

# 捕食性天敵カブリダニと選択性殺ダニ剤併用による ハダニ密度抑制とそのプロセス

石原産業株式会社 <sup>もり</sup> 森

<sup>こう た ろう</sup> 光太郎

## はじめに

ハダニ類は、多くの作物を加害し、薬剤感受性の低下が起りやすい重要害虫の一つである(江原・真梶, 1996)。そこで、天敵製剤を利用したハダニ防除の技術開発がなされてきた。農業に替わる防除手段という側面のほか、薬剤の感受性低下を回避・遅延する手段としても、天敵製剤利用を基盤としたIPM技術の開発は有意義である。この場合、鍵となるのは天敵製剤と農業の併用方法の確立であろう。

日本では放飼増強法(augmentation)のエージェント候補として1966年にチリカブリダニが導入され約50年になる(例えば森, 1993)。現在、*Tetranychus*属ハダニ防除用として日本で市販されている主な天敵製剤は、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。チリカブリダニはタイプIに分類される*Tetranychus*属ハダニに専門化したカブリダニである。一方、ミヤコカブリダニは、タイプIIに分類される*Tetranychus*属ハダニを好む広食性種であり、花粉を餌にして増殖することも可能である(McMURTRY et al., 2013)。

これらのカブリダニ製剤の平成25年度の出荷金額は、3.0億円と1.7億円(日本植物防疫協会 編, 2014)であり、ここ数年は年に10から60%の割合で増加傾向にある。しかしながら、殺虫剤全体の出荷金額からすれば、1%に満たない。このように普及が進まない理由の一つは、効果が不安定なことが挙げられる。

ロトカ=ヴォルテラのモデルから単位時間当たりの天敵の捕食量(=捕食率×天敵個体数)が害虫の増殖率を上回らなければ、害虫密度が減少することはないことがわかる。したがって、害虫密度を減少させるためには、害虫の増殖率を低下させるか、天敵1頭当たり時間当たりの捕食量(捕食率)を増加させるか、あるいは、天敵密度を増加させることが必要である。ある環境下、天敵

の捕食率や害虫の増殖率はそれぞれの種に固有の値をとると考えられるので、前二者を変えるのは現状では難しいだろう。

したがって、対象害虫に対して防除効果を発揮するには、その害虫個体数に対して一定以上の天敵個体数を維持することが重要と考えられる。ここで天敵個体数と害虫個体数の比率(天敵個体数/害虫個体数)を天敵比率と呼ぶ。害虫の発生した圃場において、天敵比率を①一定以上の値にすること、および②その値以上そのまま維持することが防除技術開発の目標と言える。

これらを実現する一つの方法として、本稿ではカブリダニ製剤と選択性殺ダニ剤との併用技術開発について紹介したい。特に、筆者も関与した山口ら(2014)と伊藤ら(2014)の紹介を中心に、この併用によってどのようにして防除効果を得られるかについて、ハダニ密度、カブリダニ密度、天敵比率、ハダニとカブリダニの空間分布のそれぞれの経時的変化に注目した解析結果について述べる。

ここで紹介する試験を実施するにあたり、ご指導いただいた平野耕治博士に感謝申し上げます。

## I ナスにおけるチリカブリダニと プロピレングリコール モノ脂肪酸エステル乳剤の併用

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、ハダニ類の密度低下に有効な天敵と考えられている。しかしながら、実圃場での利用場面ではハダニ個体群の増加にチリカブリダニの捕食が追いつかず、防除に失敗する例も多い。

そこで山口ら(2014)は、チリカブリダニ(チリガブリ®)とプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤(アカリタッチ®乳剤)との併用効果について検討した。石原産業株式会社中央研究所内のガラス温室(底面2.6m×1.8m、開口部に目合1mmの防虫ネットを展張)4棟にポット植えナス(品種‘千両2号’)を15株ずつ設置した(間隔は30cm)。2003年6月13日にすべてのナス株にインゲンで継代飼育したナミハダニ雌成虫を株当たり5頭接種した。ガラス温室1棟ごとに以下の試験区を設定した。

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1,000倍希釈液を10a当たり200l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1,000倍希釈液を10a当たり200l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）：ハダニに対する防除を行わなかった。

