

リンゴ黒星病感染葉へのエルゴステロール生合成阻害剤
散布による発現病徴の経時的变化

新 谷 潤 一・藤 田 孝 二

(青森県りんご試験場)

Chronological Changes of Apple Scab Lesions
Caused by Postinfection Applications of Ergosterol
Biosynthesis-Inhibiting Fungicides

Jun-ichi ARAYA and Koji FUJITA

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori, 036-03, Japan

目 次

I 緒 言	3
II 材料及び方法	3
1. EBI 剤散布とリンゴ黒星病の発現病徴及び分生子形成	3
(1) EBI 剤の散布時期とリンゴ黒星病発現病徴及び分生子形成	3
(2) 各種 EBI 混合剤の散布とリンゴ黒星病の発現病徴	3
(3) EBI 剤散布によるリンゴ黒星病発現病徴の品種間差異	4
2. EBI 剤の散布と落葉の発生	4
III 結 果	5
1. EBI 剤散布とリンゴ黒星病の発現病徴及び分生子形成	5
(1) EBI 剤の散布時期とリンゴ黒星病発現病徴及び分生子形成	5
(2) 各種 EBI 混合剤の散布とリンゴ黒星病の発現病徴	8
(3) EBI 剤散布によるリンゴ黒星病発現病徴の品種間差異	9
2. EBI 剤の散布と落葉の発生	9
IV 考 察	10
V 摘 要	11
引 用 文 献	12
Summary	13
写 真	15

I 緒 言

青森県では1993年にリンゴ黒星病が全県的に多発した(3)。この発生でみられた大きな特徴は、従来から発生している典型的な黒星病斑に加えて、斑点落葉病に類似した褐色病斑や落葉が多かったことである(Photographs 1, 2)。黒星病による褐色病斑は1984年に青森県三戸町及び田子町で認められているが(2)、発生原因は明らかにされていない。また、このような症状が全県的にみられたのは1993年が初めてである。近年、青森県では本病防除のためにエルゴステロール生成阻害剤(以下EBI剤)が広く使用されており、1993年の黒星病多発期にも多用された。EBI剤を散布すると褐色の壊死斑点や分生子形成を伴わない赤褐色斑点が発現することが観察されており(8)、このような病斑は一般に

治癒型病斑と呼ばれている。1993年に本県で発生した症状もこれに類似する。しかし、その症状は一様でなく、黒星病を診断するうえで混乱をきたしている。治癒型病斑の病徴の違いは、感染葉に対するEBI剤散布のタイミングによって生じたと考えられるが、実験的には未だ証明されていない。著者らは青森県で発生した褐色病斑及び落葉の発生とEBI剤との関係を明らかにするための試験を1993年から3年間にわたり行った。その結果を報告する。

本稿を取りまとめるにあたって、青森県りんご試験場病虫肥料部長関田徳雄博士より有益なご助言を頂いた。また、弘前大学農学部教授原田幸雄博士には本稿を校閲して頂いた。ここに深謝の意を表する。

II 材 料 及 び 方 法

1. EBI 剤散布とリンゴ黒星病の発現病徴及び分生子形成

(1) EBI 剤の散布時期とリンゴ黒星病発現病徴及び分生子形成

ポット植えの1年生‘ふじ’を供試し、1993年6月21日に1樹につき3本の新梢を対象として先端から展開5枚目までの葉にラベルを付け、自然発病病斑から採取した黒星病菌分生子懸濁液(孢子濃度 2.3×10^8 個/ml)をガラス製噴霧器を用いて葉が濡れる程度に噴霧接種した。接種後直ちに温度18°C、相対湿度90%の接種箱に入れ、48時間静置した。その後は野外に移し、接種3日後の6月24日から3日間隔で7月6日まで、それぞれ1本の供試樹にフェナリモール水和剤2,000倍(有効成分濃度60 μ g/ml)を散布し、その後の病斑の症状を接種43日後まで観察した。

また、病斑上の分生子形成量を下記の方法で調査した。接種45日後の8月5日に、発病部か

ら病斑片を直径5mmのコルクボーラーで打ち抜き、これを各区50個ずつ試験管に入れて、殺菌水5mlを加え、振とう機(ヤマト製タッチミキサー;モデルMT-11)で10秒間振とう後、トーマの血球計算盤で分生子濃度を3回計測し平均値を求めた。さらに、分生子懸濁液を素寒天平面に流し込み、温度20°C、白色蛍光灯照明下に24時間静置した後、分生子の発芽率を調査した。

