

カンキツ ‘清見’ の果皮障害に及ぼす低温貯蔵の効果

池田浩暢・茨木俊行

カンキツ ‘清見’ において貯蔵中に発生する虎斑症や油胞黒変などの果皮障害を軽減できるような最適貯蔵条件を検討した。呼吸量と貯蔵温度の関係についてアレニウスプロットをとると、2℃付近にブレイクポイントが認められた。貯蔵温度については、10℃で果実を貯蔵した場合は貯蔵期間が長くなるほど虎斑症が多発した。0℃では低温障害である油胞黒変の発生程度が急増した。5℃で貯蔵すると果皮障害の発生はほとんど認められず、長く鮮度を保つことができた。栽培様式について比較すると、露地栽培果実の方が果皮障害の発生が少なかった。

[キーワード: ‘清見’, アレニウスプロット, 虎斑症, 油胞黒変]

Effect of Low Temperature During the Storage on Rind disorders for ‘KIYOMI’ Tangor. IKEDA Hironobu and Toshiyuki IBARAKI (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14: 150-153 (1995)

This investigation was carried out to determine the best storage conditions for ‘KIYOMI’ tangor to prevent the rind disorders such as rind-oilspot and rind pitting during storage. In the Arrhenius-plots of respiration rate the breaking point was observed around 2℃. At 10℃ of storage temperature the degree of rind-oilspot increased severely during the storage period compared with 0℃ or 5℃. At 0℃ the occurrence of rind pitting that was one of chilling injury increased rapidly in the stored fruits. The fruits stored at 5℃ hardly showed rind disorders, so its market quality could be kept longer than fruit stored at other temperatures. The fruits harvested in open fields had less rind disorders compared to in greenhouses.

[Key words: ‘KIYOMI’ tangor, Arrhenius-plots, Rind-oilspot, Rind pitting]

結 言

近年、オレンジの輸入自由化や、果実に対する消費者の嗜好の多様化が進み、ウンシュウミカンをはじめとするカンキツ類の需要は生食用、加工用とも低下の一途をたどっている²⁾。現在、その対策として新品種の育成及び良質な果汁製品の開発が急がれている。ダンゴール ‘清見’ はウンシュウミカンの様々な特性とオレンジの優れた芳香を合わせ持った品種であり⁷⁾、生食用だけでなく果汁用としても、市場の評価は高い。このため、年々栽培面積・生産量ともに増加している。しかし、樹上で越冬させなければ果実本来の品質にならないため⁷⁾、収穫時期は2～3月の一時期に集中する。このため一部は貯蔵後に出荷しなければならない。ところが、貯蔵中に虎斑症や油胞黒変などの果皮障害が発生しやすく²⁾、これが商品性低下の原因になっている。長期貯蔵法としては、ポリエチレンフィルムで包装し、0～5℃の低温で貯蔵すると果皮障害の発生を抑制できるという報告はあるが^{1,10,11)}、その抑制理由について明らかにしたものはない。また、栽培様式の面から検討した報告はない。

そこで本報では、貯蔵温度が果実の呼吸量、内容成分及び果皮障害の発生に及ぼす影響を調査するとともに、長期貯蔵後の果実内容成分を収穫時期別に把握することにより ‘清見’ の最適貯蔵条件を明らかにしたので報告する。

材料及び方法

1 供試果実

1991年から1994年の2～3月に糸島郡二丈町でハウス栽培及び露地栽培された果実を試験に供した。

2 試験方法

実験1 貯蔵温度別の呼吸量

1994年3月に収穫した露地栽培の果実を供試した。試験前日に測定温度に移した4果を円筒形のアクリル製チャンバー（内容積2,400ml）に入れ、空気の循環にはハイブローエアーポンプを用い、閉鎖系のシステムを作り、-2～11℃の温度域での呼吸量を測定した。環境温度はSANYO製のインキュベーターを使って制御した。このチャンバー内のガスを経時的に採取し、島津製作所製ガスクロマトグラフ（GC-8A, 検出器: TDC, カラム: ポラパックN+モレキュラーシーブ, カラム温度: 65℃, キャリアガス: ヘリウム）を用いて、2時間後及び3時間後のチャンバー内の二酸化炭素及び酸素濃度を測定した。単位時間当たりの二酸化炭素濃度の変化量から呼吸速度を算出した。

