

# 果樹栽培における 生育調節剤利用の現状と課題

果樹試験場 栽培部 千葉 和彦

## はじめに

現在、わが国の果樹農業は、担い手の高齢化や女性化、後継者の減少という労働力不足に直面している一方で、消費ニーズの高級化・多様化志向による少量多品目化への動向とともに、果実及び果実加工品の輸入自由化による国際競争の圧迫など、果樹経営を取りまく情勢は極めて厳しい。このような現状を打破して果樹農業の新たな展開を図るためには、国際競争力に耐えうる足腰の強い農業経営体の確立が必要であり、高品質果実の安定多収生産とともに、規模拡大のための作業体系の省力化及び生産費の低減等の低コスト化技術の確立が重要と考えられる。

生育調節剤の利用場面においても、高品質果実の安定生産を前提とした省力化・低コスト化、品質向上、収量増加等の生産性向上に対して大きな可能性をもたらすものとして期待されている。そこで、本稿では、生育調節剤が登場した初期の開発状況を概観し、現在の生育、結実及び品質・成熟の制御、さらに生理障害の防止に関する調節剤利用の現状と課題について検討する。

## 1. 昭和40年代の生育調節剤開発の状況と課題

わが国の果樹栽培における生育調節剤の利用

は、ジベレリンによるブドウの無核化技術によって急速に発展した。生育調節剤利用の初期の昭和40年代に実用化されていた果樹の生育調節剤は、表-1に示した通りである。

生育調節剤が利用されていた樹種、使用目的は限定されており、ジベレリンによる無核化、果実肥大及び熟期促進のブドウを始めとして、リンゴ、カンキツが中心となり、オウトウの着色促進、ウメとアズキの落果防止が実用化技術として普及したのみであった。使用場面では、活着促進、無核化、摘果、着粒増進、果実肥大促進、着色促進、熟期遅延と促進、落果防止、摘葉及び果面保護であり、薬剤としては、植物ホルモン及びホルモン様物質として、ジベレリン、NAA、ナフチルアセトアミド、2,4,5-TPが利用され、その他にはB-9、NAC、ナフチルフタラミン酸ナトリウム、TIBA、トリブチルトリチオフォスフェート、ポリブテン、酢酸ビニルフマル酸ジオクチル共重合体及びOEDが実用化されていた。しかし、そのなかで現在も利用されている薬剤は、ジベレリン、NAC及びナフチルアセトアミドのみであり、NAA、2,4,5-TP、B-9、ナフチルフタラミン酸ナトリウム、TIBA等は毒性試験の未実施、外国での安全性の問題などのため、再登録されずに抹消されている。

