

## エスレルによるキンカン果実の着色促進

岩堀修一・米山三夫\*・大畑徳輔

(果樹園芸学研究室)

昭和53年8月31日 受理

### Degreening of Meiwa Kumquat, *Fortunella crassifolia* Swingle, Fruit by 2-Chloroethylphosphonic Acid

Shuichi IWAHORI, Mitsuo YONEYAMA and J.T. OOHATA

(Laboratory of Fruit Science)

#### 緒 言

キンカンは主として加工用に用いられる、栽培もごく少ない特殊な柑橘であるが、鹿児島県の加世田市においては30ha程度の栽培があり、地域的には重要な柑橘である。果実の一部は12月上旬から収穫されるが、多くの果実は着色が十分でないため、年内には収穫、出荷ができない。年明け後まで樹上に残された果実は、年によっては寒害をうけ、商品価値を失なう。このような果実の着色を促進することができれば、果実を年内に出荷することが可能になり、寒害もさけることができると思われる。

エスレル (2-chloroethylphosphonic acid) の樹上散布が柑橘果実の葉緑素分解とカロチノイド合成を促進し、したがって着色を促進することが、オレンジ<sup>3, 9, 10)</sup> タンゼリン<sup>9, 10, 11)</sup>、温州ミカン<sup>4, 7)</sup>、ポンカン<sup>2, 6)</sup>、タンカン<sup>1)</sup>などで報告されており、ポンカン、タンカンではこの方法が実用化されようとしている。

そこでニンポーキンカンを用いて、エスレル散布による着色促進、収穫の促進の実用化を目的とし、散布の最適時期、濃度をきめるために、加世田市の栽培者の園において3年間にわたって実験を行なった。

#### 材料および方法

**実験 1.** 5年生のニンポーキンカン (*Fortunella crassifolia* Swingle) 15樹を用いて実験を行なった。乱塊法を用い、枝別に無処理の対照区、エスレル 200 ppm 散布区、エスレル 400ppm 散布区の3処理区を割りつけ、樹別に15反復を行なった。散布は11月4日に背負い式散布器で薬液が果実や葉からしたたる程度に

行なった。

処理後1週間ごとに各区より果実2果ずつを採取し、着色状況を調べた。着色は視察により、0(緑色)から5(完全着色)の6段階に分けて調べ、また果梗部と果頂部について径1cmの部分で測色色差計(日本電色 K6B型)で測定した。これらの値は分散分析を行ない、ダンカンの多重検定により差の検定を行なった。

**実験 2.** 6年生のニンポーキンカン18樹を用いて実験を行なった。処理は分割区法を用い、樹別に主試験区に散布時期3(早期, 中期, 晩期), 反復6を割りつけ、枝別に副試験区に濃度3(0, 200ppm, 400ppm)を割りつけた。散布は早期を10月18日, 中期を10月28日, 晩期を11月9日に行ない、背負式散布器を用いて、薬液が果実や葉からしたたるよう散布した。

処理後1週間おきに各区より果実を2果ずつ収穫し、実験1と同様視察による着色程度、測色色差計による色調の測定などを行なった。

**実験 3.** 1976年当時6年生のニンポーキンカン20樹を用いて2年間実験を行なった。処理は樹別処理乱塊法で、無処理の対照区と400ppm エスレル散布区の2区とし、10反復とした。散布は1976年10月30日と、1977年11月2日に、背負式散布器を用いて、薬液が葉や果実からしたたらない程度に行なった。現地での着色基準(実験1の着色程度4以上のものを収穫)によって一定間隔ごとに収穫を行ない、早期収量、総収量を調べた。これらの値は分散分析を行なった。

**実験 4.** 7年生のニンポーキンカン20樹を用いて実験を行なった。処理は樹別処理乱塊法で、1. 無処理, 2. 10月18日200ppm 散布, 3. 10月18日と11月2日の2回200ppm 散布, 4. 11月2日300ppm 散布の4処理とし、5反復とした。実験3と同様に収量調査を行なった。これらの値は分散分析を行ない、ダンカンの多

