダクトの等間隔区間A—B、B—CおよびC—Dに配分すると、A—B、B—CおよびC—D間の風量はそれぞれ59、39.4および19.7m³/minとなる。

ダクト摩擦損失表¹⁾を使つて、59m³/minの風量線と2.5m/secの風速線から1.1mmAq/100mを読む。各部の径は、A-B間では風量59m³/minと摩擦損失1.1mmAqから表¹⁾によって、管径650mmを見出す。B-CおよびC-D間も同様にして、それぞれ600および450mmを見出す。この管径を矩形ダクト換算表¹⁾により、ダクト断面の長辺をできるだけ長くすることを考えて、840mmにとれば、A-B間の短辺は約430mmとなる。同様にしてC-D間の短辺は約220mmとなる。このように計算されたダクトを、近似的にFig. 5のように考え製作した。

なお、吹出口は、経験的に径100mmの口をあけたものであるが、熱線風速計(日本科学工業KK製アネモマスター)で測定した結果3.4m/secで、吹出口の位置による風速差はほとんどなかった。さらに、吹出口にはFig. 6に示すような試作したpan-type diffuserを設置し、

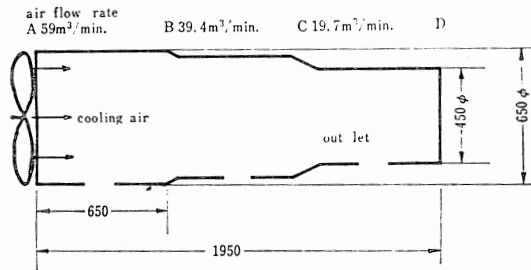


Fig. 4 Ceiling duct design

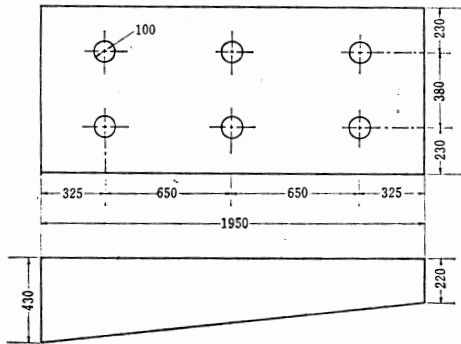


Fig. 5 Ceiling duct

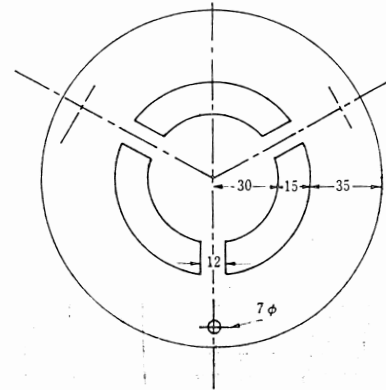
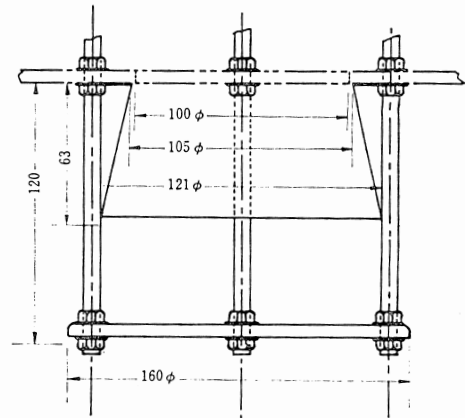


Fig. 6 Pan-type diffuser on ceiling duct

吹出口の空気が均一に分散されるように pan を上下に移動して調整できるようにした。以上のようにして設計・製作した天井ダクトは、ビニール製(長さ約60cm)の flexible duct で冷却器と接合した。

本装置の予冷段階では冷気をダクトからジャケット室に送り、冷蔵段階に入ると flexible duct を取りはずし、天井ダクトの冷気入口を閉じてジャケット室内への冷気の直接侵入を防止するとともに、冷気はジャケット空間を循環させるようになっている。

Table 1 Lots of experimental material, Unshu Mandarin, and the conditions before storage.

