

リンゴ「ゴールデンデリシャス」の 無袋栽培に関する研究

第1報 果面の「サビ」発生と防止

※
神戸和猛登・今 喜代治・久米靖穂

目	次
I. 緒 言	1
II 無袋化の可能性と問題点の摘出	2
III. サビの発生時期に関する研究	7
IV. 果実表皮の組織変化	13
V. サビに影響する外的要因に関する研究	17
1. 人工降雨とサビの誘起	17
2. 水質とサビの誘起	18
3. 花器浸出液とサビの誘起	19
4. 考 察	21
VI. サビの防止法に関する研究	22
1. サビ防止剤の検索試験経過	23
2. サビ防止剤の効果が及ぼす 添加剤の影響	23
3. 添加剤の検索	24
4. サビ防止剤の散布時期および回数が防 止効果に及ぼす影響	25
5. サビ防止剤の使用濃度が防止効果に 及ぼす影響	28
6. サビ防止剤の散布量および散布器具が 防止効果に及ぼす影響	29
7. 考 察	31
VII. 摘 要	34
VIII. 引用文献	35

I. 緒 言

リンゴの袋掛栽培は、わが国独自の技術で病虫害を袋によって保護するとともに、着色など外観品質を向上させるのに有効であることから急速に普及した。しかし、近年の労力事情の大幅な変化優良品種、系統の出現による良品生産、さらには新農薬の開発、病虫害防除の基礎的、応用的研究および散布機具の改革などによって病虫害の防除が容易な方向に進展し、着色品種では無袋栽培が

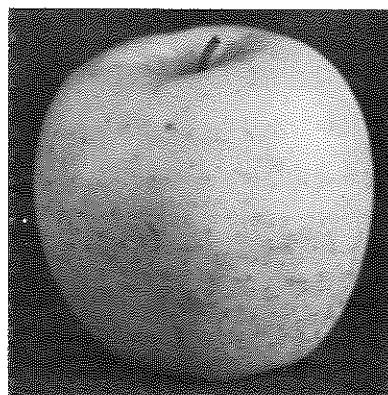


写真1. 無袋ゴールデン

可能になり実現されている。

ところが、ゴールデンデリシャスは遺伝的に「サビ」の発生し易い品種であるために依然として袋掛栽培から脱却できない現状である。とくに、果面の「サビ」が非常に目立ちやすいこと、およびゴールデン特有の外観を保持することから2回の袋掛が行われてきた。

ゴールデンデリシャスの袋掛方式は、落花後10日（5月下旬）までにハトロン紙小袋を掛け、さらに落花40～50日頃（6月下旬～7月上旬）の新聞紙大袋の2回掛け

が慣例となっている。このように「サビ」防止のために行なう早期小袋と果面保護に役立たせる大袋の2回掛けで袋掛け労力が132時間、年間全作業労力の26%となっている。また、小袋は落花後10日までに終了しないと効果が十分でないことから短期間に多くの労働力を必要とすること、この時期が田植え作業と競合することに経営上の大きな悩みがある。ここにゴールデン栽培の簡易化が唱えられてきた理由がある。

袋掛け問題の最終解決は無袋栽培の実現であるが、具体的な無袋化の手段についての研究は非常に少なかった。しかし、無袋化に関係するサビについては、1897年にZschokke³³によって最初に公表され、その後は果実の表皮系における組織学的あるいは組織化学的観察、サビに影響する内的外的要因、さらにサビ抑制化合物質などについては数多くの研究がなされてきた。

筆者らは、前記の背景と県南地域のようにゴールデンデリシャスの集団産地で、品種構成比30~40%になると小袋掛けのみで短期間に大きな労働ピークを構成することから、小袋掛けの適期作業を実施することは困難が予想される。そこで、1958年より栽培法の簡易化を目標にサビの発生時期に関する研究に着手し、1960年からは無袋化の方向について独自の立場から「サビ」の発生要因の解明、果面保護剤によるサビの積極的防止法について研究を開始した。さらに1963年からリング関係試験研究機関の共同研究で果面保護剤の開発、利用方法について検討を重ね、ほゞその目的を明らかにし、すでにその一部は報告した。

本報告はその後に得た成績を加え、サビの発生危険時期および果面表皮系組織との関係、水質および花器浸出液とサビの誘発、栽培管理法によるサビの軽減並びにサビ防止剤による積極的防止法に関する研究結果をここに取りまとめて報告する。

本研究を実施するに当り、積極的に無袋栽培技術の確立を勧められ、終始激励と指導を賜った浅見与七博士、森英男博士に衷心より感謝の意を表する。また本研究遂行のため種々の試験材料の知識並びに材料の提供については次の関係各社の協力を賜った。三洋貿易、日研、甲南工業、倉敷レーヨン、山陽化学、住友化学工業、大内新興化学工業、日本カーバイト工業、塩野義製薬、八州化学、兼商、森六商事、白石カルシウム、東陽通商、とくに大内新興化学工業の小宮康平氏の独創的なサビ防止剤（サビノック）の開発とその試験用材料の提供に対して、また、年々の現地試験は実験圃場を提供し、協力を惜まなかった多数の生産者各位に厚くお礼申し上げる。

なお、この研究の一部は農林省総合助成制度による研究費の助成を受け行なったもので、ここに明記して謝意を表する。

II. 無袋化の可能性と問題点の抽出

この報告は、ゴールデンデリシャスの無袋化の可能性を検討しながら、その問題点、長所を明らかにする目的で行なった1962年と63年の結果である。こゝで得られた結果は、直ちにゴールデンデ

リシャスの無袋栽培を可能にするものではないが、従来、未知であったこの分野のいくつかは明らかにし得たものと考え、不備ながらこゝにとりまとめたものである。

1. 供試材料および方法

1962～63年の2年間は、環境条件の多少異なる金麓園共防および第二共防の二つの地域においてゴールデンデリシャスの成木6樹を用いて行なった。

処理区は無袋区（袋掛を行なわない）、半無袋区（小袋掛は落花後10日に行ない、その後は7月25日～29日に除袋し大袋掛けは行なわない）と有袋区（小袋掛けは落花後10日、大袋掛けは落花後50日に二重掛け）に区分し、袋掛け以外の管理はすべて慣行法に準じて行なった。

1964～65年は試験場内圃場の若木を用い、無袋区と有袋区の区分で実施し、いずれの処理区も収穫期に「サビ」、果色、品質などについて調査した。

「サビ」はツルサビを除き、「ドウサビ」のみについて調査を行った。「ドウサビ」は網状、その他いろいろな形状を呈しており、その程度を表わす適確な方法がないので、便宜上果実の大きさに対するドウサビの割合を肉眼的に判定して、ドウサビの認められない果実を「健」、軽微で商品価値を損じない程度の果実を「少」、果面の $\frac{1}{2}$ 以下で商品価値を損ずる程度の果実を「中」、果面の $\frac{1}{2}$ 以上の果実を「多」と表現し比較の基準とした。

果色は有袋区の収穫時期に果面全体が黄色な果実を「黄色果」、黄色に比べて緑色がわずかに強い果実を「黄緑果」、ほとんど全面緑色の果実を「緑果」と3段階に区分した。果実形質は各区の代表果実40果について、果実の大きさ、果肉硬度（土壌硬度計によって測定）、屈折計示度（果実半分をジュースャーによって果汁を作り屈折糖度計で測定）、リンゴ酸（ $\frac{1}{10}$ N苛性ソーダ滴定によって測定、リンゴ酸に換算）、食味（5人のパネルによって5段階に分けて判定）について調査した。

労働力については各作業の実際に用いた数字を参考にして算出し、有袋、無袋栽培別に労働ピークおよび年間全労働力（試算）計算を行なった。

2. 試験結果

果実の外観に及ぼす袋の影響については、第1表に示したごとく、無袋果実是有袋果実に比較し

第1表 ゴールデンデリシャスの外観に及ぼす袋掛の影響（1962～63）

処理	項目	全調査果数	サビ果発生程度（％）				果皮色（％）		
			健	少	中	多	緑果	黄緑果	黄果
無袋区		2,453	7.4	45.1	40.1	7.4	17.9	18.8	63.3
半無袋区		1,992	59.4	31.6	8.9	0.1	3.0	4.8	92.2
有袋区		1,785	64.5	29.5	6.0	0	1.5	4.6	93.9

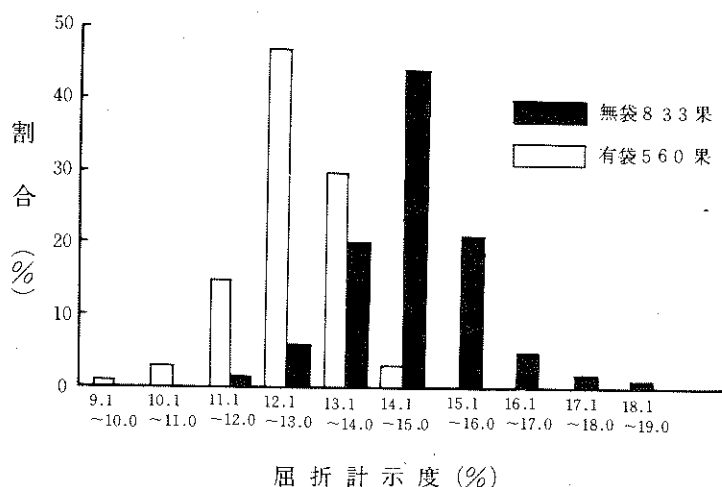
（注）果皮色は1962年のみ

て明らかにサビの発生が多い。サビ調査基準の上で無と少を加えた果実が、サビの点で外観上、販売に支障のないもので、その比率は52.5%と約半数であった。有袋果実には著しいサビ果はなく商品果率94.0%と明らかに優っている。さらに無袋果実には果点が大きく浮き、果実の肌が荒れていた。

果色は有袋果ではほとんど黄色を帯びた果色を呈するのに対して、無袋果は緑色が残り、葉緑素の減退が遅いので、まだ緑色の残っている果実は未熟の感を与えやすい。1962年の有袋、無袋同時期の収穫では黄色果の比率は有袋果が93.9%に対し無袋果は63.3%と低かった。1963年は緑黄色以上の果実のみを収穫した結果、有袋果は10月20日に全果実を収穫した。一方無袋果は59.8%しか収穫できず、残りは11月に収穫した。半無袋果は小袋掛の関係からサビの発生はほとんど問題にならないが、光沢を損じ、果色もわずかに緑色果の混在がみられ、外観は有袋果と無袋果の中間よりやや有袋果に近かった。

第2表 ゴールデンデリシャスの品質に及ぼす袋の影響 (1962~64)

処理	項目	平均重量 (g)	果肉硬度 (kg/cm ²)	屈折計示度 (%)			リンゴ酸 (%)	食 味
				最低	最高	平均		
無 袋 区		285.3	0.55	12.8	16.8	14.2	0.509	非常に良好
半 無 袋 区		297.2	0.61	12.4	15.6	13.4	0.508	良 好
有 袋 区		296.1	0.63	11.7	15.0	12.9	0.492	良 好



第1図 ゴールデンデリシャスの有袋無袋の果実糖度 (1966)

高くなっている。リンゴ酸含有は屈折計示度と同様に無袋果に多い傾向がみられ、総合された食味は、有袋果に比して無袋果がすこぶる濃厚で良好な味である。

貯蔵性については、無袋果はサビの発生が多いことから果面が萎びやすく、減量歩合もわずかに多いことが認められる。しかし、第3表のように無袋果は軟化が抑制されているとともに、有袋果

果実の生食品質、とくに食味については無袋果がはるかにすぐれていた。第2表の通り収穫期の果肉硬度は無袋果がわずかに軟かいが、味にもっとも影響する屈折計示度は最低12.8%、最高16.8%、平均14.2%と高くこれに対して有袋果は最低11.7%、最高15.0%、平均12.9%で無袋果はとくに屈折計示度の低い果実が少なく、平均1~2%

第3表 ゴールデンデリシャスの貯蔵力に及ぼす袋掛の影響 (1964)

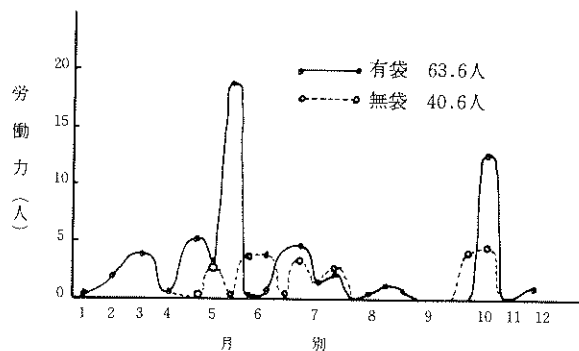
処理	項目	果肉硬度 kg/cm ²	屈折計示度(%)			リンゴ酸 %	食 味	
			最低	最高	平均			
無 袋 区		0.43	13.4	17.2	14.7	0.413	良	好
有 袋 区		0.37	11.2	14.2	12.7	0.393	軟化	不良

(注) 常温貯蔵 12月22日調査

のように貯蔵中に軟化し、果汁が少なく、粉質化することは無袋果では少なく、味の寿命の長いことを示している。

ゴールデンデリシャスの10アール当り労力は慣行有袋栽培で63.3人を必要としている。無袋栽培を実施すると袋掛労力の16.5人が不必要となり、摘花、果作業も不授精果の落ちた後から行なうことで、摘花作業をしないこと、不授精果が落ち摘果数の減少も手伝って有袋栽培の約2/3で終了可能である。さらに収穫も無袋果は「オセ」の発生が少なく収穫袋を利用できることによって作業能率が有袋果より向上し省力できることがあげられる。しかし、病虫害防除の薬剤散布は有袋栽培の場合よりも2回位多くなるが、無袋栽培を実施すると有袋栽培の労力より約35%節減でき10アール当り40.6人で栽培可能になる。

