ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom) (アザミウマ目: アザミウマ科) によるトマト白ぶくれ症防除のための 誘引植物としてのカリフォルニアポピーおよびペチュニアの評価

永井 一哉*・飛川 光治

岡山県農林水産総合センター農業研究所

Evaluation of California Poppy and Petunia as Trap Plants to Control the White Swelling Spot of Tomato by Flower Thrips, *Frankliniella intonsa* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae). Kazuya NAGAI* and Mitsuharu HIKAWA Research Institute for Agriculture, Okayama Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries; 1174-1 Kouda, Akaiwa, Okayama 709-0801, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 54: 65–70 (2010)

Abstract: A trap plant system using a mixed planting of California poppy and petunia to control the white swelling spot of tomato caused by flower thrips, *Frankliniella intonsa* (Trybom), was evaluated in an experimental field. In a field planted with tomatoes, we set a mixed culture plot of California poppy and petunia, and a control plot of tomato monoculture. As the number of California poppy flowers declined after mid-June but that of petunia increased from that time, the flowering time of the trap plant system continued during the outbreak season of thrips. When adult female thrips were most abundant from late June to early July, flowers of both trap plants attracted many thrips. In early July, the number of thrips occurring on tomato flowers, the number of oviposition puncture wounds on tomato fruit, and the percentage of fruits injured by white swelling spot in the mixed culture plot were significantly smaller than in the control plot. These results suggest that the trap plant system using the mixed planting of California poppy and petunia in tomato fields is promising as a useful strategy to control the white swelling spot.

Key words: Trap plant; *Frankliniella intonsa*; tomato; California poppy; petunia

緒 言

ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom) (アザミウマ目: アザミウマ科) の成虫はトマトの花に飛来して子房に産卵し白ぶくれ症を発生させる害虫であり, 6~7月に収穫される雨除け栽培や露地栽培で被害は多い(村井, 1988). 雨除け栽培トマトでの本種の防除は, ネオニコチノイド系殺虫剤のアセタミプリド水溶剤, ニテンピラム水溶剤やスピノシン系殺虫剤のスピノサド顆粒水和剤の散布により行われている. しかし, 近年ネオニコチノイド系殺虫剤に対する感受性低下が認められ(西本ら, 2006), さらに, これら殺虫剤の散布は, コナジラミ類の生物防除資材であるオンシツツヤコバチ *Encarsia formosa* Gahan (ハチ目: ツヤコバチ科) などの天敵類に悪影響があること(矢野・水久保, 2005) などから, 化学的防除は制限される.

化学合成農薬に代わる手法として, 害虫が選好する植物

を圃場周辺や圃場内に栽培して誘引し, 農作物へ到達する害虫の個体数を減らす誘引植物による防除法がある(Lincoln and Isley, 1947). この防除法は有機農業や IPM に組み込む害虫制御の手段として, 関心が高まりつつあり(Hokkanen, 1991; Gliessman, 1997; Altieri and Nicholls, 2004; Shelton and Badenes-Perez, 2006; Cook et al., 2007; Zehnder et al., 2007), ワタを加害するマキバカスミカメの一種 *Lygus hesperus* Knight (カメムシ目: カスミカメムシ科) をアルファルファに誘引して防除する方法(Godfrey and Leigh, 1994) やウリ科野菜類を加害する *Anasa tristis* (de Geer) (カメムシ目: ヘリカメムシ科) を誘引性があるカボチャ品種に集めて防除する方法などが知られている(Pair, 1997). また, 我が国ではカーネーションを加害するクロウリハムシ *Aulacophora nigriennis* Motschulsky (甲虫目: ハムシ科) の野外から施設内への侵入を防ぐため, 施設の開口部にダイアンサス *Dianthus pungens* L. を栽培して侵入を防ぐ技術が開発されている(宇田ら, 2001).

* E-mail: orius@goo.mail.ne.jp

2009 年 3 月 2 日受領 (Received 2 March 2009)

2009 年 11 月 30 日登載決定 (Accepted 30 November 2009)

DOI: 10.1303/jjaez.2010.65

Fig. 1. Experimental field. ■: Tomato, ■: Petunia, ▨: California poppy.

