

# カンキツ ‘不知火’ 果実のMA包装資材活用による長期貯蔵技術 第2報 ‘不知火’ 果実の長期貯蔵に適する温度

## Long-term Storage of MA Packing Citrus ‘Shiranuhi’ (2) Suitable Temperature for Long-term Storage of ‘Shiranuhi’ fruits

相川博志・北園邦弥\*・藤田賢輔\*\*・榊 英雄

Hiroshi AIKAWA, Kuniya KITAZONO, Kensuke FUJITA and Hideo SAKAKI

### 要 約

MA 包装資材で個装したカンキツ ‘不知火’ 果実の長期貯蔵における品質および貯蔵性に最適な貯蔵温度について検討した。3月下旬に収穫・予措した果実をMA個装し、貯蔵温度8℃、12℃、16℃、20℃および常温で検討した結果、12℃が果皮色および果肉色ともに最も優れ、食味も良好であった。貯蔵性においても12℃で貯蔵した果実は、腐敗果の発生がほとんど見られず、こはん症およびヘタ枯れ発生率も少なかった。そのためMA個装した‘不知火’果実の長期貯蔵温度は、12℃が最も適していることが明らかとなった。

キーワード：MA包装資材，‘不知火’，貯蔵温度

### I 緒言

第1報においてMA包装資材で個装（以下、MA個装という）したカンキツ ‘不知火’ 果実における貯蔵中の品質（糖度、クエン酸濃度）の推移などについて報告した。長期間の貯蔵では、果実品質と併せ、腐敗果やヘタ枯れ果、シオレや果皮障害などの貯蔵性も重要な要素であり、貯蔵温度が貯蔵性、果実品質、果皮色などに影響を及ぼすことが多くのカンキツ類で明らかとなっている<sup>1)</sup>。‘不知火’果実の貯蔵条件としては、貯蔵前の予措では3～5%、貯蔵温度は8℃前後が適している<sup>2)</sup>とされているが、MA個装‘不知火’果実の長期貯蔵に適した温度は明らかとなっていない。

本報では、MA個装‘不知火’果実の長期貯蔵における品質および鮮度保持に最も適した温度条件について検討した。

### II 材料および方法

試験には熊本県農業研究センター果樹研究所（以下、果樹研究所）に植栽された露地栽培の‘不知火’果実を供試した。果実を個装するMA包装資材は、厚さ0.025mm 大きさ200×250mmの延伸ポリプロピレンフィルム（OPP）包装を用いた。いずれの試験とも1袋に1個ずつ果梗部を上にして果実を入れ、熱シール機により密封した。

試験1 MA個装した果実の貯蔵温度と品質との関係

2010年3月26日および2011年3月27日に収穫し、1

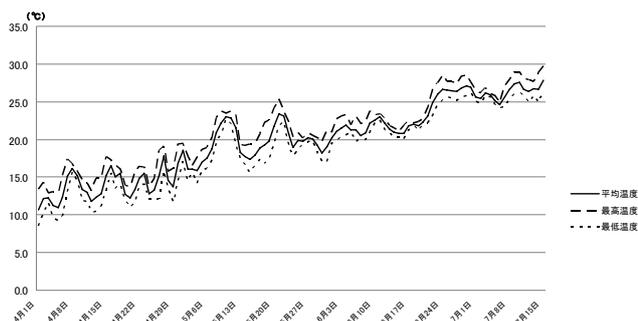
0日間で2～3%予措してMA個装した果実を8℃、12℃、16℃、20℃および常温で、4月上旬から7月中旬まで各区25～30果を貯蔵した。7月中旬に果実品質（果実重、果肉歩合、糖度、クエン酸濃度、果肉色、果皮色）および味の評価（食味、発酵臭）について調査を行った。