実験2 栽培様式及び貯蔵温度が果皮障害に及ぼす影響

1992年2月24日に収穫したハウス及び露地栽培の果実を厚さ0.02mmのポリエチレンフィルム（以後PE）で個包装し、0℃、5℃、10℃の低温庫中に貯蔵した。また、同様に1993年2月16日に収穫した露地栽培果実を0℃、2℃、5℃の貯蔵庫中に貯蔵した。各区20果について経時的に虎斑症、油胞黒変及び減量率を調査し、また各区6果づつ内容成分を分析した。

虎斑症の判定は果樹試験場興津支場の評価基準⁹⁾を参考にし、虎斑症が全く認められない状態を0、病斑直径(φ)が5mm未満の斑点が1個発生している状態を1、φ6mm～2cmの斑点が1個発生している状態を2、φ2cmの斑点が2～3個発生している状態を3、φ2cmの斑点が4個以上ある状態を4とした。また、虎斑症の発生程度については、

虎斑症の発生程度

$$= \frac{N_0 \times 0 + N_1 \times 1 + N_2 \times 2 + N_3 \times 3 + N_4 \times 4}{N \times 4} \times 100$$

とした。

ここで、調査果実数を N 、虎斑症の程度 0 の果実を N_0 、以下同様に N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 とした。

油胞黒変の判定基準については、全く認められない状態を 0、わずかに確認できる状態を 1、油胞の色が明らかに黒ずんで確認できる状態を 2、果面全体の 3 分の 1 以上が黒変している状態を 3、果面の半分以上が黒変している状態を 4 とした。また、油胞黒変の発生程度は虎斑症の発生程度に準じて算出した。

実験 3 栽培様式及び貯蔵温度が果実内容成分に及ぼす影響

1992 年 2 月 24 日に収穫したハウス及び露地栽培の果実を厚さ 0.02mm の PE で個包装し、0℃、5℃、10℃の低温庫中に貯蔵した。各試験区あたり 6 個の果実を収穫時及び貯蔵後の内容成分の分析に供試した。内容成分については糖度及びクエン酸含量を測定した。糖度は屈折糖度計 (ATOGO N-20) にて測定した。クエン酸含量は果汁 2 ml を 0.1N 水酸化ナトリウム液で滴定し、クエン酸量に換算して表した。

