

# 果樹ハダニ類防除における天敵利用

果樹研究所リンゴ研究部 <sup>とよ</sup>豊 <sup>しま</sup>島 <sup>しん</sup>真 <sup>ご</sup>吾

## はじめに

日本の果樹には21種のハダニ類が寄生し、その中でも防除が必要な種としてはリンゴハダニ *Panonychus ulmi* (KOCH), ナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH, ミカンハダニ *Panonychus citri* (MCGREGOR), カンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* KISHIDA が知られている。いずれの種も薬剤抵抗性を発達させやすく、防除が困難な害虫に位置づけられている(野村, 1973)。リンゴハダニとナミハダニはリンゴ, ナシ, モモなどの落葉果樹で, ミカンハダニとカンザワハダニはほとんどの果樹で, 発生と被害が問題となっている。これらのハダニ類の防除に, 化学農業にかわる防除技術として天敵の利用が検討されているが, 天敵による果樹ハダニ類防除の成功例は施設ブドウに限られている。本稿では, これまで果樹で検討されてきた導入天敵の試験結果を概説し, 果樹園における天敵利用の問題点を整理する。そして, 果樹における天敵利用の方法と今後の技術的な課題について述べる。

## I 果樹ハダニ類防除に利用が検討された天敵資料

果樹において最初に取り組みられた天敵種は, 世界的に有名な捕食性天敵であるチリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* ATHIAS-HENRIOT である。本種は, 1966年に森樊須博士によりチリ産系統が導入され, ナミハダニとカンザワハダニを対象として多くの作物で放飼試験が実施されている(森・真梶, 1977)。その後, 報告は少ないものの, 引き続き果樹でも多くの放飼試験が実施されている。

古くから「アカダニ」として問題となっていたリンゴハダニには, 近年まで, 有効な土着天敵が確認されていなかった。そこで, リンゴ寄生ハダニ類防除を目的として, 1986年にニュージーランドから3種の有機リン剤抵抗性カブリダニが導入された。導入元の青森県りんご試験場では1986(昭和61)年から1990(平成2)年まで, また, 共同研究として秋田県と長野県の果樹試験場では1987(昭和62)年から1991(平成3)年まで, カ

ブリダニの生活史特性, 薬剤感受性, 越冬性, 放飼方法について調査し, それらの結果を寒冷地果樹試験成績概要集に報告している。

### 1 チリカブリダニ

導入時の放飼試験では, 施設内の一年生作物では安定的な密度抑制効果を発揮するが, ガラス室ブドウや野外の作物では効果が不安定である, といった結果を得ている(森・真梶, 1977)。その後の多くの放飼試験において, チリカブリダニは樹上における定着性に欠けることが推察されるようになった。高橋ら(1998)が施設ブドウの下草に発生するカンザワハダニをチリカブリダニで防除し, 樹上のハダニ発生を抑えることを報告しているが, ここでも樹上での利用は困難であると指摘している。現在までに, 施設外の果樹にチリカブリダニが定着し, 樹上のハダニ密度を低下させた例は報告されていない。

### 2 オクシデンタリスカブリダニ *Metaseiulus occidentalis* (NESBITT)

本種は, 薬剤抵抗性について研究が進んでおり, 有機リン剤抵抗性系統が導入された。室内において, 餌としてナミハダニを接種したインゲンマメ葉上で発育を観察し, 内的自然増加率として0.094(20°C)と0.167(24°C)が得られた。薬剤感受性としては, 有機リン剤に対しては剤により感受性が異なり, 殺ダニ剤に感受性が低かった。また, 合成ピレスロイド剤と一部の殺菌剤については感受性が高かった。放飼した翌年のリンゴ樹上で棲息が確認されたことから, 日本で越冬できることが確認されたものの, 日本の慣行防除園での定着は困難であると推察される。放飼試験の結果の詳細については報告されておらず, 野外における本種のハダニ抑制能力は不明である。

