

野菜における生育調節剤の 利用の現状と今後の課題

農林水産省 野菜・茶業試験場 腰岡 政二

1. はじめに

わが国における野菜作は労働集約型農業であり、生産物においてはつねに商品性が重視されるといふ特徴をもつ。なぜなら野菜を青果として購入する習慣から、鮮度の維持が重要視されるからである。このことが一つの理由で、野菜の大部分は国内で生産されている。他方、外食産業の飛躍的発達による業務用野菜の需要のみならず、一般消費者の嗜好性による需要からも野菜の周年安定供給が強く望まれるようになってきた。このため、露地では栽培が困難な時期における作型が要求され、プラスチックハウスあるいはガラス温室などのような施設における栽培法が発達してきた。実際、野菜栽培の施設化率は高く、主要果菜類のトマト、キュウリ、ピーマンにおける施設生産率はそれぞれの総収穫量の50%以上、代表的な果実的野菜であるイチゴにいたっては90%以上をしめている

表－1. 野菜生産における施設化率（平成2年度）

作物	総作付面積 (ha)	露地 (ha)	トンネル (ha)	ハウス* (ha)	施設化率** %
葉茎菜類					
レタス	22,400	14,660	7,104	636	2.8
果菜類					
ナス	17,200	14,310	1,144	1,746	10.2
トマト	14,200	6,820	448	6,932	48.8
キュウリ	20,200	11,900	1,006	7,294	36.1
カボチャ	18,500	13,590	4,772	138	0.7
ピーマン	4,580	2,740	259	1,581	34.5
果実的野菜					
イチゴ	10,200	1,910	403	7,887	77.3
スイカ	22,500	6,400	12,510	3,590	16.0
温室メロン	1,380	0	0	1,380	100.0
合計	147,800	73,400	35,090	39,310	26.6

* プラスチックハウス、ガラス温室を含む。

** ハウス面積の総作付面積に対する割合。

表－2. 野菜生産における収穫量（平成2年度）

作物	総収穫量 (t)	露地 (t)	トンネル (t)	ハウス* (t)	施設生産率** %
葉茎菜類					
レタス	517,600	351,700	152,380	13,520	2.6
果菜類					
ナス	554,400	342,400	55,101	156,899	28.3
トマト	767,100	247,900	21,200	498,000	64.9
キュウリ	931,000	353,300	45,300	532,500	57.2
カボチャ	286,400	184,400	97,540	4,460	1.6
ピーマン	171,300	55,400	8,016	107,884	63.0
果実的野菜					
イチゴ	217,100	15,200	4,470	197,430	90.9
スイカ	753,000	124,000	486,263	142,737	19.0
温室メロン	41,200	0	0	41,200	100.0
合計	4,619,000	2,931,000	1,023,300	1,907,700	41.3

* プラスチックハウス、ガラス温室を含む。

** ハウス収穫量の総収穫量に対する割合。

(表-1, 表-2)。これら野菜の施設生産率は施設化率を大きく上回っており、施設内では露地にくらべ安定供給が可能であることを示している。しかしこのような施設利用型生産を行うには、生産環境の制御技術と、野菜の生育調節技術の存在が不可欠であり、そのためにも生育調節剤の利用および開発が重要課題となる。さらに、近年の農業人口減少による労働力不足や省力化と相まって、農業の機械化も進められている。野菜においても、機械化移植のためのコンパクト苗の生産技術、苗の保存技術などの開発が急務であり、このような場面においても生育調節剤の利用技術の開発が急がれている。

