

異常多雨により平成9年、10年に多発した カンキツの果実腐敗と今年の対策

佐賀県果樹試験場 田代暢哉

はじめに

ハウスミカンや極早生温州、早生温州を中心に7～8年ほど前から緑かび病を主体とした果実腐敗が増加し、問題となっている。特に平成9年（1997）は早生温州で、平成10年（1998）は極早生温州で、これまでに例を見ない多発生となり、大きな被害を生じた。また、平成10年（1998）の場合は一部産地で褐色腐敗病も問題となった。果実腐敗は流通段階での発生が主体であることから、腐敗果の混入による価格の下落、そしてそれに伴う産地のイメージダウンなど大きな問題を生じる。このため生育期に発生する病害とは異なり、完璧な防除対応が必要となってくる。そこで、ここではまず、極早生温州や早生温州を中心とした、収穫後に貯蔵することなく直ちに出荷するカンキツに発生する緑かび病を主体とした果実腐敗について、これまでに得られた知見を含め、昨年および一昨年の多発生要因、そして今年の対策について述べ、さらに最近、栽培面積が増加するにつれて果実腐敗の問題が表面化してきた‘不知火’における腐敗防止対策について紹介する。

I 最近の果実腐敗多発生の背景

緑かび病を中心とした果実腐敗に対して、現在、ベンズイミダゾール系薬剤であるチオファネートメチル水和剤とベノミル水和剤の2薬剤、およびイミノクタジン酢酸塩液剤の計3薬剤が使用されている。

このうち、ベンズイミダゾール系薬剤に対する耐性菌は昭和49年（1974）以降、全国のカンキツ産地でその発生が認められていたが、他の作物の場合と異なり、耐性菌の出現による防除効果の低下がこれまで指摘されることはなかった。これは、品種の構成上、長期貯蔵を行うカンキツが多かったこと、そして、貯蔵カンキツにおいてはベンズイミダゾール系薬剤による防腐効果の発現が、抗菌活性に基づく単なる感染阻害効果ではないことなどがその理由として挙げられる。しかし、貯蔵カンキツの場合と異なり、極早生温州や早生温州等では収穫後

直ちに出荷することから、薬剤の抗菌活性が直接防除効果を左右すると考えられ、耐性菌の出現とその密度上昇が直接防除効果の低下に結びつくことが懸念されたので、この点について検討を加えた。

1 ベンズイミダゾール系薬剤耐性菌の出現状況

表-1に、ベンズイミダゾール系薬剤であるチオファネートメチルに対する緑かび病菌の感受性を示した。本調査ではチオファネートメチル水和剤が散布される直前（9月上～中旬）の極早生温州果実に傷を付けて発病を促し、腐敗果実から分離された緑かび病菌について薬剤感受性を検定したものである。このため、調査年における薬剤の淘汰圧が加わる以前の緑かび病菌の薬剤感受性を知ることができる。この結果から、3か年を通じて薬剤散布前の園地にすでに高率に高度耐性菌が存在していることが認められた。そこで、問題となるのはこれら高度耐性菌の存在が、散布薬剤の防腐効果の低下にどの程度関与しているのか、ということである。

2 ベンズイミダゾール系薬剤耐性菌出現園における同系薬剤の防腐効果の低下

この点について、高度耐性菌が高率に存在している園地において検討した結果を、表-2に示した。調査園によって果実腐敗の発生状況は異なるが、ベンズイミダゾール系薬剤であるチオファネートメチル水和剤を散布した場合には腐敗果の発生が明らかに多く、防腐効果の低下が認められ、特に有傷果で顕著であった。一方、イミノクタジン酢酸塩液剤の効果は高く、同時に実施した感受性検定の結果からも同液剤に対して感受性が低下した菌株の存在はまったく認められなかった。

