

(1) リンゴ黒星病に対する各種薬剤の防除効果

氏名 平山和幸

所属 りんご研究所

〒 036-0332

青森県黒石市大字牡丹平字福民 2 4

1. 調査背景と目的

リンゴ黒星病の重点防除時期である春季の基幹防除剤として用いられてきた DMI 剤は耐性菌の発生により、本病の防除剤としての実用性が低下した。そこで、生物検定により黒星病に対する各種薬剤の防除効果を明らかにし、黒星病防除剤としての実用性を評価する。

2. 調査方法

1) 試験 1

- (1) 供試樹：‘ふじ’ / マルバカイドウ 1 区 3 樹
- (2) 供試薬剤：フルーツセイバー 2,000 倍、ネクスターフロアブル 1,500 倍、オルフィンフロアブル 4,000 倍、ジマンダイセン水和剤 600 倍
- (3) 薬剤散布：5 月 1 日（開花直前）、5 月 11 日（落花直後）、5 月 21 日（落花 10 日後頃）に動力噴霧機を用いて、葉から薬剤が滴る程度散布した。なお、4 月 23 日、全区にスピードスプレーヤーでベフラン液剤 25 の 1,000 倍を散布した。
- (4) 調査方法：6 月 11 日、1 樹当たり 10 新梢の全葉について下記の発病指数別に発病状況を調査し、発病葉率と発病度を求めた。防除価は発病度から算出した。
発病指数 0：発病なし、 1：病斑面積が葉面積お 1/4 未満、
2：同 1/4～1/2、 3：同 1/2 以上

2) 試験 2

- (1) 供試樹：ポット植え ‘ふじ’ / マルバカイドウ 1 区 3 樹
- (2) 供試薬剤：ベフラン液剤 25 の 1,000 倍、フルーツセイバー 2,000 倍、ユニックス顆粒水和剤 47 の 2,000 倍、フリントフロアブル 25 の 3,000 倍、ナリア WDG 2,000 倍、ファンタジスタ顆粒水和剤 3,000 倍、ジマンダイセン水和剤 600 倍
- (3) 試験方法：7 月 31 日、各新梢先端部の未展開葉と展開葉の間にラベルをつけ、ハンドスプレーを用いて供試薬剤を散布・風乾後、接種箱（18℃・多湿条件）で 2 日間静置し、以降、野外で管理した。
- (4) 8 月 17 日、1 樹当たり 3～6 新梢について、ラベルを基準に上位 3 葉および下位 7 葉について前述の発病指数別に発病状況を調査し、発病葉率と発病度を求めた。防除価

は発病度から算出した。

3) 試験3

- (1) 供試樹：ポット植え‘ふじ’／マルバカイドウ 1区1樹
- (2) 供試薬剤：オルフィンフロアブル4,000倍、ネクスターフロアブル1,500倍、パレードフロアブル2,000倍、ベフラン液剤25の1,000倍
- (3) 試験方法：6月15日、各新梢の先端葉にラベルをつけ、分生子懸濁液を噴霧接種後、接種箱（18℃・多湿条件）に2日間静置した。その後、6月18日（接種3日後）にハンドスプレーを用いて供試薬剤を散布し、以降、野外で管理した。
- (4) 調査方法：7月3日、1樹当たり8～11新梢について、ラベルの下位7葉を対象に前述の発病指数別に発病状況を調査し、発病葉率と発病度を求めた。防除価は発病度から算出した。

3. 調査結果

1) 試験1

- (1) 無散布が発病葉率43.8%、発病度16.0の中発生となった。その中で対照のジマンダイセン水和剤600倍は発病葉率2.6%、発病度0.9の防除価94.4と高い防除効果を示した。
- (2) フルーツセイバー2,000倍、ネクスターフロアブル1,500倍、オルフィンフロアブル4,000倍では発病葉率0～3.1%、発病度0～1.0、防除価93.8～100と、いずれも対照薬剤と同等または優る高い防除効果を示した。

2) 試験2

- (1) 無散布が発病葉率90.0%、発病度76.7の甚発生となった。その中で対照のジマンダイセン水和剤600倍は発病が認められず、防除価100と高い防除効果を示した。
- (2) ベフラン液剤25の1,000倍、フルーツセイバー2,000倍では発病葉率0.7～1.1%、発病度0.2～0.4、防除価99.5～99.7と、高い防除効果を示した。
- (3) ユニックス顆粒水和剤47の2,000倍、ナリアWDG2,000倍、ファンタジスタ顆粒水和剤3,000倍では発病葉率16.4～34.4%、発病度5.5～12.2、防除価84.1～92.8と対照薬剤に比べやや劣る防除効果を示した。
- (4) フリントフロアブル25の3,000倍は発病葉率72.9%、発病度58.2、防除価24.1と対照薬剤に比べ劣る防除効果を示した。

3) 試験3

- (1) 無散布が発病葉率76.8%、発病度47.6の多発生となった。その中で対照のベフラン液剤25の1,000倍は発病葉率2.6%、発病度0.9、防除価98.2と高い治療効果を示した。
- (2) オルフィンフロアブル4,000倍は発病葉率41.1%、発病度15.5、防除価67.5と程度はやや低いものの治療効果を示した。
- (3) ネクスターフロアブル2,000倍、パレードフロアブル2,000倍は発病葉率65.1～69.6%、発病度36.0～44.0、防除価7.5～24.4と治療効果は認められなかった。

表1 黒星病に対する各種薬剤の防除効果（試験1）

供試薬剤	希釈 倍数	樹No.	調査 葉数	指数別発病葉数				発病 葉率	発病度	防除価
				0	1	2	3			
フルーツセイバー	2,000倍	I	156	150	6	0	0	3.8%	1.3	93.8
		II	164	159	5	0	0	3.0	1.0	
		III	163	159	4	0	0	2.5	0.8	
		平均	161.0					3.1	1.0	
ネクスターフロアブル	1,500倍	I	149	148	1	0	0	0.7	0.2	96.9
		II	148	147	1	0	0	0.7	0.2	
		III	165	160	5	0	0	3.0	1.0	
		平均	154.0					1.5	0.5	
オルフィンフロアブル	4,000倍	I	151	151	0	0	0	0	0	100
		II	162	162	0	0	0	0	0	
		III	169	169	0	0	0	0	0	
		平均	160.7					0	0	
ジマンダイセン水和剤	600倍	I	164	157	7	0	0	4.3	1.4	94.4
		II	162	158	4	0	0	2.5	0.8	
		III	168	166	2	0	0	1.2	0.4	
		平均	164.7					2.6	0.9	
無散布		I	172	108	60	4	0	37.2	13.2	
		II	159	89	60	9	1	44.0	17.0	
		III	159	79	76	3	1	50.3	17.8	
		平均	163.3					43.8	16.0	

表2 黒星病に対する各種薬剤の防除効果（試験2）

供試薬剤	希釈 倍数	樹No.	調査 葉数	指数別発病葉数				発病 葉率	発病度	防除価
				0	1	2	3			
ベフラン液剤25	1,000倍	I	60	60	0	0	0	0%	0	99.7
		II	50	49	1	0	0	2.0	0.7	
		III	40	40	0	0	0	0	0	
		平均	50.0					0.7	0.2	
フルーツセイバー	2,000倍	I	30	29	1	0	0	3.3	1.1	99.5
		II	60	60	0	0	0	0	0	
		III	50	50	0	0	0	0	0	
		平均	46.7					1.1	0.4	
ユニックス顆粒水和剤47	2,000倍	I	60	44	16	0	0	26.7	8.9	92.8
		II	60	57	3	0	0	5.0	1.7	
		III	40	33	7	0	0	17.5	5.8	
		平均	53.3					16.4	5.5	
プリントフロアブル25	3,000倍	I	30	10	1	4	15	66.7	60.0	24.1
		II	50	8	13	9	20	84.0	60.7	
		III	50	16	8	5	21	68.0	54.0	
		平均	43.3					72.9	58.2	
ナリアWDG	2,000倍	I	40	22	14	3	0	45.0	16.7	85.8
		II	40	25	12	3	0	37.5	15.0	
		III	30	29	1	0	0	3.3	1.1	
		平均	36.7					28.6	10.9	
ファンタジスタ顆粒水和剤	3,000倍	I	40	24	15	1	0	40.0	14.2	84.1
		II	30	20	10	0	0	33.3	11.1	
		III	50	35	14	0	1	30.0	11.3	
		平均	40.0					34.4	12.2	
ジマンダイセン水和剤	600倍	I	50	50	0	0	0	0	0	100
		II	50	50	0	0	0	0	0	
		III	50	50	0	0	0	0	0	
		平均	50.0					0	0	
無散布		I	40	6	3	7	24	85.0	74.2	
		II	40	1	9	6	24	97.5	77.5	
		III	40	5	3	5	27	87.5	78.3	
		平均	40.0					90.0	76.7	

表3 黒星病に対する各種薬剤の治療効果（試験3）

供試薬剤	希釈 倍数	調査 葉数	指数別発病葉数				発病 葉率	発病度	防除価
			0	1	2	3			
オルフィンフロアブル	4,000倍	56	33	21	1	1	41.1%	15.5	67.5
ネクスターフロアブル	1,500倍	56	17	18	7	14	69.6	44.0	7.5
パレードフロアブル	2,000倍	63	22	25	5	11	65.1	36.0	24.4
ベフラン液剤25	1,000倍	77	75	2	0	0	2.6	0.9	98.2
無散布		56	13	21	7	15	76.8	47.6	

4. 考察

DMI 剤耐菌の発生下において、ベフラン液剤、ジマンダイセン水和剤、フルーツセイバー、ネクスターフロアブル、オルフィンフロアブルは高い防除効果を示し、実用性は高いと考えられた。ユニックス顆粒水和剤 47、ナリア WDG、ファンタジスタ顆粒水和剤はやや程度の劣る防除効果を示したものの実用性はあると考えられた。フリントフロアブル 25 は防除効果が低く、実用性はないと考えられた。また、ベフラン液剤 25 は高い治療効果を、オルフィンフロアブルは程度はやや低いものの治療効果を有することが示唆された。

なお、本県では QoI 剤耐性リンゴ黒星病の発生も確認されており、フリントフロアブルの効力低下は本耐性菌によるものと考えられた。ナリア WDG においても効力低下が認められるものの、QoI 剤と SDHI 剤の混合剤であることから防除効果を示したと考えられた。ファンタジスタ顆粒水和剤は QoI 剤耐性菌の発生下においても防除効果を示しており、耐性菌に対しても感受性の低下幅が小さいことが示唆された。

5. 今後の課題

なし

6. 要約

DMI 剤耐性菌発生下における黒星病防除剤として、ベフラン液剤 25、ジマンダイセン水和剤、フルーツセイバー、ネクスターフロアブル、オルフィンフロアブルは実用性が高い、ユニックス顆粒水和剤 47、ナリア WDG、ファンタジスタ顆粒水和剤は実用性がある、フリントフロアブル 25 は実用性はないと考えられた。

7. 成果の公表及び特許

- 1) 平成 31 年りんご病害虫防除暦（青森県りんご病害虫防除暦編成部会編）
- 2) 平成 31 年度農作物病害虫防除指針（青森県農作物病害虫防除指針編成会議編）

(2) DMI 剤に代わる黒星病に有効な薬剤の検索

赤平知也

青森県産業技術センターりんご研究所

[〒036-0332 青森県黒石市牡丹平字福民24]

1. 調査背景と目的

2016年に青森県で DMI 剤耐性リンゴ黒星病菌の発生が確認されたことを受けて、2017年より DMI 剤を使用しない防除体系を実施している。そこで、DMI 剤耐性菌発生下における各種薬剤の予防効果を明らかにする。

2. 調査方法

1) 供試樹

りんご研究所内の B9-3 号圃に植栽の 14 年生 ‘ふじ’ / マルバカイドウを 1 区 3 区供試した。

2) 薬剤散布

「落花直後」(5月12日)、「落花10日後頃」(5月22日)、「落花20日後頃」(6月1日)の3回、供試薬剤を動力噴霧機を用いて1樹当たり約15L散布した。なお、試験開始前は「展葉1週間後頃」(4月23日)にベフラン液剤25の1,000倍を散布し、「開花直前」は無散布とした。試験終了後は「平成30年りんご病害虫防除暦」に準じて慣行散布を行った。

3) 調査方法

6月22日に各区30新梢(1樹10新梢)を任意に抽出し、黒星病の発生状況を下記の指数別に調査した。

発病指数 0：発病なし 1：病斑面積が葉面積の1/4未満

2：病斑面積が葉面積の1/4以上～1/2未満 3：病斑面積が葉面積の1/2以上

発病度 = $\frac{\sum(\text{発病指数} \times \text{葉数})}{(\text{調査葉数} \times 3)} \times 100$

3. 調査結果

1) 「開花直前」を無散布とし、「落花直後」から「落花20日後頃」の3回散布で薬剤の効果を評価した。6月22日の調査で、無散布区は発病葉率28.5%、発病度11.6、発病果率10.6%と中発生条件の試験となった(表1)。このような条件下で、ジマンダイセン水和剤は発病葉率8.1%、発病度2.7、防除価77で、被害果はみられなかった。「開花直前」を無散布としたことで、散布前の感染が生じていたものの、一定の防除効果を示した。

2) このような条件下において、キノンドー水和剤80、キノンドー顆粒水和剤、デランフロアブル1,500倍及び2,000倍、ラビライト水和剤は発病葉率2.1～9.4%、発病度0.7～3.1、発病果率0

～0.7%と薬剤間で差はあるものの、ジマンダイセン水和剤とほぼ同等の防除効果が認められた。この中でもデランフロアブルは他の薬剤と比較して高い効果を示した。

表1 黒星病に対する各種薬剤の効果

供試薬剤	倍数	樹	新梢葉			防除価	果実	
			調査葉数	発病葉率	発病度		調査果数	発病果率
キノドー水和剤	1,200	I	156	9.0	3.0	76	150	0.0
		II	163	8.6	2.9			
		III	151	7.3	2.4			
		平均	156.7	8.3	2.8			
キノドー顆粒水和剤	1,000	I	156	5.8	1.9	86	150	0.0
		II	169	5.3	1.8			
		III	159	3.8	1.3			
		平均	161.3	5.0	1.7			
デランフロアブル	2,000	I	162	2.5	0.8	94	150	0.0
		II	165	1.8	0.6			
		III	157	1.9	0.6			
		平均	161.3	2.1	0.7			
デランフロアブル	1,500	I	162	6.2	2.1	82	150	0.0
		II	160	6.3	2.1			
		III	180	6.7	2.2			
		平均	167.3	6.4	2.1			
ラビライト水和剤	500	I	164	12.2	4.1	73	150	0.7
		II	166	9.6	3.2			
		III	158	6.3	2.1			
		平均	162.7	9.4	3.1			
ジマンダイセン水和剤	600	I	179	11.2	3.7	77	150	0.0
		II	157	7.0	2.3			
		III	165	6.1	2.0			
		平均	167.0	8.1	2.7			
無処理区	—	I	147	35.4	15.0			
		II	152	29.6	12.1			
		III	166	20.5	7.6			
		平均	155.0	28.5	11.6			

表2 試験期間中の降水量

日付	5/2	5/3	5/4	5/5	5/6	5/7	5/8	5/9	5/10	5/11	5/12	5/13	5/14	5/15	5/16	5/17	5/18	5/19
降水量(mm)	4.5	15.5	14.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	72	1
											●							△
日付	5/20	5/21	5/22	5/23	5/24	5/25	5/26	5/27	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6
降水量(mm)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12.5	29	0	0	0	0	0
			●										●					
日付	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14	6/15	6/16	6/17	6/18	6/19	6/20	6/21	6/22		
降水量(mm)	0	0.5	0	0	3.5	24	0.5	0	0	0	0	0	0	0	2	0		
																△		

●: 散布日、△: 調査日

4. 考察

いずれの供試薬剤も防除効果が認められたが、デランフロアブルは他の薬剤と比較して高い効果を示し、実用性が高いと考えられた。1,500倍の方が効果が劣った原因はわからなかったが、デランフロアブルについては、今後、大規模試験を視野に入れて検討する必要がある。

5. 今後の課題

引き続き、有効薬剤の検討を行う。

6. 要約

キノンドー水和剤 80、キノンドー顆粒水和剤、デランフロアブル 1,500 倍及び 2,000 倍、ラビライト水和剤はジマンダイセン水和剤とほぼ同等の防除効果が認められた。中でもデランフロアブルは他の薬剤と比較して高い効果を示した。

7. 成果の公表及び特許

- 1) 平成 31 年りんご病害虫防除暦（青森県りんご病害虫防除暦編成部会編）
- 2) 平成 31 年度農作物病害虫防除指針（青森県農作物病害虫防除指針編成会議編）

(3) カルシウム資材加用による防除効果への影響

赤平知也・十川聡子

青森県産業技術センターりんご研究所

[〒036-0332 青森県黒石市牡丹平字福民24]

1. 調査背景と目的

2016年に青森県でDMI剤耐性リンゴ黒星病菌の発生が確認されたことを受けて、2017年よりDMI剤を使用しない防除体系を実施している。炭酸カルシウム水和剤はサビなどの発生軽減策として青森県では「落花10日後頃」から「6月中旬」まで加用散布を指導している。一方、生産現場では2017年頃より炭酸カルシウム資材を散布している園地で黒星病の発生が少ないとの情報が寄せられている。そこで、生産現場で使用されるカルシウム資材加用による黒星病発生への影響を明らかにする。

