

短 報 (Short communication)

菌床シイタケ栽培施設で発生したシワバネキノコバエ *Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005 (双翅目キノコバエ科)

末吉 昌宏^{1)*}、向井 裕美²⁾、北島 博²⁾、黄 俊浩³⁾

要旨

国内および中国の菌床シイタケ栽培施設で発見されたシワバネキノコバエを報告する。本種の成虫と幼虫は栽培施設で9月から11月までの間見られたが、子実体の食害は確認されなかった。2017年6月から2019年3月までの間、茨城県と群馬県内5箇所の栽培施設に設置された延べ1320枚の粘着トラップのうち、7枚に7個体の成虫が捕獲された。また、栽培施設の菌床上で採集した幼虫を室温(平均気温摂氏20.4度)で飼育した結果、13日後に成虫が羽化した。さらに、屋外環境および栽培施設で採集された成虫標本に基づき、本種が対馬と沖縄本島、中国にも分布することがわかった。以上のことから、本種は国内と中国の栽培施設で夏季・秋季に複数世代発生する、潜在的な害虫であると考えた。

キーワード：新記録、食用キノコ、寄主、日本、害虫

1. はじめに

シイタケ *Lentinula edodes* (Beck.) は国内のきのこ年間生産量の22%近くを占める約9.5万トン(生シイタケ約7万トン、乾シイタケ(生換算値)約2.5万トン)が生産される(林野庁 2018)、主要な食用きのこのひとつである。現在、生シイタケの生産は菌床栽培が主流であり、生シイタケ全生産量の91%を占める(林野庁 2018)。

シイタケ栽培では様々な害虫が知られている(北島 2019)。これらにはナガマドキノコバエ類のように菌床栽培施設で時に大発生して子実体への食害や異物混入によって被害をもたらす重要害虫がいる(北島ら 2011)。その一方で、具体的な経済的被害が認められない昆虫類(末吉・木村 2017)も施設内で多く発生することが知られている。後者は不快害虫あるいは潜在的な害虫であると考えられる。

シワバネキノコバエ *Allactoneura akasakana* は東京都渋谷区の赤坂御所で得られた標本を元に2005年に新種として記載された(Sasakawa 2005)。三枝(2008)はインドネシア(ジャワ島)から知られる *A. cincta* de Meijere をシワバネキノコバエとして本州と九州から記録したが、後に、この記録は *A. akasakana* の誤同定であるとして修正された(三枝, 私信)。本種を含め属 *Allactoneura* は従来、人間の経済活動と特段の関係が知られていなかった。しかし、著者らによる近年のシイタケ害虫の防除研究により、国内各地のおよび中国

の菌床シイタケ栽培地でシワバネキノコバエが発生していることがわかった。また、国内各地の野外で採集された個体の産地は従来知られている地理的分布外に及んだ。そこで本種による被害発生の可能性を鑑み、基礎情報として本種の形態的特徴と発生状況、新産地を報告する。

2. 研究方法と材料

茨城県(阿見町)と群馬県(桐生市、藤岡市、富岡市、渋川市)の菌床シイタケ栽培施設で2017年6月から、2019年3月までの間、発生舎内に粘着トラップを設置してシイタケ害虫の発生調査を行った。各地の1施設に10枚の透明粘着シート(10cm * 43cm)を半分に曲げ、粘着面が外側になるように吊り下げて設置し(Fig. 1a)、月に1回収と交換を行った。回収したシート上に付着した成虫を乾燥標本とした。これらの施設では、9月から11月の間にシイタケ子実体の発生が見られた。大分県(日田市)では、2018年10月4日と11月7日に2つの施設を訪問し、発生舎内の菌床上に生息する幼虫(Fig. 1b)をピンセットで採集し、森林総合研究所九州支所(熊本市)内の室温条件下で成虫を羽化させた。訪問した時期は菌床の入れ替え時期にあたり、シイタケ子実体の発生は少なかった。中国では2016年10月20日に1施設(Fig. 1c)を調査し、発生舎にいた成虫を吸虫管で採集した。調査した時期にシイタケ子実体の発生は少なかった(Fig. 1d)。その他、1995年