当時の生育調節剤開発の将来的課題は、台木

表-1 昭和40年代の果樹栽培における植物生長調節剤一覧

| 使用目的                            | 薬 剤 名                                                                                                                                     | 対象樹種（品種）及び作用性                                                                                                                                                                                  | 商 品 名                                                      |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 発芽・生育<br>・成熟抑制                  | $\alpha$ -ナフチルアセトアミド<br>N-(ジメチルアミノ)ースクシンアミド酸                                                                                              | ブドウ（デラウエア） 熟期遅延<br>ブドウ（巨峰） 着粒増加                                                                                                                                                                | アミドシン<br>レターデン                                             |
| 着果・生育<br>・熟期・肥<br>大・活着・<br>発根促進 | N-(ジメチルアミノ)ースクシンアミド酸<br>ジベレリン<br><br>2,4,5-トリクロルフェノキシ酢酸イソプロピル<br>5-ニトログアヤコール, オルソニトロフェノール, パラニトロフェノール, 2,4-ジニトロフェノールNa<br>オキシエチレンドコシルエーテル | オウトウ 着色促進; リンゴ 着色促進<br>ブドウ（デラウエア） 無種子化・熟期促進; ブドウ（ヒムロッド） 果実肥大促進; ブドウ（キャンベルアーリー） 果房伸長促進; ブドウ（マスカットベリーA） 熟期・肥大促進<br>温州ミカン 肥大促進・着色増進<br><br>ブドウ 着果促進; ミカン 春夏芽伸張促進・肥大促進<br><br>ミカン, 夏ミカン, ポンカン 活着促進 | B-ナイン<br>ジベレリン<br><br>シトルートン<br><br>アトニック 等<br><br>OEDグリーン |
| 落 果 防 止                         | $\alpha$ -ナフタレン酢酸ナトリウム<br><br>2,4,5-トリクロルフェノキシプロピオン酸トリエタノールアミン<br>N-(ジメチルアミノ)ースクシンアミド酸<br>ジベレリン                                           | リンゴ, ナシ, ブドウ, ミカン類 収穫前落果防止<br>リンゴ, ウメ, アンズ 収穫前落果防止<br><br>リンゴ 収穫前落果防止<br>ワシントンネーブル 落果防止                                                                                                        | ナフサク錠 等<br><br>2,4,5-T P<br><br>B-ナイン                      |
| 摘 果                             | 1-ナフチル-N-メチルカーバメイト<br>$\alpha$ -ナフタレン酢酸ナトリウム<br>N-1-ナフチルフタラミン酸ナトリウム                                                                       | リンゴ（国光, 紅玉, 旭, 祝） 摘果<br>温州ミカン 摘果<br>モモ（大久保） 摘果                                                                                                                                                 | デナボン 等<br>ヒオモン 等<br>ピーチシン                                  |
| 摘 葉                             | トリブチルトリチオフォスフェート<br>2,3,5-トリヨード安息香酸ナトリウム                                                                                                  | リンゴ（国光） 摘葉<br>リンゴ（国光, 紅玉, ふじ） 摘葉                                                                                                                                                               | ラクヨー<br>ジョンカラー                                             |
| 被 膜                             | ポリブテン<br><br>酢酸ビニルフマル酸ジオクチル共重合体                                                                                                           | リンゴ（ゴールデンデリシャス） さび果防止<br>リンゴ（ゴールデンデリシャス） さび果防止                                                                                                                                                 | サビノック<br><br>ニカゾール                                         |

注: 「園芸作物とケミカル・コントロール」(西貞夫著)の植物生長調節剤使用法一覧より抜粋・作成。

繁殖における発根促進, 樹体のわい化や温州ミカンの秋枝の充実と耐凍性増大のための生長抑制, 隔年結果防止や実生苗の結実促進のための花芽分化制御, 収穫増加を目的として肥大促進, 収穫期間の拡大のための熟期調節, 温州ミカンの浮き皮防止, 中晩柑類のす上がり防止による品質向上, 寒害や風害の軽減を目的とした蒸散抑制, 及び晩霜害回避のための開花遅であった。その後, 多数の生育調節剤が開発されたが, こ

れらの課題は今日の目標でもある。

## 2. 生育調節剤利用の現状と課題

これまでに開発された農薬としての生育調節剤は, 植物ホルモンそのもの, それらのホルモンと同様な生理活性を有するも, さらに抗ホルモン作用を示すもののほかに, 植物ホルモンとは直接関係ない生体活性物質である。現在, わが国の果樹分野で実用化(登録)されている薬

表-2 果樹に対する実用化生育調節剤一覧(1995年現在)

