アカメガシワクダアザミウマによるミカンキイロアザミウマの防除 —イチゴ2品種における定着性と防除効果—

森 光太郎

Kotaro Mori: Western flower thrips control by a predatory thrips,
Haplothrips brevitubus (Karny) in the protected strawberry

Abstract

The western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) is an important pest insect in strawberry fields, and their larvae attack and spoil strawberry fruits. Because this pest has developed resistance against a number of pesticides, biological control methods using natural enemy species are needed for the establishment of IPM program. In this report, I tried to use a new predatory thrips, *Haplothrips brevitubus* (Karny) in order to control the pest thrips populations occurred on the two varieties of strawberry, "Sachinoka" and "Benihoppe". I experimentally found that the predator individuals were mainly distributed on the flowers and juvenile fruits of strawberry plants where the pest thrips were also observed. I also found that the predator could control the pest thrips population effectively.

緒 言

施設栽培イチゴで発生するアザミウマ類は、果実に直接被害を及ぼす重要害虫である。特に、薬剤感受性低下のために、ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom) とミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (以下、ミカンキイロ) の被害が問題となっている。イチゴにおけるミカンキイロの発生は1993年に静岡県で(片山・多々良, 1994), 1994年には福岡県で(嶽本ら, 1996) 確認された。その後、全国的にはヒラズハナアザミウマの被害の方が多く報告されているが(柳田・森田, 2012), 現在でも时期的にミカンキイロの方が問題になっている地域もある(相澤ら, 2015)。

ミカンキイロは薬剤感受性低下が著しいことから(多々良・鈴木, 1993), イチゴで発生するミカンキイロに対して、天敵利用の可能性が探索されてきた(ヒメハナカメムシ(松尾・下畑, 2000); ククメリスカブリダニ, ヒメハナカメムシ, アリガタシマアザミウマ(宮田・増田, 2004); オオメカメムシ(小山田ら, 2007))。しかし、これらの天敵はイチゴでの定着性が低いなどの理由で今のところ利用は限られている。

アカメガシワクダアザミウマ *Haplothrips brevitubus*

(Karny) (以下、アカメガシワ) は、日本土着の捕食性アザミウマであり(Kakimoto et al., 2006; Okajima, 2006), 施設栽培のイチゴ, ピーマン, シシトウ, キュウリのアザミウマ類防除に効果が認められ(東浦ら, 2013; 井上ら, 2008; 勝山ら, 2014; 森ら, 2014; 櫻井ら, 2011), 野菜類に発生するアザミウマ類害虫に対する天敵製剤として2015年6月に農薬登録された。本天敵はイチゴ花粉を餌として増殖でき(森田, 2008), 夜温管理の比較的低いイチゴでも定着性がよいことから、イチゴでの利用が期待される(森, 2013)。

本研究では、イチゴ2品種を用いて、ミカンキイロに対するアカメガシワの防除資材としての利用可能性を検討した。アカメガシワおよびミカンキイロがイチゴ株内でどのような分布をしているのかを調べるとともに、本天敵によるミカンキイロに対する密度抑制効果を調べた。

本研究の遂行に際し、ご指導賜った平野耕治博士に感謝申し上げる。

材料および方法

滋賀県草津市の石原産業株式会社中央研究所内のガラス温室(底面が2.6 m×1.8 m, 高さが2.4 m) 3棟を使用した。出入口(東側面)とその対面はガラス張りで、

それ以外の2面には1mm目合いの防虫ネットを展張した。試験中は、室内の気温が5℃以上となるようにした。

素焼き鉢(10号, 上部直径31cm)にイチゴ苗(品種: さちのかまたは紅ほっぺ)を1株ずつ植え、ガラス温室1棟あたり10株ずつ設置した。株間は互いに触れ合わない状態であった。1棟目はミカンキイロとアカメガシワをさちのか10株に放飼した区(以下, さちのか・天敵区), 2棟目はミカンキイロとアカメガシワを紅ほっぺ10株に放飼した区(以下, 紅ほっぺ・天敵区), 3棟目はミカンキイロのみを放飼した区(さちのか5株と紅ほっぺ5株の合計10株。以下, それぞれさちのか・無放飼区, 紅ほっぺ・無放飼区)とした。放飼したミカンキイロは2008年5月に栃木県宇都宮市内のイチゴ圃場から採集し、ソラマメの催芽種子を餌として、23℃に設定した恒温室にて累代飼育してきた飼育個体群である。放飼したアカメガシワは、2002年9月に鹿児島県東市来町(現, 日置市)でクワから採集され、鹿児島県蚕業試験場にて累代飼育されていた系統で、2005年7月に当研究所に分譲され、冷凍スジコナマダラメイガ卵を餌として、25℃に設定した恒温室にて累代飼育してきた飼育個体群である。

