

リンゴ摘果剤としての デナポンの利用

農林水産省果樹試験場盛岡支場 千葉和彦

はじめに

永年作物であるリンゴ栽培においては、その他の落葉果樹と同様に、安定した生産を維持することが経営上最も大切なことであり、結実の確保と制御が重要なポイントである。しかし、わが国においては、結実不良による減収より、結実過多による隔年結実や果実の肥大抑制が問題となる場合が普通であり、そのため結実数を調節する果実の間引き、すなわち摘花・摘果が重要な作業として位置づけられている。この摘花・摘果は収穫とともに限られた短期間に多くの労力を必要とし、受粉・摘果で総労働時間の1/3以上であり、摘果だけでも1/5を占めている。この摘果作業は、ほとんどが人手にたよって実施されているのが現状である。近年、多くの労働力を短期間に、集中的に確保することが困難な情勢にあり、また栽培規模が拡大している背景の中で、再び、摘果剤に対する要望が高まり、新しい摘果剤の開発が期待されている。そこで、現在実用化されている唯一の摘果剤デナポンの特性と問題点について再考し、そのより効果的活用について考える。

摘果剤デナポンの開発経緯と作用機作

現在、わが国で実用化されている唯一の摘果剤はカルバリル (Carbaryl: 国際的に使用されている一般名) である。その化学名は 1-

Naphthyl-N-Methyl Carbamate (NMC) であるが、別名としてデナポン (日本における NMC の商品名)、NAC (日本における農林水産省の分類による農薬の種類名) 及びセビン (Sevin: アメリカの Union Carbide 社の登録商標) とも呼ばれている。

このカルバリルは、殺虫剤 (商品名セビン) として 1958 年に実用化されたが、その満開後 10 日から 21 日の散布によって落果が誘発されることが偶然にみつかった。その後、ベッチャーら (1960 年) によって、デリシャスに対するカルバリルの摘果特性に関するいくつかの試験が行われた結果、この化学物質が効果的な摘果効果を示すことが認められ、摘果剤として開発された。わが国では昭和 37 年から当時の園芸試験場盛岡支場を中心に連絡試験が開始され、昭和 41 年に実用登録され、リンゴ栽培農家への普及が進められた。

摘果剤デナポンは、①デリシャス系品種やつがるなどの一部の品種を除き、過剰摘果の危険が極めて少なく (第 4 表)、薬害の発生がない、②以前に実用化されていたナフタレン酢酸 (NAA) などのホルモン剤に比較して安定した効果を示し、果実の肥大を妨げない、③散布適期及び散布適濃度の幅が比較的広い、さらに④果実の発育程度の差異による選択的な効果をもっているなど、摘果剤としての条件を満たす特性

を備えている。また、殺虫剤としての効果も高く、摘果と防除が同時にできる利点もある。しかし、効果の発現が緩慢で、落果効果が目に見えるようになるまでに2週間以上かかり、品種によってはその摘果効果に差があるなどの摘果剤としてのいくつかの問題点ももっている。

デナボンの摘果機構は、いまだ十分に解明されていないが、果実への養分移行やオーキシンの生成・移行の阻害などのいくつかの作用特性が明らかにされている。川村ら(1966)は、デナボンを葉だけに散布しても効果は低く、直接果実に散布しなければならないことを認めた。また、ウイリアムスら(1964)も、デナボンはNAAに比べて樹体内での移行は極めて少なく、果実に直接処理した場合にのみ摘果作用を示し、同じ短果枝の葉や隣接する短果枝に処理した場合にはほとんど効果がなく、吸収されたデナボンは主として果実の維管束に集まることを明らかにした。一方、橘ら(1966)やエバート(1988)によって、デナボン散布により果肉内のオーキシンレベルが低下すること、また、横田ら(1972)はジベレリン活性が低下することを報告している。これらのことから、デナボンあるいはその代謝生成物は維管束内集積して、果実への養分あるいは活性物質の移動を阻害し、さらにホルモン活性の低下をとめない果実発育が停止し、落果が起これと考えられる。

