

③ *Fusarium* 属菌

イネばか苗病菌 *Fusarium fujikuroi*

ムギ類赤かび病菌 *Gibberella zeae*, *Monographella nivalis*

ムギ類紅色雪腐病菌 *Monographella nivalis* (*Microdochium majus*, *Microdochium nivale*)

ラッキョウ乾腐病菌 *F. oxysporum* f.sp. *allii*

チューリップ球根腐敗病菌 *F. oxysporum* f.sp. *tulipae*

上記、*Fusarium* 病で実用上の薬剤感受性の低下が顕在化している薬剤は、MBC 剤（メチルベンゾイミダゾールカーバメート剤）、ステロールの脱メチル化阻害剤である DMI 剤であり、今後は QoI 剤の耐性菌の発生も懸念されるところである。

イネや球根植物では、種子や球根の消毒に用いられており、ムギ類ではかび毒対策の必要性から、薬剤には高い防除効果が要求される。いずれも代替剤に乏しく、耐性菌の発生を防ぐための取り組みが重要である。なお、種子・球根消毒では、薬剤の処理回数は少ないものの、高濃度の薬剤が長期間残存する条件に病原菌が曝される。また、これらが主要な伝染源である場合、耐性菌であることが生存上の優位性を保つ重要な形質となっている。このため、一般に耐性菌が発生したときの耐性菌比率は高い傾向にある。一方、赤かび病菌群の中でも、種子伝染の重要性があまり高くない *F. graminearum* sensu stricto の場合は、種子伝染性病害のように耐性菌比率は高くないと推定される。ただし、海外では *F. graminearum* の DMI 感受性が徐々に低下している事例があり (Anderson et al., 2020)、継続的なモニタリングが必要な状況にある。

広く用いられている検定法について、表③ 1 に標準的手法として取りまとめた。MBC 剤、DMI 剤、QoI 剤ともに他の病原菌での検定法と同様であるが、以下のような特徴がある。

一般に、海外も含めて DMI 剤は EC₅₀ で感受性を評価することが多いが、わが国ではイネばか苗病菌の感受性を MIC で評価する場合が多い。近年、顕在化してきたばか苗病菌のプロクロラズ剤耐性菌の場合、MIC 値での感受性の識別が可能であるとされる。その他の DMI 剤でも、2 峰性にはならずとも、特定の濃度以上を耐性菌として扱われており、再現性が課題である。また、MIC で評価する場合、検定濃度の段階設定の違いによって、検定した薬剤の濃度に違いが生じる（表③ 2）。また、細かな濃度段階の設定も必要になるため、簡便化するため、生育の有無で判定するものとした（表③ 1）。

今後、防除効果との関係と照らし合わせながら、必要に応じて EC₅₀ での評価も行い、データを蓄積する必要がある。また、海外のジャーナルに成果を投稿する場合は、これが求められる可能性がある。

なお、DMI 剤耐性に係わる CYP51 の変異は、イネばか苗病菌のプロクロラズ剤感受性に CYP51 パラログ（CYP51A、CYP51B、CYP51C）のうち CYP51B の変異が強く関与している。一方、これらパラログの変異箇所によって、各種 DMI 剤に対する耐性の程度が異なることが示されており、DMI 剤には交叉耐性は認められるものの、薬剤によって効果に差が生じる要因として、これら遺伝子の変異の多様性とその耐性への寄与度（正と負）が異なるためと推察される。生物の変異は常に多様化していくことから、遺伝子診断で耐性菌を判別する際には、このことに留意する必要がある。

なお、イネばか苗病を分離する際、非病原性株が分離されることが多いので、病原性を生物検定や病原性遺伝子の解析により確認する必要がある。

表③1 Fusarium属 菌の標準的薬剤感受性検定法 (培地検定、菌叢ディスク法)

菌種	薬剤 系統	FRAC コード	検定 薬剤名	検定法	検定培地	検定成分濃度* (mg/L)	培養温度 ℃	時間 日
各菌共通	DMI	3	フロクロラス、ペフラ ゾエート、トリフルミ ゾール、プロピコナ ゾール、デブコナゾー ルほか	EC ₅₀ (菌叢ディスク) MIC (菌叢ディスク)	PDA	0.01, (0.03), 0.1, (0.3), 1, (3), 10, (30), (100)	20/25	5
<i>Fusarium fujikuroi</i>	DMI	3	フロクロラス・ペフラ ゾエート	MIC、生育有無 (菌叢ディスク)	PDA	5	25	5

