

# 4. コムギ・オオムギ ・トウモロコシ

## 6. ヘシアンバエ *Mayetiola destructor*

### ア 調査

#### 【調査対象植物】

コムギ、オオムギ

#### 【調査時期】

調査時期は生育期間中において、年1回以上実施する。

#### 【調査方法及び調査内容】

- 1) 調査は、上記の調査対象植物の中から選定した上で、調査地点を設定する。なお、調査地点は、各都道府県内で偏りが生じないように調査地点を留意する。
- 2) 成虫は2～3mm、幼虫は、0.4～2mmと小さく発見しづらいため、被害株を重点に目視検査を実施する。
- 3) 設定した調査地点の全体を見渡し、以下の被害株の特徴が見られる箇所を中心に10株を調査する。被害株の特徴が見られない場合は、調査地点から無作為に10株を調査する。
  - ア) 生育初期：本種に加害された株は健康な植物より濃い緑色に見えるため、周囲と比べて濃い箇所を対象とする（図12及び13D）。
  - イ) 生育中・後期：枝分かれが減少する等の成長阻害が生じたり（図13A）、茎が黄化する（図13B及びC）。寄生が激しい場合は白穂となるのでそのような箇所を対象とする。
- 4) 疑わしい虫体が発見された場合は、採取し、同定する。

#### 【調査に当たっての留意事項】

- 1) 寄主植物としてコムギ、オオムギが知られるがコムギへの選好性が高い。オオムギは寄主選好性が低いが、幼虫の生存率はコムギと同等である。
- 2) 本種の卵は、葉の葉脈に沿って産み付けられる（図5）。幼虫は、葉鞘内に入り降下して吸汁し、その後茎内で蛹となるため、必要に応じて株の葉鞘を剥がして株元の幼虫や蛹の有無を確認する（図9）。成虫はすくい網法（スウィーピング）も有効である。
- 3) 本種その他、コムギを害するタマバエ科として、ムギアカタマバエ（*Sitodiplosis mosellana*）がいるが、ムギアカタマバエは、土中で蛹を形成することから区別できる（本種は、茎内で蛹化する）。また、ムギアカタマバエは、コムギの穎の内側に卵を植え付け幼虫が子実を食害することから加害部位からも区別が可能である（本種は茎葉を加害する）。

## イ 同定診断手法

採取した疑義虫は、実体顕微鏡を用いて形態の特徴により同定行う。  
成虫の正しい同定には雄の交尾器の確認が必要である。

### 1) 形態による確認

成虫 (図1, 4及び10) : 体長2~3mmで赤褐色。外観は蚊に似ている。  
各脚の第1付節は第2付節と比較してかなり短い。触角は胸部の長さよりも長く、基部の2節の先に14~18節からなる鞭節が続く。雄の鞭節は円筒状で長い柄を持つ (図2)。雌の鞭節は円筒状で柄がない (図3)。翅脈は単純で4本の翅脈が翅端まで達する。

幼虫・囲蛹 (図6~9) : ふ化直後の幼虫は0.4~0.5mmで赤色を帯びる。  
2齢幼虫は1.7~4mmで、白色半透明、無脚でウジ虫状。3齢幼虫は褐色を呈する。囲蛹は紡錘形で光沢のある暗赤褐色。

