

エスレルによるポンカン果実の着色促進

岩堀修一・富永茂人*・大畑徳輔

(昭和51年8月31日 受理)

Degreening of Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) Fruit by Ethephon (2-chloroethylphosphonic acid)

Shuichi IWAHORI, Shigeto TOMINAGA and J. T. OOHATA

(Laboratory of Pomology)

緒 言

鹿児島県の重要な柑橘の1つであるポンカンは、主に12月中下旬に収穫され、ごく一部を除いては貯蔵後1~2月に出荷されている。しかし暖地産の果実では、糖や酸からみた品質は12月上旬にすでに十分であるのに、気温が高いために着色が十分でなく、そのため収穫も遅れている。このような果実の着色を促進することができれば、収穫も早くでき、年内出荷も可能であると考えられる。

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、従って着色を促進することが、オレンジ^{7,17)}、タンゼリン^{17,18)}、温州ミカン^{8,11)}などで報告されている。そこで樹上のポンカン果実へのエスレル散布が着色を促進し、ひいては収穫を早くすることができるかどうかについて、実用的な見地から検討するために実験を行なった。

エチレンはバナナ、リンゴなどのクライマクテリック型の果実では成熟を促進するが¹⁵⁾、柑橘のようなノン・クライマクテリック型の果実では、果皮の着色は促進するが、少なくとも糖や酸からみた果実内部の成熟には影響を及ぼさない^{1,16)}とされている。最近Davis⁶⁾は柑橘において果汁中のエタノール含量が果実成熟のよい指標になると報告している。エスレル散布が果皮の着色とともに、これらの指標からみた果実の成熟にどのような影響を及ぼすかについて注目した。またポンカン果実の生理的障害であるス上がりは果実の成熟に密接な関係をもっており、成熟の早い果実でス上がりが増加すると報告されている¹³⁾ので、

その点についても検討した。

一方ジベレリンは柑橘果実の着色や老化を遅らせ⁴⁾、この点でエチレンとは逆の作用をもっているので、これが果実の成熟やス上がりに及ぼす影響についても調べた。

以上のようにこの実験の目的は、1)ポンカン果実の着色を促進するためのエスレルの散布濃度と散布時期をきめること、2)エスレルが果皮以外の果実の成熟に及ぼす影響を調べること、3)エスレルとは逆の作用をもつジベレリンが果実の成熟に及ぼす影響を調べること、であった。

謝辞：本実験の一部は札幌市立神果樹生産組合の園で行われた。種々御便宜、御協力を下さった今給黎嘉市氏はじめ組合員の皆様に深謝の意を表する。

実験材料および方法

実験1 札幌市の栽培者の園の12年生のポンカン樹5本を用いて実験を行なった。処理区は、エスレル150 ppm 散布区、エスレル300 ppm 散布区および無散布区の3区とし、乱塊法で5反復とした。処理は1樹より径3 cm くらいの枝を3本ずつ選び、枝別処理として3処理区を割りつけた。散布は10月17日に4 l 入り小型噴霧器で果実や葉に十分かかるように行なった。

処理後てき樹上での果実の着色状況を観察した。果実は12月14日に収穫し、重量、視察による着色程度、色差計(日本電色K6B型)による色調の測定、果実を横断してのス上がり程度、果汁中の糖、酸含量などについて調べた。色差計による測定は果頂部の径1 cm の円形部分について行なった。視察による着色は10段階とし、ス上がりも同様視察により0から4までの5段階で表わした。糖は屈折計示度により、ま

本論文の一部は園芸学会昭和50年秋季大会で発表した。

* 現農林省四国農業試験場土地利用部

た酸は 0.156 N 水酸化ナトリウム溶液による滴定によりクエン酸パーセントとして表わした。

実験 2 鹿児島大学農学部附属唐湊果樹園の 15 年生のポンカン樹 7 本を用いて実験を行なった。処理区は無散布、エスレル早期散布、エスレル晚期散布、メチオニン早期散布、メチオニン晚期散布の 5 種とした。1 樹より径 3 cm ぐらいの枝を 5 本選び、これを枝別処理として 5 処理をわりつけ、乱塊法で 7 反復とした。散布濃度はエスレルは 150 ppm、メチオニンは 1200 ppm とし、早期散布は 11 月 8 日、晚期散布は 11 月 29 日に行なった。12 月 15 日に果実を収穫し、実験 1 に準じて果実の品質を調査した。

