

生産現場のガーベラ施設におけるカブリダニ製剤を用いた 生物的防除の取組

片山晴喜¹⁾・土井 誠²⁾

¹⁾産業イノベーション推進課, ²⁾農林技術研究所本所

Tests of Biological Control with Products of Predaceous Mites in Conventional Gerbera Greenhouses

Haruki Katayama¹⁾ and Makoto Doi²⁾

¹⁾Industry Innovation Promotion Division, ²⁾Shizuoka Res. Inst. of Agri. and Forest

Abstract

We compared the effect of biological control on three species of predaceous mites versus conventional chemical control at gerbera greenhouses of four farmers in Shizuoka Prefecture from 2009 to 2012. In the first round of trials using bottled products, we rarely observed predaceous mites on gerbera leaves in the first three months of planting. However, in the second round of trials using the packaged products, the presence of predaceous mites on leaves became more frequent throughout the two years with five times the number of predaceous mites seen. In two greenhouses, the abundance of spider mites on gerbera leaves was lower when using predaceous mites as a means of biological control than that of the conventional chemical control methods. Furthermore, in all four greenhouses, the number of mines of leaf miners on the gerbera leaves with predaceous mites remained lower than those in the greenhouses using conventional chemical control. In these greenhouses, farmers refrained from using pesticides that affect natural enemies; but rather, it is presumed that parasitic wasps, which attack larvae of *Liriomyza trifolii*, became active, thereby decreasing the damage caused to the plants.

キーワード：花き類, ガーベラ, カブリダニ類, 生物的防除, I P M

I 緒 言

静岡県内のガーベラ生産は栽培面積 27.3ha, 全国出荷量の 41%を占める本県特産花き類である³⁾。ガーベラ栽培では, ハダニ類, コナジラミ類, マメハモグリバエ *Liriomyza trifolii*(Burgess), アザミウマ類, ヤガ類が発生し, これまで薬剤散布中心の防除が行われてきた。これらの害虫は野菜類や花き類栽培でしばしば問題となる重要害虫であり, 特にナミハダニ *Tetranychus urticae* Koch, タバココナジラミ *Bemisia tabaci*(Gennadius)は国内外の果菜類・花

き類で薬剤抵抗性の発達が問題となっている種である^{7,11,16,24,28)}。2008年, 病害虫防除所は, ガーベラ主要産地からハダニ類やコナジラミ類の防除が難しいとの相談を受けた。この頃, イチゴ栽培ではハダニ防除にチリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot やミヤコカブリダニ *Neoseiulus californicus* (McGregor)の利用による生物的防除が普及していた⁴⁾。また, ピーマン等のコナジラミ類やアザミウマ類の生物的防除としてスワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot)の利用が新たに開始された²⁰⁾。このように市販されている天敵カブリダニ類の充実, 果菜類における I P M (総合的病害虫管理) 技術の確

立とノウハウの蓄積により、花き栽培でも天敵利用の可能性が高まっていた。ガーベラは花茎のみを収穫するため、葉の被害はある程度許容しやすく、天敵利用を導入しやすいと考えられる。そこで、果菜類で利用される天敵カブリダニ製剤を生産現場のガーベラ施設栽培で利用し、カブリダニ類の定着性およびハダニ・コナジラミ類に対する防除効果を薬剤防除中心の現地慣行防除と比較検討した。

本論に先立ち、実証試験にご協力くださった生産者各位、調査に協力していただいた JA ハイナン、志太榛原農林事務所および西部農林事務所の関係各位に厚くお礼申し上げます。また、本研究に資材提供および調査協力を賜った株式会社アリスライフサイエンス社にお礼申し上げます。

II 材料及び方法

1 実証試験圃場

試験は2009年7月から2010年11月までと、2011年3月から2012年12月まで実施した。以下、前者を第1期試験、後者を第2期試験とする。

第1期試験では、静岡県牧之原市内のA園およびB園で実施し、それぞれ敷地内の温室のうち、2009年5月に定植された温室2棟を選び、天敵利用区と慣行防除区に設定した(表1)。

第2期試験では牧之原市内のA園では第1期の天敵利用区を引き続き(2011年5月定植)、B園では2010年6月に全面改植された別の温室を天敵利用区とした。なお、両園ではすべての温室でカブリダニ製剤が使用されたことから、慣行防除区は設けなかった。また、第2期試験では静岡県浜松市西区からC園およびD園を選定した。C園では2010年5月定植の温室を慣行防除区、2011年5月定植の温室を天敵利用区とした。D園では2011年5月、6月定植の温室をそれぞれ天敵利用区、慣行防除区に設定した(表2)。

2 供試資材および防除体系

天敵利用区にはアリスライフサイエンス社製のカブリダニ製剤を用いた。すなわち、ハダニ類防除にはミヤコカブリダニのボトル製剤またはパック製剤、チリカブリダニのボトル製剤を、コナジラミ類防除にはスワルスキーカブリダニのボトル製剤またはパック製剤を利用した。

カブリダニ放飼は、放飼した株からカブリダニ類が周辺株に分散できるよう、定植1~2か月後の隣接株の葉が触れ合う時期に1回目を実施した。第1期試験では栽培1年目の7月、11~12月、2年目の3月と10月と2年間に4回、スワルスキーカブリダニ(ボトル製剤)を1㎡当たり45~178頭、ミヤコカブリダニ(ボトル製剤)を同9~35

表1 第1期試験における実証圃場の概要

園	栽培方式	試験区	栽培面積 (㎡)	定植時期
A	高設栽培	天敵利用	759	2009年5月
		慣行防除	561	2009年5月
B	高設栽培	天敵利用	330	2009年5月
		慣行防除	495	2009年5月

表2 第2期試験における実証圃場の概要

園	栽培方式	試験区	栽培面積 (㎡)	定植時期
A	高設栽培	天敵利用	759	2011年4月
B	高設栽培	天敵利用	495	2010年6月
C	土耕栽培	天敵利用	660	2011年5月
		慣行防除	941	2010年5月
D	土耕栽培	天敵利用	495	2011年5月
		慣行防除	941	2011年6月

表3 第1期試験における天敵カブリダニ製剤の放飼実績

園	調査期間	時期別放飼量(頭/㎡)*	
		スワルスキー カブリダニ	ミヤコ カブリダニ
A	2009年11月27日~ 2010年11月11日	-, 90, 178, 58	-, 18, 35, 12
B	2009年7月1日~ 2010年11月11日	75, 75, 75, 45	15, 15, 15, 9