### 3 ファラシスカブリダニ *Amblyseius fallacies* (GARMAN)

本種は, ナミハダニとリンゴハダニの両種を捕食することで北米を中心に研究が進んでおり, 有機リン剤抵抗性系統が導入された。ナミハダニを餌としてインゲンマメ葉上で0.144(20°C)と0.187(24°C)の内的自然増加率を示し, 10°C, 10時間照明の日照条件で卵から飼育すると生殖休眠し, 生殖休眠を誘導した雌成虫は, 成虫化後30日間, 産卵能力を有することが確認された。また, 休眠を誘起していないファラシス雌成虫を4°Cで

飼育すると、約2週間は生存するものの、1か月で75%、2か月で100%の個体が死亡した。一方、放飼したリンゴ樹で翌年にも確認されていることから、野外では越冬できるものと推察された。ナミハダニを寄生させたインゲンマメをリンゴ園周辺に自生するハンノキの根元において、ファラシスカブリダニが定着しているかを確認したところ、土着のケナガカブリダニのみが採集された。しかし、この結果から果樹園周辺の自然植生へ分散せず、また、定着しないと判断できない。

薬剤感受性としては、合成ピレスロイド剤には感受性が高く、有機リン剤には剤により感受性が異なり、殺ダニ剤に感受性が低く、一部の殺菌剤について感受性が高かったことなどから、慣行防除園における定着は困難であると推察される。

野外への放飼方法として、インゲンマメ葉上にナミハダニと同時に接種したカブリダニをマメ葉ごとリンゴ樹に接種する方法を基本とし、ハダニとカブリダニの接種数や放飼(リンゴ樹への接種)のタイミング、リンゴ樹へのマメ葉の接種方法が検討された。しかし、土着種が同時に採集されているものの、リンゴ樹上におけるすべてのカブリダニ種を同定していないので、結果については判然としない。

#### 4 パイライカブリダニ *Typhlodromus pyri* SCHEUTEN

本種は、捕食数は少ないもののリンゴハダニの有力な天敵として北米やオーストラリアで研究されており、有機リン剤と合成ピレスロイド剤抵抗性系統が導入された。インゲンマメでの飼育が困難であったため、ナミハダニを接種したバラ葉で発育が観察され、発育限界温度として13~17°Cが算出され、一部の殺菌剤に感受性が高いことが確認されている。野外への放飼試験の結果については報告されておらず、果樹園における定着性やリンゴハダニの捕食能力については不明である。

## II 果樹園における天敵利用の問題点

天敵を利用するうえでは、目的の害虫を捕食する能力に加えて、利用したい作物上で活動するかが重要となる。上述のように、果樹では4種の導入天敵の利用が検討されてきたが、チリカブリダニについては樹上で定着しにくいことが明らかになった。一方、海外の果樹で利用されている他3種の定着性の悪い原因については明らかになっていない。しかしながら、たとえ「天敵と作物の関係」が解決しても、果樹で天敵を利用する場合には、さらに、以下の三つの大きな問題を解決しなければならない。

### 1 殺虫剤散布の問題

日本の果樹には100種以上の害虫が寄生する樹種が多く、200種以上の害虫が記録されているリンゴでは、主要害虫に対して年間10回以上の殺虫剤散布は不可欠である。この過密な殺虫剤散布スケジュールは、天敵活動を阻害してハダニ類の恒常的な発生をもたらしたと考えられている。この指摘が正しければ、殺虫剤散布を削減することにより、天敵の活動が活発化し、ハダニ類の問題は解決することになる。

近年、落葉果樹では、主要鱗翅目害虫に対して性フェロモン剤を利用した交信かく乱法が導入され、減農薬に取り組み始めている。主要害虫に対する殺虫剤散布を削減することにより、ナミハダニに対する殺ダニ剤散布も削減されるなどの副次的効果が見られ、減農薬が減農薬を生じる相乗効果が部分的に実証されつつある。一方、交信かく乱法を導入したリンゴ園ではナミハダニにかわってリンゴハダニが発生する場合もあり、天敵利用によるリンゴハダニの防除が求められていることも事実である。交信かく乱法には、リンゴハダニのような二次害虫の顕在化の問題だけでなく、効果の不安定性や資材コストなどの問題点も指摘されており、天敵利用を促進するためには、交信かく乱法の補完技術の開発も必要となっている。