※新たなDMI剤耐性菌の報告や国際誌に投稿する際は、EC₅₀の調査も行う

<i>Monographella nivalis</i> = <i>Microdochium nivale</i>	QoI	11	クレソキシムメチル (またはアソキシスト ロピン)	MIC (菌叢ディスク)	PDA +PG***	1	20	5
<i>F. oxysporum</i> <i>Monographella nivalis</i> <i>F. graminearum</i> speices complex	MBC	1	ベノミル	MIC (菌叢ディスク)	PDA	10, 100	25 20 20	3 3 3

* 対照に薬剤無添加培地も用意する

** 複数菌株を検定して全体から耐性菌の発生状況を判断する

必要に応じて生物検定で防除効果低下の有無を確認する

*** 50℃に冷えたPDAにPG (没食子酸n-プロピル) を2mMになるよう添加し、次いで薬剤を加える
DMSOに溶解しておく。PGの代わりにSHAMを使用してもよい。

EC₅₀を求める際の注意点： 複数の菌株を試し、感受性程度の分布やベースラインの情報を基に、総合的に判断する
その他、表②1の脚注を参照

表③2 DMI剤含有培地におけるイネばか苗病菌の生育の有無

薬剤	事例	感受性	薬剤濃度mg/L							
			0.78	1.56	3.13	5	6.25	10	12.5	25
ペフラゾエート	A県	S	+	-	-	-	-	-	-	-
		R	+	+	+	-	+	-	-	-
プロクロラズ	B県	MR	+	+	+	-	-	-	-	-
		S	+	-	-	-	-	-	-	-
	C県	MR?	+	+	±	-	-	-	-	-
		R	+	+	+	-	+	-	±	-
	D県	S	+	+	-	-	-	-	-	-
		MR?	+	+	±	-	-	-	-	-
	E県	R	+	+	+	+	+	±	±	-
		S	+	+	+	-	-	-	-	-
MIC値	D県		1.56	3.13	5	6.25	10	12.5	20	>20
	その他		1.56	3.13	6.25	-	12.5	-	25	50
			S	S・MR	MR	R	R	R	R	

注) S:感受性、MR:感受性低下菌、R:耐性菌 (MR ? は当方の判断で設定)

表③3 *Fusarium*属 菌の薬剤感受性関連遺伝子

菌種	系統	コード	遺伝子	変異*	備考		
<i>F. fujikuroi</i>	MBC	1	β2-tubulin	E198K/V F200Y		Li etal. 2022	
<i>F. graminearum</i> species complex			β2-tubulin	F167Y F200Y E198K/L/Q		Komura etal. 2018	
<i>Fusarium fujikuroi</i>	DMI	3	CYP51B	S312T F511S F523S	上記に加え、この変異があるとHR	Zhang etal. 2020	Gao etal. 2022
			CYP51AとBの過剰発現			Fangjing etal. 2023	
<i>F. graminearum</i> species complex			CYP51B	Y123H		Zhang etal. 2020	
				Y137H	tebuconazole	Zhao et al. 2021	
						Qianet etal. 2018	
<i>Monographella nivalis</i>	QoI	11	Cytochrome b	G143A		Walker etal. 2009	
						FRAC	

* 太文字は国内も含め主体的な変異

参考資料 (web 上で閲覧できるものを中心に選定)

(検定法)

入江和己・井上幸次 (1993) 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(3)イネばか苗病菌. 植物防疫 47(8):376-380. https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/47_08_34.pdf

(モニタリング)

小澤 徹 (2016) (2) QoI 剤耐性赤かび病菌 (*Microdochium nivale*). 植物防疫 70(8):537-541. https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/70_08_39.pdf

松本純一ら (2022) 兵庫県におけるイネばか苗病のペフラゾエートに対する感受性低下. 関西病虫研報 64 : 108-111. <https://doi.org/10.4165/kapps.64.108>

Nakajima, K. et al. (2024) Monitoring of thiophanate-methyl-resistant strains of the fungi causing *Fusarium* head blight in Mie Prefecture, Japan. 関西病虫害研究会報 66 : 20-26. <https://doi.org/10.4165/kapps.66.20>