実験 3 枕崎市の栽培者の園の 11 年生のポンカン樹 10 本を用いて実験を行なった。処理は、無散布区、エスレル散布区、ジベレリン散布区、エスレル+ジベレリン散布区の 4 種とした。1 樹より果実を 30 果ぐらいつけた枝を 4 枝選び、上記 4 処理を枝別にわりつけ、乱塊法で 10 反復とした。エスレル、ジベレリンともに 200 ppm 水溶液を 10 月 25 日に肩掛散布器で処理枝全体、果実と葉に十分かかるように散布した。その後 2 週間おきに各枝より果実を 2 個ずつ採取して品質を調査した。

果実の品質については色差計による色調、ス上がり、糖、クエン酸などを実験 1 に準じて調べ、その他にエタノール含量も調査した。エタノール含量はジュース 10 ml を三角フラスコに入れて、ゴムのワクチンキャップで栓をし、40°C 60 分間加熱した後、head-space をガスタイトシリンジで 1 ml 抜きとり、ガスクロマトグラフで測定した。ガスクロマトグラフは島津製作所 GC-4 B 型、カラムは 3 m×3 mm、充填剤は polyethyleneglycol 20 M (10%) を用い、温度は 100°C とし、水素炎イオン化検出器により検出した。

実験 4 鹿児島大学農学部附属唐湊果樹園の 12 年生のポンカン樹 24 本を用いて実験を行なった。処理は分割区法を用い、樹別に主試験区に春処理 2 (ジベ

レリン散布と無散布)、反復 4 を割りつけ、副試験区に秋処理 3 (ジベレリン散布、エスレル散布、無散布) を割りつけた。エスレル、ジベレリンともに 200 ppm を、春処理は 5 月 7 日と 15 日の 2 回、秋処理は 10 月 25 日に散布した。秋の処理後 2 週間おきに果実を採取し、また 12 月 17 日に収穫を行なって果実品質を調べた。調査項目と方法は実験 3 と同様であるが、エタノール測定のさい、アセトアルデヒド含量も測定した。

実験結果

実験 1 エスレルはポンカン果実の着色を促進し、特に 300 ppm 散布区で効果が著しかった (第 1 図、第 1 表)。300 ppm 散布区では処理後まもなく着色が始まったが、収穫期における視察による着色程度は、150 ppm 散布区とほとんど変わらず、ともに有意差は認められなかったが無散布区よりいくぶん高い傾向にあった。収穫時における色差計の赤色程度を示す a 値はエスレル 150 ppm、300 ppm 散布区ともに無散布区より有意差をもって高く (第 1 表)、この点からもエスレル散布区の果実は着色が進んでいることが示された。一方糖や酸含量、あるいはス上がり程度については処理区間に差が認められなかった (第 1 表)。

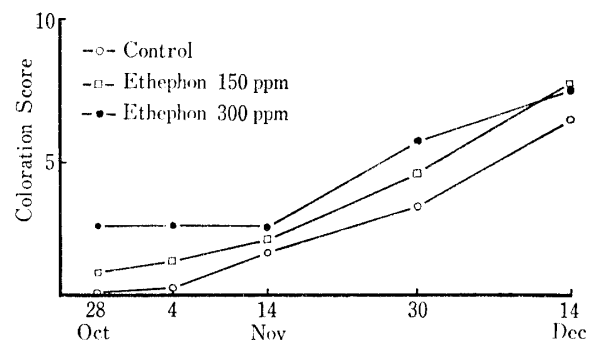


Fig. 1. Effects of different concentrations of Ethephon on coloration of ponkan fruit (Experiment 1).