さらに、第2図の通り無袋栽培を行なうと5月下旬の早期摘果と小袋掛けが不要となるため第一のピークが解消できた。第二のピークである収穫期については無袋果は熟期が幅広いこと、有袋と異なり果面が多少濡れている時でも冷蔵庫に入庫する際は収穫可能である。したがって作業可能時間が長く適期に収穫を行なうことができるので労力配分上もきわめて好都合である。



第2図 ゴールデンデリシャスの有袋・無袋栽培の時期別必要労力 (10アール当り試算)

3. 考 察

無袋果の外観を支配するものは二つに大別することができる。一つは果実を取り囲む環境、とくに降雨、霜、照射する日光の強さ、外気の湿度などによって誘起される果点、果点間コルク層の発達状態と葉緑素の減退程度などに原因する本質的なものであり、他の一つは散布された薬剤や病菌の被害に原因するものである。

外観の比較ではあきらかに有袋が優っている。その主なものは「サビ」の多発と青実果の混在で

ある。「サビ」対策は栽培管理面からのサビ軽減対策と積極的防止対策が必要である。青実果は無袋栽培の場合、成熟度が進んでいる割合に外観の緑がとれない。樹の栄養状態からみて「チッソ」レベルの低下、着果過剰防止、さらには収穫時期、回数を考慮しながら青実の混在はどうしてもさけなければならない。

無袋果であっても商品である以上外観のよさは最後まで要求されると考えられるので、消費者にあまり悪い印象を与えない果実でなければならない。しかし、供試した無袋果実の中にも、やや、黄色化した果実は、光沢も良く、有袋果の人工的な美しさに比して無袋果はいかにも健康的な感を与えており、有袋果と比較してなんらの劣りをみせるものではない。

生食品質については無袋がはるかにまざっている。このことは果実を被覆している袋という大きな遮光物がなく、光線の投射もよくなることから旺盛な同化作用を営むこと、さらに果実自体の緑色果皮も葉の $\frac{1}{10}$ 程度の同化能力を有することが知られており、生食品質向上に好影響を与えているものと推察される。他の品種でも共通であるが、ゴールデンデリシャスでの無袋果実の評価も各試食批判会の一致した見解である。本種の有袋、無袋の食味差は他品種にみられない大きなものである。リンゴ酸含量がやや多目で、屈折計示度は平均して1～2%増加している。したがって、ゴールデンデリシャス本来の食味である甘酸適和の表現は無袋によって生まれるといっても過言でない。

無袋果の貯蔵力について、後沢⁽⁹⁾は紅玉で検討しており、無袋果は長期貯蔵の間の減量も少なく果実の比重や硬度も有袋果に比べて高い。また糖、酸の含量も概して良好で、結論として無袋果は貯蔵力があるといえるようであると述べている。ゴールデンデリシャスでは貯蔵期間中の減量は無袋果に多く、このことについてMeyer⁽¹⁰⁾は「クチクラ」になおらない亀裂のあることが萎びやすく減量を多くする原因としている。果内の軟化は無袋区が抑制されており、粉質化しにくく、味の寿命の長いことが何に影響されているかは明らかでない。

労力問題については、近年防除技術の革新など機械化の利用および共同化によって総労働時間は減少しつつある。さらに、もっとも労働集約的な袋掛け作業も祝・紅玉・デリシャス系統はしだいに無袋栽培が普及しつつあるが、ゴールデンデリシャスに限っては、無袋栽培によるサビの発生＝商品価値の低下が著しく、無袋化の方向は困難視されている。

しかし、わが国のリンゴ栽培専業農家は非常に少なく、大部分は稲作＋リンゴの兼業農家である。ゴールデン栽培で最も労働力の集中的に要求される5月中～下旬の早期摘果、「サビ」防止の早期小袋掛け作業は、ちょうど稲作の田植と時期的に競合することで適期作業は困難が多い。

ゴールデンデリシャスは摘花果・袋掛労力のみで総労力の49.8%、さらに適期作業を行なうためには5月中～下旬のわずかに約10日間に摘果労力15.8%、小袋掛労力13.4%、あわせて29.2%、労働人員で10アール当り18.5人を確保しなければならない。このことは、リンゴ専業農家においてすら自家労力だけでは10～20アールが限度であり、ゴールデンデリシャスの経営にとって袋掛けが最大

の隘路となるので、経営規模を拡大するには当然、省力、労働ピーク解消のうえからも無袋化の方向に進まざるを得ない。

無袋栽培の経営的役割については阿部ら(2)の報告によると、無袋ゴールデンは、うまい果実の生産という機能をもつ一方、省力技術として経営に及ぼす効果は大きい。すなわち、①10アール当り労働時間は有袋(507時間)が無袋化すると187時間と約 $\frac{1}{3}$ の所要時間(事例)となる。②労力配分が平準化され、稲作との労働競合が大巾に緩和されるとみている。また経営的役割としては、①省力効果、②これから派生する規模拡大効果、③集約化の可能性増大、④雇用労働の節減効果であるとしている。

以上のように、ゴールデンデリシャスの無袋栽培はいくつかの問題点は残されているが、一方非常に大きなメリットが存在することが確認された。問題点については今後の研究で技術体系を確立することによって、外観は多少劣っても味のよい果実生産によって有袋ゴールデンの価格に接近することができれば、労働力事情の逼迫、雇用労賃の高とうを考慮した場合、省力技術である無袋栽培の有利性はさらに増大するものである。

Ⅲ. 「サビ」の発生時期に関する研究

「サビ」を防止するには、「サビ」の発生時期あるいは、もっとも著しい危険な時期をは握ることが必要である。後沢ら(2)は袋かけ時期との関連において報告しているが、さらにサビ発生危険期間を含めて明らかにするため袋掛、除袋およびボルドウ液散布、薬剤無散布、さらに果面の切傷との関係において検討を行なった。

1. 供試材料および方法

慣行栽培園(平鹿町・山谷吉太郎)のゴールデンデリシャス・18年生、12樹を用い、袋掛処理は1959～61年まで大枝別に区を設け、落花直後から5日間ごとに落花31日まで合計7回ハトロ紙小袋15切(以下「小袋」)を被袋し、落花40日頃に新聞紙大袋8切(以下「大袋」)を二重掛した。

除袋処理は落花後10日に小袋を全果実に被袋し、以後落花51日まで5～10日間ごとに除袋し、除袋後は収穫期まで被袋せず果実を露出させた。

薬剤無散布下での時期別サビ発生調査は、開花期に人工授粉を行ない、中心果のみを残して落花直後に全果実被袋した。以後5日間ごとに区切って除袋し、果実を露出させ、処理期間終了後は再び小袋掛けを行ない、落花40日頃に大袋掛けを行なった。

ボルドウ液散布におけるサビの時期別調査は前処理と同様に受粉し、中心果のみに小袋掛けを行なった。以後5日間ごとに区切って除袋し、果実を露出させ、除袋直後に2-10式ボルドウ液を果面散布を行なった。処理期間終了後は再び小袋掛けをし、落花40日頃に大袋掛けを行なった。

その他の管理は慣行法に準じて実施したが、薬剤散布は開花期から落花50日まで薬剤処理区以外

は散布しなかった。

水漬処理は試験場内圃場の7年生樹を用い、開花期に人工受粉を行ない、落花直後に小袋を被袋した。処理は5日間ごとに区切って除袋し、ポリエチレン袋に水道水を入れ、幼果を72時間水漬後に再び小袋で被袋した。

切傷処理は5日間ごとに幼果の果面に安全カミソリで切傷をつけ、ただちに小袋を被袋した。

調査はいずれの処理も収穫期に実施し、サビ調査基準はIに準じて実施した。

2. 試験結果

(1) 袋掛時期と「サビ」の発生

1959・61年はサビの発生が軽微で顕著な傾向ではなく、代表的な1960年の結果をみると第4表の

第4表 ゴールデンデリシャスの袋掛時期とドウサビの関係 (1960)

処 理	調査個数	健	少	中	多	中多割合
落花直後 袋掛	1 2 8	91.9	8.1	0	0	0
落花後6日 "	1 3 6	89.3	9.7	1.0	0	1.0
" 11日 "	2 3 9	84.5	13.6	1.9	0	1.9
" 16日 "	1 5 0	36.8	46.8	11.2	5.2	16.4
" 21日 "	1 6 6	2.5	28.9	39.9	28.7	68.6
" 26日 "	1 4 2	0.8	14.0	38.7	46.5	85.2
" 31日 "	1 8 0	0	2.0	22.4	75.6	98.0

とおりである。袋掛時期は早いほどドウサビの発生は少なかった。なかでも落花後11日までに袋掛けを終了した区は著しいサビ果がほとんどなく、商品価値を損ずるサビ果は問題とならなかった。

しかし、落花後16日になれば中・多の著しいサビ果が16.4%と年によってはかなり認められた。その後、袋掛時期が遅れるにつれてサビの発生は多く、落花30日以後の袋掛けでは98.0%とほとんどすべての果実が著しいサビ果で無袋果実とは同程度の発生をみた。したがって、サビの著しい発生時期は落花後10日過ぎから始まることが明らかとなり、落花後30日以後の袋掛ではサビ防止効果は認められなかった。

第5表 ゴールデンデリシャスの除袋時期とドウサビの関係 (1960)

項目 調査 処理	個数	ドウサビ発生 (%)				
		健	少	中	多	中・多計
全期間無袋	32	0	0	36.7	63.3	100.0
落花後16日除袋	60	0	8.4	42.3	49.3	91.6
" 21日 "	57	0	25.0	34.8	40.2	75.0
" 26日 "	36	51.4	23.1	25.5	0	25.5
" 31日 "	46	69.4	30.6	0	0	0
" 36日 "	46	81.0	19.0	0	0	0
" 41日 "	58	90.9	9.1	0	0	0
" 51日 "	40	96.3	3.7	0	0	0
全期間有袋	32	90.6	9.4	0	0	0

(2) 除袋時期と「サビ」の発生

「サビ」の発生時期を除袋期との関連で調査し、とくにサビ発生期間の終期を明らかにする目的で行なった。その結果は第5表のとおり、袋掛時期とは逆に除袋時期が早いほどサビの発生は多く、落花後21日除袋区までは全果実に「サビ」が発生し、著しいサビ果が

75%以上と高かった。その後除袋期が遅れるにともなうサビの程度は急激に減少した。とくに落花後31日を経過すればわずかな「サビ」の発生は認められても、その程度は極めて少なく商品価値に影響を与えるような「サビ」果はほとんど問題にならない程度に減少している。

このことから「サビ」発生危険期間の終期はほぼ落花後30日頃と考えてさしつかえないものと思われる。

(3) 薬剤の無散布下におけるサビの時期別発生調査

薬剤散布をまったく行わず、さらに果実の露出期間が短いことも手伝ってサビの発生程度は全体に少なく、はっきりした傾向を把握することは困難であった。

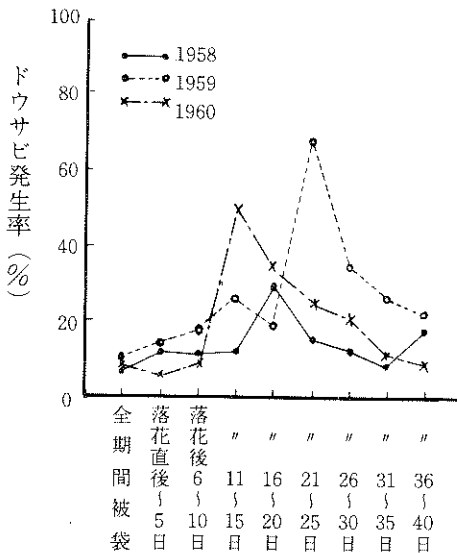
結果は第6表、第3図のとおりで、いずれの年も落花直後から10日まではサビ発生率が9.5%~17.6%ときわめて低率であり、商品価

第6表 自然環境条件下におけるサビの時期別発生程度 (1958~60)

項目	調査 個数	ドウサビ発生 (%)				
		健	少	中	多	中・多計
全期間被袋	73	91.1	8.9	0	0	0
落花直後~5日	86	89.4	9.7	0.9	0	0.9
落花後6~10日	123	87.2	12.4	0.4	0	0.4
" 11~15日	100	70.7	27.4	1.7	0.1	1.8
" 16~20日	98	72.3	24.7	2.9	0.4	3.3
" 21~25日	92	63.8	30.4	5.8	0	5.8
" 26~30日	78	77.1	22.7	0.2	0	0.2
" 31~35日	85	84.7	14.7	0.6	0	0.6
" 36~40日	86	83.3	16.7	0	0	0

値に影響を与えるようなサビ果は2%以下であった。落花後11日~15日、16日~20日、21日~25日の期間にサビ果の発生がもっとも多く、その間の発生程度は年によって異なっている。1958年は16日~20日に、1959年は21日~25日に1960年は11日~15日、16~20日の期間に多く、その前後は漸減した。

(4) ボルドウ液散布による「サビ」の時期別発生調査



第3図 ゴールデンデリシャスの自然環境下におけるサビの時期別発生程度

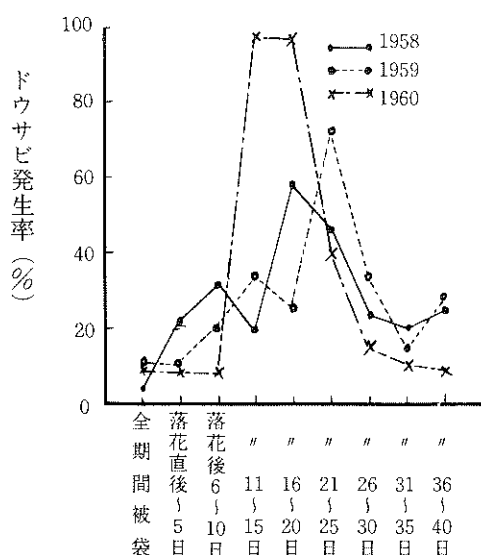
ボルドウ液によって「サビ」の発生を助長させ、時期別発生程度を増大させた結果は第4図および第7表に示した。

時期別発生状況は年によって相当差がある。

この差は気象条件、とくに期間中の降水量によって影響されている。このことから一概に

第7表 ボルドウ液散布によるサビの時期別発生程度 (1958~1960)