(2) 各種 EBI 混合剤の散布とリンゴ黒星病の発現病徴

ポット植えの5年生‘ふじ’を供試し、1994年6月14日と6月29日の2回、下記の供試薬剤(EBI剤と他殺菌剤との混合剤:以下EBI混合剤)をそれぞれ散布し、野外に置いた。これらの供試樹に、6月17日と6月24日の2回、黒星病菌分生子懸濁液をガラス製噴霧器で接種した。接種は野外で降雨前日の曇天日に行い、特別な保湿処理はしなかった。接種に用いた分生

子は自然発病病斑から採取したものであり、胞子濃度は6月17日では 1×10^5 個/ml、6月24日では 2×10^4 個/mlとした。7月12日に伸長中の新梢の展開第4位葉以下を対象として発病葉率を調査した。また、その後の治癒型病斑の症状を7月13日から7月30日まで観察した。

供試薬剤：

ジラム(50%)・チウラム(30%)・フェナリ
モル(1.8%)水和剤 600倍

ジラム(40%)・チウラム(24%)・ピテルタ
ノール(4%)水和剤 600倍

ジラム(32%)・チウラム(40%)・トリフル
ミゾール(8%)水和剤 1,000倍

ジラム(37.5%)・チウラム(22.5%)・ピリ
フェノックス(2%)ドライフロアブル 750
倍

マンゼブ(65%)・マイクロブタニル(2%)水和
剤 500倍

マンゼブ(75%)水和剤 600倍(対照薬剤)

(3) EBI 剤散布によるリング黒星病発現病
徴の品種間差異

ポット植えの3～7年生‘陸奥’、‘北斗’、‘ふじ’、‘紅玉’、‘スターキング・デリシャス’を供試し、1994年6月15日に新梢の先端から展開5枚目までの葉にラベルを付け、黒星病菌分生子懸濁液をガラス製噴霧器を用いて葉が濡れる程度に噴霧接種した。なお、接種に用いた分生子は自然発病病斑から採取したものであり、胞子濃度は 2.0×10^5 個/mlとした。接種後直ちに温度 18°C 、相対湿度90%の接種箱に入れ、48時間静置した。その後は野外に移し、接種6日後の6月21日にフェナリモル水和剤3,000倍を散布し、その後の病斑の症状を接種40日後まで観察した。調査は各区1樹2～5新梢、1新梢5葉を対象とした。

2. EBI 剤の散布と落葉の発生

1993年から1995年まで以下の方法によって3年間の反復試験を行った。

1993年：ポット植えの1年生‘ふじ’を供試し、1993年6月21日に新梢の先端から展開5枚目までの葉にラベルを付け、黒星病菌分生子懸濁液をガラス製噴霧器を用いて葉が濡れる程度に噴霧接種した。接種した分生子は自然発病病斑から採取したものであり、胞子濃度は 2.3×10^5 個/mlとした。接種後直ちに温度 18°C 、相対湿度90%の接種箱に入れ、48時間静置し、その後は野外に移した。接種9日後及び接種19日後の2回散布区(第1区)、接種12日後及び接種22日後の2回散布区(第2区)、さらに接種15日後及び接種25日後の2回散布区(第3区)を設け、それぞれフェナリモル水和剤2,000倍を散布した。各区1樹3新梢、1新梢5葉を対象として、その後の症状を接種43日後まで観察した。

1994年：ポット植えの2年生‘ふじ’を供試し、1994年7月5日に1993年の試験と同様に接種した。ただし、分生子濃度は 2.1×10^5 個/mlとした。温度 18°C で48時間保湿した後、野外に移し、Table 1 に示した散布設計に従って接種6日後から接種22日後まで供試薬剤を散布し、その後の症状を接種30日後まで1993年の試験と同様の方法で観察した。

1995年：ポット植えの3年生‘ふじ’を供試し、1995年6月14日に1993年の試験と同様に接種した。ただし、分生子濃度は 5.6×10^5 個/mlとした。温度 18°C で48時間保湿した後、野外に移し、Table 1 に示した散布設計に従って接種6日後から接種22日後まで供試薬剤を散布し、その後の症状を接種37日後まで1993年の試験と同様の方法で観察した。

Table 1. Experimental design^u to clarify the effects of application of EBI fungicides following conidial inoculation^v with *Venturia inaequalis* upon the defoliation of apple leaves.

