

Mayetiola destructor（ヘシアンバエ）に関する
病害虫リスクアナリシス報告書

令和6年2月19日

農林水産省横浜植物防疫所

主な改訂履歴及び内容

令和 6（2024）年 2 月 19 日 作成

目次

はじめに.....	1
I リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報（有害動物）	1
1. 学名及び分類.....	1
2. 地理的分布	2
3. 寄主植物及び日本国内での分布	2
4. 寄生部位及びその症状	2
5. 移動分散方法.....	3
6. 有害動物の大きさ及び生態.....	3
7. 媒介性又は被媒介性.....	4
8. 被害の程度	4
9. 防除.....	5
10. 診断、検出及び同定	7
11. 日本における輸入検疫措置	7
12. 諸外国における輸入検疫措置等	7
II 病害虫リスクアナリシスの結果.....	9
第1 開始（ステージ1）	9
1. 開始.....	9
2. 対象となる有害動植物.....	9
3. 対象となる経路	9
4. 対象となる地域.....	9
5. 開始の結論.....	9
第2 病害虫リスク評価（ステージ2）	10
1. 有害動植物の類別	10
2. 農業生産等への影響の評価.....	10
3. 入り込みの可能性の評価.....	12
4. <i>Mayetiola destructor</i> の病害虫リスク評価の結論	14
第3 病害虫リスク管理（ステージ3）	15
1. <i>Mayetiola destructor</i> に対するリスク管理措置の選択肢の検討	15
2. 経路ごとの <i>Mayetiola destructor</i> に対するリスク管理措置の選択肢の検討	19
3. <i>Mayetiola destructor</i> の病害虫リスク管理の結論	20
別紙1 <i>Mayetiola destructor</i> の発生国等の根拠	21
別紙2 <i>Mayetiola destructor</i> の寄主植物の根拠	24
別紙3 <i>Mayetiola destructor</i> の寄主植物に関連する経路の年間輸入検査量 （貨物、郵便物及び携帯品）	26
引用文献.....	31

はじめに

Mayetiola destructor (ヘシアンバエ) は、幼虫がコムギ等の寄主植物の茎を加害することにより、枯死や収量低下を引き起こす植物防疫上重要な害虫である (Prescott et al., 1986; Royer et al., 2017; Botha et al., 2005; CABI, 2023)。また、本種は、大韓民国が発生国からの寄主植物の輸入を禁止しており (APQA, 2016)、まん延が警戒されている病害虫である。

日本においては、本種は、植物防疫法施行規則 (農林省, 1950) 別表 1 に規定されている検疫有害動物であり、同施行規則別表 2 に規定されている国又は地域からの該当する寄主植物の茎葉の輸入は認められていない。

本種が同施行規則別表 1 に追加された後、異なるリスク評価手法が開発されたため、本種に対するリスク評価を実施し、現行の検疫措置の有効性を評価するため、病害虫リスクアナリシスを実施した。

I リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報 (有害動物)

1. 学名及び分類

- (1) 学名 (Pape and Thompson, 2020)

Mayetiola destructor (Say, 1817)

- (2) 英名、和名等

英名 : Hessian fly (CABI, 2023)

和名 : ヘシアンバエ

- (3) 分類 (CABI, 2023; Pape and Thompson, 2020)

種類 : 節足動物

目 : Diptera (ハエ目)

科 : Cecidomyiidae (タマバエ科)

属 : *Mayetiola*

- (4) シノニム

Cecidomyia contractor Morris (Botha et al., 2005)

Cecidomyia culmicola Morris (Botha et al., 2005; Pape and Thompson, 2020)

Cecidomyia destructor Say (Botha et al., 2005; CABI, 2023)

Cecidomyia frumentaria Rondani (Botha et al., 2005; CABI, 2023; Pape and Thompson, 2020)

Cecidomyia secalina Loew (Pape and Thompson, 2020)

Chortomyia secalina (Loew) (Botha et al., 2005; CABI, 2023)

Mayetiola mimeuri (Mesnil) (Botha et al., 2005; CABI, 2023; EPPO, 2020)

Mayetiola orientalis Bollow (Pape and Thompson, 2020)

Mayetiola secalis Bollow (Botha et al., 2005; CABI, 2023; EPPO, 2020; Pape and Thompson, 2020)

Phytophaga cerealis Rondani (Botha et al., 2005; CABI, 2023; Pape and Thompson, 2020)

Phytophaga destructor (Say) (Botha et al., 2005; CABI, 2023; EPPO, 2020)

Rhabdophaga elymi Felt (Pape and Thompson, 2020)

Rhabdophaga pratensis Felt (Pape and Thompson, 2020)

(5) 系統等

北米では、コムギ抵抗性品種の本種に対する感受性に基づくバイオタイプが提案されており、少なくとも本種には 16 のバイオタイプが存在するとされている (CABI, 2023; Patterson et al., 1992)。

2. 地理的分布

(1) 国又は地域 (詳細は別紙 1 参照。)

中東：イスラエル、イラク、シリア、トルコ、レバノン

欧州：イタリア、ウクライナ、英国、オーストリア、オランダ、カザフスタン、キプロス、ギリシャ、スイス、スウェーデン、スペイン、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、ブルガリア、ベラルーシ、ベルギー、ポーランド、ポルトガル、ラトビア、リトアニア、ルーマニア、ロシア

アフリカ：アルジェリア、チュニジア、モロッコ

北米：アメリカ合衆国、カナダ

大洋州：ニュージーランド

(2) 生物地理区

本種は、旧北区、新北區、エチオピア区及び南極区の 4 区に分布する。

3. 寄主植物及び日本国内での分布

(1) 寄主植物 (詳細は別紙 2 参照。)

イネ科：オオムギ属 (*Hordeum* spp.)、カモジグサ属 (*Agropyron* spp.)、コムギ属 (*Triticum* spp.)、ライコムギ属 (*Triticosecale* spp.)※、ライムギ属 (*Secale* spp.)

※ライコムギ属はコムギ属とライムギ属の人工属間交配種。

(2) 日本国内における寄主植物の分布及び栽培状況

本種の寄主植物であるコムギは 47 都道府県で栽培されている。

4. 寄生部位及びその症状

本種の卵は、葉の上面の脈に沿って一列に産下される (Botha et al., 2005; CABI, 2023; Schmid et al., 2018)。通常、ふ化した 1 齢幼虫は植物体の下方に移動し、地際部のクラウン (crown) のすぐ上の茎と葉鞘 (葉の基部が茎を取り巻いている部分) の間、土壌表面のすぐ下 (秋季) 又は土壌表面上の 1 節目の茎と葉鞘の間 (春季) で 2 齢幼虫となり植物を吸汁加害する (Prescott et al. 1986; Harris et al., 2006; Royer et al., 2017)。2 齢幼虫は 1 齢時にあった歩行器官 (creeping pads) を欠き、2 齢以降は他の部位へ移動できないことが報告されており (Harris et al., 2006)、本種の穂への寄生を示唆する情報は確認されていない。

春と秋に幼植物が本種に加害されると、植物の生長が阻害され、中心部の芽が黄色くなって枯死する。植物の生長後期に茎の節を幼虫に加害されると、茎の生育が弱められ、その結果萎縮と倒伏が発生し、穂が発達しなくなるため、収量が低下する。また、本種の影響を受けた穂から生じる穀類は低品質となる傾向がある (Botha et al., 2005; CABI, 2023)。弱く腫らんだ茎の節のすぐ上に形成される浅い楕円形の窪みで蛹化し、複数の蛹が同じ場所に寄生することもある (Ellis, 2020; Flanders et al., 2013)。

本種の寄生による症状としては、生長点の枯死、花序の枯死、わい化、発育阻害、ねじれ及び変形、茎の枯死、変形及び発育阻害又はロゼット化、葉の肥厚及び変色並びに植物全体のわい化及び発育不全が見られる (Boyd and Bailey, 2000; CABI, 2023)。

本種の幼虫と蛹の寄生部位に係る詳細な研究事例では、コムギに寄生した 8,129 頭のうち、5,987 頭 (≒73.6%) は地際部のクラウン (crown) と第 1 節から、1,034 頭 (12.7%) は第 2 節から、937 頭 (≒11.5%) は第 3 節から、171 頭 (≒2.1%) は第 4 節から発見されたことが報告されている (Barnes, 1956; McColloch, 1923)。

5. 移動分散方法

(1) 自然分散

本種の成虫は寄主植物を探索するため、低空で飛翔する (CABI, 2023)。成虫は熱上昇気流によって少なくとも 8km の距離を移動することが記録されている。寄主植物が集中的に栽培されている地域や好適な在来の寄主植物が連続して存在している地域 (間隔が 10km 以下) では、成虫が隣接するほ場に分散する可能性がある (Botha et al., 2005)。交尾した雌は少なくとも 3.2km を風で運ばれる可能性がある (Schmid et al., 2018)。

