大阪府内におけるアザミウマ類の薬剤殺虫効果の現状と 新たな防除体系

城塚可奈子*, 金子修治, 柴尾 学

(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所

(2019年12月13日受理)

Pest Thrips in Osaka: Efficacy of Insecticides and Control Measures

Kanako SHIROTSUKA, Shuji KANEKO and Manabu SHIBAO

Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefecture,
442 Shakudo, Habikino, Osaka 583-0862, Japan

Keywords: thrips, pesticide resistance, Osaka.

はじめに

アザミウマ類は、体長1-2mmの微小昆虫で、様々な作物を加害する。¹⁾ また、ウイルスを媒介することでも知られている。¹⁾ 微小ゆえに発見が遅れて防除適期を逃しやすく、薬剤抵抗性を発達させている種も存在することから、防除が難しい害虫である。大阪府では、泉州地域で半促成施設水ナス、南河内地域で半促成施設ナスと抑制施設キュウリなど果菜類を、泉州地域でキャベツ、シュンギクなど葉菜類を栽培している。また、中部地域、南河内地域および泉州地域でイチジクやブドウなど果樹類を、中部地域および泉州地域でキクなど花き類を栽培している。これらの生産現場では、長年にわたりアザミウマ類による被害が問題となっている。特に防除が困難なアザミウマ種は、ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny, ミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande), ネギアザミウマ *Thrips tabaci* Lindeman, ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom), チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood である。

ある。本稿では、はじめにこれらのアザミウマ類の生態と日本国内における薬剤殺虫効果について解説し、続いて、当研究所で開発した薬剤のみに頼らない防除技術について紹介する。

1. 各種アザミウマ類の生態と薬剤殺虫効果

1.1. ミナミキイロアザミウマ

ミナミキイロアザミウマは1978年に海外から侵入したアザミウマ²⁾で、ナス、キュウリ、キクなどに被害を及ぼす。³⁾ 雌成虫の体長は約1.2-1.4mm、体色は黄色で、たんだ翅の毛が黒い縦線のように見える。成幼虫が葉を吸汁することにより、葉脈沿いに白色小斑点が生じたり、葉がひきつり奇形となったりする。果実では縦方向にカスリ状の傷が生じる。露地では4-11月に発生し、特に6-9月に多い。露地での越冬は本州では確認されていないが、施設内では冬期も発生する。

本種については、日本国内への侵入初期から有機リン系剤などの殺虫効果が低いことが報告されている。⁴⁾ 最近でも効果の高い薬剤は限られており、神奈川県で2006年にキュウリから採集された個体群、栃木県で2011年にシシトウ・キクから採集された個体群、和歌山県で2011年にナスから採集された個体群で殺虫効果の高い薬剤は、エマメクチン安息

* 〒583-0862 大阪府羽曳野市尺度442

E-mail: ShiotsukaK@mbox.kannousuiken-osaka.or.jp

© 日本農薬学会

香酸塩剤,⁵⁻⁷⁾ スピノシン系剤,⁵⁾ ピリダリル剤^{6,7)} に限られていた。岡山県では、県内の様々な地域のナスから採集した個体群でこれらの薬剤の殺虫効果を確認したところ、その効果は地域によって異なっていた。⁸⁾

大阪府内では2003年に富田林市の施設キュウリから採集された個体群で有機リン系剤やピレスロイド系剤,⁹⁾ 2006年に富田林市の施設キュウリから採集された個体群でスピノサド剤およびクロルフェナピル剤の殺虫効果が低かった。¹⁰⁾ 2011年に羽曳野市、2012年に河南町、泉佐野市および貝塚市の施設ナス・キュウリから採集された個体群ではエマメクチン安息香酸塩剤を除いてほとんどの殺虫剤の殺虫効果が低かった。¹¹⁾ 2011年に羽曳野市、2012年に富田林市、2014年に河南町の施設キュウリから採集された個体群では、エマメクチン安息香酸塩剤およびピリダリル剤の殺虫効果は高かったものの、スピノシン系剤の殺虫効果は低かった。¹²⁾ また、2014年に河南町の施設キュウリから採集された個体群では、アバメクチン剤の殺虫効果がやや低かった。¹²⁾ 大阪府南河内地域では、同一の施設で1-7月に半促成ナス、8-11月に抑制キュウリを栽培する。施設内では本種は年間を通して発生することから、同一薬剤が繰り返し使用される機会が多く、薬剤抵抗性が発達しやすい環境であると考えられる。¹³⁾