Year	Exp. plot	Time of fungicide application in days after inoculation					
		6	9	12	16	19	22
1994	1	F ^w	— ^x	—	F	—	—
	2	F	—	—	M ^y	—	—
	3	F	—	—	ZT ^z	—	—
	4	—	F	—	—	F	—
	5	—	F	—	—	ZT	—
	6	—	—	F	—	—	F
	7	—	—	—	—	—	—
1995	1	F	—	—	F	—	—
	2	F	—	—	M	—	—
	3	F	—	—	ZT	—	—
	4	—	F	—	—	F	—
	5	—	F	—	—	M	—
	6	—	F	—	—	ZT	—
	7	—	—	F	—	—	F
	8	—	—	—	—	—	—

^u : Potted apple trees cv. Fuji were incubated at 18°C for 48hr immediately after inoculation with a conidial suspension. They were then treated with various fungicides on different days after inoculation. Inoculations were made on July 5 and June 14 in 1994 and 1995, respectively.

^v : Concentration of conidial suspension : 2.1×10^5 /ml of water in 1994 and 5.6×10^5 /ml in 1995, respectively.

^w : Fenarimol (12.0% WP) at a rate of 40 μ g a.i./ml.

^x : No application.

^y : Mancozeb (75.0% WP) at 1,250 μ g a.i./ml.

^z : A mixed compound of ziram (50.0% WP) and thiram (30.0% WP) at 1,333 μ g a.i./ml.

III 結 果

1. EBI 剤散布とリンゴ黒星病の発現病徴及び分生子形成

(1) EBI 剤の散布時期とリンゴ黒星病発現病徴及び分生子形成

分生子接種後の日数を変えてフェナリモル水和剤を散布した時発現した病斑を5つの症状に分類して、それらの発現頻度を経時変化として Table 2 に示した。

黒星病の発病は接種12日後からみられた。典型的な黒星病斑（以下普通病斑：T）のほかに発現した治癒型病斑を大別すると、紫褐色の病斑（以下紫褐色病斑：V）、斑点落葉病に似た褐色の病斑（以下褐色病斑：B）、黒～暗褐色の壊

死病斑（以下壊死病斑：D）があり、これらの病斑周縁部にクロロシス（ch）を伴う場合もあった。

接種3日後に散布した区では、発病が少なかった。発病した病斑は紫褐色病斑で止まるものが多く、進行しても褐色病斑で止まった（Photographs 3A～C）。

接種6日後に散布した区では、初め紫褐色病斑となり、その後褐色病斑へと進行した（Photographs 4A～C）。

接種9日後に散布した区では、紫褐色病斑から褐色病斑、壊死病斑へと進行した（Photographs 5A～C）。

Table 2. Chronological changes in the incidence(%)^w of unusual scab lesions with different symptoms that were produced by fenarimol application on inoculated apple leaves^x.

Days of fenarimol application after inoculation ^y	Type of symptom	Days after inoculation								
		13	16	18	22	25	28	32	38	43
3	— ^z	67	67	60	53	53	53	53	53	53
	ch	27	27	27	20	20	20	20	20	20
	V	33	33	40	47	47	47	47	47	47
	B	0	0	0	13	13	20	20	20	20
	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	—	13	0	0	0	0	0	0	0	0
	ch	73	80	80	80	80	80	80	80	80
	V	87	100	100	100	100	100	100	100	100
	B	0	0	7	67	73	73	73	73	73
	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	—	13	7	7	0	0	0	0	0	0
	ch	87	53	80	87	80	80	80	80	80
	V	0	33	73	93	93	93	93	93	93
	B	0	0	0	40	40	40	40	40	40
	D	0	0	27	47	47	47	47	47	47
	T	0	87	7	0	0	0	0	0	0
12	—	20	13	13	7	0	0	0	0	0
	ch	60	7	13	67	60	40	20	20	20
	V	0	13	0	73	73	67	67	67	67
	B	0	0	0	40	40	53	53	53	53
	D	0	0	20	47	60	60	60	60	60
	T	20	80	80	13	13	7	7	7	7
15	—		7	0	0	0	0	0	0	0
	ch		7	0	0	0	0	0	0	0
	V		0	13	27	27	53	60	60	60
	B		0	0	13	13	20	20	20	20
	D		0	13	40	40	40	40	40	40
	T		87	100	100	100	80	67	67	67
No application	—		0	0	0	0	0	0	0	0
	ch		7	0	0	0	0	0	0	0
	V		0	0	33	27	27	27	27	27
	B		0	0	0	7	7	7	7	7
	D		0	0	27	47	53	53	53	53
	T		100	100	100	100	100	100	100	100

^w : When two or more types of lesion occur in the same leaf, total incidence exceeds 100%.

^x : Potted apple trees cv. Fuji were incubated at 18°C for 48hr immediately after inoculation with a conidial suspension. They were then treated with fenarimol on different days after inoculation.

