

結実の制御

(生理活性物質による生理的落果の抑制)

岩手大学農学部 壽松木 章

はじめに

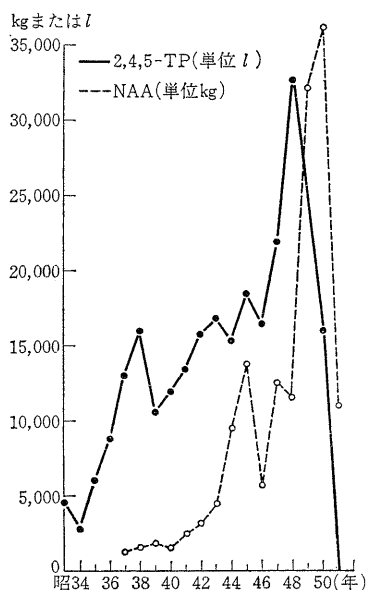
果樹の生理的落果は、果梗などに離層が形成されて生じるが、離層形成とその制御機構については前項で述べられているので、本稿では生理活性物質による抑制技術について述べる。生理的落果には早期落果と後期落果（収穫前落果）があり、いずれも生産を不安定にする要因となるが、樹種によりその程度は異なる。リンゴやニホンナシなどの落葉果樹においては早期落果よりも収穫前落果のほうが生産上重要となる。例えば、リンゴの最終的な適正着果数は全開花数の数％であり、生産量に対する早期落果の影響は小さい。もちろん晩霜害など他の要因が関与した場合は、早期落果抑制対策が必要になるが、通常の栽培管理としては適正結実量の確保には摘花・果剤の利用になる。それに対し、収穫前落果は、生産量及び品質に直接的に関わるため、その影響は極めて大きい。一方、全開花数に対する最終着果量の割合が比較的大きいカキや常緑果樹における結実安定には、収穫前落果防止とともに、早期落果抑制の効果が大きい。本稿では、過去および現在認可されている生理的落果防止の生育調節剤について、概説する。

1. 生理的落果抑制剤研究の経緯

①落葉果樹

生理的落果防止剤として最初に効果が認めら

れたのは、NAA (naphthaleneacetic acid) である。Gardner (1940) は、リンゴの生理的落果防止剤として多くの剤を供試して検討した結果、NAAおよびそのアミド態、エステル類に防止効果があることを最初に認めた。Gardnerは、その処理濃度、方法についても検討するとともに、作用部位を明らかにするため梗あ部と萼あ部に処理し、梗あ部に処理した場合のみ効果があることを示した。その後、多くの研究がなされ、NAA以外でも2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-TP) やN-dimethylamino succinamic acid (SADH, ビーナイン) などについても落果防



図－1 2,4,5-TP, NAA (ヒオモン, ナフサク)の年間出荷量の推移(横田, 1980)

止効果を認める報告がなされた。我が国においては、戦前に研究が着手されているが、本格的な研究は1950年以降で、国公立の試験場がNAAや2,4,5-TPなどアメリカで実用化された剤について我が国での実用化試験が中心であった。その結果、NAA（商品名ヒオモン、ナフサク）と2,4,5-TPが落果防止剤として登録され、栽培技術として普及していった。図-1は、両剤の当時の年間出荷量の推移である（横田，1980）が、急速に利用されていったことがわかる。しかし、昭和49年（1974）に長野県において餌付けした猿に発生した奇形と落果防止剤との関連（特に2,4,5-TP）が風潮され、その事実関係が明らかにされないまま、2,4,5-TPは昭和49年7月に登録更新を見送り失効となった。また、NAAは毒性試験の結果が「不明」と判定されたことから、再登録できなくなり、昭和51年9月30日に登録失効し、以後、我が国の果樹園では使用できなくなった（横田，1980）。その後、NAA、2,4,5-TPに代わる落果防止剤としてSADHが残されていたが、この剤は、果実肥大を抑制する影響が大

きく現れることや当時の主流防除剤であったボルドー液との関連で薬害が発生することなど使用が難しく、NAAほどは普及しなかったことから、現場では新たな落果防止剤を求める声が多くなった。SADHはアメリカで発ガン性の疑いが示唆され、我が国でも食用作物への使用が禁止され、現在は使用されていない。