原稿受付：平成31年3月14日 原稿受理：令和元年5月10日

1) 森林総合研究所 生物多様性研究拠点

2) 森林総合研究所 森林昆虫研究領域

3) 浙江農林大学 林業與生物技術学院 森林保護学科

* 森林総合研究所 生物多様性研究拠点 〒305-8687 つくば市松の里1

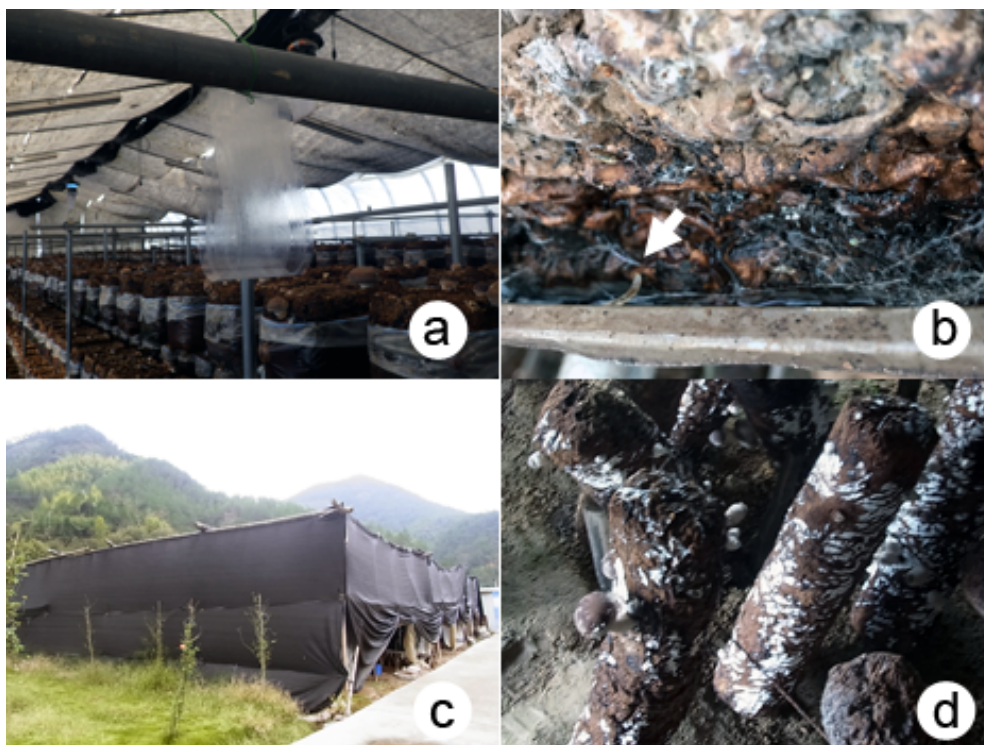


Fig. 1. シワバネキノコバエ *Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005 の生息環境。

Habitats of *Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005.

a, 透明粘着シートの設置状況（群馬県渋川市）、b, シワバネキノコバエ幼虫（矢印）による造網（大分県日田市）、c, 浙江省磐安県の菌床シイタケ発生舎、d, 浙江省磐安県の菌床設置状況。

a, A transparent adhesive sheet installed in an indoor facility of the shiitake mushroom, *Lentinula edodes*, in Shibukawa City, Gunma Prefecture. b, nest of *Allactoneura akasakana* larvae on commercial sawdust-based mycelial block, in Hita City, Oita Prefecture. c, an indoor facility of the shiitake mushroom, in Pan'an, Zhejiang, China. d, commercial sawdust-based mycelial blocks in Pan'an, Zhejiang, China.

