

長崎県の露地ビワに発生した果実腐敗の原因と 分離されたビワ灰斑病菌の薬剤感受性

古賀 敬一*
(長崎県果樹試験場)

Outbreaks of fruit rot on loquat and occurrence of benomyl fungicide low sensitivity strains of *Pestalotiopsis eriobotrifolia* and *Pestalotiopsis neglecta*, the causal fungi of loquat gray leaf spot, in Nagasaki Prefecture. Keiichi KOGA (Nagasaki Fruit Tree Experiment Station, Omura, Nagasaki 856-0021)

key words: benomyl, fruit rot, loquat, *Pestalotiopsis eriobotrifolia*, *Pestalotiopsis neglecta*

緒 言

長崎県の特産である露地ビワは、長崎半島に位置する長崎市の西部と三和町を主体に栽培されており、この地域で本県のビワ栽培面積の約80%を占めているが、1997年および1998年の2ヵ年連続して果実腐敗が多発した(第1図)。また、果実の防腐剤として従来からベンズイミダゾール系薬剤が使用されてきたが、近年、生産現場からはその効果を疑問視する声があった。そこで、腐敗の発生原因について調査するとともに、ペノミルに対する薬剤感受性検定と有効薬剤の選抜について検討したのでその概要を報告する。

なお、本試験を進めるに当たって現地調査等に御協力頂いた長崎県長崎農業改良普及センターおよびJ A 長崎、ならびにビワ灰斑病菌について御助言を賜った鹿児島県農業試験場病虫部の野島秀伸氏に対して厚く御礼申し上げます。

材料および方法

1. 露地ビワ産地における腐敗果の発生原因調査

1998年5月15日にJ A 長崎管内の4ヵ所から持ち込まれた76果、5月22日に長崎市大崎地区、千々地区および三和町川原地区を現地調査し、その3ヵ所から採取した126果、6月3日に大村市の長崎県果樹試験場内で採取した60果の合計262果について、腐敗部位を調査した。そして、組織分離法¹⁰⁾により腐敗果から菌を分離した後、PDA培地上に置床し、25℃で10日以上暗黒下で培養し

て分生子粘塊を形成させた。この分生子を光学顕微鏡下で観察し、分生子の形態によって菌の種類を同定した。

2. ビワ灰斑病菌 (*Pestalotiopsis eriobotrifolia*, *Pestalotiopsis neglecta*) の種の同定と分離比率の調査

腐敗果および罹病葉から組織分離法¹⁰⁾によりビワ灰斑病菌である *Pestalotiopsis* 属菌を分離し、上述の方法で分生子粘塊を形成させた。この分生子を光学顕微鏡下で観察し、野島ら¹³⁾の報告に従って分生子の形態の違いとともに *P. eriobotrifolia* または *P. neglecta* と同定した。さらに採取場所ごとにこれら2種の分離比率を調査した。供試菌株は、長崎市の茂木地区、大崎地区、千々地区、宮摺地区、三和町川原地区および大村市の長崎県果樹試験場内から採取した47果から1菌株ずつ分離した計47菌株、罹病葉1葉あたり1病斑から1菌株ずつ分離した計156菌株であった。

3. ペノミルに対するビワ灰斑病菌の薬剤感受性検定

腐敗果から分離した47菌株および罹病葉から分離した156菌株をPDA培地に置床し、25℃で3日間培養後に伸長した菌叢の先端部を径4mmのコルクボーラーで打ち抜き、ペノミルの有効成分濃度が1, 10, 100, 1,000ppmになるように調整したPDA培地上に菌叢面を下にして置床した。25℃で5日間培養後に菌糸生育に対するペノミルの最小生育阻止濃度(MIC, minimum inhibitory concentration)を調査した。なお、薬剤感受性菌の判定はチャ輪斑病菌(*P. theae*, *P. longisetata*)のベンズイミダゾール系薬剤に対する薬剤感受性検定の判定基準に従い、MIC値1ppmで生育しない菌株を感受性菌、MIC値1ppmで生育し100ppmで生育しない菌株を中等度の低感受性菌、MIC値100ppmを越えて生育

*現在 長崎県加津佐農業改良普及センター

*Present address: Nagasaki Kazusa Agricultural Extension Center, Kazusa, Nagasaki 859-2601



