奈良県のキク圃場周辺のハダニ類の土着天敵相と薬剤散布状況 が異なるキク圃場でのカブリダニ類の発消長

国本 佳範^{1*}・印田 清秀²・小山 裕三³・矢野 栄二⁴

¹ 奈良県農業総合センター, 〒634-0813 橿原市四条町88

² 奈良県農業大学校, 〒633-0046 桜井市池之内130-1

³ 奈良県北部農林振興事務所, 〒639-1041 大和郡山市満願寺町60-1

⁴ 近畿大学農学部, 〒631-8505 奈良市中町3327-204

(受領: 2013 年 1 月 21 日; 登載決定: 2013 年 5 月 1 日)

ABSTRACT

Species Composition of Predators of Spider Mites Surrounding the Chrysanthemum Fields in Nara Prefecture and Their Occurrence in Relation to Chemical Spraying. Yoshinori KUNIMOTO (*Nara Agricultural Experiment Station, Kashihara, Nara 634-0813*), Kiyohide INDA (*Nara Agricultural College, Sakurai, Nara 633-0046*), Yuzo KOYAMA (*Hokubu Agriculture and Forest Promotion Center, Yamatokooryama, Nara 639-1041*) and Eizi YANO (*Faculty of Agriculture, Kinki University, Nakamachi, Nara 631-8505*)

The species composition of predators of spider mites was monitored by using kidney bean traps infested by spider mites that were placed on the ground around the chrysanthemum fields in Heguri, Nara Prefecture. The predominant phytoseiid mite species captured by the traps was *Neoseiulus womersleyi*. The next abundant predacious insect species was *Feltiella* sp.

In the chrysanthemum fields infested by spider mites at a low density, no phytoseiid mites were found. In the fields frequently sprayed with chemicals that affected phytoseiid mites, phytoseiid mites were rarely observed even when the density of the spider mites on the chrysanthemums increased. However, in the field sprayed with chemicals only a few times, the number of phytoseiid mites increased when the spider mite density increased resulting in a decrease in the spider mite density.

The phytoseiid mite, *Neoseiulus womersleyi* was found in the chrysanthemum field that was not sprayed with chemicals for more than 2~3 weeks after harvest and where the occurrence of spider mites was observed.

Key words: phytoseiid mite, *Neoseiulus womersleyi*, spider mite, *Tetranychus urticae*, chrysanthemum, spraying

緒言

ナミハダニ黄緑型 *Tetranychus urticae* Koch は、広範囲の作物を加害することが知られている (江原, 1996). キクでも、品種間差はあるものの葉の吸汁加害により被害が発生する (近藤ら, 1998). 奈良県内の露地栽培のキク産地では、本種に対して定期的な殺ダニ剤散布に

* 連絡先著者: e-mail: kunimoto-yoshinori@office.pref.nara.lg.jp

DOI: 10.2300/acari.22.101

よる防除が行われている。しかし、高頻度の殺ダニ剤散布は感受性の低下を招きやすい。現に、各種の殺ダニ剤に感受性が低下した個体群が確認されている（国本，2010）。抵抗性の発達を遅延させるためには殺ダニ剤散布回数を減らす必要があり、これに替わる防除方法を確立しなければならない。

ハダニ類に対する殺ダニ剤散布以外の防除方法としては、障壁による物理的防除（井上，1990）、圃場清掃などの耕種的防除（真梶，1996）や天敵による生物的防除がある。特に、生物的防除は数多くの研究が行われている。中でもカブリダニ類の利用が積極的に進められてきた。チャ栽培では、カンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida に対して土着天敵のケナガカブリダニ *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) の利用が研究されてきた（浜村，1986；望月，2002）。最近では、土着天敵を積極的に活用する植生管理技術も開発されている（富所・磯部，2010）。また、果樹でもカンキツ園でのミヤコカブリダニ *Neoseiulus californicus* (McGregor) の生息状況の把握（岸本ら，2007）が進められている。さらに、土着天敵の具体的な利用に向け、選択性殺虫剤との併用や生息環境の整備などの重要性が指摘されている（Katayama et al., 2006；岸本，2010 など）。これらに対し、花卉類栽培で土着天敵の利用を意図した研究や調査はほとんど行われていない。

そこで、筆者らは、キク栽培での土着天敵によるハダニ類防除を目標に、キク圃場周辺のハダニ類の土着天敵ならびにキク圃場内でのハダニ類とカブリダニ類の発消長および薬剤散布状況を調査した。

材料および方法

調査圃場

以下の調査1，2はTable 1に示した奈良県生駒郡平群町のキク栽培圃場で実施した。圃場はそれぞれの生産者により栽培管理された。キク栽培終了後に、各生産者から使用した薬剤の種類と使用時期を聞き取った。

1. 土着天敵

調査には国本（2005）のインゲントラップを用いた。これは、10 cm角のロックウールポットに栽培したインゲン（品種：‘長鶏菜豆’）苗に、室内のインゲンで累代飼育しているナミハダニ黄緑型雌成虫を100～200頭程度寄生させたものである。