Table 1. Effects of Ethephon on fruit quality of ponkan (Experiment 1)

Treatment	Fruit Weight g	Value of color difference meter			Color index	Total soluble solids	Citric acid %	Granulation index
		L	a	b				
Control	119	51.4	7.2 ^b	28.0	6.4	11.0	0.74	1.1
Ethephon 150 ppm	140	52.4	14.0 ^a	30.5	7.6	11.5	0.70	1.5
Ethephon 300 ppm	151	48.6	13.5 ^a	28.3	7.5	10.8	0.72	1.1

Means with different letters are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

10月30日、11月6日、および11月30日におけるエスレル 300 ppm 散布区で落果した果実を樹上の無散布果実と比較した。300 ppm 散布区の落果果実では着色は著しく進んでいたが、糖、クエン酸含量はその時期の無散布果と同じ程度であった。

エスレル 300 ppm 散布区では落果が多く、また落葉もかなりみられたが、150 ppm 散布区では無散布区同様、落果、落葉はほとんど認められなかった。

実験2 エスレル早期散布区では散布後比較的早いうちに着色が始まり、収穫期においても無散布区より着色が進んでいた。一方エスレル晩期散布区では、気温がすでに低下していたためか、着色促進はあまり認められなかったが、収穫期には無散布区よりいくぶん着色が良い傾向が認められた(第2図、第2表)。このため色差計のa値もエスレル早期散布区では無散布区より有意差をもって高く、晩期散布区でも無散布区より高い傾向を示した。

これに反してメチオニン散布では早期散布区、晩期散布区ともになら着色に影響を及ぼさなかった。

糖やクエン酸含量およびス上がりの発生にはエスレ

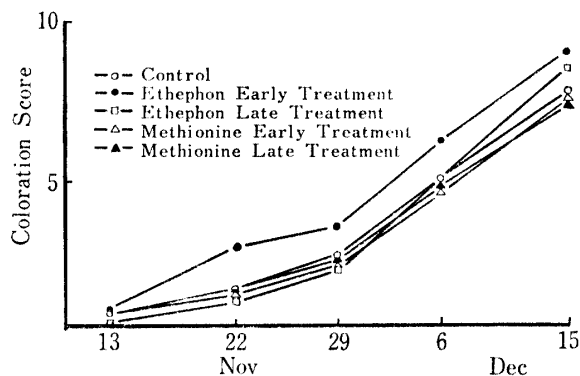


Fig. 2. Effects of Ethephon and methionine on coloration of ponkan fruit (Experiment 2).

ル、メチオニン散布の影響は認められず、むしろ樹による差の著しいことが認められた(第2表)。

実験3 エスレル散布は果実の着色を促進し、一方ジベレリン散布は着色を遅延させた(第3表)。エスレル散布区の果実は、散布2週間後の11月9日に、すでに明度を示すL値、黄色の程度を示すb値ともに、12月12日収穫の無散布果とほぼ同じ値を示した(第3図L, b)。しかしその後はL値、b値ともに12月の収穫までほとんど変わらず、従って収穫時には無散布果と同じ程度になった。これに反して赤色の程度を示すa値は、エスレル散布2週間後に同時期の無散布果より高かったが、その後も増加を続け、12月の収穫期においても無散布果実より高い傾向にあった(第3図a)。これら着色からみるとエスレル散布によってポンカン果実の成熟は2週間程度促進された。

一方ジベレリン散布区ではL値は無散布区とほとんど変わらなかったが、a値、b値ともに、散布後収穫に至るまで無散布区より低かった。またエスレル+ジベレリン散布区ではエスレル散布区とジベレリン散布区の間、すなわち無散布区とほぼ同様な着色状態を示した。ただしa値は無散布区より低かった。

収穫時の糖含量はエスレル散布区、ジベレリン散布区ともに僅かではあるが、有意差をもって対照区より低かった(第3表)。酸含量は10月25日の処理時には1.8%であったが、収穫時には0.8~0.9%に減少した。各処理区間には有意差は認められなかった(第3表)。またス上がり果出現についても処理区間に有意差は認められなかった。これら着色、糖含量、ス上がりについては、樹間に有意差が認められた。

果実内エタノール含量は12月6日までは1.0mg%以下と低かったが、12月12日の収穫時には2.1~3.1mg%へと著しく増加した。しかし処理区間に有意差

Table 2. Effects of Ethephon and methionine on fruit quality of ponkan (Experiment 2)

