

## キンカン果実の成熟に対するエセホン処理の影響

橋永文男・伊藤三郎

(青果保蔵学研究室)

昭和59年8月10日 受理

### Effect of Ethephon on the Maturity of Meiwa Kumquat Fruit

Fumio HASHINAGA and Saburo ITOO

(Laboratory of Postharvest Physiology and Preservation  
of Fruits and Vegetables)

#### 緒 言

エセホン (2-クロロエチルホスホン酸) はエチレンを発生して植物に対して種々の生理作用を示し、とくに果実に対しては着色促進 (クロロフィルの分解および色素の合成) や硬度の低下、落果促進などが知られている<sup>6,9,14)</sup>。非クライマクテリック型果実を用いた収穫前の散布実験ではボンカンやキンカンの着色促進<sup>7,8)</sup>、ウンシュウミカンの浮き皮発生に関する研究<sup>11)</sup>、ブドウにおける可溶性固形物の増加<sup>12)</sup>、パイナップルでの酸の低下<sup>13)</sup>等の研究が最近報告されている。前報<sup>4)</sup>のボンカン果実に対するエセホン処理の効果と同様にキンカン果実に対して実験したものを一部まとめて報告する。

#### 材 料 と 方 法

##### 1. 実験材料

鹿児島県加世田市のニンボウキンカン (*Fortunella crassifolia* Swingle) 20 樹 (6, 7 年生) をエセホン散布区と対照区に分け、処理区は 400 ppm のエセホンを 1976 年 10 月 30 日に散布し、次年度は 11 月 1 日に散布したのち、2 週間おきに各樹から 10 個ずつ果実をランダムに採取した。大きさ順に並べ、両端の果実から 20 個ずつ除いた各区 60 個の代表的果実について分析した。採取直後の分析に 30 個使用したのち残り 30 個を 2 分しポリエチレンフィルム (0.03 mm) に入れ開封で貯蔵試験 (10℃ と常温) した。

##### 2. 測定法

果皮色の L, a, b 値を測色色差計 (日本電色工業製, ND-K6B 型) を用いて測定した。また SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動によってタンパク質の分布を調べた。すなわちアセトン粉末に 50 倍の 0.1 M クエン酸ナトリウム緩衝液 (pH 6.0) を加えて抽出したのち、10% ポリアクリルアミドゲルに新鮮物重が一定に

なるように換算して加え、スラブ電気泳動装置 (東洋製作所, SPG-1400 型) で泳動 (20 mA) した。ゲルのタンパク質はクーマシーブリリアントブルーで染色した。糖、酸、全窒素も前報<sup>4)</sup>にしたがって測定した。

#### 結 果

##### 1. 果皮色の変化

エセホン散布前から収穫期までの果皮色を Fig. 1 に示した。L, a, b 値とも成熟につれて対照区より増

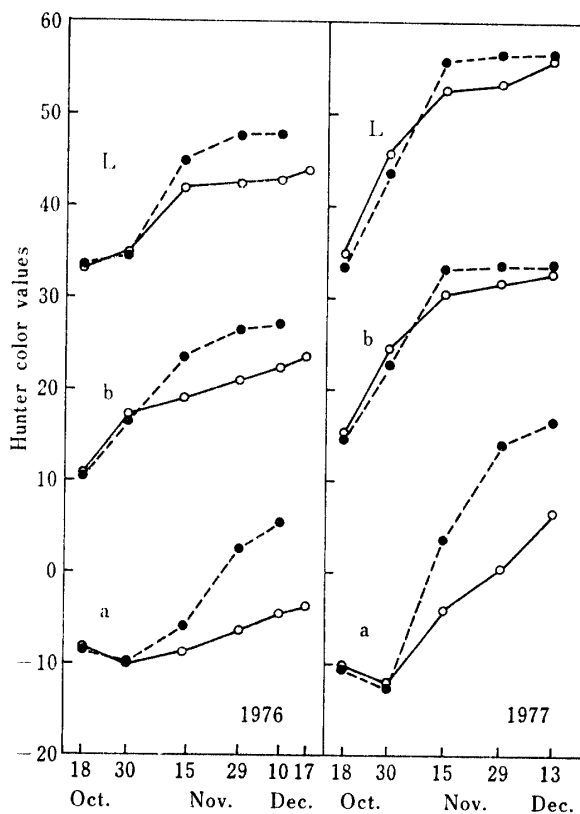


Fig. 1. Effect of ethephon treatment on the color of kumquat fruit.  
●---● Ethephon treatment  
○—○ Control