1.2. ミカンキロアザミウマ

ミカンキロアザミウマは1990年に海外から侵入したアザミウマ¹⁴⁾ で、ナス、トマト、¹⁴⁾ イチゴ、¹⁵⁾ キク¹⁶⁾ などに被害を及ぼす。雌成虫の体長は約1.4-1.7mm、体色は淡黄～褐色である。葉では成幼虫が葉を吸汁することにより葉脈間に白色小斑点を生じたり、葉がひきつり奇形となったりする。開花期の子房部分に雌成虫が産卵することにより果実に円形状の脱色白斑点が生じる。トマトでは果実被害は白ぶくれ症と称されることもある。ナスでは果実被害に品種間差があり、水ナスでは被害が目立つが、千両二号では目立たない。花き類では葉の被害のほか、花卉の脱色を引き起こす。露地では4月頃から発生し、5-6月が最も多く、秋に再び増加する。また、圃場周辺の雑草にも発生する。^{15,17)} 露地で越冬し、キクでは1月以降も多数の成幼虫が生息する。¹⁵⁾

本種については、日本国内への侵入初期からピレスロイド系剤などの殺虫効果が低いことが報告されている。^{14,18)} また、ネオニコチノイド系剤の殺虫効果が低いものが多く、さらに鹿児島県で2005年にキクから採集された個体群、¹⁹⁾ 大分県で2004-2006年にピーマン・キク・トルコギキョウから採集された個体群²⁰⁾ では、スピノサド剤の殺虫効果が高かったものの、エマメクチン安息香酸塩剤およびクロルフェナピル剤の殺虫効果が低かった。奈良県で2017年にキクから採集した個体群ではフィプロニル剤の殺虫効果が高かったものの、スピノサド剤の殺虫効果は低かった。²¹⁾

大阪府内では1996年に泉佐野市の施設ナスから採集され

た個体群、²²⁾ 1996年に富田林市の施設ナスから採集された個体群、²³⁾ 1998年に羽曳野市の施設ナスから採集された個体群²⁴⁾ および2002年に羽曳野市の施設ナスから採集された個体群²⁵⁾ ではいずれも有機リン系剤の殺虫効果が高く、ピレスロイド系剤およびネオニコチノイド系剤の殺虫効果が低かった。また、2002年に羽曳野市の施設ナスから採集された個体群²⁵⁾ ではトルフェンピラド剤およびクロルフェナピル剤の殺虫効果が低かった。

1.3. ネギアザミウマ

ネギアザミウマは、タマネギ、ネギ、キャベツ、イチジクなどに被害を及ぼす。²⁶⁾ 雌成虫の体長は約1.1-1.6mm、体色は淡黄～褐色である。タマネギやネギでは葉の表皮を食害し、かすり状の白斑を生じる。イチジクでは果実内部を褐変させる。近年、キャベツなどで被害が増加傾向である。²⁷⁾ 露地では4-6月の発生が最も多く、秋にも再び増加する。大阪府内ではタマネギやネギの栽培が多く、それらの収穫終了後の5月に作物残さからの飛来が増加すると考えられる。12-1月の厳冬期でも露地のタマネギ苗などに生息し、越冬する。²⁸⁾ 本種は、日本では産雌単為生殖系統（以下、産雌型）のみが生息しているとされていた²⁶⁾ が、Murai²⁹⁾ は、日本国内での産雄単為生殖系統（以下、産雄型）の生息を確認した。大阪府内でも2005年に羽曳野市のタマネギから採集された個体群は産雄型であった。³⁰⁾

近年ではピレスロイド系剤の殺虫効果が低い個体群が多い。³¹⁻³⁴⁾ ピレスロイド系剤については、産雄型のほとんどの個体で抵抗性遺伝子を保持しているのに対し、産雌型で抵抗性遺伝子を保持する個体の割合は低いことが報告されている。^{35,36)} ネオニコチノイド系剤については、静岡県では2012-2013年にネギから採集した個体群、³²⁾ 奈良県では2018年にネギから採集した個体群³⁴⁾ でイミダクロプリド剤の殺虫効果が比較的高いものの、ジノテフラン剤の殺虫効果は低かった。上記個体群のほか、栃木県で2008年にニラから採集した個体群、³¹⁾ 千葉県で2011年にネギから採集した個体群、³⁷⁾ 京都府で2013-2014年にネギから採集した個体群³³⁾ ではスピノサド剤の殺虫効果が高かった。