から 2016 年までの間、国内各地（本州、九州、対馬、南西諸島）の広葉樹二次林内または林縁で捕虫網による拘い取りを行い、網内に捕らえられた成虫を吸虫管で採集した。

種同定のため、一部の♂標本の腹部をピンセットで胴体から切り離し、10% 水酸化カリウム溶液中で筋肉組織を溶解し、3% 酢酸溶液と蒸留水で洗浄した。腹部末端の交尾器の外部形態を 70% エタノール溶液中で、または 99% グリセリン溶液中で実体顕微鏡（Olympus SZ61）と生物顕微鏡（Nikon E600）により、観察と描画を行った。一部の成虫標本の右前翅を中性洗剤を加えた蒸留水中で洗浄し、99% エタノール溶液中で脱水したのち、ユーパラルでスライドガラスとカバーガラスの間に封入してスライド標本を作成し、生物顕微鏡（Nikon E600）により、写真撮影を行った。前翅の翅脈と交尾器の形態学用語を三枝（2008）に従った。

標本のデータとして、♂♀成虫頭数と標本識別番号（Aa.0001-Aa.0062）、産地、本種の発生が見られたシイタケの栽培方法、成虫を採集した、または成虫が羽化した日付、採集方法、採集者を記載した。上記の採集方法を次のように略記した：SW（拘い取り）、ST（粘

着シート）、L（見つけ採り）、LT（灯火採集）。また、採集者のうち、著者らを次のように略記した：HM（向井）、HK（北島）、MS（末吉）。本報告で使用した標本は乾燥標本として森林総合研究所（つくば市）に保管されている。

3. 発生事例

シワバネキノコバエ *Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005

分布：日本（本州、九州：三枝 2008；対馬、沖縄）；中国（浙江省）（Fig. 2）。

供試標本：[菌床シイタケ栽培施設内で採集した個体] 1♂（Aa.0001）、群馬県桐生市、上面発生、xi.2017、ST、HM&HK。2♀（Aa.0002, Aa.0003）、群馬県藤岡市、上面発生、10.x.2018、ST、HM&HK。1♂1♀（Aa.0004, Aa.0005）、茨城県阿見町、上面発生、x.2017、ST、HM&HK。1♀（Aa.0006）、同上、上面発生、ix.2017、ST、HM&HK。1♀（Aa.0007）、同上、上面発生、28.ix.2018、ST、HM&HK。1♂1♀（Aa.0008, Aa.0009）、大分県日田市中津江村栃野、上面発生、17.x.2018 羽化、MS。1♀（Aa.0010）、同上、全面発生、7.xi.2018、MS。3♂14

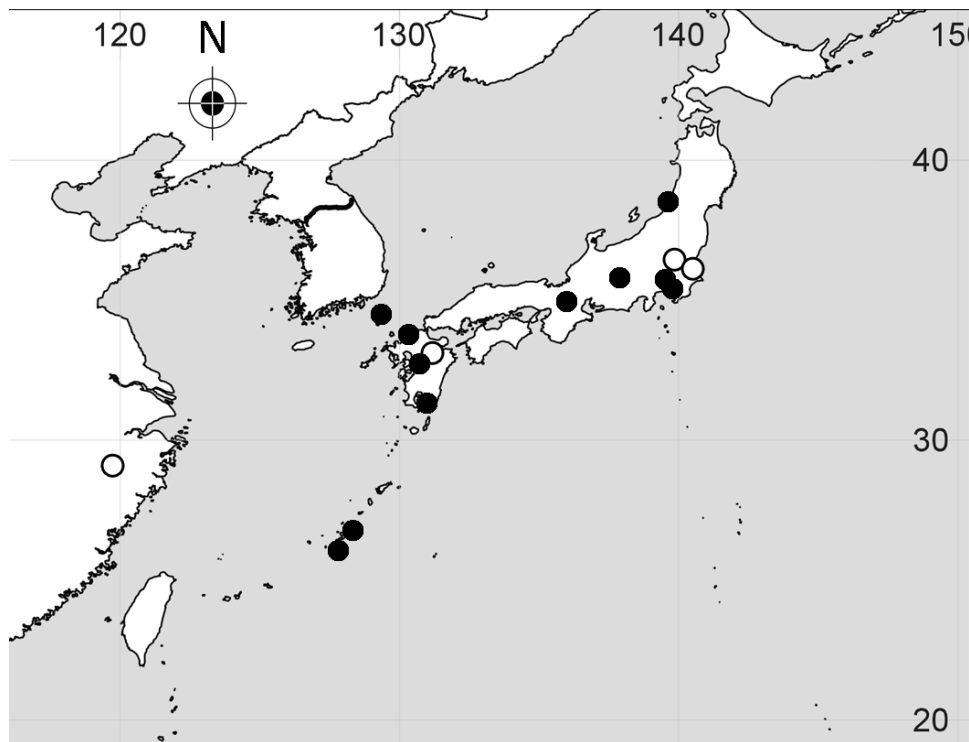


Fig. 2. シワバネキノコバエ *Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005 の分布図。

Geographic distribution of *Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005.