果実品質の果汁成分調査は、日園連式の酸糖度分析装置（NH-2000）を使用し、7月中旬（2010年7月15日、2011年7月12日）に各区6果ずつ糖度およびクエン酸濃度を測定した。果肉色については、カラーチャートを用い数値化した。果皮色については、色彩色差計（コニカミノルタ製 CR-400）を用い、果実赤道部の同一箇所を貯蔵前後に各区15果ずつ測定した。味の評価については、2011年7月12日に調査し、食味は、まずい(1)、ややまずい(2)、ふつう(3)、ややおいしい(4)、おいしい(5)の平均値。発酵臭は、全く感じない(0)、わずかに感じる(1)、感じる(2)、強く感じる(3)の平均値とした。なお、味の評価は40代（男性）研究員一人で全ておこなった。

試験2 MA個装した果実の貯蔵温度と貯蔵性との関係

2010年3月26日に収穫し、10日間で2～3%予措した果実をMA個装して、8℃、12℃、16℃、20℃および常温で、4月1日から7月15日まで各区25～30果ずつ貯蔵した。4月15日、6月4日、7月15日に果実の減量歩合および腐敗、果皮障害（こはん症）、ヘタ枯れの発生率について調査した。

\*：農林水産部農業技術課 \*\*：農業研究センター天草農業研究所



第1図 常温貯蔵庫内の温度推移(2011年4月1日～7月15日)

### III 結果および考察

#### 試験1 MA個装した果実の貯蔵温度と品質との関係

常温貯蔵庫内の温度推移について第1図に示した。貯蔵期間(2011年4月1日から7月15日)における各月の平均温度は、4月:13.8°C、5月:19.5°C、6月:23.0°C、7月:26.3°Cであり、5月中旬以降は、貯蔵庫内の最高温度は20°Cを超え、6月になると最低温度も20°C以上であった。

MA個装‘不知火’果実の貯蔵温度と品質との結果を第1表に示した。果肉歩合は、貯蔵温度による明らかな差は見られなかった。糖度および糖酸比は、常温区を除き貯蔵温度が低いほど高くなる傾向にあり、クエン酸濃度は貯蔵温度が低いほど低くなる傾向が見られたが、明らかな差ではなかった。

第1表 貯蔵温度の違いがMA個装した‘不知火’果実の品質に及ぼす影響

貯蔵温度	1果重	果肉歩合	糖度(Brix)	クエン酸濃度	糖酸比	果肉色	味の評価	
							食味	発酵臭
8°C	293	78.1	14.5	0.91	16.2	8.2	3.5	0.2
12°C	277	78.0	14.5	0.92	15.9	8.4	4.0	0.0
16°C	297	77.6	14.0	0.93	15.1	7.4	3.5	0.7
20°C	286	78.8	13.9	0.99	14.1	6.1	3.2	1.0
常温	279	78.9	14.1	0.88	16.2	6.1	3.4	1.5

注1) 2010年、2011年ともに3月下旬収穫、7月中旬調査(数値は2010年と2011年の平均値)

2) 果肉色はカラーチャート値で数値が大きいほど濃い

3) 食味(2011のみ)は、まずい(1)、ややまずい(2)、ふつ(3)、ややおいしい(4)、おいしい(5)の平均値

4) 発酵臭(2011のみ)は、全く感じない(0)、わずかに感じる(1)、感じる(2)、強く感じる(3)の平均値

カンキツ‘不知火’果実をポリエチレンフィルムで包装して貯蔵した場合、果汁中の糖度は、貯蔵温度にかかわらずほとんど変わらず、酸含量(クエン酸濃度)は、低下し、温度が低いほど高い酸含量を維持するとされている<sup>3,4)</sup>。他の中晩生カンキツの貯蔵試験においても、糖度は貯蔵温度による差はないが、酸は貯蔵温度が高いほど呼吸で消費されるため低下しやすいことが明らかにされている<sup>5,6)</sup>。一方、満田らは、0.02mmポリエチレンフィルムで個装した果実を5°C、10°C、15°C、20°Cでそれぞれ40日間貯蔵した場合、クエン酸濃度は20°Cより5°Cで低い傾向にあったが有意な差は認められず、糖度

についても処理間で有意な差がなかったと報告<sup>7)</sup>している。今回の結果は、池田らの報告<sup>3,4)</sup>とは異なり貯蔵温度が低いほどクエン酸濃度が低く、糖酸比が高くなる傾向にあったものの、明らかな差ではなかった。一般的に‘不知火’の果実は個体による品質のバラツキが大きいことが知られており<sup>8)</sup>、そのことが本試験や満田らの報告<sup>7)</sup>のように貯蔵温度とクエン酸との関係に明らかな傾向が認められなかったものと思われる。