第1図 ビワ灰斑病菌による果実腐敗

上段：左から右へ腐敗が進展する

下段：*Pestalotiopsis* 属菌単独（上下左側の果実）または *C. acutatum* との混合感染による腐敗（右側の果実）

する菌株を低感受性菌とした¹⁾。

4. ベノミル低感受性菌に効果のある薬剤の選抜

ベノミル低感受性の *P. eriobotryfolia* 20菌株を用いて、各菌株の菌叢先端部を径4mmのコルクボーラーで打ち抜き、各種薬剤の有効成分濃度が1, 5, 10, 50, 100, 500, 1,000, 5,000ppm になるように調整した PDA 培地上に置床した。25℃で5日間培養後に菌叢直径（ディスク直径の4mmを差し引いたもの）を測定して菌糸生育量を求め、併せて菌糸生育に対する各種薬剤の最小生育阻止濃度（MIC）を調査した。供試薬剤は、ビワに対して農業登録のあるイミノクタジナルベシル酸塩水和剤、

無機銅水和剤（ドライフロアブル）、イプロジオン水和剤、今後登録予定のフルアジナム水和剤（SC）、マンゼブ水和剤の5種類である。

結 果

1. 露地ビワ産地における果実の腐敗部位

J A長崎からの持ち込みや現地および果樹試験場内から採取した262果のうち138果が果頂部から腐敗しており、全体の52.7%を占めていた。また、果実内部のがく孔部や維管束部が腐敗しているものや、裂果や日焼けした跡およびハマキムシ類等の食害跡から二次的に菌が感染し

第1表 長崎県内の露地ビワ産地における果実の腐敗部位 (品種: 茂木種)

腐敗果採取地	調査果数 (果)	腐 敗 部 位					
		果 頂 部 (果) (%)	果実内部 (果) (%)	裂 果 (果) (%)	害虫による食害跡 (果) (%)	日焼け跡 (果) (%)	その他 (果) (%)
J A 長崎からの持ち込み							
長崎市大崎地区	19	7(36.8)	5(26.3)	3(15.8)	0(0)	4(21.1)	0(0)
千々地区	15	11(73.3)	0(0)	0(0)	0(0)	4(26.7)	0(0)
茂木地区	24	6(25.0)	2(8.3)	8(33.3)	2(8.3)	3(12.5)	3(12.5)
三和町川原地区	18	16(88.9)	0(0)	2(11.1)	0(0)	0(0)	0(0)
計	76	40(52.6)	7(9.2)	13(17.1)	2(2.6)	11(14.5)	3(3.9)
現地調査							
長崎市大崎地区	47	21(44.7)	1(2.1)	19(40.4)	2(4.3)	4(8.5)	0(0)
千々地区	42	26(61.9)	4(9.5)	6(14.3)	3(7.1)	2(4.8)	1(2.4)
三和町川原地区	37	22(59.5)	2(5.4)	7(18.9)	2(5.4)	2(5.4)	2(5.4)
計	126	69(54.8)	7(5.6)	32(25.4)	7(5.6)	8(6.3)	3(2.4)
果樹試験場内調査							
大村市	60	29(48.3)	0(0)	27(45.0)	0(0)	4(6.7)	0(0)
合 計	262	138(52.7)	14(5.3)	72(27.5)	9(3.4)	23(8.8)	6(2.3)

第2表 ビワ腐敗果から分離された糸状菌の種類 (品種: 茂木種)

腐敗果採取地	分離菌株数 (株)	分離された糸状菌の種類				
		<i>Pestalotiopsis</i> sp. (株) (%)	<i>C. gloeosporioides</i> (株) (%)	<i>C. acutatum</i> (株) (%)	<i>Alternaria</i> sp. (株) (%)	その他 (株) (%)
J A 長崎からの持ち込み						
長崎市大崎地区	5	3(60.0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(40.0)
千々地区	9	4(44.4)	0(0)	3(33.3)	2(22.2)	0(0)
茂木地区	15	3(20.0)	1(6.7)	0(0)	10(66.6)	1(6.7)
三和町川原地区	17	13(76.5)	0(0)	4(23.5)	0(0)	0(0)
計	46	23(50.0)	1(2.2)	7(15.2)	12(26.1)	3(6.5)
現地調査						
長崎市大崎地区	35	13(37.1)	3(8.6)	15(42.9)	2(5.7)	2(5.7)
千々地区	46	30(65.2)	0(0)	15(32.6)	1(2.2)	0(0)
三和町川原地区	54	16(29.6)	7(13.0)	26(48.1)	5(9.3)	0(0)
計	135	59(43.7)	10(7.4)	56(41.5)	8(5.9)	2(1.5)
果樹試験場内調査						
大村市	26	9(34.6)	8(30.8)	6(23.1)	0(0)	3(11.5)
合 計	207	91(44.0)	19(9.2)	69(33.3)	20(9.7)	8(3.9)