2. 調査方法

1) 供試樹

りんご研究所内のD4-1号圃に植栽の10年生‘ふじ’/マルバカイドウを1区2樹供試し、6月16日に新梢の枝を切り返して、伸びてきた枝を対象にした。

2) 薬剤散布

「落花30日後頃」まで無散布にして、7月4日、7月14日、7月24日、8月3日の10日間隔で計4回、表1の供試薬剤を動力噴霧機を用いて1樹当たり約12L散布した。なお、「6月中旬」（6月20日）にアントラコール顆粒水和剤500倍を全区に散布し、試験終了後は「平成30年りんご病害虫防除暦」に準じて慣行散布を行った。

3) 調査方法

8月22日に各区30新梢（1樹15新梢）を任意に抽出し、黒星病の発生状況を下記の指数別に調査した。果実については初期感染で生じたさび状の病斑を除き、赤道部からこうあ部にかけて生じていた径1mm以下の果実病斑を対象に各区120果（1樹60果）を任意に抽出し、発生状況を調査した。また、7月4日の1回目散布後から処理区によっては被害葉の黄変落葉がみられたため、7月14日（2回目散布後）に切り返しをしない当年の新梢を対象に各区30新梢を任意に抽出し、落葉率を調査した。

発病指数 0：発病なし 1：病斑面積が葉面積の1/4未満

2：病斑面積が葉面積の1/4以上～1/2未満 3：病斑面積が葉面積の1/2以上

発病度＝ Σ （発病指数×葉数）／（調査葉数×3）×100

3. 調査結果

- 1) 「落花 30 日後頃」まで無散布にして多発生樹を作成し、この状況下で新梢を切り返して新たに伸びてきた枝を対象に薬剤の効果の評価した。8 月 22 日の調査で無散布区は発病葉率 54.5%、発病度 27.7 と多発生条件の試験となった（表 1）。このような条件下で、チオノックフロアブルの単用散布は発病葉率 3.0%、発病度 1.0、防除価 96 であり、ジマンダイセン水和剤の単用散布は発病葉率 2.1%、発病度 0.7、防除価 98 といずれも高い防除効果を示した。
- 2) チオノックフロアブルにクレフノン、クレミクス、ネオミクスを加用した区では発病葉率 1.5～2.6%、発病度 0.5～0.9、防除価 97～98 と単用区に比較してほぼ同等の防除効果を示した。また、ジマンダイセン水和剤にクレフノン、クレミクス、ネオミクスを加用した区でも同様に発病葉率 0～2.3%、発病度 0～0.8、防除価 97～100 と単用区とほぼ同等の防除効果を示した。
- 3) 一方、果実では無散布区は発病果率 52.5%と多発生となった試験であったが、チオノックフロアブルの単用散布は発病葉率 6.7%、防除価 87 で比較的高い効果を示し、ジマンダイセン水和剤の単用散布は発病果率 2.5%、防除価 95 と高い防除効果を示した。この条件下で、チオノックフロアブルにクレフノン、クレミクスを加用した区では発病果率 5.0～8.3%、防除価 84～91 と単用区とほぼ同等の防除効果を示したが、ネオミクスを加用した区では発病果率 16.7%、防除価 68 と効果が低かった。また、ジマンダイセン水和剤にクレフノン、クレミクスを加用した区でも発病果率 0～1.7%、防除価 97～100 と単用区とほぼ同等の防除効果を示したが、ネオミクスを加用した区では発病果率 7.5%、防除価 86 と効果がやや低かった。
- 4) 黒星病多発生樹に対して、チオノックフロアブル及びジマンダイセン水和剤を散布したところ、カルシウム資材の有無に関わらず、無散布区及びチオノックフロアブル散布区では落葉率が 0～0.2%であったのに対し、ジマンダイセン水和剤散布区では 8.4～11.6%と落葉が激しかった。また、落葉は黒星病の被害葉に限られていた。

4. 考察

カルシウム資材加用の有無に関わらず、10 日間隔の散布ではチオノックフロアブル及びジマンダイセン水和剤はいずれも高い防除効果を示し、カルシウム資材加用による防除効果の向上は認められなかった。しかしながら、カルシウム資材の散布により薬剤の付着状況が視認しやすくなったことから、散布ムラを確認するための一手段として有効であると考えられた。また、果実についてはネオミクスを加用した区で、防除効果が低下する傾向にあったが、この要因については不明である。一方、多発生樹に対してジマンダイセン水和剤を散布すると被害葉が激しく落葉する傾向にあることが明らかとなった。

5. 今後の課題

薬剤散布におけるカルシウム資材の利用法を検討する。

6. 要約

生産現場で実施されているカルシウム資材加用による防除効果の向上は認められなかった。

7. 成果の公表及び特許

なし

表1 黒星病に対する各種薬剤の効果

供試薬剤	カルシウム剤	樹	新梢葉				果実		
			調査葉数	発病葉率	発病度	防除価	調査果数	発病果率	防除価
チオノックフロアブル 500倍	クレフノン100倍	I	343	3.5	1.2				
		II	311	1.6	0.5				
		平均	327.0	2.6	0.9	97	120	8.3	84
	クレミックス300倍	I	297	2.4	0.8				
		II	288	0.7	0.2				
		平均	292.5	1.5	0.5	98	120	5.0	91
	ネオミックス250倍	I	292	3.4	1.1				
		II	330	1.8	0.6				
		平均	311.0	2.6	0.9	97	120	16.7	68
	—	I	288	4.2	1.4				
		II	322	1.9	0.6				
		平均	305.0	3.0	1.0	96	120	6.7	87
ジマンダイセン水和剤	クレフノン100倍	I	303	2.0	0.7				
		II	309	2.6	0.9				
		平均	306.0	2.3	0.8	97	120	1.7	97
	クレミックス300倍	I	277	0.7	0.2				
		II	293	2.0	0.7				
		平均	285.0	1.4	0.5	98	120	0.0	100
	ネオミックス250倍	I	321	0.0	0.0				
		II	311	0.0	0.0				
		平均	316.0	0.0	0.0	100	120	7.5	86
	—	I	285	2.1	0.7				
		II	299	2.0	0.7				
		平均	292.0	2.1	0.7	98	120	2.5	95
無処理区	—	I	286	59.4	29.4				
		II	315	49.5	26.0				
		平均	300.5	54.5	27.7		120	52.5	

表2 試験期間中の降雨

日付	7/4	7/5	7/6	7/7	7/8	7/9	7/10	7/11	7/12	7/13	7/14	7/15	7/16	7/17	7/18	7/19	7/20	7/21
降水量(mm)	48.5	1.5	0.5	23.5	0	0	1.5	3.5	3	18	0	0	0	40	5	0	0	0
	●										●							
日付	7/22	7/23	7/24	7/25	7/26	7/27	7/28	7/29	7/30	7/31	8/1	8/2	8/3	8/4	8/5	8/6	8/7	8/8
降水量(mm)	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	26	2	0	0
			●										●					
日付	8/9	8/10	8/11	8/12	8/13	8/14	8/15	8/16	8/17	8/18	8/19	8/20	8/21	8/22				
降水量(mm)	0	1.5	1	0	0	0	59	21	12	0	0	0	0	0				
														△				

●: 散布日、△: 調査日

表3 各薬剤散布区における落葉率

供試薬剤	カルシウム剤	調査葉数	落葉率
チオノックフロアブル500倍	クレフノン100倍	454	0.2
〃	クレミックス300倍	446	0.0
〃	ネオミックス250倍	452	0.0
〃	—	461	0.2
ジマンダイセン水和剤600倍	クレフノン100倍	462	11.0
〃	クレミックス300倍	451	9.3
〃	ネオミックス250倍	443	8.4
〃	—	453	11.6
無処理区	—	459	0.2

(4) 青森県の県南地域におけるリンゴ黒星病の DMI 剤感受性評価

氏 名 平山和幸

所 属 りんご研究所

〒 036-0332

青森県黒石市大字牡丹平字福民 2 4

1. 調査背景と目的

青森県ではこれまで、津軽地域において DMI 剤耐性リンゴ黒星病菌の発生が確認されている。一方、県南地域における黒星病菌の DMI 剤感受性は検討されておらず、耐性菌の発生状況も不明となっている。そこで、県南地域の黒星病菌について、寒天平板希釈法による DMI 剤感受性検定および生物検定を実施し、DMI 剤耐性リンゴ黒星病菌の発生状況を調査する。

2. 調査方法

1) 薬剤感受性検定（寒天平板希釈法）

(1) 供試菌株：20 菌株

(2) 採集場所：青森県三戸郡五戸町大字扇田（りんご研究所県南果樹部の殺菌剤無散布圃場）

(3) 検定薬剤：ルビゲン水和剤（有効成分：フェナリモル）

スコア顆粒水和剤（有効成分：ジフェノコナゾール）

(4) 試験方法：PDA 培地にルビゲン水和剤およびスコア顆粒水和剤を有効成分濃度が 0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50, 100ppm となるように添加し検定培地とした。供試菌株を PDA 培地にて 20℃・暗黒条件下で 3 週間前培養し、菌そう周縁部を直径 4mm のコルクボーラーで打ち抜き、菌そう面が下になるように検定培地に置床した。その後、20℃・暗黒条件下で 3 週間培養し、菌そう直径を計測して 50%効果濃度 (EC₅₀) を求める。

2) 生物検定

(1) 供試樹：ポット植え‘ふじ’／マルバカイドウ 1区1樹

(2) 供試薬剤：ルビゲン水和剤 3,000 倍、スコア顆粒水和剤 3,000 倍、インダーフロアブル 5,000 倍、アンビルフロアブル 1,000 倍、オンリーワンフロアブル 2,000 倍、ラリー水和剤 2,000 倍、ジマンダイセン水和剤 600 倍

(3) 接種源：りんご研究所県南果樹部の殺菌剤無散布圃場から罹病葉を無作為に採集し、病斑部に形成された分生子を筆で書き取り蒸留水に懸濁し、細胞計数盤を用いて分生子濃度を 1.8×10^5 個/ml に調整して供試した。

- (4) 試験方法：各新梢先端部の葉にラベルをつけ、ハンドスプレーを用いて供試薬剤を散布・風乾後、同日に分生子懸濁液を噴霧接種した。接種後、接種箱（18℃・多湿条件）に2日間静置し、以降は野外で管理した。
- (5) 調査方法：散布時につけたラベルを基準に下位7葉について、下記の発病指数別に発病の有無を調査し、発病葉率、発病度および防除価を求めた。防除価は発病度から算出した。

発病指数 0：発病なし、 1：病斑面積が葉面積の1/4未満、
2：同1/4～1/2、 3：同1/2以上

3. 調査結果

1) 薬剤感受性検定（寒天平板希釈法）

- (1) ルビゲン水和剤では最小値0.364ppm、最大値2.776ppm、平均値1.513ppmとなった。
- (2) スコア顆粒水和剤では最小値0.010ppm、最大値2.170ppm、平均値0.621ppmとなった。

2) 生物検定

- (1) 無散布が発病葉率76.8%、発病度47.6の多発生となった。その中で対照のジマンダイセン水和剤600倍が発病葉率8.8%、発病度2.9、防除価93.8と高い防除効果を示した。
- (2) DMI剤6剤では発病葉率40.0～60.4%、発病度17.9～38.5、防除価19.2～62.3と、いずれも低い防除効果を示した。

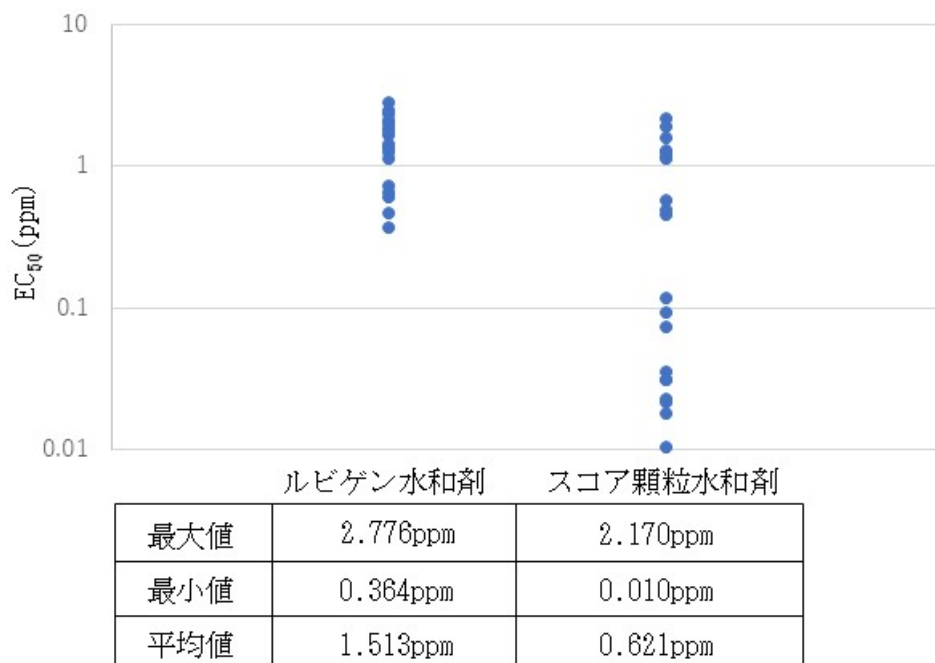


図1 県南地域におけるリンゴ黒星病菌のDMI剤感受性

表1 リンゴ黒星病に対する各種DMI剤の防除効果

供試薬剤	希釈倍数	調査 葉数	指数別発病葉数				発病葉率	発病度	防除価
			0	1	2	3			
ルビゲン水和剤	3,000倍	56	31	17	3	5	44.6%	22.6	52.5
スコア顆粒水和剤	3,000倍	91	53	29	7	2	41.8	17.9	62.3
インダーフロアブル	5,000倍	91	36	30	8	17	60.4	35.5	25.4
アンビルフロアブル	1,000倍	70	42	18	2	8	40.0	21.9	54.0
オンリーワンフロアブル	2,000倍	84	36	17	13	18	57.1	38.5	19.2
ラリー水和剤	2,000倍	56	31	17	3	4	44.6	20.8	56.3
ジマンダイセン水和剤	600倍	91	83	8	0	0	8.8	2.9	93.8
無散布		56	13	21	7	15	76.8	47.6	

4. 考察

りんご研究所県南果樹部の殺菌剤無散布圃場のリンゴ黒星病個体群において、EC₅₀ がルビゲン水和剤で0.364~2.776ppm（平均1.513ppm）、スコア顆粒水和剤で0.010~2.170ppm（平均0.621ppm）となり、両剤のベースライン感受性が0.04ppmおよび0.002ppmであることから、両剤に対する感受性が低下しているものと考えられた。また、同個体群を用いた生物検定から、供試したDMI剤6剤はいずれも防除効果が低く、効力が低下していることが明らかとなった。これらの結果から、県南地域においてもDMI剤耐性リンゴ黒星病菌の発生が確認された。

5. 今後の課題

なし

6. 要約

りんご研究所県南果樹部の殺菌剤無散布圃場のリンゴ黒星病個体群を用いて、薬剤感受性検定および生物検定を実施した。薬剤感受性検定では、ルビゲン水和剤で0.364~2.776ppm（平均1.513ppm）、スコア顆粒水和剤で0.010~2.170ppm（平均0.621ppm）となり、感受性低下が示唆された。生物検定では、供試したDMI剤6剤で防除価19.2~62.3と、いずれの薬剤においても効力低下が示唆された。以上の結果から、県南地域においてもDMI剤耐性リンゴ黒星病菌が発生しているものと考えられた。

7. 成果の公表及び特許

1) 平成31年度日本植物病理学会大会（発表）

(5) 新規 SDHI 剤の実用化試験

氏 名 平山和幸・十川聡子・赤平知也

所 属 りんご研究所

〒036 - 0332

青森県黒石市大字牡丹平字福民 2 4

1. 調査背景と目的

黒星病に対して有効な新規 SDHI 剤の普及を目指し、一般のリンゴ栽培園において実証試験を実施し、実用性を明らかにする。

2. 調査方法

- 1) 供試薬剤：ネクスターフロアブル 1,500 倍、オルフィンフロアブル 4,000 倍
- 2) 試験園地：各薬剤 2 園地
- 3) 散布時期：‘ふじ’の「開花直前」または「落花直後」
- 4) 散布方法：スピードスプレーヤーで 10a 当たり 320～3500 散布
- 5) 対象病害：黒星病、モニリア病、うどんこ病
- 6) 調査方法
 - (1) モニリア病：5月25日に1区3樹、1樹当たり100果を対象に発生状況を調査した。
 - (2) 黒星病、うどんこ病：6月18日に1区3樹、1樹当たり10新梢の全葉及び1樹当たり100果を対象に発生状況を調査した。
 - (3) 薬害：随時、肉眼で観察した。

表1 ネクスターフロアブル試験園地の薬剤散布経過

散布時期	A園（弘前市）			B園（黒石市）		
	散布月日	実験区	対照区	散布月日	実験区	対照区
展葉1週間後頃	4月23日	ベフラン 1,000倍 アブロード 1,000倍 ダーズバン 3,000倍 トモノール 200倍	同左	4月22日	ベフラン 1,000倍 アブロード 1,000倍 ダーズバン 3,000倍 トモノール 200倍	同左
開花直前	5月1日	ネクスター 1,500倍 バイオマックス 2,000倍	フルーツセイバー 2,000倍 バイオマックス 2,000倍	5月2日	ユニックス 1,000倍 インダー 10,000倍	同左
落花直後	5月10日	ユニックス 2,000倍 ジマンダイセン 600倍 バイオマックス 2,000倍	同左	5月12日	ネクスター 1,500倍	フルーツセイバー 2,000倍
落花10日後頃	5月16日	チオノック 500倍	同左	5月22日	チオノック 500倍	同左