以上の結果から、極早生温州や早生温州などの収穫後直ちに出荷するカンキツでは、ベンズイミダゾール系薬剤耐性菌の出現に起因する防腐効果の低下が明らかとな

表-1 ベンズイミダゾール系薬剤散布前の園から分離されたカンキツ緑かび病菌のチオファネートメチルに対する感受性

調査 年次	供試園 地点数	検 定 菌株数	最小生育阻止濃度(μg/ml)別菌株割合(%)			
			0.78 以下	1.56～100	200～800	1,600 以上
1993	6	184	17.9	23.4	2.7	56.0
1994	5	83	62.7	7.2	0	30.1
1995	8	152	70.0	5.3	0	25.0

The Outbreak of Citrus Fruit Rot in 1997, 1998 and its Control. By Nobuya TASHIRO
(キーワード：カンキツ，果実腐敗，異常多雨)

表-2 ベンズイミダゾール系薬剤耐性菌存在園におけるチオファネートメチル水和剤
およびイミノクタジン酢酸塩液剤のカンキツ緑かび病に対する防腐効果

供試薬剤	希釈倍数	付傷の 有 無	発病果率(%)				
			O-1 園	OU-園	K-園	T-園	O-2 園
チオファネートメチル水和剤	2,000	無傷	5.4	1.3	1.6	0	0
		有傷	33.3	15.4	79.6	92.7	28.8
イミノクタジン酢酸塩液剤	1,000	無傷	0.5	0	0	1.7	0
		有傷	8.3	6.3	58.9	17.7	0
無散布	—	無傷	27.1	0	6.8	4.7	0
		有傷	80.0	13.3	68.6	19.6	15.8

注) O-1 園, OU-園: 1994 年試験. K-園, T-園, O-2 園: 1995 年試験.

った。このため、佐賀県ではこれらの品種等で使用する防腐剤を平成 4 年 (1992) にベンズイミダゾール系薬剤からイミノクタジン酢酸塩液剤に切り替えた。その結果、平成 2 年 (1990) ごろから増加傾向にあった果実腐敗の発生は、問題とならない程度にまで減少した。なお、産地によっては耐性菌率が高いのにもかかわらず、ベンズイミダゾール系薬剤を使用している場合が見られるようである。地域の耐性菌の発生状況を把握して、効果的な薬剤を選択することが必要である。

一方、貯蔵カンキツでは、ベンズイミダゾール系薬剤で十分な防腐効果が得られており、一方、イミノクタジン酢酸塩液剤では軸腐病に対する効果の低いことが知られている。このため、本県では品種によってイミノクタジン酢酸塩液剤とベンズイミダゾール系薬剤 (チオファネートメチル水和剤, ペノミル水和剤) を使い分けている。すなわち、極早生温州, 早生温州に対しては直接的な殺菌効果が高く、耐性菌の存在が確認されていないイミノクタジン酢酸塩液剤を使用し、貯蔵カンキツではベンズイミダゾール系薬剤を選択するようにしている。

なお、表-1 でチオファネートメチル水和剤に対する高度耐性菌の割合が低下しているのは、平成 4 年 (1992) 以降、イミノクタジン酢酸塩液剤を主体とした防除に切り替えてきたことが影響しているのではないかと思われ、今後の動向が注目される。

II 平成 9 年および 10 年における多発生の要因

前述のように、イミノクタジン酢酸塩液剤の防腐効果は高いものがある。特に、これらの試験では希釈倍数が 1,000 倍と高かったこと (当時の登録の希釈倍数は 1,000~3,000 倍, 現在は 2,000~3,000 倍), 秋季の気象が安定 (降雨量が平年並み) していたこと等が, 本剤のより高い防腐効果に寄与していたものと思われる。また、実際場面においてもイミノクタジン酢酸塩液剤が主

表-3 緑かび病による果実腐敗が多発した平成 9 年 (1997) の
早生温州におけるイミノクタジン酢酸塩液剤の防腐効果

供試薬剤	希釈倍数	発病果率(%)		
		A 園	B 園	C 園
イミノクタジン酢酸塩液剤	3,000	31.9	10.7	1.2
無散布	—	29.7	27.9	54.2