前原 瞳ら(2022) 福島県におけるイネばか苗病菌のプロクロラズ剤に対する感受性低下. 北日本病虫研報 73:61-64. https://doi.org/10.11455/kitanihon.2022.73_61

森谷真紀子ら(2022) 山形県におけるイネばか苗病菌のプロクロラズ剤感受性. 北日本病虫研報 73 : 65-

69. https://doi.org/10.11455/kitanihon.2022.73_65

藤晋一 (2019) イネばか苗病の増加要因とその対策について. 植物防疫 73(9):556-561.

https://www.jpapa.or.jp/archive/pdf/73_09.pdf#page=24

(感受性遺伝子)

Tateishi, H. and Suga, H. (2015) Species composition, gibberellin production and sensitivity to ipconazole of the *Fusarium fujikuroi* species complex isolates obtained before and after its launch. 40(3):124-129. <https://doi.org/10.1584/jpestics.D14-083>

Mair, W. et al. (2016) Proposal for a unified nomenclature for target-site mutations associated with resistance to fungicides. Pest Manag Sci. 72(8):1449-59.

<https://doi.org/10.1002/ps.4301>

Komura, R. et al. (2018) Simultaneous detection of benzimidazole-resistant strains of *Fusarium* head blight using the loop-mediated isothermal amplification-fluorescent loop primer method. JGPP 84(4):247-253. <https://doi.org/10.1007/s10327-018-0788-1>

Li, F. J. et al. (2022) Molecular Diagnosis of Thiophanate-Methyl-Resistant Strains of *Fusarium fujikuroi* in Japan. Plant Dis. 106:634-640. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-21-1501-RE>

Oliver, R. et al. (2024) The 2023 update of target site mutations associated with resistance to fungicides and a web-tool to assist label designations. J Plant Dis Prot 131:1265-1270. <https://doi.org/10.1007/s41348-024-00872-7>

(その他)

Anderson, N.R. et al. (2020) Sensitivity of *Fusarium graminearum* to Metconazole and Tebuconazole Fungicides Before and After Widespread Use in Wheat in the United States. Plant Health Progress 21:85-90. <https://doi.org/10.1094/PHP-11-19-0083-RS>

① 炭疽病菌、晩腐病菌 *Colletotrichum*, *Glomerella*, *Discula*

炭疽病菌は、被子植物、裸子植物、草本、木本を問わず多くの種子植物で寄生が確認され、それに応ずるように多くの種の炭疽病菌が記録されている。そして、分子系統学的な解析により、種複合体が整理されて種が細分化 (佐藤, 2022) されるにつれ、植物との共進化の早い段階からその生存環境、あるいは栽培化による新たな環境に適応し、生き方を変えてきてきた糸状菌であることが想像できる。本病菌は雨滴伝染するため、露地栽培での発生が多く、中でも果実被害の損害が大きい。一方では、植物体に潜在感染していることも多く、被害が生じない限り、その存在に気付かないことも多い。これは、本病を対象としな

い薬剤の散布にも遭遇していることを示す。

薬剤感受性の程度は、種によって異なることがあり (Yokosawa et al., 2017; Ishii et al., 2022; Liang et al., 2022; Chen et al., 2022)、これが耐性菌の発生頻度にも影響すると予想される。薬剤では、MBC 剤や QoI 剤の耐性菌の発生が確認されており、果樹では防除暦の策定に苦慮する状況にある。また、海外では *C. siamense* や *C. truncatum*, *C. fruticola* など DMI 剤あるいは SDHI 剤の感受性低下が確認されており、その他の薬剤も含めたマネジメントが求められる。なお、近年では形態で種を識別できない状

況にあり、いずれ既往の情報の整理と再評価が必要になると考えられる。

広く用いられている検定法について、表④ 1 に標準的手法として取りまとめた。耐性に関与する遺伝子も明らかになりつつあるが（表④ 2）、他の菌と同様に DMI 剤には多様な変異が関与していると想定される。

