

ウンシュウミカンの生育調節技術

果樹試験場興津支場 岩垣 功

ま え が き

果樹栽培は、主として永年生木本作物の果実生産を目的として行われる。したがって果樹栽培の技術の体系は、果実の安定多収、高品質生産、経済合理性を追求するための省力化、などの技術の集大成といえる。そして目的とする果実生産のための樹体の生育調節が、果樹栽培の骨子となっているといえよう。

最近の果樹研究の進展に伴って、果樹の生理現象の多くが内生の植物生長調節物質によってコントロールされていることが明らかにされつつある。それと同時に、果樹に与える生長調節物質の研究及びその実用化の進展にも著しいものがある。ここでは果樹の一つであるウンシュウミカンについて、その生育調節を主として生長調節物質の働きの面から概説したい。必要に

応じてウンシュウミカン以外のカンキツについても言及する。

1. 着 果 の 調 節

着 花 の 減 少

ウンシュウミカンでは、収穫する果実数の10倍前後の花が着くのが一般である。時折訪れる異常気象にも耐えて、確実に結実させるためのミカン側の工夫であろう。しかし多過ぎる着花は養分の消耗を招き、また花数の増加に反比例的に新しょうの発生数が減少するので、樹勢低下の原因になる。ネーブルオレンジや宮内伊予柑、それに最近増加している極早生温州などは、花数を減らして新葉数を増加させる栽培上の要求が大きい。施肥やせん定などの栽培管理による対策に加えて、ジベレリンの利用が一部実用

表 1. 山川早生温州の着花に及ぼすジベレリン (25 ppm) + マシン油乳剤の影響

(高原ら, 1986)

処 理 区			有 葉 花	直 花	花 数 計	葉 花 比	着 果 数	新しょう数
マ シ ン 油								
種 類 倍 率								
% 倍			個	個	個		個	本
単 用			50.0 a	21.3 b	71.3 b	7.0 c	20.7 a b	28.5 b
混 用	95	40	20.7 b	21.5 b	42.2 c	11.3 b	14.2 b c	27.0 b
〃	95	30	15.2 b	9.2 b	24.4 c	22.2 a	5.7 c	47.8 a b
〃	97	70	17.7 b	10.8 b	28.5 c	20.1 a b	8.2 c	41.5 a b
〃	97	50	9.3 b	22.5 b	31.8 c	18.6 a b	8.5 c	59.7 a
無 処 理			60.7 a	62.5 a	123.2 a	2.2 c	30.5 a	28.0 b

12月27日樹別散布。

ダンカンの多重検定 (5%) により、異なるアルファベット間で有意。

化している。

ただしジベレリンには、樹勢がすでに弱っているようなカンキツを強くするほどの効果はない。また、圃場全体に散布するには高価すぎる。低濃度のジベレリンの効果を増強するために、マシン油乳剤を混用する技術が開発中である。この場合、マシン油乳剤はジベレリンの浸透補助剤と考えるべきであろう。

極早生温州山川早生に対する試験結果を表1に示した。95%マシン油乳剤と、比較的新しい高度精製の97%マシン油乳剤の両者を試験した。ジベレリンの単用区、混用区共に着花数が明らかに減少し、混用区の方が効果が大きかった。混用区では花に対する葉の比率が高くなり、また新しょう数が多くなる傾向が明らかであった。その結果として着果数も減少した。

花数の増加

花が多過ぎるケースとは反対に、花が少な過ぎる場合もある。ウンシュウミカンの隔年結果による収量低下の原因は、必要なだけの花数が確保できないために生ずることが多い。生長調節剤による花数の増加は、非常に魅力あるテーマである。

最近この分野では、サイトカイニン類の一つであるベンジルアミノプリン(BA)の着花促進効果に関する研究が進み、一部実用化されるに至っている。ウンシュウミカンの加温ハウス栽培では、12月ごろ加温を開始する機会が多いが、加温開始は早い方が早く収穫できて販売上有利になる。しかし12月上旬、あるいは11月に加温を開始すると、発芽の不ぞろいや開花数の不足が問題になる。このような場合、加温開始後にBA剤を散布すると、新しょうの発生促進に伴って花数も

増加する。

ウンシュウミカンにおけるBAの発芽促進効果は、枝しょうの生長期よりも休眠期において、とくに早期加温ハウス栽培では加温開始期にあたる晩秋に顕著である。

BA剤の農薬登録は、1989年3月にウンシュウミカンにも適用拡大されたが、その内容は以下のとおりである。すなわち、露地栽培及び加温ハウス栽培で、新しょう発生促進のために、150~300 ppm (BA液剤100~200倍)を萌芽の前後に散布する。また早期加温ハウス栽培では着花促進のために、同濃度を加温直後に散布する。樹勢が弱かったり、結果母枝の充実が悪い場合には効果が現われてもその後の生理落果が多いなどの問題点もあり、安定した増花効果をあげるための研究が継続中である。