本研究の一部は文部省科学研究費(特定研究)の助成をうけた。

\*加世田市農業協同組合

重検定により差の検定を行なった。

### 結 果

**実験 1.** エスレル散布によってキンカン果実の着色は促進され、その効果は濃度の高い方が高かった。着色指数からみると (Fig.1), エスレル400ppm 散布区は11月20日には4をこえ(8分着色以上), その後も僅かながら着色は進んだ。エスレル 200ppm 区では、はじめは400ppm 区より着色が劣った。しかし、12月中旬まで着色は進みつづけ、12月初旬には200ppm 区と400ppm 区との間には着色の差はなくなった。これに反して対照区では11月20日まではほとんど着色は進まず、その後はほぼ直線的に着色は進んだが、12月中旬にいたっても6分着色程度で、エスレル散布区には及ばなかった。

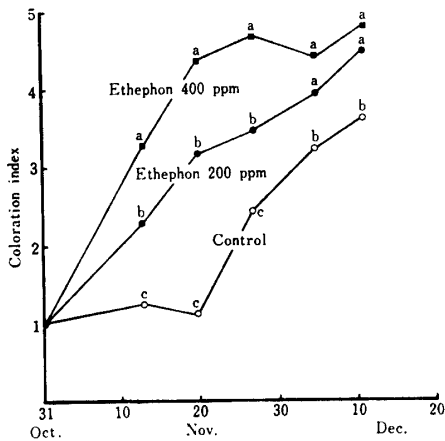


Fig. 1. Effect of Ethephon on coloration of kumquat fruit expressed as coloration index (Exp.1). The points with different alphabet on the same date are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

次に色差計による値をみると、果梗部では比較的着色が早いため、L値、b値ともに処理区間に差は認められず、いずれも11月中旬にほぼ最高に達した後、いく分減少した (Fig. 2)。しかし赤色の程度を示すa値はどの区でも12月中旬まで増加しつづけた。しかもエスレル散布区では対照区より有意差をもって高い値を示した。

一方果頂部においては、どの区でもL値、a値、b値ともに12月中旬まで増加しつづけた。エスレル散布区ではL値、a値、b値のいずれも対照区より高く、濃度からみると400ppm 区の方が200ppm 区より高かった。特に赤色を示すa値が対照区では12月中旬においてもエスレル散布区よりかなり低いことが注目された (Fig. 3)。

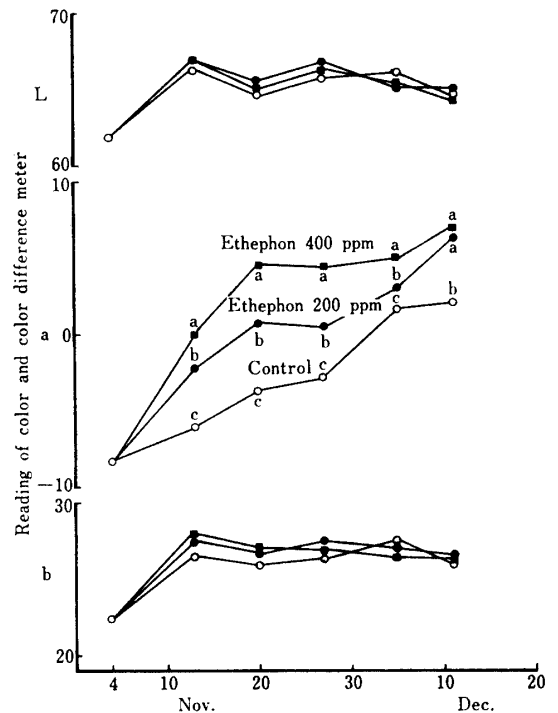


Fig. 2. The effect of Ethephon on coloration of kumquat fruit at stem-end measured by a color and color difference meter (Exp. 1). The points with different alphabet on the same date are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