誘引植物を用いた害虫防除では、誘引植物が害虫の溜まり場 (sink) となり、農作物への害虫の移動を阻止する機能に加え、誘引した害虫を死亡させたり次世代の発生を抑制したりできる植物は、害虫防除への利用価値が高い (Khan and Pickett, 2004; Shelton and Badenes-Perez, 2006). そこで、永井・飛川 (2007) は、長森ら (2007) による125種の景観植物に発生する節足動物相の調査結果を基に、アザミウマ類の誘引植物の選抜を実施したところ、カリフォルニアポピー *Eschscholzia californica* Cham., ペチュニア *Petunia*×*hybrida* では、訪花性アザミウマ類成虫の発生は多いが幼虫の発生が少ないことが明らかになり、誘引植物としての利用の可能性が考えられた。本報では、トマトにおけるヒラズハナアザミウマを対象に、カリフォルニアポピーおよびペチュニアの誘引植物としての利用の可能性を知るため、露地栽培トマトに両植物を混植し、白ぶくれ症の被害軽減効果の評価を試みた。

なお、本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「生物機能を活用した環境負荷低減技術の開発」の一環として実施した。

材料および方法

1. 試験区

2007年に岡山県農業総合センター農業試験場露地圃場 (岡山県赤磐市; 北緯 34°48', 東経 134°01') で実施した。この露地圃場はほぼ南北に細長い長方形 (350m²; 35m×10m) で、露地圃場の北、東および南の3方は通路 (幅員 4~6m) を挟んでナスを栽培するビニルハウスがあった。西側は露地圃場と平行して用水路 (幅約 1m) と道路 (幅員約 6m) があり、道路を越えると水田で、水田の畦畔 (幅約 60cm) にはシロツメクサが生えていた。Fig. 1に示したように、露地圃場内に幅 1.5mの畝を4畝設け、抑草

用に黒色ポリエチレン製シート (商品名: ワイドスクリーン, 日本ワイドクロス (株) 製) を 256m² (幅 8m, 長さ 32m) の試験圃場全面に張った。2007年5月18日にトマト (品種: 桃太郎 8) の苗 (本葉 6葉展開: 第1花房着蕾) を2畝に株間 30cm で1条当たり 11株ずつ定植した区を2区設けた。このうち1区には、トマトの周囲にペチュニアの苗 (本葉 8葉程度展開) を栽植密度 30cm×30cm でトマトを植えた条と平行に2条ずつ、トマトを植えた畝の南北両端には1畝当たり4条ずつ植えた。さらに、ペチュニアの外周には2006年9月26日に苗を定植して越年させたカリフォルニアポピー (本葉 3葉程度展開; 以下、ポピーと略記) を栽植密度 30cm×30cm で3条ずつ、トマトを植えた畝の両端は1畝当たり4条ずつ植えて混植区とし、残り1区は誘引植物を植えずにトマトだけを植えて対照区とした。なお、混植区と対照区とは 11m 離して設置した。トマトには養液土耕 5号 (大塚化学 (株) 製) を液肥で1日 1~2回、総量 69g/株 (窒素成分 8.3g/株, 燐酸成分 13.8g/株, カリ成分 13.8g/株) を施用し、腋芽を摘除して一本立ちとし垂直に支柱に誘引した。トマトの開花した花房にはパラクロロフェノキシ酢酸 0.15% (商品名: トマトーン, 石原産業 (株) 製) の 100倍液を散布して着果を促進した。誘引植物のポピーとペチュニアには4月17日にくみあい尿素入り IB化成 S1号 (三菱化学アグリ (株) 製) を 100kg/10a (窒素成分 10kg/10a, 燐酸成分 10kg/10a, カリ成分 10kg/10a) を施用した。なお、トマトおよび誘引植物ともに殺虫剤は散布しなかった。

