

果樹における生育調節剤利用の現状と展望

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所 檜村芳記

1. はじめに

植物生育調節剤は、様々な樹種において、摘花・摘果、新梢伸長制御、落果防止、果実の成熟や品質の制御など多様な目的で使用されており、今日の果樹栽培において極めて重要な役割を担っている(表-1)。このため、平成14年の無登録農薬問題に端を発した農薬取締法の改正に当たっては、殺菌剤や殺虫剤だけでなく植物生育調節剤についても、農薬登録のない品種やマイナーな作物への対応が大きな課題となった。また、平成18年5月には、食品衛生法に基づいて残留基準が設定されていない農薬等が一定量以上含まれる食品の販売等を原則禁止するポジティブリスト制度が施行されたが、果樹栽培では植物生育調節剤の散布にもスピードスプレーヤーが多用されることから周辺作物へのドリフト対策が急務となっている。加えて、食品の安全性に対する消費者の関心が高まる中、農薬の一つである植物生育調節剤に注がれる目も厳しさを増している。

一方、果樹栽培の担い手は高齢化が進んでおり、管理作業の省力化や軽労化が求められている。しかしながら、果樹の栽培管理作業は機械化が難しく、ほとんどを人手に頼らざるを得ない。このため、省力化・軽労化を図る有力な手段として植物生育調節剤に対する生産現場からの期待は大きい。何れの主要樹種でも、各種管

理作業のうち「整枝・せん定」、「受粉・摘果」及び「収穫・調製」に要する労働時間が長い(図-1)。中でも、「受粉・摘果」は作業適期が短く、多大な労働力を集中的に必要とすることから、本作業を省力化できる摘(花)果剤に対するニーズは大きい。また、我が国における生鮮果実の消費は近年低迷しており、消費の維持・拡大に向けて高品質化や生理障害の回避等を目的とした植物生育調節剤の開発・利用に対する関心も高い。社会的に農薬使用量の削減が求められる中、いたずらに薬剤に頼ることは慎むべきであるが、我が国の果樹産業の維持・発展を図る上で、植物生育調節剤の活用は今後も避けて通れないものと思われる。

2. 我が国における植物生育調節剤利用の現状

果樹で使用が認められている植物生育調節剤(NAC水和剤等殺虫剤、殺菌剤としても使用されるものは除く)の平成14~16年度(農薬年度)における出荷額を表-2に示した。年間出荷額が1億円を超す薬剤は、リンゴとナシの収穫前落果防止に使用されるジクロロプロップ液剤、カンキツの摘果や熟期促進に用いられるエチクロゼート乳剤、カンキツの落果防止や花芽着生抑制等に用いられるジベレリン液剤、ブドウの無種子化等に用いられるジベレリン水溶剤、日本ナシの熟期促進等に用いられるジベレリン塗

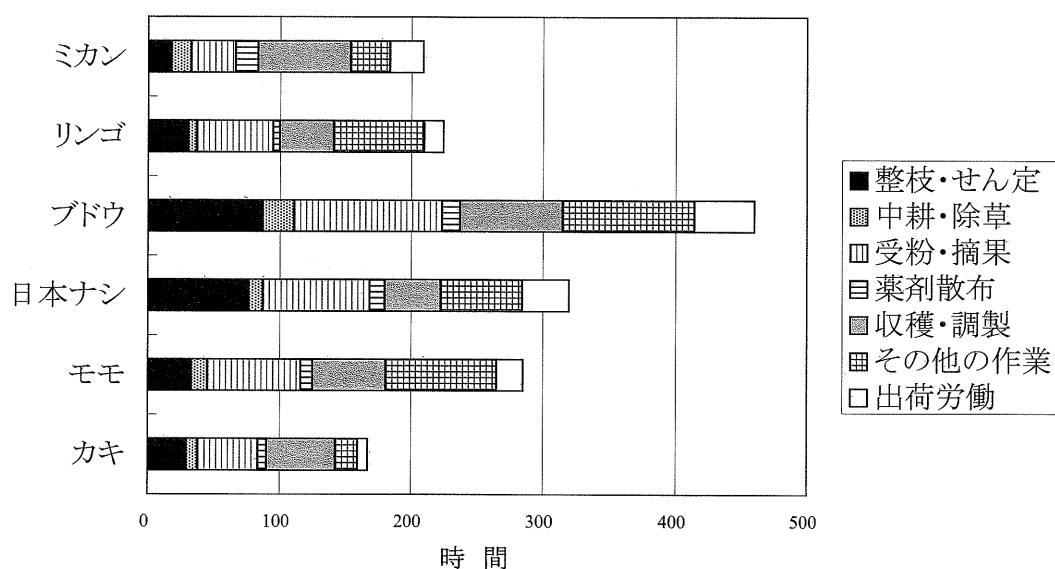
表-1 我が国で果樹における使用が認められている植物生育調節剤 (平成19年1月24日現在)