### 2 隣接する自然植生の問題

果樹園周辺の自然植生は一般に害虫の発生源であり、実際、ナシ園周辺に植栽されているイヌツゲで増殖したミカンハダニが風によりナシ園に侵入したり(國本ら、1993)、クサギやアケビで発生したカンザワハダニが隣接するスイカやエンドウ圃場に発生することが報告されている(森下・高藤、1999)。一方、周辺の自然植生は天敵の棲息場所としても知られる。例えば、果樹園の防風樹のイヌマキではニセラーゴカブリダニ *Amblyseius eharai* AMITAI et SWIRSKI とコウズケカブリダニ *Amblyseius sojaensis* EHARA が棲息し(井上ら、1991)、クサギやアケビではカブリダニ類、ハダニバエ類、ハネカクシ類、ハダニアザミウマなどのハダニ捕食性天敵類も確認されている(森下・高藤、2000)。このように、果樹園周辺の自然植生にはハダニとその天敵類が棲息するので、果樹でのハダニ類防除は果樹園内で完結しないことを理解し、周辺の自然植生におけるハダニ類発生源の特定と天敵類の寄主植物を把握し、それらを含めた適切な管理でハダニや天敵の発生を制御できるか検討することが必要である。

### 3 面積の問題

施設栽培作物を中心とした天敵利用では、施設全面への「大量放飼法」が基本になっている(根本、2003)

が、増殖した天敵を果樹園に大量放飼する方法は、経済的に見合わないばかりか、放飼する技術によっては果樹園全体にその効果を浸透させることが困難である。チリカブリダニは、施設栽培作物において10a当たり6,000頭の放飼密度が推奨されており(根本, 2003), これは、殺ダニ剤1回分を大きく上回る経費を必要とする。この放飼密度でわい性台木を利用した一般的なリング園(10a当たり125本が植栽されている)に放飼する場合、1樹当たり42頭を放飼することになる。発生数が多ければ防除に失敗するかもしれない、発生が少なければ定着しないで放飼が無駄になるかもしれない、というジレンマに陥るような放飼密度である。たとえ定着しても、隣の樹までの距離が遠いなどの問題が残るので、総合的な解決が必要である。

### III 果樹における天敵利用の発想

天敵を利用するうえで殺虫剤散布を削減し、その状態を維持することが重要であることはいうまでもない。次に、どのような天敵をどのように利用するかは作物ごとに考えなければならない。果樹では天敵の効果を果樹園全体に浸透させる方法が大きな課題である。

篤農家といわれる人々は、果樹園でハダニが発生する樹を認識している場合が多いようである。そのような農家ならば、ハダニが発生している樹を中心に天敵を放飼することは可能である。ところが、多くの場合、微小なハダニの発生を初期に発見することは困難である。また、天敵を放飼した部分では防除が成功しても、果樹園全体での防除を成功させるためには、少量の天敵を放飼して増殖させ、後代の防除効果を期待する「接種の放飼法」による天敵利用が望まれる。果樹園では、放飼した天敵を増殖させるための餌の供給源として、下草が注目されている。下草を利用したハダニ防除法として、施設ブドウの下草にチリカブリダニを放飼して、下草に発生するカンザワハダニの密度を低下させて、樹上に移動するハダニ個体数の減少に成功した例がある(高橋ら, 1998)。これは、特定の条件下での成功例ではあるが、広大な果樹園に広がる樹下草生の利用が可能であることを示唆している。放飼した少量の個体が増殖できるような草種を選択し、果樹園全体に分散するような草生管理が、果樹園の面積の問題を解決するかもしれない。

果樹園の下草の雑草種を増加させると、多くの天敵を果樹園に取り込むことが可能かもしれない。上述のように果樹園周辺の自然植生は天敵の宝庫であり、現在、天敵を取り込むことを目的とした雑草管理が農家レベルで試みられている。雑草種が増加すると、雑草の花粉や寄

生する微小昆虫類やカビなどが豊富になり、それらを餌とする様々な天敵が果樹園に定着すると考えられている。雑草の種類を増やす方法としては、草刈り頻度を工夫したり、特定の牧草を播種したりして増加させることなどがある。どのような草種や草種群が天敵類の温存に効果的なのかは、近年の取り組みによって解明されると考えられる。