果皮色は、12°C区が8.4と最も優れ、20°C区および常温区は6.1と最も劣った。ウンシュウミカンでは収穫後の果実を20°Cにおくと果皮および果肉の総カロテノイド含量は5°Cあるいは30°Cより多くなり、20°Cがカロテノイド含量の維持・増強効果に優れていると報告<sup>9)</sup>されている。‘不知火’においても温度が果肉中のカロテノイド含量に影響を及ぼし、20°C以上の温度では貯蔵中における果肉色の変化は少ないものの、8~12°Cでは果肉色が濃くなり、特に12°Cが最も濃かったことから、収穫後の‘不知火’果実は、12°C前後で貯蔵することにより果肉色が良好となるものと思われる。

味の評価は、食味では12°C区が4.0と最も高く、他の処理区より良好であった。また、発酵臭は12°C区では全く感じられなかったが、20°C区と常温区ではわずかに感じられた。ポリ個装した‘不知火’果実を低温貯蔵(温度5°C、湿度95%)した場合は、新鮮で貯蔵臭はほとんどなく食味も良好であるが、常温貯蔵では貯蔵臭があり鮮度も劣るとされており<sup>10)</sup>今回の結果とほぼ一致した。つまりMA個装‘不知火’果実は貯蔵温度が20°C以上では変化しやすく12°C程度の貯蔵温度が果実の鮮度保持するだけでなく、果肉色および食味が良好となる適温と考えられる。

貯蔵前と貯蔵後における貯蔵温度別の果皮色の変化を第2表および第2図に示した。果皮色のa値は、16°C以下では増加しており、12°C区で最も増加していた。20°C区では変化がなく、常温区では減少していた。b値は、8°C区を除きやや減少していたが、ほとんど変化がなかった。そのためa/b値は、a値と同様16°C以下で増加しており、12°C区の増加率が著しく高かった。

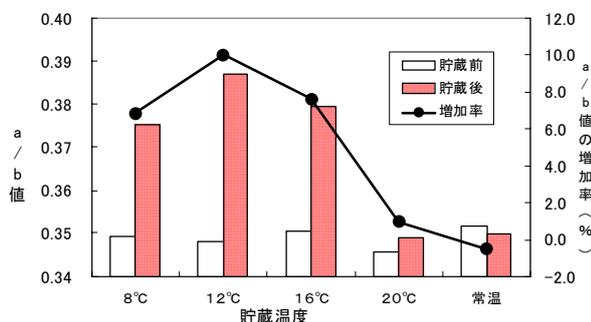
第2表 貯蔵温度の違いがMA個装‘不知火’果実の果皮色に及ぼす影響

貯蔵温度	3月下旬			7月中旬			a値増減率	b値増減率	a/b値増減率
	a値	b値	a/b値	a値	b値	a/b値			
8°C	24.9	71.4	0.35	27.2	72.5	0.38	9.0	1.6	7.4
12°C	25.0	71.7	0.35	27.6	71.3	0.39	10.4	-0.7	11.1
16°C	24.9	71.1	0.35	26.8	70.7	0.38	7.6	-0.6	8.3
20°C	24.7	71.6	0.35	24.9	71.4	0.35	0.7	-0.3	1.0
常温	25.2	71.7	0.35	24.8	70.8	0.35	-1.8	-1.3	-0.5

注1) 数値は2010年と2011年の平均値

2) 果実の収穫、MA包装は3月下旬、温度処理期間は4月上旬~7月中旬

カンキツ類の貯蔵温度が果皮色に及ぼす影響については、これまで多くの報告<sup>9,11)</sup>がなされているが、果皮色が最も濃くなる温度は品種により異なり、満田らはポリ個装した‘不知火’果実を5℃、10℃、15℃、20℃でそれぞれ40日間貯蔵した場合、a/b値の増加率は10℃が最も高く、20℃区が最も低いと報告<sup>7)</sup>しており、今回の結果とほぼ一致していた。つまり‘不知火’果実は、貯蔵温度が20℃以上になると果皮の赤味は退色し、それ以下の温度では赤味が増加する。特に12℃の果皮色が最も濃くなったことから、果肉色だけでなく果皮色ともに優れる12℃がMA個装‘不知火’果実の品質に最も適した貯蔵温度と言えよう。



