

予措温度とポリエチレン包装がポンカン果実の着色と品質に及ぼす影響

富永茂人¹・橋田泰昌^{1*}・玉利祐一^{1**}・川口昭二²・谷村音樹²

(¹果樹園芸学研究室, ²附属農場唐湊果樹園)

2004年11月30日 受理

Effects of pretreatment temperature and polyethylene baggage on coloring and quality of ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruits during pretreatment.

Shigeto TOMINAGA¹, Yasumasa HASHIDA^{1*}, Yuuichi TAMARI^{1**}, Shoji KAWAGUCHI²

and Otoki TANIMURA²

(¹Laboratory of Fruit Science, ²Toso Orchard)

緒 言

ポンカン (*Citrus reticulata* Blanco) は鹿児島県の特産果樹であり、平成14年の鹿児島県の栽培面積と生産量はそれぞれ904haと7,330tonとともに日本一である(平成16年度鹿児島県果樹振興対策資料, 鹿児島県農政部)。鹿児島県におけるポンカンの推奨栽培品種は、高しょう系の‘吉田ポンカン’と低しょう系の‘太田ポンカン’および鹿児島県果樹試験場で育成された‘薩州’¹⁾である(平成12年果樹栽培指針, 鹿児島県農政部)。それらの品種・系統のうち、‘太田ポンカン’は着色が極めて早い早生品種であるが、減酸が遅いことから鹿児島県北部のウンシュウミカン地帯での栽培が主体であり、鹿児島県南部～島嶼部のポンカン産地における主要な栽培品種・系統は高しょう系の‘吉田ポンカン’である。‘薩州’は比較的、低しょう系の品種で果実品質も良好であるが、品種登録をされてからの年数が浅いために栽培面積の拡大は進行中であり、収穫量や出荷量は未だ多くない。

‘吉田ポンカン’は昭和初期に台湾から鹿児島に導入された高しょう系の品種・系統で、果形指数(果実横径/縦径×100)が110程度で果形としては優れ、ポンカンで問題となる果肉の生理障害であるす上がりの発生も少なく、高品質の果実を生産する。しかし、‘吉田ポンカン’果実の減酸速度は速いものの、果皮の着色の進展が遅く、着色を基準とした収穫適期は1月中下旬とされている⁷⁾。特に、鹿児島県南部や島嶼部では秋冬季が温暖であること

* 現在, 鹿児島県川辺農業改良普及センター

* Present address, Kawanabe Agricultural Extension Center, Kagoshima Prefecture.

** 現在, 旭食品, 宮崎市

** Present address, Asahi Shokuhin, Miyazaki-city.

から、果実の果肉は食するに十分適しているのに果皮に緑色が残り収穫適期が遅れる‘果肉先熟現象’が大きな問題となっている。この着色の遅れが原因で鹿児島県での主要ポンカン銘柄産地である屋久島では、果実を11月下旬～12月上旬に収穫し、その後エチレン(C₂H₄)ガスで脱緑色し、年末贈答用として出荷している。このように、‘吉田ポンカン’を年末贈答用に出荷できれば、高価格が維持でき、ポンカン農家の経営安定の一助になるものと考えられる。しかし、エチレンガスの作用性は果皮の緑色素の葉緑素分解にある³⁾ために、脱緑色には効果的であるが、ポンカン特有の紅色色素の生成促進効果は低い。

一方、ウンシュウミカン以外の中晩生カンキツ類では収穫後に果実を高温予措することで着色が進展し、特に紅色の進展が大きいことが示されている。例えば、イヨカンの果皮色を良好にするためには15℃で20日間の予措が最適であり、アマナツ、ハッサク、ネーブルオレンジでは10℃程度の予措温度が効果的である²⁾。ポンカンでも高温予措による着色促進効果が期待できるが、その種の報告は少ない。高温予措を行う場合には、ウンシュウミカンで収穫後行われる秋冬季の常温予措とは異なり果実重の減量や果皮の萎凋などが起こり、その程度が大きすぎる場合には外観や商品価値の低下につながるものが予測される。予措期間中の果実の減量を防止するためには、果実をポリエチレン袋に入れて予措することが効果的であると考えられるが、ポンカンにおける試験例は無い。さらにポリエチレン袋に入れて高温予措した場合の着色促進効果程度や予措期間中の腐敗果の発生に及ぼす影響についても調査した例は少ない。

本研究は2年間にわたって行ったが、まず、最初に収穫時期を異にした場合に予措温度が予措期間中の着色、果実の減量、果面障害(コハン症)の推移と、予措終了後の果実品質に及ぼす影響について調査した。次いで、異なる収穫時期と予措温度で、果実をポリエチレン袋に包装して予措した場合の着色、果実の減量、果面障害(コハン症)の推移と、予措終了後の果実品質に及ぼす影響について調査した。

本研究で得られた結果をもとに、高しょう系の‘吉田ポンカン’果実の着色促進と果実品質に及ぼす高温予措の効果と最適な予措条件について検討した。

材料および方法

試験1. 予措温度がポンカンの果実品質に及ぼす影響(1992-1993)

鹿児島大学農学部附属唐湊果樹園植栽の27年生ユズ台吉田ポンカン6樹から時期別に果実を収穫して試験を行った。果実の収穫時期は1992年12月1日、12月18日および1993年1月8日の3時期とした。予措温度としては4℃、15℃および25℃の3区を設定した。各収穫日に各供試樹から大きさが同じ程度の果実を30個ずつ採取した後、観察により果実を着色の進展の遅い順に並べ、乱塊法で3予措温度処理に割り振った。すなわち、各予措温度処理区とも1樹から10果ずつ、計60果を供試した。各予措温度処理区の貯蔵庫に入庫する前に果実重、

着色度、果面障害（コハン症）程度および果実の果頂部と側面部の色差計示度を測定した。その後、各予措温度区とも、フタ付き平箱に果実を入れて、各予措温度の貯蔵庫に入庫した。