大阪府内では2002年に羽曳野市のネギから採集された個体群でペルメトリン剤、クロルフェナピル剤およびアセタミプリド剤の殺虫効果が低く、³⁸⁾ 2005年に羽曳野市のタマネギから採集された個体群でペルメトリン剤とアセタミプリド剤の殺虫効果は高いものの、ピリダリル剤とトルフェンピラド剤の殺虫効果が低かった。³⁹⁾ 2018年に泉佐野市のタマネギから採集された個体群ではスピノサド剤の殺虫効果が低かった。⁴⁰⁾ 大阪府内のこれらの個体群間の殺虫効果の違いは生殖系統の違いが関係している可能性がある。³⁹⁾

1.4. ヒラズハナアザミウマ

ヒラズハナアザミウマは、キク、トマト、イチジクなどに被害を及ぼす。⁴¹⁾ 雌成虫の体長は約1.3-1.7mm、体色は褐色〜暗褐色である。ミカンキイロアザミウマと同様の被害が発生し、各種花き類では、花卉を脱色する。開花期の果菜類では、本種が子房に産卵することで白ぶくれ症を生じる。イチジクでは果実内部を褐変させる。露地では4-11月に発生し、5-6月と9-10月に多い。短日条件下で生殖休眠し、露地で越冬する。

千葉県では、2010年にイチゴから採集された個体群でエマメクチン安息香酸塩剤およびクロルフェナピル剤の殺虫効果が高く、アセタミプリド剤などネオニコチノイド系剤の殺虫効果は低かった。³⁷⁾ 栃木県では、2011年にイチゴおよびナスから採集された個体群でエマメクチン安息香酸塩剤およびスピノシン系剤の殺虫効果が高く、ピリダリル剤の殺虫効果は低かった。⁷⁾ 茨城県では、イチゴから採集された個体群でアクリナトリン剤、アセタミプリド剤、エマメクチン安息香酸塩剤、スピノシン剤、クロルフェナピル剤の殺虫効果はいずれも低かった。⁴²⁾

大阪府内では1999年に岸和田市のシロツメクサから採集された個体群で有機リン系剤、ネライストキシン系剤、クロルフェナピル剤の殺虫効果が高く、ピレスロイド系剤およびネオニコチノイド系剤の一部の殺虫効果は低かった。²³⁾

1.5. チャノキイロアザミウマ

チャノキイロアザミウマは古くからチャの害虫として知られており、ブドウ、イチゴ、カキ、チャなどに被害を及ぼす。⁴³⁾ 雌成虫の体長は約0.8-1mm、体色は黄色で前翅は灰色である。本種は新芽、新梢、若葉、果実に発生する。成幼虫が葉を吸汁することにより、葉を奇形化・褐変させる。ブドウでは穂軸や果実表面の褐変が生じる。露地では5-11月に発生し、7-8月に多い。露地で越冬する。近年、一部地域でこれまでの系統(YT系統)とは異なり、ピーマンやマンゴーなどを加害する系統(C系統)が発生し、海外から侵入したと考えられている。⁴⁴⁾ YT系統およびC系統はマルチプレックスPCR⁴⁴⁾やLAMP法⁴⁵⁾で識別可能である。

京都府では、1998-2000年にチャから採集された個体群でイミダクロプリド剤やニテンピラム剤の殺虫効果が高かったものの、カルタップ剤やピレスロイド系剤の殺虫効果は地域間差が大きかった。⁴⁶⁾ 静岡県では、2010-2011年にチャから採集された個体群でネオニコチノイド系剤の殺虫効果が低い地域が多く、エマメクチン安息香酸塩剤やクロルフェナピル剤の殺虫効果は高い地域が多かった。⁴⁷⁾

大阪府内では、2005年に羽曳野市の露地ブドウから採集された個体群でピレスロイド系剤のうち、アクリナトリン剤やシフルトリン剤の殺虫効果は高かったものの、ペルメトリン剤の殺虫効果はやや低かった。⁴⁸⁾

2. 当研究所で開発されたアザミウマ類の防除技術について

上述のとおり、大阪府内のアザミウマ類では薬剤殺虫効果が低い個体群が確認されており、薬剤に対するさらなる抵抗性の発達を遅延させるためにも、薬剤のみに頼らない防除技術の開発が急務である。