2013年2月10日に全株に株あたりミカンキイロ成虫4頭(棟あたり40頭), 2月23日には株あたり10頭(棟あたり100頭)を、小筆を用いてイチゴ葉上に放飼した。また、2月23日と4月12日に、さちのか・天敵区と紅ほっぺ・天敵区にアカメガシワ成虫を株あたり3頭ずつ(棟あたり30頭), イチゴの葉上に小筆を用いて放飼した。さちのか・無放飼区および紅ほっぺ・無放飼区のガラス温室に温度湿度自動記録計(Espec社製 Thermo Recorder RS-13)を、センサー位置を植物体の高さとなるように設置した。センサーに直射日光が当たらないように通気性を確保した覆いを被せた。温度湿度データを30分間隔で取得する設定とした。

調査は、2013年2月13日から5月2日まで約1週間間隔で行った。上述のとおり2月10日と2月23日にミカンキイロ成虫を、また、2月23日と4月12日に、アカメガシワ成虫をイチゴ葉上に放飼した。調査では、全株のすべての花と幼果について部位別にアカメガシワおよびミカンキイロの虫数(成虫と幼虫)を見取りによりカウントした。毎回の調査時に、全株の展開済みの葉数、花数、幼果数をカウントした。この際、花から実までの发育段階を、花F、花O、幼果F、幼果Oの4つに分けて記録した。花弁が5枚そろっており、花粉が存在しているものを花F、おしべが茶色になっているものを花O、おしべのあとが付いている幼果を幼果F、おしべがなく、着色前の幼果を幼果Oと定義した。

密度指数は、以下の式で計算した。

$$\text{密度指数} = 100 \times \frac{\text{放飼区のマカンキイロ虫数}}{\text{無放飼区のマカンキイロ虫数}}$$

結 果

試験期間中の温室内の気温は5.8~47.3℃, 平均15.8℃, 相対湿度は7~99%, 平均64.9%であった。

試験期間中のイチゴの展開葉数は、さちのかよりも紅ほっぺの方が多い傾向があった(各調査日の株あたりの平均数の調査期間を通じた平均値±標準偏差: さちのか・天敵区: 12.6±1.9; さちのか・無放飼区: 12.5±1.7; 紅ほっぺ・天敵区: 15.8±2.9; 紅ほっぺ・無放飼区: 15.7±3.5)。第1図に調査期間中の花数と幼果数の変動を示した。株あたりの花数は、3月下旬から減少傾向となり、4月12日以降は花Fと花Oの合計で株あたり2花程度となった。全試験区において花F、花Oともに株間のばらつきが大きかったが、品種間、試験区間

第1図 各試験区におけるイチゴの花数と幼果数の推移。花から幼果の发育段階を、順に花F、花O、幼果F、幼果Oとした。詳細については本文を参照のこと。花F数(a), 花O数(b), 幼果F数(c), 幼果O数(d)。プロットは株あたり平均値, エラーバーは標準偏差を示す。

で平均に差は認められなかった。幼果数については、幼果Fについては区間に差は認められなかったが、幼果Oは試験期間を通じて紅ほっぺがさちのかに比べて多い傾向があった。

ミカンキイロもアカメガシワも花と幼果で観察され、葉上では観察されなかった。ミカンキイロのイチゴ部位に対する選好性を見るために、試験期間中に観察されたミカンキイロ個体数を部位別に累積個体数として示した(第2図と第3図)。品種によらず、ミカンキイロ成虫は幼果よりは花に多かった(第2図)。イチゴ上のミカンキイロ成虫の分布はアカメガシワ放飼の有無によって差はなかった(独立性の検定、さちのか： $\chi^2=1.07$, $df=3$, $p=0.783$; 紅ほっぺ： $\chi^2=5.10$, $df=3$, $p=0.165$)。

