

秋田県のリンゴ園における合成ピレスロイド系殺虫剤に感受性の低下したケナガカブリダニ個体群の発生

秋田県農林水産技術センター果樹試験場 ^{ふな} 舟 ^{やま} 山 ^{けん} 健

はじめに

ナミハダニ *Tetranychus urticae* は複数種の植物に寄生し、多くの農作物の重要害虫としてよく知られている。リンゴ園における本種の防除対策は殺ダニ剤の散布によっているが、秋田県ではこれまでに各種の殺ダニ剤に対して低感受性の個体群が出現し、使用開始の2～3年後に防除効果が認められなくなった薬剤も多い（舟山・高橋 1995；舟山，2000）。このため、本種に対して防除効果の高い殺ダニ剤が非常に少なく、リンゴ生産者は防除対策に苦慮しており、薬剤散布に替わる生物的防除などの新しい防除技術の確立が急務となっている。

ハダニ類が大害虫として問題となつて以来、カブリダニ類は最も重要な天敵類として注目を集めてきた。このうち、ケナガカブリダニ *Neoseiulus womersleyi* は日本全土に分布する *Tetranychus* 属ハダニ類の土着天敵として知られており（天野，1999）、各種農作物における利用が期待されてきた（森，1968）。しかし、本種は多くの殺虫剤に対して感受性が高く（真梶・足立，1978）、農業散布との併用が難しいという欠点があった。リンゴ園においてもハダニ類の制御にカブリダニ類の利用が試みられてきた（関田，1990）が、1980～90年代に、シクイムシ類などの防除に合成ピレスロイド系殺虫剤（以下、合ピレ剤）が使用され始めると、慣行防除下のリンゴ園ではカブリダニ類がほとんど観察されなくなった。このような状況でカブリダニ類を利用した防除技術を確立するため、秋田県のリンゴ園では、外国から導入した殺虫剤に抵抗性をもつオキシデントリスカブリダニ *Galendromus occidentalis*（青森県リンゴ試験場から分譲）や生物農薬のミヤコカブリダニ *N. Californicus* の放飼（本郷・舟山，2005）等を行い、カブリダニ類の定着を試みてきたが、継続的な定着は確認されなかった（望月ら，2003）。

一方、チャ園では1980年頃を境として、ケナガカブリ

ダニが各種殺虫剤に対して抵抗性をもつことが報告された（浜村，1986；望月，1990）。これらの個体群に対して悪影響の少ない薬剤を利用した慣行防除のチャ園では本種が温存され、チャの重要害虫であるカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* を低密度に抑えることに成功した（望月，2002）。また、チャ園では本種の抵抗性系統の選抜と利用が行われている（MOCHIZUKI，1994）。しかし、温暖地のチャ由来の本種の抵抗性個体群は、寒冷地では適切な時期に休眠でせずに低温に遭遇するため、越冬・定着できないと推測されている（望月，2003）。このため、秋田県のような寒冷地のリンゴ園でケナガカブリダニを利用するためには、地域個体群から抵抗性系統を選抜する必要があった。

ところが、2000年代になると、合ピレ剤などの殺虫スペクトルの広い殺虫剤を使用している慣行防除のリンゴ園でも、ごく普通にケナガカブリダニが観察され（本郷・舟山，2004）、カブリダニ類の発生動向に変化が見られるようになった。このことはリンゴ園における本種の合ピレ剤などに対する薬剤感受性の低下、すなわち抵抗性個体群の出現を示唆していると考えられた。そこで、その実態を明らかにするため、慣行防除並びに合ピレ剤を連続的に散布したリンゴ園におけるケナガカブリダニの発生活消長を調査するとともに、慣行防除が行われている各地リンゴ園から採集した個体群の合ピレ剤に対する感受性を調査した（舟山，2010）ので、その内容を紹介する。

I 慣行防除園におけるケナガカブリダニの発生状況

2006～07年における秋田県の慣行防除のリンゴ園におけるケナガカブリダニとナミハダニの雌成虫の発生活消長を図-1に示した。このリンゴ園では、5月下旬と6月下旬に有機リン剤、6月中旬にネオニコチノイド剤、7月上旬に合成ピレ剤、7月中旬と8月中旬に殺ダニ剤が散布されており、多くのリンゴ園で同様の薬剤防除が行われている。なお、現地リンゴ園の多くでは、1980年代以降は1年間に1回以上合ピレ剤を使用している。この慣行防除園において、2006年はナミハダニが増加した7月下旬からケナガカブリダニが発生し、