(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所では、各種アザミウマ類に対する薬剤のみに頼らない防除技術を開発し、それらの技術資料を作成・公開してきた。ここでは、当研究所で近年開発された防除技術のいくつかを簡単に紹介する。

2.1. 天敵と赤色防虫ネットを利用した施設ナスおよびキュウリのミナミキイロアザミウマ対策

本技術で活用する天敵製剤は、スワルスキーカブリダニ(以下、スワルスキー)およびメタリジウム・アニソプリエ粒剤(以下、メタリジウム剤)である。スワルスキーは、葉上のアザミウマ類幼虫を捕食する天敵であり、ほかにコナジラミ類、チャノホコリダニなども捕食する。⁴⁹⁾ メタリジウム剤は、株元に散布することで、蛹になるために地面に降りたアザミウマ類幼虫に感染し、死亡させる昆虫病原性糸状菌である。⁵⁰⁾ また、赤色防虫ネットは、アザミウマ類の侵入防止効果がある。^{51,52)} これらの防除資材を組み合わせた防除体系(図1)による半促成施設ナスおよび抑制キュウリのアザミウマ類の防除効果を実証し、その利用マニュアルを作成した。

(URL: ナス http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/nourin/info/doc/2016112500015/file_contents/manual_1904.pdf

キュウリ http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/nourin/info/doc/2018032000040/file_contents/manual_1904.pdf)

本マニュアルには各防除資材の説明のほか、城塚ら⁵³⁾などをもとに、天敵類に対する薬剤影響表を記載している。本防除体系を成功させるポイントは、スワルスキー放飼前のアザミウマ類密度をゼロにすることであり、アザミウマ類に有効な粒剤、灌注剤および散布剤の使用が重要である。

2.2. 赤色防虫ネットと光乱反射シートを利用したイチジクのアザミウマ類対策

イチジクでは、果実内にヒラズハナアザミウマ、ハナアザミウマ、ネギアザミウマなど^{54,55)}アザミウマ類が侵入・加害することで果実内部を褐変させる。外見からは防除時期や被害の有無が判断できないため、薬剤のみでの防除が難しい。光乱反射シートはアザミウマ類が植物体に飛来するのを防ぐ⁵⁶⁾ことから、ウンシュウミカンのチャノキイロアザミウマに対して防除効果がある。⁵⁷⁾そこで、先述の赤色防虫ネットの圃場周囲への展張と、畝の肩部分への光乱反射シートの被覆を組み合わせた防除体系(図2)によるアザミウマ

図1. 天敵と赤色防虫ネットを利用した施設ナスのミナミキイロアザミウマ対策.

類の防除効果を実証し,⁵⁸⁾ その技術資料を作成した。

(URL: http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/nourin/info/doc/2018032000033/file_contents/01.pdf)

本技術資料には各防除資材の説明、アザミウマ類の発生時期および薬剤散布時期などについて記載している。本防除体系の成功のポイントは光乱反射シートの被覆時期である。被覆時期が早すぎると地温が十分に上昇しないので、露地ではアザミウマ類が増加する直前の5月上旬ごろを目安とする。

2.3. 赤色LEDを利用した施設果菜類のアザミウマ類対策

赤色光を植物体に照射すると、ミナミキイロアザミウマ⁵⁹⁾ およびミカンキイロアザミウマ⁶⁰⁾ が植物体に定着しに

くくなる(図3)。この現象を利用し、赤色光照射によるメロンおよびナスのミナミキイロアザミウマの密度抑制効果が確認されている。^{61,62)} 当研究所は、農研機構野菜花き研究部門、静岡県農林技術研究所、(株)光波と共同で、赤色LED照射によるミナミキイロアザミウマの防除効果を施設ナス、キュウリ、メロンで実証し、その利用マニュアルを作成した。このマニュアルは、2019年11月に公開された。

(URL: http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/nourin/info/doc/redled/file_contents/1912redled.pdf)

本マニュアルには赤色光の効果のメカニズム、赤色LED装置の説明および各作物での設置状況などについて記載している。本装置を活用する上でのポイントは1.赤色光照射

図2. 赤色防虫ネットと光乱反射シートを利用したイチジクのアザミウマ類対策.

