

令和元年度
病虫害の効率的防除体制の再編委託事業

成 績 報 告 書

令和2年2月

農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業研究センター

目 次

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) 青森県産業技術センターりんご研究所	1
(2) 秋田県果樹試験場	20
(3) 山形県農業総合研究センター園芸試験場	別紙
(4) 長野県果樹試験場	26
(5) 農研機構果樹茶業研究部門	40

減農薬栽培に対応した水稻の種子伝染性病害に対する防除体系の確立

(1) 農研機構中央農業研究センター	43
(2) 茨城県農業総合センター農業研究所	45
(3) 埼玉県農業技術研究センター	51
(4) 長野県農業試験場	62

ダイズ害虫のウコンノメイガに対するフェロモンを用いた発生予察技術の確立

(1) 農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点	74
(2) 新潟県農業総合研究所作物研究センター	83
(3) 富山県農林水産総合技術センター農業研究所	87
(4) 石川県農林総合研究センター	92
(5) 福井県農業試験場	98

防除体制再編に向けた取り組み状況	101
------------------	-----

(様式1)

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」

氏名 赤平知也、平山和幸、十川聡子

所属 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

青森県では2016年にDMI 剤耐性黒星病菌の発生が確認されて以降、県内全体で耐性菌が確認されている状況にあるため、DMI 剤を使用しない防除体系の構築に取り組む必要がある。本課題においては、DMI 剤の感受性検定のほか、DMI 剤に替わる有効薬剤の検索と実用性を検討するとともに、翌年の伝染源となる苗木や被害落葉の処理方法の検討、現地で実施されている防除技術の実証などについて検討する。

2. 調査方法

(1) 青森県内のリンゴ黒星病菌のDMI 剤感受性検定

供試菌株：60 菌株（15 菌株／園地）

採集場所：4 園地（黒石市牡丹平、弘前市原ヶ平、弘前市乳井、つがる市柏）

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）

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) リンゴ黒星病に対する各種薬剤の防除効果

供試樹：ポット植え‘ふじ’／マルバカイドウ 1区1樹10～13新梢

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、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、パレード 15 フロアブル 2,000 倍、ユニックス顆粒水和剤の 1,000 倍と 2,000 倍、デランフロアブル 1,500 倍、ペンコゼブ水和剤 600 倍、ジマンダイセン水和剤 600 倍

試験方法：6月5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・風乾し、散布当日に分生子懸濁液を噴霧接種後、2日間、接種箱（18℃・多湿条件）に保持した。

調査方法：6月27日、薬剤散布・接種時に付けたラベルを基準に上位3葉および下位7葉を

(様式1)

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

接種源：りんご研究所内の殺菌剤無散布圃から取得した分生子懸濁液（ 4.0×10^4 個/ml）を用いた。なお、本圃場の黒星病個体群にはDMI剤、QoI剤及びMBC剤の耐性菌が含まれる。

(3) 新規薬剤の実用化試験

試験区：各試験薬剤の概要は表1のとおり

散布方法：スピードスプレーヤーで10a当たり320～420ℓ散布

調査方法：モニリア病は4月26日（散布前）に1区3樹、1樹当たり100果そうを、5月23日（散布後）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。黒星病およびうどんこ病は6月13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。黒点病は8月8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。斑点落葉病は8月8日に1区3樹、1樹当たり10新梢の全葉を対象に発生状況を調査した。また、薬害は随時、肉眼で観察した。

表1 各試験薬剤の概要

供試薬剤	希釈倍数	散布時期	圃地数	対象病害
バレード15フロアブル	2,000倍	開花直前	2圃地	黒星病、モニリア病、うどんこ病
ベンコゼブ水和剤	600倍	落花直後、落花10日後頃、落花20日後頃		黒星病、黒点病、斑点落葉病
デランフロアブル	1,500倍			

(4) 苗木における黒星病の発病状況

供試樹：‘三島ふじ’30樹、‘みすずつがる’30樹、‘王林’30樹。全て1年生苗木。

散布経過：表2参照。苗木育成時2018年の散布経過（参考：2017年の殺菌剤散布）

植え付け：2019年6月12日に苗木を植え付け、その後ビニール製の雨よけを設置。

調査方法：2019年8月13、14、19、20日に苗木の全葉を対象に発病状況を調査した。

表2 苗木育成時2018年の散布経過（左）と2017年の散布経過

回数	散布日	苗木育成時の殺菌剤散布履歴	倍数	回数	散布日	苗木育成時の殺菌剤散布履歴	倍数
1	5月24日	フルーツセイバー	2,000	1	6月6日	チオノックフロアブル	500
		コロナフロアブル	500	2	6月19日	チオノックフロアブル	500
2	6月4日	チオノックフロアブル	500	3	6月29日	キノンドー水和剤80	1,200
3	6月14日	ジマンダイセン水和剤	600	4	7月10日	チオノックフロアブル	500
4	6月22日	キノンドー水和剤	1,200	5	7月20日	アントラコール顆粒水和剤	500
5	6月30日	アントラコール顆粒水和剤	500	6	7月29日	チオノックフロアブル	500
6	7月18日	チオノックフロアブル	500	7	8月10日	アントラコール顆粒水和剤	500
7	7月27日	アントラコール顆粒水和剤	500	8	8月25日	フリントフロアブル	3,000
8	8月9日	チオノックフロアブル	500	9	8月31日	ナリアWDG	2,000
9	8月17日	アントラコール顆粒水和剤	500	10	9月8日	ストライド顆粒水和剤	1,500
10	8月27日	チオノックフロアブル	500				
11	9月12日	キノンドー水和剤	1,200				
12	9月27日	ペフラン液剤	1,500				
13	10月13日	コロナフロアブル	500				
14	10月24日	コロナフロアブル	500				

(様式1)

(5) 被害落葉に対する各種資材の春処理に対する効果

1) 防除効果の検討

試験場所：りんご研究所内のB9-4号圃で実施。

供試樹：26年生ふじ／マルバカイドウ(1/2000ワグネルポットに植栽)を1区2樹供試。

薬剤散布：2019年4月18日(展葉日4/17)に所定濃度の供試薬剤を被害落葉に向けてハンドスプレーを用いてそれぞれ100~250ml(10a当たり換算で100~250L)散布。

試験区：2018年11月8日に黒星病の被害落葉を1㎡四方の枠に約1cmの厚さで敷き詰めた後、風で飛散しないよう上から金網で固定し、越冬させた。翌春の消雪後、この被害落葉を高さ1.5mの波板で囲い、薬剤散布を実施した。風乾後に供試樹を設置して、4月18日から5月30日まで管理した。試験期間中の薬剤散布は殺虫剤のみ適宜散布した。

調査方法：5月30日に各区の樹の全葉を対象に発病状況を下記の指数別に調査し、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

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

2) 子のう孢子飛散状況

試験期間中、地面から5cmの高さにグリセリンゼリーを塗布したスライドガラスを設置した。これを3~4日毎に交換し、カバーガラス(18×18mm)内の子のう孢子を計数した。

(6) 現地防除技術実証試験

1) ベフラン液剤の収穫後散布の効果

試験場所：八戸市南郷および南部町沖田面のりんご園で実施。

供試樹：ふじ(マルバ台：八戸市南郷、わい性台：南部町沖田面)

薬剤散布：表3に示すように八戸市南郷では11月26日に、南部町沖田面では12月10日に動力噴霧機およびスピードスプレーヤでベフラン液剤1,000倍を散布した。

調査方法：5月20日に黒星病の発生状況について1区3樹、1樹あたり10果そうおよび10新梢の全葉を対象に調査した。

表3 試験園地の概要と散布経過

試験地	散布時期	実験区	対照区	散布量
八戸市南郷 10.5a 前年の発生多い	収穫後 11月26日	ベフラン液剤 1,000倍		2500
	展葉1週間後 4月23日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	3500
	開花直前 5月3日	フルーツセイバー 2,000倍	同左	4000
	落花直後 5月16日	ユニックス顆粒水和剤 1,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	同左	4000
南部町沖田面 20a 前年の発生やや多	収穫後 12月10日	ベフラン液剤 1,000倍		2500
	展葉1週間後 4月25日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	3000
	開花直前 5月4日	ネクスターフロアブル 1,500倍	同左	3000
	落花直後 5月16日	ユニックス顆粒水和剤 1,000倍 トレノックスフロアブル 500倍	同左	3500

(様式1)

2) 石灰硫黄合剤の発芽前散布

試験場所：青森市浪岡 A、黒石市高館およびつがる市柏のリンゴ園で実施。

供試樹：王林（マルバ台：青森市浪岡 A、つがる市柏、わい性台：黒石市高館）

薬剤散布：表4に示すように青森市浪岡 A では4月8日、黒石市高館では4月7日、つがる市柏では4月4日にスピードスプレーヤで石灰硫黄合剤7~10倍を散布した。

調査方法：5月22日に黒星病の発生状況について1区3樹、1樹あたり10果そうおよび10新梢の全葉を対象に調査した。

表4 試験園地の概要と散布経過

試験地	散布時期	実験区	対照区	散布量
青森市浪岡 10a 前年の発生多い	発芽前 4月8日	石灰硫黄合剤 10倍		2500
	芽出し当時 4月18日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	3000
	展葉1週間後 4月28日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	3500
	開花直前 5月5日	オルフィンフロアブル 4,000倍	同左	3500
	落花直後 5月15日	ユニックス顆粒水和剤 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	同左	3500
黒石市高館 48a 前年の発生少ない	発芽前 4月7日	石灰硫黄合剤 7倍		4000
	芽出し当時 4月18日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	4000
	展葉1週間後 4月24日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	4000
	開花直前 5月4日	オルフィンフロアブル 4,000倍 アンビルフロアブル 2,000倍	同左	3800
	落花直後 5月14日	ユニックス顆粒水和剤 1,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	同左	4000
つがる市柏 20a 前年の発生やや多	発芽前 4月4日	石灰硫黄合剤 10倍		2500
	展葉1週間後 4月24日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	3000
	開花直前 5月4日	フルーツセイバー 2,000倍	同左	3000
	落花直後 5月14日	ユニックス顆粒水和剤 1,000倍 チオノックフロアブル 500倍	同左	3500

3) 被害落葉の粉砕処理

試験場所：青森市浪岡 B、黒石市牡丹平のリンゴ園で実施。

供試樹：ふじ（マルバ台：青森市浪岡 B、わい性台：黒石市牡丹平）

薬剤散布：表5に示すように青森市浪岡 B では2018年12月3日に、黒石市牡丹平では2019年4月4日に乗用草刈り機(刈り高10mm)で試験区を2~3往復して被害落葉を粉砕した。

調査方法：5月22日に黒星病の発生状況について1区3樹、1樹あたり10果そうおよび10新梢の全葉を対象に調査した。

(様式1)

表5 試験園地の概要と散布経過

試験地	散布時期	実験区	対照区	散布量
青森市浪岡 10a 前年の発生多い	12月3日	乗用草刈り機による粉碎処理		
	展葉1週間後 4月23日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	4400
	特別散布 4月29日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	4400
	開花直前 5月10日	オルフィンフロアブル 4,000倍	同左	4400
	落花直後 5月17日	ユニックス顆粒水和剤 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	同左	4400
黒石市牡丹平 29a 前年の発生少ない	4月19日	乗用草刈り機による粉碎処理		
	展葉1週間後 4月24日	ベフラン液剤 1,000倍	同左	3200
	開花直前 5月3日	オルフィンフロアブル 4,000倍	同左	3500
	落花直後 5月13日	ユニックス顆粒水和剤 1,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍	同左	3500

4) 展着剤加用による効果

(1) アビオンーE

試験場所：弘前市相馬および五所川原市中泉のリンゴ園で実施。

供試樹：ふじ（マルバ台：五所川原市中泉、わい性台：弘前市相馬）

薬剤散布：表6に示すように「開花直前」から「落花20日後」まで基準薬剤にアビオンーE 2,000倍を加用して、スピードスプレーヤで散布した。

調査方法：6月26日に黒星病の発生状況について1区3樹、1樹あたり10果そうおよび10新梢の全葉を対象に調査した。

表6 試験園地の概要と散布経過

試験地	散布時期	実験区	対照区	散布量
弘前市相馬 20a 前年の発生多い	開花直前 5月4日	オルフィンフロアブル 4,000倍 アビオンーE 2,000倍	同左 アイヤーエース 10,000倍	3700
	落花直後 5月14日	チオノックフロアブル 500倍 アビオンーE 2,000倍	同左 アイヤーエース 10,000倍	3700
	落花10日後 5月27日	デランフロアブル 1500 アビオンーE 2,000倍	同左 アイヤーエース 10,000倍	4000
	落花20日後 6月9日	チオノックフロアブル 500倍 アビオンーE 2,000倍	同左 アイヤーエース 10,000倍	4000
	五所川原市中泉 20a 前年の発生多い	開花直前 5月4日	オルフィンフロアブル 4,000倍 アビオンーE 2,000倍	同左 ネオエステリン 10,000倍
落花直後 5月14日		ユニックス顆粒水和剤 2,000倍 ジマンダイセン水和剤 600倍 アビオンーE 2,000倍	同左 同左 ネオエステリン 10,000倍	4600
落花10日後 5月24日		デランフロアブル 1500 アビオンーE 2,000倍	同左 ネオエステリン 10,000倍	4600
落花20日後 6月3日		ラビライト水和剤 500倍 アビオンーE 2,000倍	同左 ネオエステリン 10,000倍	5600

(様式1)

(2) ササラ

試験場所：平川市平田森および五所川原市原子のリンゴ園で実施。

供試樹：ふじ（マルバ台）

薬剤散布：表7に示すように「開花直前」から「落花20日後」まで基準薬剤にササラ5,000倍を加用して、スピードスプレーヤーで散布した。

調査方法：6月26日に黒星病の発生状況について1区3樹、1樹あたり10果そうおよび10新梢の全葉を対象に調査した。

表7 試験園地の概要と散布経過

試験地	散布時期	実験区	対照区	散布量
平川市平田森 前年の発生多い	開花直前 5月3日	フルーツセイバー 2,000倍	同左	3500
		アンビルフロアブル 2,000倍	同左	
		ササラ 5,000	ネオエステリン 5,000倍	
	落花直後 5月13日	ユニックス顆粒水和剤 2,000倍	同左	4000
		ジマンダイセン水和剤 600倍	同左	
	ササラ 5,000	ネオエステリン 5,000倍		
特別散布 5月19日	チオノックフロアブル 500倍	同左	4500	
	ササラ 5,000	ネオエステリン 5,000倍		
落花10日後 5月23日	ブローダ水和剤 500倍	同左	4500	
	ササラ 5,000	ネオエステリン 5,000倍		
落花20日後 6月3日	デランフロアブル 1,500倍	同左	6000	
	ササラ 5,000	ネオエステリン 5,000倍		
五所川原市原子 20a 前年の発生少ない	開花直前 5月7日	オルフィンフロアブル 4,000倍	同左	2500
		ササラ 5,000	展着パウダー 10,000倍	
	落花直後 5月17日	ユニックス顆粒水和剤 2,000倍	同左	2500
		ジマンダイセン水和剤 600倍	同左	
	ササラ 5,000	展着パウダー 10,000倍		
落花10日後 5月27日	ブローダ水和剤 500倍	同左	3000	
	ササラ 5,000	アイヤーエース 10,000倍		
落花20日後 6月5日	デランフロアブル 1,500倍	同左	3000	
	ササラ 5,000	アイヤーエース 10,000倍		

3. 調査結果

(1) 青森県内のリンゴ黒星病菌のDMI剤感受性検定

- 1) 黒石市牡丹平ではフェナリモル EC50 値が 0.475~1.738ppm (平均 0.959ppm)、ジフェノコナゾール EC50 値が 0.005~2.816ppm (平均 0.518ppm) であった (表 8)。弘前市原ヶ平ではフェナリモル EC50 値が 0.602~2.470ppm (平均 1.206ppm)、ジフェノコナゾール EC50 値が 0.025~2.177ppm (平均 0.703ppm) であった。弘前市乳井ではフェナリモル EC50 値が 0.636~1.902ppm (平均 1.100ppm)、ジフェノコナゾール EC50 値が 0.031~2.102ppm (平均 0.600ppm) であった。つがる市柏ではフェナリモル EC50 値が 0.474~2.155ppm (平均 1.052ppm)、ジフェノコナゾール EC50 値が <0.001~1.226ppm (平均 0.493ppm) であった。
- 2) フェナリモルとジフェノコナゾールに対する感受性には正の相関 (r=0.711) がみられた (図 1)。

(様式1)

表8 各園地の感受性検定結果

調査園地	供試菌株数	フェナリモル			ジフェノコナゾール		
		平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値
黒石市牡丹平	15	0.959	0.475	1.738	0.518	0.005	2.816
弘前市原ヶ平	15	1.206	0.602	2.470	0.703	0.025	2.177
弘前市乳井	15	1.100	0.636	1.902	0.600	0.031	2.102
つがる市柏	15	1.052	0.474	2.155	0.493	<0.001	1.226

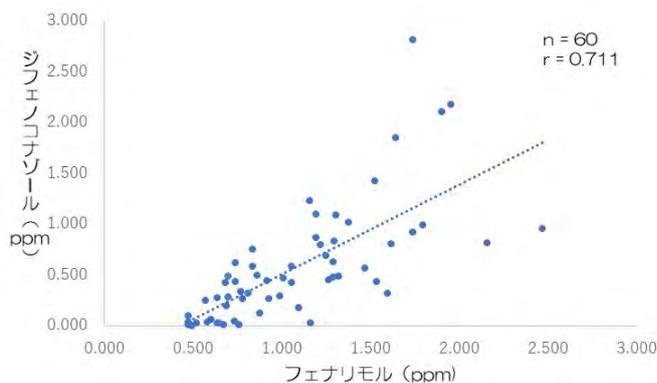


図1 フェナリモルとジフェノコナゾールの交差感受性

(2) リンゴ黒星病に対する各種薬剤の防除効果

- 1) 無散布区が発病葉率 59.2%、発病度 35.4 の中発生となった (表9)。その中で、対照薬剤のジマンダイセン水和剤は発病が認められず、防除価 100 となった。
- 2) ベフラン液剤 25 の 1,000 倍、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、パレード 15 フロアブル 2,000 倍、ユニックス顆粒水和剤の 1,000 倍と 2,000 倍、デランフロアブル 1,500 倍及びペンコゼブ水和剤 600 倍は防除価が 97.2 ~ 100 と高い防除効果を示した。

表9 黒星病に対する各種薬剤の防除効果

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			
ベフラン液剤25	1,000倍	120	119	1	0	0	0.8	0.3	99.2
フルーツセイバー	2,000倍	110	110	110	0	0	0	0	100
ネクスターフロアブル	1,500倍	100	97	3	0	0	3	1	97.2
オルフィンフロアブル	4,000倍	120	120	0	0	0	0	0	100
パレード15フロアブル	2,000倍	110	108	2	0	0	1.8	0.6	98.3
ユニックス顆粒水和剤47	1,000倍	110	109	1	0	0	0.9	0.3	99.1
	2,000倍	120	120	0	0	0	0	0	100
デランフロアブル	1,500倍	110	110	0	0	0	0	0	100
ペンコゼブ水和剤	600倍	110	110	0	0	0	0	0	100
ジマンダイセン水和剤	600倍	110	110	0	0	0	0	0	100
無散布		130	53	35	23	19	59.2	35.4	

(様式 1)

(3) 新規薬剤の実用化試験

- 1) 散布経過は表 10 に示すとおりに実施した。パレード 15 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 1.0%、対照区で 0%であった (表 11)。果実では実験区、対照区ともに 0%であった (表 12)。他病害の発生は認められなかった。薬害も認められなかった。
- 2) パレード 15 フロアブルを「開花直前」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 4.3%、対照区で 2.0%であった (表 11)。果実では実験区で 2.3%、対照区で 1.0%であった (表 12)。他病害の発生は認められなかった。薬害も認められなかった。

表 10 パレード 15 フロアブル試験園地の薬剤散布経過

散布時期	A 園				B 園					
	散布月日	実施区		対照区	散布月日	実施区		対照区		
展葉 1 週間後頃	4 月 23 日	ベフラン ダズバン アブロード ハーベストオイル	1,000倍 3,000倍 1,000倍 200倍	同左	4 月 23 日	ベフラン ダズバン アブロード ラビサンスプレー	1,000倍 3,000倍 1,000倍 200倍	同左		
特別散布	—	—		—	4 月 29 日	チオノック	500倍	同左		
開花直前	5 月 3 日	パレード カスケード	2,000倍 4,000倍	オルフィン カスケード	4,000倍 4,000倍	5 月 4 日	パレード ファイブスター	2,000倍 3,000倍	オルフィン ファイブスター	4,000倍 3,000倍
落花直後	5 月 14 日	ユニックス ジマンダイセン カスケード	2,000倍 600倍 4,000倍	同左	5 月 13 日	ユニックス チオノック カスケード	2,000倍 500倍 4,000倍	同左		

表 11 新梢葉における各種病害に対する防除効果 (パレード 15 フロアブル)

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	実施区	509	1.0	0	なし
	対照区	512	0	0	なし
B 園	実施区	493	4.3	0	なし
	対照区	456	2.0	0	なし

表 12 果実における各種病害に対する防除効果 (パレード 15 フロアブル)

試験園地	区	調査果数	発病果率 (%)				薬害
			モニリア病		黒星病 (6/13)	うどんこ病 (6/13)	
			散布前 (4/26)	散布後 (5/23)			
A 園	実施区	300	0	0	0	0	なし
	対照区	300	0	0	0	0	なし
B 園	実施区	300	0	0	2.3	0	なし
	対照区	300	0	0	1.0	0	なし

- 3) 散布経過は表 13 に示すとおりに実施した。ペンコゼブ水和剤を「落花直後」～「落花 20 日後頃」の 3 回散布した C 園において、黒星病の発生は新梢葉では実験区で 0.9%、対照区で 0.9%であった (表 15)。果実では実験区、対照区ともに 0%であった。他病害の発生は認められなかった。薬害も認められなかった。
- 4) ペンコゼブ水和剤を「落花直後」～「落花 20 日後頃」の 3 回散布した D 園において、黒星病の発生は新梢葉では実験区で 0.8%、対照区で 1.8%であった (表 15)。果実では実験区、対照区ともに 0%であった。他病害の発生は認められなかった。薬害も認められなかった。
- 5) 散布経過は表 14 に示すとおりに実施した。デランフロアブルを「落花直後」～「落花 20 日後

(様式1)

頃」の3回散布したE園において、黒星病の発生は新梢葉では実験区で5.1%、対照区で5.8%であった(表15)。果実では実験区で0%、対照区で1.3%であった。他病害の発生は認められなかった。薬害も認められなかった。

6) デランフロアブルを「落花直後」～「落花20日後頃」の3回散布したF園において、黒星病の発生は新梢葉では実験区で0%、対照区で0.2%であった(表15)。果実では実験区、対照区ともに0%であった。他病害の発生は認められなかった。薬害も認められなかった。

表13 ペンコゼブ水和剤の試験園地の薬剤散布経過

散布時期	C園			D園		
	散布月日	実施区	対照区	散布月日	実施区	対照区
開花直前	5月5日	オルフィン 4,000倍	同左	5月5日	ネクスター 1,500倍 アンビル 1,000倍 カスケード 4,000倍	同左
落花直後	5月14日	ペンコゼブ 600倍 ユニックス 2,000倍	ジマンダイセン 600倍 ユニックス 2,000倍	5月14日	ペンコゼブ 600倍 カスケード 4,000倍	ジマンダイセン 600倍 カスケード 4,000倍
特別散布	—	—	—	5月20日	チオノック 500倍	同左
落花10日後頃	5月20日	ペンコゼブ 600倍	ジマンダイセン 600倍	5月26日	ペンコゼブ 600倍	ジマンダイセン 600倍
落花20日後頃	5月27日	ペンコゼブ 600倍 スブラサイド 1,500倍	ジマンダイセン 600倍 スブラサイド 1,500倍	6月3日	ペンコゼブ 600倍 エルサン 1,000倍	ジマンダイセン 600倍 エルサン 1,000倍
6月中旬	6月9日	アントラコール 500倍 ダイアジノン 1,000倍 ウララ 4,000倍	同左	6月12日	ラビライト 500倍 モスピラン 4,000倍 エコマイト 2,000倍	同左

表14 デランフロアブル試験園地の薬剤散布経過

散布時期	E園			F園		
	散布月日	実施区	対照区	散布月日	実施区	対照区
開花直前	5月6日	オルフィン 4,000倍 カスケード 4,000倍	同左	5月6日	オルフィン 4,000倍 アタプロン 4,000倍	同左
落花直後	5月14日	デラン 1,500倍 ユニックス 2,000倍 カスケード 4,000倍	チオノック 500倍 ユニックス 2,000倍 カスケード 4,000倍	5月15日	デラン 1,500倍 ユニックス 2,000倍	チオノック 500倍 ユニックス 2,000倍
特別散布	5月20日	ジマンダイセン 600倍	同左	—	—	—
落花10日後頃	5月27日	デラン 1,500倍 ダントツ 4,000倍	チオノック 500倍 ダントツ 4,000倍	5月25日	デラン 1,500倍 エルサン 1,000倍	チオノック 500倍 エルサン 1,000倍
落花20日後頃	6月4日	デラン 1,500倍 サイアノックス 1,000倍	チオノック 500倍 サイアノックス 1,000倍	6月4日	デラン 1,500倍 スブラサイド 1,500倍	チオノック 500倍 スブラサイド 1,500倍
6月中旬	6月14日	バスポート 1,000倍 ダイアジノン 1,000倍	同左	6月15日	アントラコール 500倍 ダイアジノン 1,000倍	同左

表15 新梢葉及び果実における各種病害に対する防除効果(ペンコゼブ水和剤、デランフロアブル)

試験園地	区	新梢葉				果実			薬害
		黒星病(6/13)		斑点落葉病(8/8)		調査果数	発病果率(%)		
		調査葉数	発病葉率(%)	調査葉数	発病葉率(%)		黒星病(8/8)	黒点病(8/8)	
C園	実施区	470	0.9	486	0	300	0	0	なし
	対照区	457	0.9	526	0	300	0	0	なし
D園	実施区	510	0.8	513	0	300	0	0	なし
	対照区	491	1.8	527	0	300	0	0	なし
E園	実施区	489	5.1	530	0	300	0	0	なし
	対照区	498	5.8	493	0	300	1.3	0	なし
F園	実施区	502	0	552	0	300	0	0	なし
	対照区	510	0.2	594	0	300	0	0	なし

(4) 苗木における黒星病の発病状況

2019年6月に植え付けた1年生苗木について、黒星病の発病を調査した結果、苗木90樹において発病はみられなかった。

(様式1)

(5) 被害落葉に対する各種資材の春処理に対する効果

1) 防除効果の検討

- (1) 水処理した8区では発病葉率 19.0%、発病度 6.4%と少発生条件ではあるものの、資材の効果の評価するには十分な発病が認められた(表16)。一方、被害落葉を敷設しない9区でも僅かに発病がみられた。
- (2) フロンサイド SC1,000 倍及び 2,000 倍を処理した1~3区では発病葉率 4.7~7.1%、発病度 1.6~2.4、防除価 63.3~75.0 と一定の防除効果が認められた。
- (3) 尿素 50 倍を処理した4区では発病葉率 0.5%、発病度 0.2、防除価 97.7 と高い防除効果が認められた。
- (4) 除草剤のシマジン 500 倍及びバスタ 300 倍を処理した5~6区では発病葉率 6.0~6.2%、発病度 2.0~2.1、防除価 68.0~69.5 と一定の防除効果が認められた。
- (5) ベフラン液剤 1,000 倍を処理した7区では発病葉率 12.0%、発病度 4.0、防除価 37.5 と効果は認められなかった。

2) 子のう胞子飛散状況

子のう胞子の飛散は各区とも降雨日を中心に飛散が認められたものの、飛散数が最大で11個であった。各区の累積の胞子飛散数は水処理区した8区で14個、被害落葉を敷設しない9区で4個であった。これに対し、各種資材処理区では4~27個であったが、飛散数が少なく効果は判然としなかった。

表16 被害落葉に対する各種資材の処理効果

区	供試薬剤	反復	調査葉数 (個)	発病葉率 (%)	発病度	防除価	累積胞子 飛散数(個)
1	フロンサイド'1,000倍100ml/m ²	I	607	5.3	1.8	75.0	10
		II	560	4.1	1.4		
		平均	583.5	4.7	1.6		
2	フロンサイド'2,000倍100ml/m ²	I	760	0.9	0.3	63.3	27
		II	504	13.3	4.4		
		平均	632.0	7.1	2.4		
3	フロンサイド'2,000倍250ml/m ²	I	372	5.9	2.0	74.2	8
		II	372	4.0	1.3		
		平均	372.0	5.0	1.7		
4	尿素50倍200ml/m ²	I	721	0.4	0.1	97.7	4
		II	565	0.5	0.2		
		平均	643.0	0.5	0.2		
5	シマジン500倍150ml/m ²	I	649	6.3	2.1	68.0	24
		II	416	6.0	2.0		
		平均	532.5	6.2	2.1		
6	バスタ300倍150ml/m ²	I	480	8.5	2.8	69.5	12
		II	791	3.4	1.1		
		平均	635.5	6.0	2.0		
7	ベフラン1,000倍250ml/m ²	I	803	8.3	2.8	37.5	15
		II	464	15.7	5.2		
		平均	633.5	12.0	4.0		
8	水処理250ml/m ²	I	377	19.1	6.4		14
		II	421	18.8	6.3		
		平均	399.0	19.0	6.4		
9	落葉敷設なし	I	411	3.6	1.2		4
		II	730	0.5	0.2		
		平均	570.5	2.1	0.7		

(様式1)

(6) 現地防除技術実証試験

1) ベフラン液剤の収穫後散布

八戸市南郷：発病果そう率は実験区で40.0%、対照区で16.7%であった（表17）。果そう葉の発病葉率は実験区で7.1%、対照区で2.6%であった。新梢葉の発病葉率は実験区で1.9%、対照区では発生がみられなかった。

南部町沖田面：発病果そう率は実験区で3.3%、対照区で10.0%であった。果そう葉の発病葉率は実験区で0.4%、対照区で1.3%であった。

表17 各区における黒星病の発生状況

試験地	試験区	調査品種	調査果 そう数(枚)	発病果 そう率(%)	果そう葉		新梢葉	
					調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)	調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)
八戸市南郷	実験区	ふじ	30	40.0	226	7.1	314	1.9
	対照区	ふじ	30	16.7	234	2.6	327	0.0
南部町沖田面	実験区	ふじ	30	3.3	223	0.4	314	0.0
	対照区	ふじ	30	10.0	229	1.3	327	0.0

2) 石灰硫黄合剤の発芽前散布

青森市浪岡A：発病果そう率は実験区で0.0%、対照区で3.3%であった（表18）。果そう葉の発病葉率は実験区で0.0%、対照区で0.5%であった。新梢葉の発病葉率は実験区で0.0%、対照区0.6%であった。

黒石市高館：実験区、対照区ともに黒星病の発生はみられなかった。

つがる市柏：発病果そう率は実験区で16.7%、対照区で40.0%であった。果そう葉の発病葉率は実験区で2.6%、対照区で7.0%であった。

表18 各区における黒星病の発生状況

試験地	試験区	調査品種	調査果 そう数(枚)	発病果 そう率(%)	果そう葉		新梢葉	
					調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)	調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)
青森市浪岡A	実験区	王林	30	0.0	221	0.0	330	0.0
	対照区	王林	30	3.3	216	0.5	338	0.6
黒石市高館	実験区	ふじ	30	0.0	250	0.0	293	0.0
	対照区	ふじ	30	0.0	245	0.0	249	0.0
つがる市柏	実験区	ふじ	30	16.7	235	2.6	301	4.3
	対照区	ふじ	30	40.0	227	7.0	333	2.4

3) 被害落葉の粉砕処理

青森市浪岡：発病果そう率は実験区で10.0%、対照区で3.3%であった（表19）。果そう葉の発病葉率は実験区で1.3%、対照区で0.4%であった。新梢葉の発病葉率は実験区で1.4%、対照区で0%であった。

黒石市牡丹平：実験区、対照区ともに黒星病の発生は認められなかった。

(様式1)

表19 各区における黒星病の発生状況

試験地	試験区	調査品種	調査果 そう数(枚)	発病果 そう率(%)	果そう葉		新梢葉	
					調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)	調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)
青森市浪岡B	実験区	ふじ	30	10.0	227	1.3	275	1.4
	対照区	ふじ	30	3.3	238	0.4	275	0.0
黒石市牡丹平	実験区	ふじ	30	0.0	222	0.0	260	0.0
	対照区	ふじ	30	0.0	236	0.0	324	0.0

4) 展着剤加用による効果

(1) アビオンーE

弘前市相馬：新梢葉の発病葉率は実験区で0%、対照区で0.6%であった(表20)。果実では発生が認められなかった。

五所川原市中泉：新梢葉の発病葉率は実験区で1.2%、対照区で0.7%であった。果実では実験区で4.3%であった。対照区は有袋にしていたため調査できなかった。

表20 各区における黒星病の発生状況

試験地	試験区	調査品種	新梢葉		果実	
			調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)	調査果数 (個)	発病果率 (%)
弘前市相馬	実験区	ふじ	544	0.0	300	0.0
	対照区	ふじ	524	0.6	300	0.0
五所川原市中泉	実験区	ふじ	498	1.2	300	4.3
	対照区	ふじ	670	0.7	—	—

—:有袋果により調査なし

(2) ササラ

平川市平田森：新梢葉の発病葉率は実験区で4.9%、対照区で8.6%であった(表21)。果実では実験区で3.0%、対照区で1.3%であった。

五所川原市原子：新梢葉の発病葉率は実験区で0.8%、対照区で0.4%であった。果実では実験区で0.3%であった。対照区では発生が認められなかった。

表21 各区における黒星病の発生状況

試験地	試験区	調査品種	新梢葉		果実	
			調査葉数 (枚)	発病葉率 (%)	調査果数 (個)	発病果率 (%)
平川市平田森	実験区	ふじ	528	4.9	300	3.0
	対照区	ふじ	536	8.6	300	1.3
五所川原市原子	実験区	ふじ	496	0.8	300	0.3
	対照区	ふじ	488	0.4	300	0.0

(様式1)

4. 考察

青森県では依然として DMI 剤の感受性が低下していることが確認されている。このような DMI 剤耐性菌存在下においても、ベフラン液剤、SDHI 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、パレード 15 フロアブル）、ユニックス顆粒水和剤、デランフロアブル及びペンコゼブは高い予防効果を有すると考えられた。また、現地実証試験において SDHI 剤のパレード 15 フロアブルは黒星病、うどんこ病及びモニリア病に対して対照区と同等の効果を示し、ペンコゼブ水和剤及びデランフロアブルは黒星病、黒点病及び斑点落葉病に対して対照区と同等の効果を示した。いずれの剤も薬害は認められなかった。また、春先の被害落葉への処理資材として、尿素 50 倍の効果が認められたほか、フロンサイド SC やシマジン、バスタなどの薬剤も有効であると考えられた。しかしながら、いずれの資材も黒星病対策としては登録外使用となるため、メーカー等への対応などが必要と考えられる。育成苗木に対する薬剤散布の効果や黒星病に対する各種防除技術の効果は発生がないあるいは極少発生のため、効果は判然としなかった。

5. 今後の課題

引き続き、DMI 剤耐性菌存在下における各種薬剤（SDHI 剤など）の検索と効果検証（予防・治療）を行い、DMI 剤に依存しない新たな防除体系を開発する必要がある。また、被害落葉に対する資材処理の効果については尿素とフロンサイド SC に絞って次年度も検討を行う。苗木における黒星病発病の要因解明、防除方法の確立並びに黒星病防除技術実証試験については、関係機関と連携しながら、次年度も継続する。

6. 要約

青森県では依然として DMI 剤の感受性が低下していることが確認されている。このような状況下においても、ベフラン液剤、SDHI 剤、ユニックス顆粒水和剤、デランフロアブル及びペンコゼブは高い予防効果を有すると考えられた。また、現地実証試験において SDHI 剤のパレード 15 フロアブル、ペンコゼブ水和剤及びデランフロアブルは各種病害に対して対照区と同等の効果を示し、薬害も認められなかったことから、実用性があると考えられた。このうち、パレード 15 フロアブル 2,000 倍及びペンコゼブ水和剤 600 倍は令和 2 年りんご病害虫防除暦及び農作物病害虫防除指針に採用し、普及に移した。一方、春先の被害落葉への処理資材として、尿素 50 倍の効果が認められたほか、フロンサイド SC やシマジン、バスタなどの薬剤も有効であると考えられた。育成苗木に対する薬剤散布の効果は発生がなく判然としなかった。黒星病に対する各種防除技術として、①ベフラン液剤の収穫後散布、②石灰硫黄合剤の発芽前散布、③被害落葉の粉碎処理、④展着剤加用による効果について検証したが、発生がないあるいは極少発生のため、効果は判然としなかった。

7. 成果の公表及び特許

(様式1)

病虫害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」

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発生が認められなかったが、2016年頃から発生圃場が散見されるようになり、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。さらに2018年には秋田県では初めてとなるリンゴ黒星病 DMI 剤耐性菌が検出され、耐性菌の蔓延による DMI 剤の効力低下と多発が懸念されている。

そこで、県内の DMI 剤耐性菌の分布を明らかにするとともに、本病の重点防除時期を再検討した上で、DMI 剤耐性菌の存在下でも効果的な防除ができる散布体系を構築し、その実用性を評価する。

2. 試験および調査方法

(1) 発生生態の解明

①子のう孢子飛散消長調査

2018年秋に現地(湯沢市駒形町)のほ場から集めた被害葉を、50cm角のネットに詰めて根雪前に場内ほ場に敷設した。2019年4月4日(50%消雪日から概ね10日後)から吸引式の孢子収集器を被害落葉上に設置し、スライドガラスに貼り付けた透明両面テープ(以下、孢子トラップ)に子のう孢子を捕捉した。孢子数の計測は粘着面にカバーガラス(18×18mm)を被せ、メチレンブルー染色した後、カバーガラスの範囲内に捕捉された子のう孢子を光学顕微鏡下で計数した。