2007年は5月から9月まで、Table 1に示す各調査圃場の外縁から1～2 m程度離れた畦畔にインゲントラップを10～20 m間隔で2個置き、約2週間おきに新しく用意したものと交換した。回収したインゲントラップは実験室に持ち帰り、実体顕微鏡下で任意の10葉に寄生するハダニ類の天敵を種類別に計数した。

2008年～2010年は5月から10月まで、Table 1に示す各調査圃場で2007年と同様の調査を実施した。さらに、カブリダニ類については計数後、70 %エタノールに保存し、同定に供した。

2. キクでの発消長

調査は2008年～2010年の5月～10月に、Table 1に示す各調査圃場で約2週間おきに実施した。各圃場のキクから任意の400葉を選び、寄生するナミハダニ黄緑型雌成虫とカブリダニ成若虫数をルーベを用いて数えた。

Table 1. Chrysanthemum fields studied in Hegri, Nara Prefecture.

Fields	Acreage (a)	Location of field	Survey period
Misato	5	Rotational upland field in plain area	2007-2010
Byodoji	8	Same as above	2007
Tsubai	5	Same as above	2008
Kyuanji	6	Rotational upland field in semi-mountainous area	2007-2010
Kyuanji VII	11	Developed field in semi-mountainous area	2007-2009
Fukihata IV	32	Same as above	2007-2009
Fukihata VI	10	Same as above	2007-2008
Fukihata VI-A	10	Same as above	2009
Fukihata VI-B	10	Same as above	2010
Fukihata VI-C	10	Same as above	2010
Fukihata VI-M	8	Same as above	2010
Fukihata VI-S	1	Same as above	2009-2010

3. 収穫後のキク圃場での発生状況

調査は2009年10月15日に実施した。平群町の露地栽培のキク圃場から8～9月に収穫を終えた8圃場を選んだ (Table 3)。各圃場の収穫後の株から任意の30～50葉を選び、そこに寄生するナミハダニ黄緑型のコロニーとカブリダニ類の有無をルーペで調べた。この際、発生数は調査しなかった。また、カブリダニ類の一部を採集し、70%エタノールに保存し、同定に供した。さらに、圃場を管理する生産者から栽培時の最終の薬剤散布時期を聞き取った。

結果

1. 土着天敵

2007年にインゲントラップから回収されたハダニ類の天敵は、全ての調査圃場を合計すると510頭であった。内訳はカブリダニ類が最も多く、次いでハダニ捕食性タマバエ類 *Feltiella* sp. であった。ヒメハナカメムシ類 *Orius* sp. やケシハネカクシ類 *Oligota* sp., ハダニアザミウマ *Scolothrips takahashii* Priesner も採集されたが、その数は少なかった (Fig. 1)。

また、インゲントラップに捕獲されたカブリダニ類の数は、年次変動が大きく、圃場ごとに異なった (Fig. 2)。2008年はKyuanji VIIとFukihata IVで多かった。2009年は全体に捕獲数が少なかった。2010年はいずれの調査圃場でも多数捕獲され、特に、Fukihata VI-CとMisato及びFukihata VI-Mで多かった。捕獲されたカブリダニ類の種構成は、2008年～2010年の各調査圃場のいずれもケナガカブリダニが優占した。ニセラーゴカブリダニ *Amblyseius eharai* やヘヤカブリダニ *Neoseiulus barkeri*、ミヤコカブリダニ等も確認されたが、その割合は小さかった (Fig. 2)。

2. キクでの発生消長

各調査年の薬剤散布回数、キク上でのナミハダニ黄緑型雌成虫とカブリダニ類の個体数をTable 2に示した。また、調査期間中の薬剤散布履歴をAppendix 1～3に示した。2008年の

Fig. 1. Percentage of spider mite's predators captured in the kidney bean traps around chrysanthemum fields (2007, Heguri, Nara). Others included *Orius* sp., *Oligota* sp. and *S. takahasii*.

Tsubaiを除いて、各キク圃場では2～10回の薬剤散布が実施され、散布回数は生産者により異なった。さらに、そのほとんどで、殺虫剤、殺ダニ剤、殺菌剤の混用散布が行われていた。

2008年は、Kyuanjiではナミハダニ黄緑型雌成虫の発生が観察されず、TsubaiやFukihata VIでも発生は少なかった。これらの圃場ではカブリダニ類の発生も少なかった。ナミハダニ黄緑型が10頭/400葉以上発生したのはMisatoとFukihata IV及びKyuanji VIIであった。一方、カブリダニ類が10頭/400葉以上観察できたのはMisatoだけであった。2009年は、調査した全ての圃場でナミハダニ黄緑型が観察され、特にKyuanjiとKyuanji VII及びFukihata VI-Aで多かった。カブリダニ類が10頭/400葉以上観察できたのはMisatoとKyuanjiだけだった。2010年はナミハダニ黄緑型の発生が目立ったのはMisatoとFukihata VI-Sで、カブリダニ類が多く観察出来たのはFukihata VI-Sだけであった。

