

5. 果樹の最新技術

果樹では「IPMマニュアル」でカンキツ、ナシを取り上げたが、「最新技術集」ではこれらに加えリンゴも取り上げた。

1. リンゴ

リンゴでは、「土着天敵の有効利用によるリンゴのナミハダニ防除技術」において、ミヤコカブリダニに影響の少ない殺虫剤・殺ダニ剤利用とナミハダニの耕種的防除の利用による土着ミヤコカブリダニの保護利用によるハダニ防除の体系化を行った。

さらに、ミヤコカブリダニを積極的に活用する将来技術として、「ミヤコカブリダニの果樹園下草への放飼によるハダニの密度抑制」を提示した。これは冬季が寒冷で積雪の多い地帯でのミヤコカブリダニ放飼によるナミハダニの防除技術であり、草丈10cmの草生栽培で樹幹下にクローバを優占させたリンゴ園地で株元に放飼することにより密度抑制が可能である。

2. カンキツ

カンキツでは、「土着天敵利用によるカンキツのハダニ防除の体系化」において、新たに組み込む個別技術を提示した。慣行防除園でのミカンハダニの密度抑制に有効な土着天敵としてミヤコカブリダニ、キアシクロヒメテントウ、ヒメハダニカブリケシハネカクシを明らかにし、そのモニタリング法を示した。その中で土着天敵ミヤコカブリダニとキアシクロヒメテントウの有効活用と併用可能な殺虫剤、殺ダニ剤のリストを提示した。また、「IPMマニュアル」でチャノキイロアザミウマの被害防止として紹介された光反射シートマルチは上記2種の土着天敵には影響なく併用可能なことを明らかにし、これらの土着天敵に影響の少ない防除薬剤を選択するなど土着天敵の活用技術を充実させることにより、殺ダニ剤の削減可能回数は3回となり「IPMマニュアル」よりさらに1回の削減が可能となった。

また、「IPM マニュアル」では、天敵類に悪影響の少ない農薬を使用することで天敵類の活動を保護するという形での天敵利用にとどまっていたが、ここでは将来技術として「カンキツ

樹上でのカブリダニ定着・増強法」の中で、果樹上で生息場所と餌を提供してカブリダニの定着・増強を図るカブリダニ増強装置を用いた積極的な天敵利用技術を取り上げた。

3. ナシ

ナシでは、「樹園地の気象データを利用したナシ黒星病の発生予測システム」において、個別技術としてナシ黒星病防除支援情報システムの「梨病害防除ナビゲーション」を開発した。これは防除要否の判断に関わる要素を総合的に視覚化して表示することができるシステムである。黒星病防除がこれまでのような経験・勘といった曖昧な情報に左右されるのではなく、本システムの採用により防除要否を明確に示すことができる。

また、「交信攪乱剤と天敵ショクガタマバエを活用したナシのアブラムシ類の有効防除体系」において、将来技術として新たにアブラムシ類防除の個別技術を提示した。複合交信攪乱剤処理と多目的防災網を設置したナシ圃場において、ショクガタマバエ放飼と気門閉鎖系殺虫剤の補完防除の組み合わせによりアブラムシ類を対象とした化学合成殺虫剤の使用回数の1～2回削減が可能になった。なお、ショクガタマバエの使用に当たっては生物防除資材としての農薬登録が前提となる。

さらに、将来技術として「遮光ネットによるカブリダニのトラップと定着促進」が提示された。これは、遮光ネットを利用してハダニ類の天敵であるカブリダニの樹上への定着促進と防除への利用をサポートしうる技術である。カブリダニの生息環境を提供する初の人工構造物であり、安価で加工しやすく、高い定着性があり構造物自体にカブリダニが定着するため、新たな人工生息環境（カブリダニハウス）の開発においても代替餌を提供する場として有望であり、調査用トラップとしての利用も期待される。

(吉田幸二：果樹研究所)

土着天敵の有効利用によるリンゴのナミハダニ防除技術

1. はじめに

リンゴはカンキツ類に次いで生産量の多い果樹で、東北各県や長野県では主要農産物になっている。一般に、果樹類は病害虫の種類が多く、果実品質に影響を及ぼす病害虫の被害許容水準が極めて低いため、薬剤防除が欠かせない。一方、薬剤抵抗性の発達、環境保全や安心・安全農産物に対する消費者の関心・要望の高まりなどから、リンゴでも IPM（総合的病害虫管理）の考えに基づいた栽培体系の構築が強く求められている。

このような社会情勢において、長野県のリンゴ生産では複合交信かく乱剤を基幹防除資材とした殺虫剤削減による IPM 体系の構築が試みられている。しかし、複合交信かく乱剤は 6 種のガ類を対象とした防除資材であり、IPM 体系を構築するためには、ハダニ類、カイガラムシ類、アブラムシ類、カメムシ類など、複合交信かく乱剤の対象外害虫の防除対策が必要となる。その中でも、ハダニ類は長野県内リンゴ園の約 35%（面積率）でほぼ毎年発生するなど（長野県病害虫防除所，2008）、リンゴ生産において最重要病害虫の一つとなっている。