品種によらず、ミカンキイロ幼虫は花Fで観察されることは相対的に少なく、花Oや幼果Fで観察されることが多かった。上記したように成虫は花で観察されることが多く、成虫はそこで産卵し、その卵から孵化した幼虫が観察されるためではないかと考えられる。さちのか・天敵区では試験期間を通じてミカンキイロ幼虫は観察されなかった(第3図(a)と(b))。後述するようにアカメガシワによって捕食されたものと考えられる。紅ほっぺでは天敵区と無放飼区でともにミカンキイロ幼虫が観察されたが、天敵区では花Fや幼果Oでは観察されなかった(第3図(c)と(d))、 $\chi^2=136.55$, $df=3$, $p<0.0001$ 。

アカメガシワの成虫は幼果よりも花で多く観察され、イチゴの品種間に差はなかった(第4図(a)と(c))、 $\chi^2=2.82$, $df=3$, $p=0.420$ 。アカメガシワの幼虫については観察数が少なく(第4図(b)と(d))、花と幼果のどちらに多く分布するのかや品種間で差があるかどうか判断できなかった。

さちのか・無放飼区ではミカンキイロ成虫の増減と幼虫の増減が交互に繰り返された(第5図(a)と(b))。さちのかよりも個体数のレベルは低いものの、紅ほっぺ・無放飼区でもこの現象が観察された。一方、アカメガシワを放飼したさちのか・天敵区と紅ほっぺ・天敵区では、それぞれの無放飼区と比べてミカンキイロの成虫、幼虫の個体数が抑制された。特に、さちのか・天敵区ではミカンキイロ幼虫はまったく観察されなかった。アカメガシワ放飼後、さちのかのミカンキイロ成虫の密度指数は0~75であった。幼虫はまったく観察されなかったので密度指数はゼロであった。紅ほっぺでは成虫に対しては7.1~150であり、幼虫に対しては0~50であった。

さちのか・天敵区と紅ほっぺ・天敵区のアカメガシワの成虫数は、2月23日の放飼後、一旦株あたり約1頭ま

第2図 ミカンキイロアザミウマ成虫のイチゴ上の部位別分布。さちのか・天敵区(a), さちのか・無放飼区(b), 紅ほっぺ・天敵区(c), 紅ほっぺ・無放飼区(d)。全調査日の全試験区、全株で観察された個体数を累積して示す。処理区ごとに縦軸のスケールが異なることに注意されたい。

第3図 ミカンキイロアザミウマ幼虫のイチゴ上の部位別分布。さちのか・天敵区(a), さちのか・無放飼区(b), 紅ほっぺ・天敵区(c), 紅ほっぺ・無放飼区(d)。全調査日の全試験区、全株で観察された個体数を累積して示す。

で増加したが、その後は減少し、4月12日に追加放飼した後は株あたり0.1~0.2頭の低密度で推移した(第5図(c)と(d))。アカメガシワ幼虫は最初の成虫放飼から約1ヵ月後に観察されたが、試験期間を通じて低密度であった。アカメガシワの個体数変動パターンに品種間に差は認められなかった。

第4図 アカメガシワクダアザミウマのイチゴ上の部位別分布。さちのか・天敵区の成虫 (a), さちのか・天敵区の幼虫 (b), 紅ほっぺ・天敵区の成虫 (c), 紅ほっぺ・天敵区の幼虫 (d)。全調査日の全試験区、全株で観察された個体数を累積して示す。

第5図 各試験区のミカンキイロアザミウマの成虫 (a) と同幼虫 (b), アカメガシワクダアザミウマの成虫 (c), 同幼虫 (d) の個体群動態。各株の全花と全幼果で観察された個体数の合計値を株あたり個体数とし、平均個体数で示す。エラーバーは標準偏差を示す。(c) と (d) 中の矢印はアカメガシワクダアザミウマの放飼タイミングを示す。