Lots	A : Unshu Mandarin (Early)				B : Unshu Mandarin		
	Forced-air	Hydro	Vacuum		Forced-air	Hydro	Vacuum
Weight (kg)	35.6	38.8	15.2 ^a	19.5 ^b	36.2	38.0	35.0 ^a
Initial temp. (°C)	14.0	17.5	14.0		12.0	13.0	10.0
Final temp. (°C)	4.0	4.0	9.5	12.5	5.0	3.7	5.5
Drop temp. (deg.)	10.0	13.5	4.5	1.5	7.0	9.3	4.5
Cooling time (hr)	0.67	0.90	0.43		0.55	0.90	0.47

a : Pre-Wetting treatment

b : non Pre-Wetting treatment

IV 実験結果と考察

1. 予冷 Table. 1 に予冷に試料の初期品温、最終品温および冷却所要時間を示す。冷却速度の傾向は別報²⁻⁵⁾に詳細にのべているので省略する。

真空式冷却については、宮川系試料は prewetting 処理区と未処理区に分けて冷却し、尾張系はその全試料を prewetting 処理区とした。Fig. 7 に宮川系について行なった実験の prewetting 効果を示す。真空室内の圧力が 20mmHg 付近に到達すると、prewetting 区の試料表面の水分は急激に蒸発をはじめ、試料表面から蒸発潜熱を奪う。

個体重量 130g, 初期表面温度 15°C の試料は 7 分で、その表面温度が 5°C まで冷却され、試料の中心と表面の間に大きな温度勾配が生ずる。表面の水分が蒸発してしまうと、表面温度は徐々に上昇し、約 16 分後には中心温度と一致する。

未処理区では表面、中心とも温度変化は少なく、prewetting をしない真空冷却法は効果的でない。また真空冷却した試料の表面にはビッチングやしおれがみとめら

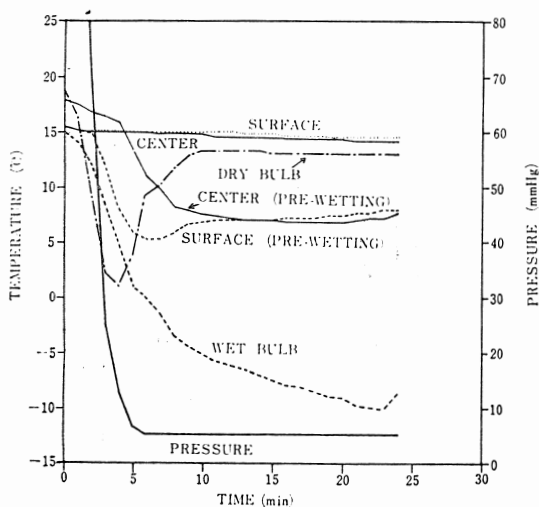


Fig. 7 Cooling rate of Early Unshu.

Table 2 Effect of precooling methods on rate of weight loss Unshu Mandarin during storage.

(storage time up to 7 weeks; A: Nov. 8~69 Dec. 26 '69, B: Nov. 26~69 Jan. 13 '70.)

Precooling method	Rate of weight loss, % (of initial weight)/30 days						Temp.(°C)	R.H. (%)	
	Forced-air		Hydro		Vacuum				
	A	B	A	B	A	B	Mean		
Conventional cold storage	5.53	14.82	7.28	13.80	10.51	11.05	10.17	5±2.0	84±2
Jacketed cold storage	4.36	6.13	7.06	4.11	4.14	4.63	5.07	5±0.5	95~100
Normal atmosphere	A						B		
	21.18 (7.5~20°C, 55~100% R.H.)						14.65 (7.5~16°C, 55~100% R.H.)		
	A: Unshu Mandarin (Early)			B: Unshu Mandarin					