	農薬の種類	農薬の名称	対象作物	使用目的	
オーキシン様活性物質	MCPAナフチル乳剤	ミリート®乳剤	伊予柑、甘夏、ネブール、はっさく 日向夏、河内晩柑、清見	へた落ち防止 冬期落果防止	
	MCPB乳剤	マデック®	温州みかん、伊予柑、甘夏、ネブール、はっさく、日向夏、河内晩柑、清見、セシール、ぶんたん	へた落ち防止、冬期落葉防止、後期落果防止	
			りんご 日本なし	収穫前落果防止、着色促進 収穫前落果防止	
		マデック®EW	温州みかん、伊予柑、甘夏、ネブール、はっさく、日向夏、河内晩柑、清見、セシール、ぶんたん、サマフラッシュ、不知火、はれひめ、天草、はるみ、はるか、せとか、ボンカン、まりひめ、ひめのつき、南風、愛媛果試第28号、パレンシアオレンジ、アンコール、マーコット	へた落ち防止、冬期落葉防止、後期落果防止	
	ジクロルロップ®液剤	ストッパール®液剤 日産ストッパール®液剤	りんご、なし	収穫前落果防止	
	エチクロゼート®乳剤	フィロン®乳剤	温州みかん きんかん	全摘果、間引摘果、夏秋梢伸長抑制、熟期促進、浮皮軽減 三番果の摘果、四番果の摘果、夏秋梢伸長抑制、熟期促進	
			かんきつ(温州みかん、きんかんを除く) かき(富有、西村早生、西条、次郎、松本早生富有、太秋)	夏秋梢伸長抑制、熟期促進 着色促進	
		インドール酢酸液剤	ネシペロン®液剤	りんご(台木)	さし木の発根促進
		ジベレリン®液剤	ジベレリン®明治液剤	温州みかん、伊予柑、不知火、サマダリン、ばんかん ワシントンネブール、清見 日向夏 はるみ アセロラ	花芽抑制による樹勢の維持、落果防止 落果防止 無種子化、落果防止 水腐れ軽減 着粒安定
			ジベレリン®協和液剤	温州みかん、伊予柑、不知火、サマダリン、ばんかん ワシントンネブール、かき(富有)、清見 日向夏 はるみ アセロラ	花芽抑制による樹勢の維持、落果防止 落果防止 無種子化、落果防止 水腐れ軽減 着粒安定
ジベレリン	ジベレリン®水溶液	武田ジベラ錠® ジベレリン®明治 ジベレリン®協和粉末 ジベレリン®協和錠剤 ジベレリン®明治錠剤 STジベラ錠®	ぶどう(二倍体品種(ヒメロッドを除く)[無核栽培]、巨峰系四倍体品種[無核栽培]) ぶどう(二倍体品種[有核栽培]、ヒメロッド、高尾、あづましずく) ぶどう(三倍体品種) ぶどう(キャンベラー®)[有核栽培] びわ(三倍体) 温州みかん、伊予柑、不知火、サマダリン、ばんかん 日向夏 長門スズキ®(無核) 不知火、はるみ 清見 アセロラ	無種子化、果粒肥大促進 果粒肥大促進 着粒安定、果粒肥大促進 果房伸長促進 着果安定、果実肥大促進 花芽抑制による樹勢の維持、落果防止 無種子化、落果防止 着果安定 水腐れ軽減 落果防止 着粒安定	
		武田ジベラ錠5® STジベラ錠5®	清見 はるみ アセロラ	落果防止 水腐れ軽減 着粒安定	
	ジベレリン®塗布剤	ジベレリン®協和ペースト	日本なし パパイヤ	熟期促進、果実肥大促進 果実肥大促進	
	ジベレリン生成促進剤	メビコート®クリト®液剤	フラスター®液剤 日曹フラスター®液剤	ぶどう(巨峰系四倍体品種、二倍体米国系品種(デラウェアを除く)、二倍体欧州系品種、三倍体品種) ぶどう(デラウェア®)	着粒増加(有核)、新梢伸長抑制 新梢伸長抑制
		バクトロブトラゾール®水和剤	バクティフロアブル® 武田バクティフロアブル® 日農バクティフロアブル® 日産バクティフロアブル® STバクティフロアブル®	温州みかん、もも、おうとう、やまもも	新梢伸長抑制 新梢伸長抑制
		サイトカイニン様活性物質	ベンジルアミノグリシン®液剤	ビエー®液剤	りんご(苗木) おうとう(苗木) りんご ぶどう(デラウェア、マスカット・ベリーA、旅路(紅塩谷)、バクファロー(アーシュアベーン)) ぶどう(デラウェア®)
				温州みかん	無種子化処理の第1回ジベレリン®処理時期の早期への拡大 新梢発生促進、着花促進
	フルメット®液剤		フルメット®液剤	ぶどう(二倍体米国系品種(デラウェアを除く)[無核栽培]、二倍体欧州系品種[無核栽培]、三倍体品種[無核栽培]、マスカット・オブ・アレキサンドリア®[有核栽培]) ぶどう(デラウェア®[無核栽培])	着粒安定、果粒肥大促進 着粒安定
				ぶどう(巨峰系四倍体品種[無核栽培]) ぶどう(二倍体米国系品種(デラウェアを除く)[有核栽培]、二倍体欧州系品種(マスカット・オブ・アレキサンドリア®を除く)[有核栽培]、巨峰系四倍体品種[有核栽培]) びわ(三倍体) なし(幸水)、西洋なし(ラ・フランス、キウイフルーツ(ヘイワード)) なし(豊水)	着粒安定、果粒肥大促進、無種子化、果粒肥大促進 果粒肥大促進 着果安定、果実肥大促進 果実肥大促進 みつ痘軽減