2. 調査方法

トマトの第1花房の開花期に当たる6月2日から調査を開始し、断らない限り 6~8日間隔で、7月22日まで調査を実施した。圃場におけるヒラズハナアザミウマ雌成虫の発消長調査は、粘着剤 (商品名: 金竜スプレー, (株)

エス・ディー・エス バイオテック製) を白色塩化ビニル板 (商品名: サンロイド, 筒中プラスチック工業 (株) 製: 12 cm×8 cm) の両面に塗布したトラップを Fig. 1 に示した試験圃場の外縁 4 か所の高さ 1 m の位置にトラップの平面を畝と垂直の方向に向けて設置し, 誘殺された個体数を実顕微鏡下で数えた。ポピーおよびペチュニアの被度は前者が 1 区 3 m² で 4 か所, 後者が 1 区 2 m² で 6 か所を対象に達観調査した。ポピーおよびペチュニアの開花数は 10~20 株を対象に調査した。ポピー, ペチュニアおよびトマトの花に生息するヒラズハナアザミウマ雌成虫の個体数は, ポピーおよびペチュニアでは 60 花を, トマトでは 1 株当たり 1~2 花を対象に 1 区当たり合計 20~40 花を調査した。なお, トマトでは各花房の開花期に 1 回ずつの調査を実施したが, 第 3 花房および第 4 花房の開花が遅れたことから調査可能な花が定期的に得られず, 調査間隔は 4 日から 13 日と変則的になった。ヒラズハナアザミウマ雌成虫の個体数調査は, 白紙の上で摘み取った花を指で弾いてアザミウマを紙面に払い落とす方法で数えた後, ポピーでは雄しべの基部の花托付近を指で入念に擦ってアザミウマを白紙の上に落として調査の個体数に加算した。また, 濾戸状花冠のペチュニアでは花弁を分解して, トマトでは筒状に癒合している雄しべを切開し, それぞれ調査し, ポピーと同様に個体数に加算した。これらの花にはヒラズハナアザミウマ以外のアザミウマ類も混生していたが, 当該圃場にはヒラズハナアザミウマと肉眼で識別困難なミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (アザミウマ目: アザミウマ科) の発生はなかった。また, ハナアザミウマ *Thrips hawaiiensis* (Morgan) (アザミウマ目: アザミウマ科) 等の他のアザミウマ類とヒラズハナアザミウマ雌成虫とは, ヒラズハナアザミウマの体色が全体に暗褐色で胸部がやや黄色を帯びることから肉眼で識別した。

トマト果実へのヒラズハナアザミウマの産卵痕数は, 果径 2 cm 以上 6 cm 未満の果実の半面 (背軸面) を対象に 6 月 22 日から 7 月 22 日まで 6~13 日間隔で果実単位に調査を実施した。そして, 調査果実数に対する産卵痕が認められた果実数の割合を被害果率として用いた。

3. 統計処理

トマトの花でのヒラズハナアザミウマ雌成虫個体数は, 処理および調査日をそれぞれ因子とし, 比例的に反復数が異なる二元配置分散分析 (Two-factor analysis of variance with unequal replication; Proportional replication) (Zar, 2009) により検定した後, 同一調査日における処理区間の差を *t* 検定により比較した。また, ヒラズハナアザミウマのトマト果実当たり産卵痕数および被害果率は, 同一調査日ごとに *t* 検定および χ^2 検定で, それぞれ比較した。

Fig. 2. Seasonal changes in the number of *F. intonsa* adult females captured by white sticky traps set at the margin of the experimental field. Vertical bars represents SE.

結 果

Fig. 2 に粘着トラップへのヒラズハナアザミウマ雌成虫の誘殺の消長を示した。ヒラズハナアザミウマ雌成虫は, 調査を開始した 6 月 2~10 日から最終調査の 7 月 15~22 日まで見られ, 誘殺個体数は 6 月 24 日から 7 月 7 日に多かった。