サイトカイニン類は、細胞分裂を促進し、細胞を拡大する。また組織の分化を促進することが知られている植物ホルモンである。各種の作物で発芽促進、着果促進の効果が認められている。BAの発芽促進は、分化がすでに完成して

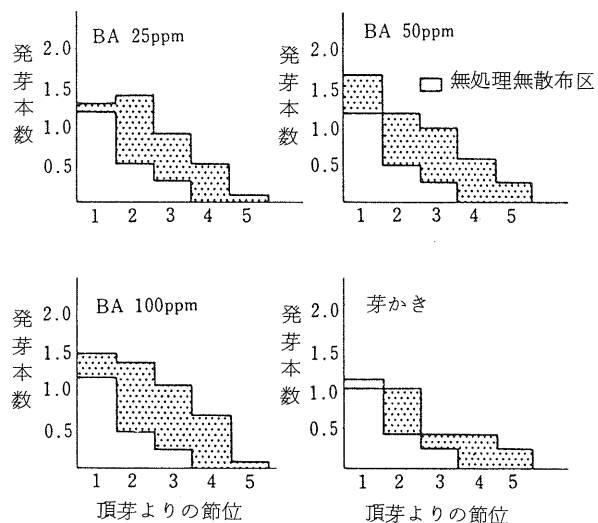


図1. 今村温州春枝の各節位の発芽に及ぼすベンジルアミノプリン(BA)の影響 (高原ら, 1987)

いるえき芽に対してだけ効果を現わすものと考えられるが、普通は発芽しにくい下位の節（えき芽）からの発芽を促進する効果が大きい。露地における今村温州に対するBAの発芽促進効果を図1に示した。

その他の生長調節剤に関しては、ジベレリンが花成を抑制することから、アンチジベレリン類、各種のわい化剤、さらにはオーキシン類などが試みられている。現在のところ、安定した効果を表わす生長調節剤は見出されていない。

2. 結実の調節

生理落果の防止

花の数が多くない場合は、生理落果をなるべく少なくしたい。様々な生長調節剤が試験されている中で、最近わい化剤の効果が見出された。

ウンシュウミカンに対し、トリアゾール系の生長抑制剤PP-333（パクロプロトラゾール）及びS-327D（ユニコナゾール）の500～1,000 ppmを発芽直前に散布すると、有葉花の結実率が高まった。その結果、収穫個数が増加して収量も高まった（表2）。

1979年に構造が決定された、第6の植物ホルモンとされているブラシノライドについて、ウンシュウミカンでも結実促進効果が報告されて注目されている。開花盛期（5月18日）の1回

処理及び生理落果最盛期（6月7日）との2回処理で青島温州の結実率が高まった（表3）。

表3. 青島温州に対するブラシノライド（TEE-200液剤）の落果防止効果（木原ら，1988）

処 理	結 実 率			葉果比	落葉率
	有葉花	直 花	合 計		
0.1 ppm	%	%	%		%
1 回処理	41.6 a	21.7	25.3 a	16.9	7.3
2 回処理	48.1 a	14.4	28.7 a	12.5	7.2
0.01 ppm					
1 回処理	38.6 a	12.4	21.5 ab	13.4	5.9
2 回処理	40.4 a	15.9	25.9 a	15.8	7.4
無 処 理	20.4 b	12.0	15.1 b	17.6	4.5

1回目：5月18日，2回目：6月7日，樹別処理。

8月8日調査。

ダンカン多重検定（5%）により，異なるアルファベット間で有意。

ブラシノライドは植物の伸長生長を促進する作用があり，ジベレリンで生長促進作用がおこるような植物で同様な効果を示す場合が多い。

最近ウンシュウミカンの系統は，高糖度と称される糖度の高い系統にかわりつつある。それらのうちの多くのものが，隔年結果性があったり，樹勢が旺盛過ぎたりして収量が不安定になる傾向がある。表2に示した今村温州，表3に示した青島温州もそれらの一つで，栽培が難しい系統とされている。調節剤による結実の安定が大いに期待されている。