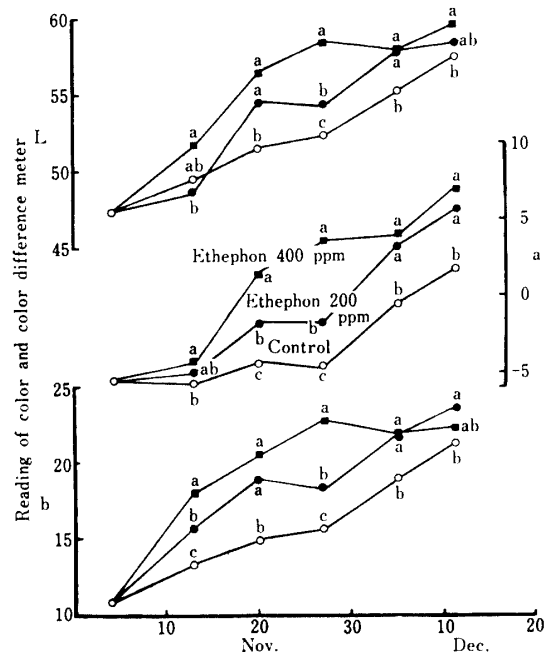


Fig. 3. The effect of Ethephon on coloration of kumquat fruit at blossom-end, measured by a color and color difference meter (Exp.1). The points with different alphabet on the same date are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

**実験 2.** エスレル散布はキンカン果実の着色を促進し、その程度は散布濃度は高い方が、また散布時期は早いほど著しかった(Fig. 4). 着色指数でみると、400 ppm 散布では早期(10月18日)散布の区で11月9日にはすでに9分着色をこえて、以後12月までその状態がつづいた。また中期(10月30日)散布では11月9日に7分着色、11月16日に9分着色に達した。しかし晩期(11月8日)散布では着色は遅れ、対照区よりはるかに着色は進んでいたが、12月6日にやっと8分着色に達したのみであった。一方200ppm 散布では400 ppm 散布よりはるかに効果が劣り、早期散布で11月30日にはほぼ8分着色に近づいたが、中期、晩期散布では、12月12日にやっと7分着色に達した。

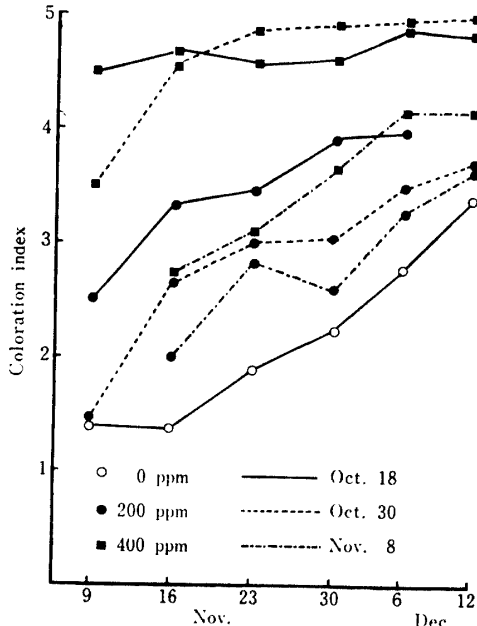


Fig. 4. Effects of concentration and application-time of Ethephon on coloration of kumquat fruit expressed as coloration index (Exp.2).