予措期間は12月1日収穫果が12月16日までの16日間、12月18日収穫果が1月4日までの17日間、1月8日収穫果が1月22日までの14日間とし、予措期間中約5日間隔で果実重、着色度、果皮の色差計示度および果面障害を調査した。予措最終日には果肉歩合、糖度（Brix）、滴定酸含量、す上がりについても調査し、さらに果汁の糖組成も分析した。

糖度は屈折糖度計により Brix で、滴定酸含量は0.156N-NaOH 中和滴定法で測定しクエン酸含量として表した。着色度は観察により無着色（0）から完全着色（10）の11段階、果面障害（コハン症）とす上がりは観察により無（0）、軽（1）、中（2）、甚（3）の4段階で表した。果汁の糖組成は果汁を遠心分離（3,500rpm, 10分）後、上澄み液を10倍に希釈し、イオン交換樹脂（Dowex50W-X8とDowex1-X2）と液体クロマトグラフ前処理用フィルター（0.45 μ mクロマトグラフ13A）を通し、高速液体クロマトグラフ（島津LC-6A, カラムはSCR-101C, 検出器は示差屈折計）で測定した。

試験2. 予措温度とポリエチレン包装の有無がポンカンの果実品質に及ぼす影響（1994-1995）

鹿児島大学農学部附属唐湊果樹園植栽の29年生ユズ台吉田ポンカン4樹から時期別に果実を収穫して試験を行った。果実の収穫時期は1994年12月10日と1994年12月28日の2時期とした。予措温度としては、実験1と同様に4 $^{\circ}$ C、15 $^{\circ}$ Cおよび25 $^{\circ}$ Cのに3区を設定した。さらに、

Table 1 Design of pretreatment (1994-1995)

Treatment	Storage temperature	Polyethylene bag
4C	5 $^{\circ}$ C	None
4P	4 $^{\circ}$ C	Baggage
15C	15 $^{\circ}$ C	None
15P	15 $^{\circ}$ C	Baggage
25C	25 $^{\circ}$ C	None
25P	25 $^{\circ}$ C	Baggage

Harvest day; Dec.10 and 28

各予措温度区に厚さ0.03mmのポリエチレン袋に果実を包装する区と無包装区の2区を設定した（Table 1）。各収穫日に各供試樹から着色が同程度の果実を24個ずつ採取した後、観察により果実を着色の進展の遅い順に並べ、乱塊法で3予措温度 \times 2包装区=6処理区に割り振った。すなわち、各処理区とも1樹から4果ずつ、計12果を供試したことになる。各予措温度処理区に入庫する前に果実重、着色度、果面障害（コハン症）程度および果実の果頂部と側面部の色差計示度を測定した。その後、フタ付き平箱に果実を入れて、各予措温度の貯蔵庫に入庫した。ポリエチレン袋には各樹からの4果を一緒に包装して、入庫した。

予措期間は12月12日収穫果が12月26日までの14日間、12月28日収穫果が1月12日までの16日間とし、予措期間中約5日間隔で果実重、着色度、果皮の色差計示度および果面障害を調

査した。予措最終日には果肉歩合，糖度 (Brix)，滴定酸含量，す上がりについても調査した。各果実品質の調査方法は試験1と同様に行った。

試験結果

試験1. 予措温度がポンカンの果実品質に及ぼす影響 (1992-1993)

予措期間中の果実着色の推移を Fig.1 に示した。いずれの収穫時期でも，予措期間の進展に伴って果実の着色は進んだ。しかし，4℃予措では着色の進展は僅かであり，15℃および25℃予措に比べて有意に劣った。収穫時期別に予措温度15℃と25℃を比較すると，12月1日収穫果では有意な差がなく，12月18日収穫および1月8日収穫果では予措開始後10日以降は15℃区で25℃区よりも有意に着色が良かった。次いで，色差計示度のうち，果実側面部の 'a' 値の推移を見ると (Fig.2)，収穫日が後になるほど 'a' 値の値は高くなった。予措期間中の 'a' 値は，いずれの収穫日でも15℃予措区で最も高くなった。次いで，25℃予措区で

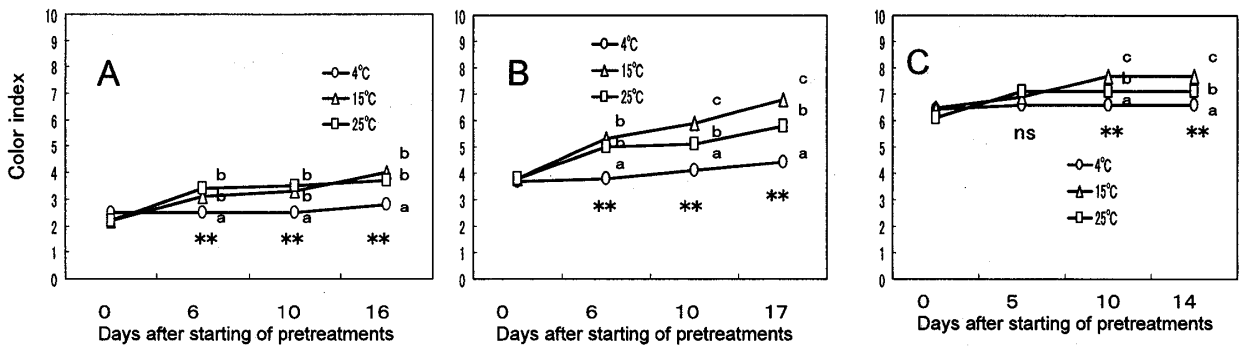


Fig.1 Effects of pretreatment temperature on coloring of ponkan fruits during pretreatment (1992-1993). A: Harvested on Dec.1, B: Harvested on Dec.18, C: Harvested on Jan.8.