摘 果

表2. 今村温州の結実・収量に及ぼすトリアゾール系わい化剤の影響

（高原ら，1986）

薬 剤 濃 度	結 実 率			収 量		
	有 葉 花	直 花	全 花	個 数	重 量	平均果実重
ppm	%	%	%	個	kg	g
PP-333 1,000	43.0 a	5.8	12.2	231.7 a	29.4 a	127 a
" 500	38.5 a	3.4	10.3	230.0 a	28.8 a	125 a
S-327D 1,000	46.5 a	4.7	8.6	281.0 a	31.9 a	114 b
" 500	39.4 a	8.2	11.3	256.1 a	30.7 a	120 a b
無 処 理	26.7 b	5.3	10.5	189.3 b	23.8 b	126 a

3月29日樹別散布。

ダンカンの多重検定（5%）により，異なるアルファベット間で有意。

表 4. ウンシュウミカンに対するエチクロゼート（フィガロン）の使用基準
(1989年3月改訂)

使用目的	使用時期	使用回数	希釈倍数(倍)	使用方法
全摘果	生理落果最盛期 (満開10~20日後)	1回	1,000	摘果したい部分に散布
			1,000~2,000	エスレル10の2,000~8,000倍希釈液と混合して摘果したい部分に散布
間引摘果	満開20~50日後で生理落果のある時		1,000~2,000	立木全面散布
熟期促進	間引摘果をかねて使用する 場合	2回	1回目: 1,000~2,000 2回目: 2,000~3,000	
	熟期促進だけに使用する 場合		2,000~3,000	
浮皮軽減	1回目: 蛍尻期 2回目: 蛍尻期の2週間後			

散布薬量は10a当り250~500lで、葉先からしたたりはじめる程度。

カンキツでは、生理落果後に残る果実数は、収穫に必要な果実数より多いのが一般である。それらは間引き摘果で除かねばならない。現在ウンシュウミカンに登録のある摘果剤は、エチクロゼート（フィガロン）とジクロルプロップ（エラミカ）の2薬剤である。いずれもオーキシン活性を有する植物ホルモンの仲間である。

オーキシンは細胞の伸長効果、離層形成の遅延効果などを持っているが、濃度と作物のコンビネーションを選べば離層形成を促して摘果効果を発揮する場合がある。その理由については、十分に解明されているとは言えないが、実用的にはウンシュウミカンの摘果剤としての利用が確立した。

エチクロゼートの使用基準を、後に述べる熟期促進のための使用基準と共に表4に示した。エチクロゼートは、カンキツでは量も使用量が多い調節物質であり、その使用方法も広く普及しているので、ここでは、その効果増強の工夫と、連年使用による樹勢低下の問題についてふれたいと思う。

苗木や幼木に対する全摘果効果、ある

表 5. 三保早生に対するエチクロゼート（フィガロン）+エテホン（エスレル）の摘果効果

処 理	満開後10日目		満開後17日目		満開後24日目	
	落葉率	落果率	落葉率	落果率	落葉率	落果率
	%	%	%	%	%	%
エチクロゼート 100 ppm	12.2	88.1 a b	12.7	77.6 b	15.9	68.3
エチクロゼート 200 ppm	14.8	92.1 a	17.2	77.5 b	10.5	57.3
エチクロゼート 100 + エテホン 4,000 倍	16.6	94.5 a	22.6	89.3 a b	9.1	64.6
エチクロゼート 200 + エテホン 4,000 倍	14.4	96.1 a	23.9	93.4 a	14.4	65.3
無 処 理	17.3	85.6 b	16.6	68.7 c	16.0	57.5
有 意 性	N S	*	N S	*	N S	N S

いは極早生温州などで必要性の高い、枝別全摘果の効果を高めるために、エテホン（エスレル 10）との混用試験が続けられてきた。表 5 によると、エチクロゼートとエテホンの混用による摘果効果の向上が明らかである。これらの試験結果をふまえて、1989年3月にエチクロゼートの単用に加えて、エテホンとの混用散布が農薬登録された（表 4）。

エチクロゼート 100～200 ppm（1,000～2,000 倍）にエテホン 12.5～50 ppm（2,000～8,000 倍）を混用することによってほぼ全摘果が可能になる。この場合、樹勢や環境条件によっては 10～15%程度の落葉が認められることがあるが、実用的には問題ないと考えられる。

エチクロゼートにマシン油乳剤を混用して、摘果効果を高める方法も研究中であり、その結果を表 6 に示した。エチクロゼート 200 ppm（1,000 倍）にマシン油 200 倍を加えると、5月21日散布（満開後 2 週間）と 5月27日散布（満開後 3 週間）のいずれでも着果率が低下して効果の増強が認められた。ジクロロプロップでもほぼ同様の結果が得られた。ただしいずれの場合も落葉が増加することがあるので、さらに検討の余地がある。

