

エスレルと酢酸カルシウムがポンカンの 落葉・落果および果実着色に及ぼす影響

岩堀修一*・大畑徳輔*

Effects of 2-chloroethylphosphonic acid and calcium acetate on defoliation and fruit drop, and degreening of ponkan, *Citrus reticulata* Blanco, fruit.

Shuichi IWAHORI and J. T. OOHATA

Abstracts

Two experiments were conducted to evaluate the alleviative effects of calcium acetate on defoliation and fruit drop induced by the spray of Ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) solution which is used to accelerate the degreening of ponkan, *Citrus reticulata* Blanco, fruit. The effect of Figaron (Ethyl 5-chloro-1 H-3-indazolyl acetate) on degreening was also investigated.

In experiment 1, a split-plot design was employed where the main plots consisted of three levels of Ethephon concentration (0, 200, 400 ppm) and six replicates, while the sub-plots consisted of four limbs designated to four levels of calcium acetate added (0, 0.2, 1, 5%). The spray treatment was done on November 1, and Ethephon and calcium acetate were mixed just before the spray application.

Ethephon substantially increased defoliation and fruit drop, however, this was almost completely prevented by the addition of calcium acetate. Ethephon markedly increased the coloration of ponkan fruit. The addition of calcium acetate slightly decreased the color acceleration, but the color was still considerably increased when compared with the unsprayed control group.

In experiment 2, 200 ppm Ethephon with 1% calcium acetate and 200 ppm Figaron treatments were compared as a factorial combination consisting of four treatments. Figaron was sprayed on September 9, and Ethephon on November 4.

No defoliation and fruit drop were observed in any treatment plots. Ethephon with calcium acetate remarkably accelerated degreening and coloration of ponkan fruit. Figaron also appreciably improved fruit color but no additive effects of Ethephon and Figaron treatments were observed over Ethephon treatment alone.

It is suggested that spraying 200 ppm Ethephon mixed with 1% calcium acetate in early November accelerates degreening and coloration without defoliation and fruit drop, and the method is commercially feasible.

* 鹿児島大学農学部果樹園芸学研究室

Laboratory of Fruit Science, Faculty of Agriculture, Kagoshima University

緒 言

ポンカンは鹿児島特産の柑橘で、12 月中・下旬に収穫し、大部分は翌年の 1, 2 月に出荷される。しかし、果皮の着色に先行して、果肉は成熟している場合が多いので、着色促進が可能になれば、年内出荷をかなり増加させることができる。

エスレル (2-chloroethylphosphonic acid) は柑橘類の着色を促進することが早くから知られ (Young and Jahn, 1972), 著者らも 10 月下旬から 11 月上旬のエスレル 200 ppm 散布により、ほとんど落葉・落果の危険性なしに着色を促進し、収穫を 7~10 日程度促進できることを認めた (岩堀ら, 1977)。しかし樹勢の弱い樹や病害虫の被害を受けた樹などで、散布が落葉・落果の原因になり (Iwahori, 1978), これがエスレル散布の普及をはばんでいた (Stewart, 1977)。

一方、エスレル溶液に酢酸カルシウムを混用すると、落葉・落果をほぼ完全に抑制できることを発見した (Iwahori and Oohata, 1980)。そこで酢酸カルシウムの混用散布により、落葉・落果から安全な着色促進法の実用化を検討できるかと、本実験を行なった。

さらに、Ethyl 5-chloro-1 H-3-indazolylacetate (フィガロン) も温州ミカン (富永・大東, 1979) やポンカン (岩堀・大畑, 1980) で着色促進効果が認められているので、このフィカロンの効果をエスレルの効果と比較した。

謝辞 本研究の一部は昭和 54 年度鹿児島大学南方科学研究資料センター総合研究助成費の援助を受けて行なわれたもので、記して深謝する。エスレルを提供された 2, 4-D 協議会、フィガロンを提供された日産化学、試験樹を貸与下さった吹上町馬場実氏にもあつく感謝する。

材料および方法

実験 1 鹿児島大学農学部附属唐湊果樹園に栽植された 16 年生の高しょう系ポンカン 18 樹を供試した。

処理は分割区法で、主試験区には樹別処理でエスレル 3 濃度 (0, 200, 400 ppm), 反復 6 を割りつけ、副試験区は枝別に混用する酢酸カルシウム 4 濃度 (0, 0.2, 1, 5%) とした。