(2) 人為分散

本種の幼虫及び蛹 (囲蛹) が寄主植物の茎に外部寄生し、輸送される可能性がある。休眠幼虫がいるコムギのわらの輸送は、本種の長距離移動の最も可能性の高い原因であると考えられている (Botha et al., 2005; CABI, 2023)。

6. 有害動物の大きさ及び生態

(1) 有害動物の大きさ

卵：長さは約 0.5mm であり、形状は細長い円筒形で端が丸い。色は、初め光沢のある赤色だが、やがて暗色となる (Botha et al., 2005; CABI, 2023)。

幼虫：1 齢幼虫は長さ 0.5~1.7mm であり、最初は背腹側が扁平になるが、やがて円筒形になる。2 齢幼虫は長さ 1.7~4.0mm であり、不均一な円筒形で、後端は先細りになる。摂食 (吸汁加害) 中の 2 齢幼虫は白色であるが、後に褐色となり硬化する。囲蛹は 2 齢幼虫の硬化した外皮でできており、この内部で 3 齢幼虫 (摂食は行わない) を経て蛹化し、羽化する。3 齢幼虫は白色で、背腹側は扁平で、蛹組織が発達するにつれて円柱状になる (Botha et al., 2005; CABI, 2023)。3 齢幼虫 (囲蛹内の休眠幼虫) は寄主植物のわらや刈り株で越冬する (CIMMYT, 2020) が、北米の南部では越冬は行わずに収穫されたコムギの刈り株で夏眠 (気候や寄主植物の条件が厳しい夏季に生ずる休眠) をする (CABI, 2023; Zeiss et al., 1993)。

蛹 (囲蛹)：長さは 2~6mm であり、暗褐色である。形状は前方がわずかに先細りになるが、特に 3 つ以上の蛹が同じ場所に寄生すると、圧縮によって形状が変わる場合がある。囲蛹はアマの種子に外観が似ていることから、flaxseed とも呼ばれる (Botha et al., 2005; CABI, 2023; Flanders et al., 2013)。

成虫：長さは 2~4mm であり、一般的に雌は雄よりも大きくなる (Botha et al., 2005; CABI, 2023)。頭部は小さく、目は暗色、触角は黄土色、口器は未発達、胸部は黒色で側面に淡色の縞があり、脚は細長い (国立環境研究所, 2020)。

(2) 繁殖様式

有性生殖。本種の雌成虫は羽化直後に交尾し、交尾後 1 時間程度で産卵を開始する。雌は 2

～3日間産卵を続け、合計100～200個の卵を産む（Botha et al., 2005; CABI, 2023）。

（3）年間世代数

欧州では最初の世代の成虫が4月に羽化し、夏から秋にかけて後続の世代の成虫が活動する場合がある。北米の北部では年間1世代のみであるが、南部では年間最大6世代になる場合がある（Botha et al., 2005; CABI, 2023）。

（4）植物残さ中での生存

3齢幼虫は寄主植物のわらや刈り株で休眠する（CIMMYT, 2020; Zeiss et al., 1993）。

（5）休眠性

本種の幼虫は暑すぎたり寒すぎたりすると、天候が穏やかになるまで囲蛹の中にとどまり休眠する（Flanders et al., 2013）。囲蛹内の休眠幼虫は乾燥したコムギの刈り株で夏眠を行い、寒い冬も囲蛹の中で越冬する（Shukle, 2008）。囲蛹の状態での休眠期間は極めて変化が大きく、本種の1世代の期間は最短で約20日間、最長で49か月間との報告がある（Botha et al., 2005）。

7. 媒介性又は被媒介性

情報なし。

8. 被害の程度

アメリカ合衆国では、1929～1936年におけるインディアナ州の本種による収量損失が年間平均55,000トンであり、他の州でも同様の損失が発生した。ジョージア州では、1988～1989年に冬オオムギで深刻な大発生があり、冬コムギによる飼料生産でも大幅な減少を引き起こした。なお、本種に対する耐性品種が入手可能になったことで、同国での損失が徐々に減少した（感受性品種が一般的に使用された最後の年である1945年の年間損失は約3,700万ドルであったが、1980年代の年間平均損失は約1,600万ドルに減少している。）（CABI, 2023）。しかしながら、オクラホマ州では、2004年以降、突発的な発生が一般的になり、毎年局地的に重度の寄生が生じており、コムギの連作、早期は種、感受性品種の植え付け等により本種の発生が増加しているものと考えられている（Royer et al., 2017）。Rashed et al. (2021)によれば、ワシントン州全域でも毎年発生しており、何れの地区でもフェロモントラップに数百～数千の成虫が誘殺（サンプリング）され、同国北西部の内陸における本種抵抗性品種の効果は、1エーカー（約0.4ha）当たり45～104ドルと評価され、この値を適用すると、抵抗性品種がない場合のアメリカ合衆国ワシントン州全体での被害は、非常に控えめに見積もっても年間1000万ドル以上となると報告されている。

欧州では、本種は、1918年以降、ソビエト連邦とポーランドでコムギに重大な被害を及ぼす害虫であったが、1940年以降減少した。これは、耐性品種の植え付け等によるものと考えられている。本種は1970年までに中央欧州から姿を消したが、旧ソビエト連邦の南部欧州地域、地中海東部地域、南コーカサス地方、シベリア地方等ではコムギに重大な被害を及ぼす害虫であり続けた。スペインのバダホスにおける1990年頃の調査では、14～35%の穀類の収量損失が記録され、1987～1989年のモロッコのほ場試験では、38%の収量損失が記録された（Botha et al., 2005; CABI, 2023）。コムギの登熟期において本種の寄生が重度の場合、植物体が倒伏し、1エーカー（約0.4ha）当たり少なくとも約4トンの収量減が生じ得る（Boyd and Bailey, 2000）。

9. 防除

本種を根絶することは、次の①及び②の理由から難しいとされている。①本種の入り込みは蛹（囲蛹）の段階で行われ、成虫は検出される前に飛翔によりかなり広く分布することが可能である、②広範囲の地域におけるコムギの刈り株及び自生株を物理的又は殺虫剤により処理しても、他の場所への移動阻止は困難である（Botha et al., 2005）。

（１）化学的防除法

アメリカ合衆国では、リン化水素くん蒸処理により輸出用の乾牧草にいる蛹が殺されることが報告されている（Botha et al., 2005）。

種子粉衣として使用されるイミダクロプリドのような薬剤は、コムギの苗を保護するのに非常に効果的である。長期残効性ピレスロイド系薬剤をコムギの出穂直後に葉面散布することにより本種の防除が可能であり、シソ科の様々な植物から抽出されたエッセンシャルオイルも同様に本種の防除が可能である（Gerson, 2015）。

可能であれば、本種の警告システムにしたがい産卵時に殺虫剤を散布する必要がある。推奨される要防除水準は卵が 15 個／莖であり、主な殺虫剤は α -シペルメトリン及びデルタメトリンである（EPPO, 1997）。

殺虫剤による種子処理（ネオニコチノイド等）は、生育初期に本種の個体数を減らすことが可能である。ただし、本種の寄生密度が高い場合は、種子処理の使用は必ずしも効果的ではなく、晩冬と春の世代を制御できない（Flanders et al., 2013）。

（２）生物的防除法

50 種以上の寄生蜂は、世界の様々な場所で本種に寄生することが知られている（Gerson, 2015）。

1986 年～1988 年にかけて、アメリカ合衆国テキサス州北中部の異なる 4 地点の本種の野外個体群における寄生を観察した結果、3 種の寄生蜂が本種の春世代に寄生したが、秋世代にはほとんど寄生しなかった。なお、寄生活動は主に 5 月に発生し、寄生率は 0～87.5%で、時期、寄主植物の密度、地理的位置、本種の生息年数に影響された。同州で最も多く寄生していたのは *Homoporus destructor* であり、次いで *Eupelmus allynii*、*Trichomalopsis subapterus* であった（Schuster and Lidell, 1990）。

オーストラリアでは、本種が非商業的な牧草種に侵入する可能性はあるが、既存の天敵が輸入されているため、大きな問題になる可能性は低い（Botha et al., 2005）。

（３）耕種的防除法

アメリカ合衆国の一般的な耕種的防除法としては、輪作、深耕、自生のコムギの除去、迅速な発芽を確実にするための良好な種子の使用及び適切な土壌の準備、秋の世代の本種の成虫のまん延を防止するための冬コムギの遅蒔き等がある（CABI, 2023）。