て腐敗しているものもみられた (第1表)。

2. ビワ腐敗果から分離された糸状菌

供試した207果のうち91果からはビワ灰斑病菌である *Pestalotiopsis* 属菌が分離され、全体の44.0%を占めていた。次いで、多犯性の炭疽病菌である *Colletotrichum acutatum* が69果 (33.3%) から分離されたが、ビワ炭疽病

菌である *C. gloeosporioides* は19果 (9.2%) と少なかった。その他に *Alternaria* 属菌も認められた (第2表)。

3. ビワ灰斑病菌 (*Pestalotiopsis eriobotrifolia*, *Pestalotiopsis neglecta*) の種の同定と分離状況

果実から分離された47菌株のうち *P. eriobotrifolia* が32菌株 (68.1%), *P. neglecta* が15菌株 (31.9%) であり、

罹病葉から分離された156菌株では *P. eriobotrifolia* が86菌株 (55.1%), *P. neglecta* が70菌株 (44.9%) と, *P. eriobotrifolia* の分離率がまさっていた。しかし, 果実および罹病葉を採取した場所によって *P. eriobotrifolia* と *P. neglecta* の分離比率がそれぞれ異なっていた (第3表)。

4. ペノミルに対するピワ灰斑病菌の薬剤感受性

果実から分離された47菌株のうち MIC 値 1 ppm 以下の感受性菌が18菌株, MIC 値 100ppm 以下の中等度の低感受性菌が2菌株, MIC 値100ppm を越える低感受性菌が27菌株 (57.4%) であった。一方, 罹病葉から分

第3表 2種のピワ灰斑病菌 *P. eriobotrifolia* および *P. neglecta* の分離状況

分離部位	調査試料採取地	調査菌株数 (株)	<i>P. eriobotrifolia</i>		<i>P. neglecta</i>	
			(株)	(%)	(株)	(%)
腐敗果実	長崎市茂木地区	2	2	100	0	0
	大崎地区	6	4	66.7	2	33.3
	千々地区①	8	8	100	0	0
	三和町川原地区①	13	12	92.3	1	7.7
	三和町川原地区②	7	6	85.7	1	14.3
	大村市 (果試)	11	0	0	11	100
	計	47	32	68.1	15	31.9
	罹病葉	長崎市茂木地区	14	0	0	14
大崎地区		31	13	41.9	18	58.1
千々地区①		34	29	85.3	5	14.7
千々地区②		21	20	95.2	1	4.8
宮摺地区		27	8	29.6	19	70.4
三和町川原地区		23	16	70.0	7	30.0
大村市 (果試)		6	0	0	6	100
計		156	86	55.1	70	44.9

第4表 長崎県内のピワ産地におけるピワ灰斑病菌のペノミルに対する感受性

分離部位	調査試料採取地	調査菌株数 (株)	最小生育阻止濃度 (MIC 値) 別の菌株数					低感受性菌率 (%)
			感受性菌	中等度の低感受性菌		低感受性菌		
			1ppm (株)	10ppm (株)	100ppm (株)	1,000ppm (株)	1,000ppm 以上 (株)	
腐敗果実	長崎市茂木地区	2	1	1	0	0	0	0
	大崎地区	6	0	0	1	1	4	83.3
	千々地区	8	2	0	0	0	6	75.0
	三和町川原地区①	13	0	0	0	0	13	100.0
	三和町川原地区②	7	5	0	0	0	2	28.6
	大村市 (果試)	11	10	0	0	0	1	9.1
	計	47	18	1	1	1	26	57.4
	罹病葉	長崎市茂木地区	14	12	1	0	0	1
大崎地区		31	8	0	7	0	16	51.6
千々地区①		34	27	0	0	0	7	20.6
千々地区②		21	1	0	6	2	12	66.7
宮摺地区		27	18	0	7	0	2	7.4
三和町川原地区		23	19	1	0	1	2	13.0
大村市 (果試)		6	4	0	0	0	2	33.3
計		156	89	2	20	3	42	28.8

