令和４年度　成績概要書

課題コード（研究区分）：3102-326521（経常（各部）研究）

１．研究課題名と成果の要約

１）研究成果名：薬剤耐性菌の発生に対応したリンゴ黒星病の防除対策

２）キーワード：黒星病、耕種的防除、重点防除時期、耐性菌、りんご

３）成果の要約：黒星病菌子のう胞子の飛散は４月から始まり、５月から６月中旬に増加することから、展葉１週後～落花 20 日後までを重点防除時期とした。DMI 剤及び QoI 剤以外の薬剤によるリンゴ黒星病の防除対策を提案した。また、融雪後に前年罹病落葉を乗用芝刈機で粉砕することにより子のう胞子飛散量が減少し感染リスクを低減できる。

２．研究機関名

１）代表機関・部・グループ・役職・担当者名：中央農業試験場・病虫部・予察診断グループ・研究主任・森万菜実

２）共同研究機関（協力機関）：道南農業試験場・研究部・作物病虫グループ、中央農業試験場・病虫部・病害虫グループ（渡島農業改良普及センター、後志農業改良普及センター北後志支所）

３．研究期間：令和 2～4 年度　（2020～2022 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

2016、2017 年とリンゴ黒星病の多発生が続いたため一次感染源である罹病落葉も増加し、本病初発時期が早まった。本病多発の一因に道内各地で本病の DMI 剤、QoI 剤耐性菌の発生があげられ、薬剤による防除に苦慮している。また北海道のりんご作付面積のうち４分の１を占める YES!clean 登録産地で本病に対する防除回数の増加により YES!clean 認証栽培の継続が困難となっている。

２）研究の目的

リンゴ黒星病の発生を減少させるために、一次感染源である子のう胞子の飛散条件、初発時期の調査から重点防除時期を設定し、DMI 剤、QoI 剤以外の代替薬剤の防除効果や残効期間を検討する。また一次感染源の密度を低減させ、現地で容易に取り組める耕種的防除法を提案する。

５．研究内容

１）リンゴ黒星病子のう胞子モニタリングによる感染リスクの高い時期の特定（R2～4 年度）

・ねらい：子のう胞子のモニタリングと気象条件の解析から感染リスクの高い時期を把握する。また既存の子のう胞子飛散及び初発予測モデルである浅利モデルについて、北海道での防除指導に利用できるか検証する。

・試験項目等：子のう胞子の飛散モニタリングの実施、モニタリング結果と気象データからの胞子飛散条件の検討。浅利モデルの検討。

２）代替薬剤の防除効果の検討（R2～4 年度）

・ねらい：代替薬剤の防除効果、残効期間を明らかにし、DMI 剤、QoI 剤に頼らない効果的な防除の検討を行う。

・試験項目等：代替薬剤をりんごの生育期別に１回散布した防除効果の確認と、防除開始時期の決定。散布間隔を変えた代替薬剤散布条件下における発病程度の調査。

３）耕種的防除法の検討（R2～4 年度）

・ねらい：子のう胞子の飛散源である罹病落葉を粉砕処理し、生産者が実施可能な耕種的防除法を開発する。

・試験項目等：落葉分解に係るモデル試験の実施、現地園地での乗用芝刈機による落葉粉砕処理の検討、発病程度の調査。

６．研究成果

１）年次によって子のう胞子の飛散量やピーク期は若干異なるが、概ね展葉前から飛散は始まり、5 月中は飛散量が増加し、6 月中旬までは多い状況が続いた。特に降雨時や降雨の後に飛散量は増加した（図 1）。

２）浅利モデルによる推定子のう胞子飛散開始日は、展葉期の前となることもあり防除開始には早すぎるため、本モデルを基に薬剤散布を行うことは現実的ではないと考えられた（データ省略）。

