捕食性天敵チリカブリダニと選択性殺ダニ剤 プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル併用による ナミハダニ密度抑制プロセスでの両種個体群の時空間的变化

山口晃一*・森光太郎・平野耕治**

Koichi Yamaguchi*, Kotaro Mori and Kohji Hirano**: Spatio-temporal density changes of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch affected by combination treatment of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and propylene glycol monolaurate on egg-plants for controlling the pests

Summary

Experiments were carried out by using four small glass houses. A predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot had been observed to control the population of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch successfully on egg-plants since the ratio of the number of *P. persimilis* female adults per plant to that of *T. urticae* was more than 0.1. Spraying of propylene glycol monolaurate, which killed *T. urticae* selectively with minimal effects on *P. persimilis*, increased the ratio of the predators drastically, which had been released once and increased on egg-plants before spraying the acaricide. Some plants, where the ratio of the predators was less than 0.1, remained although the average ratio of the predators was more than 0.1. However, the number of plants, where the ratio of the predators was less than 0.1, tended to decrease gradually with the passing of the days. Positive correlations between the densities of the both species were observed after the ratio of the predators had been more than 0.1 for two weeks. These results suggested that *P. persimilis* tended to disperse depending on their own density and density of *T. urticae* when the ratio continued being more than 0.1.

緒 言

殺虫を目的としたチリカブリダニやタイリクヒメハナカメムシなどの国内の生物農薬製剤の2010年度の出荷額は約13億7千万円で、2000年度の出荷額の1.5倍の伸び率を示している。この伸び率は国内での食や環境への安全志向が高まる中で、減農薬の方針が様々な形で進行している結果を反映したものと考えられるが、その出荷額は化学農薬殺虫剤の出荷額の1.2%にすぎない（日本植物防疫協会、2011）。生物農薬製剤の普及率が低い理由の1つとして、化学農薬と比べて防除効果が不安定なことがあげられる。例えば、天敵利用においては、防除効果が不安定となる原因として以下の要因が考えられる：①放飼圃場に餌がないと天敵が定着できない、②天敵の放飼数が害虫密度を抑制できる天敵比率（天敵密度／害虫密度）を下回っている。これらは、害虫密度のモニタリングによって放飼日と放飼数を決定すれば解決できる

が、一般に害虫密度のモニタリングは労力を要すことから、実行困難な場合が多い。本問題の解決法として、①天敵と選択性化学農薬の併用（Sato et al., 2007；矢野, 2003）、②バンカープランツの利用（Hansen, 1983；長坂・大矢, 2003）、③圃場内に対象害虫が不在でも生息しうるアカメガシワクダアザミウマなどの広食性天敵の利用があげられる（福田ら, 2008；井上ら, 2008；森田ら, 2008）。

本報では、天敵と選択性化学農薬の併用に焦点を当て、これらの併用がどのような場合に安定した防除効果を得られるかについて、ナミハダニ *Tetranychus urticae* Koch を防除対象にチリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot と選択性殺ダニ剤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）を用いて、ナミハダニ密度、チリカブリダニ密度、天敵比率、ナミハダニとチリカブリダニの空間分布のそれぞれ

れの経時的变化に注目して検討した。

本研究に対し、ご助力を頂いた石原産業株式会社中央研究所の吉村秀司氏にお礼申し上げる。

材料および方法

供試虫

チリカブリダニはイギリスのBCPセルティス社製のものを試験に用いた。ナミハダニは石原産業株式会社中央研究所内においてインゲン葉（品種：新江戸川菜豆）で30年以上累代飼育されているものを用いた。

調査場所

試験は、滋賀県草津市内の石原産業株式会社中央研究所内に設置されている小型温室4棟で行った。小型温室のサイズは、底面が2.6 m×1.8 m、高さが2.4 mである。出入り口とその対面はガラス張り、それ以外の2面には1 mm目合いの防虫ネットを展張した。小型温室4棟それぞれに、直径24 cm、高さ26 cmのポットに植えたナス（品種：千両2号）を30 cm間隔で横5列、縦3列の計15株を設置した。