として使用されるようになって以来、前述のように極早生温州や早生温州で果実腐敗が問題となることはなくなった。このため、果実腐敗の問題は忘れ去られた感があった。ところが平成 9 年 (1997), 周知のように早生温州を中心に果実腐敗が多発し、大きな問題となった。同年、現地の 3 園地で行った試験でもイミノクタジン酢酸塩液剤の効果は極めて不安定であった。すなわち、表-3 に示すように、3 園中 1 園では高い防腐効果が認められたが、残りの 2 園での効果は低く、特に 1 箇所では無散布とほぼ同等の腐敗状況であった。イミノクタジン酢酸塩液剤が散布されていたのにもかかわらず、なぜ多発生につながったのであろうか。

1 気象要因

平成 9 年 (1997) は早生温州, 平成 10 年 (1998) は極早生温州で大きな被害を生じたのに対して、平成 9 年 (1997) の極早生温州, 平成 10 年 (1998) の早生温州で果実腐敗が問題となることはなかった。降雨の状況を見ると、図-1 および図-2 に示すように、平成 9 年 (1997) は早生温州の収穫期に当たる 11 月中旬から下旬にかけての降雨量が平年に比べて極めて多く、また、平成 10 年 (1998) は極早生温州の収穫期に当たる 10 月上~中旬の降雨量が多かった。このため、これら 2 か年の発生状況から、果実腐敗の多発生に降雨が影響しているのは明らかであった。

すなわち、多雨によって果実の体質が弱くなり、果皮に傷が付きやすくなり、その結果、腐敗の増加に結びつ

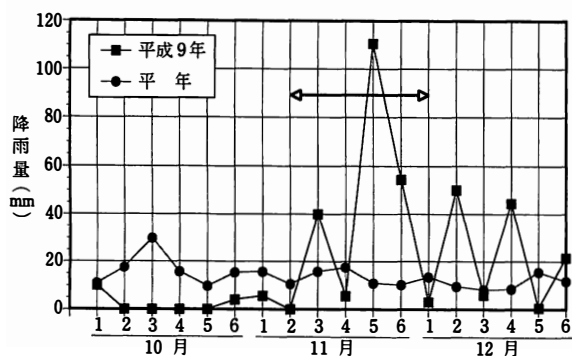


図-1 早生温州の果実腐敗が多発した平成9年の10～12月における半月別降雨量
 ←→: 早生温州の主要収穫時期

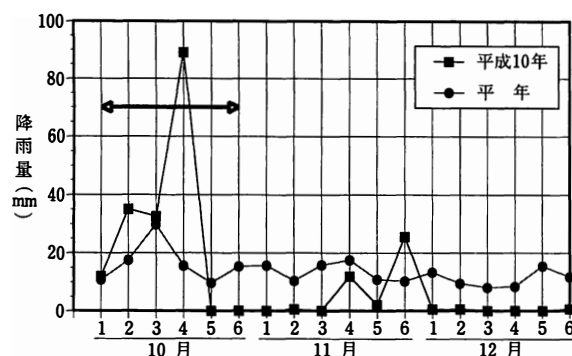


図-2 極早生温州の果実腐敗が多発した平成10年の10～12月における半月別降雨量
 ←→: 極早生温州の主要収穫時期

いたことが考えられる。また、多雨条件が感染・発病を促し、薬剤の流亡を招き、腐敗果の発生に有利に働いたものと思われる。この薬剤の耐雨性については後述する。さらに、多雨が収穫管理の面へ及ぼす悪影響も見逃すことができない。すなわち、降雨が続くことによって、収穫時期を逸し、収穫時期が遅れてくるために、短期間のうちに収穫せざるを得なくなる。このため、収穫作業が短期間に集中することになり、果実の取り扱いが手荒になり、その結果、果面へ傷が付きやすくなることも、多発生の大きな原因になっていると考えられる。

しかし、いかに果皮に傷が付きやすくなり、あるいは発病条件が好適であったとしても、散布したイミノクタジン酢酸塩液剤が十分に効果を発揮していれば、果実腐敗が多発するようなことはなかったのではないかと考えられる。