表2 オルフィンフロアブル試験園地の薬剤散布経過

散布時期	C園（弘前市）				D園（鶴田町）		
	散布月日	実験区	対照区		散布月日	実験区	対照区
展葉1週間後頃	4月22日	ペフラン 1,000倍 ダズバン 3,000倍 ノーマルト 4,000倍 ハーベストオイル 200倍	同左		4月23日	ペフラン 1,000倍 アブロード 1,000倍 ダズバン 3,000倍 トモノール 200倍	同左
開花直前	5月1日	オルフィン 4,000倍 カスケード 4,000倍	フルーツセイバー 2,000倍 カスケード 4,000倍		5月1日	ユニックス 1,000倍 アタブロン 4,000倍	同左
落花直後	5月11日	ユニックス 2,000倍 ジマンダイセン 600倍 カスケード 4,000倍	同左		5月11日	オルフィン 4,000倍 アタブロン 4,000倍	フルーツセイバー 2,000倍 アタブロン 4,000倍
落花10日後頃	5月16日	チオノック 500倍	同左		5月21日	ジマンダイセン 600倍	同左

3. 調査結果

- 1) ネクスターフロアブルを「開花直前」に散布したA園において、黒星病の発生は新梢葉では実験区で1.7%、対照区で4.0%であり、果実では両区ともに発生は認められなかった。他病害の発生は認められず、薬害も認められなかった。
- 2) ネクスターフロアブルを「落花直後」に散布したB園において、黒星病の発生は新梢葉では実験区で1.8%、対照区3.4%であり、果実では両区ともに発生は認められなかった。他病害の発生は認められず、薬害も認められなかった。
- 3) オルフィンフロアブルを「開花直前」に散布したC園において、黒星病の発生は新梢葉では実験区、対照区ともに16.0%であった。果実では実験区で2.3%、対照区で4.7%であった。他病害の発生は認められず、薬害も認められなかった。
- 4) オルフィンフロアブルを「落花直後」に散布したD園において、黒星病の発生は新梢葉では実験区で2.5%、対照区で4.9%であった。果実では実験区で0.7%、対照区で2.3%であった。他病害の発生は認められず、薬害も認められなかった。

表3 新梢葉における各種病害の発病状況

試験園地	区	調査葉数	発病葉率 (%)		薬害
			黒星病	うどんこ病	
A園	実験区	531	1.7	0	なし
	対照区	506	4.0	0	なし
B園	実験区	501	1.8	0	なし
	対照区	522	3.4	0	なし
C園	実験区	470	16.0	0	なし
	対照区	486	16.0	0	なし
D園	実験区	486	2.5	0	なし
	対照区	487	4.9	0	なし

表4 果実における各種病害の発病状況

試験園地	区	調査果数	発病果率 (%)			薬害
			モニリア病	黒星病	うどんこ病	
A園	実験区	300	0	0	0	なし
	対照区	300	0	0	0	なし
B園	実験区	300	0	0	0	なし
	対照区	300	0	0	0	なし
C園	実験区	300	0	2.3	0	なし
	対照区	300	0	4.7	0	なし
D園	実験区	300	0	0.7	0	なし
	対照区	300	0	2.3	0	なし

4. 考察

ネクスターフロアブル 1,500 倍およびオルフィンフロアブル 4,000 倍は黒星病に対して対照薬剤と同等の効果を示した。モニリア病およびうどんこ病は発生が認められず、防除効果は評価できなかった。薬害は認められず、両剤ともに実用性はあると考えられた。

5. 今後の課題

なし

6. 要約

ネクスターフロアブル 1,500 倍およびオルフィンフロアブル 4,000 倍は黒星病に対して防除効果を示し、薬害も認められないことから、「開花直前」または「落花直後」に使用する防除剤として実用性があると考えられた。

7. 成果の公表及び特許

- 1) 平成 30 年度農薬展示圃場設置事業（公益財団法人 青森県りんご協会）
- 2) 平成 31 年りんご病虫害防除暦（青森県りんご病虫害防除暦編成部会編）
- 3) 平成 31 年度農作物病虫害防除指針（青森県農作物病虫害防除指針編成会議編）

(6) 開花期前後に使用される殺菌剤の着果率に及ぼす影響

赤平知也

青森県産業技術センターりんご研究所

[〒036-0332 青森県黒石市牡丹平字福民24]

1. 調査背景と目的

2016年に青森県でDMI剤耐性リンゴ黒星病菌の発生が確認されたことを受けて、2017年よりDMI剤を使用しない防除体系を実施しているが、これまで開花期前後に使用する殺菌剤の授粉に対する影響については不明であった。そこで、開花期前後に使用される殺菌剤の授粉への影響について調査する。

2. 調査方法

1) 供試樹

りんご研究所内のC2-2号圃に植栽の12年生‘玉林’／マルバカイドウを供試した。

2) 方法

2018年5月2日（玉林開花日：5月1日）に供試樹の中心花が風船状（雌しべが覆われている）のものを任意に約20花そう抽出し、中心花以外は切除した。中心花の花弁をすべて切除した後、‘つがる’の貯蔵花粉を梵天で人工授粉した直後に展着剤（マイリノー10,000倍）を加用して所定濃度に調製した表1の供試薬剤をハンドスプレーで十分量散布した。これらはすぐにパラフィン紙袋で被覆し、調査までそのままにした。また、授粉3時間後にも同様の試験を行った。

3) 調査方法

授粉して約1か月後の5月30日に供試花そうにおける着果状況を調べた。また、6月22日には肥大状況を調査した。

3. 調査結果

- 授粉直後の散布：無処理区では着果率100%で、対照としたマイリノー散布区では着果率が76.5%とやや低かった。一方、フルーツセイバー、ジマンダイセン水和剤、チオノックフロアブル散布区は着果率81.3~100%と対照区よりも高かった。これに対し、ユニックス顆粒水和剤散布区は着果率47.3%と低かった。肥大状況はいずれの試験区も概ね良好であった。
- 授粉3時間後の散布：無処理区では着果率100%で、対照としたマイリノー散布区では着果率が94.1%と高かった。また、供試した薬剤は着果率がいずれも80.0~100%と高かった。肥大状況はいずれの試験区も概ね良好であった。

表1 各種薬剤の授粉直後の散布による影響

供試薬剤	希釈倍数	調査果数	着果数	着果率	肥大状況		
					良好	不良	正常果率
フルーツセイバー	2,000	16	13	81.3	11	2	84.6
ユニックス顆粒水和剤	1,000	19	9	47.3	8	1	88.9
ジマンダイセン水和剤	600	19	19	100.0	19	0	100.0
チオノックフロアブル	500	19	18	94.7	15	3	83.3
展着剤(マイリノー)	10,000	17	13	76.5	13	0	100.0
無処理	—	20	20	100.0	20	0	100.0

表2 各種薬剤の授粉3間後の散布による影響

供試薬剤	希釈倍数	調査果数	着果数	着果率	肥大状況		
					良好	不良	正常果率
フルーツセイバー	2,000	20	18	90.0	15	3	83.3
ユニックス顆粒水和剤	1,000	17	14	82.4	12	2	85.7
ジマンダイセン水和剤	600	17	16	94.1	16	0	100.0
チオノックフロアブル	500	20	16	80.0	15	1	93.8
展着剤(マイリノー)	10000	17	16	94.1	16	0	100.0
無処理	—	20	20	100.0	20	0	100.0

4. 考察

本年度はほとんどの園地で「落花直後」にユニックス顆粒水和剤を散布しているにも関わらず、県内の着果率は概ね良好であったことから、実用的に問題はないと考えられた。

5. 今後の課題

今後、開花期に採用予定の薬剤については同様の試験を実施して、授粉への影響を調べる必要がある。

6. 要約

開花期前後に使用するフルーツセイバー、ジマンダイセン水和剤、チオノックフロアブル、ユニックス顆粒水和剤の中で、授粉直後の散布でユニックス顆粒水和剤は着果率が低かったが、それ以外の薬剤は実用的に問題はないと考えられた。

7. 成果の公表及び特許

なし

(7) 苗木における黒星病の発病状況

十川聡子、赤平知也、平山和幸

青森県産業技術センターりんご研究所

[〒036-0332 青森県黒石市大字牡丹平字福民24]

1. 調査背景と目的

秋田県及び長野県の生産者から、青森県の種苗業者から購入したりんごの苗木にリンゴ黒星病の発生が見られるとの報告があり、りんご苗木上における黒星病の越冬が疑われた。そこで青森県内の種苗業者から購入したりんご苗木を植え付け、リンゴ黒星病の発病状況を調査した。

2. 調査方法

1) 発病状況

平成30年2月に青森県内のA種苗会社及びB種苗会社から購入したりんごの1年生の苗木を冷蔵庫内で越冬させ、平成30年5月29日に黒石B9号圃に先刈りせずに植え付けた。植え付けた苗木はA種苗業者から購入した‘コスモふじ’40本及び‘三島ふじ’42本、B種苗業者から購入した‘三島ふじ’57本である。さらに周辺圃場から飛来する黒星病胞子による感染を防ぐために、ビニール製の雨よけを苗木の上部に設置した。平成30年6月21～26日に苗木の芽の位置別に黒星病の発病を調査した。

2) 分離

発病のあった苗木上に残っていた芽鱗片を回収し、70%エタノール、2%次亜塩素酸ナトリウム、滅菌水の順に浸漬させ、PDA培地及びベノミルを添加したPDA培地(ベノミル:167ppm)上に置き、黒星病菌の分離を試みた。

3. 調査結果

1) 発病状況

調査の結果、植え付けた苗木において黒星病の発病が認められた。発病樹率はA種苗業者から購入した‘コスモふじ’が25.0%、‘三島ふじ’が2.4%、B種苗業者から購入した‘三島ふじ’が8.8%であった。発病は全て葉裏で観察され、葉の中心の葉脈上で多く見られた。また、葉柄上にも発病が見られた。発病葉はいずれも先端1～7番目の芽で観察され、各葉そのの展葉1～3枚目であった。

2) 分離

発病のあった苗木上に残っていた芽鱗片からは黒星病菌は分離できなかった。



図1 苗木における黒星病の発病葉

表1 苗木における黒星病の発病状況

種苗業者	品種	調査樹数	芽数/樹	発病樹数	発病葉のあった芽の数	発病葉/発病芽	発病樹率
A	コスモふじ	40本	33.8個	10本	13個	1.2枚	25%
	三島ふじ	42本	34.4個	1本	1個	1.1枚	2.4%
B	三島ふじ	57本	19.8個	5本	10個	1.1枚	8.8%

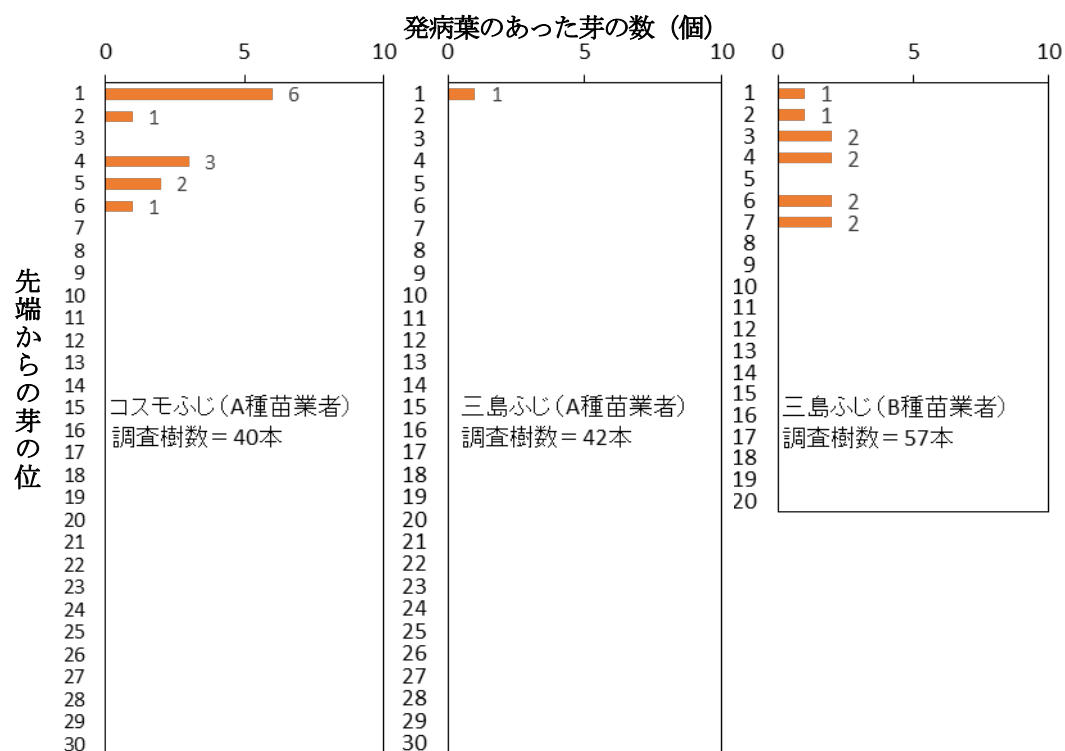


図2 苗木における発病葉のあった芽の位置

4. 考察

苗木上に残っていた芽鱗片から黒星病菌を分離することはできなかったが、苗木における黒星病の発病状況から、苗木上で黒星病菌が越冬している可能性が考えられた。

5. 今後の課題

苗木上の組織における黒星病菌の分離、及び越冬形態の解明。
苗木育成中における効果的な防除法。

6. 要約

青森県内の種苗会社から購入したりんごの1年生の苗木を、雨よけ設置下で圃場に植え付けたところ、苗木の葉の裏側において黒星病の発病が確認された。

7. 成果の公表及び特許

なし

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

東北ブロック：「DMI 剤感受性低下菌対策を主眼としたリンゴ黒星病防除体系の確立」

1. DMI剤感受性検定

氏名 佐藤 裕

所属 秋田県果樹試験場 生産技術部

[〒013-0102 秋田県横手市平鹿町醍醐字街道下 65]

1. 調査背景と目的

リンゴ黒星病は秋田県南部では 10 数年にわたり生産現場でも発生が認められなかったが、2016 年ころから、徐々に発生園が増加し、2017 年、2018 年は発生地点、発生面積ともに急増し、果実被害も認められた。県外ではリンゴ黒星病菌に対し DMI 剤の効力低下が確認されており、本県でのリンゴ黒星病菌の DMI 剤感受性を明らかにし、今後の防除対策の資とする。

2. 調査方法

1) フェナリモル感受性検定

標本採集場所：県内各地域の黒星病発生ほ場

感受性検定法：PDA培地にフェナリモル（ルビゲン）を0および0.01、0.05、0.1、0.5、1、5、10、50、100ppmになるよう添加した薬剤感受性検定培地を作製した。次に、前培養菌叢をφ4mmのコルクボーラーで打ち抜き、菌そう面が培地に接するように置床し、20℃、暗黒下、3週間培養後、菌そう直径（長径、短径）を計測した。それぞれの平均菌そう伸長量を基にEC50値を算出し、1.0ppmを超えた菌株を耐性菌とした。

2) CYP51遺伝子解析

リンゴ黒星病菌のCYP51遺伝子について塩基配列解析を行い、塩基配列の変異株（以下、変異株）の検出を行った。なお、遺伝子解析は農研機構果樹茶業研究部門リンゴ研究領域にすべて依頼した。

3. 調査結果

1) 多発した2園地についてフェナリモル感受性検定を行った。湯沢市高村の分離株ではEC50値が高い3菌株を耐性菌と判断した。また、低感受性菌も多く検出された(表1)。

2) 県南部の36園地、275菌株について遺伝子解析を行い、11園地（内2圃場は苗木）で変異株が検出された(表2)。野生株のみが検出された圃場の多くが少発生で局所に分布していたが、変異株の検出率の高い圃場では園全体に蔓延している傾向がみられた(表3、4)。また、培地検定により耐性菌が検出された試験1の湯沢市高村ではCYP遺伝子解析を10株で行った結果、10株いずれも変異株であった(表4のNO.1ほ場)。

表1 多発園地由来黒星病菌のフェナリモル感受性検定結果

採集地	供試菌株数	耐性菌	EC50値	
			感受性菌	耐性菌
湯沢市高村	23	3	0.27-0.67	1.26-4.78
横手市金沢	13	0	0.12-0.99	

表2 CYP51遺伝子の解析結果

調査市名	調査ほ場数	変異株検出ほ場数
大仙市	1	0
湯沢市	10	4
横手市	25	7
合計	36	11

表3 CYP変異株が検出された園の状況

ほ場NO.*	状況、防除自体等
1	圃場全体に蔓延。苗の持ち込みは無く自然発生とみられる。園主は機関誌に掲載された病徴写真を見て、初めて黒星病の発生を確認し、指導に機関に連絡した。個人散布で、散布量は周辺農家より少ない。
5	圃場全体に蔓延。機関誌に掲載された病徴写真を見て、初めて黒星病の発生を確認した。開花期前後の防除実績は開花直前DMI剤単用、落花直後、保護殺菌剤加用オンリーワンFL 4,000倍を散布(H28,29,30年)
9	局所発生(SSの方向転換地点付近)