これらの調査圃場のうち、複数年調査した圃場およびナミハダニ黄緑型、カブリダニ類の発生に特徴が見られた圃場の発生活消長をFig. 3に示した。

Misatoでは2008年と2009年の2年間、ナミハダニ黄緑型の発生にやや遅れてカブリダニ類が発生し、ナミハダニ黄緑型の密度が低下した。この間に殺ダニ剤は散布されなかった。しかし、2010年は、ナミハダニ黄緑型が8月以降増加し、殺ダニ剤が散布されたが、増減を繰り返した後10月以降急増した。カブリダニ類はほとんど確認されなかった。Kyuanjiでは、2008年と2010年はナミハダニ黄緑型の発生は非常に少なく、カブリダニ類もほとんど発生しなかった。しかし、2009年は9月下旬にナミハダニ黄緑型の密度が急増し、同時にカブリダニ類も増加し、ナミハダニ黄緑型の密度は低下した。Fukihata VI-Sでも2009年にはナミハダニ黄緑型、カブリダニ類ともにほとんど発生しなかったが、2010年には7月下旬にナミハダニ黄緑型が増加し始めると、8月にはカブリダニ類も増加し、ナミハダニ黄緑型の密度は低下した。

Kyuanji VIIでは2008年と2009年ともにナミハダニ黄緑型の発生は見られたが、殺虫剤や殺ダニ剤が高頻度に散布され、カブリダニ類はほとんど発生しなかった。2009年のFukihata VIも同様の傾向であった。また、2009年のFukihata VI-Aでは6月以降ナミハダニ黄緑型の発生が見られ、2回の殺ダニ剤散布でハダニ密度は低下した。Kyuanji VIIやFukihata VIに比べる

Fig. 2. Percentage of phytoseiid mites captured in the kidney bean traps. Numerals in parentheses represent the number of individuals observed (2008-2010, Heguri, Nara).

と殺ダニ剤、殺虫剤の散布回数は少なかったが、カブリダニ類はほとんど観察されなかった。

3. 収穫後のキク圃場での発生状況

Table 3に示すように調査した8圃場のうち、6圃場でナミハダニ黄緑型のコロニーが確認された。また、その全てでカブリダニ類も確認された。持ち帰ったカブリダニ類は2頭を除き、

Table 2. Number of application and total number of *T. urticae* and phytoseiid mites in chrysanthemum field from 2008 to 2010.

Fields	2008				2009				2010			
	No. of applications	No. of obser- vations	Total no. of adult females of <i>T. urticae</i>	Total no. of phytoseiid mites	No. of applications	No. of obser- vations	Total no. of adult females of <i>T. urticae</i>	Total no. of phytoseiid mites	No. of applications	No. of obser- vations	Total no. of adult females of <i>T. urticae</i>	Total no. of phytoseiid mites
Misato	6	13	23	60	7	11	62	18	9	12	169	1
Tsubai	0	10	5	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Kyuanji	5	12	0	2	8	11	652	24	6	12	3	1
Kyuanji VII	7	10	37	0	8	11	114	0	-	-	-	-
Fukihata IV	7	10	41	3	9	11	29	2	-	-	-	-
Fukihata VI	3	11	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fukihata VI-A	-	-	-	-	4	11	108	1	-	-	-	-
Fukihata VI-B	-	-	-	-	-	-	-	-	6	12	4	1
Fukihata VI-C	-	-	-	-	-	-	-	-	10	12	2	0
Fukihata VI-M	-	-	-	-	-	-	-	-	9	12	3	3
Fukihata VI-S	-	-	-	-	3	11	3	0	2	12	42	58

- : not observed

Fig. 3. Seasonal occurrence of *T. urticae* and phytoseiid mites in chrysanthemum fields from 2008 to 2010. -○-: *T. urticae* -●-: phytoseiid mites. The white and black arrows indicate the time of application of pesticides and acaricides, respectively.

Table 3. Presence of *T. urticae* and Phytoseiid mites in chrysanthemum field after harvest.

Collection field	Period after last spraying	<i>T. urticae</i>	Phytoseiid mites	Species of phytoseiid mites
Fukihata 1	3 weeks	+	+	<i>N. womersleyi</i> 4, Unidentified 1
Fukihata 2	7-8 weeks	+	+	<i>N. womersleyi</i> 9
Fukihata 3	2 weeks	+	+	Unidentified 1
Fukihata 4	3-4 weeks	—	—	
Kyuanji 1	3-4 weeks	—	—	
Kyuanji 2	7-8 weeks	+	+	<i>N. womersleyi</i> 4
Kyuanji 3	7-8 weeks	+	+	<i>N. womersleyi</i> 1
Byodoji 1	3 weeks	+	+	<i>N. womersleyi</i> 9