表-3. 植物生育調節剤とその利用方法

薬 剤 名 ・ 成 分 含 量	商 品 名	適 用 作 物	使 用 目 的	処 理 方 法	処 理 時 期	処 理 濃 度
I: エチレン剤						
エテホン液剤 10%	エスレル10	トマト(生食用) トマト(加工用)	熟期促進 熟期促進	果房散布 全面散布	果房白熟期 収穫打ち切り2～3週間前	300～500倍希釈液, 5ml/果房 300倍希釈液, 100l
II: オーキシジン剤						
エチクロゼート 乳剤 1%	エルゴール	温室メロン	ネット形成促進, 果実肥大促進	茎葉散布	交配後20及び25日	1,000～1,300倍希釈液, 50ml/株
クロキシホナック 液剤 9.8%	トマトラン	トマト	着果促進, 果実 肥大促進	花房散布	3～4花開花時	330～500倍(冬期), 500～660倍(春秋 期), 1,000倍(夏 期)希釈液, 1ml/ 花房
		ナス	着果促進, 果実 肥大促進	花蕾散布	開花当日	100～200倍(冬期), 200～400倍(春秋 期)希釈液, 0.5ml/ 花蕾
4-CPA液剤 0.15%	トマトトン	トマト	着果促進, 果実 肥大促進, 熟期 促進	花房散布	3～5花開花時	50倍(20℃以下), 100倍(20℃以上) 希釈液, 花房がぬれ る程度
		ナス	着果促進, 果実 肥大促進, 熟期 促進	花蕾散布	開花当日	50倍希釈液, 均一散 布

2. 野菜における生育調節剤の利用

野菜栽培における生育調節剤の利用は、植物ホルモンの研究とともに始まったと言っても過言ではない。現在日本国内において、植物生育調節剤として野菜分野で登録されている薬剤には、表-3に示すように植物ホルモン関連薬剤として、エチレン剤1薬剤、オーキシジン剤3薬剤、サイトカイニン剤2薬剤、ジベレリン剤2薬剤、オーキシジン拮抗剤1薬剤があり、ほかには、ワックス系剤1薬剤(蒸散抑制)、コリン剤1薬剤(生育促進)があるのみである。これら薬剤の果たす役割と今後の可能性を概括すると以下のようなものである。

表-3. つづき

薬 剤 名 ・ 成 分 含 量	商 品 名	適 用 作 物	使 用 目 的	処 理 方 法	処 理 時 期	処 理 濃 度
Ⅲ： サイトカイニ ン剤						
ベンジルアミノ プリン塗布剤 1%	塗布用ビー エー	スイカ	着果促進	果梗部塗布	開花当日	原液 1ml/100果
		メロン	着果促進	果梗部塗布	開花当日～開花翌 日	原液 1ml/100果
		カボチャ	着果促進	果梗部塗布	開花前日または開 花当日	原液 1ml/100果
		ユウガオ	着果促進		開花前日または開 花当日	原液 1ml/100果
ホルクロルフェ ニユロン液剤 0.1%	フルメット	アムスメロン	着果促進	果梗部塗布	開花前日または開 花当日	5～20 ppm
		コサックメロ ン	着果促進	果梗部塗布	開花前日または開 花当日	200～500 ppm
		プリンスメロ ン	着果促進	果梗部塗布	開花前日または開 花当日	200～500 ppm
Ⅳ： ジベレリン剤						
ジベレリン液剤、 水溶剤 0.5% 2.58%, 3.58% 3.1%, 5%	ジベレリン 液剤 ジベラ錠(5) ジベレリン 顆粒	ミツバ(露地)	生育促進	葉面散布	本葉2～3枚時と 2週間後	10 ppm
		ミツバ(軟化)	生育促進	根株上面散布	根株伏せ込み時	20～50 ppm
		ハウレンソウ	生育促進	葉面散布	収穫予定2～3週 間前	10～20 ppm
		セルリー	生育促進、肥大 促進	葉面散布	収穫予定15～20日 前	50～100 ppm
		フ キ	生育促進	全面散布	葉数3～4枚時	25 ppm
		春ウド	休眠打破による 生育促進	根株散布	伏せ込み時	50 ppm
		トマト	空洞果防止	花房散布	開花時(落果防止 剤と併用)	10 ppm
		キュウリ	果実肥大	花蕾散布または 浸漬	開花時	50 ppm
		ナ ス	着果数増加	茎葉散布	開花時	10～50 ppm
		イチゴ(ダナ ー：半促成)	着果数増加、熟 期促進	茎葉全面散布	ビニール被覆当日 または翌日	10 ppm
		イチゴ(宝交 早生：半促成)	着果数増加、熟 期促進	茎葉全面散布	ビニール被覆7～ 14日後	10 ppm
イチゴ(はる のか：準促成)	着果数増加、熟 期促進	茎葉全面散布	花芽分化1ヵ月後	10 ppm		
イチゴ(ダナ ー、宝交早生 ：促成)	着果数増加、熟 期促進	茎葉全面散布	休眠直前および7 ～10日後	10 ppm		
Ⅴ： オーキシン拮 抗剤						
マレイン酸ヒド ラジド液剤 39%	エルノー	タマネギ	貯蔵中の萌芽抑 制	茎葉散布	収穫1～3週間前 までに	80～120倍希釈液、 80 l/10a

