

カンキツにおける摘花・摘果剤開発の現状と推進方向

果樹試験場カンキツ部 高原利雄

カンキツの隔年結果は古くから問題にされてきたが、温州ミカンでは、平成6年（1994）以降この隔年結果が激しくなっている（図-1）。

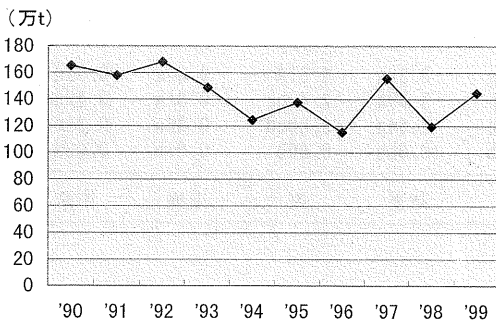


図-1 温州ミカンの生産量の推移

カンキツ類の隔年結果についての研究は多く、着果過多、収穫の遅延、過せん定・不適切せん定、生育期の過乾燥、施肥不足・施用法の不適正、冬期の落葉、生理落果期の高湿、低日照等が影響していることが知られている。これらの中で特に着果負担と気象要因の影響が大きく、当年の着果負担は翌年の着花、新梢発生量に大きく影響し、着果過多や収穫の遅延で翌年の着花量が減少し、着果量が少ないほど、収穫が早いほど翌年の着花量は多くなる。すなわち、着果量が多い豊作年の翌年は着花数が少なく新梢数の多い不作年になる。たとえば、着果量が適正であっても収穫が遅れ樹体に着果負担が遅くまで付与されると同様に翌年は不作年になる。温州ミカン等の隔年結果は全国的に発生し、この

主要因は生理落果期、果実肥大期中後半、冬期の気象条件によるものがほとんどである。このようにカンキツ類の隔年結果は、着果過多や収穫の遅延等による樹体要因、あるいは気象要因等の影響で着花数や新梢数が増減することで引き起こされる。隔年結果を防ぐ、あるいは軽減するには基本管理を徹底することは言うまでもないが、樹体の状態（要因）や気象条件に対応した適切な管理を実施することが重要である。特に着花数や新梢数の制御、並びに着果数の制御できれば隔年結果の防止や軽減は容易であろう。一方、カンキツ農業の後継者不足や担い手の高齢化はますます激しくなっていく傾向にあり、労働力不足による管理不良でさらに隔年結果を助長しつつある。このような状況にあって着花や着果の調節をより省力、軽労働で実施して行くには、植物生育調節剤（植調剤）の利用が重要になってくるものと考えられる。

そこで、カンキツの着花抑制及び摘果に関する植調剤開発の現状と推進方向について述べる。

1. 植調剤による着花抑制

1) GA（ジベレリン）の着花抑制効果

これまでカンキツの花芽分化を抑制するため、いくつかの植調剤が検討され冬期の2,4-D散布で花芽が減少した (Guardiola 1977) という報告はあるものの、GAを除くと効果的な薬剤は見出

表－１ ‘市文早生’ の着花に及ぼすGA散布の影響（高原ら1985）

処理月日	濃 度	落葉率	新梢数	有葉花	直 花	花合計	新葉数	着果数	着果率
月・日	ppm	%							%
10. 21	25	8.6	23.3	7.7	0.0	7.7	154.0	1.0	13.0
11. 21	"	10.4	13.0	12.7	21.3	34.0	119.0	7.0	20.6
12. 21	"	10.9	5.0	22.3	23.0	45.3	63.7	9.0	19.9
10. 21	50	4.9	6.7	11.3	2.0	13.3	124.7	9.0	67.7
11. 21	"	4.2	16.3	12.7	7.3	20.0	132.7	7.3	36.5
12. 21	"	3.6	3.0	17.3	24.7	42.0	75.7	16.0	38.1
10. 21	100	6.5	18.7	2.3	0.0	2.3	135.7	0.3	13.0
11. 21	"	11.3	22.0	2.3	1.3	3.7	167.3	3.0	81.1
12. 21	"	4.5	5.7	11.7	3.3	15.0	96.0	8.0	53.3
無処理		12.1	1.7	39.0	38.7	77.0	48.7	13.0	16.7