○シイタケ栽培施設。群馬県と福岡県は複数箇所の採集地を1つにまとめた。●野外産地。数字は北緯(20, 30, 40)と東経(120, 130, 140, 150)。

Circle, indoor facility of shiitake mushrooms. Filled circle, outdoor locality. Numbers are showing north latitudes (20, 30, and 40 degrees) and east longitudes (120, 130, 140, and 150 degrees).

♀ (Aa.0049-Aa.0065)、浙江省磐安县双峰、全面発生、19.x.2016、L、MS。

[野外で採集した個体] 1 ♀ (Aa.0011)、山形県鶴岡市五十川、17.ix.2010、SW、MS。1 ♂ 1 ♀ (Aa.0012, Aa.0013)、長野県木曽福島町永井、3.ix.1996、SW、MS。1 ♀ (Aa.0014)、神奈川県横浜市円海山、12.viii.1998、SW、MS。2 ♂ 1 ♀ (Aa.0015- Aa.0017)、京都府京都市大石神社、12.ix.2016、SW、MS。1 ♀ (Aa.0018)、大分県大山町続木、18.viii.2011、L、MS。1 ♂ 1 ♀ (Aa.0019, Aa.0020)、福岡県福岡市柏原、16.vii.1996、SW、MS。1 ♀ (Aa.0021)、福岡県福岡市六本松、ix.1997、SW、MS。1 ♀ (Aa.0022)、福岡県福岡市下原、26.x.1995、SW、MS。1 ♂ 1 ♀ (Aa.0023, Aa.0024)、同上、30.ix.1995、SW、MS。1 ♀ (Aa.0025)、福岡県福岡市松原、23.x.1996、SW、MS。3 ♂ 1 ♀ (Aa.0026-Aa.0029)、福岡県福岡市南公園、10.x.1995、SW、MS。1 ♂ (Aa.0030)、福岡県福岡市三苫、16.x.1996、SW、MS。1 ♀ (Aa.0031)、同上、14.xi.1996、SW、MS。1 ♂ 1 ♀ (Aa.0032, Aa.0033)、福岡県福岡市西油山、29.ix.1995、SW、MS。4 ♂ 1 ♀ (Aa.0034-Aa.0038)、同上、28.x.1995、SW、MS。2 ♀ (Aa.0039, Aa.0040)、福岡県福岡市能古、27.x.1995、SW、MS。1 ♀ (Aa.0041)、同上、22.x.2000、SW、MS。1 ♀ (Aa.0042)、熊本県熊本市立田山、16.vii.2008、SW、MS。1 ♂ (Aa.0043)、鹿児島県田代町、9.vii.1995、SW、館卓司。1 ♀ (Aa.0044)、

長崎県対馬市豊玉町千尋藻、30.x.1996、SW、MS。1 ♀ (Aa.0045)、沖縄県国頭村与那、21.x.1997、LT、MS。1 ♀ (Aa.0046)、同上、23.x.1997、SW、MS。1 ♀ (Aa.0047)、沖縄県今帰仁村備瀬崎、20.x.1997、SW、MS。1 ♂ (Aa.0048)、沖縄県那覇市末吉公園、26.iii.2000、SW、中山裕人。

大分県日田市の施設では、上面発生に使用している菌床表面と水が接する付近で幼虫が絹糸を粗く編んで巣を作っている様子が観察された (Fig. 1b)。これらの幼虫はより密に編んだ絹糸の繭内で蛹化し、採集から13日目に成虫が羽化した。中国の施設では、菌床を地面に置いた発生舎 (Fig. 1c, d) の入り口に面した透明な天幕面上に成虫が群がっている様子が観察された。