表④ 1 炭疽病菌の標準的薬剤感受性検定法（培地検定）

薬剤 系統	FRAC コード	検定 薬剤名	検定法	検定培地 検定植物	検定成分濃度* (mg/L)	培養温度 ℃	時間 日	判定基準
MBC	1	ベノミル	MIC（菌叢ディスク）	PDA	100	25	4	MIC100mg/Lをこえる＝ 生育あり（耐性菌）
QoI	11	アゾキシストロビン	相対生育度RG・ MIC（菌叢ディスク）	PDA*** (PG6mM含)	100	25	4	MIC100mg/Lをこえる＝ 生育あり（耐性菌）
DMI***	3	テブコナゾール ほか	EC ₅₀ （菌叢ディスク）	PDA	0.01, (0.03), 0.1, (0.3), 1, (3), 10, (30), (100)	25	5-7	菌の種と薬剤の組合せにもよるが、 EC ₅₀ は0.03～3mg/Lの間で比較するこ とが多い
SDHI***	7	ベンチオピラド ほか	MIC（菌叢破砕液・菌叢 ディスク）	YBA	0.1, 1, 5, 10, 50	25	4	仮：5mg/L以上で生育（感受性低下 菌）
			EC ₅₀ （菌叢ディスク）	PDA YBA	0.01, (0.03), 0.1, (0.3), 1, (3), 10, (30), (100)	25	5-7	菌の種と薬剤の組合せにもよるが、 EC ₅₀ は0.03～3mg/Lの間で比較するこ とが多い

* 対照に薬剤無添加培地も用意する

** SHAM1000mg/Lでもよいが、AOX剤の種類と濃度により生育阻止率が異なる点、留意する

*** DMI、SDHIは、その系統及び菌の種によってそもそもの感受性が大きく異なる。検定法は仮に設定（検証必要）

EC₅₀を求める際の注意点：複数の菌株を試し、感受性程度の分布やベースラインの情報を基に、総合的に判断する

その他、表②1の脚注を参照

表④ 2 *Colletotrichum* 菌の薬剤感受性関連遺伝子

系統	コード	遺伝子	変異	EPPOcode	
MBC	1	β -tubulin	E198A	COLLDU	COLLSM
			F200Y	COLLDU	
QoI	11	CytB	G143A	COLLGR	COLLDU
			F129L	COLLDU	
DMI	3	Cyp51A	V46I	COLLSM	
			D115V	COLLSM	
			P163S	COLLSM	
			S164Y	COLLSM	
			R306K	COLLSM	
			P339T	COLLSM	
			E397D	COLLSM	
			S400N	COLLSM	
			Cyp51B	R266H	COLLSM
SDHI	7	SdhB	S208Y	COLLDU	

参考資料（web 上で閲覧できるものを中心に選定）

（検定法）

楠 幹生・佐古 勇（1994）植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(9)野菜類炭そ病菌・つる枯病菌・ラッキョウ乾腐病菌. 植物防疫 48(4):179-184.

https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/48_04_33.pdf

西島卓也（1995）植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(20)チャ炭そ病菌・輪斑病菌・赤葉枯病菌. 植物防疫 49(8):349-352. https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/49_08_39.pdf

稲田 稔（2010）イチゴ炭疽病菌の薬剤感受性検定法と耐性菌の発生状況. 植物防疫 64(12):790-793. https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/64_12_12.pdf

渡邉久能（2017）植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル 2016（16）ナシ炭疽病－QoI 剤（生物・培地検定）－. 植物防疫 71(5):327-330.

https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/71_05.pdf#page=43

近藤賢一（2017）植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル 2016（20）ブドウ晩腐病菌－QoI 剤（培地・生物・遺伝子検定法）－. 植物防疫 71(7):487-491.

https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/71_07.pdf#page=53

赤平知也（2017）植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル 2016（21）リンゴ炭疽病菌－QoI 剤（培地検定・生物検定）－. 植物防疫 71(8):547-550.

https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/71_08.pdf#page=49

Ishii, H. et al. (2022) Sensitivity to fungicides in isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. acutatum* species complexes and efficacy against anthracnose diseases. Pesticide Biochemistry and Physiology 182:105049. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2022.105049>

Furuta, A. et al. (2024) First report of fludioxonil resistance isolate of *Colletotrichum fructicola* emerging on strawberry in Japan. J Gen Plant Pathol 90:180-186.