表－２ ジベレリンの冬期散布による‘不知火’の減花効果（熊本果研2000）

処 理 区	結果母枝		有葉花		直 花	全 花	新梢枝	節当たり	
	長さ	節数	単生花	総状花				着花数	新梢数
GA50	16.8	10.9	3.18ab	0a	0.04a	3.22a	3.51d	0.30a	0.32d
GA25	18.5	12.1	3.67ab	0a	0.02a	3.69a	2.40bc	0.31a	0.20bc
GA12.5	16.7	10.5	2.39a	0.20a	0.05a	2.64a	2.56cd	0.25a	0.24cd
無 処 理	17.3	11.9	5.20b	4.91b	0.79b	10.90b	0.90b	0.91b	0.08a
有 意 性	NS	NS	※	※※	※※	※※	※	※※	※※

注）処理時期：1999, 1, 29, 調査時期：1995, 5, 13.

せていない。GAは杉等の針葉樹や花卉のシクラメン等では花芽分化を促進させる効果が明らかにされているが、ほとんどの植物で花芽分化を抑制する作用を示す。カンキツでGAが花芽分化を抑制させることを最初に明らかにしたのは Monselise and Halevy(1964)で、その後各種カンキツで確認されている。わが国においても温州ミカン、ネーブルオレンジ、イヨカン、‘不知火’等で効果が認められている。

温州ミカンでも9月下旬～10月に収穫される極早生温州から、11月収穫の早生温州、11月下旬～12月上旬収穫の中生温州、12月に収穫される普通温州（含高糖系温州）までである。このため温州ミカンの着花減少を目的としたGA散布の効果には、散布時期による変動がみられ11月から2月頃まで幅広い。これは品種問題のみならず、試験された場所、年次、気象条件、樹体

条件、収穫時期等の影響が考えられるため、ある程度は変動しても仕方ないのかもしれない。

わが国のカンキツ栽培においては、GAの花芽抑制による樹勢の維持を使用目的として、早生温州11月中旬～12月下旬に25～50ppm、イヨカン12月中旬～1月下旬（収穫後）25～50ppmが実用化されている。昨年新たに‘不知火’1月下旬（収穫後）25～50ppmが実用化判定された。

2) GAの効果を助長する薬剤等

GAによるカンキツの花芽分化抑制効果は、高濃度ほど、散布水量が多いほど効果が高いものの、実際栽培では価格と効果の面で適正濃度が重要である。実用化されているGA濃度でも価格面ではやや高過ぎるくらいにあり、効果の点でも変動が見られる。GAの実用濃度へ混用し花芽分化抑制効果を安定して高め、しかも低

表－3 GA25ppm液の散布量の違いが‘宮内伊予柑’の着花に及ぼす影響
(高原ら1985)

10a 当たり 散布液量	落 葉 率 ²	新 梢 数	着 花 数			直 着花数	
			単生花	総状花	計	花	合 計
1	%	本	個	個	個	個	個
125 少量	32.0	87.5	9.8	3.3	13.2	16.7	29.8
250 中量	34.9	70.5	10.3	0.0	10.3	9.0	19.3
375 多量	47.5	54.8	11.7	3.3	15.0	2.3	17.2
無 処 理	35.8	65.8	11.7	3.3	15.0	25.5	40.5

² 落葉率は旧葉の落葉を示す。1983年12月24日散布。

表－4 ‘宮内伊柑’の着花に及ぼすGAへのマシン油乳剤混用の影響 (高原ら1985)