※ ほ場NO.は表4を参照

表4 CYP遺伝子解析の結果

NO.	採集地	CYP51遺伝子解析			参考 cyp-b遺伝子解析	
		調査株数	陽性株		調査株数	陽性株
1	湯沢市 高村T	10	10	多発生		
2	湯沢市 高村W	10	8	散見	5	3
3	湯沢市 高村G	7	2	散見	5	1
4	湯沢市 高村K	8	5	1樹		
5	横手市 平鹿町	4	4	多発生		
6	横手市 平鹿町	7	7	局所		
7	横手市 平鹿町	6	4	局所		
8	横手市 平鹿町	8	8	局所		
9	横手市 雄物川町	8	7	局所	8	7
10	横手市 雄物川町	6	0	局所		
11	横手市 雄物川町	3	0	局所		
12	横手市 雄物川町	7	0	局所		
13	大仙市 花館	10	0	局所		
14	横手市 醍醐	11	0	散見		
15	横手市 醍醐	5	0			
16	横手市 醍醐	12	0			
17	横手市 醍醐	10	0			
18	横手市 増田	2	0	局所		
19	横手市 栄	9	0	局所		
20	横手市 平鹿町	8	0	局所		
21	横手市 十文字	14	0	局所		
22	横手市 金沢	17	0	散見	5	0
23	横手市 外目	5	0	多発生		
24	横手市 中山	4	0	局所		
25	横手市 平鹿	6	0	局所		
26	横手市 旭	4	0	局所		
27	横手市 醍醐	4	0	局所		
28	湯沢市 三関	8	0	局所		
29	湯沢市 桜沢	2	0	局所		
30	湯沢市 東福寺	10	0	多発生	7	0
31	湯沢市 東福寺	10	0	局所		
32	湯沢市 東福寺	6	0	局所		
33	湯沢市 秋の宮	12	0	局所		
34	横手市 増田	2	0	県外産1年生苗		
35	横手市 平鹿	10	10	県外産2年生苗		
36	横手市 増田	10	10	県外産1年生苗		

4. 考察

県南部でも広範囲に黒星病の発生が確認され、特に変異株が検出され 11 園地中 2 園地では耐性菌が園内に蔓延した状態であり、今後は DMI 剤を用いない防除体系を適用する必要がある。なお、耐性菌の検出した圃場では、昨年まで黒星病の発生が多かった圃場はなかったとみられることや、1 園地を除き苗木の持ち込みがない（周辺園地を含め）ことから、それぞれ園内で耐性が発達したオリジナル耐性菌の可能性が高い。

5. 今後の課題

耐性菌検出圃場での次年度以降の防除体系構築と実証試験の実施

6. 要約

県南部で多発生した 2 園地について、黒星病のフェナリモル感受性を検定した結果、1 園地で耐性菌が検出された。また、36 園地から発病葉を採集し、CYP51 遺伝子解析を行い塩基配列変異について検討した結果、11 園地から変異株が検出された。

7. 成果の公表及び特許

秋田県リンゴ黒星病緊急対策連絡協議会において試験結果を情報提供した。

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

東北ブロック：「DMI 剤感受性低下菌対策を主眼としたリンゴ黒星病防除体系の確立」

2. 新防除体系の実用性の検討

氏名 佐藤 裕

所属 秋田県果樹試験場 生産技術部

[〒013-0102 秋田県横手市平鹿町醍醐字街道下 65]

1. 調査背景と目的

リンゴ黒星病防除の中心的な殺菌剤である DMI 剤は、秋田県内に広く普及し、既に 20 年以上が経過している。耐性菌管理の観点から、DMI 剤を使わない黒星病防除体系の構築を急ぐ必要がある。また、新たな体系のもとでも、他の病害に対して現行防除体系並みの防除圧を維持することが求められる。本試験では、新防除体系の黒点病や褐斑病など他の病害に対する防除効果についても検討する。

2. 試験方法

1) 試験場所および供試樹

場内 25 号圃 ふじ/M.26/マルバカイドウ、38 年生樹、1 区 1 樹、2 反復

試験区の構成および散布日は下表の通り

	現行防除体系	A体系	B体系
芽出し10日後 4/17	-	ベフラン1000	ベフラン1000
開花直前 4/28	オンリーワン2000 チオノック500	フルーツセイバー1500 チオノック500	ネクスター1500 チオノック500
落花直後 5/11	アンビル2000 ジマンダイセン600	ユニックス2000 ジマンダイセン600	ユニックス2000 ジマンダイセン600

以降の防除は全区一律(現行防除体系区、A区、B区)

5/22 ジマンダイセン600、6/6 デラン1000、6/22 アントラコール500、7/6 パスポート1000、7/19 オキシラン600、8/7 アリエッティC800、8/21 ダイパワー1000、9/6 ストライド1500

2) 調査方法及び調査日

黒星病：6月18日(叢葉)、6月25日(新梢葉)、8月29日(叢葉)

褐斑病：8月2日(叢葉)、10月9日(叢葉)

果実調査：11月28日(黒星病、褐斑病、黒点病)

3. 調査結果

1) 黒星病は少発生条件での試験となった。葉、果実での発生量に防除体系間の差は認められなかった(表1、3)。また、褐斑病は散布期間中は発生が認められなかったが、秋季になり体系AおよびBでわずかに発病が認められた(表2)。

2) 果実の発病調査では無散布区で褐斑病が発病果率が60.0%と多発したが、いずれの防除体系でも発生がほとんど認められず、十分な防除効果が得られた。黒点病についても、主な感染期が落

花期以降にあったことから、いずれの体系でも十分な防除効果が得られた（表3）。

表1 各試験での黒星病の発生状況

試験区	区	6月18日調査		6月25日調査		8月29日調査			
		調査 叢数	発病 叢率(%)	調査 新梢数	発病 新梢率(%)	調査 叢数	発病 叢率(%)	調査 葉数	発病 葉率(%)
体系A	I	50	0	100	4	40	0	279	0
	II	50	0	100	0	40	0	260	0
		50.0	0.0	100.0	2.0	40.0	0.0	269.5	0.0
体系B	I	50	0	100	0	40	0	248	0
	II	50	0	100	0	40	0	239	0
		50.0	0.0	100.0	0.0	40.0	0.0	243.5	0.0
慣行体系	I	50	0	100	8	40	0	252	0
	II	50	0	100	0	40	0	252	0
		50.0	0.0	100.0	4.0	40.0	0.0	252.0	0.0
無防除	I	50	10	100	17	40	7.5	269	1.9
	II	50	2	100	6	40	0	228	0
	III	50	6	100	7	40	0	220	0
		50.0	6.0	100.0	10.0	40.0	2.5	239.0	0.6

表2 褐斑病の発生状況

	区	8月2日調査				10月9日調査	
		調査 叢数	発病 叢率(%)	調査葉数	発病 葉率(%)	調査 叢数	発病 叢率(%)
体系A	I	40	0	288	0.0	100	5
	II	40	0	271	0.0	100	4
		40.0	0.0	279.5	0.0	100.0	4.5
体系B	I	40	0	235	0.0	100	9
	II	40	0	253	0.0	100	6
		40.0	0.0	244.0	0.0	100.0	7.5
慣行	I	40	0	258	0.0	100	0
	II	40	0	253	0.0	100	0
		40.0	0.0	255.5	0.0	100.0	0.0
落花期まで無散布	I	40	0	254	0.0	100	7
	II	40	2.5	246	0.4	100	13
		40.0	1.3	250.0	0.2	100.0	10.0
無防除	I	40	47.5	290	17.2	100	100
	II	40	7.5	268	10.8	100	100
		40.0	27.5	279.0	14.0	100.0	100.0

表3 各試験区の果実病害発生状況

	区	調査果数	発病果率(%)		
			黒星病	褐斑病	黒点病
体系A	I	68	0	0	0
	II	64	0	0	0
		66.0	0.0	0.0	0.0
体系B	I	118	0	0	0
	II	105	0	1.0	0
		111.5	0.0	0.5	0.0
慣行体系	I	67	0	0	0
	II	59	0	0	1.7
		63.0	0.0	0.0	0.8
落花期まで無散布	I	68	0	0	0
	II	139	0	0	0.7
		103.5	0.0	0.0	0.4
無防除	I	261	0.8	49.0	39.8
	II	82	1.2	64.6	15.9
	III	184	3.3	66.3	28.8
		175.7	1.7	60.0	28.2

4. 考察

以上の結果から、DMI 剤を使用しない防除体系 A, B いずれも黒星病少発生の条件下では十分な防除効果が得られ、褐斑病、黒点病についても防除上の差は生じないと考えられた。なお、うどんこ病は発生量が極少、赤星病は発生が無かったため調査ができなかった。

5. 今後の課題

多発条件下での防除効果

うどんこ病、赤星病など開花期前後に主要感染期をもつ病害に対する防除効果

6. 要約

黒星病に対し、DMI 剤を用いず SDHI 剤とアニリノピリミジン系剤を開花期前後に使用する防除体系の実用性を検討した。黒星病少発生の条件下では十分な防除効果が得られた。また、開花期前後が主な感染時期となる褐斑病、黒点病についても防除体系による差は認められず、いずれの防除体系でも高い効果が認められた。

7. 成果の公表及び特許

秋田県リンゴ黒星病緊急対策連絡協議会において試験結果を情報提供した。

子のう胞子飛散消長調査

氏 名 中村佐之

所 属 秋田県果樹試験場総務企画班（かづの果樹センター）

[〒018-5201 秋田県鹿角市花輪字小坂野 3-12]

1. 調査背景と目的

平成 24 年以降、鹿角地域を主体にリンゴ黒星病の多発園が見られるようになり、DMI 剤の感受性も、耐性方向へシフトしていることが確認されている。リンゴ黒星病の防除で重要なのは、子のう胞子による初期の感染をいかに防ぐかにある。そこで、重点防除時期を見極めるために子のう胞子の飛散時期を明らかにする。

2. 調査方法

1) 調査場所：かづの果樹センター内ほ場 1 号圃（予察圃）

2) 調査方法：

- ・2017年秋に被害葉を採集しネットに入れ屋外に静置した。
- ・2018年4月14日に胞子収集器を被害葉上に設置した。スライドガラス（76×26mm）上に、18×18mmに切った透明両面テープ（スリーエムジャパン社 スコッチ665-3-18）を貼り、胞子収集器内に約24時間静置した。
- ・スライドガラス回収後、メチレンブルーで染色しカバーガラス（18×18mm）をかぶせ、顕微鏡下でその範囲内にある子のう胞子数を計数した。

3. 調査結果

1) 本年の消雪日は平年並の3月30日であった。

2) 4月15日に9個の子のう胞子飛散を確認した。4月24日は午後1時頃から雨が降り始め、夕方の調査では大量の子のう胞子の飛散を確認した（図1）。この日の雨はその後断続的に翌25日未明まで降り続いた。

3) 5月中旬以降、子のう胞子の飛散数は徐々に減少しながら6月1日まで続いた。以降、降雨があっても子のう胞子が確認できなかったため、6月8日に調査を終了した。

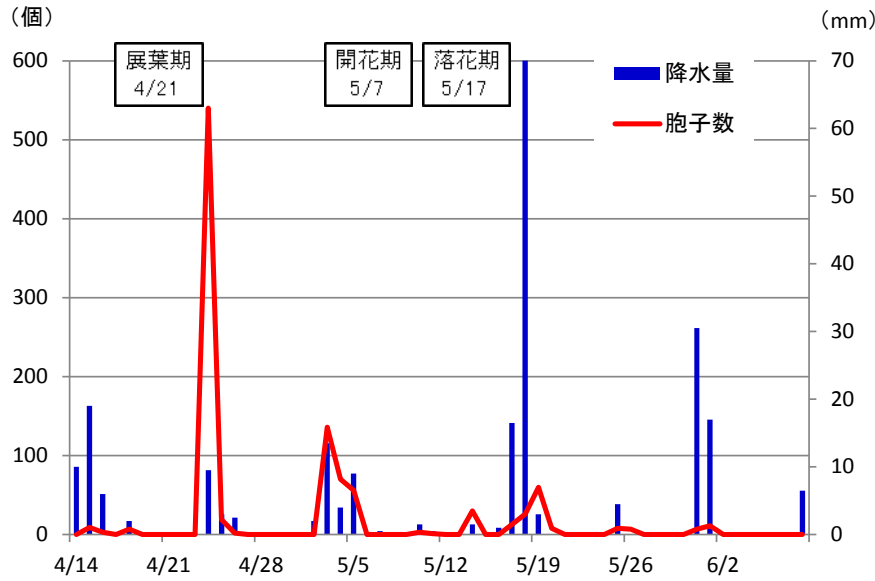


図1 黒星病子のう胞子の飛散消長と降水量

4. 考察

2017年の調査では、開花期前後に胞子飛散ピークを迎えており、この時と比べると2018年は早い時期に大量の子のう胞子を飛散したことになる。この時期が初感染と推測されるが、展葉期の防除が疎かになった園地では、5月中旬から多発した園地も見られた。

浅利の報告（2008年 北日本病害虫研報）では、消雪日以降の日平均気温の積算温度が180日度に達した後の降雨で胞子が飛散するとあるが、本年の場合、3月30日を起点とすると180日度に達したのが4月26日であった。4月24日時点の積算温度は約167度であったが、消雪日前の3月下旬も数日、落葉を入れたネットが露出していたこと等から、浅利の報告にほぼ合致すると考えられた。

5. 今後の課題

2019年もの同様の調査を実施する。

6. 要約

本年の子のう胞子の飛散は4月15日に開始し6月1日に終息した。4月24日の降雨に伴い大量の子のう胞子が飛散しこの時がピークとなった。この日が本年の初感染と推定された。

7. 成果の公表及び特許

講習会への活用

培地上における薬剤感受性検定

氏 名 中村佐之

所 属 秋田県果樹試験場総務企画班（かづの果樹センター）

[〒018-5201 秋田県鹿角市花輪字小坂野 3-12]

1. 調査背景と目的

県内各地から採取されたリンゴ黒星病菌の薬剤感受性検定を行い、県内のDMI 剤耐性菌の有無、耐性程度などを明らかにする。

2. 調査方法

- 1) 採取場所：鹿角市内リンゴ園：2カ所、大館市内リンゴ園地：1カ所
- 2) 分離方法：葉の病斑を、70%エタノール次いで50%エタノールに約30秒浸漬した後、滅菌水で2回洗浄し2%素寒天平板培地に置床、20℃暗黒化で約2週間培養した。鹿角市内園地2カ所からはそれぞれ15菌株（SN園）と3菌株（SG園）、大館市内園地からは4菌株（TK園）を得た。
- 3) 感受性検定：得られた菌株はPDA培地で前培養した。PDA培地にフェナリモル（ルビゲン水和剤）を0および0.01、0.05、0.1、0.5、1、5、10、50、100ppmになるよう添加し、前培養菌叢をφ4mmのコルクローラーで打ち抜き菌叢が培地に接するように置床し、20℃暗黒化で21日間培養した後、菌叢直径（長径、短径）を計測し、それぞれの平均菌叢伸長量を基にEC50値を算出し、1.0ppmを超えた菌株を耐性菌とした。

3. 調査結果

- 1) 例年、黒星病の発生が多い鹿角市内2園地、と本年、特異的に発生が見られたあ大館市1園地のフェナリモル感受性検定を行った。そのうち、鹿角市のSG園の2菌株および大館市TK園の4菌株がEC50値で1.0ppmを超え耐性菌と判断した。SN園では耐性菌と判断された菌株はなかったが、EC50値がやや高い菌が検出され、感受性の低下が示唆された（表1）。

4. 考察

変異菌株が検出された園地はここ数年、苗木の導入実績がなかったことから、変異菌株は、園外から持ち込まれたものではなく、園地の中で時間の経過とともに変異してきたと考えられた。

果樹研究所リンゴ研究領域で行ったCYP51遺伝子解析による耐性菌の出現率は、SN園0%、SG園10%、TK園100%であった。

表1 フェナリモル感受性検定結果

採取地	園地名	供試菌株数	耐性菌株数	EC50値	
				感受性菌	耐性菌
鹿角市	S N園	15	0	0.45-0.91	
〃	S G園	3	2	0.56	1.15-1.47
大館市	T K園	4	4	1.16-1.80	

5. 今後の課題

本年度調査した地点以外の黒星病菌の感受性検定を行う。耐性菌の頻度が高い園地ではDMI剤を使用しない防除体系を指導していく必要がある。しかしながら、必ずしも耐性菌発生園＝多発園ではないため、発生に関わる要因の検索が必要である。

6. 要約

鹿角市内で黒星病の発生が多い地区の2園地18菌株、本年、特異的に多かった大館市1園地4菌株についてフェナリモル感受性検定を行った。その結果、鹿角市の1園地2菌株、大館市の4菌株で耐性菌が検出された。

7. 成果の公表及び特許

講習会への活用

植物体上における薬剤感受性検定

氏 名 中村佐之

所 属 秋田県果樹試験場総務企画班（かづの果樹センター）

[〒018-5201 秋田県鹿角市花輪字小坂野 3-12]

1. 調査背景と目的

鹿角市内で発生しているリンゴ黒星病菌を用いた生物検定を行い、DMI 剤およびその他の薬剤に対する防除効果について明らかにする。

2. 調査方法

- 1) 供試樹および区の設定：ポット植え‘ふじ’/マルバ台1年生、1区3樹
接種前散布区（予防効果）、接種後散布区（治療効果）
- 2) 供試薬剤：アンビルフロアブル2000倍 ベフラン液剤25 1000倍
フルーツセイバー1500倍 オルフィンフロアブル4000倍
ストロビードライフロアブル2000倍
- 3) 供試樹の管理：7月30日にポット植え1年生苗木の新梢を基部まで切り戻し、新しい枝の発生を促した。適宜、かん水を行い、またアブラムシ対策の防除を行った。
- 4) 接種源の調整：9月上旬に、センター内ほ場と現地ほ場（寺坂）から、黒星病のり病葉を採集し、ビニール袋に入れ冷蔵庫に保存した。接種当日（9月11日）に、病斑部に形成された分生子をブラシでかき取り滅菌水に懸濁し、孢子濃度を約 3×10^4 個/mlに調整した。なお、センターほ場および現地ほ場由来の菌は、CYP51遺伝子解析の結果、いずれからも変異株は検出されなかった。
- 5) 試験方法：新梢先端の展開葉と未展開葉の間に紐でラベルをつけ、接種前散布の区にハンドスプレーで薬剤を散布、風乾させた。その後、全樹に孢子懸濁液をハンドスプレーで噴霧接種し、ビニール袋をかぶせ、48時間車庫内に置いた。ビニール袋除去後、接種後散布の区に薬剤を散布した。接種後散布から26日後に、ラベルをつけた部分を基準に下位葉と上位葉について発病の有無を調査し発病葉率を求めた。