３）りんごの生育期別１回散布試験において展葉１週後から開花始の防除効果が高かった（図 1）。防除効果は年次によってばらつきがあったが、子のう胞子の飛散タイミングが異なるためと考えられた。防除開始時期は展葉後の葉を守るため、展葉１週後とし、子のう胞子の飛散量の多い落花 20 日後（6 月中旬）までを重点防除時期とする（図 2）。

４）代替薬剤を１及び２週間隔で散布、効果を確認し、１及び２週間隔散布ともに防除価 99 以上と効果の高い薬剤（効果 A）、２週間隔散布で効果がやや低下するが１週間隔散布で防除価 90 以上と効果の高い薬剤（効果 B）、１週間隔散布で防除価 80 以下と効果のやや低い薬剤（効果 C）の３区分に分けられた（表 1）。重点防除時期は効果 A の薬剤を中心に、効果 B の薬剤と組み合わせて散布間隔が開きすぎないように防除を実施する（図 2）。

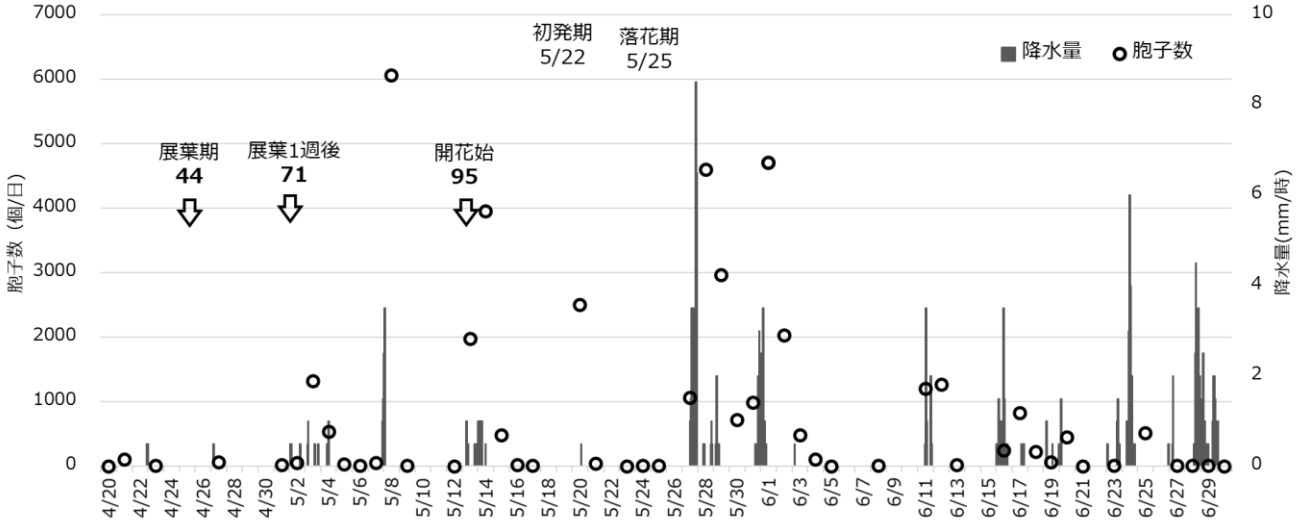
５）乗用芝刈機を融雪後に用いると落葉を地面から剥がし、細かく粉砕することが出来た。落葉粉砕処理は落葉の乾燥を促すと推測された（データ省略）。

６）落葉粉砕処理の効果は、乾燥による子のう胞子の発芽力の喪失である（データ省略）。

７）罹病落葉を乗用芝刈機で粉砕すると子のう胞子飛散量は抑制され、無処理より初発が遅れた。その効果は落葉粉砕の時期が融雪後早いほど高かった（表 2）。粉砕処理は融雪 2～3 週間経って下草が少し伸び乗用芝刈機が使用できるようになったらなるべく早く、遅くとも展葉期までに行う。