* 数値は左から2009年7月、11月または12月、2010年3月、10月の放飼頭数を示す。

放飼した天敵カブリダニは全てボトル製剤を使用した。

**B園では試験開始前コナジラミ類が多かったため、チリカブリダニを6頭/㎡放飼した。

頭放飼した(表3)。なお、A園では12月放飼から試験を開始した。また、B園では試験開始時にナミハダニが発生していたため、防除効果を高めるために1回目放飼時にチリカブリダニ(ボトル製剤)も1㎡当たり6頭で同時放飼した。第2期試験では栽培1年目の3月または7月を1回目放飼とし、同年の9月、2年目の3月、6月、9月と2年間に5回、スワルスキーカブリダニ(パック製剤)を1㎡当たり38~50頭、ミヤコカブリダニ(パック製剤)を同4~10頭放飼した(表4)。なお、B園とC園ではハダニ密度が高かった時期、すなわちB園では2011年3月と11月、C園では2012年4月と5月に、チリカブリダニ(ボトル製剤)を1㎡当たり4頭または6頭で放飼した。ボトル製剤は約1m間隔でガーベラの葉上に資材を振りかけ、パック製剤は約2m間隔で株元の葉の重なり内にパックを置いた。各園の生産者に対しては、日本バイオロジカルコントロール協議会作成「天敵等への殺虫・殺ダニ剤の影響の目安

表4 第2期試験における天敵カブリダニ製剤の放飼実績

園	試験期間	時期別放飼量 (頭/m ²) *	
		スワルスキーカブリダニ	ミヤコカブリダニ
A	2011年7月8日-2012年10月25日	-, 45, 45, 45, 45, 45	-, 9, 5, 5, 5, 5
B	2011年3月25日-2012年10月11日	<u>50</u> , -, <u>50</u> , 50, 50, 50	-, -, 5, 5, 5, 5
C	2011年7月12日-2012年12月21日**	-, 38, 38, 38, 38, 38	-, 8, 4, 4, 8, 8
D	2011年6月24日-2012年12月21日	-, 50, 50, 50, 50, 50	-, 10, 5, 5, 5, 5

*数値は左から2011年3月、6~7月、9月および2012年3月、6月、9月の放飼頭数を示す。

放飼した天敵カブリダニは基本的にバック製剤を使用した。下線の付いた数値の放飼ではボトル製剤を使用した。

**C園の慣行防除区は2012年4月4日で試験を終了した。

***ハダニ増加時にチリカブリダニ（ボトル製剤）をB園では2頭/m²（2011年3月と12月）、C園では6頭/m²（2012年4月と5月）を放飼した。

（第17~20版）」を示し、天敵利用区では天敵カブリダニ類に影響の強い薬剤の使用を控えることを依頼したが、基本的に薬剤防除の判断は生産者が決定した。また、対照の慣行防除区は生産者による慣行の薬剤防除が実施された。なお、薬剤防除の実績は試験期間中に適宜、散布月日、薬剤名を生産者より聞き取った。

3 調査方法

第1期試験の試験期間は表3のとおりで、この間に月2回調査を実施した（2009年12月のみ月1回調査）。第2期試験の調査期間は表4のとおりで、同様に月2回調査を実施した（2011年12月のみ月1回調査）。なお、C園の慣行防除区は2012年4月4日で調査を終了した。

各温室の側窓に隣接した畝を除き、温室全体から3~6畝を均等に配置し、3~6名の調査員が各畝から10株を適宜選んで調査株とした。調査は各調査株の上位、中位、下位の各1葉を適宜選び、葉に生息するカブリダニ類雌成虫、ハダニ類雌成虫、コナジラミ類成虫およびマメハモグリバエ幼虫による潜孔数（以下、ハモグリバエ潜孔数とする）を見取りにより計数した。

第2期試験では、2012年4~7月の調査時に各天敵利用区において、収穫期の花をランダムに10または20花採集した。採集した花は1または2花毎に50%エタノール溶液約0.5リットルの入ったビーカー内で20回攪拌し、カブリダニ類を洗い流した。その後、エタノール液を直径55mm定性濾紙（No.1）でろ過し、カブリダニ類を回収した。これを実験室に持ち帰り、常法³⁾によりカブリダニ類をマウントし、雌成虫について種を確認した。また、葉の見取り調査時にカブリダニ類雌成虫を適宜採集し、同様に種を確認した。

4 統計解析

ハダニ類雌成虫、コナジラミ類成虫およびハモグリバエ潜孔数に対する試験区の差異を検定するため、第1期試験のA園およびB園、第2期試験のC園およびD園について、各調査日の1株3葉当たり虫数の平均値を統計解析に用いた。これに0.5を加算、常用対数に変換後、ほ場、試験区およびほ場×試験区の交互作用を固定効果、調査時期を変量効果とした混合モデルの分散分析を行い、交互作用について多重比較を実施した（最小2乗平均差のStudentのt検定）。また、第1期試験のA園およびB園、第2期試験のD園における1年目12月~翌年10月に使用された殺虫剤と殺ダニ剤をIRAC（殺虫剤抵抗性対策委員会）により殺虫剤作用機構分類の主要グループ番号（以下、IRAC主要グループ番号）別に集計し、ほ場、試験区、IRAC主要グループ番号および試験区×IRAC主要グループ番号の交互作用について分散分析を行い、交互作用について同様に多重比較を実施した。なお、統計解析は統計ソフトJMP Ver.10.1（SAS Institute）を使用した。

III 結 果

1 第1期試験

第1期試験における調査結果を図1~4に示した。

B園では7月の1回目放飼後にカブリダニ密度が0.46頭に増加したが、その後の放飼では最大で0.04頭、A園で最大で0.1頭に増加したのみで、多くの調査日にはカブリダニ類は観察されなかった（図1）。

ハダニ類について、B園ではナミハダニ、A園ではカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida が優占した。B園の慣行防除区ではハダニ類は増減を繰り返す、増加後は薬剤防除により抑制されたが、天敵利用区ではハダニ類は

