ベノミル剤耐性イチゴ炭そ病菌の出現とその対策

岡山健夫*・中野智彦*・萩原敏弘*

Ken-o OKAYAMA*, Tomohiko NAKANO* and Toshihiro HAGIHARA* :
Effect of Fungicides on a Resistant Strain of Strawberry Anthracnose to Benomyl.

Summary

Seven isolates of *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*) causing strawberry anthracnose obtained in Nara Prefecture and six isolates obtained from laboratories outside of Nara, were examined for their sensitivity to benomyl. Two of the isolates from Nara and four of the isolates from other districts were less sensitive to benomyl than the other isolates. The minimum inhibitory concentration (MIC) values of the compound were above 2,000 ppm.

Subsequently, strawberry plants were artificially inoculated either with resistant isolate or a sensitive isolate, and the effects of pefurazoate were compared with benomyl. Soaking in pefurazoate had a highly protective effect on the plants inoculated with either type of isolates, and was more effective than spraying and dripping. Pefurazoate (1,000 ppm and 400 ppm) was also more effective than benomyl (500 ppm).

Compared with sensitive ones, the resistant isolates were poor in their ability to produce disease symptoms.

When strawberry plants were naturally infected with anthracnose fungus, soaking in pefurazoate (1,000 ppm) or in pyrifenoxy (50 ppm) for each 5 min. was effective as soaking in benomyl.

結 言

近年、イチゴ炭そ病は女峰、とよのか、アイベリーなどの品種に多発し、全国のイチゴ産地で問題になっている。本病の薬剤防除については、ダイホルタン、TPN、プロピネブ、トリアジン、マンゼブ、ポリカーバメート、キャブタン、スルフェン酸系、グアザチン・ポリオキシシンなどが有効であるが、発病後の散布では効果が低く、予防散布が重要とされている¹³⁾⁵⁾²⁾。筆者は⁹⁾¹⁰⁾、この他にベノミル、トリフルミゾール、ピテルタノール、有機銅の散布が有効であることを明らかにし、プロピネブ、有機銅、キャブタン、トリフルミゾールは1週間程度しか効果が持続しないのに対して、ベノミル水和剤の効果が長期間、持続することを報告した。さらに、ベノミル水和剤は発病株や保菌株に対しても有効で、株浸漬や灌注による防除試験を進めてき

た。しかし、手塚ら¹²⁾によりベノミル剤耐性菌の出現が明らかにされ、効力の低下が報告されている。

そこで、本研究ではイチゴ炭そ病菌のベノミル剤感受性を検定し、耐性菌に対する有効薬剤の検索と防除効果及び使用方法を検討した。その結果、防除効果の高い薬剤とその使用方法について知見が得られたので報告する。

なお、本研究を行うに当たり、イチゴ炭そ病の菌株を分譲頂いた栃木県農業試験場中山喜一氏、静岡県農業試験場手塚信夫博士(現農林水産省野菜茶業試験場)、愛知県農業総合試験場廣田耕作氏、福岡県農業総合試験場池田弘氏、野菜茶業試験場久留米支場野村良邦氏(現富山県花き試験場)、長崎県総合農林試験場松尾和敏氏に深謝の意を表する。

*奈良県農業試験場 Nara Agricultural Experiment Station, Kashiwara, Nara 634, Japan

1991年2月9日受理

実験材料及び方法

ベノミル水和剤に対するイチゴ炭そ病菌の感受性検定

供試菌株は県内から分離した7菌株と県外の研究機関からの分譲菌6菌株の計13菌株を用いた(第1表)。県内の菌株は奈良Ⅰ菌(1978年に「麗紅」から分離)、奈良Ⅲ菌(1987年、「女蜂」)、奈良Ⅴ菌(1990年、「とよのか」)、大和郡山市矢田(1990年、「女蜂」)、天理市和爾(1990年、「女蜂」)、橿原市四条町(1989年、「女蜂」)から分離した菌株を用い、県外の菌株は栃木、静岡、愛知、福岡、長崎の各県農業試験場及び野菜・茶業試験場久留米支場において分離された菌株を供試した。ベノミル水和剤の4,000, 2,000, 1,000, 500, 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.13, 1.56 ppmを加えたPSA培地上に菌株の寒天ディスクをのせて28°Cで培養し、4日後に菌糸伸長を調査した。