| 使用目的          | 一般名         | 対象樹種(品種)及び作用性                                                                                                                                             | 商品名                          |
|---------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 生育抑制・<br>生育促進 | マレイン酸ヒドラジド  | ブドウ(デラウエア, キャンベルアーリー, 巨峰, マスカットオブアレキサンドリア) 新梢伸張抑制; キウイフルーツ 二次伸張抑制; 温州ミカン, ネーブル, 甘夏; プンタン 夏秋梢伸張の抑制                                                         | エノール液剤                       |
|               | パクロブトラゾール   | モモ, オウトウ(露地・ハウス), 温州ミカン(露地・ハウス) 新梢伸張抑制                                                                                                                    | バウンティフロアブル                   |
|               | ベンジルアデニン    | リンゴ 側芽発生促進; 温州ミカン 新梢発生促進                                                                                                                                  | ビーエー液剤                       |
| 着花・着果<br>促進   | メピコートクロリド   | ブドウ(巨峰) 着粒数の増加                                                                                                                                            | フラスター液剤                      |
|               | ベンジルアデニン    | ブドウ(デラウエア, マスカットベリーA) 花振り防止; 温州ミカン(露地・ハウス) 着果促進                                                                                                           | ビーエー液剤, ペアニン液剤               |
|               | ホルクロルフェニユロン | ブドウ(デラウエア) 花振り防止                                                                                                                                          | フルメット液剤                      |
|               | エテホン        | ブドウ(巨峰) 花振り防止                                                                                                                                             | エスレル液剤                       |
| 摘花・摘果         | NAC, カルバリル  | リンゴ(国光, 紅玉, 旭, 祝, つがる等) 摘果                                                                                                                                | デナボン水和剤, ミクロデナボン水和剤          |
|               | エチクロゼート     | 温州ミカン, 伊予柑, ネーブル 全摘果・間引き摘果                                                                                                                                | フィガロン乳剤                      |
|               | ジクロルプロップ    | 温州ミカン 間引き摘果                                                                                                                                               | エラミカ液剤                       |
| 果実肥大促進        | エテホン        | 温州ミカン 全摘果                                                                                                                                                 | エスレル液剤                       |
|               | ジベレリン       | ブドウ(ヒムロッド, ヒロハンプルグ, 高尾, キングデラ, 安芸クイーン, ハニーシードレス, 翠峰, マスカットベリーA) 果粒肥大促進; ブドウ(キャンベルアーリー) 果房伸張促進                                                             | ジベレリン液剤, ジベラ錠剤               |
|               | ホルクロルフェニユロン | ブドウ(デラウエア, 巨峰(無核・有核), マスカットベリーA, ピオーネ(無核) 果粒肥大促進; キウイフルーツ(ヘイワード) 果実肥大促進                                                                                   | フルメット液剤                      |
| 着色・熟期<br>促進   | 塩化コリン       | モモ, スモモ(中晩生種) 果実肥大促進                                                                                                                                      | サンキャッチ液剤                     |
|               | エテホン        | リンゴ(つがる) 着色促進<br>スモモ, オウトウ 着色促進(糖度向上)<br>ポンカン, タンカン 着色促進; 日本ナシ(長十郎, 八雲, 新世紀, 旭, 新興, 早生二十世紀, 豊水, 二十世紀, 新水, 幸水); オウトウ(ナポレオン, 佐藤錦), カキ(富有, 平核無), モモ(白桃) 熟期促進 | マデック乳剤<br>サンキャッチ液剤<br>エスレル液剤 |
|               | エチクロゼート     | 温州ミカン, 伊予柑 熟期促進                                                                                                                                           | フィガロン乳剤                      |
| 落果防止          | ホルクロルフェニユロン | ブドウ(デラウエア) 無種子化・熟期促進                                                                                                                                      | フルメット液剤                      |
|               | ジベレリン       | 日本ナシ 熟期促進; ブドウ(デラウエア, マスカットベリーA, 巨峰, ピオーネ) 無種子化・熟期促進                                                                                                      | ジベレリンペースト, ジベレリン液剤, ジベラ錠剤    |
|               | ジクロルプロップ    | リンゴ(つがる, デリシヤス系), 日本ナシ 収穫前落果防止                                                                                                                            | ストッポール液剤                     |
| 落果防止          | MCPB        | 日向夏, 甘夏, 河内晩柑 後期落果防止<br>リンゴ, 日本ナシ 収穫前落果防止; 日向夏, 河内晩柑 後期落果防止; 清見, ネーブル, ハッサク, 河内晩柑 越冬落果防止                                                                  | エラミカ液剤<br>マデック乳剤             |
|               | ジベレリン       | ワシントンネーブル, カキ(富有) 落果防止                                                                                                                                    | ジベレリン液剤, ジベラ錠剤               |

表-2 つづき

| 使用目的        | 一 般 名                                | 対象樹種（品種）及び作用性                                                                                           | 商 品 名                                    |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 生理障害等<br>防止 | エチクロゼート<br>ジクロロプロップ<br>MCPB<br>二酸化珪素 | 温州ミカン 浮き皮軽減<br>伊予柑, 甘夏, ネーブル へた落防止<br>伊予柑, 甘夏, ネーブル, ハッサク へた落防止<br>リンゴ（ゴールドデンデリシャス, ふじ, つがる等） さび果<br>防止 | フィガロン乳剤<br>エラミカ液剤<br>マデック乳剤<br>シオノックス水和剤 |
| そ の 他       | ジベレリン<br><br>MCPB<br>エテホン            | 伊予柑 花芽抑制, 樹勢維持<br><br>伊予柑 落葉防止<br>ハッサク 引きもぎ収穫                                                           | ジベレリン液剤, ジ<br>ベラ錠剤<br>マデック乳剤<br>エスレル液剤   |