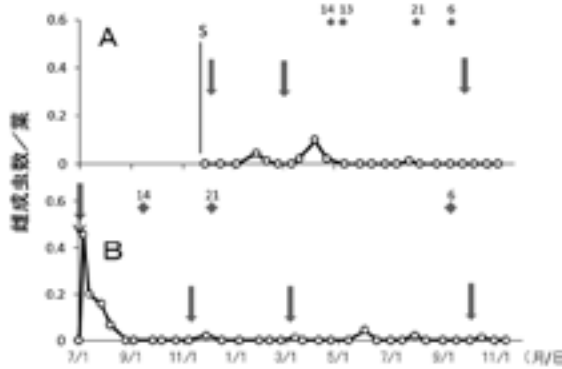


図1 第1期実証試験の天敵利用区の葉におけるカブリダニ雌成虫の密度推移

灰色の矢印はスワルスキーおよびミヤコカブリダニ、実線の矢印はチリカブリダニの放飼時期を示す。◆は天敵利用区において使用された農薬のうち、天敵カブリダニ類に影響の強い薬剤の散布を示し、上の数値はそのIRAC主要グループ番号を意味する。垂線SはA園における調査開始時期を示す。

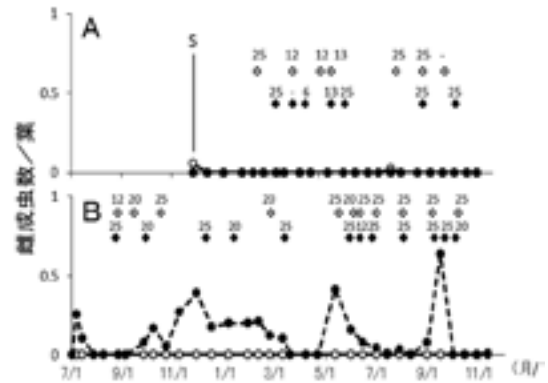


図2 第1期実証試験の天敵利用区(○)と慣行防除区(●)におけるハダニ類雌成虫の密度推移

◇は天敵利用区、◆は慣行防除区におけるハダニ類適用農薬の散布を示し、上の数値はそのIRAC主要グループ番号を意味する。垂線SはA園における調査開始時期を示す。

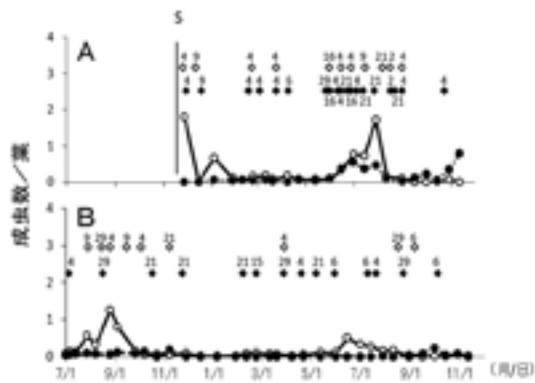


図3 第1期実証試験の天敵利用区(○)と慣行防除区(●)におけるコナジラミ類成虫の密度推移

◇は天敵利用区、◆は慣行防除区におけるコナジラミ類適用農薬の散布を示し、上の数値はそのIRAC主要グループ番号を意味する。垂線SはA園における調査開始時期

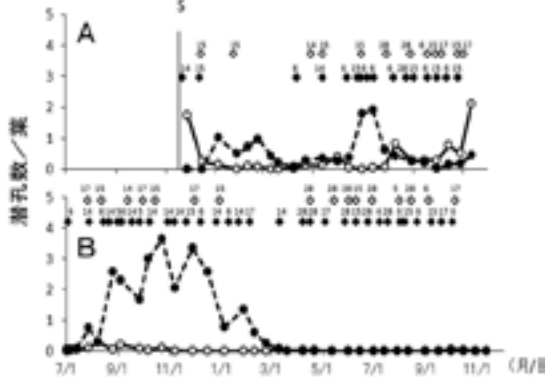


図4 第1期実証試験の天敵利用区(○)と慣行防除区(●)におけるハモグリバエ類幼虫の潜孔数の推移

◇は天敵利用区、◆は慣行防除区におけるハモグリバエ類適用農薬の散布を示し、上の数値はそのIRAC主要グループ番号を意味する。垂線SはA園における調査開始時期を示す。

増加することなく推移した。A園では両区ともに密度の増加はみられなかった(図2)。殺ダニ剤の散布回数は両園ともに天敵利用区と慣行防除区でほぼ同じであった。

コナジラミ類は両園ともタバココナジラミが優占した。B園の慣行防除区では成虫は増加しなかったが、天敵利用区では2009年8~9月に成虫が増加し、この間に4回の殺虫剤散布が行われた。また、2010年6~8月にも成虫が増加し、この間には殺虫剤散布が行われず、その後、成虫は徐々に減少した(図3)。一方、A園では試験初期の2009年12月に天敵利用区でコナジラミ成虫が多く、6~7月にも成虫が増加したため、タバココナジラミの殺虫活性が高いピリダベン(IRAC主要グループ番号21)が散布され、抑制された。慣行防除区でも同時期にコナジラミ成虫が増加し、ジノテフラン、プロプロフェジン、トルフェンピラド

等の複数の殺虫剤(IRAC主要グループ番号4,16,21)が使用され、抑制された。慣行防除区の殺虫剤散布回数はB園で14回、A園で19回に対し、天敵利用区では9回、11回と約40%少なかった。

ハモグリバエ潜孔数について、B園の慣行防除区では2009年8~10月に増加し、エマメクチン安息香酸塩、カルタップ、フルフェノクスロン等の殺虫剤(IRAC主要グループ番号6,14,15)により抑制された。一方、天敵利用区では2009年8月に増加の兆候が見られたのみで、9月以降は増加することなく、11月以降は被害をほとんど確認しなかった(図4)。A園の慣行防除区では2010年1月や6~7月に潜孔数が増加したが、天敵利用区ではこれらの時期に増加せず、2010年10~11月に増加した。慣行防除区のハモグリバエ活性殺虫剤の使用回数はB園で32回、A園で

16回だったのに対し、天敵利用区ではB園で17回、A園で12回とそれぞれ47%、25%減少した。

2 第2期試験

第2期試験における調査結果を図5～8に示した。

カブリダニ類の1回当たり放飼数は第1期試験よりも約20～70%少ないが、B園やA園ではカブリダニ類を確認した調査日が第1期試験より増えた。C園やD園では5月に葉当たり0.4頭を超え、D園では8～11月に連続して0.03～0.06頭を確認した(図5)。なお、A園とB園では第2期試験でカブリダニに影響の強い薬剤はほぼ使用されなかったが、C園では9回、D園では6回使用された。4月上旬～7月下旬に花から回収したカブリダニ雌成虫の発生ピークは葉よりも若干遅くなる傾向にあるが、葉の消長とほぼ同じであった。なお、花および葉から回収したカブリダニ類の種構成を図9に示した。A園およびB園の花から回収したカブリダニ類の78～100%はヘヤカブリダニ *Neoseiulus barkeri* Hughes であった。また、C園ではチリカブリダニが、D園ではスワルスキーカブリダニが花から最も多く回収された。葉からのサンプル数は少ないが、スワルスキーカブリダニが多い傾向を示した。