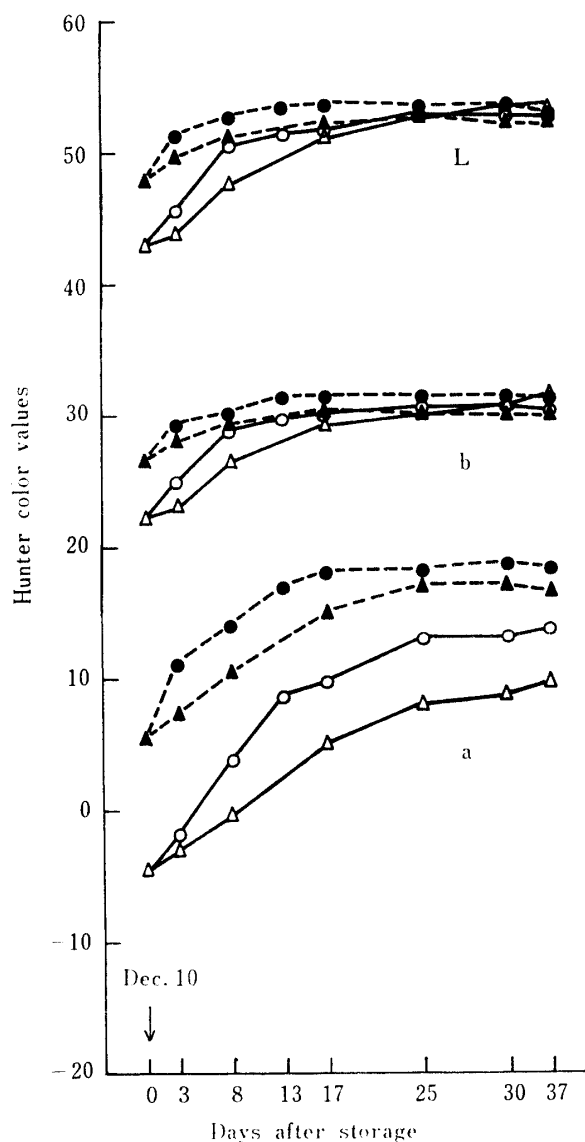


Fig. 2. Changes in the color of ethephon-treated kumquat fruit during storage.

●—● Ethephon treatment, R.T.,  
○—○ Control, R.T.  
▲—▲ Ethephon treatment, 10°C,  
△—△ Control, 10°C

加し、とくに a 値の増加は顕著であった。採取後 10°C と常温に貯蔵したときの果皮色を Fig. 2 に図示した。エセホン処理・常温区の方が対照区より L, a, b 値の増加が促進された。貯蔵の初期では無処理・10°C 貯蔵が最低であったが、L 値と b 値は貯蔵 25 日以降では対照区と差がなくなり、37 日目では無処理・10°C 区が最も高くなった。