ハダニ類に対しては多くの土着天敵類が知られており、長野県内のリンゴ園においてもそれらの活動が期待される。そこで、これらハダニ類の天敵を保護して活用することを基本とした IPM 体系を構築し、ハダニ類の薬剤抵抗性の発達の回避や防除コストの軽減などを可能としたので、その技術を紹介する。

2. 新たに取り込む個別技術

1) ミヤコカブリダニの有効利用

長野県果樹試験場内の殺虫剤・殺ダニ剤無散布リンゴ園（10a）に発生したハダニ類およびカブリダニ類の年間発生量の推移を見ると、1997 年の多発以降ナミハダニの少発生が続いている（図 1）。一方、ハダニ類の天敵であるカブリ

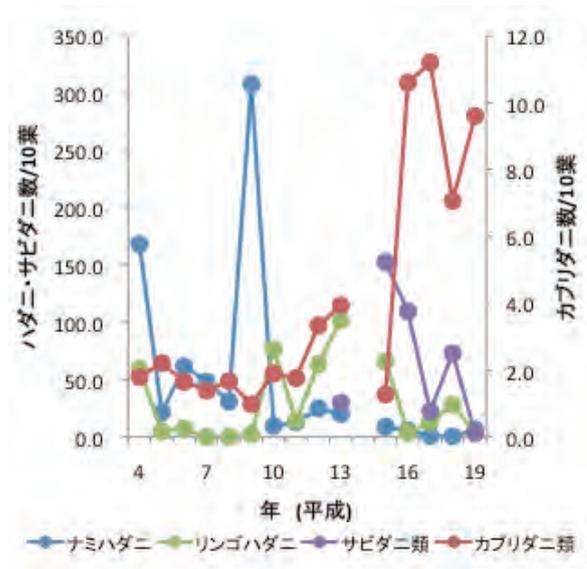


図 1 長野県果樹試験場内リンゴ園におけるダニ類の発生推移。品種：ふじ。殺虫剤・殺ダニ剤無散布。各年 6～9 月の半旬ごとにダニ類の寄生数（全ステージ）を計数

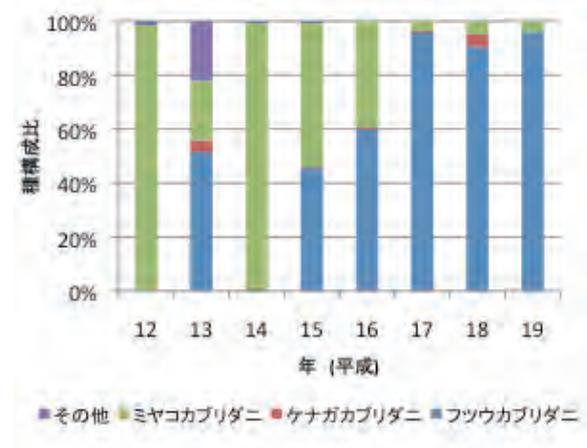


図 2 長野県果樹試験場内リンゴ園において発生したカブリダニの種構成。品種：ふじ。殺虫剤・殺ダニ剤無散布。各年 8～10 月に計数

ダニ類の年間発生量は 2003 年頃までは同程度で、その後やや増加している。カブリダニ類について 1999 年以前は厳密な同定を行っていない

いが、観察記録などからケナガカブリダニが主体であったと考えられる。発生種を調査した2000年以降の優占種はミヤコカブリダニあるいはフツウカブリダニである(図2)。カブリダニ類の優占種が変わった時期とナミハダニの発生量が少なくなり始めた時期が一致していることから、ナミハダニの少発生傾向とカブリダニ種の変化に関係があると推察される。

1999年に生産現場におけるカブリダニ類の種構成を調査した結果、発生種のほとんどはケナガカブリダニあるいはミヤコカブリダニであった(表1)。その後、2004~2006年の調査で、ケナガカブリダニでは発生園地率がほぼ横這いであったのに対し、ミヤコカブリダニでは調査した19園地のうち18園地で発生が確認された。長野県においてミヤコカブリダニの分布が拡大した要因として、殺虫剤の変遷などが考えられるが、十分な解明には至っていない(Amano et al., 2004)。

ケナガカブリダニは、ナミハダニの寄生密度が高くなると観察されるようになり、密度が低くなると観察されなくなる(図3上)。ミヤコカブリダニはナミハダニの寄生密度が低い時からリンゴ樹上で観察され、ナミハダニの密度が低下した後も樹上にとどまる傾向がある(図3下)。

フツウカブリダニは果樹試験場内の殺虫剤・殺ダニ剤無散布園で2004年以降優占種となったが、生産現場の慣行防除リンゴ園では採集されなかった。フツウカブリダニのナミハダニに対する密度抑制効果を調べるため、場内のリンゴ園に殺虫剤を散布したところ、フツウカブリダニのナミハダニ抑制能力が低いことが明らかとなった(表2)。フツウカブリダニは、殺虫剤を無散布で管理しているリンゴ園以外ではほとんど発生しないので、殺虫剤に対する感受性は高いと推察される。以上より、生産現場におけるフツウカブリダニの利用性は非常に低いと考えられる。