<https://doi.org/10.1007/s10327-024-01174-4>

（モニタリング）

赤平知也ら（2016）リンゴ炭疽病に対する各種殺菌剤の効果. 北日本病虫研報 67 : 140-145.

https://doi.org/10.11455/kitanihon.2016.67_140 <https://doi.org/10.11337/ktpps.69.38>

野口真弓（2015）佐賀県における QoI 剤耐性ナシ炭疽病菌の発生とその対策. 植物防疫 69(8):494-497. https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/69_08_26.pdf

澤岬哲也（2015）沖縄県における QoI 剤耐性マンゴー炭疽病菌の発生. 植物防疫 69(8):503-506. https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/69_08_35.pdf

Yokosawa, S. et al. (2017) Phylogenetic relationship and fungicide sensitivity of members of the *Colletotrichum gloeosporioides* species complex from apple. JGPP 83(5):291-298. <https://doi.org/10.1007/s10327-017-0732-9>

井上麻里子ら（2022）茨城県のナシ炭疽病罹病葉から分離された *Colletotrichum gloeosporioides* 種複合体の種構成および QoI 剤に対する薬剤感受性. 関東東山病虫研報 69 : 38-40. <https://doi.org/10.11337/ktpps.69.38>

（その他）

佐藤豊三（2022）植物炭疽病菌 *Colletotrichum* species. MAFF 微生物遺伝資源利用マニュアル (45):1-51. <https://www.gene.affrc.go.jp/dl/pdf/manual/micro-45.pdf>

Chen, W., Wei, L., Hou, R. et al. (2022). Sterol demethylation inhibitor fungicide resistance in *Colletotrichum siamense* from chili is caused by mutations in CYP51A and CYP51B. Phytopathol Res 4, 41. <https://doi.org/10.1186/s42483-022-00146-w>

⑤ *Cercospora*・*Corynespora* 属菌

Cercospora

テンサイ褐斑病菌、ダイズ紫斑病菌、アスパラガス褐斑病菌ほか

Corynespora

キュウリ褐斑病菌、ダイズ褐色輪紋病菌ほか

Cercospora 属菌、*Corynespora* 属菌ともに、淡褐色の細長い多胞性の分生子を形成する子嚢菌である点で類似するが、菌学的には離れた場所に位置にする。また、前者に属する種の宿主範囲は狭いが、*Corynespora cassiicola* の宿主範囲は広く、多様な系統を含むことが知られている (Dixon et al., 2009)。前者は宿主と密接な関係を築き、共進化してきたと推定され、多くが種子伝染する。後者は、野外で双子葉類を中心に広く侵し、植生に応じて寄生性などの適応性を高めてきたものと推察され、野外での胞子の生残能力は高いほうである。このように両者は、生き方などの性質の異なる菌であるが、ここではまとめて標準的な感受性検定法を示す（表⑤1）。

両菌とも、MBC 剤、QoI 剤の耐性菌の発生が知られており、変異の箇所も共通する。また、国内では *Cercospora* の DMI 剤や *Corynespora* の SDHI 剤の耐性菌の報告があり、海外では両者ともに耐性菌が報告されている。関与する遺伝的変異も明らかにされつつあり（表⑤2）、DMI 耐性には CYP51 遺伝子の過剰発現が関与する場合があることも報告されている。

Cercospora は培地上で胞子の形成がうまくいかないことが多いため、生物検定には胞子の代わりに菌叢破砕液が使用されることがある。

表⑤ 1 Cercospora、Corynespora 菌の菌叢的薬剤感受性検定法 (培地検定)

薬剤 系統	FRAC コード	検定 薬剤名	検定法	検定培地 検定植物	検定成分濃度* (mg/L)	培養温度 ℃	時間 日	判定基準
MBC	1	ベノミル	MIC (菌叢ディスク)	PDA	50	25	4	MIC50mg/Lをこえる = 生育あり (耐性菌)
QoI	11	アゾキシストロビン	MIC (菌叢ディスク)	PDA*** (PG2-4mM含)	100	25	4	MIC100mg/Lをこえる = 生育あり (耐性菌)
DMI Cercospora	3	ジフエノコナゾール	EC ₅₀ (菌叢ディスク)	PDA	0.01, (0.03), 0.1, (0.3), 1, (3), 10, (30), (100)	25	5	Cer. beticola は1mg/Lを超えたものを 耐性菌としている。DMI剤の種類が異 なると基準も異なる
SDHI Corynespora	7	ベンチオピラド	MIC (菌叢破砕液・菌叢 ディスク) EC ₅₀ (菌叢ディスク)	YBA	0.01, (0.03), 0.1, (0.3), 1, (3), 10, (30), (100)	25	5	Cor. Cassicola は30mg/Lで生育 (耐 性) 病原菌、薬剤の種類によって大きく異 なる