ベノミル耐性及び感性のイチゴ炭そ病菌に対する薬剤の防除効果

ベノミル耐性菌2菌株(奈良Ⅰ菌及び奈良Ⅴ菌)、感性菌1菌株(奈良Ⅲ菌)を用い、ショ糖加用ジャガイモ煎汁液体培地で25°C, 10日間振とう培養した。この菌液をガーゼで濾過し、 10^6 孢子/mlに調製した孢子懸濁液を株当たり10 ml噴霧接種し、28°Cの湿室に2日間保った。その後、30°Cの人工気象器内に3日間置いたのち、鉢植え株全体をベノミル水和剤1,000倍、ペフラゾエート水和剤200倍液に5分間浸漬し、気温30°C, 湿度90%の人工気象器内に維持した。処理時の薬液の温度は28°Cとし、処理当たり8株を供試した。発病調査は処理3週間後に株当たり15小葉、上位5葉柄について発病の有無及び葉害を調査し、発病小葉率、発病葉柄率、萎ちょう株率、枯死株率を算出した。

ペフラゾエート水和剤の処理濃度及び処理方法

ペフラゾエート水和剤を用い、薬剤の希釈倍率及び処理方法と防除効果の関係を調査した。供試したイチゴは品種「女蜂」を用い、1990年11月9日に炭そ病の孢子懸濁液(孢子密度 10^6 孢子/ml)を株当たり10 ml噴霧接種し、30°Cの湿室に24時間置いて感染を促した。薬剤の希釈倍率は200倍, 500倍, 1,000倍の3濃度の薬液で処理した。処理方法は株浸漬、灌注、散布の計3処理を比較検討した。株浸漬は鉢植えした接種感染株をペフラゾエート水和剤の薬液に5分間浸漬し、灌注は直径10.5 cmの鉢当たり薬液20 mlを株全体に注ぎ、散布は鉢当たり10 mlを手動式噴霧器で行った。対照薬剤としてベノミル水和剤1,000倍液を用い、薬液に5分間、株浸漬した。薬剤処理後の株は気温30°C, 湿度90%の人工気象器内に置いた。薬剤処理には1処

理当たり5株を用い、葉害調査のために健全株2株を供試した。

発病調査は薬剤処理11日後、23日後に株当たり9小葉及び上位4葉柄の発病、枯死株数、葉害を調査し、発病小葉率、発病葉柄率、枯死株率を算出した。

自然発病株に対する薬剤の株浸漬による防除効果

供試薬剤と濃度はペフラゾエート水和剤200倍液、ピリフェノックス水和剤1,000倍液、フェナリモール水和剤1,000倍液、ピテルタノール水和剤1,000倍液、トリフルミゾール水和剤1,000倍液、キャプタン水和剤500倍液、トリシクラゾール粒剤0.5 g/鉢、ピロキロン粒剤0.5 g/鉢、ベノミル水和剤1,000倍液の計9薬剤を用いた。

薬剤の処理方法は、鉢植えしたイチゴ炭そ病の自然発病株(処理当たり5株)と健全株(同じく2株)を用い、鉢全体を供試薬剤の薬液に5分間浸漬し、ガラス室に置いた。1990年10月5日に薬剤処理を行い、7日後に枯死株数及び葉害を調査した。

実験結果

1. ベノミル水和剤に対するイチゴ炭そ病菌の感受性検定結果

ベノミル水和剤耐性のイチゴ炭そ病菌は、県内の分離菌株7菌株のなかから2菌株が発見された。これらの耐性菌株のうち奈良Ⅰ菌はベノミル水和剤の1,000 ppmの培地上で菌糸が生育し、他の耐性菌株は2,000 ppmで生育した。県内の耐性菌株のうち奈良Ⅰ菌は1978年に「麗紅」から分離し、奈良Ⅴ菌は1990年に「とよのか」から分離した菌株である。他場所からの分譲菌は6菌株中4菌株が耐性菌であった(第1表)。

2. ベノミル水和剤耐性及び感性のイチゴ炭そ病菌に対する薬剤の防除効果

ベノミル感性菌を接種した感染株に対し、ベノミル水和剤、ペフラゾエート水和剤はともに防除効果が高く、ペフラゾエート水和剤はベノミル水和剤よりも小葉及び葉柄の発病や枯死株が少なく高い防除効果が認められた。