エチレン発生剤	エチホン液剤	日産エスレ10 石原エスレ10	なし(幸水、豊水、新水、二十世紀、早生二十世紀、長十郎、八雲、新世紀、旭、新興)、もも(白鳳)、かき(富有、平核無、会津身不知、松本早生富有、前川次郎、西村早生)、おうとう(ザンペイ、佐藤錦)、いちじく、パイナップル かき(西条) [熟柿栽培] ぼんかん、たんかん、きんかん 温州みかん 西洋なし(ラ・フランス) 西洋なし(ラ・フランス、フミッシュ・ビューティ、ゼネラル・レター) はっさく ぶどう ぶどう(巨峰(露地栽培)) パイナップル	熟期促進 完熟促進 着色促進 全摘果 摘花 摘果 果実の離層形成促進(ひきもぎ収穫のため) 落葉促進 花ぶるい防止 開花促進 着色促進	
	プロト・ロジ・ヤスモン液剤	ゼノジ・ヤスモナート液剤 ジ・ヤスモナート液剤	りんご(ふじ、つがる)、ぶどう (巨峰)	着色促進	
	カルシウム剤	塩化カルシウム・硫酸カルシウム水溶液	セロハイン	温州みかん	浮皮の軽減
		ギ酸カルシウム水溶液	エコーキ	りんご	摘花
		炭酸カルシウム水和剤	クレフリン	りんご、かんきつ、ぶどう、もも、初刈ン、おうとう、くり、びわ、うめ、いちじく、サトウハチロー りんご、なし、かき 晩柑類(はっさく、ぶんたんを除く) みかん パイナップル	銅水和剤による葉害の軽減 非ホルム液防除体系有機殺菌剤による果実の表皮障害防止 着色の促進 浮皮の軽減及び果皮水分の減少促進(予措効果) 果実の日焼防止
				かんきつ、サトウハチロー、いちじく みかん、りんご なし かき	銅水和剤による葉害の軽減 有機殺菌剤による果実果面の表皮障害の防止 みづ症の軽減 果実果面の表皮障害の軽減
			「アブロン」		
		キノキシリン系・MEP水和剤	ジ・オンカブ・ロ	りんご(ふじ、ジョナゴールド)	摘葉
		コリン液剤	サンキャッチ液剤30S	もも、すもも(中晩生種) おうとう すもも(早生種)	果実肥大促進 着色促進、糖度向上 着色促進
		シナミド液剤	CX-10	ぶどう	休眠打破による新梢の萌芽促進及び発芽率の向上
				おうとう なし	休眠打破による発芽促進 休眠打破による発芽促進及び発芽率の向上
			ヒットα10 ヒットα13	ぶどう	休眠打破による新梢の萌芽促進及び発芽率の向上
		おうとう	休眠打破による発芽促進		
その他	スレプトマイシン液剤	アグレプト液剤 ヤマトマイ液剤20	ぶどう	無種子化	
	NAC水和剤	三共デパゾン水和剤50 おコーデパゾン水和剤50 日農デパゾン水和剤50 ローヌ・ブーランデパゾン水和剤50 三共デパゾン水和剤50	りんご(国光(成木)、紅玉(成木)、旭(成木)、祝(成木))	摘果	
			りんご(国光(成木)、紅玉(成木)、祝(成木))	摘果	
		三共ミクロデパゾン水和剤85 日産ミクロデパゾン水和剤85 日農ミクロデパゾン水和剤85 おコーミクロデパゾン水和剤85 ヤマミクロデパゾン水和剤85 クミイミクロデパゾン水和剤85 三明ミクロデパゾン水和剤85 サカイミクロデパゾン水和剤85 ローヌ・ブーランミクロデパゾン水和剤85	りんご(旭、祝、印度、王林、きおう、紅玉、国光、さんさ、ジョナゴールド、シナスイート、ジョナゴールド、千秋、つがる、ハクハク、ふじ、北斗、むつ、陽光)	りんご成木の摘果	
		マナツ・NAC水和剤	りんご(ふじ(成木))	摘果	
		石灰硫黄合剤	りんご	摘花	
		サンイ石灰硫黄合剤 海野石灰硫黄合剤 宮内石灰硫黄合剤 余市組合石灰硫黄合剤 ヤイ石灰硫黄合剤 おホ印石灰硫黄合剤 塩山石灰硫黄合剤 ヤグ石灰硫黄合剤 細井石灰硫黄合剤 アグロス石灰硫黄合剤 太塚石灰硫黄合剤			