エンバクは本種の繁殖には適さず、温床としても機能しないため、コムギが生産されている地域では、エンバクが緑肥として最適とされている。コムギの収穫後に刈り株を耕すこと又はすき込むことは、蛹を埋めることになり、効果的に殺虫する。ムギわらを燃やしても、多くの蛹は土壌表面の下にいたので、影響を受けない。成虫は氷点下の気温で生存できないため、本種のまん延を防ぐための伝統的な方法は、最初の霜の後まで植栽を遅らせることである（Flanders et al., 2013）。

（４）物理的防除法

ア 加熱処理

カナダの研究では、本種に寄生された植物の茎が 58℃に加熱され、少なくとも 3 分間維持された場合、100%の死亡率が確認された (Sokhansanj et al., 1993; Botha et al., 2005)。また、同国の研究では、乾牧草に寄生した本種は、55℃以上の温度では、暴露時間が 1 分間であっても死滅することが分かっている。なお、データ解析によると 60℃以上であればほぼ瞬時に死滅することが判明しているものの、乾燥機の校正や測定の誤差を考慮すると、60℃ 1 分間の処理が適切であると考えられる (Venkatesan, 1989)。

イ 乾燥処理

Yokoyama and Cambron (2013) では、コムギ茎葉に寄生させた本種の囲蛹を用いてアメリカ合衆国の野外で想定される乾燥条件下での生存率を調査した。その結果、野外での乾燥条件を想定して設けられた。

- ・環境室 (様々な乾牧草の栽培地域の収穫期の平均的な気象条件を再現)
- ・野外乾燥 (ワシントン州とカリフォルニア州の代表的な地域における野外での乾燥。※ Imperial Valley の実験区を除く。)
- ・ウィンドロウ (乾牧草の列: 乾牧草のバール内に本種を寄生させたコムギ茎葉を挿入) の全てにおいて、コムギ茎葉に寄生した囲蛹が成虫の羽化まで生存していた。

ウ 加圧処理

Tabilet et al. (2011) では、チモシーバールを圧縮することにより本種の囲蛹の殺虫試験 (感圧フィルムに本種の囲蛹が寄生したコムギ苗を入れた袋を設置) を実施した結果、バール内の複数の測定場所で囲蛹を破壊するために必要な圧力 (20.6Kpa (0.21kg/cm²) (Yokoyama et al., 1993)) が測定されたにもかかわらず完全殺虫されなかったことが報告されている。また、牧草の水分含量についても条件を変えて試験が実施されているが、囲蛹の生存率との因果関係は不明である。

(5) 寄主植物の抵抗性

本種に対する抵抗性のための植物育種は、長年にわたって北米で使用された主な防除戦略であり、多くの耐性遺伝子が確認された (CABI, 2023)。本種への耐性遺伝子を持つ多くのコムギの品種が使用されているが、これらの品種に適応した本種のバイオタイプが発生し、植物の抵抗性を打破した事例がある。このため、抵抗性品種を植え付けているほ場では本種の個体数を常に監視して、様々な地域でどのコムギの品種が耐性を維持しているかを確認する必要がある (Gerson, 2015; Tadesse et al., 2022)。

なお、アメリカ合衆国の北西部内陸における本種抵抗性品種の効果は、1 エーカー (約 0.4ha) 当たり 45~104 ドルと評価され、この値を適用すると、抵抗性品種がない場合のワシントン州全体での被害は、非常に控えめに見積もっても年間 1000 万ドル以上となる (Rashed et al., 2021)。

日本の栽培品種の抵抗性に関する報告はないものの、育種材料の多くを占める在来品種の中には日本未発生である本種に対する抵抗性を有している品種は存在しないと考えられること、また、日本では害虫抵抗性を目標とした育種も行われていないことから (福永・稲垣, 1985; 小田, 2013)、日本の栽培品種は本種に対する抵抗性を有していないものと考えられる。

(6) 性フェロモンによる制御

本種の行動研究は、雌成虫が産卵管から性フェロモンを放出することによって雄成虫を引き付けることを示した。雌成虫の性フェロモンを (2S) - (E) -10-トリデセン-2-イルアセテート

と特定した (CABI, 2023)。

(7) 総合的病害虫管理 (IPM)

北米では、本種のコムギへの寄生は IPM によって管理されている。これは主に抵抗性をもつ寄主植物の育種に依存しており、清潔な栽培管理、自生のコムギの適切な管理及び秋の遅蒔きの組合せにより、本種の越冬作物でのまん延を回避するというものである (CABI, 2023)。

以下の管理措置を組み合わせることにより、本種の寄生を最小限に抑えることができる (Flanders et al., 2013)。

- ・ 耐性品種を選択する。
- ・ 牧草や緑肥には、エンバク又は寄主植物ではない作物を植栽する。
- ・ 可能であれば、コムギの刈り株を埋める耕作方法を実施する。
- ・ 自生のコムギを制御する。
- ・ 本種に感受性の高いコムギを植栽しない。
- ・ コムギの刈り株近くに植栽しない。
- ・ 地域の推奨植栽日より前にコムギを植栽しない。可能であれば、最初の霜の後に植栽する。
- ・ 影響を受けやすいコムギの品種を植栽している場合は、種子処理を検討する。
- ・ 上記条件のうち3つが当てはまらない場合は、早い時期の葉面殺虫剤を検討する。

10. 診断、検出及び同定

本種は、一般的に *Mayetiola* 属の他の種に似ており、北アフリカに発生している *M. hordei* と混同されている。*Mayetiola* 属の成虫の識別は、雄の生殖器及び他の微視的な違いに基づいているため、専門の分類学者が行うのが最善である。なお、*Mayetiola* 属のほとんどの種は十分に特徴付けられていない状況である (CABI, 2023)。

11. 日本における輸入検疫措置

本種は、植物防疫法施行規則 (農林省, 1950) 別表 1 に規定されており、同施行規則別表 2 に規定されている国又は地域からの該当する寄主植物の茎葉の輸入は認められていない。しかし、以下の寄主植物は、「農林水産大臣が定める基準に適合している。」(同施行規則別表 2 の付表) ことを条件に輸入が認められている。

(1) リン化水素くん蒸処理

アメリカ合衆国産乾牧草に混入したムギわら及びカモジグサ属植物の茎葉 (農林水産省, 1979a; 農林水産省, 1979b)

(2) 熱処理 (加熱乾燥処理) 又はリン化水素くん蒸処理

カナダ産ムギわら及びカモジグサ属植物の茎葉 (農林水産省, 1997; 農林水産省, 2007)

12. 諸外国における輸入検疫措置等

(1) 輸入禁止措置

大韓民国は、本種の発生国からの寄主植物の輸入を禁止している (APQA, 2023)。

(2) その他

アメリカ合衆国は、乾牧草について、本種等を対象にリン化水素くん蒸処理の基準を設定している (USDA, 2016)。

※処理基準：50℃以上で投与量は60g/1,000 ft³。投薬後の最小濃度測定値は0.5 時間で240ppm、2 時間で425ppm、24 時間で700ppm、168 時間で200ppm。処理終了後、24 時間又は0.3ppm 以下のレベルになるまで通気を行う。

Ⅱ 病害虫リスクアナリシスの結果

第1 開始（ステージ1）

1. 開始

Mayetiola destructor に対するリスク評価を行い、現行の検疫措置の有効性を評価するため、病害虫リスクアナリシスを実施する。

2. 対象となる有害動植物

Mayetiola destructor を対象とする。

3. 対象となる経路

リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報の「2. 地理的分布」に示す「国又は地域」からの「3. 寄主植物及びその日本国内での分布」に示す「寄主植物」であって、「4. 寄生部位及びその症状」に示す「寄生部位」を含む植物を対象とする。

4. 対象となる地域

日本全域を対象とする。

5. 開始の結論

本種を開始点とし、その発生地域から輸入される植物を経路とした日本全域を対象とする病害虫リスクアナリシスを開始する。

第2 病害虫リスク評価（ステージ2）

1. 有害動植物の類別

ステージ1で特定された有害動植物について、国内における発生及び公的防除の有無、定着及びまん延の可能性並びに経済的影響を及ぼす可能性について調査し、検疫有害動植物の定義の要件を満たしているかどうかを検討する。なお、検疫有害動植物の要件を満たしていない場合は、それが判明した時点で評価を中止し病害虫のリスクは「無視できる」とする。

（1）有害動植物の国内での発生の有無及び公的防除の有無等

Mayetiola destructor は、国内未発生である。

（2）定着及びまん延の可能性の評価

本種の寄主植物であるコムギは 47 都道府県で栽培されていることから、国内に定着及びまん延する可能性があるとは判断する。

（3）経済的影響を及ぼす可能性

本種は、スペインにおける近年の調査で 14～35%の穀類の収量損失が記録されたとの被害報告がある。また、コムギの登熟期における寄生が重度の場合、植物体が倒伏し、1 エーカー（約 0.4ha）当たり少なくとも約 4 トンの収量減が生じ得るとの報告がある。