Treatment	Fruit weight g	Value of color difference meter			Color index	Total soluble solids	Citric acid %	Granulation index
		L	a	b				
Control	148	55.2	14.0 ^{bc}	32.0	7.7	11.5	0.78	0.8
Ethephon early treatment	143	55.5	20.0 ^a	32.6	9.0	11.0	0.76	0.9
Ethephon late treatment	153	54.4	17.0 ^{ab}	31.9	8.5	10.9	0.84	0.6
Methionine early treatment	154	52.5	13.3 ^c	31.0	7.4	10.9	0.78	0.5
Methionine late treatment	149	53.7	13.9 ^{bc}	30.9	7.2	9.7	0.76	0.4

Means with different letters are significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test.

Table 3. Effects of Ethephon and gibberellin on fruit quality of ponkan (Experiment 3)

Treatment	Fruit weight g	Value of color difference meter			Total soluble solids	Citric acid %	Ethanol mg %	Granulation index
		L	a	b				
Control	126	45.9	8.5 ^a	24.1 ^{ab}	10.3 ^a	0.96	3.1	2.1
Ethephon	129	46.8	10.3 ^a	24.6 ^a	9.9 ^b	0.96	2.9	1.8
GA	124	44.1	— 0.8 ^c	20.9 ^c	9.9 ^b	0.94	2.4	2.1
Ethephon+GA	127	45.1	2.2 ^b	22.5 ^{bc}	9.7 ^b	0.82	2.1	2.1

Means with different letters are significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test.

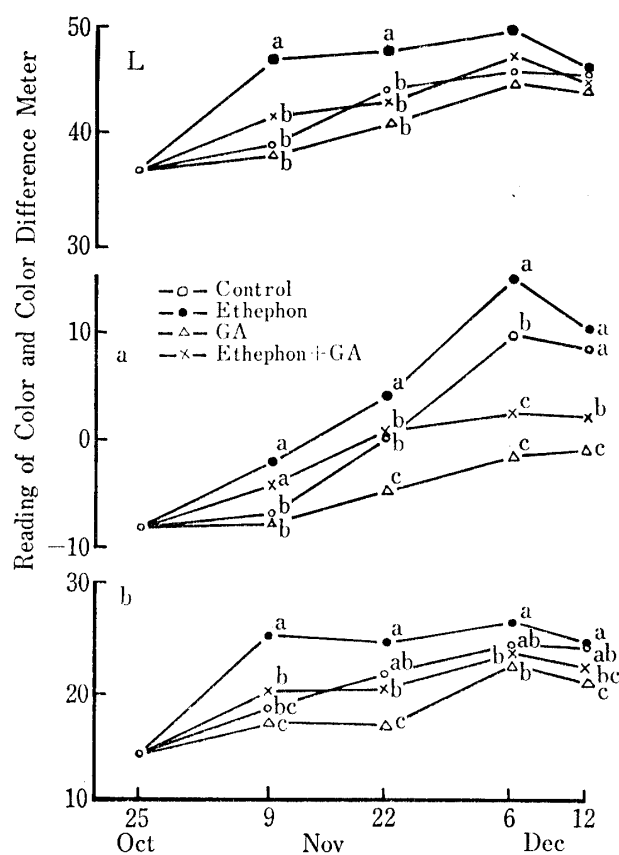


Fig. 3. Effects of Ethephon and GA on coloration of ponkan fruit (Experiment 3).

Values with Different letter on the same date are significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test.

は認められなかった (第3表)。

処理による落果、落葉はほとんど認められなかった。

実験4 春のジベレリン散布はポンカン果実の着色、品質、成熟になんらの影響も及ぼさなかったで、以後の結果はすべて春処理を無視して示した。

秋のエスレル散布は果皮の着色を促進した。エスレル散布果の色差計のL値、a値は散布後まもなく無散

布果より高くなったが、収穫時には無散布区とほとんど差がなくなった。しかしa値は収穫時においてもエスレル散布果の方が無散布果より有意差をもって高い値を示した (第4図)。一方秋のジベレリン散布は着色を遅らせた。ジベレリン散布区の果実はL値、a値、b値ともに無散布の果実より低かった (第4図、