3. 調査結果

- 1) センター内ほ場由来の菌を接種した試験では、ベフラン液剤25 1000倍、オルフィンフロアブル4000倍、ストロビードライフロアブル2000倍が高い防除効果を示した。アンビルフロアブル2000倍は接種前散布で1葉、接種後散布で2葉に発病が確認された（表1）。
- 2) 現地ほ場（寺坂）由来の菌を接種した試験では、ベフラン液剤 25 1000 倍、フルーツセイバー1500 倍、ストロビードライフロアブル 2000 倍で高い防除効果を示した。アンビルフロアブル 2000 倍、

オルフィンフロアブル 4000 倍では、接種前散布の試験で 1～2 葉に発病が確認された（表 2）。

表 1 各種薬剤のリンゴ黒星病に対する効果（センター内ほ場菌）

供試薬剤	希釈倍数	接種前散布		接種後散布	
		調査葉数 (3樹計)	発病葉率 (%)	調査葉数 (3樹計)	発病葉率 (%)
アンビルフロアブル	2000倍	31	3.2	36	5.6
ベフラン液剤25	1000倍	43	0	33	0
フルーツセイバー	1500倍	34	0	35	8.6
オルフィンフロアブル	4000倍	34	0	31	0
ストロビードライフロアブル	2000倍	31	0	32	0
無散布		39	2.6		

表 2 各種薬剤のリンゴ黒星病に対する効果（現地ほ場菌）

供試薬剤	希釈倍数	接種前散布		接種後散布	
		調査葉数 (3樹計)	発病葉率 (%)	調査葉数 (3樹計)	発病葉率 (%)
アンビルフロアブル	2000倍	43	4.7	36	0
ベフラン液剤25	1000倍	44	0	33	0
フルーツセイバー	1500倍	31	0	35	0
オルフィンフロアブル	4000倍	40	2.5	31	0
ストロビードライフロアブル	2000倍	36	0	32	0
無散布		36	2.8		

4. 考察

センター内ほ場由来および現地ほ場由来の菌を接種した試験の結果、いずれの試験においてもベフラン液剤 25 1000 倍、ストロビードライフロアブル 2000 倍は高い防除効果を示した。

アンビルフロアブル 2000 倍は、現地ほ場由来の接種後散布以外の試験で、1～2 葉に発病が見られた。全く効果はないとは言い難いが、効力の低下が懸念される結果であった。

5. 今後の課題

本年度調査した地点以外の黒星病菌の感受性検定を行う。本年の遺伝子解析および感受性検定により耐性菌と判定された菌と感受性菌との比較も必要と考えられる。

6. 要約

5 種類の殺菌剤について、センター内ほ場由来および現地ほ場由来の菌を接種源とした防除試験を行った。アンビルフロアブル 2000 倍はひとつの試験区を除き発病が見られ、効力低下が考えられた。

7. 成果の公表及び特許

講習会への活用

効果的な薬剤の検索

氏 名 中村佐之

所 属 秋田県果樹試験場総務企画班（かづの果樹センター）

[〒018-5201 秋田県鹿角市花輪字小坂野 3-12]

1. 調査背景と目的

各種殺菌剤のリンゴ黒星病に対する防除効果を明らかにする。

2. 調査方法

1) 調査場所：かづの果樹センター内ほ場 1 号圃（予察圃）

2) 試験方法

①供試樹 ふじ/CG80台 樹齢23年生 1区1樹 2～3反復

②供試薬剤 ベフラン液剤25 1000倍 アリエッティ水和剤 800倍
フルーツセイバー 1500倍 アンビルフロアブル 2000倍
ジマンダイセン水和剤 600倍 無散布

③処理月日 平成30年4月26日（展葉期）、5月8日、20日、6月2日 の計4回

④処理方法 1樹当たり約5Lを背負式動力噴霧器で散布した。展着剤は加用しなかった。

⑤調査方法 6月14日（最終散布12日後）に1樹あたり20新梢の全葉について、下記の指数別に発病状況を調査し発病葉率と発病度を求めた。また果実についても全果について発病状況を調査した。サビの発生状況、薬害については肉眼で観察した。

なお、ベフラン液剤25試験区については、7月2日に果実へ袋かけを行い、11月2日にサビ果の発生状況について調査を行った。

発病指数 0：発病なし 1：病斑面積が葉面積の1/4以下

2：病斑面積が葉面積の1/4以上～1/2以下 3：病斑面積が葉面積の1/2以

上

発病度 = Σ （指数値 × 程度別発病葉数） / （3 × 調査葉数） × 100

3. 調査結果

1) 試験期間中の降水量は、展葉期（4月21日）から1回目散布までが12.5mm、1回目から2回目の間
が31.5mm、2回目から3回目の間が126mm、3回目から4回目までの間が52mmであった。黒星病の
子のう胞子は、試験前の4月24日に大量の飛散が確認され、以後、5月3～5日、14日、17～20
日、25～26日、5月31日～6月1日に確認された（図1）。

2) 調査時における新梢葉無散布区の発病葉率が27.4%、発病度13.6と中程度の発生であった。ベフラ

ン液剤25 1000倍、フルーツセイバー1500倍、アンビルフロアブル2000倍、ジマンダイセン水和剤600倍の防除価は97.8~99.0と効果が高く、アリエッティ水和剤800倍は他の薬剤に比べ効果が劣った(表1)。

- 3) 果実では調査時の発病果率が24.5%と中程度の発生であった。ベフラン液剤25 1000倍、フルーツセイバー1500倍、ジマンダイセン水和剤600倍で効果が高かった。アンビルフロアブル2000倍、アリエッティ水和剤800倍でも防除価が90を超えており効果は認められるが、わずかに発病果が確認された(表2)。
- 4) ベフラン液剤 25 1000 倍では5月中下旬に葉がやや湾曲する症状が見られたが、その後の生育に大きな影響はなかった。果実ではサビ果の発生が確認され、収穫時の発生率は約43%であった。

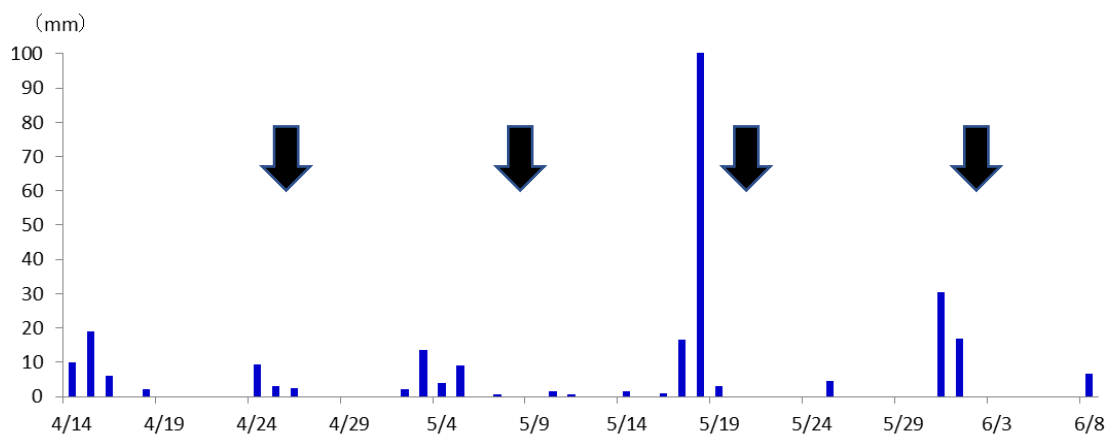


図1 試験期間中の降水状況(矢印は散布日)

表1 リンゴ黒星病に対する各種殺菌剤の防除効果

(1) 新梢葉

供試薬剤(希釈倍数)	調査樹数	調査葉数(平均)	指数別葉数				発病葉率(%)	発病度	防除価	葉害
			0	1	2	3				
ベフラン液剤25(1000倍)	2	253.0	252.0	1.0	0.0	0.0	0.4	0.1	99.0	±
フルーツセイバー(1500倍)	2	224.5	223.0	1.0	0.0	0.0	0.7	0.2	98.3	—
ジマンダイセンWP(600倍)	2	237.0	235.0	2.0	0.0	0.0	0.9	0.3	97.9	—
アンビルF(2000倍)	2	227.0	225.0	2.0	0.0	0.0	0.6	0.3	97.8	—
アリエッティWP(800倍)	2	235.5	220.0	13.0	2.0	0.5	6.9	2.8	79.7	—
無散布	3	226.7	164.3	41.3	12.0	9.0	27.4	13.6		

(2) 果実

供試薬剤(希釈倍数)	調査樹数	調査果数(平均)	発病果数(平均)	発病果率(%)	防除価	葉害
ベフラン液剤25(1000倍)	2	78.5	0	0.0	100	+
フルーツセイバー(1500倍)	2	18.5	0	0.0	100	—
ジマンダイセンWP(600倍)	2	86.5	0	0.0	100	—
アリエッティWP(800倍)	2	48.0	0.5	0.8	96.6	—
アンビルF(2000倍)	2	62.0	1.5	1.9	92.0	—
無散布	3	83.0	20.3	24.5		

4. 考察

今回の試験では、展葉期から散布を行った。子のう胞子の飛散量が増える時期と重なったが、

丁寧な散布を行うことで、予防効果主体の SDHI 剤や保護殺菌剤でも十分な防除効果が得られたと思われる。

センター内ほ場の黒星病菌は、遺伝子解析の結果では全て感受性菌との診断であったが、DMI 剤のアンビルフロアブルは完全に抑え込むことが出来ておらず、薬剤の効果が低下していることが考えられる。

ベフラン液剤 25 のサビ果は落花期以降の散布が影響したと考えられるが、果面の 30%以上にサビを発生した果実が 10%以上あったことから、品質面への影響はかなり大きいと思われる。

5. 今後の課題

各種の SDHI 剤を含め、新規に登録された殺菌剤の、予防、治療効果の評価が必要と思われる。

6. 要約

殺菌剤 5 剤の防除効果について試験を行った。アリエッティ水和剤以外の薬剤は高い防除効果を示した。ベフラン液剤 25 の効果は高いものの、収穫果でサビ果が見られるため、使用時期には十分注意が必要である。

7. 成果の公表及び特許

講習会への活用

新防除体系の実用性の検討

氏 名 中村佐之

所 属 秋田県果樹試験場総務企画班（かづの果樹センター）

[〒018-5201 秋田県鹿角市花輪字小坂野 3-12]

1. 調査背景と目的

DMI 剤の使用回数を 1 回ないしは全く使用せずにリンゴ黒星病を防除できる体系構築し、その実用性について検討する。

2. 調査方法

1) 調査場所：かづの果樹センター内ほ場 8 号圃

2) 試験方法

①供試樹 ふじ/M9. マルバ付き 樹齢21年生 1 区 3 樹

②試験区および処理月日

時期	散布日	1区	2区	3区(慣行)	4区(無散布)
芽出し 後10日	4/27	ベフラン(1000)	ベフラン(1000)	ベフラン(1000)	—
開花直前	5/8	オンリーワン(2000) フルーツセイバー(1500)	チオノック(500) フルーツセイバー(1500)	チオノック(500) オンリーワン(2000)	—
落果直後	5/21	ユニックス顆粒(2000) ジマンダイセン(600)	ユニックス顆粒(2000) ジマンダイセン(600)	チオノック(500) オンリーワン(2000)	—
落花後 10日	6/4	ジマンダイセン(600)	ジマンダイセン(600)	ユニックス顆粒(2000) ジマンダイセン(600)	—

以降は全区で慣行と同様に防除を実施

・薬剤名 ベフラン…ベフラン液剤25、オンリーワン…オンリーワンフロアブル、チオノック…チオノックフロアブル、
ユニックス顆粒…ユニックス顆粒水和剤47、ジマンダイセン…ジマンダイセン水和剤

・6月中旬以降の防除薬剤（殺菌剤のみ）

6/18…テランフロアブル2000倍、6/26…アントラコール顆粒水和剤500倍

7/10、25…ハースト顆粒水和剤1000倍、8/9…ダィワ水和水和剤1000倍

8/21…カリWDG2000倍、9/11…ストライド顆粒水和剤1500倍

③初期生態 発芽期…4月12日、展葉期…4月21日、開花始期…5月7日、満開期…5月12日、
落花期…5月17日

④処理方法 1 樹当たり約 10～15 L を動力噴霧器で散布した。展着剤（マイリノー10000 倍）を加用した。4 月 27 日にはハーベストオイル 100 倍、5 月 21 日にはサムコルフロアブル 5000 倍を加用した。

⑤調査方法

- ・黒星病：初発確認以降、10日おきに6月末まで、1樹50本の果そうおよび新梢を任意に選択し、発病の有無を調査し発病果そう率、発病新梢率を求めた。防除価は6月下旬の発病新梢率から求めた。果実は6月の中旬、下旬は1樹につき50果、収穫時は全果について発病の有無を調査し発病果率を求めた。
- ・モニリア病：5月10日に1樹50果そうについて葉腐れの有無を調査し、発病果そう率を求めた。
- ・斑点落葉病、褐斑病：9月11日に1樹10新梢の全葉について発病葉数調査した。
- ・黒点病：9月11日に1樹につき全果および50果について発病の有無を調査した。
- ・赤星病：6月に発生が確認され6月25日に1樹50新梢について発病の有無を調査した。

3. 結果の概要

- 1) 黒星病の葉での初発を5月15日に確認した。果そうおよび新梢での発生状況は、無散布区で5月25日に20.7%、6月25日に100%となった。6月25日の発病新梢率は、1区で6.0%、防除価94と2区および慣行区よりやや効果が優った(表1)。
- 2) 果実では6月初旬に発病を確認し、6月下旬には無散布区で54%に被害が見られた。その後、被害果は摘果したものの収穫果でも22.4%の発病が認められた(表2)。
- 3) 斑点落葉病は、試験区1区、2区が慣行区より防除効果が高かった(表3)。
- 4) モニリア病、褐斑病(表3)、黒点病の発生は見られなかった。
- 5) 6月下旬に赤星病の発生が見られ、試験区、慣行区ともほぼ同程度の発病状況であった(表4)。

表1 果そうおよび新梢における黒星病の発生状況

区	調査本数	発病果そう率(%)		発病新梢率(%)			防除価
		5/10	5/25	6/5	6/15	6/26	
1区	150	0.0	0.0	0.7	6.7	6.0	94.0
2区	150	0.0	0.7	2.0	13.3	10.7	89.3
3区(慣行)	150	0.0	0.7	1.3	10.7	12.0	88.0
無散布	150	0.0	20.7	70.0	96.0	100	

表2 果実における発生状況

区	6/15		6/26		11/14(収穫果)	
	調査果数(個)	発病果率(%)	調査果数(個)	発病果率(%)	調査果数(個)	発病果率(%)
1区	150	0.7	150	0.7	264	0
2区	150	0.0	150	0.0	366	0.3
3区(慣行)	150	0.0	150	0.7	369	0.8
無散布	150	35.3	150	54.0	49	22.4

表3 斑点落葉病、褐斑病の発生状況 (9/11)

区	調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)	
		斑点落葉病	褐斑病
1区	502	1.8	0.0
2区	550	3.6	0.0
3区(慣行)	599	5.8	0.0
無散布	399	8.5	0.0

表4 赤星病の発生状況 (6/25)

区	調査新梢数 (本)	発病枝率 (%)
2区	150	25.3
3区(慣行)	150	21.3
無散布	150	76.0

4. 考察

開花前にDMI剤とSDHI剤を使用した1区で最も防除効果が優れた。センター内ほ場の黒星病菌は、DMI剤に対して感受性であることから、SDHI剤の予防効果と併せ十分な防除効果が発揮されたと思われる。モニリア病、黒点病等についてはいずれの散布区も発生は少なく防除効果は高いと考えられた。

5. 今後の課題

DMI剤を使用しない体系について薬剤を変え試験事例を増やすこと、また耐性菌が存在する園地における防除効果の検証が必要である。

6. 要約

DMI剤に出来るだけ頼らない防除体系について散布試験を行った。開花前をDMI剤+SDHI剤にした区で最も防除効果が高かった。また、全くDMI剤を使用しなかった試験区は慣行区並の防除効果であった。

7. 成果の公表及び特許

講習会への活用

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

東北ブロック：「DMI 剤感受性低下菌対策を主眼としたリンゴ黒星病防除体系の確立」

DMI 剤感受性低下菌対策を主眼としたリンゴ黒星病防除体系の確立（1）

氏 名 三須朱夏・佐藤健治

所 属 山形県農業総合研究センター園芸試験場

[〒991-0043 山形県寒河江市大字島字島南 423]

1. 調査背景と目的

県下全域で多発しているリンゴ黒星病被害低減のために、DMI 剤に頼り過ぎない防除体系を構築する。ここでは、本県におけるリンゴ黒星病菌の CYP51A1 遺伝子変異状況を調査する。

2. 調査方法

1) 罹病葉の遺伝子検定

県内12地点から採取した県外産苗木と隣接園の罹病葉を生検トレパン(8mm径)で打ち抜き、DNA抽出キット(MagExtractor -Plant Genome -, TOYOBO)を用いてゲノムDNAを抽出し、これを鋳型としたアレル特異的PCRによりCYP51A1遺伝子のA398T変異の有無を検査した。