現在、本種は国内未発生であるが、もし、本種が国内に入り込み、定着及びまん延した場合、経済的影響を及ぼす可能性がある。

（4）評価にあたっての不確実性

特になし。

（5）有害動植物の類別の結論

本種は国内未発生であるが、寄主植物であるコムギは国内で広く栽培されていることから、本種が国内に入り込み、定着及びまん延する可能性がある。また、本種発生国において経済的被害の報告があることから、国内においても経済的影響を及ぼす可能性は否定できない。

したがって、本種は、植物検疫措置に関する国際基準（以下「ISPM」という。）No. 11「検疫有害動植物に関する病害虫リスクアナリシス」（FAO, 2017b）に規定された検疫有害動植物の要件を満たすことから、本種に対するリスクアナリシスを実施するため、引き続き「2. 農業生産等への影響の評価」で評価を行う。

2. 農業生産等への影響の評価

（1）定着の可能性の評価

ア リスクアナリシスを実施する地域における潜在的検疫有害動植物の生存の可能性

（ア）潜在的検疫有害動植物の生存の可能性

本種は休眠性を持ち、植物残さ中で生存可能であることから、不良環境下で生存可能と判断した。

（イ）リスクアナリシスを実施する地域における中間宿主の利用可能性

本種は有害動物のため、本項目は評価しない。

（ウ）潜在的検疫有害動植物の繁殖戦略

本種は有性生殖を行う。よって、評価基準に基づき 2 点と評価した。

イ リスクアナリシスを実施する地域における寄主又は宿主植物の利用可能性及び環境の好適

性

(ア) 寄主又は宿主植物の利用可能性及び環境の好適性

本種の寄主植物であるコムギが 47 都道府県で栽培されているため、評価基準に基づき 5 点と評価した。

(イ) 潜在的検疫有害動植物の寄主又は宿主範囲の広さ

本種は、イネ科 1 科に寄生することが知られている。

(ウ) 有害動植物の侵入歴

本種は、旧北区、新北区、エチオピア区及び南極区の 4 区に分布する。よって、評価基準に基づき 4 点と評価した。

ウ 定着の可能性の評価結果

評価した項目の平均から、定着の可能性の評価点は 5 点満点中の 3.7 点となった。

(2) まん延の可能性の評価

ア 自然分散（自然条件における潜在的検疫有害動植物の分散）

(ア) 移動距離

本種の成虫は飛翔し、熱上昇気流によって少なくとも 8km の距離を移動することが記録されている。よって、評価基準に基づき 5 点と評価した。

(イ) 年間世代数

本種の原産地では年間最大 6 世代になる場合がある。よって、評価基準に基づき 5 点と評価した。

イ 人為分散

(ア) 農作物を介した分散

本種の寄主植物であるコムギは、47 都府県で栽培されている。よって、評価基準に基づき 5 点と評価した。

(イ) 非農作物を介した分散

非農作物を介した分散は知られていない。よって、本項目は評価しない。

ウ まん延の可能性の評価結果

評価した項目の平均から、まん延の可能性の評価点は 5 点満点中の 5 点となった。

(3) 経済的重要性の評価

ア 直接的影響

(ア) 影響を受ける農作物又は森林資源

本種の寄主植物には、*Bromus* 属、オオムギ及びコムギが含まれ、影響を受ける農作物の産出額の合計は約 982.5 億円であることから、評価基準に基づき 3 点と評価した。

(イ) 生産への影響

本種の寄主植物であるコムギは、生産農業所得統計の対象植物である。本種の寄生により、商品部位となる茎葉に直接的な被害（幼植物の枯死、植物の萎縮、倒伏）が生じることから、評価基準に基づき 4 点と評価した。

(ウ) 防除の困難さ

本種に対する公的防除の情報は得られなかった。

(エ) 直接的影響の評価結果

上記2項目の評価点の積は12点となり、評価基準に基づき直接的影響の評価点は3点となった。

イ 間接的影響

(ア) 農作物の政策上の重要性

本種の寄主植物であるコムギは、農業保険法及び同法施行令で定める農作物に該当するため、評価基準に基づき1点と評価した。

(イ) 輸出への影響

大韓民国は、本種の発生国からの寄主植物の輸入を禁止している。よって、評価基準に基づき1点と評価した。

ウ 経済的重要性の評価結果

直接的影響の評価結果の得点と間接的影響の得点の和から、経済的重要性の評価点は5点となった。

(4) 評価における不確実性

特になし。

(5) 農業生産等への影響評価の結論（病害虫固有のリスク）

定着及びまん延の可能性並びに経済的重要性の3項目の評価点の積は91.7点となり、本種の農業生産等への影響の評価を「高い」と結論付けた。

3. 入り込みの可能性の評価

項目	評価における判断の根拠等		
(1) 寄生部位	本種は葉及び茎を加害する。なお、禾穀類の地上茎を稈といい（永井, 1951; 山崎ら, 2004）、茎（稈）と穂軸は区別して取扱われている。		
(2) 国内に入り込む可能性のある経路	経路として考えられるものは「栽植用植物」、「消費生植物」及び「消費乾燥植物類」である。		
	用途	部位	経路となる可能性
	ア 栽植用植物	葉及び茎	○
	イ 消費生植物	葉及び茎	○
	ウ 消費乾燥植物類	葉及び茎	○
(3) 寄主植物の輸入検査量	別紙3参照。		

(4) 入り込みの可能性の評価

ア 栽植用植物

- (ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）
原産地で潜在的検疫有害動植物の生存率に影響を与える加工処理等は実施していない。
よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ
本種は、外部及びすき間に寄生する。よって、評価基準に基づき4点と評価した。
- (ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性
栽植用植物は、直接栽培施設、ほ場等へ持ち込まれる。よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (エ) 輸入品目からの自然分散の可能性
栽植用植物は、栽植用として利用されることで入り込みが完了することから、評価基準に基づき5点と評価した。
- (オ) 評価における不確実性
特にない。

栽植用植物の入り込みの可能性の評価の結論

評価を行った項目の得点から平均値は4.8点であり、本種の栽植用植物を経路とした場合の入り込みの可能性の評価を「高い」と結論付けた。

イ 消費用生植物

- (ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）
原産地で潜在的検疫有害動植物の生存率に影響を与える加工処理等は実施していない。
よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ
本種は、外部及びすき間に寄生する。よって、評価基準に基づき4点と評価した。
- (ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性
本種の寄主植物であるコムギは、47都道府県で栽培されている。よって、評価基準に基づき4点と評価した。
- (エ) 輸入品目からの自然分散の可能性
本種の成虫は飛翔し、熱上昇気流によって少なくとも8kmの距離を移動することが記録されている。よって、評価基準に基づき3点と評価した。
- (オ) 評価における不確実性
特にない。

消費用生植物の入り込みの可能性の評価の結論

評価を行った項目の得点から平均値は4.0点であり、本種の消費用生植物を経路とした場合の入り込みの可能性の評価を「中程度」と結論付けた。

ウ 消費用乾燥植物類

(ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）

消費用乾燥植物類は、評価基準の「乾燥、加圧、粉碎等の処理を伴う用途」に該当する。

また、本種は貯蔵性有害動植物ではない。よって、本項目は評価しない。

(イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ

本種は、外部及びすき間に寄生する。よって、評価基準に基づき4点と評価した。

(ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性

本種の寄主植物であるコムギは、47都道府県で栽培されている。よって、評価基準に基づき4点と評価した。

(エ) 輸入品目からの自然分散の可能性

本種の成虫は飛翔し、熱上昇気流によって少なくとも8kmの距離を移動することが記録されている。よって、評価基準に基づき3点と評価した。

(オ) 評価における不確実性

特になし。

消費用乾燥植物類の入り込みの可能性の評価の結論

評価を行った項目の得点から平均値は3.7点であり、本種の消費用乾燥植物類を経路とした場合の入り込みの可能性の評価を「中程度」と結論付けた。

4. *Mayetiola destructor* の病害虫リスク評価の結論

本種は検疫有害動物であり、栽植用植物、消費用生植物及び消費用乾燥植物類を経路として入り込む可能性があるとして評価した。

農業生産等への影響評価の結論 (病害虫固有のリスク)	入り込みの可能性の評価		病害虫リスク評価の結論
	用途	結論	
高い	ア 栽植用植物	高い	高い
	イ 消費用生植物	中程度	中程度 (農業生産等への影響が高い)
	ウ 消費用乾燥植物類	中程度	中程度 (農業生産等への影響が高い)

第3 病害虫リスク管理（ステージ3）

病害虫リスク評価の結果、*Mayetiola destructor* はリスク管理措置が必要な検疫有害動物であると判断されたことから、ステージ3において、発生国からの寄主植物の輸入に伴う本種の入り込みのリスクを低減するための適切な管理措置について検討する。