摘果剤デナボンの使用基準と使用方法

現在のデナボンの摘果剤としての使用基準を

第1表 デナボンの摘果剤としての使用方法

対 象 品 種	使 用 濃 度		使 用 時 期	散 布 方 法
国光、紅玉、旭、祝、ふじ、陸奥、 印度、つがる、千秋、王林、北斗、 ジョナゴールド	マイクロデナボン水和剤85	1,200 倍	満開後2～3週間	立木全面散布
	デナボン水和剤50	800 倍		

第1表に示した。使用対象品種は、1966年に国光、紅玉、旭、祝、1973年にふじ、陸奥、印度、1983年につがるが実用登録されたが、その後、リンゴの栽培品種が大きく変わり、新品種に対するデナボンの摘果効果及び実用性の検討が進められ、新たに千秋、王林、北斗、ジョナゴールドでの実用化が認められている。品種によって摘果効果に差があり、紅玉、つがる及びジョナゴールドには強く、国光及びふじには弱く、王林、千秋に対してはそれらの中間の効果を示す。現在は、さらに陽光及びさんさに対する適応性の検討が進められている。

使用濃度及び時期は、成分85%のマイクロデナボン水和剤、1,200倍濃度で、満開後2～3週間後散布が標準である。濃度は殺虫剤としての利用に合わせており、摘果剤としては500～3,000倍濃度範囲でほとんど同等の効果を示す。時期は、デナボンの摘果作用は一定の果実発育段階に対して感応することから、満開後日数の他に果実横径を指標にし、散布適期が決定されている。紅玉では果実横径15mm、ふじでは13mm以下の果実が摘果されやすい。したがって、頂芽の中心果が一定の大きさ以上になった時期が散布適期に当たる。

散布方法は、立木全面散布であるが、葉のみへの散布では効果が低いため、果そう部分へ十分にかかるように散布することが大切である。

デナボンの摘果効果に影響する要因

摘果剤の利用において重要なことは、その効

果が安定して発現することである。摘果剤の安定的な効果発現は、使用方法の他に気象的要因、樹体の要因によって影響される。デナポンは、従来の摘果剤 N A A などに比べて安定的な効果を示し、また散布前後の気象条件による影響も比較的少ないことが特徴とされているが、その摘果効果は、品種、年度、樹勢、さらには園地などによって異なり、品種特性、気象条件、着果量などの樹体の状態などにより左右される。

リンゴに対する摘果剤の効果に影響する要因として、ウエストウッドら (1978) は第 2 表のようにまとめている。これらの摘果効果を左右する要因に留意し、使用方法、樹勢の維持など効果を安定させるための技術対策を図りながら利用する一方、デナポンの摘果効果に及ぼす要因をさらに明らかにする必要がある。

デナポンの摘果剤としての問題点とその対応

デナポンは、前述のように比較的効果が安定している極めて優れた摘果剤であるが、さらに安定的及び効果的に利用するうえで、①散布適期が満開後 2 ～ 3 週間頃であり、効果発現まで

に 10 日 ～ 2 週間程度を要し、その効果が確認されるのが満開 1 カ月後頃になり、効果の発現が遅いこと、②ふじ及び国光に対する摘果効果が低く、デリシャス系品種に対しては過剰摘果になりやすく、その効果に品種間差があること、さらに③気象条件や樹勢、着果量などの樹体の状況に摘果効果が左右されることなど、いくつかの問題点があげられる。

デナポンの摘果効果の低い品種、ふじなどに対する効果増進方法として界面活性剤や離層形成促進剤などの加用の効果が検討されている。その一つとして、界面活性剤アプローチ B I の加用はデナポンの摘果効果を高めることが知られており (第 3 表)、また、エチレン発生剤エスレルの加用は、デナポンの摘果効果を増進することが認められている。

デナポンの摘果効果には、果実の肥大程度が関与しており、一定の果実横径以上では効果がないことが知られている。したがって、良好な摘果効果が得られる果実の大きさを見いだすことが、散布適期を判断するうえでの一つのポイントにもなる。最大の効果を発現する果実の大

第 2 表 リンゴに対する摘果剤の効果に影響する要因

(Westwood, 1978; Williams, 1979より抜粋)