2 イミノクタジン酢酸塩液剤の薬剤感受性

防腐効果が十分に見られなかったことから、イミノクタジン酢酸塩液剤に対する緑かび病菌の感受性低下が考えられたので、平成9年(1997)に本剤を散布したにも

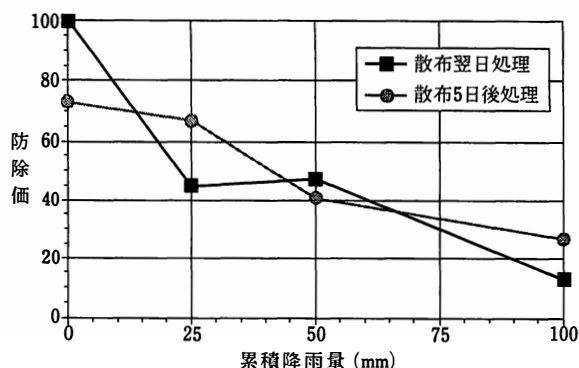


図-3 イミノクタジン酢酸塩液剤の防腐効果に及ぼす降雨の影響
 3,000倍液散布、人工降雨装置による降雨

にもかかわらず果実腐敗が多発した園の緑かび病罹病果実から計412菌株を分離し、同剤に対する感受性を調査した。その結果、供試したすべての菌株はイミノクタジン酢酸塩液剤の1.56 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (成分量)添加培地でも生育を認めず、感受性菌と判断された。このことから、多発生の原因は感受性の低下に起因するものではないと判断された。

3 イミノクタジン酢酸塩液剤の耐雨性

そこで、果実腐敗の多発生が収穫期の多雨による薬剤の流亡に起因していたのではないかと考え、イミノクタジン酢酸塩液剤の耐雨性について人工降雨条件下で検討を加えた。

【試験1】 イミノクタジン酢酸塩液剤3,000倍液を早生温州果実に十分量散布し、1日後および5日後からそれぞれ4日間にわたって人工降雨処理を毎日25 mm(降雨強度17 mm/hr)ずつ行った。処理後に緑かび病菌の濃厚孢子懸濁液(10^7 個/ml)を付傷接種して、7日後に腐敗状況を調査し、防除価を求めた。

その結果、図-3に示すように、散布直後の無降雨条件下では緑かび病菌を接種した場合には完全に腐敗が抑制されたが、25 mmの降雨後には防除価46と大幅に防腐効果が低下し、100 mmの降雨後には防除価13とほとんど効果は認められなくなった。また、散布5日後に接種した場合の防除価は散布直後の約7割に低下しており、さらに降雨処理を行うことによって防除効果の低下が進行した。

【試験2】 イミノクタジン酢酸塩液剤2,000倍液および3,000倍液を早生温州果実に十分量散布し、翌日および4日後に人工降雨処理を25 mm(降雨強度17 mm/hr)/日ずつ行い、累積降雨量25 mmと同50 mmの区を設けた。散布5日後に、長さ5 mのコンクリート斜面

に果実を転がして、果面に傷を付け、直後に緑かび病菌の濃厚孢子懸濁液 (10^7 個/ml) を噴霧接種した。その後、ポリ袋に入れ、腐敗果の発生状況を調査した。

その結果、表-4 に示すように、同剤 2,000 倍液および 3,000 倍液ともに、無降雨条件下では高い防腐効果を示した。しかし、3,000 倍液散布区では 25 mm 以上の降雨で著しく効果が低下した。一方、2,000 倍液散布区では累積降雨量 50 mm の条件下においても高い防腐効果が認められた (試験 A)。同様の試験をイミノクタジン酢酸塩液剤 2,000 倍液と人工降雨装置による累積降雨量 50 mm, 100 mm および 150 mm の系で実施した結果、累積降雨量 100 mm までは比較的安定した防腐効果が得られたが、同 150 mm では効果はまったく認められなかった (試験 B)。

以上のように、イミノクタジン酢酸塩液剤は、散布後の降雨が少ない条件下では優れた効果を発揮するが、降雨量が多くなるに従ってその効果は低減し、3,000 倍で散布した場合には散布後の累積降雨量が 25~50 mm に