表-3. つづき

薬 剤 名 ・ 成 分 含 量	商 品 名	適 用 作 物	使 用 目 的	処 理 方 法	処 理 時 期	処 理 濃 度
V: オーキシンの拮抗剤(つづき)		ニンニク ホウレンソウ	貯蔵中の萌芽抑制 生育抑制	茎葉散布 茎葉散布	収穫1週間前までに 収穫予定草丈の70~80%時	150倍希釈液, 80 l/10 a 300~400倍希釈液, 70 l/10 a
VI: 蒸散抑制剤						
ワックス水和剤 10%	グリーンナー	キャベツ ナス キュウリ	しおれ・植えい たみ防止 しおれ・植えい たみ防止 しおれ・植えい たみ防止	茎葉散布 茎葉散布 茎葉散布	定植直前または当日 定植直前 定植直前	15倍希釈液 15倍希釈液 15倍希釈液
VII: その他の植物 生育調節剤						
コリン液剤 30%	サンキャッチ液剤30 S	タマネギ(秋播露地) ニンニク ネギ(春播夏どり)	球肥大促進 球肥大促進 生育促進	茎葉散布 茎葉散布 茎葉散布	球肥大初期 球肥大初期 収穫30日前	200~300 倍希釈液, 100 l/10 a 200~300 倍希釈液, 100 l/10 a 300 倍希釈液, 100 l/10 a

エチレン剤： エチレンは植物体内では、メチオニンとアデノシン3リン酸から1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸を経て生成され、発根・側根形成および根毛の成長促進、花芽形成促進、種子の発芽制御、落葉・落果促進、果実の成熟促進、細胞の伸長阻害・肥大成長促進など種々の作用を有する。野菜においては果実の熟期促進に最も利用されており、トマトの一挙収穫に際し用いられる。しかしエチレンはガス体であるため、栽培植物への施用が困難なことから、エチレン発生剤としてエテホン剤が開発・利用されている。一方、植物体内でのエチレン生産はオーキシンの促進されることから、合成オーキシンも間接的なエチレン剤と言えるかもしれない。

オーキシン剤： オーキシンは植物ホルモンの中でも早くから研究が進められ、屈光性、屈

地性、幼植物細胞伸長成長促進、維管束分化促進、着果および果実の肥大成長促進、落葉促進、発根促進、花芽形成促進、単為結実促進などの生理活性が明らかにされている。農薬としては、オーキシン活性を示す2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)が除草剤として用いられたことにより、他面的なオーキシンの生理を利用して各種オーキシン類縁化合物が合成され生育調節剤として使用されている。以前はダイコン、ホウレンソウの発芽促進に β -インドール酢酸カリウム、カボチャの結果促進に α -ナフタリン酢酸ナトリウム、イチゴの植えいたみ防止に α -ナフチルアセトアミドが用いられたが、すでに農薬登録はない。オーキシン剤の本格的な利用は、施設栽培における低温期のトマト栽培の着果不良を克服(単為結果促進)するために始まり、果実肥大に対する効果も大きいことか

ら施設栽培のトマト、ナスではオーキシン処理が常套手段になっている。現在野菜においては、トマト、ナスの着果促進、果実の肥大促進にクロキシホナック剤および4-CPAが、メロンのネット形成促進、果実の肥大促進にエチクロゼート剤が登録されている。

サイトカイニン剤： サイトカイニンは植物カルスの増殖を促進する、6-アミノプリン誘導体の天然物質群として見いだされた。生理作用としては、カルスの増殖促進、細胞分裂促進、芽の形成促進、側芽伸長促進、細胞の拡大誘起、老化抑制、気孔の開閉制御、花芽形成、果実肥大などがあるが、野菜では、スイカ、メロン、カボチャの着果促進にベンジルアミノプリン剤が、メロンの着果促進にホルクロンフェニロン剤が利用される。