## 2. 果実の物理的特性

キンカンの平均果実重はエセホン処理区の方が無処

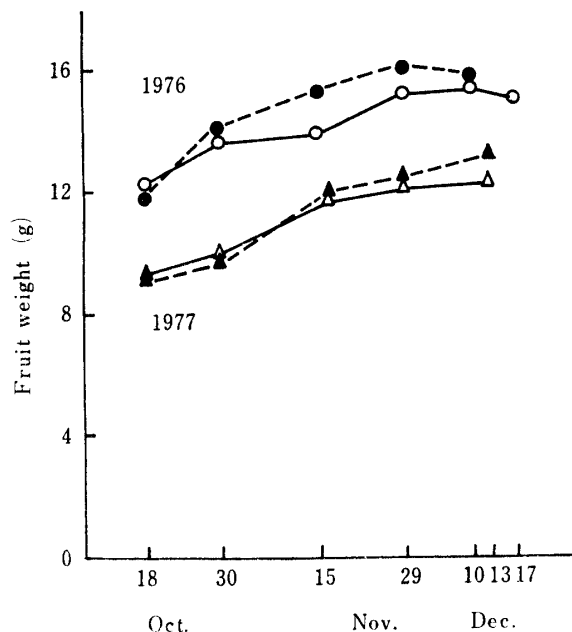


Fig. 3. Effect of ethephon treatment on the fruit-weight of kumquat.

●—● Ethephon treatment  
○—○ Control  
▲—▲ Ethephon treatment  
△—△ Control

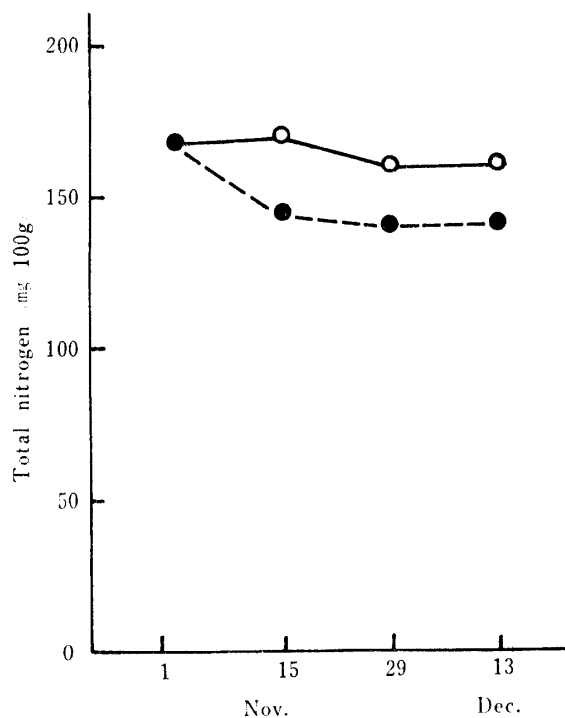


Fig. 4. Effect of ethephon treatment on the total nitrogen in the peel of kumquat fruit.

●—● Ethephon treatment  
○—○ Control

理区より早く増加し、しかも適熟期の状態で比較しても処理区の方が5%大きかった (Fig. 3). 同じ樹を翌年使用した結果、両区とも平均果実重が2~3 g小さかったが、前年と同様処理区の平均果実重は対照区より大きくなった。果皮率はエセホン処理後1カ月で無処理区より多くなったにもかかわらず、搾汁率もエセホン処理区で増加の傾向を示した (Table 1).

### 3. 果実成分

Table 1 に示したように遊離酸および全酸は処理区の方が顕著に低下した。これに対し糖度の経時的な増加速度は処理によりわずかに速められる傾向を示した (Table 2)。また糖は果皮の方が果肉より多く、完熟果の糖含量はショ糖、果糖、ブドウ糖の順であり、処理区と無処理区では有意な差が認められなかった。果皮では散布前の糖含量が低かった処理区の方が最終的には無処理区より多くなった。いっぽう果皮の全窒素は Fig. 4 から明らかなようにエセホン処理区の方が