効果 が 現 れ や す い 要 因	効果 が 現 れ に く い 要 因
○ 強い徒長枝が多く発生する樹勢の強い若木。 ○ 樹勢が極端に弱い場合。 ○ 密植。下枝・内枝など日当たりが悪く弱っている枝への着果。 ○ 着花・着果が多い。 ○ 果そう内の果実数が多い場合。 ○ 前年の多着果。 ○ 水分や窒素の不足。 ○ 受粉・受精が不完全。 ○ 凍霜害を受けている。 ○ ジューン・ドロップが発生しやすい。 ○ 高温・多湿。最高気温が高い。 ○ 薬液の乾燥が遅く、薬剤が吸収されやすい。 ○ 散布前後が曇天続きで、光合成が十分に行われない場合。 ○ 散布に軟水を使用。 ○ 展着剤加用。	○ 樹勢良好、結実が安定している成木。 ○ 粗植。各果実への日当たりが良好。 ○ 着花・着果が少ない。 ○ 果そう内の果実数が 1 果の場合。 ○ 前年が少着果。 ○ 水分が適当にあり、要素欠乏がない。 ○ 受粉・受精が完全。 ○ 凍霜害を受けていない。 ○ ジューン・ドロップの発生が少ない。 ○ 乾燥し、最高気温が低い。 ○ 薬液の乾燥が速く、薬剤吸収量が少ない。 ○ 散布前後が好天な場合。 ○ 散布に硬水を使用。 ○ 展着剤なし。

きさは、品種によって異なっている。例えば、岩手県の Y 氏園では、ジョナゴールドでは果実横径 13 mm、効果の低い品種王林では 8~9 mm、ふじでは 7 mm を目安にしたデナボン 1,000 倍液の散布によって、安定した摘果効果を得ており、約半分の摘果労力削減を可能にしている。しかし、この場合には、デナボン散布前には必ず人工交配を実施していること、品種により果

実発育段階が異なるために樹種ごとに散布しなければならぬなどの問題点はあるが、果実横径を基準にして、より効果的にデナボンを利用している。

デナボンの摘果効果に及ぼす要因としては、第 2 表に示したように樹体要因、気象要因などがあり、安定した効果を発揮させるためには、好適樹相の維持、結実量や中心果の確保などの

第 3 表 ふじに対するマイクロデナボンの摘果効果に及ぼす界面活性剤添加の影響

(長野果樹試の試験成績より引用)

処 理 区	中 心 果			側 果		
	1979 年	1980 年	1989 年	1979 年	1980 年	1989 年
アプローチ B I 加用	73	27	32	(85)	57	72
アプローチ B I 無加用	66	36	23	(90)	51	64
無 散 布	53	39	19	(95)	33	52

注) アプローチ B I 加用区: アプローチ B I 0.3% 加用のマイクロデナボン 1,200 倍散布。

アプローチ B I 無加用区: ミクロデナボン 1,200 倍単用。

処理時期: 1979 年は落花後 1 週間, 1980 年と 1989 年は満開後 2 週間。

() 内の値: 中心果と側果を合わせた落果率。

第 4 表 11 品種におけるデナボンの摘果効果 (5 年間の平均落果率)

(1991: 果樹試験場盛岡支場)

品 種 名	祝	旭	あ か ね	紅 玉	スターキング	ゴールデン
中 心 果	%	%	%	%	%	%
デナボン散布区 (A)	70.0	73.3	53.6	76.5	86.7	69.4
無 散 布 区 (B)	59.4	56.5	53.7	59.9	55.8	57.0
両 区 の 差 異 (A-B)	10.6 b	16.8 b	-0.1 c	16.6 b	30.9 b	12.4 b
側 果						
デナボン散布区 (A)	88.8	88.8	86.2	89.0	99.3	93.3
無 散 布 区 (B)	77.4	75.9	87.0	77.9	94.9	83.7
両 区 の 差 異 (A-B)	11.5 ab	12.9 ab	-0.8 c	11.1 ab	4.4 bc	9.6 abc