②発生消長調査

場内圃場の‘ふじ’わい性台、9年生樹(殺菌剤無散布)3樹を用い、1樹あたり30果叢、30新梢に標識を取り付け、随時発病状況を観察した。

(2) CYP51遺伝子解析

調査標本は、主に県内各地域振興局農林部農業振興普及課職員が生産現場から採集した‘ふじ’の発病葉および発病果を用い、葉の病斑は1葉からサンプルチューブ(2.5ml)のキャップ部分で病斑を打ち抜き、果実病斑はメスで病斑を切り取り DNA 抽出に用いた。CYP51 遺伝子の塩基配列解は、農研機構果樹茶業研究部門リンゴ研究領域に依頼し、変異の有無を調査した。また、標本の受け取り時に採集圃場の発生状況を聞き取りした(表1)。

(3) DMI 剤の代替剤を用いた防除体系試験

①場内試験(耐性菌 未検出圃場)

場内圃場(26号圃)‘ふじ’わい性台、9年生樹、1区1樹、2反復とし、動力噴霧機を用いて1樹あたり約10リットルを散布した。各試験区の散布月日および供試薬剤を表2に示した。

6月3日に各樹40果(葉)そのの全葉について、6月18日は各樹40新梢について、発病の有

(様式1)

無を調査した。

②現地試験 (2018年に耐性菌 検出圃場)

2018年に多発し、CYP51遺伝子の変異株が高率で検出された湯沢市駒形町農家圃場の‘トキ’と‘ふじ’(成木)混植園を用い、1区10a(反復なし)で行った。散布はスピードスプレーヤーを用い、散布量は園主の慣行量(300L/10a)とした。

1区は試験薬剤オルフィンフロアブル4,000倍を、2区は慣行防除剤フルーツセイバー3,000倍を、いずれもチオノックフロアブル500倍を加用して開花直前に散布した。これ以外の散布は芽出し10日後散布から両区とも同じとした(表4)。

9月20日に1区10樹を選び1樹あたり30新梢について、黒星病と褐斑病の有無を調査し発病新梢率を算出した。

3. 調査結果

(1) 発生生態の解明

① 子のう孢子飛散消長

- 子のう孢子の初飛散は4月12~14日に設置した孢子トラップで確認された。また、子のう孢子の最多飛散は4月27日設置のトラップで確認され、飛散盛期も4月27日を含む4日間の連続降雨期間であった。その後は6月14~16日設置の孢子トラップでやや多く捕捉され、以降は捕捉した孢子数は少ないものの、7月中旬まで継続した(図1)。
- 果樹試験場の慣行法による試験圃場の消雪日は4月4日であったが、50%消雪日は3月22日であった。ただし3月23日から再び降雪があり、地面が再度雪に覆われた期間があった。3月22日を起算日とした場合に日平均気温の積算が180℃に到達した日(以下、180℃到達日)は4月22日となり、4月4日を起算日とした場合は4月24日となり、2日の差が生じた(図2)。
- 予測された初感染日(子のう孢子飛散が確認された日で、10時間以上のぬれ時間があった日)は4月24日であり、開花始めの11日前であった。

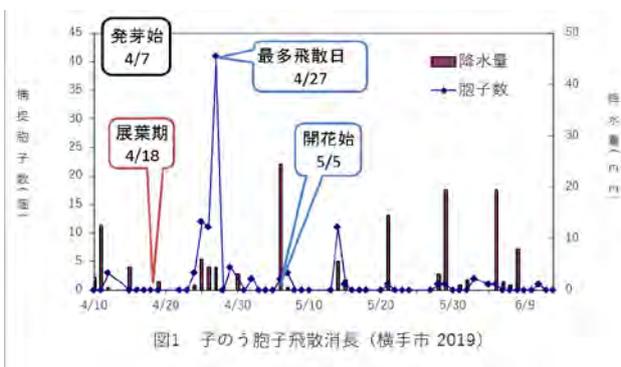


図1 子のう孢子飛散消長(横手市2019)



図2 起点の違いによる積算平均気温の差

② 発生消長調査

場内圃場に植栽された「ゆめあかり」無散布で5月28日に初発生を確認した。予察樹‘ふじ’では8月1日に果叢葉および新梢葉に初めて発病が確認されたが、その後、果叢葉では8月15日に発病葉率0.6%、新梢葉では9月4日に発病葉率2.8%がピークとなり、極少発生に

(様式1)

経過した。調査樹での果実発病は認められなかった（図省略）。

(2) リンゴ黒星病菌のCYP51遺伝子解析

- 1) 発生状況に関する生産者および普及指導員からの聞き取りによると、多発圃場は標本を採集した美郷町六郷の1圃場を含め数圃場であり、県全域での発生量は極めて少ないと見られる(表1)。
- 2) 生産現場17地点から得られた92標本について、CYP51遺伝子の変異を解析した。そのうち変異株は11地点、33標本(35.9%)から検出された(表1)。
- 3) 横手市中里、檜沢、増田、大森から得られた各1果の病斑をもとに解析した結果、いずれも変異株が検出された(表1)。
- 4) 2019年に多発した美郷町六郷から採集した8標本からはいずれも野生型が検出された(表1)。

(3) DMI 剤の代替剤を用いた防除体系試験

① 場内試験

無散布を含め試験圃場全体の発生量が極めて少なく、防除体系の実証はできなかった(表2、3)。

② 現地試験

開花直前(5月5日)にオルフィンフロアブル4,000倍をチオノックフロアブル500倍に加用した1区、フルーツセイバー2,000倍をチオノックフロアブル500倍に加用した2区、共に黒星病、褐斑病の発生は極めて少なく、防除体系の効果については評価できなかった(表4、5)。

表1 2019年に秋田県内で採集したリンゴ黒星病菌のCYP51遺伝子解析結果

標本採集地		発生状況	調査標本 総数	野生型	変異型	混在*
鹿角市	花輪	少	8	7	1	
大館市	真中T	少	6		6	
	真中M	少	4	2	2	
北秋田市	鷹巣A	少	6	5	1	
	鷹巣B	少	7		7	
	合川	少	7		7	
横手市	雄物川町大沢C	少	5		4	1
	雄物川町大沢D	少	8	8		
	金沢中野	少	8	8		
	大森町川西	極少	1		1	
	檜沢	極少	1		1	
	増田吉野	極少	1		1	
	中里	極少	1		1	
	大屋新町	少	8	8		
	平鹿町萩ノ目	中	8	8		
	寿町(家庭菜園)	少	5	5		
美郷町	六郷	多	8	8		
合計			92	59	32	1

*混在は病斑を切り取る際、密に重なった病斑中に野生型と変異型が混発していたと考えられる。

(様式1)

試験区	発芽10日後	展葉期	開花直前	落花期	落花10日後
	4月18日	5月1日	5月12日	5月22日	6月5日
①DMI剤2回体系	ベフラン液剤 1000	パスポート顆粒 1000	オンリーワンFL 2000 チオノックFL 500	アンビルFL 2000 ジマンダイセンWP 600	デランFL 2000
②SDHI・AP各1回体系		パスポート顆粒 1000	オルフィンFL 4000 チオノックFL 500	ユニックス顆粒 2000 ジマンダイセンWP 600	
③ ベフラン2回+②体系		ベフラン液剤 1000	オルフィンFL 4000 チオノックFL 500	ユニックス顆粒 2000 ジマンダイセンWP 600	
④NF-180・AP各1回体系		ベフラン液剤 1000	NF-180 2000 チオノックFL 500	ユニックス顆粒 2000 ジマンダイセンWP 600	
無散布					

表3 リンゴ黒星病体系化防除試験(場内)の調査結果

試験区	調査月日					
	6月3日			6月18日		
	調査果そう数	調査葉数	発病葉率(%)	調査新梢数	発病新梢率(%)	
①区	1	40	240	0	40	0
	2	40	268	0	40	0
②区	1	40	290	0	40	0
	2	40	251	0	40	0
③区	1	40	247	0	40	0
	2	40	250	0	40	0
④区	1	40	243	0	40	0
	2	40	240	0	40	0
無散布区	1	40	nd	nd	40	0
	2	40	nd	nd	40	0
	3	40	nd	nd	40	0

表4 リンゴ黒星病体系化防除試験(現地:湯沢市)の構成

試験区	4月22日 芽出し後10日	4月30日 芽出し後20日	5月5日 開花直前	5月14日 落花直後
1区 オルフィン区	ベフラン液 1000倍	オーソサイドWP 800倍	オルフィンFL 4000倍 チオノックFL 500倍	ユニックス顆粒 2000倍 チオノックFL 500倍
2区 フルーツセイバー区			フルーツセイバー 3000倍 チオノックFL 500倍	

以降の防除実績

5/27ジマンダイセン600、6/4アントラコール500、6/15パスポート1000、6/28パスポート1000、
7/10アントラコール500、7/21オキシラン600+ユニックス2000、8/1ダイパワー1000、8/9オキシラン600、
8/20アリエッティC800、9/3ストライド1500、9/13ストライド1500

表5 リンゴ黒星病体系化防除試験(現地:湯沢市)の調査結果(9月20日)

試験区	黒星病		褐斑病	
	調査新梢数※	発病新梢率(%)	調査新梢数※	発病新梢率(%)
1区 オルフィン区	300	0.0	300	0.0
2区 フルーツセイバー区	300	0.0	300	0.0

※ 各区10樹、1樹あたり30新梢を調査

(様式1)

4. 考察

- 1) 県南部では多くの地域で開花直前のDMI剤+保護殺菌剤から当年の防除がスタートしているが、2019年の重点防除期である子とう胞子の飛散ピークは開花始めの9日前に認められた。また、感染始期(降雨時間が10時間)の推定日は子とう胞子飛散ピークよりさらに2日早かったことから、従来体系「開花直前を重点防除期とする」では黒星病の防除が不十分であり、より早い時期にあたる展葉期から黒星病を対象にした防除を始める必要があると考えられた。
- 2) 2018年に続き、2019年秋田県内のリンゴ黒星病発生状況は少発生圃場が点在し、多発生圃場はごくわずかであった。発生圃場から得られた病斑をもとにDNA抽出を行いCYP51遺伝子の解析を行った結果、少発生圃場や局所発生圃場からも変異株が検出された。特に、圃場内から1果のみ見つかった4圃場からはいずれも変異株が検出された。各圃場とも標本採集時の状況については「発病果が1果採集されたのみで、周辺の果実および葉での発病は見られなかった、または気づかなかった」と回答していることから、伝染源がごく限られた部分にあり、慣行防除下で病勢が抑えられたまま長期間生存が維持され続けてきたと推察された。

一方で、多発生した1圃場は供試標本が全て野生株とされたが、圃場の発生状況や聞き取り調査から、この圃場の多発生要因の主体は防除の不徹底(散布量不足)と考えられた。2018年に多発生CYP51遺伝子変異株が高率に検出された2圃場(湯沢市1圃場、横手市1圃場)は、2019年の黒星病防除にDMI剤を使用せず開花直前にSDHI剤のフルオピラム水和剤、落花直後にはアニリノピリミジン系剤のシプロジニル水和剤を用い、さらに芽出し10日後およびその10日後にも殺菌剤を使用したところ、湯沢市では発生が認められず(表4、5)、横手市の圃場でも発生は認められなかった(データなし)。なお、両圃場では無散布区が設けられず、さらに慣行防除(DMI剤2回散布)を実施した周辺圃場でも発病が皆無であったことから防除体系の効果についての評価はできなかった。

本県でDMI剤を使用し始めてから既に30年以上が経過しており、現在、変異株が検出しない圃場であっても、感受性が完全に低下する移行途中とも考えられる。さらには、青森県で見られたような、急激に耐性菌の密度が上昇することも考えられることから、特に2018年および2019年に多発生した圃場については、薬剤検定培地を用いた感受性のモニタリング等を随時行いながら、発生経過を継続的に観察する必要があると考えられた。

5. 今後の課題

1. non-DMI剤体系の現地実証とその評価
 - 1) SDHI剤、AP剤体系
 - 2) SDHI剤2回体系
 - 3) 新規剤(NF-180、MIF-1002)
2. DMI剤感受性のモニタリングによる耐性菌群の効率的な分布把握
3. DMI剤の防除効果を維持するための、総合的な耐性菌管理体系の構築

(様式 1)

6. 要約

2019年のリンゴ黒星病重点防除期は開花始めより10日程度早い時期だったと考えられ、従来の開花直前重点防除では本病の防除が不十分であり、今後はより早い時期にあたる展葉期も重要な防除時期と考えられた。県内のリンゴ黒星病菌についてCYP51遺伝子を解析した結果、県全域で変異株が検出された。また、多発の前歴がなく、少発生あるいは局所発生の圃場でも変異株が検出された事例が複数の園で認められた。non-DMI剤体系の効果は、本病が極少発生のため評価できなかった。

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遺伝子解析結果や子のう胞子飛散消長調査結果を情報提供した。
- ・秋田県農作物病害虫・雑草防除基準(令和2年度版)リンゴ黒星病の防除対策に成果を反映した。

(様式1)

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」

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、鹿角地域ではリンゴ黒星病が多発する園地が見られるようになり、DMI 剤に対する感受性も、耐性方向へシフトしていることが確認されている。防除上、重要なのは、初期感染をいかに防ぐかにある。そのため重点防除時期を見極めるために子のう胞子の飛散消長とリンゴの生態との関係性について明らかにする。また、子のう胞子、分生子の動向についてはあまり試験が行われておらず、その動態について調査を行う。今後、DMI 剤耐性菌の蔓延が懸念されることから、各種薬剤の特性を明らかにし、DMI 剤に頼りすぎない防除体系について構築する。

2. 調査方法

(1) 子のう胞子の飛散消長および発生消長

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：

①子のう胞子の飛散消長

・2018年秋に被害葉を採集しネットに入れ屋外に静置した。

・2019年4月12日に孢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、孢子収集器内に約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。

②発生消長

・随時観察を行い初発日特定後、任意の50果そうおよび果実について10日おきに発病の有無を調査した。

(2) 胞子の分散

1) 調査場所：かづの果樹センター内駐車場

2) 供試樹：‘ふじ’/M.26/マルバ 1年生ポット苗、‘ふじ’/マルバ 1～2年生ポット苗

3) 試験方法

①子のう胞子

4月28日に、前年秋に採集しネットに入れ雪の下に静置しておいた被害落葉を試験場所に設置した。そ

(様式 1)

の周囲にポット苗を 4 m 間隔で 16 m まで同心円状に設置した。4 m、8 m は 1 周につき 8 方位、12 m、16 m は 1 周につき 16 方位で計 48 ポットを設置した。ポット苗は 5 月 16 日に回収し、回収後は黒星病の影響がない場所に静置した。

②分生子

7 月 10 日に、センター内無散布ほ場で黒星病を感染させたポット苗（ゆめあかり/マルバ 2 年生）を試験場所に設置した。その周囲に①子のう胞子試験と同様にポット苗を設置し、7 月 22 日に回収した。回収後は黒星病の影響がない場所に静置した。

4) 調査方法

①子のう胞子

6 月 5 日に全葉についての発病の有無を調査し、子のう胞子の飛散距離、飛散した方角を求めた。

②分生子

8 月 5 日に全葉についての発病の有無を調査し、分生子の飛散距離、飛散した方角を求めた。

(3) 新防除体系の実用性の検討

1) 調査場所：かづの果樹センター内ほ場 8 号圃

2) 供試樹および規模： ふじ/M9.マルバ 22 年生 1 区 3 樹

3) 試験区および処理月日

散布日	4/24	5/7	5/20	5/30	6/10	
1区	ベフラン液 1000倍	ホルワンF 2000倍 オルフィンF 4000倍	ユニックス顆粒 2000倍 ジマンダイセン水 600倍	ジマンダイセン水 600倍	テランF 2000倍	以降は、全ての区でセンター内慣行区と同様の防除を行った。
2区	ベフラン液 1000倍	チオックF 500倍 オルフィンF 4000倍	ユニックス顆粒 2000倍 ジマンダイセン水 600倍	ジマンダイセン水 600倍	テランF 2000倍	
3区(慣行区)	ベフラン液 1000倍	チオックF 500倍 ホルワンF 2000倍	チオックF 500倍 ホルワンF 2000倍	ジマンダイセン水 600倍 ユニックス顆粒 2000倍	テランF 2000倍	
4区(新剖区)	ベフラン液 1000倍	チオックF 500倍 オルフィンF 4000倍	チオックF 500倍 NF-180F20 4000倍	ジマンダイセン水 600倍 NF-180F20 4000倍	テランF 2000倍 ユニックス顆粒 2000倍	
5区(無散布)	—	—	—	—	—	

・薬剤名 ベフラン液…ベフラン液剤、ホルワンF…ホルワンフロアブル、チオックF…チオックフロアブル、オルフィンF…オルフィンフロアブル、ユニックス顆粒…ユニックス顆粒水和剤、ジマンダイセン水…ジマンダイセン水和剤、テランF…テランフロアブル

・6 月中旬以降の防除薬剤（殺菌剤のみ）

6/20…アントラコール顆粒水和剤 500 倍、7/3・18…ハースポート顆粒水和剤 1000 倍、8/2…ダイパー水和剤 1000 倍、8/19…アリエッティ C 水和剤 800 倍、9/4…ストライト顆粒水和剤 1500 倍

4) 処理方法：

1 樹当たり約 10～15 L を動力噴霧器で散布し展着剤（マイリノー 10000 倍）を加用した。4 月 24 日にハーベストオイル 100 倍、5 月 20 日にサムコルフロアブル 5000 倍を加用した。

(様式 1)

5) 調査方法

- ①黒星病：初発確認以降、10日おきに7月上旬まで、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。果実は6～7月は1樹につき全果ないし50～100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。
- ②モニリア病：5月10日に1樹50果そうについて葉腐れを調査し、発病果そう率を求めた。
- ③斑点落葉病、褐斑病：10月3日に1樹10新梢の全葉について発病葉数を調査した。
- ④黒点病：10月3日に1樹50果について発病の有無を調査した。
- ⑤赤星病：6月26日に1樹50新梢について発病の有無を調査した。

3. 調査結果

(1) 子のう胞子の飛散消長および発生長

1) 子のう胞子飛散消長

- ①本年の消雪日は3月16日で、平年より14日早かった。
- ②4月15日に2個の子のう胞子飛散を確認した。4月26日は5.5mmの降雨があり多量の子のう胞子の飛散を確認した(図1)。
- ③5月中旬以降、子のう胞子の飛散数は徐々に減少しながら5月31日まで続いた。以降、降雨があっても子のう胞子の数が数個しか確認できなかったため、6月9日に調査を終了した。

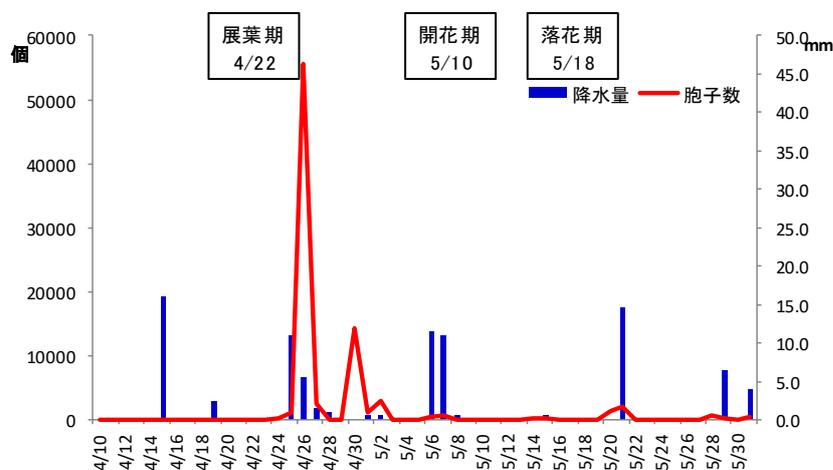


図1 黒星病子のう胞子の飛散消長と降水量

2) 発生長

- ①初発を5月17日に1樹、1果そうで確認した。発病部位は基部から2枚目の葉に認められた。
- ②果そうでの発病は、5月27日に0.7%、6月26日には23.3%となった(図1)。
- ③果実では6月17日に1果のみ発病を確認し、その時点での発病果率は1.6%であった(図1)。

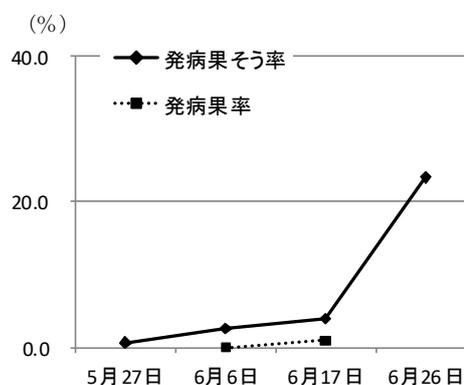


図2 予察ほにおける黒星病発生長

(様式1)

(2) 胞子の分散

- 1) 子のう胞子の試験では、南東8m、12m、北東4m、南西4mのポットで発病を確認した(図3)。発病葉数はいずれも1~2枚、発病葉率は1.8~5.3%であった。
- 2) 分生子の試験では、西南西12m、北4m、南東4mのポットで発病を確認した(図3)。発病葉数は西南西12mで4枚、発病葉率18.0%、その他はそれぞれ発病葉数1枚、発病葉率6.0%であった。
- 3) 子のう胞子は、飛散消長の調査から5月6日と7日に降雨に伴い飛散を確認しており、この時期が感染日と推察される(表1)。
- 4) 分生子は、7月12日の降雨時に南東から南西の方角に、また、7月19日の降雨時に北東から北西の方角に風が確認できたため、それらの日が感染日と推察される。

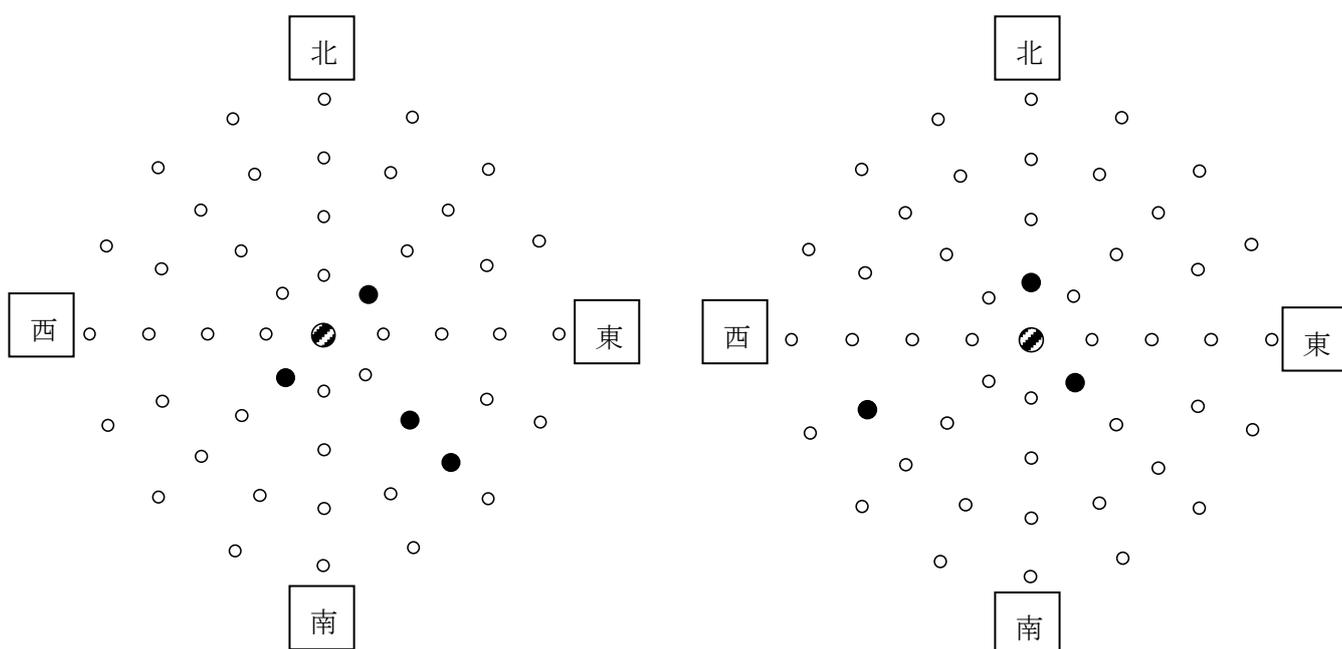


図3 ポットの配置箇所と胞子の分散状況(左:子のう胞子 右:分生子)
(中心部は伝染源、●は発病を確認したポットを示す)

表1 子のう胞子試験期間中の降雨と降雨中の風速および方角

日付	4/28	5/1	5/2	5/6	5/7	5/8
降雨量(mm)	1.0	0.5	0.5	11.5	11.0	0.5
平均風速(m/s)	1.1	0.0	1.3	0.9	1.4	0.8
瞬間最大風速(m/s)	4.8	—	7.0	6.7	10.7	3.4
平均風向	南東	—	南南西	南南東	東	南南西

表2 分生子試験期間中の降雨と降雨中の風速および方角

日付	7/12	7/13	7/19
降雨量(mm)	13.5	1.0	16.0
平均風速(m/s)	0.4	0.5	0.1
瞬間最大風速(m/s)	3.5	1.5	6.2
平均風向	南西	南東	東南東

(様式1)

(3) 新防除体系の実用性の検討

- 1) 黒星病の葉での初発を5月17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27日に2.7%、7月7日に28.0%であった。7月7日における発病新梢率は、慣行区を含め全ての試験区で発病が見られなかった(表2)。
- 2) 果実では6月初旬に発病を確認し、7月7日の発病果率は無散布区で9.2%であった。試験区では3区(慣行区)で1果(発病果率0.4%)を確認したのみでその他の区で発病は見られなかった。収穫果では無散布区で15.1%、3区(慣行区)で0.3%であった(表2)。
- 3) 斑点落葉病、褐斑病が無散布区で発生がやや多い傾向にあったが、試験区ではあまり大きな差はなかった(表3)。
- 4) モニリア病、黒点病の発生は見られなかった(データ省略)。
- 5) 昨年、6月に発生が見られた赤星病は、いずれの区もほぼ同程度の発病状況であった(データ省略)。
- 6) 本年は、初発以降の5月下旬～6月上旬の降水量が少なく2次感染が抑制され、少発生下での試験であった。DMI剤を開花前に1回使用した区およびDMI剤を全く使用しなかった区は、慣行と同等の防除効果があったと考えられた。また、その他の病害についても、いずれの区においても発生は少なく防除効果は十分にあったと考えられた。

表3 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			
		5/10	5/27	6/5	6/17	6/26	7/7
1区	150	0	0	0	0	0	0
2区	150	0	0	0	0	0	0
3区	150	0	0	0	0	0	0
4区	150	0	0	0	0.7	0	0
無散布	150	0	2.7	5.5	15.0	18.0	28.0

表4 果実における黒星病の発生状況

区	6/17		6/16		7/7		11/18	
	調査果数(個)	調査果率(%)	調査果数(個)	調査果率(%)	調査果数(個)	調査果率(%)	調査果数(個)	調査果率(%)
1区	250	0	258	0	258	0	399	0
2区	300	0	264	0	264	0	403	0
3区	250	0	268	0.4	268	0.4	372	0.3
4区	200	0	245	0	245	0	160	0
無散布	210	4.3	293	4.1	293	9.2	218	15.1

(様式1)

表5 斑点落葉病、褐斑病の発生状況

区	調査葉数 (枚)	発病果率(%)	
		斑点落葉病	褐斑病
1区	632	7.3	0.6
2区	731	4.5	0
3区	751	5.3	0.1
4区	614	3.3	0.2
無散布	658	24.0	3.0

4. 考察

- ・昨年の子のう胞子の飛散は、4月15日に初めて観察されたが、発芽後間もなくまた気象状況から感染には至っていないと考えられる。その後4月26日の降雨により多量の飛散が確認され、この時期は、展葉4日後、展葉数が1～2枚程度の頃であり、感染が成立したと推測される。
- ・初発は、前年並（5月15日）の5月17日に確認したが、その後の降水量が少なかったことから二次感染が大きく抑制され、6月下旬における発病果そう率は23.3%と前年同期（99.3%）と比較し極めて少なかった。
- ・ポット苗を利用した胞子分散の試験では、子のう胞子、分生子とも最大12mの範囲で発病を確認した。子のう胞子は5月6～7日の降雨、分生子は7月12日、若しくは19日の降雨による感染と考えられた。
- ・新防除体系の散布試験で、DMI剤を開花前に1回使用した区およびDMI剤を全く使用しなかった区は、黒星病およびその他の病害について慣行と同等の防除効果を示した。新規薬剤区でも各種病害の発生は少なく、葉害も確認されなかった。本年は、初発以降の降雨が少なく、少発生下での試験であり、一つの参考事例として捉えておく必要がある。

5. 今後の課題

- ・胞子の分散については引き続き調査を行い、胞子の動向についてより精査する必要がある。
- ・防除体系の試験では、耐性菌の発生が確認されている園地で実証を行い、実用性について評価する必要がある。

6. 要約

- ・子のう胞子は、4月下旬の降雨で多量の胞子飛散が確認されたことから、当地では展葉期から重点防除時期になると考えられる。
- ・黒星病が少発生下での試験であったが、DMI剤を1回ないし全く使用しなかった防除体系でも、慣行区同様の防除効果を示した。今後は耐性菌が発生している条件下での評価と、新剤に関する試験を行い、防除体系を構築する必要がある。

7. 成果の公表及び特許

研修会、講習会での活用

(様式1)

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」

氏名 江口直樹、近藤賢一、横澤志織

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 剤に替りうる薬剤を選定し、DMI 剤を使用しない、あるいはDMI 剤に頼り過ぎない防除体系を構築する。また、黒星病菌の密度低下に有効な落葉処理法を構築する目的で、落葉からの子のう胞子飛散の実態をを調査するとともに、飛散を抑制する対策について検討する。

2. 調査方法

(1) DMI 剤の使用回数を減らした防除体系の実証

試験場所：果樹試験場内 49 号圃場

DMI 剤、QoI 剤耐性の黒星病菌は確認していない。うどんこ病に対するDMI 剤の感受性は低下している。

供試樹：10～20 年生「ふじ」。1 区 1/2～1 樹、3 反復

防除体系：表 1 参照

薬剤処理：表 1 に記載の日程で動力噴霧器で十分量を均一に散布した。殺虫剤は別途試験区全面に散布した。

調査方法：各病害の調査方法は各表の欄外に記載した。

(2) DMI 剤代替として有望なSDHI 剤の春季主要病害に対する効果

1) リンゴ黒星病に対する各種SDHI 剤の効果

試験場所：果樹試験場内 39 号圃場

供試樹：11～13 年生「ふじ」（わい性台木樹）。1 区 2～3 樹、3 反復。

薬剤処理：2019 年 4 月 28 日（開花直前）、5 月 11 日（落花期）、5 月 22 日、6 月 1 日の計 4 回、動力噴霧機を用いて十分量（1 樹当たり 3～4 L）を均一に散布した。いずれの処理日とも降雨の影響はなかった。殺虫剤は慣行防除とし、別途、全区に均一に散布した。

調査方法：調査結果の表の欄外に付した。

(様式1)

2) リンゴ黒点病に対する各種SDHI剤の効果

試験場所：果樹試験場内49号圃場

供試樹：8～56年生「紅玉」。1区1/2～1樹、3反復。

薬剤処理：2019年4月17日(展葉3日後)、4月25日(開花直前)、5月8日(落花直後)、5月23日の計4回、動力噴霧機を用いて、十分量(1樹当たり約10L)を均一に散布した。6月26日までは殺菌剤無散布で管理し、殺虫剤は別途、全区に均一に散布した。

3) リンゴうどんこ病に対する各種SDHI剤の効果

試験場所：果樹試験場内49号圃場

供試樹：8～56年生「紅玉」。1区1/2樹～1樹、3反復。

薬剤処理：2019年4月17日(展葉3日後)、4月25日(開花直前)、5月8日(落花直後)の計3回、動力噴霧機を用いて、十分量(1樹当たり約10L)を均一に散布した。殺虫剤は別途、全区に均一に散布した。

4) リンゴ褐斑病に対する各種SDHI剤の効果

試験場所：果樹試験場内20号圃場

供試樹：4～5年生「ふじ」わい性台木。1区1樹、3反復。

薬剤処理：2019年7月9日、7月22日、8月4日、8月17日、9月1日、9月13日の計6回、動力噴霧器を用いて、十分量(1樹当たり約4L)を均一に散布した。殺虫剤は別途、全区に均一に散布した。

その他：褐斑病の均一な発生を促すため、降雨が予想される前の7月22日、8月1日、8月14日に各樹5カ所の最上位展開葉に罹病葉をホチキスで留めて固定した。

(3) QoI剤に加用する保護殺菌剤(有機銅剤)の選定

試験場所：果樹試験場内39号圃場

供試樹：11～13年生「ふじ」わい性台木樹。1区2～4樹。

2回散布は2反復、3回散布は3反復。

薬剤処理：2019年6月26日、7月10日、7月24日の計3回、動力噴霧機を用いて、十分量(1樹当たり約4～5L)を均一に散布した。展着剤は加用しなかった。

その他：薬剤の散布回数と果実での汚れの関係を調査するため、第3回散布直前の7月22日に一部の果実に果実袋を被袋し、7月31日に除袋して2回散布区とした。

(様式1)

(4) DMI 剤代替剤の作用性の検討

1) 治療効果 (病斑形成阻害) の検討

試験場所：果樹試験場内雨よけハウス

供試樹：1～2年生「ふじ」ポット樹。1処理につき5～8苗供試。

接種・薬剤処理・調査方法：感染成立1日後、3日後、5日後、7日後に薬剤を処理し、感染せ率27～30日後に調査した。詳細は表10、11の欄外に記載した。

2) 治療効果 (孢子形成阻害) の検討

試験場所：果樹試験場内60号圃場および雨よけハウス

供試病斑：自然発生した9～12病斑あるいは接種により発病した17～18病斑を供試した。

接種・薬剤処理・調査方法：表12、13の欄外に記載した。

3) 浸透移行性の検討

試験場所：果樹試験場内雨よけハウス

試験方法の概要：図1のとおり。

供試樹：1年生「ふじ」ポット樹を供試。1処理につき11～28新梢を供試。



図1 試験方法およびスケジュール

薬剤処理：表1の薬剤を新梢の基部側5～7葉と茎部に処理。

接種：薬剤処理3日後(処理から1枚展葉)に接種をした。DMI・QoI感受性の黒星病分生子(凍結保存)を 1.0×10^5 個/mlに調整し供試樹全体に噴霧接種した。

調査方法：薬剤処理を実施した最上位葉(マーク葉)の上7枚を調査対象とした(無処理区で黒星病の発生が確認された範囲)。調査方法の詳細は表14の欄外に記載した。

(5) 落葉時期と子のう胞子の飛散量

落葉の採取場所：下高井郡山ノ内町の黒星病、褐斑病発生圃場。約20年生の「ふじ」普通樹。

落葉採取方法：2018年9月27日に黒星病の発病程度が激しい枝の直下に落葉混入防止のための高さ50cmの網柵を設置した。網柵は $3.3\text{m}^2(2.2 \times 1.5\text{m})$ と $1.2\text{m}^2(2.3 \times 0.5\text{m})$ の2ヵ所とした。

(様式1)

落葉の回収：網枠設置時の2018年9月27日には設置範囲の落葉をすべて回収し、以降は11月1日、11月27日、12月20日(完全落葉後)に網枠内に落ちた全葉を回収した。枠内の落葉はそれぞれ9月2日以前、9月27日～11月1日、11月1日～11月27日、11月27日～12月20日に落葉した葉であり、期間外の落葉の混入はないと考えられた。

落葉の管理：落葉時期が異なっても条件が同じになるように、9月27日、11月1日、11月27日に回収した落葉はタマネギ保存用のビニール製網袋に入れ、現地圃場の地表面に静置した。12月20日に全区の落葉を試験場に持ち帰った。

重量測定：持ち帰った落葉を3日間室内で風乾したのち、総重量を測定した。

調査に供試する落葉の調整と設置：各時期の落葉から任意に40g(風乾重・約230枚)を2セット抽出し、12月23日に場内圃場の地表面に静置した。ただし8/31～9/27の落葉は少なかったため、34.9g(約200枚)を1セットとした。子のう胞子の捕捉高率を高めるため、また、他の試験区の子のう胞子の捕捉を避ける目的で、内径43cmのポット内に調整した落葉を静置した。設置の際にはポットの底に約15cmの深さに土を入れ、落葉の周囲に高さ約30cmの枠ができるようにした。

反復：9月27日より前の落葉は反復なし、9/27以降の落葉は2反復で調査した。

子のう胞子の捕捉：吸引式孢子採集器(スライドガラス設置タイプ)を用い、2019年4月1日から5日毎にスライドガラスを交換した。両面テープ上に捕捉された18×18mmの範囲のリンゴ黒星病と褐斑病の子のう胞子数を計数した。

(6) 落葉へのフロンサイドSC処理(春季)による子のう胞子の飛散抑制

被害落葉の採取：下高井郡山ノ内町平隠の現地圃場から2018年11月1日～11月27日の間に落葉した被害葉を採取した。品種は「ふじ」。約20年生の普通樹(病害虫防除所の巡回調査地点)。

被害落葉の調整：12/20まで現地圃場に静置した落葉を3日間室内で風乾し、各試験区の落葉が40g(風乾重・約230枚)になるように調整した。

子のう胞子の飛散調査：2018年12月23日に野外に設置した内径43cmのポット内に、調整した落葉をビニール製網袋に入れて静置した。設置の際にはポットの底に約15cmの深さに土を入れ、落葉の周囲に高さ約30cmの枠ができるようにした。子のう胞子の捕捉は吸引式孢子採集器(スライドガラス設置タイプ)を用い、2019年4月1日から5日毎にスライドガラスを交換した。両面テープ上に捕捉された18×18mmの範囲のリンゴ黒星病の子のう胞子数を計数した。