400ppm の散布では早期散布で50%近くの果実が落果し、また中期散布でも20%近くの果実が落果した。しかし400ppm 晩期散布および200ppm の散布では落果はほとんど認められなかった。

**実験 3.** エスレル散布によってキンカン果実の着色は促進され、そのため収穫も著しく促進された。1976年ではエスレル散布区の収量は12月9日に7kgで、これは全収量の7割であった。12月17日までは9kg以上の収穫が終り、1月まで収穫が遅れたのは1kgのみであった(Fig.5)。一方対照区では総収量はエスレル散布区と同様であったが、果実は12月17日に初めて収穫され、約5kgが1月に残された。

1977年では全体的に収穫は早まった。エスレル散布区では11月29日に約7kgと全体の半分をこえる収穫が

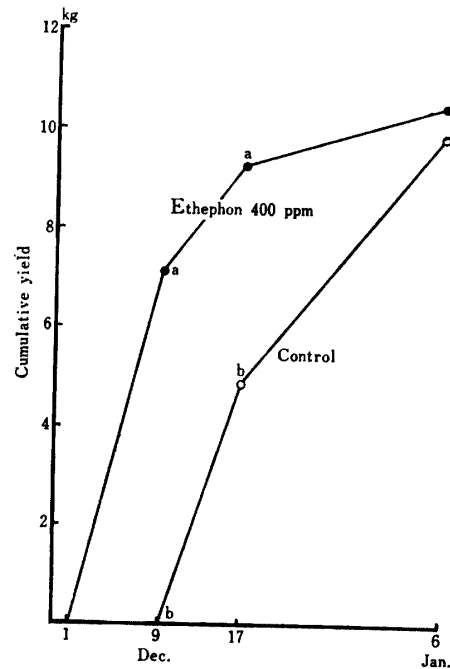


Fig. 5. Effects of Ethephon on cumulative yield of kumquat fruit (Exp. 3, first year). Points with different alphabet on the same date are significantly different at 5% level by t-test.

あり、12月13日にはほとんどの収穫を終了した(Fig. 6)。一方対照区では12月6日になって初めて約1.5kgが収穫され、12月13日までに8kgの収穫があったが、約4kgが1月まで残された。

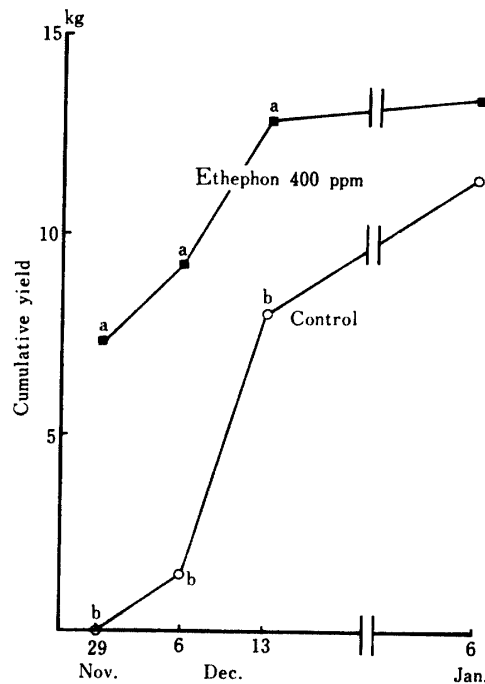


Fig. 6. Effect of Ethephon on cumulative yield of kumquat fruit (Exp. 3, second year). Points with different alphabet on the same date are significantly different at 5% level by t-test.

エスレルによる落葉、落果は兩年ともにほとんど認められなかった。また1977年の総収量にはエスレル散布区と対照区との間に差が認められず、エスレル二年連用処理による樹体などへの影響も認められなかった。

**実験 4.** エスレル散布により早期収量は増加し、その増加は特に300ppm区で著しかった(Fig.7)。300ppm散布区では11月29日に7kgと全体のほぼ半分が収穫され、12月13日までは13kgが収穫されて、1月まで残った果実はほとんどなかった。これに反して対照区では、12月6日に1kgの収穫があったのみで、12月13日までに7.5kgの収穫があったが、約4kgの果実は1月まで残った。200ppm散布区と、200ppm 2回散布区では、ともに対照区よりいく分早期収量が多い傾向があったが、有意差は認められなかった。また200ppmの1回散布と2回散布の間にも差は認められず、2週間間隔での反復散布の効果は認められなかった。