処 理		落 葉 率 ²	新 梢 数	新 葉 数	新 葉 率	着 花 数			葉 ³ 花 比
GA 濃度	マシン油 濃度 (種類)					有葉花	直 花	合 計	
ppm 倍	%	%							
12月24日									
25 —		43.1ab	69.3bc	354.7a	75.5a	13.0bc	9.3c	22.3bc	26.1bc
25+50	(95)	40.4ab	87.0a	321.7a	70.0a	6.3c	6.7c	13.0c	57.6b
25+100	(95)	30.1b	83.7ab	303.7a	65.9a	0.7c	1.0c	1.7c	131.7a
25+100	(97)	47.0ab	82.0ab	367.0ab	75.4a	7.0bc	5.3c	12.3c	19.6bc
25+150	(97)	32.1b	66.7abc	272.3ab	64.4a	29.0abc	12.0c	41.0bc	3.7c
1月20日									
25 —		27.0b	23.3c	245.3ab	59.8ab	55.7a	61.7ab	117.3ab	12.8bc
25+50	(95)	37.0ab	44.3abc	293.0a	69.3a	27.0abc	19.3c	46.3bc	9.3bc
25+100	(95)	46.4ab	31.3bc	229.7ab	64.5a	34.0abc	59.7ab	93.7ab	1.2c
25+100	(97)	61.4a	50.7abc	231.0ab	72.4a	32.7abc	27.3bc	60.0ab	9.0bc
25+150	(97)	41.9ab	24.0c	185.3ab	55.1ab	39.0ab	108.0a	147.0a	4.4c
無 処 理		36.0b	41.0abc	99.7b	37.7b	23.7abc	75.7a	99.3ab	4.2c
有 意 性		*	*	*	*	*	*	*	*

² 落葉率は旧葉の落葉を示す。³ 葉花比は全葉数(新葉+旧葉)の花に対する比を示す。

表中のa～cはダンカンの多重検定5%水準で同一文字間には有意差がないことを示す。

価格で実用化可能な薬剤が数種類検討されている。数種の界面活性剤がカンキツ果皮からGAの吸収を高めることは知られている(Greenbergら1987)が、花芽分化の抑制効果までは明らかでない。実用的なカンキツの花芽分化抑制効果については、マシン油乳剤が選択されている。カンキツ産地ではマシン油乳剤は冬期に単独散布してもカンキツ類の花芽分化を減少させることは古くから知られていた。高原ら(1994)は、冬期にGAへマシン油乳剤を混用して散布する

と、GA単独散布に比べ着花が著しく減少することを明らかにした。GAへマシン油乳剤を混用散布して花芽分化抑制効果が助長される作用機構については明らかでないが、マシン油乳剤は浸透性があり展着効果も高く、しかもマシン油乳剤をカンキツへ散布後約2週間光合成が低下し、3週間程度呼吸活性が高まる。これらのことがGAへマシン油乳剤混用による着花抑制助長効果を示すものと考えられる。マシン油乳剤の濃度は濃いほど効果が高い傾向にあるものの、

薬害等の点を考慮すると97~98%剤の100倍程度が安全で効果も高い。また、硝酸あるいは尿素もGA等植調剤と混用散布すると、その効果が高まる可能性があるようなので今後検討していく必要があろう。一方、GAは湿度が高いほど吸収性が大きく、しかもpHが低い方が吸収量も多いため、湿度が高い条件下で酸性の緩衝液を用いれば、より低濃度で中性液と同じ生理的効果を得られる（Greenbergら1989）可能性が高いことから検討していく必要がある。

2. 植調剤による生理落果促進（摘果）

果樹の摘果剤開発は落葉果樹において1930~1940年代から研究が開始されている。カンキツ摘果剤の開発研究は、1950年代に始まり、オーキシン活性剤を中心に試験が行われた。これは、温州ミカン、スイートオレンジ、レモン等は単為結果性があり、生理落果は胚の受精や発達とは関係なく、樹体内植物ホルモンや栄養条件の過不足やアンバランスによって落果が起これと考えられた。これらの単為結果性カンキツは他の果実よりオーキシンが多く含まれていること等がオーキシン活性剤が選ばれた根拠となっている。1955年頃からはオーキシン活性剤の2, 4, 5-T等に摘果効果が認められ、マレイン酸ヒドラジド(MH)にも摘果効果が認められたが、これらの薬剤は安定性や薬害等の点で実用化までには至っていない。1964年からは国や温州ミカン生産県の試験研究機関及び大学を含めて、温州ミカンの薬剤摘果を目的とした試験が本格的に開始されている。