Occurrence of Pyrethroid-Resistant Populations of *Neoseiulus womersleyi* in Apple Orchards of Akita Prefecture in Northern Japan.
By Ken FUNAYAMA

（キーワード：ケナガカブリダニ，合成ピレスロイド，感受性，リンゴ）

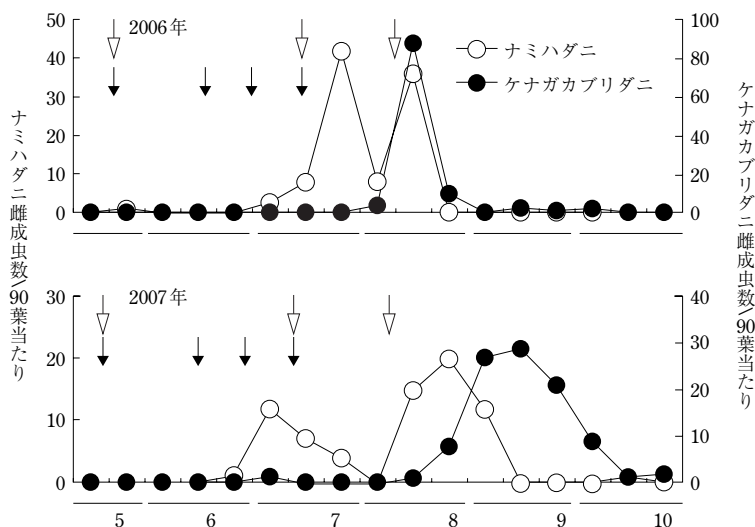


図-1 慣行防除のリング園におけるケナガカブリダニとナミハダニの発生消長 (2006 年, 2007 年)

矢印の黒は殺虫剤 (5 月下旬と 6 月下旬: 有機リン剤, 6 月中旬: ネオニコチノイド剤, 7 月上旬: 合成ビレスロイド剤), 白は殺ダニ剤の散布を示す。

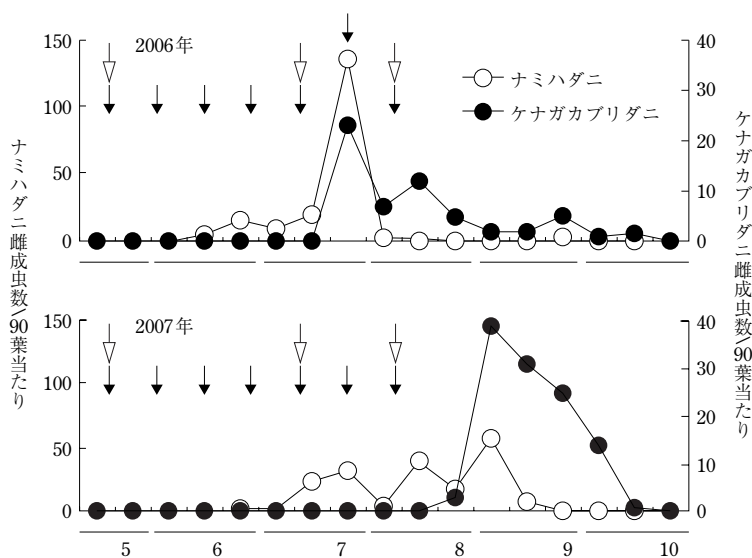


図-2 合成ビレスロイド剤を連続散布したリング A 園におけるケナガカブリダニとナミハダニの発生消長 (2006 年, 2007 年) (舟山, 2010)

矢印の黒は合成ビレスロイド剤, 白は殺ダニ剤の散布を示す。

8 月中旬には多数が観察された。翌 2007 年にも本種は 8 月から観察され, 8 月中旬からナミハダニの増加とともに密度が上昇し, 10 月下旬まで観察された。このように, 秋田県の慣行防除のリング園でケナガカブリダニは, ナミハダニの発生時期には多数が観察されている。