８）以上のことからりんごの生育期別に黒星病の感染様式と防除のモデルを示した（図 2）。

＜具体的データ＞



注：胞子数（○）は0のときは無記載
矢印はイミノクタジン酢酸塩液剤1500倍1回散布時期、数字は防除価（発病葉率より算出）、無散布区の発病葉率は50.8%
調査日：6/13、品種「昂林」

図１：子のう胞子の飛散状況とりんご生育期別散布の防除効果（中央農試、2022 年）

表１：代替薬剤の防除効果と耐性リスク

薬剤名（FRACコード）	希釈倍率	効果	使用回数	耐性リスク
インピルフルキサム水和剤F(7)	4000	A	3	中～高
シプロジニル水和剤DF(9)	1000～2000	A	4	中
イプフルフェノキン水和剤F(52)	2000～4000	A	3	中～高
ピラジフルミド水和剤F(7)	2000	B	2	中～高
チウラム水和剤F(M3)	500	B	5	低
マンゼブ水和剤(M3)	500	B	3	低
キャプタン水和剤(M4)	800	B	6	低
TPN水和剤DF(M5)	1000	B	3	低
フルオルイミド水和剤DF(M11)	1500	B	3	低
有機銅水和剤DF(M1)	1000	C	4	低

注1：効果A；1，2週間隔散布どちらとも防除効果が高い、効果B；1週間隔散布で防除効果が高い、効果C；防除効果がやや低い
注2：FRACコードとは、薬剤耐性対策委員会（FRAC)によって示された交差耐性パターンと作用機構で分類された殺菌剤グループである。耐性リスクはJapanFRAC作成ガイドラインによる。

表２　落葉粉砕処理による子のう胞子数と病葉率

	処理内容	捕捉子のう胞子総数	子のう胞子捕捉期間	初発日	6/29 病葉率
処理a	4/15乗用芝刈機による粉砕処理	59	5/2-6/15	6/15	0.7**
処理b	5/2ハサミで2cm角に粉砕したモデル	1970	4/19-6/21	ー	ー
処理c	5/16ハサミで2cm角に粉砕したモデル	2582	4/19-6/21	ー	ー
無処理		24023	4/19-6/21	6/7	5.3

注：2022年現地試験による。調査期間は4/19-6/21。処理bおよびcは無処理区内に設置した塩ビ管内におけるモデル試験で、指定時期に塩ビ管内の落葉をハサミで粉砕した。このため初発日および病葉率調査はなく、ーで示した。
**：T検定により無処理に対して危険率5%で有意差あり。

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
生育期	剪定	発芽	展葉　開花	満開	落花		収穫		落葉始
黒星病感染			子のう胞子飛散時期は展葉期から落花20日後（6月中旬）まで		初発後病気は蔓延し発病程度は高まる高温時には病勢が弱まるが、気温が下がると再び強まる				
防除		乗用芝刈機による落葉粉砕処理	重点防除時期：展葉1週後から落花20日後 効果Aの薬剤を中心に、効果Bの薬剤と組み合わせ、散布間隔が開きすぎないようにする（効果Aの薬剤は同系統の複数回の使用を控える）		効果Bの薬剤を中心として防除、効果Cの薬剤は気温の高い夏季に使用する				

注1：薬剤の効果については表1を参照

図２：リンゴ黒星病感染様式及び防除モデル

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

・本成果は薬剤耐性菌が発生しているリンゴ黒星病の防除対策として活用する。
・りんご栽培におけるクリーン農業技術体系で定められている殺菌剤防除回数は基幹 9～10 回（熟期による）、臨機３回であるが、本成果による黒星病の防除回数は年 11 回程度と想定される。

２）残された問題とその対応

なし

８．研究成果の発表等

令和３年度北日本病害虫研究発表会(R4 年２月 17,18 日)
令和４年度日本菌学会大会(R4 年８月 20～28 日)　令和４年度日本植物病理学会北海道部会（R4 年 10 月 14 日）