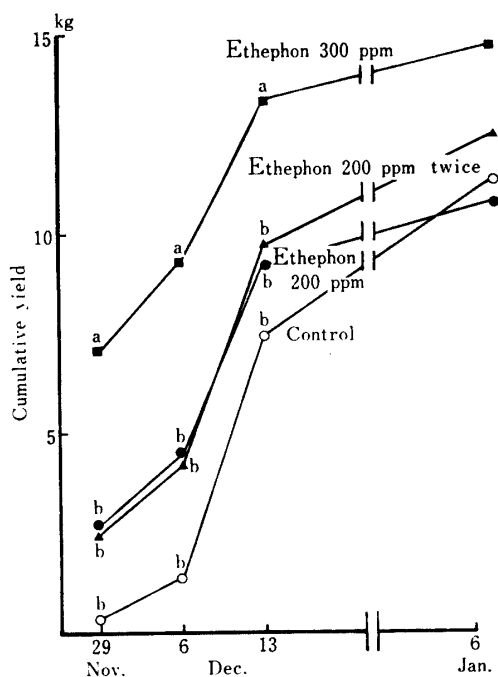


Fig. 7. Effect of Ethephon on cumulative yield of kumquat fruit (Exp.4). Points with different alphabet on the same date are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

300ppm 散布区の1樹のみで約10%の落葉と落果が認められたが、他の4樹、および他の処理区では落葉・落果は認められなかった。

#### 考 察

本実験においてエスレルがキンカン果実の着色を促

進し、収穫を促進することが認められた。実用的な処理時期は10月下旬～11月上旬で、濃度は300～400ppmが最適であると考えられた。この条件なら落葉・落果をほとんど心配することなく、収穫を2週間程度早めることができよう。10月中旬の高濃度(400ppm)の散布は落葉・落果の危険性が高く、低濃度(200ppm)では着色促進の効果が認められず、低濃度の2回散布も同様効果が少なかった。また11月中旬頃の散布では高濃度(400ppm)でも着色促進効果ははるかに劣った。

温州ミカンにおいて広瀬ら<sup>4)</sup>や真子と大垣<sup>7)</sup>はエスレルの樹上散布により果皮の着色は促進されるが、異味を生ずること、および落葉・落果がはげしいことから、実用化は困難であると報じた。フロリダにおいてもYoungら<sup>10)</sup>はエスレルがオレンジやタンゼリンなどの着色促進に有効であると報じた。しかしStewart<sup>9)</sup>はエスレルに対する果実の反応に変動が大きいこと、および着色促進に有効な濃度と落葉をひきおこす濃度のごく近いことから、エスレルの実用化は困難であると報じている。

しかし岩堀ら<sup>6)</sup>はポンカンにおいて10月下旬～11月上旬の200ppmエスレル散布で、落葉・落果をほとんど心配することなく着色を促進することができ、従って収穫も1～2週間早くなることを示した。また秋月ら<sup>12)</sup>も奄美大島においてポンカン、タンカンへの10月の100ppmエスレル散布が着色促進に実用可能であると報じている。

このようにエスレル処理の最大の問題は落葉・落果であるが、この点についての結果が異なることの原因としては、処理時の気温のちがいが、用いた柑橘の種類がちがいが、散布薬液量がちがいが、などが考えられる。

本研究のキンカン、あるいは岩堀ら<sup>6)</sup>のポンカンにおいて、エスレル散布は10月下旬～11月上旬になされ、その時の気温は20°C内外であった。落葉・落果の程度はエスレル散布時やその後の気温が高いほど著しいが、本研究での実験2において、早期(10月18日)の400ppm散布で落葉・落果が多かったのは、主としてこの散布時の気温の違いによるものと思われる。このような場合は低濃度散布を考慮すべきで、ポンカンにおいても岩堀ら<sup>6)</sup>の鹿児島市や枕崎市での実験では200ppmで落葉・落果をほとんど生じないで着色が促進されているが、秋月ら<sup>12)</sup>の奄美大島での試験では、200ppm散布で落葉が30%をこえかなり著しかったのに対し、100ppm散布では落葉を著しく軽減して着色を促進している。