項目	調査 個数	ドウサビ発生 (%)				
		健	少	中	多	中・多計
全期間被袋	70	91.1	8.9	0	0	0
落花直後~5日	111	85.7	13.8	0.5	0	0.5
落花後6~10日	120	79.7	17.7	1.9	0.7	2.6
" 11~15日	109	50.2	21.3	14.1	14.5	28.6
" 16~20日	117	39.7	23.4	14.3	22.6	36.9
" 21~25日	138	47.9	40.3	8.4	3.4	11.8
" 26~30日	102	76.1	19.9	4.7	0.3	5.0
" 31~35日	104	84.9	15.1	0	0	0
" 36~40日	117	79.1	17.9	2.4	0.6	3.0



第4図 ゴールデンデリシャスのボルドウ液散布によるサビの時期別発生程度

決定づけることは困難であるが、第7表の3ヵ年間の平均発生率で、その傾向が明らかに認められる。

もっとも多発期は落花後16日～20日で「サビ」果発生率60.3%、商品価値に影響する中・多率が36.9%となっている。わずか5日間の露出で5以上が商品価値を損ずることは果実の側からみるともっとも感受性の高い期間といえよう。ついで落花11日～15日と21日～25日の各期間はほぼ同じ程度で50%の発生率を示し、中・多率では28.6%と11.8%でかなり多く、落花26日～30日の期間は中・多率5.0%とわずかに多かった。

(5)水漬処理による「サビ」の時期別発生調査結果は第8表に示した。落花直後と落花後6日処理区は水漬処理前に幼果に密生している毛茸(写真2)を手で除去した際の傷によるものか、軽微なサビがわずかに多い傾向が認められた。しかし、著しいサビの発生は落花後11日処理区より多くなり落花後16日～18日処理区がもっとも多く発生した。したがってサビの時期別発生程度は前記試験と傾向は一致していた。

第8表 水漬処理時期とドウサビの発生 (1962～1963)

水漬処理期間	調査果数	発生率 (%)					備考
		健	微少	少	中	多	
落花直後 ～ 3日	25	7.7	65.8	26.5	0	0	} 毛茸を手で除去した
落花後6日～8日	7	58.3	33.3	8.4	0	0	
" 11日～13日	15	40.0	20.0	30.0	10.0	0	
" 16日～18日	28	0	48.0	16.3	5.4	29.5	
" 21日～23日	40	57.1	29.9	13.0	0	0	
" 26日～29日	23	65.0	35.0	0	0	0	
" 31日～33日	37	79.4	14.4	6.2	0	0	
" 36日～38日	41	89.6	7.2	3.2	0	0	
" 41日～43日	18	100.0	0	0	0	0	
" 46日～48日	21	100.0	0	0	0	0	
" 51日～53日	10	100.0	0	0	0	0	

(6)切傷とサビの発生

切傷による時期別のサビ形成については、1961・62年に検討を行ない、その結果は第9表および写真3のとおりである。

落花直後から36日までの処理区はすべてコルクくず状の物質が形成されてサビとなった。(写真3①～③)しかし、落花41日、51日処理果はコルクくず状の物質形成はなく、切傷による果肉切断面にスベリンの薄い被膜が形成された程度で、前者の果実とは明らかに異っている。(写真3-④)さらに落花後66日、71日処理果は切傷のまま乾燥したような状態でコルク化は認められない果実が多く、(写真3-⑤)一部は果肉致死や腐敗状態の果実もみられた。(写真3-⑥)

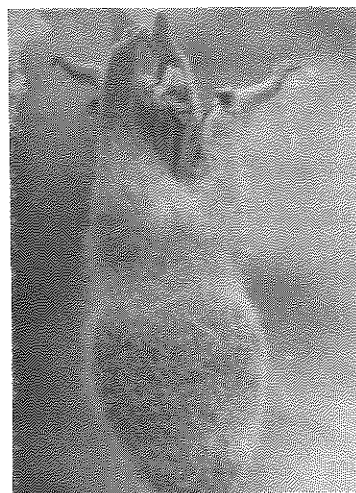
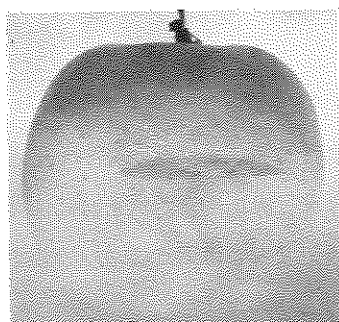


写真2 幼果面の毛茸

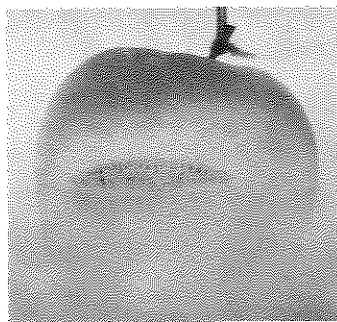
第9表 ゴールデンデリシャスの切傷による時期別サビの形成 (1961～62)

項目	時期	落花直後	6日	11日	16日	21日	26日	31日	36日	41日	46日	66日	71日
調査果数		23	27	34	40	38	35	50	48	59	47	44	22
サビ発生率%		100	100	100	100	100	100	100	100	(100)	(100)	0	0

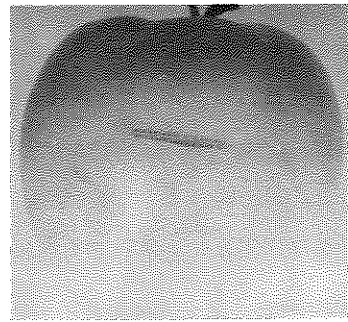
(注) ()はコルクくず状物質がない果実



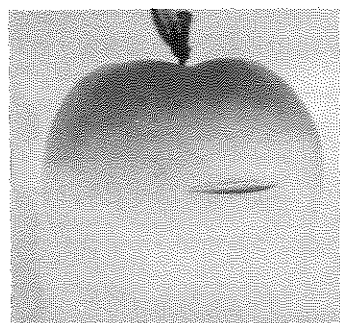
① 落花直後処理



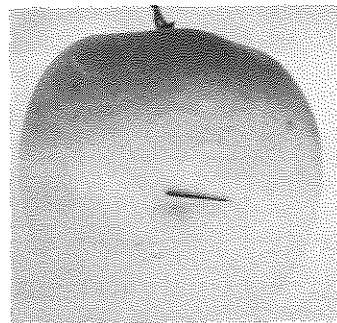
② 落花11日処理



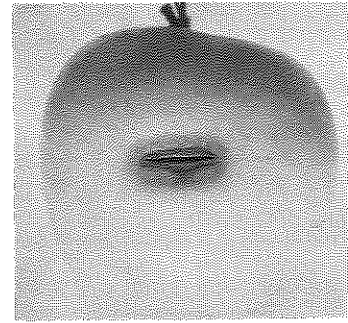
③ 落花31日処理



④ 落花41日処理



⑤ 落花66日処理



⑥ 落花71日処理

写真3 ゴールデンデリシャスの切傷によるサビ形成

本調査の範囲ではサビ形成の時期は落花直後から落花30日頃までがおう盛で、落花40日頃からサビ形成能力はかなり低下し、61日以降は細胞に傷をつけてもサビにならないことが明らかになった。

以上のように各処理との関連によって「ドウサビ」の発生時期をみると、「サビ」の発生期間は開花期から落花後50日頃までの期間である。この期間中とくに注意すべきサビの危険期間は落花後10日から30日頃までの約20日である。危険期間内でのもっともサビに対して感受性の高い時期は落花後15日～20日頃と推察された。

3. 考 察

ゴールデンデリシャスの「サビ」発生時期は各処理との関連で検討した結果、発生時期は落花後10日までの初期、落花後11日から30日までのもっともサビ発生の多い中期、落花31日以降の後期に区分できる。

初期発生は、開花前後からわずかに認められ、全体としては極めて軽微である。しかし、切傷によりサビの形成は中期同様行なわれるが、自然環境においては著しいサビの発生はなかった。この相違は一説によると幼果時代は表皮上に毛茸が密生し、サビを誘起しやすい雨や薬剤が毛茸の先端で水滴状となり果面まで達しないことによると云われている。毛茸のサビに及ぼす影響についてはBrownら(4)は影響があるとし、Skene(24)はこの点については重きを置いていないとしている。筆者らの行なった水漬処理でも毛茸をすべて除去した果実でも著しいサビ発生がないことから考え、毛茸がサビの発生防止に直接影響しているとは考えられない。

落花後11日～30日頃までの中期発生はもっとも著しい。後沢ら(26)の袋掛時期との関連で調査した報告によると落花後10日までは少なく、落花後10日を過ぎて20日頃までの間にかなりの発生が見られ、20日～30日までの間が甚しいと報告している。また、Winter(30)はサビ発生の決定的な時期は落花後ほぼ第2および第3週であるらしいと述べている。このことは、筆者らの結果とは一致している。

時期的なサビに対する感度は、果実の側からみて感受性の高い期間はおおよそ落花後10日～30日頃までで、この期間をサビ発生危険期間とし無袋栽培における「サビ」防止上とくに注意を要する時期である。同じ危険期間内でもとくに落花後15日～20日頃がさらに感受性が強く危険性が高いように思われるが、なぜこの時期が感受性が強いかは明らかでない。

サビ発生危険期間内でも年によって「サビ」の多発時期がずれている。このことはサビを誘起する要因、とくに降雨によって影響されているものと考えられる。この点についてゴールデンデリシャスの集団栽培地にある平鹿果樹農協の年次別良品果率と降雨量の関係を検討してみた結果、落花直後から25日までの総雨量と良品果率との相関係数は -0.568 、中期である落花後11日から25日までの相関は -0.943 で極めて顕著であることがわかった。無袋ゴールデンの品質は主にサビの程度に

よって左右され、サビ発生危険期間中に降雨量が10%増加するごとに良品果率は約6.5%低下することになっている。

後期発生は前期発生と同じように軽微であるが、発生時期については除袋時期および切傷処理などから考察するとサビの発生終期は落花後50日頃と考えてよい。

なお「サビ」の肉眼的な発現時期を調査した結果、サビ発生時期とは時期がずれ、一般的な「サビ」は落花25日頃（6月10日頃）から肉眼判定が可能となり、7月1日調査で約80%、7月上旬中には発現することから、表皮細胞がおかされてからサビの肉眼的発現までの期間は約3週間前後と推察される。

IV. 果実表皮の組織変化

リンゴの果皮は外側にろう物質とクチン、高級脂肪酸から構成されているクチクラと表皮細胞、さらに厚膜細胞の下皮細胞層によって基本的に構成されており、保護組織としての役割を有するものである。

したがって、果実表皮系の構成いかんはサビの発生と深い関係をもっている。

リンゴの表皮系については、古くから組織形態学的に観察が行なわれており、近年ではSimons⁽²²⁾・Watanabe⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾などの組織学的あるいは組織化学的にくわしい報告がある。

この研究はサビ防止上の観点から、主にサビ発生時期と表皮系組織の変化について観察を行なったものである。

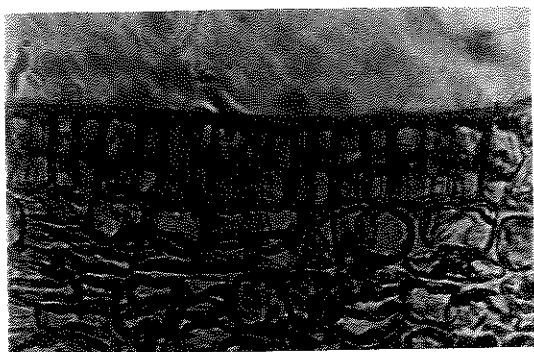
1. 供試材料および方法

供試果実は慣行栽培園のゴールデンデリシャス成木より1961年、63年を主体に無袋果実をサビ発生危険期間中は5～10日間ごとに、その後は収穫期まで10～30日毎に採取した。さらに、サビの発生する枝変り果実については1961年に採取した。材料は主に果実の赤道部を用い、ホルマリン・酢酸・アルコール溶液で保存した。切片作製はNブチルアルコール法でパラフィンを組織内にしみ込ませ、回転マイクロームで10 μ に切断した。染色はデラフィールドヘマトキシリンとスゲンIIIで行ない、クチクラの厚さおよび表皮細胞の変化について調査を行なった。

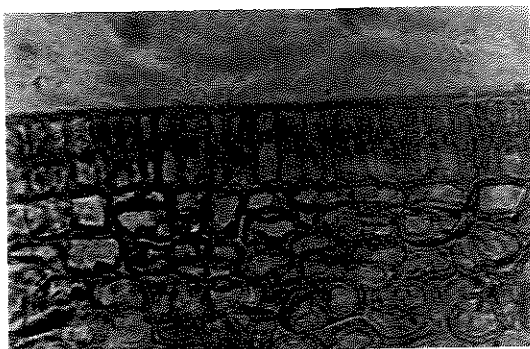
第10表 ゴールデンデリシャスのクチクラの厚さおよび表皮細胞の大きさ

時期	5/15	5/20	5/25	5/30	6/4	6/14	6/20	7/5	8/14	9/12	10/15
項目	(1)	(5)	(10)	(15)	(20)	(30)					
クチクラの厚さ (μ)	1.6	2.6	3.0	3.7	4.9	7.1	8.6	9.1	12.0	15.0	17.1
表皮細胞	放射面(μ)	20.4	23.1	25.0	24.0	20.4	21.4	16.9	16.1	16.0	14.3
	接線面(μ)	7.4	8.1	10.0	11.1	12.9	15.4	15.0	17.6	20.3	18.6