注: その他: インドール酪酸（オキシベロン粉剤・液剤）, 1-ナフチルアセトアミド（ルートン粉剤）による挿し木類の発根促進剤がある。

剤は、オーキシシン系6薬剤, ジベレリン系3薬剤, サイトカイニン系2薬剤, エチレン系1薬剤, その他の生理活性物質5薬剤のみである。現在, 農業登録が行われ, 実用化している生育調節剤の使用目的, 対象樹種と作用性及び薬剤は表-2に示した通りである。

果樹栽培における主要な課題のなかの樹形・樹勢, 結実及び品質・成熟制御における生育調節剤利用の現状と問題について概観する。

### 1) 生育の制御

側枝発生促進, 新梢伸張抑制等の生育促進及び抑制剤として, サイトカイニン活性物質のベンジルアデニン, 抗オーキシシン活性物質のマレイン酸ヒドラジド及びジベレリン生合成阻害剤のパクロブトラゾールが実用化されている。

側枝発生促進は, 苗木時代に弱い側枝を多数発生させ樹形を維持し, 初期収量を増すために有効であり, 特にリンゴのわい化栽培において重要である。また, 枝の発生が少なく, 結果枝が不足しやすい品種では, 側枝芽を強制的に発芽させることが収量増加をもたらすことになる。サイトカイニン活性を持つベンジルアデニンが有効であり, リンゴと温州ミカンで側芽または新梢発生促進剤として実用化されている。

生育抑制剤は, 新梢伸張を抑制し, 樹をわい化させたり, 花芽の着生を促進したり, あるいは側枝の発生を多くする目的で開発され, ジベレリン生合成阻害や抗オーキシシン作用に関するものが多い。果樹において実用化されているのは, モモ, オウトウ, 温州ミカンの新梢伸張抑制に対するパクロブトラゾールとブドウ, キウイフルーツ及び温州ミカンに対するマレイン酸ヒドラジドのみである。パクロブトラゾール等の生長抑制剤は, 新梢の伸張抑制とともに花芽着生の増進, 着色促進, 果肉硬度の維持などの副次的な効果があり, それらの作用特性を活用した新たな利用技術の開発が期待される。また, リンゴ等の多くの樹種で検討されているが, 果梗や果形への影響もあり実用化に至っていないが, さらに安定した使用法を検討する価値がある。ハウスミカンでは, 収穫後の新梢発生と着花抑制による減収をなくすため, 収穫後の新梢発生抑制が必要である。また, 生長抑制による低樹高化は, わい性台木利用によるわい化栽培とともに, 省力化, 高品質果実生産の点で期待される。

### 2) 結実の制御

果樹の安定生産においては, 連年安定した着

花及び結実が必要であり、隔年結果や生理落果の防止、日射量不足や異常高温等の天候不良による花芽形成の抑制や翌年の着花不安定に対する花芽着生の促進、さらには摘らい、摘花、摘果による結実調節における生育調節剤による制御が期待され、その開発が望まれる。

#### (1) 落 果 防 止

カキやブドウの無核品種を除き、授精不良及び養水分競合によるとされる早期生理落果は、果樹の生産安定にとって重要な課題である。落葉果樹のなかには、春先の低温や霜害などによる結実阻害、また、カキやリンゴでは結実後の気象条件により著しいジュンドロップが発生し、減収にいたることがある。この防止には、ホルモン剤による単為結果の誘起、早期落果の防止が検討されている。

ジベレリン散布によるリンゴ、ナシ、カキの生理落果の減少、サイトカイニンの結実促進効果、ナシやリンゴでのサイトカイニンとジベレリン併用による単為結果促進等が認められているが、実用化には至っていない。また、エチレン阻害剤のAVG(2-アミノエトキシビニルグリシン)にも、条件によって生理落果防止効果が認められており、今後の開発が期待される。

