

リンゴの落果防止剤ストッポール

農林水産省果樹試験場 福田 博之

はじめに

最近では「さんさ」のように収穫時期にほとんど落果しない品種も生まれてきたが、リンゴでは大部分の品種がこの時期にかなりの落果が発生する。これを収穫前落果と呼んでいる。特に「つがる」や「スターキング・デリシャス」などは極めて落果が多く、これらの品種では収穫前落果防止剤を散布なしでの栽培は考えられない。

落果防止剤は1940年（昭和15年）ごろに主として2,4,5-T P, NAAなどのオーキシン活性のある薬剤が米国で開発されたのが最初である。わが国でも昭和30年ごろからこれらの薬剤が使用されるようになったが、この時期は、「国光」、「紅玉」に変わって、落果が多い「スターキング・デリシャス」の生産が増加しはじめたときである。落果防止剤はしだいになくってはならないものになっていった。

しかし、昭和50年ごろには「複合汚染」などと呼ばれて農薬の毒性が社会的に大きな問題になり、落果防止剤もまず2,4,5-T Pが毒性の疑いがあるとして同年度から使用できなくなった。ベトナム戦争で枯葉作戦に使用され、催奇性が問題になった2,4,5-Tと似ているというのが理由であった。さらに、NAAも昭和51年度に使用登録がなくなり使用できなくなった。

これらのオーキシン剤に催奇性などの毒性が

あったのかどうかは、その後も明らかではない。現在でも、日本以外の国ではこれらの薬剤が使用されているので、あるいは我々は「なますを吹いた」可能性もなくはない。催奇性はオーキシン物質自身ではなく、これらの製造過程で混入したダイオキシンによるものであるともいわれている。

昭和50年ごろは、「スターキング・デリシャス」よりさらに落果が多い「つがる」の生産が急増した時期でもあり、これらの薬剤が使用できなくなったことは、リンゴ栽培にとってまさに「一大事」であった。そこで、昭和55年には、急遽これらにかわる落果防止剤としてビーナインが登録されたが、効果が安定しないなどの問題があった。

ここで述べる2,4-D P（ストッポール）が落果防止剤として試験が開始されたのは昭和54年度からであるが、その後の試験でかなり安定した落果防止効果があることが明らかになり、昭和57年度から「つがる」、「スターキング・デリシャス」について農薬登録が行われた。その後さらに「紅玉」についても落果防止剤として使用できるようになった。

1. ストッポールの性状、使用法

この剤は一般名がジクロロプロップとされ、トリエタノールアミン＝2（2,4-ジクロロフ

エノキシ)プロピオン酸塩を4.5%含む液剤がストップールという商品名で発売されている。昭和57年6月9日付けで「つがる」および「スターキング・デリシャス」の収穫前落果防止剤として農薬登録が行われた。

使用濃度は30~45ppm (1,000~1,500倍)とされ、収穫予定の25日前に1回散布する。「スターキング・デリシャス」では、これでは所期の効果を期待できるが、「つがる」については、1回散布だけでは効果が不十分なことがあり、その後の毒性試験を経て、収穫予定15日前にもう一度散布することが可能になった(図1)。

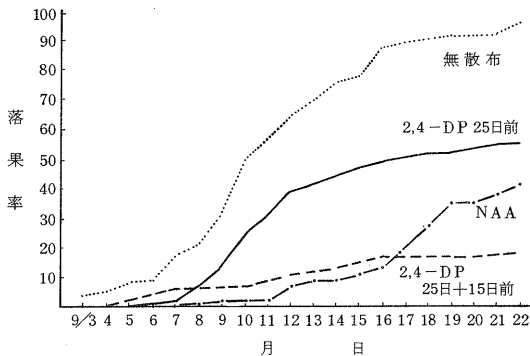


図1. 「つがる」に対するストップール(2,4-DP), NAAの落果防止効果
(果樹試盛岡支場)