1. *Mayetiola destructor* に対するリスク管理措置の選択肢の検討

選択肢	方法	有効性及び実行可能性の検討	実施主体 (時期)	有効性	実行 可能性
①病害虫無発生地域の設定及び維持	ISPM 4 (FAO, 2017a) に基づき設定及び維持する。	〔有効性〕 ● ISPM に基づき輸出国植物防疫機関が設定、管理及び維持する病害虫無発生地域であれば、有効である。 〔実行可能性〕 ● 輸出国において適切に管理されることが必要であるが、実行可能と考えられる。	輸出国 (輸出前)	○	○
②病害虫無発生の生産地又は生産用地の設定及び維持	ISPM 10 (FAO, 2016) に基づき設定及び維持する。	〔有効性〕 ● ISPM に基づき輸出国植物防疫機関が設定、管理及び維持する病害虫無発生の生産地又は生産用地であれば、有効であるが、当該生産地又は生産用地に本種が入り込まないことを確実にする必要がある。 ● 病害虫無発生生産地については、本種の成虫は少なくとも 8 km の飛翔が可能であるため、本種の寄主植物が存在しない緩衝地帯の設定は困難である。 ● 病害虫無発生生産用地（ガラスハウス等の本種の入りが防げる施設）については、施設内に本種の発生が確認されていないければ、有効である。 〔実行可能性〕 ● 輸出国において適切に管理されることが必要であるが、実行可能と考えられ	輸出国 (輸出前)	○ (病害虫無発生生産地×)	○

		る。			
③システム ズアプロ ーチ	ISPM 14 (FAO, 2019) に基づき実施する。	複数の管理措置を組合せであるシステムズアプローチの有効性及び実行可能性については、具体的に提案される管理措置の内容を検討する必要がある。	輸出国 (輸出前)	—	—
④栽培地検 査	栽培期間中に生育場所において植物の症状等を観察する。	〔有効性〕 ●栽培地検査の補完として、フェロモントラップ等による発生調査で本種の発生が確認された場合に適切な防除を実施することができれば、有効である。 ●また、本種による以下の症状等は、目視で確認できる。 ・成虫の体長は2～4mm、幼虫の体長は0.5～4mmである。 ・幼虫による症状は、生長点の中心部の芽が黄色くなって枯死する等であり、蛹による症状は、弱く膨らんだ茎の節のすぐ上に形成される浅い楕円形の窪みである。 ●しかし、ふ化した幼虫が茎と葉鞘の間に寄生することから、植物の外観のみの観察では見逃す可能性があるため、効果は限定的である。 〔実行可能性〕 ●輸出国において適切な検査が行われることが必要であるが、実行可能と考えられる。	輸出国 (栽培中)	▽	○
⑤熱処理、 低温処 理、加圧 処理、く ん蒸処理 (リン化	熱処理等により殺虫する。	〔有効性〕 ●信頼水準 95%における 99.9968%以上の有効量若しくはこれと同等程度の有効性を持つことが科学的に証明された処理であれば、有効であ	輸出国 (輸出前)	○	○ (臭化メ チルくん 蒸処理及 び放射線

水素、臭化メチル等) 及び放射線照射処理		る。 ●カナダの研究では、乾草に寄生した本種を死滅させるためには、乾燥機の校正や測定の誤差を考慮すると、60℃ 1 分間による処理が現場の条件下では適切であるとの報告がある。 ●アメリカ合衆国は、乾草について、本種等を対象にリン化水素くん蒸処理基準を設定している。 〔実行可能性〕 ●輸出国において適切に処理されることが必要であるが、実行可能と考えられる。 ●輸出国によっては、臭化メチルくん蒸処理が認められていない可能性がある。 ●日本において、食用植物への放射線照射処理は、食品衛生法（厚生省, 1947）に基づきバレイショの発芽防止を除いて認められていない。			照射処理 ▽)
⑥検査証明書への追記（不在証明）	輸出国での目視検査の結果、本種が寄生していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。	〔有効性〕 ●本種による以下の症状等は、目視で確認できる。 ・成虫の体長は 2 ～ 4 mm、幼虫の体長は 0.5 ～ 4 mm である。 ・幼虫による症状は、生長点の中心部の芽が黄色くなって枯死する等であり、蛹による症状は、弱く膨らんだ茎の節のすぐ上に形成される浅い楕円形の窪みである。 ●しかし、ふ化した幼虫が茎と葉鞘の間に寄生することから、目視検査のみでは見逃す可能性があるため、効果は限定的である。	輸出国 (輸出時)	▽	○

- ▽：限定条件下で実行可能
×：実行困難
－：検討しない

2. 経路ごとの *Mayetiola destructor* に対するリスク管理措置の選択肢の検討

(1) 栽植用植物（茎葉）、消費生植物（茎葉）及び消費乾燥植物類（茎葉）

ア 検討結果

病害虫無発生地域の設定及び維持（選択肢①）並びに病害虫無発生生産用地の設定及び維持（選択肢②）は、本種の入り込みのリスクに対して有効な管理措置である。しかしながら、病害虫無発生地域等の設定及び維持は、寄主植物の栽培環境、病害虫管理等を含む各種要因に影響を受けるため、個別案件ごとに具体的な内容を輸出国植物防疫機関が示し、日本がその許諾を判断する必要がある。

熱処理、低温処理、加圧処理、くん蒸処理（リン化水素、臭化メチル等）及び放射線照射処理（選択肢⑤）は、科学的に有効であることが証明された処理であれば、有効な管理措置である（放射線照射処理については食用植物を除く。）。

なお、管理措置の特定に当たっては、大韓民国が本種の発生国からの寄主植物の輸入を禁止している点を考慮する必要がある。

イ リスク管理措置の特定

栽植用植物（茎葉）、消費生植物（茎葉）及び消費乾燥植物類（茎葉）に対する管理措置として、本種の入り込みの可能性を低減させることが可能であり、かつ必要以上に貿易制限的でないことを考慮し、以下の管理措置を特定した。なお、以下のいずれかの管理措置を実施する必要がある。

○輸出国（輸出前）において、輸出国植物防疫機関が ISPM に基づき設定、管理及び維持した病害虫無発生の地域又は生産用地で輸出対象植物を生産し、その旨を検査証明書に追記する。

○輸出国（輸出前等）において、以下の処理のうち、信頼水準 95%における 99.9968%以上の有効量若しくはこれと同等程度の有効性を持つことが科学的に証明された基準を適用し、その旨を検査証明書に追記する。

- ・ 熱処理
- ・ 低温処理
- ・ 加圧処理
- ・ くん蒸処理（リン化水素、臭化メチル等）
- ・ 放射線照射処理（食用植物を除く。）

なお、上記の管理措置については、日本が求める水準を満たすとともに、確実な実施に関して担保をとる必要があるため、2 国間合意に基づく必要がある。

また、輸出国において上記の管理措置を的確に講ずることが困難であり、本種の入り込みのリスクが十分に低減されないと判断できる場合は、輸入禁止措置を講ずる必要がある。

3. *Mayetiola destructor* の病害虫リスク管理の結論

経路ごとにリスク管理措置の選択肢を検討した結果、本種の入り込みのリスクを低減させる効果があり、かつ必要以上に貿易制限的でないと判断した各経路の管理措置を以下に取りまとめた。

経路 (対象部位)	対象植物	リスク管理措置
栽植用植物（茎葉）、消費生植物（茎葉）、消費乾燥植物類（茎葉）	イネ科：オオムギ属（ <i>Hordeum</i> spp.）、カモジグサ属（ <i>Agropyron</i> spp.）、コムギ属（ <i>Triticum</i> spp.）、ライコムギ属（ <i>Triticosecale</i> spp.）、ライムギ属（ <i>Secale</i> spp.）	以下のいずれかの管理措置を実施。 ○輸出国（輸出前）において、輸出国植物防疫機関が ISPM に基づき設定、管理及び維持した病害虫無発生の地域又は生産用地で輸出対象植物を生産し、その旨を検査証明書に追記する。 ○輸出国（輸出前等）において、以下の処理のうち、信頼水準 95%における 99.9968%以上の有効量若しくはこれと同等程度の有効性を持つことが科学的に証明された基準を適用し、その旨を検査証明書に追記する。 ・熱処理 ・低温処理 ・加圧処理 ・くん蒸処理（リン化水素、臭化メチル等） ・放射線照射処理（食用植物を除く。） ※上記の管理措置については、日本が求める水準を満たすとともに、確実な実施に関して担保をとる必要があるため、2 国間合意に基づく必要がある。 また、輸出国において上記の管理措置を的確に講ずることが困難であり、本種の入り込みのリスクが十分に低減されないと判断できる場合は、輸入禁止措置を講ずる必要がある。