新たな落果防止剤として、2,4-dichlorophenoxypropionic acid (2,4-DP, ジクロルプロップ) と2-methyl 4-chlorophenoxybutilic acid (MCPB) が生育調節剤試験として検討され、昭和57年度から使用できるようになった。これらの剤は、リンゴ以外でもニホンナシの落果防止や伊予柑、甘夏、ハッサクなどカンキツ類の早期落果防止やへた落ち防止剤としても登録がとられている。

カキでは、早期落果防止剤として、ジベレリンが検討されてきた。特に、単為結実力が弱く、種子形成が不十分な場合に落果が多くなる‘富有’では結実安定のために早期落果抑制が重要で、実用化されている。

②常緑果樹

カンキツ類の生理的落果は、リンゴやナシなどと同様、幼果期の早期落果と収穫期前落果がある。カンキツ類では幼果期の結実安定に低濃度のNAA散布が効果あるとされていたが、効果が不安定なこともあり、NAAより効果が安定しているジベレリンが実用化されている。ジベレリンは植物ホルモンとして多様な生理作用を示すが、果実においては未熟種子中で多く生成され、果実のシンク活性を高め、結実を安定させることは周知の事実であり、外生的には単為結果の誘導やその後の肥大促進効果が知られている。

カンキツ類のなかでも晩生カンキツ類には収穫前落果が大きいものや品種によっては収穫後

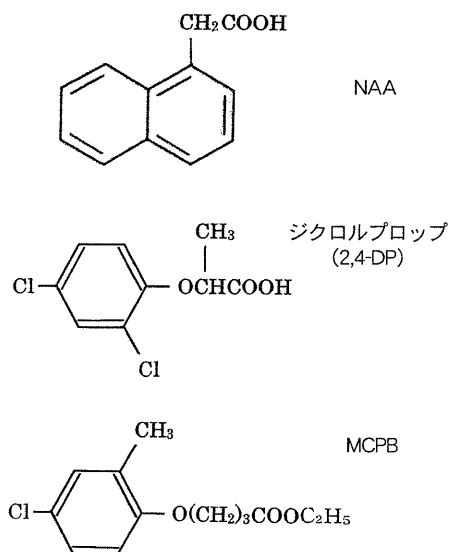


図-2 落果防止剤の構造式

に果盤部に離層が形成されヘタが離脱する「ヘタ落ち果」になるものがある。これらの防止剤として、ジクロロプロップとMCPBが検討され、実用化されている。

2. ジクロロプロップとMCPBの生理的落果防止効果の特徴

ジクロロプロップやMCPBの生育調節剤試験は、昭和53年頃から開始され、前述のように昭和57年度から使用できるようになり、その後も適用性の拡大試験が行われている。両剤の生理的落果防止効果について、濃度、散布時期、果実品質に対する影響等が検討された。

ジクロロプロップは、‘つがる’では45ppmの2回散布が最も効果が安定しており、10年間の変動率は78.8%であった（塚原ら、1990）。

‘スターキング・デリシャス’では、15～45ppmの2回散布で効果があり、‘紅玉’では30～45ppmの1～2回散布で効果が認められていることから、30～45ppmの2回散布が実用的であろうとしている。果実品質の影響については、収穫25日前よりも遅い時期に45ppmを2回散布した場合は果実品質への影響は少ないが、散布時期を早くした場合は成熟促進が認められている。処理部位としては、樹全体に散布した場合に最も効果が高く、果そうや果台枝のみへの散布は効果が劣ることが認められている（福田ら、1985、塚原ら、1990）。

MCPBは、収穫前落果の抑制効果にやや品種間差が見られ、‘つがる’や‘スターキング・デリシャス’では効果が優れるのに対し、‘ジョナゴールド’や‘王林’では劣ることが報告されている（塚原、1983）。落果効果が高かった品種について、使用方法が検討され、展着剤を加用した30ppm液を収穫予定日の25日および15