試験設計

小型温室4棟を4つの処理区とし、2003年6月13日にすべての棟においてインゲンで継代飼育したナミハダニ雌成虫を株あたり5頭接種した。全棟を対象に2003年6月14日にうどんこ病防除のためにトリフルミゾール水和剤（トリフミン）3000倍を、アブラムシ防除のためにフロニカミド顆粒水和剤（ウララ DF）2000倍をいずれも10 a 当たり200 L相当量を散布した。小型温室4棟に対する試験設計は以下の通り。

第1棟（チリ・アカリ区）：2003年6月20日にチリカブリダニ雌成虫を株当たり1頭放飼し、その7日後にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤1000倍を10 a 当たり200 L相当量散布した。

第2棟（アカリ・チリ区）：2003年6月20日にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤1000倍を10 a 当たり200 L相当量散布し、その7日後と14日後にチリカブリダニ雌成虫を株当たり1頭放飼した。

第3棟（チリ単用区）：2003年6月20日にチリカブリダニ雌成虫を株当たり1頭放飼し、さらにその7日後にチリカブリダニ雌成虫を株当たり1頭放飼した。

第4棟（無処理区）：本棟は無処理区とし、ハダニに対する防除を行わなかった。

調査方法

2003年6月19日から7月30日まで原則1週間ごとに各株の展葉している全ての葉上のナミハダニ雌成虫数とチリカブリダニ雌成虫数を調査し記録した。ただし、アカ

リ・チリ区、チリ単用区、無処理区では、ナミハダニ高密度発生に起因するナスの生育不良のため、調査は7月23日まで行った。各株の展葉数を7月2日～7月23日の期間中1週間ごとに調査し記録した。温室内の気温は、自記録計（佐藤機器製作所製）を用いて6月20日～7月16日の期間記録した。

結 果

気温条件とナミハダニの餌資源量の経時的变化

調査期間を通しての平均気温が23.9℃、日あたり平均気温、最高気温、最低気温は19～30℃、24～44℃、15～23℃の範囲でそれぞれ推移した（Fig. 1）。最高気温が35℃を超えたのは、6月20日の44℃、6月21日の42℃、7月2日と6日の36℃、7月16日の38℃であった。6月21日に35℃以上の高温が8時間続いたものの、それ以外の日は高温になっても短時間で温度は35℃以下になった。

Table 1 に株あたりのナスの平均展開葉数を示した。各時期の各試験区の株あたり展開葉数の平均値の差は1葉程度であり、試験区間に大きな違いはなかった。

各処理区のナミハダニ防除効果

Fig. 2 にチリ・アカリ区、アカリ・チリ区、チリ単用区、無処理区での、ナミハダニとチリカブリダニの株あたり雌成虫数の経時的变化をそれぞれ示した。なお、無処理区でのナミハダニの変化は他の処理区の図中に含めた。無処理区では、7月9日に株あたりナミハダニ雌成虫数は848頭とピークに達し、その後、ナミハダニ高密度発生に起因するナスの生育不良によってナミハダニ密度は減少した。チリ・アカリ区では、ナミハダニ密度は無処理区に比べて調査期間中一貫して低密度に抑制されており、無処理区のナミハダニ密度が最も高かった7月9日において、チリ・アカリ区のハダニ密度は無処理区

Fig. 1. Seasonal changes in atmospheric temperature in the greenhouse during the period of the study (2003).

●: mean temperature per day, ▲: maximum temperature per day, △: minimum temperature per day.