なお、輸出国から上記の管理措置以外の提案があった場合は、その内容を検討し、上記の管理措置と同等のものであるかを判断する必要がある。

Mayetiola destructor の発生国等の根拠

国又は地域	ステータス	根拠文献	備考
中東			
イスラエル	発生	Botha et al., 2005; CABI, 2023; EPPO, 2020	
イラク	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; CABI, 2023; EPPO, 2020	
シリア	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020	
トルコ	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020	
レバノン	発生	Berzonsky et al., 2005	
欧州※			
イタリア	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ウクライナ	発生	Berzonsky et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014; Shukle, 2008	
英国	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
オーストリア	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020	
オランダ	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
カザフスタン	発生	Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020	
キプロス	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ギリシャ	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
スイス	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
スウェーデン	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
スペイン	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
セルビア	発生	CABI, 2023; EPPO, 2020	
チェコ	発生	CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
デンマーク	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020	

ドイツ	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ノルウェー	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ハンガリー	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
フィンランド	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
フランス	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ブルガリア	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ベラルーシ	発生	Skuhravá et al., 2017	
ベルギー	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ポーランド	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ポルトガル	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ラトビア	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
リトアニア	発生	Jong, 2014	
ルーマニア	発生	CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Jong, 2014	
ロシア	発生	Boyd and Bailey, 2000; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Plant Health Australia, 2020; Jong, 2014	
アフリカ			
アルジェリア	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Shukle, 2008	
チュニジア	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Habachi-Houimli et al., 2015; Shukle, 2008	
モロッコ	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Shukle, 2008	
北米			
アメリカ合衆国	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; Boyd and Bailey, 2000; Buntin and Bruckner, 1990; CABI, 1992; CABI, 2023; CIMMYT, 2020; EPPO, 2020; Flanders et al., 2013; Johnson et al., 1987; Jones, 1936; Jones,	

		1938; Jones, 1939; Patterson et al., 1992; Plant Health Australia, 2020; Royer et al., 2017; Schmid et al., 2018; Shukle, 2008; USDA, 2020; Zeiss et al., 1933	
カナダ	発生	Berzonsky et al., 2005; Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020	
大洋州			
ニュージーランド	発生	Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 2020; Gerson, 2015; Johnson et al., 1987; 国立環境研究所, 2020; Plant Health Australia, 2020; Prestidge, 1992; Schmid et al., 2018	

※ 欧州は、域内の広範囲に本種の発生国が存在することから、発生情報のない国であっても、本種が自然分散等によりまん延するリスクがあると考えられる。

Mayetiola destructor の寄主植物の根拠

科名	学名	シノニム	和名		英名	根拠文献	備考
			属名	種名			
イネ科 (Gramineae)	<i>Agropyron</i> spp.		カモジグサ属			Botha et al., 2005; CABI, 2023; Gerson, 2015; 国立環境研究所, 2020	
イネ科 (Gramineae)	<i>Agropyron repens</i>	<i>Elytrigia repens</i>	カモジグサ属			Botha et al., 2005; CABI, 2023; Ellis, 2020; Jones, 1939; Noble, 1931; Royer et al., 2017; Shukle, 2008; Zeiss et al., 1993	
イネ科 (Gramineae)	<i>Agropyron smithii</i>		カモジグサ属			Jones, 1939; Royer et al., 2017	
イネ科 (Gramineae)	<i>Hordeum</i> spp.		オオムギ属			国立環境研究所, 2020	
イネ科 (Gramineae)	<i>Hordeum murinum</i>		オオムギ属	ムギクサ	mouse barley	CABI, 2023; Ellis, 2020; Jones, 1936; Zeiss et al., 1993	
イネ科 (Gramineae)	<i>Hordeum pusillum</i>		オオムギ属			Flanders et al., 2013; Jones, 1936; Jones, 1939; Royer et al., 2017; Shukle, 2008; Zeiss et al., 1993	
イネ科 (Gramineae)	<i>Hordeum vulgare</i>		オオムギ属	オオムギ	barley	Botha et al., 2005; Boyd and Bailey, 2000; CABI, 1992; CABI, 2023; CIMMYT, 2020; Ellis, 2020; EPPO, 2020; Flanders et al., 2013; Gerson, 2015; Johnson et al., 1987; 国立環境研究所, 2020; Plant Health Australia, 2020; Royer et al., 2017; Schmid et al., 2018; Skuhravá et al., 2017; Shukle, 2008; Zeiss et al., 1993	

イネ科 (Gramineae)	<i>Triticum</i> spp.		コムギ属			Botha et al., 2005; CABI, 1992; CABI, 2023; EPPO, 1997; Gerson, 2015; Habachi-Houimli et al., 2015; 国立環境研究所, 2020; Plant Health Australia, 2020; Schmid et al., 2018; Shukle, 2008; Sokhansanj et al., 1993; USDA, 2020; Zeiss et al., 1993	
イネ科 (Gramineae)	<i>Triticum aestivum</i>		コムギ属	コムギ	wheat	Berzonsky et al., 2005; Boyd and Bailey, 2000; Buntin and Bruckner, 1990; CABI, 2023; CIMMYT, 2020; Ellis, 2020; EPPO, 2020; Flanders et al., 2013; Johnson et al., 1987; Jones, 1936; Jones, 1938; Patterson et al., 1992; Prestidge, 1992; Royer et al., 2017; Schmid et al., 2018; Skuhrová et al., 2017; Zeiss et al., 1993	
イネ科 (Gramineae)	<i>Triticosecale</i> spp.		ライコムギ属		triticale	Buntin and Bruckner, 1990; Flanders et al., 2013; Johnson et al., 1987; Royer et al., 2017; Shukle, 2008; Zeiss et al., 1993	
イネ科 (Gramineae)	<i>Secale</i> spp.		ライムギ属			国立環境研究所, 2020	
イネ科 (Gramineae)	<i>Secale cereale</i>		ライムギ属	ライムギ	rye	Botha et al., 2005; Boyd and Bailey, 2000; CABI, 1992; CABI, 2023; CIMMYT, 2020; Ellis, 2020; EPPO, 2020; Flanders et al., 2013; Gerson, 2015; 国立環境研究所, 2020; Royer et al., 2017; Schmid et al., 2018; Skuhrová et al., 2017; Shukle, 2008; Zeiss et al., 1993	

**Mayetiola destructor の寄主植物に関連する経路の年間輸入検査量
(貨物、郵便物及び携帯品)**

(1) 栽植用植物

実績なし

(2) 消費生植物 (切り花)

単位 (数量) : 本

植物名	生産国	発 生 国	2020		2021		2022	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Hordeum(材 ^キ 属)	ネパール	×			1	10		
	韓国	×					1	9
Triticum(コムギ属)	オーストラリア	×	13	99,600	4	14,400	1	8,250

(3) 消費生植物 (野菜)

実績なし

(4) 消費乾燥植物類

単位 (数量) : kg

植物名	生産国	発 生 国	2020		2021		2022	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Hordeum murinum(ムギ 雀)	中国	×			1	1		
Hordeum vulgare(材 ^キ コメ 効・フスマ等の加工品)	ウクライナ	○			1	1		
Hordeum vulgare(材 ^キ 粕)	オーストラリア	×					1	4
	ベトナム	×	1	2	1	20,000		
	中国	×	2	100,000	2	60,000		
Hordeum vulgare(材 ^キ 粉・破碎)	カナダ	○					1	21,130
	ベトナム	×			5	120,000	4	96,000
Hordeum vulgare(材 ^キ)	イタリア	○			1	13,683	1	15,234
	エストニア	×			1	1		
	オーストラリア	×	98	11,477,751	94	9,111,604	74	6,798,905
	ニュージーランド	○	2	6,002				
	ハンガリー	○			1	1		

	モンゴル	×			1	1		
	韓国	×	1	1			3	5
	台湾	×	1	2				
	中国	×	3	15,003	7	15,006	8	14,879
	米国	○	1	2				
Hordeum(材料 属 キューブ・ペレット)	オーストラリア	×	2	52,800	1	26,400		
Hordeum(材料 属 粕)	カンボジア	×	17	828,000	8	296,000		
	ベトナム	×	27	766,000	29	1,064,000	42	1,515,325
	台湾	×	1	9,080				
	中国	×	6	314,000			1	36,000
Hordeum(材料 属 粉・破碎)	カナダ	○			2	164,220	13	766,540
	シンガポール	×			1	1		
	フランス	○			1	300		
	ベトナム	×			1	24,000		
	英国	○	1	1				
Hordeum(材料 属)	イタリア	○	2	11,704	6	52,319	14	108,429
	オーストラリア	×	41	3,711,175	49	4,800,055	37	3,289,782
	オランダ	○					1	1
	カナダ	○	9	48	12	50	2	6
	ギリシャ	○					1	1
	セルビア	○	4	33,250				
	ネパール	×	1	1				
	ハンガリー	○			1	2	1	1,300
	フィリピン	×					1	1
	ブラジル	×					1	1
	フランス	○					1	1
	ベトナム	×	2	60,000	5	59,001	1	24,000
	メキシコ	×					1	3
	英国	○			1	8		
	韓国	×					1	1
	中国	×	4	2,004	8	1,134	2	1,010
	米国	○	18	72	23	73	17	51
Secale cereale(ライムギ)	ドイツ	○	1	2				
	ロシア	○			1	1		
	米国	○	4	24,685	5	23,734	4	23,122
Secale(ライムギ属)	フィンランド	○					1	1
	ポーランド	○	1	1				
	中国	×	1	6				
	イタリア	○					1	131,450
	インドネシア	×	1	1,800,000	2	2,183,550	1	1,800,000