れる。

以上から、温州みかんの予冷法には、冷却効果および品質の点から真空冷却装置は適さず、空気式あるいは冷水式冷却装置のいずれかを、経済性をも考慮して選択すべきであることがわかった。

2. 貯蔵

1) 重量損失 Table. 2 に貯蔵中の重量損失率を予冷および貯蔵法別に示す。予冷法の違いによる影響は明確には現われなかったが、貯蔵法の違いによる影響がみられた。貯蔵中の重量損失はジャケット冷蔵区が最も少なく、ついで普通冷蔵区、常温放置区となる。ジャケット冷蔵区はジャケット室内の温度 $5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、湿度 95~100% とほぼ一定に維持でき、しかも庫内風速は自然対流の域を出ないが、普通冷蔵区の場合はサーモスタットおよびヒューミディスタットの on-off 作動による周期的な温湿度の変動がみられるが、これはさらに冷却器ファンからの風速を直接うけている結果と考えられる。温度は設定温度 5°C に対して $5 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度は 90% の設定に対し $84 \pm 2\%$ であった。外気湿度が 100% 近くの高湿度の場合のみその影響を受けて庫内湿度が一時的に 92% まで上昇した。

腐敗果は宮川系の試料の場合、水冷—普通冷蔵区には 30 日目、水冷—ジャケット冷蔵区には 42 日目に、また尾張系の試料の場合、水冷—普通冷蔵区には 39 日目にそれぞれ 1 個発生した。その他の試験区には、2.5 ヶ月以上を経過するまで、腐敗臭の発生は認められなかった。これは冷水式冷却中に試料表面に付着した水分が、冷蔵中の果実表皮の軟化を招き、腐敗を促進させるものと考えられる。空気および真空式冷却の場合は果表面は乾いた状態であり、特に空気式の場合予冷効果もあると考えれば、果皮の腐敗等に対する抵抗力を強めるのに役立つものと思われる。一般に、かんきつ類の腐敗は、摘果、輸送、選果および予冷などの各種行程における果皮の物理的外傷によって生ずる場合が多く、この実験における腐敗果の大部分も、これらの過程でうけた擦傷部分から発生したものと考えられた。

2) 呼吸量 Fig. 8(a)(b) に各貯蔵区における呼吸量を

示す。常温貯蔵区の呼吸量は、外気温の上昇とともに増加し、その下降とともに減少する(a)。変化の幅は、温度の幅8~32℃に対し、90~200 ppm/kgであった。冷水式および空気式冷却装置でそれぞれ予冷した後、5℃で冷蔵し試料の呼吸量の変化は、ほぼ一致した(b)。(但し貯蔵3日目以後、冷蔵庫内温度がしばしば上昇しているのは、冷凍機の故障によるものである。)

真空式冷却装置で予冷した試料の呼吸量は、冷水式および空気式で予冷したものより、常に5~10ppm/kg多かった。

3) 果皮色 Fig. 9は空気式冷却装置で予冷し、ジャケット冷蔵庫に貯蔵した試料のスペクトル反射率曲線である。果皮の反射率(%)を縦軸に、波長を横軸にとり、貯蔵期間をパラメータとしたものである。580~700 mμの波長帯における反射率は、貯蔵日数の増加とともに大きくなっている。他の試験区の場合は初期の変化が大きく、42日目の反射が28日目のものを下まわり、その後も減少を続ける。常温放置区の場合の42日目以後の試

料は光沢がなくなり、果皮のしおれも著しく、商品価値がないものと思われた。

スペクトル反射率曲線の谷の部分、すなわち波長 675 mμをクロロフィル変化量の指標とした。

Table. 3に、貯蔵中における温州みかんの果皮色変化率、吸光度および視覚による果皮色変化の観察値を示す。果皮色変化率は波長 675mμの反射率を貯蔵初期と後期に測定し、前者に対する後者の比で表わしている。吸光度は、果皮表面部のクロロフィル抽出液の吸光度を、波長 660mμにおいて貯蔵初期と後期に測定した値である。視覚による果皮色の観察値は、色相—明度—彩度の順に表示している。