品 種 名	陸 奥	ふ じ	王 林	印 度	国 光	平 均
中 心 果	%	%	%	%	%	%
デナボン散布区 (A)	61.4	41.9	48.4	63.7	49.7	63.1
無 散 布 区 (B)	47.4	29.4	27.7	49.3	33.1	48.1
両 区 の 差 異 (A-B)	14.0 b	12.5 b	20.7 b	14.4 b	16.6 b	15.0
側 果						
デナボン散布区 (A)	89.6	82.3	96.6	80.7	78.7	88.5
無 散 布 区 (B)	83.6	72.7	86.9	73.2	59.0	78.3
両 区 の 差 異 (A-B)	6.1 bc	9.6 b	9.7 b	7.6 bc	19.6 a	9.2

注) 数値の右のアルファベットの異なる品種間には摘果効果に統計的に有意な差異がある。

適切な管理も重要なポイントとなる。

摘果剤デナポンの最近の知見

デナポンの摘果効果は、従来、散布区における落果率で判断され、ふじ及び国光は他の品種より低く、スターキング・デリシャスに対しては過剰摘果になりやすいといわれている。この品種間差異について、1972年から5年間果樹試験岡支場で実施された11品種に対するデナポンの摘果試験成績をもとに、デナボン散布と無散布区の落果率との関連で再検討し、新しい知見が得られている。

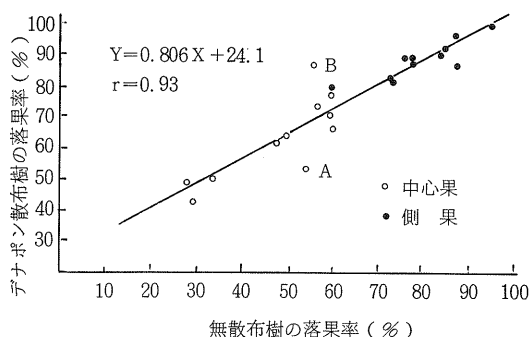
供試した11品種の中のスターキング・デリシャスとあかねを除く9品種では、デナボン散布による中心果の落果率は、無散布樹の落果率に比べて10～20%増の範囲内にある(第4表)。このことは、供試した9品種間にはデナボンに対する感受性に差がないと推察することができ、これらの品種間の落果程度の差はデナボンに対する感受性の差より、自然落果率の品種間差を反映しているとみることができる。一方、側果においては、自然落果率が著しく高いため、デナボン散布による落果率の増加は中心果より少なく、その落果率の増加程度による感受性の推

定はできない。しかし、自然の落果率とデナボン散布による落果率との相関関係(第1図)からは、中心果と側果とではデナボンに対する感受性に差のないことを示している。この知見は、早期落果の発生程度を予測することによって、年または地域による過剰落果発生の推定を可能にし、また、早期落果の発生程度及びデナボンによる落果率増加から新品种に対するデナボンの安全使用の可能性の判断に利用できるかもしれない。

リンゴの早期落果の多少は、果実からのエチレン発生とも関連しているといわれており、エチレン発生を促進する薬剤は落果を助長し、この発生が促進される品種では落果が多くなる傾向がみられている。ホルモン剤のNAA及びエチレン発生剤のエスレルのリンゴ幼果期の散布は、果実のエチレン発生を促進し、明らかな摘果効果を示すが、その効果が不安定であったり、果実肥大が抑制されることが知られている。一方、デナボンは結実果からのエチレン発生が促進されず、果実肥大抑制もなく、NAAやエスレルとは異なった機作で摘果効果を示すものと考えられる。これらの知見は、エチレン発生を促進する薬剤は、リンゴの摘果剤としてそのまま利用される可能性のすくないことを示しており、新摘果剤探索における指標となるであろう。

おわりに

デナボンのより効果的な利用を促進するためには、リンゴの早期生理落果及び結実の生理的機作の解明と、それに基づくデナボンの摘果機構並びにその作用性と気象及び栽培要因との関連などについて明らかにする必要があり、一方、これらの知見は新しい摘果剤開発を推進することになる。



第1図 リンゴ11品種の無散布樹とデナボン散布樹の落果率の相関

(A: あかね, B: スターキング・デリシャス)