Table 1. Changes in the numbers of egg-plant leaves per plant

Treatment	2 July	9 July	16 July	23 July
	mean $\pm$ S.D.	mean $\pm$ S.D.	mean $\pm$ S.D.	mean $\pm$ S.D.
Non-treatment	9.9 $\pm$ 2.6	9.0 $\pm$ 2.3	8.0 $\pm$ 1.8	6.2 $\pm$ 2.7
Predator + Acaritouch	9.7 $\pm$ 1.8	8.8 $\pm$ 2.0	8.5 $\pm$ 1.8	7.9 $\pm$ 1.8
Acaritouch + Predator	9.3 $\pm$ 1.7	8.9 $\pm$ 1.6	7.7 $\pm$ 20.0	6.3 $\pm$ 1.6
Predator only	10.9 $\pm$ 1.1	10.3 $\pm$ 1.2	8.6 $\pm$ 1.3	6.7 $\pm$ 1.9

Fig. 2. Seasonal changes in the numbers of female adults of *T. urticae* and *P. persimilis* per plant in four glass houses where four experimental treatments were carried out. ●: density of *T. urticae* in treatment areas, ○: density of *T. urticae* in the non-treatment area, ▲: density of *P. persimilis* in treatment areas. Timing of releasing *P. persimilis* was shown by an arrow of solid line. Timing of spraying propylene glycol monolaurate (selective acaricide) was shown by an arrow of dotted line. Error bars show 95% confidence intervals.

の6.8%で、7月30日にはハダニ雌成虫密度は0.4に低下した。一方、アカリ・チリ区とチリ単用区では、ナミハダニ密度が無処理区と同等あるいはそれ以上に増加し、ナミハダニ高密度発生に起因するナスの生育不良によって、ナミハダニ密度は減少した。なお、チリカブリダニはいずれの処理区でも定着し、アカリ・チリ区とチリ単用区のチリカブリダニ密度はチリ・アカリ区に比べてそ

Fig. 3. Seasonal changes in the ratio of the number of *P. persimilis* female adults per plant to that of *T. urticae*. ●: Predator + Acaritouch treatment, ■: Acaritouch + Predator treatment, △: Predator only treatment. Error bars show 95% confidence intervals.

れぞれ7月16日と7月2日以降に高くなった。

Fig. 3 は、各処理区の天敵比率（株あたりチリカブリダニ雌成虫数／株あたりナミハダニ雌成虫数）の経時的变化を示した。6月26日の時点では、いずれの処理区でも天敵比率は低いが、6月27日にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステルを散布したチリ・アカリ区では天敵比率が、処理5日後の7月2日には0.1以上になり、その後も継続した。一方、アカリ・チリ区とチリ単用区では天敵比率の増加は緩やかで、両区ともナミハダニ高密度発生に起因するナスの生育不良によって、ナミハダニ密度が急減した7月23日に天敵比率が0.1を上回った。これらの結果は、チリ・アカリ区ではプロピレングリコールモノ脂肪酸エステルによる選択的なナミハダニへの殺ダニ効果によって天敵比率が急激に上昇したことで、その後ナミハダニ密度を持続的に抑制できたことを示している。

ナミハダニとチリカブリダニの空間分布

Fig. 4 は、調査日ごと処理区ごとに算出したナミハダニ雌成虫とチリカブリダニ雌成虫の株あたり平均個体数 (m) と平均こみあい度 (m^*) の関係を示した。Iwao (1968) は、 m と m^* の回帰直線の回帰係数が1より大きく、 m^* 軸における切片が0より大きい場合、一定の平均値をもつコロニーが集中分布することを示すことを明らかにした。ナミハダニの場合、傾き1.09、切片31.5となり、コ

Fig. 4. The relationships between mean value of female adults per plant and mean-crowding.