### 1 防除効果

無処理区では、7月9日に株当たりナミハダニ雌成虫数は848頭のピークに達し、その後、ナミハダニの高密度発生によるナスの生育不良によってナミハダニ密度は減少した（図-1）。一方、チリ・アカリ区では、ナミハダニ密度は低密度に維持された。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に比べると増加は遅いがピークの個体数は無処理区と同等かそれ以上になり、その後ナミハダニ高密度発生によるナスの生育不良によって、ナミハダニ密度が減少した。チリ・アカリ区でのみナミハダニ密度をうまく抑制できた理由について、以下で考察する。

チリカブリダニはいずれの試験区でも定着したが、チリカブリダニを2回放飼したアカリ・チリ区とチリ単用区のチリカブリダニ密度は、チリ・アカリ区と比べてそれぞれ7月16日と7月2日以降に高くなった。つまり、これらの区では放飼量に応じてチリカブリダニの定着数は多くなっているにもかかわらず、ハダニの防除に結びついていないことになる。

チリ・アカリ区为天敵比率（株当たりチリカブリダニ雌成虫数/株当たりナミハダニ雌成虫数）は、6月26日の時点では低いが、6月27日にプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤を散布すると、処理5日後の7月2日には0.1以上になり、その後も0.1以上の値が継続した（図-2）。一方、アカリ・チリ区とチリ単用区では、ナミハダニ高密度発生によ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日にはじめて天敵比率が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乳剤による選択的な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。

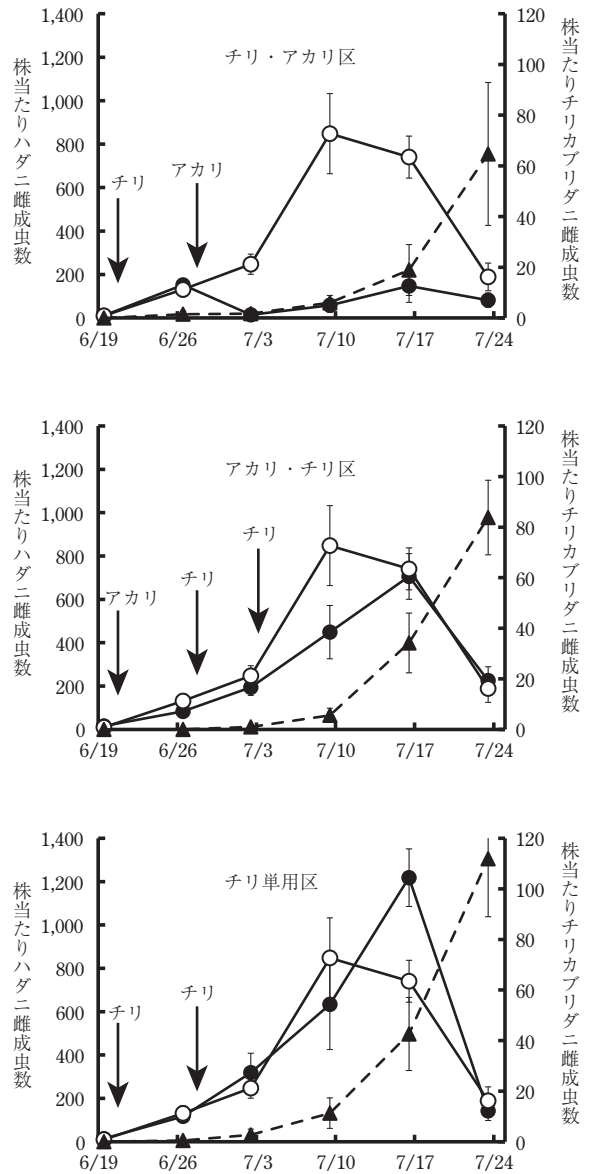


図-1 ナスにおけるチリカブリダニとプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤（アカリタッチ®乳剤）の併用試験：各試験区のナミハダニとチリカブリダニの個体群動態

2003年、石原産業株式会社中央研究所（草津市）

●：各放飼区の株当たりナミハダニ雌成虫数

○：無放飼区の株当たりナミハダニ雌成虫数

▲：各放飼区の株当たりチリカブリダニ雌成虫数

図中の「チリ」はチリカブリダニの放飼、「アカリ」はプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤の散布を示す。