ハダニ類について、B、C、D園ではナミハダニのみが発生し、A園ではカンザワハダニが優占であった。B園の

天敵利用区では第1期試験に比較してハダニの発生が多く、2011年3～4月、同年12月～2012年4月に増減を繰り返す、2年とも4月にカブリダニが増加したが、殺ダニ剤も連続的に散布された(図6)。A園では第1期試験同様に低密度で推移した。C園では2011年7月～翌年3月に、天敵利用区の殺ダニ剤散布間隔が慣行防除区より長かったが、ハダニ密度は慣行防除区より低く推移した。その後、天敵利用区では2012年4月のハダニ増加に対して殺ダニ剤が5回連用されたが、6月以降は0.04頭以下で推移し、6～12月の殺ダニ剤使用は1回のみであった。D園の天敵利用区では2012年4月までハダニはほぼ確認されず、5～6月に一時的に確認されたが、増加することはなかった。その後、天敵利用区では8月末に約3頭まで増加したが、すぐに減少し、12月まで0.1頭以下に抑制された。慣行防除区の殺ダニ剤散布回数はC園で14回、D園で14回に対し、天敵利用区で7回、15回とC園では半減し、D園ではほぼ同じであった。

コナジラミ類は第1期試験と同様、すべての圃場でタバココナジラミが優占した。A園では試験期間中継続的にコナジラミ成虫が発生したが、最大0.67頭と第1期試験の39%に抑制された(図7)。B園では2010年9～10月に増加したが、最大0.45頭と第1期試験同時期の35%であり、以降は発生がほぼ見られなかった。C園の慣行防除区では

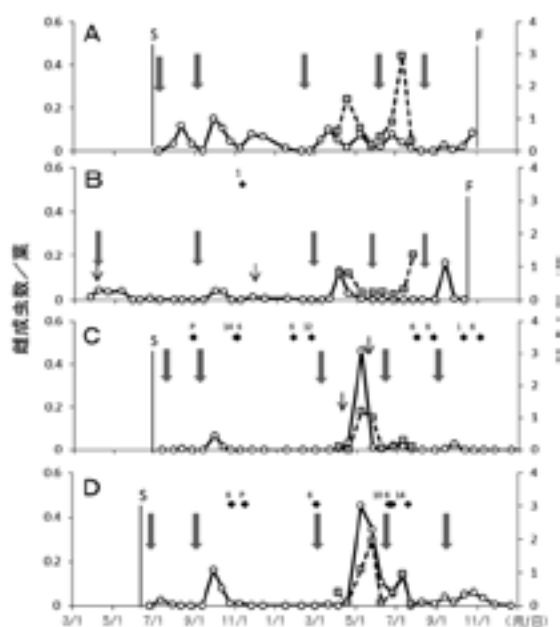


図5 第2期試験天敵利用区の葉(○)と花(■)におけるカブリダニ類雌成虫の密度推移

灰色の矢印はスワルスキーおよびミヤコカブリダニ、実践の矢印はチリカブリダニの放飼時期を示す。◆は天敵利用区において使用された農薬のうち、天敵カブリダニ類に影響の強い薬剤の散布を示し、上の数値はそのIRAC主要グループ番号を意味する。Pはβリネン複合体を意味する。垂線Sは各園の調査開始時期を、垂線Fは調査終了時期を示す。

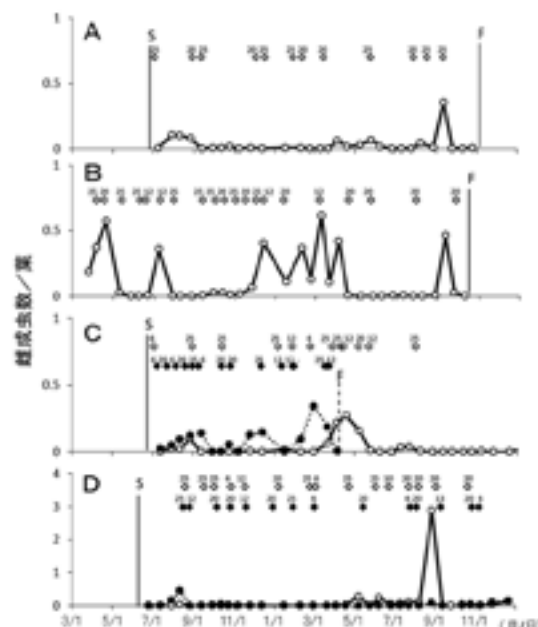


図6 第2期試験の天敵利用区(○)と慣行防除区(●)におけるハダニ類雌成虫の密度推移

◇は天敵利用区、◆は慣行防除区におけるハダニ類適用農薬の散布を示し、上の数値はそのIRAC主要グループ番号を意味する。垂線Sは各園の調査開始時期を、垂線Fは調査終了時期を示す。

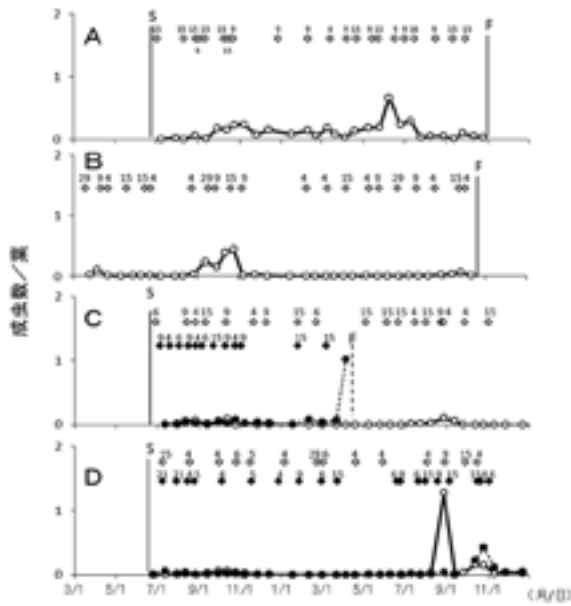


図7 第2期試験の天敵利用区(O)と慣行防除区(●)におけるコナジラミ類成虫の密度推移
◇は天敵利用区、●は慣行防除区におけるコナジラミ類適用農薬の散布を示し、上下の数値はそのIRAC主要グループ番号を意味する。垂線Sは各園の調査開始時期を、垂線Fは調査終了時期を示す。