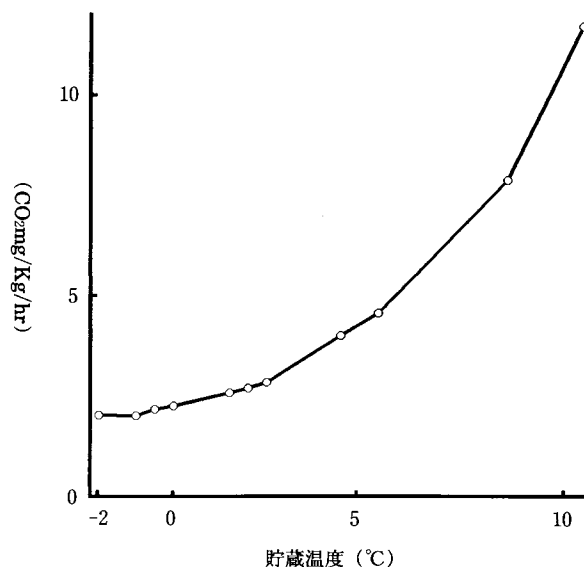
結果及び考察

実験 1 貯蔵温度別の呼吸量

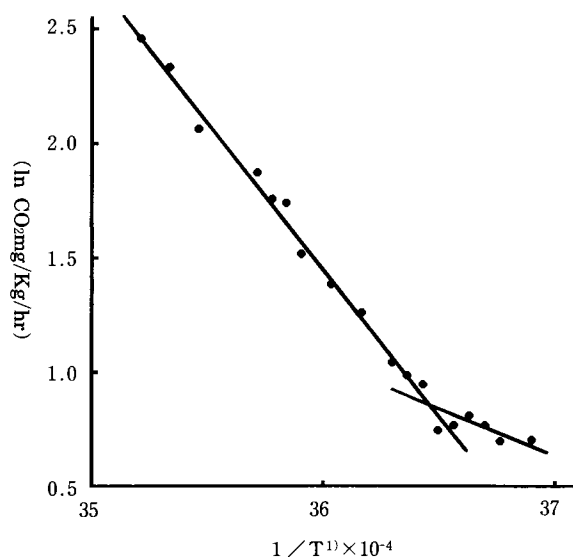
貯蔵温度別の‘清見’の呼吸量を第 1 図に示した。貯蔵温度が低いほど呼吸量は抑制された。さらに、果実の呼吸量と温度の関係を明らかにするため、呼吸量のアレニウスプロットをとった (第 2 図)。その結果、2℃付近で直線が折れ曲がるブレイクポイントが認められた。アレニウスプロットは低温耐性の高い青果物では広い範囲で直線になるのに対し、低温耐性の低い青果物では直線は途中で折れ曲がり、2本の直線になることが知られている⁵⁾。このことから‘清見’は低温耐性が低く、2℃付近で呼吸経路に何らかの異常が生じたものと考えられる。このような低温耐性の低い青果物の低温域 (0～15℃) での呼吸異常は、植物の呼吸活動の担い手であるミトコンドリアでも認められている。Lyons⁴⁾らは、低温耐性の高いジャガイモでは、ミトコンドリアのコハク酸の酸化活性のアレニウスプロットが 0～25℃の温度域で直線になるのに対し、低温耐性の低いサツマイモ、トマト、キュウリなどでは 10℃付近で 2 本に折れることを明らかにしている。このように、低温域での呼吸の急激な低下は低温耐性の低い果実に共通しており、低温障害の発生に特に関係していると考えられる。同じカンキツ類の晩生系のウンシュウミカンの呼吸量と温度のアレニウスプロットは、0～30℃の範囲で直線になることが知られている⁵⁾。‘清見’はウンシュウミカンと同様に低温耐性のあると言われているが⁷⁾、今回の試験から低温耐性は低いと考えられる。したがって、果実を 2℃以下で貯蔵する場合には低温障害の発生が懸念される。

実験 2 栽培様式及び貯蔵温度が‘清見’の果皮障害に及ぼす影響

虎斑症は貯蔵中に果皮が不規則な模様に変化する生理障害の一つであり、低温貯蔵中および出庫後に発生しやすい⁸⁾。今回は、貯蔵中に発生する虎斑症を抑制できる最適な貯蔵温度について栽培様式別に検討した。栽培様式別の虎斑症



第 1 図 貯蔵温度と‘清見’の呼吸量



第 2 図 ‘清見’の呼吸量のアレニウスプロット

1) 絶対温度

と貯蔵温度の関係を第 1 表に示した。10℃で貯蔵した場合は、露地及びハウス栽培の果実とも虎斑症の発生程度は高くなった。0℃で貯蔵した場合は両栽培様式の果実とも虎斑症の発生はごくわずか認められるだけであった。5℃で貯蔵すると、ハウス栽培の果実では、10℃で貯蔵した際と同程度の高い発生が認められたが、露地栽培の果実では貯蔵後 5 カ月を経ても虎斑症の発生は認められなかった。

油胞黒変とは果梗の周辺の油胞が黒くなる症状で、低温障害の一つであると考えられている³⁾。栽培様式別の油胞黒変と貯蔵温度の関係を第 2 表に示す。10℃で貯蔵した場合には、露地及びハウス栽培の果実とも油胞黒変は認められなかった。一方、0℃で貯蔵した場合には、栽培方法の違いにかかわらず発生程度は高くなった。5℃で貯蔵した場合では、ハウス栽培の果実では油胞黒変が多発したが、露地栽培の果実では貯蔵 5 カ月目まで油胞黒変の発生は認められなかった。

ポリエチレンフィルムで個包装して 0～5℃の低温で貯

蔵すると果皮障害の発生を抑制できることはすでに示されているが^{1,10,11)}、その発生を抑制する根拠については明らかにされていない。今回栽培様式別に検討したところ、ハウス栽培果実については5℃で貯蔵した場合でも虎斑症の発生を抑制することができなかった。したがって栽培様式によっては、すでに報告された上記の貯蔵方法では虎斑症

第1表 虎斑症発生程度¹⁾の経時変化

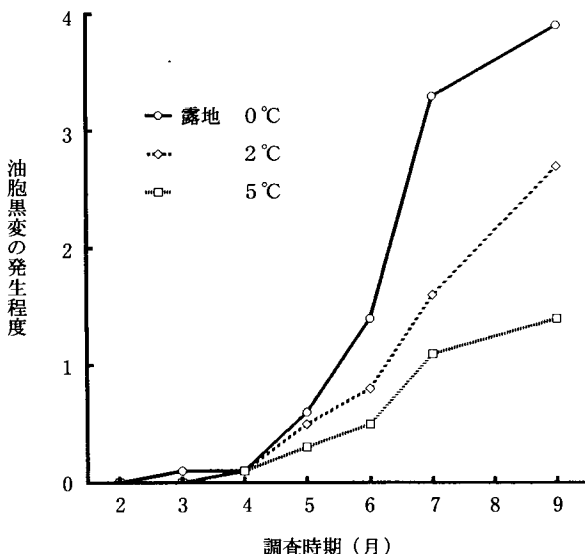
	温度	収穫時	4月中旬	6月下旬	8月中旬
露地	0℃		0.2	0.2	0.2
	5℃	0.0	0.0	0.0	0.0
	10℃		0.4	0.8	1.4
ハウス	0℃		0.1	0.2	0.2
	5℃	0.0	0.2	0.5	1.6
	10℃		0.2	1.4	2.0