布剤、ブドウの新梢伸長抑制に用いられるメピコートクロリド液剤、リンゴの側芽発生促進等に用いられるベンジルアミノプリン液剤、ブドウの果粒肥大等に用いられるホルクロルフエニ

ロン液剤、日本ナシの熟期促進等に用いられるエテホン液剤である。これらのうち、ジベレリン液剤、ジベレリン水溶液、ベンジルアミノプリン液剤、ホルクロルフエニロン液剤及びエ



(農林水産省「平成15年度 野菜・果樹品目別統計」)

図-1 主な果樹における作業別労働時間(10a当たり)

テホン液剤は、果樹以外の作物でも使用が認可されていることから、果樹栽培に限った使用実態は不明である。しかしながら、ジベレリン水溶剤とホルクロルフェニユロン液剤は、我が国のブドウ栽培で広く実施されている無核栽培に不可欠なことから、出荷された薬剤のかかなりの部分がブドウで使用されているものと考えられる。ジベレリン等を利用したブドウの無核化技術は、植物生育調節剤を利用する最も代表的な技術であり、近年はジベレリン処理を前提とした品種も育成されている。また、NAC水和剤、馬拉ソン・NAC水和剤は殺虫剤としての利用が主体のため表-2には記載していないが、摘果剤に対する生産者のニーズは高く、我が国のリンゴ栽培では摘果剤としても広く利用されているものと思われる。一方、開花後の晩霜害に対する危惧もあり、初期の結実数を制限する摘花剤については、導入に二の足を踏む生産者も多いが、労働力不足が進む中、今後は利用が増加するものと思われる。これまで、我が国で利用

可能な摘花剤は石灰硫黄合剤(リンゴ)とエテホン液剤(西洋ナシ)のみであったが、平成16年にリンゴの摘花剤としてギ酸カルシウム水溶剤が新たに登録となり、摘花剤導入の追い風となっている。

3. 海外における植物生育調節剤利用の現状

植物生育調節剤は、海外においても広く利用されている。特に、リンゴにおける摘(花)果剤の開発・利用が盛んであり、我が国では農薬登録されていない薬剤も多く利用されている(表-3)。現在、我が国でリンゴの摘(花)果剤として登録されている薬剤は、ギ酸カルシウム水溶剤、石灰硫黄合剤、NAC水和剤及び馬拉ソン・NAC水和剤である。これらのうちNAC水和剤が最も広く使用されているものと思われる。一方、米国等においては、主要な薬剤としてcarbaryl (= NAC) とNAA、補助的な薬剤としてBAやエテホン等が使用されている。摘(花)果剤の効果は、品種や環境条件に大きく左右され

表-2 果樹で使用が認められている主な植物生育調節剤の出荷額(百万円)