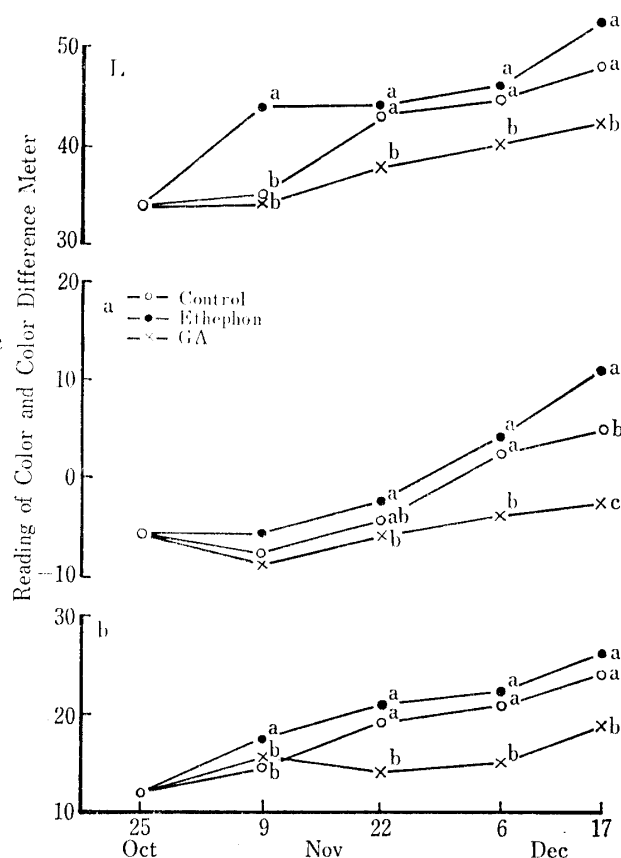


Fig. 4. Effects of Ethephon and GA on coloration of ponkan fruit (Experiment 4).

Values with Different letter on the same date are significantly different at 5 % level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Effects of Ethephon and gibberellin on fruit quality of ponkan (Experiment 4)

Treatment	Value of color difference meter			Total soluble solids	Citric acid %	Ethanol mg %	Acetaldehyde mg %	Granulation index
	L	a	b					
Control	47.9 ^{ab}	6.2 ^b	24.1 ^{ab}	9.9	0.90	6.7	0.3	0.8
Ethephon	50.2 ^a	11.3 ^a	26.8 ^a	9.7	0.90	7.6	0.3	0.6
GA	42.2 ^b	— 2.2 ^c	19.2 ^b	9.5	0.97	6.4	0.3	0.5

Spring GA treatment had no effects at all, so only autumn treatment was shown here. Means with different letters are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

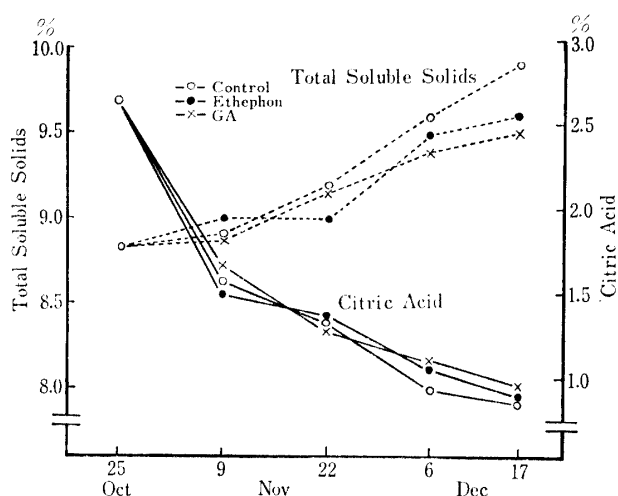


Fig. 5. Effects of Ethephon and GA on total soluble solids and citric acid contents of ponkan fruit (Experiment 4).