1) ナフタレイン酢酸（NAA）

NAA（ナフタレイン酢酸）の温州ミカンに対する摘果効果は、藤田ら(1957)、三輪ら(1958)、斉藤ら(1959)により認められていたが、Hield

表-5 J-455およびNAAの処理が新葉率の異なる温州ミカンの摘果効果に及ぼす影響
(鈴木ら, 1977年)

新葉率	処 理 薬剤a)	新葉率 (%)	葉 果 比		着果率 (%)
			処理前	処理後	
高	J-455	75.5	12.3	28.2	45.0
	NAA	70.4	8.8	30.7	43.3
	無処理	71.2	9.3	13.1	60.3
低	J-455	53.8	5.8	18.7	35.0
	NAA	55.6	7.3	14.0	48.4
	無処理	52.0	5.8	10.1	57.3
有 意 性		**	NS	*	**

a) J-455は200ppm、満開40日後散布、NAAは300ppm、満開30日後散布、J-455はエチクロゼート

ら(1962)によってNAAが有核性のウイルキングマンダリンに摘果効果を示すことが報告されたこともあって、全国的な規模での試験が開始された。NAAは摘果効果が高く、品質的にも悪影響がなく落葉等の薬害もないことが明らかになり1969年に実用化された。

NAAは温州ミカンで200~400ppmで間引き摘果及び全摘果効果が認められ、濃度が高いほど効果も高いが、間引き摘果を目的とした場合高濃度では過摘果になるため300ppmが適正濃度とされた。散布適期は満開後20~45日と幅があり、散布が早いほど摘果効果は高かったが、間引き摘果剤としての散布最適期は満開30日後とされた。ただし、この時期は梅雨期であり摘果剤を適期に散布するのがかなり難しいため、散布適期が短い薬剤は効果に大きく振れが生じる。NAAの問題点としては、散布1~2日後に30℃以上の高温になると落果が激しくなり摘果過剰になる危険性があった。また、摘果効果による果実肥大に加え、NAAのホルモン影響により果実肥大が認められ、着果が少な目の時は大果となり過ぎ、味が淡泊となった。薬剤はほとんどなかったが高濃度では落葉を若干助長する傾向にあった。このようにNAAはやや問題点

はあったものの、使用法を厳守すれば温州ミカンの摘果剤として効果的であった。しかし、1976年の農薬登録更新時に再登録されなかったので使用できなくなった。

最近、温州ミカンの隔年結果が激しくなっていること、後継者不足・担い手の高齢化等で労働力不足になってきていること、エチクロゼートの摘果剤としての効果が不安定で、連年使用すると樹勢衰弱等もあり、NAA再評価問題が浮上してきている。アメリカではすでに再登録され実用化している。現在、農林水産省果樹花き課等の行政部局や果樹試験場、日園連、日本植物調節剤研究協会、民間等を含め再登録が可能かどうかの検討が行われつつある。

2) エチクロゼート (フィガロン)

NAAが登録中からそれに勝る温州ミカンの摘果剤探索が行われ、1971年からエチクロゼートの試験が開始され、その後エテホンとの混用試験も行われ、エチクロゼート単用散布は1981年、エテホンとの混用散布は1987年に実用化している。

(1) 摘果効果の特性

オーキシン活性剤であるNAA及びエチクロゼートともに散布後、葉からエチレンが発生し、幼果の離層形成を促進することで落果に至る。エチクロゼートはNAAに比べ散布後エチレン発生が緩やかで発生期間も長いので(図-2)、散布期間も長く効果もおだやかに現れ、生理落果後期に散布しても効果があると考えられている。エチクロゼートの効果は果実の大きさで著しく異なり、果実の横径が25mm以上になるとほとんど落果せず、同じ果径でも若い果実ほど落ちやすい。また、温度によりエチクロゼートの摘果効果は左右される。生理落果期間の気温が30℃になるとエチクロゼート散布の有無に関わらず