1) 虎斑症が全く認められない状態を0、病斑直径(φ)が5mm未満の斑点が1個発生している状態を1、φ6mm～2cmの斑点が1個発生している状態を2、φ2cmの斑点が2～3個発生している状態を3、φ2cmの斑点が4個以上ある状態を4とした。

第2表 油胞黒変発生程度¹⁾の経時変化

	温度	収穫時	4月中旬	6月下旬	8月中旬
露地	0℃		0.2	0.6	2.1
	5℃	0.0	0.0	0.0	0.4
	10℃		0.0	0.0	0.0
ハウス	0℃		0.4	1.7	2.5
	5℃	0.0	0.1	1.0	2.2
	10℃		0.0	0.0	0.0

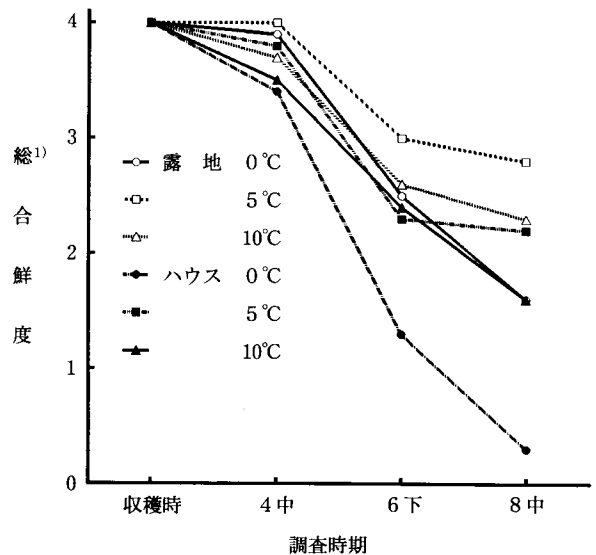
1) 全く認められない状態を0、わずかに認められる状態を1、油胞の色が明らかに黒ずんで確認できる状態を2、果面全体の3分の1以上が黒変している状態を3、果面の半分以上が黒変している状態を4とした。また油胞黒変の発生程度は、虎斑症の発生程度に準じて算出した。



第3図 貯蔵温度が「清見」の油胞黒変の発生程度に及ぼす影響

の発生を抑制できないことが明らかになった。また油胞黒変については、0℃の貯蔵では栽培様式に関わらず多発し、ハウス栽培果実は5℃で貯蔵しても油胞黒変が多発した。このように栽培様式により発生程度に差が生じたのは、ハウス栽培のものに比べて露地栽培の果実は、栽培中に低温にさらされることでハードニング(低温馴化)され、低温耐性が増大したことによると考えられる⁵⁾。一方、実験1の結果からは2℃より低い温度で貯蔵すると果実の呼吸経路に何らかの異常が生じ、低温障害の発生が懸念されることが明らかになっている。したがって貯蔵温度は2℃以上の低温がよいと思われる。しかし2℃で貯蔵した場合では、油胞黒変の発生程度は5℃で貯蔵した場合よりも高くなった(第3図)。したがって貯蔵庫の温度制御の性能等を考慮に入れると実際の貯蔵温度は5℃が適当であると考えられる。

貯蔵温度と総合鮮度との関係を第4図に示した。貯蔵温度別では油胞黒変の発生が多く認められる0℃で総合鮮度の低下が最も早く、10℃では総合鮮度は虎斑症の発生が多くなるにつれ低下した。しかし、5℃で貯蔵した果実は5カ月間商品性を保持していた。また栽培様式別では、ハウス栽培果実の総合鮮度は急激に低下したことから、商品性の面からも長期低温貯蔵には不向きであるものと考えられる。したがって、長期貯蔵には露地栽培の果実を用いるとよい。