農薬の種類	農 薬 年 度		
	14	15	16
<u>MCPAチオエチル乳剤</u>	16	4	6
<u>MCPB乳剤</u>	79	54	35
<u>ジクロルプロップ液剤</u>	281	301	263
<u>エチクロゼート乳剤(フィガロン乳剤)</u>	396	548	380
インドール酪酸液剤	83	74	73
ジベレリン液剤	201	195	182
ジベレリン水溶剤	618	580	571
<u>ジベレリン塗布剤</u>	656	597	554
<u>メピコートクロリド液剤</u>	342	307	298
パクロブトラゾール水和剤	28	19	20
ベンジルアミノプリン液剤	241	269	247
ホルクロルフエニユロン液剤	294	306	304
エテホン液剤	199	219	361
<u>プロヒドロジャスモン液剤</u>	—	1	7
<u>塩化カルシウム・硫酸カルシウム水溶剤</u>	111	95	76
<u>ギ酸カルシウム水溶剤</u>	—	—	8
<u>キノキサリン系・MEP水和剤</u>	—	—	20
コリン液剤	51	59	32
シアナミド液剤	31	—	52

注:太字とした農薬は、果樹のみで使用が認可されているもの。

(農薬要覧2005年版)

るため、リンゴの主要生産州等では品種毎に摘(花)果剤の使用方を示している。

NAAは、摘果作用が強く過剰摘果となるおそれがあるため、低濃度でcarbarylと組み合わせで使用されることも多い。なお、品種によっては葉に葉害を生じることがある。NADはNAAのアミド塩でNAAと同様な作用を示すが、摘果効果はNAAに比べて弱い。NAAによる葉害が問題とな

る場合等に用いられる。BAは摘果能力は低い、果実肥大を促進する利点を持つ。また、エテホンは比較的生育の進んだ果径20mm程度の果実でも摘果できるため、carbarylやNAAの摘果効果が不十分であった際に、補助的に使用することが可能である。一方、摘花剤としては、我が国でも使用される石灰硫黄合剤(lime sulfur)のほか、葉面散布剤であるチオ硫酸アンモニウ

表－3 海外で使用されている主な摘（花）果剤

	有効成分	商品名	主な対象樹種	備考（我が国における登録状況等）
摘花剤	1-aminomethanamide dihydrogen tetraoxosulfate (AMADS)	Wilthin	リンゴ、モモ	
	ammonium thiosulfate	ATS（液肥）	リンゴ	
	fatty amine polymer	Armothin	核果類	
	lime sulfur（殺菌剤）	Lime Sulfur	リンゴ	石灰硫黄合剤がリンゴの摘花剤として登録
摘果剤	naphthaleneacetamide (NAD, NAAM)	Amid-Thin W	リンゴ、西洋ナシ	1-ナフチルアセトアミド塗布剤が林木の発根剤として登録
	1-naphthalene acetic acid (NAA) sodium salt	Fruitone N	リンゴ	水溶剤がカンキツの夏秋梢発芽抑制剤、リンゴ等の収穫前落果防止剤として登録申請中
	1-naphthalene acetic acid (NAA) potassium salt	K-Salt Fruit Fix 200 K-Salt Fruit Fix 800	リンゴ、西洋ナシ	
	6-benzyladenine (BA)	MaxCel Exilis Plus	リンゴ	ベンジルアミノプリン液剤がリンゴの側芽発生促進剤等として登録
	6-benzyladenine (BA) + gibberellin (GA4+7)	RiteSize Accel	リンゴ	
	carbaryl	Sevin	リンゴ	NAC水和剤がリンゴの摘果剤として登録
	oxamyl	Vydate	リンゴ	
	ethephon	Ethrel	リンゴ	エテホン液剤が西洋ナシの摘（花）果剤等として登録

△(ammonium thiosulfate)やAMADS等が利用されている。AMADSは、花器に傷害を与え、受粉を阻害することにより摘花するもので、リンゴでは中心花が受粉した時期を見計らって処理することにより側花を摘花することができる。訪花昆虫に対する影響はないが、「ふじ」や「ガラ」では被害（果面のさび等）を生じる。

4. 生理作用から見た植物生育調節剤の開発・利用状況

植物ホルモンは僅かな量で植物の生育に大きな影響を及ぼすことから、植物ホルモンと同様な生理作用を有する薬剤や反対に植物ホルモンの生理作用を阻害する薬剤の多くが植物生育調節剤として利用されている（表－1）。各植物ホルモンに関係する植物生育調節剤の開発・利用状況は以下のとおりである。

