

果実類の熟期促進剤 エテホンの作用性と利用

(有)バル企画 禿 泰雄

1. はじめに

「思い込み」や「先入観」が、物事を一面的な価値判断に留まらせてしまうことは多い。また、「常識」の理解や思い込みが、研究や技術開発に自ら枠をはめてしまうこともある。植物ホルモンの利用においても「常識的理解」の下に誤解されている面が多いと思われる。植調剤は1つの剤が、結果的に多面的な生長効果を発現することから、その利用方法や利用目的も多岐に渡ることとなる。このため、いっそう誤解や誤用を受け易く、その揚句、「植調剤は難しい」とのレッテルを安易に貼られやすい。何事もそうであるが、利用開発研究は、剤の隠れた特性を見出してそれを生かす作業であり、また、誤解されている面を正しく理解する作業でもある。

植物ホルモンの1つであるエチレンの作用を示すエテホン剤（商品名エスレル）も、多面的な利用面が開発されている。本誌の貴重な誌面を借りて、エチレン作用の一面である果実の熟期促進効果におけるエテホン剤の作用と利用について眺めてみたい。

2. エテホン剤の利用開発の経緯

エテホン剤が植調剤として取り上げられたのは、1966年に当時のアムケム社（現在はローンプーラン社）によってである。しかし、化学物

質としては既に1946年に合成法に関し¹⁾、又、1963年にはこの物質が物理化学的に加水分解されて、エチレンを発生することが知られていた²⁾。植調剤への利用に着目したアムケム社から我国の2,4-D協議会の下に、1967年に、Amchem-66-329のコード名で提供された。

エチレンが植物ホルモンの1つであり、エチレンは表1のような生理生長作用を示すことに関し、既に多くの知見が有った。しかし、これらの知見の殆んどは、エチレンガスを閉鎖系実験条件で試験植物に与えて得られたもので、開放系の圃場栽培作物に本剤を散布したとき、各

表1. エチレンが植物の生理生長に及ぼす効果

- 1) 頂芽優性の打破
- 2) 側枝の伸長促進
- 3) 栄養生長（伸長生長）の抑制と促進
- 4) 葉、花または果実の離脱促進
- 5) 花芽分化の促進と抑制
- 6) 着果の促進と抑制
- 7) 果実成熟の促進
- 8) 葉の上層生長
- 9) 形成層組織の増殖
- 10) 根形成の促進
- 11) 組織の硬化
- 12) 向地性の変化
- 13) クロロフィル分解の促進
- 14) 酵素活性の促進と抑制
- 15) 代謝や呼吸の変動
- 16) 種子発芽の促進と抑制
- 17) オーキシン流動量の低下
- 18) 細胞の型、大きさ、膜透過性の変化
- 19) 休眠打破
- 20) 性表現の変化

々の作物に対し、最も効果的に実用効果を発揮させる利用方法は不明であった。そこで、1968年以後、(財)日本植物調節剤研究協会を通じ、広範な作物での実用化試験が展開された。その結果、1972年にアナナスの開花促進剤として、次いで1973年に二十世紀の果実成熟促進剤として農薬登録された。その後多くの作物に多面的利用が開発されている。

エチレン作用の1つの注目される効果は、果

実の成熟促進効果であり、現在、表2の果実類に登録されている。このように使用方法は果実の種類や品種によって異って居り、キメ細かに効果発現性と利用法を明らかにする必要があるため、植調剤開発の難しさが指摘される所以でもある。にもかかわらず、安易な使用や思い違いによる利用のために、充分満足できる結果が得られないことに対して、「剤の効能不足」に責任転嫁されやすい。

表2. 果実類の熟期また着色促進目的のエテホン剤の使用基準

適 用 作 物 (品 種)		使 用 時 期	使用回数	希 釈 倍 数	10アール当り 散 布 液 量	使 用 方 法
な し	長 十 郎	果実の横径が60mm以上の 時期（満開後100日頃）	1 回	1,000 倍	200 ～ 300 l	立木全面散布
	八 新 雲 世 紀 旭 早生二十世紀 新 興			1,000 ～ 2,000 倍		
	豊 二 世 新 幸	果実の横径が30～35mmの 時期(満開後60～70日頃)	左のいずれ かの時期に 1 回	4,000 倍		
		果実の横径が60mm以上の 時期（満開後100日頃）		1,000 ～ 2,000 倍		
お う と う	ナ ポ レ オ ン	満開後 4 週間	1 回	2,000 ～ 4,000 倍	300 ～ 500 l	
	佐 藤 錦	満開後 3 週間		2,000 倍		
か き	富 有	着色開始期	1 回	4,000 ～ 5,000 倍	200 ～ 300 l	
	平 核 無	満開後70～80日	1 回	5,000 倍		
も も	白 鳳	満開後70～80日	1 回	4,000 倍		
ぼ ん か ん た ん か ん		着色始期（蛍尻期）	1 回	1,000 倍		
パ イ ナ ッ プ ル		果実の成熟初期（自然収 穫の始まる20～25日前）	1 回	200 ～ 300 倍	1 果当り 25～50m/l	果頂部冠芽に散 布
ト マ ト (生 食 用)		各果房ごとの白熟期	1 回	300 ～ 500 倍	1果房当り5m/l	各果房ごとに果 房中心に散布
ト マ ト (加 工 用)		収穫打ちり予定日の2～ 3週間前		300 倍	100 l	全面散布

