

果樹における 生育調節剤の発達と利用

日本園芸農業協同組合連合会（日園連） 広瀬 和 栄

はじめに

果樹を薬剤で生育を調節するという技術は、第2次大戦後に実用化技術として定着した。戦前ではIAA（インドール酢酸）の発見とオーキシンの合成、これの実用化に向けての開発試験が主であった。果樹ではブドウの台木繁殖で挿し木の活着率の向上、カキ、ナシ、リンゴ等での単為結実効果などが研究段階であった。

戦後になって有機化学の発達とともに、植物ホルモン剤の研究が進み、その中では、2,4-D P（2,4-D）の発見、イネに対する選択的除草効果の実用化は生育調節剤による新栽培技術の開発として特筆すべきものがある。

この2,4-D Pについても果樹に対して多くの試験がなされ、その中ではカンキツ類の落葉、落果防止効果の利用は農薬登録法の改正まで実用的に使用されていた。現在は除草剤としての登録はあるものの、樹体に散布できる生育調節剤としての登録がないため樹体に散布することは出来ない。

現在使用されている落葉、落果剤は同じフェノキシ系のジクロクロップ、MCPB等がリンゴ、カンキツ類に農薬登録を持って使用されている。

それ以前には合成オーキシンとしてNAA（1-ナフタリン酢酸）があり、これがIAA、IBAなどと共に、挿し木の発根剤として利用、

試験されてきた。この薬は後に温州ミカンの摘果剤として実用化される。

果樹用の生育調節剤で画期的な発見は、国産技術でのジベレリンとその菌による大量生産技術の開発であり、これの利用については園芸試験場を中心としたプロジェクト研究が組織されて、広範囲な適用試験がなされた。その中から実用化技術として発展したのが、ブドウ（デラウェア種）の無核化と早熟化の技術である。これは、現在ではデラウェア種は種なしであるとして認識されており、有核のデラウェアは珍しがられるように定着している。

このような研究の発展の中から、生育調節剤の利用に対する認識が高まり、果樹栽培技術の新方向として、新薬剤の開発と適用試験熱が高まった。

1. 果樹において生育調節剤の利用技術が 発展した理由

果樹は一度定植して栽培すると、結実し始めるのに3～4年がかかり、良い品質の果実が生産されるのには、10～15年が必要であり、その生産寿命は長い種類で50年、短い種類でも25年である。

このことは、一度種類と品種を決めて植えてしまうと、20～30年それを変えることが出来ないことになり、その間、社会生活環境の方が変

革しても、それに答えられないという問題が生じてきた。もっとも品種を変えればよいが、それでは常に幼木を栽培していることになり、品質のよいものが収穫出来ないことになる。近年は高接ぎによる品種更新も図られているが、それでも4～5年が必要である。

一方、社会生活環境の変化は、極めて大幅なものがあり、例えば、平成4年から数えて40年前に温州ミカンを定植したとして、その時は昭和27年であり、我が国は栄養失調で死者が出る状況であった。その時に、現在の飽食グルメ時代を予想できたとしたら神に近いのではないかと思うが、どうだろうか。この40年間に我が国は食糧の配給時代から神武景気、岩戸景気を経て、経済大国と言われるにまで成長する。

この社会の大変革に対して、果樹の品種の変革はあまり激しくも、大きくもない、例えば、温州ミカンでは、早生温州が好まれていると言われて（昭和30年代）から、普通温州と早生温州と生産量で後者の方が多くなったのは、昭和60年に入ってからである。また、ナシの長十郎が幸水に生産量で入れ代わったのは昭和58年である、ちなみに幸水が登録されたのは昭和33年である。これを見ても果樹が社会の変革に合わせて、品種を変えたとしても20～30年が必要となることが理解できるであろう。

であるから、果樹の品質を社会の需要に合わせてようとすれば、品種を変えることなく、果実の品質を変えることの出来る技術が必要となった訳である。このことは、早熟化、増糖、減酸、着色、生理障害防止、無核化等に有効な生育調節剤の開発を行わせる事になった。

これは品質だけでなく、労力の過剰時代、二、三男対策時代から現在の3K拒絶、労力逼迫時代と言う変化は、省力技術の開発に迫られ、我

が国に適した小型機械が開発され（肩掛け草刈り機等）た。しかし、傾斜地果樹園では機械の導入が困難な場合が多く、そこには、作業を水に溶かしてパイプラインで運び、散布するという考えから、薬剤による省力化技術が開発される必要が生じてきた（摘果剤、除草剤等）。

2. 果樹の生育調節剤

(1) 発芽の調節

果樹で発芽を調節することの必要な場面は、発芽の抑制と促進に分けることが出来る。

A. 発芽の抑制

これは晩霜害の生じやすいウメ、オウトウ、カキ等で試験が行われてきた。それは春に気温が上昇して芽が動き、数mm発芽したときに凍結するようなマイナスの気温に見舞われると、その芽が枯死して、その年の花芽が無くなって仕舞う場合がある。