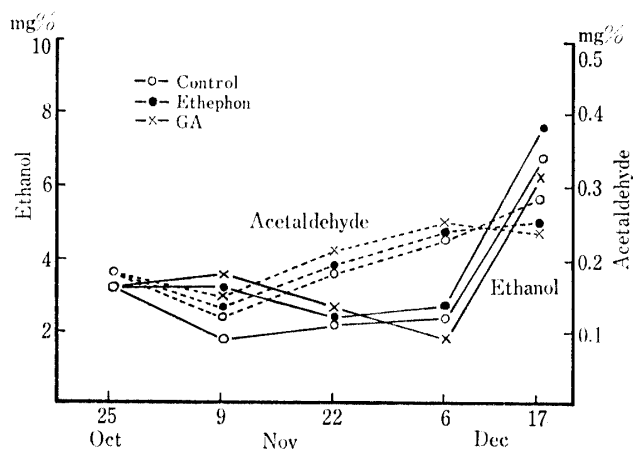


Fig. 6. Effects of Ethephon and GA on ethanol and acetaldehyde contents of ponkan fruit (Experiment 4).

第4表).

糖は収穫に近づくにつれて増加し、一方クエン酸は減少した(第5図). またエタノール含量は12月6日から17日にかけて急激な増加を示した(第6図). これら糖, クエン酸, エタノール含量, アセトアルデ

ヒド含量からみた果実の成熟は, 秋のエスレル散布あるいはジベレリン散布によって影響されなかった.

処理による落葉, 落果はほとんど認められなかった.

考 察

エスレルの散布によって他の柑橘^{7,8,11,17,18)} 同様ポンカン果実の着色は促進された. このため着色を基準とした場合の収穫は1~2週間程度早くなる可能性が認められた. 特にa値の増加で代表されるような果頂部における紅色の発現の促進は好ましいものであろう. 後述するようにエスレルの処理においては果実内部の成熟は促進されず, 糖の増加や酸の減少が早くなるということとはなかった.

特に奄美大島や屋久島, 種子島などの暖地ではポンカン果実内部の成熟は進んでいるにもかかわらず, 気温が低下しないため果皮の着色が遅れがちである. このような地域においては, エスレルによる着色促進, それに伴う収穫の促進は重要であると思われる. 秋月ら²⁾ は奄美大島において11月の100 ppm エスレル散布がポンカン果実の着色を促進し, これによって収穫を早めることができると報じている. これにより従来は12月中旬に収穫して1月中, 下旬まで貯蔵後出荷していたのが, 12月に出荷可能になるものと思われる. ス上がりは貯蔵中にも増加するので, この方法による出荷の促進は間接的にス上がりを軽減させる方法でもあろう.

温州ミカンにおいてもエスレルによる樹上での着色促進の試みはいくつかなされ^{8,11)}, 着色促進の効果は認められたが, 糖の減少⁸⁾, 異味の発生や味の低下¹¹⁾, あるいは落葉^{8,11)} などの問題点が指摘されている. しかし本実験のポンカンに関する限り, エスレルによって僅かな糖の減少の傾向が認められたものの, 有意差のあったのは4回の実験のうち1回のみであり, また食味の低下や異味も認められなかった. 落葉も実験1

の10月中旬における300 ppmではかなり認められたが、他の実験での10月下旬～11月上旬における200 ppm以下の散布ではごく僅かであり、この点広瀬ら⁸⁾や真子と大垣¹¹⁾の温州ミカンでの結果とはほぼ一致した。秋月ら²⁾も100 ppm散布ではポンカンの落葉は軽微で実用化には差支えないと報じている。

本実験では展着剤は加用しなかったが、著者らのキンカンへのエスレル散布試験では展着剤0.01%の加用によってエスレルの濃度をほぼ半減できることが認められた(岩堀ら、未発表)ので、本実験の200 ppm散布は秋月ら²⁾の展着剤加用100 ppm散布とはほぼ比較できる処理であると言うことができよう。落葉、落果は散布時の温度とも関係する⁸⁾ので、今後とも十分な検討が必要であるが、一応本実験で示したように展着剤を加用しない200 ppmまでの濃度のエスレルを10月下旬～11月上旬に散布することによって、落葉、落果をそれほど心配せずに実用的な着色促進をすることが可能であると思われる。また展着剤を加えることによりエスレル濃度を100 ppmぐらいにまで低くすることが可能であろう。