Fig. 3 にポピーおよびペチュニアにおける被度および株当たり開花数, そしてヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数および株当たり推定個体数の推移を示した。ポピーの被度は調査開始時の 6 月 2 日から 16 日には 90 以上と高かったが, その後低下し, 7 月 16 日には殆どの株が枯れていた。開花数は 6 月 10 日から 22 日にかけて急激に減少し, 7 月 16 日以降に開花はみられなくなった。一方, ペチュニアの被度は 6 月 2 日には低かったが, その後上昇を続け 7 月 5 日以降は 80 以上の高い値になった。開花は 6 月 16 日から認められ, 7 月 5 日には株当たり約 15 花でピークとなったが, 7 月 16 日には株当たり約 5 花まで減少した。ポピーおよびペチュニアにおけるヒラズハナアザミウマ雌成虫の株当たり推定個体数は, 花当たりのヒラズハナアザミウマ雌成虫個体数に株当たり開花数を乗じて求めた。ポピーにおけるヒラズハナアザミウマ雌成虫の株当たり推定個体数は 6 月 10 日に 19 頭でピークとなり, 6 月 16 日に個体数は一旦低下した後, 6 月 22 日には株当たり 15 頭, 30 日には株当たり 18 頭と再上昇した後, 7 月 5 日には減少した。ペチュニアでは 6 月 22 日から 7 月 16 日にかけて発生がみられ, 6 月 30 日に株当たり 21 頭のピークとなった後, 減少した。なお, ペチュニアでは茎葉部などに付着した状態で死亡したヒラズハナアザミウマ雌成虫が観察された。

Fig. 4 に混植区および対照区のトマトの花でのヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数の変動を示した。両区ともにヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数は

Fig. 3. Seasonal changes of the coverage (A) and numbers of blooming flowers (B) of California poppy and petunia in the mixed culture plot, the numbers of *F. intonsa* adult females per flower (C), and the estimated number of *F. intonsa* adult females per plant (D) occurring in each trap plant. ● and ○ show California poppy and petunia, respectively. Vertical bars represent SE.

6月10日までは0.1頭以下と極めて少なかった。しかし、6月23日から花当たり個体数は増加し7月3日に両区ともにピークとなった後、7月22日には0.1頭以下の極めて少発生になった。ヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数が、両区ともに0.1頭以下と極めて少ない6月2日、10日および7月22日を除外した6月23日から7月16日までの期間において、処理および調査月日を因子とした二

Fig. 4. Seasonal changes of the numbers of *F. intonsa* adult females on blooming tomato flowers in the plots of mixed culture (●) and the control (○). * and ** indicate significant differences between plots by *t*-test at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively. Vertical bars represent SE.

Table 1. Analyzed results of two-factor ANOVA on treatment (mixed cultivation and control) and sample date^a

Factors	df	Mean square	<i>F</i> -value	<i>p</i> -rate
Treatment	1	178.671	37.819	<0.0001
Sample date	3	79.297	16.784	<0.0001
Treatment×Sample date	3	17.598	3.725	0.0241
Residuals	232	4.724		

^a Sample dates on which the mean densities of *F. intonsa* under 0.1 per flower were excluded from this analysis.

元配置分散分析の結果を Table 1 に示した。その結果、処理 ($F=37.819$; $df=1$; $p<0.0001$)、調査日 ($F=16.784$; $df=3$; $p<0.0001$) および交互作用 ($F=3.725$; $df=3$; $p=0.0241$) に 5% 水準で有意差が認められた。分散分析で交互作用が認められたので、調査日別に混植区と対照区でのヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数を比較すると、7月3日のヒラズハナアザミウマ雌成虫の個体数は対照区が 5.6 頭であったのに対し混植区が 1.4 頭と有意に少なく ($t=3.64$; $df=44$; $p<0.01$)、7月7日の調査でも混植区の個体数が対照区に比較して有意に少なかった ($t=2.41$; $df=37$; $p<0.05$)。

トマト果実当たりのヒラズハナアザミウマによる産卵痕数と被害果率を Table 2 に示した。産卵痕数は7月5日に混植区が対照区に比較して有意に少なく ($t=2.52$; $df=140$; $p<0.05$)、被害果率も7月5日には混植区が対照区に比較して有意に低かった ($\chi^2=4.87$; $df=1$; $p<0.05$)。しかし、他の調査日には有意差が認められなかった。