** represents significant difference at 1% level.

Different letters within same columns represent significant difference at 5% level.

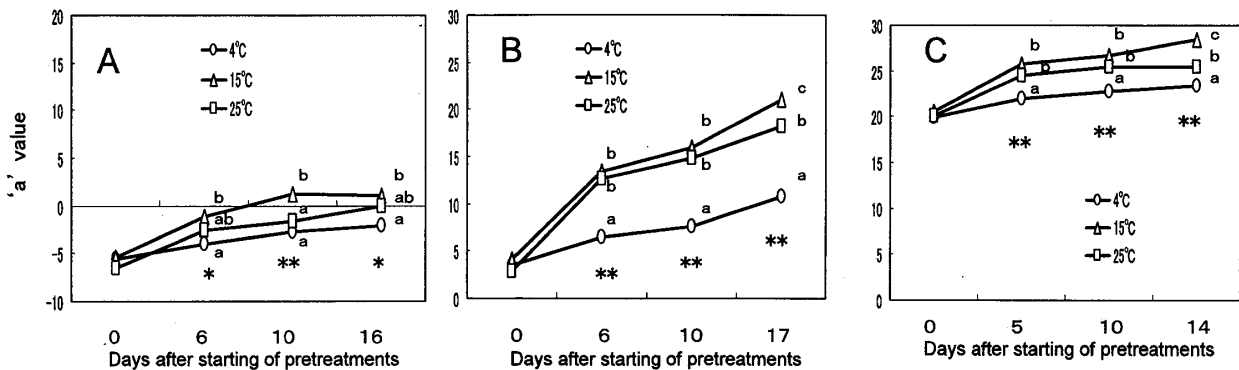


Fig.2 Effects of pretreatment temperature on 'a' value of color difference meter of ponkan fruits during pretreatment (1992-1993). A: Harvested on Dec.1, B: Harvested on Dec.18, C: Harvested on Jan.8.

** and * represent significant difference at 1% and 5% level, respectively.

Different letters within same columns represent significant difference at 5% level.

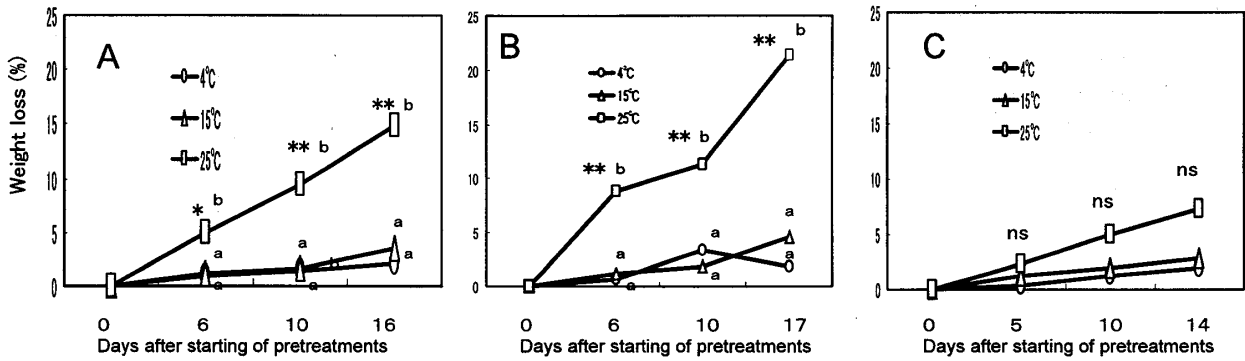


Fig.3 Effects of pretreatment temperature on weight loss of ponkan fruits during pretreatment (1992-1993). A: Harvested on Dec.1, B: Harvested on Dec.18, C: Harvested on Jan.8. * and ** represent significant difference at 5% and 1% level, respectively. Different letters within same columns represent significant difference at 5% level.

Table 2 Effects of pretreatment temperature on rind oil spot(%) of ponkan fruits during pretreatment (1992-1993)

Treatment	Dec.1 ^z	Dec.7(6DAH ^w)	Dec.11(10DAH)	Dec.16(16DAH)
Harvested on Dec. 1				
4°C	0.1	0.5	0.5	0.5a
15°C	0.2	0.4	0.5	0.4a
25°C	0.1	0.4	0.5	0.7b
Harvested on Dec. 18				
4°C	0.1	0.5	0.6ab	0.5a
15°C	0.1	0.6	0.5a	0.4a
25°C	0.1	0.6	0.7b	0.8b
Harvested on Jan. 8				
4°C	0.1	0.4	0.7	0.6b
15°C	0.1	0.4	0.3	0.1a
25°C	0.0	0.4	0.2	0.2a

^z: Harvested on Dec.1, ^y: Harvested on Dec.18, ^x: Harvested on Jan.8, ^w: Days after harvest
Different letters within same day columns represent significant difference at 5% level

あり、4°C予措区では‘a’値の進展程度は小さかった。収穫日別の比較を行うと、12月18日収穫果で予措期間中の‘a’値の進展が最も大きかった。

予措期間中の減量歩合についてみると (Fig.3), いずれの収穫日でも25°C予措区での減量が極めて大きく、12月1日収穫果および12月18日収穫果では4°Cと15°C予措区に比べて有意に大きかった。4°C予措区と15°C予措区の間には有意な差はなかった。

予措期間中の果面障害 (コハン症) の発生程度について Table 2 に示した。12月1日収穫果と12月18日収穫果では、25°C予措区で最もコハン症の発生が多く、4°Cおよび15°C予措区よりも有意に発生率が高かった。一方、1月8日収穫果では4°C予措区のコハン症発生が最も多かった。

Table 3 Effects of pretreatment temperature on fruit qualities of ponkan after pretreatment (1992-1993)