1) オーキシン

オーキシンは、維管束の分化・発達、発根の

促進、頂芽優勢の維持、果実肥大促進などの生理作用を有する。天然オーキシンとしては、インドール酢酸 indole-3-acetic acid (IAA)、4-chloro-indole-3-acetic acid (4-Cl-IAA) 及びフェニル酢酸 2-phenylacetic acid (PAA) が知られている。ただし、IAA等は化学的に不安定なため、植物生育調節剤としてはオーキシンと同様な生理作用を有し、かつ化学的に安定なオーキシン様活性物質（合成オーキシン）が利用されている。オーキシン様活性物質には、植物体におけるオーキシン作用を攪乱することにより枯死させるホルモン型除草剤として利用されるものも多いが、果樹の植物生育調節剤としては、MCPAチオエチル乳剤、MCPB乳剤、ジクロルプロロップ液剤及びエチクロゼート乳剤が、摘果剤、収穫前落果防止剤、熟期促進剤、新梢伸長抑制剤等として利用されている。また、インドール酪酸 (IBA) 液剤はリンゴ苗木の発根剤として用いられる。

オーキシンは、処理時期によって離層形成に対して促進と抑制という相反する作用を示す。このため、代表的なオーキシン様活性物質であるナフタレン酢酸1-naphthalene acetic acid (NAA) は、米国等において、リンゴの摘果剤と収穫前落果防止剤として広く利用されている。なお、本剤の我が国における農薬登録は昭和51年に失効したが、再登録に対する生産現場からの強い要望を受け、現在、カンキツにおける夏秋梢発芽抑制やリンゴ、日本ナシにおける収穫前落果防止を目的に農薬登録が申請されている。

一方、オーキシンの作用を阻害するマレイン酸ヒドラジッドコリン塩（商品名：エルノー）がブドウの新梢伸長抑制剤として使用されていたが、薬剤の劣化に伴い毒性を有する遊離ヒドラジンが増加することが明らかとなり、平成14年に登録失効となっている。

2) ジベレリン (GA)

ジベレリンは、茎の伸長促進、種子や芽の休眠打破、単為結果誘起、果実肥大促進などの生理作用を有する。130以上の天然型ジベレリンが知られており、GA₁、GA₂・・・のように発見順に番号が付けられている。オーキシンなどと異なり天然型GAが植物生育調節剤として利用されている。なお、我が国では活性の高いGA₃を有効成分とする薬剤が使用されているが、海外ではGA₄とGA₇を有効成分とする薬剤の利用が多い。

ジベレリンは、ブドウの無核栽培（無核化及び無核果粒の肥大促進）のほか、日本ナシの熟期促進、温州ミカン等の花芽着生抑制、落果防止等に利用される。

一方、生合成を阻害することによりジベレリンの作用を抑制する薬剤も生育調節剤として利用される。新梢伸長はジベレリンに大きく依存

しているため、ジベレリン生合成阻害剤は、栄養成長の抑制による花芽着生や結実の促進、樹体の人為的わい化等を目的に使用される。このような剤として、我が国においては、ブドウを対象にメピコートクロリド液剤が、温州ミカン、モモ、オウトウ及びヤマモモを対象にバクロブトラゾール水和剤がそれぞれ農薬登録されている。ただし、バクロブトラゾール水和剤は、残効性が強く、効果が処理後数年間に及ぶ場合もあること、土壌に残留することなど使用上難しい面がある。米国等においてリンゴの新梢伸長抑制剤等として利用されているプロヘキサジオンカルシウム塩（商品名：Apogee）もジベレリンの生合成を阻害する薬剤であるが、樹体内で数週間で分解するため、効果を維持するには複数回の処理が必要となる。また、本剤は、火傷病に対するリンゴ新梢の抵抗性を高めるとされている。我が国では、果樹を対象としたプロヘキサジオンカルシウム塩の農薬登録はなされていないが、水稻等では水和剤（商品名：ビビフルフロアブル）等が倒伏軽減などを目的に利用されている。なお、ジベレリン生合成阻害剤の一つであるダミノジッド（商品名：ピーナイン）は、かつてリンゴの着色促進等に使用されていたが、食品安全性の再評価により発がん性が疑われたことなどから平成元年に食用作物における適用が削除されている。

3) サイトカイニン

サイトカイニンは、細胞分裂促進、側芽の成長促進、葉の老化抑制などの生理作用を有する。天然サイトカイニンとして、ゼアチン zeatin, dihydrozeatin (DHZ) などが知られているが、植物生育調節剤には合成サイトカイニンである6-benzyladenin (=6-benzylaminopurine) が用いられる。我が国では本物質を有効成分とす