越年する中晩柑類では後期落果が見られる品種が多く、リンゴやニホンナシでは収穫前落果が発生する。収穫前落果防止剤としては、以前には前述のようにリンゴ、ナシ、カンキツ類などに対してNAAと2,4,5-TPが実用化され、広く普及されたが、毒性試験が実施されなかったため登録が抹消され使用できなくなった。現在は、同じオーキシシン活性物質のジクロロプロップ(2,4-DP)とMC PBがリンゴ、ニホンナシ、カンキツ類で実用化されている。両剤

は、リンゴでは熟期の促進による貯蔵性の低下、カンキツに対するMC PBは寒さのきびしい条件下での効果不足等の問題がある。

落葉果樹の収穫前落果防止剤及び中晩柑類の後期落果防止剤は、安定生産において欠くことのできない重要な調節剤の一つであり、今後は、生理落果が問題となる他の樹種をも対象とした防止剤の開発とともに、より安定した使用方法、さらには効果の高い新しい剤を開発する必要がある。

#### (2) 摘 花 ・ 摘 果

果樹栽培では、結実過多による隔年結果や果実肥大の制御が大きな課題である。結実数を調節する摘花・摘果は、樹体の着果負担を軽減するとともに高品質果実の安定生産にとって重要な作業である。この結実制御は、ほとんどが手作業によって行われ、その作業時間は樹種により異なるが、総労働時間の20~30%を占めていることから、その省力化のための摘花剤や摘果剤の開発への期待が益々大きくなっている。現剤、摘果剤としては、リンゴに対するNAC、温州ミカン等のカンキツ類に対するエチクロゼート、ジクロロプロップ、エテホンが実用化されているのみである。しかし、NACはリンゴに対する唯一の摘果剤であり、強い摘果作用を示すが、その効力には品種間で差があり、また、エチクロゼートはエテホンとの混用で温州ミカンの局部全面摘果に安定した効果を示すが、単用では不安定である。今後は、それらのより安定度の高い使用方法の確立とともに、その他の樹種をも対象とした、各樹種の結果習性に応じた新しい薬剤の開発が望まれる。

摘花剤としては登録された薬剤はないが、リンゴの石灰硫黄合剤、機械油乳剤が古くから検討され、利用されてきた。摘花剤は、結実確保

以前に散布するため過剰摘果の危険があり、散布時期の把握が難しい等、その開発には困難性があるが、高品質果実生産及び摘果作業の省力化への期待は大きい。

### (3) 着花・着果促進

着花及び着果の確保は、果樹生産の連年安定多収を維持するうえで重要な課題であり、生育抑制剤やオーキシシンとジベレリン系調節剤による花芽形成促進、隔年結果防止、ブドウの花振るい防止効果等が検討されたが、現在、ブドウの着粒増加、花振るい防止に対するメピコートクロリド、ベンジルアデニン、ホルクロルフェニユロン及びエテホン、温州ミカンの着果促進に対するベンジルアデニンが実用化されているのみである。

近年の異常気象条件下において、花芽分化抑制、着花不足が問題となり、高温乾燥、日照不足等による着花不安定に対する花芽分化及び着花・果促進剤の開発への期待が高まっている。隔年結果の裏年における着花増進とともに、不良条件下での結実確保を目的とした生育調節剤の開発は極めて重要であり、ジベレリン系合成阻害剤等の着花促進効果が認められているが、より効果の安定した花芽の形成や着生、及び結実促進効果のある薬剤の開発が望まれる。

### 3) 品質・成熟の制御

果実栽培における主目的は、果実の高品質化にある。高品質果実の安定生産にとって、品質向上及び成熟制御は大きな課題であり、そのための成熟と着色及び果実肥大の制御技術の開発に対する要望が強い。成熟促進剤としては、エチレン、オーキシシン、ジベレリン及びサイトカイニン活性物質が利用されている。また、着色の増進も一般に成熟の促進結果として得られ、熟期の促進は果実肥大の増進に伴い、表裏一体