植調剤は、作物の生理生長を、当方の都合の良い様に適度に制御するのが目的である。そこでその剤の作用発現が少しでもスムーズに進行するような配慮が為される程、効果は満足度の高いものになる。「使用法（基準）通りに処理すれば事足りるはず」と思い込んでの行動は、花咲か悪いさんの様な結果を招きかねない。このことは植調剤全般に云える事であるが、案外配慮されずに使用される事が多い。以下、エテホン剤の果実成熟促進効果が、よりスムーズに進行するよう、幾つかの心配りをしてみたい。

3. 果実成熟促進効果の発現性について

玉手箱からの煙が、見る間に白髪の老人へと変身させたように、エチレングスは、植物の生育ステージの進行を早める植物ホルモンである。エテホン剤は、散布されると速やかに加水分解されて、このエチレンを発生する。発生量は、気温と水溶液のpHに大きく依存し、15℃以上またpH 6以上では急増する³⁾。未熟な果実にエテホン剤を散布すると、果実の発育生理、肥大生長、果実中の成分含量、果肉の硬さ、色香などに急激な変化が生じて成熟が促進される。これらの変化は、処理の時期、条件、方法によって様ではない。表2に示される果実類の使用方法は種類毎の基本方法である。基本は、行動を起すに当たっての必要条件である。より充分な高い満足度の結果を手中にするためには、やはり+αの配慮と生理生長が制御される相手の立場に立っての心配りが為される程良い。一方的な思い込みと配慮を欠いた行動の結果、充分な肥大発育（果実の豊満さ）や、食味（豊密な肉体的充実）に不満足で、色香のみが一見先行した外見上の成熟に失望したり、予想外の落果、裂果や軟果の発生に困惑するはめになりかねない。

い。バランスのとれた成熟と充された満足感を手中にする為には、それなりの条件と心配りのポイントがある。

(1) 果実の種類と効果

果実類は、植物ホルモンであるエチレンに対して、本質的に成熟生理が反応し易いもの〔クリマクテリックタイプ：ナシ、リンゴ、カキ、トマト、メロンなど〕と、反応し難いもの〔ノンクリマクテリックタイプ：カンキツ、イチゴなど〕にまず大別される⁴⁾。感受性の高い果実類でも、品種により反応程度は様でない。行動を起そうとする相手の果実が反応素質を内在している種類品種かどうかは、事前情報として把握すべき基本条件である。一方、本来エチレンに感受性の低いタイプには、強引な行動に出れば、正常な成熟の進行どころか、前述の生理的また質的にアンバランスな成熟の助長をしかねない。

(2) 気温と効果

さて、感受性を内在している種類の果実に対し、成熟を促進させる行動を起すに当たって、相手のスムーズな反応を引き出し易い環境にまず配慮することが好ましい。それは何と云っても、気温が重要な要因である。

エテホン剤散布後のエチレン発生は、ほとんど散布1～2日以内に生ずる。その量は気温が

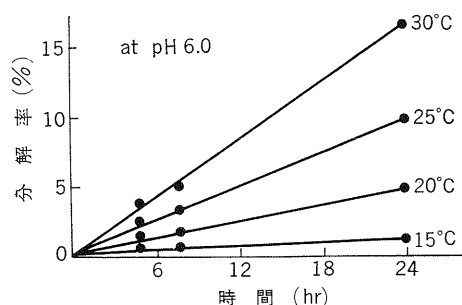


図1. エテホン剤の加水分解速度に及ぼす温度の影響（禿ら）

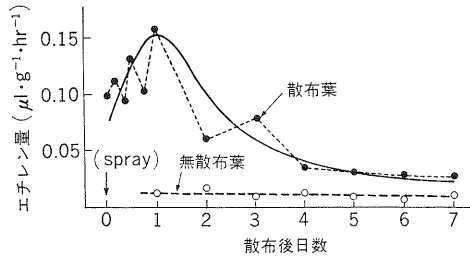


図2. エテホン散布植物体からのエチレン発生の経時変動(禰ら)

