

園芸作物に対する生長調節物質の利用 (1)

— 欧米における研究の側面をみて —

鹿児島大学農学部助教授 岩堀修一

今年の1月中旬から2月下旬まで約40日間、経済企画庁の農業海外調査班の一員として、外国の新しい農業技術について視察する機会に恵まれた。私は今までおもに園芸作物に対する植物ホルモンや生長調節物質の生理作用とそれらの実用化の仕事にいく分なりともたずさわってきたので、はたしてどの程度まで植物の生長や発育が外部から与えた化学物質によって制御できるのかという点に興味をもっていた。また一方では、殺虫剤などで最近関心が高くなってきた残留毒性の問題やそれによる農薬規制の問題に関連して、これら生長調節物質利用の可能性や、将来新しい生長調節物質が開発された場合に、実用化の可能性がどこまで規制されるかということも考えさせられた。そこで、この機会を利用して欧米の大学や試験研究機関を訪れ、各国の研究者が植物の化学調節のどの面に興味をもっているか、また将来の実用化の方向や農業規制の問題をどのようにとらえているかについても聞き、あわせて園芸上興味のあるその他の点についても極力見聞に努めた。たまたま冬のことで、圃場をみたり農家と話すことはできなかったし、言葉も意のままにならぬこともあって、どの程度真意を得たか疑わしいものである。もともと日本国内での生長調節物質利用の現状も、勉強不足のためほとんど知らないの、いろいろの思い違いもあることとは思うが、以

下訪問先と討論内容について、思いだすままに、特に生長調節物質利用の問題を中心にふれてみたい。

1. ワーゲニンゲン農科大学

(Landbouwhogeschool wageningen)
〔オランダ〕

オランダでは果樹は比重が軽く、蔬菜、花卉産業が重要である。それを反映してか、研究面でも蔬菜、花卉の研究が重要なようであった。

園芸学科のDr. R. L. M. Pierik は、さし木に発根が比較的困難な花木としてジャクナゲを、また繁殖の遅い球根としてヒヤシンスを選び、組織培養法を用いて繁殖法を能率化する研究を行っていた。

ジャクナゲでは、新梢の切片をクノッブ又はヘラーの無機養分組成で糖を加えた寒天培地に植えることによって、発根を促進することができた。植える新梢は若いほどよく、また切片は寒天に逆に植えた方が発根が良好である。その原因として、根の出る茎の基部附近が空気中にさらされている酸素濃度の高いことが重要なのか、極性が逆になるので何らかの物質が基部に集積するのか、などが考えられるが、今のところよく分らない。暗黒、IAAは発根を促進するが、GA、カイネチン、アブサイシン酸は効果がないか、むしろ阻害的である。

もっと繁殖の能率を高める方法として、切片からカルスを作らせ、そのカルスから根や芽を一度に分化させるという試みは未だなされていない。

ヒヤシンスでは鱗片の基部から $18 \times 14 \text{ mm}$ の切片を切り出し、ヘラーの無機養分組成の寒天培養基にうえることによって球ができる。これを植えることによって完全な植物体に發育させ、開花させることができる。この場合も、切片は逆に寒天培地にうえた方が成功率が高く、IAAは必須であるが、GAとカイネチンは効果がないか、むしろ阻害的である。

Dr. J. Jan Bragt は、化学者で主にジベレリンの単離やその植物体内での生理作用について、チューリップの球根やリンゴの果実などを用いて研究していた。このリンゴは、しばしば晩霜の害をうけ、果実が肥大しないことがあるが、その際GAを散布すると単為結果がおこり果実が肥大するので、この方法は実用化されている。そこで、いくつかのリンゴ品種について開花受精時の果実内のGA含量をはかってみると、晩霜の害をうけたとき自然に単為結果しやすいような品種では、遊離のGAも結合型のGAも多かった。なお、単為結果させるために外からGAを与えると、新梢の徒長が著しく翌春の花つきが悪くなるので、その後に必ずCCCを散布しなければならない。

育種学研究所のDr. J. P. Braak のところでは、薬培養による半数体植物の育成がチョウセンアサガオで成功していた。花粉のテトラート期にある薬を培養してembryoidを得て、それを第2の培養基に移すことによって完全な半数体植物になる。この半数体植物をコルヒチンに浸漬するか笑気(一酸化窒素)にさらすことによって染色体の倍化をひきおこし、純系の2

倍体植物を作ることができた。現在蔬菜を含む他の植物についても薬培養を試みているが成功してはいない。

2. 複細胞生理学研究所

(Laboratoire de Physiologie
Pluricellulaire) [フランス]