考 察

西日本におけるヒラズハナアザミウマの粘着トラップによる発消長は、出雲市 (北緯 35°20′, 東経 132°43′) の

Table 2. Suppressive effect by mixed culture on oviposition puncture wound of tomato fruits

	22 Jun	5 July	16 July	22 July
Flowering time	Late May to early June	Early- to late June	Late June to mid-July	Mid- to late July
No. of samples				
Mixed culture	40	72	36	39
Control	40	70	36	31
Number of oviposition puncture wounds/fruit				
Mixed culture	0.38 a ^a	0.83 a	0.53 a	0.10 a
Control	0.65 a	1.91 b	0.83 a	0.29 a
Percentage of fruit injured by white swelling spot				
Mixed culture	12 a ^b	19 a	14 a	3 a
Control	15 a	47 b	11 a	7 a

^a The same letter following values indicates no significant difference at $p < 0.05$ (t -test).

^b The same letter following values indicates no significant difference at $p < 0.05$ (χ^2 -test).

シロツメクサ圃場および鹿兒島市（北緯 31°24′，東経 130°55′）のラッカセイ圃場で調査されており，発生はともに 6～7 月（大内，1975；村井，1988）とされ，筆者らの調査でも 6 月下旬から 7 月上旬に発生ピークが認められた（Fig. 2）．なお，粘着トラップの形状が異なるため，粘着トラップへの誘殺個体数からヒラズハナアザミウマの発生量を比較できないが，Table 2 に示した 6 月 22 日から 7 月 22 日までの 4 回の果実調査における被害果率は，果実の半面だけの調査にもかかわらず 20% 程度であり，この値を村井（1988）と対比すると，被害は中程度であったと推察される．

粘着トラップによるヒラズハナアザミウマの誘殺個体数からトマトの白ぶくれ症の被害果率の消長は概ね把握できる（新山・佐藤，2000）とされ，粘着トラップへのヒラズハナアザミウマの誘殺個体数が多い 6～7 月に雌成虫を誘引植物に誘導して溜まり場として利用できれば，白ぶくれ症の被害を抑制できる可能性はある．Fig. 3 に示したようにヒラズハナアザミウマの誘引植物として用いたポピーの株当たり開花数は 6 月上旬には既に高まっており，ポピーの株当たり開花数が減少した 6 月下旬以降はペチュニアの株当たり開花数が増加したことから，両種の混植によってヒラズハナアザミウマの発生が多い 6～7 月にヒラズハナアザミウマの溜まり場となり得る花が常に存在する状態に維持できた．粘着トラップでのヒラズハナアザミウマ雌成虫の誘殺個体数が多かった 6 月下旬から 7 月上旬に，ポピーではヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数が増加し，ペチュニアでは株当たりの開花数が増加した．このため，花に生息するヒラズハナアザミウマ雌成虫の株当たり推定個体数は 6 月 30 日に株当たり約 20 頭に達した（Fig. 3）．6 月 23 日から 7 月 3 日に，対照区のトマトの花でのヒラズハナアザミウマ雌成虫の密度は急激に高まったが，混植区での密度上昇は緩やかで，7 月 3 日の混植区での花当たり個体数は対照区に比較して有意に少なかった（Fig. 4）．こ

の理由は，ヒラズハナアザミウマ雌成虫がポピーやペチュニアの花に誘引されて留まったり，ペチュニアの茎葉などに付着して死亡したことで，トマトの花へ飛来が抑制されたためと推察される．これらのことから，ポピーとペチュニアの組合せはトマトを加害するヒラズハナアザミウマの誘引植物として利用できると思われる．

トマトの花では 6 月下旬から 7 月上旬にヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数が急激に増加したにもかかわらず，混植区での増加は少なかった（Fig. 4）．このため，6 月上～下旬に開花していた果実を対象とした 7 月 5 日の調査では，両区ともに産卵痕数および被害果率が 4 回の調査中最大となったが，混植区の産卵痕数は対照区に比較して有意に少なく，被害果率も有意に低くなった（Table 2）と考えられる．