日前の2回散布する技術が確立されている（横田、2000）。

3. オーキシシン活性剤による生理落果抑制機構

落果には離層をはさんだ両側のオーキシシン濃度が関与しており、オーキシシン濃度が果実>茎の場合は離層形成が抑制され、逆の場合は促進されると考えられている。この説については、早期落果ではいくつかの検証報告があるものの、収穫前落果については判然としない部分もある。すなわち、リンゴでは収穫前落果の始まる1か月以上前から、果実や果梗のIAA量に変化がないこと、果梗側にジクロロプロップを処理した場合では落果抑制効果が見られないことなどから、オーキシシンバランスだけでは落果抑制効果を説明できないため、他の機構も働いていると推察される。収穫期の果実のエチレン生成量は、収穫前落果の多い‘つがる’や‘スターキング・デリシャス’で多く、落果の少ない‘さんさ’や‘ふじ’で少ないことから、果実内エチレンとの関連も無視できない。SADHではエチレン生成の抑制やそれに伴う落果抑制が報告されている。一方、ジクロロプロップとやMCPBはエチレン生成を高め、果実の成熟を促進すると同時に落果も抑制することから、細胞壁分解酵素の活性を直接制御していることが考えられる。また、瀧下ら（1992）は、ジクロロプロップ散布後の離層部の形態観察から、ジクロロプロップが葉から果実に移行する過程で、導管を含む木部の強度を高めることにより落果を抑制することを示唆している。ジクロロプロップは果実のみに散布した場合よりも葉に散布した場合の方が落果抑制効果が高いことやNAAよりも遅効性であることはこの仮説を傍証している。

表-1 NAA剤 (AKD-8152) 処理が‘つがる’の収穫前落果および果実品質に及ぼす影響

処理区	落果率 (%)	果実重 (g)	果肉硬度 (1 b)	糖度 (Brix)	リンゴ酸含量 (g/100ml)
1000倍, -21日	4.2 b ²	279 a	13.4 a	12.9 a	0.34 a
2000倍, -21日	18.3 a	293 a	13.6 a	13.2 a	0.38 a
2000倍, -21日, -7日	5.2 ab	275 a	13.4 a	13.4 a	0.37 a
1000倍, -7日	2.4 b	274 a	13.5 a	13.4 a	0.35 a
2000倍, -7日	7.7 ab	272 a	13.2 a	13.0 a	0.35 a
ストッポール	16.3 ab	278 a	9.9 b	13.2 a	0.27 b
無散布	14.8 ab	277 a	13.0 a	13.6 a	0.37 a

² 一元配置の分散分析で、異符号間に有意差あり。

(岩手大学、2005)

4. 収穫前落果防止剤研究の現状

前述のように、収穫前落果防止剤として利用されていたNAAは現在使用されていないが、諸外国では使用されており安全性の面からも問題がきわめて少ないことから、再登録の要望が高まってきたことから、アグロカネショウが再登録のための植調剤試験を平成16年度からリンゴおよび落葉果樹において開始している。リンゴでは、平成16年度が‘つがる’、‘王林’、‘ジョナゴールド’、‘ふじ’、‘秋映’、‘紅玉’、‘千秋’、‘未希ライフ’で、平成17年度が‘つがる’、‘きおう’、‘陽光’、‘早生ふじ’で、平成18年度が‘つがる’、‘きおう’で実施されている。処理は収穫21～7日前、濃度は4.4%液の2000倍および1000倍で検討され、いずれも効果が認められている(表-1)。特に収穫7日前散布でも効果を発揮することから、果実の成熟促進に対する影響を少なくできるので、落果防止剤の用途としては、現在使用されているジクロルプロップ剤やMCPB剤とともに、より効果的な使用方法が可能になるとと思われる。

5. 現在登録されている落果防止剤とその使用基準

①ジクロルプロップ剤 (2,4-DP, 商品名 ストッ

ポール)

成分 トリエタノールアミン; 2-(2,4-ジクロロフェノキシ)プロピオン酸塩 4.5%

・リンゴの収穫前落果防止 収穫開始予定日の25日～7日前に1000～1500倍液を300～600L/10a立木全面に散布する。使用回数は2回以内で2回散布の場合は10日程度間隔をあける。

・赤ナシの収穫前落果防止 収穫開始予定日の14日～7日前に2000～3000倍液を200～300L/10a立木全面散布する。散布回数は1回。

・青ナシの収穫前落果防止 収穫開始予定日の14日～7日前1500～2000倍液を200～300L/10a立木全面散布する。散布回数は1回。

使用上の留意点として、他剤との混用を避け、調製当日に使用する。散布後に降雨があっても再散布しない。リンゴの早生品種に使用する場合は熟期促進作用がみられるので、収穫遅れにならないように気をつける。