るベンジルアミノプリン液剤が、リンゴやオウトウの側芽発生促進等を目的に農薬登録されている。ブドウの果粒肥大促進等に利用されるホルクロルフエニユロンもサイトカイニン活性を有する薬剤である。

4) エチレン

エチレンは、果実成熟促進、離層形成促進、葉・花の老化促進などの生理作用を有する。植物ホルモンの中では唯一気体である。したがって、バナナの追熟処理のように密閉空間での処理は容易であるが、圃場のような開放空間での処理は難しい。このため、植物生育調節剤としては、pH4.1以上の条件下で分解しエチレンを発生するエテホン液剤がニホンナシ等の熟期促進剤や温州ミカン等の摘果剤などとして利用されている。

一方、米国等ではエチレン生成を阻害する aminoethoxyvinylglycine (AVG) がリンゴの落果防止剤等 (商品名: ReTain) として利用されている。なお、植物生育調節剤としては本物質の塩酸塩が用いられるが、このように塩として利用される場合はアビグリシンaviglycineという呼称が用いられる (塩酸塩の場合は「アビグリシン塩酸塩 (aviglycine hydrochloride)」)。

リンゴの収穫前落果防止にはNAA (商品名: Fruitone N) も利用されるが、使用方法や成熟に及ぼす影響等において、AVGとNAAでは落果防止剤としての特性がかなり異なっている。AVGは効果発現に時間を要するため収穫予定日の4週間前に処理する必要があるが、効果は比較的長く持続する。また、果実の成熟を遅延させるため、収穫期間の拡大にも有効である。これに対し、NAAは効果の発現が速いため収穫直前に処理しても落果を防止できるが、効果の持続期間はAVGに比べて短い。また、AVGと異なりNAA

は成熟を促進する。

エチレンの生合成ではなく作用自体を阻害する1-methylcyclopropene (1-MCP) も米国等においてリンゴ等の鮮度保持剤 (商品名: Smart Fresh) として利用されている。収穫果に1-MCPを処理すると日持ち性を顕著に延長することができる。1-MCPはAVGと異なり果実のエチレンに対する感受性を低下させるため、エチレンを生成する果実などと一緒に貯蔵しても鮮度保持効果は失われない。

5) アブシジン酸 (ABA)

アブシジン酸は、気孔閉鎖、離層形成促進、休眠導入などの生理作用を有する。アブシジン酸の植物生育調節剤としての利用は限られており、水溶剤 (商品名: 三共アブシジン酸水溶剤) が湛水直播水稻における出芽苗立率向上剤として農薬登録されているだけである。ブドウではアブシジン酸による果粒の着色促進効果が認められているが、現在のところ果樹における農薬登録はない。

6) ブラシノステロイド

ブラシノステロイドは、近年新たに植物ホルモンとして認められるようになった物質であり、節間伸長促進、環境ストレスの緩和等の生理作用を有する。ブラシノライドをはじめとする天然ブラシノステロイドは、植物体に処理した場合、効果が短期間で消失することから、効果の持続性を高めた合成ブラシノステロイドであるTS303が開発された。これまでの研究でTS303にはブドウ等における結実向上効果が認められているが、実用化には至っていない。

7) ジャスモン酸

ジャスモン酸メチルエステルは、ジャスミンの香気成分の一つとして知られていたが、近年の研究によって、ジャスモン酸類は様々な植物

に広く存在しており、クロロフィルの分解促進等の生理作用を有するほか、植物体が病害や傷害によるストレスを受けた際の情報伝達にも関与することが示され、最近ではジャスモン酸も植物ホルモンの一つとされることがある。ジャスモン酸は、室内実験等では高い生理活性を示すが、圃場試験における効果は低い。このため、より効果が高く、化学的にも安定な化合物としてプロヒドロジャスモン (prohydrojasmon) (PDJ) が開発され、液剤がリンゴとブドウの着色促進剤として農薬登録されている。