ロニーを形成する傾向がみられた。チリカブリダニでは、傾き1.17, 切片5.97となり、コロニーサイズはナミハダニより小さいが、コロニーを形成してやや集中分布する傾向がみられた。

両種の空間分布の重なりについて以下に検討した。Fig. 5~7 に、7月2日以降の各処理区の各株のナミハダニ雌成虫数とチリカブリダニ雌成虫数との関係を調査日ごとに示した。チリ・アカリ区では、7月2日以降には区全体の天敵比率の平均値は0.1以上であるが、7月2日には天敵比率が0.1未満の株が9株(60%)存在しており、時間の経過とともに天敵比率0.1未満の株数が減少する傾向がみられ、7月23日には天敵比率0.1未満の株は1株(7%)になった(Fig. 5)。天敵比率が0.1未満の株の割合が少なくなった7月16日と23日には、各株のナミハダニ雌成虫数とチリカブリダニ雌成虫数との間に有意な正の相関がみられ、ナミハダニ密度が高い株でチリカブリダニ密度が高い傾向がみられた(Fig. 5)。

Fig. 5. The relationships between the female adult numbers of *T. urticae* per plant and those of *P. persimilis* in the area of Predator + Acaritouch treatment.

Dotted line shows that the ratio of female adults of *P. persimilis* to those of *T. urticae* was 0.1. The area below the dotted line means that the ratio was less than 0.1. r : the regression coefficient of *P. persimilis* density on *T. urticae* density.

Fig. 6. The relationships between the female adult numbers of *T. urticae* per plant and those of *P. persimilis* in the area of Acaritouch + Predator treatment.

For other explanation, see Fig. 5.

Fig. 7. The relationships between the female adult numbers of *T. urticae* per plant and those of *P. persimilis* in the area of Predator only treatment.

For other explanation, see Fig. 5.

その後、7月30日には株あたりハダニ雌成虫数は、急激に減少し0.4頭となった (Fig. 2)。アカリ・チリ区では、7月16日に天敵比率が0.1以上は2株 (13%) のみであったが、ハダニの高密度に起因するナスの生育状態の悪化によるハダニ密度の急激な減少が生じた7月23日に天敵比率がすべての株で0.1以上となった (Fig. 2, 6)。しかし、ハダニ密度とチリカブリダニ密度との間に有意な正の相関はみられなかった (Fig. 6)。チリ単用区では天敵比率が0.1以上の株は7月23日までなく、アカリ・チリ区と同様にハダニの高密度に起因するナスの生育状態の悪化によるハダニ密度の急激な減少が生じた7月23日に天敵比率がすべての株で0.1以上となったが、ハダニ密度とチリカブリダニ密度との間に有意な正の相関はみられなかった (Fig. 2, 7)。

考 察

ナミハダニについて、発育零点が約 9°C、活動限界温度が 8.8~43.8°C (雌)、選好温度は 13~35°C とされる (Mori, 1961)。チリカブリダニについては、発育零点は 11.6°C、35°C 以上の条件では捕食能力は低下することなどが明らかになっており、活動適温は 15~30°C とされている (芦原ら, 1976; 芦原, 1995; 浜村・真梶, 1977; Hamamura et al., 1976; 矢野, 2003)。今回の試験では、調査期間を通しての平均温度が 23.9°C、日あたり平均気温、最高気温、最低気温は 19~30°C、24~44°C、15~23°C の範囲でそれぞれ推移した。平均気温と最低気温の観点からは、ナミハダニとチリカブリダニの活動や繁殖への悪影響はなかったと考えられる。日中の高温に関しては、6月21日に 35°C 以上の高温が 8 時間続いたものの、それ以外の日は高温になっても短時間で温度は 35°C 以下になったことから、試験期間中の気温に関しては、ナミハダニとチリカブリダニへの影響は少なかったと考えられる。