7 月 16 日に調査対象となった果実は 6 月下旬から 7 月中旬まで開花していた．この時期のヒラズハナアザミウマ雌成虫の粘着トラップへの誘殺個体数は多く，トマトでの花当たり個体数は多かった（Fig. 2, 4）．しかし，7 月 5 日の調査に比較して 7 月 16 日の産卵痕数は少なく，被害果率は低かった（Table 2）．この原因として，本種の産卵雌率は 5～6 月に高いが 7 月には低下する（大内，1975；村井，1988）ことが明らかにされており，産卵雌率の低下が影響したと推察される．

以上のように，トマトにポピーとペチュニアを誘引植物として混植すると，ヒラズハナアザミウマ雌成虫は誘引植物に誘導されトマトの花に飛来する個体数が抑制でき，また白ぶくれ症の発生が抑制できる可能性が示唆された．しかし，本試験は同一圃場における 1 回だけの試験であるため，年次変動や地域間差について，さらに検討する必要がある．また，トマトの夏秋栽培はビニルハウスを用いた雨除け栽培で行うのが一般的なことから，施設内へのヒラズハナアザミウマの飛び込み防止に，これら誘引植物の効果がどの程度あるかの検討が今後必要である．

摘 要

トマトで白ぶくれ症の被害を発生させるヒラズハナアザミウマの防除にカリフォルニアポピー（以下、ポピーとする）およびペチュニアを誘引植物として混植することの効果露地栽培で混植区と対照区を設けて検討した。混植区における誘引植物の株当たり開花数は6月中旬までポピーが多かったが、6月下旬には減少し、この時期からペチュニアの開花数は増加した。その結果、ヒラズハナアザミウマの発生が多い6~7月に混植区では誘引植物の開花が連続した状態で持続した。ヒラズハナアザミウマ雌成虫のトラップへの誘殺個体数が多かった6月下旬から7月上旬には、誘引植物の花でのヒラズハナアザミウマ雌成虫の生息個体数は増加した。

対照区のトマトの花では6月上旬から7月上旬にヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数は急激に増加したにもかかわらず混植区のトマトの花での増加は少なく、7月上旬の個体数は対照区に比較して混植区は有意に少なくなった。その結果、6月上~下旬に開花した果実が対象となった7月上旬の果実でのヒラズハナアザミウマの産卵痕数は、混植区が対照区に比較して有意に少なくなるとともに、白ぶくれ症による被害果率も有意に低くなった。