散布は 1979 年 11 月 1 日に行ない、散布直前にエスレルと酢酸カルシウムを混合した。散布前の 10 月 27 日に各区の果実数を数え、各区より 300 枚前後の葉をつけた枝を選んで、葉数を数えた。散布 2 週間後の 11 月 14 日と 40 日後の 12 月 11 日に再び葉数を数えて落葉率を算出した。また 12 月 11 日に果実数を数えて落果率を算出した。12 月 18 日に果実を収穫し、各区 5 果ずつについて、視察による着色程度を記録し、さらにカラーチャート (山崎・鈴木, 1980) により、最も着色の進んだ部分 (A) と最も遅れた部分 (B) について色調を調査した。果汁中の糖は屈折糖度計により測定し、酸は 0.156 N 水酸化ナトリウム溶液による滴定でクエン酸パーセントとして表わした。

データは分散分析し、平均値の分離はダンカンの多重検定にしたがった。変数が百分率

の場合は逆正弦変換値で分散分析した。

実験2 前記吹上町の馬場氏園, 15年生の低しよう系ポンカン40樹を供試した。樹別処理で 2×2 の要因配置法により, エスレル散布と無散布, フィガロン散布と無散布をくみあわせた4処理を10反復した。フィガロンは200 ppmを9月9日に散布し, エスレルは200 ppmに1%酢酸カルシウムを加用して11月4日に散布した。散布は動力噴霧器によったが, エスレル散布は低圧で薬量を少なくした。

12月8日に1樹5果ずつの収穫果について, 実験1と同様の方法で着色, 糖, クエン酸含量を調査した。

結 果

実験1 どの区でも11月14日以降, 12月11日までに落葉が増加した。供試樹は樹勢が弱く, エスレル0 ppmの区でも12月の落葉率は11%と比較的高かった。エスレル散布により落葉は増加し, 400 ppmでは24%と高かった(第1表)。酢酸カルシウムの添加は落葉を減少させ, その効果は0.2%より1%の方がまさったが, さらに5%にしても, 効果は1%と同程度であった。

落果はエスレル0 ppm, 200 ppmではごく少なく, 1~6%程度であったが, 酢酸カルシウム無添加のエスレル400 ppm散布では著しく増加し, 32%にも達した。酢酸カルシウムの添加によって落果は防がれ, 落果率は2.0~3.8%になった(第2表)。

視察による着色はエスレル散布で良好となったが, 200 ppmと400 ppmの間では有意差は認められなかった。酢酸カルシウム混用では視察による着色は僅かに劣ったが, 無混

Table 1. Effects of Ethephon and mixed calcium acetate on defoliation and fruit drop of ponkan

Treatment		Defoliation percent		Fruit drop percent
		Oct. 27- Nov. 14	Oct. 27- Dec. 11	Oct. 27- Dec. 11
Ethephon (main plot)	0 ppm	7.0 r %	11.4 r %	3.6 %
	200	13.1 q	17.0 q	3.5
	400	20.0 p	24.0 p	10.2
Calcium acetate (sub plot)	0 %	18.1 x	22.4	12.9 x
	0.2	14.0 y	17.7	1.6 y
	1.0	10.5 z	14.3	3.5 y
	5.0	10.6 z	15.4	4.9 y
Significance				
Ethephon (E)		**	**	NS
Calcium acetate (Ca)		*	NS	**
E x Ca		NS	NS	**

Mean separation by Duncan's multiple range test at 5 %.

Table 2. Effects of Ethephon and mixed calcium acetate on fruit drop of ponkan

Ethephon concentration	Calcium acetate concentration				Mean
	0 %	0.2 %	1.0 %	5.0 %	
0 ppm	2.5 cd %	1.0 d %	4.5 b %	6.4 b %	3.6 %
200	4.0 bc	1.3 d	4.1 b	4.5 b	3.5
400	32.3 a	2.5 cd	2.0 d	3.8 bc	10.2
Mean	12.9 x	1.6 y	3.5 y	4.9 y	

Mean separation by Duncan's multiple range test at 5 %.