第4図 貯蔵温度が「清見」の総合鮮度¹⁾に及ぼす影響

1) 4: 収穫時の鮮度 3: 市場出荷可能 2: 小売り可能
1: 食べられる 0: 食べられない

実験3 栽培様式及び貯蔵温度が果実内容成分に及ぼす影響

栽培様式及び貯蔵温度別の果実の内容成分を第3表に示した。糖度は、貯蔵温度が低いほど高く、また栽培様式別では露地栽培のもので高く保たれていた。露地栽培果実のうち貯蔵温度が0、5℃のものは収穫時の糖度を保持していた。貯蔵後のクエン酸含量は、露地栽培果実で貯蔵温度が5℃のもの、ハウス栽培果実で0℃のもので比較的高く保たれていた。このことから露地栽培された果実を5℃で貯蔵すると5ヶ月貯蔵後も内容成分の低下を抑えることができる。

‘清見’は果肉色の良さと多汁性及び芳香をもっているが、これらの特性は糖度が12%程度まで上昇する3月上旬以降収穫の果実より発揮される。またクエン酸含量については1%程度の果実であれば出荷可能である¹²⁾。一方収穫時期と果皮障害の関係は、収穫時期が遅いほど貯蔵中の果皮障害の発生が多くなり、特に3月下旬収穫果実で多発する¹⁰⁾。一方西浦⁷⁾らは、糖の蓄積、クエン酸含量及び減酸傾向の年次・産地間差異には成熟期の気温が大きく影響することを示している。したがって、実際に貯蔵用として適した果実かどうかを判断するには、収穫時に糖度やクエン酸含量などの内容成分を確認する必要がある。

第3表 貯蔵温度別の貯蔵後¹⁾における果実内成分

	温度	収穫時の果実内成分		貯蔵後の果実内成分	
		糖度 (%)	クエン酸 (%)	糖度 (%)	クエン酸 (%)
露地	0℃			11.3	0.62
	5℃	11.4	1.17	11.1	0.71
	10℃			10.1	0.42
ハウス	0℃			10.3	0.82
	5℃	11.3	1.13	9.9	0.64
	10℃			9.8	0.49

1) 8月16日まで貯蔵した果実を調査した。

以上の結果から、‘清見’を長期貯蔵するためには、3月上旬に露地圃場より収穫した果実を厚さ0.02mmのポリエチレンフィルムでハンカチ包装し5℃付近に貯蔵すると良い。この貯蔵様式により5カ月間商品性を維持でき、すでに報告があるもの^{11,12)}より2～3カ月間貯蔵期間の延長が可能となった。

引用文献

- 1) 阿部一博・劉 紅・矢野昌充・長谷川美典・岩田 隆 (1992) タンゴール‘清見’果実のこはん症発生と生理・化学的变化に及ぼすポリエチレン包装の効果。日本食品低温保蔵学会誌 18 (4) : 148-153.
- 2) 荒木忠治・泉 嘉郎・高野祐子・榊原英公・上野 勇 (1989) タンゴール‘清見’の成分特性と果実加工適性。果樹試報 B-16 : 41-66.
- 3) 伊庭慶昭 (1985) 果実の成熟と貯蔵。東京：養賢堂, pp. 87-91.
- 4) LYONS, J. M. and J. K. RAISON (1970) Oxidative activity of mitochondria isolated from plant sensitive and resistant to chilling injury. Plant Physiol. 45 : 386-389
- 5) 邨田卓夫 (1980) 青果物の低温流通と低温障害。コールドチェーン研究 6 (2) : 42-51.
- 6) 日本薬学会編 (1986) 衛生試験法・注解。東京：pp. 284, 316
- 7) 西浦昌男・七条虎之助・上野 勇・岩政正男・木原武士・山田彬雄・吉田俊雄・岩崎藤助 (1983) カンキツ新品種‘清見’について。果樹試報 B-10 : 1-9.
- 8) 佐藤瑞穂・佐藤 隆・三股 正・秋田忠夫 (1983) 清見の果皮障害について。九州農業研究 45 : 251.
- 9) 青果物予冷貯蔵施設協議会編 (1991) 園芸農産物の鮮度保持。東京：サイエンスフォーラム, pp. 95
- 10) 田中秀幸・佐藤 隆・白石利雄 (1989) ‘清見’の果皮障害に関する研究 I. 予措程度、貯蔵形態、貯蔵温度、採取時期と発生。九州農業研究 51 : 224.
- 11) 田中秀幸・北崎佳範・佐藤 隆 (1993) ‘清見’の果皮障害に関する研究 IV. 貯蔵の省力化について。九州農業研究 55 : 214.
- 12) 矢野昌充 (1991) 青果物花き鮮度保持管理ガイドブック。東京：サイエンスフォーラム, pp. 349-350.