これを防ぐためには、芽を動かさないことが重要で、発芽を抑えて置いて、気温が上昇してから、発芽させれば晩霜害は受けずに伸長し、開花させることが出来る。これに対しては、ジベレリン（GA）が有効である。また、ミカンのハウスでの夏期収穫後の発芽抑制用のエチクロゼイト（フィガロン）がある。

B. 発芽の促進

休眠が覚めていて、環境要因（気温等）で強制的に発芽が抑えられているとき、その発芽を促進することは、生育ステージを早める効果を生じ、それに伴って開花が早まり、果実の生育が促進されて、減酸が早まるため、暖地産の極早生や早生温州ミカンについては有利販売に結びつくと考えられている。しかし、現在のところ有効な薬剤は認められていない。

生理的に休眠している芽を、目覚めさせることは、通常の（露地の）栽培では必要としない技術であったが、施設栽培が普及するにしたがって、必要になってきた。例えば、ハウスミカンでの早期加温栽培における、ベンジルアデニン（BA）の利用である。

C. 芽の伸長抑制と促進

発芽した芽の伸長を抑制する事によって、果樹の生産性を高めることは、多くの場面で考えられることである。具体的には、芽の伸長と開花、結実とが同時期でお互いに栄養の競合を起こす場合（殆どの果樹で認められる）には果実の生産に必要な着葉数が確保出来たら、それ以上の展葉は抑制することが結実性を高めることになる場合等である。

例えば、ブドウの花振るい防止用の伸長抑制とか、ミカンのハウス栽培での摘心、ナシの徒長枝の抑制による肥大の促進等である。

芽の伸長促進用の生長剤はあまり利用価値がない、しかし、試験をし易いため幾つかの薬剤が発見されているが、多くの場合、生長した組織が軟弱に徒長生長気味になるため利用されていない。

D. 開花、結実促進

果樹は基本的に果実を生産する事を目的にしており、結実を安定させることは、第一の目的である。しかし、そのことは、果樹の栽培の歴史の上でも重要なことであったため、これまで選抜されてきた品種群は、かなりの悪環境（日照不足、多肥料、高温等）でも結実が確保出来るような種類になっている。このことは、順調な環境では結実過多になりやすいことでもある。これらのことから、摘果剤の開発が急がれていたため、結実安定剤の開発は必要性を認めているものの、確実な薬剤は試験されていない。ま

た、枝の生長との競合関係は前述の項を参照されたい。

E. 種無し処理剤

果樹は種子が食べる際に邪魔になる場合が多い、ビワ、カキ、ブドウ、温州ミカンを除いたカンキツ類などである。これらの果実から種子を除くことが出来れば、食べやすく、しかも、食べる部分が多くなると考えて当然のことである。

種無し果実の作成については、単為結実の研究に関する興味もあって、多くの試験研究がされてきた、その中で実用化されているのが前述したGA処理による、ブドウ（デラウェア種、ベリーA等）である。ビワもGAで種無しにする事は可能であるが、その分果実の大きさが小さくなるのが欠点である。

F. 摘果剤

前述したように、人為的調節技術を超えた気象等による不作に対応するため、結実が多めに止まる品種が選抜されている。そのため普通の年には結実過多となるため、摘果剤の開発が必要であった。

摘果剤の試験が行われたのは、カンキツ類、リンゴ、カキ、ナシ、モモ、ブドウ（摘粒）などである。この中で実用化されているのは、温州ミカンのエチクロゼイト、リンゴのNAC（デナボン）であり、温州ミカンでは枝別全摘果剤としてエチクロゼイト+エテホン（エスレル）が最近実用化されている。

G. 肥大促進剤

果樹は果実生産であるところから、果実が肥大することは望ましい技術であると言える、しかし、それには条件があって、果実の内容的品質（味）を低下してはならない、だが、果実を肥大させる薬剤を含めた技術は、多くの場合内

容的品質を低下させる。

例えば、2,4,5 TP の場合には温州ミカンに肥大効果を認めたものの、果肉が粗くなり、糖も低下し、果皮も粗くなって実用化されなかった。落葉果樹の場合も前述したように、薬剤そのもので肥大させるよりも、生育の調節で、果実に糖などの分配を多くする技術が重視されるようになっている。

H. 成熟促進

我が国の消費の特性として、初物に高価格が付く、そのため、早出しの有利性が認められ、熟期促進効果のある薬剤が求められてきた。古くはイチジクの食用油処理である。

現在最も多く利用されているのはブドウ、デラウェア種に対するGA処理であろう。デラウェア種に対するGA処理は、開花前の処理が種無しにするもので、開花後の処理は種無しの果実を肥大させるためと熟期促進の処理ということになる。この他には、ナシ、カキのエテホン処理がある。

I. 高品質化

果樹は果実を生産して、これを商品として販売することを目的としている。従って、消費者の要求に応じて、商品を対応させなければならない。その基本は品種による更新であるが、前述したごとく、果樹の更新には数年から10数年を要するため、軽度の対応は栽培技術に期待されることになる。その栽培技術の一手法が生育調節剤の利用ということになる。

a. 増糖剤

果樹の品質を示す場合、基本的な因子として糖含量がある、甘ければ甘いほど良いというわけではないが、同一種類の中では糖度の高いほうに価値が認められている。このことから薬剤による増糖が求められてきた。