図3. 赤色LEDを利用した施設果菜類の防除対策。

前のミナミキイロアザミウマの生息密度をゼロにすること、2.夜間は照射しないことである。赤色光に殺虫効果およびアザミウマ類を離脱させる効果はないため、照射前に生息していた個体はそのまま増加する。また、夜間に赤色光を照射すると、ミナミキイロアザミウマが飛来侵入する可能性がある。

最 後 に

アザミウマ類の薬剤殺虫効果の低下は、大阪府内に限らず全国の都道府県で起こっている問題である。防除が困難な害虫に対しては、薬剤だけに頼るのではなく、新たに開発された様々な防除技術を各都道府県の作物栽培状況に合わせて活用することが必要である。同時に、生産者には薬剤殺虫効果が低下するメカニズムやその遅延対策として薬剤のみに頼らない防除技術の必要性を理解してもらうことが重要である。

引用文献

- 柴尾 学：I. エリート害虫・アザミウマの秘密と弱み、アザミウマ防除ハンドブック、一般社団法人農山漁村文化協会、pp. 14-28, 2016.
- 工藤 巖：植物防疫35, 285-288 (1981).
- 永井清文、野中耕次、池田二三高、高井幹夫、牧野 晋、松崎 征美：10. ミナミキイロアザミウマ、農作物のアザミウマ、梅谷 献二、工藤 巖、宮崎昌久編、全国農村教育協会、pp. 261-282, 1988.
- 西野敏勝、小川義雄、小野公夫、浜 久助：九州病虫研報28, 137-141 (1982).
- 鈴木 誠、松田広子：関東病虫研報57, 119-121 (2010).
- 井口雅裕：関西病虫研報54, 193-194 (2012).
- 春山直人、松本華苗：関東病虫研報60, 121-124 (2013).
- 西 優輔、佐野敏広、高馬浩寿、田中律子、長森茂之：九病虫研報59, 81-85 (2013).
- 辻野 護、長町知美、柴尾 学：関西病虫研報47, 147-148 (2005).
- 柴尾 学、岡田清嗣、田中 寛：関西病虫研報49, 85-86 (2007).
- 浜崎健児、柴尾 学、田中 寛：関西病虫研報56, 131-133 (2014).
- 金子修治、城塚可奈子、柴尾 学：関西病虫研報59, 117-119 (2017).
- 柴尾 学、田中 寛：関西病虫研報54, 67-69 (2012).
- 早瀬 猛、福田 寛：植物防疫45, 59-61 (1991).
- 片山晴喜、多々良明夫：植物防疫48, 502-504 (1994).
- 土屋雅利、多々良明夫、池田二三高：植物防疫46, 437 (1992).
- 根来 実、柴尾 学：関西病虫研報40, 135-136 (1998).
- 福田 寛、河名利幸、久保田篤男、早瀬 猛：関東病虫研報38, 231-233 (1991).
- 西本周代、柿元一樹、井上栄明、柏尾具俊：九病虫研会報52, 49-53 (2006).