である。

果実の成熟制御は、早期出荷による高価格維持、収穫・販売期間の拡大による労力の分散、選果施設の有効利用と有利販売にとって役立ち、その生育調節剤による制御技術への期待は大きい。現在、エテホンによるニホンナシ、オウトウ、カキの熟期促進、エチクロゼートによる温州ミカン、イヨカンの熟期促進、さらに、ジベレリン、ホルクロルフェニユロンによるブドウの無核化と熟期促進が実用化技術として利用されている。また、着色促進剤としては、リンゴでのMCPB、中晩柑類でのエテホン、スモモとオウトウでの塩化コリン剤が実用化されており、MCPBとエテホンでは熟期促進効果も認められている。しかし、エテホンは、ナシで果実の肥大促進を伴い成熟促進するが、赤ナシでは裂果や果肉の軟化が起こりやすく、カキでは果実の日持ちが悪くなる。MCPBやエチクロゼートでも、果肉の軟化や脂上がり促進による貯蔵性の低下等を伴う場合が多い。カンキツでのエチクロゼートは、果実の糖の増加と軌を一つにして着色も早まるが、連年処理による樹勢衰弱が起こり、また、着色促進剤としてのエテホンは、落葉を助長し、効果も安定していない。

果実肥大制御においては、ブドウでは、ジベレリンによる無核化技術とともに、種子なし果実の肥大促進が課題であり、ジベレリン及びホルクロルフェニユロンによる果粒肥大及び果房伸張の促進効果が実用化されている。その他の樹種では、キウイフルーツに対するホルクロルフェニユロン、モモ、スモモに対する塩化コリンの果実肥大促進が実用化されている。

果実の肥大や着色及び成熟の制御に対しては、エチレン、オーキシシン、ジベレリン等のホルモン活性物質のより効率的、安定的な利用技術の

改善を図るとともに、ブラシノライドやAVG等の新しい調節剤の開発が期待される。

#### 4) 生理障害等の軽減・防止

エチクロゼートによる温州ミカンの浮き皮軽減、ジクロロプロップ及びMCPBによる中晩柑類のへた落ち防止、また、リンゴのさび果防止剤としての二酸化珪素が実用化されているが、効果が不安定であるため、安定した効果の高い防止剤の開発が望まれる。その他、カンキツ類の水腐れ症やヤケ症、ニホンナシのみつ症、カキの果頂軟化症等に対する生理障害軽減または防止剤、果面保護剤等の開発が進められており、今後の実用化が期待される。

### お わ り に

現在、高品質果実の安定生産とともに、省力化及び低コスト化のための生育調節剤利用技術の開発と実用化が期待されている主要な課題は、①発根促進、側枝発生促進、新梢伸張抑制等の生育促進及び抑制による樹形・樹勢制御、②摘花・摘果、落果防止、無核化(単為結果)、着果促進(花振るい防止)等の結実制御、③熟期促進・遅延、着色増進、果実肥大促進等の品質・成熟制御、さらに④各種生理障害軽減、果面保護等の果実障害の軽減・防止、などを対象とした調節剤の開発である。さらに、頂芽優勢を抑え、分枝を促進し、摘心と同じ効果が得られる抗オーキシン活性物質や節間細胞の分裂・伸

張を抑制し、わい化効果を示す抗ジベレリン活性物質は、樹高制御等への利用が期待され、また、生育抑制剤-わい化剤-は、わい化効果にとどまらず、花芽分化や着花促進や高・低温等の環境ストレス耐性を高める等の多様な副次的な作用特性とその機構を解明することも重要である。サイトカイニンにも花成制御作用が注目されている競合的拮抗剤があり、植物ホルモンの拮抗剤は、新しい実用薬剤の開発に示唆をあたえるものである。

他方、施設、コンテナ、マルチ、根域制限等々の新しい栽培様式が開発されるなかで、このような施設利用型生産における生産環境の制御技術とともに、環境に対応した生育調節剤による生育制御が重要となる。

植物の生育過程を制御し、農業生産に役立てようとする生育調節剤の利用技術への期待は大きい。その技術の基礎である薬剤の作用機構は、ほとんど解明されていないのが現状である。果樹における休眠、発芽、生長、分化、成熟等にはじまる生活環の過程は、環境に左右され、その影響は植物ホルモンの代謝と深く関係している。また、生長、分化等の調節も植物ホルモンの作用による場合が多い。生育調節剤を開発し、それを利用するためには、果樹の生理・生態特性の解明に基づく生長・分化の化学的制御法に関する研究が重要である。