卵 (図5) : 長さ約0.5mmで半透明。

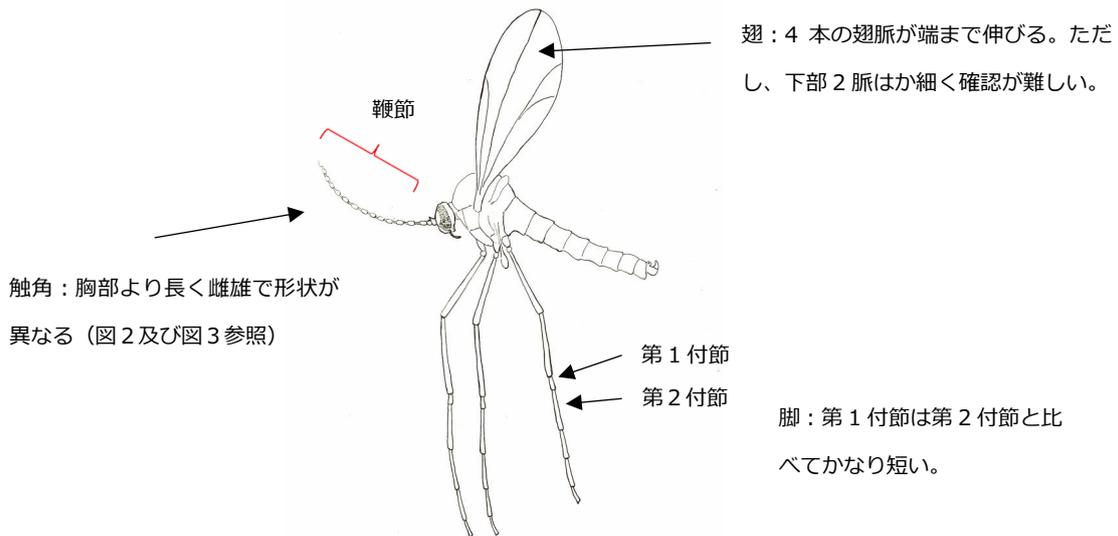


図1 ヘシアンバエの成虫【植物防疫所原図】



図2 雄の触角【植物防疫所原図】



図3 雌の触角【植物防疫所原図】



図4 ヘシアンバエの成虫  
【CC-BY © Subcommittee on Plant Health Diagnostics (文献4)】



図5 ヘシアンバエの卵  
【CC-BY © Subcommittee on Plant Health Diagnostics (文献4)】



図6 ヘシアンバエの1齢幼虫  
【CC-BY © Subcommittee on Plant Health Diagnostics  
(文献4)】



図7 ヘシアンバエの2齢幼虫  
【CC-BY © Subcommittee on Plant  
Health Diagnostics (文献1)】



図8 ヘシアンバエの2齢幼虫(白色半透明)と3齢幼虫(褐色)  
【CC-BY © Subcommittee on Plant Health Diagnostics (文献4)】



図9 ヘシアンバエの蛹  
【CC-BY © Subcommittee on Plant Health Diagnostics (文献4)】

## 2) 交尾器による確認

- ア) 採取した試料から雄成虫を選ぶ(雄の腹部は細長い円筒形、雌の腹部は末端に向け細くなる)。
- イ) 虫体を10%KOH溶液で3～5分程度湯煎した後、蒸留水で5～6回すすぐ。
- ウ) 実体顕微鏡下で腹部末端前節をカミソリ等で切断し、ホイヤー氏液を滴下したスライドグラスに直接載せる。
- エ) 背面から見た状態になるようサンプルの向きを調整し、形を整え、生物顕微鏡で検鏡する。
- オ) 本種の雄の挿入器は細長く、肛下板は深く切れ込む特徴があるため、採取した試料がこれらの特徴と一致するか観察する(図10及び図11)。

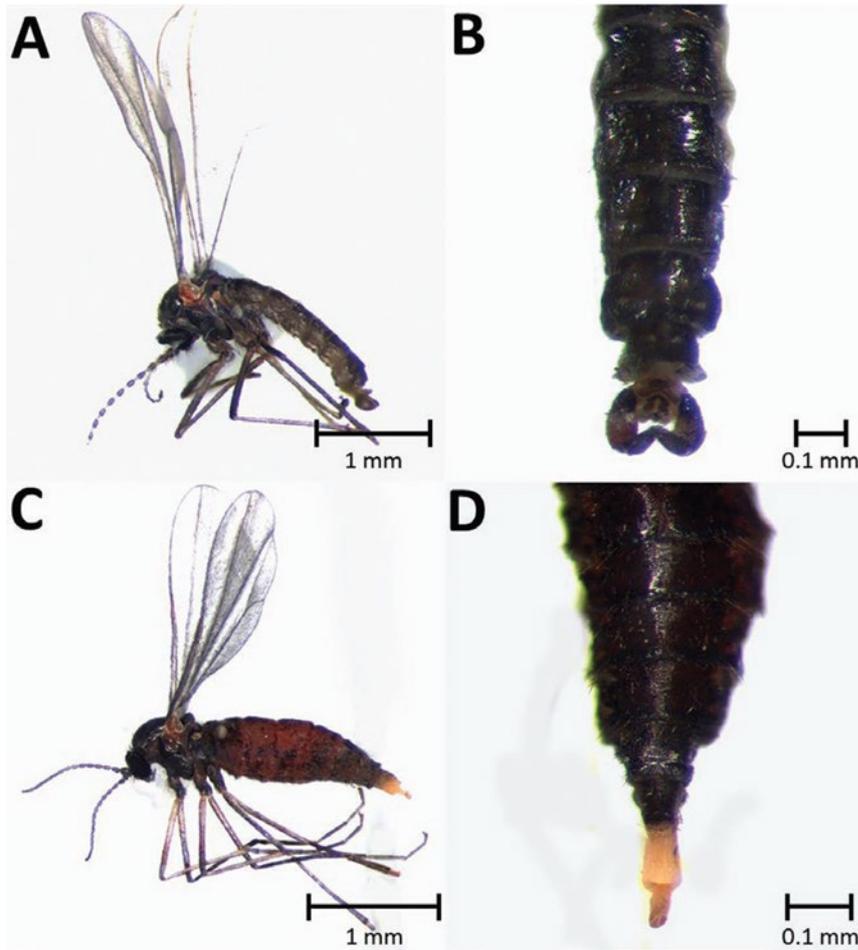


図10 ヘシアンバエの成虫と生殖器 A, B : 雄, C, D : 雌  
 【CC-BY-NC © Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Biology and Management in Wheat; Schmid et al. 2018 から転載】