※ Collection date: Oct.15, 2009

+: present, -: absent

全てケナガカブリダニであった。これらの圃場では、調査日までに農薬が散布されていない期間が2～3週間程度以上あった。

考察

カブリダニ類は有力なハダニ類の天敵として知られており（天野，1996），今回の調査でもキク圃場周辺に設置したインゲントラップから採集されたハダニ類の天敵の中で，その数が最も多かった。さらに，そのカブリダニ類の多くがケナガカブリダニであった。これまでに，奈良県では葛城市のキク圃場周辺の雑草の調査でもケナガカブリダニが確認されている（国本，2005）。さらに，御所市のカキ圃場の下草でもケナガカブリダニが優占することが報告されている（國本ら，2009）。これらのことから，奈良県の農地周辺の植生ではケナガカブリダニが優占している地域が多いと考えられる。ケナガカブリダニは優れた餌探索・捕食能力を有するハダニ類の土着天敵として知られており（江原・天野，2009），キク栽培でもその活用が期待できる。ただ，全国的にはミヤコカブリダニが生息分布を拡大させている（Amano et al., 2004）。さらに，従来のケナガカブリダニの分布域が，ミヤコカブリダニに置き替わっている例が報告されている（Amano, 2001）。このことから，奈良県のカブリダニ相の推移について観察を続ける必要がある。

次に，ナミハダニ黄緑型とカブリダニ類の発生活消長を見ると，薬剤散布回数の多少にかかわらず，ナミハダニ黄緑型の発生が少ない圃場では，カブリダニ類もほとんど観察されなかった。また，ナミハダニ黄緑型の発生があっても，殺ダニ剤を含む薬剤散布が高頻度に行われている場合，カブリダニ類の発生は少なかった。これらの場合には，ナミハダニ黄緑型の密度抑制は主に殺ダニ剤散布によるものと考えられた。しかし，Misatoの2008年と2009年，Kyuanjiの2009年，Fukihata VI-Sの2010年では，ナミハダニ黄緑型の密度低下に殺ダニ剤散布の影響は見られなかった。さらに，ナミハダニ黄緑型の発生と同時にやや遅れる形でカブリダニ類が発生し，その数も多かった。これらのことから，これらの圃場でのナミハダニ黄緑型の密度低下はカブリダニ類の捕食によるものと考えられた。なお，これらの圃場で確認されたカブリダニ類の一部を同定したところ，いずれもケナガカブリダニであった。

しかし，2008年と2009年の2年にわたってカブリダニ類が多く確認されたMisatoでは，

2010年にはカブリダニ類の発生量は少なかった。この年、ナミハダニ黄緑型は発生しており、圃場周辺のインゲントラップでも多数のカブリダニ類が捕獲されている。このため、キク圃場で発生が少なかった原因として薬剤散布の影響が考えられる。2010年は、過去2年に比べ、ナミハダニ黄緑型が増加し始めた7月下旬以降に殺ダニを含む薬剤の散布回数が多くなっている。さらに、2010年に使用された薬剤の種類もエマメクチン安息香酸塩乳剤、プロチオホス乳剤、フィプロニル水和剤、ミルベメクチン乳剤、イミダクロプリド水和剤等であった(Appendix 1)。これらの薬剤は、国本ら(2012)の評価で平群町のケナガカブリダニの卵ないしは雌成虫に対する死亡率が80%以上である。このことから、これらの薬剤がカブリダニ類の発生に影響したと考えられる。

また、Fukihata VI-Aの2009年ではナミハダニ黄緑型の発生もあり、殺ダニ剤や殺虫剤の散布回数も少なかった。しかし、カブリダニ類の発生はほとんどなかった。2009年は圃場周辺に設置したインゲントラップでもカブリダニ類の捕獲数も少なかった。さらに、散布された殺ダニ剤や殺虫剤は上述の2010年のMisatoと同様に、エマメクチン安息香酸塩乳剤、フィプロニル水和剤、プロチオホス乳剤などであった。これらがカブリダニ類の発生に影響したと考えられる。

一方、2009年のKyuanji VIIでは、8月13日まではカブリダニ類に影響の大きい薬剤は散布されていない(Appendix 2)。しかも、ナミハダニ黄緑型の発生は多かったが、カブリダニ類はキクほ場で確認できていない。Kyuanji VIIはネット被覆施設で、地上部から60 cm程度の高さまで、衝立状にビニルが設置されていた。これがカブリダニ類の侵入に影響を及ぼした可能性がある。

収穫後のキク圃場の調査では、使用された薬剤の種類は明らかではない。しかし、薬剤散布後、2～3週間程度を経過したキク圃場で、ナミハダニ黄緑型が寄生していた場合には、ケナガカブリダニが確認されている。このことは、散布後一定の期間を経過すればケナガカブリダニがキク圃場に侵入できる可能性を示唆している。また、2008年と2009年のMisatoでも、カブリダニ類の発生期間中にケナガカブリダニに影響の大きいスピノサド水和剤(国本ら、2012)が散布されたが、カブリダニ類はキクほ場内で活動を続けた。これは、室内試験ではカブリダニ類に影響が大きいとされた薬剤でも、ほ場での散布では比較的影響が小さい場合がある可能性を示している。今後、スピノサド水和剤も含めキク栽培で使用頻度の高い薬剤についてはケナガカブリダニに対する影響期間を明らかにする必要がある。これにより、他の害虫防除と併用できる殺虫剤防除体系の確立を目指したい。

