

特集：果実腐敗の現状と対策〔2〕

カンキツ果実腐敗の現状と対策

愛媛県立果樹試験場 み よし たか のり
三 好 孝 典

はじめに

1998年に極早生温州および早生温州で、緑かび病を主体とした果実腐敗がこれまでに例をみないほど多発して大きな問題となった。この果実腐敗は流通段階での発生が主体であり、腐敗果の混入による価格の下落、それに伴う産地のイメージダウン等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、完璧な防除が必要である。

そこで、近年行った果実腐敗に対する薬剤評価試験および天然由来の抗菌物質による果実腐敗防止への取り組みについて紹介するので、参考に供したい。

Ⅰ 果実腐敗の種類と薬剤の変遷

果実腐敗の種類は、貯蔵中に発生する腐敗と市場で発生する腐敗がある。表-1に主な果実腐敗の症状を示し

表-1 主な果実腐敗の症状

病名	症 状
緑かび病	初め褐色・水浸状の円形斑点を生じ、後に中心が濃緑色粉状、白い菌糸の幅は青かび病より広い。
青かび病	初め褐色・水浸状の円形斑点を生じ、後に中心が青色粉状、白い菌糸の幅は狭い。
軸腐病	ヘタを中心に油浸状に腐敗するが、表面にかびを生じることはい少ない。初めは病徴が不鮮明である。
黒腐病	温州ミカンでは黒緑色のカビを生じるが、イヨカン、ネーブルでは外観健全に見える。
黒斑病	温州ミカンで多く発生する。初め汚褐色になり、しだいに病斑が拡大して暗褐色になる。

た。温州ミカンでは緑かび病や青かび病の発生が多いが、近年は緑かび病の発生が非常に多いのが特徴である。また、イヨカンでは軸腐病の発生が多いが、近年はあまり問題になっていない。

果実腐敗に対して、ベンゾイミダゾール系薬剤のチオファネートメチル水和剤とペノミル水和剤の2薬剤、およびイミノクタジン酢酸塩液剤の合計3薬剤が使用されている。

愛媛県では、1990年ごろまではベンゾイミダゾール系薬剤が主体に使用されてきたが、果実腐敗の発生が多いとの声が上がったため、防除薬剤の検討が必要となった。

そこで、県内の主要カンキツ産地の極早生温州ミカンを用い、3薬剤の効力比較と薬剤耐性菌検定を実施した。なお、耐性菌検定に用いた緑かび病菌はそれぞれ無散布の果実に発生した緑かび病から分離したものを供した。

その結果、ペノミル水和剤、チオファネートメチル水和剤は6か所中5か所で安定した効果が認められ、イミノクタジン酢酸塩液剤の効果はすべて安定した効果が認められた(表-2)。薬剤耐性菌検定の結果からイミノクタジン酢酸塩に対する耐性菌は全く認められなかったが、ベンゾイミダゾール系のチオファネートメチルに対する耐性菌は約70%存在し、1,000ppm以上で生育する菌株も1菌株認められた(表-3)。1,000ppm以上で生育する菌株はベンゾイミダゾール系薬剤の効果が不安定であった新居浜市から分離されたもので、新居浜市で

表-2 極早生温州ミカンにおける各種薬剤の緑かび病に対する防除効果(1991)

薬剤名	希釈倍数	防除価						
		吉田町	三瓶町	伊予市	松山市	新居浜市	大西町	平均
ペノミル水和剤	4,000倍	77.2	84.9	91.6	100	60.6	82.3	82.8
チオファネートメチル水和剤	2,000倍	83.9	92.6	93.5	100	68.8	67.6	84.4
イミノクタジン酢酸塩液剤	2,000倍	89.7	94.0	71.1	85.0	82.9	87.4	85.0

9月の中旬から10月上旬に散布し、散布後1週間以内に収穫して常温貯蔵した。貯蔵後約30日間緑かび病の発生を調査した。

防除価＝[(無散布区の発病率－散布区の発病率)/無散布区の発病率]×100

表-3 カンキツ緑かび病菌のチオファネートメチルおよびイミノクタジン酢酸塩に対する感受性

調査年次 (年)	供試園 地点数	検定 菌株数	チオファネートメチル					イミノクタジン酢酸塩				
			最小生育阻止濃度 (μg/ml) 別菌株割合 (%)					最小生育阻止濃度 (μg/ml) 別菌株割合 (%)				
			1.0 以下	1~10	10~100	100~1,000	1,000 以上	1.0 以下	1~10	10~100	100~1,000	1,000 以上
1991	6	162	30.9	9.3	59.2	0	0.6	100	0	0	0	0
1997	3	50	94.0	0	2.0	4.0	0	100	0	0	0	0
1998	5	135	80.0	10.4	9.6	0	0	100	0	0	0	0
1999	3	107	96.3	0	2.8	0	0.9	100	0	0	0	0