ジベレリン剤： ジベレリンはイネに徒長作用を示す物質として発見されて以来、伸長成長促進、休眠覚醒、単為結果、雄花形成などの幅広い生理作用から農業上への利用が試みられた。野菜に対しては、軟化野菜の生育促進、種子および栄養芽の休眠打破、果実の肥大促進、採種栽培における抽台・開花の促進などに対する応用的研究が行われ、現在は表-3に示すように利用されている。

オーキシン拮抗剤： オーキシンの生合成は阻害せず、オーキシンの働きを抑制して細胞分裂を阻害し伸長成長を抑制する物質としてマレイン酸ヒドラジド剤が開発された。当初はジェタノールアミン塩がタマネギの発芽防止、夏播キャベツ、結球ハクサイ、ニンジン、ダイコンの抽台防止に利用されたが、安全性に疑問がもたれ農薬登録はなくなった。しかし、有効成分の純度向上とともにコリン塩とすることにより安全性が確保され、野菜ではタマネギ、ニンニ

クの貯蔵中の萌芽抑制、ハウレンソウの生育抑制に利用される。

これら以外の植物ホルモンにおいても、たとえば、花や果実の器官脱離、種子や芽の休眠、気孔の開閉、成長促進、成長阻害に作用性を有するアブシジン酸、増収、耐冷性、耐病性、薬害軽減効果を有するブラシノステロイド類、さらには植物ホルモン拮抗剤あるいは阻害剤などの利用により、植物の生育制御が可能になると考えられる。表-4に植物ホルモンの作用特性について

表-4. 植物ホルモンおよび関連薬剤の作用特性

作用特性(植物ホルモン, 阻害剤, 拮抗剤など)
発 芽 制 御 種子休眠打破(Et, Gi), 根塊茎休眠打破(Et, Gi), 萌芽促進(Cy, Gi), 萌芽抑制(AA)
生 育 制 御 発根促進(Au), 活着促進(Au), 生育促進(Ab, Cy, Gi), 生育抑制(Ab, AA, GI, Gr)
開 花 制 御 花芽分化促進(Au, Cy, Gi), 花芽分化抑制(Gi), 開花促進(Cy, Gi, Et), 開花抑制(Au), 雌花誘起(Au, GI), 雄花誘起(Gi), 両性花誘起(Et), 落花抑制(Ab), 抽台促進(Gi), 抽台抑制(GI)
結 実 制 御 結実促進(Au, Br), 果実発育促進(Au, Et), 単為結果促進(Au, Gi), 落果促進(Ab, Au, Et)
成熟(老化)制御 成熟促進(Ab), 成熟抑制(EI), 老化促進(Ab, Et), 老化抑制(Cy, EI)
ストレス耐性 低温耐性(Ab, Br), 蒸散抑制(Ab, Cy), 耐病性(Br), 薬害軽減(Br)

Ab: アブシジン酸, Au: オーキシン,
Br: ブラシノステロイド, Cy: サイトカイニン,
Et: エチレン, Gi: ジベレリン,
AA: オーキシン拮抗剤, EI: エチレン生合成阻害剤,
GI: ジベレリン生合成阻害剤, Gr: 矮化剤

示すが、植物ホルモンが植物の生活環に深く関与していることから、これらホルモンの作用特性を考えると、今後、ホルモン関連薬剤の野菜作への応用化がますます期待できる。

3. 試験研究の現状

過去3年間に日本植物調節剤研究協会を通して、植物生育調節剤の適用性試験に取り上げられた対象作物と試験項目を表-5に示す。試験薬剤数、試験場所数は、作用性試験、適用性試験をあわせて、平成元年度は16薬剤、93場所、平成2年度は23薬剤、117場所、平成3年度は19薬剤、140場所におよび、ほぼ年平均20薬剤、