耐性菌の奈良Ⅰ菌を接種した感染株に対して、ペフラゾエート水和剤はベノミル水和剤よりも発病が少なく防除効果が認められ、耐性菌の奈良Ⅴ菌を接種した感染株に対しても同様に、葉及び葉柄の発病が減少し、萎ちょう枯死株がなく、防除効果が認められた。

一方、ベノミル水和剤は耐性菌の奈良Ⅴ菌を接種した感染株に対して葉及び葉柄の発病が激しく、効果が認められなかったが、耐性菌の奈良Ⅰ菌接種感染株に対しては防除効果が認められ、培地上での感受性と異なった。

第1表 ベノミル剤に対するイチゴ炭そ病菌の感受性検定結果^{a)}

供試菌株 分離場所	年次	ベノミルの濃度 (ppm)											
		4,000	2,000	1,000	200	100	50	25	12.5	6.25	3.13	1.56	0
奈良Ⅰ	1978	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
奈良Ⅲ	1987	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
奈良Ⅴ	1990	—	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
矢田	1990	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
天理市和爾	1990	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
奈良市砂茶屋	1990	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
橿原市四条町	1989	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
栃木	1988	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
静岡	1989	—	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
愛知	1990	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
福岡	1988	—	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
久留米	1988	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
長崎	1990	—	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

^{a)} 培養温度28℃、培養時間96時間、+：培地上で菌糸が伸長する

—：培地上で菌糸が伸長しない、±：培地上で菌糸がわずかに生育する

第2表 ベノミル剤耐性、感性のイチゴ炭そ病菌接種株に対する薬剤の防除効果

接種菌株 薬剤名	ベノミル 感受性	処理濃度 (倍率)	発病小 葉率%	発病葉 柄率%	萎ちよう株 率%	枯死株 率%	薬害 ^{a)}
奈良Ⅰ菌 耐性菌							
ベノミル		1,000	20.0	20.0	0.0	0.0	±
ペフラゾエート		200	15.0	10.8	0.0	0.0	±
水浸漬		—	50.0	54.2	0.0	37.5	
奈良Ⅴ菌 耐性菌							
ベノミル		1,000	30.0	33.3	25.0	12.5	±
ペフラゾエート		200	17.5	10.8	0.0	0.0	±
水浸漬		—	25.0	17.5	12.5	0.0	
奈良Ⅲ 感性菌							
ベノミル		1,000	42.5	40.0	0.0	37.5	±
ペフラゾエート		200	42.5	38.3	12.5	12.5	±
水浸漬		—	88.6	90.5	0.0	85.7	

^{a)} ±：新葉の縁に褐変が認められる。

供試した3菌株は接種時の孢子密度を 10^5 /mlの濃度で接種したところ、発病小葉率や発病葉柄率、枯死株率が菌株間で明らかに異なり、感性菌による病徴は激しく、これに比べて耐性菌の接種による発病率は低かった。

なお、ベノミル及びペフラゾエート水和剤の処理株の一部に新葉の葉緑が褐変する株が認められた(第2表)。

3. ペフラゾエート水和剤の処理方法及び処理濃度とイチゴ炭そ病の防除効果の関係

接種感染株を用いて試験を行った結果、ペフラゾエート水和剤は200倍液の株浸漬処理による防除効果が最も高く、500倍液の株浸漬や200倍液の散布も有

効であった。これらの処理濃度、方法はベノミル水和剤の1,000倍液の株浸漬よりも効果が高かった。薬液の希釈倍率はいずれの処理法も200倍液の効果が高く、低濃度になるほど小葉や葉柄の発病が増加し効果が低下した。処理方法について同一濃度では株浸漬が最も効力が高く、灌注や散布も有効であり、灌注と散布処理の間には防除効果に差がなかった。いずれの処理も薬害は認められなかった(第3表)。

4. 自然発病株に対する薬剤の株浸漬による防除効果

薬剤処理前の供試株はガラス室内においてすべての葉に激しい病斑が現れ、数日後には枯死する状態であった。このような自然発病の仮植苗に対して、ペフラゾエート水和剤200倍液、ピリフェノックス水和剤

1,000 倍液は 5 分間株浸漬によって、ベノミル水和剤 1,000 倍の 5 分間浸漬と同等あるいは高い防除効果が認められた。これらの薬剤に浸漬した株はその後の生育も良く、新たに出葉した葉に病斑は認められなかった。フェナリモール水和剤、トリフルミゾール水和剤、ピテルタノール水和剤、キャプタン水和剤の処理では無処理よりも枯死株が減少したが、ベノミル水和剤に比較して防除効果がやや劣った。トリシクラゾール粒剤、ピロキロン粒剤の処理は防除効果が認められなかった。なお、いずれの薬剤も葉害は認められなかった (第 4 表)。