図中のエラーバーは95%信頼区間を示す。

山口ら（2014）を改変。

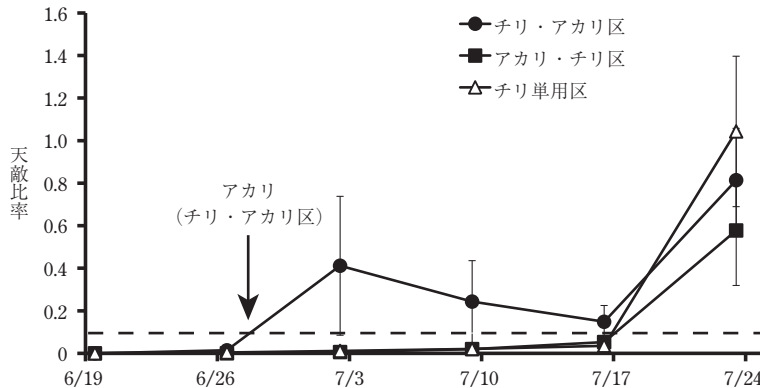


図-2 ナスにおけるチリカブリダニとプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤（アカリタッチ®乳剤）の併用試験：各試験区の天敵比率の推移  
2003年，石原産業株式会社中央研究所

株当たりの天敵比率の推移を示す。

「アカリ」はプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤の散布を示す。

図中のエラーバーは95%信頼区間を示す。

図中の点線は天敵比率 = 0.1を示す。

山口ら (2014) を改変。

一方、アカリ・チリ区で同様の効果が見られなかったのは、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布後からチリカブリダニ放飼までにナミハダニ密度が増加してしまったからと考えられる。併用の際、散布と放飼の間隔が長くなりすぎないように気をつけるべきである。

## 2 ナミハダニとチリカブリダニの空間分布

上記の密度抑制プロセスで両種の空間分布の重なりがどのように変化するか解析した。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乳剤散布後の7月2日にすでに棟全体15株当たりの天敵比率は0.1を超えているが(図-3)、株ごとの天敵比率では0.1未満の株が60%存在した(9株)。その後、日数の経過とともに天敵比率0.1を超えている株が増加し、7月23日には14株(93%)になった。一方、アカリ・チリ区とチリ単用区では、前述の通り、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日まで天敵比率は0.1を超えることはなかった。チリ・アカリ区では、天敵比率が0.1を超えた7月16日と23日にはナミハダニ数とチリカブリダニ数に正の相関が見られたが、その他の区では天敵比率が0.1を超えても正の相関はなかった。以上の結果は、チリ・アカリ区では、ハダニに対して十分な個体数のチリカブリダニが捕食と分散をしながら、ナミハダニ個体群を抑制していき、すべての株で天敵比率が0.1を超えるようになると、ハダニ数に応じてチリカブリダニが分布する状態になったことを示唆している。他の2区ではナスが生育不良に陥るまでハダニ数が十分

であったために、このようなプロセスが見られなかったと考えられた。

以上のように、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤のような選択性殺ダニ剤を散布して天敵比率を人為的に0.1以上に高めることができれば、チリカブリダニが捕食しながら株間を移動分散し、ナミハダニ個体群を抑制することが示唆された。

## 3 施設栽培イチゴでの実証試験

森ら(2010)は、宮城県と山口県の促成栽培イチゴ圃場において、チリ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技術試験を実施した。試験は、宮城県では8aの‘とちおとめ’高設栽培ハウスにて2009年9月3日から10年5月24日まで、山口県では‘さちのか’(15a)と‘紅ほっぺ’(10a)高設栽培ハウスにて2009年12月11日から10年6月10日まで実施した。宮城県では、薬剤防除を行った前年度と比較して化学農薬使用回数、防除総回数が減少し、チリ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を基本とした防除によって、複葉当たりハダニ雌成虫を1頭以下に低密度抑制することができた。一方、山口県では、ハダニ密度が葉当たり1頭以上の高密度になった場合は、選択性殺ダニ剤でいったんハダニ密度を低下させれば、その後はチリ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でハダニの低密度抑制が可能であった。