5. 植物生育調節剤開発上の課題

摘（花）果剤等の植物生育調節剤は、栽培管理作業を省力化・軽労化する補助的手段であり、人手で実施している作業を代替するものではない。このため、植物生育調節剤の実用性を判断する基準は、生産者の栽培管理や経営に対する考え方、目標とする果実品質等によって異なってくる。経営規模が小さい生産者など栽培管理に比較的多くの労力をかけられる場合は、効果の大きさや安定性において高いレベルを有する薬剤でなければ導入するメリットはない。摘花・摘果等の結実管理作業は最も省力化が求められる作業の一つであるが、より高品質の果実を安定して生産しようとするれば、早い時期に素質の良い花・果実を残して摘花・摘果することが肝要である。しかしながら、摘（花）果剤は効果の発現に一定の日数を要することに加え、効果が気温等に左右されることから、着果数を目標通りに制御することは困難である。また、NACは生育の遅れている果実を摘果する傾向を持つものの、人手で行うような選別は期待できない。一方、結実管理に十分な労力を投入できない場合は、摘（花）果剤が非常に有用な技術となる

が、導入に当たっては摘（花）果剤の利用を前提とした結実管理体系を構築し、経営効率を高めることが重要である。このような栽培管理では、摘（花）果効果の高い基幹となる薬剤に加えて、効果は多少低くても補完的に利用しやすい薬剤も有用と思われる。これまで、新規薬剤については、現在の栽培管理体系への導入を想定し、効果の強さを第一に評価されてきたが、今後は気象条件等に左右されにくい効果の安定性がより重要と思われる。

植物生育調節剤の開発に当たっては薬害の無いことが重要な要件である。しかしながら、必ずしも全ての薬害が収穫果実の品質や収量、樹体の生育等に負の影響を及ぼすわけではない。摘花効果を有する剤の多くは、柱頭に障害を与えることにより受精を阻害するため、葉等に薬害を生じることがあるが、結実後の生育にはほとんど影響が認められないことも多い。このような薬剤の場合、薬効有りと認められれば、農薬として登録可能であるが、導入をためらう生産者も多い。農薬を取り巻く状況が厳しさを増す中、多額の経費を要し、安全性等に関する高いハードルを超えなければならない新規薬剤の開発は極めて難しい状況にあり、今後実用化される新規薬剤はそう多くはないと思われる。植物生育調節剤の開発・利用に当たって、薬害の評価には合理的な判断が求められる。

以上は、薬効・薬害から見た植物生育調節剤開発上の課題であるが、農薬登録等制度面にも課題がある。植物生育調節剤は殺虫剤等と異なり対象作物自体に作用するため、作物の遺伝的特性、つまり品種によって効果が著しく異なる場合も多い。このため、ジベレリン等では品種や品種群毎に適した使用条件が設定されてきたが、無登録農薬問題を受け、ほとんどの栽培品

種や新品種で使えるよう、品種をグループ化し包括的な使用条件で登録されることになった。今後はこのような登録が主流になると思われるが、効果が品種によって異なる薬剤については、生産現場において適切に使用されるよう、農業メーカー、普及指導機関による支援態勢を整備することが不可欠である。

もう一点、登録に関わる課題としてマイナーな果樹への対応が挙げられる。マイナーな果樹では植物生育調節剤の販売も多くは期待できないため、農業メーカーが登録に消極的な場合も多い。そこで、マイナーな果樹への登録を容易にするため、形状等から類似性の高い作物のグループ化が行われ、「かんきつ」、「小粒核果類」、「ベリー類」などのグループが設定されている。このような状況は海外も同様であり、米国では、EPA（環境保護庁）によって作物のグ

ループ化が行われ、各グループの代表的作物（representative commoditiesとして指定された作物）に関するデータをグループ全体のデータとして利用できるなどマイナーな作物における農業登録を促進するための措置が講じられている。なお、本グループ化において、果樹は、‘Citrus Fruits’、‘Pome Fruits’、‘Stone Fruits’、‘Berries’、‘Tree Nuts’に区分されている。

食品の安全性や環境に対する関心が高まる中、植物生育調節剤の開発・利用に関わる課題も増加しているが、我が国の果樹栽培の体質を強化する上で植物生育調節剤は極めて有用なツールである。より使いやすく効果的な薬剤や処理技術が開発され、生産コストの削減、高品質果実の安定供給に資することを期待したい。

**省力タイプの
高性能一発処理
除草剤シリーズ**

**問題雑草を
一掃!!**

水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン		水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン		水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン		水稲用初・中期一発処理除草剤 ダイナマン	
1キロ粒剤75	D1キロ粒剤51	フロアブル ダイナマンフロアブル ダイナマンDフロアブル	Dフロアブル	ジャンボ	ジャンボ	ジャンボ	ジャンボ

日本農業株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号
ホームページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届くところには置かないでください。
- *空容器は農場に放置せず、環境に影響のないように適切に処理してください。