施設栽培イチゴにおけるミヤコカブリダニと選択性化学農薬の 併用によるハダニ密度抑制効果とハダニ低密度時の 生息場所としての花の役割

伊藤 勇弥^{*}・森 光太郎・平野 耕治[†]

石原産業株式会社中央研究所

Control of the Two-Spotted Spider Mite on Strawberry by Combination of *Neoseiulus californicus* (McGregor) Release and Propylene Glycol Monolaurate Spraying and the Role of the Flower as an Alternative Habitat during Low Two-Spotted Spider Mite Density. Yuya ITO,^{*} Kotaro MORI and Kohji HIRANO^{††} Central Research Institute, Ishihara Sangyo Kaisha, LTD.; 2–3–1 Nishishibukawa, Kusatsu, Shiga 525–0025, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 58: 39–45 (2014)

Abstract: To establish a control method for spider mites using a phytoseiid mite, *Neoseiulus californicus* (McGregor), we examined the combination of *N. californicus* release and propylene glycol monolaurate spraying. Although we could not control two-spotted spider mites on strawberry by only *N. californicus* release, they could be controlled by propylene glycol monolaurate spraying after *N. californicus* release. Our study also suggested that strawberry flowers maintained the *N. californicus* population when the population density of the spider mite was very low, and the resultant high natural enemy-spider mite ratio may contribute to maintaining a low spider mite population.

Key words: *Neoseiulus californicus* (McGregor); IPM; biological control

緒 言

ハダニ類は多くの園芸作物を加害するが、特にイチゴをはじめとする施設園芸では重要害虫の 1 つとして知られている (高田・柏尾, 2004)。ハダニ類は薬剤感受性の低下が起こりやすいため (真梶, 1970, 1996; 刑部・上杉, 2009)、薬剤防除に替わる手段として施設栽培イチゴでは天敵製剤を利用したハダニ防除の普及が進められている (伊村, 2010)。ハダニ防除用として市販されている天敵製剤はチリカブリダニ (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) 剤とミヤコカブリダニ (*Neoseiulus californicus* (McGregor)) 剤である (日本植物防疫協会, 2011a)。チリカブリダニは捕食量が多くかつハダニ類より増殖率が高いので、多発したハダニの密度低下に非常に有効な天敵だが、食性がハダニ類に特化しているため (Ashihara et al., 1978; McMurtry and Croft, 1997)、ハダニ類が低密度の場合は餌不足となり作物への定着率が悪く、安定的にハダニを低密度に維持す

るのは困難と考えられている。一方、ミヤコカブリダニはチリカブリダニに比べて増殖率や捕食量は劣るが (Fries and Gilstrap, 1982)、食性幅が広く花粉などを代替餌として増殖可能なので (Croft et al., 1998)、ハダニ類が極めて低密度の時期でも作物上に定着できると考えられ (中村, 2005)、ハダニ密度が上昇する前から放飼することで未然に被害を抑制可能と考えられる。しかしながら、放飼後の定着率が良いにもかかわらず、ミヤコカブリダニ単独放飼ではハダニ密度を十分に抑制できない例が知られており (Blümel and Walzer, 2002; Abad-Moyano et al., 2010)、殺虫剤との併用 (Sato et al., 2007; 森本・山口, 2009) や、イチゴにおいては、春先にハダニ密度が再び増加した場合のチリカブリダニの追加放飼が慣行的に用いられるようになってきた (宮城県農業・園芸総合研究所, 2007)。

しかし、これらはいずれも防除の成否事例の記述にとどまっており、成否に関わる要因、特に複数の防除手段の併用がハダニとミヤコカブリダニとの相互作用の変化にどの

^{*}E-mail: yu-itou@iskweb.co.jp

[†]現在 自宅

^{††}Present address: Kashiwabara, Kasugai, Aichi 486–0913, Japan.

2012 年 6 月 27 日受領 (Received 27 June 2012)

2013 年 10 月 21 日登載決定 (Accepted 21 October 2013)

DOI: 10.1303/jjaez.2014.39

ように影響しているかは解明されていない。

代替餌は農生態系内で、害虫密度が低い場合でも天敵個体群を安定的に維持する役割を果たすと考えられ(富所・磯部, 2010), ミヤコカブリダニにとって花は花粉およびアザミウマ類などの微小昆虫を有することから代替餌の有力な供給源となっている(溝辺ら, 2005)。特にイチゴでは栽培期間の大部分で開花が観察されることから、花はハダニが低密度の際の食物資源供給場所として重要な役割を果たす可能性が考えられる。