現在増糖効果のある薬剤は、ミカンに対するエチクロゼイトの2回散布である。その効果は生理的に見るのに、葉で出来た光合成産物を他の器官（根や幹、太枝等）への転流を少なくして、果実に集積させているようにみえる。したがって、これの連用は時として樹勢を弱らせる場合が生じる。

多くの場合、増糖効果のある技術（薬剤とは限らず）は光合成能や生理活性を高めたりするわけではなく、どちらかといえば、生育を抑制して、その抑制した部分に行くべき糖質を果実に分配、転流させていると考えるのが妥当である。

b. 減酸剤

酸を多く含む果実の場合、その果実の可食適期は糖含量よりも、減酸程度による場合が多い（ただし香酸カンキツは別だが）。そのため、古くからカンキツでは減酸剤が求められてきた、実用的に使用されていたのが、砒酸鉛、砒酸石灰であった、これは殺虫剤として使用中に減酸効果を認めたもので、我が国のカンキツでは使用禁止になっているが、最近でも一部の国のグレープフルーツの農薬使用基準に載せられている程である。

砒素系の減酸剤は生物の呼吸系に直接関係して（エネルギー磷酸と砒素が置き変わってエネルギーが伝達されなくなる）、死に至という生理機構の利用であるので、当然全ての生物に何らかの悪影響を示すと考えられるため、今後ともこの種の系統の減酸剤は開発されないと考えられる。カンキツの減酸剤は発想を大きく変えたものが開発されてくるのを待つしかあるまい。

c. 着色剤

果樹は前述したように、商品化作物であるので、内容的品質とともに、外観的品質も重要である、もっとも、どちらが優先されるかといえ

ば、前者であることは言うまでもない。

とくに着色を良くして、購買意欲をそそりたいという希望は高いものがあるため、種々のものが試験されてきており、効果に少々疑問があっても、石灰硫黄合剤はカンキツに散布されている。また、エチクロゼートは温州ミカンに紅色の発色促進効果を認めている。

J. 収穫前落果防止

果実が成熟し、収穫期に達すると自然落果する。これは自然現象として当然のことであるが、種類によっては完熟と同時か、その直前（種子の成熟時期）に落果を始める、これは高品質果実生産にとってはマイナスであるため、これの防止剤の開発が望まれた、かつては2,4,5TPが使用されていたが、ダイオキシン問題以来使用禁止になっている。現在ではリングやナシに対して、やはりフエノキシ酢酸系のジクロクロップ（ストッポール）が実用化されている。

K. 生理障害防止

果樹の生理障害としては、微量元素欠乏があるが、これは生育調節剤の範疇ではないと考えて省くことにする。また、多くの障害が果実に発生するものを対象にしているので、果実に生じるものの防止剤を述べることにする。

a. 浮皮防止剤

温州ミカンの浮皮症は品質の低下、輸送中の腐敗、果形の変形など商品性を低落させている。とくに西南暖地の温州ミカンにその発生が多く、原因は果皮の高温による脱緑遅延による。これを防止する基本は、高温発色性のよい系統を選抜して、発色と果肉の成熟との不均衡のない系統を栽培すべきである。

浮皮症に有効であった薬剤はGAであったが、残念ながら果皮に緑色斑が生じるため実用化に

至らなかった。現在使用されている薬剤は微粒炭酸石灰（クレフノン）、石灰硫黄合剤やエチクロゼイトであるが、その効果は浮皮症を軽減すると言う程度である。

b. その他

ブドウの縮果症やナシ豊水の蜜入り症については、キレートカルシウムが有効であり、これは微量要素欠乏であるのか不明な点が多い。

L. 寒害による落果、落葉防止

カンキツは冬期の果実や葉が凍結する程度の低温により、（ナツミカンで -3°C 、3時間程度）遭遇10日後頃より落果、落葉が生じる。これを防止するために、新農薬登録法以前には2,4DP（2,4-Dアミン）を初冬期に散布していたが、生育調節剤としての再登録がされなかったため、除草剤以外の使用が出来なくなった。そこで代替え剤として、ジクロクロップやMCPB（マデック）のようなフエノキシ酢酸系の薬剤が利用されている。

M. 生育抑制

収穫量に変化なく、生育を抑制することが出来れば、収穫や薬剤散布が省力化され、薬剤の量も少なく出来る。これには矮性台木の選抜が行われてきているが、矮性台木に変えるには長年月を要するため、現在生育している樹を矮化させる薬剤の開発が必要であった。モモ、ウメやカンキツにウニコナゾール、パクロブトラゾール、C-MHが試験されている。

果樹に対する生育調節剤の利用場面は多く、利用する側（農家）は安易に期待することも事実である。しかし、生育調節剤の利用は栽培技術の一手段である（使用することが目的でない）ことは研究者はしっかり認識して開発に取り組む、実用化する必要がある。