Treatments	Decay(%)	Fruit weight(g)	Fruit weight loss(%)	Flesh percent	Color index ^Y	Granulation ^Z	Brix(°)	Acidity(%)	Brix/acid
Harvested on Dec.1 and analyzed on Dec.16									
4°C	0.0	126.9b	2.0a	78.1a	2.8a	0.5b	10.9a	1.24b	9.2a
15°C	1.7	132.0b	2.1a	77.2a	4.0b	0.4b	11.3b	1.07a	11.0c
25°C	3.3	112.1a	15.8b	82.5b	3.7b	0.2a	12.0c	1.20b	10.2b
Harvested on Dec.18 and analyzed on Jan.4									
4°C	0.0	139.1b	2.0a	75.7a	4.4a	0.3	11.8a	0.93b	13.3a
15°C	3.3	139.8b	3.2b	75.1a	6.8c	0.3	12.3b	0.83a	15.5b
25°C	1.7	114.3a	21.5c	81.6b	5.8b	0.2	13.0c	1.00c	13.4a
Harvested on Jan.8 and analyzed on Jan.22									
4°C	0.0	140.0	2.0a	70.9	6.6a	0.3b	12.8	0.91	14.9
15°C	5.0	146.9	2.3a	73.0	7.7c	0.3b	12.9	0.85	15.8
25°C	8.3	137.1	7.7b	74.2	7.1b	0.2a	13.2	0.84	16.0

^Z: Granulation ranked 0(no)-3(severe), ^Y: Coloration ranked 0(green)-10(full color)

Different letters within same day columns represent significant difference at 5% level

Table 4 Effects of pretreatment temperature on sugar constituents(mg/100g) in fruit of ponkan after pretreatment (1992-1993)

Treatments	Sucrose	Glucose	Fructose	Total
Harvested on Dec.1 and analyzed on Dec.16				
4°C	5.49ab	1.57a	1.77a	8.83a
15°C	5.61b	1.37b	1.97b	9.31ab
25°C	5.18a	2.14c	2.41c	9.74b
Harvested on Dec.18 and analyzed on Jan.4				
4°C	5.5	1.57a	1.77a	8.83
15°C	5.3	1.61a	1.82a	8.71
25°C	5.3	2.02b	2.25b	9.56
Harvested on Jan.8 and analyzed on Jan.22				
4°C	6.3	1.82a	2.07a	10.19a
15°C	6.6	2.04b	2.39b	10.98ab
25°C	6.4	2.27c	2.59b	11.23b

Different letters within same day columns represent significant difference at 5% level

予措終了時の果実品質をみると (Table 3), いずれの収穫日でも 4°C 予措区では腐敗果は全く発生しなかった。12月1日収穫果と1月8日収穫果では25°C区で15°C区よりも腐敗果率が高く, 12月18日収穫果では15°C区で腐敗果の発生が多かった。果肉率は予措期間中の減量程度が大きい25°C予措区で高かった。す上がりの発生率は, いずれの収穫日にも4°Cと15°C予措区で25°C予措区よりも高く, 12月1日収穫果と1月8日収穫果ではその差は有意であった。糖度 (Brix) はいずれの収穫日とも25°C区で最も高く, 次いで15°C区であり, 4°C区で最も低かった。そして, 12月1日収穫果と12月18日収穫果では3処理区間差は有意であった。滴定酸含量は, 12月1日収穫果と12月18日収穫果では処理間に有意な差があり, 12月1日収穫果では4°C区>25°C区>15°C区の順, 12月18日収穫果では25°C区>4°C区>15°C区の順であった。糖酸比は12月1日収穫果では15°C区>25°C区>4°C区の順であり, 処理間差はいずれ

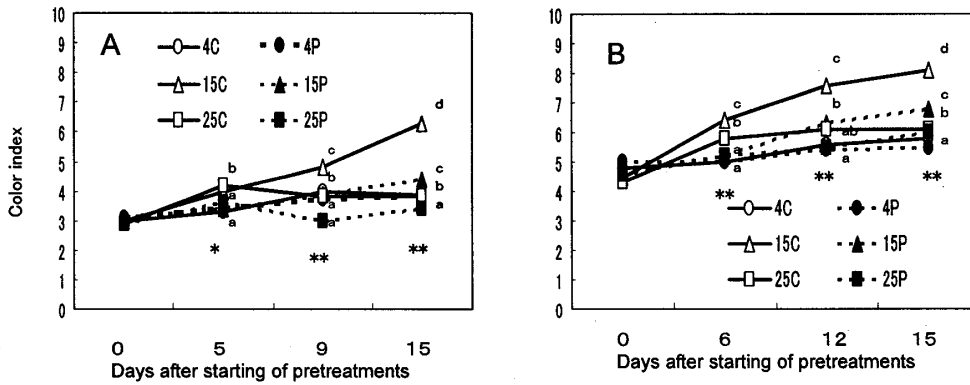


Fig.4 Effects of pretreatment temperature and polyethylene baggage on coloring of ponkan fruit during pretreatment (1994-1995).

A: Harvested on Dec.11, B: Harvested on Dec.28.

** and * represent significant difference at 1% and 5% level, respectively.

Different letters within same columns represent significant difference at 5% level.

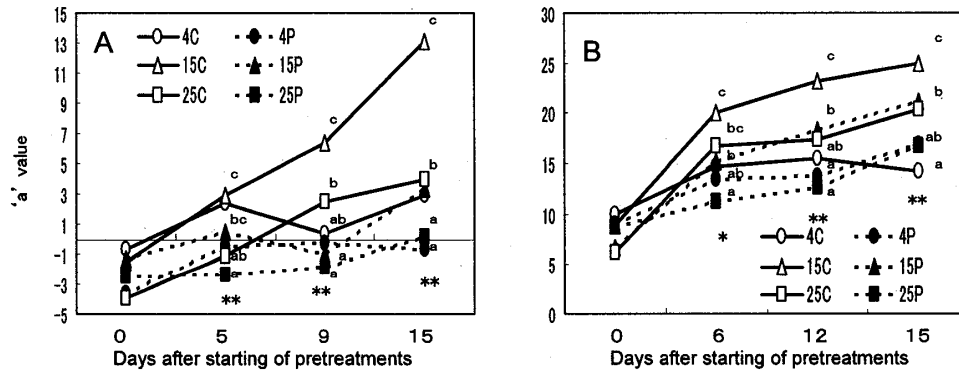


Fig.5 Effects of pretreatment temperature and polyethylene baggage on 'a' value of color difference meter of ponkan fruit during pretreatment (1994-1995).