- 20) 岡崎真一郎, 奥田 充, 櫻井民人: 九病虫研会報**53**, 66-70 (2007).
- 21) 井村岳男: 関西病虫研報**61**, 137-138 (2018).
- 22) 根来 実, 柴尾 学: 関西病虫研報**38**, 35-36 (1996).
- 23) 羽室弘治, 柴尾 学: 関西病虫研報**42**, 43-44 (2000).
- 24) 羽室弘治, 柴尾 学: 関西病虫研報**41**, 55-56 (1999).
- 25) 柴尾 学, 田中 寛: 今月の農業**50**, 78-82 (2006).
- 26) 今井國貴, 小野木静夫, 富岡 暢: 11. ネギアザミウマ, 農作物のアザミウマ, 梅谷献二, 工藤 巖, 宮崎昌久編, 全国農村教育協会, pp. 283-292, 1988.
- 27) 武田光能: 植物防疫**68**, 248-254 (2014).
- 28) 相澤美里, 渡邊丈夫: 応動昆**61**, 9-16 (2017).
- 29) T. Murai: *Advances in Invertebrate Reproduction* 5, M. Hoshi and O. Yamashita eds., Elsevier Science, pp. 357-362, 1990.
- 30) S. Toda and T. Murai: *Appl. Entomol. Zool.* **42**, 309-316 (2007).
- 31) 福田 充, 森島正二, 和氣貴光: 関東病虫研報**57**, 67-69 (2010).
- 32) 土井 誠, 土田祐大, 片井祐介, 多々良明夫: 関西病虫研報**56**, 111-113 (2014).
- 33) 橋本典久: 関西病虫研報**59**, 89-91 (2017).
- 34) 井村岳男: 関西病虫研報**61**, 149-150 (2019).
- 35) 武澤友二: 北日本病虫研報**63**, 184-188 (2012).
- 36) 相澤美里: 香川県農業試験場研究報告**69**, 1-30 (2018).
- 37) 大井田寛, 大谷直樹・中井善太: 関東病虫研報**59**, 131-133 (2012).
- 38) 柴尾 学, 田中 寛: 関西病虫研報**45**, 61-62 (2003).
- 39) 柴尾 学, 田中 寛: 関西病虫研報**54**, 185-186 (2012).
- 40) 城塚可奈子, 金子修治, 柴尾 学, 久保田 豊: 関西病虫研報**61**, 161-163 (2019).
- 41) 大内義久, 藤本 清, 村井 保: 7. ヒラズハナアザミウマ, 農作物のアザミウマ, 梅谷献二, 工藤 巖, 宮崎昌久編, 全国農村教育協会, pp. 234-242, 1988.
- 42) 横山朋也, 佐藤信輔, 鹿島哲郎: 関東病虫研報**62**, 138-141 (2015).
- 43) 西野 操, 小泊重洋: 6. チャノキイロアザミウマ, 農作物のアザミウマ, 梅谷献二, 工藤 巖, 宮崎昌久編, 全国農村教育協会, pp. 192-233, 1988.
- 44) S. Toda, T. Hirose, K. Kakiuchi, H. Kodama, K. Kijima and M. Mochizuki: *Appl. Entomol. Zool.* **49**, 231-239 (2014).
- 45) 土田 聡, 井原史雄, 三代浩二, 中野 亮: 応動昆**59**, 195-198 (2015).
- 46) 市田孝博, 工藤康将: 茶研報**92**, 1-8 (2001).
- 47) 小杉由紀夫, 芳賀 一: 関西病虫研報**55**, 79-81 (2015).
- 48) 柴尾 学, 田中 寛: 関西病虫研報**50**, 171-172 (2008).
- 49) 山中 聡: 植物防疫**63**, 381-384 (2009).
- 50) 山中 聡: 植物防疫**68**, 432-433 (2014).
- 51) 上山 博, 灰方正穂, 片岡光信, 天野 久: 関西病虫研報**55**, 123-124 (2013).
- 52) 桑原克也, 高橋まさみ, 蓼沼 優: 関東病虫研報**60**, 107-109 (2013).
- 53) 城塚可奈子, 浜崎健児, 山中 聡, 柴尾 学, 岡田清嗣: 関西病虫研報**57**, 69-72 (2015).
- 54) 高橋浅夫, 山内寅好: 静岡柑試験報**22**, 21-31 (1986).
- 55) 藤本 清, 株本暉久, 今井國貴, 足立年一, 山下賢一: 兵庫県農業総合センター研究報告**35**, 101-106 (1987).
- 56) 土屋雅利, 古橋嘉一, 増井伸一: 応動昆**39**, 289-297 (1995).
- 57) 土屋雅利, 古橋嘉一, 増井伸一: 応動昆**39**, 219-225 (1995).
- 58) 城塚可奈子, 水野彩夏, 柴尾 学: 関西病虫研報**60**, 157-160 (2018).
- 59) M. Murata, T. Hariyama, Y. Yamahama, M. Toyama and I. Ohta: *Appl. Entomol. Zool.* **53**, 117-128 (2018).
- 60) 村田未果, 針山孝彦, 山濱由美, 外山美奈, 太田 泉: 関西病虫研報**59**, 93-95 (2017).
- 61) 片井祐介, 石川隆輔, 土井 誠, 増井伸一: 応動昆**59**, 1-6 (2015).
- 62) 柴尾 学, 田中 寛: 応動昆**59**, 7-9 (2015).

略 歴

城塚可奈子 (しろつか かなこ)

最終学歴: 京都大学大学院農学研究科修了

研究テーマまたは主な職歴: 脚がヒトより多めの生物

趣味: あんこときなこ

金子修治 (かねこ しゅうじ)

最終学歴: 京都大学大学院理学研究科中退

研究テーマまたは主な職歴: アブラムシとアリと天敵の関係

趣味: 釣り

柴尾 学 (しばお まなぶ)

最終学歴: 岡山大学農学部卒業 農学博士

研究テーマまたは主な職歴: アザミウマの生態とIPM

趣味: 愛犬との散歩