これらのことから、トマト圃場におけるカリフォルニアポピーとペチュニアの混植はヒラズハナアザミウマによる白ぶくれ症の発生抑制に有効な手法であると示唆された。

引用文献

- Altieri, M. A. and C. I. Nicholls (2004) *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*. 2nd ed. The Haworth Press, Inc., New York. 236 pp.
- Cook, S. M., Z. R. Khan and J. A. Pickett (2007) The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 52: 375-400.
- Gliessman, S. R. (1997) *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Lewis Publ., Florida. 357 pp.
- Godfrey, L. D. and T. F. Leigh (1994) Alfalfa harvest strategy effect on Lygus bug (Hemiptera: Miridae) and insect predator population density: implications for use as trap crop in cotton. *Environ. Entomol.* 23: 1106-1118.
- Hokkanen, H. M. T. (1991) Trap cropping in pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 119-138.
- Khan, Z. R. and J. K. Pickett (2004) The 'push-pull' strategy for stem-borer management: a case study in exploiting biodiversity and chemical ecology. In *Ecological Engineering for Pest Management* (G. M. Gurr, S. D. Wratten and M. A. Altieri, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, pp. 155-164.
- Lincoln, C. and D. Isley (1947) Corn as a trap crop for the cotton bollworm. *J. Econ. Entomol.* 40: 437-438.
- 村井 保 (1988) ヒラズハナアザミウマの生態と防除に関する研究。島根農試研報 23: 1-73. [Murai, T. (1988) Studies on the ecology and control of flower thrips, *Frankliniella intonsa* (Trybom). *Bull. Shimane Agric. Exp. Stn.* 23: 1-73.]
- 永井一哉・飛川光治 (2007) 天敵の温存場所や誘引植物として利用可能な景観植物の選定。応動昆虫学会報 49: 31-37. [Nagai, K. and M. Hikawa (2007) Selection of available landscape plants as refuge for natural enemies or trap plants of insect pests. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. Chugoku Branch* 49: 31-37.]
- 長森茂之・飛川光治・佐野敏広・永井一哉 (2007) 景観植物に発生する節足動物の種類と発生時期。岡山農試研報 25: 17-28. [Nagamori, S., M. Hikawa, T. Sano and K. Nagai (2007) Arthropod species and their seasonal appearance on landscape plants. *Bull. Okayama Pref. Agric. Exp. Stn.* 25: 17-28.]
- 新山徳光・佐藤正彦 (2000) ヒラズハナアザミウマの発生生態と夏秋トマトにおける防除に関する研究。秋田農試研報 41: 17-27. [Niiyama, T. and M. Sato (2000) Studies on ecology and control of flower thrips *Frankliniella intonsa* (Trybom) at tomato field in Akita prefecture. *Bull. Akita Pref. Agric. Exp. Stn.* 41: 17-27.]
- 西本周代・柿元一樹・井上栄明・柏尾具俊 (2006) 鹿児島県内の花き圃場で発生する主要アザミウマ類3種に対する各種殺虫剤の効果。九病虫研会報 52: 49-53. [Nishimoto, H., K. Kakimoto, H. Inoue and T. Kashio (2006) Effects of some insecticides on *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Frankliniella intonsa* (Trybom), and *Thrips hawaiiensis* (Morgan) collected from flower fields in Kagoshima Prefecture. *Kyushu Pl. Proc. Res.* 52: 49-53.]
- 大内義久 (1975) ヒラズハナアザミウマの春季における発生動態。九病虫研会報 21: 6-8. [Ouchi, Y. (1975) Population dynamic of *Frankliniella intonsa* (Trybom) in spring. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu* 21: 6-8.]
- Pair, S. D. (1997) Evaluation of systemically treated squash trap plants and attracticidal baits for early-season control of striped and spotted cucumber beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) and squash bug (Hemiptera: Coreidae) in cucurbit crops. *J. Econ. Entomol.* 90: 1307-1314.
- Shelton, A. and F. R. Badenes-Perez (2006) Concept and applications trap cropping in pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 285-308.
- 宇田 明・八瀬順也・山中正仁・藤井 紘 (2001) ある種のダイアンサスをおとり植物にしたカーネーションを加害するクロウリハムシ (*Aulacophora nigriennis*) の防除。園学雑 70: 753-759. [Uda, A., J. Yase, M. Yamanaka and H. Fujii (2001) Control of leaf beetle (*Aulacophora nigriennis*) attacking carnation (*Dianthus caryophyllus*) using some dianthus as trap plants. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 70: 753-759.]
- 矢野栄二・水久保隆之 (2005) 天敵農薬の生物特性と利用法。IPM マニュアルー環境負荷軽減のための病虫害総合管理技術ー (梅川 學・宮井俊一・矢野栄二・高橋賢司 編)。総合農業研究叢書第55号。中央農業総合研究センター、つくば、pp. 183-195. [Yano, E. and T. Mizukubo (2005) Biological character and utilization of biological pesticides. In *Manual for IPM: A Guide to Integrated Pest Management with Minimal Environment Stress* (M. Umekawa, S. Miyai, E. Yano and K. Takahashi, eds.). Agric. Res. Ser., NARC 55. NARC, Tsukuba, pp. 183-195.]
- Zar, J. H. (2009) *Biostatistical Analysis*. 5th ed. Pearson Education, Inc., New Jersey. 944 pp.
- Zehnder, G., G. M. Gurr, S. Kuhne, M. R. Wade, S. D. Wratten and E. Wyss (2007) Arthropod pest management in organic crop. *Annu. Rev. Entomol.* 52: 57-80.