本報では、施設栽培イチゴでのミヤコカブリダニを用いた安定的なハダニ密度抑制技術の確立に向けて、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤(商品名:アカリタッチ乳剤)を併用した場合のナミハダニ防除効果について、両種の密度関係の変化の観点から調査を行った。また、花におけるミヤコカブリダニ密度を調査し、ナミハダニ低密度時のミヤコカブリダニの生息場所として個体群維持に貢献している可能性について検討した。

本研究を行うにあたり吉村秀司氏、大朝真喜子氏、竹村純一氏、黒崎勉氏にご協力いただいた。また、2名の匿名査読者には本稿に対して貴重なご助言をいただいた。本文に入るに先立ち、各位に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

1. 試験区

調査は、石原産業株式会社中央研究所(滋賀県草津市)内の加温栽培施設(管理温度 12°C 以上)において、2011 年 9 月 27 日～2012 年 3 月 6 日に行った。隣接する 2 棟の施設(天敵放飼区面積: 68.32 m²; 5.6 m×12.2 m, 無放飼区面積: 112.84 m²; 6.2 m×18.2 m)を使用した。無放飼区については全面積のうち 24.8 m² (6.2 m×4 m)を使用し、残りの部分にはバラまたはキュウリがプランターに採植されていた。2011 年 9 月 13 日にイチゴ苗(品種: さちのか)を、天敵放飼区には 313 株、無放飼区には 123 株を、いずれも畦間 55 cm, 株間 25 cm の 2 条植えて 4 畝に定植した。なお、無放飼区のバラ、キュウリでは、ハダニ・アザミウマ類の発生は観察されなかった。両区に散布した農薬および天敵を Appendix に示した。ミヤコカブリダニ(スパイカル®EX)は、2011 年 10 月 18 日と 11 月 1 日に畝あたり 33 頭(10 アールあたり 5,000 頭相当量)を天敵放飼区に放飼した。なお、開花が始まったのは、天敵放飼区では 2011 年 11 月 1 日で、無放飼区では 10 月 26 日であり、1 回目のミヤコカブリダニ放飼時には開花していなかった。また、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤は、いずれの区にも 2011 年 12 月 21 日に、肩掛け式農薬散布機で 10 アールあたり 200 L 相当量を散布した。その他の農薬も同様の方法で散布した。両区の気温および湿度は、温度湿度データロガー(Espec 社製 Thermo Recorder RS-13)を用い

て調査期間中 1 時間間隔で測定した。センサー位置を植物体の高さとなるように温室内中央に設置し、センサーに直射日光があたらないように通気性を確保した覆いを被せた。

2. 調査方法

天敵放飼区では各畝の各列(37～40 株)から 12 株ずつ(合計 96 株)、無放飼区では各畝の各列(15～16 株)から 5 株ずつ(合計 40 株)をランダムに調査株として選んだ。各調査株について、株あたりの花数と複葉数を調査した。各調査株内で複葉の中からランダムに 1 複葉を選び、ナミハダニ雌成虫数とミヤコカブリダニ雌成虫数を、ルーペを用いて見取りで調査した。これらの調査は 9 月 27 日～3 月 6 日に 1 週間間隔で行った。また、12 月 13 日以降は葉での調査に加えて同一株中から 1 花を無作為抽出し、見取りでミヤコカブリダニ雌成虫数を調査した。以上の株あたりの花数と葉数、複葉あたりのナミハダニ雌成虫数とミヤコカブリダニ雌成虫数、花あたりのミヤコカブリダニ雌成虫数について調査日ごとに平均値を求めた。複葉あたりのミヤコカブリダニ雌成虫数と花あたりのミヤコカブリダニ雌成虫数については 12 月 13 日以降の観測値を全て用いて平均値と標準偏差を計算し、変動の大きさの指標として変動係数(標準偏差/平均値)を求めた。

ミヤコカブリダニの複葉上と花上の生息状況を示す指標として、各調査日での複葉あたりの平均ミヤコカブリダニ雌成虫数に対する花あたりの平均ミヤコカブリダニ雌成虫数の比率(花上ミヤコ比: 花あたりのミヤコカブリダニ数/複葉あたりのミヤコカブリダニ数)を計算した。また、ミヤコカブリダニにとっての食物資源量比の相対値として、各調査日の複葉あたりの平均ハダニ雌成虫数に対する株あたりの平均花数(花数/ハダニ数)を計算した。さらに、圃場全体だけでなく、畝ごとに各調査日の花数/ハダニ数と花上ミヤコ比を計算し、畝ごとにこれらの指数間のピアソンの積率相関係数(Pearson's correlation coefficient, r)を求めた。