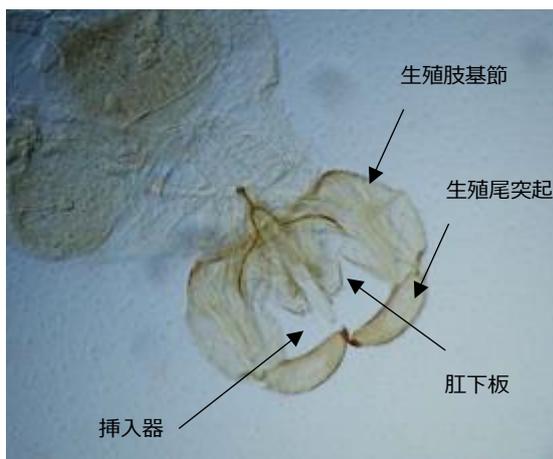


図11 雄の交尾器【植物防疫所原図】

(参考)

海外では、遺伝子診断法も報告されており、参考としてChen et al. ら2014の手法を以下に示す。

#### 【遺伝子診断（コンベンショナルPCR法）】

ア) あらかじめ形態で、他の双翅目と顕微鏡下で仕分けしたサンプルを用いる。  
イ) 一般的な手法により DNA を抽出する。市販のキットを用いる場合は、キット付属のプロトコルに従う。

ウ) 抽出した DNA を鋳型にして表 1 のプライマーセットを用いて PCR を行い、電気泳動によって増幅産物のサイズが各予定長であるか確認する。HFSM1 または HFSM2 で陽性となったものを本種と判断する。

※検定の順序は、Common→HFSM1→HFSM2 とし、Common で陽性になったものについて HFSM1 による検定を、HFSM1 で陰性になったものについて HFSM2 による検定を行う。

表 1 プライマー

	塩基配列 (5'-3')	ターゲット 遺伝子	増幅 サイズ*	アニーリング 温度
①Common	CACCAGCCATGTATGTTGCCAT AAACGGAGGATGGCATGTGGCA	<i>ActinA</i>	148	55°C
②HFSM1	TGCATTGCTACAACCTGAACGA CAACCGATTGTAGAACAG	<i>MDP10</i>	170	55°C
③HFSM2	AAAGTCATCATTTTAGCTTTGT TTATGCAGTGGTTGGAGTTGTT	<i>SSGP31-5</i>	369	55°C

※増幅サイズは、分離株により数塩基の差が生じる。

#### 【引用文献】

Chen, M. S., Wheeler, S., Davis, H., Jeff Whitworth, R., Knutson, A., Giles, K. L., et al. (2014). Molecular markers for species identification of Hessian fly males caught on sticky pheromone traps. *Journal of Economic Entomology*, 107(3), 1110-1117

#### ウ 試料採取及び送付時の注意事項

- 1) 採取した試料には、採取地、採取月日、採取者、寄主植物名、その他参考となるデータが分かるようにしておく。標本作成時のラベルや、送付時の資料にはこれらを記しておく。
- 2) 雄成虫が必要になる場合を考慮し、なるべく多くの数を採取する
- 3) サンプルは70%エタノールの液浸状態（成虫、幼虫、蛹）で保管する。遺伝