^y : Inoculation was made on June 21. The concentration of the conidial suspension was 2.3×10^5 /ml of water.

^z : —, leaves apparently healthy with no symptom; ch, all types of lesions accompanied with chlorosis; V, violet brown; B, brown; D, necrotic dark; and T, typical apple scab lesion.

Table 3. Amount and viability of conidia of *Venturia inaequalis* on unusual lesions that were produced after the application of fenarimol on inoculated apple leaves.

Type of symptom ^w	Amount of conidia ($\times 10^4$ /ml water) ^x	Germinability (% conidia) ^y (No. examined)	Germ tube length ^z	
			1 <	1 >
Violet brown	0.3	36.7 (150)	30.0	6.7
Brown	0.7	23.4 (90)	15.6	7.8
Apparently typical	11.7	—	—	—
Typical (control)	68.3	66.7 (90)	58.7	8.0

w : Lesions with 'violet brown' and 'brown' were produced by fenarimol application before any sign of scab lesion appeared, while 'apparently typical' lesions were those treated with fenarimol a few days after scab lesions appeared and 'typical' lesions were normal scab lesions without fenarimol treatment.

x : Fifty leaf-disks, which were 5 mm in diameter cut off from the lesion, were kept in a test tube with 5 ml sterilized distilled water, shaking the test tube for 10 seconds. Conidia in the resultant suspensions were counted using a haemocytometer.

y : Conidia were germinated for 24 hr on water agar at 20°C under continuous fluorescent light (1,000 lux).

z : The germinated conidia were categorized into two classes according to the relative length of the germ tube, i.e., equal to or longer than the conidium length (1 <) or shorter than the conidium length (1 >).

Table 4. Effect of postinfection application of EBI fungicide^w mixtures on the symptoms of apple scab lesions.

Exp. plot	EBI fungicide mixture ^x	Incidence ^y of leaves with lesion (%)		Chronological changes of lesion			
		Typical	Unusual ("cured")	13/7	18/7	21/7	30/7
1	Ziram·thiram·fenarimol	0.9	4.6	V ^z , B	V, B	V, B	V, B
2	Ziram·thiram·bitertanol	0	6.8	V, B	V, B	V, B	B, V
3	Ziram·thiram·triflumizol	1.1	5.6	V, T	V, T, B	V, B, T	V, B, T
4	Ziram·thiram·pyrifenoxy	0	8.8	V, B	V, B	V, B	V, B
5	Mancozeb·microbutanil	0	4.4	V, B	V, B	V, B	V, B
6	Mancozeb	8.4	0	T	T	T	T
7	Untreated (Control)	30.5	0	T	T	T	T

w : Ergosterol biosynthesis-inhibiting fungicide

x : Fungicide application on June 14 and 29; inoculation with conidia on June 17 and 24.

y : Investigated on July 12.

z : For explanation of symptom types, see Table 2.

Letters V, B and T are arranged in decreasing order of frequency.

接種12日後は発病初期に相当したが、この時期に散布した区では、初期症状は普通病斑と区別がつかなかった。この病斑は後に紫褐色病斑、褐色病斑、壊死病斑へと進行した (Photographs 6A~C)。また、最終調査まで普通病斑の症状を示したのもわずかにあった。

接種15日後 (発病3日後) に散布した区では、初期症状は接種12日後に散布した区と同様に普通病斑の初期症状と区別することは困難であった。後に紫褐色病斑、褐色病斑、壊死病斑への

進行もみられたが、普通病斑で止まるものが多かった (Photographs 7A~C)。

発現病斑の症状は、接種からフェナリモル水和剤の散布までの間隔が3~6日の区では紫褐色病斑が多く、9~15日の区では紫褐色病斑と褐色病斑のほかに壊死病斑も発現した。1993年に青森県で広くみられた斑点落葉病に似た褐色病斑は、いずれの区でもみられたが、発現頻度の最も高かったのは接種6~9日後に散布した区であった。

Table 5. Chronological changes in incidence (%) of leaves with unusual scab lesions in relation to apple cultivars^x. The scab lesions were produced by fenarimol application on inoculated^y apple leaves, as explained in Table 2.