2) 分離株の遺伝子検定

県内17地点から組織分離法により菌株を作製し、後日単孢子分離を行なった。この分離菌株の培養菌体を少量掻き取り、前項と同じ手法でCYP51A1遺伝子のA398T変異の有無を検査した。

3) 生物検定

前項の検査により遺伝子変異型もしくは野生型と判定された各4菌株を麦芽エキス寒天培地上に麦芽エキスに含浸した不織布ガーゼを敷き、そこに菌体磨砕液を流し込んで培養し、 $1.0-1.5 \times 10^6$ 個/mlの分生子懸濁液を作製した。これをジフェノコナゾール水和剤 3,000倍液 散布1日後のリンゴポット苗(‘ふじ’/実生台、1年生)の葉表に4ポット当たり約20mlを噴霧接種し、16.5-22.5℃・高湿条件下で42時間保持した。接種終了後は、軽量鉄骨ハウス内(昼温約20℃/夜温約20℃)で管理し、発病状況を調査中。

3. 調査結果

1) 罹病葉を供試し、県外産苗木のCYP51A1遺伝子A398T変異を検査したところ、35検体中4検体で変異型が検出された。苗木植栽園地の隣接樹の検体からも同等の頻度で変異型が検出されており、この変異型が県外産苗木由来によるものかどうかは保留する(表1)。

2) 単孢子分離株を供試し、CYP51A1 遺伝子 A398T 変異を検査したところ、17 地点中 9 地点で遺伝子変異型の菌株が検出された。一部菌株分離率が 20%を超える園地が認められるが、大多数の園地では1割前後であった(表2)。

3) 生物検定は調査未了。

表1 罹病葉における CYP51A1 遺伝子の A398T 遺伝子変異状況

罹病葉採取園地名	検体数	苗木			検体数	隣接園			(参考) 検体採取月日
		変異型	野生型	不明		変異型	野生型	不明	
天童市A1	5	0	4	1	5	1	3	1	7月12日
天童市A2	5	2	3	0	5	2	3	0	7月13日
東根市A1	-	-	-	-	5	0	1	4	8月24日
東根市A2	-	-	-	-	5	0	3	2	8月24日
東根市A3	-	-	-	-	5	0	3	2	8月24日
寒河江市A1	5	1	4	0	5	1	4	0	7月11日
寒河江市A2	-	-	-	-	5	0	5	0	8月1日
寒河江市A3	5	1	1	3	5	1	2	2	8月1日
大江町A1	5	0	4	1	5	0	5	0	7月20日
大江町A2	5	0	5	0	5	0	5	0	7月20日
鶴岡市A1	5	0	1	4	5	0	3	2	8月10日
計	35	4	22	9	55	5	37	13	

表2 分離菌株における CYP51A1 遺伝子の A398T 遺伝子変異状況 (2019年1月24日現在)

菌株採取園地名	供試菌株数	CYP51A1遺伝子A398T変異		
		変異型	野生型	不明
天童市B1	9	0	9	0
天童市B2	18	2	8	0
天童市B3	9	0	9	0
天童市B4	18	1	17	0
天童市B5	12	0	12	0
東根市B1	9	0	9	0
東根市B2	18	2	16	0
東根市B3	9	0	9	0
東根市B4	9	0	9	0
東根市B5	18	6	12	0
寒河江市B1	9	1	8	0
寒河江市B2	9	1	8	0
朝日町B1	9	0	9	0
朝日和B2	18	2	7	0
朝日町B3	18	4	15	0
朝日町B4	11	2	9	0
山形園芸試験場	9	0	9	0
計	212	21 (9.9%)	175	0

4. 考察

本県りんご主産地域の11園地から90枚の罹病葉を採取しCYP51A1遺伝子A398T変異を検査するとともに、それとは異なる17園地の罹病葉から単孢子分離を行い、212菌株を供試して(2018年1月24日現在)、りんご黒星病菌の遺伝子検査を実施したところ、本県においても遺伝変異型の罹病葉及び単孢子分離株が確認された。検出状況については、遺伝子変異型単孢子分離株の園地分離率は52.9%と高かったが、一部で菌株率の高い園地がみられたものの県下全体の遺伝子変異型菌株分離率は9.9%と低率であった。この10%前後の遺伝子変異型菌株の菌株分離率が効力低下をもたらすものであるかどうかは今後の課題である。

地域的な傾向としては、2-3年前より開花期前後(開花直前、落花直後の雨前散布)のDMI混合剤使用に切り替えた園地での遺伝子変異型の園地分離率は40.0%、DMI単剤使用を継続してきた園地では83.3%と高く、当該期間の混合剤2回散布が遺伝子変異型の蔓延防止に対して有効に機能している可能性が示唆される。

また、仮に遺伝子変異型の分布がポアソン分布に近似するものとした場合、95%の確率で10%の遺伝子変異株を検出するためのサンプルサイズは1地点当たり30菌株前後となる。今後、持続的にモニタリング検査を実施するためには経費的に現実な値ではないため、モニタリング地点の設置方針を園地単位とすべきか面的な地域単位とすべきか検討が必要である。

なお、罹病葉の遺伝子検定については、7月中旬以降(最高気温、 $>30^{\circ}\text{C}$)に採取したものでは変異型、野生型いずれのバンドも検出されない罹病葉が増加する傾向がみられた。原因は不明である。

5. 今後の課題

- 1) 2018年分離株のCYAP51A1遺伝子検査の継続。
- 2) CYAP51A1遺伝子変異型菌株の生物検定の継続。
- 3) CYAP51A1遺伝子変異型菌株のEC50算出。
- 4) リンゴ黒星病菌のDMI剤耐性菌(CYAP51A1遺伝子変異型菌)のモニタリング体制の構築。
- 5) DMI剤混合剤使用時における耐性菌比率と防除効果の検討。
- 6) 病斑形成の場面におけるDMI剤耐性菌と感性菌の競合の検討。

6. 要約

2018年度採取罹病葉と分離菌株のCYP51A1遺伝子A398T変異を検査したところ、本県においても遺伝変異型の罹病葉及び単孢子分離株が確認された。検出状況については、園地分離率は52.9%と高かったが、一部では菌株率の高い園地がみられたものの県下全体の菌株分離率は9.9%と低率であった。

7. 成果の公表及び特許

なし

DMI 剤感受性低下菌対策を主眼としたリンゴ黒星病防除体系の確立（２）

氏 名 佐藤健治・三須朱夏

所 属 山形県農業総合研究センター園芸試験場

[〒991-0043 山形県寒河江市大字島字島南 423]

1. 調査背景と目的

県下全域で多発しているリンゴ黒星病被害低減のために、DMI 剤に頼り過ぎない防除体系を構築する。ここでは、子のう孢子飛散低減効果が期待できる各種資材を検索する。

2. 調査方法

1) 休眠期防除資材の検索

供試資材：石灰硫黄合剤 10 倍（350ℓ/10a 換算）、ベフラン液剤 1,000 倍（350ℓ/10a 換算）、尿素水溶液（現物 4.5kg/10a、水量 200ℓ/10a、N:2.1kg/10a 換算）、石灰窒素（現物 20kg/10a、N:4.0kg/10a 換算）、もみ殻完熟堆肥（2t/10a、現物当たり全窒素含有率 0.75%、窒素肥効率 10%として N:1.5kg/10a 換算）。

調査方法：休眠期間中に採取した被害落葉（前年秋季発病葉率 59.4%）を 180cm 角の木枠内に敷き詰めて供試資材を施用した。その木枠内に一次感染期間中、‘ふじ’/実生台（1 年生）ポット苗を 12 本（1 区 3 本 4 連制）設置して概ね 1 ヶ月間隔で 2 回暴露試験を行い、暴露終了後は感染防止のため雨よけハウス内で管理し、所定期間経過後に発病状況を調査した。

なお、子のう孢子飛散量は、木枠内に自作静置式孢子回収装置内を設置してグリセリンゼリーを塗布したスライドガラスの塗布面を上にして固定し、子のう孢子を回収して計測した。

3. 調査結果

- 1) 供試資材区は、いずれの区も無処理区と比較して子のう孢子飛散抑制効果が認められた（表 1）。
- 2) 供試資材区は、いずれの区も無処理区と比較して発病抑制効果が認められ、石灰硫黄合剤区で顕著であり、次いでベフラン区、堆肥区であった（表 2）。
- 3) もみがら完熟堆肥施用は、被害落葉の被覆による子のう孢子飛散低減効果を狙ったものであるが、殺菌剤や窒素資材と同等の効果が認められた。

表1 各種資材の子のう胞子飛散抑制効果

試験区	4月13日-5月7日	5月7日-5月30日
尿素区	1.5	23.0
石灰窒素	2.0	10.5
堆肥区	0	16.0
ペフラン区	1.0	8.5
石灰硫黄合剤	0	22.0
無処理区	24.5	288.0

1) 値はスライドガラス2枚のカバーガラス内(18mm×18mm)の子のう胞子数を計数し平均値を示す。

表2 各種資材の発病抑制効果

試験区	調査葉数	発病葉率	発病度 ¹⁾
尿素区	180	25.6	15.9
石灰窒素	181	28.7	12.6
堆肥区	200	19.0	6.2
ペフラン区	173	20.2	6.1
石灰硫黄合剤	195	11.3	2.6
無処理区	182	57.1	41.7

1) 発病度 = Σ (発病程度別葉数 × 発病指数) × 100 / (調査葉数 × 5)。発病指数 0: 発病なし、1: 1葉当たり病斑数1個、3: 1葉当たり病斑数2-3個、5: 1葉当たり病斑数4個以上。

2) 暴露期間: 4月13日-5月7日 (24日間)

試験区	調査葉数	発病葉率	発病度
尿素区	163	9.8	4.5
石灰窒素	170	6.5	1.7
堆肥区	135	10.4	3.9
ペフラン区	153	3.3	0.7
石灰硫黄合剤	148	4.7	1.0
無処理区	181	19.9	10.8

1) 暴露期間: 5月7日-5月30日 (23日間)

4. 考察

石灰硫黄合剤の春季散布による子のう胞子形成阻止効果は高橋(1)の報告と、窒素資材施用の効果も海外の実験結果と一致した。次年度以降再現性の検証が必要である。併せて今回供試した資材の10a 当たり窒素施用量は尿素で N: 2.1kg、石灰窒素で 4.0kg、もみ殻完熟堆肥で 1.5kg であり、元肥の減肥が必要な水準なのかを検討する必要がある。

なお、Cook は尿素 2.00%、炭酸アンモニウム 3.48%、硝酸ナトリウム 4.68%、硝酸アンモニウム 4.40% および高アルカリ性資材 (>pH7.0) の秋冬期処理での子のう殻形成抑制効果を認めており、これら資材の検討も必要である。

5. 今後の課題

新たな資材検索と現地実証（樹勢、果実品質への影響を含む）

6. 要約

今回供試した資材は、いずれも子のう胞子飛散抑制による発病抑制効果が認められた。

7. 成果の公表及び特許

なし

参考文献

- (1) 高橋俊作(1986) 東北農業 38: 41-51
- (2) MachaHardy W.E. Apple Scab pp.231-232

DMI 剤感受性低下菌対策を主眼としたリンゴ黒星病防除体系の確立（3）

氏 名 佐藤健治・三須朱夏

所 属 山形県農業総合研究センター園芸試験場

[〒991-0043 山形県寒河江市大字島字島南 423]

1. 調査背景と目的

県下全域で多発しているリンゴ黒星病被害低減のために、DMI 剤に頼り過ぎない防除体系を構築する。ここでは、現地慣行防除体系の本病に対する防除効果を検証する。

2. 調査方法

1) 現地慣行防除体系の検証

休眠期間中に採取した被害落葉（前年秋季発病葉率59.4%）を被度100%となるよう敷き詰めた圃場において、‘ふじ’/JM7 2年生樹を各区3樹供試して、4月10日（展葉直後）から7月4日まで各地域の現地防除体系の本年度当初計画に基づいて、動力噴霧器を用いて薬液を十分量散布した。防除実績は表1のとおりである。調査は各樹10新梢を予めラベリングし、6月12日と7月10日に病斑数を調査し、発病葉率、発病度および防除価を算出した。

3. 調査結果

1) 一次感染期間（展葉期から5月末まで）の防除圧は、いずれの検証区も対照（ジマンダイセン連用区）と比較して同等の高い防除効果を示した。同様に二次感染期間（5月末から6月末まで）も対照と同等の高い防除効果を示した。

2) 本試験は、日本植物防疫協会の新農薬実用化試験に即して薬液が滴り落ちるよう十分量を散布したものである。このことから、現地における本病の多発生は薬剤選定の不備によるものではなく、薬液量不足や散布ムラの関与が強く示唆される。

4. 考察

多発地域における現地防除体系（防除暦）の検証のために、薬液を十分量散布する条件で場内試験を実施したところ、一次感染期間、二次感染期間の防除体系ともに防除値が94.7以上の高い防除効果が認められた。本県の現地慣行防除における散布量は300-350リットル/10aであり、本病の多発生は薬剤選定の不備によるものではなく、薬液量不足や散布ムラの関与が強く示唆された。

表1 各検証区の防除実績

散布月日	A農協検証区	B農協検証区	B-1共同防除組織検証区
4月10日	デランフロアブル 1,000倍	ジマンダイセン水和剤 600倍	ストライド顆粒水和剤 1,500倍
4月17日	-	-	-
4月23日	アピオンE 2000倍加用 オンリーワンフロアブル2000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	トリフミン水和剤 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	インダーフロアブル 5,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍
5月7日	スコアMZ水和剤 500倍	オンリーワンフロアブル 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	オンリーワンフロアブル 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍
5月16日	アピオンE 1,000倍 トレノックスフロアブル 500倍	トレノックスフロアブル 500倍	ファンタジスタ顆粒水和剤 3,000倍 ベンレート水和剤 3,000倍
5月27日	アピオンE 1,000倍 ファンタジスタ顆粒水和剤 3,000倍	ファンタジスタ顆粒水和剤 3,000倍 トップジンM水和剤 1,500倍	スコア顆粒水和剤 3,000倍
6月2日	-	-	-
6月10日	アピオンE 1,000倍 オンリーワンフロアブル 2,000倍	スコア顆粒水和剤 3,000倍	ナリアWDG 2,000倍
6月16日	-	-	-
6月23日	アピオンE 1,000倍 ナリアWDG 2,000倍	ナリアWDG 2,000倍	スクレアフロアブル 2,000倍
6月30日	-	-	-
7月4日	アピオンE 1,000倍 オキシンドー水和剤 1,200倍	オキシラン水和剤 600倍	オキシラン水和剤 600倍

散布月日	B-2共同防除組織検証区	C共同防除組織検証区	対照(ジマンダイセン連用区)
4月10日	ジマンダイセン水和剤 600倍	-	ジマンダイセン水和剤 600倍
4月17日	-	ストライド顆粒水和剤 1,500倍	-
4月23日	トリフミン水和剤 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	オンリーワンフロアブル 2,000倍 トップジンM水和剤 1,000倍	ジマンダイセン水和剤600倍
5月7日	オンリーワンフロアブル 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	スコア水和剤 2,000倍 トレノックスフロアブル 500倍	ジマンダイセン水和剤600倍
5月16日	トレノックスフロアブル 500倍	アントラコール顆粒水和剤 500倍	ジマンダイセン水和剤600倍
5月27日	ファンタジスタ顆粒水和剤 3,000倍	-	ジマンダイセン水和剤600倍
6月2日	-	アントラコール顆粒水和剤 500倍 ポリオキシシラン水和剤 1,000倍	-
6月10日	スコア顆粒水和剤 3,000倍	-	ジマンダイセン水和剤600倍
6月16日	-	アピオンE 2,000倍 ナリアWDG 2,000倍	-
6月23日	ナリアWDG 2,000倍	-	ジマンダイセン水和剤600倍
6月30日	-	アピオンE 2,000倍 オキシンドー水和剤 1,200倍	-
7月4日	オキシラン水和剤 600倍	-	ジマンダイセン水和剤600倍

表2 各検証区のりんご黒星病に対する防除効果

検証区	平均調査				7月10日			
	葉数	発病葉率	発病度 ¹⁾	防除価 ²⁾	葉数	発病葉率	発病度	防除価
A農協検証区	167.7	0.4	0.1	99.4	169.7	1.4	0.4	96.5
B農協検証区	174.0	0.8	0.2	98.8	144.7	1.6	0.3	97.5
B-1共同防除組織検証区	158.3	0.9	0.2	98.7	163.3	1.7	0.5	96.1
B-2共同防除組織検証区	158.0	1.7	0.5	96.2	142.7	1.6	0.7	94.7
C共同防除組織検証区	158.7	1.2	0.2	98.1	154.0	0.6	0.1	99.0
対照(ジマンダイセン連用区)	159.0	0.4	0.1	99.4	161.7	1.6	0.4	96.8
無散布区	145.3	17.3	12.7	-	123.3	34.2	25.5	-

1) 発病度 = Σ (発病程度別葉数 × 発病指数) × 100 / (調査葉数 × 5)。発病指数 0: 発病なし、1: 1葉当たり病斑数1個、3: 1葉当たり病斑数2-3個、5: 1葉当たり病斑数4個以上または落葉。

2) 発病度から算出した。

5. 今後の課題

- 1) 現地防除体系検証の継続
- 2) 梅雨期間中および8月中旬以降の隣接樹種（オウトウ、モモ）に配慮した防除体系の検証

6. 要約

多発地域における現地防除体系（防除暦）の検証のために、薬液を十分量散布する条件で場内試験を実施したところ、いずれの現地防除体系も高い防除効果が認められた。現地における散布量は300-350 リットル/10a であり、本病の多発発生は薬剤選定の不備によるものではなく、薬液量不足や散布ムラの関与が強く示唆された。