また、キク栽培では多種の病害虫が発生することから、栽培期間を通して、定期的に薬剤散布が行われている。今回の調査でも、最も多い生産者は1作型で10回(成分数16)の薬剤散布を行っていた。ただ、ケナガカブリダニはキク栽培期間中、常にキク圃場に生息しているのではない。恐らく、ナミハダニ黄緑型の発生状況に応じて周辺から侵入している可能性が高い。チャや果樹などではいくつかの薬剤に感受性が低下したケナガカブリダニ個体群が知られている(浜村、1986;望月、2002;舟山、2010)。永年性の作物ではないキク圃場周辺に生息するケナガカブリダニ個体群においても、比較的高頻度に散布される農薬に対する感受性がどのように変化するのか、今後調査を進めたい。

カブリダニ類以外の天敵については、Kishimoto (2002)はナシ園で発生する土着天敵のうち、移動能力の高い捕食性昆虫の方がカブリダニ類よりも農薬散布の影響を受けにくいと指摘している。今回のインゲントラップ調査では捕食性昆虫の割合は非常に小さかった。し

かし、薬剤散布回数の多いキク圃場で土着天敵の活用を考える場合、カブリダニ類だけに限定せずこれらも幅広く検討する必要がある。

さらに、土着天敵を保護し、活用していくうえで植生管理が重要であることが指摘されている（矢野，2003）。今回調査したキク圃場は、その立地条件や周辺植生も多様である。しかも、周辺雑草の管理方法も除草剤や刈り払い機による除草、放任など様々である。キク圃場周辺に設置したインゲントラップに捕獲されたカブリダニ類の数は、調査年や圃場で異なった。カンキツでは、産地間で発生する捕食性天敵相が異なると報告されている（増井・池田，2003）。また、果樹園では下草の刈り高により草種の構成が変わるとの報告がある（豊島・高梨，2007）。さらに、下草の有無が発生するカブリダニ類の活動に影響する事例が報告されている（Amano, 2001；国本ら，2009）。今後、キク圃場で安定的にカブリダニ類などの土着天敵が発生するような圃場周辺雑草の管理方法も解明しなければならない。

キクは花だけでなく葉も商品であり、高い品質を要求される。このため、農薬散布を抑えた病害虫管理は容易ではない。さらに、今回の調査から、年次や圃場ごとにカブリダニ類の発生が大きく変動することが明らかになった。これには圃場ごとの薬剤散布状況や栽培条件、圃場周辺の植生管理等が影響していると考えられる。キクは、これまでにカブリダニ類の利用が進んでいるチャや果樹などの永年性作物とは薬剤散布体系や圃場周辺の環境も大きく異なっている。年次や圃場ごとのカブリダニ類の発生変動を小さくし、安定化させる管理手法を確立させることがキク栽培での土着カブリダニ類の利用に繋がると考えられる。

今回の調査で、薬剤の種類や使用時期を工夫することで土着カブリダニ類がキク圃場に侵入し、ナミハダニ黄緑型の密度を抑制する可能性が示唆された。著者らは、キクのタバコガ類防除に4mm目合いのネットを簡易に被覆することで、タバコガ類の発生を抑え、殺虫剤の使用回数が半減できることを確認している（国本ら，2007）。今後も、このような物理的防除法を組み入れ、キクの品質を維持しつつ、土着天敵が活動しやすい環境条件を解明していく必要がある。

摘要

奈良県平群町のキク栽培圃場周辺に設置したインゲントラップから採集されたハダニ類の天敵の多くはカブリダニ類で、次いでハダニタマバエであった。カブリダニ類の多くはケナガカブリダニであった。ナミハダニ黄緑型の発生が少ないキク圃場ではカブリダニも発生せず、ナミハダニ黄緑型が発生してもカブリダニ類に悪影響のある薬剤を高頻度に散布する圃場ではカブリダニの発生は少なかった。これに対し、カブリダニ類に悪影響のある薬剤の散布が少なく、ナミハダニ黄緑型が発生した圃場で、カブリダニ類によりナミハダニ黄緑型の密度が抑制される事例が観察された。また、収穫後のキク圃場において、2～3週間以上薬剤散布がなく、かつナミハダニ黄緑型が確認された圃場ではケナガカブリダニが観察された。

謝辞

カブリダニ類を同定いただいた京都大学大学院の天野洋博士、独立行政法人農業・食品産

業技術総合研究機構野菜茶業研究所の豊島真吾博士に厚く御礼申し上げる。調査に協力いただいた近畿大学農学部昆虫生態制御学研究室の板谷弘樹，河野哲男，今井正也，門谷阿希子，高橋修平，山崎惇矢，泉本裕樹，穂積宏祐，坂井大輝，谷敷浩平各氏および平群町役場産業課の方々に深く御礼申し上げる。また，快く調査圃場を提供いただいた西和花卉部会の生産者の方々に御礼申し上げる。