Cultivar	Type ^z of symptom	Days after inoculation						
		19	22	26	30	33	36	40
Mutsu	—	20	10	10	10	10	0	0
	ch	40	90	90	90	90	90	80
	V	40	80	80	90	90	90	90
	B	40	50	50	50	50	50	60
	T	0	0	0	0	0	20	30
Hokuto	—	20	12	8	8	8	8	8
	ch	56	64	64	48	48	44	36
	V	64	68	84	88	88	88	88
	B	8	8	8	8	8	8	8
	T	4	32	36	40	40	40	40
Fuji	—	53	40	33	13	7	7	7
	ch	20	20	20	20	13	13	0
	V	47	60	67	87	93	93	93
	B	0	7	20	33	33	33	40
	T	0	0	0	7	7	7	7
Jonathan	—	33	20	20	20	20	20	20
	ch	0	13	13	20	20	13	20
	V	60	80	80	80	80	80	80
	B	7	7	7	7	7	7	7
	T	0	0	0	0	0	0	0
Red Delicious	—	53	33	27	27	27	27	27
	ch	0	27	27	33	27	27	27
	V	47	60	67	67	67	67	67
	B	0	0	0	0	7	7	7
	T	0	0	0	0	0	0	0
Fuji (Control)	—	40	20	20	20	20	20	20
	ch	0	0	0	0	0	0	0
	V	0	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0	0
	T	60	80	80	80	80	80	80

x : Potted apple trees were incubated at 18°C for 48hr immediately after inoculation with a conidial suspension. They were then treated with fenarimol 6 days after inoculation.

y : Inoculation was made on June 15. The concentration of the conidial suspension was 2.0×10^5 /ml of water.

z : For explanation, see Table 2.

Table 3 に各病斑の分生子の形成量と発芽率を示した。分生子の形成量は、紫褐色病斑、褐色病斑のいずれにおいても極めて少なかった。接種15日後のフェナリモル水和剤散布で発現した普通病斑に形成された分生子の量も少なかった。また、紫褐色病斑及び褐色病斑に形成された分生子の培地上での発芽率は23.4~36.7%であり、普通病斑に形成された分生子の発芽率

(66.7%) よりも低かった。

(2) 各種 EBI 混合剤の散布とリンゴ黒星病の発現病徴

各種 EBI 混合剤を散布した場合の普通病斑及び治癒型病斑別の発病葉率並びに治癒型病斑の症状を Table 4 に示した。無散布区における発病葉率30.5%に対し、各種 EBI 混合剤散布区(第1~5区)における発病葉率は4.4~8.8%

Table 6. Effect of time of fenarimol application on the defoliation of leaves on Fuji trees^x that were inoculated^y with conidia.

Exp. plot	Fungicide application (Days after inoculation)	Infected leaves ^z (%)	Defoliation rate (% leaves)					
			Days after inoculation					
			22	25	28	32	38	43
1	9 and 12	93	7	27	27	27	27	27
2	12 and 22	100		0	0	0	0	0
3	15 and 25	100			0	0	0	0

x : Potted apple trees cv. Fuji were incubated at 18°C for 48hr immediately after inoculation with a conidial suspension. They were then treated with fenarimol on different days after inoculation.

y : Inoculation was made on June 21. The concentration of the conidial suspension was 2.3×10^6 /ml of water.

z : Leaves were observed for infection on July 19.

Table 7. Cumulative rates (%) of defoliated leaves in relation to different fungicidal applications in 1995.

Exp. plot ^y	Leaves with lesions (%) ^z		Days after inoculation						
	Typical	Unusual ("cured")	16	20	23	27	30	34	37
1	0	100	0	0	0	0	7	7	7
2	0	93	0	0	0	0	0	0	0
3	0	93	0	0	0	0	0	0	0
4	0	93	0	0	7	7	7	13	13
5	0	100	0	7	7	13	13	13	13
6	0	87	0	0	0	0	0	0	0
7	0	100	0	0	0	20	27	27	27
8	80	0	0	0	0	0	0	0	0

y : For explanation of experimental method, see Table 1.

z : All the lesions found on leaves on July 24 were classified into two categories, i.e., typical and unusual ("cured").

であった。1～5区ではいずれも治癒型病斑が発現し、紫褐色病斑が多かった。なお、マンゼブ水和剤散布区（第6区）及び無散布区（第7区）にも極くわずかながら小さな紫褐色病斑と褐色病斑が発現したが、これらは斑点落葉病の可能性が考えられたので本調査では除外した。

(3) EBI 剤散布によるリンゴ黒星病発現病徴の品種間差異

分生子を接種した後にフェナリモル水和剤を散布した場合の各品種における病斑症状の推移を Table 5 に示した。接種後のフェナリモル水和剤散布により、いずれの品種でも治癒型病斑が発現した。‘陸奥’と‘ふじ’では紫褐色病斑から褐色病斑への進展がみられ、一部普通病斑も