所員の原田宏博士や留学中の蚕系試験場大山勝夫博士に御案内いただき、主としてDr. J. P. Nitschの薬培養の話を伺った。Dr. Nitschはタバコの薬培養によって、半数体植物を作出した最初のいくつかのグループのうちの1人であるのは周知のことであるが、現在はこのテクニックを用いて、タバコの半数体植物を流れ作業的に育てている。そして、純系の2倍体植物を得るのには組織培養中に細胞がendomitosis(核内有糸分裂)を起こして、染色体の倍化や異数性を生ずるので、それを利用している。また、半数体の時にX線照射をして突然変異体を作り、それを2倍体にするにも成功している。この方法だと、育種世代を少なくとも1世代短縮することができる。現在までのところ、これにより形態的な突然変異体は得られているが、アミノ酸組成やアルカロイド含量の異なるような、いわゆる生化学的な突然変異体は得られていない。

英国のDr. Cocking らや日本の建部博士らによって、単細胞の細胞膜をセルラーゼでとちして裸の原形質にし、それを培養する方法が確立されている。そこで、もしこの細胞膜をとった単細胞同士を融合させることができると、半数体の単細胞2つで倍数体の単細胞にすることができ、この単細胞からカルスをへて全植物体にと分化發育させることができるだろう。半数体植物でその形質がはっきりしているもの同士

を、このように融合させることができれば、新しい品種を作ることも可能であろうとのことであった。

3. イーストモーリング試験場

(East Malling Research Station)

[イギリス]

この試験場は、落葉果樹の試験場として次にみたロングアッシュトン試験場と共に世界的に有名である。

Dr. I. Modlibowska (Miss) は、リンゴ、洋ナシへの生長調節物質の散布の影響について研究していた。リンゴの若木に夏の間 CCC や B-9 を散布すると樹が矮性になる。そして、栄養生長が阻害されるためか、翌年の花数、しいては収量も増加することが見出された。この効果は、エスレルによってもたらされるので、目下研究中である。しかも、若木においては結果始めまでの年限が短縮されるが、この点は果樹経営上きわめて重要である。一方、果実収穫後に B-9、CCC を散布すると花芽分化後であるので、花数の増加は認められないが、枝の伸長が抑えられ、したがって栄養生長との間の競合が少なくなるので、果実収量は増加する。今後は、これら生長抑制剤の使用を矮性台木使用の適当なくみあわせを見出していかねばならない。今のところ、CCC は果樹の使用には許可されていない。また、B-9 の夏の散布では散布濃度が高すぎると花数が著しく多くなり、そのため果実が小さくなるという欠点がある。しかし、果実が大きくなりすぎるような品種にはうまく使える可能性も考えられよう。

晩霜害による被害を防ぐ研究は、この国でも非常に重要で、その方法として、果樹(花や果実)の耐寒性や耐凍性を増加させること、休眠期間を長くして晩霜の時期が終ってから開花結実させるようにすること、あるいは晩霜害にあった花や果実の単為結果をひきおこして、果実

肥大をさせることなどが考えられる。

果樹の耐凍性については、細胞内凍結や細胞間凍結の機構の研究とともに、生長調節物質処理の影響もみている。活潑に生長し、水分に富み、細胞膜の透過性の低いような組織では凍害を最も受けやすい。したがって、低温、乾燥あるいは適当な生長調節物質の利用などで、生育を抑えることによって組織を硬化させると、凍害の危険性がいくらかでも防がれる。このような観点から、B-9、CCC の散布試験を行なった。リンゴへの 0.5 % B-9 秋季散布や、洋ナシへの 1 % CCC 5 月末散布で、翌春の花に対する凍害は著しく減少した。ただし、リンゴへの B-9 散布の場合は花の発育が遅れたため、凍害の時期を回避して開花したためかもしれない。

休眠期間をのばして晩霜の危険が去ってから開花させる方法としては、上述のリンゴへの B-9 散布で開花が遅れたことで代表され、この方法は今後有効かもしれない。

一方、晩霜害が生じて着果しない時には、リンゴや洋ナシについては GA 散布が有効で、一応実用化されている。GA₃ より GA₄₊₇ の方が効果は高い。しかし、この GA 散布は、特に GA₄₊₇ を使うと価格が高いこと、GA に反応して単為結果する品種が重要な品種には少ないこと、また GA 散布をするとその後必ず B-9 または CCC を散布しないと翌年の花数は著しく減少することなどの欠点があり、別の生長調節物質の出現が望まれている。

Dr. J. D. Quinlan と Dr. Priestley はおもに果樹の栄養生長と生殖生長のバランスをとる問題を、樹形、矮性台利用などの点から研究している。