A: Harvested on Effects Dec.11, B: Harvested on Dec.28.

** and * represent significant difference at 1% and 5% level, respectively.

Different letters within same columns represent significant difference at 5% level.

れも有意であった。12月18日収穫果では15℃区で25℃区と4℃区に比べて有意に高かった。1月8日収穫果では25℃区>15℃区>4℃区の順であったが、処理間差は有意ではなかった。

予措終了時の果汁の糖組成をみると (Table 4), 12月1日収穫果では25℃区のショ糖 (Sucrose) 含量は他2区より低かったが、ブドウ糖 (Glucose) と果糖 (Fructose) 含量が他2区よりも有意に高く、総糖含量も25℃区で最も高かった。12月18日と1月8日収穫果では、ブドウ糖、果糖および総糖含量は25℃区で最も高く、次いで15℃区>4℃区の順であった。ショ糖含量は処理間に差がなかった。

試験2. 予措温度とポリエチレン包装の有無がポンカンの果実品質に及ぼす影響 (1994-1995)

予措温度とポリエチレン包装の有無が果実の着色に及ぼす影響について Fig.4 に示した。12月11日収穫果では、15℃無包装 (以下裸) 区で着色の進展が最も大きく、次いで15℃ポリ

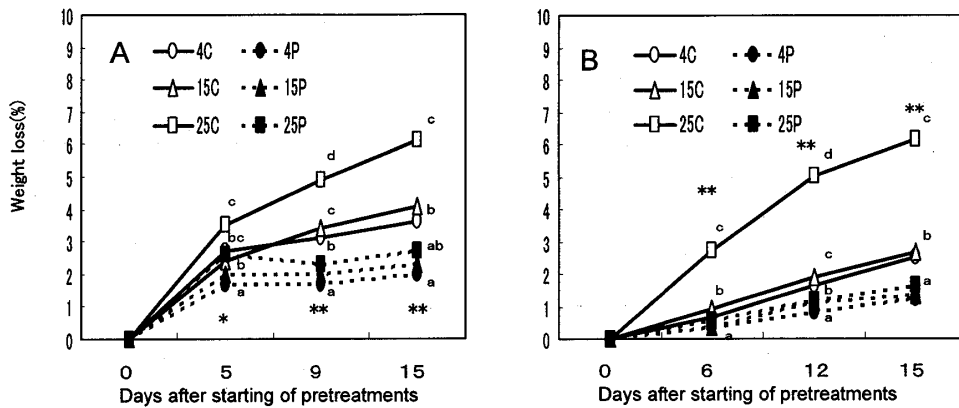


Fig.6 Effects of pretreatment temperature and polyethylene baggage on weight loss of ponkan fruit during pretreatment (1994-1995).

A: Harvested on Dec.11, B: Harvested on Dec.28.

** and * represent significant difference at 1% and 5% level, respectively.

Different letters within same columns represent significant difference at 5% level.

包装（以下包装）区であった。この両区の予措終了時の着色は他4区よりも有意に良好であった。25℃両区と4℃両区では着色の進展は僅かであり、これらの4区には差がなかった。12月28日収穫果でも15℃裸区の着色の進展が他区よりも有意に良好であった。次いで、15℃包装区であり、この両区の着色度は有意に高かった。12月28日収穫果では、25℃予措区で4℃予措区よりも着色が良好であった。25℃区では裸区で包装区よりも着色が良好であったが、その差は僅かであった。

果実側面部の色差計の‘a’値の推移をみると（Fig.5），12月11日収穫果では予措期間中15℃裸区で急激に、しかも他区に比べて有意に高くなった。次いで、25℃裸区>15℃包装区>4℃裸区>25℃包装区>4℃包装区の順であったが、25℃裸区、15℃包装区および4℃裸区との間25℃包装区および4℃包装区との間には有意な差は無かった。12月28日収穫果でも、15℃裸区で予措期間中の側面部‘a’値が大幅に進展し、他区よりも有意に高かった。次いで、15℃包装区、25℃裸区で高くなり、この両区の間には有意な差は無かった。25℃包装区、4℃裸区および包装区では‘a’値の進展は劣った。

予措期間中の減量歩合の推移を Fig.6 に示した。12月11日収穫果では25℃裸区の減量歩合が最も大きく、予措終了時点では6.1%も減量した。次いで、15℃裸区と4℃裸区であり、ポリ包装区の減量歩合は小さかった。ポリ包装区の減量歩合は25℃>15℃>4℃の順であったが、いずれも1.5%以下と低かった。12月28日収穫果では、25℃裸区の減量歩合は12月11日収穫果と同様に他区に比べて有意にかつ大幅に大きく、予措終了時点では6.13%にもなった。しかし、その他の予措区の減量程度は12月11日収穫果に比べて小さく、15℃裸区と4℃裸区で2.68%と2.53%であり、ポリ包装区では25℃区で1.65%、15℃区で1.33%、4℃区で1.25%であった。

予措期間中の腐敗果と果面障害（コハン症）発生の推移を Table 5 に示した。12月11日収

Table 5 Effects of pretreatment temperature and polyethylene baggage on decay and rind oil spot of ponkan fruits during pretreatment (1994-1995)