表-5. 平成元年～3年の野菜作における植物生育調節剤の適用性試験項目

試験作物 \ 試験項目	生育促進	徒長防止	着果促進	初期生育促進	果実肥大促進	健苗育成	収量増大	活着促進	品質向上	花芽分化促進	萌芽促進
葉茎菜類											
ハクサイ	○								○		
キャベツ	○	○						○			
ハウレンソウ	○										
葉ネギ	○							○			
レタス	○			○		○		○			
ニンニク	○										
アスパラガス											○
果菜類											
ナス		○	○		○						
トマト	○	○		○					○		
キュウリ		○									
カボチャ			○								
スイートコーン							○				
果実的野菜											
イチゴ	○	○				○	○			○	
スイカ			○								
メロン			○	○	○						
根菜類											
ダイコン	○										

100場所で試験が行われていることになる。にもかかわらず、実用可能となる薬剤が少ないのはなぜであろう。その理由の一つには、もちろん、剤そのものには有効性が認められながら、ほかの理由から消えていった薬剤は別として、表-5に示すような試験項目に対する効果の確認が難しいことから有効性の判定に長期間を有することがあげられる。例えば、健苗育成、悪い環境条件下においては確かに効果が認められたとしても、良好な環境条件下は対象作物となら生育の差が認められない場合がある。初期生育促進あるいは生育促進といった場合では、当初の生育は対象に比較して明確に優っているが、収穫期あるいは収穫期間近になると何等差が現われてこないこともある（このような場合も、劣悪環境下では往往にして威力を発揮するのではあるが）。このように植物生育調節剤では、殺菌剤、殺虫剤、除草剤とは異なり、場面場面での処理効果は認められても、最終的には収穫物の品質あるいは収量で判断されることが多いため、実用性の判断が難しい。すなわち、限定された条件下で作用を示すことの多い生育調節剤の場合、栽培においてそのような条件が必然性を持たなければ実際の場面での使用は考えられない。したがって、通常露地では栽培が困難な時期における施設内での生育調節剤の利用場面に目が向けられるのも当然の成りゆきかも知れない。

4. 当面する課題

適用拡大：生育調節剤のみならず農薬すべては農薬取締法に基づき、効果と安全性を試験したのち、一定の手続きを経て登録・販売・使用の許可が与えられる。そして、個々の生育調節剤については、それぞれの適用作物が特定

されている。しかし実際登録されている薬剤は、表-3に示すように限られた野菜だけが対象であり、表-4に示すような作用性を引き出せる可能性を考えると、ほかの多くの野菜への適用拡大が可能である。もっとも、適用作物に与えることのみを目的として判定試験を行うのも予算の関係から難しいことも理解できるが、特産野菜（おおむねマイナー野菜が多いが）などへの適用拡大に向けて努力することによって需要を増すことも可能であろう。

効果発現：先にも述べたように、現在適用性試験に供されている生育調節剤の多くは、場面場面での利用効果は認められるのにもかかわらず、一般圃場試験での効果に大きなバラツキが認められる場合が多い。これらの原因は、主に、温度、湿度、光などの環境要因によることが多い。したがって、作用性試験において、

想定されうる条件下での効果発現を十分に吟味した上で、適用性試験を行えばより効果的な使用条件を見いだすことが可能になるであろう。

省力技術：農業人口が減少の一途をたどっている今日、土地利用型園芸のみならず施設利用型園芸においても、機械播種性、機械定植性および機械収穫性の向上による省力化が最大の課題になる。そして、機械播種化のためには均一発芽技術の確立、機械定植化のためにはコンパクト苗の生産および苗の保存技術の確立、機械収穫化のためには生育ステージの均一化あるいは果実形成・果実成熟の均一化による増収技術の確立が必要である。これらを可能な技術とするには、生育調節剤の有効利用なしでは考えられず、このような作型にあった生育調節剤の開発が切に望まれる。



除草剤は
速く効くのがいい

除草剤は
長く効くのがいい




**速くて、
しっかり**

ダブル
W効果の除草剤

- 速く効く、長く効くバスタ
- 人、作物、土、環境に優しいバスタ
- なんでも枯らすバスタ ●使いやすいバスタ

バスタ 液剤

®・ドイツ・ヘキスト社の登録商標

バスタ普及会 石原産業／日本農業／日産化学

〈事務局〉ヘキストジャパン株式会社 〒107 東京都港区赤坂8-10-16 ☎03(3479)4382

資料請求券