考 察

天敵利用可能性の検討には植物（作物）体の構造と天敵の定着性との関係や天敵と対象害虫の植物上の分布の重なりについて精査しておくことが重要である。同じイチゴでもさちのかに比べると紅ほっぺは、花数に差はないが、草姿が立性で、草丈が高く、葉も大きく、果数も約1.3倍とされる（静岡県農林技術研究所, 2005）。このような属性は天敵や害虫の分布や定着性に影響を及ぼす可能性があると考えられる。さちのかと紅ほっぺを使った本研究では、品種によらずアカメガシワ成虫やミカンキイロ成幼虫はともに葉上では観察されずに花で多く観察され、ミカンキイロはアカメガシワにより個体数が抑制された。したがって、本研究の範囲ではイチゴの品種がアカメガシワの分布や防除効果に対して大きな影響は与えないと考えられた。

福田ら（2008a）は、さつまおとめにアカメガシワを放飼して成虫と幼虫の個体分布を調べたが、その場合も本研究と同様にアカメガシワは花で最も多く観察された。さらに、同論文ではアカメガシワの卵が包葉で観察されることが最も多いことも報告されている。加えて、アカメガシワがイチゴ花粉で发育・産卵可能なこと（森田ら, 2008）も考慮すると、本天敵は多くのイチゴ品種で餌となるアザミウマなど微小昆虫類が発生していなくてもイチゴ花粉を餌として定着・増殖可能と考えられる。

部位別の個体分布からミカンキイロ成虫はイチゴの花に多く生息し、ミカンキイロ幼虫は比較的后期の花と幼果に生息することが示唆された。アカメガシワ成虫は花で多く観察されることから、イチゴ株内におけるそれぞれの生息場所は互いに重なっていると考えられ、アカメガシワは天敵資材として効率よくミカンキイロを捕食し、密度抑制できると考えられる。

本研究では、品種によらず、アカメガシワの個体数が初回放飼後に減少傾向であり、2回目の放飼後も観察された成虫数、幼虫数が少なかった。放飼したアカメガシワのイチゴへの定着性に影響のある要因としては、温度や餌となる花粉を出す花の数が挙げられる。本研究では、施設の管理温度を5℃以上としたことから、初回放飼時も成虫の定着に問題ないレベルであった（森ら, 2013）。2日目放飼した4月12日以降、最低気温は5℃以上であったので温度の影響は考えにくい。ただし、发育ゼロ点は約10℃なので（Ito, 未発表）、发育は緩慢であったと考えられる。初回放飼した2月23日の株あたり平均花数（花F+花O）は、さちのか・天敵区が2.9、紅ほっぺ・天敵区が4.8に対して、2回目放飼した4月12日では、さちのか・天敵区が2.4、紅ほっぺ・天敵区

が2.4であった。2回目放飼時は確かに花数が減少しているが、この差が放飼された成虫の初期定着に影響があったのかどうか、そもそもアカメガシワのイチゴという作物における花や幼果以外での分布、初期定着や環境収容力の評価は今後の検討課題である。

以上のように、アカメガシワのイチゴへの定着数が少ない可能性はあったが、本研究から、アカメガシワは特にミカンキイロ幼虫数に対する抑制効果が高いことがわかった。試験最終調査日（5月2日）の紅ほっぺ上の幼虫の密度指数は50とやや高かったが、これは天敵区のミカンキイロ幼虫数が株あたり0.1頭と低密度で維持されていたものの、無放飼区のミカンキイロ幼虫が発育ステージが進んだために激減したからであると考えられる（第5図（b））。本種はミカンキイロを1齢幼虫から成虫まで捕食することが実験条件下で調べられており（福田ら、2008b；Ohasa、未発表）、体サイズの小さいステージほどより多く捕食することができる。アザミウマ類によるイチゴの果実被害は主に幼虫の吸汁加害により生ずると考えられている。ミカンキイロについては、片山（2005）が成熟果の被害度5（被害度5以下での出荷不可の果実発生率は5%未満）に対応する成熟果あたりの幼虫数は0.76頭と推定した。幼果期における吸汁が被害に反映されると考えられる。本研究の天敵区では花と幼果で観察された個体数の合計である株あたりのミカンキイロ幼虫数が最大でも0.2頭と低密度に抑制されていたことから、アカメガシワ放飼により、十分に被害発生を抑制することが可能と考えられる。