500ppmエテホンをキュウリ幼植物に散布し、30℃下で測定。

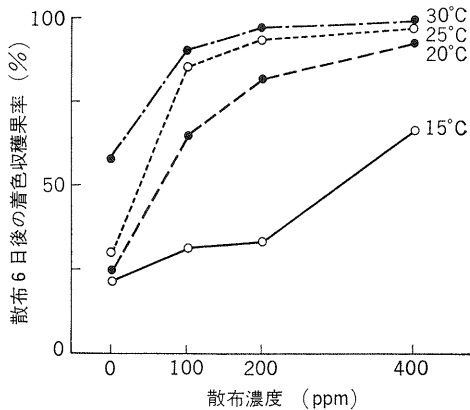


図3. エテホン散布がトマト果実の成熟促進効果に及ぼす温度の影響(禰ら)

高いほど早くて多い(図1, 2)³⁾。エチレン量の多い程、植物の反応は高まるが、バランスのとれた成熟反応は、やはり20~30℃の常温範囲である。じっとしていても汗が噴き出してくる高温条件では、質的反応にくらべ表面上の着色のみがアンバランスに進行したり、軟果や落果が生じやすくなる。一方、肌寒さを感じる気温(15℃以下)では、エチレン発生量も少なく反応は急激に萎縮する(図3)³⁾。やはり、暑さ寒さのため着衣に余分な気をとられなくてもよい快適な温度範囲であることが、質的にも高度な成熟を期待できる条件である。

(3) 果実の発育ステージ(処理時期)と効果

エテホンにより正常な成熟過程が引き起こさ

れるためには、果実の種類毎にかなり明確な時期的限界がある。一般的には、sigmoid growth patternに見られる急激な肥大過程の後半期以後であり、Double sigmoid patternを示すモモ、ブドウなどでは、period IIの後半期である。

エチレンに感受性を示す体質の果実が、反応を示す時期(年令)となり、環境条件も整ったところで、いざ処理行動を起こそうとするとき、あわてずに今一度気くばりすべき重要なポイントが有る。

即ち、一般に成熟効果を期待するあまり、また思い過しもあって過剰行動に出やすい為、不満足な結果に終ることが多い。エチレンによる成熟促進が可能な時期(年齢)になったとは言え、使用可能時期に入ったばかりの果実の多くは、未だ肥大生長と果肉発達の過程にある。指定処理濃度範囲であるからと言って、高めの濃度の処理、ましてや、それ以上の+αの出過ぎた行動は、失望的な結末をまねきやすい。期待しすぎの過剰行動は、肥大の停止、果肉の十分な発達や内容成分の蓄積を併わずして、果肉の軟化や着色のみが先行しやすい。即ち、質的成熟度が不十分な上辺のみの成熟を迎えることになりやすい。処理可能時期となったばかりの早期の処理では、指定濃度範囲の低めで、控え目にやさしく対応する心くばりが望まれる^{5,6)}。一方、肥大生長や内容(肉体的)発達が進んでいるにもかかわらず色香のみが遅れている場合には、少々の過剰行動でも質的マイナス影響の心配は少ない。例えば、収穫の切上げの斉一化、着色不良(色気不足)の補足による商品価値の向上、また、未着色であるが故に作期末になっても収穫出来ない果実(夏秋露地トマトやトウガラシなど)の収穫の目的には、若干の過剰処

理や、幾分の手荒な行動が期待以上の結果を持たらすことも多い。ただし、思い切った行動の後には、適確な対応（収穫）を欠いてはならない。即ち、処理後の着色進行に気くばりして、適度な着色度での適熟収穫のために、愛情ある対応を心がけねばならない。このような場合には、果実の軟化や日持ち（鮮度）の低下の進行が早いからである。対応に手ぬきをした揚句、収穫果実の品質に対し剤や相手の所為を責めることが先立つようでは、行動を起すに値しない。

(4) 処理テクニックと効果

エチレンは果実の成熟を目覚めさせるホルモンであり、エテホン剤処理が刺激となって成熟生理が動き出す。ところで、生体が受ける刺激に対する感受性は、生体の部分によって本来敏感なところと鈍いところがある。果実のエチレン感受性においても然りである。行動基準に則って散布すれば、一応の効果は納められる。しかし、行動テクニックとして次の事を理解しているかどうかで結果に差がつくことになる。

果実のエチレン感受性は、どの部位も一様ではなく、ヘタや果軸の付着部分、また、かく窪部や果孔内部は敏感であり、果面部は鈍い。結論を云えば、敏感な部分への過剰刺激は避けることが好ましく、まだ肥大途中の若い果実に対しては、一層心して慎まねばならない。

このため、エテホン剤の使用時の注意に「展着剤を加用せず、しかも、葉先からしたり落ちない程度に散布する」と記載されている。このような散布法では効果が劣らないかと不安になる人が多く、出過ぎた行動に出る人が多いようである。展着剤を加え、充分したたる程に散布すれば、当然、薬液は、敏感な部分に過剰付着したり形態的に溜まりやすい。控え目な行動によって、このような事態を避けることが肝要

