

カンキツにおける サイトカイニン様物質の利用

果樹試験場興津支場 岩 垣 功

サイトカイニンの生理作用として、細胞分裂の促進、側芽伸長促進、休眠打破、老化抑制、生体内物質の集積などがあげられる。現在カンキツに対して利用方法が開発されているサイトカイニン様物質は、合成サイトカイニンであるベンジルアミノプリ（BA）のみであるので、BAに関して論議を進めたい。BAについても、えき芽の休眠を打破し、その生長を誘起すること、また、枝の頂部優勢性を弱めてえき芽の発生を促進することが、1969年から1981年ころにかけて明らかにされている。

果樹の枝の発生を調節すること、特にえき芽からの枝の発生を促進して枝数を増加させることは、結果母枝を確保し、あるいは花芽を増加させるために、果樹栽培技術上極めて重要な意味を持っている。ウンシュウミカンのハウス栽培

においては、芽の休眠の打破による加温後の新梢及び花蕾の斉一な発生、及びそれにもなう開花の促進は、ハウス栽培の成否を握っているともいえる。

芽の休眠打破と着花の促進

BAがカンキツの新梢発生に及ぼす影響を調査した、基礎的試験の結果を表1に示した。川野なつだいだい実生を10葉で切り返して、BA（3%液剤）100, 200, 300ppm液を散布処理した。100, 200ppmではBAの影響は少なかったが、300ppmでは新梢発生数が2倍程度に増加し、総伸長量及び新葉数も増加した。この場合、新梢の平均長は短くなり、節間長も短く、新葉の平均重は軽くなった。新梢及び新葉の総重量については、無処理との間にほとんど差を

表1 川野なつだいだい実生に対するBA剤処理の影響（解体調査結果）

（高原ら、1987）

処	理	新		梢		新		葉		旧葉数
		総伸長	本 数	総重量	平均伸長	節間長	数	重 量	平均重量	
	mm	cm	本	g	cm	cm	枚	g	g	枚
B A	100	87.2b	9.5b	3.5a	9.4a	1.49b	58.0b	7.3bc	0.13b	6.9
B A	200	95.5b	9.5b	3.7a	10.2a	1.50ab	63.1b	8.6ab	0.14ab	7.4
B A	300	135.2a	20.1a	4.2a	6.7b	1.29c	103.6a	9.4ab	0.09c	8.9
B A 100 + pp	500	22.3c	11.0b	0.9b	1.9c	0.41d	49.9bc	5.9c	0.12b	9.3
B A 100 + pp	1,000	12.4c	12.1b	0.5b	1.0c	0.26d	46.6c	5.3c	0.11b	8.0
B A 200 + pp	500	14.1c	10.3b	0.7b	1.6c	0.38d	39.1c	4.9cd	0.13b	7.1
B A 200 + pp	1,000	7.8c	3.6c	0.4b	2.1c	0.36d	19.6d	3.4d	0.17a	8.6
無	処 理	104.5b	9.3b	4.2a	11.2a	1.70a	61.4bc	9.7a	0.16a	7.4

pp: pp-333（パクロブトラゾール）

表中のa～dはダンカンの多重検定5%水準

生じなかった。BAは、新梢発生には影響した（発芽抑制の生理的解除）が、新梢の生長（伸長、展葉、肥厚）を促進させる影響はなかったものと考えられる。

パクロブトラゾール 500, 1,000 ppm との混用処理も試みたが、混用では新梢発生数の増加はなく、新梢、新葉の総重量が著しく減少した。BAとパクロブトラゾールの濃度が高い場合には新梢の発生も抑制された。

1年生の今村温州について、一部発生していた新梢を芽かきした後にBA 25, 50, 100ppm液を散布処理した結果では、いずれのBA濃度でも発芽数が増加し、濃度が高いほど発芽数は多くなった。処理枝の先端部からだけでなく、下位の節からの発芽も増加した。芽かき処理だけでも発芽数の増加は認められたが、BA処理による増加効果は顕著であった。