春季にイチゴの施設側面を開口するようになると、アザミウマ成虫が施設周辺環境から施設内へ飛び込み、個体数が急増する。このような場合にもアカメガシワにより幼虫の個体数を十分に抑制することができれば、イチゴの果実被害は抑えられるはずである。アカメガシワの放飼とアザミウマ成虫の施設外からの飛び込み対策としての防虫ネット利用や増加しすぎた場合の化学農薬散布との組み合わせにより、今後、イチゴにおける効果的なミカンキイロ防除技術開発が必要である。

摘 要

ミカンキイロアザミウマは、イチゴの果実を吸汁して着色不良を引き起こす重要害虫である。薬剤に対する感受性低下も進んでおり、天敵による防除技術開発が求められている。本研究では、イチゴ（さちのかと紅ほっぺ）に発生するミカンキイロアザミウマに対して、天敵アカメガシワクダアザミウマの防除資材としての利用可能性をポット実験で検討し、以下のことがわかった。①イチ

ゴ品種によらず、ミカンキイロアザミウマもアカメガシワクダアザミウマも花や幼果に生息し、特に花に多い傾向があった。②植物体上の分布が重なっていることから、アカメガシワクダアザミウマは防除資材として効果的であることが示唆された。③実際、イチゴ品種によらずミカンキイロアザミウマに対する密度抑制効果があった。特に幼虫に対する抑制効果が高かった。

引用文献

- 相澤美里・渡邊丈夫・熊野明美・渡辺二郎・武部新平・園田昌司（2015）四国植防研究協議会大会。（講要）
- 福田 健・井上栄明・柿元一樹・柏尾具俊（2008a）九病虫研報 54：69-73.
- 福田 健・井上栄明・柿元一樹・柏尾具俊（2008b）九病虫研報 54：74-77.
- 東浦祥光・平野耕治・大朝真喜子（2013）応動昆虫中国支部会報 54：1-6.
- 井上栄明・福田 健・柿元一樹・柏尾具俊・平野耕治・日本典秀・野田隆志（2008）植物防疫 62：601-606.
- Kakimoto, K., H. Inoue, N. Hinomoto, T. Noda, K. Hirano, T. Kashio, K. Kushigemati and S. Okajima (2006) Biol. Cont. 37: 314-319.
- 片山春喜（2005）応動昆虫 49：51-56.
- 片山春喜・多々良明夫・石上 茂・勾坂寿春・外側正之・森脇久晃（1995）関東東山病虫害研報 42：205-207.
- 勝山直樹・櫻井民人・堀之内勇人・伊藤勇弥・森光太郎・津田新哉（2014）関西病虫研報 56：145-148.
- 小山田浩一・下田武志・鈴木芳人・後藤千枝（2007）関東東山病虫害研報 54：105-108.
- 松尾尚典・下畑次夫（2000）関西病虫研報 42：39-40.
- 宮田将秀・増田俊雄（2004）北日本病虫研報 55：226-231.
- 森光太郎・平野耕治・吉田潔充（2013）第57回日本応用動物昆虫学会大会（講要）
- 森光太郎（2013）現代農業 6月号：164-165.
- 森光太郎・大朝真喜子・吉田潔充（2014）関西病虫研報 56：121-124.
- 森田茂樹・柏尾具俊・井上栄明・柿元一樹（2008）九病虫研報 54：78-84.
- Okajima, S. (2006) The Suborder Tubulifera (Thysanoptera). In: The Insect Japan Vol. 2. (Entomological Society of Japan ed.). Touka Shobo Co. Ltd., Fukuoka, pp. 267-268.
- 櫻井民人・勝山直樹・中尾史郎・塘 忠顕・日本典秀・井上栄明・津田新哉（2011）北日本病虫研報 62：140-143.
- 静岡県農林技術研究所（2005）「紅ほっぺ」の特性と栽培技術～試験データから読みとる栽培管理～. 静岡県農林技術研究所, 25 p.
- 嶽本弘之・大野和朗・池田哲也・林 恵子（1996）九病虫研報 42：93-98.
- 多々良明夫・鈴木正紀（1993）関東病虫研報 40：315-316.
- 柳田裕紹・森田茂樹（2012）福岡県農総試研報 31：36-39.