ハダニ類を捕食する天敵として、カブリダニ類や捕食性昆虫類など多くの種類が知られている(根本, 2003)。移動能力の高い昆虫天敵は果樹園内における分散能力が高いかもしれないが、ハダニ密度が高くないと定着しない。一方、飛翔能力を有しない捕食性ダニ類やクモなどは分散能力が劣るものの、定着しやすいと考えられる。定着しやすい天敵の中でも、ハダニ類に捕食性を示すカブリダニはハダニ密度を低く維持すると考えられており、ハダニ類防除体系を安定させる鍵となるだろう。果樹園やその周辺の自然植生には多様な土着カブリダニが棲息しており、それらを果樹園に取り込み、果樹園内で温存するとともに、その捕食活動を活性化するような取り組みが、果樹における天敵利用の成功例を導くかもしれない。そこで、果樹に棲息する土着カブリダニについていままでの知見を紹介する。

### IV 果樹に棲息する土着カブリダニ類

日本には77種のカブリダニが農生態系および自然植生から採集されているが(EHARA and AMANO, 1998), 果樹園における土着カブリダニの調査は始まったばかりである。近年、小池ら(1998)が開発したファイトトラップにより樹上に多様なカブリダニ類の棲息が認識されるようになった。現在までに、殺虫剤散布を削減した果樹園を中心として18種のカブリダニが採集されている(表-1)。その中でも、ケナガカブリダニ *Amblyseius womersleyi* SCHICHA, ミヤコカブリダニ *Amblyseius californicus* (McGREGOR), ニセラーゴカブリダニ, コウズケカブリダニ, フツウカブリダニ *Typhlodromus vulgaris* EHARA は、捕食性のカブリダニとしてその生態特性が解明されている。

ケナガカブリダニは、日本、朝鮮半島、台湾、オーストラリアに分布し、日本では多くの作物上のハダニ類を捕食する天敵として知られ、生活史特性や捕食能力の解明だけでなく、薬剤抵抗性系統の育成も行われている(MOCHIZUKI, 1997など)。また、チャに寄生するカンザワハダニの防除に成功しており(浜村, 1986), 注目される土着種である。ハダニ防除を目的として本種を大量増殖して果樹へ放飼することが各地で試みられているが、

表-1 殺虫剤散布条件の異なる果樹園で採集されたカブリダニ類

和名 <sup>a)</sup>	学名 <sup>b)</sup>	リンゴ園		ナシ園			ミカン園		出典
		無散布	慣行散布	選択性 <sup>c)</sup>	無散布	無防除 <sup>d)</sup>	慣行散布	無散布	
アイヌ	<i>A. ainu</i>		○						4
ヘヤ	<i>A. barkeri</i>				○				6
ミヤコ	<i>A. californicus</i>	○	○		○	○			4,5,17
ニセラーゴ	<i>A. eharai</i>		○		○	○	○	○	4,6,10
コヤマ	<i>A. koyamanus</i>				○				6
マクワ	<i>A. makuwa</i>				○				4,6
サイタマ	<i>A. nemotoi</i>				○				6
オキナワ	<i>A. okinawanus</i>			○	○				5,6
トウヨウ	<i>A. orientalis</i>			○	○	○			4,5,6
パラキ	<i>A. paraki</i>			○	○				5,6
コウズケ	<i>A. sojaensis</i>		○		○	○	○		4,5,6,14
ミチノク	<i>A. tsugawai</i>			○	○				4,5,6
ケナガ	<i>A. womersleyi</i>	○	○		○	○			4,17
トモエ	<i>P. blakistoni</i>					○			4
ケプト	<i>P. nipponicus</i>					○			4
ニセパイライ	<i>T. pseudopyri</i>				○				4
フシ	<i>T. serrulatus</i>				○				5,6
フツウ	<i>T. vulgaris</i>	○	○		○	○	○	○	4,10,17

<sup>a)</sup> 語尾の「カブリダニ」を省略。 <sup>b)</sup> *A.* = *Amblyseius*, *P.* = *Phytoseius*, *T.* = *Typhlodromus*. <sup>c)</sup> 天敵類に影響が少ない殺虫剤等を散布したナシ園 (出典5参照)。 <sup>d)</sup> 殺虫剤, 殺菌剤無散布ナシ園 (出典4参照)。