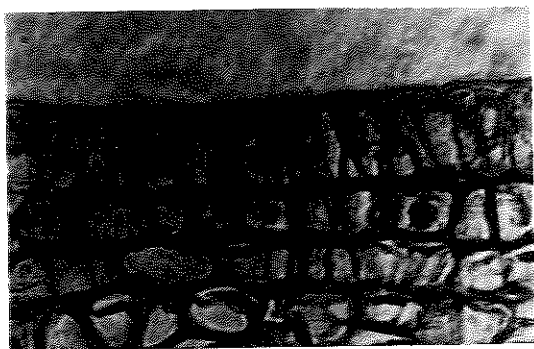
(注) ()の数字は落花後日数を示す。



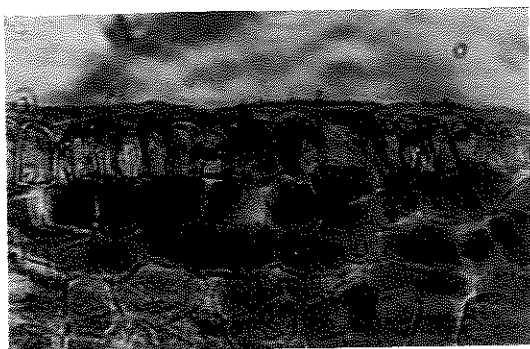
A — ①



B — ①



A — ②



B — ②



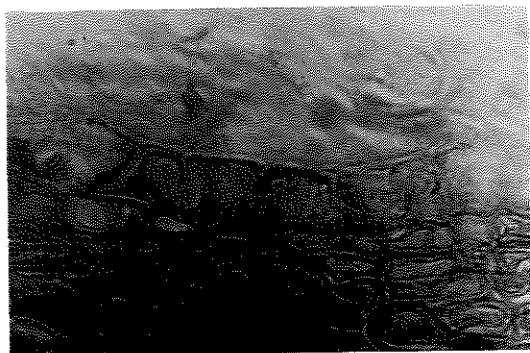
A — ③



B — ③



A — ④



B — ④

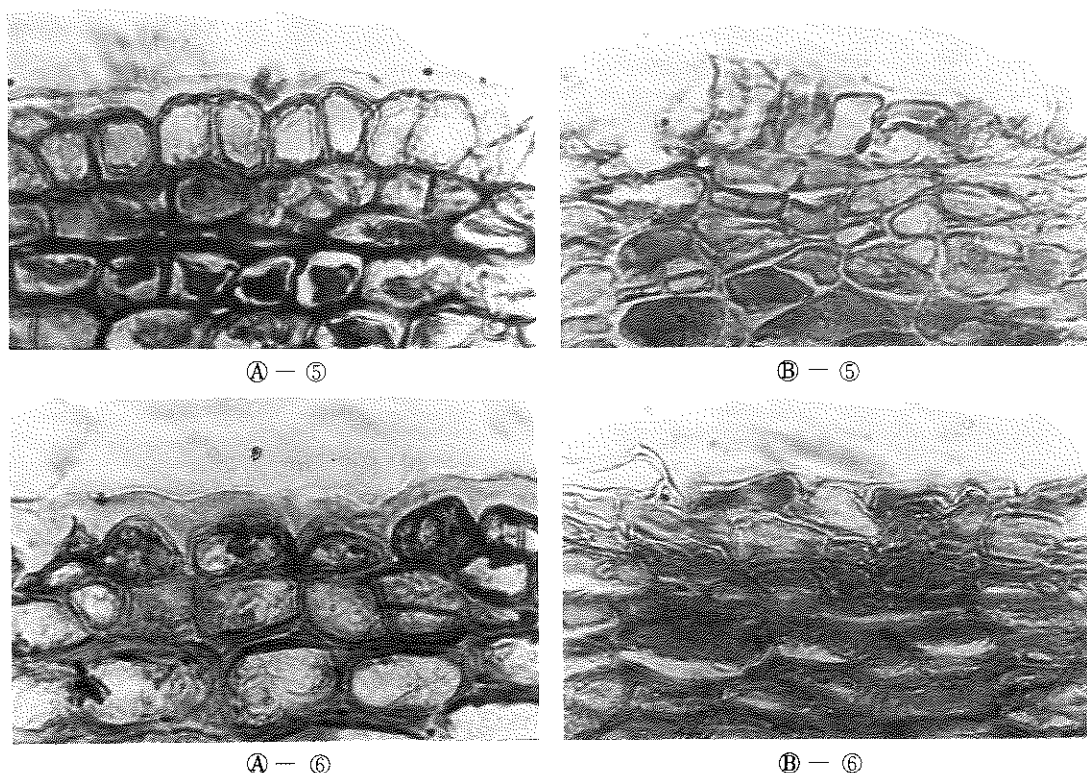


写真 4 ゴールデンデリシャスの表皮組織の変化

①…正常果 ②…サビ果枝変り ①落花直後 (5/15) ②落花10日 (5/25) ③落花15日 (5/30) ④落花20日 (6/4) ⑤落花30日 (6/14) ⑥6/20

2. 試験結果

結果は第10表および写真3、5に示した通りである。落花直後 (5/15) 表皮系を見るとクチクラは薄く平均 1.6μ の層となり、表皮細胞は1列に密に配列され、放射側 20.4μ 、接線側 7.4μ と縦に長い長方形である。この時期までは枝変り果実も差は認められない。

落花後10日 (5/25) クチクラはわずかに厚く、表皮細胞も大きく変化はみられるが、やはり縦に長い長方形を示している。枝変り果実も、この時期までは肉眼的に差はないが、組織の上では正常果に比べて表面細胞の接線側がやや幅広く変化がみられる。

落花15日 (5/30) サビに対する感受性が高まる時期であるが、クチクラは厚さを増しているが亀裂などはまったく観察できず、表皮細胞は発育にともなって変形しているが著しい変化は認められなかった。サビ枝変り果実はこの時期からクチクラの増加はほとんどみられず組織の一部は写真4 ②-3の通りクチクラおよび表皮細胞が破壊されている。表皮細胞の形状は正常果の場合に長方形であるのが枝変り果実は方形に変化していることが大きな相違点である。

落花20日 (6/4) 表皮組織は発育にともなってかなり変化している。とくにクチクラは滑らかでなく波形に変わり、表皮細胞は落花後15日まで整然と並んでいたが、少し乱れの様相を示すと共に、

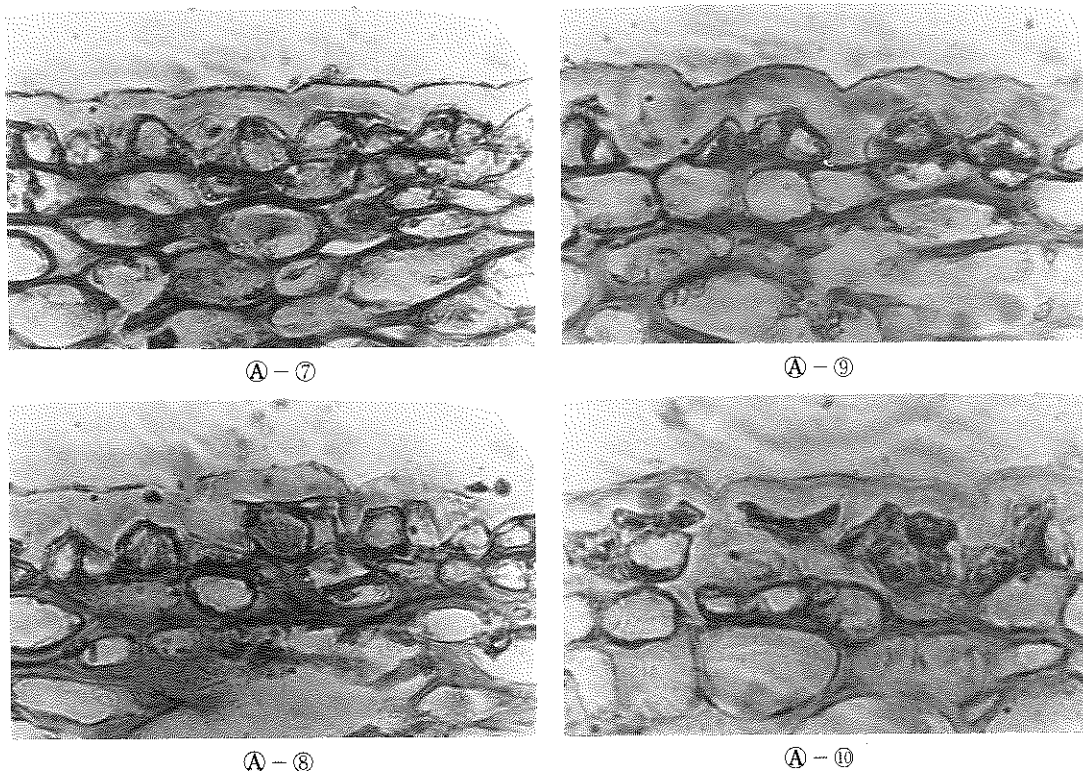


写真5 ゴールデンデリシャスの表皮組織の変化 ⑦7/5 ⑧8/14 ⑨9/12 ⑩10/15

細胞の形状は長方形から方形に変わりつつある。さらにクチクラに接触している面の形状は丸味を帯びつつある。これらの変化とサビ最多発時期との関連については明らかでない。

技変り果実は肉眼的にも果面が少し褐色気味に見える。クチクラおよび表皮細胞は次々に亀裂、破壊されている。

落花30日(6/14)クチクラは平均 7.1μ と厚くなり、表皮細胞は方形の細胞や不規則な細胞が混在している。技変り果実は表皮細胞によってコルク細胞の列を形成している。

その後は正常果のクチクラは収穫期近くまで厚さを増し、表皮細胞は方形あるいは犬歯状の不規則な形に変化し、接していた表皮細胞は個々に隔離された状態になり、その間隙はクチクラによってしめられている。

3. 考 察

サビの発生は表皮のクチクラ層の亀裂あるいは表皮に死んだ細胞の存在と関係があるといわれている。Watanabe (29) はサビの発生機構として、ゴールデンデリシャスのようにクチクラの量的増加がともなわない品種はクチクラ層が裂開し、表皮細胞の一部が外面に露出しやすくなり、露出し

た部分およびその周辺の表皮細胞は死んでコルク組織が形成されサビ状を呈すると報告している。

筆者らの観察によると「サビ」発生危険期間である感受性の高い果実の発育時期と表皮組織の変化については顕著な関係は認められなかった。しかし、「サビ」の感受性の最も高い落花後20日の表皮組織は落花後15日までとは異なっている。その相違点はクチクラが非常に不規則で、でこぼこした波形に変化したこと。表皮細胞が長方形から方形に変化しつつあること、表皮細胞の配列が少し乱れ始めたこと、クチクラ層に接触している面の細胞形状が丸味を帯びたことが特徴としてあげられる。これらの事柄が感受性とどう結びつくかは明らかでない。

クチクラ層の亀裂については、枝変り以外はほとんど観察できなかったし、クチクラ層の亀裂はWatanabe⁽²⁹⁾ およびMeyer⁽¹⁶⁾の報告でも7月に起っていることは「サビ」発生危険期より後期であることから、亀裂自体は直接サビをもたらすものではなく副次的なものとも考えられる。したがって、今後は表皮細胞の生化学的变化や解剖組織学的变化の検討が必要であろう。

いずれにせよ、「サビ」発生危険期間内には表皮細胞が「サビ」を発生しやすいように変化しており、その感受性の敏感な時期に、さらに外的要因が加わらないよう、サビ防止剤の利用などで果実を守ることに焦点をさしやるべきであろう。

V. 「サビ」に影響する外的要因に関する研究

リンゴのサビ発生程度は、地域により、年によって異なることはすでに認められている。その差は主に気象的な条件、とくに降水量⁽⁹⁾⁽⁸⁾⁽²⁹⁾および低温⁽⁶⁾⁽²¹⁾、多湿⁽²⁹⁾、薬剤散布⁽³⁾⁽⁶⁾⁽⁹⁾、ウドンコ病の寄生⁽¹⁰⁾、傷⁽²²⁾、花器浸出液⁽¹⁴⁾などによって誘起されている。

このうち、サビ防止剤の開発上、関係あると想定される降雨および花器浸出液によるサビの誘起について検討を行なった。

1. 人工降雨とサビの誘起

(1) 供試材料および方法

人工降雨の回数については1959年に慣行栽培園（平鹿町、山谷吉太郎）のゴールデンデリシャス成木、3樹を用い、サビ発生危険期間である落花後11日～20日までの10日間に2回、6回、10回、20回に区分し枝別に行なった。人工降雨の散水は井戸水を動力噴霧機により朝夕2回果面が充分濡れるまで散水し、散水時以外は被袋して散水の影響を検討した。

長時間連続降雨については1965年に場内圃場のゴールデン若木に人工降雨装置を設置し、地下水を樹上より1日1時間づつ3回、6月5日～8日・10日～13日の8日間散水を行なった。さらに1966年は落花後11日～20日まで日中8時間連続降雨を行ない、いずれの年も処理終了後に被袋した。

「サビ」の調査は収穫期に前述基準に準じて行なった。

(2) 試験結果

第11表 降雨回数とドウサビの発生 (1959)

処 理			調査個数	健	少	中	多	中多%
回数	時 期							
2回	落花後	11日	136	69.9	30.1	0	0	0
2回	"	15日	85	72.7	26.3	1.0	0	1.0
2回	"	20日	92	76.1	23.9	0	0	0
6回	"	11. 16. 20日	88	61.5	38.5	0	0	0
10回	"	12. 14. 16. 20日	78	35.5	63.4	1.1	0	1.1
20回	"	11—20全日	63	9.0	66.7	24.2	0	24.2

降雨回数とサビ誘起の関係は第11表に示した。ドウサビの発生は降雨回数の増加にともなって多発の傾向を示し、とくに20回降雨区は24.2%の著しいサビ果が発生し、降雨がサビ発生に影響していることが認められた。

しかし、1965・66年に行なった長時間降雨処理樹は多量の散水を行なったにもかかわらず著しいサビ果の発生はみられず、1959年の結果とは一致しなかった。

2. 水質とサビの誘起

サビの発生は危険期間の降雨量によって強く影響されるが、水分として直接影響するものか、降雨の中に含まれているある種の成分が影響しているかを明らかにする。

(1)供試材料および方法

水質としては雨水、井戸水、蒸留水に区分し、幼果を脱脂綿(1g)で包み試験水を保水しやすいようにつとめた。処理は落花後11日~20日までの10日間とし、保水させた後はただちに乾燥を防ぐためポリエチレン袋を被袋し、処理終了後は小袋掛けを行なった。