②MCPB剤 (MCPB, 商品名 マデック)

成分 2-メチル-4-クロロフェノキシ酪酸エチル, 剤型 20%乳剤

・リンゴの収穫前落果防止 収穫開始予定日の25日及び15日前の2回、6000倍(30ppm)液を、300～600L/10a立木全面散布する。

・ニホンナシの収穫前落果防止 収穫開始予定

表-2 落果防止, へた落ち防止剤の使用基準 (農薬便覧第10班を一部改正)

(1)ジクロロプロップ剤

作物名	使用目的	使用倍数・量	使用時間	使用回数	使用方法
ナシ (青ナシ)	収穫前落果防止	1500~2000倍 200~300ℓ/10a	収穫開始予定日の14日~7日前	1回	立木全面散布
ナシ (赤ナシ)	収穫前落果防止	2000~3000倍 200~300ℓ/10a	収穫開始予定日の14日~7日前	1回	立木全面散布
リンゴ	収穫前落果防止	1000~1500倍 300~600ℓ/10a	収穫開始予定日の25日前~15日前	1~2回	立木全面散布

▽リンゴで2回散布の場合は収穫予定日の25日前及び15日前に散布。

(2)MCPB剤

作物名	使用目的	使用倍数・量	使用時間	使用回数	使用方法
カンキツ (温州ミカン, 伊予柑, 甘夏, ネーブル, ハッサク, 日向夏, 河内晩柑, 清見, セミノール, ブンタン)	へた落ち防止	2000~3000倍 300~400ℓ/10a	収穫開始予定日の20~10日前	1回	立木全面散布
	後期落果防止	2000~3000倍 300~400ℓ/10a	着色期から収穫20日前まで	1~2回	立木全面散布
	冬期落果防止	2000~3000倍 300~400ℓ/10a	11月~1月 (ただし, 収穫10日前まで)	1回	立木全面散布
リンゴ	収穫前落果防止	6000倍 300~600ℓ/10a	収穫開始予定日の25日前及び15日前	2回	立木全面散布
	着色促進	3000~4000倍 300~600ℓ/10a	収穫開始予定日の30~20日前	1回	立木全面散布
日本ナシ	収穫前落果防止	6000倍 200~300ℓ/10a	収穫開始予定日の7日前	1回	立木全面散布

(注) カンキツの作物名に, 以下の品質等が追加されている。

サマーフレッシュ, カラ, 不知火, はれひれ, 天草, はるみ, はるか, せとか, ひめのつき, 南風, まりひめ, ポンカン, アンコール, マーコット, バレンシアオレンジ, 愛媛果試28号

(3)MCPAチオエチル剤

作物名	使用目的	使用倍数・量	使用時間	使用回数	使用方法
伊予柑	へた落ち防止	2000~4000倍 300~400ℓ/10a	収穫開始予定日の20~10日前	1回	立木全面散布
河内晩柑	冬期落果防止	2000~3000倍 300~500ℓ/10a	11月~1月ただし, 収穫前日まで	2回	立木全面散布
甘夏	へた落ち防止	2000~4000倍 300~400ℓ/10a	収穫開始予定日の20~10日前	1回	立木全面散布
ネーブル	へた落ち防止	2000~4000倍 300~400ℓ/10a	収穫開始予定日の20~10日前	1回	立木全面散布

(4)ジベレリン液剤 (ジベレリン0.50%), ジベレリン水溶液 (2.78~4.55%)

作物名	使用目的	使用倍数・量	使用時間	使用回数	使用方法
カキ (富有)	落果防止	200ppm	満開10日後	1回	幼果及びへたに散布
カンキツ (温州ミカン, 伊予柑, 不知火, サガマンダリン, ポンカン)	落果防止	25~50ppm	満開7~10日後	1回	果実散布
ワシントンネーブル	落果防止	500ppm	満開10~20日後の幼果	1回	幼果に散布
日向夏	無種子化, 落果防止	300~500ppm	満開7~10日後	1回	果実散布