Table 3. Effect of Ethephon and mixed calcium acetate on fruit color and internal quality of ponkan fruit

Treatment		Coloration			Granulation	Brix	Citric acid
		Visual Index	Value of color chart				
			A	B			
Ethephon (main plot)	0 ppm	6.0 q	7.3 q	2.5 q	0.58	10.6	1.04 %
	200	7.6 p	8.1 p	3.4 pq	0.73	10.5	0.97
	400	8.3 p	8.1 p	4.3 p	0.32	10.3	0.94
Calcium acetate (sub plot)	0 %	8.0 x	8.1	4.3 x	0.39	10.6	0.97
	0.2	7.2 xy	7.8	3.1 y	0.58	10.4	0.96
	1.0	7.2 xy	7.9	3.1 y	0.64	10.3	0.99
	5.0	6.7 y	7.6	3.1 y	0.55	10.4	1.01
Significance							
Ethephon		*	**	*	—	NS	NS
Calcium acetate		*	NS	**	—	—	—
Interaction		NS	—	—	NS	—	NS

Visual Index : 0, green ; 10, full color.

Color chart value : A, at the most advanced site ; B, at the most delayed site. The more index value, the more advanced. The used color chart had been made by Fruit Tree Research Station, Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery (Yamazaki and Suzuki, 1980).

Mean separation by Duncan's multiple range test at 5 %.

用と有意差が認められたのは5%の混用のみであった(第3表)。

カラーチャートによる、最も着色の進んだ部分(A)の比較では、やはりエスレルにより着色は良好になったが、酢酸カルシウムによる着色の低下はほとんど認められなかった。しかし、最も着色の遅れた部分(B)では、酢酸カルシウムは僅かながら着色を遅らせた。果実の上がり程度や糖、クエン酸含量にはエスレル、酢酸カルシウムともに影響がなかった。

実験2 エスレル（酢酸カルシウム混用）およびフィガロンの散布のいずれでも、落葉・落果がほとんど認められなかった。

Table 4. Effects of Ethephon and Figaron on coloration and internal quality of ponkan fruit

Treatment	Fruit weight	Visual index	Value of color chart	Brix	Citric acid
Control	134.4 g	3.6	4.7	11.1	0.99%
Ethephon	131.3	7.2	7.4	11.4	1.00
Figaron	125.8	5.6	5.8	11.1	1.01
Ethephon and Figaron	134.0	7.1	7.0	11.3	1.05
Significance					
Treatment	NS	**	**	—	—
Ethephon		**	**		
Figaron		**	NS		
Interaction		**	*		

Visual index : 0, green ; 10, full color.

Value of color chart is at the most advanced site. The more index value, the more advanced.

視察による着色程度をみると、エスレル、フィガロンともに着色を促進したが、特にエスレルの効果が高かった。エスレルとフィガロンの散布を併用しても、相加効果は認められなかった。一方着色の最も進んだ部分でのカラーチャート値では、エスレルは著しい促進効果を示したが、フィガロンの効果は認められず、またエスレル、フィガロン併用処理もエスレル単独処理の効果と同じ程度であった（第4表）。果実中の糖やクエン酸含量にはフィガロン、エスレルの影響は認められなかった。

考 察

本実験において酢酸カルシウムの落葉・落果防止効果は著しく高いことが認められ、著者らの前報 (Iwahori and Oohata, 1980) が再確認された。実験1の樹は樹勢が弱く、エスレル散布には不適当な樹であった。このような場合でも、エスレルへの酢酸カルシウム混用により落葉・落果を著しく減少させ、ほぼ無散布のレベルにまで抑制できた。一方、実験2で用いた樹は樹勢旺盛で、試験期間中無散布樹の落葉・落果は事実上認められなかったが、この樹への酢酸カルシウム混用エスレルの散布は、まったく落葉・落果をひきおこさなかった。

前田と鳥越 (1980) も奄美大島において同様の酢酸カルシウム混用エスレル散布で、落葉・落果がほとんどなく、果実着色を促進することを認め、この方法が実用可能であると報告している。

酢酸カルシウムの混用により、エスレル単独散布に比べて僅かに着色は劣ったが、それでも無処理区よりはるかに着色が促進され、7～10日程度は収穫を早めることができると

推定された、このように鹿児島においては、10月下旬～11月上旬に1%酢酸カルシウムを添加した200 ppm エスレルを散布することにより、落葉・落果をおこすことなく、着色を促進することができ、この方法は実用可能であると思われる。