残念ながら、詳細な結果については報告されていない。

ミヤコカブリダニは世界的に分布する種で、ナミハダニ、リンゴハダニの捕食者として知られている。日本では、ハダニが寄生するリンゴ、ナシやクズ葉上で棲息することが多く、しばしばケナガカブリダニとともに採集される。また、本種は花粉による飼育が可能であるなどの特性を有する。近年、コパート社が製造する天敵製材として日本に輸入され、施設イチゴなどで利用が試みられているが、日本の土着個体群との遺伝的交流や土着近縁種との競合が懸念される。

ニセラーゴカブリダニとコウズケカブリダニは日本および近隣諸国に分布し、日本ではカンキツで発生するミカンハダニの天敵として、その生態、増殖特性、花粉などの代替餌について調査されている (TANAKA and KASHIO, 1978; OSAKABE et al., 1986)。また、前者は、モモサビダニ *Aculus fockeui* (NALEPA et TROUSSART) やトドマツノハダニ *Oligonychus ununguis* (JACOBI) を捕食し、後者は、オウトウハダニ *Amphitetranychus viennensis* (ZACHER), ニセナシサビダニ *Eriophyes chibaensis* KADONO, モモサビダニを捕食することが確認されているが、両種ともハダニが構築する網を得意とせず、カンザワハダニやナミハダニの密度抑制には効果が認められていない。

フツウカブリダニは日本および近隣諸国に分布し、多くの植物上で採集される。自然植生ではフシダニ類の捕

食者として知られ、しばしば、薬剤散布を控えた落葉果樹やカンキツで優占種になる。リンゴハダニの天敵として、その生活史特性や発生生態が解明されているが、ナミハダニを餌として飼育した場合には発育しないことが確認されている (TOYOSHIMA, 2003)。

## おわりに

果樹のハダニ防除のために利用が検討された天敵種はカブリダニだけであり、また、今後注目されるのもカブリダニが中心になるだろう。しかし、一般に、大発生しているハダニをカブリダニだけで抑えることは不可能とも考えられている。天敵昆虫に比べて、カブリダニは1個体の捕食能力が低いので、ハダニ個体群の密度を抑制するためには個体数を増加させなければならない。カブリダニを利用する場合には、ハダニが増加するタイミングに合わせてあらかじめ放飼することが必要となり、そのためには、ハダニ以外の餌資源が必要であったり、ハダニが増加するまでそこにとどまるような定着場所がなければならない。近年、代替餌や定着場所を提供すると考えられる果樹園の下草が注目されているのは、このような理由からでもある。

しかし、カブリダニの本来の役割は、増加したハダニ個体群を壊滅させることではなく、ハダニ類を低い密度で推移させることにあると考えられる。カブリダニは、ハダニ個体群を完全に根絶させないよう、適度にハダニ

を食べ残し、餌の供給バランスを巧妙に保つことのできるハダニ密度の管理者である。自然生態系では、カブリダニによる巧妙な密度管理がハダニの大発生を抑えているのかもしれない。果樹には多様なカブリダニが棲息することが可能なので、これらの生態を解明すれば、安定な食物連鎖網を果樹園に構築することが可能と思われる。