ナミハダニは難防除施設害虫のひとつであり、ナス、イチゴ、ナシ、マメ類、バラなど、多様な植物群に寄生し被害をもたらす。これらのハダニには、薬剤への感受性低下がしばしば観察され (桑原, 1983, 1984)、化学農薬だけでは防除が難しい害虫である。ハダニ類に対する有望な天敵であるチリカブリダニは、1966年に日本に導入され、主に施設を中心とする野菜類や花卉類で主に利用されている (森ら, 1993; 矢野, 2003)。本種はハダニ類よりも高い増殖率を持ち、優れた天敵であるが、本天敵のみでは、高い防除効果を必ずしも得ることは期待できない場合があり、高藤 (1998) は、チリカブリダニによるハダニ防除の成功事例数と同じくらい失敗事例

もあっただろうと述べている。したがって、チリカブリダニと選択性殺ダニ剤の併用は防除効果の成功率を高める手段の1つとして重要であると思われる。

天敵比率が0.1近傍を超えるとチリカブリダニがハダニを短期間で密度抑制できることが示された (Fig. 2, 3)。インゲンを用いカンザワハダニを対象に天敵比率を変えたチリカブリダニ放飼試験では、温度条件 30°C 条件下で天敵比率0.125では防除効果があったが、天敵比率0.03ではなかった (芦原・真梶, 1977)。気温の高い季節はハダニの増殖力が高いため、天敵比率が低いとハダニ防除に成功しない可能性が高くなるが、チリカブリダニの場合、気温の高い時期に防除効果が期待できる天敵比率は0.1近傍であると思われる。今後、時期別にハダニ防除に効果が認められる天敵比率の下限值について明らかにすることは、追加防除の有無を検討する際に重要な指針となると考えられる。

チリ・アカリ区では、放飼したチリカブリダニが定着・繁殖を開始した後に散布したプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤によって、ハダニの死亡率が高まりチリカブリダニの比率が0.1近傍を超えた後、ナミハダニ低密度抑制が維持された (Fig. 2, 3)。一方、アカリ・チリ区では、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル散布後からチリカブリダニ放飼までの間にハダニの密度が回復してしまったため、天敵比率が0.1近傍に達することはなかった (Fig. 2, 3)。プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布1日前の6月19日の株あたりナミハダニ雌成虫数は16頭、散布6日後のナミハダニ雌成虫密度は83頭であった。同時期の無処理区のナミハダニ雌成虫密度は10頭と131頭であった。アカリ・チリ区でのこの早いハダニ密度の回復は、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤はハダニ類の幼虫・若虫・成虫に対し高い効果を有するが、卵に対する活性は期待できないためと考えられた (茂木, 2001)。ナミハダニ卵から孵化した幼虫は、約5日 (25°C) で成虫となり、その約1日後には産卵を開始できる (Saito, 1979)。調査期間を通しての平均温度は 23.9°C であったので、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布から6日後にはハダニ密度が回復したと考えられる。そのため、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布1週間後のチリカブリダニ放飼では、ナミハダニ密度の減少がみられなかったと考えられた。チリ単用区ではチリカブリダニを2回放飼し、7月2日以降のチリカブリダニ密度はチリ・アカリ区よりも高かったが、ハダニの高密度加害によるナスの生育不良によるハダニ密度激減の7月24日までは、天敵比率は0.1を超えることはなかった。

これらの結果は、チリカブリダニ2回放飼であってもチリカブリダニの増殖だけでは天敵比率を急速に高めることは難しく、チリカブリダニ1回放飼と選択性殺ダニ剤の併用が天敵比率を増加させ、防除成功率を高めることに有効であることを示している。

株あたり平均個体数 (m) と平均こみあい度 (m^*) の関係から回帰直線を計算すると、ナミハダニとチリカブリダニの回帰係数 (β) はそれぞれ1.09と1.17、切片 (α) は31.5と5.97で、コロニーを形成しやや集中分布する傾向がみられた。ホップとイチゴで葉をクォドラートとした時のナミハダニとカブリダニの β の値は、それぞれ1.65~1.80と2.09~3.27で、本報の結果よりも高い (Greco et al., 1999 ; Strong et al., 1997)。これは、植物の違いやクォドラートとして葉あたりと株あたりの違いがあるが、本報では試験開始初期にナミハダニ雌成虫とチリカブリダニ雌成虫を株あたり5頭と1頭それぞれ均等に放飼したため、自然発生に比べて分布集中度が低くなったのだと考えられる。