第5表 2種のピワ灰斑病菌のペノミルに対する感受性検定

ピワ 灰斑病菌	分離部位	調査菌 株 数 (株)	最小生育阻止濃度 (MIC 値) と阻止された菌株数					低感受性菌率 (%)
			感受性菌	中等度の低感受性菌		低感受性菌		
			1ppm (株)	10ppm (株)	100ppm (株)	1,000ppm (株)	1,000ppm 以上 (株)	
<i>P. eriobotrifolia</i>	腐敗果実	32	8	1	0	0	23	71.9
	罹病葉	76	42	0	5	2	27	38.2
	計	108	50	1	5	2	50	48.1
<i>P. neglecta</i>	腐敗果実	15	10	0	1	1	3	26.7
	罹病葉	62	31	1	15	0	15	24.2
	計	77	41	1	16	1	18	24.7

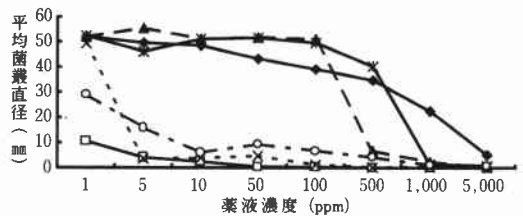
離された156菌株については感受性菌が89菌株、中等度の低感受性菌が22菌株、低感受性菌が45菌株 (28.8%) であった。果実および罹病葉の採取場所によって調査した菌株数が異なるが、いずれも長崎市大崎地区、千々地区、三和町川原地区で低感受性菌が多く認められた (第4表)。また、*P. eriobotrifolia* および *P. neglecta* とも低感受性菌の存在が確認され、調査した全菌株のうち *P. eriobotrifolia* の48.1%、*P. neglecta* の24.7%が低感受性菌であった (第5表)。

5. ペノミル低感受性菌に効果のある薬剤の選抜

ペノミル低感受性である *P. eriobotrifolia* の菌糸生育を最も抑制したのはイミノクタジナルベシル酸塩水和剤で、1ppmでも菌糸生育が抑制され、50ppm以上では菌糸はほとんど伸長しなかった。フルアジナム水和剤 (SC) は5ppmから菌糸生育が抑制されたが、100ppmまでは若干の菌糸生育がみられた。しかし、菌糸生育の進展はイミノクタジナルベシル酸塩水和剤以外の薬剤に比べて極端に遅かった。また、イプロジオン水和剤でも菌糸生育の抑制がみられたが、その効果はイミノクタジナルベシル酸塩水和剤およびフルアジナム水和剤 (SC) より低かった (第2図)。また、菌糸生育の最小生育阻止濃度 (MIC) は、イミノクタジナルベシル酸塩水和剤の効果が最も高く、MIC値のピークは10ppmであった。次いでフルアジナム水和剤 (SC) でMIC値のピークは500ppmであった (第3図)。

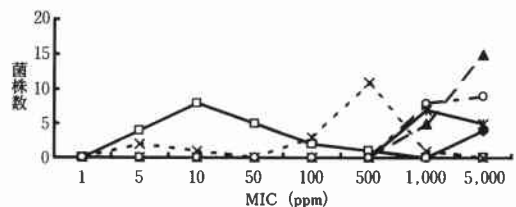
考 察

長崎県における露地ピワの腐敗果から最も多く分離された糸状菌はピワ灰斑病菌である *Pestalotiopsis* 属菌で、逸見³⁾、禰久⁵⁾、森田⁸⁾、野島¹²⁾の報告と同様であった。また、森田⁹⁾は長崎県におけるピワ病害の発生について調査したところ、1980年時点でピワ灰斑病の発生圃場率は62.7%と高く、発病率も1980年に27.7%であっ