Treatments	Dec.11 ^z		Dec.16(5DAH ^x)		Dec.20(9DAH)		Dec.26(15DAH)	
	Decay(%)	Rind-oil spot(%)	Decay(%)	Rind-oil spot(%)	Decay(%)	Rind-oil spot(%)	Decay(%)	Rind-oil spot(%)
4C	0	1.39	0.0	1.72	0.0	1.39	0.0	1.17bc
4P	0	1.39	0.0	1.64	0.0	1.61	0.0	1.32c
15C	0	1.25	3.6	1.39	3.6	1.47	3.6	0.97abc
15P	0	1.14	0.0	1.57	0.0	1.57	0.0	0.93ab
25C	0	1.32	3.6	1.47	3.6	1.18	3.6	0.89ab
25P	0	1.25	3.6	1.36	3.6	1.04	3.6	0.64a

Treatments	Dec.28 ^y		Jan.3(6DAH)		Jan.9(12DAH)		Jan.12(15DAH)	
	Decay(%)	Rind-oil spot(%)	Decay(%)	Rind-oil spot(%)	Decay(%)	Rind-oil spot(%)	Decay(%)	Rind-oil spot(%)
4C	0	0.15	0.0	1.09	0.0a	1.22	0.0a	1.27c
4P	0	0.58	0.0	1.00	0.0a	1.18	0.0a	1.14bc
15C	0	0.22	0.0	0.94	3.6a	0.97	7.2a	1.07bc
15P	0	0.23	0.0	0.67	17.9ab	0.59	21.4ab	0.55a
25C	0	0.05	10.7	0.91	10.7a	0.91	14.3ab	0.77ab
25P	0	0.21	17.9	1.04	32.2b	0.83	32.2b	1.04ab

^z: Harvested on Dec.11, ^y: Harvested on Dec.28, ^x: Days after harvest

Different letters within same day columns represent significant difference at 5% level

Table 6 Effects of pretreatment temperature and polyethylene baggage on fruit qualities of ponkan after pretreatment (1994-1995)

Treatments	Fruit weight(g)	Fruit weight loss(%)	Flesh percent	Color index ^x	Granulation ^z	Brix(°)	Acidity(%)	Brix/acid
Harvested on Dec.11 and analyzed on Dec.26								
4C	133.1a	3.6b	77.1	3.9b	0.00a	12.6bc	1.02ab	13.2c
4P	163.9b	2.0a	76.5	3.8ab	0.34bc	12.0ab	1.04ab	12.3abc
15C	155.1b	4.1b	76.8	6.3d	0.19abc	11.5a	1.12c	10.9ab
15P	124.6a	2.3a	76.8	4.4c	0.06ab	12.3abc	1.23d	10.5a
25C	128.0a	6.1c	77.4	3.8ab	0.00a	12.9c	1.01a	13.2c
25P	162.4b	2.7a	75.4	3.4a	0.38c	12.4bc	1.05b	12.7bc
Harvested on Dec.28 and analyzed on Jan.12								
4C	154.3	2.5b	75.2	5.8ab	0.25	13.3b	0.90	15.3
4P	150.2	1.3a	74.0	5.5a	0.22	12.8a	0.93	14.2
15C	159.6	2.7b	74.6	8.1d	0.34	13.0ab	0.84	15.8
15P	151.4	1.3a	75.5	6.8c	0.16	12.8a	0.87	15.5
25C	160.6	6.1c	75.6	6.1b	0.31	13.3b	0.82	16.6
25P	162.9	1.7a	74.1	6.0ab	0.22	13.1ab	0.83	16.1

^z: Granulation ranked 0(no)-3(severe), ^x: Coloration ranked 0(green)-10(full color)

Different letters within same day columns represent significant difference at 5% level

穫果では予措開始後5日目に25℃両区と15℃裸区で腐敗果が3.6%発生し、その後腐敗は発生しなかった。コハン症は予措開始時点でも僅かに認められ、4℃包装区、15℃包装区および4℃裸区で幾分高く推移した。12月28日収穫果では、予措開始6日後には腐敗果は25℃区のみで発生した。その後は、25℃包装区で32.2%と最も高く推移し、次いで15℃包装区で予措開始12日後と15日後にそれぞれ17.9%および21.4%と高く、25℃裸区では予措開始それぞ

れ10.7%と14.3%であった。15℃裸区では3.6%と7.2%であったが、4℃区では腐敗果は発生しなかった。コハン症の発生は収穫日には12月11日収穫果よりも低く、予措期間中の発生も少なかった。予措終了時点では4℃裸区>4℃包装区>15℃裸区>25℃包装区>25℃裸区>15℃包装区の順であった。

予措終了時点の果実品質について Table 6 に示した。12月11日収穫果では、果実重は処理区間に有意な差があったが、予措温度とポリ包装の有無による一定の傾向は認められなかった。減量歩合は各予措温度区とも裸区でポリ包装区に比べて有意に大きかった。また、予措温度が高いほど減量歩合は大きく、裸区の予措温度間差は有意であった。果肉率は処理間に有意な差はなかったが、25℃区と4℃区では裸区で包装区よりも高かった。着色度は、前述したように15℃裸区で最も良好であり、次いで15℃包装区で良好であった。す上がり度は処理間に有意な差が認められ、25℃と4℃の包装区で高かった。糖度 (Brix) も処理間に有意な差があり、25℃両区、15℃包装区、4℃両区で高く、15℃裸区では低かった。滴定酸含量も処理間に有意な差があり、15ポリ包装区で他区に比べて有意に高かった。次いで、15℃裸区で高く、その他の処理区では低かった。糖酸比は25℃予措区では裸区で13.2、包装区で12.7と高く、4℃予措区でも裸区で13.2、包装区で12.3と高かった。15℃予措区では裸区で10.9、包装区で10.5と低かった。12月28日収穫果の予措終了時の果実品質をみると、果実重には処理間差が無かった。減量歩合はいずれの予措温度でも裸区でポリ包装区に比べて有意に高かった。予措温度別の比較を行うと、裸区では25℃区で6.1%と15℃区の2.7%および4℃区の2.5%よりも有意に高かった。ポリ包装区では予措温度による差はなかった。果肉率は処理間に有意な差はなかった。着色度は15℃裸区で最も高く、他区との間に有意差があった。次いで、15℃包装区で高く25℃および4℃予措区に比べて有意に高かった。4℃予措区の着色度は最も低く、25℃予措区では15℃区と4℃区の間程度の着色であった。す上がりは、いずれの予措温度でも裸区でポリ包装区よりも高い傾向にあったが、処理間には有意な差はなかった。糖度 (Brix) は、いずれの予措温度でも裸区で包装区よりもやや高かった。予措温度間の差は明確でなかった。滴定酸含量は、25℃区で最も低く、4℃区で最も高かったが、処理区間には有意な差はなかった。糖酸比も処理間に有意な差はなかったが、25℃区で最も高く、4℃区で最も低い傾向にあった。

