

# 高等植物の 花芽形成に対する 有機物質の影響

農業技術研究所  
菅 洋

## 1

花芽の形成は、頂芽において、葉の原基が花の原基に変わる結果おこる現象である。この変化には環境条件が著しい影響をおよぼし、特に日長の影響が大切である。

植物の中には、1日の日の長さが、ある限界の日長よりも長いときに花が形成されるものや、短い時に花が形成されるものがあり、それぞれ長日植物、短日植物とよばれる。

最近、短日→長日、あるいは長日→短日のように、花の形成のために、2つの日長の変化が必要なものが存在することが判明し、それぞれ短—長日植物、長—短日植物とよばれている。

冬を越して、春あたたかくなって花が咲きはじめるものなかには、花が形成されるために、冬の低温が必要であったり、また低温があると、花の形成が促進されるものが多い。

植物の中には、不適当な日長では絶対に開花しないものと、単に開花がおくれるだけのものがあり、前者は質的反応、後者は量的反応とよばれる。

さて、いろいろの実験から、植物の葉にはこのように、日の長さが、長いか短いかの時間を計る時間装置があることが知られている。

葉の中で時計装置が働くとき、その結果、葉の中にある刺激物質が生産され、それが頂芽に移動して花の形成をひきおこすものと考えられ、この刺激は花成刺激、開花ホルモン、フロリーゲンなどとよばれている。

このような刺激が存在することを示すもっともよい例は、接木の場合で、開花している植物と、栄養生長している植物を接木すると、後者が開花する例が多数知られている。

またたとえば、短日植物で葉を1枚だけ残してあとは全部とりのぞき、この1枚の葉に袋をかぶ

せて、日のあたる時間を短くする短日処理をほどこすと、生長点に花が形成される場所から、葉で何か花を形成させる物質ができ、これが生長点に移動して花を形成させることがわかる。

このように、花を咲かせる物質が存在することはたしからしいが、それは一体どんな物質なのであろうか。

日本の童話に「花咲かじいさん」という、枯木に花を咲かせる有名な話がある。われわれが、今そのような開花ホルモンをとりだすことができれば、現代の花咲かじいさんになれるのである。そのような物質を植物からとり出すことは、長年にわたる植物生理学者の夢であった。

開花ホルモンを研究するもっとも直接的な方法は、花の咲いている植物からそのような物質をとり出し、その化学構造をきめ、それにしたがってその物質を合成したのち、その物質を用いて、花が形成されないような条件下においた植物に与えて、開花をひきおこすことである。

このような目的のためにある学者は、100種類もの有機溶媒を用いて、その物質を植物からとり出すことを試みたが、今もって成功していない。

もう1つの方法は、現在われわれの手もとに入手できるいろいろの化学物質を、手あたりしだいに実際に植物に与えて、開花する影響をさぐることである。そのため昔からいろいろの物質、特に有機化合物の開花に対する影響がしらべられてきた。

## 2

現在、植物体内に存在することがわかっている物質で、植物に開花をひきおこすことのできる唯一の物質は、ジベレリンであると言っても過言ではない。

ジベレリンは日本で発見された物質で、最初、イネ馬鹿苗病菌の生産する植物に、徒長をひきお

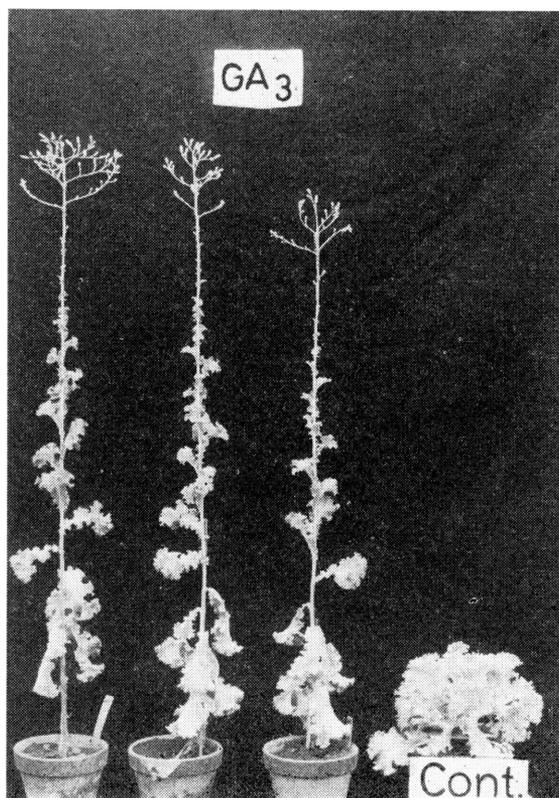
こす毒素として分離されたが、その後、高等植物の体内にも存在して、いろいろの重要な生長や発育を制御していることがわかってきた。