「サビ」果の調査は7月下旬に前記基準によって実施し、水質分析は秋田県衛生研究所に依頼した結果である。

(2)試験結果

水質分析の結果は第12表のとおりで、雨水は井戸水よりもアンモニア性窒素および有機物質を多量に含有し、他の成分についてはほぼ同量か少量であった。

第12表 水質分析結果 (1966) 秋田県衛生研究所依頼分析

分析項目	水質	井戸水	雨 水 (ポリ容器で採集)	雨 水 (銅容器で採集)	分析項目	水質	井戸水	雨 水 (ポリ容器で採集)	雨 水 (銅容器で採集)
硝酸性窒素		3.40 PPM	1.69 PPM	1.51 PPM	銅		0.037 PPM	0.021 PPM	0.200 PPM
亜硝酸性窒素		不検出	0.02	0.08	鉄		0.033	0.036	0.014
アンモニア性窒素		不検出	0.64	0.15	亜鉛		不検出	0.004	0.016
リン酸 (PO_4^{3-})		不検出	不検出	不検出	マンガン		不検出	不検出	不検出
カリウム		0.15	痕 跡	0.10	クロール		18.43	4.60	4.60
ナトリウム		8.50	痕 跡	2.50	硫酸 (SO_4^{2-})		23.51	3.21	2.38
カルシウム		11.20	8.00	2.80	過マンガン酸カリウム消費量		6.0	9.1	11.0
マグネシウム		1.70	0.73	0.24	P H		5.95	6.40	6.80

水質によるサビの誘起程度を検討したが、第13表に示したように水質によってサビの発生程度はわずかに差が認められた。蒸溜水はや、軽いサビが多く、井戸水は中・多率が25.0%であるが、雨水はもっとも多く著しいサビ果が34.1%と井戸水より約10%多かった。このように水質によって多少の差が認められたが、雨水のサビ誘起程度の高い原因は水質分析からみて有機窒素化合物であるかは今後検討を要する。

第13表 水質の相違がサビ果に及ぼす影響 (1967)

水質	項目	調査果数	ドウサビの程度 (%)			
			少	中	多	中多計
雨	水	63	65.9	30.3	3.8	34.1
井戸	水	49	74.9	22.0	3.0	25.0
蒸溜	水	53	71.1	28.8	0	28.8

品種 ゴールデンデリシャス

3. 花器浸出液とサビの誘起

落花後の幼果を観察するとしずい、雄ずいおよび花弁が乾燥して残っている。熊谷、工藤(14)は紅玉の花器浸出液が乾燥し果面に褐色物質として付着しており、この付着物がサビの発生要因の一つであることを報告している。ゴールデンデリシャスにおける同様の現象について検討を行なった。

(1)供試材料および方法

1966年は花弁、しずい、雄ずいのみを風乾し、井戸水1ℓ当り30gを48時間浸漬し、花器浸出液とした。処理方法は幼果を1gの脱脂綿で包み、落花後11日に浸出液を脱脂綿に保水させ、ただちにポリエチレン袋で被袋した。48時間後にポリエチレン袋および脱脂綿を除去し小袋掛けを行なった。

1967年は花弁、しずい、雄ずいのみを多量に採集することは困難であることから、薬剤無散布樹の不授精果を集めて使用した。不授精果を風乾し、井戸水10ℓ当り300gを48時間浸漬して浸出液を作製した。

処理は第14表の各処理時期に前記方法によって行なった。

1969年はサビ防止剤の効果検定法も合わせて行ない花器浸出液の濃度とサビ発生の関係は落花後15日～19日までの96時間処理した。「サビ」防止剤の効果検定については、サビ防止剤「サビノック」50倍液を落花後11日に散布し、その後各処理時期ごとに浸出液を前法に準じて処理した。処理期間以外は小袋を被袋し他の影響を与えないように配慮した。

サビ果の調査は収穫期に調査基準によって行なった。

(2)試験結果

花器浸出液のサビ誘起に及ぼす影響については第14表のとおり顕著である。1966年は48時間処理と短時間であったが、対照区の井戸水区は著しいサビ果が全くなかったのに対して浸出液処理は、

第14表 花器浸出液がさび果誘発に及ぼす影響

年度	処理	項目 処理期間	全調査 果 数	さび果の程度(%)				
				微少	少	中	多	中多計
1966年	花器浸出液	落花11日～13日	31	6.5	42.2	41.9	6.5	48.4
	井戸水	" "	24	75.0	25.0	0	0	0
	花器浸出液	落花11日～13日	33	3.8	53.3	35.4	7.5	42.9
1967年	"	" 11日～15日	23	2.8	47.6	23.4	26.3	49.7
	"	" 11日～20日	39	0	6.4	0	93.6	93.6
	"	" 14日～16日	26	0	46.0	26.1	29.7	55.8
	"	" 14日～18日	42	0	4.5	12.1	83.4	95.5
	"	" 16日～20日	14	0	7.1	60.7	32.2	92.9
	"	" 17日～19日	26	17.8	58.0	16.9	7.3	24.2
	井戸水	" 11日～20日	49	33.4	41.5	22.0	3.0	25.0

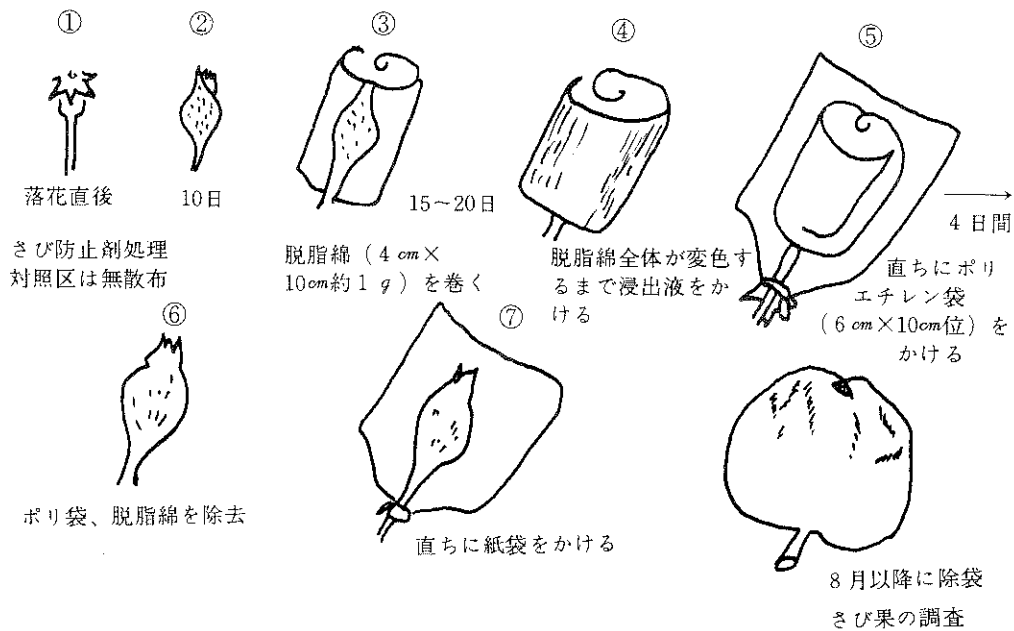
48.4%とサビの発生が増加している。1967年も同様に井戸水区の10日間処理で著しいサビ果が25%に対し花器浸出液処理区は3日間処理で40～50%、5日間以上の処理区は時期によって異なるが、50～90%以上と著しいサビが誘起されていることから、花器浸出液はサビ誘起の一要因であることは明らかである。さらに花器浸出液の中にはかなり強力なサビ誘発物質が含まれているものと考えられる。

浸出液の濃度とサビの誘発程度は第15表のとおり稀釈されるほどサビの誘発は低下するが、10ℓ当り 100g 以上でとくに誘発が著しい。

第15表 花器浸出液の濃度とさび誘発程度

濃 度	調査果数	さびの程度(%)			
		微少	少	中	%
原液(乾燥重400g/10ℓ)	39	0	5.1	46.2	48.7
2 倍 液	29	3.4	48.3	31.0	17.3
4 倍 液	38	2.6	71.1	23.7	2.6
8 倍 液	38	57.9	23.7	15.8	2.6
水	15	86.7	13.3	0	0

サビ防止剤の検索試験検定法としての花器浸出液の利用は非常に効果的である。処理方法は第5図の通りで、濃度および時期については第16表のごとく 400g/10ℓ あるいは 200g/10ℓ で48時間程度浸漬させ、処理時期は落花後11日～14日区はサビの発生が顕著でなく、感受性の高い落花後16日～25日の間に72時間位がもっとも判定しやすいことが明らかとなった。



第5図 サビ防止剤の効果検定法模式図

第16表 花器浸出液の処理時期と検定効果

処理時期	濃度	調査 果数	サビノック散布				調査 果数	無 散 布			
			胴さびの程度 (%)					胴さびの程度 (%)			
			微少	少	中	多		微少	少	中	多
落花11	原 液	26	100.0	0	0	0	22	95.5	0	4.5	0
～14日	2 倍液	23	95.7	4.3	0	0	26	92.3	3.8	3.8	0
落花16	原 液	20	65.0	30.0	5.0	0	20	15.0	50.0	30.0	5.0
～19日	2 倍液	27	77.8	18.5	3.7	0	22	40.9	27.3	27.3	4.5
落花21	原 液	32	93.7	6.3	0	0	19	5.3	68.4	15.8	10.5
～24日	2 倍液	27	74.1	22.2	3.7	0	25	48.0	36.0	8.0	8.0

4. 考 察

雨水によってサビを形成することは、「サビ」発生危険期間中の総雨量と良品果率の関係でもわかるように落花後11日~25日の総雨量との相関係数は-0.943 と極めて高く、この期間中に降雨が10%増加すると良品果率が6.5%低下すると述べた。降雨とサビの関係についてはデンマークのDalbro(5) はコックス種で異なる年度のサビ発生は降雨日数と密接な関係があると報告している。

試験の結果、人工的に降雨の回数を増加させるとサビの発生が多くなることも認められた。

しかし、長時間人工降雨を行なった場合にサビ果の発生は多くなかった。また水中浸漬しても著

しく多発する傾向も見られなかった。このことは水分そのものが直接影響していないことは確かであるし、長時間散水あるいは浸漬果実に予想されたサビの多発がないことは井戸水を使用したので水質の差があるいは散水によりサビ誘起物質を流去させたり、水中浸漬で物質が稀釈されたことによって著しいサビ果の発生がなかったとも考えられる。

水質については県衛生研究所に分析依頼をした結果では、雨水にはアンモニア性窒素が存在したが井戸水には検出できなかった。さらに雨水には井戸水に比して有機物質が多量に含まれている。

水質とサビの関係については、井戸水や蒸留水より雨水がサビを多くしている。この差が有機窒素化合物によるものか、あるいは分析項目にない他の物質であるかは各成分の個別検定を行わないと明らかではない。

花器浸出液は熊谷ら⁽¹⁴⁾の報告のとおり、ゴールデンデリシャスでも同様に著しくサビの誘発に影響していることが明らかとなった。なお実際圃場においても果頂部のしずいや雄ずい、花卉の一部が枯死残留し、それが雨水によって浸潤状態となった場合、果面に褐色の班紋が形成される。この班紋部分が後で「サビ」発生部位となることも観察している。また花器の付着している萼の部分も早期に除去することによっても「サビ」の発生は著しく軽減されていることから「サビ」の誘発要因の一つであることは間違いない。

しかし、花器浸出液をサビ誘発物質と呼称するには、なお十分な分析、検討が必要であることはいうまでもない。

以上のように降雨のサビ誘起は直接的な影響に比べて花器浸出液を浸出させる間接的影響が大きいかようにも考えられる。したがって早期小袋掛けを行なうと浸出液の流出はなく、また長時間散水も花器浸出液が完全に流去したことによってサビの発生が少なくなったとも考えられる。

無袋栽培のサビ防止対策は花器浸出液が流出しないように被膜などで包み、固着させるか、わずかに流出した場合は果皮に接触しないよう果面を保護する物質を検索できればサビ防止の可能性は十分に残されている。

VI. 「サビ」の防止法に関する研究

ゴールデンデリシャスの無袋栽培における果実の外観は、有袋果に比べてサビの発生が多く、果点の拡大などによって果面が粗悪化されることを報告した。無袋化においても外観品質の向上は、ある程度までは要求されるし、均質生産の面からも積極的なサビ防止対策が必要である。薬剤によって誘起されるサビの軽減・抑制法はMoore⁽¹⁸⁾・Palmiter⁽²⁰⁾などの報告はみられるが、果面保護剤の利用については数少なく、中村ら⁽¹⁹⁾、米山ら⁽³¹⁾は梨について、リンゴについては、井藤ら⁽⁷⁾今ら⁽¹²⁾、安川ら⁽¹⁷⁾の報告にすぎない。

この研究は、サビの発生する要因から幼果を保護する目的で、小袋の代りに被膜剤などの利用に

よる積極的サビ防止法を確立するため行なった。

1. サビ防止剤の検索試験経過

被膜剤、蒸散抑制剤など果面保護剤を利用し、降雨、花器浸出液などによるサビの誘起を防止する方法について1961年から74種類の供試材料を用いて検討を行なった。そのうち5種類ほど期待される被膜剤を検索し、とくに注目すべき効果の認められた被膜剤はP-17（大内新興化学工業）である。被膜剤Pは1964年に試験を開始し、有効成分1%液に浸漬処理した結果、無処理の商品果率53.4%に対して、78.2%～100%でサビ防止効果が明らかに認められた。1965・66年はPの改良剤について検討したが、無散布区のサビ発生率が少なく防止効果は明らかでなかった。しかし、被膜剤処理後にボルドウ液散布を行なった試験区では、被膜剤無散布区が商品果率52.9%で、P系統被膜剤散布区は第17表のとおりいずれの区も発生が少なく効果が認められた。