である。果樹体全面から、マイルドに優しく時間を掛けて刺激が伝えられる方が、特にステージの若い果実に対しては、結果的にバランスのとれた成熟を迎えさせることが出来る。感受性を示す時期に入ったとは云え、若いステージの果実には、ソフトに時間をかけて、また、年令の進んだ果実には思い切った行動に出た後の適熟収穫の思いやりが肝要である。

4. 果実成熟促進効果の利用性

果実の成熟促進効果を利用する目的は多様である。目的によって当然、処理タイミングや行動に当たっての配慮も一様ではない。例えば、

① 早期収穫による高価格出荷が目的

一般的に果実類は数日～1、2週間の早期出荷が高収益につながる。この目的では、行動を起こしても良い発育ステージに達したら、早期低濃度処理の対応が好ましい⁶⁾。着色を早めると共に、肥大や果肉成分の変化など、バランスの良い成熟が進行するよう控え目の行動と気くばりが望まれる。

② 果肉先熟の着色不良を補う目的

このような状況は、肉体的生長は進んでいるものの色香程度が不足であることを補うのが主目的である。主に、気温の高い作期での利用である。この場合には、自然着色が進行中となつてから、控え目な処理が好ましい。強引な行動を避け、適期収穫に心して、過熟収穫にならぬよう配慮したい。

③ ハウストマトなど低温期栽培での着色目的

冬期栽培では、結実から収穫までの着果日数は2～3倍を要する。肥大は充分であっても、積算温度不足のため着色が進まない。このような条件では、使用可能時期に入った果実に対し、感受性の高いヘタ部への重点的処理が効果的で

ある。ただし、感受性を期待するあまり、指定濃度 + α の強い刺激や、ヘタ内部まで薬液が溜まる程の過剰行動に出てはいけない。健康的な着色や水々しいヘタを保つためには、そして、感受性部位を意識的に処理するに当っては、それだけに節度ある行動が望まれる。

④ 一斉収穫や計画的収穫が目的

加工用果実の収穫やスグリ穫りの収穫回数低減省力の目的には、一部果実の収穫を早めることよりも、多くの果実の熟度をそろえることが必要である。このような場合には、肥大や果肉成分また自然の着色などがかなり進行して、収穫予定の2週間程前まで、じっくり待って思い切った行動に出ることが望まれる。ただし、この場合には処理後の成熟が一気に進むため、気温の高い時期には特に適熟収穫に心せねばならない。

⑤ 収穫打切りや残果着色による収穫の可能化

収穫を予定日に終えたい場合、又、夏秋トマトや、肥大は充分であるが降霜前に未着色果を着色させて収穫したい場合などは、気温も低い時期である。着色もせず、青い果実のままで終えるのは忍びがたい。この場合には収穫打切り予定の2~3週間前に、少々思い切った強引な行動に出ることこそ肝要である。

5. お わ り に

エテホン剤に限らず植調剤はすべて、作物の生理生長の適度な制御である。植調剤を利用して、その結果に満足できるかどうかは、相手作物の置かれた状況と反応の現れ方に対する配慮と気くばり次第で大きく変わることになる。隣の花咲じいさんの良結果に嫉妬しての追っ掛け行動や、状況判断と相手作物への思いやりを欠いた行動に出ないように心して、満足感ある結果を手中に納め得ることを期待するものである。

文 献

- 1) O. Kabachnik and O. Rossiiskaya, Otdel. Khim Nauk, **406**, 295 (1946).
- 2) J. A. Maynard and J. M. Swan, Australian J. Chem., **16**, 596 (1963).
- 3) 禿 泰雄. 植物の化学調節, Vol. 8, No. 2, 84~96, (1973).
- 4) 兵藤 宏. 化学と生物, Vol. 16, No. 4, 217~227, (1978).
- 5) 広田隆一郎. 農業および園芸, 第46巻, 第7号, 53~58, (1971).
- 6) 広田隆一郎. 農業および園芸, 第51巻, 第4号, 57~61, (1976).

新刊

改訂 雑草学用語集

日本雑草学会／編集・発行
B5判 234頁 定価7,210円(税込)

雑草を研究する上で必須の文献として高い評価を受けてきた旧版を大幅に改訂。雑草学研究に必要な用語はこれ1冊でこと足りるようという編集方針のもとに、第I編 学術用語編では現時点で必要な用語、解説用語を新たに選び直した。さらに第II編 雑草名編では新たに100種を追加し、第III編 除草剤名編では新たな薬剤も加え、わが国で登録されたことのある薬剤すべてを網羅した。

呈内容見本

全国農村教育協会

〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館) 電話/03-3833-1821 FAX/03-3833-1665