果皮色変化率の値から予冷法を比較してみると、空冷の場合が最も小さく、温州みかんの果皮色変化を抑制する点では、空気式冷却装置による予冷が最も効果的であると考えられる。

貯蔵別では、ジャケット冷蔵区の果皮色変化率が普通冷蔵区に比較して大きい。これは両貯蔵法の密閉(ジャケット)と開放(普通)の差から来る空気条件、たとえば温度、湿度、風速、ガス組成などの違いによるものであろうと考えられる。常温貯蔵区ではクロロフィルが急激に減少し、貯蔵1ヶ月間で果皮のしおれが進み、光沢も失なわれる。視覚による皮色の測定では、色相が黄緑を示す9から、黄を示す8、黄橙を示す6へ向って徐々に変化する傾向だけは観察することができたが、明度と彩度については明確な傾向はとらえられなかった。

吸光度の測定は、クロロフィルの抽出液について、波長 660 mμとともに440mμについても行なったが、波長 660mμの場合は各試験区とも、貯蔵初期に比較して後期には著しく低下し、クロロフィルの減少を示しているのに対し、440mμの場合はクロロフィルの吸光波長であるとともに、カロチノイドの吸光波長でもあることから、カロチノイドの増加などが影響して明確な傾向が出なかった。

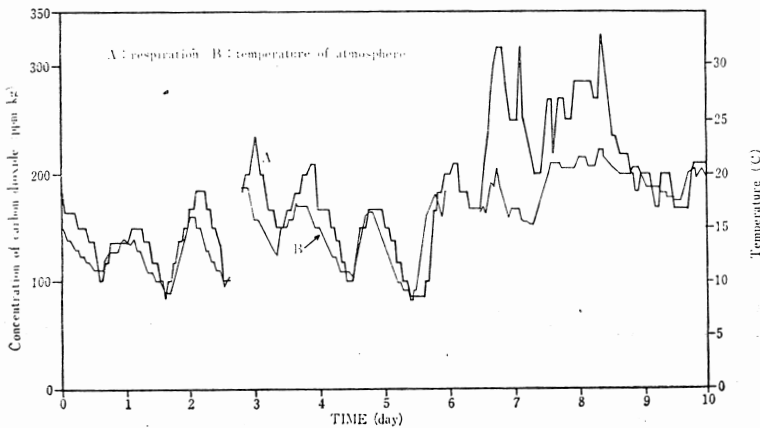


Fig. 8(a) Respiration of Unshu Mandarin stored in normal atmosphere after picking.

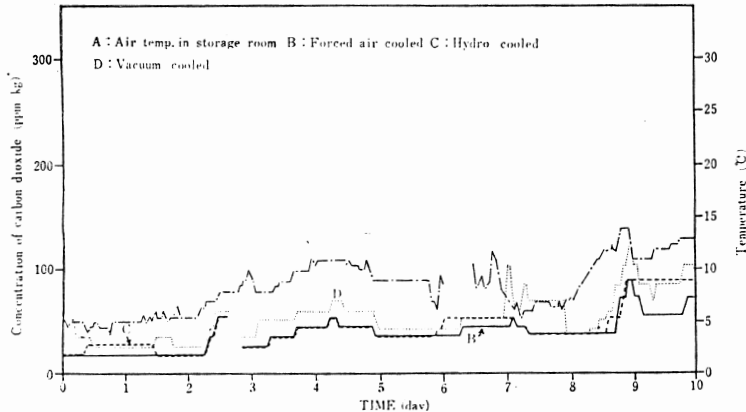


Fig. 8(b) Respiration of Unshu during storage in conventional room.