第2図 ペノミル低感受性ピワ灰斑病菌 (*P. eriobotrifolia*) に対する各種薬剤の菌糸生育抑制効果

◆ ペノミル □ イミノクタジナルベシル酸塩
▲ 無機銅 -×- フルアジナム
* マンゼブ ○ イプロジオン



第3図 各種薬剤に対するペノミル低感受性ピワ灰斑病菌 (*P. eriobotrifolia*) の感受性頻度分布

◆ ペノミル □ イミノクタジナルベシル酸塩
▲ 無機銅 -×- フルアジナム
* マンゼブ ○ イプロジオン

たものが1989年に72.7%と増加傾向にあることを報告している。すなわち、本県のピワ産地はピワ灰斑病罹病樹の割合が高いために、葉に形成された病斑から多量の分生子が飛散しており、園内における病原菌密度は以前に比べて上昇しているものと思われる。本病の分生子の飛散時期について、禰久⁶⁾は6月上旬～7月中旬が最も多く、飛散が終息するのは10月中旬頃であると報告している。しかし、春葉および夏葉の病斑上に孢子が形成されるのは10月上旬以降で、11月下旬にかけて急速に増加するとしており⁴⁾、野島¹⁴⁾はピワからの *Pestalotiopsis* 属菌の分離頻度は、出蕾期から収穫期にかけて高まる傾

向にあることを示している。また、果実腐敗の発生は収穫前の降雨量との相関が高いとされているが^{8,9)}、この場合、根部から水分を過剰に吸収して生じる裂果跡から二次的に菌が感染して腐敗することは考えられるものの、すでに果実は袋掛けされている状態なので、果頂部に直接感染することは困難である。これらのことから、ビワの開花初期にあたる10月中旬以降に感染したものが果頂部のがく孔内部に潜伏し、果実が成熟するにつれて潜伏感染していた菌が腐敗を引き起こすものと考えられ、このことが果頂部からの腐敗が多かった原因ではないかと推察される。*Pestalotiopsis* 属菌に次いで多く分離されたのはビワ炭疽病菌である *Colletotrichum* 属菌であったが、従来型の *C. gloeosporioides*¹⁰⁾ より、イチゴや他の作物等寄主範囲が広く多犯性で、ベンズイミダゾール系薬剤に耐性である *C. acutatum*¹⁷⁻¹⁹⁾ が優占していることが判明した。

ベンズイミダゾール系薬剤は、ビワ灰斑病菌や炭疽病菌による腐敗果の防除のみならず、これら病原菌の春葉および夏葉への感染を防止する薬剤として使用されてきた。今回実施したペノミルに対する薬剤感受性検定の結果から、MIC 値 1 ppm 以下の感受性菌の他にすべての調査地点で MIC 値 100ppm を越える低感受性菌が存在しており、特にビワ主産地である長崎市大崎地区、千々地区、三和町川原地区で低感受性菌率が高かった。また、これらの低感受性菌の大部分はペノミル 1,000ppm 含有 PDA 培地上でも生育した。これらの産地ではビワ栽培の歴史が長く、ベンズイミダゾール系薬剤の使用頻度が高いために低感受性菌が出現したものと思われる。この低感受性菌の存在がペノミルによる防腐効果の低減に関与している可能性が高く、耐性菌の疑いが強いが、この点については、今後ビワに対する接種試験を行いベンズイミダゾール系薬剤の効力低下の再現を確認した上で判断したい。

ビワ灰斑病菌は *P. funerea*¹⁰⁾ とされているが、野島ら¹³⁾によると分生子の形態が原²⁾や小西⁷⁾が報告したものと GUBA¹⁾が報告したものとは異なるとしている。また、病原性が確認された2種のビワ灰斑病菌が小西⁷⁾の報告と形態的に対応することから、ビワ灰斑病の病原菌として *P. eriobotrifolia* および *P. neglecta* を提案している。今回の試験で長崎県内のビワから分離された *P. eriobotrifolia* および *P. neglecta* は、いずれもペノミルに対する低感受性菌が存在することが判明した。さらにこれら低感受性菌を用いてベンズイミダゾール系薬剤の代替剤を検討した結果、坂口ら¹⁵⁾が報告したイプロジオン水和剤やマンネブ・チオファネートメチル水和剤よりイミノクタ