柑橘はノン・クライマクテリック型の果実で^{3,15)}リンゴなどでみられるような明確な熟期がなく、成熟についても不明な点が多い。エチレンは柑橘においては葉緑素の分解^{7,18)}やカロチノイドの合成⁵⁾を促進して果皮の着色を促進するが、果実内部の成熟は促進しないとされている^{3,15)}。FishlerとMonselise⁷⁾はシャムーティオレンジへのエスレル散布は果皮の着色を促進したが、糖含量などには影響を及ぼさなかったと報じた。しかし広瀬ら⁸⁾や真子と大垣¹¹⁾は温州ミカンへのエスレル散布が果実中の糖を減少させたと報じている。本実験でのポンカンへのエスレル散布は前述のように果実中の糖(Brix)をいくぶん減少させる傾向があったが、有意差のあったのは4試験中1つのみであり、またエスレル散布による酸含量への影響は認められなかった。

Davis⁶⁾はハムリンオレンジとヴェレンシアオレンジにおいて、果実中のエタノール含量が成熟期に急激に、また著しく増加することを示し、この増加の程度は糖酸比の変化よりはるかに大きいので果実の成熟を示すよい指標になると報じた。本研究においても2カ年を通じて12月初旬から中旬にかけてポンカン果実中のエタノール含量は急激に増加し、この時期がポンカン果実の成熟において重要であることが示唆された。しかしエスレル処理は果実中のエタノールやアセトアルデヒド含量には影響を及ぼさなかった。

以上のようにエスレルは果皮の着色は促進するが、果肉の成熟にはいろいろな指標からみても、なんら影響を及ぼさないことが明らかになった。ス上がりの1つの原因として、砂じょうの外側の細胞と内部の液胞に富んだ細胞との間の生長や老化の不均衡が考えられている¹²⁾。この点からエスレルがス上がりになんらかの影響を及ぼすことが期待されたが、エスレルが果実内部の成熟に関与しなかったので、ス上がりにも影響を及ぼさなかったのであろう。

メチオニンはエスレルとは異なり、植物体内でエチレンの前駆物質として働くことが知られている^{10,15)}。そしてメチオニン散布がイチジク果実の成熟を促進することが報じられている¹⁴⁾。兵藤⁹⁾は温州ミカンの傷害アルベド組織ではメチオニンがエチレンの前駆物質として働くことを示した。本実験でメチオニンが着色になんらの効果を示さなかったのは、濃度が低すぎたか、果皮の浸透が悪く、果皮組織中に十分入らないため、十分量のエチレン発生がなかったためであろう。

秋のジベレリン散布はエスレルとは逆に果皮の着色を遅延させたが、ス上がりを含めた果実内部の品質には影響を及ぼさず、また成熟の指標となるエタノール含量にも影響を及ぼさなかった。この点は従来の研究結果とはほぼ一致した⁴⁾。

摘 要

1. ポンカン果実の着色や成熟に及ぼすエスレルの影響を調べるため3カ年にわたり4個所で実験を行なった。

2. 第1実験では10月17日にエスレル150 ppmまたは300 ppmを散布した。第2実験ではエスレル150 ppmまたはメチオニン1200 ppmを11月8日または11月29日に散布した。

3. エスレルは着色を促進し、濃度は高い方が、散布時期は早い方が効果は高かった。しかし糖、酸からみた成熟にはエスレルの影響は認められなかった。エスレル300 ppmでは落葉が多かった。メチオニンは果実の着色、糖、酸、ス上がりにはなんら影響を及ぼさなかった。

4. 第3実験では10月25日にエスレル200 ppm、ジベレリン200 ppm、またはエスレルとジベレリンを併用散布した。第4実験では春のジベレリン散布と秋のエスレルまたはジベレリン散布をくみあわせた。濃度はともに200 ppm、春散布は5月7日と15日の2回、秋散布は10月25日であった。