## 引用文献

- 1) EHARA, S. and H. AMANO (1998): Species diversity 3: 25~73.
- 2) 浜村徹三 (1986): 茶試報 21: 121~201.
- 3) 井上晃一ら (1991): 応動昆 35: 49~56.
- 4) KISHIMOTO, H. (2002): Appl. Entomol. Zool. 37: 603~615.
- 5) 小池 明ら (1998): 応動昆 42: 21~23.
- 6) ———ら (2000): 同上 44: 35~40.
- 7) 國本佳範ら (1993): 同上 37: 69~73.
- 8) MOCHIZUKI, M. (1997): Appl. Entomol. Zool. 41: 1~5.
- 9) 森 樊須・真梶徳純 (1977): チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除, 日植防, 東京, 89 pp.
- 10) 森 介計 (1973): 愛媛果樹試研報 4: 43~55.
- 11) 森下正彦・高藤晃雄 (1999): 応動昆 43: 129~134.
- 12) ———・————— (2000): 同上 44: 235~239.
- 13) 根本 久 (2003): 天敵利用で農薬半減, 農文協, 東京, 198 pp.
- 14) 野村健一 (1973): 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究, 日植防, 東京, 112 pp.
- 15) OSAKABE, Mh. et al. (1986): Appl. Entomol. Zool. 21: 322~327.
- 16) 高橋文雄ら (1998): 応動昆 42: 71~76.
- 17) TANAKA, M. and T. KASHIO (1977): Bull. Fruit Tree Res. Stn., Japan, D1: 49~67.
- 18) TOYOSHIMA, S. (2003): Appl. Entomol. Zool. 38: 387~391.

## 登録が失効した農薬 (15.9.1~9.30)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造業者又は輸入業者）登録失効年月日。

## 「殺虫剤」

## ●エチルチオメトン・PHC粒剤

14131: ダイシストン・サンサイド粒剤 (バイエルクロップサイエンス(株)) 2003/9/22

14132: ヤシマダイシストン・サンサイド粒剤 (八洲化学工業(株)) 2003/9/22

## ●カルタップ水溶剤

14167: バダゲン錠剤 (住化武田農薬(株)) 2003/9/27

## ●ダイアジノン・ベンゾエピン粒剤

17909: ラズベン粒剤 (アグロ カネショウ(株)) 2003/9/26

## ●プロチオホス・マシン油乳剤

18794: バイエルシルビーワン乳剤 (バイエルクロップサイエンス(株)) 2003/9/28

## ●ベルメトリン粒剤

17073: ガードベイト A (サンケイ化学(株)) 2003/9/8

## ●CVMP粉剤

17068: ガードサイド粉剤 DL (BASFアグロ(株)) 2003/9/8

17069: クミアイガードサイド粉剤 DL (クミアイ化学工業(株)) 2003/9/8

## ●MPP水和剤

14147: 三共バイジット水和剤 40 (北海三共(株)) 2003/9/27

## ●NAC・PAP粉剤

14164: パブナック粉剤 DL (三共アグロ(株)) 2003/9/27

## ●PAP粉剤

17071: 日農エルサン粉剤 2 DL (日本農薬(株)) 2003/9/8

## 「殺菌剤」

## ●ベンシクロン水和剤

16146: モンセレン水和剤 (バイエルクロップサイエンス(株)) 2003/9/24

16148: 三共モンセレン水和剤 (北海三共(株)) 2003/9/24

## ●メプロニル水和剤

18789: クリーングラスフロアブル ((株)理研グリーン)

2003/9/20

## ●EDDP水和剤

14151: 三共ヒノザン水和剤 (北海三共(株)) 2003/9/27

## 「殺虫殺菌剤」

## ●MEP・フサライド水和剤

14122: 三共ラブサイドスミチオン水和剤 (北海三共(株)) 2003/9/14

## 「除草剤」

## ●アジムスルフロン・オキサジクロメホン・ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル剤

20467: アベンティスパットフル A 250 グラム (バイエルクロップサイエンス(株)) 2003/9/7

## ●オキサジクロメホン・ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル剤

20470: アベンティスパットフル L 250 グラム (バイエルクロップサイエンス(株)) 2003/9/7

## ●オキサジクロメホン・プロモブチド・ベンゾフェナップ粒剤

20463: アベンティスサムライジャンボ (バイエルクロップサイエンス(株)) 2003/9/7

## ●ジメタメトリン・ピペロホス・MCPB粒剤

15209: クサノック粒剤 (住化武田農薬(株)) 2003/9/28

## ●ダイムロン・ピリブチカルブ・ベンスルフロンメチル剤

18808: [DIC] クサトリージャンボ (大日本インキ化学工業(株)) 2003/9/28

18811: [DIC] クサトリー L ジャンボ (大日本インキ化学工業(株)) 2003/9/28

## 「野そ剤」

## ●クロロファシノン粒剤

18628: ネズコ粒剤 L ((株)タニサケ) 2003/9/10