II 合ピレ剤に対するケナガカブリダニ個体群の感受性低下

2006 ~ 07 年に, 実験的に合ピレ剤を連続散布した秋田県のリング園 A におけるケナガカブリダニとナミハダニの雌成虫の発生消長を図-2 に示した。なお, 合ピ

レ剤は、合計7種類を5～8月までに、約2週間間隔でスピードスプレーにより散布した。その結果、2006年にはケナガカブリダニが7月上旬まで観察されなかったが、7月下旬にはナミハダニの増加とともに密度が上昇し、10月中旬まで発生した。翌2007年は8月中旬までケナガカブリダニの発生がほとんど見られなかったが、8月下旬以降はナミハダニの発生に連動して、9月上旬に急増したのち、9月中旬以降は減少した。このようにリンゴ園Aでは天敵類に悪影響が強い合ピレ剤が連続散布されたにもかかわらず、2006年は散布期間中から、2007年は連続散布後に速やかにケナガカブリダニの密度が増加した。これらの観察から、リンゴ園Aに発生したケナガカブリダニ個体群は合ピレ剤に対して感受性が低下しており、その悪影響を受けていないと考えられた。

リンゴ園Aと秋田県各地の慣行防除のリンゴ園から採集したケナガカブリダニ個体群雌成虫の合ピレ剤に対する感受性を表-1に示した。リンゴ園Aで採集した個体群は、1989年は合ピレ剤に対して高い感受性を示したが、2006年の死虫率は最高でも32%であり、本種雌成虫は常用濃度の合ピレ剤に浸漬されても生存することができた。本種の各地から採集した個体群も合ピレ剤に対する感受性が低下しており、リンゴ園Aの結果と同様であった。このように、これらの比較は、前述の慣行防除のリンゴ園における発生消長(図-1, 2)を裏付ける結果であった。AMANO et al. (2004) は本種の雌成虫の各種殺虫剤に対する死虫率から、IOBC toxicity categories (HASSAN, 1994) の天敵に対する各種殺虫剤の死虫率に基づいて、殺虫剤の影響を、影響がない(<

30%)、軽度の影響がある(30～79%)、中程度の影響がある(80～99%)および影響がある(>99%)の4段階で評価している。本感受性検定の結果は、「影響がない」～「軽度の影響」の範疇であり、秋田県では明らかに広範囲のリンゴ園で合ピレ剤に対する感受性の低下したケナガカブリダニ個体群が発生していることを示している。

静岡県のカキ園に生息するケナガカブリダニは、当初は有機リン系殺虫剤とカーバメート系殺虫剤に対する抵抗性の発達が報告され(浜村, 1986)、その後に合ピレ剤に対する抵抗性の発達が報告されている(MOCHIZUKI, 1994; 2003)。このような経緯や各種系統の殺虫剤を散布している慣行防除のリンゴ園でも本種が多数観察されていることから見て、秋田県の各地リンゴ園に発生している本種個体群はすでに合ピレ剤以外の各種の殺虫剤に対しても感受性が低下している可能性がある。この点は、今後、詳細に調査する必要があるだろう。なお、ケナガカブリダニの有機リン剤とカーバメート剤抵抗性の遺伝様式は、完全優性か不完全優性であるため、抵抗性個体が感受性個体と交雑しても抵抗性は簡単には消失しない(浜村, 1986)。一方、本種の合成ピレ剤抵抗性レベルは、感受性個体との交雑によって低下することが指摘されている(望月, 2003)。

III ケナガカブリダニを利用したナミハダニ IPM の可能性

前述Iの慣行防除のリンゴ園(図-1)では、9月以降は殺ダニ剤を散布しなくとも、ケナガカブリダニの増加とともにナミハダニが減少している。現地リンゴ園でも

表-1 リンゴ園から採集したケナガカブリダニ6個体群の合成ピレスロイド系殺虫剤に対する感受性(1989, 2006, 2008年)(舟山, 2010)