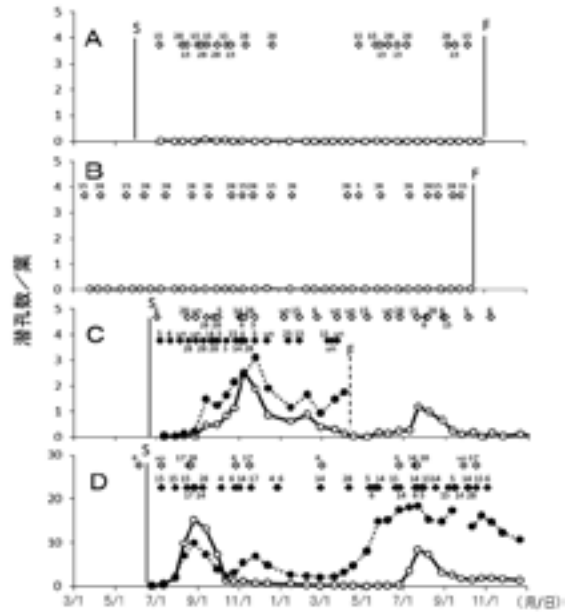


図8 第2期試験の天敵利用区(O)と慣行防除区(●)におけるハモグリバエ類幼虫による潜孔数の推移
◇は天敵利用区、●は慣行防除区におけるハモグリバエ類適用農薬の散布を示し、上下の数値はそのIRACコードを意味する。垂線Sは各園の調査開始時期を、垂線Fは調査終了時期を示す。

2012年2月以降発生が徐々に増加し、4月に急増したが、天敵利用区では2011年11月～翌年7月までほぼ成虫を認めなかった。その後、天敵利用区では8月下旬に0.1頭まで増加したが、9月には減少した。D園では両区とも2012年7月まではほぼコナジラミ成虫は認められなかった。天敵利用区では8月下旬に一時的1.3頭まで急増したが、9～11月は慣行防除区と同様に推移した。慣行防除区のコナジラミを対象とした殺虫剤散布回数はC園で12回、D園で19回に対して、天敵利用区はC園で9回(慣行防除区と同時期)、D園で14回と25～26%減少した。

ハモグリバエ潜孔について、B園およびA園では調査期間を通じて被害はほぼ認められなかった(図8)。C園では2012年4月まで天敵利用区の潜孔数は慣行防除区よりも少なく推移し、それ以降も7月に一時的に増加したが、葉当たり1本を大きく超えることはなかった。D園では2011年8月に天敵利用区の潜孔数が慣行防除区より多くなった

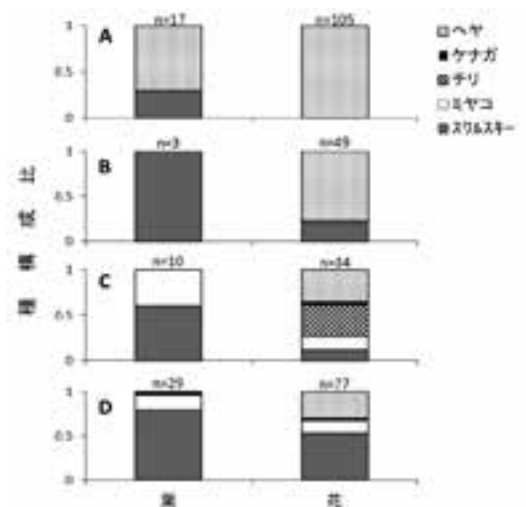


図9 第2期試験天敵利用区の葉と花から採集したカブリダニ類雌成虫の種構成
4月上旬から7月下旬にガーベラの花および葉から採集したカブリダニ類雌成虫を対象、グラフ上は種同定を行ったカブリダニ類雌成虫数を意味する。

表5 ガーベラのハダニ雌成虫数、コナジラミ成虫数およびハモグリバエ潜孔数に対する試験区およびほ場の効果(繰り返しのある分散分析)

要因	df	ハダニ類雌成虫		コナジラミ類成虫		ハモグリバエ類潜孔数	
		F	p	F	p	F	p
試験区	1	8.413	0.0042	1.715	0.1920	45.796	<0.0001
ほ場	3	5.856	0.0008	13.088	<0.0001	72.939	<0.0001
ほ場×試験区	3	8.541	<0.0001	3.850	0.0105	4.410	0.0051
調査時期 (変量効果)	31	0.729	0.8509	1.316	0.1366	1.781	0.0106

* 第1期試験のA園とB園は、第2期試験のC園とD園における試験1年目7月前半～2年目11月前半までの各調査日の平均値

表6 ガーベラのハダニ雌成虫数、コナジラミ成虫数およびハモグリバエ潜孔数に対する試験区およびほ場の交互作用の効果*

園	試験区	ハダニ類		コナジラミ類		ハモグリバエ類	
		雌成虫数 (頭)		成虫数 (頭)		潜孔数 (本)	
A	天敵利用	0.003	a	0.71	c	1.02	b
	慣行防除	0	a	0.57	c	1.50	b
B	天敵利用	0	a	0.52	bc	0.11	a
	慣行防除	0.33	c	0.12	a	2.40	b
C	天敵利用	0.09	ab	0.06	a	1.45	b
	慣行防除	0.26	c	0.29	ab	4.00	c
D	天敵利用	0.38	bc	0.20	a	8.41	c
	慣行防除	0.09	ab	0.11	a	26.5	d

* A園とB園は第1期試験、C園とD園は第2期試験における1年目7月前半～2年目11月前半まで平均値（3葉当たり）
数値右の同じアルファベット間には有意差のないことを示す（Studentのt検定、危険率5%）

が、10月以降は逆に少なく推移した。また、2012年8月に再び増加したが、約1か月で増加は抑制された。慣行防除区にハモグリバエを対象とした殺虫剤散布回数はC園で24回、D園で31回に対して、天敵利用区ではC園で14回、D園で12回と、それぞれ42%、61%減少した。

第1期試験のA園およびB園、第2期試験のC園およびD園における各害虫の1株3葉あたり虫数について混合モデルの分散分析を行った結果、交互作用が有意となり（表5）、試験区×ほ場についてStudentのt検定を実施した（表6）。ハダニ類雌成虫数は、A園とD園では試験区間に差が認められなかったが、B園とC園では天敵利用区が慣行処理区より少なかった。コナジラミ類成虫数は、B園では天敵利用区が慣行防除区より多かったが、他の3園では試験区間の差は認められなかった。ハモグリバエ潜孔数は、A園では試験区間の差は認められなかったが、他の3園では天敵利用区が慣行防除区より少ないことが示された。