第17表 被膜剤の種類とサビの発生（1966）

条 件	項 目		調 査 果 数	サ ビ の 程 度 (%)			
				微 少	少	中	多
葉 剤 無 散 布	Polyurone	—1	2 2 9	85.1	12.4	2.5	0
	Polyuyone	—2	2 3 2	89.4	8.4	2.2	0
	Polyurone	—7	2 4 4	82.6	15.8	1.7	0
	R—Polyurone		2 2 9	61.9	32.7	3.9	0
	CL—204		2 4 9	77.5	19.5	3.1	0
	対 照		6 1 0	77.2	16.5	5.2	0.4
ボ ル ド ウ 液 散 布	Polyurone	—1	2 2 4	54.8	34.6	9.6	1.1
	Polyurone	—2	1 7 2	48.3	29.5	19.0	3.0
	Polyurone	—7	2 0 9	28.9	48.6	20.6	2.4
	R—Polyurone		2 0 9	21.7	42.1	28.9	7.2
	CL—204		2 2 5	14.2	56.3	23.5	6.8
	対 照		6 8 0	13.5	38.8	27.9	19.8

最も効果の高かったP-1・2・7は溶解に欠点があり、新しく改良を加えた被膜剤がP-17、（以下サビノックと云う）である。

2. サビ防止剤の効果に及ぼす添加剤の影響

被膜剤で幼果を被覆した場合に樹体の呼吸および水分調節に用いる孔隙の必要性を明らかにする目的で行なった。

(1)供試材料および方法

供試樹は慣行栽培園（平鹿町・東海林勘吉）のゴールデンデリシャスの成木9樹を用い、3反覆で行なった。

サビ防止剤はサビノックを用い、濃度は1%溶液単用散布と生石灰1%添加区に区分し、落花直後(5/15)、落花後7日、15日の3回、動力噴霧機で果面に充分付着するように散布した。

サビ果の調査は6月下旬～7月上旬に摘果した果実と8月上旬に樹上の果実について前記基準に準じて調査し、少以下の果実を一応商品価値を損じないものとみなして商品果率で示した。

(2)試験結果

サビノックの単用3回散布と石灰添加区のサビ防止効果は第18表に示した。無散布区の商品果率22.0%に比較してサビノック散布区はともに58.3%、86.5%に向上し、サビ防止効果が明らかに認められた。とくに石灰添加区は予想以上で86.5%の商品果率は十分実用化の可能な比率である。

第18表 サビ防止剤の効果に及ぼす石灰添加の影響 (1967)

処理区	項目	調査 時期	調査 果数	胴サビの程度(%)			商品果率 (%)
				少	中	多	
サビノック	摘果前		1,072	50.9	41.6	7.6	50.9
	摘果後		437	58.3	39.7	2.1	58.3
サビノック +Ca	摘果前		1,477	77.7	18.1	4.3	77.7
	摘果後		727	86.5	12.5	1.0	86.5
無 散 布	摘果前		1,912	19.6	40.1	40.3	19.6
	摘果後		786	22.0	51.1	26.9	22.0

しかし、単用3回散布区は6月中旬～下旬にかけて果そう葉や新しょう基部の葉が黄変化し早期落葉を起した。この黄変落葉の原因は明らかでないが、石灰添加3回散布および他の試験の単用1回散布区ではみられなかった。したがって、黄変落葉はサビノック単用で3回散布のため孔隙のない厚い被膜形成によって葉

の生理機能を阻害したものと考えられる。

石灰添加の効果は黄変落葉の発生を防止すると共に、サビの防止についても予想以上に効果が大きく、商品価率を増加させている。この効果はサビ防止剤サビノックと添加剤石灰の相乗効果によるものである。

3. 添加剤の検索

前述のようにサビ防止効果に及ぼす添加剤の効果は非常に大きい。より優れた添加剤を検索するため、被膜剤との合性がよく、できればサビ誘起物質を吸着でき、かつ被膜剤との両作用によってサビの防止効果の大きい添加剤を選択するために行なった。

(1)供試材料および方法

1967年は試験場内圃場の8年生樹を用い、各添加剤の単用散布と被膜剤P-7との混合液を落花後5日(5/20)と11日の2回小型噴霧器で散布を行なった。

1969年はゴールデンデリシャスの成木(平鹿町・東海林勸吉園)を用い、サビ防止剤はサビノック1%溶液に添加剤として生石灰1%、消石灰1%、クレフノン1%、酸性白土2%、タルク1% GRパウダー1%、カープレックス2%、無散布に区分し、1区1樹3～4反覆で行なった。

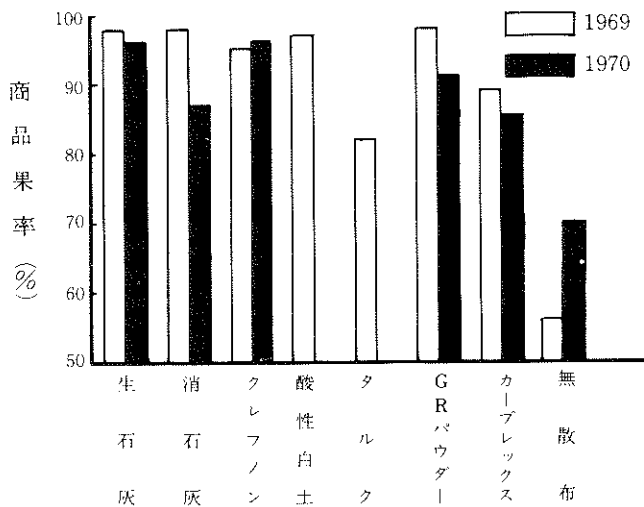
散布は落花後3日(5/18)と12日の2回、動力噴霧機で行なった。

1970年は前年の反覆試験を実施すると共に、添加剤の吸着能力を比較する目的で、花器浸出後1ℓに対して各添加剤 250 gを加え攪拌し、その上澄液を5月30日～6月4日まで5日間、前記防止剤効果検定法に準じて処理した。但しカープレックスは保水性が大きく上澄液の採取ができず検討できなかった。

サビ果の調査は調査基準に準じて行なった。

(2)試験結果

1967年の検索試験の結果は第19表に示した。添加剤単独処理区は降雨により流亡したが、効果が



なかったか明らかでないが、いずれも期待されるものはなかった。

P-7と混合散布区では活性アルミナ、酸性白土、パーライト、生石灰がわずかにサビの軽減効果の傾向が認められた。

効果および実用性を考慮して、1969・70年に現地検討を行なった結果は第6図のとおりである。生石灰は2ヵ年とも安定した効果が認められ、その他酸性白土、クレフノン、G R

第6図 サビノック+添加剤がサビ防止効果に及ぼす効果
パウダーが良好で消石灰は年により差がみられた。

花器浸出液中にサビ誘起物質が存在するものと想定し、添加剤の種類による吸着程度の比較を行なった結果は生石灰がよい傾向を示し、他は明らかでなかった。とくに生石灰は浸出液中の褐色物質を吸着し浸出液を透明にする働きがあることも明らかになった。

以上の結果から生石灰がもっとも安定している。しかし、サビ防止剤単独散布の場合は問題とならないが、石灰を1%添加すると散布溶液のPHが10以上とアルカリ性に傾くため、今後薬剤散布の省力化を考慮すると他薬剤との混用が問題となるため微酸性か中性程度の優良添加剤が望まれる。

4. 散布時期および回数が防止効果に及ぼす影響

サビの発生危険期間は落花後10日～30日の約20日間であるが、被膜剤の被膜形成は果実の発育が伴うため袋のように長期間有効とは限らないし、袋のように完全なものでもない。サビ防止剤のもっとも効果的な散布適期と回数を明らかにするため行なった。

(1)供試材料および方法

前試慣行栽培園を供試し、サビ防止剤はサビノック1%溶液に生石灰1%の割合で散布溶液を作り、1967年は落花直後、5日、10日、無散布の4区について、68年はさらに落花15日、20日散布を

第19表 添加剤によるさび防止効果 (1967)

処理剤	項目	調査 処理果実の さび果程度%					調査 無処理果実の さび果程度%					処理果実 指数(A)	無処理果 実指数(B)	B-A
		果数	微少	少	中	多	果数	微少	少	中	多			
A-1	60倍	46	1.8	42.1	56.1	0	65	3.5	55.7	30.8	10.1	15.5	16.0	0.5
A-2	60倍	94	0	0	22.1	77.9	74	5.5	54.2	37.7	2.7	35.6	15.3	-20.3
生石灰	2%	59	1.4	78.5	13.6	6.5	84	0	54.3	32.5	13.3	13.5	13.2	-0.3
P+生石灰	2%	47	0	96.1	3.9	0	29	0	65.8	34.2	0	10.4	13.4	3.0
亜鉛石灰液Ca	1%	55	3.5	43.7	41.0	11.8	62	0	56.5	37.4	6.1	17.5	15.6	-1.9
" Ca	2%	33	0	27.3	52.2	20.5	44	0	73.5	21.8	4.6	21.4	17.2	-4.2
タルク	2%	101	0	64.3	32.8	2.9	41	0	59.9	33.3	6.9	14.2	15.4	1.2
P+タルク	2%	99	0	55.5	44.5	0	74	0	55.4	34.1	10.6	14.5	16.5	2.0
酸性白土	1%	88	0	64.5	29.3	6.2	78	0	56.5	35.8	7.6	14.7	15.8	1.1
P+酸性白土	1%	42	0	92.9	7.1	0	54	0	49.7	42.5	7.9	10.7	16.6	5.9
パーライト	2%	64	0	20.2	57.8	22.0	53	0	19.0	56.8	24.3	22.3	22.9	0.6
P+パーライト	2%	95	0	69.7	30.3	0	100	0	45.4	44.2	10.5	13.0	17.5	4.5
硅藻土	2%	87	1.4	69.7	25.6	3.4	73	0	64.1	31.9	4.1	13.5	14.4	0.9
P+硅藻土	2%	127	0	74.4	24.9	0.7	82	0	54.9	41.6	3.5	12.7	14.8	2.1
活性アルミナ	2%	24	0	29.2	62.5	8.3	66	0	46.2	38.4	15.4	18.7	18.5	-0.2
P+活性アルミナ	2%	47	0	91.0	9.0	0	66	0	46.2	38.4	15.4	10.9	18.5	7.6
シリカゲール	1%	37	0	55.3	40.4	4.3	63	0	65.1	26.3	8.6	15.3	15.2	-0.1
P+シリカゲール	1%	36	0	75.9	24.1	0	63	0	65.1	26.3	8.6	12.4	15.2	2.8
Polyurone	No17	33	0	76.4	20.6	3.0	73	0	63.5	32.8	3.7	12.4	14.4	2.0

※注 1. P=Polyurone No.7 の略 有効成分1%

2. 指数 = $\frac{(\text{微少果実数} \times 0.5) + (\text{少の果実数} \times 1) + (\text{中の果実数} \times 2) + (\text{多の果実数} \times 4)}{\text{全果実数}}$

加え6区として、おのおの1回散布で実施した。散布回数は同じサビ防止剤を使用し、第21表のとおり1回、2回、3回散布に区分し、散布は動力噴霧機で、1樹当たり30ℓ程度を、果面に十分付着するように行なった。サビ果調査は前記基準に準じて調査した。

(2)試験結果

年によって気象条件は異なるが、サビの防止効果は同一の傾向を示しているので、散布時期の多い68年の結果を第20表に示した。

第20表 さび防止効果におよぼす散布時期の影響 (1968)

散布時期	項目	調査果数	胴さびの程度 (%)				商品果率	
			微少	少	中	多	%	比数
1区	落花直後	636	31.7	51.7	13.3	3.3	83.4	203
2区	" 5日	749	30.8	54.6	13.0	1.6	85.4	207
3区	" 10日	755	14.8	70.0	13.3	1.9	84.8	206
4区	" 15日	739	9.5	57.0	27.0	6.6	66.5	161
5区	" 20日	192	1.0	42.7	36.5	19.8	43.7	106
9区	無散布	886	6.7	34.5	36.4	21.4	41.2	100

注) 5区 落花20日散布区は反覆がないため統計処理を行わなかった。

散布時期間差異に対する商品果率についてのLSD 1% 9.4 5% 6.3

サビ防止剤の散布時期とサビの防止効果の関係を検討する場合、その年の時期別サビ発生状態を把握しておくことが参考となる。1968年の同一園地における自然環境条件下のサビ発生程度は落花後11日～15日までがもっとも多発し、次いで16日～20日、21日～25日、6日～10日、落花直後～5日の順に減少していた。

サビ防止剤の時期別防止効果は、いずれの散布時期でも無散布区に比べると著しいサビが減少し明らかに効果が認められた。とくにサビ発生危険期間前に散布を終了した落花直後、落花後5日、落花後10日散布区が防止効果が大きく、無散布区の商品果率41.2%に対して約2倍の83.4%～85.4%と向上した。

散布時期の遅い落花後15日、20日の両散布区は商品果率66.5%、43.7%と低下し有意な差で劣っている。したがって、サビ防止剤の散布適期はサビの感受性がもっとも高いときではなく、サビ発生危険期間の前に散布することが効率の高い散布時期といえよう。

散布回数は第21表のとおりである。1回散布でも前記散布時期試験と同様無散布区に比較すると明らかに著しいサビが減少し効果は認められる。1回散布と2回散布を比較すると1967年は1回散布が商品果率63%に対して落花直後、10日の2回散布区は82%、落花後5日、15日の2回散布区は86%と防止効果はほぼ同程度で散布回数の増加効果が明らかに認められた。しかし、67年は落花15日まではサビの誘発は少ない年であったことを見のがしてはならない。68年は前述のとおり落花

第21表 さび防止効果におよぼす散布回数の影響 (1968)