結 果

1. ミヤコカブリダニとプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤の併用による防除効果

天敵放飼区と無放飼区での試験期間中の平均気温はそれぞれ 17.8°C, 18.1°C で、平均相対湿度は 69.4%, 71.7% であり(Fig. 1), いずれもナミハダニとミヤコカブリダニの発育・増殖適温、適湿域にあり(真梶, 1991, 1996; Cloyd et al., 2006), 生育への悪影響はなかったと考えられた。

天敵放飼区へ 2 回目のミヤコカブリダニ放飼を行った 2011 年 11 月 1 日以降は、無放飼区よりナミハダニ雌成虫密度は低い傾向を示した(Fig. 2)。しかし、天敵放飼区においても 11 月 15 日～12 月 20 日の密度は、複葉あたり

Fig. 1. Seasonal change in temperature (left panels) and relative humidity (right panels) in (A) the *N. californicus* release greenhouse and (B) the control greenhouse. Black full line: daily maximum temperature or maximum relative humidity, dotted line: average temperature or average relative humidity, gray solid line: minimum temperature or minimum relative humidity.

Fig. 2. Fluctuation in population density of *T. urticae* female adults on strawberry plants in the greenhouses (Kusatsu, 2011–2012). ○: The number of *T. urticae* females per compound leaf of strawberry plant in the *N. californicus* release greenhouse. ●: The number of *T. urticae* females per compound leaf of strawberry plant in the control greenhouse. Open arrow indicates the timing of *N. californicus* release. Solid arrows show the timing of propylene glycol monolaurate emulsion spraying in both experimental greenhouses. Broken arrow indicates the timing of insecticide, bifenazate, spraying in the control greenhouse.

Fig. 3. Seasonal change in the density of (A) *N. californicus* female adults per compound leaf (◆) or flower (○) and (B) natural enemy-spider mite ratio (□) in the *N. californicus* release greenhouse. Natural enemy-spider mite ratio: the number of *N. californicus* females per compound leaf/the number of *T. urticae* females per compound leaf.

4.7～11.4 頭であり、イチゴにおける要防除水準（小葉あたり 1 頭、例えば日本植物防疫協会, 2011b）よりもはるかに高かった。12 月 21 日にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤を散布した後は、天敵放飼区ではハダニ密度は急激に下がり、1 月 17 日以降は、要防除水準よりも低い複葉あたり 0.3 頭以下で推移した。複葉上のミヤコカブリダニ雌成虫密度は、増減を繰り返しながら 12 月 27 日に複葉あたり 0.7 頭に達した後、減少傾向を示した (Fig. 3A)。複葉上の天敵比率は、ミヤコカブリダニ 2 回目放飼以降も概ね 0.1 以下という低い値で推移したが、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布後は、ナミハダニ密度の低下に伴い、12 月 27 日に 0.27 へと急激に上昇し、以後、変動はあるものの概ね 0.1 以上の高い値を示した (Fig. 3B)。一方、無放飼区では、ナミハダニ成虫密度は 11 月中旬以降複葉あたり 20 頭以上という極めて高い値を示し、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布直前には複葉あたり 51 頭まで達した。散布後に密度は下がったものの、複葉あたり 30 頭前後と要防除水準をはるかに超える高密度であったため、2012 年 1 月 9 日にピフェナゼートフロアブルを散布した。散布後、ハダニが一時的に減少したが、散布後 2 週間後には再び前述のハダニ要防除水準以上に増加した (Fig. 2)。

2. ナミハダニ低密度時のミヤコカブリダニの生息場所としての花の貢献

調査期間中の株あたりの複葉数は 12 月 13 日から 1 月 31 日まで増加傾向にあり、1 月 31 日から 2 月 14 日までは減少傾向を示し、2 月 14 日以降は再び増加傾向を示し、調査期間中の変動（最大値/最低値）は 1.75 倍であった (Fig. 4)。株あたりの花数は 12 月 13 日から 2 月 7 日まで増加傾向にあり、2 月 7 日以降はやや減少傾向を示し、調査期間中の変動は 2.1 倍であった (Fig. 4)。