Triticum aestivum(コムギ ユーブ・ペレット)	ウクライナ	○			1	4		
	オーストラリア	×	6	131,400	10	224,751	14	500,635
	カナダ	○	3	7,370,003	1	3,960,000		
	スペイン	○			1	1		
	スリランカ	×	2	5,400,000			3	7,100,000
	台湾	×					5	1,210,220
	中国	×			1	3	1	103,560
	米国	○	1	3	5	248,703	8	190,002
Triticum aestivum(コムギ コムカ・フスマ等の加工 品)	インドネシア	×	1	3			4	209,020
	オランダ	○	88	6,867	102	7,525	134	7,881
	フランス	○			2	6		
	ベトナム	×					9	652,428
	ベルギー	○	70	2,519	55	2,331	54	2,439
	マレーシア	×	1	105				
	英国	○	12	14	4	4	1	10
	韓国	×	2	17,503	2	35,000	3	717,501
	米国	○	2	18,241			1	1,134
Triticum aestivum(コムギ その他加工品)	フィンランド	○			1	8		
	ベトナム	×					3	419,746
Triticum aestivum(コムギ ワラ等の加工品)	中国	×			1	6	10	356
Triticum aestivum(コムギ 粕)	米国	○	10	182,400	10	218,395	12	291,264
Triticum aestivum(コムギ 粉・破碎)	オーストラリア	×	2	202,210	6	309,200		
	カナダ	○	19	1,679,130	29	2,244,050	12	748,140
	ベトナム	×			1	2	1	2
	台湾	×	6	76				
	米国	○	5	5				
Triticum aestivum(コムギ)	インド	×					1	1
	インドネシア	×					1	1
	ウクライナ	○	1	1				
	ウズベキスタン	×					3	8
	オーストラリア	×	870	81,581,664	856	79,035,356	1,018	100,820,209
	スーダン	×	1	38			2	2
	チリ	×					1	44,260
	デンマーク	○	1	9				
	ドイツ	○			1	2		
	トルコ	○			2	2,000		

	ネパール	×			1	1		
	ブラジル	×	1	1				
	フランス	○			1	36		
	ベトナム	×					1	156,068
	メキシコ	×	4	191,170				
	モンゴル	×			1	1		
	英国	○	3	32	8	65	9	90
	中国	×	3	3	35	118	24	1,339
	日本	×	1	1				
	米国	○	1	2	1	5	1	1
Triticum(コムギ 属 キューブ・ペレット)	イタリア	○	3	313,080				
	インドネシア	×	13	25,499,940	9	14,699,990	17	24,599,570
	オーストラリア	×	14	122,411	9	92,260	14	700,911
	スリランカ	×	23	52,600,000	34	67,885,000	36	71,230,000
	台湾	×					5	774,742
	中国	×					2	416,600
	米国	○	56	5,117,073	43	4,324,664	54	5,123,739
Triticum(コムギ 属 コムカ・フスマ等の加工品)	インドネシア	×					7	728,005
	カメルーン	×	1	1				
	シンガポール	×					1	220,500
	スロベニア	×					1	420
	ベトナム	×			1	120,000	2	261,320
	英国	○	7	96,000				
	韓国	×			2	1,599,300	3	2,494,170
	台湾	×					5	624,000
	米国	○	9	5,520	4	3,096	4	2,019
Triticum(コムギ 属 ペレット)	オーストラリア	×	6	124,860	2	48,000		
Triticum(コムギ 属 ワラ等の加工品)	スペイン	○			1	1		
Triticum(コムギ 属 粉・破碎)	インドネシア	×	1	10				
	オーストラリア	×	8	455,230				
	カナダ	○	16	779,630	28	1,738,470	21	1,497,660
	シンガポール	×			1	1		
	ベトナム	×			1	100,000	4	397,142
	英国	○	1	1				
	韓国	×	1	1,000,000	1	1		
	中国	×	1	26			1	52
	米国	○			1	65,853		
Triticum(コムギ 属)	イタリア	○			1	1		

インド	×					1	1
インドネシア	×	1	1				
オーストラリア	×	325	28,923,147	324	28,957,690	328	30,187,944
カナダ	○	7	100	3	8	5	118
チリ	×					1	43,480
ドイツ	○					1	1
トルコ	○	1	1				
ハンガリー	○			1	1		
フランス	○	3	6	1	5		
ベトナム	×			1	115,000		
メキシコ	×					2	49
ルーマニア	○					1	1
英国	○	8	18	10	53	7	51
韓国	×	1	646,270				
台湾	×	1	1				
中国	×	2	1,801	2	1,806	5	149
米国	○	45	876	36	233,543	29	489

引用文献

APQA (2023) 식물방역법 시행규칙 [별표 1] <개정 2023. 2. 22.>.

Barnes, H. F. (1956) Gall Midges of Economic Importance. Vol. 7 Gall Midges of Cereal Crops. London: Crosby Lockwood & Son Ltd. pp. 261.

Berzonsky, W. A., H. Ding, S. D. Haley, M. O. Harris, R. J. Lamb, R. I. H. McKenzie, H. W. Ohm, F. L. Patterson, F. Peairs, D. R. Porter, R. H. Ratcliffe and T. G. Shanower (2005) Breeding Wheat for Resistance to Insects. In: Janick, J. (Ed.). Plant breeding reviews. 26. John Wiley and Sons. New Jersey, USA. pp. 247-259.

Botha, J., A. Szito and D. C. Hardie (2005) Industry Biosecurity Plan for the Grains Industry Threat-Specific Contingency Plan-Hessian fly. *Mayetiola destructor*. (online), available from <<https://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2013/03/Hessian-fly-CP-2005.pdf>>, (accessed 2020-12-24).

Boyd, M. L. and W. C. Bailey (2000) Hessian Fly Management on Wheat. (online), available from <<https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/8261/HessianFlyManagementOnWheat.pdf?sequence=3>>, (accessed 2020-12-24).

Buntin, G. D. and P. L. Bruckner (1990) Effect of planting date on Hessian fly infestation and production of triticale. Applied Agricultural Research 5: 82-88.

CABI (1992) *Mayetiola destructor*. Distribution Maps of Plant Pests No. 57. CABI Head Office, Wallingford, UK. (online), available from <<https://www.cabi.org/dmpps/FullTextPDF/2004/20046600057.pdf>>, (accessed 2020-12-11).

CABI (2023) *Mayetiola destructor*. Crop protection compendium. (online), available from <<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.32688>>, (accessed 2023-04-17).

Ellis, W. N. (2020) *Mayetiola destructor*. Plant Parasites of Europe leafminers, galls and fungi. (online), available from <<https://bladmineerders.nl/parasites/animalia/arthropoda/insecta/diptera/nematocera/cecidomyiidae/cecidomyiinae/lasiopteridi/oligotrophini/mayetiola/mayetiola-destructor/>>, (accessed 2020-11-25).

EPPO (1997) EPPO Standard PP 2/10 (1) Guideline on good plant protection practice: Wheat. (online), available from <[file:///C:/Users/akira_fukugasako000/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/pp2-010-1-en%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/akira_fukugasako000/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/pp2-010-1-en%20(1).pdf)>, (accessed 2020-04-22).

EPPO (2020) *Mayetiola destructor*. EPPO Global Database. (online), available from <<https://gd.eppo.int/taxon/MAYEDE>>, (accessed 2020-12-02).