引用文献

- 天野 洋 (1996) 天敵. 「植物ダニ学 (江原昭三・真梶徳純編)」. pp.159-174, 全国農村教育協会, 東京.
- Amano, H. (2001) Species structure and abundance of invertebrate natural enemies in sustainable agroecosystems. In: Structure and Function in Agroecosystem Design and Management (eds., Shiyomi M. and H. Koizumi), pp.167-182, CRC Press, New York, U. S. A.
- Amano, H., Y. Ishii and Y. Kobori (2004) Pesticide susceptibility of two dominant phytoseiid mites, *Neoseiulus californicus* and *N. womersleyi*, in conventional Japanese fruit orchards (Gamasina: Phytoseiidae). *Journal of the Acarological Society of Japan*, 13:65-70.
- 江原昭三 (1996) 分類. 「植物ダニ学 (江原昭三・真梶徳純編)」. pp.39-81, 全国農村教育協会, 東京.
- 江原昭三・天野 洋 (2009) 種の形態および生態 カブリダニ類. 「原色植物ダニ検索図鑑 (江原昭三・後藤哲雄編)」. pp.87-102, 全国農村教育協会, 東京.
- 舟山 健 (2010) 秋田県のリンゴ園における合成ピレスロイド系殺虫剤感受性が低下したケナガカブリダニの発生. 日本応用動物昆虫学会誌, 54: 208-211.
- 浜村徹三 (1986) 薬剤抵抗性ケナガカブリダニによる茶園のカンザワハダニの生物防除に関する研究. 茶業試験場研究報告, 21: 121-201.
- 井上雅央 (1990) 襟状の折り返しを備えたビニル障壁“ダニがえし”によるハダニの移動防止効果. 日本応用動物昆虫学会誌, 34: 49-53.
- Katayama, H., S. Masui, M. Tsuchiya, A. Tataru, M. Doi, S. Kaneko and T. Saito (2006) Density suppression of the citrus red mite *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) due to the occurrence of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) on Satsuma mandarin. *Applied Entomology and Zoology*, 41: 679-684.
- Kishimoto, H. (2002) Species composition and seasonal occurrence of spider mites (Acari: Tetranychidae) and their predators in Japanese pear orchards with different agrochemical spraying programs. *Applied Entomology and Zoology*, 37: 603-615.
- 岸本英成 (2010) 九州のカンキツ園におけるミヤコカブリダニの生態と利用. 農業および園芸, 85: 1194-1198.
- 岸本英成・手柴真弓・近藤知弥・宮崎俊英・杉浦直幸・戸田世嗣・山崎礼一・若月洋・山本宏・堀江宏彰 (2007) 九州のカンキツ園におけるミヤコカブリダニの発生状況. 日本ダニ学会誌, 16: 129-137.
- 近藤 章・千脇健司・田中福三郎 (1998) キクにおけるナミハダニ黄緑型の発育と増殖の品種間差異. 日本応用動物昆虫学会誌, 42: 28-30.
- 国本佳範 (2005) 奈良県のキク圃場周辺雑草に見られるハダニ類と雑草上でのナミハダニの発生消長. 近畿中国四国農業研究, 7: 18-22.
- 国本佳範・小山裕三・平富勇介・印田清秀 (2007) 露地栽培キク圃場での簡易なネット被覆によるタバコガ類防除. 植物防疫, 61: 327-330.

- 国本佳範・仲摩朋葉・天野 洋・高藤晃雄（2009）カキ圃場でのハダニ類に対する土着天敵相，特に下草管理が土着天敵類の発生に及ぼす影響．日本ダニ学会誌，18：7-16.
- 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．奈良県農業総合センター研究報告，41：23-28.
- 国本佳範・泉本祐樹・穂積宏祐・坂井大輝・谷敷浩平・矢野栄二（2012）奈良県のキク圃場周辺から採集されたケナガカブリダニに対する薬剤の影響，関西病虫害研究会報，54：13-16.
- 増井伸一・池田雅則（2003）静岡県のカンキツ園におけるミカンハダニと捕食性昆虫の発生量の産地間差異．関西病虫害研究報告，45：11-16.
- 望月雅俊（2002）合成ピレスロイド剤抵抗性ケナガカブリダニによるチャのカンザワハダニの制御．日本応用動物昆虫学会誌，46：243-251.
- 真梶徳純（1996）防除．「植物ダニ学（江原昭三・真梶徳純編）」．pp.186-203，全国農村教育協会，東京．
- 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．日本応用動物昆虫学会誌，54：1-12.
- 豊島真吾・高梨祐明（2007）リンゴ園の草生群落の種構成に及ぼす異なる刈り高による草刈りの影響．果樹研究所報告，6：31-37.
- 矢野栄二（2003）天敵 生態と利用技術．296p，養賢堂，東京．

Appendix 1. Spray calender in the chrysanthemum fields from 2008 to 2010.