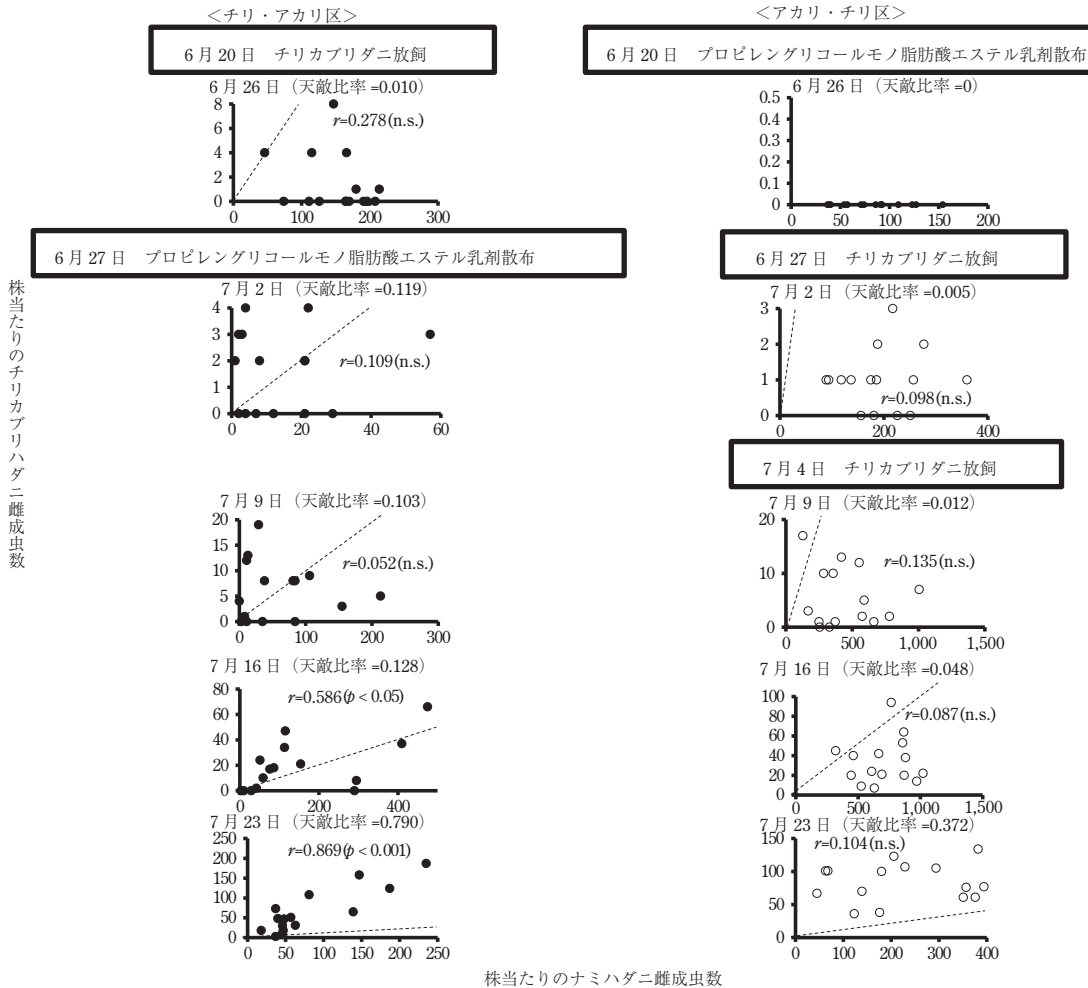


図-3 ナスにおけるチリカブリダニとプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤（アカリタッチ®乳剤）の併用試験：チリ・アカリ区とアカリ・チリ区の株当たりのナミハダニとチリカブリダニの個体数の関係

2003年，石原産業株式会社中央研究所

図中の点線は天敵比率 = 0.1 を示す。  
山口ら（2014）を改変。

## II 施設栽培イチゴにおける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

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（FRIESE 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），ハダニ類が低密度の時期でも作物上に定着できると考えられている。

ここでは，施設栽培イチゴで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試験について紹介する（伊藤ら，