BAの濃度については、600ppmまでの範囲で、濃度が高いほど効果が大きいことが認められている。BAによる発芽促進効果は、春枝の上に夏枝が発生している場合の春枝部分や、1年生枝ばかりでなく2年生以上の古い枝でも認められている。一般的に、発芽抑制効果とされているオーキシン効果を解除するのにBAは有

効に働いたと考えられる。

ウンシュウミカン成木に対するBAの散布処理でも、新梢発生率の明らかな増加が認められている。側枝を全摘果した後に、BA 100, 200, 300ppmを散布した試験の結果を表2に示した。いずれの系統でも新梢数が増加し、BA濃度は高い方が効果的であった。興津早生では節間長が長くなる傾向があり、今村温州では新葉数が増加する傾向があった。着花数については、直花数が増加する傾向が認められた。

前述した川野なつだいだい実生の場合に比較して、発芽数（新梢数）が多くなり、しかも枝の伸長や展葉などについても若干生育促進の傾向がみられるのは、供試樹が成木であったため、枝などに蓄積された貯蔵栄養の供給が多く、発芽した芽の伸長・展葉が正常になったためと考えられる。ただし、BA散布と同時にあるいは前後して、尿素あるいは窒素を含む肥料の葉面施用を行った試験では、BA散布後の生育促進が認められた例はないようである。

サイトカイニン細胞分裂を促進するが、その作用はオーキシンとの相乗効果として発現されることが多い。一方サイトカイニンによる側芽の伸長作用は、頂葉を切り取り、オーキシン

表2 ウンシュウミカンに対するBA剤処理の影響

（高原ら，1987）

BA 濃度	6 月 30 日			7 月 25 日			
	新梢数	有葉花	直花	新梢数	新梢長	新葉数	節間長
興津早生	本	個	個	本	cm	枚	cm
100 ppm	22.8b	0	1.6	15.0ab	5.8	6.4	0.88ab
200	40.8a	0	0.8	21.4a	6.6	6.5	1.01ab
300	45.0a	0.4	0.8	21.8a	4.9	6.1	1.10a
無処理	6.2c	0	0.4	5.4b	3.5	4.9	0.57b
今村温州							
100 ppm	61.6a	0.2	6.4	54.4a	17.5	9.0ab	1.95
200	58.6a	0.6	8.6	45.0a	17.7	9.5a	1.86
300	75.8a	1.2	6.0	62.4a	15.4	8.7ab	1.79
無処理	23.4b	1.2	1.4	21.0b	15.5	8.1b	1.93

表中のa～cはダンカンの多重検定5%水準

の影響を弱くした場合に顕著に発揮される。この場面ではサイトカイニン、オーキシンときっ抗的に働いているとみなされる。

川野なつだいい実生を用いたBAとエチクロゼートの混用試験では、エチクロゼートは発芽に対して抑制的であり、BAと混用するとBAの発芽促進効果を減殺した。BAの特徴である下位節からの発芽促進が特に抑制された。エチクロゼートをオーキシン類似物質と考えれば、オーキシンのサイトカイニンに対するきっ抗作用とみなされる。

上記と一連の試験で、BAとジベレリンの混用試験の結果を図1に示した。ジベレリンはBAよりも弱い発芽促進効果を示したが、両者を混合散布すると、発芽数は下位節までいっそう増加した。この場合、ジベレリンはBAと相乗的に機能しているとみなされた。ジベレリンとBA以外の他のサイトカイニンとの相乗効果も報告されている。先にはアンチジベレリンであるバクロブトラゾールとBAの発芽に関するきっ抗的関係をみた。

他のサイトカイニンとして、ホルクロルフェニロンがブドウ、キウイで使われているが、

カンキツでは登録がない。BAと同様の目的で試験されたが、これまでのところ成果があがっていない。

ハウス栽培での利用

ハウスミカン、出荷が早いほど有利に販売できることから、加温開始時期が次第に早まる傾向がある。しかし、12月上旬以前に加温を開始すると、一般的にえき芽の発生が正常に行われにくく、また着花も少なく不齊一になりやすい。一定量の正常な着花を確保できなければ、収量の低下ばかりでなく、品質の低下、不均一の原因となり、栽培管理上の不都合も大きい。