Misato			
The time of application		Insecticides and acaricides %A.I. and type of formulation*	Fungicides %A.I. and type of formulation*
2008	Jun.30	Dinotefuran 20%, WP	Chlorfluazuron 5%, EC
		BT 7%, WP	Mancozeb 20%, WP
	Jul.17	Chlorfluazuron 5%, EC	
	Aug.11	Spinosad 25%, WP	Thiamethoxam 10%, WP
	Sep.12	Spinosad 25%, WP	Nitenpyram 10%, WP
	Oct.9	Chlorfluazuron 5%, EC	Azoxystrobin 20%, F
	Oct.24	Thiamethoxam 10%, WP	Azoxystrobin 20%, F
		Indoxacarb 10%, F	Azoxystrobin 20%, F
	2009 Jul.10	Chlorfluazuron 5%, EC	Mancozeb 20%, WP
	Jul.21	Chlorfluazuron 5%, EC	Spinosad 25%, WP
	Aug.21	Spinosad 25%, WP	Thiamethoxam 10%, WP
	Sep.22	Chlorfluazuron 5%, EC	Chlorfenapyr 10%, WP
		Tetradifon 8%, EC	Azoxystrobin 20%, F
	Oct.9	Thiamethoxam 10%, WP	Indoxacarb 10%, F
	Oct.16	Emamectin 1%, EC	Clothianidin 16%, WP
		Dichlorvos 50%, EC	Azoxystrobin 20%, F
	Oct.29	Chlorfenapyr 10%, WP	Dichlorvos 50%, EC
	2010 Jul.1	Dichlorvos 50%, EC	Fipronil 5%, F
	Jul.18	Thiamethoxam 10%, WP	Flubendiamide 20%, WP
	Aug.1	Emamectin 1%, EC	Tetradifon 8%, EC
		Prothiofos 45%, EC	
	Aug.19	Thiamethoxam 10%, WP	Chlorfluazuron 5%, EC
		Milbemectin 1%, EC	Fipronil 5%, F
	Aug.28	Imidacloprid 10%, WP	Spinosad 25%, WP
		Tetradifon 8%, EC	
	Sep.9	Chlorfenapyr 10%, WP	Milbemectin 1%, EC
	Sep.21	Tetradifon 8%, EC	Prothiofos 45%, EC
		Flubendiamide 20%, WP	
	Oct.5	Thiamethoxam 10%, WP	Chlorfenapyr 10%, WP
	Oct.28	Imidacloprid 10%, WP	Prothiofos 45%, EC
			Mancozeb 20%, WP
			Azoxystrobin 20%, F

*WP: wettable powder, EC: emulsifiable concentrate, F: flowable.

Appendix 2. Spray calender in the chrysanthemum fields from 2008 to 2010.

Kyuanji

	The time of application	Insecticides and acaricides %A.I. and type of formulation*		Fungicides %A.I. and type of formulation*	
2008	Jun.25	Spinosad 25%, WP	Pymetrozine 25%, WP	Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Jul.13	Flufenoxuron 10%, EC	Bifenazate 20%, F	Mancozeb 20%, WP	Triflumizole 30%, WP
	Aug.1	Pyridalyl 10%, F Etoazole 10%, F	Acephate 50%, WP		
	Aug.13	Spinosad 25%, WP	Thiamethoxam 10%, WP		
	Oct.3	Emamectin 1%, EC	Pymetrozine 25%, WP	Azoxystrobin 20%, F	
2009	Early July	Emamectin 1%, EC Acequinocyl 15%, F	Nitenpyram 10%, WP	Mancozeb 20%, WP	
	Late July	Nitenpyram 10%, WP Acequinocyl 15%, F	Pyridalyl 10%, F		
	Aug.13	Emamectin 1%, EC	Pymetrozine 25%, WP	Mancozeb 20%, WP	
	Sep.1	Dinotefuran 20%, WP	Cyflumetofen 20%, F	Triflumizole 30%, WP	
	Sep.10	Dinotefuran 20%, WP	Emamectin 1%, EC	Azoxystrobin 20%, F	
	Sep.18	Acetamiprid 20%, WP			
	Sep.26	Dinotefuran 20%, WP	Emamectin 1%, EC	Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Oct.15			Mancozeb 20%, WP	Propiconazole 25%, EC
	2010 Jul.15	Milbemectin 1%, EC		DBEDC 20%, EC	
	Jul.27	Cyflumetofen 20%, F Acequinocyl 15%, F	Pyridalyl 10%, F		
2010	Aug.13	Thiamethoxam 10%, WP Lufenuron 5%, EC	Bifenazate 20%, F		
	Aug.28	Cyflumetofen 20%, F	Pyridalyl 10%, F		
	Sep.23	Thiamethoxam 10%, WP Bifenazate 20%, F	Spinosad 25%, WP	Azoxystrobin 20%, F	
	Nov.2	Acephate 50%, WP		Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F