4. 成虫の形態的特徴と他種からの区別点

成虫 (Fig. 3a) の外部形態は Sasakawa (2005) と三枝 (2008) に詳しく述べられており、今回検した標本はそれらの記述とよく合致する。前翅の翅脈を三枝 (2008) の記述に基づいて Fig. 3b に示した。第1径脈 (R_1) の中途から後方に分岐する短い横脈状の翅脈が径脈分枝 (R_s) であり、 R_s の後方先端から翅端に向けて伸びる縦脈が第5径脈 (R_5) である。本種の成虫は静止時に、 R_5 の後方と第2中脈 (M_2) の後方で縦走する

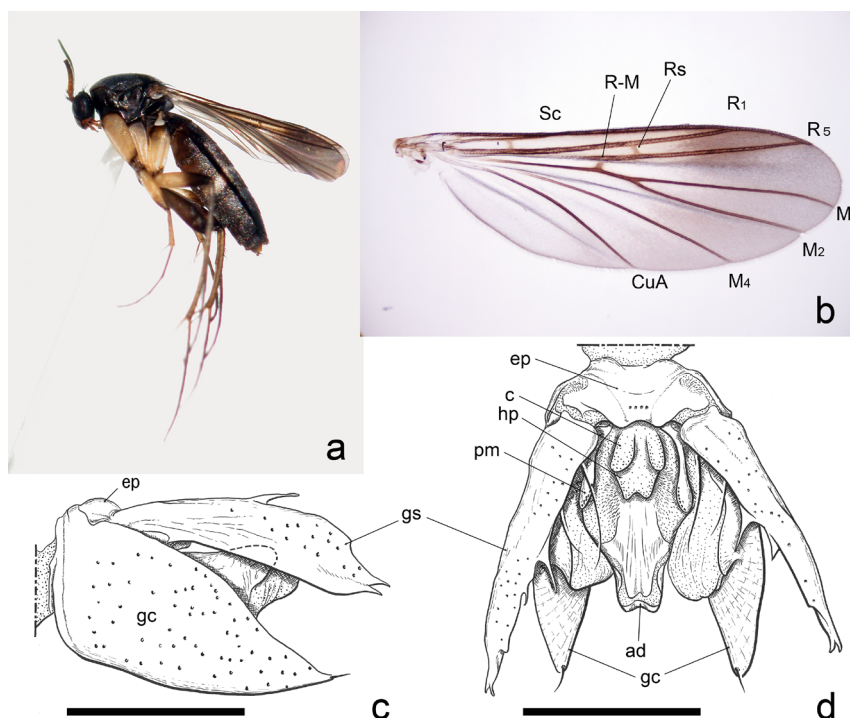


Fig. 3. シワバネキノコバエ *Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005 成虫の外部形態。

Allactoneura akasakana Sasakawa, 2005.

a, ♀成虫左側面 (Aa.0009). b, 右前翅背面 (Aa.0008). c, ♂交尾器左側面 (Aa.0008). d, ♂交尾器背面 (Aa.0008).

略称: ad, 挿入器; c, 尾角; CuA, 肘脈前枝; ep, 上雄板; hp, 肛下板; gc, 生殖基節; gs, 生殖端節; $M_{1,2,4}$, 第 1, 2, 4 中脈; pm, パラメア; $R_{1,5}$, 第 1, 5 径脈; Rs, 径脈分枝; R-M, 径中横脈; Sc, 亜前縁脈。スケール: c, d = 0.5mm. a, Adult female (Aa.0009) in left lateral view. b, right wing on dorsal view (Aa.0008). c, Male genitalia in left lateral view (Aa.0008). d, Male genitalia in dorsal view (Aa. 0008). Abbreviations: ad, aedeagus; c, cercus; CuA, anterior branch of cubital vein; ep, epandrium; hp, hypoproct; gc, gonocoxite; gs, gonostylus; $M_{1,2,4}$, first, second, and fourth medial vein; $R_{1,5}$, first and fifth radial vein; Rs, radial sector; R-M, radial-medial crossvein; pm, paramere; Sc, subcostal vein. Scale: c, d = 0.5mm.