薬剤処理：2019年4月7日に網袋に入れたままの被害落葉に対し、100L/10a相当のフロンサイドSC500倍液を、ハンドスプレーにより散布した(ポット当たり約15ml)。

反復：1区1ポット(被害落葉230枚の1セット)、2反復。

(様式 1)

3. 調査結果

(1) DMI 剤の使用回数を減らした防除体系の実証

1) 散布実績と試験概況

散布実績と試験期間中の降水量は表 1、2 のとおり。開花前～5月の降水量が少なく、黒星病は少発生、うどんこ病は多発生の条件で試験を実施した。

表 1 試験区の構成と散布日

試験区	散布時期(散布日)							
	発芽 10 日後 (4/7)	発芽 17～20 日 (4/17)	展葉3日後 (4/19)	開花直前 (4/28)	開花+10 日 (5/8)	落花直後 (5/11)	落花 10～14 日 (5/22)	それ以降
体系1(R2 提案体系)	—	—	ベフラン L ×1,000	チウラム FL ×500 スコア WDG ×3,000	—	オルフィン FL ×4,000	ジマンダイセン W ×500	6/14 有機銅 FL 7/3 有機銅 FL
体系2(H31 体系)	パスポート FL ×1,000	ベフラン L ×1,000	—	ユニックス WDG ×2,000	オルフィン FL ×4,000	—		
体系3(H30 体系)	パスポート FL ×1,000	—	—	スコア WDG ×3,000	—	オンリーワン FL ×2,000		
体系4(無防除)	—	—	—	—	—	—	—	—

表 2 試験期間中の降水量 (長野果樹試験場内データ)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
4月	0.5							2.5	1.0	9.5	1.0				1.0										1.0	7.0	4.0			8.5	
5月	2.5					18.5						0.5	18.5								30.5								0.5	6.5	
6月						21.0	1.5	5.5	16.5	4.0	1.0			4.0	0.5		1.0			15.5	3.5	3.0	2.0			3.0	8.0	11.0	21.0		

2) 黒星病に対する各防除体系の効果

子のう胞子の飛散は4月10日の降雨から確認された。試験圃場の初発は5月17日に確認され、初期感染は4月下旬と考えられた。黒星病の発生は全般に少なく、1～3の体系処理区では発生はみられなかった(表3)。

表 3 防除体系と黒星病の発生

試験区	果そう葉		新梢葉		果実	
	発病そう率(%) (6/13)	発病葉率(%) (6/13)	発病葉率(%) (7/12)	発病葉率(%) (7/12)	発病果率(%) (6/13)	発病果率(%) (7/12)
体系1 (R2 提案体系)	0	0	0	0	0	0
体系2 (H31 体系)	0	0	0	0	0	0
体系3 (H30 体系)	0	0	0	0	0	0
体系4 (無防除)	1.0	0.7	2.9	0.7	0.7	3.5
(参考)完全無防除	2.3	0.6	7.3	0.3	0.3	4.9

調査方法:果そう葉調査は100果そう、新梢葉は30新梢の全葉、果実は100果の発病の有無を調査した。

3) うどんこ病に対する各防除体系の効果

例年「ふじ」では発生は少ないが、生育初期に少雨であったため、本年は新梢の発病葉率が27.7%と多かった。DMI 剤を2回使用した体系3 (H30 体系) は防除価41.9と効果が低かったが、DMI 剤を使用しない体系2 (H31 体系) とDMI 剤を1回使用した体系1 (R2 提案体系) では実用的な効果が認められた(表4)。

(様式1)

表4 防除体系とうどんこ病の発生

試験区	調査葉数	発病葉率(%)	発病度	防除価
体系1 (R2 提案体系)	242.3	6.3	2.3	82.2
体系2 (H31 体系)	200.0	4.8	1.6	87.6
体系3 (H30 体系)	205.7	17.9	7.5	41.9
体系4 (無防除)	216.7	27.7	12.9	—

調査方法:6/14に各区20新梢の全葉を以下の程度別に発病葉数を調査し、発病度と防除価を算出した。

発病指数 0:発病なし 1:葉面積1/4以下 2:葉面積1/4~1/2 3:葉面積1/2以上

発病度 = $\Sigma(\text{指数} \times \text{程度別発病葉数}) / (\text{調査葉数} \times 4) \times 100$

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

4) 褐斑病に対する各防除体系の効果

褐斑病の初発は6月21日に確認した。7月16日の時点で各体系処理区で発生がみられず、高い効果が認められた。体系間の効果差は判然としなかった(表5)。

表5 防除体系と褐斑病の発生

試験区	調査果そう数	発病果そう率(%)
体系1 (R2 提案体系)	100.0	0
体系2 (H31 体系)	100.0	0
体系3 (H30 体系)	100.0	0
体系4 (無防除)	100.0	10.7
(参考)完全無防除	100.0	21.3

調査方法:7/16に各区100果そうの発病の有無を調査し、発病果そう率の平均を算出した。

(2) DMI 剤代替として有望なSDHI 剤の春季主要病害に対する効果

1) リンゴ黒星病に対する各種SDHI 剤の効果

試験圃場における黒星病の初発は5月17日に確認した。調査時の無処理区における発生は少発生であった。供試したSDHI 剤(ネクスター、パレード、フルーツセイバー、オルフィン)はいずれも高い防除効果が認められ、実乗用問題となる葉害や果実のさびは認められなかった(表6)。

表6 リンゴ黒星病に対する各種SDHI 剤の効果

系統	薬剤名	倍率	果そう調査			新梢葉調査				果実調査		果実のさび	
			調査果そう数	発病果そう率(%)	防除価	調査葉数	発病葉率(%)	発病度	防除価	調査果数	発病果率(%)		葉害
S	ネクスターフロアブル	1,500	60.0	0	100	273.7	0	0	100	100.0	0	-	~±
D	パレード15フロアブル	3,000	60.0	0	100	338.0	0.1	0.0	97.9	100.0	0	-	~±
H	フルーツセイバー	1,500	60.0	0	100	307.7	0	0	100	100.0	0	-	~±
I	オルフィンフロアブル	4,000	60.0	0	100	277.0	0	0	100	100.0	0	-	~±
参考	オーソサイド水和剤80	800	60.0	0	100	286.0	0	0	100	100.0	0	-	-
	ジマンダイセン水和剤	600	60.0	0	100	330.0	0	0	100	100.0	0	-	~±
	無処理		60.0	3.3		344.3	3.4	1.4		100.0	7.3		

調査方法:最終散布15日後の2019年6月16日に、果そうと果実については発病の有無を調査し発生率を算出した。新梢葉に対する調査は各区15~30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。

発病指数:0:発病なし 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 = $\Sigma(\text{指数} \times \text{指数別葉数}) / (\text{調査葉数} \times 3) \times 100$

(様式1)

2) リンゴ黒点病に対する各種SDHI剤の効果

多発生条件で評価した。DMI剤のスコア顆粒水和剤と比較してネクスターフロアブルとパレード15フロアブルは優り、フルーツセイバーは同等、オルフィンフロアブルはやや劣った(表7)。薬害は認められなかった。

表7 リンゴ黒点病に対する各種SDHI剤の効果

	薬剤名	倍率	調査果数	発病果率(%)	発病度	防除価	薬害
SDHI	オルフィンフロアブル	4,000	64.3	15.8	5.2	85.6	-
	ネクスターフロアブル	1,500	52.3	1.3	0.4	98.9	-
	パレード15フロアブル	3,000	48.0	1.5	0.5	98.6	-
	フルーツセイバー	2,000	50.0	5.3	2.7	92.5	-
DMI	スコア顆粒水和剤	3,000	47.7	4.1	1.4	96.1	-
	無処理		47.0	85.9	36.1		

調査方法:2019年9月9日に試験区の大きさに応じて各区50~100果を任意に選び、発病の有無と発病程度を調査し、発病果率、発病度を算出した。

発病指数:0:病斑なし 1:1~5病斑/果 2:6~15病斑/果 3:16病斑以上/果

発病度 = $\Sigma(\text{指数} \times \text{指数別果数}) / (\text{調査果数} \times 3) \times 100$

3) リンゴうどんこ病に対する各種SDHI剤の効果

DMI剤に対して感受性の低いうどんこ病菌が発生している圃場において、甚発生条件で試験を実施した。供試したSDHI剤の効果はいずれも高く、オルフィンフロアブルとパレード15フロアブルの効果が極めて高かった(表8)。薬害は認められなかった。

表8 リンゴうどんこ病に対する各種SDHI剤の効果

	薬剤名	倍率	調査葉数	発病葉率(%)	発病度	防除価	薬害
SDHI	オルフィンフロアブル	4,000	103.0	0.6	0.4	99.1	-
	ネクスターフロアブル	1,500	93.0	8.2	3.1	93.2	-
	パレード15フロアブル	3,000	99.0	1.0	0.5	98.9	-
	フルーツセイバー	2,000	98.3	6.0	2.1	95.4	-
DMI	スコア顆粒水和剤	3,000	104.0	56.5	29.1	36.6	-
	無処理		110.3	75.6	45.9		

調査方法:最終散布13日後の2019年5月21日に各区20新梢の全展開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。

発病指数:0:発病なし 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 = $\Sigma(\text{指数} \times \text{指数別葉数}) / (\text{調査葉数} \times 3) \times 100$

4) リンゴ褐斑病に対する各種SDHI剤の効果

発生前から散布を開始した。8月上旬に発生を確認したが、病勢進展は緩慢で、8月中~下旬の降雨により増加した。調査時には多発生となったが、落葉は少なかった。褐斑病に対してパレード15フロアブルは高い効果がみとめられたが、オルフィンフロアブル、ネクスターフロアブル、フルーツセイバーの効果は低かった(表9)。

(様式1)

表9 リンゴ褐斑病に対する各種SDHI剤の効果

	薬剤名	倍率	調査 葉数	発病 葉率(%)	落葉率(%)	発病度	防除価	葉害
SDHI	オルフィンフロアブル	4,000	250.7	47.2	0	14.6	61.8	-
	ネクスターフロアブル	3,000	247.7	65.4	0.1	23.4	38.7	-
	パレード15フロアブル	3,000	278.7	3.2	0	0.7	98.2	-
	フルーツセイバー	2,000	235.7	77.9	0.1	32.8	14.1	-
参考	オキシラン水和剤	3,000	272.7	13.0	0	3.3	91.4	-
	無処理		233.3	204.7	86.7	0.1	38.2	

調査方法:最終散布14日後の2019年9月27日に各区10新梢の全展開葉について発病程度別に葉数を調査し、発病葉率、落葉率、発病度を算出した。なお、落葉発病葉に含めた。

発病指数:0:発病なし 1:病斑面積が葉の1/4未満 2:1/4~1/2未満 3:1/2以上 4:落葉

発病度 = $\Sigma(\text{指数} \times \text{指数別葉数}) / (\text{調査葉数} \times 4) \times 100$

(3) QoI剤に加用する保護殺菌剤(有機銅剤)の選定

3種類の有機銅剤の汚れを検討したところ、脂肪酸グリセリドを含有するビオネクトの汚れが最も少なかった(表10)。QoI剤の使用時期は7月中旬以降に使用する場合が多いことから、QoI剤耐性黒星病対策として有機銅剤を加用する場合、汚れの少ないビオネクトが使用しやすいと考えられた。なお、各種有機銅剤の黒星病に対する効果は検討できなかったが、褐斑病に対してはいずれも同等の高い効果が確認できた(データ省略)。

表10 各種有機銅剤による果実に対する汚れ

薬剤名	倍率	2回散布				3回散布			
		調査果数	+率(%)	++率(%)	計(%)	調査果数	+率(%)	++率(%)	計(%)
ビオネクト	1,000	13.5	8.9	0	8.9	192.3	13.8	3.9	17.7
オキシンドー水和剤80	1,200	15.0	31.0	17.6	41.2	95.7	32.1	42.9	75.0
ドキリンフロアブル	800	7.0	34.9	30.3	65.2	41.7	15.6	67.2	82.8
無処理		14.3	0	0	0	80.0	0	0	0

調査方法:汚れの発生程度別に果実数を調査した。+は明瞭で大きな葉斑がみられる。++は明瞭で大きな葉斑点が多数みられる。

供試薬剤:ビオネクトの1,000倍液は8-ヒドロキシキノリン銅が300ppm相当+脂肪酸グリセリド550ppm相当

オキシンドー水和剤80の1,200倍液は8-ヒドロキシキノリン銅が667ppm相当

ドキリンフロアブルの800倍液は8-ヒドロキシキノリン銅が437.5ppm相当

(4) DMI剤代替剤の作用性の検討

1) 治療効果(病斑形成阻害)の検討

無処理区の発病葉率43.1%の中発生条件の試験では(表11)、病斑は感染2週間頃から確認できるようになり、4週間後頃まで増加した。感染27日後にこの調査では、供試したオルフィンフロアブル、ベフラン液剤、ユニックス顆粒水和剤はいずれも、スコア顆粒水和剤と比較するとやや劣るものの、感染5日後の処理まで防除価80程度を維持した。

(様式1)

表11 リンゴ黒星病に対する感染成立後の薬剤処理タイミングと防除効果（中発生条件）

薬剤名	系統 (Frac Code)	希釈 倍数	発病率(%)				防除価			
			1日後 処理	3日後 処理	5日後 処理	7日後 処理	1日後 処理	3日後 処理	5日後 処理	7日後 処理
オルフィンフロアブル	SDHI(7)	4,000	5.6	5.6	6.7	20.0	88.9	88.9	87.1	48.0
ベフラン液剤	ビスグアエジン(M7)	1,000	3.3	0	2.8	13.9	93.6	100	94.7	62.0
ユニックス顆粒水和剤	AP(9)	2,000	0	0	5.6	0	100	100	78.4	100
スコア顆粒水和剤	DMI(3)	3,000	2.8	0	0	8.3	94.7	100	100	83.6
無処理			43.1				—			

試験方法:1年生「ふじ」のポット苗を各区3~5ポット(5~8苗)、調査葉数 30~72 枚供試した。
 黒星病の自然感染を防止するため接種までは雨よけで管理し、以降は野外で管理した。
 接種方法:令和元年5月23日に 1.0×10^5 個/mlの孢子懸濁液を噴霧し、約20℃で30時間湿室に保持した。
 なお、接種にはDMIとQoIに対して感受性の高い菌株を供試した。
 薬剤処理:湿室から出した5月24日を感染0日とし、1、3、5、7日後に各薬剤をハンドスプレーで十分量処理した。
 調査方法:感染27日後(6月18日)に以下の程度別に調査した。
 発病指数 0:発病なし 1:葉面積1/4以下 2:葉面積1/4~1/2 3:葉面積1/2以上
 $発病度 = \Sigma(\text{指数} \times \text{程度別発病葉数}) / (\text{調査葉数} \times 4) \times 100$
 $防除価 = (\text{無防除の発病度} - \text{試験区の発病度}) / \text{無防除の発病度} \times 100$

無処理区の発病率73.7%の多発生条件の試験では(表12)。病斑は感染10日後頃から確認できるようになり、3週間後まで増加した。感染20日後の調査で、保護効果主体のジマンダイセン水和剤とキノンドー水和剤は感染1日後の処理で病斑形成を抑制したが、感染3日後の処理では効果が認められなかった。供試したオルフィンフロアブル、ベフラン液剤、ユニックス顆粒水和剤いずれもスコア顆粒水和剤と同様に、感染3日後まで防除価80を上回ったものの、多発生条件の感染5日後処理では防除効果の低下が顕著であった。

表12 リンゴ黒星病に対する感染成立後の薬剤処理タイミングと防除効果（多発生条件）

薬剤名	系統 (Frac Code)	希釈 倍数	発病率(%)				防除価			
			1日後 処理	3日後 処理	5日後 処理	7日後 処理	1日後 処理	3日後 処理	5日後 処理	7日後 処理
オルフィンフロアブル	SDHI(7)	4,000	0	6.7	50.0	60.4	100	93.0	55.1	35.4
ベフラン液剤	ビスグアエジン(M7)	1,000	0	6.7	32.1	49.0	100	93.0	63.1	54.4
ユニックス顆粒水和剤	AP(9)	2,000	0	3.3	59.1	70.8	100	97.7	34.0	15.0
スコア顆粒水和剤	DMI(3)	3,000	0	16.7	67.7	69.6	100	84.4	18.8	26.6
ジマンダイセン水和剤	ジチオカーバメート(M3)	500	13.9	75.3	88.1	88.6	90.3	10.5	0	0
キノンドー水和剤	有機銅(M1)	1,200	56.7	82.2	89.4	83.3	53.2	0	0	0
無処理			73.7				—			

試験方法等、以下の記載以外は表10と同じ
 接種は令和元年7月16日に行い、約23℃で30時間湿室に保持した。
 薬剤処理は湿室から出した7月17日を感染0日都市、1、3、5、7日後に処理した。
 調査は感染20日後(8月6日)に行った。

2回の試験で一定の病斑形成阻害効果がみられたのは感染3~5日後処理で幅があった。両試験で黒星病菌の接種濃度、湿室においた時間は同じであったものの、接種期間中の温度が20℃の条件では潜伏期間が2~4週間で中発生、23℃の条件では潜伏期間が10日~3週間の多発生となった。潜伏期間が長い条件で、病斑形成を阻害できる感染から処理までの日数が長い結果となった。感染条件や潜伏期間中の気温により病斑形成を阻害できる感染から処理までの日数は変動すると考えられた。

(様式1)

2) 治療効果 (孢子形成阻害) の検討

表13の試験では自然発生の病斑に薬液を処理して孢子の形成程度を調査した。ジマンダイセン水和剤は無処理に対して15.5%まで孢子形成を抑制した。一般的に治療効果を有するとされるDMI剤のスコア顆粒水和剤のほか、オルフィンフロアブル、ユニックス顆粒水和剤は孢子の形成を抑制しなかった。

表13 病斑形成後の処理による黒星病の孢子形成量 (自然発生病斑に対する処理)

薬剤名	系統 (Frac Code)	希釈 倍数	調査 病斑数	孢子形成 病斑率(%)	孢子 形成度	対無処理比 (%)
ジマンダイセン水和剤	ジチオカーバメート(M3)	500	9	40.0	10.0	15.5
オルフィンフロアブル	SDHI(7)	4,000	9	100	80.6	124.8
ユニックス顆粒水和剤	AP(9)	2,000	12	100	77.8	120.4
スコア顆粒水和剤	DMI(3)	3,000	10	100	64.6	100.0
無処理(蒸留水処理)			12	100	64.6	

処理方法 殺菌剤の散布履歴のない自然発生の病斑に対し、平成30年6月11日にハンドスプレーを用い、所定の薬剤で病斑表面を洗い流すように処理した。

調査方法 処理10日後の6月21日にグリセリンゼリーに病斑表面の孢子を転写し、顕微鏡下(100倍)で1視野あたりの孢子量を以下の程度別に調査し、孢子形成度を算出した。

孢子形成指数 0:なし 1:1~100 2:101~1000 3:1001~10000 4:10001以上

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

表14の試験では、接種により形成した病斑(接種3週間後)に対して薬液を処理し、孢子の形成程度を調査した。ジマンダイセン水和剤は無処理に対して17.4%に孢子形成を抑制したが、アントラコール顆粒水和剤、チウラム剤(チオノックフロアブル)、デランフロアブルの孢子形成量は無処理と差がなく、孢子の形成を抑制しなかった。なお、形成された孢子を素寒土培地上に塗抹し、20°C12時間後の発芽状況を確認したが、いずれも孢子発芽は良好であった。

本試験でジマンダイセン水和剤を処理した病斑の多くが褐変し、罹病葉の黄変落葉が認められた。感染・発病と薬剤散布のタイミングにより治療病斑の形成や落葉が起きることがあると考えられる(図2)。なお、健全葉には異常は認められなかった。

表14 病斑形成後の処理による黒星病の孢子形成量 (接種病斑に対する処理)

薬剤名	系統 (Frac Code)	希釈 倍数	調査 病斑数	孢子形成 病斑率(%)	孢子 形成量	対無処理比 (%)
ジマンダイセン水和剤	ジチオカーバメート(M3)	500	18	72.2	21.1	17.4
アントラコール水和剤	ジチオカーバメート(M3)	500	18	100	122.1	100.7
チオノックフロアブル	ジチオカーバメート(M3)	500	18	100	162.1	133.7
デランフロアブル	キノ(M9)	1,000	18	100	125.2	103.3
スコア顆粒水和剤	DMI(3)	3,000	18	100	134.1	110.6
無処理(蒸留水処理)			17	100	121.2	

処理方法 接種3週間後の病斑に対し、令和7年7月8日にハンドスプレーを用い、所定の薬剤で病斑表面を洗い流すように処理した。

調査方法 処理10日後の7月18日にグリセリンゼリーに病斑表面の孢子を転写し、顕微鏡下(400倍)で640×320μm²あたりの孢子数を3ヵ所計数し、平均した。

(様式1)



図2 ジマンダイセン水和剤散布後の病斑と罹病葉の黄変

3) 浸透移行性の検討

本試験は6月上旬～中旬の新梢葉を想定した試験である。ただし、調査葉数を確保するため、先端の完全展開葉3枚に薬剤がかからないようにしているため、一般の栽培・薬剤散布よりも薬液がかかった部位は少ない。調査時にはマークから上7枚で黒星病の発生が認められたため、この部位を調査対象とした。

薬剤散布から接種まで3日間としたため、3日間の移行性を評価している。最も効果の高かったスコア顆粒水和剤でも防除価を算出すると51.1であった(表15)。オルフィンフロアブルの防除価は13.7で、新梢基部に散布した有効成分の先端への移行は少ないと考えられた。ベフラン液剤の防除価は33.2であった。ユニックス顆粒水和剤とスコア顆粒水和剤は防除価50前後で、高い効果ではなかったものの一定の移行性があると考えられた。これら薬剤は薬液がかかっていない新梢先端でも発病を軽減できる可能性があると考えられる。なお、全般にマーク直上の葉よりも先端に近い葉で抑制効果が高い傾向が認められた。

本試験は一般の栽培条件とは異なるモデル的な試験で1例のみの結果である。実際の栽培に近い条件で、試験例の積み重ねが必要である。

表15 薬剤がかかっていない新梢先端における発病抑制効果

薬剤名	希釈倍率	調査新梢数	調査葉数(計)	発病葉率%	発病度	防除価
オルフィンフロアブル	4,000	12	81	64.9	38.5	13.7
ベフラン液剤	1,000	11	69	62.6	29.8	33.2
ユニックス顆粒水和剤	2,000	16	105	59.8	21.5	47.8
スコア顆粒水和剤	3,000	17	116	56.4	23.3	51.1
無処理		28	183	81.1	44.6	—

調査方法:接種3週間後にマーク(図1)の上7枚を調査対象とし、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。

発病指数:0:発病なし 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 = $\Sigma(\text{指数} \times \text{指数別葉数}) / (\text{調査葉数} \times 3) \times 100$

(5) 落葉時期と子のう胞子の飛散量

1) 落葉時期と黒星病子のう胞子の飛散量

9月27日までの落葉からは子のう胞子の飛散は認められなかった(表16)。落葉時期が遅いほど、飛散時期が遅い傾向がみられたが、全体として大きな差はなかった(図3)。

9月27日～11月1日、11月1日～11月27日の落葉からは子のう胞子が旺盛に飛散し、落葉40gからの飛散数はほぼ同量であった(表15)。11月1～11月27日の落葉量は9月27

(様式1)

日～11月1日の約3倍であったため、推定される子とう胞子飛散量も約3倍と考えられた。

落葉量を勘案し、落葉時期別の子とう胞子飛散割合を算出すると、11月27日までの落葉から全体の97.6%の子とう胞子が飛散した。すべて落葉する前の12月上旬(降雪前)であっても十分な落葉処理の効果が期待できると考えられた。

表16 落葉時期別の推定子とう胞子飛散量(黒星病)

落葉時期	落葉量		胞子採集器による捕捉数 ¹⁾		推定飛散量 ²⁾	
	A 時期別重量 (g/4.5m ²)	時期別割合 (%)	B 落葉供試量 (g)	C 総捕捉数 (個/18*18mm ²)	D 総飛散量	時期別割合 (%)
～9/27	34.9	3.1	34.9	0	0	0
9/27～11/1	192.8	16.9	40.0	17,225	83,024	26.4
11/1～11/27	538.4	47.3	40.0	16,610	223,570	71.1
11/27～12/20	372.5	32.7	40.0	820	7,636	2.4
計	1138.6	100			314,230	100

1)カバーガラス18×18mm範囲内の子とう胞子補足数を算出(C)

2)各落葉時期の子とう胞子飛散量を比較するため、落葉量を考慮した総飛散量(D)を算出した。D=C×A/B

2) 落葉時期と褐斑病子とう胞子の飛散量

9月27日～11月1日の落葉から旺盛に子とう胞子が飛散した。9月27日以前、11月27日以降の落葉からは、子とう胞子の飛散はない、あるいは極めてわずかであった(表17)。落葉時期が遅いほど、飛散時期が遅い傾向が認められた(図3)。

落葉量を勘案し、落葉時期別の子とう胞子飛散割合を算出すると、11月27日までの落葉から全体の99.4%の子とう胞子が飛散した。すべて落葉する前の12月上旬(降雪前)であっても十分な落葉処理の効果が期待できると考えられた。

表17 落葉時期別の推定子とう胞子飛散量(褐斑病)

落葉時期	落葉量		胞子採集器による捕捉数 ¹⁾		落葉時期別飛散量 ²⁾	
	A 時期別重量 (g/4.5m ²)	時期別割合 (%)	B 落葉供試量 (g)	C 総捕捉数 (個/18*18mm ²)	D 総飛散量	時期別割合 (%)
～9/27	34.9	3.1	34.9	0	0	0
9/27～11/1	192.8	16.9	40.0	7,469	36,001	85.5
11/1～11/27	538.4	47.3	40.0	434	5,842	13.9
11/27～12/20	372.5	32.7	40.0	28	261	0.6
計	1138.6	100			42,104	100

1)、2)は表1と同じ。

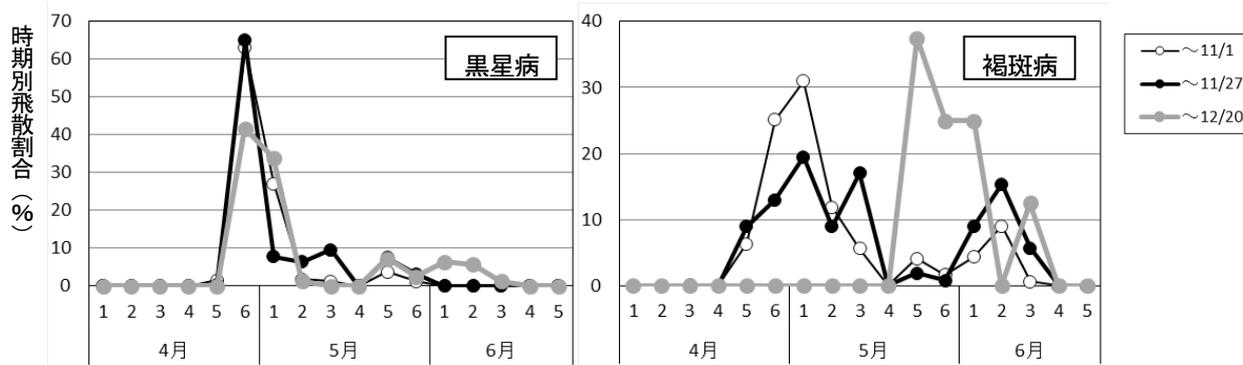


図3 落葉時期と子とう胞子飛散推移

(様式 1)

(6) 落葉へのフロンサイドSC処理（春季）による子とう胞子飛散抑制

1) 試験概況

薬剤処理の際、被害落葉は2～3枚重なり3cm程度の厚さの層になっていた。処理した際に網袋に付着した薬液は被害落葉上に指ではじき落した。上層の被害落葉表面は薬液により十分濡れていたが、葉の裏面や下の層には十分行き渡っていなかった。

2) フロンサイドSC処理が黒星病子とう胞子の飛散に及ぼす影響

フロンサイド処理により総飛散量は1/3に減少した（表18）。フロンサイド処理により、補足された時期は早まったが、全体の飛散推移は大きな差がなかった（図4）。飛散量が1/3に減少することによる黒星病発生に及ぼす影響は未検討だが、顕著な発病軽減効果は期待できないと考えられる。

表18 黒星病子とう胞子の半旬別捕捉数 (個/18*18mm²)

処理区	濃度 処理量	4月						5月						6月					計
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
フロンサイドSC 春季落葉処理	500倍 100L/10a	0	2	45	0	7	3614	668	338	830	0	109	137	0	38		25	0	5812
無処理		0	0	0	0	56	10781	1294	1076	1590	0	1253	543	18	0	0	0	0	16610

3) フロンサイドSC処理が褐斑病子とう胞子の飛散に及ぼす影響

フロンサイド処理により飛散量は変わらなかったが（表19）、飛散時期は遅れた（図4）。褐斑病の発生時期、発生量に及ぼす影響は今後検討が必要である。

表19 褐斑病子とう胞子の半旬別飛散推移 (個/18*18mm²)

処理区	濃度 処理量	4月						5月						6月					計
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
フロンサイドSC 春季落葉処理	500倍 100L/10a	0	0	0	0	9	0	7	18	11	0	42	0	253	54	11	0	0	404
無処理		0	0	0	0	39	56	84	39	74	0	8	4	39	67	25	0	0	434

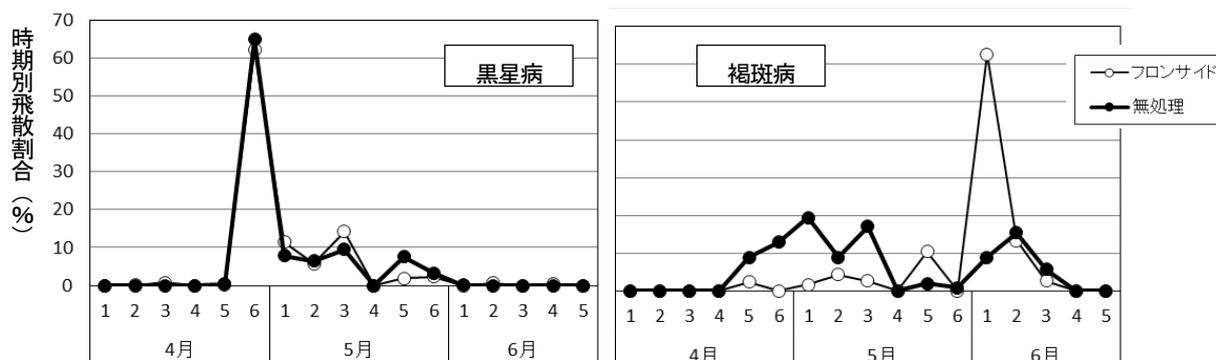


図4 フロンサイド処理による子とう胞子飛散推移の変化

(様式1)

4. 考察

DMI 剤を使用しない、あるいは使用回数を減らした防除体系の有効性を確認できた。DMI 剤代替剤として有望なSDHI 剤のリンゴの春季主要病害に対する効果が明らかになったことにより、各地域の病害発生状況や使用時期に応じてSDHI 剤を選択する根拠が得られた。また、DMI 剤代替剤として位置付けられているユニックス顆粒水和剤 (AP 剤)、オルフィンフロアブル (SDHI 剤) 等の作用性 (治療効果の程度や浸透移行性) が明らかになり、各薬剤の使用時期決定や薬剤選択など、防除体系構築の一助になる根拠が得られた。病斑形成を阻害できる薬剤はリンゴの初期生育が旺盛な展葉～開花期に効果的で、孢子形成を阻害できる薬剤は初発後の二次伝染開始期の使用に効果的と考えられる。

12 月以降の落葉からは黒星病の子のう孢子飛散量が少ないことから、完全落葉前 (降雪前) の落葉処理でも一定の効果が得られると推察された。

5. 今後の課題

DMI 剤代替剤の赤星病に対する効果、作用性 (治療効果の程度や浸透移行) についてさらに検討を積み重ねる必要がある。また、完全落葉前 (降雪前) の落葉処理を実証し、その有効性を確認する。

6. 要約

DMI 剤を使用しない、あるいは使用回数を減らした防除体系は黒星病をはじめとした春季主要病害に対する防除効果が高く、実用性が高いと考えられた。DMI 剤代替剤として有望なSDHI 剤は黒星病とうどんこ病に対する効果は全般に高かったが、黒点病、褐斑病に対しては効果差が認められた。DMI 剤代替剤として使用されているユニックス顆粒水和剤 (AP 剤)、オルフィンフロアブル (SDHI 剤) の他、ベフラン液剤は黒星病感染後の病斑形成を阻害する治療効果が認められたが、病斑上の孢子形成を阻害する効果はなかった。一方、ジマンダイセン水和剤は病斑形成を阻害する治療効果はみられなかったが、病斑上の孢子形成を阻害する効果が認められた。

長野県において12 月以降の落葉からは黒星病と褐斑病の子のう孢子飛散量が少なかった。落葉に対するフロンサイドSC 処理 (春季処理) は黒星病の子のう孢子の飛散量を1/3 程度に抑制したが、飛散時期に影響しなかった。一方、褐斑病の子のう孢子飛散に対しては総飛散量は変わらなかったものの、飛散時期が顕著に遅れた。

7. 成果の公表及び特許

生産現場への防除指導に活用する。なお、得られた成果の一部 (DMI 剤代替剤の病斑形成阻害と孢子形成阻害効果) を令和2 年度日本植物病理学会大会で発表予定。

(様式1)

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 国研) 農研機構果樹茶業研究部門リンゴ研究領域、*富山県農林水産総合技術センター園芸研究所 (現所属)

[〒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、青森県をはじめとするリンゴ生産地域においてリンゴ黒星病が多発し、大きな問題となっている。多発要因の一つとして、本病の基幹防除剤として約 30 年間使用してきた DMI 剤に対する感受性が低下したリンゴ黒星病菌の発生が挙げられ、リンゴ生産地域に広がりつつある。さらに DMI 剤に加え、夏場に使用される QoI 剤に対する感受性も低下した複合低感受性菌の発生も認められており、防除指針を策定するために DMI 剤と QoI 剤の両者に対する感受性の評価が求められている。しかしながら、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には、多大な労力と時間を要するため、早急な対策が必要な生産現場においては、より迅速な診断技術が必要とされている。

これまでに、リンゴ黒星病菌の DMI 剤標的遺伝子である CYP51A1 の 133 番目のアミノ酸置換を伴う塩基置換(Y133F)が DMI 剤感受性の低下に関わることを明らかにしている。また、QoI 剤においては、標的遺伝子シトクローム b(Cytb)の 143 番目のアミノ酸置換を伴う 1 塩基置換(G143A)が感受性低下に関わる事が報告されている。これらの塩基置換の有無を識別する遺伝子診断法は、迅速な診断技術として有効であるが、アレル特異的 PCR や PCR-RFLP などの従来法では、疑陽性・擬陰性となる場合があり、確実な判定結果を得るには経験と技術が必要とされる。そこで本課題では、CYP51A1 の Y133F および Cytb の G143A を正確かつ効率的に識別するため、Loop-Mediated Isothermal Amplification(LAMP)による 1 塩基置換検出系を利用したマルチプレックス検定法を開発する。

2. 調査方法

1) 黒星病菌(Vi1, Vi3, Vi7, Vi9)について市販のキット(MagExtractor Plant genome; TOYOBO)で培養菌体から抽出した DNA 溶液をサンプルとして用いた。これらの菌株の CYP51A1 遺伝子の Y133F および Cytb 遺伝子の G143A の有無は表 1 に示した。

2) LAMP-FLP 法は、FAM や ROX などの蛍光色素で標識したプライマーにより塩基置換箇所を含む領域を特異的に増幅し、消光活性を持つクエンチャープローブの塩基置換箇所にはハイブリダイズ(蛍光消失)する温度が、塩基置換の有無で異なることを利用して識別する方法である。CYP51A1 で

(様式1)

は FAM、Cytb では ROX で標識したプライマー・プローブセットをそれぞれ作出し、LAMP-FLP 法用 DNA 増幅セット(栄研化学)のマニュアルに従い、60°Cで 30 分間反応させた。その後リアルタイム PCR 装置(ABI-7300)を用いて解離曲線解析を行い、温度勾配における蛍光値の変化を解析した。

3) マルチプレックス LAMP-FLP では、CYP51A1 および Cytb に特異的なプライマー・プローブセットを混合し、同様の解析を行った。

3. 調査結果

1) Vi7 と Vi9 についてまず、従来のアレル特異的 PCR で Y133F 識別に必要な DNA 量を調べたところ、正確に識別するには 10 pg 以上の DNA が必要であった(図 1)

2) LAMP-FLP 法により Vi7 と Vi9 の CYP51A1 の Y133F を識別できるか解析したところ、10 pg 以上の DNA を用いた場合に識別することが出来た(図 2)。Vi1 と Vi3 を用いて Cytb の G143A を識別できるか解析した場合でも、同様の結果であった(データ省略)。

3) Vi1、Vi3、Vi7、Vi9 の 1 ng の DNA を用いてマルチプレックス LAMP-FLP を行ったところ、CYP51A1 の Y133F と Cytb の G143A を識別することが出来た(図 3)。

4. 考察

本課題では、従来のアレル特異的 PCR や PCR-RFLP 法に代わる塩基置換識別手法として LAMP-FLP 法を開発した。LAMP-FLP 法の感度は、従来のアレル特異的 PCR とほとんど差がないが、電気泳動などを要さず、1 反応で CYP51A1 および Cytb 遺伝子の塩基置換の有無を識別できるため、判定までにかかる時間と操作量を縮減できる効率的な手法である。

5. 今後の課題

- ・モニタリングの継続と Y133F を有する株の生物検定。
- ・LAMP-FLP 法はリアルタイム PCR 装置などの機器を必要とするため、使用場所が限定される。遺伝子解析を請け負う民間会社での受託サービスでも利用可能かを検証する必要がある。