Kyuanji VII

	The time of application	Insecticides and acaricides %A.I. and type of formulation*		Fungicides %A.I. and type of formulation*	
2008	May 27	Spinosad 25%, WP	Dinotefuran 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F	
	Jun.14	Pymetrozine 25%, WP	Lufenuron 5%, EC	Mancozeb 20%, WP	
	Jul.1	Spinosad 25%, WP	Imidacloprid 10%, WP	Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Jul.17	Emamectin 1%, EC	Dinotefuran 20%, WP	Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Aug.1	Pyridalyl 10%, F Etoazole 10%, F	Acephate 50%, WP		
	Aug.13	Spinosad 25%, WP	Thiamethoxam 10%, WP		
	Aug.22	Dinotefuran 20%, WP		Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Late May			Mancozeb 20%, WP	
2009	Jun.24	Dinotefuran 20%, WP		Mancozeb 20%, WP	Propiconazole 25%, EC
	Jul.9	Nitenpyram 10%, WP	Acequinocyl 15%, F	Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Jul.19	Cyflumetofen 20%, F		Mancozeb 20%, WP	Propiconazole 25%, EC
	Jul.23	Pyridalyl 10%, F		Azoxystrobin 20%, F	
	Aug.13	Emamectin 1%, EC	Pymetrozine 25%, WP	Mancozeb 20%, WP	
	Aug.28	Dinotefuran 20%, WP	Cyfenopirafen 30%, F	Triflumizole 30%, WP	
	Sep.4	Fipronil 5%, F	Milbemectin 1%, EC	Mancozeb 20%, WP	Propiconazole 25%, EC
	2010	Not observation			

*WP: wettable powder, EC: emulsifiable concentrate, F: flowable.

Appendix 3. Spray calender in the chrysanthemum fields from 2008 to 2010.

Fukihata VI

		Insecticides and acaricides %A.I. and type of formulation*		Fungicides %A.I. and type of formulation*	
The time of application					
2008	Jun.27	Imidacloprid 10%, WP		Mancozeb 20%, WP	
	Jul.11	Spinosad 25%, WP	Chlorfluazuron 5%, EC	Benomyl 50%, WP	
		Thiamethoxam 10%, WP	Etiozole 10%, F		
	Oct.5	Pymetrozine 25%, WP	Lufenuron 5%, EC		
2009	Jun.4	Spinosad 25%, WP	Acetamiprid 20%, WP	Mancozeb 20%, WP	
	Jun.19	Spinosad 25%, WP	Dinotefuran 20%, WP	Mancozeb 20%, WP	Triflumizole 30%, WP
		Bifenazate 20%, F			
	Jun.25	Emamectin 1%, EC	Acetamiprid 20%, WP	Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Jul.10	Spinosad 25%, WP	Thiamethoxam 10%, WP	Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
		Cyflumetofen 20%, F			
	Jul.17	Lufenuron 5%, EC	Acetamiprid 20%, WP		
	Jul.24	Emamectin 1%, EC	Dinotefuran 20%, WP	Chlorothalonil 40%, WP	
	Aug.14	Spinosad 25%, WP	Acetamiprid 20%, WP	Chlorothalonil 40%, WP	
		Bifenazate 20%, F			
	Aug.20	Spinosad 25%, WP	Pyridalyl 10%, F	Chlorothalonil 40%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Sep.4	Spinosad 25%, WP	Dinotefuran 20%, WP	Mancozeb 20%, WP	Triflumizole 30%, WP
		Bifenazate 20%, F			

Fukihata VI-S

		Insecticides and acaricides %A.I. and type of formulation*		Fungicides %A.I. and type of formulation*	
The time of application					
2009	Jun.6	Spinosad 25%, WP	Thiamethoxam 10%, WP	Mancozeb 20%, WP	
	Jun.26	Spinosad 25%, WP	Thiamethoxam 10%, WP		
	Late August	Spinosad 25%, WP	Pyridalyl 10%, F		
		Imidacloprid 10%, WP			
2010	Jun.20	Milbemectin 1%, EC	Tolfenpyrad 15%, F	Mancozeb 20%, WP	Azoxystrobin 20%, F
	Jul.28	Dinotefuran 20%, WP	Milbemectin 1%, EC		
		Spinosad 25%, WP			

Fukihata VI-A

		Insecticides and acaricides %A.I. and type of formulation*		Fungicides %A.I. and type of formulation*	
The time of application					
2009	Early July	Spinosad 25%, WP	Emamectin 1%, EC	Azoxystrobin 20%, F	
	Aug.5	Dinotefuran 20%, WP	Fipronil 5%, F		
		Prothiofos 45%, EC			
	Aug.7	Imidacloprid 10%, WP	Milbemectin 1%, EC	Azoxystrobin 20%, F	
	Sep.20	Spinosad 25%, WP	Imidacloprid 10%, WP	Azoxystrobin 20%, F	

*WP: wettable powder, EC: emulsifiable concentrate, F: flowable.