両種の空間分布の重なりについては、チリ・アカリ区では、7月2日以降の処理区全体の天敵比率の平均値は0.1以上であるが、7月2日の時点で天敵比率が0.1未満の株が9株 (60%) 存在しており、時間の経過とともに0.1未満の株数が減少する傾向がみられた (Fig. 5)。このことは、チリカブリダニの放飼初期段階ではチリカブリダニはハダニ密度に比例して存在するのではなく、ハダニコロニーを捕食しながら移動分散する過程で天敵比率の低い株が減少していくことを示している。チリ・アカリ区の天敵比率が0.128になった7月16日と0.790になった7月23日には、各株のナミハダニ雌成虫数とチリカブリダニ雌成虫数との間に有意な正の相関がみられ、ナミハダニ密度が高い株でチリカブリダニ密度が高い傾向がみられた。特に7月23日は、高い正の相関関係がみられた (Fig. 5)。チリカブリダニはハダニの加害によって発生する揮発物質を手がかりにハダニを探索することが知られている (天野, 1996 ; Horiuchi et al., 2003)。松崎 (1977) は天敵比率が0.05以上になるとチリカブリダニの分散が目立ち始め、0.2以上になると短時間当たり分散距離は急激に増加することを明らかにした。したがって Fig. 5 に示された両種の間の正の相関関係は、天敵比率が高くなると、チリカブリダニの分散が活発になり、ハダニの加害により発生する揮発性物質に反応してそれらの場所に移動するチリカブリダニ数が増加した結果だと思われる。アカリ・チリ区とチリ単用区では、ハダニの高密度に起因するナスの生育状態の悪化によるハダニ密度の急激な減少が生じた7月23日に天敵比率の平

均値がはじめて0.1を超えてそれぞれ0.372と0.786となったが、ハダニ密度とチリカブリダニ密度との間に調査期間を通して有意な正の相関はチリ単用区で7月9日にだけみられただけで、連続して観察されることはなかった (Fig. 6, 7)。これらの区ではハダニの密度が高くチリカブリダニにとっては餌が十分あったので、ハダニ密度に依存してチリカブリダニが探索・移動する必要がなかったと考えられる。

本報では、ハダニ類への選択性殺虫剤としてプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤を用いた。本剤の主成分は食品添加物としても用いられており、気門封鎖型の殺ダニ剤であり、ナミハダニやミカンハダニなどのハダニ類全般に卓効を示す。その一方で、本剤によるチリカブリダニなどの天敵への影響が少ない。さらに、本剤は、土壌中や生体内などの環境中で容易に炭酸ガスと水に分解されるため、環境に対する負荷が小さいという長所を持つ (茂木, 2001)。このようにプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤は天敵への影響が少ないだけでなく、環境にやさしい剤であることから、ハダニ類防除を組み込んだIPMにとって有用な防除剤として期待できる。

摘 要

天敵比率 (チリカブリダニ雌成虫数/ナミハダニ雌成虫数) が0.1近傍を超えるとチリカブリダニがナミハダニを短期間で密度抑制できることが示された。放飼したチリカブリダニが定着・繁殖を開始した後に選択性殺ダニ剤プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤を散布することによって急速に天敵比率を増加させることが、短期間にナミハダニ低密度抑制を達成し維持することに効果があることが示された。一方、チリカブリダニ単用の場合、チリカブリダニ2回放飼であってもチリカブリダニの増殖だけでは天敵比率を急速に高めることは難しいことが示された。ナミハダニ雌成虫とチリカブリダニ雌成虫の空間分布はコロニーを形成し集中分布する傾向がみられた。両種の空間分布の重なりについて、株あたり天敵比率と両種の株あたり個体数の相関関係に注目して検討した。処理区あたり天敵比率の平均値は0.1以上であっても、天敵比率が0.1未満の株が存在しており、時間の経過とともに0.1未満の株数が減少する傾向がみられた。このことは、チリカブリダニの放飼初期段階ではハダニ密度に比例してチリカブリダニが存在するのではなく、ハダニコロニーを捕食しながら移動分散する過程で天敵比率の低い株が減少すると考えられた。