散布回数	項目	調査果数	さびの程度 (%)				商品果率	
			微少	少	中	多	%	比数
3区 1回 10日		755	14.8	70.0	13.3	1.9	84.8	206
6区 2回 直後、10日		623	49.9	43.5	5.9	0.6	93.4	227
7区 2回 5日、15日		692	49.3	39.6	10.1	1.0	88.9	216
8区 3回 直後、7日、15日		700	76.0	20.0	3.9	1.0	96.0	233
9区 無 散 布		886	6.7	34.5	36.4	21.4	41.2	100

散布回数間差異に対する商品果率についてのL・S・D 5% 3.8

後11日～15日までのサビ誘発が著しい年で比較すると落花直後、10日2回散布区が商品果率93.4%に対して散布時期の遅い落花後5日、15日の2回散布区は88.9%と効果が劣っているし、落花後10日1回散布区と大きな差が認められないことから2回散布の場合は落花直後、10日の2回散布区が安全である。

3回散布区は2回散布区より数字的には効果が認められ安全性は高いがその差は小さく、2回散布でも適期に散布可能であれば、かなり悪条件の年でも十分良品生産は可能であり3回散布の必要度はかなり低いものと考えられる。

5. 使用濃度がサビ防止効果に及ぼす影響

サビ防止剤の効果は被膜形式による物理的效果が大きいため、被膜形成に関係する適正使用濃度を明らかにする。

(1) 供試材料および方法

前記試験園を用い、サビノックの濃度を有効成分で1968年は1%、0.75%、0.5%、0.3%の4段階、69年は0.1%を加えて5段階とし、添加剤としてはいずれの年も生石灰を1%の割合で添加した溶液を散布した。散布は動力噴霧機で落花直後と10日の2回、果面に十分付着するように行なった。

サビの程度は調査基準に準じて8月下旬～9月上旬に調査した。

(2) 試験結果

結果は第22表および第7図に示した。濃度間のサビ防止効果は1.0%の高濃度が2ヵ年とも商品

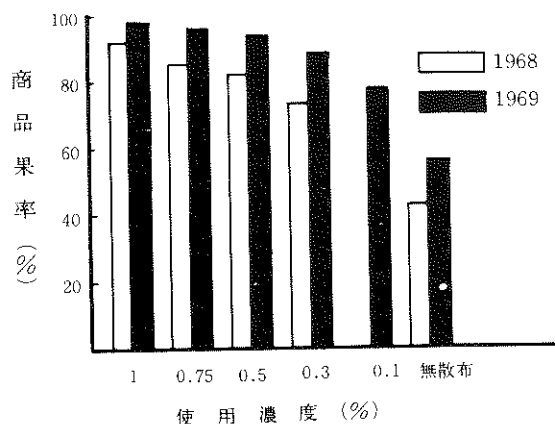
第22表 サビノックのさび防止効果におよぼす濃度の影響 (1968)

散布濃度	項目	調査果数	さびの程度 (%)				商品果率	
			微少	少	中	多	%	比数
1 %	+ 石灰 1 %	932	43.8	47.4	8.3	0.5	91.2	216
0.75 %	+ 石灰 1 %	632	34.0	50.5	13.0	2.5	84.5	200
0.5 %	+ 石灰 1 %	620	30.1	51.7	15.8	2.3	81.8	193
0.3 %	+ 石灰 1 %	1,033	16.7	55.8	22.3	5.2	72.5	171
無	散 布	642	1.4	40.9	44.0	13.8	42.3	100

注) 1. 無散布に対する商品果率についてのLSD 1% 1.77 5% 12.6

2. 濃度間差異に対する商品果率についてのLSD 1% 8.8 5% 6.2

果率90%以上で安定した効果を示している。濃度は稀釈するほど防止効果は劣り、1968年のサビ多発年度で比較すると理想的な商品果率は85%以上であることから稀釈限界濃度は0.75%である。しかし、0.75%と0.5%の間には有意な差は認められないが0.3%液は明らかに劣った。



第7図 サビノックのサビ防止効果に及ぼす濃度の影響

サビ発生の少ない1969年の比較でも傾向は一致しているが、0.3%液以上が商品果率80%以上と防止効果が認められている。しかし0.5%液から「微少」に比して「少」の比率

が高まっており一つの限界濃度を示している。したがって、適正使用濃度は実用性を考慮するとサビ多発地帯で0.75%液、一般地帯では0.5%液（100倍溶液）がよい。

6. サビ防止剤の散布量および散布器具が防止効果に及ぼす影響

サビ防止剤の被膜形成は使用濃度と共に散布量および散布器具によっても影響される。サビ防止効果を期待する場合は、果面の付着量を問題とすべきであるが、実際上の指標は困難であるから適正な散布量および散布器具を明らかにする。

(1) 供試材料および方法

散布量に関する試験は前記試験園を用い、サビ防止剤はサビノック1%溶液に生石灰を1%の割合で添加し、落花直後と10日の2回動力噴霧機で散布した。

散布量は平均樹冠容積56m³の樹に対して1樹当たり20ℓ・30ℓ・40ℓの3段階になるように散布時間で調節した。

散布器具については前記試験園および試験場内圃場で若木と成木を用い、サビ防止剤はサビノック1%石灰1%加用液を落花直後と10日の2回散布を行なった。散布器具は動力噴霧機とスピードスプレーヤーの2種で1968年、69年の2ヵ年検討を行なった。サビの調査は6月下旬に摘果した果実、さらに9月中旬に残存果実について調査基準に準じて行なった。

(2) 試験結果

散布量とサビ防止効果の関係は第23表に示した。1樹当たり多量散布区ほど防止効果が高く、20ℓ散布区は少量で各果実の果面に十分付着させることは困難で散布ムラが発生しやすい。散布ムラを最少限にとどめるためには成木1樹当たり30ℓ以上、10アール当り18本植では540ℓの散布量が必要となる。

散布量が少ないと落花直後の稚果は毛茸が密生しており毛茸の上に粒子となって付着し、連続被

第23表 サビノックの散布量がサビ防止効果に及ぼす影響

項目 1 樹当り散布量			調査果数	サビの程度(%)				商品果率
				微少	少	中	多	
20 ℓ	(360 ℓ/10 a)		1435	62.9	19.4	13.7	4.0	82.3
30 ℓ	(540 ℓ/10 a)		1357	69.3	17.8	10.5	2.4	87.1
40 ℓ	(720 ℓ/10 a)		1235	77.5	13.7	7.3	1.5	91.2
無	散 布		1601	40.3	29.4	19.0	11.3	69.7

膜の形成は困難である。防止剤の効果を發揮させるには落花直後でも毛茸の間に薬液が入り、果面がぬれた状態にすることが必要である。

散布器具の種類とサビ防止効果の関係は、散布量が異なるので比較は困難であるが、事例として示すと第24、25表のとおりである。動力噴霧機は10アール当り 600 ℓ 散布ではいずれもよい効果が認められており、他の試験の結果からも問題はない。一方、スピードスプレーヤーは第24表のように若木で樹間距離が 5.4 m と狭い関係も手伝い無散布と比較すると明らかに効果があり高い有意差がみられた。しかし、25表のごとく10アール当たり 300 ℓ 散布では防止効果は認められるが、実用

第24表 サビノックのさび防止効果におよぼす散布器具の影響（若木）（1968）

器 具		項 目 樹 令	調 査 果 数	胴さびの程度(%)				商品果率	
				微少	少	中	多	%	比数
スピードスプレーヤー 450 ℓ/10 a		9 年 生 樹	625	62.3	28.4	8.2	1.1	90.7	226
		13 "	978	69.8	24.0	5.1	1.1	93.8	233
		平 均	—	66.1	26.2	6.6	1.1	92.3	230
動 噴	600 ℓ/10 a	12 年 生 樹	311	92.0	7.1	0.8	0	99.1	246
		9 年 生 樹	644	13.3	30.0	23.1	33.5	43.3	108
無	散 布	13 "	976	10.8	26.2	21.1	41.9	37.0	92
		平 均	—	12.1	28.1	22.1	37.7	40.2	100

注) S S と無散布のみで統計処理を行った。
平均商品果率についての L S D 0.1% 36.9

第25表 サビノックのさび防止効果におよぼす散布器具の影響（成木）（1968）

器具		項 目	調査果数	胴さびの程度(%)				商品果率	
				微少	少	中	多	%	比数
動力噴霧機		600 ℓ/10 a	1231	66.3	25.5	7.6	0.6	91.8	261
スピードスプレーヤー		300 ℓ/10 a	1343	12.7	51.1	30.4	5.6	63.8	181
無		散 布	955	5.8	29.4	37.4	27.4	35.2	100

注) 商品果率についての L S D 1% 25.9 5% 18.3

的には商品果率が低く期待できない。1969年に行なった結果、10アールに散布量を450ℓ以上にすれば動力噴霧機との差は少なく実用的効果は十分期待できる。したがって、散布量が十分であれば散布器具として、スピードスプレーヤー、動力噴霧機のいずれを用いても防止効果は心配なく期待できる。

7. 考 察

ゴールデンデリシャスの無袋果実も商品である以上、ある程度の外観品質は要求される。したがって、いつの年でも、どの地域でも、いずれの樹でも毎年著しいサビのない均質な果実生産を行なうことが必要である。そのために、従来からの栽培様式である小袋掛けの代りに、サビ発生危険期間前に被膜をつくる薬剤を散布し、幼果を薄い被膜で保護すれば、おそらく雨など外界からのサビ誘発影響を断ちきることができるものと考えた。幸い被膜剤の中からサビ防止効果の大きいサビ防止剤「サビノック」が検索できたことはゴールデンデリシャスの無袋栽培推進上大いに役立つものと考えられる。

サビ防止剤として具備すべき性質として筆者らは①外部からの刺激に鋭敏な幼果に害を与えないこと、②幼果の発育にともなって被膜が裂けることのないよう伸張性があること、③果実や葉の呼吸作用を阻害しないこと、④果実から発散する水分調節が可能であること、⑤耐雨性に優れていること、⑥被膜によって花器浸出液の流出を防いだり、雨などサビ誘発物質を幼果の果面に到達する以前にはじくなりまたは、吸着して確実に「サビ」の発生は防止することができるなどの事柄を無理なく果たせるものが理想的防止剤と考えられる。

サビ防止剤「サビノック」は有効成分がポリブデンで含有量は52～3%、その他成分として果面活性剤7%、蒸溜水40%で溶液は乳白色懸濁液となっている。稀釈すると水中に浮遊し、散布によって果面に付着、乾燥後は反転して水に溶解することなく、水をはじき、雨などから幼果を保護する効果が認められる。乾燥後の被膜は硬化することなく粘着を有することから伸張性もある程度は有するものと考えてさしつかえない。

サビノックの害作用としては高濃度溶液（3倍液）を単独処理し、厚い被膜を形成させると果実の発育が完全に抑制されたり、落花することも認められた。しかし、一般使用濃度についてはその危険性は全くない。また有効成分1%溶液を7日間隔3回散布した試験区において6月中旬～下旬に果そう葉および新しう基部の葉が黄変落葉を起した。この原因は散布回数の多かった基部葉で他の処理区に発生が認められなかったことから被膜によって生理機能を阻害したものと推察される。したがって、サビノックには呼吸作用などの正常化を考慮すると被膜に孔隙が必要で、粒子状の添加物を加用することによって改善されることである。

添加剤の必要性は単剤の場合よりもサビ防止効果が向上すると共に、葉、果実の生理機能を正常にするガス交換の孔隙を作ること、さらにサビ誘起物質の吸着効果も期待したい。さらに、石灰が

添加されると散布後の乾燥時間を短縮することから防止剤散布後の降雨による流亡の危険率を低下させる利点もある。

添加剤の種類としては生石灰がもっとも安定しているが、石灰の場合に多量添加するとサビノックの有効成分であるポリブデンの一部が強アルカリ性の関係から溶液中で凝固することがあるので1%以上の添加は逆効果となる。さらに石灰添加は溶液のPHを著しく変化させる。サビノック1%液でPH5.4~5.6に対し、生石灰1%添加するとPH10以上に变化する。したがって、他薬剤、とくに摘果剤デナボンなどは混用散布、前後散布が困難となるので、微酸性か中性程度の優良添加剤が必要であり、酸性白土などは良好な成績をあげているので注目したい。

散布時期については、落花直後、5日・7日・10日・15日・20日のそれぞれについて、単独、または、組みあわせて散布し、その成績を比較した結果、落花直後の散布が予想以上に効果が認められ重要であることが明らかとなった。このことは、果面の被膜形成による物理的效果とともに、この時期に散布した被膜剤が前述のサビ形成を増加させる果頂部のしずいや雄ずい、花弁などから雨水によって流出する浸出液が果面に流れ出すのを防止した結果と想像される。また、サビ発生危険期間前に散布を終了した落花後5日・10日散布区も同様に防止効果が大きい。このように、直後散布から危険期前の散布効果がほぼ等しいことは果面の被膜形成によるサビ防止効果よりも花器浸出液の流出防止かホルモンの作用による効果と推察される。逆に危険期間に入ってから落花後15日および20日散布区は危険期間前散布に比較して明らかに有意な差で劣っている。散布時期の効果は降雨型によっても多少異なるが危険期間前に散布し、危険期間中には散布しないことを原則にした方が安全性が高い。

散布回数は、果面における被膜形成および果実の発育にともなう被膜の伸張性、添加剤の固着性などの差によって決定されると考えられる。サビノックの伸張力は明らかでないが、果実表面積が落花後11日~20日の危険期間中に約4.5倍に増大し、その後の5日間を加えると5倍程度になることからこのような伸張力は期待できない。しかし、葉の裏面では数ヶ月間粘性を有し、果面では発育にともなう表面積拡大、自然環境にさらされるなどから均一な被膜形成は認められないが被膜によって毛茸が脱落しにくいなど付着していることは確かである。

落花直後、5日・10日の1回だけの散布でもかなりの効果はみられるが、2回散布区と比較すると1回散布だけでは不十分で、さらに10日位のところにもう1回必要である。したがって、サビ危険期前の落花直後と10日の2回散布がもっとも効率よく、危険度も少なく散布適期と考えられる。