- 子診断に用いる場合は無水エタノール中に1個体ずつ保管する。
- 4) 液浸標本を送付する場合は、気泡はなるべく追い出し、液漏れしないよう十分配慮する。

#### エ 被害写真等



図12 コムギ苗の変色比較（左：健全苗、右：被害苗）

【CC-BY © Subcommittee on Plant Health Diagnostics  
(文献4)】

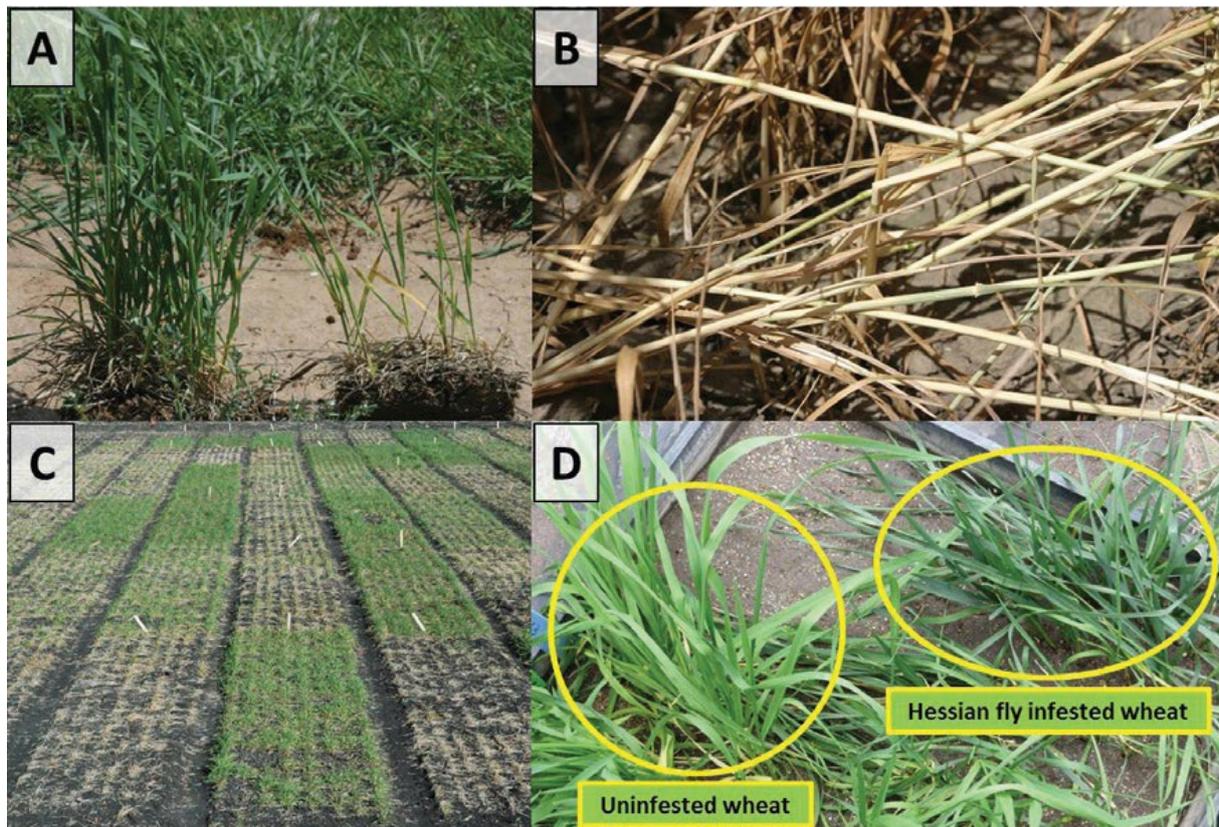


図 13 ヘシアンバエによるコムギの被害 A:成長阻害（左が健全） B:倒伏 C:抵抗性品種と感受性品種の調査（緑色：抵抗性品種、茶色：感受性品種） D:被害を受けた株の比較（被害株（右）は健全株（左）に比べ青緑色が濃くなる）

【CC-BY-NC © Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Biology and Management in Wheat; Schmid et al. 2018 から転載】

## オ 対象病害の解説

学名：*Mayetiola destructor* (Say)

英名：Hessian fly

和名：ヘシアンバエ

分布：イスラエル、トルコ、欧州（キプロスを除く）、シリア、チュニジア、モロッコ、アメリカ合衆国、カナダ、ニュージーランド

寄主植物：コムギ属、オオムギ属、ライムギ属及びカモジグサ属等の茎葉

生態：年間2～6世代で春世代と秋世代がある。雌は新葉や幼苗の表面の葉脈に沿って産卵する。1雌の産卵数は100～200個、3～10日でふ化した幼虫は葉鞘内に潜り下降し吸汁を始める。幼虫期間は2～3週間、蛹期間は6～33日である。

分散：蛹が付着したムギワラ等の移動や成虫の飛翔により分散する。

雌成虫は2時間で660～1500m<sup>2</sup>を飛翔できると推定されている。また、雌成虫が8km移動した例も報告されている。

防除：抵抗性品種の植付け、被害株の土壌深部への鋤込み、冬コムギの場合は播種期を遅らせることが秋世代の産卵を抑制するため有効である。

#### <参考文献>

農林水産省 (1997) 主な未侵入病害虫の解説 植物防疫病害虫情報, (51): 6-7.

農林水産省 (1982) 各地で話題の病害虫 植物防疫病害虫情報, (9): 4-5,

Barnes, H. F. (1956) Gall midges of economic importance: gall midges of cereal crops, vol. VII. Crosby Lockwood and Son, Ltd., London, UK.

Chen, M. S., Wheeler, S., Davis, H., Jeff Whitworth, R., Knutson, A.,

Giles, K. L., et al. (2014). Molecular markers for species identification of hessian fly males caught on sticky pheromone traps. *Journal of Economic Entomology*, 107(3), 1110-1117

McColloch, J. W. (1917) Wind as a factor in the dispersion of the Hessian fly. *Journal of Economic Entomology*, 10(1): 162-170.