腐敗防止剤無散布の果実から緑かび病菌を分離し、感受性を調査した。

表-4 各種薬剤の時期別散布による防除効果 (1999, ‘日南1号’)

散布日	散布から 収穫までの 降雨量 (mm)	薬剤名	倍数	虐待処理		
				全腐敗果率 (%)	緑かび病 発病果率 (%)	緑かび病 に対する 防除値
9月20日	102	ベノミル水和剤	4,000 倍	17.8	8.5	58.1
		チオファネートメチル水和剤	2,000 倍	12.4	3.5	82.8
		イミノクタジン酢酸塩液剤	2,000 倍	20.4	11.1	45.3
		ベノミル +イミノクタジン酢酸塩	4,000, 2,000 倍	4.8	3.8	81.3
9月27日	0	ベノミル水和剤	4,000 倍	9.1	3.8	81.3
		チオファネートメチル水和剤	2,000 倍	17.3	2.4	88.2
		イミノクタジン酢酸塩液剤	2,000 倍	27.3	20.2	0.5
		ベノミル +イミノクタジン酢酸塩	4,000, 2,000 倍	5.0	0.0	100
		無散布		28.9	20.3	

- 注 1) 腐敗果率は収穫 23 日後の値である。
注 2) 緑かび病の発病果率には水腐症状を呈する腐敗を含めた。
注 3) 防除値=[(無散布区の発病率-散布区の発病率)/無散布区の発病率]×100

の耐性菌は 90%以上であった。

これらの結果から、ベンゾイミダゾール系薬剤を継続して使用していると耐性の高度化が起こることが懸念されたので、県内の主要薬剤はイミノクタジン酢酸塩液剤に替わっていった。

II 1998 年の果実腐敗多発による薬剤の再検討

1998 年に例を見ない果実腐敗が多発したため、薬剤評価の再検討が必要と考えられた。また、佐賀県においてイミノクタジン酢酸塩液剤の耐雨性が弱いとの報告(田代, 1999)があったので、耐雨性も含めた薬剤評価を 1999 年に実施した。すなわち、極早生温州ミカンの‘日南1号’を用い、収穫 2 週間前(9月20日)および収穫 1 週間前(9月27日)にベノミル水和剤、チオファネートメチル水和剤、イミノクタジン酢酸塩液剤およびベノミル水和剤+イミノクタジン酢酸塩液剤の散布を行い、10月4日に収穫後、虐待処理(コンクリート上を 5

m 転がす)を行い腐敗状況を調査した。なお、9月20日から収穫までの降雨量は 102 mm であったが、9月27日から収穫までの降雨量はなかった。

その結果、イミノクタジン酢酸塩液剤での傾向は異なるが、他の薬剤については収穫直前散布の方が効果が優れた。イミノクタジン酢酸塩液剤散布区は同一散布時期の中で最も効果が劣り、特に 9月27日散布では無処理と同等の発病を示し、効果が認められなかった。最も効果が安定していた散布区はベノミル水和剤+イミノクタジン酢酸塩液剤散布区であった(表-4)。

薬剤耐性菌検定の結果、イミノクタジン酢酸塩に対する耐性菌は全く認められなかった。一方、チオファネートメチルに対する耐性菌は 1991 年に比べて激減し、99 年では約 4%認められるのみとなった(表-3)。これらの結果から、イミノクタジン酢酸塩液剤の効果不安定は耐雨性が弱いことや耐性菌の出現によるものではないと考えられた。ベンゾイミダゾール系薬剤に対する耐性菌は激減してきており、現在の耐性菌比率では実用濃度で

十分安定した効果が期待できると考えられる。また、果実腐敗の防除には完璧な防除が必要であるので、ベンゾ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が有効と考えられる。愛媛県内でもこの混用散布が一部地域で実用化されている。