以上の結果を果皮色の变化抑制の点だけからみると、空気式で予冷し、普通冷蔵庫で冷蔵する方式が効果的であると云える。しかし果皮色の变化は肉眼では判定できない程度のものであり、みかんを含む果実一般の総合的経済性を考慮すれば、重量損失の最も小さいジャケット式冷蔵庫の選択がすすめられるであろう。

4) 糖および酸度 糖度、酸度および pH の値は、Table. 4 に示すように、各試験区とも、貯蔵27週間の期間中いずれも緩慢な変化を続けていることが見られる。糖度は10.1から11.8の範囲で、pH は 3.40から4.10の範囲でそれぞれ増加し、逆に酸度は徐々に減少する傾向にある。

上述の諸点を総合的に検討して、温州みかんを長期貯蔵する場合は、空気式で予冷し、ジャケット式で冷蔵する方法が、品質保持の点から最適であると考えられる。果皮色の变化速度からみると、ジャケット式より普通冷蔵法が有利であるように思われるが、これは視覚では判断できない程度の差であり、重量損失のほうが経済性の点で影響が大きいと考えられるため、適度な換気法を考えることを前提として、ジャケット冷蔵庫が有利であると判断した。

V 要 結

予冷兼用ジャケット式冷蔵庫を設計・試作し、これと三種の予冷装置および普通冷蔵庫を用いて、予冷および冷蔵法の違いが、冷蔵中の温州みかんの品質に及ぼす影

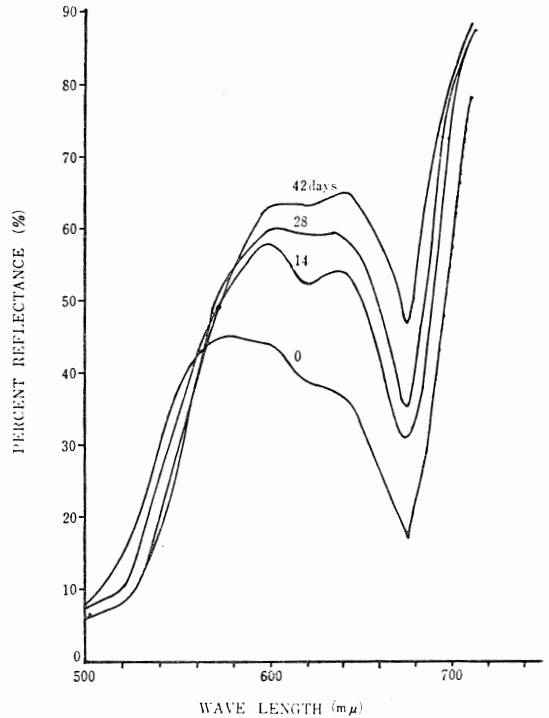


Fig. 9 Percens reflectance of Unshu, cooled by forced air and stored in jacketed room.

Table 3 Effect of precooling methods on peel color changes in Unshu Mandarin during Storage.