井藤ら(7)はプラスチックエマルジョンによるサビ防止には落花1週間後・2週間後の2回処理が適当とし、宮川ら(8)は落花直後、7日・14日の3回散布を基準としている。筆者らの試験でも3回散布は優れた効果をえているが、2回散布に比較して差が非常に小さいこと、安全性は高いが、経費が高いことから実用的には2回散布でよく、3回散布の必要性はかなり低いものと考えている。

散布濃度は高濃度ほど防止効果は高いが、経費がかなり高いものにつき、普及のうえで支障となる。より低濃度の0.75%、0.5%、0.3%、0.1%について検討を行なったが、年によっては確かに0.3%でもかなり良好な効果が認められた。しかし、毎年均一な果実生産を行なう面では危険性をともなう。1969年の結果では0.5%でも「微少」より「少」の比率が高まっていることは稀釈限度を示すものと推察されることから、実用性を考慮するとサビ多発地帯では0.75%液、一般地帯では0.5%（100倍溶液）が望ましい濃度と考えられる。

散布器具は果実に薬液が十分付着するようであればいずれの器具も実用的効果は期待できる。動力噴霧機での被膜剤散布は噴口をあまり小さくして、細かい霧状にすると、薬液が毛茸の上に微粒子の状態で付着し、被膜形成は十分でない。被膜を充分形成させるには、噴口をや、大き目にし、果面にたたきつけるように散布し、果面がぬれないとよい効果ができにくい。

スピードスプレーヤーも散布量が十分であれば効果は認められるが、問題点としては樹間距離が広い園地では薬液の到達距離が遠くなり果面に付着しにくい欠点があるので片側散布など工夫が必要である。

サビ防止剤の効果は散布濃度によっても影響を与えるが、慣行栽培園の実状をみると散布量の多少が大きく影響している。サビ防止剤の必要散布量は動力噴霧機の場合で1樹当り30ℓ以上、10アール当たり500～600ℓが必要である。スピードスプレーヤーの場合は樹冠内部まで薬液が到達できるように工夫し、10アール当たり450ℓ以上の散布量が必要である。

以上のような方法によって慣行栽培園33カ所でサビ防止剤サビノックの委託試験を行なった結果の概要は次の通りである。散布者の調査書および巡回調査によって判定するとサビ防止効果の認められた園地23カ所（71.9%）、少し効果の認められた園地6カ所（18.7%）を含めると90.6%となる。このうちサビ発生危険期間中に乳剤散布を行なった園地を除き、標準散布を行なった園地だけに限ると、効果の認められた園地23カ所（85.2%）、少し効果の認められた園地3カ所（11.1%）合わせて96.3%の園地で著しいサビ果を防止している。

無袋ゴールデンのサビ果は著しいと印象を害し品質低下の原因となるが、軽微なサビは無袋らしい無袋ゴールデンの特徴でとくに神経質に考えることはない。したがって軽微なサビはともかく著しいサビは発生させないように努めなければならない。積極的サビ防止対策としては、サビ防止剤の散布である。しかし降雨や花器浸出液によるサビ誘発は防止できても、霜、薬剤などによるサビの誘発防止は困難である。したがって栽培管理面で工夫しサビ軽減対策も併用して考えることも必要である。

栽培管理とサビ果の関係をみると、果実の初期発育（6/30）が良好な果実ほど著しいサビ果が少なく、また同じ大きさでは種子数の多いほどサビの発生は軽減されている。栽培管理面では花芽の充実および受精条件を良好にすることも大切である。薬剤との関係では、サビ発生危険期間中の

散布は誘発しやすいので危険期間中の薬剤散布は必要最少限にとどめ、できれば計画的に危険期間の前後に重点散布を行ない、危険期間中は無散布にすることが最っとも望ましい。さらに、7月上旬には肉眼的にサビの発生が認められる。7月中に園地を時々巡回し、著しいサビ果を摘果することも収穫期の著しいサビ果軽減に役立つことになる。

以上のように積極的サビ防止対策、軽減対策を併用することによって、サビの発生をくい止め、かなり悪い環境条件の年でも、条件に恵まれた年にさほど劣らない効果をあげ、無袋品質の平均化が期待できるであろう。

VII. 摘

要

リンゴ、ゴールデンデリシャスの無袋栽培法につき、1958年以来、同品種の生産地である秋田県の南部地帯において無袋栽培上の問題点を摘出し、そのうち最重要課題である「サビ」の発生と防止につき検討した。「サビ」の発生については発生時期、果皮組織機構との関係、「サビ」誘発に影響する水質、花器浸出液との関係、栽培管理法との関係、「サビ」の防止については果面被膜保護剤による積極的防止法に関する研究を行ってきたのでその概要を報告する。

1. ゴールデンデリシャスの無袋栽培果は有袋栽培果に比較して「サビ」発生が多く、果点も大きい。果皮には緑色が残り、その他の汚染もみられ、光沢も悪く、外観は明らかに劣った。しかしながら、果実の糖分含量は1~2%高く、総合的食味は優れ、貯蔵性も良好であった。

2. 果面の「サビ」発生時期については、落花直後から10日までを初期、落花後11日から30日までを中期、落花30日以降を後期に区分することができた。このうち、初期、後期に発生する「サビ」は極めて少く、サビ果発生の最も危険な時期は中期で、落花11~30日の約3週間であり、この期間をとくにサビ発生危険期間とした。そして、この期間内の発生程度は降水量、その他によった。

3. 「サビ」の発生は果面表皮上のクチクラの亀裂と強い関係があるといわれるが、このクチクラ層の発達は、「サビ」発生危険期間の後期に活発になるので、むしろ、この期間内における表皮細胞そのものの生化学的変化、組織学的変化そのものに関係があると推察した。

4. 「サビ」発生の外的要因として、霜、降雨、多湿、薬剤散布、スレ傷などによるが、自然環境下においては降雨量との関係が最も大きい。

5. 落花直後の花卉、雄ずい、雌蕊などの乾燥した花器が降雨によって浸出され、この物質によって「サビ」発生が助長された。この物質の成分については今後の検討が必要である。

6. 果面保護被膜剤として高分子化合物を主体に74種を検討した結果、そのうち商品名「サビノック」が有望であることを明らかにした。

7. 「サビノック」は単用では障害が出、効果が低いので、石灰粉末などの添加剤(1%)加用がその効果を確実にした。

8. 「サビノック」の散布濃度は70～100倍に石灰粉末(1%)加用とし、10a当り、600ℓ散布する。

9. その散布時期は落花直後と落花後10日の2回散布が最も効果的であった。

10. 散布器具による差異は、果面に十分付着されるかどうかにかかっていた。

VIII. 引用文献

- 1) 秋田県果樹試験場業務報告(1958～1970)・第2巻～第14巻
- 2) 阿部健一郎、柴田昭治郎、佐藤満(1970)・リンゴ無袋栽培の経営的役割・秋田県農業試験場報告
- 3) Bell, H.P. (1937)・The origin of russeting in the Golden Russet apples.) Can.J. Res., 15, 560-566.
- 4) Brown, D.S., and Kock, E.C. (1962). Stem-end russet of Yellow Newtown apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 81, 35-40.
- 5) Dalbro, K. (1958)・(Observations and experiments on fruit russeting and leaf spot of Cox's Orange.) Tidsskr. Plavl, 112-147.
- 6) 井藤正一(1951)・りんご・新園芸別冊
- 7) 井藤正一、伊藤明治、藤根勝栄(1966)・プラスチックエマルジョンの園芸的利用に関する研究 昭和41年春、園芸学会発表要旨
- 8) 神戸和猛登、今喜代治(1962)・リンゴ「ゴールデンデリシャス」のサビ果に関する研究、東北農業研究 4号 107-110
- 9) 木村甚弥(1937)・苹果黒点病及び「サビ果」の総合的防除法について、青森県苹果農事改良資料 108
- 10) 木村甚弥(1961)・りんご栽培全編・養賢堂
- 11) 今喜代治、神戸和猛登、久米靖穂(1968)・ゴールデン(リンゴ)の無袋栽培法、農及園 43 . 3. 53-56
- 12) 今喜代治、神戸和猛登、久米靖穂(1969)・リンゴ「ゴールデンデリシャス」の無袋栽培に関する研究(第一報)昭和44年春 園芸学会研究発表要旨
- 13) 今喜代治(1969)・リンゴに対する果樹被膜剤の利用 植調、3巻、7号、6-9

- 14) 熊谷征文、工藤哲男 (1968) ・リンゴ果実のサビ果生成に及ぼす雌・雄ずいの作用について
昭和43年春、園芸学会研究発表要旨
- 15) 熊代克己 (1961) ・リンゴ、朝倉書店
- 16) Meyer, A. (1944). A study of the skin structure of Golden Delicious apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45, 105-110.
- 17) 宮川健一、牧田弘 (1971) ・ゴールドデンデリシャスの無袋栽培、農及園 46, 8, 35-38.
- 18) Moore, M.H. (1938). Field trials in 1937 of the fungicidal and phytocidal properties of certain sprays used against apple scab. Rep. E. Malling Res. Stn for 1937, 229-235.
- 19) 中村三夫、渥美樟雄 (1962) ・果面被膜による青ナシの無袋栽培 (予報) 昭和37年秋、園芸学会発表要旨。
- 20) Palmiter, D.H. (1944). Relation of spray materials to russetting of Delicious and Golden Delicious apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 45, 113-118.
- 21) Simons, R.K. (1957) ・Frost injury on Golden Delicious apples Morphological and anatomical characteristics of russeted and normal tissue. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 69, 48-55.
- 22) Simons, R.K., and Aubertin, M.P. (1959) ・Development of epidermal, hypodermal and cortical tissues in the Golden Delicious apple as influenced by induced mechanical injury. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 74, 1-9.
- 23) Simons, R.K. (1960) ・Developmental changes in russet sports of Golden Delicious apples morphological and anatomical comparison with normal fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 76, 41-51.
- 24) Skene, D.S. (1965) ・(Cracking and russetting in apple fruits.) Rep. E. Malling Res. Stn for 1964, 99-101.
- 25) 後沢憲志 (1947) ・リンゴ紅玉の無袋栽培 農及園 22, 9, 479.
- 26) 後沢憲志、東城喜久、竹前四郎 (1958) ・リンゴ (ゴールドデンデリシャス) のサビと落葉の防止法。農及園 33, 5, 767-770.
- 27) Walter, T.E. (1967). Russetting and Cracking in apples A. Review of world literature. East Malling Research Station Annual Report 1966., 83-95. () 内文献はこの文献より引用した。
- 28) 渡部俊三 (1967) ・果樹・果菜類における果面障害発生機構に関する研究 (第一報) 山形大学紀要 (農学) 5 巻, No.2

- 29) Watanabe Shunzo. (1969) · Histological studies on the cause of russet in apples. Bulletin of the Yamagata University (Agricultural Science) Vol. 5, NO.4. 205-272.
- 30) Winter, F. (1964) · (The effect of weather on fruit russeting of Golden Delicious in Baden-Wurttemberg in 1963.) Erwobstb., 6, 88-92.
- 31) 米山寛一、南条敦光ほか (1965) · 二十世紀梨の袋掛簡易並びに無袋化に関する研究 (第3報) 鳥取県果樹試験場研究報告 第2号 56, 72.
- 32) 米山寛一、南条敦光 (1966) 二十世紀梨の袋掛簡易化並びに無袋化に関する研究 (第11報) 鳥取県果樹試験場研究報告 第4号 34-53
- 33) Zschokke, A. (1897) · (The structure of the skin and the causes of variations in keeping quality of our pome fruits.) Landw. Schweiz, 153-197.

Studies on the development and control of russetting of Golden Delicious Apples.

Kazumoto Kanbe. Kiyoji Kon and Yasuho Kume.

Summary

Some problems concerning non bagged culture of Golden Delicious were pointed out, and the study of "russet" development and its control, which is the most important problem in then, was carried out in the southern part of Akita prefecture the principal Golden Delicious growing, region, since 1968. In this report authors described the time of "russet" development, relationship to the tissue structure of the skin, water qualities, flower organ extract, cultivation method and also an active control with fruit-surface covering agents.

1. According to the general survey with non-bagging culture of the Golden Delicious there was higher occurrence of russet on the fruit by non-bagging than the fruit by bagging, and the dot was larger than that of the latter and the fruit ground colour of remained more greenish, and also the taint on the surface of fruit and its luster and appearance was inferior.

The quality of flesh, especially soluble solids content and panel taste, was superior in the fruit of non-bagging, and its storage quality was better.

2. As for the time of "russet" development, three stages could be distinguished, Viz. early stage of 10th day after petal fall, middle stage from the 11th day to the 30th day, and last stage of after 30th day. Early stage and the last stage gave little "russet" while middle stage of about three weeks was most sensible. During these days, intensity of "russet" developing depended upon the rainfall and so on. Authors defined this stage as the sensible period of "russet" development. Authors conjectured that the development of russet in middle stage had close correlation with biochemical, anatomical of epidermal cell of fruit.

3. Low temperature, frost, rain, high moisture, chemicals, disease, skin defects and others are mainly accounted for the external factor to occurrence of russet and its close relation to the amount of rain in the time of considerable for occurrence of russet was recognized in the natural environment. But, the direct effect of rain was scarce, and it was experimentally clarified that petals, stamens, pistils and other flower organs remain in the basin, and that the russet is induced evidently by the substance which was exuded from these dried flower organs by rain. Further examination is needed for the constituents of the inducing substance.

4. 74 kinds of protective covering agents on fruit surface mainly high molecular compounds were studied. Among those, "sabinokk" (commercial name) was found most promising.

5. "Sabinokk" was applied at 70—100 x concentration (1.4-1.0 kg for 100 L water) and added calcium powder 1%. Sprays were applied with 600 L per 10 are.

6. The most effective spray time of "sabinokk" was at just petal fall time, and after following 10 days.

7. Differences arising from the variation of spray-machines were caused in accordance with adhesion level of the agent on the fruit surface.