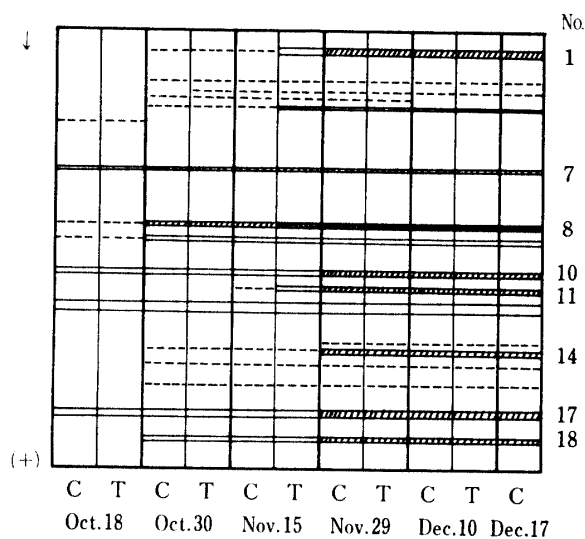


Fig. 5. Effect of ethephon treatment on the protein in the flesh of kumquat fruit.

T: Test C: Control

Table 1. Effect of ethephon treatment on kumquat fruit

Characteristics	Oct. 18		Oct. 30		Nov. 15		Nov. 29		Dec. 10		Dec. 17
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C
Fruit weight, g	12.2	11.7	13.6	14.1	13.9	15.2	15.2	16.0	15.3	15.8	15.0
Peel/ fruit, %	35.4	34.8	34.0	31.9	34.7	33.0	30.1	30.7	31.0	33.1	33.8
Seed/ fruit, %	8.2	7.9	6.9	7.0	7.3	6.4	6.3	5.0	6.3	5.4	6.5
Juice/ fruit, %	36.1	34.4	35.3	36.5	33.4	35.1	33.9	35.6	34.7	35.8	33.3
Brix	9.2	9.5	11.0	11.8	13.4	13.6	13.8	14.4	14.4	14.9	15.1
pH	2.75	2.65	2.80	2.83	2.80	2.90	2.90	2.98	3.00	2.95	2.97
Free acid, %	3.61	3.40	2.97	2.85	2.41	2.28	2.47	2.01	2.43	2.09	2.37
Total acids, %	3.89	3.97	3.30	3.20	3.06	2.82	2.98	2.63	3.07	2.76	2.68

T: Ethephon 400 ppm, Nov. 1, 1976 C: Control

Table 2. Effect of ethephon on the sugar composition of kumquat fruit

Sugar (%)	Oct. 18		Nov. 1		Nov. 15		Nov. 29		Dec. 13	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
[Flesh]										
Fructose	1.5	1.6	2.5	2.7	3.0	3.1	3.4	3.3	3.3	3.3
Glucose	2.0	1.6	2.3	2.1	2.4	2.5	2.6	2.5	2.7	2.5
Sucrose	1.9	1.9	3.3	2.4	3.8	3.2	3.8	3.9	4.7	4.6
Total sugars	5.4	5.1	8.1	7.2	9.2	8.8	9.8	9.8	10.7	10.4
[Peel]										
Fructose	3.0	2.0	3.4	3.1	4.0	3.7	4.3	4.1	4.6	4.3
Glucose	2.6	2.2	2.8	2.7	3.1	2.9	3.1	3.2	3.7	3.2
Sucrose	2.1	2.5	3.6	3.2	3.7	3.6	5.2	4.9	4.8	5.4
Total sugars	7.7	6.7	9.8	9.0	10.8	10.2	12.5	12.2	12.7	12.9

C: Control T: Test Inositol: 0.04-0.08%

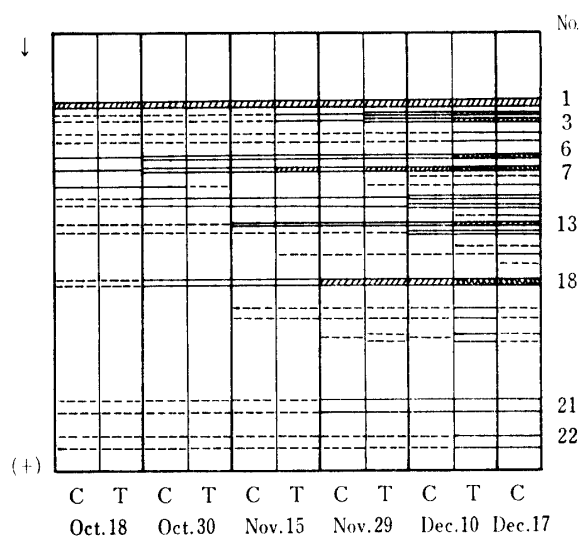


Fig. 6. Effect of ethephon treatment on the protein in the peel of kumquat fruit.