表7には、第1期試験のA園およびB園、第2期試験のD園の各区で使用された殺虫剤・殺ダニ剤についてIRAC主要グループ番号別に延べ使用回数を記載した（試験期間が最も短いA園に合わせて栽培1年目12月～2年目10月を集計）。殺ダニ剤が含まれるIRAC主要グループ番号12、20および25は使用回数に差は認められなかった。コナジ

ラミ類に活性を示す同番号4、5、6、9、15、21および29では、6（アベルメクチン系）と15（ベンゾイル尿素系）が天敵利用区で少なく（Studentのt検定、 $p<0.05$ ）、21（METI系）も少ない傾向が見られた。また、ハモグリバエ類に活性を有する同番号4、5、6、14、15、17、28およびUNのうち、6、14（ネライストキン系）、15では天敵利用区が慣行防除区より少なかった（Studentのt検定、 $p<0.05$ ）。

IV 考 察

花き類生産は花卉や茎葉の表面品質を重要視するため、その栽培では予防的薬剤散布を中心とした病害虫防除が行われる。表5に示したように慣行防除区では48週間に殺虫剤・殺ダニ剤が約43剤散布された（表3）。図2～4や図6～8に示したように、ナミハダニ、タバココナジラミ、マメハモグリバエに対して数種類の系統の薬剤をローテーションするか、特定系統の薬剤が連用された。これらの害虫は薬剤抵抗性が発達しやすいことで知られ、ガーベラ生産においても殺虫剤の効果低下が懸念される。

欧米の花き類生産でも1980年代まで薬剤防除中心の防除が行われていた。しかし、オランダでは1995年から花

表7 天敵利用区および慣行防除区におけるIRAC主要グループ番号別延べ使用剤数*

IRAC 主要 グループ番号	1	2	4	5	6	9	10	12	13	14
天敵利用区	0.3	0.3	3.7	1.0	1.3	1.0	0.3	0.7	0.3	0.7
慣行防除区	1.0	0.3	4.7	1.7	7.7	1.3	0.0	0.7	0.7	4.0
有意差**	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
IRAC 主要 グループ番号	15	16	17	20	21	25	28	29	UN	合計
天敵利用区	2.7	0.3	2.3	2.3	0.7	4.3	3.0	0.7	0.3	26.0
慣行防除区	6.0	0.7	1.7	2.0	2.0	4.0	3.3	1.0	0.3	42.7
有意差**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

* 第1期試験のAおよびB園、第2期試験のD園の各区におけるIRAC主要グループ番号別延べ使用剤数の平均値（試験1年目12月～2年目10月の実績）

** *は危険率5%で有意差があることを示す（Studentのt検定）。

き市場協会と生産者協会により花き園芸環境プログラム Milieu Programma Sierteelt (MPS) がスタートし、環境に配慮した花き類生産が意識されるようになった⁸⁾。この背景として、1993年の欧州連合(EU)発足に伴う農薬リスク評価制度(91/414/EEC指令)の発行による登録化合物の大幅な減少があったと推測される²⁹⁾。米国でも1996年制定の食品品質保護法における農薬使用制限により、花き類生産者の中にも非農薬防除技術への関心が高まったとの指摘がある¹³⁾。1990年代、施設野菜の天敵利用が確立していた欧米においても、花き類栽培への天敵利用はまだ研究段階であった¹⁸⁾。その後、バラを中心に花き類への生物資材の利用が検討され²¹⁾²³⁾、天敵利用が実用化していった。2014年時点で、オランダのバラ栽培では70%以上がカブリダニ類を利用したIPMを実践している¹⁹⁾。

一方で、国内における花き類栽培の天敵利用事例はまだ少なく、バラとキクで1例ずつの研究報告がある程度である⁵⁾²⁹⁾。しかし、害虫の薬剤抵抗性発達対策の一つとして、我が国の花き類生産でも天敵資材の利用が不可欠になると考えられ²⁹⁾、本研究では果菜類で利用が進む天敵カブリダニ製剤についてガーベラ栽培への利用を検討した。

ボトル製剤を用いた第1期試験ではB園の1回目放飼後に葉当たり0.46頭までカブリダニ類が確認されたが、その後の放飼やA園の放飼では一時的な密度増加しか確認できなかった(図1)。パック製剤を主に利用した第2期試験では1回当たりの放飼量を第1期試験より約20~70%削減したが、A園およびB園におけるカブリダニ密度は第1期試験よりも増える傾向にあった。また、土耕栽培のC園、D園では2012年4~5月に最大で0.45~0.46頭まで増加した(図5)。これに続きD園では6月から11月まで増減を繰り返しながらも継続的にカブリダニ類が観察された。カブリダニ類と害虫の発生消長を比較すると、C園、D園における4~5月のハダニ増加時に(図6)、やや遅れてカブリダニ類が増加した(図5)。また、D園では6~7月および9~10月のカブリダニ類の増加は、6~9月のハダニ類の発生(図6)や8~10月のコナジラミ類の発生(図7)に同調していると推測される。

第2期試験に用いたパック製剤はカブリダニを紙袋内に詰めた製剤であり、薬剤散布からカブリダニを保護しながら、4~5週間に渡ってカブリダニが徐々に放飼される資材である。D園では6月に影響のある殺虫剤が2回散布されたが、カブリダニ密度は7月上旬まで増加したことから、パック製剤の効果が現れたかもしれない。防除対象が多く、頻繁な薬剤防除が行われるガーベラ栽培では、パック製剤の利用が適すると考えられる。