亜熱帯性の常緑樹であるカンキツ類では、落葉果樹のような休眠は存在せず、加温開始後の不発芽は、芽の生長休止期間と考えるべきとされてきた。近年は、ウンシュウミカンの芽では、落葉果樹の場合よりも浅い休眠が存在するという考えが有力である。

鉢植えの2年生興津早生を用い、BA 100、200ppm液の散布処理を行い、早期出荷型ハウスミカン栽培の加温開始期に当る11月11日に人工気象室に搬入した試験の結果を図2に示した。

昼温28℃、夜温22℃に設定して、BA処理直後からの発芽を経時的に調査した。

無処理枝は加温後1カ月を経過しても、えき芽の15%しか発芽しなかったが、BAを処理した区ではともに90%近くのえき芽が発芽した。発芽開始までの日数について、無処理区では実験開始後6日目から発芽の徴候が認められ、その後少しずつ、調査期間の最後まで発芽し続け

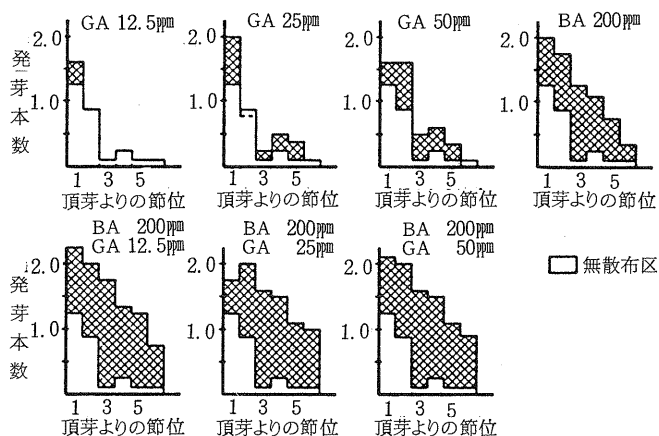


図1 川野なつだいい実生苗の各節位の発芽に及ぼすBA及びGA混用処理の影響(木原ら, 1991)

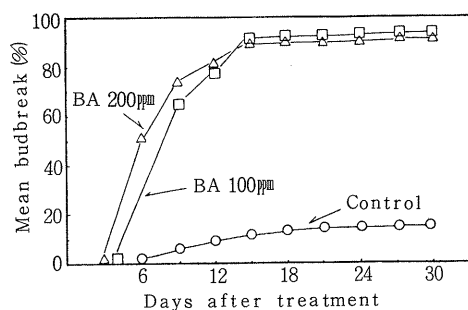


図2 早生温州に対するBA処理が発芽率に及ぼす影響（加温人工気象室，11月11日処理）（朱ら，1989）

た。一方BA処理区では，いずれの濃度でも処理後3日目と4日目から一斉に発芽を始め，処理後2週間を経過する間にほとんどのえき芽が発芽を完了した。無処理区では先端部の数芽のみの発芽に限られていたが，BA処理区では先端から基部までほとんどのえき芽が生長を開始した。またBA処理により，1節当たりの新梢の発生数も著しく増加した。

早期出荷型加温ハウス栽培では，新梢発生促進とともに，着花数の確保がポイントになる。BA処理によって，発芽の増加にともなって着花数が増加するのが一般的である。BA 100ppm液散布区で対照無散布区の約2倍，300ppm液散布区で約4倍の着花が認められた例を表3に示した。BA処理により数的には直花が増加するが，相対的には有葉花の比率が高まる。少葉数の有葉花の増加は，結実率の向上，果実の肥大促進や品質向上の面で，栽培上有利な現象である。BAによる開花の促進は図3にまとめら