2014）。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も述べる。

調査は，石原産業株式会社中央研究所内の施設栽培イチゴ（品種‘さちのか’，管理温度 12℃ 以上）において，2011年9月27日～12年3月6日に行った（定植日9月13日）。10月18日と11月1日に10a当たり5,000頭のミヤコカブリダニを天敵放飼区（68.32 m<sup>2</sup>, 313株）に放飼した。なお，開花が始まったのは，天敵放飼区では11月1日で，無放飼区（24.8 m<sup>2</sup>, 123株）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。ミヤコカブリダニ放飼後は無放飼区よ

りもナミハダニは低密度で推移したが、複葉当たり4.7～11.4頭程度と高密度であった(図-4)。そこで12月21日に、両区に対して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と(10a当たり200l相当量)、ナミハダニ密度が低下し、天敵放飼区では1月17日以降は葉当たり0.3頭以下の低水準となった。天敵比率(=

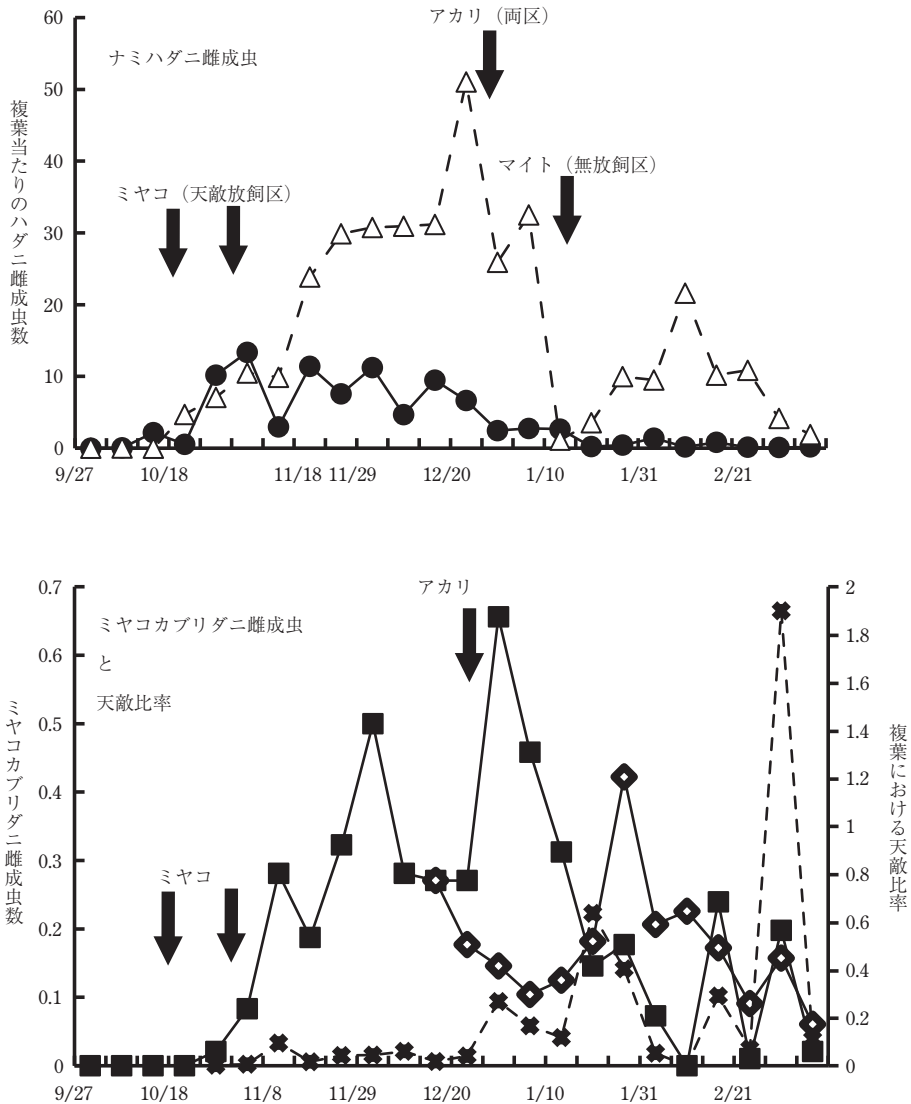


図-4 施設栽培イチゴにおけるミヤコカブリダニとプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤(アカリタッチ®乳剤)の併用試験: ナミハダニ雌成虫数、ミヤコカブリダニ雌成虫数と天敵比率の推移