6. 要約

リンゴ黒星病菌の CYP51A1 遺伝子および Cytb 遺伝子の DMI 剤と QoI 剤感受性低下に関わる塩基置換の有無を同時に解析できるマルチプレックス LAMP-FLP 法を開発した。

7. 成果の公表及び特許

Yaegashi et al. 2020. Point mutation in *CYP51A1* of *Venturia inaequalis* is associated with low sensitivity to sterol demethylation inhibitors. *Journal of General Plant Pathology* (印刷中)

(様式 1)

表 1. 試験に用いた菌株の CYP51A1 遺伝子および Cytb 遺伝子の多型

	CYP51A1	Cytb
Vi1	Y133F	G143A
Vi3	Y133F	非置換
Vi7	非置換	非置換
Vi9	Y133F	G143A



図 1. アリル特異的 PCR による CYP51A1 遺伝子の Y133F 識別に必要な DNA 量

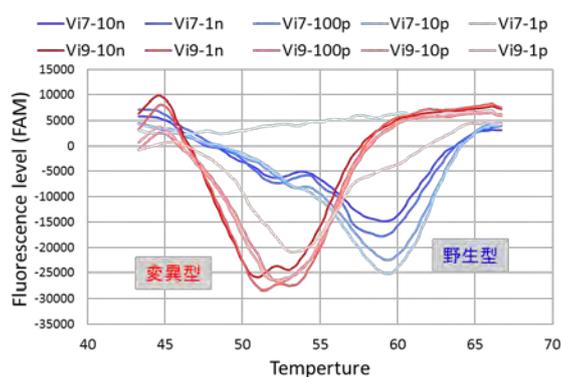


図 2. LAMP-FLP 法による CYP51A1 遺伝子の Y133F の識別

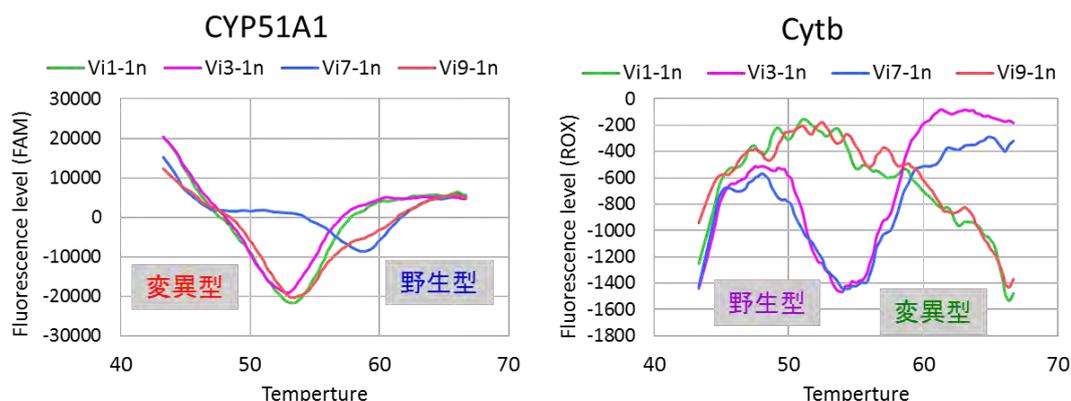


図 3. マルチプレックス LAMP-FLP 法による CYP51A1 遺伝子の Y133F(左)と Cytb 遺伝子 G143A(右)の識別

(様式1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

減農薬栽培に対応した水稻の種子伝染性病害に対する防除体系の確立 (1) ばか苗病の人工培土による防除技術の実証

芦澤武人

農研機構中央農業研究センター

[〒305-8666 茨城県つくば市観音台2-1-18]

1. 調査背景と目的

水稻の種子伝染性病害の防除技術を確立するには、種子での病原菌の汚染実態や発病リスクを予め把握することが重要であるため、病原菌を簡易、かつ高感度に検出できる技術の整備が必要となる。近年、温湯処理などを用いた減農薬栽培の普及に伴い、ばか苗病、もみ枯細菌病、いもち病などの種子伝染性病害の被害が全国的に問題になっている。そこで、これらの病害を対象として、既往の研究報告を参考にPCR法や選択培地を用いた原因菌の検出・診断技術の実用性を調査する。実用性が確認できた手法については、本田での病害診断や種子での検出に利用する際の作業手順を取りまとめる。また、検出法の調査を効率的に進めるため、参画機関より提供された試験材料を用いて試験を実施する。本事業で防除試験の有効性を評価する際にも活用する。

2. 調査方法

1) ばか苗病の発病に及ぼす資材の影響

コシヒカリの自然感染籾(平成28年度産、長野農試より分譲)を催芽させ、鳩胸状態の種子を選び、容量90mlの蓋つき透明プラスチック瓶に粉碎した水稻用無肥料焼土に対して資材Aを0, 0.1, 0.2, 0.3, 1g混和したものを20g詰めた上に播種し、さらに資材Aを同量種子に振りかけ、粉碎した水稻用無肥料焼土を種子が見えなくなるまで覆土した。種子は瓶あたり20粒とし、生育調節剤のウニコナゾールPの2000倍希釈液をピペットマンで瓶あたり6mlを灌注した。これに蓋をして25℃の陽光定温器内で12日間管理した後、ばか苗病の発病イネの有無を調査した(3反復)。

2) 直径10cmのポリポットに茨城培土を詰め、上記の籾に資材Aを塗抹した後、茨城培土で覆土し、その後25℃の温室で3週間管理した(4反復)。

3) 文献等の調査により、オーダー単位で種子の保菌率を低下させる方法を検討した。

3. 調査結果

1) 資材Aの量が多くなるにつれてばか苗病の発病個体数が減少した(図1)。本法を用いることにより、実験室内での本病に対する各種資材の影響を評価できる系を開発できた。

(様式1)

- 2) 資材Aを塗抹処理することで、ばか苗病の発病が幼苗期に抑制された。
- 3) オーダー単位で種子の保菌率を低下させる方法には、種子への浸透度が影響すると考えられる。

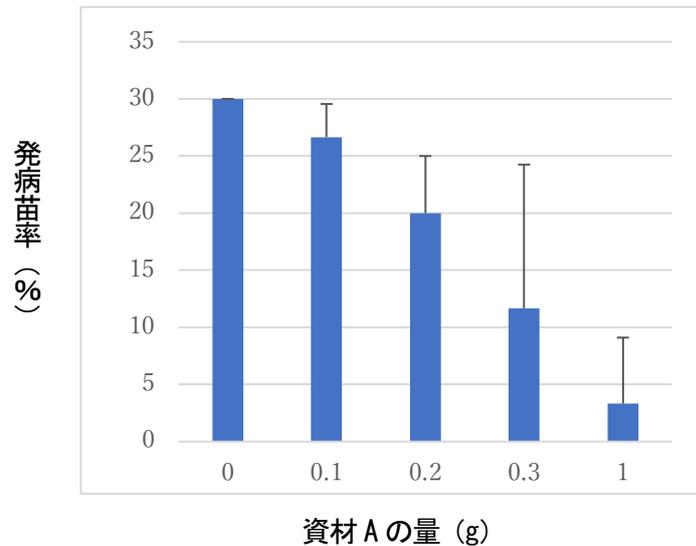


図1 室内実験系による資材Aのイネばか苗病の発病に及ぼす影響



図2 資材Aの種子塗抹処理によるばか苗病の発病への影響

4. 考察

資材Aの処理が発病を抑制していると考えられるが、今後検討する必要がある。資材Aに対する植物体への影響があると考えられるので、資材の最適量を明らかにする必要があると考えられる。

5. 今後の課題

資材Aの最適処理量や植物体に対する影響を評価する必要がある。

6. 要約

資材Aは、ばか苗病の発病を抑制することが実験室レベルと育苗模擬試験で明らかになった。

7. 成果の公表及び特許

特になし。

(様式1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

減農薬栽培に対応した水稻の種子伝染性病害に対する防除体系の確立(2) ～飼料用水稻における温湯種子消毒技術の実証～

島田峻・西宮智美

茨城県農業総合センター農業研究所

[〒311-4203 茨城県水戸市上国井町 3402]

1. 調査背景と目的

近年、水稻栽培においては、温湯処理による種子消毒の普及に伴い、ばか苗病をはじめとした種子伝染性病害の被害が各地で問題となっている。温湯処理は、化学合成剤に比べて種子伝染性病害に対する防除効果がやや劣るが、減農薬栽培を推進する上では不可欠な技術に位置づけられる。そこで、温湯処理を含む既存の種子消毒技術を組み合わせた体系防除技術の有効性を実証するとともに、新たに効果の高い防除資材を活用し、減農薬栽培に対応した種子伝染性病害の防除技術を開発する。実証試験で効果が確認できた防除技術については、当該地域(県)が制作する防除指針へ掲載する。

2. 調査方法

1) 県内の主要な飼料用稲品種における温湯処理条件の解明

(1) 試験場所：農業研究所内(水戸市上国井町)およびガラスハウス室

(2) 供試品種：「月の光(H30年産)」、「あさひの夢(H30年産)」、「夢あおぼ(H30年産)」

「コシヒカリ(H30年産、参考品種)」

(3) 試験区： $\left(\begin{array}{c} \text{事前乾燥} \\ \text{あり、なし} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{温湯処理条件} \\ 60^\circ\text{C}10\text{分、}60^\circ\text{C}15\text{分、}65^\circ\text{C}10\text{分、}65^\circ\text{C}15\text{分、無処理} \end{array} \right)$

(4) 試験方法：事前乾燥は、温湯処理前の種子を恒温器の中に静置して40℃で乾燥させ、種子水分を10%以下に調製した。温湯処理は、ウォーターバスを用いて60℃または65℃で10分または15分間浸漬後、ただちに流水で急冷し、風乾させた。

(5) 調査方法：素寒天(0.6%)を流し込んだシャーレに種子を置床して(100粒×3連制/区)30℃で静置し、7日後に芽と根が1cm以上正常に伸長した種子の割合(発芽率)を調査した。また、上記処理済みの種子を15℃で6日間浸種、30℃で24時間催芽後、育苗箱に1処理区あたり500粒播種し(反復なし)、30℃で2日間出芽させた。その後、ガラスハウス室内で19日間(11月8日～11月27日)育苗して出芽数を調査した。

(様式1)

2) イネばか苗病に対する温湯処理および過酢酸製剤による防除効果の検討

(1) 試験場所：農業研究所内（水戸市上国井町）およびガラスハウス室

(2) 供試品種：「月の光（H30年産）」

(3) 区制・面積：1区あたり育苗箱の1/12大のプラスチックパック 3連制

(4) 試験区：温湯処理区 60℃10分

65℃10分

薬剤処理区 過酢酸製剤 300倍希釈液 催芽時24時間浸漬

体系防除区 温湯処理 60℃10分 + 過酢酸製剤 300倍 催芽時24時間種子浸漬

温湯処理 65℃10分 + 過酢酸製剤 300倍 催芽時24時間種子浸漬

対照区 銅・フルジオキシニル・ペフラゾエート水和剤

200倍希釈液 浸種前24時間種子浸漬

無処理区

(5) 試験方法：ばか苗病菌保菌種子（健全種子：開花期接種種子＝9：1）を15℃で6日間浸種し、30℃で24時間催芽し、1パックあたり乾粒重量で12g（約416粒）播種後に30℃で3日間出芽させた。その後、ガラスハウス室内で23日間（10月7日～10月30日）育苗し、発病調査を行った。

(6) 調査項目：出芽率、徒長苗率

3) 育苗箱の瞬時浸漬消毒による殺菌効果の検討

(1) 試験場所：農業研究所内（水戸市上国井町）およびガラスハウス室

(2) 供試品種：「コシヒカリ」

(3) 試験区：①水洗い（マット育苗箱洗浄機（LSC-4、みのる産業（株））を用いて、給排水しながら10往復させた）

②ベンチアゾール乳剤（商品名：イチバン）500倍希釈液 瞬時浸漬処理

③水洗い＋ベンチアゾール乳剤 500倍希釈液 瞬時浸漬処理

④未洗浄

(4) 試験方法：ばか苗病菌保菌種子（健全種子：開花期接種種子＝4：1）を15℃で7日間浸種し、30℃で24時間催芽後、1/3大の育苗箱に乾粒重量で50g播種した。30℃で3日間出芽させ、ガラスハウス室で32日間（5月13日～6月14日）育苗し、苗を取り除いた後、育苗箱を室内（暗所、室温）で111日間保管した。その後、上記の試験区のとおり処理を行い、健全種子（温湯消毒済み、15℃6日間浸種後、30℃で24時間催芽）を播種し、30℃で3日間出芽させ、ガラスハウス室内で29日間（10月7日～11月5日）育苗した。なお、各区3連制で実施した。

(5) 調査方法：各区任意の苗500本について、発病の有無を調査し、徒長苗率を算出した。

(様式1)

3. 調査結果

1) 県内の主要な飼料用稲品種における温湯処理条件の解明 (表1、2)

種子水分は各品種ともに事前乾燥前は14%程度、事前乾燥後は9%程度であった (データ省略)。

【事前乾燥なしの場合】

- (1) 「月の光」の発芽率は60°C10分で85%であったが、60°C15分および65°Cでは80%未満であった。また、出芽率は60°C10分で74%、60°C15分で68%であったが、65°Cでは20%未満であった。
- (2) 「あさひの夢」の発芽率は60°C10分および15分で90%以上であった。また、出芽率は60°C10分および15分では約90%であった。
- (3) 「夢あおば」の発芽率は60°C10分で92%、60°C15分および65°Cでは90%未満であった。また、出芽率は60°C10分および15分で約88%であったが、65°Cでは60%未満であった。
- (4) 「コシヒカリ」の発芽率は60°C10分、15分および65°C10分では90%以上であった。また、出芽率は60°C10分および15分では90%以上、65°C10分では89%であった。

【事前乾燥ありの場合】

いずれの品種も事前乾燥により、温湯処理時の高温耐性の向上が認められた。

- (1) 「月の光」の発芽率は60°C10分で87%であったが、60°C15分および65°Cでは80%未満であった。また、出芽率は60°C10分で78%、60°C15分で75%であったが、65°Cでは70%未満であった。
- (2) 「あさひの夢」の発芽率はいずれの試験区でも90%以上であった。また、出芽率は60°C10分および15分では90%以上であった。
- (3) 「夢あおば」の発芽率は60°C10分および15分では90%以上であった。また、出芽率は60°C10分で89%、60°C15分で90%であった。
- (4) 「コシヒカリ」の発芽率および出芽率ともに60°C10分、15分および65°C10分では90%以上であった。

(様式1)

表1 各品種に対する事前乾燥が温湯処理後の発芽率(%)に及ぼす影響

供試品種	事前乾燥 の有無	無処理	温湯処理			
			60℃		65℃	
			10分	15分	10分	15分
月の光	有	90.3	87.0	79.7	72.7	43.0
	無	92.7	85.0	78.0	39.7	4.3
あさひの夢	有	97.3	93.7	91.3	90.3	90.7
	無	97.0	93.0	94.0	89.0	52.0
夢あおば	有	88.0	94.7	90.3	89.0	86.3
	無	92.7	92.0	88.7	84.0	57.0
コシヒカリ (参考)	有	97.3	99.0	97.3	97.3	88.3
	無	99.7	99.0	94.0	93.7	70.7

表2 各品種に対する事前乾燥が温湯処理後の出芽率(%)に及ぼす影響

供試品種	事前乾燥 の有無	無処理	温湯処理			
			60℃		65℃	
			10分	15分	10分	15分
月の光	有	84.4	78.0	74.8	61.6	23.0
	無	89.6	74.2	68.2	18.0	0.6
あさひの夢	有	90.2	90.6	92.0	86.2	77.6
	無	92.2	88.6	90.0	81.2	46.4
夢あおば	有	82.4	88.8	90.4	83.0	68.2
	無	90.6	88.4	87.4	57.6	21.2
コシヒカリ (参考)	有	98.6	98.0	96.2	93.2	89.0
	無	98.8	97.2	95.2	88.8	53.0

(様式1)

2) イネばか苗病に対する温湯処理および過酢酸製剤による防除効果 (表3)

- (1) 無処理区の徒長苗率が 23.5%と中発生条件下のなか、対照薬剤の銅・フルジオキシニル・ペフラゾエート水和剤区は高い防除効果が認められた (防除価 100)。
- (2) 温湯処理区は 60°C10 分および 65°C10 分ともに高い防除効果が認められた (防除価 100)。ただし、出芽率の低下が認められ、特に 65°C10 分では著しい低下が認められた。
- (3) 過酢酸製剤区は、防除効果は認められたが、その程度は低かった (防除価 86.0)。なお、出芽率への影響は認められなかった。
- (4) 温湯処理と過酢酸製剤との併用処理区は、いずれも高い防除効果が認められた (防除価 100)。ただし、出芽率は 65°C10 分処理で著しく低かった。

表3 イネばか苗病に対する各種処理による防除効果

試験区		連制	出芽率 (%)	徒長苗率 (%)	防除価
温湯処理	60°C10分	I	68.3	0.0	100
		II	69.0	0.0	
		III	73.6	0.0	
		平均	70.3	0.0	
温湯処理	65°C10分	I	11.8	0.0	100
		II	9.1	0.0	
		III	12.7	0.0	
		平均	11.2	0.0	
過酢酸製剤	300倍希釈液 催芽時24時間種子浸漬	I	95.7	6.3	86.0
		II	95.9	2.5	
		III	91.8	1.0	
		平均	94.5	3.3	
温湯処理 + 過酢酸製剤	60°C10分 + 300倍希釈液 催芽時24時間種子浸漬	I	82.0	0.0	100
		II	80.0	0.0	
		III	78.6	0.0	
		平均	80.2	0.0	
温湯処理 + 過酢酸製剤	65°C10分 + 300倍希釈液 催芽時24時間種子浸漬	I	14.7	0.0	100
		II	14.4	0.0	
		III	13.5	0.0	
		平均	14.2	0.0	
銅・ フルジオキシニル・ ペフラゾエート水和剤	200倍希釈液 浸種前24時間種子浸漬	I	99.0	0.0	100
		II	99.8	0.0	
		III	99.8	0.0	
		平均	99.5	0.0	
無処理	-	I	96.9	33.0	-
		II	93.8	26.2	
		III	89.9	11.2	
		平均	93.5	23.5	

注) 防除価 = (無処理区の徒長苗率 - 処理区の徒長苗率) ÷ 無処理区の徒長苗率 × 100

3) 育苗箱の瞬時浸漬消毒による殺菌効果

いずれの試験区も発病が認められなかった (データ省略)。

(様式1)

4. 考察

1) 茨城県内の主要な飼料用稲3品種において、温湯処理条件が60°C10分>60°C15分>65°C10分>65°C15分の順に発芽率等が低下する傾向が認められた。特に、65°C15分では著しい発芽率の低下が認められ、処理条件は65°C10分が上限と考えられた。また、事前乾燥により種子水分を10%以下にすることで、いずれの品種においても温湯消毒時の高温耐性が向上すると考えられ、前年度の試験結果と一致した。

「あさひの夢」および「夢あおば」は温湯消毒時の高温耐性が比較的強いと考えられた。また、事前乾燥処理により高温耐性がさらに強くなり、60°C15分処理でも発芽率および出芽率ともに90%以上確保できることが明らかとなった。

「月の光」では、前年度の試験(H29年産種子)で60~65°C10分までは発芽率90%以上確保できたが、本年度(H30年産種子)は60°C10分で85%および65°C10分で40%であり、90%以上の発芽率を確保できなかった。無処理区の発芽率が90%程度であったことも要因であるが、種子生産年の違い(気象条件など)による影響も考えられることから、次年度も継続して検討する必要がある。

2) イネばか苗病に対する防除効果試験では、温湯処理のみでも高い防除効果が認められた。ただし、これは本試験の処理量は約50g/試験区であり、処理ムラが生じなかったためと考えられた。実用場面において数kg~数十kg単位で処理した場合、処理ムラが生じる可能性があり、温湯処理のみでは防除効果が低下する可能性が考えられた。また、過酢酸製剤の防除効果は認められたが、その程度は低く、温湯処理との併用が必要と考えられた。

3) 育苗箱消毒によるイネばか苗病に対する防除効果は、無処理区でも無発病のため判定できなかった。育苗した苗を取り除いた後の土壌の付着量はわずかであったが、育苗箱に付着していたわずかな土壌や苗の残渣から病原菌が検出された(越智・横山, 2016)ことがすでに報告されているため、保管期間や反復数などを考慮し、次年度も検討する必要がある。

5. 今後の課題

- 1) 本県内の主要な飼料用稲3品種の温湯処理条件について、データの蓄積を図り、イネばか苗病に対して防除効果の高い処理条件を明らかにする。また、過酢酸製剤との併用処理による防除効果を明らかにする。
- 2) 育苗箱消毒試験について再検討する。

6. 要約

- 1) 「あさひの夢」および「夢あおば」は温湯消毒時の高温耐性が比較的強いと考えられた。
- 2) イネばか苗病に対して過酢酸製剤による防除効果は認められたが、その程度は低かった。そのため、温湯処理との併用が必要と考えられた。

7. 成果の公表及び特許

特になし

(様式 1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

減農薬栽培に対応した水稻の種子伝染性病害に対する防除体系の確立

(1) 事前乾燥処理を組み込んだ温湯消毒処理による防除効果の検証と、
採種年次の異なる種子に対する影響評価

氏名：酒井和彦・植竹恒夫

所属：埼玉県農業技術研究センター

[〒360-0102 埼玉県熊谷市須賀広 784]

1. 調査背景と目的

本事業において、関東・東山ブロックでは減農薬栽培に対応した水稻種子伝染性病害に対する防除技術確立のための調査研究を実施する。埼玉県では「もみ枯細菌病」に対する、減農薬栽培技術に対応した防除体系の確立のための調査研究を行う。

ここでは、一般栽培ほ場を想定して、前年産自然感染種子粃に対する事前乾燥処理と温湯浸漬を組み合わせた防除効果を明らかにするとともに、採種年次が異なる種子に対する事前乾燥処理と温湯浸漬処理による発芽への影響を明らかにする。事前乾燥処理は、種子粃の水分を 10%未満に低下させることで耐熱性が向上するとの既往の知見に基づく。

2. 調査方法

(1) 前年の自然感染粃に対する事前乾燥と温湯浸漬を組み合わせた防除効果の検証

1) 供試材料

2018 年産「彩のきずな」および 2018 年産「彩のかがやき」を供試した。これらは、埼玉県農業技術研究センター玉井試験場内水田で、もみ枯細菌病発生ほ場より採種したものである。

2) 方法

種子の事前乾燥処理は、ガラス製デシケーターを用いて実施した。野菜用網袋 (250g 用) に供試種子を入れて粒状シリカゲル (青色) と共にデシケーターへ入れ、常温で約 3 週間保った。シリカゲルが吸湿して青色の標識が薄れた際は新たなシリカゲルと交換し種子粃の乾燥を行った。試験区の構成は以下のとおりとした。

事前乾燥有]	×	[65℃・10 分間温湯浸漬
事前乾燥無				60℃・10 分間温湯浸漬
				温湯浸漬無

(様式1)

水温 15～20℃で数日間浸種し、播種前日に 25℃で 1 日間の催芽処理を行った。イチゴ用パックに粒状培土（ホーネンス培土 3 号）を充てんし、1 パックあたり 200 粒を播種、覆土した。その後、所内鉄骨造ガラス温室内の育苗ベンチ上で管理、3 葉期まで育苗した。試験は 3 連制で実施した。試験実施時期が 12～1 月の低温期となったため、育苗ベンチ上には断熱材と電熱マット（農電園芸マット）を敷き、地温は、出芽までは 25℃、出芽・緑化後は 22℃となるようにサーモスタットを設定した。水管理は、ステンレス製バット（長さ 40cm×幅 29cm×深さ 6cm）を置いて 1～2 cm の深さに水を張り、そこにイチゴ用パックを置いて底面給水とした。また、試験温室は温湯管暖房が設置されているが夜間～早朝は室温が 15℃を下回る場合があるため、電熱式オイルヒータ（D社）を 3 台設置し、17～18℃以上となるようにした。日中の換気温度は 30℃設定とした。

播種 3 週間後に、発病調査と苗立率の調査を行い、防除効果を評価した。

(2) 採種年次の異なる種子における事前乾燥と温湯浸漬の発芽に対する影響

1) 供試材料

「彩のきずな」（2018 年産、2017 年産）および「彩のかがやき」（2018 年産、2015 年産）の 2 品種・計 4 ロットを対象とした。これら種子は夏作試験用に埼玉県種苗センターより分譲を受けたもので、9℃の冷蔵庫で保管しておいたものである。

2) 方法

種子の乾燥方法は前述の（1）と同様である。試験区は次のように設けた。

- ①事前乾燥有・65℃10 分間温湯浸漬
- ②事前乾燥無・65℃10 分間温湯浸漬
- ③事前乾燥無・60℃10 分間温湯浸漬
- ④事前乾燥無・温湯浸漬無

温湯浸漬処理は、ウォーターバス用恒温器をセットしたポリエチレン製 22. 1L 容の水槽を用いて行い、所定時間処理後はただちに流水（水道水）で十分に冷却した。

発芽検査は定法（100 粒×4 反復、25℃）に準じて行った。径 90mm ガラスシャーレに濾紙を敷き、供試種子粕を入れ、蒸留水で濾紙を湿らせて 25℃の定温器で管理した。

播種後は経時的に発芽調査を行い、完全に幼芽・幼根が伸長した粕を発芽粕として拾い出して計数し、発芽率を求めた。

3. 調査結果

(1) 前年の自然感染粕に対する事前乾燥と温湯浸漬を組み合わせた防除効果の検証

「彩のきずな」の結果は表 1 のとおりである。

苗立率は 93～98%で試験区間の有意差は認められなかったが、65℃・10 分間処理では事前乾燥の有無にかかわらず他の試験区より低かった。

「彩のきずな」での苗腐敗症の発生は極少なく、事前乾燥および温湯浸漬消毒による防除効果は判然としなかった。

(様式1)

表1 2018年産「彩のきずな」採種種子の育苗試験における苗立率および防除効果

事前乾燥	温湯消毒	苗立率 (%)	発病苗率 (%)	枯死苗率 (%)	発病度	防除価 (病苗率)
有	65°C・10分間	93.8 n.s.	0.17 ab	0 n.s.	0.17	0
有	60°C・10分間	97.0	0.34 ab	0	0.17	0
有	無	95.5	2.10 c	0	1.39	0
無	65°C・10分間	92.7	0 a	0	0	100
無	60°C・10分間	97.2	0.17 ab	0	0.12	0
無	無	98.0	0.17 ab	0	0.11	-

注1) 異なる英小文字間に有意差あり arcsin変換後の値を用いて検定 :Tukey-Kramer, $p < 0.05$.)

注2) 供試籾の水分は、事前乾燥有が5.8%, 無が10.0%.

防除価: 苗腐敗症の調査基準を、0=健全、1=苗の奇形または白化、2=葉鞘・葉身に褐変、3=全体腐敗または枯死とし、

$$\left\{ \sum (\text{階級値} \times \text{個体数}) \div (\text{調査個体数} \times 3) \right\} \times 100$$
で算出

「彩のかがやき」の結果は表2のとおりである。

苗立率は95~99%で試験区間に有意差は認められなかったが、「彩のきずな」と同様に65°C・10分間処理では事前乾燥の有無にかかわらず他の試験区より低かった。ただし、低下の度合いは「彩のきずな」より小さかった。

発病苗率は10.5%、枯死株率は0.5%で少発生での検討となった。65°C・10分間の温湯浸漬では事前乾燥の有無によらず防除効果は認められ、病苗率に基づく防除価は78~82であった。

事前乾燥有・60°C・10分間の温湯浸漬では防除効果が大きく低下した。また、事前乾燥のみでも防除効果は認められたが、これらの原因は明らかではない。

表2 2018年産「彩のかがやき」採種種子の育苗試験における苗立率および防除効果

事前乾燥	温湯消毒	苗立率 (%)	発病苗率 (%)	枯死苗率 (%)	発病度	防除価 (病苗率)
有	65°C・10分間	95.2 n.s.	2.29 a	0 n.s.	1.41	78.2
有	60°C・10分間	97.8	7.86 ab	0.17	5.75	25.1
有	無	97.2	4.58 ab	0.69	3.41	56.4
無	65°C・10分間	96.3	2.25 a	0	1.67	78.6
無	60°C・10分間	98.7	1.85 a	0	1.24	82.3
無	無	98.5	10.50 b	0.51	8.07	-

注1) 異なる英小文字間に有意差あり arcsin変換後の値を用いて検定 :Tukey-Kramer, $p < 0.05$.)

注2) 供試籾の水分は、事前乾燥有が6.5%, 無が11.3%.

防除価: 苗腐敗症の調査基準を、0=健全、1=苗の奇形または白化、2=葉鞘・葉身に褐変、3=全体腐敗または枯死とし、

$$\left\{ \sum (\text{階級値} \times \text{個体数}) \div (\text{調査個体数} \times 3) \right\} \times 100$$
で算出

(2) 採種年次の異なる種子における事前乾燥と温湯浸漬の発芽に対する影響

1) 「彩のきずな」における結果

(様式1)

表3のとおりである。2018年産種子、2017年産種子とも、事前乾燥を行わなかった場合は65℃・10分間の処理により播種（シャーレに置床）4日後および5日後の発芽率が明らかに低かった。7日後では、両年産種子とも事前乾燥の有無にかかわらず65℃・10分間の温湯浸漬は、事前乾燥無・60℃・10分間温湯浸漬および無処理区に比較して発芽率が低く、14日後でも同様であった。本品種は65℃・10分間の温湯浸漬は適用困難な可能性が示唆された。

表3 「彩のきずな」における発芽率

採種年	事前乾燥	温湯浸漬	発芽率 (%)										
			4日後	5日後	7日後	10日後	11日後	14日後					
2018年	有	65℃10分	14.3	b	64.5	ab	91.8	a	-	93.5		94.0	a
	無	65℃10分	2.3	a	50.8	a	91.3	a	-	93.8		94.5	a
	無	60℃10分	34.5	c	80.3	b	96.3	ab	-	97.8		97.8	ab
	無	無	11.0	ab	73.8	b	99.0	b	99.3	-		99.3	b
2017年	有	65℃10分	38.0	ab	87.3	bc	91.8	ab	-	93.3		93.5	n.s.
	無	65℃10分	25.0	a	76.0	a	88.8	a	-	89.8		91.0	
	無	60℃10分	78.3	c	97.0	bc	98.0	b	-	98.5		98.5	
	無	無	60.0	bc	86.8	c	96.8	b	98.0	-		98.5	

注) 種子粗の水分は、事前乾燥有は2018年産・2017年産とも6.5%。事前乾燥無は、2018年産は11.8%、2017年産は12.5%。異なる英小文字間に有意差あり (Tukey-Kramer, $p < 0.05$)。

2) 「彩のかがやき」における結果

表4のとおりである。播種（シャーレに置床）4日後では、2018年産・2015年産とも、65℃・10分間の温湯浸漬は60℃・10分間温湯浸漬および無処理区に比較して発芽率が低く、事前乾燥無では大きく低下した。5日後では、2018年産での65℃・10分間温湯浸漬は事前乾燥有無での差はほとんど認められなかったものの、60℃・10分間温湯浸漬および無処理区に比較して低下する傾向であった。一方、5日後において、2015年産種子での65℃・10分間の温湯浸漬処理の発芽率は他の処理区より低く、事前乾燥無では明らかに低かった。7日後では、2018年産種子は事前乾燥有無にかかわらず65℃・10分間温湯浸漬での発芽率は他区よりやや低く、14日後も同様であった。2015年産では、播種7日後および14日後とも、65℃・10分間の温湯浸漬は事前乾燥の有無にかかわらず他区より発芽率が明らかに低かった。

表4「彩のかがやき」における発芽率

採種年	事前乾燥	温湯浸漬	発芽率 (%)										
			4日後	5日後	7日後	10日後	11日後	14日後					
2018年	有	65℃10分	27.0	ab	84.8	n.s.	93.5	n.s.	-	95.5		96.3	n.s.
	無	65℃10分	17.8	a	82.3		93.3		-	95.8		96.0	
	無	60℃10分	46.8	b	90.3		96.0		-	98.0		98.5	
	無	無	36.8	ab	86.8		96.8	97.3	-			97.8	
2015年	有	65℃10分	42.5	b	74.3	b	86.5	a	-	88.3		90.5	a
	無	65℃10分	8.8	a	49.0	a	82.3	a	-	86.3		87.5	a
	無	60℃10分	67.3	c	92.8	c	97.5	b	-	98.5		98.5	b
	無	無	74.0	c	94.5	c	98.0	b	98.5	-		98.5	b

注) 種子粗の水分は、事前乾燥有は2018年産・2017年産とも6.5%。事前乾燥無は、2018年産は12.2%、2015年産は13.0%。異なる英小文字間に有意差あり (Tukey-Kramer, $p < 0.05$)。

(様式1)

4. 考察

前年産自然感染種子を用いた育苗検定では、「彩のきずな」での65℃・10分間の温湯浸漬による防除効果は明らかではない。「彩のかがやき」では、事前乾燥を行わない60℃・10分間の温湯浸漬処理による防除効果も認められ、熱処理強度を強めた65℃・10分間の温湯浸漬処理の優位性は、本試験の範囲では認められなかった。無処理区での発病苗率10%程度の条件であれば、事前乾燥有無によらず65℃・10分間の温湯浸漬で一定の防除効果は有するものと考えられた。

65℃・10分間の温湯浸漬処理が発芽に及ぼす影響は品種間差が認められ、事前乾燥と組み合わせても「彩のきずな」は「彩のかがやき」に比較して種子粗の高温耐性が低いことが示唆された。一方、「彩のかがやき」では供試した種子が2018年産と2015年産で採種年に3年の開きがあるが、65℃・10分間の温湯浸漬処理は、前年産種子であれば発芽が1日遅れる程度で実用上の大きな支障はないと考えられるものの、採種後4年を経過した種子では事前乾燥処理を行っても適用は困難と考えられた。

5. 今後の課題

前年産自然感染種子を用いた検定では、年次変動を考慮して採種年の異なる種子を供する必要があると考えられる。

6. 要約

「彩のきずな」および「彩のかがやき」を対象に、種子粗水分10%未満に低下させる事前乾燥と熱処理強度を高めた65℃・10分間の温湯浸漬処理が、自然感染種子における苗立率および育苗中の苗腐敗症を抑制する効果と、採種年を異にする種子での発芽勢・発芽率に及ぼす影響について検討した。育苗試験の結果、「彩のきずな」での防除効果は判然としなかったが、「彩のかがやき」では65℃・10分間の温湯浸漬は防除効果が認められた。

「彩のきずな」では「彩のかがやき」より種子の耐熱性が低い傾向があること、採種後4年以上経過した種子では65℃・10分間の温湯浸漬は適用困難であることを明らかにした。

7. 成果の公表及び特許

とくになし

(様式 1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

減農薬栽培に対応した水稻の種子伝染性病害に対する防除体系の確立 (2) もみ枯細菌病による穂枯症および苗腐敗症に対する効率的な防除体系の確立

氏 名：酒井和彦・植竹恒夫

所 属：埼玉県農業技術研究センター

[〒360-0102 埼玉県熊谷市須賀広 784]

1. 調査背景と目的

本事業において、関東・東山ブロックでは減農薬栽培に対応した水稻種子伝染性病害に対する防除技術確立のための調査研究を実施する。埼玉県では「もみ枯細菌病」に対する、減農薬栽培技術に対応した防除体系の確立のための調査研究を行う。

ここでは、本県で普及している病害虫複合抵抗性品種を用い、一般生産ほ場を想定した温湯浸漬による種子消毒、育苗箱施用薬剤と本田防除を組み合わせた防除体系を検討し、減農薬栽培の実効性を明らかにする。

2. 調査方法

(1) 本田における効率的な防除

1) 供試品種・場所・耕種概要

「彩のきずな」「彩のかがやき」の2品種で検討した。これら品種は縞葉枯病、穂いもち、ツマグロヨコバイに抵抗性を持つ。前者は2019年5月15日移植、後者は6月10日移植で、埼玉県農業技術研究センター 玉井試験場 水田ほ場（灰色低地土：宝田統）で検討した。

施肥は基肥+穂肥の分施とし、基肥は10a当たりNPK各5kg、穂肥は「彩のきずな」でNK各3kg、「彩のかがやき」でNK各2kgを幼穂形成初期に施用した。水管理は慣行により行った。

2) 処理区の構成・方法

本県の減農薬栽培の基準である6成分以内に抑えるため、種子消毒は60℃・15分間の温湯浸漬処理とした。育苗は慣行の育苗箱（60cm×30cm）で、ホーネンス培土3号を用いて行った。

箱処理薬剤はジノテフラン・トルプロカルブ粒剤（ゴウケツバスター箱粒剤）を移植当日に箱当たり50g処理した。剤の選定は、過去の試験事例から本病にトルプロカルブが有効である知見に基づく。本田での生育期防除は、①出穂期10日前の銅（塩基性塩化銅）水和剤2,000倍液1回、または②出穂期前後のオキシリニック酸水和剤1,000倍液2回散布とした（表1）。本田散布剤には、展着剤としてグラミンSを薬液10L当たり3ml加用した。

移植は歩行型田植機（I社製2条型）で行い、株間20cm×条間30cmとした。本田除草剤はピリミスルファン・フェントラザミド粒剤（ヤイバジャンボ）1kg/10aを移植数日後に水田に投入した。水田面積の関係上反復を設けられないため、試験規模は1区1.3（彩のかがやき）

(様式1)

～1.4a (彩のきずな) とし、発病調査および収量調査時に疑似反復3地点を設けた。

表1 試験区の構成(防除体系)