12 月 13 日以降の葉上と花上のミヤコカブリダニ密度の推移を比較すると、複葉あたり個体数の変動（平均値：0.21, 変動係数：0.89）は、花あたり個体数の変動（平均値：0.18, 変動係数：0.51）に比べて大きかった (Fig. 3A)。葉上のミヤコカブリダニ密度は、ナミハダニ密度が減少すると時間的に遅れるかたちで減少傾向を示した (Fig. 2, 3)。花上のミヤコカブリダニ密度は調査を開始した 12 月 13 日以降、概ね 0.1 頭以上で推移した (Fig. 3A)。このため、ナミハダニ密度が低くなると、ミヤコカブリダニ密度は葉上よりも花で相対的に高くなった (Fig. 5)。すなわち、12 月 13 日から 1 月 10 日までは、花数/ハダニ数は 1 以下で推移し、このときの花上ミヤコ比は 1 より小さい傾向にあった。その後、1 月 17 日のナミハダニ密度の急減によって花数/ハダニ数が急上昇し、その後も高い値に保たれた。これに伴い、花上ミヤコ比も上昇した。また、畝ごとにおいても、すべての畝で花数/ハダニ数比と花上ミヤコ比

Fig. 4. Seasonal change in the average numbers of compound leaves (■) and flowers (○) per plant in the *N. californicus* release greenhouse.

Fig. 5. Seasonal change in the ratio of the number of flowers per plant to that of spider mites per compound leaf (○), and the ratio of the number of *N. californicus* per flowers to that per leaf (●) in the *N. californicus* release greenhouse.

の間に有意に正の相関があった (Fig. 6, 畝 1: $r=0.81$, $p<0.001$; 畝 2: $r=0.71$, $p<0.001$; 畝 3: $r=0.71$, $p<0.001$; 畝 4: $r=0.60$, $p<0.05$).

考 察

ミヤコカブリダニは、チリカブリダニに比べて捕食量やハダニ捕食能力が劣ることから、ハダニ高密度条件での密度抑制効果が劣ると考えられてきた (Friesse and Gilstrap, 1982)。本研究でも、天敵放飼区では無放飼区と比較するとナミハダニ密度は低くなったが、その密度は要防除水準よりもはるかに高い値で推移した。また、この期間の複葉上での天敵比率（天敵密度/ハダニ密度）はきわめて低い値で推移していた。これらの結果は、ハダニ類が多発、もしくは急激に増加した場合は、ミヤコカブリダニ単独放飼のみでは、ハダニ密度を要防除水準以下に抑えることが困難であることを支持している。一方、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布後は、ナミハダニ密度は急

Fig. 6. Relationship between the ratio of the number of flowers to that of *T. urticae* and the ratio of the number of *N. californicus* to that per leaf in each ridge of the *N. californicus* release greenhouse.

激に下がり、しかも、その密度は調査期間中要防除水準以下に維持された。この間、複葉上のミヤコカブリダニ密度はナミハダニ密度の低下によって低下したが、花におけるミヤコカブリダニ密度はプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布や葉上のナミハダニ密度の変動に関係なく、比較的高い値に保たれていた。このため、ナミハダニ密度の低下後はミヤコカブリダニ密度が葉上よりも花で相対的に高くなった。これらの結果は、ミヤコカブリダニは葉上のハダニ密度が低い場合は花上の花粉などを食物資源として利用する個体の割合が多くなることで、圃場全体で個体群の維持が可能であることを示唆している。

花上のミヤコカブリダニ密度は、調査を開始した12月13日以降、0.16（1月24日の密度を除く）近傍で推移しており、また、1月24日には葉上での密度低下に伴い、花上密度はいったん0.42に上昇したものの、1週間後には0.21へと急減した。このことから、花はミヤコカブリダニ個体群を安定して維持可能なものの、葉から大量に移入した個体もしくは放飼個体が花上でさらに増殖するのは困難であると考えられる。

本研究の結果のみでは、ミヤコカブリダニの花-葉間の移動実態は不明であるものの、花上で維持されているミヤコカブリダニが、ハダニ密度低下後の葉上の天敵比率の維持に貢献することで、ナミハダニを持続的に密度抑制できたと考えられる。今後、イチゴにおけるミヤコカブリダニ剤を用いたハダニ防除効果の安定化に向けては、花の効果をさらに評価する必要がある。そのため、様々なハダニ密

度条件下での花数/ハダニ数比がミヤコカブリダニの生息場所に及ぼす影響、葉と花におけるミヤコカブリダニの移動状況および花粉等イチゴ花の餌としての質を調査するとともに、それらの要素がハダニ密度抑制に及ぼす効果を明らかにしていく必要がある。