第2期試験のD園では2012年5~11月に連続的にカブリダニが確認されたが、それ以前のD園やB園、C園では

カブリダニを確認できない調査日が多かった。施設キュウリ²⁴⁾、施設ナス²⁵⁾におけるスワルスキーカブリダニ(ボトル製剤)の放飼試験では、放飼後は常に葉上にカブリダニが確認されていた。これらの結果と比較すると本研究におけるガーベラの葉上密度は低く、且つ短期間であった。本研究前の予備試験として、浜松市西区のガーベラ品種見本施設(パイプハウス3a土耕栽培)でスワルスキーおよびミヤコカブリダニ(ボトル製剤)の放飼試験を2010年に実施した。この試験では7月放飼後に10週間、9月放飼後に8週間、葉上でカブリダニ類を連続的に観察した(未発表)。このことから、ガーベラがこれらカブリダニ類の生息に不適とは考えにくい。本研究は収穫や頻繁な薬剤散布が実施される生産園で実施された。第2期試験のC園やD園における収穫花の調査では、スワルスキーカブリダニが最多で1.3頭/花、ミヤコカブリダニは0.4頭/花が回収された。ガーベラ栽培では1週間に10a当り4500本程度の花が収穫されるため、1週間に6100頭、1800頭が圃場外に持ち出される計算となる。この量は1回当たり放飼頭数の12%および36%に当たる。ガーベラ栽培では通年で花を収穫するため、収穫によるカブリダニ類の持ち出しが影響した可能性が考えられる。

第1期試験におけるB園(図2)および第2期試験のC園(図6)では、天敵利用区のハダニ類雌成虫は慣行防除区より少ない傾向で推移し、両ほ場では試験区間に差が認められた(表6)。B園における殺ダニ剤散布回数は両区で差はなかったが、C園の天敵利用区は慣行防除区より同散布回数が50%減少している。バラにおけるカブリダニ放飼試験では、チリカブリダニ20頭/m²、ミヤコカブリダニ30頭/m²を年3回放飼した区で1年間ナミハダニの多発を抑制することができた⁹⁾。これに比較して第1期試験の放飼頭数はチリカブリダニで30%、ミヤコカブリダニで50%、第2期試験ではそれぞれ30%、27%と少ない。本研究では定植約2か月後のガーベラへ放飼したため、相対的な放飼密度がバラよりも高く、効果が現れやすかったものと考えられる。

一方で、第2期試験のB園ではハダニ類雌成虫は第1期試験より多い傾向で推移した(図6)。B園では2010年6月定植から9か月後に試験を開始し、試験初期のハダニ密度が高いことが、その後の発生数を多く推移させた要因と推測される。

第1期試験のB園の天敵利用区ではハダニがほぼ発生していなかったが、殺ダニ剤は慣行防除区と同様に使用された(図2)。生産現場では微小なハダニ類の増加に気付きにくく、予防的薬剤散布が行われる傾向にある。今後、殺ダニ剤を削減し、カブリダニ放飼の防除効果を検証し、生産者がその効果を実感できるように工夫する必要がある。

A 園, C 園, D 園ではコナジラミ類成虫数の推移は, 試験区間で差は認められず, B 園では天敵利用区が慣行防除区より多い結果となった(表 6)。しかし, 第 1 期試験の A 園 1 年目 12 月から翌年 1 月や B 園 2 年目 6~8 月, 第 2 期試験の B 園 1 年目 9~10 月, C 園 2 年目 8~9 月, D 園 2 年目 10~11 月には天敵利用区でコナジラミ成虫増加時にカブリダニ密度の増加が認められたこと, 天敵利用区ではコナジラミ活性のある殺虫剤の使用回数が慣行防除区より 25~40% 少ないにもかかわらず, コナジラミ成虫数を比較的低密度に維持できたことから, スワルスキーカブリダニの放飼効果がある程度発揮されていると推測される。なお, 第 2 期試験 2 年目 4~7 月に A 園および B 園から回収されたカブリダニ類の大部分はヘヤカブリダニであった(図 9)。本種はミナミキイロアザミウマの土着天敵として高知県の施設野菜類で報告されているが⁹⁾, タバココナジラミの卵や幼虫に対する捕食も報告があり¹⁴⁾, タバココナジラミの抑制に役立っている可能性が考えられる。

マメハモグリバエによる潜孔数は第 1 期試験の A 園では試験区間に差はみられなかったが, 他の 3 園では天敵利用区が慣行防除区より少なかった(表 6)。特に, 第 2 期試験の A 園および B 園の天敵利用区では試験開始から終了時までマメハモグリバエの被害がほぼ発生しなかった(図 8)。我が国では野菜類や花き類に発生したマメハモグリバエから, 多種類の土着寄生蜂の寄生が報告されている^{15, 20, 21)}。しかし, 合成ピレスロイド系や有機リン系, カーバメイト系殺虫剤を散布したガーベラ温室では, 寄生蜂の寄生率が減少し, マメハモグリバエの増加が報告されている²⁰⁾。表 7 に示したとおり, 天敵利用区では IRAC 主要グループ番号 6, 14, 15 の利用回数が慣行防除区より少なかった。このうち, 6 (アベルメクチン系) や 14 (ネライストキシシン系) は寄生蜂への影響が強いことが知られている⁶⁾。本研究では試験圃場におけるハモグリバエ類寄生蜂の発生を調査していないが, 天敵利用区では天敵カブリダニへ影響を考慮した殺虫剤の選択により寄生蜂への影響も緩和され, 寄生蜂の活動が活発になり, マメハモグリバエの発生が抑制されたと推測される。

本研究は現地の生産圃場で実施され, 薬剤散布の判断や実施は生産者によって行われた。このような条件において, 殺虫剤の散布回数は減少しなかったが, 殺虫剤の散布回数は減少する傾向が認められた。特にマメハモグリバエの被害は明らかに減少したことから, ハモグリバエの薬剤防除の減少に貢献できた。しかし, 天敵カブリダニの利用目的であるハダニ類は微小であり, またカブリダニも微小であることから, 生産者がこれらの発生を把握しながら薬剤防除を削減することは困難と考えられる。そこで, イチゴにおける天敵カブリダニの利用技術¹⁰⁾のように, 天敵放飼

のスケジュール化, 薬剤防除との体系化およびマニュアル化を進める必要がある。また, 本研究では葉上のカブリダニ密度が低い傾向にあり, 効果安定のためには生息密度を高める必要がある。本研究ではバック製剤の利用により密度が高まる傾向が見られた。ヨーロッパでは, カブリダニ類の餌となる花粉の散布や, カブリダニ類の空中散布装置による放飼自動化を実現しており¹²⁾, これらの方法も植物体上のカブリダニ密度上昇に有効と考えられる。今後は天敵資材の価格等のコストや労力も考慮しながら, ガーベラ栽培における実用的なカブリダニ類利用プログラムを構築する必要がある。