発現した。‘北斗’では紫褐色病斑から褐色病斑への進展が認められず、普通病斑が比較的多かった。‘ふじ’では褐色病斑が‘陸奥’より遅く発現した。‘紅玉’と‘スターキング・デリシャス’では紫褐色病斑の一部が褐色病斑まで進展したが、ほとんどは紫褐色病斑で止まった。いずれの供試品種でも壊死病斑の発現はみられなかった。

2. EBI 剤の散布と落葉の発生

1993年：本試験では初発が接種12日後に認められた。各区における接種28日後の発病率及び落葉の推移を Table 6 に示した。各区の発病率は93～100%であった。接種9日後及び接種19

日後に散布した第1区のみ本病による落葉が生じた。落葉は接種22日後から接種25日後に生じたが、それ以降には落葉はなく、最終的な落葉率は27%であった。

1994年：本試験では初発が接種16日後に認められ、接種25日後の各区の発病率は28~68%であった。いずれの区でも治癒型病斑が認められたが、落葉は認められなかった。無散布区以外では全てが治癒型病斑であり、そのほとんどは小さな紫褐色病斑であった。

1995年：本試験では初発が接種9日後に認められた。各区における接種30日後の発病率と落葉の推移を Table 7 に示した。各区の発病率

は80~100%であった。落葉が生じた区における最初の落葉は接種20日後から認められ、接種34日以後には認められなかった。接種後にフェナリモル水和剤を2回散布した第1、4及び7区ではいずれも落葉が生じ、最終的な落葉率は7~27%であった。接種9日後にフェナリモル水和剤を散布し、さらに接種19日後にマンゼブ水和剤を散布した第5区では、落葉率が13%であったが、接種6日後と接種16日後に同じ薬剤を散布した第2区では落葉しなかった。接種後にフェナリモル水和剤を散布し、さらに10日後にジラム・チウラム剤を散布した第3と6区では落葉は認められなかった。

IV 考 察

EBI 剤は予防効果に加え、病原菌が侵入・感染した後に散布してもある程度発病を阻止する治療効果を持つ殺菌剤である。このため、従来の保護効果だけを持つ殺菌剤(以下保護殺菌剤)よりも高い防除効果を示し、多少防除時期が遅れても発病を抑えることができる(4、5、10、12、13)。しかし、防除間隔が開きすぎた場合には発病を完全に抑えることは困難であり、保護殺菌剤の散布ではみられなかった治癒型病斑を生じる。この治癒型病斑の症状は多様であり、紫褐色病斑や褐色病斑が発現したり、落葉が生じる場合がある。このような症状の多様性と EBI 剤の散布との関連性についてはこれまで研究されなかった。そこで著者らは EBI 剤の1種であるフェナリモル水和剤を供試し、黒星病菌接種後のフェナリモル水和剤の散布時期と病斑の発現病徴の違い及び落葉の発生について検討した。

このような研究を行う場合には、黒星病菌を確実に感染させることが必要である。MILLS(7)によれば、分生子を葉に接種し、温度18°Cとし湿潤の条件におくと最短6時間で感染する。また、中沢ら(8)は温度18°Cとし過湿条件に48時間保持すると接種葉の発病程度が最も高くなると

報告している。そこで本研究では中沢らの方法で接種した。

接種3日後から15日後まで3日間隔でフェナリモル水和剤を散布した結果、接種からフェナリモル水和剤散布までの期間が短い場合には紫褐色病斑、長い場合には壊死病斑が発現した。黒星病菌の潜伏期間中に EBI 剤を散布することにより治癒型病斑が生じることは既に報告されているが(10、11、12、13)、病徴の経時変化についての報告はない。著者らの調査では、病徴は経時的に紫褐色病斑→褐色病斑→壊死病斑へと変化した。このような紫褐色病斑や褐色病斑はフェナリモルだけではなく、ピテルタノール、トリフルミゾール、ピリフェノックス、ミクロブタニルを含む薬剤(EBI 混合剤)を散布した場合にも発現した。したがって、治癒型病斑は黒星病感染後の EBI 剤散布によって生じることは明らかである。

治癒型病斑は‘陸奥’、‘北斗’、‘ふじ’、‘紅玉’、‘スターキング・デリシャス’のいずれの品種でも発現したが、紫褐色病斑から褐色病斑への進展は‘陸奥’で多く、‘紅玉’、‘スターキング・デリシャス’では少なかった。リンゴ黒星病に対

する各品種の感受性を‘ふじ’の感受性と比較すると、‘陸奥’では高く、‘北斗’と‘スターキング・デリシャス’では同程度、‘紅玉’では低いことが知られている(1、6)。したがって、本病に対する感受性が高い品種ほど紫褐色病斑から褐色病斑への進展率が高いものと考えられる。