第2図 MA個装した‘不知火’果実における貯蔵前後の果皮色(a/b値)の変化  
 注1) 数値は2010年と2011年の平均値  
 注2) 3月下旬に果実を収穫し、MA包装資材で個装。温度処理期間は4月上旬～7月中旬

試験2 MA個装した果実の貯蔵温度と貯蔵性との関係

貯蔵温度の違いによる減量歩合および腐敗果、果皮障害(こはん症)、ヘタ枯れの発生率について第3表に示した。貯蔵期間中(2010年4月1日から7月15日)における減量歩合は、貯蔵温度が高い区ほど高くなり、20℃区で最も高く2.36%で、常温区も2.04%と高かった。8℃区および12℃区は0.84~0.91%と低かった。‘不知火’果実は、予措後、1月末から5月中旬までポリ個装し貯蔵した場合、5℃は減量が少なく、10℃、15℃では30日後から果実の蒸散や腐敗による減量が多くなると報告さ

れており<sup>12)</sup>、今回の結果も同様の傾向にあった。このことは、MA個装‘不知火’においても貯蔵温度が高くなるにつれ、減量歩合は高くなり、12℃以下では極めて少ないものと考えられる。

果実の貯蔵性は、腐敗果の発生率(累積腐敗果率)が常温区で26.7%と最も高く、8℃区および12℃区は3.3%と低かった。カンキツ類の貯蔵中における腐敗の発生は、貯蔵温度の影響が大きく、高温・高湿で発生しやすく、一般的には温度が10℃以上になると発生が著しく多くなるとされている<sup>2)</sup>。本試験において12℃以下では腐敗果の発生が少なく、常温貯蔵で腐敗が多く発生した。すなわち常温貯蔵庫内の温度は、5月中旬には20℃以上、6月下旬には25℃以上となったため(第1図)、MA包装資材による貯蔵であっても高温により腐敗しやすくなったものと思われる。

果皮障害(こはん症)の発生率は、8℃区および12℃区は0%と発生が見られず、16℃以上では3.3%~16.7%発生した。中晩生カンキツの貯蔵中におけるこはん症の発生は、ハッサクでは11℃以上が発現の臨界温度とされており、8℃では発生せず<sup>13,14)</sup>、ポリ個装した‘清見’は10℃では貯蔵期間が長くなるとこはん症が発生するが、5℃貯蔵ではほとんど発生しないと報告<sup>15)</sup>されている。‘不知火’では、予措および貯蔵期間の温度が15℃以上になるとこはん症が発生し、10℃以下では発生しないと報告<sup>16)</sup>され、本結果も同様の傾向にあった。これらのことから、MA個装した‘不知火’果実の長期貯蔵には、8~12℃が減量歩合は1%以下でこはん症の発生がなかったことから、貯蔵に適した温度と考えられる。

ヘタ枯れの発生率は、8℃区26.7%、12℃区6.7%、16℃区13.3%、20℃区16.7%、常温区23.3%であり、ヘタ枯れの発生は12℃が最も少なかった。

‘不知火’のヘタ枯れの発生は、10℃より発生し、温度が高いほど発生度は高くなるとされているが<sup>16)</sup>、本試験では8℃区のヘタ枯れ発生が最も多かった。しかし、その他の貯蔵温度では、温度が高くなるほどヘタ枯れの

第3表 貯蔵温度の違いがMA個装した‘不知火’果実の減量と障害発生に及ぼす影響(2010)