FAO (2016) International Standard for Phytosanitary Measures 10 (ISPM 10), Requirements for the establishment of pest free places of production and pest free production sites, International Plant Protection Convention (IPPC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

FAO (2017a) International Standard for Phytosanitary Measures 4 (ISPM 4), Requirements for the establishment of pest free areas, International Plant Protection Convention (IPPC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

FAO (2017b) International Standard for Phytosanitary Measures 11 (ISPM 11), Pest risk analysis for quarantine pests, International Plant Protection Convention (IPPC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

- FAO (2019) International Standard for Phytosanitary Measures 14 (ISPM 14), The use of integrated measures in a systems approach for pest risk management, International Plant Protection Convention (IPPC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Flanders, K. L., D. D. Reisig, G. D. Buntin, M. Winslow, D. A. Herbert and D. W. Johnson (2013) Biology and Management of the Hessian Fly in the Southeast. Alabama Cooperative Extension System. (online), available from <<https://entomology.ca.uky.edu/ef155>>, (accessed 2022-12-06).
- 福永公平・稲垣正典 (1985) 日本のコムギ品種の育成系譜. 育種学雑誌. 35, 89-92.
- Gerson, U. (2015) *Mayetiola destructor*. Plant Pests of the Middle East. (online), available from <http://www.agri.huji.ac.il/mepests/pest/Mayetiola_destructor/>, (accessed 2020-12-04).
- Habachi-Houimli, Y., D. Bouktila, A. Sebei, H. Makni, and M. Makni (2015) Surveying Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say)(Diptera: Cecidomyiidae), in North Tunisia reveals changes in insect virulence and cultivar responses. African Entomology 23: 494-501. (Abstract).
- Harris, M. O., T. P. Freeman, O. Rohfritsch, K. G. Anderson, S. A. Payne and J. A. Moore (2006) Virulent Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Larvae Induce a Nutritive Tissue During Compatible Interactions with Wheat. Annals of the Entomological Society of America, 99: 305-316.
- Johnson, J. W., G. D. Buntin, J. E. Foster, J. J. Roberts and P. L. Raymer (1987) Response of triticale to the Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae). Journal of Entomological Science, 22: 51-54.
- Jones, E. T. (1936) Hordeum grasses as hosts of the Hessian fly. Journal of economic entomology 29: 704-710.
- Jones, E. T. (1938) Infestations of grasses of the genus *Aegilops* by the Hessian fly. Journal of economic entomology 31: 333-337.
- Jones, E. T. (1939) Grasses of the tribe Hordeae as hosts of the Hessian fly. Journal of economic entomology 32: 505-510.
- Jong, H. D. (2014) *Mayetiola destructor*. Fauna Europaea. accessed from <<https://bdj.pensoft.net/article/4034/zoom/fig/466676/>>, (accessed 2023-12-19).
- 国立環境研究所 (2020) ヘシアンバエ. 侵入生物データベース. (online), available from <<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/60240.html>>, (accessed 2020-04-20).
- 厚生省 (1947) 食品衛生法 (昭和 22 年法律第 233 号) .
- McColloch, J. W. (1923) The Hessian Fly in Kansas. Technical Bulletin. Kansas Agricultural Experiment Station, 11: 1-96.
- 永井威三郎 (1951) 作物栽培各論 第一巻. 養賢堂.
- Noble, W. B. (1931) Two wild grasses as hosts of the Hessian fly, *Phytophaga destructor*. Journal of Agricultural Research 42: 589-592.
- 農林省 (1950) 植物防疫法施行規則 (昭和25年農林省令第73号) .
- 農林水産省 (1979a) アメリカ合衆国産乾草に混入したむぎわら及びかもじぐさ属植物の茎葉に係る農林水産大臣が定める基準 (昭和 54 年農林水産省告示第 901 号) .
- 農林水産省 (1979b) アメリカ合衆国産乾草に混入したむぎわら及びかもじぐさ属植物の茎葉に関する植物検疫実施細則 (昭和 54 年 6 月 30 日付け 54 農蚕第 4497 号農蚕園芸局長通達) .
- 農林水産省 (1997) カナダ産乾草に混入したむぎわら及びかもじぐさ属植物の茎葉に関する植物検疫実施細則 (平成 9 年 12 月 19 日付け 9 農産第 8773 号農産園芸局長通達) .
- 農林水産省 (2007) カナダから発送されるむぎわら及びかもじぐさ属植物の茎葉に係る農林水産大臣が定める基準 (平成 19 年農林水産省告示第 764 号) .

- 農林水産省植物防疫所 (2014) ヘシアンバエ発生国からのむぎわら又はかもじくさ属植物の茎葉を用いたヘイペレット等の取扱いについて (平成 26 年 8 月 1 日付け 26 横植第 654 号横浜植物防疫所長通知) .
- 小田俊介 (2013) 小麦育種の現状と今後の方向性について. 農業および園芸. 88: 527-532.
- Pape, T. and F. C. Thompson (eds). (2020) *Mayetiola destructor*. Catalogue of Life. (online), available from <<https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/3YHK7>>, (accessed 2020-12-23).
- Patterson, F.L., J. E. Foster, H. W. Ohm, J. H. Hatchett and P. L. Taylor (1992) Proposed system of nomenclature for biotypes of Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) in North America. Journal of Economic Entomology 85: 307-311.
- Plant Health Australia (2020) Hessian fly and Barley stem gall midge. Fact sheet. (online), available from <<https://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2013/03/Hessian-fly-and-Barley-stem-gall-midge-FS.pdf>>, (accessed 2020-04-23).
- Prestidge, R. A. (1992) Population biology and parasitism of Hessian fly (*Mayetiola destructor*) (Diptera: Cecidomyiidae) on *Bromus willdenowii* in New Zealand. New Zealand journal of agricultural research 35: 423-428.
- Rashed, A., A. Carter and K. Garland-Campbell (2021) Hessian Fly Management: An Emerging Research Issue in Wheat. (online), available from <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=dDcoLcvSuAMh2j6McnjSi0gVd0TSuK_bjHZle8Vqp9o,>, (accessed 2022-12-02).
- Prescott, J. M., P. A. Burnett, E. E. Saari, J. Ransom, J. Bowman, W de Milliano, R. P. Singh, G. Bekele (1986) Wheat diseases and pests a guide for field identification. CIMMYT. Mexico, D.F., Mexico.
- Royer, T. A., J. T. Edwards and K. L. Giles (2017) Hessian fly management in Oklahoma winter wheat. (online), available from <<https://extension.okstate.edu/fact-sheets/hessian-fly-management-in-oklahoma-winter-wheat.html>>, (accessed 2023-12-14).
- Schmid, R. B., A. Knutson, K. L. Giles and B. P. McCormack (2018) Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) biology and management in wheat. Journal of Integrated Pest Management 9: 14. 1-12.
- Schuster, M. F. and M. C. Lidell (1990) Distribution and seasonal abundance of Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) parasitoids in Texas. Journal of Economic Entomology, 83(6): 2269-2273. (Abstract). (online), available from <<https://academic.oup.com/jee/article-abstract/83/6/2269/870967?login=true>>, (accessed 2023-11-16).
- Shukle, R. H. (2008) Hessian Fly, *Mayeriola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae). In: Capinera, J. L. (Ed.). Encyclopedia of Entomology. Springer Science and Business Media. Heidelberg, Germany. pp. 1794-1797.
- Skuhravá, M., V. Skuhravý and S. Carbonnelle (2017) Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae: Cecidomyiinae) of Belarus. Russian Entomological Journal 26: 349-360.
- Sokhansanj, S., H. C. Wood, J. W. Whittlecraft and G. A. Koivisto (1993) Thermal disinfestation of hay to eliminate possible contamination with Hessian fly (*Mayetiola destructor* (Say)). Postharvest Biology and Technology 3: 165-172. (Abstract).
- Tabil, L. G., S. Talebi, M. D. Shaw and W. J. Crerar (2011) Utilization of mechanical compression as a disinfestation technique for Hessian fly (*Mayetiola destructor* (say)) in timothy hay: Field test. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 4(4), 12-20.
- Tadesse, W., S. El-Hanafi, K. El-Fakhouri, I. Imseg, F. E. Rachdad, Z. El-Gataa and M. El Bouhssini

- (2022) Wheat breeding for Hessian fly resistance at ICARDA. The Crop Journal.
- USDA (2016) Treatment Manual. (online), available from
https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/treatment.pdf,
 (accessed 2020-10-27).
- USDA (2020) *Mayetiola destructor*. Unites States Departmnt of Agriculture, National Agricultural Library. (online), available from https://i5k.nal.usda.gov/Mayetiola_destructor, (accessed 2020-04-03).
- Venkatesan, V. S. (1989) Thermal disinfestation studies on Hessian fly and wheat midge. Thesis, University of Saskatchewan.
- 山崎耕宇・久保祐雄・西尾敏彦・石原邦 (2004) 新編 農学大事典. 養賢堂.
- Yokoyama, V. Y., J. H. Hatchett and G. T. Miller (1993) Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) control by compression of hay for export to Japan. Journal of Economic Entomology, 86(3), 803-808.
- Yokoyama, V. Y. and S. E. Cambron (2013) Survival of Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Puparia Exposed to Simulated Hay Harvest Conditions, Location and Windrow Drying in Washington and California. Journal of Economic Entomology, 106: 1164–1172.
- Zeiss, M. R., R. L. Brandenburg and J. W. van. Duyn (1993) Suitability of seven grass weeds as Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) hosts. Journal of Agricultural Entomology 10: 107-119..