殺虫剤 (成分%, 剤型) ^{c)}	濃度 (ppm)	死虫率(%) ^{a)}						
		A園	A園	B園	C園	D園	E園	F園
		1989年	2006年	2008年	2008年	2008年	2008年	2008年
ビフェントリン(2, WP)	20	— ^{b)}	30	14	9	12	16	21
シフルトリン(5, EC)	25	100	22	5	9	18	7	12
シハロトリン(5, WP)	25	100	32	19	21	16	19	26
シベルメトリン(20, WP)	100	100	5	7	18	16	5	11
フルバリネット(20, WP)	100	100	27	9	16	19	18	18
ベルメトリン(20, WP)	100	100	30	14	19	11	18	9
フェンプロパトリン(10, WP)	100	— ^{b)}	29	18	18	21	23	12
シラフルオフェン(10, WP)	50	— ^{b)}	17	5	2	2	4	5
トラロメトリン(1.4, SC)	7	100	18	11	16	16	9	7

各園では合ピレ剤を1年間に1回以上使用している。^{a)} 雌成虫60頭を供試,^{b)} 未調査,^{c)} WP:水和剤, EC:乳剤, SC:フロアブル。

同様の現象が観察されている(本郷・舟山, 2004)ことから、秋期にはすでにケナガカブリダニによるナミハダニの生物防除が機能していると考えられる。しかし、本種がナミハダニの発生盛期(7~8月)に働き、殺ダニ剤散布を削減できなければ、多くのリンゴ生産者はその有効性を実感できないだろう。一般に、果樹園におけるカブリダニ類の発生密度はハダニ類の密度が被害発生レベルに達した後に上昇する(KISHIMOTO, 2002)ため、このタイムラグがカブリダニ類によってハダニ類を効果的に防除できない主要因と考えられている(KAWASHIMA and AMANO, 2006)。ハダニ類の密度を持続的に低く保つという生物防除の目的を果たすためには、代替餌などでカブリダニ類を植物に定着させ、ハダニ類の発生に先手を打つ必要がある(矢野ら, 2009)。TOYOSHIMA et al. (2008)はカブリダニ類のハダニ類が発生するまでの期間の代替餌として、花粉(McMURTRY and CROFT, 1997)やフシダニ類(KASAI et al., 2002)の利用の可能性を示している。リンゴ園に発生するリンゴサビダニ *Aculus schlectendali* はハダニ類よりも発生時期が早く(舟山, 1999)、その存在がケナガカブリダニの定着を高める可能性も示唆されている(舟山・大隅, 2001)。今後、慣行防除のリンゴ園でケナガカブリダニを効果的に利用するためには、代替餌などをを用いた本種の発生時期をコントロールする技術を開発する必要がある。

また、リンゴ園ではリンゴハダニ *Panonychus. ulmi* も主要なハダニ類である(本郷・舟山, 2004)。ケナガカブリダニはナミハダニの主要な天敵であるが、リンゴハダニの捕食は少ないと見られる(Toyoshima, 2003)。一方、フツウカブリダニ *Typhlodromus vulgaris* はリンゴハダニの天敵であるが、ナミハダニを餌としては育てできないことが報告されている(Toyoshima, 2003)。したがって、リンゴ園における土着カブリダニ類によるハダニ類のIPMには、両種の存在が必要かもしれない。秋田県の慣行防除リンゴ園では春期と秋期にフツウカブリダニも確認されている(本郷・舟山, 2004)ことから、フツウカブリダニも各種殺虫剤に対して感受性が低下している可能性があるかもしれない。今後、この点に関しても詳細な調査が必要だろう。

おわりに

土着天敵の保護利用において、天敵類の生存や繁殖、行動等を高めるような生息環境管理は根幹をなす重要な技術である(LANDIS et al., 2000)。例えば、畑作ではライグラスやクローバーの混作や雑草を残す等の草生管理によって、クモ類やゴミムシ類等の徘徊性捕食者や寄生蜂

の密度が高まった例が報告されている(田中, 2009)。人為的に設けた植生が天敵を誘引するメカニズムについては、一般に植生が温湿度の安定した生息環境となり、天敵類の隠れ場所や代替餌の提供の場として利用されることが考えられる(山下, 2009)。