日の7日前に6000倍液を200～300 μ l/10 μ l²、立木全面散布する。

・カンキツ類の後期落果防止 着色期から収穫20日前までに2000～3000倍液300～400 μ l/10 μ l²を1～2回、立木全面散布する。

・カンキツ類のへた落ち防止 収穫開始予定日の20から10日前に1回、2000～3000倍液300～400 μ l/10 μ l²を立木全面散布する。

使用上の留意点として、展着剤を加用し、他剤との混用を避け、調整当日に使用する。周辺作物にかかると葉害を生じるので、飛散しないよう注意する。伸長中の新梢の先端部分や幼葉に湾曲や黄化等の症状が生じる場合があるが、翌年の生産には影響を及ぼさないと考えられる。また、即効性であるが、持続期間が短いので、処理適期を的確に捉えることが重要である。なお、果実の成熟を促進する作用もあるので、収穫適期の把握に注意が必要である。

③MCPA剤 (MCPAチオエチル, 商品名ミノリード)

成分 2-メチル-4-クロロフェノキシ酢酸チオエチル 20%乳剤

・カンキツ (伊予柑, 甘夏, ネーブル) のへた落ち防止

収穫開始予定日の20から10日前に1回、2000～4000倍液300～400 μ l/10 μ l²を立木全面散布する。

・カンキツ (河内晩柑) の冬期落果防止

11月～1月 (収穫前日まで) に2回、2000～3000倍液300～500 μ l/10 μ l²を立木全面散布する。

④ジベレリン剤

成分 ジベレリン (GA3) 0.5%液剤, 2.78～4.55%水溶液

・カキ ‘富有’ の落果防止 満開10日後に1回、200ppm液を幼果およびへたに散布する。

・カンキツ類 (温州ミカン, 伊予柑, 不知火, サガマンダリン, ポンカン) の落果防止

満開7～10日後に1回、25～50ppm液を果実に散布する。

・ワシントンネーブルの落果防止 満開10～20日後の幼果期に1回、500ppm液を幼果に散布する。

・日向夏の無種子化, 落果防止 満開7～10日後に1回、300～500ppm液を果実に散布する。

引用文献 (文中で引用した以外にも以下の文献を参照した)

Gardner, F. E., P. C. Marth, and L. O. Blanpied. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37:415-428. (1940)

福田博之・工藤和典・榎村芳記・他. 果樹試報 C12: 53-60. (1985)

近藤 悟・水野 昇. 園学雑: 58: 9-16. (1989)

宮川健一. 農業及園芸33巻1359-1363. (1958)

日本植物調節剤研究会. 除草剤・生育調節剤試験成績概要 (リンゴ関係) 昭和55年度～59年度. 平成17年度.

野間 豊. 植物の化学調節 Vol. 11. No. 1: 32-40. (1976)

鈴木邦彦. 農業技術大系果樹編共通技術55-68. (2001)

瀧下文孝・福田博之・栗村光男. 果樹試報23: 111-121. (1992)

塚原一幸・小池洋男・宮川健一. 長野果樹報告 1: 1-9. (1983)

塚原一幸・小池洋男・高橋栄吉・平田尚美. 園学雑59: 107-114. (1990)

塚原一幸・小池洋男・平田尚美. 園学雑59: 349-355. (1990)

横田 清. 農業及園芸55巻9-15. (1980)

横田 清. 農業技術大系果樹編共通技術69-84. (1991)

横田 清. 植物の化学調節Vol.35, No.2:194-205. (2000)

米山伸吾・安藤和彦・都築司幸編. 農薬便覧 (第10版). 農文協. 2004.

**省カタイプの
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 マサカリ		
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Lフロアブル		Dフロアブル		ジャンボ		ジャンボ	
 		 						



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号
ホムベールビル 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。
- *空容器は圃場に放置せず、環境に影響のないように適切に処理してください。

新刊 シダ植物

村田威夫・谷城勝弘／著

A5判 136頁

定価：1,905円＋税

「シダ」という植物は、わかりにくく難しいと思われがちですが、「くらし」と「かたち」を通して植物としての特徴をよく理解することによって、身近なものになってきます。本書はシダの形態、生態からシダの調べ方、身近なシダ90種の図鑑部を含む最適の入門書です。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL03-3839-9160 FAX03-3839-9172

ホームページ <http://www.zennokyo.co.jp>
Eメール: hon@zennokyo.co.jp