既往のDMI剤はCorynespora、SDHI剤はCercospora に対する活性が低いものが多い (普遍性を示すものではない)

* 対照に薬剤無添加培地も用意する

** 中度耐性を重視しない地域では、1mg/Lは検定しない

*** 50℃に冷えたPDAにPG (没食子酸-n-プロピル) を2mMになるよう添加し、次いで薬剤を加える

DMSOに溶解しておく。PGの代わりにSHAMを使用してもよい。

EC₅₀を求める際の注意点：複数の菌株を試し、感受性程度の分布やベースラインの情報を基に、総合的に判断する

その他、表③1の脚注を参照

表⑤ 2 Cercospora、Corynespora 菌の薬剤感受性関連遺伝子

系統	コード	遺伝子	変異	EPPOcode	
				Cercospora	Corynespora
MBC	1	β-tubulin	E198A	CERCBE	
			F167Y	CERCCKI	
			F200Y	CERCBE	
					CORYCA
QoI	11	CytB	G143A	CERCSCO	CORYCA
				CERCCKI	
				CERCBE	
DMI	3	Cyp51B	L144F	CERCBE	
			E297K	CERCBE	
			I330T	CERCBE	
			P384S	CERCBE	
			I387M	CERCBE	
SDHI	7	SdhB	I280V		CORYCA
			H278R/Y		CORYCA
		SdhC	S73P		CORYCA
		SdhD	S89P		CORYCA
			G109V		CORYCA

参考資料（web 上で閲覧できるものを中心に選定）

Corynespora

挟間 渉・中澤靖彦・大塚範夫（1994）植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(10)野菜類褐斑病菌(黒枯病菌)・ウリ類うどんこ病菌. 植物防疫 48(6):267-272.

https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/48_06_33.pdf

宮本拓也（2011）ボスカリド剤耐性キュウリ褐斑病菌の茨城県における発生状況とその特徴. 植物防疫 65(1):23-27. https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/65_01_23.pdf

角田佳則・西見勝臣（2020）早期落葉の原因となるダイズ褐色輪紋病の発生生態と防除対策. 植物防疫 74(12):692-699. https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/74_12.pdf#page=20

近藤誠（2012）薬剤耐性キュウリ褐斑病菌に対する各種薬剤の残効期間. 北日本病虫研報 63 : 57-59. https://doi.org/10.11455/kitanihon.2012.63_57

Cercospora

築尾嘉章・谷井昭夫・堀田治邦・福西 努（1995）植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(19)テンサイ褐斑病菌・マメ類灰色かび病菌・ダイズ紫斑病菌. 植物防疫 49(5):208-214.

https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/49_05_36.pdf

清水基滋（2007）テンサイ褐斑病菌の DMI 剤耐性. 植物防疫 61(8):421-425.

https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/61_08_15.pdf

大橋俊子ら（2013）茨城県におけるダイズ紫斑病菌の薬剤感受性. 関東病虫研報 60 : 23-27.

<https://doi.org/10.11337/ktpps.2013.23>

栢森美如（2019）北海道における薬剤耐性テンサイ褐斑病菌について. 植物防疫 73(8):478-485.

https://www.jppa.or.jp/archive/pdf/73_08.pdf#page=12

Matsuzaki, Y. et al. (2021) Microtiter plate test using liquid medium is an alternative method for monitoring metyltetraprole sensitivity in *Cercospora beticola*. Pest Management Science 77:1226-1234. <https://doi.org/10.1002/ps.6133>

齋藤隆明ら（2022）秋田県におけるアスパラガス褐斑病の発生実態と薬剤耐性菌の発生状況. 植物防疫 76(10):548-552. (web 未公開)

齋藤隆明ら（2022）秋田県における QoI 剤耐性アスパラガス褐斑病菌の発生. 北日本病虫研報 73 : 19-22. https://doi.org/10.11455/kitanihon.2022.73_19

板橋 建ら（2023）KASP 法によるダイズ紫斑病菌のアゾキシストロビン感受性に関与する一塩基多型の検出. 北日本病虫研報 74 : 14-20. https://doi.org/10.11455/kitanihon.2023.74_14