貯蔵温度	減量歩合(%)		累積腐敗果率(%)		こはん症発生率(%)			ヘタ枯れ発生率(%)	
	4/1~6/4	4/1~7/15	4/1~6/4	4/1~7/15	4/15	6/4	7/15	6/4	7/15
8℃	0.52	0.84	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0	6.7	26.7
12℃	0.79	0.91	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	6.7	6.7
16℃	1.33	1.83	10.0	10.0	3.3	13.3	16.7	13.3	13.3
20℃	1.73	2.36	6.7	6.7	0.0	3.3	3.3	13.3	16.7
常温	1.50	2.04	20.0	26.7	0.0	13.3	13.3	6.7	23.3

発生が多くなり、これまでの報告と同様の傾向にあった。なお、本試験における8℃区でヘタ枯れの発生が多くなった原因については不明である。

以上の結果から、MA個装した‘不知火’果実の長期貯蔵には、果皮色や果肉色が最も優れ、減量歩合は少なく、しかも腐敗果およびこはん症の発生が見られない12℃が最も適した温度と言えよう。

#### IV 引用文献

- 1) 伊庭慶昭 (2000) : 貯蔵環境と貯蔵の基礎 果樹園芸大百科カンキツ 農文協 pp. 624-630.
- 2) 牧田好高 (2002) : 農業技術大系果樹編カンキツ I-1 農山漁村協会 pp. 355-367.
- 3) 池田浩暢・山下純高 (2006) : 九州農業研究発表会 専門部会発表要旨集, 69, 216.
- 4) 松添直隆・園師一文・森綾子・有田愛・我如古菜月・近藤謙介・木村宏和・藤田賢輔・白土英樹 (2009) : 日本食品保蔵科学会誌, 35 巻 6 号, 301-308.
- 5) 伊庭慶昭・長谷川美典 (1982) : 園芸学会昭和 57 年度春季大会研究発表要旨, 384-385.
- 6) 富永茂人・大東宏 (1982) : 四国農場試験場報告, 40, 92-127.
- 7) 満田実・坂西英・藤田賢輔 (2001) : 九州農業研究, 第 63 号, 212.
- 8) 平山秀文・藤田賢輔・磯部暁・重岡開 (1996) : 熊本県農業研究センター研究報告, 第 5 号, 125-139.
- 9) Matsumoto H. et al (2009) J. Agric. Food chem, 57, 4724-4732.
- 10) 政本泰幸・加美豊・高木信雄 (2007) : 愛媛果樹試験研報, 第 21 号, 35-40.
- 11) 長谷川美典・伊庭慶昭 (1983) : 果樹試験場報告 B 興津, 10 号, 119-128.
- 12) 熊本県 農業の新しい技術 (No456) .
- 13) 近泉惣次郎 (2007) : 愛媛大学農学部紀要, 52, 13-123.
- 14) 佐藤瑞穂・佐藤隆・三股正・白石利雄 (1985) : 大分県柑橘試験場研究報告, 第 3 号, 11-20.
- 15) 池田浩暢・茨木俊行 (1995) : 福岡県農業総合試験場研究報告, 14 号, 150-153.
- 16) 熊本県 農業の新しい技術 (No298) .

#### Summary

##### Long-term Storage of MA Packing Citrus 'Shiranuhi'

##### (2) Suitable Temperature for Long-term Storage of 'Shiranuhi' fruits

Hiroshi AIKAWA, Kuniya KITAZONO, Kensuke FUJITA and Hideo SAKAKI

We examined the storage temperature that was most suitable for storability of the fruit quality in the long-term storage of the citrus fruit 'Shiranuhi' fruit which did with MA packing material and the fruit. As a result of MA doing the fruit which did crop, pretreatment in the end of March, and having examined it at storage temperature 8 degrees Celsius, 12 degrees Celsius, 16 degrees Celsius, 20 degrees Celsius and normal temperature, 12 degrees Celsius was colored rind of a fruit, and a flesh of fruit color was superior most, and eating quality was good. Almost none of the outbreak of corruption fruit was seen, and the degree of rind-oilspot symptom and a calyx died, and, as for the fruit which I stored at 12 degrees Celsius in the storability of the fruit, there were few incidences. As for the long-term storage temperature of the 'Shiranuhi' fruit which did MA packing, it was thought that 12 degrees Celsius was suitable most.