考 察

鹿児島県での栽培が多い高しょう系ポンカンでは年内の着色果割合が低く、それが年末贈答用としての出荷のネックになっている。特に、鹿児島県の推奨品種の一つである‘吉田ポンカン’は果形良好、高糖・低酸、生理障害であるす上がりの発生も少なく、高品質果実を生産する品種である。しかし、‘吉田ポンカン’では減酸速度は速いものの、果皮の着色の進展が遅く、着色を基準とした収穫適期は1月中下旬とされている⁷⁾。特に、秋冬季が温暖

な年には‘果肉先熟現象’もみられ、着色の遅れが大きな問題となっている。従って、‘吉田ポンカン’を年末贈答用に出荷できれば、高価格が維持でき、ポンカン農家の経営安定の一助になるものと考えられる。そのため、鹿児島県でのポンカン銘柄産地である屋久島では、高しょう系ポンカンの年内出荷を目指して、11月下旬～12月上旬に果実を収穫した後エチレン (C_2H_4) ガスで脱緑色している。しかし、エチレンガス処理では葉緑素分解が作用機作である³⁾ことから、紅色が少ない黄色の果実になりがちである。一方、イヨカン、アマナツ、ハッサク、ネーブルオレンジなどの中晩生カンキツ類では収穫後の高温予措で着色、特に紅色の進展が大きいことが示されている²⁾。ポンカンでも高温予措による着色促進効果が期待できるが、その種の報告は少ない。

そこで本研究では、1992-1993年および1994-1995年の2年間にわたって高しょう系の‘吉田ポンカン’を供試して、異なる収穫時期別に高温予措を行い、予措温度と厚さ0.03mmのポリエチレン袋への包装の有無が予措期間中の着色、果実の減量、果面障害(コハン症)および果実品質に及ぼす影響について調査し、最適予措温度と予措方法について検討した。

その結果、予措期間中の果実の着色はいずれの収穫時期でも15℃予措区で最も促進された。次いで、25℃予措区であり、4℃予措区では着色の進展は僅かであった。収穫時期別にみると、1992-1993年は収穫時の着色度が3～4であった12月18日収穫果実で予措期間中に着色が最も進展し、予措6日には15℃予措区で5.3、25℃予措区で5.0になった。その後も着色の進展は大きく、予措17日後には15℃予措区で6.8、25℃予措区で5.8になった。一方、収穫時の着色がそれぞれ2～3と6～7であった12月1日収穫果と1月8日収穫果では予措期間中の着色の進展程度は小さかった。これは、12月1日収穫果では緑色の葉緑素の含量が高く、しかもカロチノイドの含量も低かったために、15℃や25℃で予措しても着色が順調に進展しなかった、一方、1月8日収穫果では既にかなり着色し、予措期間中の着色の進展程度が小さかったためと考えられる。1994-1995年には収穫時期は12月11日と12月28日の2回とし、ポリエチレン袋に包装して予措した場合と裸果実で予措した場合とを比較した。その結果、2回の収穫日の果実とも15℃予措で着色の進展が最も大きいことが再確認できた。ポリエチレン袋で果実を包装して予措すると、特に15℃予措区で裸果実での予措に比べて着色の進展が劣った。しかし、15℃包装区では2回の収穫日とも25℃の裸果および25℃包装区よりも着色は良好であった。果実の赤み(紅色)の指標となる果皮の色差計示度の‘a’値の予措期間中の推移も着色度の進展と同じであった。以上の結果、成熟期の着色が遅れやすい高しょう系‘吉田ポンカン’では、果実を着色度で3～4の時期(平年の鹿児島では12月中旬)に収穫し、15℃で10～15日間予措することで果実の着色が良好になることが明らかであった。

次いで、予措期間中の減量歩合をみると、1992-1993年、1994-1995年の両年とも25℃予措区で大幅に大きくなった。それに対して、15℃予措区の減量歩合は4℃予措区とほとんど差がなかった。さらに、ポリエチレン包装の有無による予措期間中の減量歩合について比較すると、ポリエチレン包装により予措期間中の減量歩合は大幅に低下し、25℃予措区でも15℃

および4℃予措区と差がなかった。しかし、25℃予措区では無包装区とポリ包装区の減量歩合に大きな差があったのに対して、15℃と4℃予措区では無包装区とポリ包装区との減量歩合の差はそれほど大きくなかった。この結果から、高しよ系‘吉田ポンカン’で着色を促進するために高温予措を行う場合には、前述したように15℃で予措すること、そして減量歩合を少なくするためにはポリ包装を行うことが重要であると思われた。しかし、ポリエチレン袋に包装して予措すると着色促進効果が幾分劣るので、着色促進を重視する場合にはポリエチレン袋での包装は必要ないことも示された。