摘 要

施設栽培イチゴでのミヤコカブリダニを用いた安定的なハダニ密度抑制技術の確立に向けて、ミヤコカブリダニとプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤を併用した場合のナミハダニ防除効果について、両種の密度関係の変化の観点から調査を行った。また、花におけるミヤコカブリダニ密度を調査し、ナミハダニ低密度時のミヤコカブリダニの生息場所として個体群維持に貢献している可能性について検討した。ミヤコカブリダニ単独放飼ではナミハダニ密度は要防除水準以下に下がらなかったが、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤の散布によりハダニ密度が下がり、その後もハダニを要防除水準以下に維持された。ハダニが低密度の場合、花が主要な生息場所となり、圃場全体でミヤコカブリダニ個体群が維持されることで、ハダニの持続的な低密度抑制に効果があったと考えられた。

引 用 文 献

- Abad-Moyano, R., T. Pina, J. Pérez-Panadés, E. A. Carbonell and A. Urbaneja (2010) Efficacy of *Neoseiulus californicus* and

- Phytoseiulus persimilis* in suppression of *Tetranychus urticae* in young clementine plants. *Exp. Appl. Acarol.* 50: 317–328.
- Ashihara, W., T. Hmamura and N. Shinkaji (1978) Feeding, reproduction, and development of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. *Bull. Fruit Tree Res. Stn. Jap.* E2: 91–98.
- Blümel, S. and A. Walzer (2002) Efficacy of different release strategies of *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Acari: Phytoseiidae) for the control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on greenhouse cut roses. *Syst. Appl. Acarol.* 7: 35–48.
- Cloyd, R. A., C. L. Galle and S. R. Keith (2006) Compatibility of three miticides with the predatory mites *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *HortScience* 41: 707–710.
- Croft, B. A., L. N. Monetti and P. D. Pratt (1998) Comparative life histories and predation types: Are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari: Phytoseiidae) similar type II selective predators of spider mites? *Environ. Entomol.* 27: 531–538.
- Friese, D. D. and F. E. Gilstrap (1982) Influence of prey availability on reproduction and prey consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). *Int. J. Acarol.* 8: 85–89.
- 伊村 務 (2010) イチゴの天敵導入展示圃の展開. 技術と普及 47(1): 17–19. [Imura, T. (2010) Development of demonstration farm releasing natural enemy on strawberry plants. *Gijyutsu-to-Fukyu* 47(1): 17–19].
- McMurtry, J. A. and B. A. Croft (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 291–321.
- 宮城県農業・園芸総合研究所 (2007) 天敵ミヤコカブリダニを基幹としたイチゴのハダニ防除. http://www.pref.miyagi.jp/res_center/research/pamphlet/environ/environ-tyugai-1.pdf
- 溝辺 真・柏尾具俊・森田茂樹・高木正見 (2005) 3種アザミウマ類に対するミヤコカブリダニの捕食能力. 九病虫研会報 51: 73–77. [Mizobe, M., T. Kashio, S. Morita and M. Takagi (2005) Predation rate of *Neoseiulus californicus* (McGregor) on three species of greenhouse thrips. *Kyushu Plant Prot. Res.* 51: 73–77.]
- 森本健次・山口和広 (2009) 食用ギクにおけるミヤコカブリダニを基幹としたハダニ類の防除体系の確立. 関西病虫研報 51: 105–106. [Morimoto, K. and K. Yamaguchi (2009) The establishment of control system of spider mites which assumed *Amblyseius californicus* (McGregor) in edible chrysanthemum. *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 51: 105–106.]
- 中村 淳 (2005) 夏秋栽培イチゴにおける害虫の生物的防除. 今月の農業 49: 44–49. [Nakamura, A. (2005) Biological pest control at strawberry plant. *Japan Agricultural Technology* 49: 44–49.]
- 日本植物防疫協会 (2011a) 農薬要覧. 日本植物防疫協会, 東京. 749 pp. [Japan Plant Protection Association (2011a) *Pesticide Handbook*. Japan Plant Protection Association, Tokyo. 749 pp.]
- 日本植物防疫協会 (2011b) 都道府県が設定している要防除水準(野菜). [Japan Plant Protection Association (2011b) Economic injury level establishing at each prefectures (vegetable).] <http://www.jppn.ne.jp/ipmdb/file/yasai.pdf>
- 刑部正博・上杉龍士 (2009) ハダニの薬剤抵抗性. 日本農薬学会誌 34: 207–214. [Osakabe, M. and R. Uesugi (2009) Acaricide resistance in spider mites. *J. Pestic. Sci.* 34: 207–214.]
- Sato, M. E., M. Z. D. Silva, M. F. D. S. Filho, A. L. Matioli and A. Raga (2007) Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Exp. Appl. Acarol.* 42: 107–120.
- 真梶徳純 (1970) ハダニ類の薬剤抵抗性とその対策. 植物防疫 24: 455–460. [Shinkaji, N. (1970) Acaricide resistance of spider mites and measures. *Plant Prot.* 24: 455–460.]
- 真梶徳純 (1991) ダニ類. 昆虫の飼育法(湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 編). 日本植物防疫協会, 東京, pp. 362–383. [Shinkaji, N. (1991) In *Rearing Method of Insects* (T. Yushima, S. Kamano and Y. Tamaki, eds.). Japan Plant Protection Association, Tokyo, pp. 362–383.]
- 真梶徳純 (1996) 第2章ハダニ類. 植物ダニ学(江原昭三・真梶徳純 編). 全国農村教育協会, 東京, pp. 186–203. [Shinkaji, N. (1996) Control. In *Principles of Plant Acarology* (S. Ehara and N. Shinkaji, eds.). Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai, Tokyo, pp. 186–203.]
- 高田裕司・柏尾具俊 (2004) カンザワハダニを餌とした場合のミヤコカブリダニの生物特性とイチゴでの防除効果. 九病虫研会報 50: 49–54. [Takada, Y. and T. Kashio (2004) Biological studies of *Amblyseius californicus* (McGregor) and its control effect for *Tetranychus kanzawai* on greenhouse strawberries. *Kyushu Plant. Prot. Res.* 50: 49–54.]
- 富所康広・磯部宏治 (2010) 天敵温存植物で増殖したケナガカブリダニによるチャのカンザワハダニの密度抑制効果. 応動昆 54: 1–12. [Todokoro, Y. and K. Isobe (2010) Effectiveness of predatory mites, *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae) proliferated on natural enemy preservation plants in suppressing the population density of kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae) on tea. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 54: 1–12.]