達した時点で、2,000 倍の場合は 100 mm を超えた時点で効果が著しく低下することが示された。もちろん、これは人工降雨条件下の結果であり、降雨状況の違いによって耐雨性は異なってくると思われるが、本剤 3,000 倍の耐雨性が高くないことだけは指摘できると思われる。一方、2,000 倍では 3,000 倍の場合よりも安定した効果が期待できるようであるが、これらの点についてはまだ試験例が少なく、果実上での薬剤の動態等も含めて今後さらに検討を加える必要がある。平成 9 年 (1997) の 11 月第 5 半旬および第 6 半旬の降雨量は 111 mm と 55 mm, 平成 10 年 (1998) の 10 月第 2 半旬, 第 3 半旬および第 4 半旬の降雨量はそれぞれ 35 mm, 33 mm, 89 mm で、イミノクタジン酢酸塩液剤の効果が期待できる範囲の降雨量をはるかに超えている。このため、散布した薬剤の効果が発現せず、その結果、果実腐敗の多発生を招いたものと考えられた。

III 今後の対策

以上、述べてきたように、イミノクタジン酢酸塩液剤はベンズイミダゾール系薬剤耐性菌発生園において高い防除効果を示すが、多雨条件下では十分な効果が得られないおそれがある。しかし、極早生温州や早生温州では本剤以外に安定した効果の得られる薬剤がないことから、本剤に頼らざるを得ないのが現状である。このため、本剤の効果を安定して発現させるために以下の点に留意する必要がある。①希釈倍数は 2,000 倍とする。2,000 倍と 3,000 倍との耐雨性にどの程度の差があるのかについてはさらに検討する必要があるが、先に示したように少なくとも 3,000 倍よりも 2,000 倍で効果の安定が期待される。②降雨状況に配慮した散布を実施する。

表-4 人工降雨による累積降雨量がイミノクタジン酢酸塩液剤の緑かび病に対する防腐効果に及ぼす影響

累積降雨量 (mm)	試験 A ^{a)}		試験 B ^{b)}
	2,000 倍	3,000 倍	2,000 倍
0	8.6 ^{c)}	7.6	0
25	9.2	79.6	—
50	3.6	48.5	16.2
100	—	—	11.8
150	—	—	38.6

a): 無処理区の腐敗果率: 80.0%, 薬剤散布 23 日後の調査。

b): 無処理区の腐敗果率: 40.1%, 薬剤散布 20 日後の調査。

c): 累積腐敗果率を示す。

表-5 '不知火' の果実腐敗に対する各種薬剤の袋掛け直前散布による防腐効果^{a)}

供試薬剤	希釈倍数	虐待処理果実 ^{b)}				無処理果実			
		2月19日		3月18日		2月19日		3月18日	
		緑かび病	その他	緑かび病	その他	緑かび病	その他	緑かび病	その他
チオファネートメチル水和剤	2,000 倍	19.1 ^{c)}	2.1	51.1	2.1	2.8	0	5.6	0
イミノクタジン酢酸塩液剤	2,000 倍	10.0	0	20.0	6.0	1.1	1.1	3.4	1.1
チオファネートメチル水和剤	2,000 倍	0	0	6.3	0	1.4	0	1.4	0
イミノクタジン酢酸塩液剤	2,000 倍								
チオファネートメチル水和剤	3,000 倍	13.3	8.9	31.1	8.9	1.7	0	3.4	0
イミノクタジン酢酸塩液剤	2,000 倍								
ペノミル水和剤	4,000 倍	0	0	4.0	0	1.4	0	1.4	1.4
イミノクタジン酢酸塩液剤	2,000 倍								
無散布	—	23.8	2.4	45.2	4.8	3.3	0	6.5	3.2

a): 薬剤散布および袋掛け: 平成 10 年 12 月 15 日, 収穫: 平成 11 年 1 月 25 日。

b): 虐待処理: 収穫直後に果実を長さ 5 m のコンクリート坂道で転がした。

c): 累積腐敗果率を示す。

降雨量が多い場合には、弱い耐雨性を散布回数で補うことが必要である。すなわち、収穫予定時期までに薬剤散布後の累積降雨量が100mmを超えそうな場合には、再散布が必要となる。