Plant Health Australia (2005) Industry Biosecurity Plan for the Grains Industry. (online),\_available\_from

< <https://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2013/03/Hessian-fly-CP-2005.pdf> >

Sadeghi, R., S. Odubiyi, A. Nikoukar, K. L. Schroeder & A. Rashed (2021) *Mayetiola destructor* (Diptera: Cecidomyiidae) host preference and survival on small grains with respect to leaf reflectance and phytohormone concentrations. *Science Report* 11, 4761.

(online),\_available\_from < <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84212-x> >

Schmid, R. B., A. Knutson, K. L. Giles & B. P. McCornack (2018) Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Biology and Management in Wheat.

*Journal of Integrated Pest Management*, 9(1): 1-12. doi:

<https://doi.org/10.1093/jipm/pmy008>

Subcommittee on Plant Health Diagnostics (2018). National Diagnostic Protocol for *Mayetiola destructor* - NDP41

V1. (online),\_available\_from

< [https://portal.biosecurityportal.org.au/preparedness/Grains/Documents/08\\_Biosecurity\\_Manual\\_v4.1-Grains.pdf](https://portal.biosecurityportal.org.au/preparedness/Grains/Documents/08_Biosecurity_Manual_v4.1-Grains.pdf) >

## 12. *Ramularia collo-cygni* (以下「Rcc」という。)

### ア 調査

#### 【調査対象植物】

コムギ、オオムギ、とうもろこし

#### 【調査時期】

調査は、生育期間中（開花期以降）に年1回以上実施する。

#### 【調査方法及び調査内容】

- 1) 調査は、上記の調査対象植物の中から選定し、調査地点を設定した上で実施する。なお、調査地点は各都道府県内で偏りが生じないように留意する。
- 2) 設定した調査地点あたり10株程度を対象に、病徴写真を参考にしつつ、Rccに感染した植物で見られるような褐色斑、壊死斑等の症状がないかどうかを目視で調査する。
- 3) 感染が疑わしい場合は、発症部位や発症部位を含む植物全体、周囲の様子等をデジタルカメラ等で撮影した上で、試料を採取し形態観察、必要に応じて遺伝子診断等を実施する。

#### 【調査に当たっての留意事項】

- 1) 本菌による症状は、生理障害やオオムギ網斑病菌 (*Pyrenophora teres*) 等の他の病害による症状と見分けることが難しい場合がある。このため、病徴写真と比較して、症状が似ている場合であっても、発生の状況が平時と同じ場合は積極的に試料を採取し、形態学的診断又は遺伝子診断等を実施する必要はない。通常の栽培環境下で平時よりも本菌の類似症状の出方が異常である場合には、Rccの感染を疑い、試料採取し形態学的診断又は、必要に応じて遺伝子診断等を実施する。

しかしながら、本菌による葉面上の黒褐色の病徴に生じる標徴（気孔部に生じる外観上、白色菌叢内の分生子柄や分生子）や穂等に生じる同様の標徴（分生子柄や分生子）は、類似の関連菌や宿主植物の他の病原菌類にない本菌に特徴的なものであり、かつ、これら（標徴）は野外にてルーペでも確認し得る点に着目しておく効率的なサンプル採集や初期診断となりうる。

- 2) 発見のポイント（病徴）

主な症状は、葉、穂、のぎ、葉鞘における黒～褐色斑の斑点で、開花期以降の生育後期に顕著に認められる。また、病斑が広がるにつれ、葉、葉鞘、茎、穂に長さ1～2mmの黒褐色の小さな斑点が生じ壊死する。Rccによる斑点症状は、ハローに囲まれた長方形の赤褐色の病斑を葉の両面に生じるという点で他の要因による斑点症状と異なる。なお、一部の菌類病でもハロー

を生じる場合がある。(Andreas von Tiedemann 2008 ; Saideh Salamati 2006 ; 農林水産省, 2019)

## イ 同定診断手法

採取または送付された試料について、以下の手順で診断を実施する。

なお、同定法は病徴観察及び形態観察により行い、必要に応じて遺伝子診断法等を行う。

### 1) 病徴観察

エの写真の症状が認められることを確認する。

### 2) 形態学的診断

サンプルを実体顕微鏡及び生物顕微鏡により観察し、分生子及び分生子柄の形態が以下の特徴と一致した場合、Rcc と同定する。特に分生子柄が罹病葉の気孔から束状に生じ先端が白鳥の首状 (swan' s neck 状) 又は蛇状に (Ophio) に強く曲がっていることを確認すること。

なお、生物顕微鏡による観察では、特徴のある分生子柄や分生子をそのまま付着させて観察できるセロテープ法 (罹病部に 1 cm 程度に切ったセロテープを押し付け、スライドガラスに水を 1 滴置いて、その上にセロテープを置き、そのまま観察するか、置いたセロテープの上に水を 1 滴乗せ、カバーガラスを置いて、サンドイッチ様にして観察するとよい。水観察のためデータは写真撮影して保存しておく。