5. エスレル散布は果皮の着色を促進し、このため

収穫が1～2週間早くなる可能性が認められた。一方春のジベレリンはなんら影響を及ぼさなかったが、秋のジベレリンは果皮の着色を遅らせた。しかし果実中の糖、酸、あるいはエタノールやアセトアルデヒド含量からみた果実の成熟あるいはス上がり発生にはエスレル、ジベレリンともになんら影響を及ぼさなかった。エスレルの濃度 200 ppm 以下では落葉はほとんど認められなかった。

文 献

- 1) Abeles, F. B.: *Ethylene in Plant Biology*, pp. 302, Academic Press, N. Y. (1973)
- 2) 秋月国憲・岩切接男・大畑徳輔: 園芸学会昭和50年九州支部会発表要旨, 20 (1975)
- 3) Burg, S. P. and Burg, E. A.: *Science*, **148**, 1190-1196 (1965)
- 4) Coggins, C. W., Jr. and Hield, H. Z.: in Reuther, W., Batchelor, L. D. and Webber, H. J. ed. *The Citrus Industry*, **2**, 371-389, Univ. of California Press, Berkeley, Calif. (1968)
- 5) 大東 宏・広瀬和榮: 園試報, **B**, **10**, 35-50 (1970)
- 6) Davis, P. F.: *Proc. Fla. St. Hort. Soc.*, **83**, 294-298 (1971)
- 7) Fishler, M. and Monselise, S. P.: *Israel J. Agric. Res.*, **21**, 67-77 (1971)
- 8) 広瀬和榮・山本正幸・大東宏: 園試報, **B**, **10**, 17-34 (1970)
- 9) 兵藤 宏: 昭和51年植物生理学会講演要旨, 154 (1976)
- 10) 今関英雅: 植物の化学調節, **3**, 100-110 (1968)
- 11) 真子正史・大垣智昭: 神奈川園試研報, **19**, 13-20 (1971)
- 12) 松本和夫: 愛媛大紀要, 第6部, **10**, 585-645 (1964)
- 13) 永井芳雄・坂元三好・桑波田竜沢・大畑徳輔・岩堀修一: 園芸学会昭和51年春季大会発表要旨, 140-141 (1976)
- 14) 太田保夫・中山正義・横田清: 園芸学会昭和47年春季大会発表要旨, 82-83 (1972)
- 15) Pratt, H. K. and Goeshl, J. D.: *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **20**, 541-584 (1969)
- 16) Ting, S. V. and Attaway, J. A.: in Hulme, A. C. ed. *The Biochemistry of Fruits and Their Products*, **2**, 107-169, Academic Press, London (1971)
- 17) Young, R. and Jahn, O.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **97**, 237-241 (1972)
- 18) Young, R., Jahn, O., Cooper, W. C. and Smoot, J. J.: *HortScience*, **5**, 268-269 (1970)

Summary

The experiments were conducted for three years to observe the effects of Ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) on degreening and other fruit quality of ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) fruit.

In experiment 1, Ethephon was sprayed at 150 ppm or 300 ppm on October 17. In experiment 2, Ethephon was sprayed at 150 ppm on November 8 or 29. Ethephon accelerated degreening of ponkan fruit. The higher the concentration, and the earlier the time of application, the more effective results were attained. While Ethephon altered neither the total soluble solids nor citric acid contents in the fruit. Considerable leaf-fall was observed only by 300 ppm treatment, but not by concentrations lower than that.

In experiment 3, Ethephon, gibberellin, or Ethephon + GA was sprayed at 200 ppm on October 25. In experiment 4, Ethephon or GA at 200 ppm was sprayed on October 25 in combination with spring GA treatment at 200 ppm. Here again Ethephon accelerated degreening of ponkan fruit, thus enabling to harvest it one or two weeks earlier than normal harvest time, provided that the coloration was the criteria of maturation. On the other hand, autumn GA spray retarded coloration considerably, although spring GA had no effects. Neither Ethephon nor GA treatment affected fruit maturation as judged by total soluble solids, citric acid, ethanol and acetaldehyde contents, or the incidence of granulation. Only slight leaf-drop was observed in the case in which higher Ethephon treatment was carried out. The possibility of practical use of Ethephon for degreening and earlier harvest of ponkan fruit was discussed as well as the role of ethylene in maturation and ripening of ponkan fruit.