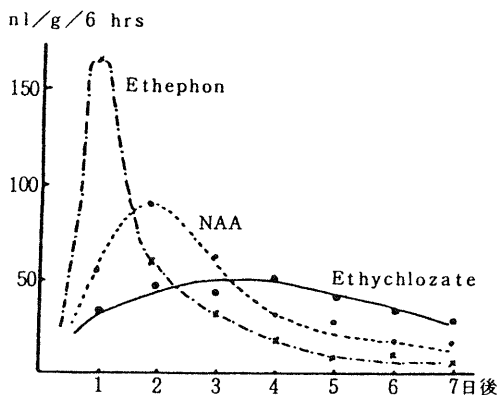


図-2 ウンシュウミカン葉からのエチレン発生様相
エステル (Ethephon), NAA, フィガロン
(Ethychlozate) の100ppm散布後のエチレン
発生経時変化 (30℃以下)

60%以上落果し、32~33℃ではほとんど落果してしまう。逆に20℃以下に低下するとエチクロゼート散布してもその摘果効果はほとんど見られない。エチクロゼートの摘果効果は気温が25℃前後で発揮される。わが国の温州ミカン産地の6月(2次生理落果期)における日中気温(最高気温)は概ね25℃前後であるが、しばしば30℃前後となるためエチクロゼート散布で過摘果、20℃程度が続くと効果不足で問題となることが多い。この問題はNAAでも同様であり、オーキシン活性剤を摘果剤として利用していくうえでは、仕方のないことなのかもしれない。

(2) 使用方法

エチクロゼートの摘果剤としての登録は、全摘果と間引き摘果がある。全摘果効果を目的とする場合は、枝別群状着果栽培や隔年交互結実栽培での利用法があり、エチクロゼートとエテホンを混用散布する方法である。エテホンは散布後植物体にはいると分解してエチレンを発生するが、オーキシンと比べ早く発生し、しかも著しく激しい(図-3)。エチクロゼート1000~2000倍にエテホン2000~8000倍混用、満開10~20日後の生理落果最盛期散布で実用化されて

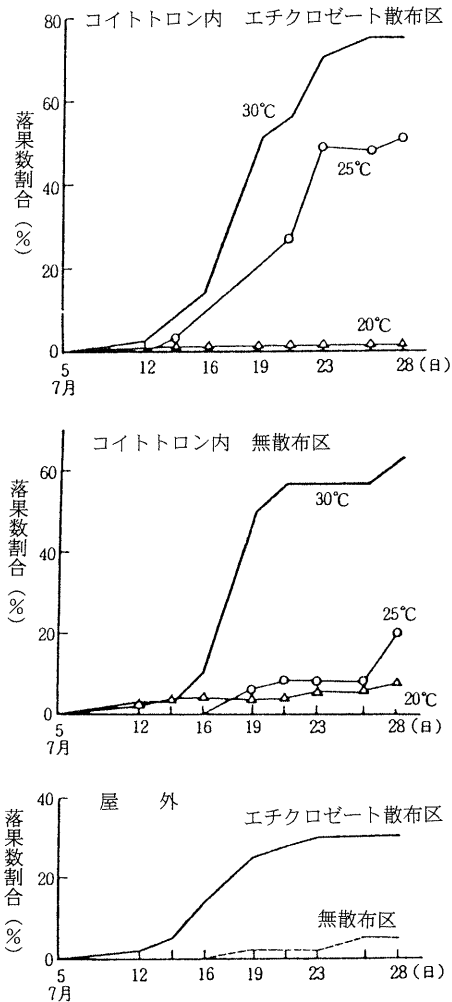


図-3 エチクロゼ散布による落果と温度の関係 (岩垣ら)

いる。樹別の隔年交互結実栽培での利用が期待されるが、枝別に全摘果する方法は、散布が煩わしく必ずしも普及していない。

間引き摘果剤として利用する方法は、満開20～50日後、濃度1000～2000倍(200～100ppm)で生理落果のある時期に1回散布で実用化されている。エチクロゼートは果実の大きさで摘果効果が異なるので、これを利用して、着果量が多過ぎて強い摘果が必要の際は横径20mm程度で散布し、軽い摘果でよい場合は25mm以上の果実が多くなってから散布することなどが考えられている。また、エチクロゼートには光化学分解阻害剤が混合されているものの、太陽光線で光化学分解を受けやすいとされているため、曇天下や夕方散布の効果が高い。エチクロゼートは品質向上効果もあり、摘果と併用散布が多く行われるため、1シーズン中に複数回散布、あるいは連年散布を続けると細根減少や樹勢低下の原因となって問題となっている。