なお、人気品種である‘不知火’においても、ここ2年ほど緑かび病を主体とした果実腐敗が多発し、問題となっている。多雨が果実の体質を弱め、その後の腐敗果の発生につながっていると考えられる。そこで、各種薬剤の特徴を生かした防除、すなわちベンズイミダゾール系薬剤とイミノクタジン酢酸塩液剤の混用散布について検討した結果、表-5に示すように、イミノクタジン酢酸塩液剤2,000倍とチオファネートメチル水和剤2,000倍またはベノミル水和剤4,000倍との混用散布で高い防除効果が得られた。混用散布のため、コストがかさむという問題はあるが、これまでよりも有効な対策であると思われる。今後さらに、効果向上機構の解明とともに、濃度、散布時期、耐雨性について検討を加え、よりすぐれた防除技術に発展させたいと考えている。

おわりに

当然のことではあるが、ていねいに果実を取り扱い、

果面に傷を付けないことは果実腐敗対策の原点である。収穫作業が短期間に集中した場合、どうしても果実を手荒に取り扱うようになるが、「傷さえ付かなければ果実腐敗は発生しない」ことを認識することが重要である。基本に忠実な管理が望まれる。今後さらに検討すべき課題として、薬剤の耐雨性を高めるための補助剤の検索や流通段階での腐敗防止策としての鮮度保持剤の利用等が挙げられる。

なお、昨年は一部の産地で褐色腐敗病が多発した。これは平成9年(1997)には見られなかったことである。これは降雨時の気温が影響しているものと考えられる。すなわち、平成9年(1997)は11月中～下旬に降雨が多かったが、この時期の気温は低く、このため感染が成立しなかったものと思われる。これに対して、昨年場合は、10月上旬～中旬に降雨が多かったことから、病原菌の感染・発病に温度条件が適しており、多発生につながったものと考えられる。今後、温度条件と感染・発病との詳細な検討が必要ではあるが、本病の常発園や前年多発園では、11月上旬ごろまでに多雨が続く場合には、本病に効果の高いマンゼブ・メトラキシル水和剤やホセチル水和剤等の散布が必要であろう。

●月刊誌「植物防疫」特別増刊号

発行 日本植物防疫協会

No.2 天敵微生物の研究手法

岡田斉夫 編者代表 B5判 222ページ
定価 3,058円(本体2,913円+税) 送料 140円

天敵微生物を研究するための一通りの方法(研究施設、天敵微生物の探索・同定・増殖等)のほかに、近年進歩が著しい遺伝子解析実験法と天敵微生物の目録を付す。

No.3 鳥獣害とその対策

中村和雄 編 B5判 190ページ
定価 2,549円(本体2,428円+税) 送料 132円

我が国の農作物に被害を与えている主要な鳥獣について、その分布や生態と被害防止法を詳細にまとめたもので、本邦初の鳥獣害対策の専門書と言えよう。

No.4 植物病原菌の薬剤感受性 検定マニュアル

日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会 編
B5判 172ページ
定価 2,800円(本体2,667円+税) 送料 124円

作物病害の防除を主として殺菌剤に頼らざるを得ない現実の中で、耐性菌の問題は避けて通れない。本書は、薬剤の試験や現場対応に関係する方々にとって有益な書である。

No.5 日本産植物細菌病の病名と 病原細菌の学名

西山幸司 著 B5判 227ページ
定価 3,200円(本体3,048円+税) 送料 132円

植物細菌病の診断ならびに病原細菌の分離・同定に関係する方のために、我が国に発生する細菌病の種類を取りまとめた。

ご購入は、直接本会「出版情報グループ」に申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

(社)日本植物防疫協会 〒170-8484 東京都豊島区駒込1-43-11 Tel(03)3944-1561 Fax(03)3944-2103