現在、馬鹿苗病菌と植物、両方あわせると、化学構造が少しずつ異った38種のジベレリンが知られている。

ジベレリンが開花をひきおこすことができるのは長日植物で、短日植物にはほとんどきかない。また、長日植物の場合も、全部に必ずきくというのではない。

長日植物は多くの場合、春あたたかくなって、日の長さが長くなってくると咲くものが多い。冬の寒い間は、いわゆるロゼット（根出葉）状と言われる状態をしている。

これは、外見上ダイコンのように、根に葉がついているように見え、茎がほとんどのびていない状態をさしているので、根に直接、葉がついているように見える。春になると、急速に茎がのびてきて開花する。



第1図：ジベレリン（左の3個体）によるレタスの開花促進，右端は無処理標準

いろいろの実験をしてみると、ジベレリンは長日植物の場合も、直接、花芽をつける働きをするのではなくて、最初、急激に茎を伸ばし、そのため植物体中に、花の形成に有利な条件をつくり出す結果、最終的に花を咲かせることが多い。

たとえば、ダイコンを秋から冬に温室においてジベレリンをやると、最初、茎だけをのばし1 m 近くにもものびてから、はじめて花をつける。

しかし、自然に春に花が咲くときは、ロゼット状から茎がのびてくる時は、すでに花芽をつけている。

しかし、ジベレリンはいろいろの植物で花の咲くのを促進するから、実際の園芸でも利用されている。

シクラメンで年内に出荷されるものには、ジベレリンが使われている例が多い。

チューリップやミヤコワスレなどでも、促成栽培に使われる見通しがたっている。実験的には多数の植物でジベレリンが開花を促進することが知られている。

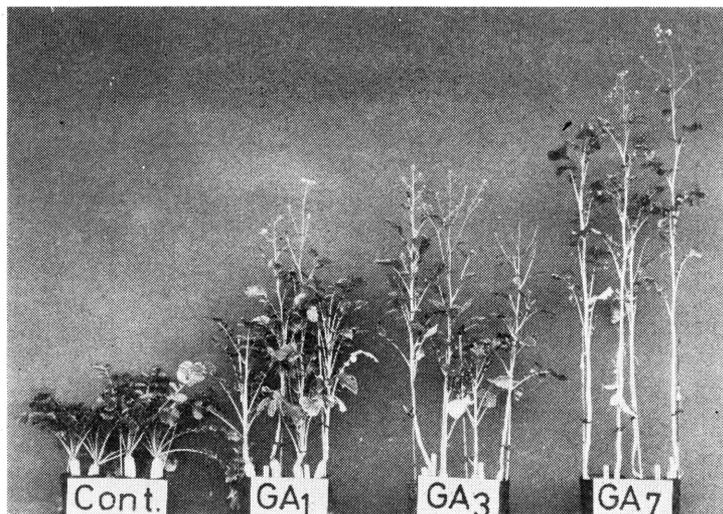
その例をあげれば、ストック、ヒヨス、ニンジン、コムギ、オオムギ、レタスなど多数あり、これらのあるものでは、実際の営利栽培には使用できなくとも、採種栽培や育種の世代短縮などに使用されている例もある。

アメリカのカリフォルニア州サリナス盆地ではアーティチョークの開花促進に、世界で初めてジベレリンを飛行機で撒布する計画があるという。また同様にアメリカで、かたく結球するレタス品種で、採種のための抽苔開花の促進にジベレリンが使われている例もある。

前述したように、ジベレリンは現在、構造が少しずつ異なる38種が知られているが、全部、同じように効果があるわけではない。またそのすべてについて、開花に対する影響がしらべられてはいない。今まで、しらべられている限りでは、開花に対して効力の強いのはジベレリンA<sub>1</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>7</sub>、などである。

植物ホルモンのオーキシンは、一般に短日植物の場合、開花を抑制することが知られ、長日植物の場合には、開花がおこりやすい限界的な条件のときに、開花を促進するとも言われている。

しかし、もっとも劇的なのは、ハワイにおける



第2図：異なった種類のジベレリンのダイコンの開花におよぼす影響、左端は無処理標準

パイナップル栽培での、ナフタレン醋酸の利用の場合であろう。

パイナップルは開花がだらだらと長期にわたり、機械で1度に収穫するためには、開花を齊一にして収穫期をそろえる必要があった。ナフタレン醋酸を与えると、開花が促進され齊一になる。

ところが、最近になって、ナフタレン醋酸の開花促進は、このものが直接働いているのではなく、ナフタレン醋酸の作用でエチレンの生成が促進され、そのエチレンの生成によって開花が促進されることがわかってきて、もっと効果の高いエチレン発生剤（エスレル）が、パイナップルの開花促進のために開発されている。