また、早生温州および中生温州ミカンでも同様の傾向がみられ、イミノクタジン酢酸塩液剤の効果はベンゾイミダゾール系薬剤の効果より劣り、最も安定した効果を示したのはベンゾイミダゾール系薬剤にイミノクタジン酢酸塩液剤を混用した散布区であった。しかし、この傾向が1999年産の温州ミカンのみの傾向であるのか否か、さらに検討を要する。

Ⅲ 今後の技術開発の方向

今までは薬剤防除の観点からの研究がほとんどであるが、果実腐敗の発生にはいろいろ要因が関与している。このため、今後効率的な果実腐敗対策を講じていくためには解決すべき多くの問題がある。今後取り組むべき課題としては以下のことが考えられる。

① 果実体質の強化：植物調節剤の利用や鮮度保持剤の利用等。

② クリーンな貯蔵庫にするための技術開発：浮遊している病原菌の除去技術等。

③ クリーンな選果場・選果機にするための技術開発：浮遊している病原菌および選果機や段ボール等に付着している病原菌の除去技術等。

④ 天然由来の抗菌物質による発病抑制剤としての利用：食品添加物である天然由来の抗菌物質の利用等。

この中で現在取り組んでいる課題として天然由来の抗菌物質による発病抑制剤としての利用があるので紹介する。すなわち、天然由来の抗菌物質として黒カラシから抽出したアリルイソチオシアネート（以下 AIT と称する）を用いて、果実腐敗の抑制効果について検討している。

1 AIT の抗菌活性

AIT はガス化して微生物の呼吸系を障害し、菌類や

細菌に対して強い抗菌力を有している（一色・徳岡，1993；徳岡・一色，1994）。

カンキツの主要貯蔵病害である緑かび病菌および青かび病菌について、AIT の抗菌活性を培地上で比較したところ、供試した AIT は両菌の生育を抑制することが明らかとなった（表-5）。

2 ‘不知火’における AIT の果実腐敗に対する効果

AIT には緑かび病菌および青かび病菌に対して顕著な抑制効果が認められたので、果実腐敗の多い‘不知火’を用いた市場出荷を想定した果実腐敗防止試験を実施した。すなわち、試験は、虐待処理区と無処理区を設け、AIT 製剤として RT 分包タイプ（AIT：20,000 ppm 添着）および RJ 分包タイプ（AIT：10,000 ppm 添着）を1箱（5 kg）当たり6包施用し、室温（平均気温 17℃）で1週間保持して果実腐敗状況および薬害を調査した。なお、1区当たり3箱を使用した。その結果、RT タイプおよび RJ タイプの‘不知火’に対する腐敗防止効果は顕著であったが、使用した分包を中心に油包が褐変するこ斑症状の薬害が多数発生した（表-4）。これは AIT 添着濃度が高かったための薬害と考えられた。

一方、RJ 分包は温州ミカンでは薬害を認めなかったが、‘不知火’では著しい薬害を発生した。このことから、品種により AIT の薬害に対する感受性が異なるも

表-5 緑かび病菌および青かび病菌に対する AIT の抗菌活性

	緑かび病菌									
	培養日数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AIT 処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
無処理	-	+	+	+	+	+	++	++	++	++
	青かび病菌									
	培養日数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AIT 処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
無処理	-	+	+	+	+	+	++	++	++	++

-：菌糸の発育認めず，+～++：菌糸の発育，程度を表す。

表-6 ‘不知火’における AIT の果実腐敗防止効果

虐待の 有無	天然由来の 抗菌物質	ケース当たり 処理数	発病率（％）				薬害
			緑かび病	青かび病	水腐症	合計	
有	RJ 分包	6	0	0	10.0	10.0	+
有	RT 分包	6	0	0	10.0	10.0	+
有	無処理		35.0	5.0	35.0	75.0	
無	RT 分包	6	5.0	0	0	5.0	+
無	無処理		7.5	0	25.0	32.5	