リンゴ園の下草ではケナガカブリダニが観察されており(山田, 1979)、カキ園場では除草区よりも草生区で本種の捕獲数が増加している(國本ら, 2009)。近年、グラウンドカバープランツ導入による天敵相の増強効果が注目されている(山下, 2009)。果樹園におけるグラウンドカバープランツの導入例には、ナシ園におけるナギナタガヤ、アニユアルライグラス、クローバー(中島, 2002)、カキ園におけるヘアリーベッチ(藤井ら, 1995)等があるが、これら植物がカブリダニ類の発生・定着に及ぼす影響については未解明の部分も多い。リンゴ園におけるハダニ類のIPM確立においては、リンゴ樹上だけでなく、下草等リンゴ園全体の栽培管理方法についても検討していく必要があるだろう。

引用文献

- 1) 天野 洋 (1999): 日本ダニ学会誌 8: 1 ~ 7.
- 2) AMANO, H. et al. (2004): J. Acarol. Soc. Jpn. 13: 65 ~ 70.
- 3) 藤井義晴ら (1995): 雑草研究 別号 34: 110 ~ 111.
- 4) 舟山 健 (1999): 秋果試研報 26: 1 ~ 13.
- 5) ——— (2000): 北日本病虫研報 51: 256 ~ 260.
- 6) ——— (2010): 応動昆 54: 208 ~ 211.
- 7) ———・高橋佑治 (1995): 秋果試研報 25: 19 ~ 30.
- 8) ———・大隅専一 (2001): 北日本病虫研報 52: 244 ~ 246.
- 9) 浜村徹三 (1986): 茶試研報 21: 121 ~ 201.
- 10) HASSAN, S. A. (1994): In: Pesticides and Beneficial Organisms (H. Vogt ed.). Bulletin of IOBC/WPRS, 17: 1 ~ 5.
- 11) 本郷公子・舟山 健 (2004): 北日本病虫研報 55: 256 ~ 258.
- 12) ——— (2005): 同上 56: 191 ~ 193.
- 13) KASAI, A. et al. (2002): Appl. Entomol. Zool. 37: 617 ~ 619.
- 14) KAWASHIMA M. and H. AMANO (2006): Exp. Appl. Acarol. 39: 105 ~ 114.
- 15) KISHIMOTO, H. (2002): Appl. Entomol. Zool. 37: 603 ~ 615.
- 16) 國本佳範ら (2009): 日本ダニ学会誌 18: 7 ~ 16.
- 17) LANDIS, D. A. et al. (2000): Ann. Rev. Entomol. 45: 175 ~ 201.
- 18) McMURTRY, J. A. and B. A. CROFT (1997): Ann. Rev. Entomol. 42: 291 ~ 321.
- 19) 望月雅俊 (1990): 応動昆 34: 171 ~ 174.
- 20) ——— (2002): 同上 46: 243 ~ 251.
- 21) ——— (2003): 野菜茶研研報 2: 93 ~ 138.
- 22) ———ら (2003): 北日本病虫研報 54: 174 ~ 176.
- 23) MOCHIZUKI, M. (1994): Appl. Entomol. Zool. 29: 203 ~ 209.
- 24) ——— (2003): BioControl. 48: 207 ~ 221.
- 25) 森 樊須 (1968): 植物防疫 22: 512 ~ 522.
- 26) 中島正人 (2002): 今月の農業 46(11): 72 ~ 75.
- 27) 真梶徳純・足立年一 (1978): 果樹試報 E2: 99 ~ 108.
- 28) 関田徳雄 (1990): 今月の農業 34(5): 100 ~ 103.
- 29) 田中幸一 (2009): 生物多様性と害虫管理: 生物間相互作用と害虫管理(安田弘法・城所 隆・田中幸一編), 京都大学学術出版会, 京都, p. 225 ~ 243.
- 30) TOYOSHIMA, S. (2003): Appl. Entomol. Zool. 38: 387 ~ 391.
- 31) ——— et al. (2008): ibid. 43: 443 ~ 450.
- 32) 山田正輝 (1979): 原色リンゴ病害虫図鑑(害虫編, 天敵編)(工藤祐基編), 青森県りんご協会, 青森, p. 110 ~ 139.
- 33) 山下伸夫 (2009): 農業技術 64: 169 ~ 174.
- 34) 矢野修一ら (2009): 植物防疫 63: 635 ~ 640.