Appendix. Pesticide spray and predator release records during the period of the study

Year	Day	Common name of agrochemical (Formulation, % AI) ^a or scientific name of predator (the number of individuals released per area)		Dilution of agrochemical
		<i>N. californicus</i> release greenhouse	Control greenhouse	
2011	Sep-15	Acetamiprid (S, 20)	Acetamiprid (S, 20)	2000
	Sep-15	Mepanipyrim (E, 40)	Mepanipyrim (E, 40)	2000
	Sep-15	Diethofencarb+Thiophanate methyl (W, 12.5+52.5)	Diethofencarb+Thiophanate methyl (W, 12.5+52.5)	1000
	Sep-20	Emamectin benzoate (E, 1)	Emamectin benzoate (E, 1)	2000
	Sep-22	<i>Aphidius colemani</i> (955/10 a)		
	Sep-29	<i>A. colemani</i> (2985/10 a)		
	Oct-6	<i>A. colemani</i> (1463/10 a)		
	Oct-18	<i>N. californicus</i> (1932/10 a)		
	Nov-1	<i>N. californicus</i> (1932/10 a)		
	Nov-25	Azoxystrobin (F, 20)	Azoxystrobin (F, 20)	1500
	Dec-13	Triflumizol (E, 18)	Triflumizol (E, 18)	3000
	Dec-21	Propylene glycol monolaurate (E, 70)	Propylene glycol monolaurate (E, 70)	1000
	Dec-22	Potassium bycarbonate (S, 80)	Potassium bycarbonate (S, 80)	800
2012	Jan-6	Triforine (E, 18)	Triforine (E, 18)	1000
	Jan-9		Bifenazate (F, 20)	1000
	Jan-27	Iminoctadine albesilate+Fenhexamid (W, 20+30)	Iminoctadine albesilate+Fenhexamid (W, 20+30)	2000
	Feb-10	Kresoxim methyl (E, 41.5)	Kresoxim methyl (E, 41.5)	3000
	Feb-14	<i>Haplothrips brevitubus</i> (13744/10 a)		
	Feb-17	Cyflufenamid+Triflumizole (G, 3.4+15)	Cyflufenamid+Triflumizole (G, 3.4+15)	2000
	Feb-28	<i>H. brevitubus</i> (13744/10 a)		
	Mar-27	<i>H. brevitubus</i> (13744/10 a)		

^aE: Emulsifiable concentrate, W: Wettable powder, S: Water-soluble powder, F: Flowable, G: Granule.