エスレル散布による落葉しやすさの程度は柑橘の種

類によっても大きく異なるものと思われる。ほとんど同じ地域での同じ時期の試験で、キンカンでは400ppm散布による落葉の危険性はごく少ないのに反し、ポンカンでは200ppmが限度で、300ppmになると相当の落葉を生ずる<sup>9)</sup>。したがって温州ミカンはあるいはエスレルに対する感受性が高いものと考えられる。

散布薬液量の違いも落葉・落果に大きな影響を及ぼす。実験2の中期散布(10月30日)では400ppm散布で20%近くの果実が落果したが、実験3の同じ時期での同じ濃度の散布は2年間ともほとんど落葉・落果を生じなかった。実験2においては薬液は葉や果実から十分したたりおちる程度に散布したが、実験3においては散布薬液量は少なく、葉や果実から薬液がしたたらない程度に散布を行なった。同様の結果はポンカンにおいても認められている(岩堀・大畑、未発表)。

落葉はまた樹勢、病害虫の被害、その他の原因によっても著しく影響を受け、エスレルはそれを助長する可能性があるため、エスレル散布に際しては十分注意しなければならない。

キンカンは生食されることはほとんどなく、たとえ生果として販売されても家庭で砂糖漬けにされるので、果実内の糖や酸の量はほとんど問題にされない。他の柑橘同様<sup>3,6)</sup>、キンカンにおいてもエスレル散布は果実内の糖や酸の含量には影響を及ぼさなかった。またキンカンは果皮に糖を蓄積する点で、他の柑橘とは異なる特異な柑橘であるが、エスレル散布は果皮の還元糖や全糖の蓄積に対してもなんら影響を及ぼさなかった<sup>5)</sup>。このようにキンカンにおいてもエスレルは果皮の着色のみを促進した。

### 要 約

ニンポーキンカンの着色を促進し、早期収量を増加させるためのエスレル(2-chloroethylphosphonic acid)の最適散布時期と濃度をきめるために、加世田市の栽培者の園で3年間実験を行なった。

第1実験ではエスレル 0ppm, 200ppm, 400ppmを11月4日に散布した。エスレルは着色を促進し、その効果は濃度の高い方が著しく、特に赤色の発現が顕著であった。

第2実験ではエスレル 0ppm, 200ppm, 400ppmを早期(10月18日)、中期(10月28日)、晩期(11月9日)に散布した。エスレルの着色促進効果は、濃度は高い方が、時期は早いほど著しかった。しかし400ppmの早期散布では50%の落果が、中期散布では20%の落果があった。

第3実験では2年間にわたりエスレル400ppm散布区と対照区の早期収量を調べた。散布は初年度は10月30日に、2年目は11月2日に行なった。2年間ともエスレル散布によって早期収量は著しく増加し、1月まで残る果実はほとんどなかった。落葉・落果、あるいは樹体への悪影響は認められなかった。

第4実験では、1. 無処理、2. 10月18日200ppm散布、3. 10月18日と11月2日の2回200ppm散布、4. 11月2日300ppm散布の4処理の収量を比較した。300ppm散布で早期収量は著しく増加した。しかし200ppm1回と2回散布の間には差はなく、ともに対照区より早期収量は高い傾向にあったものの、有意差は認められなかった。

以上の結果から10月下旬～11月上旬の300～400ppmのエスレル散布が落葉・落果をほとんどおこすことなく、キンカンの着色促進、早期収量増に有効であると思われた。