引用文献

- 天野 洋 (1996) カブリダニ類・ナガヒシダニ類 生態と利用. 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. 260-277.
- 芦原 亘 (1995) 果樹試特別報告 6 : 75-151.
- 芦原 亘・真梶徳純 (1977) チリカブリダニの増殖と捕食に及ぼす温湿度条件. チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除 (森 樊須・真梶徳純編). 日本植物防疫協会, 東京, pp. 22-25.
- 芦原 亘・真梶徳純・浜村徹三 (1976) チリカブリダニの捕食量と産卵数について. 果樹試報 E : 135-144.
- 福田 健・井上栄明・柿元一樹・柏尾具俊 (2008) 九病虫研究会報 54 : 74-77.
- Greco, N. M., G. G. Liljestrom and N. E. Sanchez (1999) Exp. Appl. Acarol. 23: 567-580.
- 浜村徹三・真梶徳純 (1977) チリカブリダニの生活史. チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除 (森 樊須・真梶徳純編). 日本植物防疫協会, 東京, pp. 17-21.
- Hamamura, H., N. Shinkaji and W. Ashihara (1976) Bull. Fruit Tree Res. Stn., Japan E1: 117-125.
- Hansen, L. S. (1983) IOBC/WPRS Bull 6: 146-150.
- Horiuchi, J., G. Arimura, R. Ozawa, T. Shimoda, J. Takabayashi and T. Nishioka (2003) Appl. Entomol. Zool. 38: 109-116.
- 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.
- Iwao, S. (1968) Res. Popul. Ecol. 10: 1-20.
- 桑原雅彦 (1983) 応動昆 27 : 310-312.
- 桑原雅彦 (1984) 植物防疫 38 : 321-327.
- 松崎征美 (1977) 施設内作物へのチリカブリダニの放飼 ―ハウス内ナス―. チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除 (森樊須・真梶徳純編). 日本植物防疫協会, 東京, pp. 65-69.
- 茂木 晃 (2001) 植物防疫 55 : 554-557.
- Mori, H. (1961) J. Faculty of Agriculture, Hokkaido University 51: 574-591.
- 森 樊須・斎藤 裕・古橋嘉一・中尾弘志・芦原 亘 (1993) 天敵農薬―チリカブリダニその生態と応用―. 日本植物防疫協会. 東京, 130 pp.
- 森田茂樹・柏尾具俊・井上栄明・柿元一樹 (2008) 九病虫研究会報 54 : 78-84.
- 長坂幸吉・大矢慎吾 (2003) バンカー植物の活用. 植物防疫 57 : 505-509.
- 日本植物防疫協会 (2011) 農薬要覧. 日本植物防疫協会, 東京, 749 pp.
- Saito, Y. (1979) J. Appl. Entomol. Zool. 14: 83-94.
- Sato, M. E., M. Z. D. Silva, M. F. D. S. Filho, A. L. Matioli, and A. Raga (2007) Exp. Appl. Acarol. 42: 107-120.
- Strong, W. B., B. A. Croft and D. H. Slone (1997) Environ. Entomol. 26: 659-685.
- 高藤晃雄 (1998) ハダニの生物学. シュプリンガー・フェラーク東京, 東京, 214 pp.
- 矢野栄二 (2003) 天敵. 養賢堂, 東京, 296 pp.