- ・分生子柄：外観上は白色を呈する菌叢を構成し (図 1)、無色で、主に気孔から束状に生じ (図 2 : 赤矢印)、大きさは 15-70x 3-5  $\mu\text{m}$ 。基部は直立するが、先端は白鳥の首状 (swan' s neck 状) 又は蛇状に (Ophio) に強く曲がり、先端に複数の分生子の形成が認められることもある。(図 3)
- ・分生子：無色、単生、倒卵～亜球形で、大きさは 5-15  $\times$  4-9  $\mu\text{m}$ 。SEM による観察では表面が棘状となる様子も観察可能。(図 4)

なお、葉等に黒褐色の斑点等が確認できるが、分生子柄や分生子が未発達の場合、症状葉等に滅菌水を軽く霧吹きし、蓋をして保湿したタッパー内で直射日光が当たらない散光下、室温、で 2、3 日保管して上記の特徴の有無を顕鏡する。

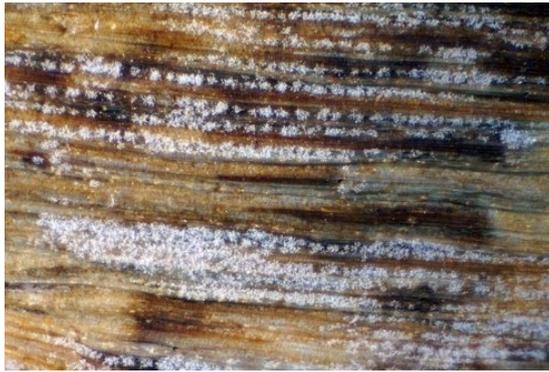


図 1. 斑点上の気孔部に生じる白色菌叢

(Image copyright: Dr Ziqing Yuan, Department of Natural Resources and Environment Tasmania)

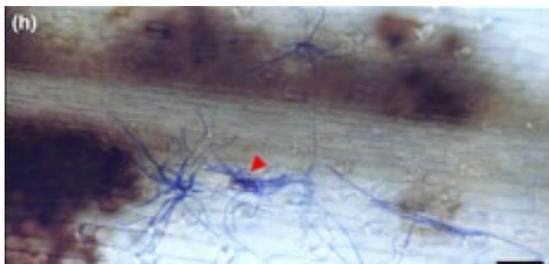


図 2. 気孔から束状に生ずる分生子柄

(©2013 The Authors. Plant Pathology published by Wiley Blackwell on behalf of British Society for Plant Pathology)

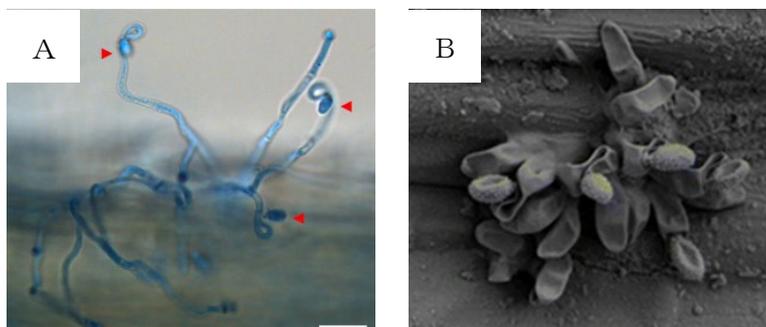


図 3. 白鳥の首状または蛇状に強く曲がった分生子柄

A : ©2013 The Authors. Plant Pathology published by Wiley Blackwell on behalf of British Society for Plant Pathology

B : McGrann et al. BMC Genomics (2016) ©2016 The Author(s). Open Access

(その他写真) ※転載の許諾が得られなかったことから URL 等を示す。

- Sprenkelnekrose der Gerste (Abb. 3)  
 [https://www.pflanzenkrankheiten.ch/krankheiten-an-kulturpflanzen/getreide-mais/gerste/ramularia-collo-cygni-hv]  
 (Accessed 2023-01-13)

- Andreas von Tiedemann(2008) *Ramularia* leaf spots on barley. General Plant Pathology and Crop Protection / Faculty of Agricultural Sciences Georg - August University Göttingen, Germany. (fig.1)  
[<https://wwwuser.gwdg.de/~instphyt/app/research/rcc.html>]  
(Accessed 2023-01-13)
- Dale R. Walters et al. (2007) *Ramularia collo-cygni* :the biology of an emerging pathogen of barley. FEMS Microbiology Letters 279(1):1-7. (Fig.1)  
[<https://academic.oup.com/femsle/article/279/1/1/498162>]
- Salpicado necrótico de la cebada. Aapresid. (Fotografia 1)  
[<https://www.aapresid.org.ar/blog/salpicado-necrotico-de-la-cebada/>](Accessed 2023-01-13)