試験区番	種子消毒 温湯処理	箱粒剤 移植時	本田防除	濃度・量	防除時期および回数
1	○	○	銅水和剤 塩基性塩化銅84.1%)	×2,000 110～120L/10a	出穂10日前・1回
2	○	○	オキシリニック酸水和剤	×1,000 110～120L/10a	出穂始期および 穂揃い期の2回
3	○	—	—	—	—

3) 発病調査

「彩のきずな」では出穂期の25日後、「彩のかがやき」では出穂期の24日後に、疑似反復の各地点につき50株(連続25株×2条)を対象に、各株任意の10穂について発病調査を行った(表2)。調査基準は新農薬実用化試験(日本植物防疫協会)に基づき、発病穂率および発病度を算出し、発病度から防除価を求めた。

$$\text{発病度} = \{ \Sigma (\text{階級値} \times \text{穂数}) \div (\text{調査穂数} \times 4) \} \times 100$$

階級値(調査基準) 0:健全 1:1穂内の発病穂数が10%以下 2:11%以上30%以下
3:31%以上60%以下 4:61%以上

表2 各品種の防除実施日、出穂期、発病調査

移植月日・ 品種	試験区および防除体系	本田防除 実施月日	出穂期	発病 調査
2019/5/15 彩のきずな	1. 箱剤+出穂前銅水和剤1回	7/24	8/1 (高温で早 まった)	8/26
	2. 箱剤+出穂・穂揃期の2回	7/30・8/3		
	3. 無処理(温湯浸漬のみ)	—		
2019/6/10 彩のかがやき	1. 箱剤+出穂前銅水和剤1回	8/12	8/20 (高温で早 まった)	9/13
	2. 箱剤+出穂・穂揃期の2回	8/20・22		
	3. 無処理(温湯浸漬のみ)	—		

箱剤: ジノテフラン・トルプロカルブ粒剤(ゴウケツバスター箱粒剤) 50g/箱 移植当日処理
出穂前1回: 塩基性塩化銅水和剤(ドイツボルドーA) 2,000倍
出穂・穂揃期2回: オキシリニック酸水和剤(スターナ水和剤) 1,000倍

4) 籾の収量調査

一般栽培を想定した試験であるが、採種への適用も考慮して籾の収量調査を行った。成熟期に坪刈を行った。刈取面積は各反復地点につき3m²(2.5m×4条)とした。鉄骨造アクリルハウス内で風乾後、脱穀して脱芒機を用いて芒と枝梗を除去、電動唐箕を用いて風選して夾雑物を除き籾の重量測定を行った。その後、電動式穀粒選別機を用い縦目篩(2.2mm)で選別を行い、篩上に残った籾の重量を測定して種子収量とした。

(様式1)

(2) 採種種子の収量・発芽率と苗腐敗症の発生程度

1) 成熟期に刈刈を行った。刈取面積は各反復地点につき 3 m² (2.5m×4条) とした。鉄骨造アクリルハウス内で風乾後、脱穀して脱芒機を用いて芒と枝梗を除去、電動唐箕を用いて風選して夾雑物を除き籾の重量測定を行った。その後、電動式穀粒選別機を用いて 2.2mm 縦目篩で選別を行い、篩上に残った籾の重量を測定して種子収量とした。

2) 得られた種子籾は、定法により発芽率の検定を行った。径 9cm ガラスシャーレに濾紙を敷き、種子を 100 粒入れ、蒸留水で湿らせて 25℃ の定温器で培養した。

3) 苗腐敗症の検定は、次のように行った。

供試種子は水温 15~20℃ で数日間浸漬し、播種前日に 25℃ で 1 日間の催芽処理を行った。イチゴ用パックに粒状培土 (ホーネンス培土 3号) を充てんし、1 パックあたり 200 粒を播種、覆土した。その後、所内鉄骨造ガラス温室内の育苗ベンチ上で管理、3葉期まで育苗した。試験は 3 連制で実施した。試験実施時期が 12~1 月の低温期であったため、育苗ベンチ上には断熱材と電熱マット (農電園芸マット) を敷き、地温は、出芽までは 25℃、出芽・緑化後は 22℃ となるようにサーモスタットを設定した。播種 3 週間後に、発病調査と苗立率の調査を行い、本田での防除が苗腐敗症の発生に及ぼす影響を評価した。

3. 調査結果

(1) 本田における効率的な防除

防除効果は図 1 のとおりである。

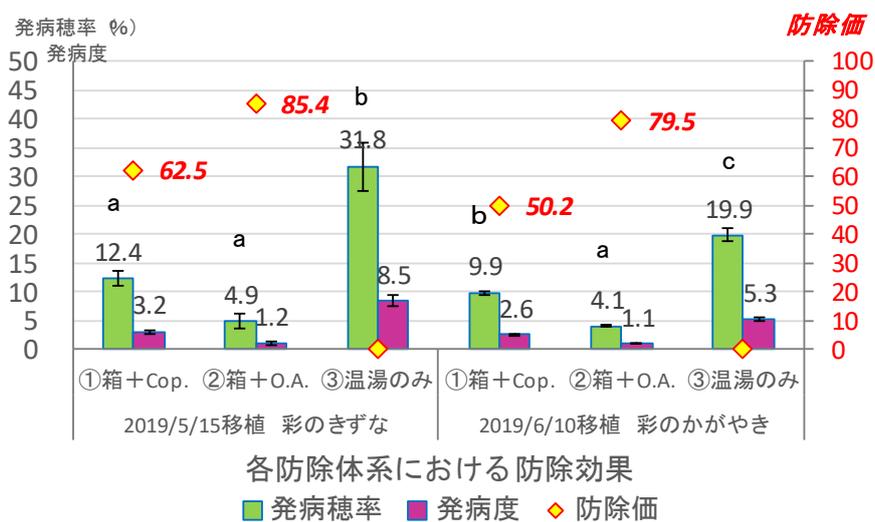


図1 各防除体系における防除効果

エラーバーは標準誤差 (n=3)、異なる英小文字間に有意差あり (p<0.05, Tukey)

Cop.: 銅水和剤 2,000 倍・1 回、O.A.: オキシリニック酸水和剤 1,000 倍・2 回

(様式 1)

「彩のきずな」では本田無処理区（箱施薬のみ）における発病穂率は31.8%、発病度は8.5であったのに対し、出穂10日前の銅水和剤1回散布区で防除価62.5、出穂期・穂揃い期のオキシソリニック酸水和剤2回残布区で85.4であった。

「彩のかがやき」では本田無処理区（箱施薬のみ）における発病穂率は19.9%、発病度は5.3であったのに対し、出穂10日前の銅水和剤1回散布区で防除価50.2、出穂期・穂揃い期のオキシソリニック酸水和剤2回残布区で79.5であった。

(2) 種子籾の収量・発芽率と苗腐敗症の発生程度

1) 種子籾の収量

各品種・各防除体系における種子籾の収量は図2のとおりである。

「彩のきずな」「彩のかがやき」とも、各試験区における2.2mm上の種子収量は本県における採種の基準である380kg/10aを上回った。「彩のきずな」では有意差は認められなかったものの、出穂期・穂揃い期のオキシソリニック酸水和剤2回散布区で最も多収となる傾向であった。「彩のかがやき」では、出穂期・穂揃い期のオキシソリニック酸水和剤2回散布区で最も多収であった。

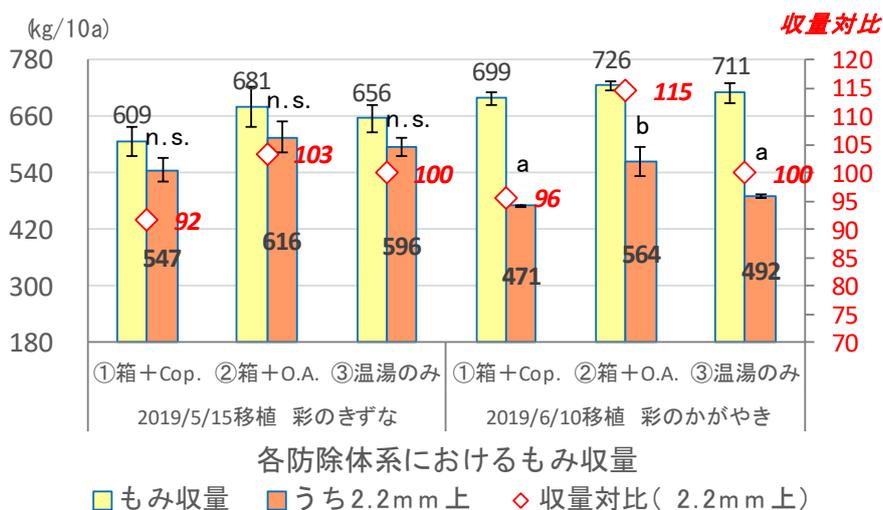


図2 各防除体系における種子籾の収量

エラーバーは標準誤差(n=3)、異なる英小文字間に有意差あり(p<0.05、Tukey)

Cop.:銅水和剤2,000倍・1回、O.A.:オキシソリニック酸水和剤1,000倍・2回

2) 採種種子の発芽率

結果は表3のとおりである。

「彩のきずな」では、5日後では各区とも53~62%でやや低かったが、7日後には95%以上となり、14日後では99%以上と、十分に高かった。

「彩のかがやき」では、5日後では8~21%と低く、7日後でも88~93%で「彩のきずな」より低かった。しかし、10日後では98%以上、14日後では99%以上と、採種事業における生産物

(様式1)

審査基準 (25°C・14日後で90%以上)であった。「彩のかがやき」では、採種後の期間が約2か月で休眠覚醒が十分でなかったため、5および7日後の発芽率が低かったものと考えられた。

表3 採種種子の発芽率

品種名	栽培期間の防除方法	発芽率 (%)			
		5日後	7日後	10日後	14日後
彩のきずな	箱施薬+塩基性塩化銅wp	53.3 a	97.8 a	99.5 n.s.	99.5 n.s.
	箱施薬+オキシロニック酸wp	61.8 b	96.8 b	99.0	99.3
	無処理 種子温湯消毒のみ)	53.3 b	95.0 a	100	100
彩のかがやき	箱施薬+塩基性塩化銅wp	8.3 n.s.	88.3 n.s.	98.5 n.s.	99.3 n.s.
	箱施薬+オキシロニック酸wp	16.8	92.8	98.8	99.3
	無処理 種子温湯消毒のみ)	20.5	89.0	98.3	99.5

注) 異なる英小文字間に有意差あり (FischerのLSD法, $p < 0.05$) .

3) 採種種子の苗立ち率と苗腐敗症

「彩のきずな」は表4、「彩のかがやき」は表5のとおりである。両品種とも、苗立ち率は97%以上で十分に高かった。「彩のきずな」では、無処理 (種子温湯消毒のみ) 区で発病苗率 2.7%、枯死苗率は 0.5%で、苗腐敗症の発生は少なかった。本田防除体系を箱施薬+オキシロニック酸水和剤2回散布とした場合、発病苗率に基づく防除価は 65.9 であった。「彩のかがやき」では無処理 (種子温湯消毒のみ) 区で発病苗率 10.9%、枯死苗率は 1.0%で、「彩のきずな」に比較し苗腐敗症の発生が多かった。本田防除体系を箱粒剤+オキシロニック酸水和剤2回散布とした場合の防除価は 42.1 で、やや低い効果が認められた。本田防除体系を箱粒剤+銅水和剤1回散布の場合には防除価が 21.9 で、効果が低かった。

表4 「彩のきずな」採種種子の苗立ち率および苗腐敗症の発生程度

防除体系	苗立ち率 (%)	発病苗率 (%)	枯死苗率 (%)	発病度	防除価 (病苗率)
箱施薬+銅 塩基性塩化銅)wp.	98.7 n.s.	1.52 ab	0.34 n.s.	1.01	44.1
箱施薬+オキシロニック酸wp.	99.3	0.93 a	0	0.70	65.9
無処理 種子温湯消毒のみ)	98.2	2.72 b	0.51	2.04	-

注) 異なる英小文字間に有意差あり arcsin変換後の値を用いて検定 (FischerのLSD法, $p < 0.05$) .

表5 「彩のかがやき」採種種子の苗立ち率および苗腐敗症の発生程度

防除体系	苗立ち率 (%)	発病苗率 (%)	枯死苗率 (%)	発病度	防除価 (病苗率)
箱施薬+銅 塩基性塩化銅)wp.	97.4 a	8.54 ab	0.94 n.s.	6.67	21.9
箱施薬+オキシロニック酸wp.	97.2 ab	6.34 a	0.52	4.51	42.1
無処理 種子温湯消毒のみ)	99.0 b	10.94 b	1.01	8.08	-

注) 異なる英小文字間に有意差あり arcsin変換後の値を用いて検定 (FischerのLSD法, $p < 0.05$) .

防除価: 苗腐敗症の調査基準を、0=健全、1=苗の奇形または白化、2=葉鞘・葉身に褐変、3=全体腐敗または枯死 とし、 $[\sum (\text{階級値} \times \text{個体数}) \div (\text{調査個体数} \times 3)] \times 100$ で算出

(様式1)

4. 考察

減農薬栽培のための効率的な防除体系として、もみ枯細菌病を種子粕の温湯浸漬、移植時の箱粒剤および本田散布で対応する場合、箱施用薬剤としてジノテフラン・トルプロカルブ粒剤を50g/箱処理して移植し、出穂期前後のオキシリニック酸水和剤1,000倍液の2回散布で、本田での発病を大きく抑制できると考えられた。本田散布剤を銅（塩基性塩化銅）2,000倍液の出穂前1回散布でも防除効果は得られるが、十分ではないと考えられた。

採種生産では減農薬栽培を前提としていないが、本病が種子伝染性であることを考慮して、本田での防除体系ごとの種子収量および品質を検討した結果、収量についてはいずれの体系も本県の基準収量380kg/10aを確保できること、本田散布剤はオキシリニック酸水和剤としたほうが、より多収となると考えられた。採種種子の発芽率および苗立率については、検討した防除体系では差がほとんどなく、実用上の問題とはならないと考えられる。一方、育苗期間中の苗腐敗症に対しては本田散布剤として銅水和剤1回よりもオキシリニック酸水和剤2回のほうが適すると考えられた。ただし、その効果は、品種によっては十分でないと考えられた。

5. 今後の課題

年次変動をふまえた検証が必要である。

6. 要約

「彩のきずな」「彩のかがやき」を対象に、農薬の使用成分数を6成分とした減農薬栽培による移植時粒剤処理と本田防除の体系防除の効果を検討した。もみ枯細菌病に対し、ジノテフラン・トルプロカルブ粒剤50g/箱を移植当日に処理し、本田防除は出穂期および穂揃期にオキシリニック酸水和剤1,000倍を2回散布することで高い防除効果が得られた。採種種子の収量、発芽率、苗立率は実用的であったが、苗腐敗症の発生抑制には十分ではなかった。

7. 成果の公表及び特許

関東東海北陸農業試験研究推進会議病害虫部会 病害・虫害研究会 (2019.10.23、つくば市)

関東東山病害虫研究会第67回研究発表会 (2020.2.28、浜松市、予定)

減農薬栽培に対応した水稻の種子伝染性病害に対する防除体系の確立（４）

～イネばか苗病等に対する温湯処理と食酢、生物農薬等を組み合わせた効果の高い体系処理の検証～

氏名 中島 宏和、内田 英史

所属 長野県農業試験場

[〒382-0072 住所 長野県須坂市小河原 492]

1. 調査背景と目的

水稻栽培においては、減農薬栽培に対応した防除方法として温湯処理や生物農薬が普及しているが、単用では効果が不安定な場合があり、ばか苗病をはじめとした種子伝染性病害が各地で問題となっている。そこで、既存の種子消毒技術および新規の資材や防除法を組み合わせた体系防除技術の有効性を検証する。また、これらの防除方法は化学合成農薬と作用機作が異なるため、耐性菌発達リスクの低減につながる。種子生産圃場またはその周辺圃場での使用を想定して、育苗期のみならず本田期における防除効果を併せて評価する。実証試験で効果が確認できた防除技術については、当該地域（県）が制作する防除指針へ掲載する。

2. 調査方法

（１）イネばか苗病

1) 試験内容

処理NO.	浸種前処理	催芽時処理	略称
1	温湯処理 60°C10分	—	60°C10m
2	温湯処理 60°C15分	—	60°C15m
3	事前乾燥+温湯処理 65°C10分	—	65°C10m
4	—	過酢酸製剤 300倍 24時間浸漬	過酢酸
5	—	タラロマイセスフラバス水和剤 200倍 24時間浸漬	タラロ
6	—	トリコデルマトロピリデ水和剤 (DJ) 200倍 24時間浸漬	DJ
7	タンニン鉄重量比5%種子塗抹	—	タンニン鉄
8	温湯処理 60°C10分	醸造酢液剤 100倍 24時間浸漬	湯+酢
9	温湯処理 60°C10分	過酢酸製剤 300倍 24時間浸漬	湯+過酢酸
10	温湯処理 60°C10分	タラロマイセスフラバス水和剤 200倍 24時間浸漬	湯+タラロ
11	温湯処理 60°C10分	トリコデルマトロピリデ水和剤 (DJ) 200倍 24時間浸漬	湯+DJ
12	金属銀水和剤 400倍 24時間浸漬	—	銀
13	イプロナゾール銅水和剤 200倍 24時間浸漬	—	イプCu
14	温湯処理 60°C10分 + イプロナゾール銅水和剤 200倍 24時間浸漬	—	湯+イプCu

2) 試験条件

試験場所：長野県農業試験場内ガラス室

供試籾：コシヒカリ（平成30年産の自然感染籾または開花期接種籾を一定割合で健全籾に混和）

管理工程：浸種前処理後15℃で5日間程度浸種。催芽・播種後、恒温器内に入れ28℃で2～3日間出芽させ、その後はガラスハウスで管理した。なお、籾の事前乾燥処理は籾水分が9%程度になるように通風乾燥機で60℃5時間程度処理した。

浴比：浸種前処理は1：1（籾：液）、催芽時処理は1：2（籾：液）

供試培土：しなの培養土1号

区制・面積：1区育苗箱の1/25大プラスチックカップ 3反復 播種量8g/区

育苗環境：ガラスハウス内に設置された水槽内に各育苗箱を静置し、1日2回底面灌水した。
温度設定は30℃で天窓開、15℃で加温とした。

調査方法：播種3～4週間後に各区全苗について枯死苗数、徒長苗数、健全苗数を調査し、枯死苗数、徒長苗数の合計を発病苗率とした。発病苗率から防除価を算出した。

薬害は随時肉眼で観察した。

なお、試験年月日等の詳細な試験条件は各図の脚注に記載した。

3) タンニン鉄の処理条件の検討

予備試験において種子伝染性病菌に対して活性が認められたタンニン鉄の処理条件を検討した。

使用資材：鉄は硫酸鉄（Ⅱ）七水和物、タンニンはタンニン酸を使用

処理条件：浸種前種子コーティング；タンニン鉄は各資材を籾重量比1%、5%、10%で処理
単用として鉄5%、タンニン5%で処理

浸種後催芽前の種子コーティング処理；各資材の籾重量比1%、5%

処理方法：資材を籾に添加して蒸留水を籾重量の25%滴下し1分程度混和後、十分に風乾した。

催芽時処理は浸種液を切って各資材を1分程度混和後、十分に風乾した。

苗試験：上記2)の条件に従って試験を実施した。

4) 本田における発病調査

各処理の本田における効果の持続程度を検討するため、処理苗を移植後、定期的に本田での徒長株および枯死株を調査した。

試験場所：長野県農業試験場内圃場

供試籾：コシヒカリ（平成30年産開花期接種籾の重量比40%を平成30年産自然感染籾に混和）

育苗条件：播種量は150g/箱で1処理3箱、移植直前に徒長苗数を調査した。徒長苗は除去せずに圃場に移植した。

本田調査：1処理45㎡区内の全株（約1000株）について、移植1ヵ月後から約2週間毎に徒長株数および枯死株数を継続調査した。

(2) もみ枯細菌病（苗腐敗症）；記載箇所以外の条件はばか苗病と同様

1) 試験条件

供試籾：コシヒカリ（令和元年産の開花期接種籾を一定割合で健全籾に混和）

管理工程：催芽、出芽温度 32℃

調査方法：各区全苗について、下記の基準に従い発病程度別に発病の有無を調査し、発病苗率および次式により発病度を算出した。

発病程度指数 枯死苗・萎凋苗；3、重症苗（罹病苗のうち草丈が健全苗の 1/3 未満）；

2、軽症苗（罹病苗のうち草丈が健全苗の 1/3 以上）；1、健全；0

発病度 = $\{ \sum (\text{発病程度別苗数} \times \text{指数}) \div (\text{調査苗数} \times 3) \} \times 100$

防除価は発病度から算出した。

3. 調査結果

(1) 各処理の単用および体系処理のばか苗病（育苗期）に対する効果

今回の試験では体系防除の効果向上の程度を明らかにするために、自然感染籾 100%、開花期接種籾 50%混和籾と強汚染籾を供試したため、全ての試験で無処理の発病は多〜甚発生となった。

いずれの試験においても、温湯処理と催芽時処理（醸造酢液剤、過酢酸製剤、タラロマイセスフラバス水和剤、トリコデルマトロビリデ水和剤（DJ））の体系防除では明らかな相乗効果があり、化学農薬であるイプコナゾール銅水和剤と比較するとほぼ同等〜やや劣り、金属銀水和剤とほぼ同等の高い効果が認められた（図 1〜4）。

温湯処理では事前乾燥 65℃10 分処理は 60℃10 分処理と比較して 1 事例のみ効果の向上が認められたが、3 事例では明らかな効果向上は認められなかった（図 1〜4）。

単用処理では今回のような強汚染籾を供試した場合、効果が劣る事例が多かった（図 1〜4）。

タンニン鉄の浸種前処理では、処理濃度と効果の関係が明瞭ではなかったが、5%処理で見ると、鉄とタンニン酸の単用と比較して相乗効果が認められた（図 5）。ただ、1 試験のみの結果であり、今後試験を重ねることが必要である。

全ての試験を通じて実用上問題となるような薬害はなかったが、金属銀水和剤では生育が抑制される（苗丈が短い）傾向で根上がりが生じる場合があった。

(2) 各処理（単用、体系）のばか苗病に対する本田における評価

各処理の単用および体系処理の移植直前のばか苗病に対する効果は、少発生条件であったが、前述の育苗期の試験結果とほぼ同等であった。ただ、金属銀水和剤の効果がやや低めであった。なお、全ての処理で薬害は見られなかった。

本田における徒長株率の推移をみると移植 1 ヶ月後に最も高くなり、以後徐々に減少した（データ省略）。枯死株率は出穂期頃まで徐々に増加した。各処理の枯死株に対する効果は育苗期の発病苗率に対する効果と相関関係が見られたが、トリコデルマトロビリデ水和剤（DJ）は傾向が異なり、移植時の発病が少ない割に本田での枯死株率が多かった（図 6）。

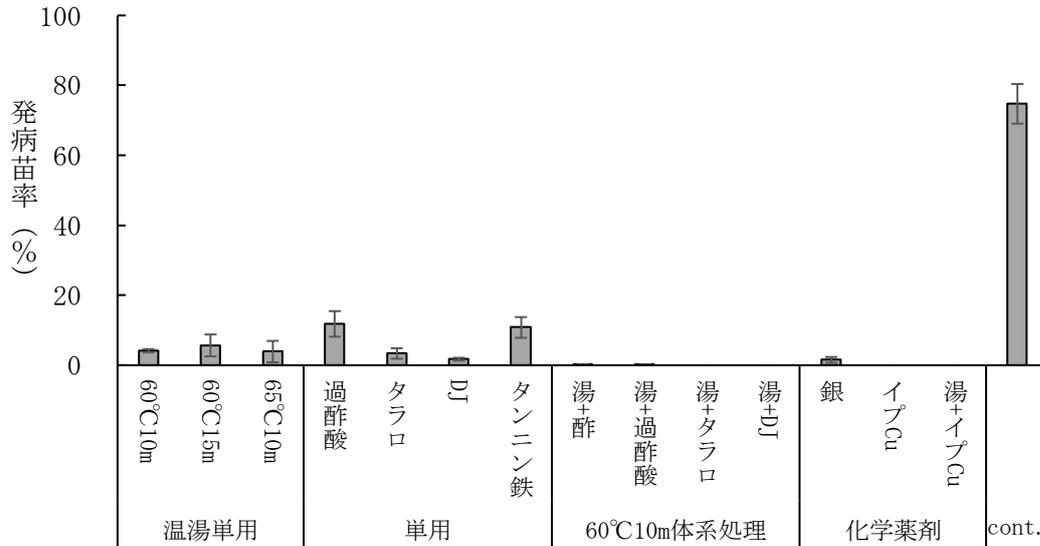


図1 各処理の単用または体系処理の自然感染籾のばか苗病に対する効果 (1)

対象病害の発生状況：多、供試籾：自然感染籾 100%、区制・面積：1区育苗箱の1/25大プラスチックカップ 3反復、播種量：8g/区、温湯処理および浸種前処理：10月17日15°C24時間、浸種：10月18日～24日15°C、催芽：10月24～25日28°C24時間、播種：10月25日、出芽：10月25～28日28°C、緑化：10月28～29日25°C、以降はガラスハウスで通常管理、調査：11月22日（播種28日後）

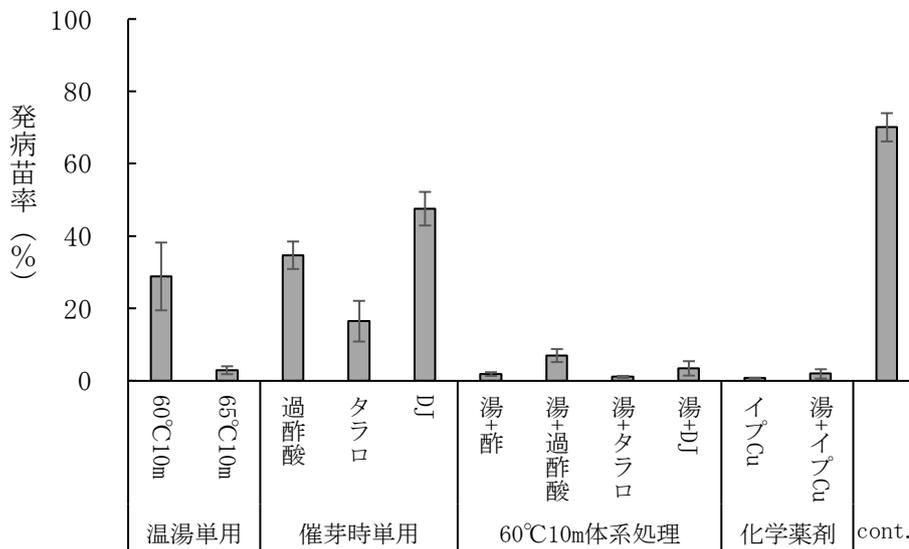


図2 各処理の単用または体系処理自然感染籾のばか苗病に対する効果 (2)

対象病害の発生状況：多、供試籾：自然感染籾 100%、区制・面積：1区育苗箱の1/25大プラスチックカップ 3反復、播種量：8g/区、温湯処理および浸種前処理：4月11日15°C24時間、浸種：4月12日～17日15°C、催芽：4月17～18日28°C24時間、播種：4月18日、出芽：4月18～20日28°C、以降はガラスハウスで通常管理、調査：5月17日（播種29日後）

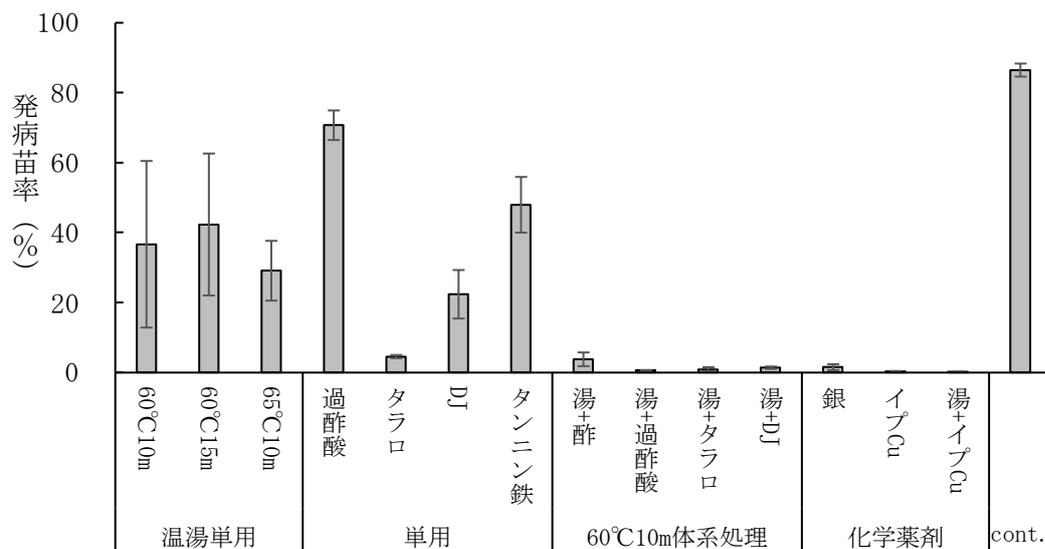


図3 各処理の単用または体系処理の開花期接種籾のばか苗病に対する効果 (1)

対象病害の発生状況：多、供試籾：開花期接種籾 50%を健全籾に混和、区制・面積：1区育苗箱の 1/25 大プラスチックカップ 3 反復、播種量：8g/区、温湯処理および浸種前処理：10月17日 15°C24時間、浸種：10月18日～24日 15°C、催芽：10月24～25日 28°C24時間、播種：10月25日、出芽：10月25～28日 28°C、緑化：10月28～29日 25°C、以降はガラスハウスで通常管理、調査：11月14日（播種20日後）

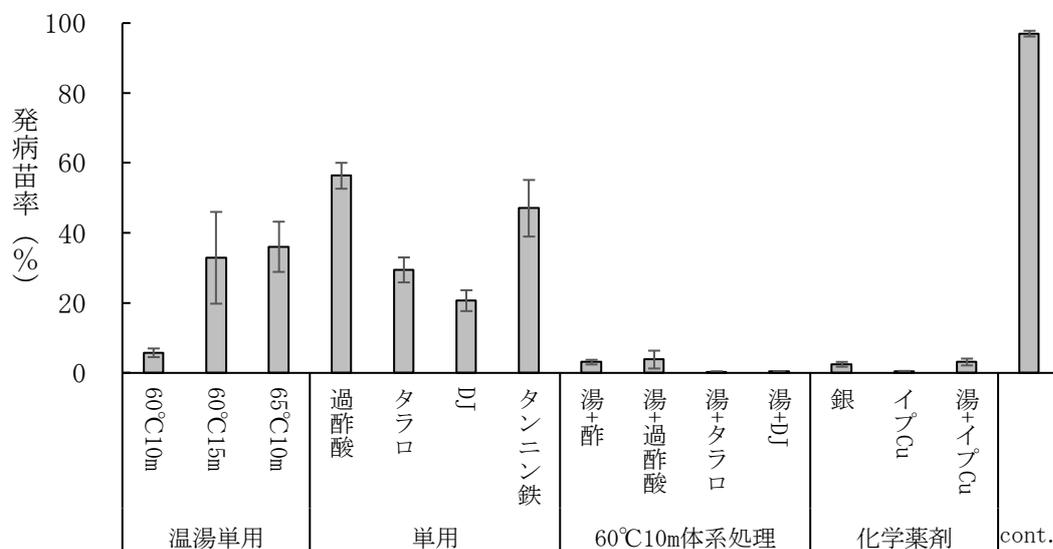


図4 各処理の単用または体系処理の開花期接種籾のばか苗病に対する効果 (2)

対象病害の発生状況：甚、供試籾：開花期接種籾 50%を健全籾に混和、区制・面積：1区育苗箱の 1/25 大プラスチックカップ 3 反復、播種量：8g/区、温湯処理および浸種前処理：11月7日 15°C24時間、浸種：11月8日～13日 15°C、催芽：11月13～14日 28°C24時間、播種：11月14日、出芽：11月14～17日 28°C、緑化：11月17～18日 25°C、以降はガラスハウスで通常管理、調査：12月6日（播種22日後）
播種時にビビフルフロアブル（矮化剤）の20倍希釈液をカップ当たり20ml灌注した。

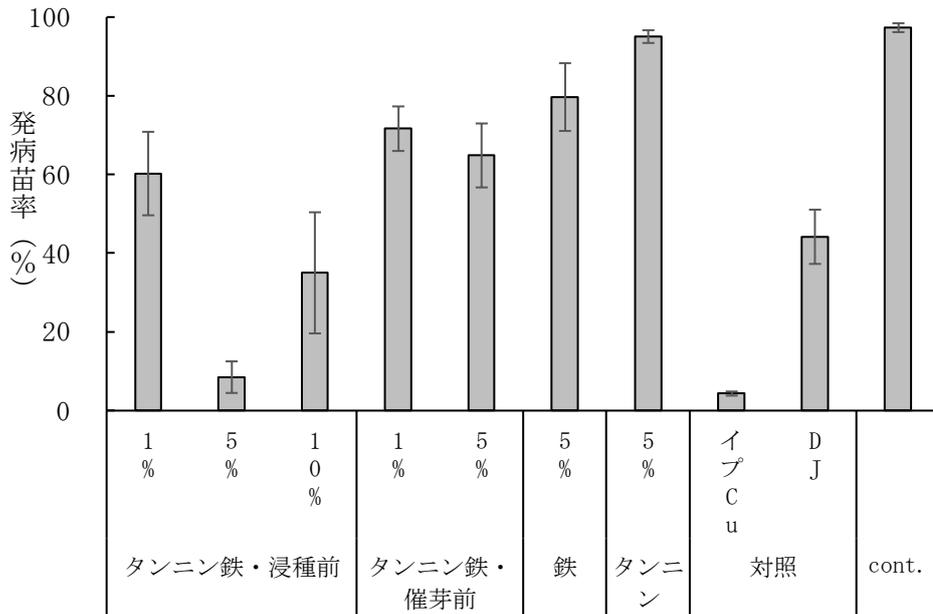


図5 処理方法別のタンニン鉄のばか苗病に対する効果

対象病害の発生状況：甚、供試籾：自然感染籾50%を健全籾に混和、区制・面積：1区育苗箱の1/25大プラスチックカップ3反復、播種量：8g/区、温湯処理および浸種前処理：7月18日15°C24時間、浸種：7月19日～23日15°C、催芽：7月23～24日28°C24時間、播種：7月24日、出芽：7月24～26日28°C以降はガラスハウスで通常管理、調査：8月11日（播種18日後）
播種時にピビフルフロアブル（矮化剤）の20倍希釈液をカップ当たり20ml灌注した。

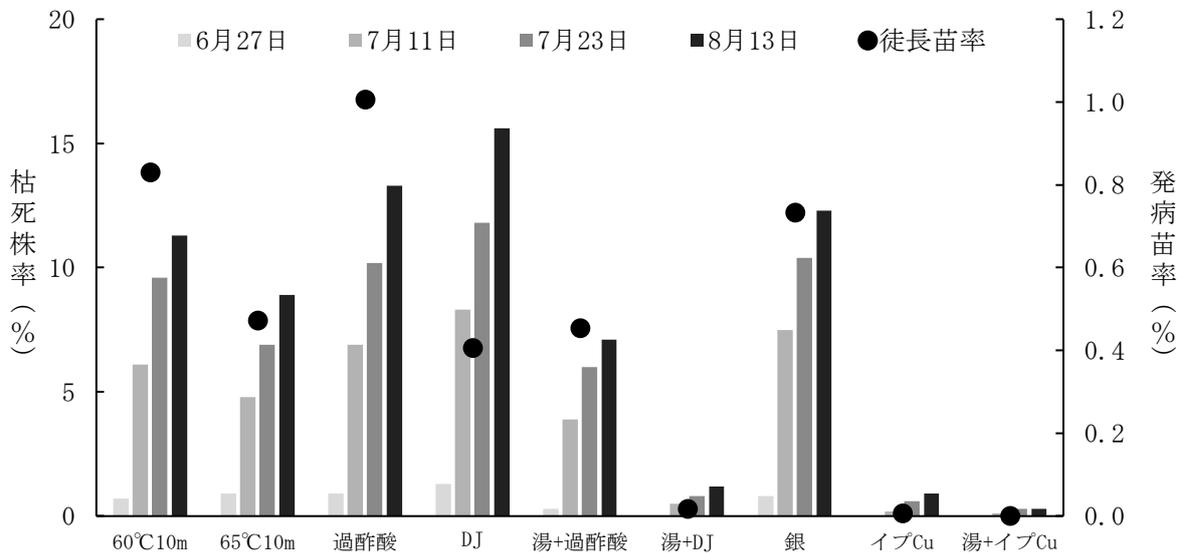


図6 各処理の単用または体系処理の本田及び育苗期のばか苗病に対する効果の関係

対象病害の発生状況：少～中、温湯処理および浸種前処理：5月1日15°C24時間、浸種：5月1日～6日15°C、催芽：5月6～7日28°C24時間、播種：5月7日、出芽：5月7～10日28°C以降はガラスハウスで通常管理、苗調査：5月27日（播種20日後）、移植：5月28日 出穂期8月11日

(3) 各処理の単用および体系処理のもみ枯細菌病（苗腐敗症）に対する効果

多発～甚発生条件の試験から、単用処理でみると金属銀水和剤≧トリコデルマアトロビリデ水和剤（DJ）>過酢酸製剤≧タンニン鉄の順で効果が見られ、いずれも実用的な効果と判断された。過酢酸製剤、タンニン鉄の苗腐敗症に対する効果は、ばか苗病に対する効果より高い傾向が認められた。イプコナゾール銅水和剤は効果が低めであった。

温湯処理では処理温度を上げるほど効果が高まる傾向が見られたが、甚発生条件下では事前乾燥 65°C10 分処理でも高い効果は得られなかった。

温湯処理と催芽時処理の体系処理をみると、ばか苗病と異なり、いずれの処理においても明らかな相乗効果は認められなかった。

タンニン鉄では図 7 の試験で出芽数が対照のイプコナゾール銅水和剤と比較して 17%程度低下した。また、金属銀水和剤では生育が抑制される（苗丈が短い）傾向で根上がりが生じる場合があった。その他の処理では、実用上問題となるような薬害はなかった。