Storage type Precooling method	No.	Rate of reflectance (final/initial)		Color changes (B)		Absorbance of peel extract at 660mμ			
		A	B	initial	final	initial	a	b	final
Conventional Hydro	1	4.46	3.50	9-18-5	7-19-5	2.69×10 ⁻²	1.50×10 ⁻²		
	2	3.33	2.68	8-18-5	7-19-5	2.69×10 ⁻²	1.50×10 ⁻²		
	3	1.82	2.70	9-18-4	7-19-5	—	—		
Conventional Forced-air	1	2.85	2.77	8-18-5	7-18-5	6.05×10 ⁻²	1.7×10 ⁻³		
	2	1.80	2.13	8-18-5	7-18-6	4.58×10 ⁻²	0.9×10 ⁻³		
	3	1.75	2.80	9-18-4	7-16-3	—	—		
Conventional Vacuum	1	2.95	2.60	8-18-5	7-18-6	3.91×10 ⁻²	4.4×10 ⁻³		
	2	2.84	2.83	8-18-5	7-18-6	3.61×10 ⁻²	8.8×10 ⁻³		
	3	2.69	3.05	8-19-5	7-18-6	—	—		
Jacketed Hydro	1	5.55	4.00	9-18-4	7-19-4	3.15×10 ⁻²	4.4×10 ⁻³		
	2	4.00	4.08	8-18-5	6-18-6	5.55×10 ⁻²	1.77×10 ⁻²		
	3	4.44	3.69	8-18-5	7-18-6	—	—		
Jacketed Forced-air	1	4.91	3.18	8-18-5	6-18-6	3.62×10 ⁻²	8.8×10 ⁻³		
	2	3.11	3.04	8-16-6	6-18-6	2.87×10 ⁻²	4.4×10 ⁻³		
	3	3.38	4.60	9-18-4	7-19-5	—	—		
Jacketed Vacuum	1	5.59	3.76	8-19-6	6-18-6	4.10×10 ⁻²	1.77×10 ⁻²		
	2	3.87	4.21	8-18-5	6-18-6	3.15×10 ⁻²	1.06×10 ⁻²		
	3	5.16	3.90	9-18-5	7-18-5	—	—		
Normal atmosphere	1	2.67	2.25	8-19-6	6-18-6	5.55×10 ⁻²	4.4×10 ⁻³		
	2	2.20	2.44	8-18-4	7-19-3	3.15×10 ⁻²	6.1×10 ⁻³		
	3	2.43	2.45	8-18-5	7-18-5	—	—		

a : Nov. 11 '69

b : Jan. 7 '70

A : Unshu Mandarin (Early)

B : Unshu Mandarin

Table 4 Changes of Sugar Content, pH, and acidity in Unshu Mandarin storage.

Storage methods		Conventional cold storage			Jacketed cold storage			Normal atmosphere		
Precooling methods	Weeks stored	Sugar (Bx)	pH	Acidity(%) ^a	Sugar (Bx)	pH	Acidity(%) ^a	Sugar (Bx)	pH	Acidity(%) ^a
Hydro	0	10.7	3.70	0.91	10.1	3.40	0.85	10.1	3.40	0.82
	8	10.2	3.55	0.90	10.8	3.65	0.88	10.4 ^b	3.50 ^b	0.91 ^b
	15	10.8	4.00	—	10.8	3.30	—	10.6 ^c	3.50 ^c	0.94 ^c
	27	10.7	3.80	0.63	10.8	3.80	0.66			
Forced-air	0	10.5	3.60	0.91	10.3	3.40	1.19			
	8	11.2	3.60	0.85	11.0	3.60	0.88			
	15	11.1	3.90	—	11.3	3.70	—			
	27	10.9	4.00	0.63	10.0	3.85	0.69			
Vacuum	0	10.7	3.50	1.16	11.0	3.50	0.91			
	8	11.0	3.70	0.76	10.8	3.70	0.85			
	15	11.3	3.40	—	11.0	3.60	—			
	27	11.8	4.10	0.54	11.5	4.10	0.45			

a : Acidity as citric acid content, percent in weight.

b : 2 weeks stored.

c : 8 weeks stored.

響を追求し、最適予冷および冷蔵法を検討した。

貯蔵中の品質の判定は、外観、重量損失、呼吸量、糖度、酸度および果皮の色についての実測値を基にして行なった。その結果を以下に要約すると、

1) 温州みかんの予冷には、冷却効果および品質への影響の点からみて真空冷却法は不適當である。

2) ジャケット式冷蔵区の重量損失率は、普通冷蔵区の約半である。予冷法の差異による重量損失への影響は明確には表われなかった。

3) 冷水式で予冷した試料の冷蔵区には、約1ヶ月で腐敗果が発生した。

4) 真空式で予冷した試料の呼吸量は、冷水式および空気式で予冷した試料より常に5~10ppm/kg大きかった。

5) 分光光度計を用いて果皮色の反射率を測定することにより、クロロフィルの変化を客観的に把握することができた。温州みかんの貯蔵中の果皮色の変化を抑制する点では空気式予冷が最も良く、ジャケット式冷蔵区の試料の果皮色変化率は普通冷蔵区に比べて若干大きかった。