なお、この場合の収穫予定日とは、落果防止剤を散布しない場合の例年の収穫適期をいう。この薬剤を散布した場合には成熟が数日早まる傾向があるため、この収穫予定日より早めに収穫する必要がある。特に「つがる」では、果実による成熟にばらつきが大きくなるので、すぐりもぎを徹底しなければならない。この品種において収穫がおくれると果実の軟化が著しく(表1)、日持ちが低下する。オーキシ剤は落果防止のほかに果実の成熟を促進する作用も持っているのである。

表1. 「つがる」の果実品質に対するストップールの影響
(果樹試盛岡支場)

処 理	着 色 程 度	糖 %	酸 %	果肉硬度 ポンド
ストップール30ppm	3.3	12.0	0.26	11.6
ストップール45ppm	3.7	12.3	0.26	11.6
無 散 布	2.8	11.9	0.30	12.6

2. リンゴの生理落果

リンゴの生理落果は、収穫直前の落果のほか、5月の末から6月にかけての幼果の落果がある。ジュンドロップ(6月落果)と呼ばれている。6月落果は種子の発育停止を伴って発生すると考えられる。種子はジベレリンやオーキシなどのホルモ物質を生産しているが、種子の発育停止とともにこれらの生産もなくなり、落果が発生するのである。この時期にジベレリンを散布すると種子の生育が停止しても落果は防止できる。種子の発育停止は、果実同士や枝などの養分競合や日照不足によって引き起こされる。

一方、収穫直前の落果は、成熟に伴い果実の中で生成されたエチレンが関与していると考えられている。成熟抑制作用のあるビーナインが若干の落果防止効果を示すのは、この物質がエチレンの発生時期を遅らせるからであると考えられている。エチレンの落果促進効果は成熟の段階によって差があり、収穫の直前になるほど効果が強くなる。これは、未熟段階の果実ほどオーキシの活性が強いため、エチレンとの拮抗作用によって落果が抑えられている。オーキシ活性のある物質が落果防止剤として使用できるのはこのためである。

このように、落果は各種のホルモ類によって制御されているのである。

2. ストッポールの作用性

この薬剤はオーキシシン活性を有し、その作用によって落果を防止すると考えられている。しかし、落果防止効果が認められるのは、散布後数日を経ってからである。

ストッポールは果実に直接散布するより、葉が認められている（表2）。落果防止効果の発現に数日かかるのは、恐らく葉から吸収されて果実のほうに移行するのに数日を要するためであろう。図1で、ストッポール1回散布はNANAより落果が早くはじまっているのは、効果の発現が遅かったためである。一方、NANAは散布直後から顕著な効果が認められる。

表2. ストッポールの散布部位と落果防止効果
(果樹試盛岡支場)

散 布 部 位	落 果 率 (%)
樹 全 体 散 布*	4.7
葉 だ け 散 布*	13.0
果 実 だ け 散 布*	23.3
無 散 布	26.0

* 30ppm, 収穫25日+15日2回散布。

NANAがすでに落果が始まっている樹に散布しても速効的に効果を示すのに対して、ストッポールは落果が始まるまえに散布しなければならない。収穫前25日の時期に散布することになっているのはそのためである。しかし、吸収されてから樹体内で分解されるまでの期間が長く、このため落果効果の持続期間はNANAよりいくらか長いようである。図1で、NANAは9月16日ごろから落果が増加しているのは、効果が切れたことを示している。

ストッポールは葉から吸収されて効果を示すので、有袋栽培の場合にも高い落果抑制作用を示す。しかし、その場合も表2に示したように果実と葉の両方に散布したときにさらに効果が高いので、特に果柄の部分にはよく散布する必

要がある。いずれにしても葉と果実に十分に薬液がかかるように散布しなければならない。散布量が少ないと効果が落ちることがあるので、樹から薬液がしたたり落ちるまで散布を行う必要がある。リンゴのわい化栽培園では10a当たり350リットル以上、普通台利用園では400リットル以上の散布が必要と考えられる。

なお、ストッポールは散布時期が早くなるほど、成熟促進効果も高まる傾向が認められている。このため、たとえば収穫予定の45日前に散布することによって果実の早採りが可能になる。ただし、散布時期が早いと、成熟も促進されるが果実の肥大も抑制される傾向が認められるなどの問題点もあるので、現在さらに検討が行われている。