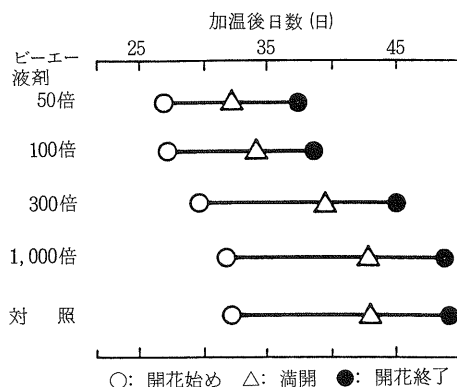


図3 早生温州の開花に及ぼすBA剤の影響（加温開始後）（白石ら，1986）

れている。300ppmのBA散布により，開花始めが約5日，満開日が10日近く早まって，開花期間が短く，すなわち斉一化がもたらされた。ハウスミカンの着花促進に関しては，分化が始まっている芽の発芽を促進し，その結果として花蕾の増加をもたらしたとする考え方が一般的である。

次にBA処理が花の形質，ひいては果実品質に及ぼす影響が問題になる。処理によっては花数が増加するためあって，個々の花器は小さくなる傾向がある。果梗は長く，細くなり，子房もやや小形で腰高になることもあり，その傾向はBAの濃度が高い方が強くなる。糖度，クエン酸など品質面では明らかな影響はないようである。

BAによる果実の直接的な被害について，河野氏は以下のようにまとめている。正常な果実に比較して果皮が粗く油胞が大きい。油胞数は

表3 早生温州に対するBA剤散布後の発芽及び着花状況

（白石ら，1987）

処	理	発芽率	着花率	直花率	有葉花率	發育枝率
50倍	600ppm	68.9%	65.2%	36.2%	28.6%	3.7%
100倍	300	51.5	45.9	24.1	21.8	5.6
300倍	100	34.1	22.0	13.1	8.3	12.1
1,000倍	30	26.6	9.6	7.9	1.7	17.0
対	照	21.5	12.0	8.5	3.5	9.5

少なく、果頂部付近に油胞がない場合も多い。果皮は正常果の2倍程度に厚く、特にアルベドが厚い。じょうのう数は少ない傾向があり、じょうのう膜は非常に厚い。砂じょう数は著しく少なく食味は劣る。

砂じょう数が少ないことから、被害果は花器

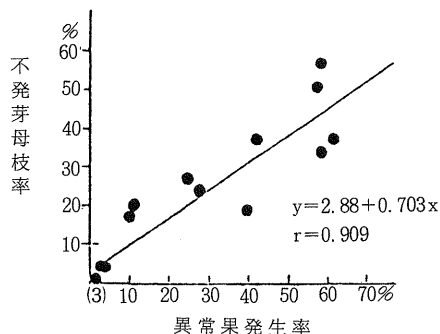


図4 ハウスにおける異常果の発生と不発芽母枝との関係(河野, 1991)

(注) BA剤100倍散布。

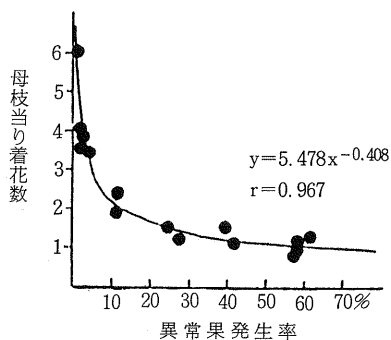


図5 ハウスにおける異常果の発生と着花数との関係(河野, 1991)

(注) BA剤100倍散布。

形成の時点より発達が不十分と思われる。加温開始後に不発芽が多い樹ほど、また着花数の少ない樹ほど異常果の発生が多くなることから、花芽の分化が十分進んでいない樹にBA処理された場合に問題が大きくなるといえるだろう(図4, 図5)。

BAは樹体の生理状態によって、新梢発生、着花などの効果に差が現れることが多いので、その差が品質に反映する可能性も大きい。樹の栄養状態が悪かった場合、あるいはBA濃度が高すぎた場合などに、生理落果が著しくなる場合があるが、生理落果が少なかった場合に高い糖度の果実になった例が報告されている(表4)。BAの直接的影響というよりは、生理的にノーマルな状態で糖度の高い品質良好な果実が生産されると考えるべきであろう。露地の今村温州にBA処理した場合には、果実品質への影響は小さかった。