T: Test C: Control

低かった。

#### 4. タンパク質の分布

果皮・果肉とも成熟につれてタンパク質バンドは増加し、濃度も濃くなっていったが (Figs. 5, 6), この傾向はまたエセホン処理により助長された。しかし処理によって新しいタンパク質バンドが出現するというようなことはなかった。

#### 考 察

キンカン果樹にエセホンを立木散布した結果、対照区に比べてa値が顕著に増加した。また貯蔵中の温度と貯蔵期間によって色調が変化し、常にエセホン処理区では常温区の方が低温区より高くなった。これはエチレン処理したカンキツのカロチノイドの合成促進、とくにβ-シトラウリンやクリプトキサンチン<sup>15)</sup>などの合成は温度が高いほど増加するためと考えられる。

果実重はエセホン処理により兩年とも対照区より増加した。しかし2年目は着果量が多かったことと降雨量が非常に少なかったことのため両区とも平均果実重が小さくなっていた。エセホン処理により果皮率の増加と果皮の全窒素の減少傾向を示したことから、前報<sup>4)</sup>のボンカンにおいて果実重と果皮率の増加が認められたことから果皮の方がより大きくなるものと考えられる。これはエセホン処理により果実比重が小さくなること<sup>10)</sup>および浮き皮の発生を促進し果皮部分を増加させる<sup>11)</sup>という報告によっても支持される。

酸含量はエセホン処理で有意に減少したが、グリッ

クスや糖含量は低下しなかった。しかし高濃度のエセホン処理では、報告されているように<sup>1,5)</sup> 糖含量の減少が起こるのであろう。そのほか遊離アミノ酸のうちプロリンとアルギニンの増加が認められている<sup>3)</sup>。また収穫後のエセホン処理で酸度やビタミンCの減少もみられている<sup>2)</sup>。同様に非クライマクテリック型果実であるパイナップルにエセホン処理した実験では処理時間が遅れるほど酸含量が少なく可溶性固形物は増加する傾向にあった<sup>13)</sup>。したがって散布するエセホンの濃度および時期が重要であり、適量ならば糖が増加する可能性もあるが、過多になると落葉はもちろん糖の低下をも引き起こすであろう。

また、果肉と果皮のタンパク質バンドの変化からはエセホンによる特殊なタンパク質の合成が認められないことから、成熟の促進のみを引き起こしているものと考えられる。

#### 要 約

エンボウキンカン (*Fortunella crassifolia* Swingle) にエセホンを 400 ppm 立木散布し、2週間ごとに果実を採取し、処理果実と無処理果実の物理的、化学的成分について比較した。

果色はエセホン処理により促進され、とくに赤色の増加が顕著であった。貯蔵果は経過日数にしたがってL, a, b値が増加し、エセホン処理・常温区が高く、無処理・10℃区が最も低かった。25日以降はL値とb値はそれぞれ処理区間で差がなくなった。

平均果実重はエセホン処理により5%多くなり、果皮率と果汁率もわずかに増加した。酸含量はかなり減少したが、糖組成には有意な差が認められなかった。またポリアクリルアミドゲル電気泳動によるタンパク質のパターンはエセホン処理により熟度が促進されることを示した。

**謝辞** 本研究の一部は文部省科学研究費(特定研究)の助成を受けて行ったものである。有益なる御助言を頂いた本学農学部岩堀修一教授、エセホン散布に御協力頂いた加世田市農協米山三夫氏、キンカン園を使用させてもらった石原 颯氏、実験に協力下さった篠原準一、大和文明、西 保則諸氏に併せて謝意を表する。