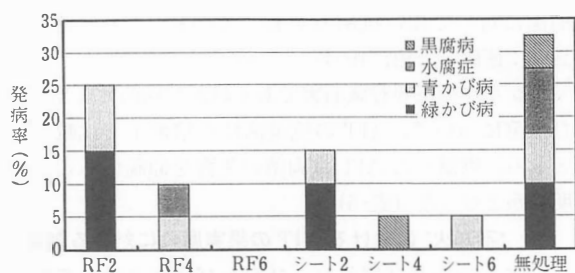


図-1 AITの剤型および施用数と果実腐敗防止効果（不知火）

のと考えられた。

RJ および RT 分包タイプで薬害が発生したことから、AIT 添着濃度の低い RF 分包タイプ（AIT 添着濃度 6,000 ppm）およびシートタイプ（AIT 添着濃度 10,000 ppm）を用いて試験を行った。‘不知火’（5 kg）を 1 区当たり 2 箱用いて、1 箱当たり RF およびシートを 2, 4 および 6 枚入れ、室温（19～27℃）で保存し、2 週間後に腐敗状況を調査した。なお、RF 分包とシートタイプの AIT のガス徐放濃度はほぼ同様である。

その結果、RF 分包タイプおよびシートタイプを用いた試験で最も効果の高かった処理区は RF 6 包区で全く腐敗が認められなかった。効果の認められた処理区は RF 4 包、シート 2, 4 および 6 枚施用区であった。なお、すべての区でこ斑症状の薬害は認められなかった（図-1）。また、‘不知火’（5 kg）に対して RF を 6 包施用し、数回試験を行ったところ、すべて安定した結果が得られた。

3 ハウスミカンに対する AIT の効果

市販のハウスミカン（1 箱 5 kg）5 箱（虐待区：2 箱、虐待しない区：3 箱）に、RF 分包をクッションの下に置いて直接果実に接触しないように 1 箱当たり 1～4 包施用し、室温（平均気温：26.4℃）に置き、2 週間後に腐敗状況および薬害を調査した。

その結果、薬害は認められなかったが、腐敗の発生は無処理と同程度であり、防除効果は明らかにできなかった。

表-7 ハウスミカンにおける AIT の果実腐敗防止効果

虐待の有無	1 箱当たり RF 分包処理数	発病率 (%)				薬害
		緑かび病	青かび病	水腐症	その他	
無	1	2.2	0	0	0	—
無	2	1.5	0	0	0	—
無	3	0.8	0	0	0	—
無	4	2.9	0	0	0	—
無	無処理	1.3	0	0.5	0	—
有	1	5.4	0	0	0.5	—
有	2	6.0	0	0	0	—
有	3	3.6	0.5	0	0	—
有	4	2.5	0	0	0	—
有	無処理	2.4	0.5	0.5	0.5	—

た（表-7）。同様の試験を数回行ったが、防除効果が認められる試験事例はなかった。この原因として、気温が高かったことから AIT 残効が短くなったためと考えられる。

お わ り に

果実腐敗の防除薬剤については、今後さらに薬剤評価を行う必要がある。また、薬剤の耐雨性や効果を向上させるための補助剤等の検討が必要と考えられる。

なお、ていねいに果実を取り扱い、果面に傷を付けないことやぬれた果実を収穫しないことは果実腐敗対策の原点であり、基本に忠実な管理が望まれる。

天然由来の抗菌物質の発病抑制剤としての利用に関しては、‘不知火’で AIT による果実腐敗防止の可能性が示唆された。AIT による効果は主に抗菌活性によることが明らかとなったが、品種により薬害発生濃度が違うことから、その施用濃度は品種ごとに薬害発生濃度と抗菌活性濃度から決定する必要がある。

引 用 文 献

- 1) 一色賢司・徳岡敬子（1993）：食品と微生物 10：1～6。
- 2) 田代暢哉（1999）：植物防疫 53：167～171。
- 3) 徳岡敬子・一色賢司（1994）：日食工誌 41：595～599。

人 事 消 息

（6 月 8 日付け）

西尾 健氏（環境庁水質保全局土壌農薬課長）は、農林水産技術会議事務局企画調査課長へ

島田和彦氏（農林課課長補佐（海外指導班担当））は、植物防疫課課長補佐（農薬第一班担当）兼農林水産技術会議事務局先端産業技術研究課併任へ

榊 浩行氏（植物防疫課課長補佐（農薬第一班担当））

は、農産課課長補佐（麦振興班担当）兼総務課併任へ

咲花茂樹氏（九州農政局長）は、退職

（6 月 22 日付け）

尾和尚人氏（北海道農試生産環境部長）は、新潟大学農学部へ出向

高橋賢司氏（九州農試企連室研究交流第 1 科長）は、北海道農試生産環境部長へ

高知康浩氏（九州農試企連室主任研究官）は、同場企連室研究交流第 1 科長へ