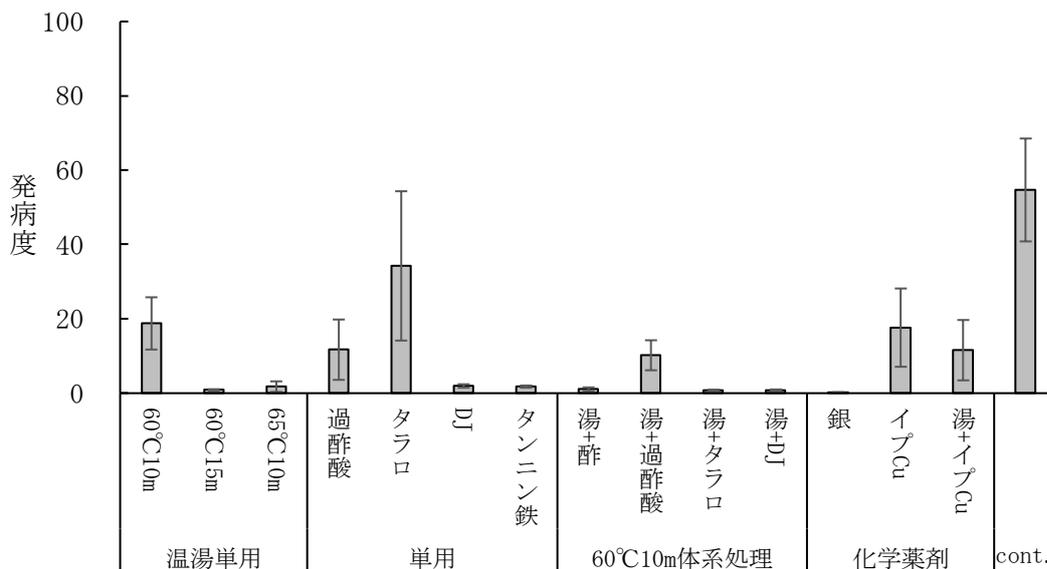


図 7 各処理の単用または体系処理のもみ枯細菌病に対する効果（1）

対象病害の発生状況：多、供試籾：開花期接種籾 3%を健全籾に混和、区制・面積：1 区育苗箱の 1/25 大プラスチックカップ 3 反復、播種量：8g/区、温湯処理および浸種前処理：12 月 3 日 15°C24 時間、浸種：12 月 4 日～9 日 15°C、催芽：12 月 9～10 日 32°C24 時間、播種：12 月 10 日、出芽：12 月 10～12 日 32°C、緑化：12 月 12～16 日 25°C、以降はガラスハウスで通常管理、調査：12 月 24 日（播種 14 日後）

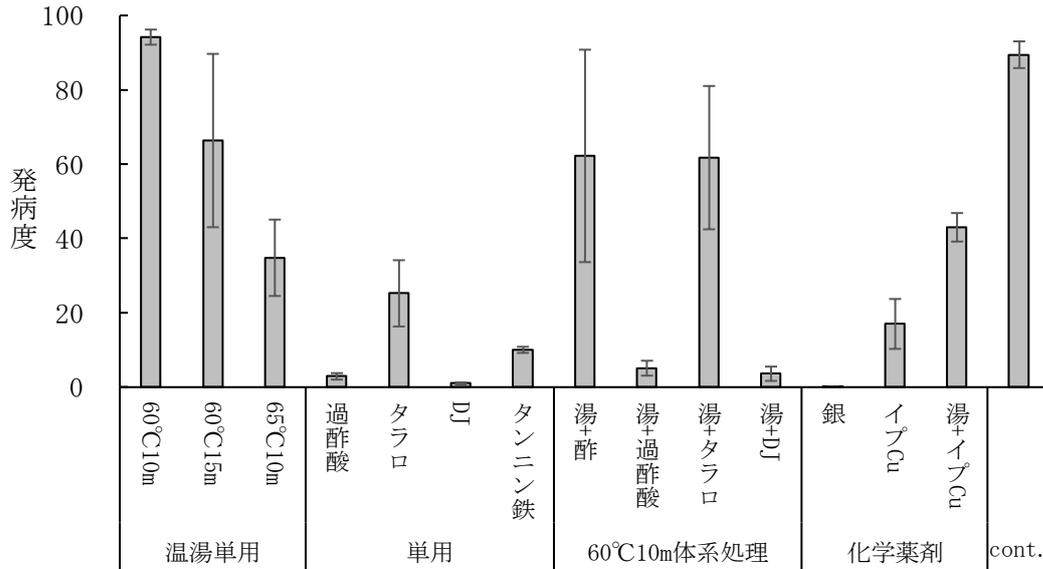


図8 各処理の単用または体系処理のもみ枯細菌病に対する効果 (2)

対象病害の発生状況：甚、供試籾：開花期接種籾10%を健全籾に混和、区制・面積：1区育苗箱の1/25大プラスチックカップ 3反復、播種量：8g/区、温湯処理および浸種前処理：10月31日15°C24時間、浸種：11月1日～7日15°C、催芽：11月7～8日32°C24時間、播種：11月8日、出芽：11月8～10日32°C、緑化：11月10～11日25°C、以降はガラスハウスで通常管理、調査：11月29日(播種21日後)

4. 考察

- (1) 今回の試験では体系防除の効果向上の程度を明らかにするために、いずれも強汚染籾を供試したため、全ての試験が多～甚発生条件での試験となった。
- (2) ばか苗病に対しては、温湯処理と催芽時処理（醸造酢液剤、過酢酸製剤、タラロマイセスフラスバ水和剤、トリコデルマトロビリデ水和剤 (DJ)）の体系防除では明らかな相乗効果があり、イプコナゾール銅水和剤、金属銀水和剤と比較するとやや劣る～ほぼ同等の高い効果が認められた。一方、苗腐敗症に対しては、いずれの体系処理においても明らかな相乗効果は認められなかった。今回のような強汚染籾を供試した場合、苗腐敗症の試験では60°C10分の温湯処理単用の効果が低く、他の単用処理で効果が高かったため、体系処理によって相乗効果が得られなかったと考えられる。
- (3) 温湯処理での事前乾燥65°C10分処理は、ばか苗病に対して60°C10分処理と比較して効果向上が認められなかった。また、苗腐敗症においても処理温度を上げるほど効果が高まる傾向が見られたが、甚発生条件下では事前乾燥65°C10分処理でも高い効果は得られなかった。
- (4) ばか苗病に対する単用処理では、今回のような強汚染籾を供試した場合、効果が劣る事例が多かった。一方、苗腐敗症に対しては金属銀水和剤≧トリコデルマトロビリデ水和剤 (DJ) > 過酢酸製剤 ≧ タンニン鉄の順で効果が見られ、いずれも実用的な効果と判断された。イプコナゾール銅水和剤は効果が低めであった。

過酢酸製剤およびタンニン鉄は、ばか苗病よりも苗腐敗症で高い効果が認められた。また、タンニン鉄は1事例で葉害が認められたことから、今後処理法について検討の余地があると思われる。

- (5) ばか苗病において処理苗の本田における発病は、過去の事例からもかなり長期間にわたる。イプロナゾール銅水和剤のような浸透性の高い薬剤は、イネ体中の菌をほぼ死滅させるため、本田における発病はほとんど見られない。温湯処理は処理時の殺菌効果しかなく、生物農薬も移植後水中のなかで急速に活性が低下し、ばか苗病菌の生育が優る株が生ずることから、移植後、発病株が発生することがある。今後、これらの処理法を使用する際は、本田での効果も併せて考慮する必要があると思われる。
- (6) 金属銀水和剤の育苗期の試験で見られた生育抑制は圃場に移植する際の箱育苗の試験では見られなかった。育苗期の試験は秋～冬期に実施しているため、低温によって生育抑制が助長された可能性が考えられた。また、金属銀水和剤の発病苗率は、全処理の中で相対的な比較をすると、育苗期の試験では効果が高い処理であるが、圃場に移植する際の箱育苗の試験では、効果が低い処理になる。この原因として、育苗期の試験では薬害によってばか苗病の発病が見かけ上少なくなった可能性がある。
- (7) 供試籾の種類や試験手法によって得られる結果が異なることがある。今回は強汚染籾を供試し試験を実施したが、目的にあった試験法を検討することは重要である。

5. 今後の課題

ばか苗病の本田での発病に対する防除効果の簡易な評価方法の検討
各病害について少～中発生条件での各処理の防除効果の検証

6. 要約

全ての試験で強汚染籾を供試して多～甚発生条件となった。ばか苗病に対する単用処理では効果の低い事例が多かったが、温湯処理と催芽時処理（醸造酢液剤、過酢酸製剤、タラロマイセスフラバス水和剤、トリコデルマアトロビリデ水和剤（DJ））の体系防除では明らかな相乗効果が認められた。苗腐敗症に対しては単用処理でも実用的な効果が認められ、金属銀水和剤≧トリコデルマアトロビリデ水和剤（DJ）>過酢酸製剤≧タンニン鉄の順で効果が高かった。事前乾燥 65℃ 10 分処理は、60℃10 分処理と比較して明らかな効果の向上は見られなかった。

7. 成果の公表及び特許

特になし

(様式 1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

減農薬栽培に対応した水稻の種子伝染性病害に対する防除体系の確立(4)

内田 英史、中島 宏和

長野県農業試験場

[〒382-0072 長野県須坂市小河原 492]

1. 調査背景と目的

近年、水稻の温湯消毒処理などの減農薬栽培の普及に伴い、ばか苗病、もみ枯細菌病、いもち病などの種子伝染性病害の被害が全国的に問題になっている。これらの種子伝染性病害の防除技術を確立するには、種子や本田での病原菌の汚染実態や発病リスクを把握することが重要となる。そこで、文献等を参考に PCR 法や選択培地を用いた原因菌の検出・診断技術の実用性を調査し、本田での病害診断や種子での検出を行う際の作業手順を取りまとめる。なお、参画機関間では情報の共有や試験材料を融通するなどの連携体制をとり潤滑な試験の実施をおこなっていく。

2. 調査方法

1) 水稻種子伝染性病害を対象に昨年度設計・評価された特異的なプライマーを用いて、長野県農業試験場で分離されている約 100 菌株の病原菌について DNA の抽出および PCR を行い、簡易で高感度な PCR 検出法を調査した。ばか苗病菌の簡易診断方法については海外で報告されている Translation Elongation Factor 1 α (TEF-1 α) 遺伝子を標的に設計された BknF2/BknR4、BknF3/BknR4 を用いて評価した。Internal control としては、糸状菌共通プライマー(NS1/NS2 primers;White et al. 1990 : 昨年度評価済み)を用いた。

DNA についてはインスタジーンマトリックス (バイオラッド社) に分離菌株を白金耳で掻き取り懸濁、熱処理し粗抽出液を調製し PCR のテンプレートとした。PCR 試薬は、KOD One (TOYOBO) を使用し、PCR 条件は 98°C/10 秒→60°C/10 秒→68°C/10 秒 (35 サイクル) で行った。

2) 開花期接種糲混和率を 5%、1%、0.5%、0.25% と設定したこれらの混合糲を滅菌蒸留水で 25°C、3 日間振とう培養 (100rpm) し、その浸種液をインスタジーンマトリックスで処理し PCR のテンプレートとした。

3. 調査結果

1) BknF2/BknR4、BknF3/BknR4 両方とも増幅かかっていたが、BknF3/BknR4 のプライマーセットの方が若干安定的であったため今後は BknF3/BknR4 を用いてばか苗病菌の検出に用いることとした。

2) 長野県内で 2018 年に分離されたばか苗病菌 66 菌株について糸状菌検出共通プライマーとばか

(様式 1)

苗病菌検出プライマーをマルチプレックス PCR で解析した (表 1)。

表 1 :長野県内で分離されたばか苗病菌の判定結果

	判定結果 糸状菌 プライマー/ばか苗 プライマー)			計
	+/+	+/-	-/-	
病徴有り	51	0	0	51
病徴無し	13	2	0	15
計	64	2	0	66

この結果、病原性のあるものについてはすべての菌株でばか苗病菌検出プライマーでバンドが確認された。病原性が見られなかった 15 菌株のうち 13 菌株に関してはばか苗病菌検出プライマーでバンドが確認されたものの 2 菌株についてはバンドが確認されなかった。

3) 浸種液を用いた検出では糸状菌検出共通プライマー、ばか苗病菌検出プライマー共に PCR がかからずより感度・特異性の高いリアルタイム PCR でもばか苗病菌検出を試みたが増幅は見られなかった。

4. 考察

- ・ BknF2/BknR4 でばか苗菌を判定することは可能であることが分かった。
- ・ 長野県内で分離された病原性のある菌株については全てばか苗病菌であることが判明した。
- ・ 病原性のない菌株については 15 菌株中 13 菌株についてはばか苗病菌であることが分かったが病原性がないことからフモニシン生産型の菌株であると考えられる。病原性のない菌株のうち 2 菌株についてはばか苗病菌である可能性は低いか、あるいは Bkn プライマーでの増幅が芳しくなかった可能性が考えられる。
- ・ 浸種液を用いた検討ではばか苗病菌は検出することができなかった。考えられる原因としては
①DNA の抽出不良
②浸種液に含まれる菌量が PCR の検出限界以下であったこと
の 2 点が考えられる。(※なお、生物検定では浸種液の調製に用いたすべての混合粃で発病が認められた)

5. 今後の課題

今後の検討課題としては、①汚染粃からのばか苗病菌の検出の確立②分離されたばか苗病菌がジベレリン生産型/フモニシン生産型かを判別する技術の確立することの 2 点が挙げられる。

①混合粃からのばか苗病菌の検出の確立については、混合粃の懸濁液からいかに効率よくばか苗病菌の DNA を抽出するか、また PCR の感度をどれだけあげられるかが課題となる。

②分離されたばか苗病菌がジベレリン生産型/フモニシン生産型かを判別する技術の確立につい

(様式1)

では、ジベレリン生産型/フモニシン生産型を分ける SNP が存在することからこの SNP を SSP (sequence specific primer) で判別できないか検討する。

6. 要約

長野県内で分離されたばか苗病菌について TEF-1 α 遺伝子を標的にした Bkn プライマーを用いた PCR 法で判定した結果、病原性のあるものについては全てばか苗病菌であることが判明した。

汚染物からのばか苗病菌の検出については、DNA の抽出方法、PCR の感度を改善する必要があることが分かった。

7. 成果の公表及び特許

予定はない。

(様式 1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

ダイズ害虫のウコンノメイガに対する フェロモンを用いた発生予察技術の確立 (1)

氏 名：渋谷和樹、遠藤信幸、竹内博昭

所 属：農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点

[〒943-0193 新潟県上越市稲田1-2-1]

1. 調査背景と目的

多くの害虫種において、合成フェロモンを用いた発生予察が行われている。ウコンノメイガのフェロモン成分はすでに解明されているが、従来のSEトラップでは捕獲効率が悪いことから、発生予察には利用されていない。昨年度の試験では、透明コーントラップを用いることで本種の捕獲効率が改善されることが明らかとなり、本種の発生予察に利用できる可能性が強く示された。本年度は1)光条件の異なる各種コーントラップの捕獲数を比較することで、透明コーントラップで捕獲数が多い理由を明らかにする。また、2)本種の発生量に圃場間差が生じる要因を明らかにするため、ダイズの生育程度や圃場の光条件とトラップ誘殺数の関連を調査する。

2. 調査方法

1) 光条件の異なる各種コーントラップの比較

①透明・白色・黒色コーントラップの比較

試験圃場の概要

場所 (圃場番号)	品種	面積	播種日	条間	防除
北陸拠点 A (F62)	里のほほえみ	7.1 a	5月31日	75 cm	無防除
北陸拠点 B (F64)	里のほほえみ	7.1 a	5月31日	75 cm	無防除
北陸拠点 C (F66)	エンレイ	7.8 a	5月30日	75 cm	無防除

調査内容

各圃場内部に透明コーントラップ・白色コーントラップ・黒色コーントラップ (図 1、円錐部：硬質塩ビ板、捕獲容器：ポリプロピレン樹脂) を設置し、トラップ種類による成虫捕獲数の違いを調査した。誘引源として、(E)-10-hexadecenal と (Z)-10-hexadecenal の 84:16 混合液 1.0 mg をゴムセブタムに含浸させたものを用いた (信越化学工業製)。捕獲容器内には殺虫剤プレート (バポナ殺虫プレート、アース製薬) を入れた。トラップ間の距離は 10 m とし、トラップ底面がダイズ畝上 30 cm となるように設置した。3~4 日ごとにトラップ位置の入れ替えを行った。黒色コーントラップについては太陽熱による変形を防ぐため、日中は室内に保管し、夕方から翌朝までの時間帯のみ圃場に設置した。トラップを 7 月 10 日に設置し、7 月 23 日まで成虫捕獲数を毎日調査した。

(様式1)



図1 試験に使用したトラップ（左から透明コーン、白色コーン、黒色コーントラップ）

②透明コーントラップとUVカットコーントラップの比較

試験圃場の概要

場所（圃場番号）	品種	面積	播種日	条間	防除
北陸拠点D (F61)	里のほほえみ	7.1 a	5月31日	75 cm	無防除
北陸拠点E (F65)	里のほほえみ	7.1 a	5月30日	75 cm	無防除
北陸拠点F (F82)	エンレイ	9 a	5月29日	75 cm	無防除

各圃場内部に透明コーントラップとUVカットコーントラップを設置し、トラップ種類による成虫捕獲数の違いを調査した。UVカットコーントラップは、透明コーントラップの円錐部にUVカットフィルム（株式会社キング製作所、280～380 nmをカット）を貼り付けて作成した。トラップ間の距離は10 mとし、トラップ底面がダイズ畝上30 cmとなるように設置した。トラップ位置は3日ごとに入れ替えた。トラップを7月8日に設置し、7月23日まで成虫捕獲数を毎日調査した。

(様式 1)

2) 発生量に圃場間差が生じる原因の調査

試験圃場の概要

圃場番号	品種	面積	播種日	条間 (cm)	株間 (cm)	開花日	防除 (7月中)
F61	里のほほえみ	7.1 a	5月31日	75	19	7月23日	無防除
F62	里のほほえみ	7.1 a	5月31日	75	19	7月23日	無防除
F64	里のほほえみ	7.1 a	5月31日	75	19	7月24日	無防除
F65	里のほほえみ	7.1 a	5月30日	75	19	7月21日	無防除
F66	エンレイ	7.8 a	5月30日	75	19	7月20日	無防除
F82	エンレイ	9 a	5月29日	75	19	7月21日	無防除
F35	新潟系 14 号	10.2 a	5月28日	75	16	7月5日	プレバソン (7月24日)
F108	里のほほえみ	30 a	5月27日	75	16	7月21日	無防除
F69	混合	9.1 a	5月31日	75	16	7月21日	無防除
F51	混合	5 a	5月31日	75	16	7月22日	無防除
東 6	混合	14.3 a	5月30日	75	16	7月22日	無防除
F141	里のほほえみ	6.4 a	6月14日	35	16	7月27日	無防除
F121	里のほほえみ	6.6 a	6月24日	35	16		無防除
東 5	里のほほえみ	21.5 a	6月4日	35	16	7月26日	無防除

調査内容

各圃場内部に透明コーントラップを畝上 30 cm の高さで設置し、捕獲数を調査した。また、ダイズの生育程度を NDVI 値、草冠高、生育段階の 3 項目で週 1 回調査した。

NDVI 値の調査には GreenSeeker Handheld crop sensor (株式会社ニコン・トリンプル、以下 GHCS) を用い、長南ら (2019) を参考にして畝上測定、畝間測定、ワイプ法の 3 通りの測定を行った。畝上、畝間測定は歩きながらダイズ畝上、畝間を直線的に測定する方法である。ワイプ法は歩きながら測定者の肩を中心として GHCS を半円状に動かして測定するものである。いずれの方法も GHCS を地上 1 m の高さに保持して 10 秒間測定を 3 回行い、平均値を算出した。

草冠高測定と生育段階調査は、各圃場に設けた調査区 (畝 2 m×4 か所) で行った。各調査区について平均的な生育をしているダイズ 1 本を調査し、草冠高については 4 本の平均値、生育段階は 4 本の最大値を解析に用いた。

さらに、夜間における圃場の明るさと本種の発生量の関係も調査した。7/28 22:30~7/29 1:00 ごろにデータロガー (TR-74Ui、株式会社ティアンドディ) を用いてダイズ草冠上の照度を測定した。測定はデータロガーの受光部を東西南北の 4 方向に向けて行い、平均照度を算出した。

これらの調査値と、トラップ捕獲数 (7/1~31 の累計) の関係を調査した。

(様式1)

3. 調査結果

1) 光条件の異なる各種コーントラップの比較

①透明・白色・黒色コーントラップの比較

一日当たりの平均捕獲数は、透明コーントラップが0.74頭、白色コーントラップと黒色コーントラップが0.026頭だった(図2)。トラップ種類と圃場を固定効果、調査日を変量効果として一般化線形混合モデル(GLMM)で解析した結果、白色・黒色コーントラップの捕獲数は透明コーントラップの約0.034倍(約1/29)と推定された。また、圃場Bの捕獲数が少なかった(表1)。

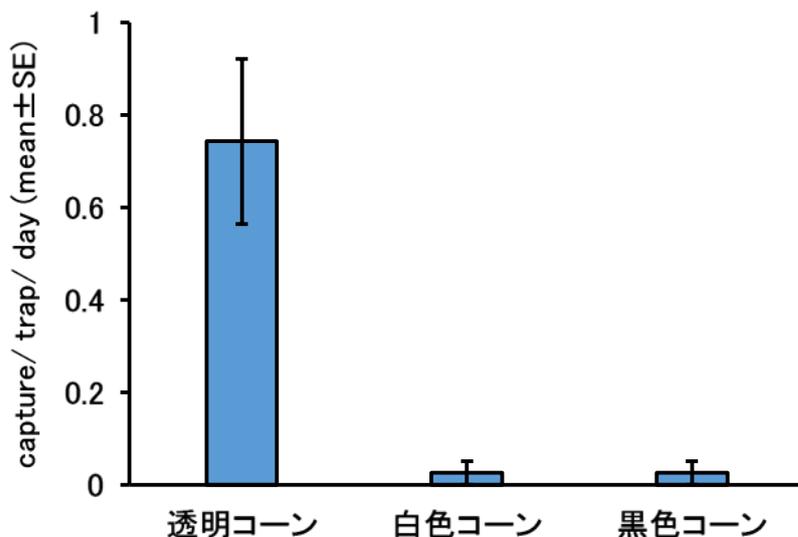


図2 透明・白色・黒色コーントラップの捕獲数(一日当たりの捕獲数の平均値±SE)

表1 一般化線形混合モデルによる解析結果

応答変数	説明変数	Estimate	Std. Error	Z value	Pr (> z)
捕獲数	切片	0.0440	0.2889	0.152	0.87896
	黒色コーン	-3.3673	1.0152	-3.317	0.00091
	白色コーン	-3.3673	1.0152	-3.317	0.00091
	圃場B	-1.6094	0.6313	-2.550	0.01079
	圃場C	-0.1431	0.3782	-0.378	0.70517

②透明コーントラップとUVカットコーントラップの比較

一日当たりの平均捕獲数は、透明コーントラップが0.96頭、UVカットコーントラップが0.22頭だった(図3)。トラップ種類と圃場を固定効果、調査日を変量効果として一般化線形混合モデル(GLMM)で解析した結果、UVカットコーントラップの捕獲数は透明コーントラップの約0.23倍(約

(様式1)

1/4) と推定された。また、圃場Fの捕獲数が少なかった(表2)。

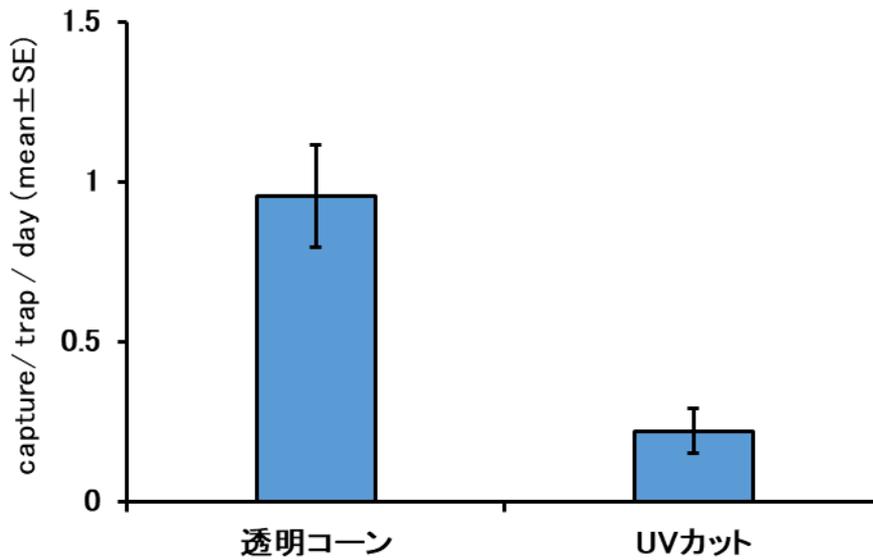


図3 透明・UV カットコーントラップの捕獲数 (一日当たりの捕獲数の平均値±SE)

表2 一般化線形混合モデルによる解析結果

応答変数	説明変数	Estimate	Std. Error	Z value	Pr (> z)
捕獲数	切片	-0.02331	0.27548	-0.085	0.9326
	UVカット	-1.45863	0.35108	-4.155	3.26e-05
	圃場E	0.22314	0.30000	0.744	0.4570
	圃場F	-0.91628	0.41833	-2.190	0.0285

2) 発生量に圃場間差が生じる原因の調査

7/3、7/10のNDVI値とトラップ捕獲数の関係を図に示す(畝上測定:図4、畝間測定:図5、ワイプ法:図6)。線形回帰の結果、畝上測定およびワイプ法ではNDVI値が大きくなるほど7月の総捕獲数が増えるという関係が示された。 $(p < 0.05)$ 。これらの回帰式の決定係数は0.31から0.47程度だった。一方で畝間測定と捕獲数の間にはこのような関係は見られなかった $(p > 0.05)$ 。

(様式1)

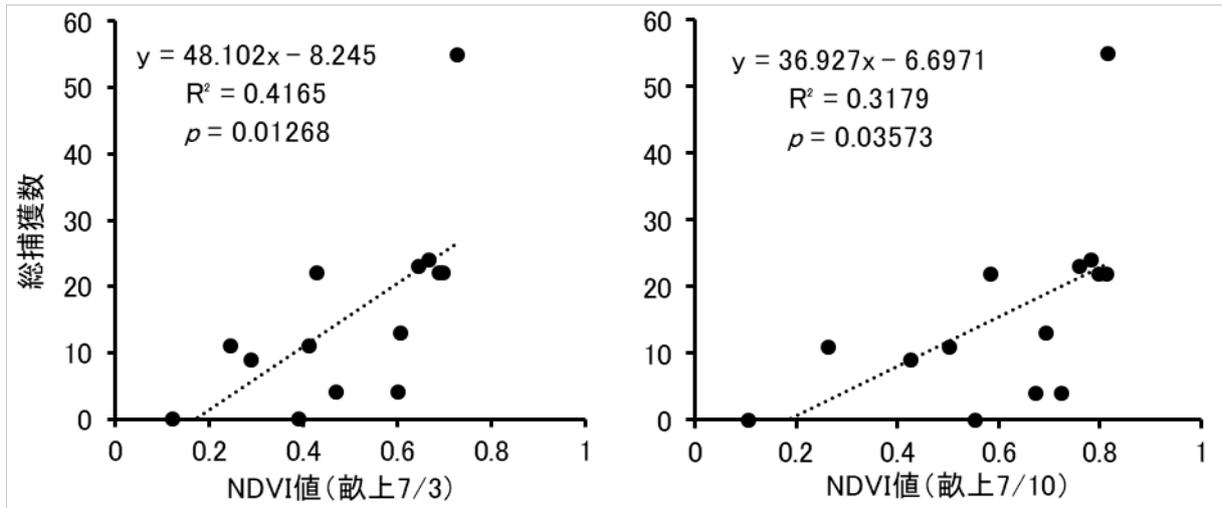


図4 NDVI 値 (畝上測定) と7月総捕獲数の関係

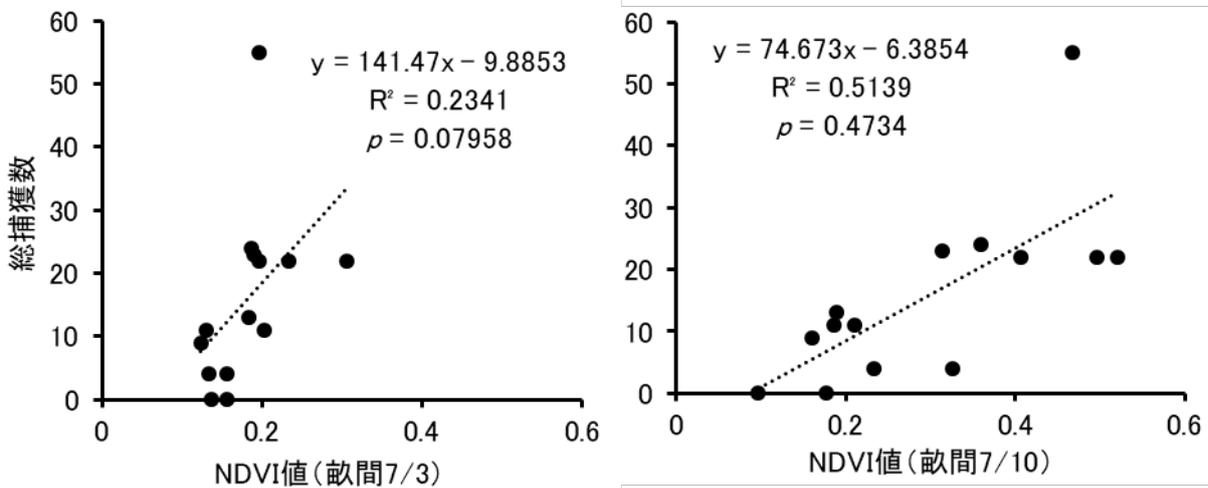


図5 NDVI 値 (畝間測定) と7月総捕獲数の関係

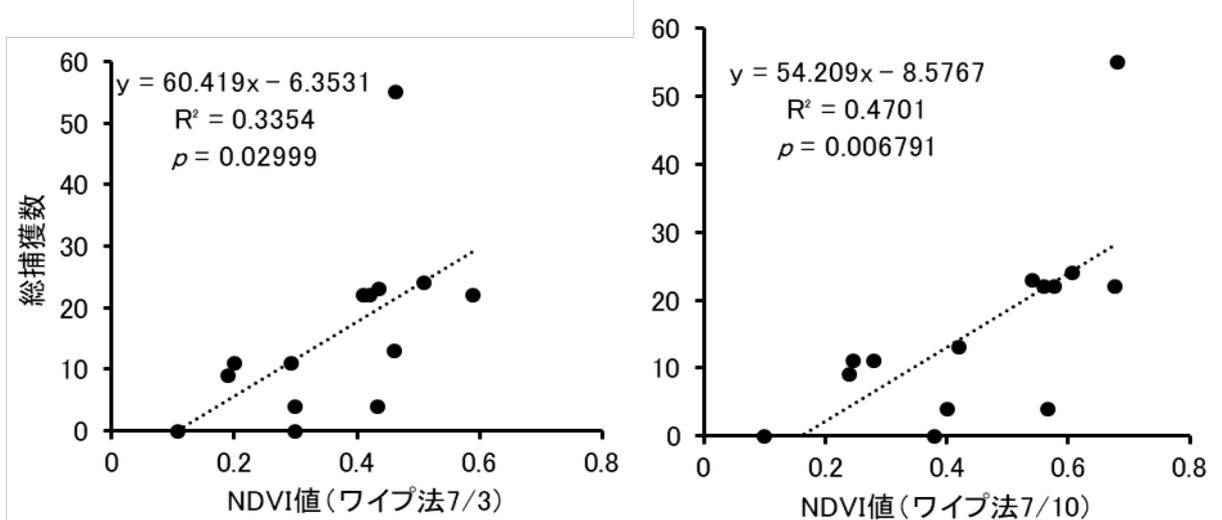


図6 NDVI 値 (ワイプ法) と7月総捕獲数の関係

(様式1)

7/2、7/9の草冠高とトラップ捕獲数の関係を図7に示す。草冠高が高くなるほど7月の総捕獲数が増える関係が示された ($p < 0.05$)。決定係数は0.4程度だった。

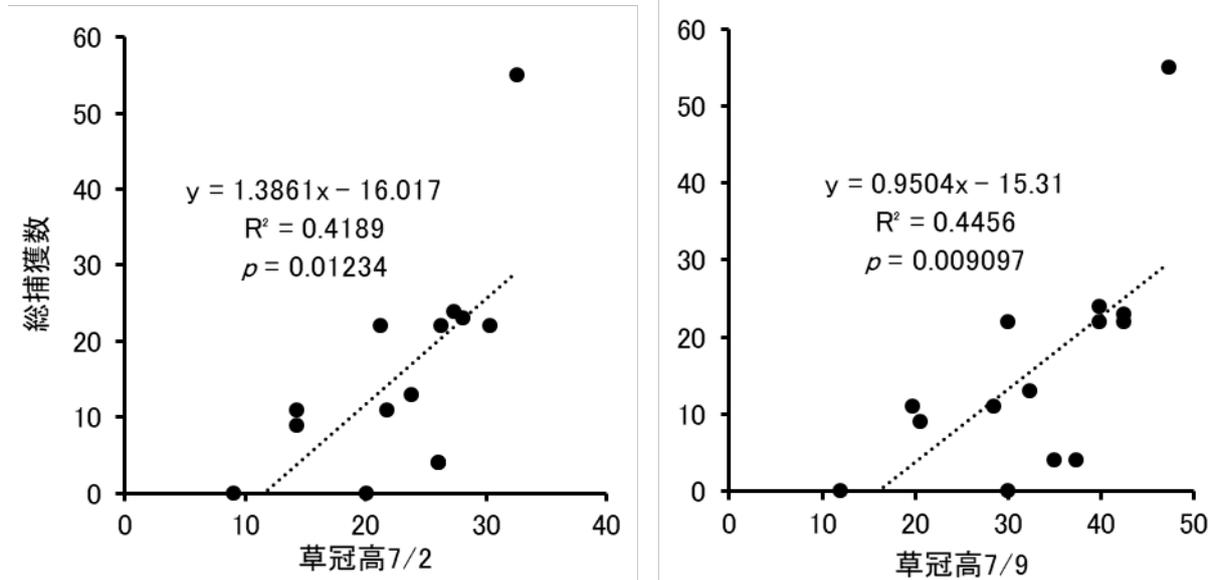


図7 草冠高と7月総捕獲数の関係

7/2、7/9の生育段階とトラップ捕獲数の関係を図8に示す。生育段階と7月の総捕獲数の間に関係は見られなかった ($p > 0.05$)。

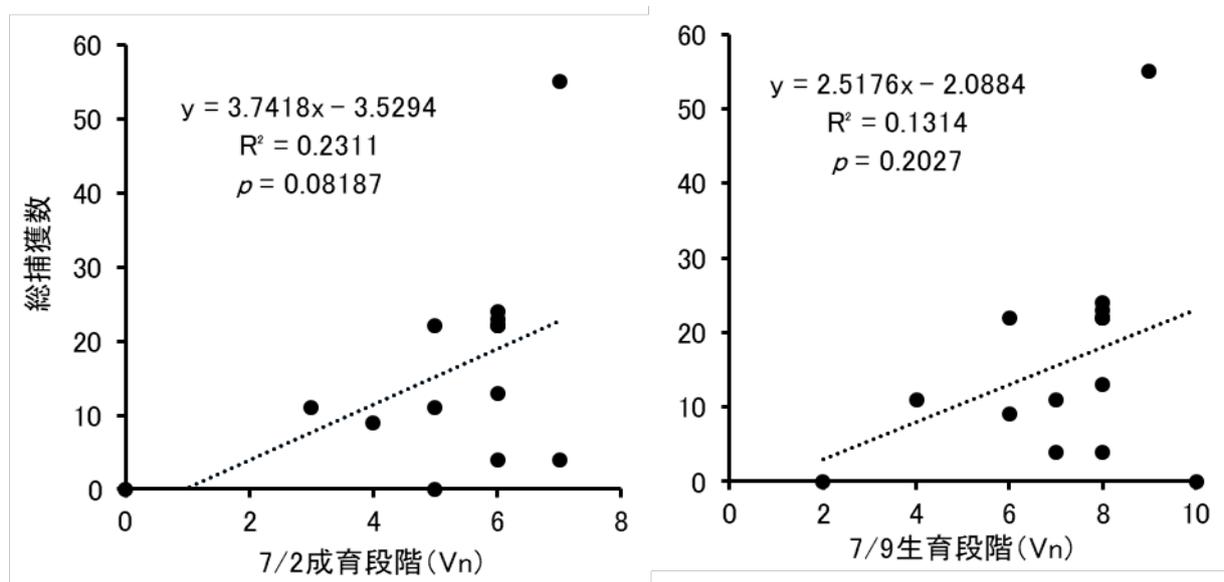


図8 生育段階と7月総捕獲数の関係

夜間光量とトラップ捕獲数の関係を図9に示す。夜間光量と7月の総捕獲数の間に関係は見られなかった ($p > 0.05$)。

(様式 1)