一般に、高温予措を行う場合には果面の障害や腐敗果の発生に注意しなければならない^{5,6)}。さらに、ポリエチレン袋に包装して予措・貯蔵する場合にはポリ袋内は高湿度になるために、特に腐敗果の発生に注意しなければならない。予措期間中の腐敗果の発生は、ポリエチレン袋による包装を行わなかった1992-1993年にはいずれの収穫日でも処理間に有意な差は無かったが、4℃予措区では腐敗が全く発生しなかった(0%)のに対して、15℃および25℃予措区では、1.7%~8.3%の腐敗果の発生が認められた。ポリエチレン袋による包装を行った1994-1995年には、12月11日収穫果では予措開始5日目には25℃区と15℃区で腐敗が僅かに発生したが、ポリ包装の有無による差はなかった。12月28日収穫果では予措開始後6日目には25℃区で10%以上の腐敗が発生し、予措12日後と15日後には25℃区>15℃区の順に腐敗果が発生し、さらに両予措温度区でもポリ包装区で無包装区より大幅に腐敗が多かった。25℃ポリ包装区では、予措開始後12日目には32.2%もの腐敗が発生した。15℃ポリ包装区では予措開始後12日目と15日目にはそれぞれ17.9%と21.4%の果実が腐敗した。果面障害(コハン症)の発生は1992-1993年、1994-1995年とも4℃予措区で高かったが、ポリエチレン包装の有無による差は無かった。これらの点からみても、高温予措によるポンカンの着色促進には15℃が最適であるものと思われた。

予措終了時の果実品質についてみると、ポリエチレン包装を行わなかった1992-1993年にはいずれの収穫日にも減量歩合の大きかった25℃予措区で果肉率が最も高く、糖度(Brix)も最も高くなった。15℃予措区では果肉率は4℃予措区と大差なく、糖度(Brix)は25℃予措区より低いものの、4℃予措区よりも高くなった。滴定酸含量は、1月8日収穫果を除いて15℃予措区で最も低く、糖酸比も高くなった。1992-1993年には予措終了時の果汁の糖組成も調査したが、糖度(Brix)が最も高くなった25℃予措区ではブドウ糖(Glucose)と果糖(Fructose)含量が高くなったが、15℃予措区では各組成糖の上昇程度は大きくなかった。1994-1995年には、いずれの予措温度でもポリ包装区と無包装区との間で果肉率の差は小さかった。糖度(Brix)は25℃予措区で高く、さらにポリ包装区に比べて無包装区で高い傾向にあった。滴定酸含量は、25℃予措区で低い傾向にあったが、ポリ包装の有無による差はなかった。糖酸比は25℃予措区で最も高くなった。これらの点はウンシュミカンを用いた予措試験の結果^{4,5,6)}と同じであった。このように、予措終了時の果実品質面からみても、高しよ系の‘吉田ポンカン’の予措には15℃が最適であることが示された。

摘 要

高しゅう系の‘吉田ポンカン’の着色促進のための最適予措温度と収穫時期およびポリエチレン包装の効果について明らかにすることを目的として試験を行った。

その結果、‘吉田ポンカン’では、果実を着色度で3～4の時期（平年の鹿児島では12月中旬）に収穫し、15℃で10～15日間予措することで果実の着色が最も良好になることが明らかになった。一方、予措期間中の減量歩合を小さくするためにはポリエチレン袋による包装が効果的であったが、ポリエチレン包装では着色促進効果が幾分劣った。25℃予措では、15℃予措よりも着色促進効果が劣り、予措期間中の減量歩合が大きく果皮が萎び、腐敗果の発生も多くなった。4℃予措では着色促進効果が期待できないうえに、果面障害（コハン症）の発生も多くなった。予措終了時の果実品質面からみても、‘吉田ポンカン’の予措には15℃が最適であった。

引用文献

- 1) 東 明弘・岩田浩二・桑波田龍澤・児玉 香・時任俊廣・寺田悟志・有蘭重美・宮迫一郎：カンキツ新品種‘薩州’の特性。鹿児島県果樹試研報，2，9-14（1999）
- 2) 伊庭慶昭・福田博之・垣内典夫・荒木忠治（編）：果実の成熟と貯蔵。P. 1-359 養賢堂，東京（1985）
- 3) 北川博敏・足立修三・樽谷隆之：温州ミカンの着色促進に関する研究（第1報）エチレン処理の方法と葉緑素分解との関係。園学雑，40，190-194（1971）
- 4) 牧田好高：高温予措によるウンシュウミカン果実の減酸促進。園学雑，59(2)696-697（1990）
- 5) 宮田明義・橋本和光：高温予措の温度条件が青島温州の果実品質に及ぼす影響。山口大島柑試。柑キツに関する試験成績。66-67（1987）
- 6) 宮田明義・橋本和光：大津4号に対する高温予措が果実品質に津に与える影響。山口大島柑試。柑キツに関する試験成績。69-72（1987）
- 7) 山田彬雄：中晩生カンキツ品種の特性と栽培管理。園学シンポ，昭和63年秋，1-19（1988）

Summary

The effects of pretreatment temperature and polyethylene baggage on fruit quality, especially on coloring of peel of ‘Yoshida ponkan’ fruits during pretreatment were examined. These experiments were conducted during two seasons from 1992-1993 and 1994-1995. The optimum temperature, and

harvest stage for pretreatment and the effect of polyethylene baggage during pretreatments were estimated based on the results of these experiments. As a results, 'Yoshida ponkan' fruits harvested at 3-5 color index stage and stored at 15°C for 10-15 days pretreatment is colored more compared to 25°C and 4°C. Polyethylene baggage at 15°C is effective for prevention of weight loss during pretreatment, however degree of color acceleration is lower than non baggage fruits. Pretreatment at 25°C is less effective for coloration and higher weight loss and decay percent during treatment than 15°C, and fruits at 25°C wilted severely during pretreatment. Pretreatment at 4°C had no effect on coloration and also caused more rind oil spot occurrence. Fifteen°C was the best temperature on fruit quality after pretreatment.