リンゴで満開からその 4 週間後までの新梢の

生長をとめると着果が増加し、しかも種子数が多い果実の割合が増加した。このように樹の大きさを制限して新梢と果実の生長の競合を少なくすることは、着果を増加させるのに重要であるが、これを剪定整枝によって行なうと労力が非常にかかる。そこで、アメリカ農務省の Dr. H.M. Cathey らが開発し、花木などで既に実用化され始めている直鎖の脂肪酸やそのエステル ($C_8 \sim C_{10}$ 位) によって、化学的に生長点を殺して摘心する方法を利用することが考えられている。リンゴでは、満開 3 週間後頃の散布が有望である。

また、隔年結果しやすいリンゴの品種では、摘葉処理によって栄養生長の減少が著しいが、隔年結果しにくい品種では同様の摘葉でむしろ果実数の減少が著しいことが見出された。これが栄養生長と生殖生長のバランスの上でどのような意味をもっているかは、現在のところ不明である。

Dr. O. P. Jones は、リンゴの矮性台木と強勢台木の地上部に及ぼす影響の違いを、主として溢液中の成分の違いからみていこうとしている。リンゴの根の溢液中には、サイトカイニンが $2 \mu g/ml$ 位と比較的多量に含まれ、クロマトグラフなどの証拠から、これはゼアチン (Zearatin) の riboside であろうと推定された。一方、GA 様物質は $1 \mu g/100 ml$ 位と少なかった。矮性台木と強勢台木の溢液の質と量の違いを中間台を使って調べている。溢液の量は、中間台木による差が認められないが、溢液成分は変化して、矮性台木の中間台では溢液中の窒素化合物の含量が少ない。サイトカイニンなどの植物ホルモン含量の差異についても研究している。

4. ロングアツシユトン試験場

(Long Ashton Research Station)

[イギリス]

この試験場は、ブリストル市郊外にあって、ブリストル (Bristol) 大学と関係があり、同大学園芸教授の Dr. Hudson が同時にこの試験場長であった。

スグリなどの収穫機械化の方法として、秋に枝を切り倒して果実を収穫し、翌年は新しい枝が伸長してきて開花結実するという方法が開発試験されつつある。これにヒントをえて、Prof. Hudson は、リンゴや洋ナシの Meadow Farming という考えを出している。苗を植えて 1 年後に、生長抑制物質を散布することによって、開花結実させる。新梢は地上から 1 m 位のばして花を咲かせ、収穫は枝を切り倒して行なう。翌年、別の新梢が出てきてそこに花を咲かせる。栽植密度は $30 \times 45 cm$ の並木植えて、10 a あたり 7,500 本位となる。この方法が可能かどうか、また可能だとしてもいつごろから実現するかは別にしても、このような考え方は、現在当面している問題が、開花結実までの年限をできるかぎり短縮して、資本を寝かせる期間を短かくすることや、労力問題、特に収穫労力を減らすために収穫の機械化をすることであることを端的に物語っている。

ここの果樹部長の Dr. L. C. Luckwill は、古くから果樹に対する生長調節物質の利用を手がけており、現在は Dr. R. D. Child らと共に生長抑制物質の研究をしていた。

彼によれば、現在までのところ、イギリスで果樹において実用化されている生長調節物質の利用法として、以下のものがある。① NAA によるリンゴ、洋ナシの収穫前落果の防止、② セビン (デナボン) によるリンゴの摘果は多くの

農家で行われている。ナフタレンアセトアミドもリンゴの摘果に有効であるが、特許の関係でアメリカで作られており、イギリスに製品が入りにくく余り使われていない。③B-9はリンゴの若木に散布すると栄養生長を抑えて樹を矮性にし、早く結果期に入らせるので使われている。イギリスでは、雨が比較的多いため、栄養生長が強すぎて、植え付けから花が咲く年までの期間が比較的に長いので、このB-9処理は有効である。B-9は、また果実の色を良好にし、落果を防止する。B-9処理果は、着色はよくなるが熟期は遅れるので、収穫を2週間遅らせることができる。このため、B-9は成木にも散布されることが多い。④GAはリンゴ、洋ナシで晩霜害があった時、単為結果させて収量を確保させる目的で散布される。このためには、GA₃よりGA₄₊₇の方が効果が高いが価格も高い。⑤エスレルは、実験的にクロフサスグリなどの果実の収穫剤として用いられている。スモモでもテストされたが、樹にゴム症がひどいことと、果実の熟期が促進されて店もちが悪くなるのが難点である。