潜伏期間後半にあたる接種6～9日後のフェナリモール水和剤散布によって生じた紫褐色病斑と褐色病斑には、接種45日後(発病33日後)に僅かではあるが分生子が形成された。紫褐色病斑について中沢ら(9)は接種21日後の調査では分生子が形成されていなかったと報告している。一方O'LEARYら(11)は薬剤散布5週間後に分生子が認められたと報告している。これらの結果の不一致は恐らく調査時期の違いによるものであり、紫褐色病斑では発病後かなり遅くなってから分生子が形成されるものと考えられる。

紫褐色及び褐色の治癒型病斑に生じた分生子は普通病斑に生じた分生子よりも発芽率は低いものの発芽能力を有していた。このことは治癒型病斑が二次伝染源になりうることを意味する。KELLEYら(5)はEBI剤の1回散布よりも、1週間間隔での2回連続散布が一層有効であると報告している。これは治癒型病斑上の分生子形成が2回目の散布により完全に抑制されるためと推察される。

V 摘 要

青森県では1993年にリンゴ黒星病が多発し、エルゴステロール生合成阻害剤(EBI剤)を散布した園地では葉に黒星病の治癒型病斑が発現するとともに、黄変落葉が目立った。その発生要因を明らかにするため、黒星病菌接種後にEBI剤を散布したリンゴ葉における発現病徴とその経時的変化及び落葉の発生との関係について検討した。

黒星病菌分生子を接種した後にフェナリモール

青森県では1993年に黒星病が多発した際に、EBI剤を散布した園地で治癒型病斑を伴った落葉が多発生した。これまでEBI剤散布によりリンゴが落葉したという事例はKELLEYら(5)の報告のほかは見あたらない。そこで著者らはEBI剤散布と落葉の関係について試験した。1993年から1995年までの3年間の反復試験のうち1993年と1995年の2回、黒星病感染後のフェナリモール水和剤2回散布区で落葉が生じた。1995年の場合には、接種9日後にフェナリモール水和剤を散布し、さらに接種19日後にマンゼブ水和剤を散布した区でも落葉が生じた。これらのことから、1993年の落葉の主要因は黒星病感染後のEBI剤散布と考えられる。KELLEYら(5)は黒星病発病2日前あるいは発病2日後にEBI剤を散布し、さらに1週間後にEBI剤を散布したリンゴ樹で1%未満の葉の黄変と落葉が生じたと報告している。1993年に青森県内のリンゴ園で観察された落葉でも黄変を伴ったものが多かった。しかし、今回の著者らの試験では黄変を伴わない落葉であった。落葉に黄変を伴う場合、伴わない場合の要因については今後の検討が必要である。なお1994年の試験ではフェナリモール水和剤散布による落葉は観察されなかった。この年には供試樹の感染率が低かったことから、EBI剤による落葉は黒星病の感染が多い場合に発生しやすいものと推察される。

水和剤を散布したところ、紫褐色病斑、褐色病斑あるいは壊死病斑の治癒型病斑が発現した。これらの病斑周縁部にクロロシスを伴う場合もあった。これらの治癒型病斑は接種からフェナリモール水和剤散布までの日数が短い場合(3～6日)には紫褐色病斑となり、長い場合(9～12日)には壊死病斑となった。日数が経過するに従い紫褐色病斑は褐色病斑へ、褐色病斑は壊死病斑へと変化した。

治癒型病斑は供試した‘ふじ’、‘陸奥’、‘北斗’、‘紅玉’及び‘スターキング・デリシャス’の全品種で発現し、一般に紫褐色病斑から褐色病斑へと進展した。

治癒型病斑はピテルタノール、トリフルミゾール、ピリフェノックス、ミクロブタニルを含む薬剤を散布した場合にも発現した。

紫褐色病斑及び褐色病斑に形成された分生子の量は極めて少なかった。発病直後の典型的な黒星病斑（普通病斑）にフェナリモル水和剤を

散布した場合にも分生子の形成量は少なかった。また、紫褐色病斑や褐色病斑に形成された分生子の発芽率は23.3～36.7%であり、普通病斑に形成された分生子の発芽率（66.7%）よりも低かった。

黒星病の感染が激しい場合、潜伏期間後半（分生子接種6～9日後）あるいは発病初期（接種9～12日後）にEBI剤を散布し、さらに10日後にEBI剤を追加散布することにより、発病葉の一部が落葉した。