9月散布のフィガロン散布は僅かながら着色を促進し、これは他の報告(岩垣ら, 1979; 岩堀・大畑, 1980; 富永・大東, 1979)と一致した。しかしエスレルと比較するとフィガロンの着色促進効果はかなり劣り、特にカラーチャート値でみられるように、赤色の発現はエスレルに比べて明らかに劣った。

エスレル、フィガロンともに本実験ではポンカンの糖やクエン酸含量に影響を及ぼさなかった。岩垣ら(1979)はフィガロンの後期散布は温州ミカンの糖を増加させると報じ、著者らの以前の実験でもフィガロンによりポンカン果実の糖がいく分増加した(岩堀・大畑, 1980)。一方富永と大東(1979)は温州ミカンでフィガロンによる増糖効果は認められなかったと報じている。

フィガロンの着色促進効果はそれほど大きいものではないので、今後は増糖効果をもあわせて、更に検討を重ねることが必要であろう。

摘 要

ポンカン (*Citrus reticulata* Blanco) 果実の着色促進にエスレル (2-chloroethylphosphonic acid) を散布する際の、酢酸カルシウム混用による落葉・落果防止効果を検討した。またフィガロン (Ethyl 5-chloro-1 H-3-indazolyacetate) の着色促進効果も試験した。

実験1では分割区法でエスレル濃度(0, 200, 400 ppm)と酢酸カルシウム濃度(0, 0.2, 1, 5%)を組みあわせ、11月1日に散布した。

高濃度のエスレルで落葉・落果が増加したが、酢酸カルシウムの混用により、落葉・落果が抑制された。エスレルによる着色は著しく促進されたが、酢酸カルシウムの混用はいく分その効果を弱めた。

実験2では要因配置法で1%酢酸カルシウム混用200 ppm エスレル散布、無散布と、200 ppm フィガロン散布、無散布をくみあわせ、4処理の試験を行なった。フィガロンは9月9日、エスレルは11月4日に散布した。

どの区でも落葉・落果はほとんど認められなかった。エスレルは着色を著しく促進した。フィガロンも着色を促進したが、エスレルには劣った。エスレル、フィガロンともに果実中の糖やクエン酸含量に影響を及ぼさなかった。

1%酢酸カルシウム混用200 ppm エスレルの11月上旬散布がポンカンの着色促進のため実用化できると考えられる。

引用文献

1. 岩垣功・広瀬和榮・鈴木邦彦. 1979. フィガロンが温州ミカンの品質に及ぼす影響. 農園 54: 1047-1048.
2. Iwahori, S. 1978. Use of growth regulators in the control of cropping of

mandarin varieties. 1977. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 263-270.

3. Iwahori, S. and J. T. Oohata. 1980. Alleviative effects of calcium acetate on defoliation and fruit drop induced by 2-chloroethylphosphonic acid in citrus. *Scientia Hort.* 12: 265-271.

4. 岩堀修一・大畑徳輔. 1980. フィガロンによるポンカンの着色促進試験. 昭54年常緑果樹除草剤生育調節剤試験成績集録. p 449. 日本植物調節剤研究協会.

5. 岩堀修一・富永茂人・大畑徳輔. 1977. 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.

6. 前田政信・鳥越博明. 1980. 酢酸カルシウムによるポンカンの落葉軽減試験. 昭54年常緑果樹除草剤生育調節剤試験成績集録. p 495-496. 日本植物調節剤研究協会.

7. Stewart, I. 1977. Citrus color — a review. 1977 *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 308-311.

8. 富永茂人・大東宏. 1979. カンキツの品質向上に関する研究. 第2報. J-455 (Ethyl-5-chloro-1 H-3-indazolyl-acetate) がウンシュウミカン果実品質に及ぼす影響. 四国農試報. No. 34, 79-88.

9. 山崎和彦・鈴木勝征. 1980. 果実の成熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究. (第1報) カラーチャートの色特性. 果樹試報A, No. 7, 19-44.

10. Young, R. and O. Jahn. 1972. Degreening and abscission of citrus fruit with preharvest applications of (2-chloroethyl) phosphonic acid (Ethepon). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97: 237-241.