### 3

開花に関与する物質をみつけるためには、たくさんの物質について試行錯誤的に、植物に与える実験も行なえるが、もう1つの方法は、A→Bという特定の生化学反応を阻害することがわかっている、いろいろの代謝阻害剤を、開花のおこる条件においた植物に与え、もし、その植物の開花が阻害されれば、その植物の開花過程の中に、A→Bなる反応が含まれていると推定する方法である。この目的のために、いろいろの代謝阻害剤の影響がしらべられた。

その結果、花の形成がおこるためには、開花ホルモンが頂芽の生長点に到達したときに、生長点

で活発なDNA合成が行なわれていることが必要であるとわかった。したがって核酸代謝が、なんらかの形で開花に重要な役割を演じているものであろう。

核酸と構成しているプリンあるいはピリミジン塩基、そのヌクレオシドあるいはヌクレオチドのあるもの、特にウラシル系のもは、条件によっては（特に、環境条件が不十分ながら、開花誘起の方向にむいているときには）開花を促進することがある。

しかし、このような物質が、花成刺激そのものと果し

とどのような関係をもっているのか、まだ、つまびらかではない。

遺伝子はDNAという核酸であり、遺伝子のもっている情報は、普通全部がいつでも働いているのではなくて、生物の発育や生長がおこる時には、その時あるいは場所で必要な情報だけが、働くようになっていると考えられている。

花が形成されることは、結局、今まで生長点で葉の原基になるような蛋白質をつくる遺伝情報だけが働いていたのが、開花ホルモンが葉から生長点に移動してくると、開花遺伝子が活性化され、花の原基をつくるような蛋白質ができて、花が形成されるものと考えられる。

花の形成の場合にも、この遺伝子DNAの情報花まで発現するまでには、一足とびに花の原基ができるのではなくて、細胞核の中にある遺伝子DNAの情報が、1度RNAという別の核酸に写しとられて、それが伝令となって核をはなれ、その情報を蛋白質に伝えるのである。

このDNA→RNAへの遺伝情報の転写を特異的に阻害する抗生物質にアクチノマイシン-Dというものがある。植物をこの物質で処理すると、花の形成がおさえられてしまう。

これらのことから、上にあげたような開花の道すじが正しいものと想像される。

しかし、その花の原基になるような蛋白質をつ

くる遺伝情報を、よびさますと思われる開花ホルモンは、いったいどんな物質であるかはいまもって明らかでない。

代謝阻害剤の研究の中でおもしろいのは、ステロイドの合成阻害剤で、ラノステロールからコレステロールになる反応を阻害する、S K&F 7997という物質である。

この物質は、頂芽に処理しても何の影響もなく、花成刺激がつくられる時期に葉に処理をすると、著しく開花を阻害する。

これらのことから、開花ホルモンはステロイド系の物質ではないかと推論されたが、残念なことに既知のいろいろのステロイドを与えても、この阻害を回復することはできなかった。

しかし、動物の性ホルモンが、ステロイドであることと思えばみると、興味深いことである。その他に、ステロイド物質のエストラジオールが開花促進に効果があったという報告もある。

#### 4

15年ほど前に、いろいろな生理的な実験から、開花ホルモンの植物体内で移動する速度は、1時間3mm程度と推定された。このように速度がおそいことから、開花ホルモンはかなり高分子の化合物ではないかと想像された。

しかし、最近になってアサガオで、1時間に30~50cmもの長い距離を移動することが明らかにされた。この速さは、体内を光合成産物の糖類などが動くのと同じくらいの速さである。

これらのことから

- (1) 開花ホルモンは、光合成産物そのものか、
  - (2) 開花ホルモンは光合成産物と一緒に動くのか、
  - (3) 開花ホルモン自体そのような移動速度をもつのか、
- などのことが考えられる。しかし、詳しいことはわかっていない。

このように、開花になんらかの形で影響をおよぼす有機物質はいろいろあるが、それが本当の開花ホルモンと、なんらかのかかわりあいを持っているのか、それとも、大きな開花の道すじのどこか末端のあたりで、ちょっとそれを交えるため、開花になんかの影響を与えるのかを見わけるのはかんたんではない。

農業に我々がこれら物質を利用するためには、理論などわからなくとも有効な物質が見つければ、よいとも言えるのであるが、その目的でなされた多くの研究も、必ずしも成果をあげていない。

むしろ、純粋に理論的研究の結果、開花に影響をおよぼす物質が見出された例も多い。

したがって、これらは車の両輪のごとく、相まって進んで行くべきものであろう。

開花の機構が完全に解明され、その人為的制御が完全に自由になれば、農業は改革されると言っても決して過言ではない。

そこまで行かなくとも、災害の回避、促成栽培、育種における世代促進、採種栽培などの場面で、はかり知られない利益をもたらすことであろう。