### 3) 遺伝子診断

菌糸または疑似症状植物より DNA を抽出し、参考に示す Rcc に特異的なプライマーを用いた PCR により同定を行う。

#### (参考) コンベンショナル PCR 法

ア) 症状が認められた部位を厚手のビニール袋に入れ、以下の抽出バッファー 3 ml を加え磨砕し、磨砕液 300  $\mu$  l をマイクロチューブに移す。

磨砕液の入ったチューブを 97°C 15 分で熱処理後、10,000  $\times$  g で 5 分間遠心、上澄み液を別のチューブに採取したものを滅菌水で 100 倍に希釈し鑄型 DNA とする。

(抽出バッファーについて)

以下の組成に従い調製するか、市販のキット等を用いる。

(抽出バッファーの組成)

TRIS 2.4g, NaCl 8.0g, KCl 0.2g, NaN<sub>3</sub> 0.2g, PVP K25 20g,  
Tween20 0.5g (pH7.4 容量1,000ml)

抽出バッファーの調製に当たっては、まず Tween20 以外の試薬を蒸留水で溶解し、オートクレーブした後、Tween20 を加え、pH を 7.4 に調整、滅菌水でメスアップし合計 1,000 ml とする。

なお、各試薬はコンタミネーション防止のため、核酸抽出専用（未開封の試薬等）のものを用意することが望ましい。

イ) ア) で調整した DNA を鑄型として表のプライマーセットを用いた PCR を行

う。反応液の組成及び反応条件は以下を参照。  
 ウ) 電気泳動によって増幅産物のサイズが予定長の増幅サイズであるか確認する。

・表 プライマー (P.Frei et al., 2006)

名前	塩基配列 (5' -3')	増幅サイズ	アニーリング温度	参考文献
Rc3	GCGACCCTGCCGCGCAA	348bp	61℃	P.Frei 2006
Rc5	CTCTGCGAATAGTTGCCACAACG			

・反応条件

95℃ 3分 → (94℃ 20秒、61℃ 20秒、72℃ 1分) × 35 サイクル → 72℃ 3分

ウ 試料採取及び送付時の注意事項

- 1) 試料を採取する宿主植物には、Rccが検出された場合を想定し、試料採取前に目印を付ける等を行い、採取場所等が分かるようにする。
- 2) 試料の採取に当たっては、罹病部を中心になるべく広い範囲で採取する。
- 3) 調査を実施したほ場内に病徴を示す株が複数ある場合は、手袋を用い、せん定ばさみ等の器具類についても、圃場ごとに70%エタノール又は有効塩素濃度1%次亜塩素酸ナトリウム水溶液等により消毒して使用する。
- 4) 採取した試料は、試料の確認に必要な事項（採取月日、採取場所、写真等）を記録した試料採取票（別記様式）を添付した上で、ビニール袋に入れ、輸送するまで冷暗所に保管する。
- 5) 試料の採取部位、病徴及び採取票に記録した内容等は、別途、調査野帳等に記録する。
- 6) 採取した試料は、散逸しないように厳重に梱包し、保冷剤を入れて低温に保った保冷箱等に収容して送付する。

## エ 病徴写真等

### 1) 宿主植物における病徴

※転載の許諾が得られなかったことから URL 等を示す。

#### ア) 開花期から生じる 1～2mmの黒～褐色の初期病斑

Saideh et al. (2006) *Ramularia collo-cygni* on spring barley, an overview of its biology and Epidemiology. Proceeding First European Ramularia Workshop:19-35. (figure 16)

[[https://www.researchgate.net/publication/321331765\\_Ramularia\\_collo-cygni\\_on\\_spring\\_barley\\_an\\_overview\\_of\\_its\\_biology\\_and\\_Epidemiology](https://www.researchgate.net/publication/321331765_Ramularia_collo-cygni_on_spring_barley_an_overview_of_its_biology_and_Epidemiology)]

#### イ) 赤褐色のえそ斑点 (開花期以降の葉の両面に現れる)

- 上記と同一の文献(figure 1)
- Havis, N. D. et al (2015) *Ramularia collo-cygni* -An Emerging Pathogen of Barley Crops. PHYTOPATHOLOGY 105(7):895-904. (Fig. 1) [<https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-11-14-0337-FI>]

#### ウ) 葉、葉鞘、茎、穂軸の病斑 (長さ1～2mmの黒褐色の小さな斑点)

- Andreas von Tiedemann (2008) *Ramularia* leaf spots on barley. General Plant Pathology and Crop Protection / Faculty of Agricultural Sciences Georg - August University Göttingen, Germany. (fig. 3) [<https://wwwuser.gwdg.de/~instphyt/app/research/rcc.html>] (Accessed 2023-01-13)

### 2) 参考

オオムギ網斑病菌 (*Pyrenophora teres*) による類似症状



©Marja Jalli, Luke CC-BY-NC-SA-4.0

## オ 対象病害の解説

学名：*Ramularia collo-cygni*

(シノニム：*Ophiocladium hordei* syn., *Ovularia hordei* syn.,  
*Ramularia hordeicola* syn.)