山折れ線と第 1 中脈 (M_1) と第 4 中脈 (M_4) の後方にある谷折れ線で前翅を棒状に畳む特徴がある。本種は菌床シイタケの害虫として知られる他属のキノコバエ類から主に以下の形態的特徴によって区別される (Søli et al. 2000): 頭部複眼後方の頭蓋に強く、後方に曲がる刺毛を持つ; 胸部背面と腹部背板は鱗状の刺毛に覆われ銀白色を呈する; 胸部と腹部の地色は全体に黒色で、♂腹部第 3, 4 節腹板と♀腹部第 4 節腹板は広く黄白色を呈する; 前翅先端 1/3 が淡く褐色を呈する (Fig. 3b)。さらに、本種は生殖端節 (gs) の先端に 2 本の棘状突起をもつ (Fig. 3c, d) ことで同属の他種から区別される。

5. 考察

シワバネキノコバエは従来、本州と九州で分布が知られていた (三枝 2008) が、今回、対馬と沖縄島、中国 (浙江省) にも分布することがわかった。我が国を

含む東アジアにおいて、属 *Allactoneura* は本種の他に、沿海州から *A. ussuriensis* Zaitsev, 1981、台湾から *A. formosana* (Enderlein, 1910) が記録されている。これら 3 種の中でも、本種は本州の東北地方から南西諸島に至る南北に広い地域、かつ、大陸の一部である中国と島嶼である日本に共通して分布する特徴がある。

発生舎内では 9 月、10 月、11 月に回収した粘着トラップに本種の成虫が捕殺されていた。また、野外では、沖縄県 (那覇市) で 3 月に採集された他は、本州、九州、沖縄島で 7 月から 11 月までの間に採集されていた。赤坂御所での本種の記録は 2002 年から 2003 年までの 1 年間設置されたマレーズトラップを使った調査で得られた標本に基づいている (篠永 2005)。この調査で本種が採集されたのは 2002 年 10 月と 11 月、および 2003 年 6 月、8 月、9 月であった (Sasakawa 2005)。三枝 (2008) は本種の発生時期について具体的な月日を記さず、夏季に多いとしている。大分県日田市で幼

虫を採集した2018年10月4日から、その幼虫の羽化を確認した2018年10月17日までの間の熊本市の最低気温、平均気温、最高気温はそれぞれ摂氏10.7度、20.4度、25.5度であった(気象庁2019)。本種はこれらの温度帯において13日程度で終齢幼虫から羽化に達している。これらのことから、本種は成虫が発生する6月から11月までの間に数回の世代を繰り返す昆虫であると考えられる。

シイタケ栽培施設内で観察した限り、本種の幼虫は菌床表面上に生息していたが、シイタケ子実体上には見られなかった。上面発生と全面発生のいずれでも本種の発生が見られたため、シイタケ栽培の発生様式による本種の発生の有無に違いはない。5つの栽培施設(茨城県、群馬県)内での合計21ヶ月に亘る粘着シート(計1320枚)を使った定量的調査で捕殺された個体は7個体であった。同じ発生舎ではシイタケ害虫であるナガマドキノコバエ類やコクガ類が同期内に数千個体捕殺されていた(向井・北島、未発表)ことと比較すると、発生舎内の本種の個体密度はかなり低いと推察される。そのため、現時点では本種によるシイタケ生産への直接的な被害はあったとしても無視できる程度であろう。本種は腐った植物質に発生する(三枝2008)。また、*A. ussuriensis*の幼虫はカワラタケ *Coriolus versicolor*、アイカワタケ *Laetiporus sulphureus*、キコブタケ類 *Phellinus* といった木材腐朽菌の子実体上で成長する(Zaitsev 1981)。シイタケ発生舎内では、本種の幼虫はシイタケを含む雑多な菌類の菌糸などを食餌として成長すると考えられ、*A. ussuriensis*のように、木材腐朽菌であるシイタケ子実体を侵したり、子実体上に付着して混入被害を起こしたりする可能性もある。したがって、本州以南の地域や中国では夏季から秋季にかけて本種によるシイタケ生産への被害を今後警戒する必要がある。

謝 辞

舘卓司氏(九州大学)、中山裕人氏(静岡県)には標本の提供をいただいた。三枝豊平氏(福岡市)には翅脈相の解釈と *A. cinta* と *A. akasakana* の分類について指導をいただいた。楊学氏(浙江農林大学)、張蘇炯氏(浙江省磐安县自然資源與規劃局)には磐安での調査にご協力いただいた。茨城県、群馬県、大分県、浙江省の生産者の方々に調査へのご協力をいただいた。本研究の一部は科研費「ナラ枯れに注目した菌床シイタケ