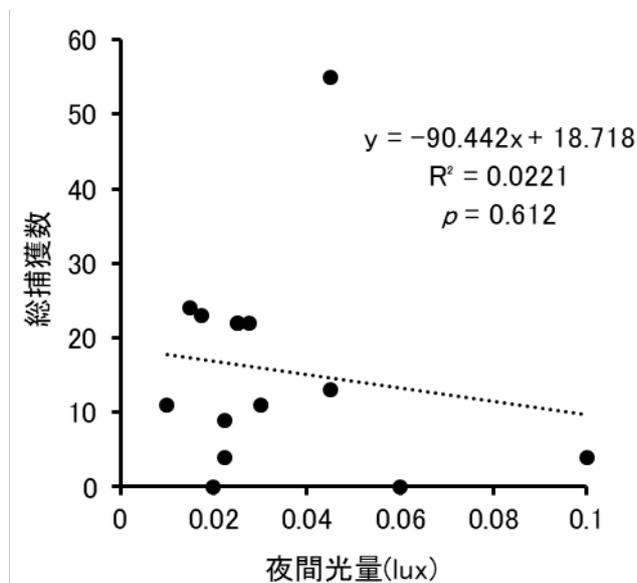


図9 夜間光量と7月総捕獲数の関係

4. 考察

1) 光条件の異なる各種コーントラップの比較

昨年度の試験より、従来の SE トラップよりも透明コーントラップで本種の捕獲が多いことが明らかとなったが、その詳細な理由は不明だった。トラップの色が捕獲効率に影響しているのではと考え、透明、白色、黒色コーントラップの捕獲数を比較した結果、白色と黒色では本種の捕獲数が極めて少なくなることが明らかになった (図2、表1)。それぞれの色について光学的な性質を整理すると以下ようになる。

透明：光を透過しやすく、反射しにくい。

白色：光を透過せず、反射しやすい。

黒色：光を透過せず、反射しにくい。

光を透過しない白・黒のトラップで捕獲数が大きく減少したことから、本種の捕獲にはトラップ内部に光が透過することが必要であると考えられた。また、透明コーントラップと UV カットコーントラップの捕獲数を比較した結果、UV カットコーントラップの捕獲数が少なくなることが明らかになった (図3、表2)。これより、光の波長の中でも特に紫外線がトラップ内部に透過することが本種の捕獲に必要であると考えられた。本種は夜行性であるため、月光などの微弱な自然光に含まれるさらに微弱な紫外線を認識していると考えられる。以上より、本種はフェロモン源に定位する際、嗅覚だけではなく視覚も利用していることが推察された。

2) 発生量に圃場間差が生じる原因の調査

フェロモントラップを用いた発生予察の際には、被害が大きい圃場を発生前のある程度予測し、そこにトラップを設置することが有効であると考えられる。しかし、本種の被害は同一地区の圃場でも差が大きく、その原因は不明瞭であった。本種は生育旺盛なダイズに多く発生するという報告

(様式1)

があり、立体指数と卵塊数の関係を示した研究もある(田村・山内, 1958)。これより、ダイズの生育程度を調査することで本種の被害を予測できるのではないかと考えた。そこで、簡易な調査法でダイズの生育程度を調べ、捕獲数との関係を解析した。NDVI 値、草冠高、生育段階とトラップ捕獲数の関係を調査した結果、NDVI 値と草冠高が大きくなると捕獲数が増えるという関係が示された(図4~8)。NDVI 値に関しては3通りの調査法を行ったが、畝間測定では捕獲数との関係は見られなかった。7月初旬の時点では大豆がまだ小さいため、畝間を測定する方法ではNDVI 値が低くなりすぎて、圃場間の差が出にくくなったものと考えられた。畝上測定とワイプ法、また草冠高では捕獲数との関係が示されたが、線形回帰式の決定係数は最大でも0.47程度であり、正確に成虫数を予測できるものではない。しかし同一地区の圃場間における相対的な被害差を示す根拠にはなると考えられる。ダイズの生育段階については捕獲数との関係は示されなかった。散布図を見ると生育段階が同じ値でも捕獲数が大きく異なる圃場が多くあり、圃場間の生育差を十分に検出できなかつたと考えられる。

また、生育程度とは別に、夜間光量と捕獲数の関係も解析した。トラップの比較試験から夜間の光が本種の行動に影響する可能性が示されたため、人工光源による夜間光量の圃場間差が発生量の圃場間差につながるのではないかと予想したが、図9の通り関係は見られなかった。0.1 lux以下の微弱な光量範囲においては発生量への影響は少ないと考えられ、ダイズの生育程度のほうが発生量の圃場間差を説明するのに適しているといえる。

5. 今後の課題

- ・本種がトラップに捕獲される際の詳細な行動観察。特に紫外線の有無が本種の動きにどのように影響するかを調査する。
- ・衛星画像を使った被害予測。衛星画像を使ってNDVI 値を調査することで、個々の圃場をGHCSで測定するより省力化が図れる可能性がある。
- ・調査を省力化するための自動カウント式フェロモントラップの作成。

6. 要約

透明コーントラップで捕獲効率が優れる理由を探るため、光条件が異なる複数のトラップ間で捕獲数を比較した。その結果、紫外線を透過するトラップであることが本種の捕獲に必要な条件であると考えられた。また、本種の発生に圃場間差が生じる原因を明らかにするため、NDVI 値、草冠高、生育段階、夜間光量とトラップ捕獲数の関係を解析した。その結果、NDVI 値(畝上測定、ワイプ法)及び草冠高が大きくなると本種の捕獲数も増えるという関係が示された。

7. 成果の公表及び特許

第64回日本応用動物昆虫学会で発表予定

(様式1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

ダイズ害虫のウコンノメイガに対する フェロモンを用いた発生予察技術の確立(2)

氏名 岩田 大介、石本 万寿広

所属 新潟県農業総合研究所作物研究センター

[〒940-0826 住所 新潟県長岡市長倉町 857]

1. 調査背景と目的

ウコンノメイガのフェロモン成分は解明されているが、従来のSEトラップでは誘殺効率が低く、本種の発生予察には、フェロモントラップは利用されていない。近年トラップの形状をSE型から透明コーン型にすることで、誘殺効率が改善することが明らかとなった(渋谷ら, 2018)。そこで本課題では、透明コーントラップを用いたウコンノメイガの発生予察技術の開発を目的とする。

2. 調査方法

1) フェロモントラップ調査

新潟県内の3地区合計18のダイズ圃場にフェロモンルアーを取り付けた透明コーントラップ(以下フェロモントラップ)を圃場中央部に設置し、6月下旬から8月下旬まで1週間間隔で誘殺数を調査した。設置高(畝上面からトラップ底面までの距離)は30cmで固定した。

2) 叩き出し調査

フェロモントラップ調査圃場で6月下旬から8月下旬まで1週間間隔で、歩く距離が100mになるまで畝間を歩きながら両脇の畝のダイズ草冠を叩き、飛び出した成虫を計数した。

3) 幼虫、卵、蛹調査

フェロモントラップ調査圃場の中から、A地区では2圃場、B、C地区では1圃場を抽出し、7月上旬から8月下旬まで1週間間隔で、1圃場当たりダイズ10個体を抜き取って卵、幼虫、蛹数を調査した。

4) 葉巻(被害葉)調査

フェロモントラップ調査圃場で、7月上旬から8月下旬まで1週間間隔で、1圃場4か所について畝2mの範囲にあるダイズの葉巻数を計数した。

5) 草冠高調査

葉巻調査をする畝2m間で、6月下旬から8月下旬まで1週間間隔で、中庸と思われるダイズ個体の草冠高を測定した。

(様式 1)

表 調査したダイズ圃場の耕種概要

	長岡市越路中沢 (A 地区)	長岡市中之島興野 (B 地区)	柏崎市藤井 (C 地区)
調査圃場数	6	6	6
品種	エンレイ	里のほほえみ	里のほほえみ
1 筆面積	20a~55a	60a~110a	20a~40a
栽植密度(個体/m ²)	17.3~19.7	10.5~12.5	10.7~16.5
播種日	5/30~6/4	6/5、6/6	6/5、6/6
6 月第 6 半旬の草冠高(cm)	13.5~21.3	11.8~17.0	13.3~16.0
開花期	7/19~7/26	7/28	7/26
薬剤防除	ウコンノメイガ防除なし		

A、B 地区では調査開始時の生育量が異なるように調査圃場を選定した。

3. 調査結果

1) 成虫のモニタリングにおけるフェロモントラップの有効性

フェロモントラップ誘殺数の推移は、越冬世代成虫とみられる 8 月上旬までは、叩き出し成虫数の推移と概ね一致し (図 1)、越冬世代の叩き出し成虫数とフェロモントラップ誘殺数との間に正の相関関係が認められた (図 2)。

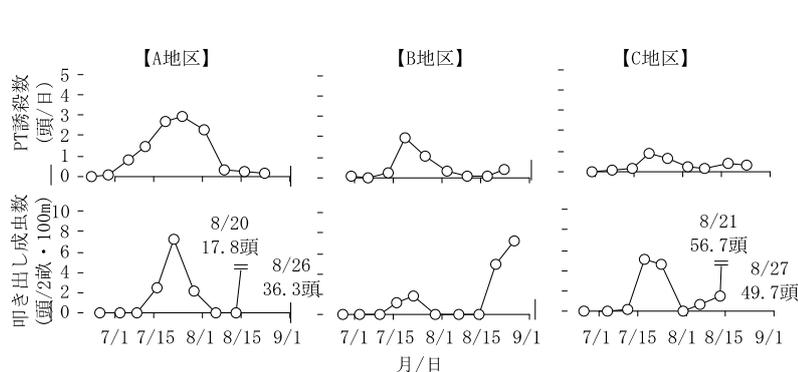


図 1 ウコンノメイガのフェロモントラップ誘殺数と叩き出し成虫数の推移 (注) 平均値。n = 6。

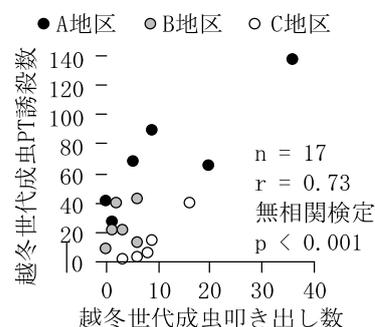


図 2 越冬世代の叩き出し成虫数とフェロモントラップ誘殺数の関係 (注) 6 月下旬から 8 月上旬までを越冬世代成虫として解析した。

2) フェロモントラップ誘殺数と葉巻 (被害) 数の関係

フェロモントラップ総誘殺数と最多発生時の葉巻数の間に正の相関関係が認められた ($R^2 = 0.64$)。さらに既存の薬剤防除要否判断時期 (7 月第 5 または第 6 半旬) より早い、7 月中旬までの誘殺数と最多発生時の葉巻数の間に正の相関関係が認められた (図 3)。

(様式 1)

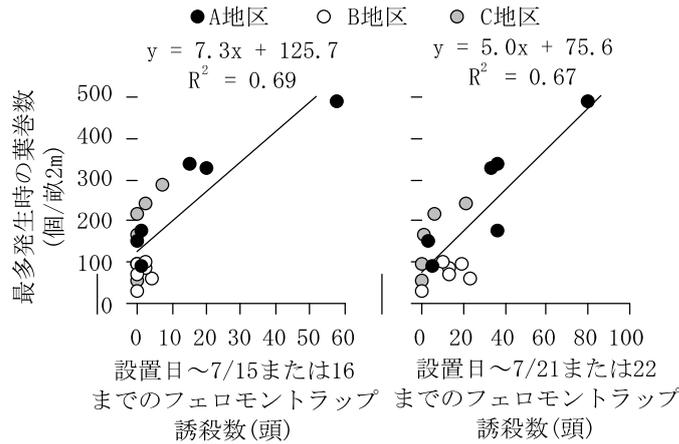


図3 7月中下旬(防除適期前)のフェロモントラップ誘殺数と最多発生時の葉巻数の関係

3) ウコンノメイガの発生に影響を与える要因の解析

- A、C地区では、フェロモントラップ誘殺数が最も多い圃場は、6月下旬の草冠高が最も高い圃場であり、C地区では草冠高とフェロモントラップ誘殺数の間に正の相関が見られた(図4)。
- フェロモントラップ誘殺数および卵、幼虫の推移は、2018年と2019年でやや異なり、年次間差が見られた(図5、図6)。2018年では、7月第4半旬から8月第1半旬の無降雨が幼虫の発生に影響し、幼虫の生存率が低かった可能性がある。

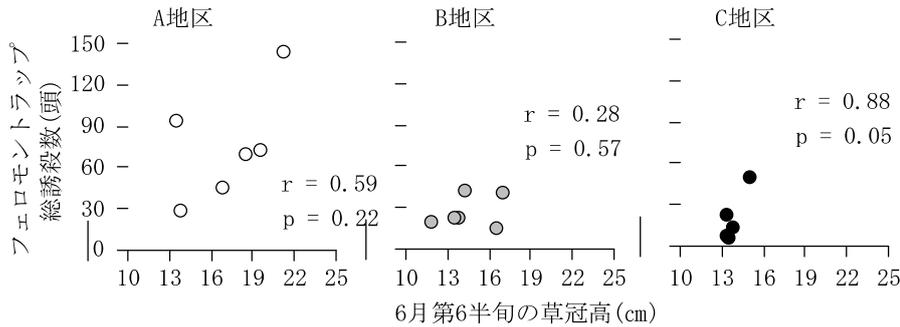


図4 6月下旬のダイズ草冠高とウコンノメイガのフェロモントラップ総誘殺数の関係

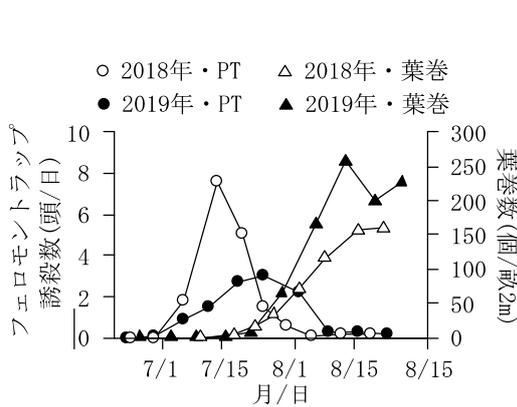


図5 2018年と2019年のフェロモントラップ誘殺数及び葉巻数の推移
注)A地区。値は平均値。n = 6

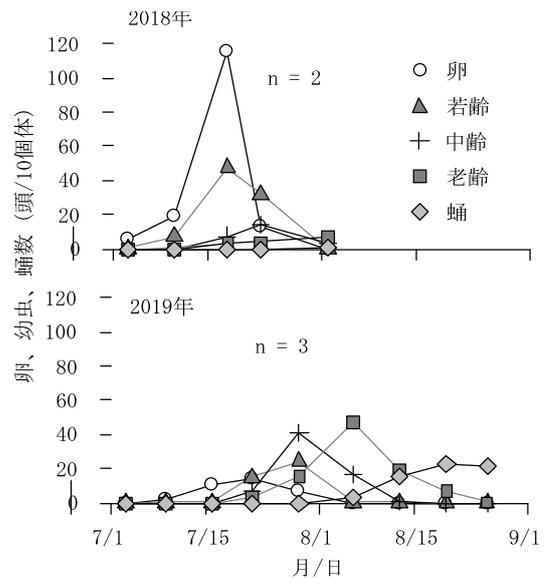


図6 2018年と2019年の卵および幼虫数の推移
注)A地区重点調査圃場。値は平均値

(様式1)

4. 考察

透明コーントラップは、越冬世代成虫の密度が低い場合でもモニタリング可能であり、叩き出し調査よりも簡便であることから、その有効性は高いと考えられた。

また7月中旬までのフェロモントラップ誘殺数と最多発生時の葉巻数との間に正の相関関係が認められ、透明コーントラップを用いることで既存の薬剤防除要否の判断時期(7月第5半旬)より早くに防除要否を判断できる可能性が示唆された。

ウコンノメイガの発生量や発生消長にはダイズの生育量や気象が影響していると考えられ、これらの影響を明らかにすることで、より精度の高い発生予察が可能になると考えられた。

5. 今後の課題

- ・透明コーントラップを用いた薬剤防除要否の判断技術の開発
- ・気象やダイズ生育量がウコンノメイガの発生量や発生時期に与える影響の解明

6. 要約

新潟県内の現地ダイズ圃場(3地区合計18圃場)で透明コーントラップによるフェロモントラップ調査と各種調査を行った。透明コーントラップは、成虫の密度が低い場合でもモニタリング可能であり、叩き出し調査よりも簡便であることから、その有効性は高いと考えられた。7月中旬までのフェロモントラップ誘殺数と最多発生時の葉巻数との間に正の相関関係が認められ、透明コーントラップを用いることで既存の薬剤防除要否の判断時期(7月第5半旬)より早くに防除要否を判断できる可能性が示唆された。

7. 成果の公表及び特許

応用動物昆虫学会大会で口頭発表する予定。

(様式1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

ダイズ害虫のウコンノメイガに対する フェロモンを用いた発生予察技術の確立 (3)

青木由美、黒田貴仁、小池潤

富山県農林水産総合技術センター農業研究所

[〒939-8153 富山県富山市吉岡 1124-1]

1. 調査背景と目的

多くの害虫種において、合成フェロモンを用いた発生予察が行われている。ウコンノメイガのフェロモン成分はすでに解明され、富山県では合成物と SE トラップを用いた試験に基づき要防除水準を設定しているが、トラップへの捕獲効率が低いことなどから発生予察には利用されていない。これまでの試験でトラップの形状を SE 型から透明コーン型にすることで、合成フェロモントラップへの捕獲効率が高まることが明らかとなった(渋谷ら, 2019)。そこで本課題では、透明コーン型のフェロモントラップを用いたウコンノメイガに対する発生予察技術の開発に向けて、その有効性を評価するとともに、トラップの種類や品種の変更に伴う要防除水準の改定に向けた検討を行う。

2. 調査方法

(1) 透明コーン型のフェロモントラップによる調査および有効性の評価

1) 調査圃場

富山県内の4地区において、「エンレイ」5圃場、新品種「えんれいのそら」8圃場の計13圃場で調査を行った(表1)。調査圃場は、条間が80cm、栽植本数は14.1~20.9本/m²であった。

表1 試験圃場の設置状況

地区	品種	圃場数 (圃場No.)	播種日	開花期
R1-A 富山市上大久保	えんれいのそら	2 (No.1,2)	6月2~3日	7月20日
	エンレイ	2 (No.3,4)		
R1-B 立山町利田	えんれいのそら	2 (No.5,6)	6月4~5日	7月22日
	エンレイ	2 (No.7,8)		
R1-C 立山町下段	エンレイ	1 (No.9)	5月30日	7月21日
R1-D 富山市吉岡	えんれいのそら	1 (No.10)	5月24日	7月15日
		3 (No.11-13)	6月3~5日	7月21日

注1)各地区の調査圃場は単一経営体

注2)A地区のNo.1圃場では8月7日、D地区のNo.11-13圃場では7月26~30日にウコンノメイガを対象とした殺虫剤を散布

2) 調査方法

(ア) 透明コーントラップ調査

畦畔から10m以上離れたダイズ圃場内の畝上に、ウコンノメイガのフェロモン剤を取り付けた透明コーン型のトラップ(以下、コーントラップ)を設置した。設置高は、畝上からコーントラップ底面までの距離が30cmとなるようにし、中耕後は高くなった畝に合わせて設置し直した。フェロモン剤はトラップ円錐内部の針金に取り付け、約1か月後に交換した。また、トラップ上部(捕獲部分)には殺虫プレートを1枚入れ、捕獲虫を殺虫した。コーントラップへの誘殺数は、6月26日から8月28日まで5~8日間隔で調査した。

(イ) たたき出し調査

圃場内で両側の畝のダイズ草冠を直径5mm、長さ1.5mの棒でたたきながら畝間を100m歩き、

(様式1)

出てきた成虫数を数えた。調査は、コーントラップ誘殺数の調査日にトラップから離れた畝を任意に選んで行った。

(ウ) 葉巻数および草冠高の調査

圃場内の平均的な生育をしている4か所において、各2mを葉巻調査地点として固定し、6月26日から8月21日まで5～8日間隔で葉巻数を数えた。また、葉巻調査地点1か所につき、ダイズ1本について地際から最上位葉までの高さを測定した。

(2) 透明コーン型とSE型のフェロモントラップにおける誘殺数の比較

コーントラップを設置した同一圃場内に、ウコンノメイガのフェロモン剤を取り付けた白色SEトラップを草冠高および畝上10cmの高さに設置した。それぞれのトラップは10m以上離れた。SEトラップへの誘殺数は、6月26日から8月28日まで5～8日間隔で調査し、粘着板は調査ごとに交換した。フェロモン剤は粘着板の中央に取り付け、約1か月後に交換した。

(3) 「エンレイ」と「えんれいのそら」における各調査結果の比較

調査(1)の結果を用い、品種別にウコンノメイガのコーントラップ誘殺数、たたき出し成虫数および葉巻数について比較した。

3. 調査結果

(1) 透明コーン型のフェロモントラップによる調査および有効性の評価

1) コーントラップ誘殺数、たたき出し成虫数および葉巻数の推移

- ・各地区のいずれの圃場においても、越冬世代成虫のコーントラップ誘殺数とたたき出し成虫数の推移はほぼ同調していた(図1)。コーントラップ誘殺数は7月9～31日、たたき出し成虫数(越冬世代)は7月9～23日の調査でピークとなった。
- ・葉巻数は7月下旬から8月上旬にかけて急激に増加し、8月中下旬に最多となった。

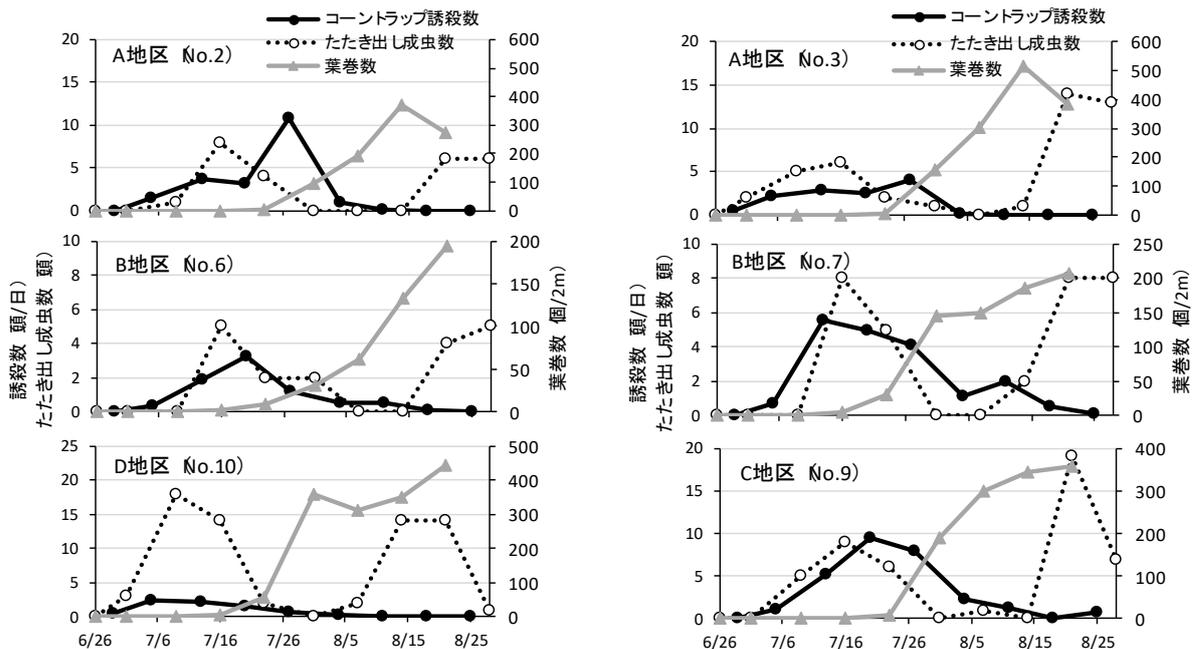


図1 各地区の主な圃場におけるコーントラップ誘殺数、たたき出し成虫数および葉巻数の推移
(左) えんれいのそら、(右) エンレイ

(様式 1)

2) 調査期間におけるたたき出し総成虫数、コントラップ総誘殺数および最多葉巻数の関係

- ・ 6月26日から7月31日までのたたき出し総成虫数とコントラップ総誘殺数（圃場 No. 10 を除く）の間に正の相関が認められた（図2）。播種時期が早い圃場（圃場 No. 10）では、たたき出し総成虫数が多かったが、コントラップ総誘殺数は他の圃場に比べて少なかった。
- ・ 6月26日から7月31日までのコントラップ総誘殺数と8月中下旬の最多葉巻数との間には相関が認められなかった（図3）。

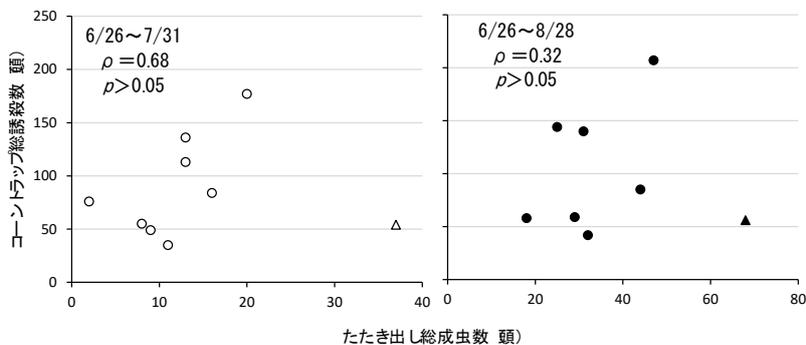


図2 たたき出し総成虫数とコントラップ総誘殺数の関係
 (左) 6月26日~7月31日、(右) 6月26日~8月28日
 注) ρ : Spearman の順位相関係数 (圃場 No. 10 Δ \blacktriangle を除く)

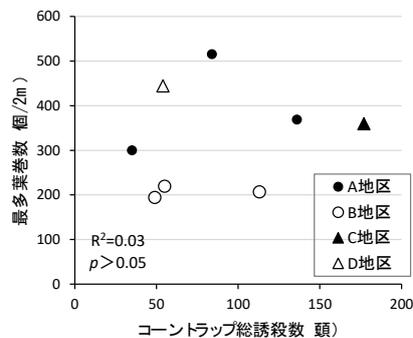


図3 6月26日から7月31日までのコントラップ総誘殺数と8月中下旬の最多葉巻数

- ・ 各調査日における調査圃場の草冠高とたたき出し総成虫数およびコントラップ総誘殺数との関係をみると、7月9~23日の草冠高とたたき出し総成虫数との間に有意な正の相関が認められた（図4）。

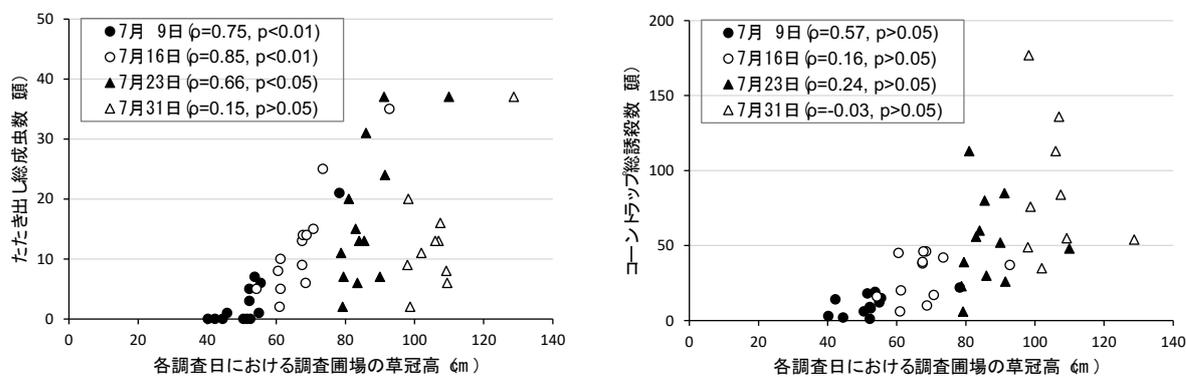


図4 各調査日における調査圃場の草冠高と6月26日から調査日までのたたき出し総成虫数およびコントラップ総誘殺数
 (左) たたき出し総成虫数、(右) コントラップ総誘殺数
 注) ρ : Spearman の順位相関係数 (7/31は殺虫剤を散布した圃場 No. 11-13 を除く)

3) フェロモントラップに混入した非標的チョウ目昆虫

- ・ コントラップには、ウコンノメイガ成虫のほか、斑紋や大きさが異なるモモノゴマダラノメイガ等の非標的チョウ目昆虫の混入が認められたが、6月26日から7月31日の調査では、ウコンノメイガの越冬世代成虫が優占して捕獲された（図5）。

(様式 1)

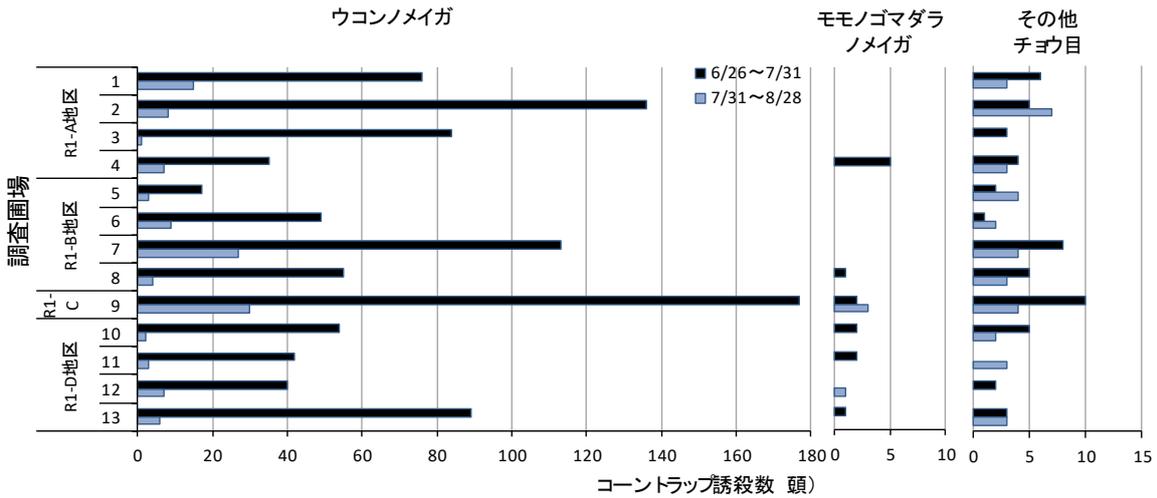


図5 コーントラップに誘殺されたチョウ目昆虫の成虫数

(2) 透明コーン型とSE型のフェロモントラップにおける誘殺数の比較

- ・たたき出し成虫数とコーントラップ誘殺数（圃場 No. 10 を除く）との間に正の相関が認められたが、草冠高および畝上 10cm に設置した SE トラップ誘殺数との間にはほとんど相関がみられなかった（図6）。
- ・6月26日から7月31日までの各種トラップ誘殺数と8月中下旬の最多葉巻数との間には、関係が認められなかった（図7）。1日当たり誘殺数に基づき算出した各種トラップにおける調査期間別誘殺数（7月1-2、1-3、1-4、1-5 半旬）と最多葉巻数との間においても有意な関係は認められなかった（データ省略）。

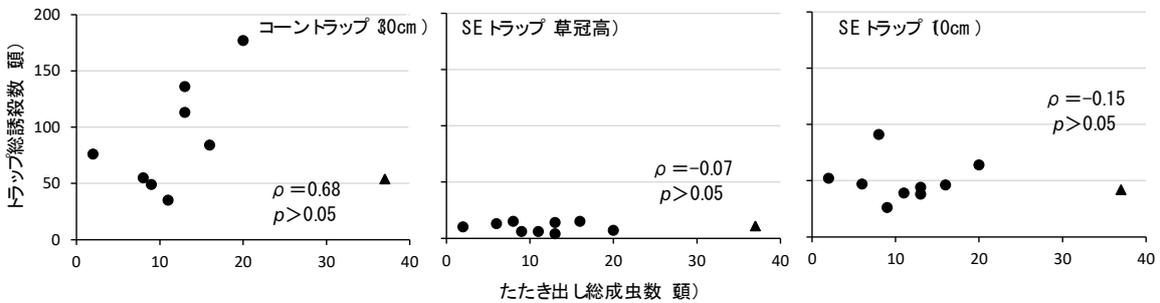


図6 たたき出し総成虫数と各種トラップ総誘殺数の関係

注) 調査期間：6月26日～7月31日、 ρ : Spearman の順位相関係数（圃場 No. 10▲を除く）

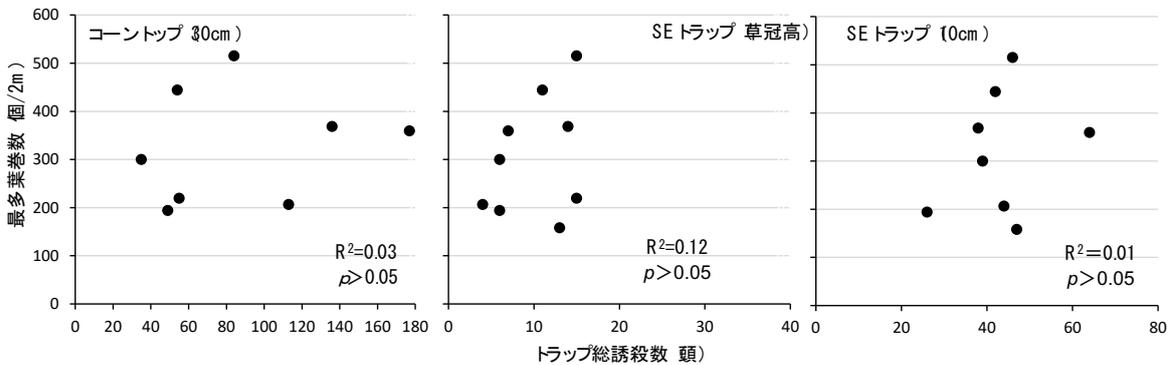


図7 各種トラップ総誘殺数と8月中下旬の最多葉巻数の関係

注) 調査期間：6月26日～7月31日

(様式1)

(3) 「エンレイ」と「えんれいのそら」における各調査結果の比較

- ・各地区のコーントラップ誘殺数、たたき出し成虫数および葉巻数の推移は、「エンレイ」圃場と「えんれいのそら」圃場とではほぼ同様であった(図1)。
- ・たたき出し総成虫数とコーントラップ総誘殺数(図8) およびコーントラップ総誘殺数と8月中下旬の最多葉巻数(図9)との間に、品種間で明らかな差は認められなかった。

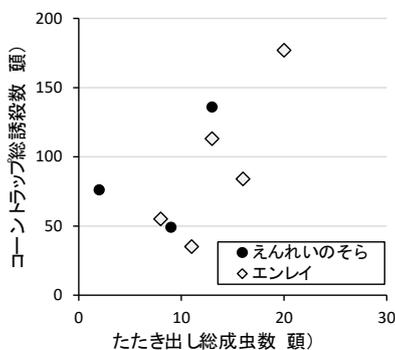


図8 たたき出し総成虫数とコーントラップ総誘殺数(図2を改変)

注) 調査期間: 6月26日~7月31日

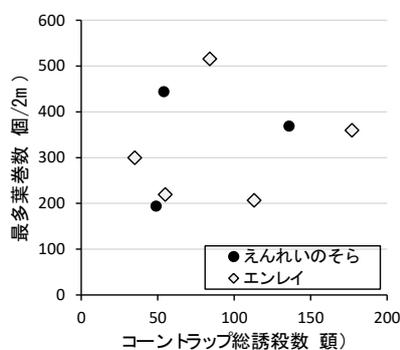


図9 コーントラップ総誘殺数と8月中下旬の最多葉巻数(図3を改変)

注) 調査期間: 6月26日~7月31日

4. 考察

- ・ダイズ圃場に飛来する越冬世代のウコンノメイガ成虫数をコーントラップにより調査した結果、従来のたたき出し調査の結果とほぼ同調した推移を示し、調査も簡便であったことから、有用性は高いと考えられる。
- ・7月上中旬の草冠高とたたき出し総成虫数との間に有意な正の相関が認められたことから、開花期頃までの生育量が成虫の飛来に影響を及ぼすことが示唆された。
- ・今年度の試験では、30cmに固定したコーントラップ誘殺数と最多葉巻数との間に相関が認められなかった。これは、播種時期が早い(草冠高が高い)圃場において、たたき出し調査で多数の成虫が確認されているにもかかわらず誘殺数が少ない傾向が認められたことから、トラップの高さと草冠高との関係が誘殺効率に影響したものと考えられる。また、7月末から8月上旬の高温少雨が幼虫の発育に影響し、最多葉巻数が少なくなった可能性も考えられる。
- ・「エンレイ」と「えんれいのそら」圃場において、成虫誘殺数や葉巻数などの推移に明らかな差が認められなかったことから、本種の発生は同程度であると考えられる。

5. 今後の課題

- ・コーントラップの高さと草冠高との関係が誘殺効率に及ぼす影響の検討
- ・「えんれいのそら」のコーントラップを用いたウコンノメイガの防除要否判断基準の策定
- ・ウコンノメイガ成虫の発生量に影響する要因の整理

6. 要約

透明コーン型トラップ調査は、従来のたたき出し調査法より簡便であり、有用性は高い。ダイズの生育量がウコンノメイガ成虫の発生量に影響を及ぼすことが示唆された。

7. 成果の公表及び特許 なし

(様式1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

ダイズ害虫のウコンノメイガに対する フェロモンを用いた発生予察技術の確立(4)

渡邊照之、安達直人、松田絵里子、吉田佳代

石川県農林総合研究センター

[〒920-3198 石川県金沢市才田町戊 295-1]

1. 調査背景と目的

ウコンノメイガではフェロモン成分が解明され、合成物による試験も行われてきたが、従来のSEトラップの捕獲効率が低いことから、発生予察には利用されてこなかった。しかし、トラップの形状をSE型から透明コーン型にすることで、フェロモントラップへの捕獲効率が改善することが明らかとなった(渋谷ら, 2018)。そこで、透明コーン型フェロモントラップを用いたウコンノメイガの捕獲数と叩き出し数、葉巻数、草冠高との関係を明らかにする。また、トラップは圃場の中央に設置していたが、圃場外縁側に設置することでより省力的な調査が期待できるため、設置場所による捕獲効率の違いも加えて検討する。