3) その他の薬剤

温州ミカンで摘果効果を狙った試験で、NAAやエチクロゼートの他に効果が認められ実用可能と判定された薬剤はピラゾフタレンとジクロロプロップがある。ピラゾフタレンは摘果効果が強く、全摘果剤としての利用が期待された

表-6 エチクロゼートの散布時期および濃度が葉果比におよぼす影響

処理時期	濃度	早生温州(10年以下)			普通温州		
		葉果比		着果率	葉果比		着果率
		処理前	処理後		処理前	処理後	
日	ppm			%			%
満開後	30 {	5.2	16.8	30.8	6.2	14.1	42.7
	200	6.2	32.2	26.5	5.8	19.3	35.7
40 {	100	7.8	22.9	41.5	7.0	28.0	38.0
	200	10.1	27.9	34.2	6.8	50.4	34.3
50 {	100	11.5	20.6	52.0	7.9	27.4	52.6
	200	12.5	26.4	56.7	7.6	33.5	46.8
cont.		7.7	22.7	46.4	7.1	12.0	58.7
有意性			*	**	**	*	**

(注) 10果の平均, 有意性は *: 5%, **: 1%で有意

が、基本構造がNAAと同じであったため、登録は断念され実用化しなかった。ジクロロプロップは登録されたものの、幼果が落下せず黄化したまま樹上に残ったり、果皮が硬くなる等の例が見られたこともあり販売はほとんどされていない。

近年、カンキツの生育調節剤に関する試験は、主に植物生育調節剤研究協会の委託試験で実施されているが、摘果を目的とした薬剤の委託試験はエチクロゼートの試験が終了した1994年以降実施されていない。しかし、オーキシン活性剤のMCPB-EWで温州ミカンの摘花（果）効果（小浦ら1999）、MCPAチオエチルで極早生温州の摘果効果（未発表）が認められている。また、エチクロゼートと同等～それ以上の摘果効果を示す可能性のあるオーキシン活性剤の試験も行われつつある（未発表）。

3. 今後の推進方向

カンキツでは隔年結果は古くて新しい問題であり、最近激しくなっていることから、早急な問題解決が求められている。隔年結果は単一の技術のみでは解決できないことが多く、基本管理を適期に適切に実施することが重要である。着果過多が隔年結果の最も大きな要因であり、それを軽減するには着花・果を制限し適正量の着花・果が必要で、その対策として摘花

（蕾）・摘果が実施されている。カンキツ栽培にける全労働時間に占める摘花・果時間の割合は大きく、高齢化・労力不足の下では省力化技術としての摘花・摘果剤の使用は避けられない状況になりつつあり、新たな有効薬剤の開発も求められている。

現在、着花抑制剤（摘花剤）として実用化している薬剤はGA、摘果剤としてはエチクロゼートのみが使用されている。これらは価格や効果の安定性等の点でやや問題があり、さほど多く使用されていない状況にある。新たな摘果剤開発へ向けた試験研究も一部で開始されてつつあり、摘果効果もエチクロゼートと同等、それ以上の可能性のある薬剤もあるようなので今後の開発が期待される。しかし、新規剤の開発は登録に要する軽費などの面からかなり困難とされており、当面は既存の薬剤の更なる有効利用法や安定した使用法の開発が主体となるものと思われる。従って、着花抑制剤は、今後ともGAが中心となるものと考えられ、低価格でGAの効果をより助長する薬剤の開発、あるいは栽培管理技術と組み合わせた効果的な利用技術を開発していく必要がある。摘果剤については、エチクロゼートの安定した使用法の徹底を図るとともに、NAAが再登録できるよう関係機関の協力と努力に期待したい。

最新 除草剤・生育調節剤解説 1998年版

企画・編集／財団法人 日本植物調節剤研究協会
B5判 285頁 本体5,000円(税別)

ジャンボ剤、フロアブル剤、1キロ粒剤など最近の水田除草剤16剤。畑地・非農耕地除草剤5剤。水稻倒伏軽減剤1剤について、特長、使い方、性質、試験成績などを解説。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
Tel.03-3833-1821 Fax.03-3833-1665