害虫ナガマドキノコバエ類の生態解明と外来仮説の検証」(課題番号 JP15K07491)と(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクト「シイタケ害虫における複数の刺激を利用した行動操作法の確立」(課題番号 201707)」の援助を受けた。

引用文献

- 気象庁(2019)“過去の気象データ検索”, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, (参照 2019-02-25).
- 北島 博(2019)しいたけ害虫の総合防除. 森林総合研究所森林昆虫研究領域, つくば市.
- 北島 博・阿部 正範・杉本 博之・川島 祐介・石谷 栄次・藤森 範子・陶山 純・本庄 絵未・岡本 武光・薦田 邦晃・國友 幸夫・西澤 元・宮川 治郎・大谷 英児(2011)菌床シイタケ害虫ナガマドキノコバエの環境保全型防除技術の開発. 森林防疫, 60, 19-27.
- 林野庁(2018)“平成29年特用林産基礎資料”, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001116813>, (参照 2019-02-25).
- 三枝 豊平(2008)シワバネキノコバエ. 平嶋 義宏・森本 桂編“新訂原色昆虫大図鑑 III”. 北隆館, 390-391.
- Sasakawa, M. (2005) Fungus gnats, lauxaniid and agromyzid flies (Diptera) of the Imperial Palace, the Akasaka Imperial Gardens and the Tokiwamatsu Imperial Villa, Tokyo. *Memoirs of the National Science Museum, Tokyo*, 39, 273-312.
- 篠永 哲(2005)赤坂御所と常磐松御用邸のイエバエ科, クロバエ科, ニクバエ科ハエ類. 国立科学博物館専報, 39, 375-386.
- Søli, G. E. E., Vockeroth, J. R. and Mathile, L. (2000) Families of Sciaroidea. In Papp, L., and Darvas, B. (eds) “Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera vol. 3”. Science Herald, Budapest, 49-92.
- 末吉 昌宏・木村 悟朗(2017)シイタケ栽培施設などでのヒメホソバエ類(双翅目ヒメホソバエ科)の発生. 森林総合研究所九州支所年報, 28, 18.
- Zaitsev, A. I. (1981) Composition and systematic position of the genus *Allactoneura* de Meijere (Diptera, Mycetophilidae). *Entomologicheskoe obozrenie* 60, 901-913. (In Russian, with English title and summary.)

***Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005 (Diptera, Mycetophilidae), occurred in cultivation facilities of shiitake mushroom**

Masahiro SUEYOSHI ^{1)*}, Hiromi MUKAI ²⁾, Hiroshi KITAJIMA ²⁾ and Junhao HUANG ³⁾

Abstract

We report here a fungus gnat, *Allactoneura akasakana* Sasakawa, 2005, as found in indoor facilities of the shiitake mushroom, *Lentinula edodes*, from Japan and China. Adults and larvae were found in indoor facilities between September and November in Japan, without any infestations to fruit bodies of the mushrooms. Seven adults were trapped on seven of 1320 adhesive sheets installed in five facilities of Ibaraki and Gunma Prefectures, Honshu, Japan, from June 2017 until March 2019. Larvae collected on sawdust mycelial blocks in indoor facilities emerged as adults within two weeks after pupation at room temperature (around 20 degree of centigrade). *Allactoneura akasakana* was recorded from Tsushima, Okinawa Island, and China for the first time, based on adults collected in indoor and outdoor environments. We suggested that this fungus gnat is a potential pest of the shiitake mushroom, occurring with several generations during summer and autumn seasons in Japan and China.

Key words: edible fungi, host, Japan, new record, pest

Received 14 March 2019, Accepted 10 May 2019

1) Center for Biodiversity, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Department of Forest Entomology, FFPRI

3) Department of Forestry Protection, School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang Agriculture & Forestry University

* Center for Biodiversity, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba 305-8687, Japan; e-mail: msuey@ffpri.affrc.go.jp