エチクロゼートを連年使用することによって、

表 6. 興津早生に対する摘果剤とマシン油乳剤の混用試験

（小野ら，1985）

処 理 区	5 月 21 日 散 布		5 月 27 日 散 布	
	着 果 率	落 葉 率	着 果 率	落 葉 率
	%	%	%	%
エチクロゼート 200 ppm	6.2 b	0 b	15.3 b	3.0
エチクロゼート 400 ppm	8.0 b	12.5 a	10.4 a	15.1
ジクロロプロップ 200 ppm	6.0 b	4.7 b	23.5 b	2.4
ジクロロプロップ 400 ppm	7.8 b	1.0 b	21.3 b	11.5
エチクロゼート 200 ppm + マシン油乳剤 200 倍	1.6 a	11.1 a	9.3 a	2.3
ジクロロプロップ 200 ppm + マシン油乳剤 200 倍	1.9 a	2.4 b	14.5 b	2.3
無 処 理	11.0 b	1.4 b	15.6 b	6.5

ダンカンの多重検定（5%）により、異なるアルファベット間で有意。

ウンシュウミカンの樹勢が低下することが少ない。摘果剤としての使用の他に、後述するような熟期促進剤として使用される場合も多く、散布回数が増えると問題が大きくなる。

地上部に散布されたエチクロゼートは根に移行しやすく、発根を抑制するのが最大の理由とみなされる。発根の抑制、水分や養分の吸収低下が実験的に明らかにされている。発根が減少し、地上部では新しょう発生本数並びに平均長の低下が認められ、したがって樹容積が相対的に小さくなる場合もある。

対策としては、使用回数の制限、なるべく低濃度での使用、影響の少ない使用時期を選ぶ方法、土壌管理など樹勢増強対策を並行させることなどがあげられる。しかし、エチクロゼートによる品質向上が、栄養生長の抑制と関連している可能性もあり、問題の解決は今後に残されている。

3. 樹体の生育調節

カンキツの生長調節物質による生長の調節は、もっぱら長く伸び過ぎる、あるいは遅くまで伸び続ける枝の伸長抑制を目的とするものが多い。レモンの徒長防止やウンシュウミカンの夏秋し

よう伸長抑制に、ナフタレン酢酸（NAA）や、

マレイン酸ヒドラジド (MH) など多数の薬剤が試みられてきた。

カンキツでは落葉果樹に比較しても生長抑制剤の効果が出にくい、現在有望視されているものにトリアゾール系化合物がある。トリアゾールは、ジベレリンの生合成を阻害し、内生ジベレリンの含量を低下させることが知られている。

九州の温暖な産地などでは、ウンシュウミカンの春枝の伸長停止が遅れて、遅伸びの傾向がある。今村温州のように樹勢の強い系統ではその傾向が強く、結実不安定の原因にもなっている。わい化剤などで伸長を停止させることができれば、春枝の充実、ひいては結実の安定が期待される。先に生理落果の防止の項であげた表2と同じ試験における、春枝の伸長抑制効果をまとめて表7に示した。PP-333及びS-327Dの散布によって春枝が短くなった。節間長も短縮されており、わい化剤としての効果が明らかである。これらわい化剤による伸長抑制と結実率の向上は、生理的には一連の反応と考えられている。

ウンシュウミカンの成木では、一般に夏秋しょうの発生は少ないが、収量が少ない年などに多発して、品質低下や樹形の乱れの原因になる。夏秋しょうは、秋あるいは春にせん定で除かれ

るものだが、この発生抑制のためにもトリアゾール系化合物、MH類などが試験されて効果をあげている。ハウスミカンでは、収穫後の夏秋しょう発生防止のために、エチクロゼート、MH類が試験されている。

カンキツの樹形作りや樹勢の調節は、もっぱら整枝・せん定によって行なわれている。より具体的な樹勢調節あるいは省力化を目的として、上記わい化剤の研究が進行中である。

樹勢の弱いカンキツや、移植後などに発根を促進する調節剤が求められており、イソプロチオラン (フジワン水和剤) の効果が認められた。

4. 品質の向上

果実の肥大、着色の向上、糖の上昇、減酸といった高品質果実生産のポイントになる部分でも調節剤が利用されている。基本的栽培管理を実行した上で、いま一段の品質向上を期待するのは、果樹栽培上当然の要求とも言えよう。カンキツの調節剤開発の努力の大きな部分がこの分野にさかれている。