7. 成果の公表及び特許

平成 31 年山形県農作物防除基準・植物調整剤使用基準策定に活用した。

DMI 剤感受性低下菌対策を主眼としたリンゴ黒星病防除体系の確立（４）

氏 名 佐藤健治・三須朱夏

所 属 山形県農業総合研究センター園芸試験場

[〒991-0043 山形県寒河江市大字島字島南 423]

1. 調査背景と目的

県下全域で多発しているリンゴ黒星病被害低減のために、DMI 剤に頼り過ぎない防除体系を構築する。ここでは、DMI 剤や QoI 剤の使用回数を減じた新しい防除体系の本病に対する防除効果を検証する。

2. 調査方法

1) DMI 剤に依存しない防除体系の検証

休眠期間中に採取した被害落葉（前年秋季発病葉率59.4%）を被度100%となるよう敷き詰めた圃場において、‘ふじ’/JM72年生樹を各区3樹供試して、4月10日（展葉直後）から7月4日まで動力噴霧器を用いて薬液を十分量散布した。防除実績は表1のとおりである。

調査は各樹10新梢を予めラベリングし、6月12日と7月10日に病斑数を調査し、発病葉率、発病度および防除価を算出した。

表1 防除実績

供試薬剤	新防除体系区	ICボルドー412連用区	対照(ジマンダイセン連用区)
4月10日	ストライド顆粒水和剤 1,500倍	ストライド顆粒水和剤 1,500倍	ジマンダイセン水和剤 600倍
4月23日	ユニックス顆粒水和剤47 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	ICボルドー412 30倍	ジマンダイセン水和剤600倍
5月7日	スコアMZ水和剤 500倍	ICボルドー412 30倍	ジマンダイセン水和剤600倍
5月16日	ジマンダイセン水和剤 600倍	ICボルドー412 30倍	ジマンダイセン水和剤600倍
5月27日	ベルコートフロアブル 1,000倍	ICボルドー412 30倍	ジマンダイセン水和剤600倍
6月10日	ファンタジスタ顆粒水和剤 3,000倍	ICボルドー412 30倍	ジマンダイセン水和剤600倍
6月23日	ナリアWDG 2,000倍	ICボルドー412 30倍	ジマンダイセン水和剤600倍
7月4日	オキシラン水和剤 600倍	ICボルドー412 30倍	ジマンダイセン水和剤600倍

3. 調査結果

1) DMI 剤と QoI 剤の散布回数を減じた新防除体系区は、対照区と同等の高い防除効果を示した。薬害は認められなかった（表2）。

2) IC ボルドー412 連用区は対照区と同等の高い防除効果を示した。ただし、開花期以降の散布は幼果にケロイド状のサビを生じる（データ省略）。

3) ポット試験において、IC ボルドー412 散布9日後にジチオカルバメート剤（マンゼブ、チウラム、プロピネブ）を散布したところ、葉面薬滴の褐色化が認められた。チウラム、マンゼブで顕著であり、プロ

ビネブでは認められなかった。生育に対する影響はなかった。

表2 新防除体系区のりんご黒星病に対する防除効果

検証区	6月12日			7月10日				
	平均調査 葉数	発病葉率	発病度 ¹⁾ 防除価 ²⁾	平均調査 葉数	発病葉率	発病度	防除価	
新防除体系区	160.7	0.2	0	99.7	147.5	1.1	0.3	97.5
ICボルドー412連用区	159.7	0.2	0	99.7	151.7	1.5	0.4	97.0
対照(ジマンダイセン連用区)	159.0	0.4	0.1	99.4	161.7	1.6	0.4	96.8
無散布区	145.3	17.3	12.7		123.3	34.2	25.5	

1) 発病度 = Σ (発病程度別葉数 × 発病指数) × 100 / (調査葉数 × 5)。発病指数 0: 発病なし、1: 1葉当たり病斑数1個、3: 1葉当たり病斑数2-3個、5: 1葉当たり病斑数4個以上または落葉。

2) 発病度から算出した。

4. 考察

5月2-3日に出現した重度感染に対して、DMI剤とQoI剤の散布回数を減じた新防除体系区は、対照区と同等の高い防除効果を示した。葉害は認められなかった。このことから、本県においてもシプロニジル水和剤2,000倍は適用性が高いものと考えられた。

ただし、ユニックス顆粒水和剤47は、現時点ではおうとうに作物適用がない。また品種によってはおうとうに葉害を生じる恐れがあり、おうとう近接園での使用は難しいことから本成分の早期登録と品種別葉害の解明が必要である。

ICボルドー412連用区は、対照区と同等の高い防除効果を示した。ただし、開花期以降の散布は幼果にケロイド状のサビが生じること、梅雨期以降のボルドー体系は普及性が低い。Zacharyらは休眠期の無機銅剤散布によるDMI剤の薬剤感受性回復効果を報告しており、今後、休眠期もしくは展葉期の使用を検討する。また、無機銅剤とジチオカーバメート剤との近接散布は、亜鉛が銅と置換されてジメチルジチオカルバミン酸銅を生じることから、立木での生育および防除効果に及ぼす影響を検討する必要がある。

5. 今後の課題

1) 二次感染期間中(落花20日後以降7月上旬まで)の防除体系の検討

6. 要約

DMI剤やQoI剤の使用回数を減じた新しい防除体系とICボルドー412は、本病に対し高い防除効果が認められた。

7. 成果の公表及び特許

平成31年山形県農作物防除基準・植物調整剤使用基準策定に活用した。

参考文献

(1) Zachary A. Frederick et. al, (2015) Plant Disease p.1751-1756

DMI 剤感受性低下菌対策を主眼としたリンゴ黒星病防除体系の確立（５）

氏 名 佐藤健治・三須朱夏

所 属 山形県農業総合研究センター園芸試験場

[〒991-0043 山形県寒河江市大字島字島南 423]

1. 調査背景と目的

県下全域で多発しているリンゴ黒星病被害低減のために、DMI 剤に頼り過ぎない防除体系を構築する。ここでは、開花期間中のマンゼブ剤散布が結実と薬害に及ぼす影響を検討する。

2. 調査方法

1) マンゼブ剤が結実率に及ぼす影響

各品種2-3樹、各樹20-30花そう葉を供試し、開花直前の中心花柱頭をマンゼブ水和剤600倍液(展着剤無加用)に浸漬処理した後にハンドスプレーを用いて花そう葉全体に薬液を散布した。受粉は、人工受粉を行わず訪花昆虫のみで行なった。供試品種および処理時期は次のとおりである。ふじ(4月28日)、王林(4月27日)、つがる(4月28日)、シナノスイート(4月29日)、秋陽(4月30日)、スターキングデリシャス(4月30日)、ファーストレディ(4月30日)。

調査は、6月6日に結実率と薬害(サビ)の発生状況と収穫時に各品種の種子数を計数した。

3. 調査結果

1) 前年の調査では、ふじ、シナノスイート、ファーストレディおよびスターキングデリシャスにおいて、開花当日のマンゼブ剤による結実率低下、薬害とサビの発生は認められなかった（データ省略）。

2) 本年の調査では、供試品種いずれにおいても結実率低下、薬害とサビの発生は認められなかった（表1）。

3) 種子数は品種によるばらつきはあるが、各品種とも変形果を生じる程の大幅な種子数減少は認められなかった。このことから、開花期間中のマンゼブ剤散布の訪花昆虫に対する影響は低いと考えられた（表1）。

表1 開花期間中のマンゼブ剤が結実等に及ぼす影響

供試品種	処理区				無処理区			
	結実率	葉害	サビ	種子数	結実率	葉害	サビ	種子数
ふじ	90.0	—	—	6.9	84.3	—	—	9.7
王林	92.6	—	—	12.9	89.8	—	—	10.4
つがる	100	—	—	10.8	96.6	—	—	12.0
シナノスイート	81.7	—	—	5.2	75.5	—	—	5.5
秋陽	88.3	—	—	5.0	87.8	—	—	4.3
スターキング	86.7	—	—	4.0	81.7	—	—	6.6
ファーストレディ	91.7	—	—	7.9	86.3	—	—	8.4

4. 考察

2ヶ年間の調査において、本県主要品種では開花当日にマンゼブ剤を散布しても葉害やサビは生じないこと、結実率に差異が認められないこと、変形果を生じる程の大幅な種子数減少が認められず、訪花昆虫に対する影響は低いと考えられた。このことから、マンゼブ剤は開花期全期間を通じて散布可能と判断した。

なお、金子ら(1)は、ニホンナシにおいて受粉当日のチウラム剤散布による結実率低下を報告しており、他保護殺菌剤の開花期間散布の影響を検討する必要がある。

5. 今後の課題

1) 開花期間中のチウラム剤散布の検討。

6. 要約

開花期間中のマンゼブ剤散布は、結実率や果実品質に影響を与えない。

7. 成果の公表及び特許

平成31年山形県農作物防除基準・植物調整剤使用基準策定に活用した。

参考文献

(1) 金子洋平・牛尾進吾(2013), 千葉県農林総研研報(CAFRCRes.Bul.)5:47-51

氏名 江口直樹

所属 長野県果樹試験場

[〒382-0072 長野県須坂市小河原 492]

1. 調査背景と目的

DMI 剤耐性菌の発生・蔓延が懸念されるため、DMI 剤に替る有効薬剤を探索し、DMI 剤を使用しない、あるいは DMI 剤に頼り過ぎない新防除体系を構築する。また、長野県内で発生している黒星病菌の DMI 剤感受性を検討する。

2. 調査方法

(1) DMI 剤を使用しない防除体系の実証

耕種概要：長野県須坂市小河原（長野県果樹試験場）で試験を実施。普通樹の「ふじ」を供試した。

区制・面積：1 区 1 樹、3～4 反復。

試験区(防除体系)：試験結果の表 1 参照。

調査方法：黒星病の花（果）そう葉調査は 5/22 と 6/6 に 30 花（果）そうの全葉を調査し、発病そう率と発病葉率を算出した。黒星病の新梢葉調査は 6/6、6/25、7/10、7/28 に 30 新梢の全葉について発病程度別に葉数を調査し、発病葉率と発病度を算出した。

うどんこ病の発病調査は 5/22 に 50 果そうの全果について発病の有無を調査し、発病そう率と発病果率を算出した。また、30 新梢の全葉について発病の有無を調査し、発病新梢率と発病葉率を算出した。

褐斑病の花（果）そう葉に対する調査は 5/22 と 6/6 に 30 花（果）そうの全葉について発病の有無を調査し、発病葉率を算出した。新梢葉に対する調査は 6/25、7/10、7/28 に 30 新梢の全葉を程度別に調査し、発病葉率と発病度を算出した。

その他病害の発生状況を随時観察した。

(2) DMI 剤代替剤（SDHI 剤）の効果検討

試験場所：長野県須坂市小河原（長野県果樹試験場）で試験を実施。わい性の 3～4 年生「ふじ」を供試した。

区制・面積：1 区 2～3 樹 3 反復。

処理方法：2018 年 4/27（落花期）、5/11、5/25、6/7 の計 4 回、約 2 週間間隔で動力噴霧器を用いて十分量（1 樹当たり約 3L）を均一に散布した。降雨の影響はなかった。殺虫剤は慣行防除とし、別途、全区に均一散布した。

調査方法：7/2（最終散布の 30 日後）に試験区の全葉を程度別に調査し、発病葉率と発病度を算出した。

(3) 既存剤の胞子形成阻害効果

試験場所：長野県須坂市小河原（長野県果樹試験場）で試験を実施、わい性の16年生「ふじ」を供試した。

試験規模：1区10～12葉（病斑）。

処理方法：2018年/6/11に直径1cm程度の病斑をマークし、葉液あるいは蒸留水をハンドスプレーで噴霧し、表面上の胞子を洗い流した。

調査方法：6/21、7/13、7/25、8/9、8/22、9/4、9/21、10/9日にマークした病斑上における胞子形成量を調査した。方法はスライドガラス状に滴下・固化させたグリセリンゼリーに病斑表面を押し付け、胞子をゼリーに転写した。顕微鏡下で胞子形成の有無と量を以下の基準で調査し、胞子形成率と形成度を算出した。

指数0：なし 1:1～10個/病斑 2:11～100個/病斑 3:101～1000個/病斑 4:1001個以上/病斑

胞子形成病斑率＝ $\Sigma(\text{指数} \times \text{指数別病斑数}) / \text{調査病斑数} \times 100$

胞子形成度＝ $\Sigma(\text{指数} \times \text{指数別病斑数}) / (\text{調査病斑数} \times 4) \times 100$

(4) 長野県内の一般栽培圃場で発生する黒星病菌のDMI剤感受性（EC50）

検定菌株：2015年、2016年、2018年の6～7月に一般栽培圃場の黒星病罹病葉を採取し、単胞子分離した菌株を供試した。

感受性検定：2015年と2016年の分離菌株は2016年に、2018年の分離菌株は2018年に検定した。供試菌株をPDA培地で20℃・暗黒条件で1ヵ月間前培養し、直径4mmのコルクボーラーで菌そうを打ち抜き、菌そう面が下になるように検定培地に置床した。20℃・暗黒条件で3週間培養し、菌そうの直径を測定してJA全農が作成したエクセルファイルを用いて50%効果濃度（EC50値）を算出した。

3. 調査結果

(1) DMI 剤を使用しない防除体系の実証

1) 試験の概要

DMI 剤耐性菌が存在しない圃場において表 1 の防除体系間の主要病害の発生を比較した。試験を行った 2018 年は展葉前から子のう胞子の飛散が認められ、4/11 に感染好適条件が現れた。初発確認は 5 月第 1 半旬で、初期感染は 4 月第 4 半旬 (4/15 あるいは 18) と考えられた。

2) 黒星病に対する防除効果

果 (花) そう葉では 6/6 時点で無防除区の発病そう率 6.6% の発生が認められたが、いずれの試験区も発生がみられなかった (データ省略)。

新梢葉では 7/28 時点で無防除区の発病葉率が 25.1% の中発生となった。①DMI 剤 0 回区は、慣行の④DMI 剤 2 回区と比較して発生が同等～やや少ない傾向が認められた (表 2)。

3) その他病害に対する防除効果

うどんこ病は無防除区の発病果梗率 18.6% の条件で④DMI 剤 2 回区が 1.2% に対し、①DMI 剤 0 回区は発生がみられず、高い効果が認められた。褐斑病に対しては多発生となったが、各試験区で差は見られなかった。その他の病害の発生は見られなかった (データ省略)。

表 1 リンゴ黒星病 (感受性菌) に対する効果を実証した防除体系

試験区	散布時期				
	発芽 10 日後 4/7	開花直前 4/20	落花直後 4/29	落花 14 日後 5/11	5 月下旬 ¹⁾ 以降
①DMI 剤 0 回	ベフリン×1,000	フルツイバー×2,000	エックス×2,000 チラム×500	ジマダゲン ×500	共通 欄外に記載
②DMI 剤 1 回開花前	ベフリン×1,000	スコア×3,000	エックス×2,000 チラム×500	フルツイバー ×2,000	
③DMI 剤 1 回落花後	ベフリン×1,000	エックス×2,000	スコア×3,000		
④DMI 剤 2 回	エックス×2,000	オンリーワン×2,000	スコア×3,000		
⑤無防除	—	—	—	—	—

2018 年の開花日は 4/20 (平年より 8 日早い)

1) 落花 14 日後以降は以下の薬剤を、無防除を除いて全試験区に散布した。

5/25(前回より 14 日後)アントラコール×500、 6/7(前回より 13 日後)オキシラン水和剤×500
6/19(前回より 12 日後)フロントフロアブル×3,000、 7/2(前回より 13 日後)オキシラン水和剤×500
7/16(前回より 14 日後)キノンドー水和剤×1,200

表 2 リンゴ黒星病 (新梢葉) に対する各防除体系の効果

試験区	発病葉率(%)				発病度				防除価			
	6/6	6/25	7/10	7/28	6/6	6/25	7/10	7/28	6/6	6/25	7/10	7/28
①DMI0回	0	0.5	0.3	0.5	0	0.2	0.1	0.2	100	91.3	96.8	98.2
②DMI1回前	0.1	0.2	0.3	0.7	0	0.1	0.1	0.2	100	95.7	96.8	98.2
③DMI1回後	0	0.6	0.4	0.7	0	0.2	0.2	0.3	100	91.3	93.5	97.3
④DMI2回	0.4	1.3	1.0	1.7	0.1	0.5	0.3	0.6	96.2	78.0	90.3	94.6
⑤無防除	5.4	5.5	7.7	25.1	2.6	2.3	3.1	11.2	—	—	—	—

調査方法：30 新梢の全葉を以下の程度別に調査し、発病葉率と発病度を算出した。

程度別指数 0：病斑なし 1：病斑面積が葉の 1/4 未満 2：1/4～1/2 未満 3：1/2 以上

発病度 = $\sum(\text{指数} \times \text{指数別葉数}) / (\text{調査葉数} \times 3) \times 100$

防除価 = $(\text{無防除区の発病度} - \text{試験区の発病度}) / \text{無防除区の発病度} \times 100$

(2) DMI 剤代替剤 (SDHI 剤) の効果検討

1) 試験の概要

黒星病の発生は全般に少なかったが、調査葉数が多く一定数の発病が認められたこと、反復間で同様の傾向を示したことから薬剤間の差は十分評価できると考えられた。発病は果そう葉、新梢葉ともに認められたが、新梢葉では基部から 7~10 枚目の特定の葉位に発生が多かった。なお、本試験は落花期から散布を開始し、散布間隔を 2 週間に設定したため、通常の効果試験よりもやや厳しい条件であったと考えられる。