#### 文 献

- 1) Daito, H. and Hirose, K.: II. Effects of Ethrel (ethylene-releasing compound) on the acceleration of coloring and carotenoid pattern of the Natsudaidai (*Citrus natsudaidai* Hayata). *Bull. Hort. Res. Sta., JAPAN Ser. B, No. 10*, 35-48 (1970)

- 2) Gupta, O. P., Chauhan, K. S. and Daulta, B.S.: Effect of Ethrel on the storage life of citrus fruits. *Haryana Agr. Univ. J. Res.*, **13** (3), 458-463 (1983)
- 3) 橋永文男・岩堀修一・伊藤三郎: キンカン果実に対するエスレル処理の影響. 昭53秋園芸学会研究発表要旨, 380-381 (1978)
- 4) 橋永文男・西保則・大和文明・伊藤三郎: ボンカン果実の成熟に対するエスレル (2-Chloroethyl-phosphonic acid) 処理の影響. 鹿大農学術報告, **30**, 55-61 (1980)
- 5) 広瀬和栄・山本正幸・大東 宏: カンキツの着色促進に関する研究, 第1報. エスレル (エチレン発生剤) 処理による温州ミカンの着色促進効果について. 園試報 **B**, **13**, 17-35 (1970)
- 6) 岩堀修一: 柑橘における生長調節物質の利用. 植物の化学調節, **18**(1), 26-37 (1983)
- 7) 岩堀修一・富永茂人・大畑徳輔: エスレルによるボンカン果実の着色促進. 鹿大農学術報告, **No. 27**, 7-13 (1977)
- 8) 岩堀修一・米山三夫・大畑徳輔: エスレルによるキンカン果実の着色促進. 鹿大農学術報告, **No. 29**, 43-48 (1979)
- 9) 禰 泰雄: 農業および園芸分野におけるエスレル実用面について. 植物の化学調節, **8**(2), 84-96 (1973)
- 10) 真子正史・大垣智昭: 温州ミカンの着色促進に関する試験, エスレル (エチレン発生剤) の効果と実用性について. 神奈川園研報, **19**, 13-20 (1971)
- 11) 間亭谷 徹・河瀬憲次・禰 泰雄・平井康市: ウンシュウミカンの浮皮に及ぼすエチレンの影響. 園学雑, **52**(3), 238-242 (1983)
- 12) Morris, J. R. and Cawthon, D. L.: Effects of ethephon on maturation and postharvest quality of 'Concord' grapes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **106**(3), 293-295 (1981)
- 13) Mwaule, Y. W.: Effect of Ethrel on Smooth Cayenne pineapple slips at different stages of growth. *Acta Hort.*, **139**, 243-249 (1983)
- 14) Salunkhe, D. K., Do, J. Y., Pantastico, Er. B. and Chachin, K.: Regulation of ripening and senescence; Chemical modification. In Pantastico, Er. B. (ed.), Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. p. 148-174, AVI, Westport, CT (1975)
- 15) Stewart, I. and Wheaton, T. A.: Carotenoids in citrus: Their accumulation induced by ethylene. *J. Agr. Food Chem.*, **20**(2), 448-449 (1972)

### Summary

Kumquat trees (*Fortunella crassifolia* Swingle) were sprayed with 400 ppm ethephon, then the fruits of them were picked successively at the interval of two weeks, and the physical and chemical compositions of the ethephon-treated fruits were compared with those of the untreated ones.

Fruit color, especially orange red color, was enhanced by the application of ethephon. L, "a" and "b" values of the stored fruits increased during the experiment. Hunter color values of the fruits treated with ethephon and stored at room temperature increased more rapidly than those of the fruits untreated and stored at 10°C. After 25 days of storage, however, L and "b" values showed little difference through all the fruits.

The average fruit weight was enhanced about 5 percent by ethephon treatment and the ratio of peel or of juice to fruit also increased slightly. The reduction in the acidity was accelerated markedly, whereas there was no significant effect on the composition of sugar. The protein distribution pattern fixed under a polyacrylamide gel electrophoresis showed an acceleration of the maturity of the fruit by the action of ethephon.