V 摘 要

静岡県内のガーベラ栽培園 4 か所において, 2009 年~2012 年に天敵カブリダニ製剤 3 種類を利用し, ハダニ・コナジラミ類に対する防除効果を現地慣行の薬剤防除と比較検討した。ボトル製剤を利用した初期の試験では, 定植 3 カ月後までの調査を除いて, 複数の調査日に連続してカブリダニ類を葉上で確認することは少なかった。しかし, バック製剤を利用した後期の試験では葉上にカブリダニ類を確認できる調査日が増加した。4 園中 2 園では天敵利用区のハダニ密度は慣行防除区より低い傾向で推移した。さらに, マメハモグリバエによる潜孔数は 4 園ともに天敵利用区が慣行防除区より少なく推移した。天敵利用区ではカブリダニ類に影響する殺虫剤の使用を控えたことから, ハモグリバエ類の寄生蜂の活動が活発になり, マメハモグリバエの被害が抑制されたと推測される。

引 用 文 献

- 1) 天野 洋・後藤哲雄(2009) : 植物ダニ類の標本作成法と飼育法. 江原昭三・後藤哲雄編, 原色植物ダニ検索図鑑, 全国農村教育協会, 東京, 301~311.
- 2) Christine C., J. Newman, K. Robb, S.A. Tjosvold, J.D. MacDonald and M.P. Parrella (2007) : IPM program successful in California greenhouse cut roses. *California Agriculture*, 61(2), 71~78.
- 3) 平成 30 年度花き出荷統計 https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/index.html#r (2020 年 6 月 24 日参照) .
- 4) 日吉 誠(2008) : 苺における天敵利用について~普及の現場から. *バイオロジカルコントロール*, 12, 17~20.

- 5) 片山晴喜・岡田容子・松野和夫・岩崎勇次郎 (2016) : 施設バラのハダニ類に対する天敵カブリダニ類の防除効果. 静岡農技研報, 9, 35~39.
- 6) 片山晴喜・小澤朗人 (2003) : カンムリヒメコバチ *Hemiptarsenus varicornis* に対する薬剤の影響(1) 成虫に対する影響. 関東東山病虫研報, 50, 165-196.
- 7) 桐明紗織・柳田裕紹 (2015) : 福岡県内のキクおよびバラに寄生するナミハダニ黄緑型 *Tetranychus urticae* Koch (green form) に対する数種薬剤の殺虫効果 (短報). 福岡農林試研報, 1, 4~6.
- 8) 児玉広志 (2004) : MPS (花き園芸環境プログラム) について. 植物防疫, 58, 411~412.
- 9) 古味一洋・荒川良・天野洋 (2008) : 高知県内の果菜類栽培施設で発生する数種土着カブリダニのミナミキイロアザミウマに対する捕食能力. 日本ダニ学会誌, 17, 29~35.
- 10) 井村 努 (2016) : 第3章 天敵利用の実際 施設栽培 4 イチゴ. 根本 久・和田哲夫編, 天敵利用の基礎と実際, 農山漁村文化協会, 東京, 95~97.
- 11) 国本佳範 (2010) : 奈良県におけるナミハダニ黄緑型の殺ダニ剤感受性の推移. 奈良農総セ研報, 41, 23~28.
- 12) Lanzoni, A., R. Martelli and F. Pezzi, (2017) : Mechanical release of *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* on protected crops. Bulletin of Insectology, 70, 245~250.
- 13) Marsh, T.L. and K. Gallardo (2009) : Adopting biological control for ornamental crops in greenhouses. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 022.
- 14) Nomikou, M., A. Janssen, R. Schraag and M.W. Sabelis (2001) : Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. Exp. Appl. Acarol., 25, 271~291.
- 15) 大野和朗・大森 隆・嶽本弘之(1999) : 施設ガーベラのマメハモグリバエに対する土着天敵の働きと農薬の影響. 応動昆, 43, 81~86.
- 16) 刑部正博・上杉龍士 (2009) : ハダニの薬剤抵抗性. 農薬誌, 34, 207~214.
- 17) 小澤朗人・西東 力・池田二三高 (1998) : マメハモグリバエの天敵寄生蜂 *Diglyphus isaea* および *Dacnusa sibirica* に対する各種農薬の影響. 応動昆, 42, 149~161.
- 18) Parrella, M. P., Stengard Hansen, L. and van Lenteren, J. C. (1999) : Glasshouse environments. In *Handbook of Biological Control*, by T. S. Bellows Jr. and T. W. Fisher, San Diego, Academic Press, 819~839.
- 19) Pijnakker, J., A.de Souza and F. Wäckers (2014) : Integrated Control in Protected Crops, Temperate Climate. IOBC-WPRS Bulletin, 102, 191~195.
- 20) 西東 力・池田二三高・小澤朗人 (1996) : 静岡県におけるマメハモグリバエの寄生者相と殺虫剤の影響. 応動昆, 40, 127~133.
- 21) 柴尾 学・桃下光敏・山中 聡・田中 寛(2009) : スワルスキーカブリダニ放飼による施設キュウリのミナミキイロアザミウマおよびタバココナジラミの同時防除. 関西病虫研報, 51, 1~3.
- 22) 柴尾 学・安達鉄矢・岡田清嗣・林 兵弥・久保田豊・松本譲一・上田善紀・瓜生恵理子・山中 聡・田中 寛(2010) : スワルスキーカブリダニ放飼による施設ナスのミナミキイロアザミウマの防除. 関西病虫研報, 52, 21~25.
- 23) 杉本 毅 (1998) : マメハモグリバエの土着寄生蜂類に関する最近の知見. 植物防疫, 52, 358~362.
- 24) 徳丸 晋・林田吉王 (2010) : タバココナジラミ・パイオタイプ Q (カメムシ目: コナジラミ科) の薬剤感受性. 応動昆, 54, 13~21.
- 25) 山口晃一・森 光太郎 (2019) : ミヤコカブリダニのハダニ防除性能の評価—施設栽培キク上での検証—. 関西病虫研報, 61, 85~89.
- 26) 山本敦司 (2019) : 殺虫剤抵抗性管理 農業生産現場への普及の取組. 植物防疫, 73, 766~773.
- 27) 山中 聡 (2009) : スワルスキーカブリダニの特徴と使い方. 植物防疫, 63, 381~384.
- 28) 柳田裕紹・森田茂樹・國丸謙二 (2013) : 福岡県内の促成栽培イチゴで発生するナミハダニ黄緑型 *Tetranychus urticae* Koch (green form) に対する数種薬剤の殺虫効果. 福岡農総試研報, 32, 33~36.
- 29) 横田篤宜 (2014) : EU における農薬事情—Regulation (EC) No.1107/2009—. 植物防疫, 68, 117~121.