### 謝 辞

果樹園を御提供いただいた石原敏氏、実験に協力して下さった坂元信介氏、池永浩平氏に深謝の意を表す。

### 引 用 文 献

1. 秋月国憲・岩切接男：タンカンの着色に及ぼすエスレル散布の影響。昭51年園芸学会九州支部大会発表要旨, p.21 (1976)
2. 秋月国憲・岩切接男・大畑徳輔：ポンカン果実の着色に及ぼすエスレル散布の影響。昭50年園芸学会九州支部大会発表要旨, p.20 (1975)
3. Fishler, M. and Monselise, S. P.: The use of Ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) to promote color development of Shamouti orange fruits. *Israel J. Agric. Res.*, **21**, 67-77 (1971)
4. 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**, **No. 10**, 17-34 (1970)
5. Iwahori, S.: Use of growth regulators in the control of cropping of mandarin varieties. *1978 Proc. Int. Soc. Citriculture* (in press)
6. 岩堀修一・富永茂人・大畑徳輔：エスレルによるポンカン果実の着色促進。鹿大農学術報告, **No. 27**, 7-13(1977)
7. 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。神奈川園試報, **No.19**, 13-20 (1971)
8. Stewart, I.: Citrus color - A review. *1977 Proc. Int. Soc. Citriculture*, **1**, 308-311 (1977)
9. Young, R. and Jahn, O.: Degreening and abscission of citrus fruit with preharvest application of (2-chloroethylphosphonic acid) (Ethephon). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **97**, 237-241 (1972)
10. Young, R. H., Jahn, O. L. and Smoot, J. J.: Coloring

- and loosening of citrus fruits with ethephon. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.*, 87, 24-28 (1974)
11. Young, R., Jahn, O., Cooper, W. C. and Smoot, J. J.: Preharvest sprays with 2-chloroethylphosphonic acid to degreen 'Robinson' and 'Lee' tangerine fruits. *HortScience*, 5, 268-269 (1970)

### Summary

Meiwa kumquat, *Fortunella crassifolia* Swingle, is a minor specialty citrus, locally important at Kaseda district in Kagoshima prefecture. Some fruits are harvested during December, while because of poor coloration, substantial amounts are left over on trees until January, and often suffered from frost injury. The experiments were conducted for three years, to evaluate the effects of Ethephon on accelerating coloration of kumquat fruit and on the resultant increase in early crop.

In experiment 1, Ethephon at 0, 200 or 400ppm was sprayed respectively on November 4th, and in experiment 2, Ethephon at 0, 200 or 400ppm was sprayed respectively either on October 18th, October 28th or November 9th. The sprayed Ethephon markedly enhanced coloration of kumquat fruits, especially the expression of deep orange red. The higher the concentration, and the earlier the time of application, the more effective were the treatment-results. However, 400ppm spray carried out on October 18th and 28th resulted in 50% and 20% fruit-drop, respectively, though all the other treatments caused essentially no leaf- or fruit-drops.

In experiment 3, Ethephon at 0 or 400ppm was sprayed, respectively, for two consecutive years, on October 30th in the first year and on November 2nd in the second year. Early crops remarkably increased for both years owing to the early coloration, only few fruits being left over on the trees until January. There were essentially no leaf- or fruit-drops nor any damages to the trees.

In the experiment 4, four treatments were compared for the purpose of getting the early cropping: (1) control; (2) Ethephon at 200ppm sprayed on October 18th; (3) Ethephon at 200ppm twice sprayed on October 18th and November 2nd; (4) Ethephon at 300ppm sprayed on November 2nd. Ethephon at 300ppm again accelerated the early cropping of kumquat fruit remarkably, while Ethephon at 200ppm sprayed either once or twice, showed no significant increase in early cropping over control.

From these results it was concluded that the spraying of 300 to 400ppm Ethephon at the period between late October and early November is very effective in increasing the early cropping, without causing appreciable leaf- or fruit-drops, and with a proper commercial feasibility.