2) 黒星病に対する各 SDHI 剤の防除効果

オルフィンフロアブルの 4,000 倍散布は、対象のフルーツセイバーの 2,000 倍散布、オンリーワンフロアブルの 2,000 倍散布と比較して高い効果が認められた (表 3)。

パレード 15 フロアブルの 3,000 倍散布、ネクスターフロアブルの 1,500 倍散布は対象のフルーツセイバーの 2,000 倍散布より優り、オンリーワンフロアブルの 2,000 倍散布と同等であった。

以上の結果から、SDHI 剤でも薬剤により黒星病に対する効果に差があり、オルフィンフロアブルの効果が最も高かった。

表 3 リンゴ黒星病に対する各種薬剤の防除効果

供試薬剤 希釈倍数	反復	調査葉数	程度別発病葉数				発病葉率 (%)	発病度	防除価	葉害
			0	1	2	3				
1) オルフィンフロアブル フルピラム 41.7% ×4,000	I	797	797	0	0	0	0.0	0.0	100	—
	II	529	529	0	0	0	0.0	0.0		—
	III	854	853	1	0	0	0.1	0.0		—
	平均	726.7					0.0	0.0		
2) パレード 15 フロアブル ピラジフルミド 15.0% ×3,000	I	859	856	3	0	0	0.3	0.1	87.2	—
	II	906	900	6	0	0	0.7	0.2		—
	III	1163	1158	5	0	0	0.4	0.1		—
	平均	976.0					0.5	0.2		
3) ネクスターフロアブル イピラザム 18.7% ×1,500	I	799	795	4	0	0	0.5	0.2	82.1	—
	II	765	760	5	0	0	0.7	0.2		—
	III	714	708	5	1	0	0.8	0.3		—
	平均	759.3					0.7	0.2		
4) フルーツセイバー ベンチオピラト 15.0% ×2,000	I	783	780	3	0	0	0.4	0.1	59.0	—
	II	893	868	23	2	0	2.8	1.0		—
	III	1073	1056	17	0	0	1.6	0.5		—
	平均	916.3					1.6	0.6		
5) オンリーワンフロアブル テフコナゾール 20.0% ×2,000	I	786	781	5	0	0	0.6	0.2	84.6	—
	II	881	872	9	0	0	1.0	0.3		—
	III	791	791	0	0	0	0.0	0.0		—
	平均	819.3					0.6	0.2		
6) 無処理	I	510	495	15	0	0	2.9	1.0		—
	II	862	828	32	1	1	3.9	1.4		—
	III	879	837	39	2	1	4.8	1.7		—
	平均	750.3					3.9	1.4		

調査方法：試験区の全葉を以下の程度別に調査した。発病度、防除価の算出方法は表 1 と同じ。

(3) 既存剤の孢子形成阻害効果

1) 試験の概要

試験開始時の6/11に病斑をマークし、病斑上の孢子を葉液あるいは蒸留水で洗い流し、以降調査毎に形成された孢子を除去した。このため、各調査時には前回調査後から新たに形成された孢子形成量を評価している。

2) 葉病斑上の孢子形成量の推移 (蒸留水区)

6/21には100%の病斑で孢子を形成し、その量も多かった。7/13には孢子形成病斑率は6/21と同様に100%であったが、その量は減少した。以降8/22まで孢子形成率・量ともに順次低下し、高温により孢子形成が抑制されたと考えられた。

9/4には再び孢子形成率・量ともに増加に転じた。9/21には一旦減少したが、9月上～中旬が多雨であったため、自然流亡した可能性がある。

以上のことから6月に発病した葉病斑は盛夏期には孢子形成量が一旦減少するが、秋季には再び増加し、秋季感染の伝染源になると考えられた。

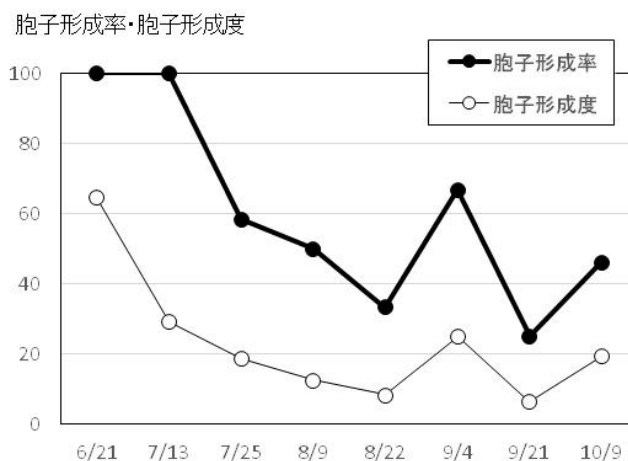


図1 葉病斑上の孢子形成量の推移 (蒸留水区)

3) 各薬剤の孢子形成阻害効果

孢子形成量が多かった6/21(処理10日後)、秋季に再び増加した9/4の調査結果を抜粋して図2に示した。他の調査日も概ね図2と同様の傾向を示した。

一般に病斑形成に対して治療効果を有するとされるスコア、ユニックス、オルフィン、オーソサイドの孢子形成阻害効果は低かった。一方、ジマンダイセンは最盛期の6/21と秋季の9/4ともに高い孢子形成阻害効果を示した。

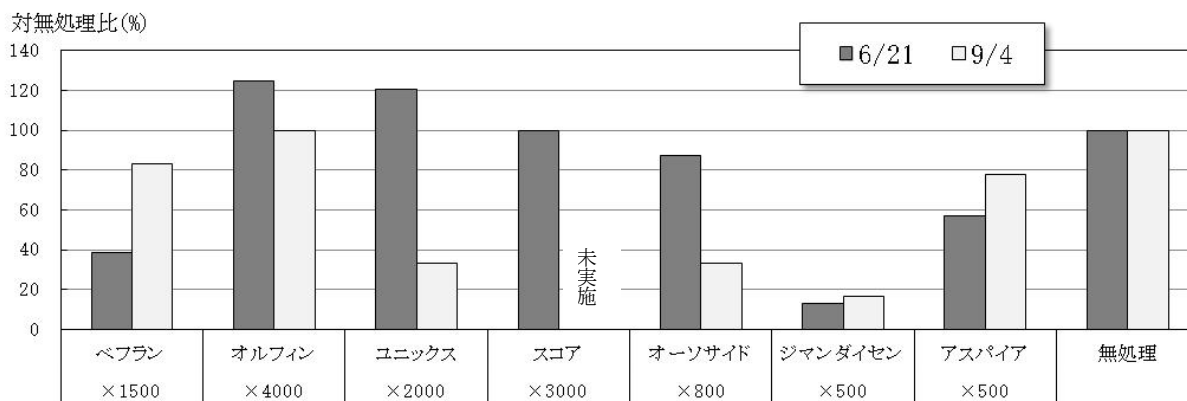


図2 黒星病病斑(葉)に処理した場合の各薬剤の孢子形成阻害効果

注) 孢子形成度の無処理に対する比率で図示。薬剤は6/11の1回処理。

(4) 長野県内の一般栽培圃場で発生する黒星病菌の DMI 剤感受性 (EC50)

1) 試験の概要

長野県の一般栽培圃場から採取した黒星病菌の DMI 剤感受性を薬剤添加培地の菌糸伸長量 (EC50) で評価した。いずれの菌株も *CYP51A1* 遺伝子の A398T 塩基置換は認められていない。

2) DMI 剤感受性の変化

過去 2015 年と 2016 年の検定菌株数が少ないが、フェナリモルに対しては大きな差がなく、ジフェノコナゾールに対しては、感受性がやや低下する傾向が認められた。全菌株の平均で 2015～2016 年に対し 2018 年は約 6 倍の値となった。

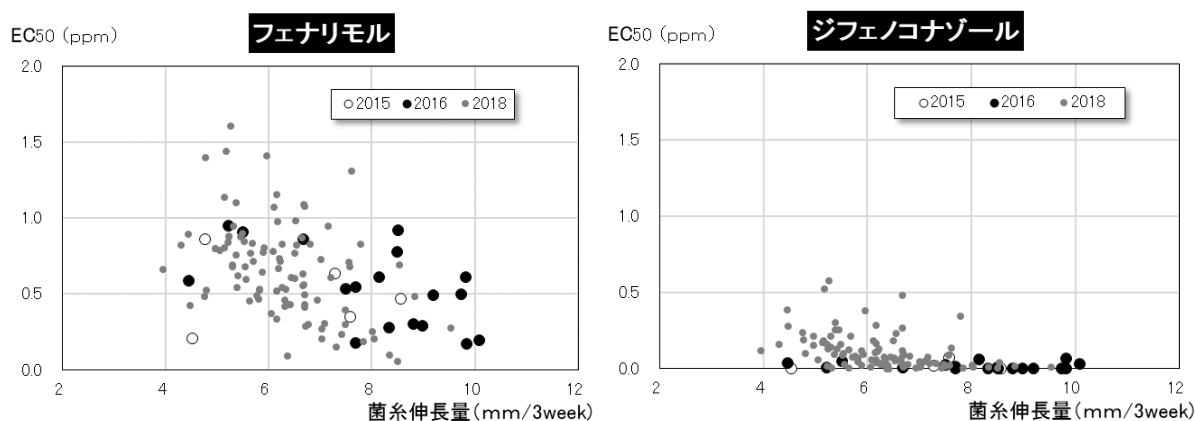


図3 長野県内の一般栽培圃場で採取した黒星病菌の DMI 剤に対する薬剤感受性 (EC50)

表4 長野県内の一般栽培圃場で採取した黒星病菌の DMI 剤に対する薬剤感受性 (EC50)

調査年 ¹⁾	検定圃場数	検定菌株数	フェナリモルに対する EC50 (ppm)			ジフェノコナゾールに対する EC50 (ppm)		
			最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
2018	20	100	0.000	1.604	0.661	0.000	0.577	0.112
2016	4	18	0.000	0.951	0.540	0.000	0.066	0.017
2015	4	5	0.206	0.860	0.504	0.000	0.071	0.022

1) 2018 年分は 2018 年に、2016 年と 2015 年分は 2016 年に検定した。

4. 考察

長野県では DMI 剤耐性菌が発生していない条件で薬剤や防除体系の効果を検討している。耐性菌に対する効果は評価できないが、供試した薬剤は国内において黒星病に対する効果低下が報告されていないため、DMI 剤耐性菌に対しても効果が期待できる。

DMI 剤を使用しない防除体系における黒星病の発生は、2018 年の気象条件では DMI 剤を 2 回使用する慣行体系と比較してほぼ同等であった。薬剤散布のタイミングと感染好適条件の出現状況によっては、治療効果の程度によって防除効果の変動する可能性があるため、継続的な検討が必要である。

有望な代替剤については、効果の程度と作用性を評価し、体系の中での位置づけを明確にする必要がある。この点についても単年度の試験ではなく、複数年や他の研究機関の評価が必要である。

CYP51A1 遺伝子の変異は伴わないが、ジフェノコナゾールに対する感受性が低下傾向にあった。

5. 今後の課題

DMI 剤剤を使用しない防除体系、有望な代替剤の効果・作用性検討について継続的に検討する。

6. 要約

DMI 剤を使用しない防除体系は 2018 年の気象条件では慣行の DMI 剤を 2 回使用した体系と比較し、黒星病を含む主要病害に対してほぼ同等の効果が認められた。黒星病に対する DMI 剤の代替として有望な SDHI 剤の中でオルフィンフロアブルの防除効果が最も高かった。DMI 剤や SDHI 剤は病斑上の胞子形成阻害効果は低い～認められなかったが、マンゼブ水和剤で高い胞子形成阻害効果が認められた。*CYP51A1* 遺伝子の変異は伴わないものの DMI 剤に対する感受性が低下する傾向が認められた。

7. 成果の公表及び特許

生産現場への防除指導に活用。

DMI 剤感受性低下リンゴ黒星病菌の遺伝子診断技術の確立

氏名 八重樫 元、伊藤 伝

所属 農研機構・果樹茶業研究部門・リンゴ研究領域・病害虫ユニット

[〒020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-24]

1. 調査背景と目的

近年、日本のリンゴ生産量1位を誇る青森県で、DMI 剤に対する感受性が低下したリンゴ黒星病菌（耐性菌）が広域発生し、他のリンゴ生産地域でも耐性菌発達リスクの高まりが懸念されている。リンゴ黒星病菌の薬剤感受性検定にはリンゴ苗木を用いる生物検定、ならびに薬剤添加培地による培地検定が必要で、多大な労力と時間を要する。一方、DMI 剤感受性の異なるリンゴ黒星病菌株を用いて DMI 剤の標的遺伝子であるステロール脱メチル化酵素遺伝子(CYP51A1)の遺伝子変異を解析したところ、133 番目のアミノ酸変異を伴う A398T 塩基置換が DMI 剤感受性の低下に関わることが明らかになり、上記変異の有無を識別するアレル特異的 PCR による遺伝子診断が耐性菌発生状況を迅速に把握するのに有効である。本実施課題では、A398T 変異の遺伝子診断技術を効率化するとともに、リンゴ生産地域における変異株の発生状況を調査した。

2. 調査方法

1) 遺伝子診断法の効率化

多大な労力を要する菌の分離を経ず、罹病葉を用いて直接診断する手法を検討した。罹病葉から市販の核酸抽出キット (Mag Extractor Plant genome; TOYOBO) を用いて核酸を抽出し、アレル特異的 PCR によってリンゴ黒星病菌を特異的に検出できるか検討した。また、より安価で簡易な手法として、市販キットや有機溶媒を用いた核酸抽出を行わず、罹病葉抽出液を調整し、直接 PCR する手法を検討した。リンゴ葉にはポリフェノールなどの PCR 阻害物質が多く含まれているため、これらを除くためのポリビニルピロリドンや亜硫酸ナトリウムの添加により PCR 反応が改善するか試験した。

2) 遺伝子診断によるリンゴ生産地域での A398T 変異株の発生調査

1)の核酸抽出法あるいは簡易調整法を利用し、罹病葉を用いたアレル特異的 PCR により A398T 変異の遺伝子診断を実施した

3. 調査結果

1) 遺伝子診断法の効率化

罹病葉の病斑から抽出した DNA あるいは粗汁液を用いてアリル特異的 PCR を行ったところ、粗汁液では結果が安定しなかったが、DNA 溶液を用いた場合にはアリル特異的 PCR が可能であった (図 1)。

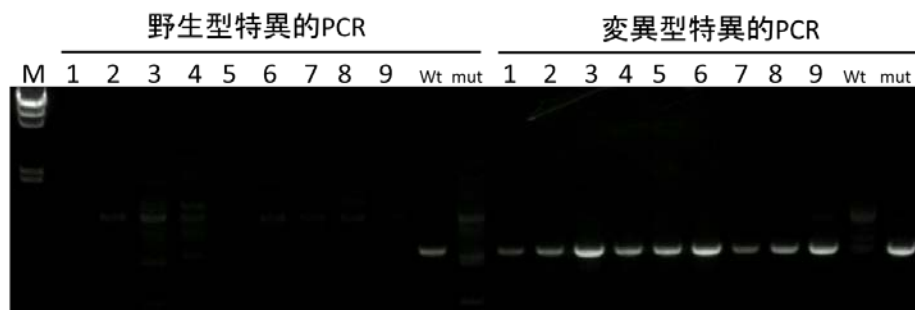


図 1. 罹病葉から直接抽出した DNA を用いたアリル特異的 PCR

2) 遺伝子診断によるリンゴ生産地域での A398T 変異株の発生調査

青森、秋田、山形、長野の 4 県の黒星病菌の遺伝子診断の結果を表 1 に示す。全ての地域で A398T 変異株の発生が確認された。長野では、A398T 変異株は苗木のみで発生が認められた。一方、他地域(山形や秋田など)では、苗木と成木の両方で A398T 変異株の発生が認められる場合、成木で発生しているが、隣接する苗木には発生していない場合が認められた。

表 1. リンゴ生産地域における黒星病菌 A398T 変異株の遺伝子診断結果

都道府県	青森	秋田		山形		長野	
地域	三八	中央	鹿角	村山		全域	
				成木	苗木	成木	苗木
圃場	6	39	13	8	8	5	59
検定数	70	305	132	45	50	42	322
野生型	31	199	89	32	37	42	158
変異型	22	61	32	7	9	0	141
混在	12	8	5	0	0	0	0
不明	5	27	6	6	4	0	23

4. 考察

従来、菌の分離を経て、判定までにおよそ 3~4 週間の期間を要していたが、罹病葉からの核酸抽出法を利用することで判定までに要する期間を 1-2 日に短縮でき、青森県以外のリンゴ生産地域においても A398T 変異株が発生していることを明らかにできた。A398T 変異株の発生は、苗木の流通などにより外部から持ち込まれる場合と地域内で顕在化する場合があると推測された。

5. 今後の課題

- ・今後も変異株の遺伝子診断を継続し、発生をモニタリングする必要がある。
- ・アレル特異的 PCR では、サンプルによって結果が安定しないことがある。より簡便で確実性が高いと考えられる LAMP 法を検討する。
- ・DMI 剤に加えて QOI 剤耐性の問題も顕在化しつつあるので、QOI 剤耐性の遺伝子診断法の効率化を検討する。

6. 要約

リンゴ黒星病菌の DMI 剤感受性低下に関わる CYP51A1 遺伝子 A398T 変異の遺伝子診断技術を効率化し、リンゴ生産地域において A398T 変異株が発生していることを明らかにした。

7. 成果の公表及び特許