BA処理により新梢の発生を促進した場合、新梢の枯れ込みあるいは先枯れが発生することがある。BA濃度が高すぎた場合や、1個のえき芽から多数の新梢が生じる場合などに顕著である。

BAの実用化と使用上の問題点

植調剤の開発、特に利用方法の確立は、日本

表4 加温ハウスにおけるBA剤散布(200ppm)が果実品質に及ぼす影響

(白石ら, 1988)

処 理 区	横 径 (mm)	縦 径 (mm)	果形指数	果皮の厚さ (mm)	糖 度 (%)	酸 度 (%)	甘味比
BA剤散布によって生理落花した場合	58.4	47.2	123.5	2.48	9.5	1.00	9.5
BA剤散布にもかかわらず生理落花の少ない場合	54.0	44.5	121.4	2.30	11.0	1.00	11.0
対 照	56.4	44.2	127.6	2.44	10.3	1.18	8.7

加温後200日目に調査

植物調節剤研究協会の作用性・適用性連絡試験を通じて行われる。BA液剤のウンシュウミカンに対する利用開発は1985年に始められた。1988年には果樹試験場2支場、愛媛大学と7府県の場所が研究に参加した。連絡試験の結果をふまえて、BA液剤は1989年3月に農薬登録された。登録の内容は表5に示した通りである。

植物生育調節剤は、使用基準にしたがって使用していれば常に同じ効果があげられるとは限らない。降雨や気温など自然条件の影響を受けるし、樹体の栄養条件、生理状態によって効果に差を生じる。使用のタイミングを誤らないことも重要である。主として連絡試験を通じてこれまで得られた、ハウスミカンに対するBA液剤使用上の注意点を以下に取りまとめた。

- a. 使用基準では、希釈倍数は100～200倍であるが、濃度が低い方が効果の安定性が高い。現在400倍前後の濃度での安全な使用法を試験中である。ハウス内の温度が高いと、高濃度では効果過剰となる場合がある。散布量、散布時期、樹体の栄養条件、生理状態などに対応した適正な散布濃度の関係を理解するには経験も必要である。
- b. 処理後の温度が高すぎないように管理する。

高温下では開花が早く着花も多いが、呼吸増加により炭水化物の消耗があり、花器あるいは子房の充実が悪くなりがちで、落蕾、落花・果が多くなる。着果しても腰高果になりやすく、品質低下の可能性も生じる。

- c. 散布回数は1回を守る必要がある。重複散布では樹勢以上の着花、新梢発生となり、脱落、枯死や品質低下の原因になる。
- d. 樹勢の弱い樹では、栄養の供給がともなわれないため効果が現れてもその後花や新梢の脱落が多く、結果的には着果の減少など逆効果となる恐れが大きい。
- e. 早期加温ハウスで夏枝発生促進に使用する場合は、収穫、せん定を早くすませて散布する。散布から加温までの期間が短いと、夏枝が結果母枝として充実するに至らず、着花しにくい。7月中～下旬までに散布できるようにしたい。
- f. ボルドー液など重金属を含む他剤との混用、近接散布は効果の低下、薬害の恐れがあるので避ける。
- g. BAの組織内での移動は極めて限られているので、着花、新梢発生を望む部位に丁寧に十分散布する。

表5 ウンシュウミカンに対するBA（ビーエー3%液剤）の使用基準

使用目的	本剤及びベンジル アミノプリンを含む 農薬の総使用回数	希 釈 倍 数	使用時期	使用方法	適用場所
新梢発生促進	1回	100～200倍 (300～150倍)	萌芽直前～萌芽期 (加温ハウス栽培 園では収穫後)	緑枝部へ散布	露地栽培・加温ハウス栽培園
着花促進			加温直後	散布	12月上旬加温開始のハウス栽培園