た。

(原稿受理昭和46年10月11日、質問期限昭和47年9月30日)

参 考 文 献

- 1) 飯野香:ダクトの設計 理工図書, 1966 99-103
- 2) 石橋貞人, 小島孝之, 兼子健男: 空気冷却装置に関する研究(ステージ型冷却装置の設計と性能), 農機誌, 31-2, 1969 121
- 3) 石橋貞人, 小島孝之, 豊田直樹: 冷水冷却装置に関する研究, 農機誌, 31-2, 1969 113
- 4) 石橋貞人, 小島孝之, 御木英昌: 真空冷却装置に関する研究(鹿児島大学可搬式真空冷却装置の設計とその性能について), 農機誌, 31-1, 1969 52
- 5) 石橋貞人, 小島孝之, 御木英昌: 真空冷却装置に関する研究(鹿児島大学可搬式真空冷却装置の負荷特性と各種産物の冷却特性試験), 農機誌, 32-1, 1970, 53
- 6) 石橋貞人, 小島孝, 伊東秋人, 嶋尾弘: 農産食品の貯蔵法に関する研究, 農機誌, 32-1, 1970, 53
- 7) Finney Jr, E. E.: An Objective Evaluation of Changes in Firmness of Ripening Bananas Using a sonic Techique Journal of Food Science, Vol. 32, No. 6, 1968 642-646.
- 8) Erickson, Louis C.: Color Development in Valencia Oranges. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci. Vol. 75. 1960 257-260.
- 9) 東京農工大学食糧化学教室: 食品学実験法 朝倉書店 1960 58

-59

Summary

A pre-cooler type Jacketed Room System was designed and constructed.

Studies were carried out to investigate the effect of the difference in pre-cooling and storage methods on the quality of Unshu Mandarin using the pre-cooler type Jacketed Room System, three types of pre-coolers and a conventional storage room.

The changes in the qualities such as external appearance, weight loss, respirative rate, sugar content, acidity, and color of peel were objectively

measured by instrumental methods during storage.

All of these results were discussed, and the suitable methods for the pre-cooling and storage of Unshu Mandarin were presented.

A summary of the results is given below.

- 1) From the point of view for the faculty of cooling and effect on the quality, vacuum-cooling was not suitable for Unshu Mandarin.
- 2) The weight loss for 30 days on the samples stored in the jacketed room system was about

half that of the standard storage room.

- 3) After one month storage, the decay of fruit occurred in the lots of the samples pre-cooled with the hydro-cooler.
- 4) The respirative rate of the samples pre-cooled with the vacuum-cooler was always 5-10 ppm/kg higher than that of the samples pre-cooled with

hydro-and air-coolers.

- 5) By using a spectrophotometer, it was possible to observe the change in chlorophyll of Unshu Mandarin peel during storage. From the standpoint of controlling the peel color of Unshu Mandarin during storage, the air-cooler was the most superior to other coolers.

本 会 記 事

記念出版委員会（第4回）開かる

記念出版委員会（二瓶貞一委員長）では、去る5月27日午後1時から5時まで、東京大学農学部農業工学科内会議室において、第4回会合を開き、記念出版物の標題

内容、編集方針、大綱等について協議した。

出席者：二瓶委員長、田原委員、山中委員、事務局・齋藤保雄

農業機械・施設の試験法便覧編集委員会開かる

農業機械・施設の試験法便覧編集委員会（江崎春雄委員長）では、去る9月2日午前10時から午後3時まで、東京大学農学部農業工学科内会議室において、第1回会合を開き、同便覧の標題、内容、編集方針、大綱等につ

いて協議した。

出席者：江崎委員長、藍委員、有吉委員、井上委員、今井委員、森田委員、鈴木幹事、事務局・齋藤保雄