2011～12年、石原産業株式会社中央研究所

図中の「ミヤコ」はミヤコカブリダニ放飼を、「アカリ」はプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布を、「マイト」はピフェナゼートフロアブル散布を示す。

上図 ●: 天敵放飼区の複葉当たりナミハダニ雌成虫数

△: 無放飼区の複葉当たりナミハダニ雌成虫数

下図 ■: 複葉当たりミヤコカブリダニ雌成虫数

◇: 花当たりミヤコカブリダニ雌成虫数(調査を12月13日以降実施)

×: 複葉における天敵比率。

伊藤ら(2014)を改変。

複葉当たりのミヤコカブリダニ雌成虫数/複葉当たりのナミハダニ雌成虫数)は、プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤散布直後から0.1以上の高い値を維持した(図-4)。一方、無放飼区ではプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤やビフェナゼートフロアブルを散布した直後には一時的にハダニ密度は低下したが、その後再び増加した。

ミヤコカブリダニは放飼直後から複葉当たり0.3~0.6頭程度で維持されていたが、ナミハダニ密度が減少した1月17日以降に遅れるかたちで複葉のミヤコカブリダニ密度も減少した(図-4)。反面、花上のミヤコカブリダニは花当たり0.1頭以上で維持された(図-4)。ここで、ミヤコカブリダニの複葉上と花上の生息状況を表す指標として、調査日ごとに、『花上ミヤコ比』=花当たりミヤコカブリダニ数/葉当たりミヤコカブリダニ数とおいた。また、ミヤコカブリダニの食物資源量比の指標として、調査日ごとに、『花数/ハダニ数』=株当たり花数/複葉当たりナミハダニ雌成虫数とおいた。圃場内の畝ごとにこれらをプロットすると、花数/ハダニ数と花上ミヤコ比には正の相関があった(図-5)。花は、ナミハダ

ニ密度が低い場合に、ミヤコカブリダニ個体群の維持に貢献していることが示唆された。

## おわりに

本稿の最初に防除技術開発の目標として、天敵比率を①一定以上の値にすること、および②その値以上に維持することを挙げた。天敵比率を一定値以上にするには、単純に考えると放飼量を増やせばよいのだが、日本では処理コストの観点から普及性は低いと思われる。そこで操作的に天敵比率を増加させることが有効である。本稿ではその手段として、カブリダニに影響のない選択性化学農薬との併用試験例を紹介した。この方法の利点の一つは害虫数のモニタリングを必要としないことである。海外でもチリカブリダニと Insecticidal soap の併用により、チリカブリダニ単独放飼よりも効果があることが報告されているが、これも同様の考え方である(OSBORNE and PERRY, 1985)。

より長期間にわたってカブリダニ個体群を圃場内で維持するにはその餌を確保する必要がある。チリカブリダニのようなハダニ専門の捕食量の多い種に対してはプロ

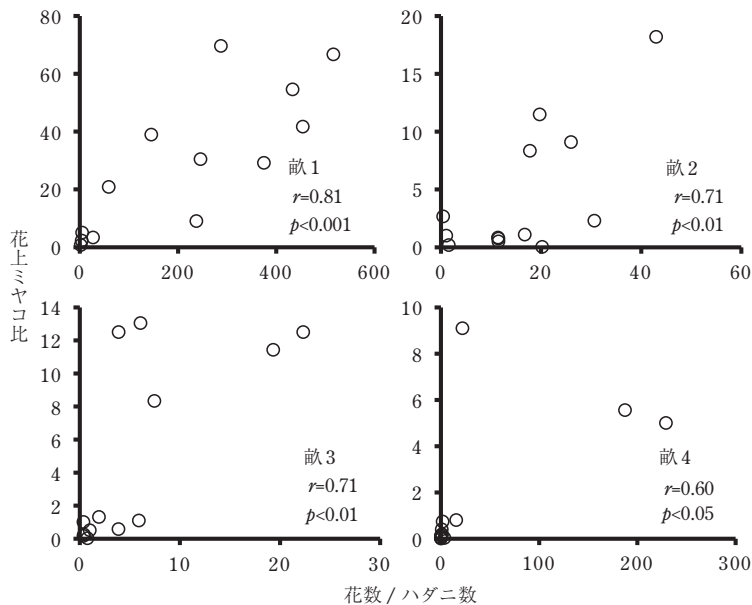


図-5 施設栽培イチゴにおけるミヤコカブリダニとプロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤(アカリタッチ®乳剤)の併用試験: 畝ごとの‘花上ミヤコ比’と‘花数/ハダニ数’の相関関係

2011~12年, 石原産業株式会社中央研究所

各調査日ごとに,

‘花上ミヤコ比’=花当たりミヤコカブリダニ数/葉当たりミヤコカブリダニ数

‘花数/ハダニ数’=株当たり花数/複葉当たりナミハダニ雌成虫数

伊藤ら(2014)を改変.

ピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤のような殺卵活性のない薬剤を利用することにより、餌のハダニ卵を残してやるのが有効かもしれない。チリカブリダニはこの卵を食べて増殖し、株当たりの天敵比率が上昇するのに伴い、分散してハダニを探索し、食い尽くしてくれることを期待できる。一方、広食性のミヤコカブリダニについては、試験例で紹介したように、花が花粉やハダニ以外微小昆虫等の代替餌の供給源となりうる。したがって、ミヤコカブリダニの場合は殺卵活性のある農薬との併用も可能だろう。

近年、カブリダニを含む天敵類を圃場に長期間維持する技術開発が活発である (MESSELINK et al., 2014)。圃場内に放飼された天敵は、産卵場所や隠れ場所の不足、高温・低温および乾燥、餌 (=害虫または代替餌) の不足、農薬の影響といった要因により、定着および増殖が困難な場合が少なくない。近年、筆者らも花粉で個体群維持できる広食性のアザミウマ剤 (アカメガシワクダアザミウマ) (森, 2013) やバンカーシート® という資材を使ったカブリダニ利用技術の開発を進めている (香川ら,

2014; 下田ら, 2014)。天敵を放飼するだけでなく、定着性を促進する工夫をすることで天敵比率を増加させる技術開発も今後の課題である。

#### 引用文献

- 1) CROFT, B. A. et al. (1998): *Environ. Entomol.* **27**: 531 ~ 538.
- 2) 江原昭三・真梶徳純 編 (1996): 植物ダニ学, 全国農村教育協会, 東京, 419 pp.
- 3) FRIESE, D. D. and F. E. GILSTRAP (1982): *Int. J. Acarol.* **8**: 85 ~ 89.
- 4) 伊藤勇弥ら (2014): *応動昆* **58**: 39 ~ 45.
- 5) 香川理威ら (2014): 第58回日本応用動物昆虫学会講演要旨集, 高知, p.32.
- 6) McMURTRY, J. A. et al. (2013): *Sys. Appl. Acarol.* **18**: 297 ~ 320.
- 7) MESSELINK, G. J. et al. (2014): *BioControl* **59**: 377 ~ 393.
- 8) 森 樊須 編 (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.
- 9) 森 光太郎ら (2010): 第20回天敵利用研究会講演要旨集, 埼玉, p.28.
- 10) ——— (2013): 現代農業 6月号: 164 ~ 165.
- 11) 日本植物防疫協会 編 (2014): 農薬要覧 2014, 日本植物防疫協会, 東京, p.757.
- 12) OSBORNE, L. S. and F. L. PETTIT (1985): *J. Econ. Entomol.* **78**: 687 ~ 691.
- 13) 下田武志ら (2014): 第24回天敵利用研究会講演要旨集, 福岡, p. 22.
- 14) 山口晃一ら (2014): 関西病虫研報 **56**: 29 ~ 36.

## 登録が失効した農薬 (27.5.1 ~ 5.31)

掲載は、種類名、登録番号：商品名 (製造者又は輸入者) 登録失効年月日。

#### 「殺虫剤」

- エトフェンプロックス液剤  
19648: ベニカエース液剤 (住友化学園芸) 15/5/20
- エチルチオメトン粒剤  
20387: TD 粒剤 (三井化学アグロ) 15/5/15
- イミダクロプリド液剤  
21706: アブラムシムシ AL (レインボー薬品) 15/5/10

#### 「殺菌剤」

- プロクロラズ乳剤  
18736: ヤシマスボルタック乳剤 (協友アグリ) 15/5/31

#### 「殺そ剤」

- クマリン系粒剤  
10970: 固型チューモア 2号 (タニサケ) 15/5/29