引用文献

1. 青森県農業研究推進センター（1996）平成8年度指導奨励事項・指導参考資料．80-81．
2. 青森県農林技術会議（1986）昭和61年度指導参考資料．164-165．
3. 藤田孝二・福島千万男・牧野丈太郎・花田誠（1994）．青森県における1993年のリンゴ黒星病の多発要因．北日本病虫研報 45：209．（講要）．
4. HOCH, H. C., and SZKOLNIK, M. (1979). Viability of *Venturia inaequalis* in chlorotic flecks resulting from fungicide application to infected *Malus* leaves. *Phytopathology* 69: 456-462.
5. KELLEY, R. D., and JONES, A. L. (1981). Evaluation of two triazole fungicides for postinfection control of apple scab. *Phytopathology* 71: 737-742.
6. 町田郁夫・佐藤耕・今智之（1995）．リンゴ黒星病抵抗性の品種・系統間差異．日植病報 61：642．（講要）
7. MILLS, W. D., and LAPLANTE, A. A. (1954). Disease and insects in the orchard. Cornell Ext. Bull. 711, rev. 1954.
8. 中沢憲夫・福島千万男（1990）．リンゴ黒星病に関する研究（1）治療効果のある殺菌剤の検索と防除への利用．青森りんご試報 26：15-38．
9. 中沢憲夫・斎藤彰・雪田金助・福島千万男（1986）．治療効果を有する薬剤によるリンゴ黒星病の防除．北日本病虫研報 37：96-98．
10. O'LEARY, A. L., JONES, A. L., and EHRET, G. R. (1987). Application rates and spray intervals for apple scab control with flusilazol and pyrifenoxy. *Plant Disease* 71: 623-626.
11. O'LEARY, A. L., and SUTTON, T. B. (1986). Effect of postinfection applications of ergosterol biosynthesis-inhibiting fungicides on lesion formation and pseudothecial development of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 76: 119-124.
12. SCHWABE, W. F. S. (1983). Apple scab control with bitertanol as influenced by adjuvant addition. *Plant Disease* 67: 1371-1373.
13. SCHWABE, W. F. S., JONES, A. L., and JONKER, J. P. (1984). Greenhouse evaluation of the curative and protective action of sterol-inhibiting fungicides against apple scab. *Phytopathology* 74: 249-252.

Chronological Changes of Apple Scab Lesions Caused by Postinfection Applications of Ergosterol Biosynthesis-Inhibiting Fungicides

Jun-ichi ARAYA and Koji FUJITA

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori, 036-03, Japan

Summary

Chronological changes in the symptoms of apple scab (*Venturia inaequalis*) lesions developed after postinfection application of ergosterol biosynthesis-inhibiting (EBI) fungicide were investigated in relation to 1) the time of EBI application, 2) the kinds of EBI fungicides and 3) the apple cultivars.

Application of fenarimol following conidial inoculation resulted in unusual lesions ("cured") with different symptoms depending on the time of the application. When fenarimol was applied between the 3rd and 6th day after inoculation, violet brown lesions first appeared, which then turned brown (Photographs 3A~C, 4A~C). When fenarimol was applied between the 9th and 12th day after inoculation, the proportion of brown lesions increased, with frequent necrotic dark lesions (Photographs 5A~C, 6A~C). As the time elapsed, violet brown lesions turned brown and eventually necrotic. This was especially true in those lesions that developed when fenarimol was applied when the scab lesion had just appeared. Such unusual lesions were observed on all apple cultivars tested, i.e., Fuji, Mutsu, Hokuto, Jonathan and Red Delicious.

Similarly, violet brown, brown or necrotic dark lesions were also produced by postinfection application of other fungicides containing bitertanol, triflumizol, pyrifenoxy or microbutanil.

Conidia formed on violet brown or brown lesions were markedly fewer than those on lesions with no EBI fungicide application (control lesions). 24% to 37% of conidia from violet brown or brown lesions were viable, whereas 67% of conidia were viable when they were taken from control lesions.

Two applications of EBI fungicides—the first one during the 6th to 9th day or the 9th to 12th day after inoculation and the second 10 days later respectively—caused defoliation of infected leaves to some extent (7-27%). It was apparent that heavily infected leaves were prone to defoliation.

Explanation of photographs

Photographs 1, 2 : unusual apple scab lesions produced after application of EBI fungicides, naturally seen in the field in 1993.

1, leaves just before defoliation.

2, a fallen leaf.

Photographs 3A to 7C : unusual scab lesions artificially produced on apple leaves (cv. Fuji) by application of EBI fungicide (fenarimol) at five different times after inoculation with *Venturia inaequalis*.

The first figure in parentheses is the time of fenarimol application in days after conidial inoculation of *V. inaequalis*, and the second, the days after inoculation when the symptom was observed.

Photographs