ジナルベシル酸塩水和剤の方が菌糸生育抑制効果が高く、MIC 値のピークも 10ppm と低濃度であった。

ビワ灰斑病に対する今後の対策は、罹病葉の除去等伝染源の密度低下を図るとともに、果実だけでなく春葉および夏葉への本病原菌の感染防止のため、イミノクタジナルベシル酸塩水和剤を組み込んだ薬剤防除体系の確立が必要である。また、ビワに登録のある薬剤の中で *C. acutatum* に効果の高い薬剤がないので、有効薬剤の選抜と農薬登録の促進を図る必要がある。

以前からビワ果実腐敗の発生生態については数多くの報告があり、市場病害のひとつとして重要視されてきた^{3,7)}。また、薬剤散布や有袋栽培によって腐敗を防止する手段が見出されているにもかかわらず未だに腐敗が多発するということは、防除法や薬剤感受性低下の問題だけでなく、果実からみた病原菌に対する感受性の変化や各品種の特性、出荷から店頭まで並ぶまでの輸送や貯蔵技術の向上など幅広い研究が必要であると思われる。

摘 要

1. 露地ビワの果実腐敗は、果頂部から腐敗しているものが多く、大部分がビワ灰斑病菌 (*P. eriobotrifolia* および *P. neglecta*) であった。
2. ビワ灰斑病菌である *P. eriobotrifolia* と *P. neglecta* の分離比率は、果実および罹病葉とも *P. eriobotrifolia* がまさったが、採取した場所によって *P. eriobotrifolia* と *P. neglecta* の優占種が異なっていた。
3. ビワ灰斑病菌のペノミルに対する薬剤感受性検定を行った結果、MIC 値 1 ppm 以下の感受性菌と MIC 値 100ppm 以下の中等度の低感受性菌および MIC 値が 100ppm を越える低感受性菌の3群に分かれた。低感受性菌率は果実からの分離菌株で57.5%、罹病葉からの分離菌株では28.8%であった。これら低感受性菌は露地ビワの主産地である長崎市大崎地区、千々地区、三和町川原地区で多く認められた。また、*P. eriobotrifolia* および *P. neglecta* とともにペノミルに対する低感受性菌の存在が確認された。
4. ペノミル低感受性の *P. eriobotrifolia* に対して低濃度で菌糸生育を抑制した薬剤はイミノクタジナルベシル酸塩水和剤で、MIC 値のピークは 10ppm であった。

引用文献

- 1) GUBA, E.F. (1961) Harvard Univ. Press: pp.154.
- 2) 原 禎祐 (1916) 果樹病害論: pp.455.
- 3) 逸見武雄 (1930) 農及園 10: 297-317.
- 4) 禮久 保・坂口徳光 (1984) 九病虫研究会報 30: 68-70.
- 5) 禮久 保 (1985) 九病虫研究会報 31: 74-76.
- 6) 禮久 保・坂口徳光 (1987) 九病虫研究会報 33:

- 88-90. 7) 小西全太郎(1937) 植物病害研究 3:137-146.
8) 森田 昭・永野道昭(1986) 九農研 48:157. 9) 森田
昭(1990) 九病虫研会報 36:76-80. 10) 日本植物病理学会編
(1984) 日本有用植物病名目録3 日植防協会:pp.88-90. 11)
日本植物病理学会薬剤耐性菌研究会編(1998) 植物病原菌の薬剤
検定マニュアル 日植防協会:pp.99-101. 12) 野島秀伸・禮
久 保・熊本 修(1995) 九病虫研会報 41:36-42. 13) 野島
秀伸・小林享夫・青木孝之・和泉勝一・坂口徳光(1996) 日植病
報 62:26(講要). 14) 野島秀伸・和泉勝一(1996) 日植病
報 62:643-644(講要). 15) 坂口徳光・禮久 保(1986) 九病
虫研会報 32:86-87. 16) 佐藤昭二・後藤正夫・土井養二
(1983) 植物病理学実験法 講談社サイエンティ
フィック:pp.20-21. 17) 佐藤豊三・植松清次・禮久 保・中村
靖弘(1994) 日植病報 60:339-340(講要). 18) 佐藤豊三・植
松清次・溝口一美・禮久 保・三浦猛夫(1997) 日植病報 63:
16-20. 19) 佐藤豊三(1997) 四国植防研 32:1-19.

(1999年4月30日 受領)