2. 調査方法

1) 調査場所・耕種概要：下表のとおり。なお施肥・栽培管理は現地慣行に準じた

No.	調査圃場	大豆品種	播種日	栽植密度(本/m ²)	殺虫剤散布日	備考
1	白山市明島1	里のほほえみ	6/5	14.6		
2	白山市明島2	里のほほえみ	6/4	13.8	8/1、	畝立同時播種
3	白山市明島3	里のほほえみ		14.8	8/10、	(2条1畝)
4	白山市明島4	里のほほえみ	6/5	15.3	9/8	
5	小松市長田1	里のほほえみ		20.4		
6	小松市長田2	里のほほえみ	6/6	27.5	7/26、	
7	小松市長田3	里のほほえみ	~	24.5	8/11、	畝立同時播種
8	小松市長田4	里のほほえみ	6/14	25.1	9/7	
9	小松市長田5	里のほほえみ		28.2		
10	農研1	里のほほえみ	6/5	11.2	8/13	

2) フェロモントラップ調査

フェロモントラップは、信越化学工業(株)製のフェロモンルアーと北陸拠点で作成した透明コーン型トラップを用い、ダイズ畝上30cmに設置した。ルアーはトラップ円錐内部の針金に取り付け、1か月ごとに交換した。トラップ設置は6月19日に行った。

(様式 1)

【設置場所】

- T1：圃場内部の調査区画中央部
 - T2：圃場に隣接した外部
 - T3：最も外側の畝端
 - T4：外側から 3 番目の畝端
 - T1'：圃場内部に設置し、トラップ周囲 1m のダイズ株を抜いたもの
- 発生予察調査には T1 の値を用いた。

T1~4 の検討については明島町 2, 3, 4、長田町 1, 2, 3 で行った。T1 と T1' の検討については明島町 1、長田町 5、試験場 1 で行った。

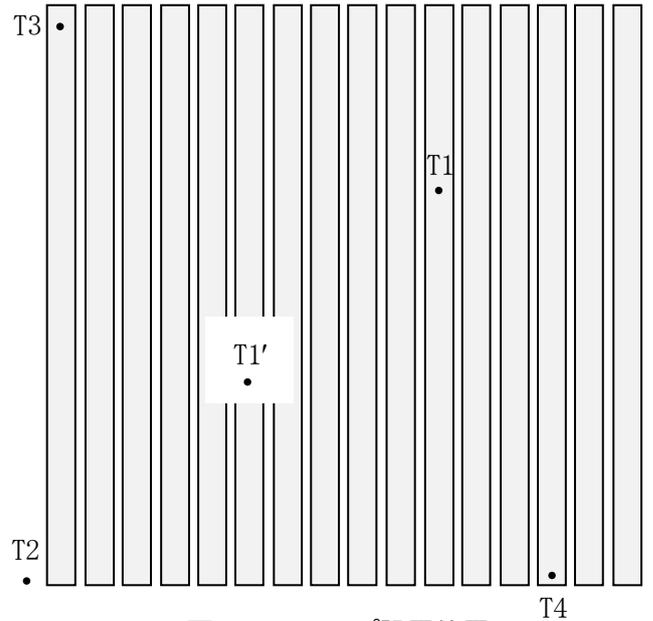


図 1 トラップ設置位置

3) 叩き出し調査

畝間を 1 圃場当たり 100m 歩きながら両側の草冠を棒で叩き、飛び出した成虫を計数した。

4) 葉巻数調査

調査地点はトラップを中心とした正方形の頂点付近の、生育が平均的な 4 か所の地点を選定した。調査地点は固定し、畝 2m/1 か所の葉巻数を調査した。

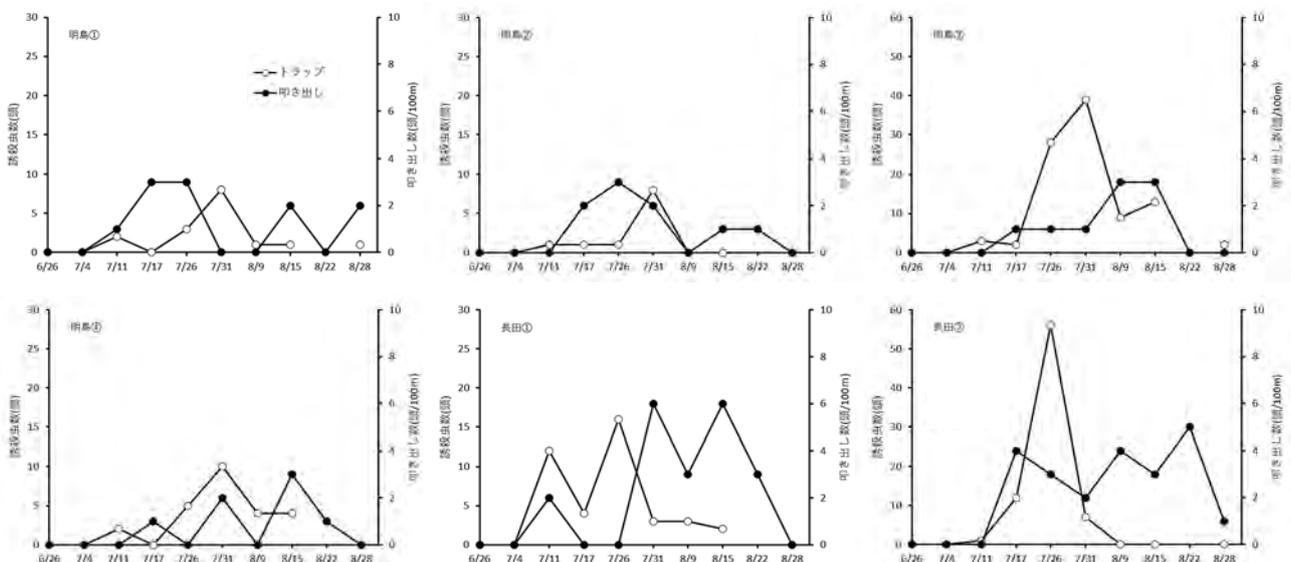
5) 草冠高調査

葉巻数調査と同様の 4 か所において、各地点で生育が平均的な箇所の草冠高を調査した。

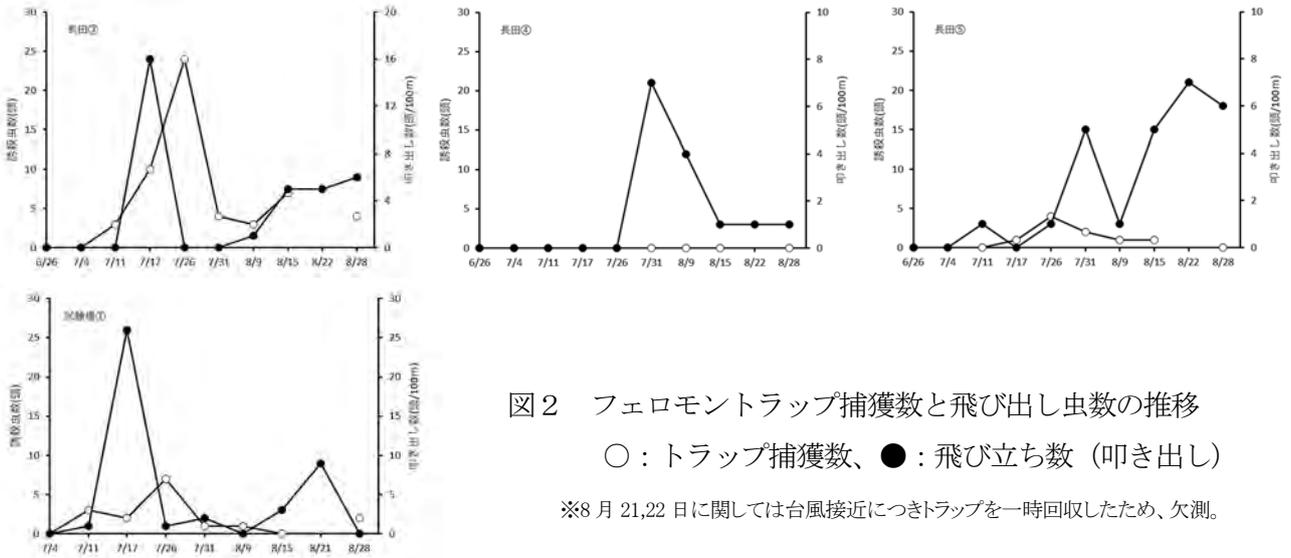
3. 調査結果

1) フェロモントラップ捕獲数と叩き出しによる飛び出し虫数の推移

トラップ調査から推定される本年の越冬世代成虫の大豆圃場における発生盛期は、概ね 7 月 26 ~ 31 日頃と推定されたが、叩き出し調査ではピークは判然としなかった。

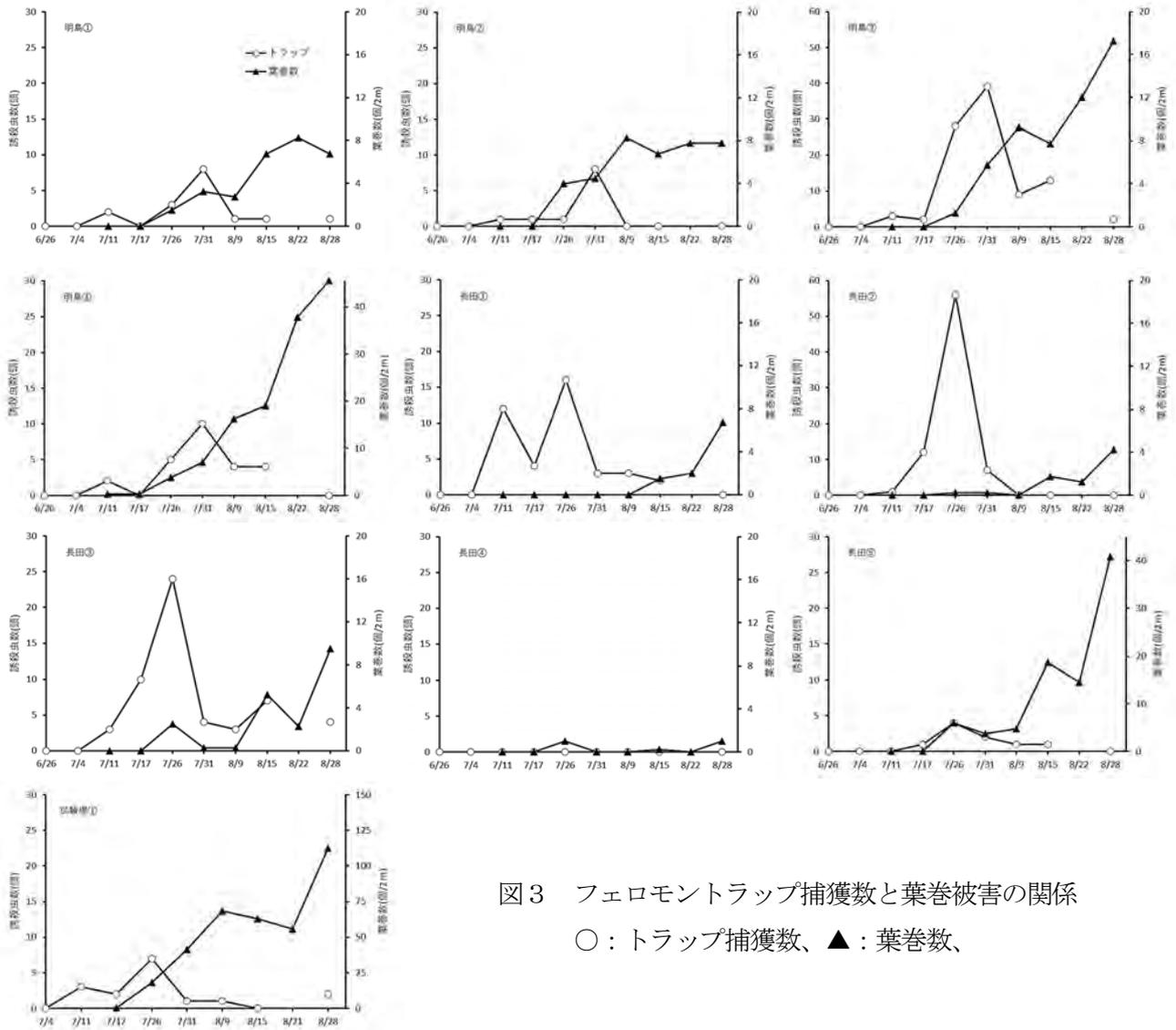


(様式1)



2) フェロモントラップ捕獲数と葉巻被害の関係

調査期間中に葉巻被害のピークはなく、トラップ捕獲数と葉巻被害盛期の関係は判然としなかったが、多くの圃場でトラップ調査のピークが7月第6半旬の葉巻増加初期と一致する傾向にあった。



(様式 1)

3) 草冠高と誘殺数、草冠高と葉巻被害の関係

有意な相関は得られなかった。

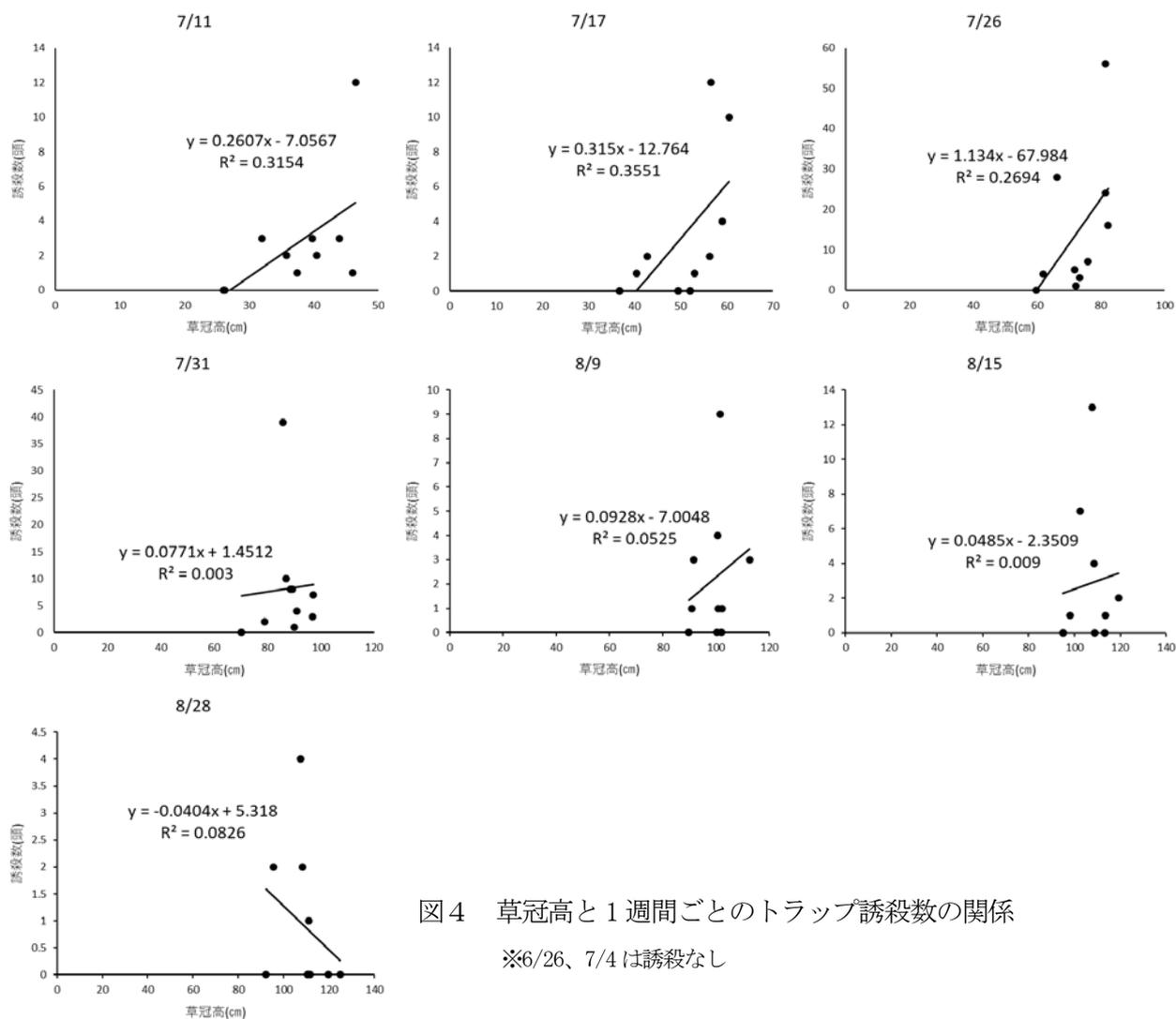


図 4 草冠高と 1 週間ごとのトラップ誘殺数の関係

※6/26、7/4は誘殺なし

(様式 1)

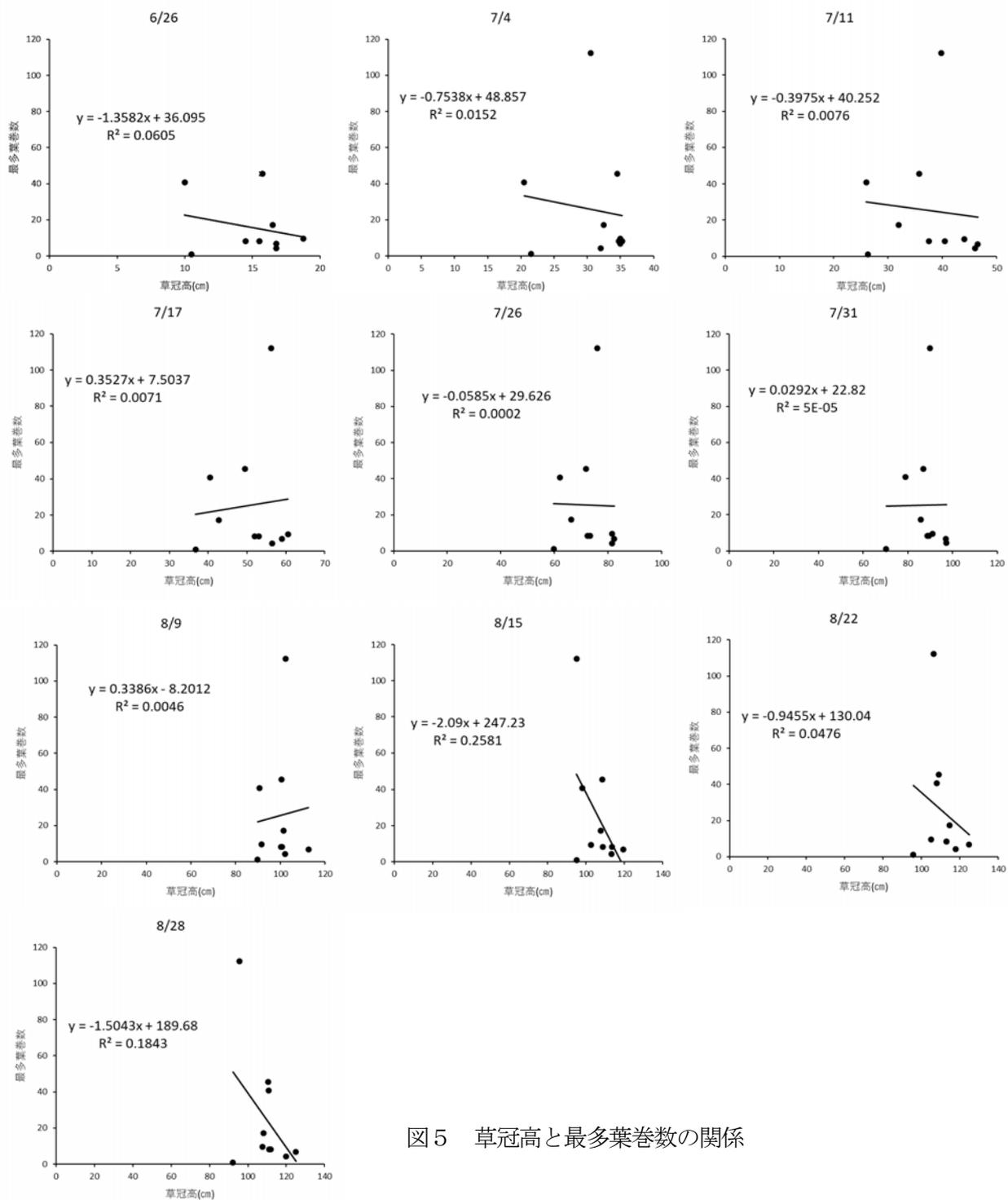


図5 草冠高と最大葉巻数の関係

(様式1)

4) 設置位置の検討

T1~4を比較すると、圃場内部に設置したT1の誘殺数が最も多く、T2~4との間にそれぞれ有意差が認められた。T2~4は互いに有意差は無かった。

T1と周囲の株を抜いたT1'には有意差が認められなかった。

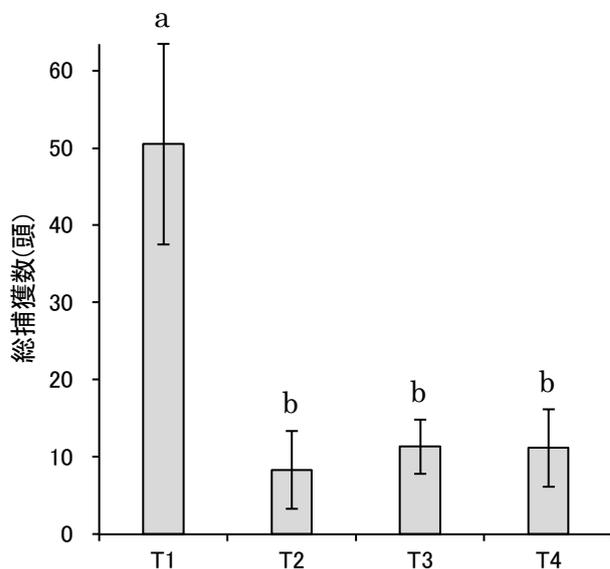


図5 各設置位置における誘殺数

異なる文字を付した系列間に有意差あり (Tukey の HSD 検定、 $p < 0.01$)
エラーバーは標準誤差

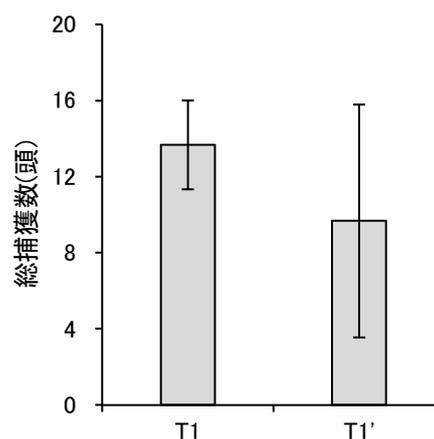


図6 設置環境の異なるトラップの誘殺数

エラーバーは標準誤差

4. 考察

ほとんどの圃場において、トラップ調査での初期飛来は叩き出し調査と同時もしくはより早く確認できた。また、捕獲数は叩き出しによる確認数より多かったため、捕獲効率は高く、叩き出しより優れた予察技術と考えられる (図2)。

トラップのピークから葉巻の増加初期を予測できることが示唆されたため、発生予察手法として有効であると考えられる (図3)。

発生予察として用いる際は、捕獲効率の高い圃場内部に設置することが適当と考えられる (図4)

5. 今後の課題

引き続き調査を行い、年次変動を明らかにする。

6. 要約

フェロモントラップを圃場内部に設置することで、叩き出しに比べて捕獲数が多く、発生消長をより効率良く捉えられる。

7. 成果の公表及び特許

なし

(様式1)

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

ダイズ害虫のウコンノメイガに対する フェロモンを用いた発生予察技術の確立(5)

氏名 高岡 誠一、白崎 良登

所属 福井県農業試験場

[〒918-8215 住所 福井県福井市奈町 52-21]

1. 調査背景と目的

ウコンノメイガの合成性フェロモンはすでに開発されているが、一般的に使用されているSEトラップでは捕獲効率が低く、発生消長を把握することは困難である。トラップの形状を透明コーントラップに代えることで、捕獲効率が向上することが明らかとなった。そこで本課題では、透明コーン型のフェロモントラップを用いたウコンノメイガに対する発生予察技術の確立を目的とする。

2. 調査方法

1) 試験地場所・耕種概要

地区名	試験地場所	品種	面積	栽植本数(本/m)	播種日	収穫日
A地区	福井市奈町	里のほほえみ	4ha	18.0	6月4日	10月31日
B地区	坂井市丸岡町末政	エンレイ	4ha	17.5	6月6日	10月30日

A地区	6/4 クルザーMAXX	7/24 サイノックス粉剤	8/12 ベルコートスチオン粉剤	9/5 ダントツH
B地区	6/6 クルザーMAXX	8/6 プレハツソアブル	8/13 カスケード乳剤	8/29 アミスタートレボンSE

2) フェロモントラップ調査

福井県内の2地区(A地区、B地区)合計6圃場に合成性フェロモンを取り付けた透明コーン型のトラップを圃場中央部に設置し、7月1半旬から8月6半旬まで原則毎日、誘殺数を調査した。設置高(畝上面からトラップ底面までの距離)は30cmで固定した。

3) 叩き出し調査

フェロモントラップ調査圃場で7月1半旬から8月6半旬まで原則7~10日間隔で、歩く距離が100mになるまで畝間を歩きながら両脇の畝のダイズ草冠を叩き、飛び出した成虫を計数した。

4) 葉巻数調査

フェロモントラップ調査圃場で、7月1半旬から8月6半旬まで原則7~10日間隔で畝2mの範囲にある葉巻数を計数した。

5) 生育調査

上記の調査時に、ダイズの生育調査として、草冠高、葉数、葉色(SPAD)について調査した。

(様式1)

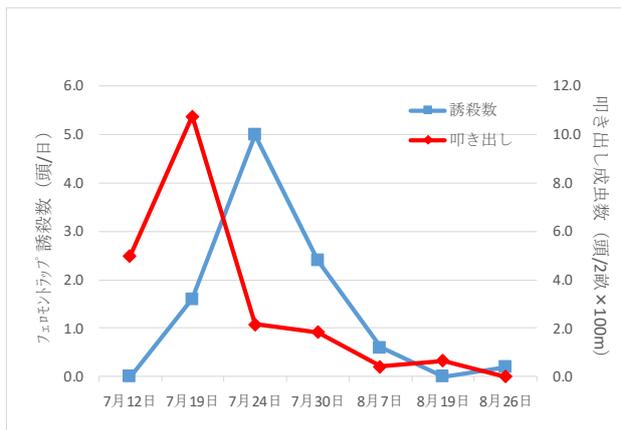


図1 フェロモントラップ誘殺数と叩き出し数の推移 A地区

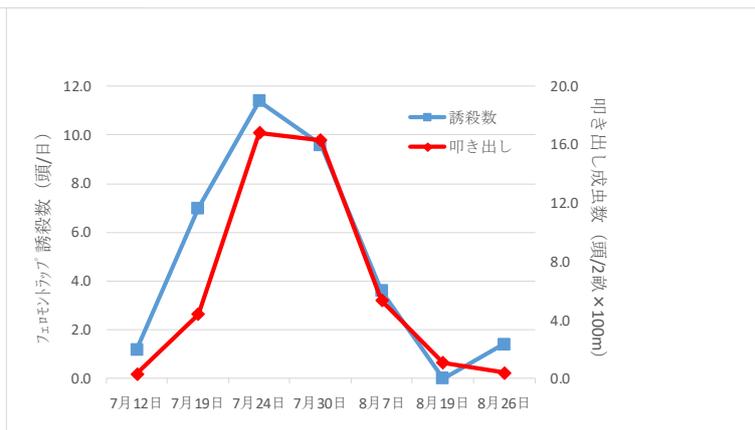


図2 フェロモントラップ誘殺数と叩き出し数の推移 B地区

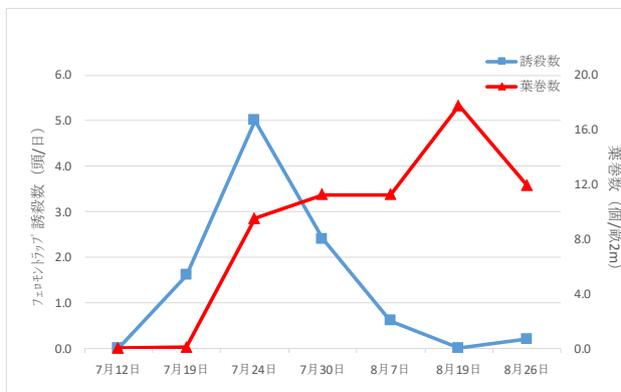


図3 フェロモントラップ誘殺数と葉巻数の推移 A地区

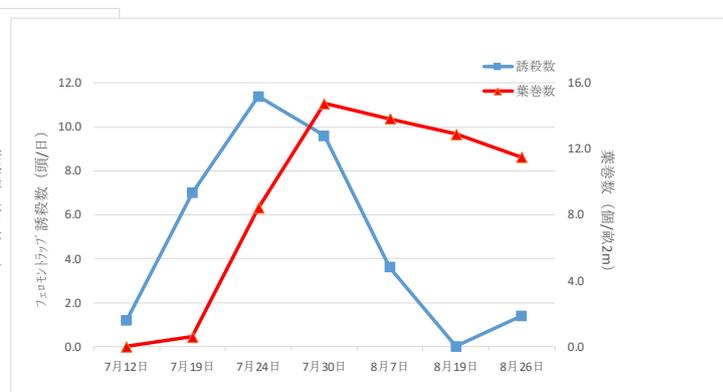


図4 フェロモントラップ誘殺数と葉巻数の推移 B地区

トラップNo.	①	②	③
草冠高 (cm)	59.7	56.6	67.6
葉数 (枚/茎)	30.3	27.7	36.3
葉色 (SPAD値)	30.8	32.6	37.5
フェロモントラップ総誘殺数	6	18	69

注) 生育調査は7月19日 (フェロモントラップ誘殺最盛期) に行った

トラップNo.	①	②	③
山林からの距離 (m)	176	329	682
フェロモントラップ総誘殺数	139	34	45

(様式1)

3. 調査結果

1) ウコンノメイガ成虫のモニタリングにおけるフェロモントラップの有効性

・B 地区では、フェロモントラップ誘殺数の推移は、叩き出し調査による成虫数の推移と一致した(図2)。

・A 地区ではフェロモントラップ調査と叩き出し調査と比較すると、B 地区での発生活消長に比べ合致していないのは、成虫の発生初期から最盛期の間、培土作業や殺虫剤の散布が実施され、この影響を受けたためと考えられた(図1)。

2) フェロモントラップ誘殺数と葉巻数の推移

・フェロモントラップ誘殺数の推移と葉巻数の発生推移を比較すると、A 地区、B 地区ともに、フェロモントラップでの誘殺から約7~10 日後に葉巻が発生することが明らかになった(図3, 4)。

・B 地区ではA 地区に比べ、フェロモントラップでの誘殺数は多いが葉巻数は少なかった要因としては、8月6日に行った無人ヘリによるプレバソンフロアブルによる薬剤散布の効果が高かったためと思われる。

3) ダイズの生育量がフェロモントラップの誘殺数に与える影響

・A 地区では、土壌環境や、肥培管理、降雨後の排水の良し悪しなどの違いから、トラップの設置地点間でダイズの生育に差がみられた。フェロモントラップでの誘殺数は、葉色が濃く生育が旺盛な地点では、誘殺数が多く発生活消長も明確に把握することができたが、生育の悪い地点では、発生活消長がわからないほど誘殺数が少なかった(表1)。

4) 山林からの距離がフェロモントラップの誘殺数に与える影響

・B 地区では、山林からの距離を変えてトラップを設置した。山林に最も近い調査地点での誘殺数が多く、山林から300m 以上離れると誘殺数は少なくなることが確認された(表2)。

4. 考察

透明コーン型のトラップを用いたフェロモントラップは、従来のSE トラップに比べ誘引性が高く、モニタリングが可能であり、実用性は高いと思われた。また、フェロモントラップ設置場所としては、圃場内の生育が良好な場所に設置することによって、誘殺数が増加し、より精度の高い調査が可能と考えられた。

5. 今後の課題

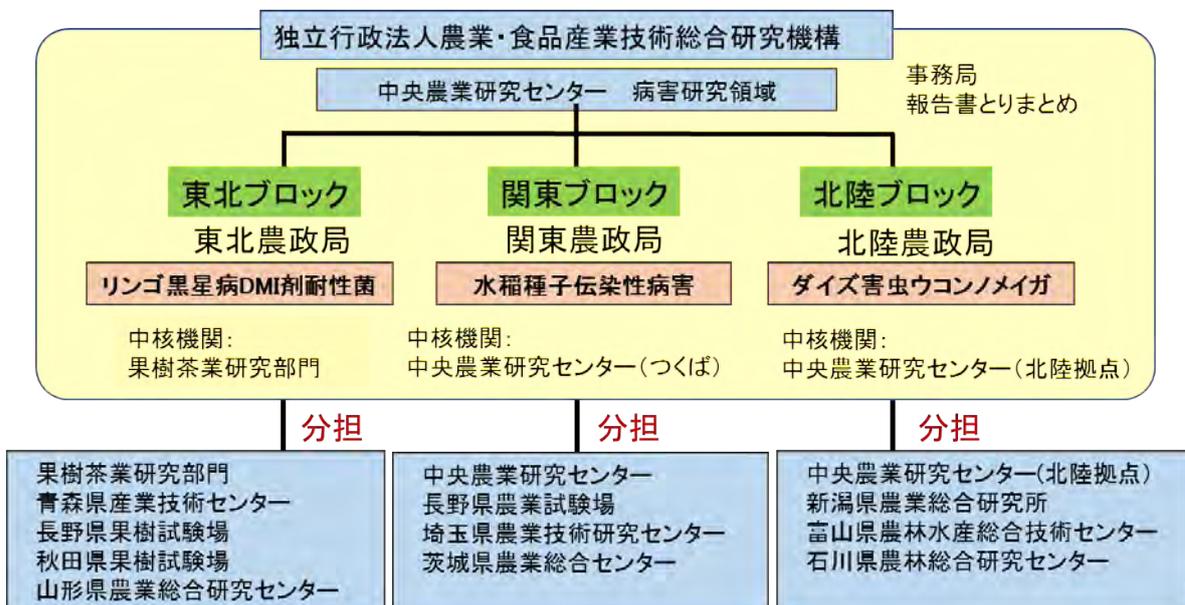
フェロモントラップによるモニタリング調査に影響する要因を明らかにし、より誘殺数を向上させる。

6. 要約

福井県内の現地圃場(2 地区合計6 圃場)で透明コーン型のフェロモントラップによる発生活消長調査と各種調査を行った。透明コーン型のフェロモントラップは誘引性が高く、従来の叩き出し調査結果とも一致することから、モニタリングが可能であり、実用性は高いと思われた。ダイズの生育量など、フェロモントラップの誘殺数に影響を与える要因を明らかにし、誘引性を向上させることが重要であることが示唆された。

防除体制再編に向けた取り組み状況

本事業においては、現在、地域で問題となっている、又はなりつつある病害虫を対象として、モデル的に地域ブロック単位で、都道府県が課題を共有し、試験等を分担して防除体系等を確立する体制の構築を実証することを目的とする(下図)。ここでは、地方農政局を調整役とした効率的な体制の構築に向けた、3ブロック(東北、関東、北陸)の今年度の取り組み状況を報告する。



(1) 事業推進検討会

<キックオフ会議>

各地方農政局も出席し、本事業目的と令和元年度研究計画などに関して情報共有を図った。関東ブロックは農政局の会議室を会場としてキックオフ会議を開催した。年度末の成績検討会では、農政局を中心に会議の準備にあたることを確認した。なお、研究課題の進行管理と取りまとめは各課題責任者が行い、事業全体の取りまとめは中央農研が担うことを確認した。東北では岩手と山形両県がオブザーバーとして参加した。

<成績検討会>

東北・関東・北陸ブロックは、いずれも農政局の会議室での開催となった。東北ブロックは、東北農政局で開催し、農政局の担当者も出席した。関東農政局は、会議室の手配・プレゼンの準備などを担当した。富山県からの情報提供と兵庫県からの飛び入りの情報提供があった。北陸農政局は、会場準備や他の農政局への連絡、参画機関以外の参加者の取りまと

め等を担当した。

(2) 農政局を中心とした防除体制再編に向けた課題、意見など

農林水産省、関東農政局、農研機構、各県の意見を聞き取り、総合した現状と課題は次のとおりである。技術的課題を提案されたもの以外で現在問題となっている課題や蔓延が危惧される病害について、植物防疫協議会等で関東農政局が取りまとめて課題を共有すること、農研機構はこれら取りまとめた課題の情報共有が可能な媒体を開発すること、県間は課題の実施にあたり共同で行うことにより得られる成果を共有できる契約を結ぶことで、都道府県で人員が少ない研究遂行上のデメリットを克服するための体制が確立できる可能性があることが、多くの議論からまとまってきた。ただし、予算的な措置が国からなされる必要性がいずれのブロックからも要望された。

(3) 参画機関間の協力や連携

会議時を含め、密接に意見交換を行っている。また、実験材料を融通しあったほか、試験方法の情報については共有化を図っている。

(4) 防除基準（案）策定の見通し

北陸ブロックでは、ウコンノメイガのフェロモントラップの発生予察技術について暫定的な防除水準ができつつあり、来年度は防除基準を提案する見込みである。関東ブロックでは、ばか苗病に対して防除効果の高い体系が一部確認できている。東北ブロックでは、青森県で黒星病の防除薬剤としてパレード 15 フロアブル 2000 倍及びペンコゼブ水和剤 600 倍液が令和 2 年度りんご病害虫防除暦および農作物病害虫防除指針に新たに採用され、耐性菌対策がなされた。