ウンシュウミカンではエチクロゼートが熟期促進のために広く利用されている。その使用基準については表4に示した。満開50~60日後と70~80日後の2回、70~100 ppm (2,000 ~ 3,000 倍) を散布する。第1回目の散布は、間

表7. 今村温州の春枝の伸長に及ぼすトリアゾール系わい化剤の影響

(高原ら, 1987)

薬 剤	濃 度	春 枝 の 伸 長 (月 日)			発芽本数	新 葉 数	節 間 長	葉 面 積
		4/21	5/23	1/28				
	ppm	cm	cm	cm	本	枚	cm	cm ²
PP-333	1,000	1.0 b	7.4 b	10.0 b	104.0 a	9.1	1.10 b	23.1 a
"	500	1.2 b	8.8 b	11.0 b	97.8 a	8.8	1.25 b	25.3 a
S-327D	1,000	1.1 b	8.0 b	11.0 b	73.0 b	8.4	1.31 b	27.3 a
"	500	1.2 b	8.7 b	12.9 ab	68.3 b	7.9	1.63 a	24.2 a
無 処 理		1.6 a	11.4 a	14.2 a	111.8 a	8.6	1.65 a	19.0 b

3月29日樹別散布。

ダンカンの多重検定 (5%) により、異なるアルファベット間で有意。

引き摘果を目的として満開20～50日後に100～200ppm(1,000～2,000倍)を散布してもよい。果実の着色が早まり、果皮の赤味が増す。糖度は1度近く上昇することが期待できる。

ウンシュウミカンには、収穫前の過湿や高温のために果皮の生長が続き、浮皮となりやすい。浮皮軽減のために、着色開始期にエチクロゼート70～100ppm(2,000～3,000倍)を散布する方法がある。同じ目的で、炭酸カルシウム水和剤(クレフノン)も使われている(表8に改良クレフノンとして示したもの)。クレフノンは着色促進のためには使われることがあるが、効果は強くない。

現在カンキツ園で品質向上剤として使用できるものは少ないが、生長調節物質、微量要素剤、

表8. ウンシュウミカンに対するクレフノンの浮皮軽減効果 (愛媛県果樹試)

処 理 区	無 軽 中 甚				浮皮指数
	%	%	%	%	
改良クレフノン100倍区	17.2	33.6	32.8	16.4	1.484
クレフノン50倍区	18.8	33.2	19.6	28.4	1.576
石灰イオウ合剤区	18.0	29.2	24.8	28.0	1.628
対 照 区	10.8	26.4	20.8	42.0	1.940

1. 浮皮指数 = (軽 + 中 × 2 + 甚 × 3) ÷ 100
2. 12月16日調査

液肥など多方面で開発が進められている。研究の今後に期待したい分野である。

5. 落果、落葉の防止

ここでの落果は、冬期あるいは収穫前におこる後期落果を取り扱う。落葉も冬期の落葉が問題となる。カンキツの落果、落葉の防止、より幅広く言えば離層形成を防止あるいは遅延させるためには、オーキシングループに属する2,4-Dの効果が認められている。しかし2,4-Dは現在登録されていないので、それに近いフェ

ノキシ系化合物の開発が進められた。その結果、ジクロルプロップの晩柑類に対する落果防止効果が明らかになった。

冬期の落葉防止は、生産安定のために極めて重要である。防風、防寒対策が基本的に重要であるが、調節剤が効果を発揮しそうな分野でもある。マシン油乳剤散布により落葉が増加する場合の軽減手段として、また落葉しやすい種類・品種の保護のためにも必要である。現在上記フェノキシ系化合物などによる落葉防止対策が研究中である。

表9. ウンシュウミカンに使用できる登録植物生長調節剤一覧

新しょう発生促進	ベンジルアミノプリン液剤
着 花 促 進	ベンジルアミノプリン液剤
摘 果	エチクロゼート乳剤 ジクロルプロップ液剤 エテホン液剤 (エチクロゼートに混用)
熟 期 促 進	エチクロゼート乳剤
浮 皮 軽 減	エチクロゼート乳剤 炭酸カルシウム水和剤
予 措 効 果	炭酸カルシウム水和剤

最後に、ウンシュウミカンに対して登録のある生長調節物質をまとめて表9に示した。炭酸カルシウム以外はホルモン剤であって、使用法を正しく守らないと植物に対する害作用も大きい。またこれらの調節物質は、長年のメーカーの努力と、試験研究機関の作用性、適用性試験を経て開発されたものであり、毒性に対する厳しいチェックも行われている。正しく使用することにより、安全な果実の効果的な生産に生かしたいものである。