農家が現在必要としている生長調節物質としては、以下のものがある。①リンゴの晩霜害が生じた時に単為結果させるもの、現在GAを用いられているが、Co x's Orange pippinのようなイギリスの主要品種では効果がないので、このような主要品種に有効なものがほしい。②薬剤摘果をもっと信頼できるものにしてほしい。現在のところデナボンやナフタレンアセトアミドなどが効果があって用いられているが、もっと良いものがあるといふ。特に晩霜の危険が去ってから、散布できる摘果剤の開発が望まれている。③果樹の休眠の期間を延長し、開花を遅らせて晩霜害を防ぎたい。④直接霜害を防ぐこ

とのできる薬剤があれば、非常に有用である。

現在重要なテーマの1つに、収穫量の調節の問題がある。一定の花数を確保して着果を確実にさせて、その後予定量の摘果をすることができれば、果樹産業において極めて有益であろう。この各々を確実に化学調節できるような調節物質の出現が望まれる。

生長調節物質も、他の農薬と同様、Agricultural Chemical Approval Scheme という機関登録され、ここで出す印刷物の使用基準にしたがって使用されねばならない。各薬剤の使用許可は、このACASの委員会がきめる。この委員会は、アメリカのFoods and Drugs Administrationと同じような役割を果たしているが、ここへの申請の際の薬剤残留度や毒性試験のデータなどは、会社側で提出しなければならない。許可がおりていない薬剤を農家の園で実験的に使うことはできるが、その場合、生産物は販売することはできない。

生長調節物質は、Amo-1618のように特に土壌中で分解しにくいものもあるが、一般には比較的速やかに分解するし、使用量も殺虫剤などに比べればはるかに少ないので、生長調節物質による環境汚染は比較的問題にはならないだろう。

5. ユニバー社研究所

(Unilever Research Laboratory)
〔イギリス〕

ユニバー社は、周知の通り多国籍会社で、コングロマロットであるが、その研究所の1つをイギリスのベッドフォード市近郊にもっている。その1部に、植物研究部があった。ユニバー社は、おもに油脂原料をとるため、アフリカその他の地域にココナツヤシの広大なプランター

ションをもっている。ココヤシは、吸枝などがほとんど出ず、栄養繁殖が困難なので、おもに種子によって繁殖させているが、その場合、苗の生産力に著しいムラがあり、困っている。そこで、組織培養によって栄養繁殖させることを試み、アメリカコーネル大学のF.C.Stewardの指導で、彼の方法を用いて実験している。現在のところ、カルスは生じているが、それから先の分化には成功していなかった。

以上でヨーロッパ訪問を終え、アメリカに向かった。ヨーロッパでうけた感じでは、生長調節物質利用の規制は相当きびしいように感じた。しかし、環境汚染や残留毒性の点から、現在の

生長調節物質が使えなくなるとは考えていないようで、むしろ将来それほど比重が大きくなっていないにしても、一定の役割を果していくものと考えているようであった。しかしながら、新しい生長調節剤開発の主導権は、試験場などの研究機関にあるようには見受けられず、これらの機関は新しく会社で開発された薬剤について作物への影響を調べていくという研究方法をとっているような印象をうけた。この点、アメリカ合衆国の事情とやや趣を異にするような感じを受けたが、このことについては、次回でふれて見たい。

(次号につづく)

施設栽培における果菜類用除草剤

農林省園芸試験場興津支場 栗山尙志

従来集約栽培の典型と考えられていた施設果菜類は、最近の施設の大型化に伴ない、各種作業の省力化が重視され、過去の露地における果菜栽培よりもむしろ管理労力が少なくすむようにすなりつつある。除草作業も手取りですませるというわけにはいなくなり、除草剤あるいは機械力による防除が切望されるようになった。

施設栽培は露地栽培と異なり投下資本が大きいから、前者は後者に比べ単位面積当たりの生産量を多くすることが要求され、大型化してもなおかつ省力化に伴うロスは最小限にとどめなければならない。また市場価格の高い時期の

出荷に焦点を合わせる結果、作物にとってはあまり好ましくない環境下で栽培されることが多く、作物の生理条件も一般露地栽培とは異なる、やや異状な状態で経過することが多い。したがって、除草剤の作物に対する影響は露地の場合と異なり、ある場合には薬害が出やすくなり、思わぬ収量減を招くことがあるので、除草剤の利用には特に慎重でなければならない。一面では、施設においては露地とちがい、降雨、風などの気象条件は安定しており、露地でよく問題となる除草剤散布時の風による薬液の飛散や除草剤処理直後の降雨による薬害の心配が少ないなどの利点もある。