この薬剤の成熟促進作用はオーキシシンとしての効果と考えられる。以前に使用されていた2,4,5-TPにも着色増進などの成熟促進作用が認められていた。ストッポールを散布すると、そのオーキシシン作用によって果実DNAの成熟プログラムが動き出し、デンプン分解酵素など成熟に必要な各種の酵素が形成され、その結果、成熟が進むのだと考えられる。

なお、成熟ホルモンといわれているエチレンの果実内での生成もストッポールの散布によって増加する。しかし、その生成が認められるのは着色や糖分の上昇がある程度進行してからである。ストッポールによる成熟の促進作用はエチレンの上昇の結果ではなく、この薬剤の直接的なオーキシシン作用によると推定される。生成されたエチレンの働きは、ストッポールによって促進された成熟現象をさらに強めるのだと考えられる。

3. 離層の形成

リンゴは生育開始直後の6月と、収穫直前の時期とに生理的な落果がみられる。これらの落果する果実を顕微鏡などで観察すると、いずれも果柄と果台の接合部の組織が一部崩壊して弱くなり、その部分から落果することが認められる。この崩壊した組織が離層と呼ばれている。早期落果では、離層の部位で細胞分裂が起こり、顕微鏡でみると離層の部分に新しく生成された細胞層がきれいに並ぶのが観察される。一種の癒傷組織と考えられる。

一方、後期落果ではこのような細胞の生成はみられない。ただ果柄と果台の接合部で細胞が層状に崩壊するだけである。その場合、図1のように、維管束の部分だけはつながっており、それだけで果実は樹にぶら下がっているのである。成熟がすすむと、果実自身の重みや、弱い風でも簡単に落果が起こるのはそのためである。「さんさ」のような落果しにくい品種でも離層は形成されており、果実が落ちないのは維管束の部分の強度が強いために落果しないのだと考えられる。

このような離層の形成はストッポールを散布しても同様であり、落果が遅れるだけ、むしろ離層部での細胞の崩壊は著しくなることが観察される(図1)。従って、落果防止剤が効果を示すのは離層の形成を防止するのではなく、維管束組織の強度を高めることによって落果を防止しているのである。その効果は、オーキシン物質が樹体内で分解されるまで続くと考えられる。

なお、NAAではすでに果実に離層が形成され落果が発生している樹でも落果を防ぐことができる。これは、このオーキシン物質が果柄の部分に急速に吸収され、維管束組織の強度を高めるためである。NAAの落果防止効果が散布

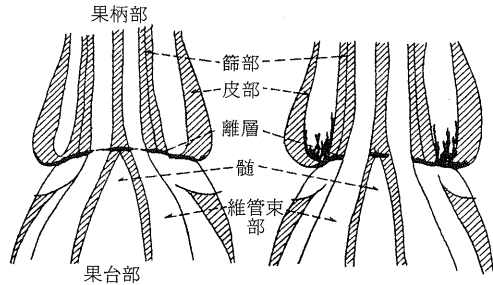


図2. ストッポール散布(右)と無散布(左)による「つがる」果実の離層形成の差異
(果樹試験岡支場)

後1,2日で認められることから、極めて速効的に維管束組織が強まることになると考えられる。一方、ストッポールは主として葉から移行してきて同様の作用を示すので、効果の発現が遅れるのである。

おわりに

ストッポールが実用登録を受けてから10年になるが、この間に落果抑制機構について少しずつ明らかになってきたので、本論ではその辺を中心に述べてみた。

リンゴでは、この薬剤はなくてはならないものになっている。この薬剤がなければ、「つがる」は現在ほど生産が増えなかったと思われる。また、この10年のあいだに、「ジョナゴールド」、「王林」、「千秋」などの新品種の生産が急増したが、これらの品種でも「つがる」ほどではないが落果が発生する。これらの品種に対するストッポールの落果防止効果の試験ははじまったばかりであるが、すでに一定の効果が認められている。速やかに実用化されることが望まれる。なお、ここでは述べなかったが、ストッポールはリンゴだけでなく日本ナシの収穫前落果も防止する効果が認められ、すでに実用化されている。