考 察

イチゴ炭そ病は育苗圃でランナーや子苗の枯死を起こし、感染株をハウス内に定植すると萎ちょう枯死株が多発して大被害を招くイチゴの重要病害である。このため、薬剤防除について多数の試験例²⁾⁵⁾⁸⁾¹²⁾¹³⁾があるが、有効な散布薬剤の多くは発病後に散布しても効果が低く、予防散布が重要である。しかも、効果の

持続期間が短く、十分な効果を期待するためには散布を頻繁に繰り返す必要がある¹⁰⁾。筆者は⁷⁾⁹⁾ベノミル水和剤が散布だけでなく、発病株や接種感染株にも効果があり、株浸漬や株元への土壤灌注処理が有効であることを報告した。また、本剤の使用法を検討した結果、1,000 倍液あるいは 2,000 倍液の 5 分間株浸漬が有効で、葉害の発生する恐れのある高温時には低濃度使用を推めてきた。石川ら³⁾⁴⁾も同様に、本病の感染株に対してベノミル水和剤の浸漬処理が有効とし、予防効果及び治療的效果を報告している。

一方、HORN¹⁾、山本¹³⁾及び筆者⁷⁾は本病の保菌株が伝染源になることを指摘し、筆者¹¹⁾は無病徴感染株を人為的に高温多湿条件に遭遇させることによって保菌株を検定することができることを報告した。このような外観上は判別がつかない保菌株に対してベノミル水和剤の浸漬処理が有効であり、これまでに農業登録のための防除効果及び葉害に関する試験を続けてきた。しかし、手塚ら¹²⁾はベノミル水和剤の防除効果が劣るイチゴ炭そ病菌株を発見し、ベノミル剤に対する耐性

第 3 表 ペフラゾエート水和剤の処理方法とイチゴ炭そ病の防除効果の関係

供試薬剤	処理方法	濃度 (倍)	薬剤処理 11 日後		薬剤処理 23 日後			
			発病小 葉率%	発病葉 柄葉%	発病小 葉率%	発病葉 柄葉%	枯死株 率%	葉害
ペフラゾエート	株浸漬	200	4	0	2	0	0	—
ペフラゾエート	株浸漬	500	16	0	9	5	0	—
ペフラゾエート	株浸漬	1,000	31	10	33	15	0	—
ペフラゾエート	灌注	200	13	0	20	15	0	—
ペフラゾエート	灌注	500	31	10	31	15	0	—
ペフラゾエート	灌注	1,000	24	5	18	5	0	—
ペフラゾエート	散布	200	4	0	7	5	0	—
ペフラゾエート	散布	500	18	5	22	15	0	—
ペフラゾエート	散布	1,000	29	30	38	30	20	—
ベノミル水和剤	株浸漬	1,000	11	0	13	5	0	—
無 処 理			36	20	58	45	20	
病原菌無接種処理			0	0	0	0	0	

第 4 表 イチゴ炭そ病の自然発病株に対する株浸漬の防除効果

供 試 薬 剤	使用濃度	供試株数	枯死株数	葉 害
ペフラゾエート水和剤	200 倍液	5	0	—
ピリフェノックス水和剤	1,000 倍液	5	1	—
ベノミル水和剤	1,000 倍液	5	1	—
フェナリモール水和剤	1,000 倍液	5	3	—
トリフルミゾール水和剤	1,000 倍液	5	3	—
ピテルタノール水和剤	1,000 倍液	5	3	—
キャプタン水和剤	500 倍液	5	3	—
トリシクラゾール粒剤	0.5 g/鉢	5	4	—
ピロキロン粒剤	0.5 g/鉢	5	4	—
無 処 理	—	5	4	

菌が静岡県下で高率に出現していることを明らかにした。

そこで、県内及び県外の菌株を用いてベノミル剤に対する感受性を検定した結果、県内の2菌株及び静岡、愛知、福岡、長崎からの分譲菌株が耐性菌であることが明らかになった。長崎菌については松尾⁹⁾がベノミル水和剤に対して高度の耐性を持つことを報告しており、本試験の結果と一致した。このほか、ベノミル耐性菌は栃木県や九州地域に広く存在していることが明らかにされており、耐性菌株が全国的に出現していると推察される。