分布：アイスランド、アイルランド、イタリア、英国、エストニア、オーストリア、クロアチア、スイス、スウェーデン、スペイン、スロバキア、セルビア、チェコ、デンマーク、ドイツ、ノルウェー、ハンガリー、フィンランド、フランス、ベルギー、ポーランド、リトアニア、ロシア、ナミビア、南アフリカ共和国、アメリカ合衆国、メキシコ、アルゼンチン、チリ、コロンビア、ウルグアイ、ニュージーランド

宿主植物：オオムギ、コムギ、マカロニコムギ、エンバク、ナガハグサ、ホソムギ、シバムギ、ライムギ、トウモロコシ、モロコシ、クサヨシ、コスズメノチャヒキ、ライコムギ、アサなど

生態：Rccは葉、穂、のぎ、葉鞘、茎に感染する。壊死斑点、葉の早期老化、病斑の増加により葉の緑の部分なくなり収量の減少に至る。症状は開花後の生育後期に顕著に観察されるが、無病徴感染することもある。また、本菌は、腐生菌のように枯死した葉でも生存できる。エストニアのオオムギでは、初期症状として上位葉に褐色の小さい斑点が開花期に確認され、その後、葉鞘や茎、のぎに斑点が広がり、壊死した。

分散：

### 1) 自然分散

Rccは風媒伝搬する。また、冬作物からの胞子の放出が春作物の感染レベルに影響を及ぼす。

なお、昆虫類により本菌が伝搬する情報は知られてない。

### 2) 人為分散

種子伝染による分散がある。

防除：殺菌剤（クロロタロニル系）の使用、感染植物の除去。種子では温湯処理の実験も実施されているが、胚への影響を避けることは困難である。

## <参考文献>

Andreas von Tiedemann (2008) Georg-August-University Göttingen

Ramularia leaf spots on barley

A. Peraldi, L. L. Griffe, C. Burt, G. R. D. McGrann, and P. Nicholson

(2013) *Brachypodium distachyon* exhibits compatible interactions with *Oculimacula* spp. and *Ramularia collo-cygni*, providing the

- first pathosystem model to study eyespot and ramularia leaf spot diseases
- Carmona, M.A., Scandiani, M.M., Formento, A.N., y Luque, A. (2014) Epidemias de *Ramularia collo-cygni*, organismo causal del salpicado necrótico de la cebada
- Dale R. Walters, Neil D. Havis and Simon J.P. Oxley (2007) *Ramularia collo-cygni* : the biology of an emerging pathogen of barley
- Franz Xaver Schubiger. Plant diseases see-understand-avoid: Sprenkelnekrose Barley
- Graham R. D. McGrann, Ambrose Andongabo, Elisabet Sjökvist, Urmi Trivedi, Francois Dussart, Maciej Kaczmarek, Ashleigh Mackenzie, James M. Fountaine, Jeanette M. G. Taylor, Linda J. Paterson, Kalina Gorniak, Fiona Burnett, Kostya Kanyuka, Kim E. Hammond-Kosack, Jason J. Rudd, Mark Blaxter & Neil D. Havis (2016) The genome of the emerging barley pathogen *Ramularia collo-cygni*
- Havis.N.D. et al. (2006) Rapid nested PCR-based detection of *Ramularia collo-cygni* direct from barley. *FEMS Microbiol Lett* 256 (2006) 217-223
- Havis, N. D. et al. (2015). *Ramularia collo-cygni*-An Emerging Pathogen of Barley Crops. *Phytopathology*. 105(7): 895-904.
- 農林水産省 (2019) *Ramularia collo-cygni*に関する病害虫リスクアナリシス報告書(平成31年3月25日)  
<<https://www.maff.go.jp/j/syouan/keneki/kikaku/attach/pdf/prareport-33.pdf>>
- Peraldi et al. (2014). *Plant Pathology* 63: 559
- P.Frei,K.Gindro,H.Richter and S.Schurch (2006) Direct-PCR Detection and Epidemiology of *Ramularia collo-cygni* Associated with Barley necrotic Leaf Spots
- Saideh Salamati and Lars Reitan (2006) *Ramularia collo-cygni* on spring barley, an overview of its biology and epidemiology
- タスマニア州天然資源環境局<<https://nre.tas.gov.au/biosecurity-tasmania/plant-biosecurity/pests-and-diseases/ramularia-leaf-spot>>