耐性菌に対する有効薬剤の効果を調査した結果、ペフラゾエート水和剤の株浸漬はベノミル耐性菌接種株の葉の発病や枯死株の発生を抑えた。本剤はベノミル剤感性菌に対してもベノミル水和剤以上に効果が高く、ベノミル水和剤の代替薬剤として十分に使用できると考えられる。

供試したベノミル耐性菌2菌株のうち1菌株に対してはベノミル水和剤の効果が全く認められなかったが、他の1菌株に対しては防除効果が認められ、培地上での感受性検定結果とは必ずしも一致しなかった。また、ベノミル耐性菌の病原性が感性菌に比べて弱い傾向を認めた。薬剤感受性と防除効果の関係、あるいは耐性菌と感性菌の病原性について今後さらに検討する必要がある。

自然発病株に対する防除効果は、ペフラゾエート水和剤の効果が最も高く、ピリフェノックス水和剤もベノミル水和剤と同等の効果を示した。これらの薬剤はいずれもエルゴステロール合成阻害剤であり、馬鹿苗病やうどんこ病の有効薬剤として農業登録されている。この種類の薬剤についてはこれまでに石川⁴⁾や筆者⁸⁾がピテルタノール水和剤の株浸漬がイチゴ炭そ病に有効であることを報告しているが、石川は500倍、10分間浸漬では葉害が生じるとしている。ペフラゾエート水和剤はピテルタノール水和剤よりも効果が高く、ベノミル水和剤と同様に株浸漬、灌注、散布処理のいずれの方法も有効であり、発病株に対して高い治療効果があるので保菌株に対する効果が期待できる。しかし、これらの薬剤もベノミル剤と同様に耐性菌が出現する恐れがあり、処理方法については散布剤としての使用を控え、効果の高い株浸漬を最優先し、植え付け前に処理できなかった場合にのみ灌注処理で使用するなど、使用場면을制限すべきであると考ええる。

なお、本試験の一部でペフラゾエート、ベノミル両

剤の処理株に葉害を認めたが、その後展開した葉に異常は認められず、実用上支障がないと考えられる。しかし、本試験では鉢植え株を処理しており、移植時の活着あるいは高温時の処理に対する影響について今後調査する必要がある。

摘 要

1. ベノミル剤の耐性菌を検定した結果、県内の菌株のなかで2菌株、県外の菌株6菌株のうち4菌株が耐性菌であった。
2. ペフラゾエート水和剤はベノミル剤感性菌、耐性菌のいずれの接種感染株にも高い防除効果を認めた。耐性菌は感性菌に比較して病原性が低下する傾向を認めた。
3. ペフラゾエート水和剤200倍の5分間株浸漬は、ベノミル1,000倍液の株浸漬に比較して防除効果が高く、500倍液の浸漬においてもベノミル剤と同等の防除効果を示した。
4. イチゴ炭そ病の自然発病株に対する防除効果を調査した結果、ペフラゾエート水和剤200倍、ピリフェノックス水和剤1,000倍液の5分間株浸漬は、ベノミル水和剤1,000倍と同等または勝る効果があることが明らかになった。

引 用 文 献

- 1) Horn, N. I. and R. G. Carver (1968) *Pytopathology* 58: 540-541.
- 2) 池田 弘 (1987) 九病虫研会報 33: 73-75.
- 3) 石川成寿・中山喜一・大兼善三郎 (1988) 関東病虫研報 35: 85-86.
- 4) 石川成寿・中山喜一・大兼善三郎 (1989) 関東病虫研報 36: 88-89.
- 5) 木曾 皓・野村良邦 (1984) 日植病報 50: 105 (講要).
- 6) 松尾和敏 (1990) 九病虫研会報 36: 41-45.
- 7) 岡山健夫 (1988) 植物防疫 42: 559-563.
- 8) 岡山健夫 (1989) 奈良農試研報 20: 79-86.
- 9) 岡山健夫 (1989) 関西病虫研報 31: 59.
- 10) 岡山健夫 (1990) 関西病虫研報 32: 77.
- 11) 岡山健夫 (1990) 日植病報 (講要) (印刷中).
- 12) 手塚信夫・牧野孝宏 (1989) 関東病虫研報 36: 92-94.
- 13) 山本 勉 (1971) 植物防疫 25: 61-64.