これらの結果から、リンゴ園に自然発生するミヤコカブリダニを温存してナミハダニの防除に有効活用することがIPMの推進に不可欠と判断される。

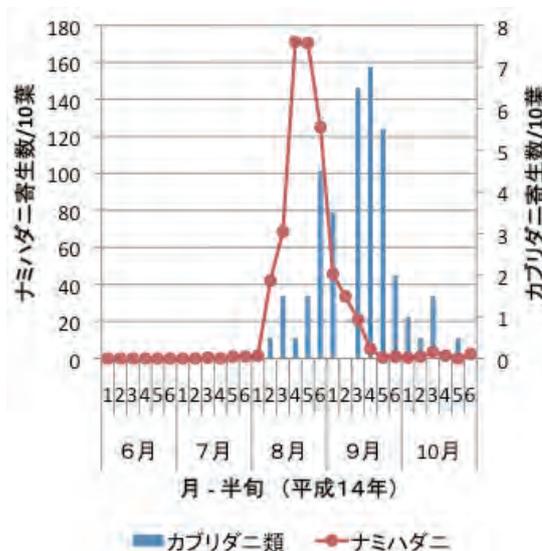
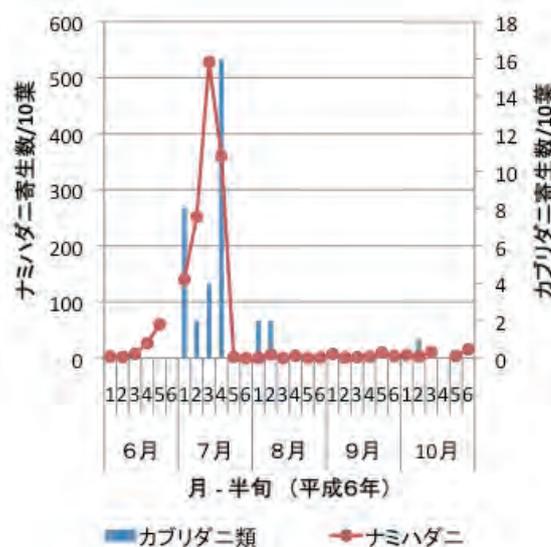


図3 長野県果樹試験場内リンゴほ場におけるナミハダニとカブリダニ類の発生消長。平成6(1994)年(上)はケナガカブリダニ、平成14(2002)年(下)はミヤコカブリダニが主要種。

表1 長野県内のリンゴ園でカブリダニが捕獲された園地数

年(平成)	調査園地数	ミヤコ	ケナガ	ミチノク
11	60	46	41	1
16~18	19	18	13	5

表2 フツウカブリダニのナミハダニ密度抑制効果

試験区	ナミハダニ密度 ¹⁾	カブリダニ類密度 ¹⁾		
		ミヤコ	ケナガ	フツウ
カブリダニ類保護	562.0	23.0	20.4	73.8
フツウカブリダニ排除 ²⁾	798.0	34.1	15.4	0.5
カブリダニ類排除 ³⁾	2,461.5	10.0	1.8	0.3

1) 10葉あたりの寄生数(全ステージ)。

2) スミチオン水和剤散布

3) ジンダイセン水和剤散布

2) たたき落とし法

ミヤコカブリダニは、雌成虫の体長が0.4mm程度で、肉眼での観察および計数が困難な大きさである。葉脈の陰に隠れている場合には、ルーペによる観察も労力と時間がかかる。そのため、発生密度の推定をするためには専用の装置（ブラッシングマシンなど）を用いてダニ類を葉から払い落として顕微鏡下で計数するが、生産現場で活用できる方法とはいえない。そこで、生産現場において迅速に、なおかつ、簡易にミヤコカブリダニの発生状況を把握する「たたき落とし法」を利用する。

一般に知られるたたき落とし法では、花卉・庭木などの枝を木の棒でたたいて板に落下したハダニ類を計数する（Shrewsbury and Hardin, 2004）。リンゴ園で利用するたたき落とし法では、A4あるはB4版程度の黒い板（下敷きなど）をリンゴ園に持参し、新梢の先端部の下に置き、手で枝を数回たたき、葉や新梢に寄生しているダニ類を黒い板に落とす（図4）。

たたき落とし法（30×40cmの黒色板を使用）とブラッシングマシン法でのミヤコカブリダニの捕獲消長を比較すると（図5）、長野県内のリンゴ園において、たたき落とし法の捕獲消長がブラッシングマシン法と類似した。低密度時には捕獲されにくいので精度は低いが、ミヤコカブリダニの発生傾向は把握できると考えられた。

生産現場では、リンゴ園あたり数樹を調査対象とし、1樹あたり20新梢程度で、たたき落と



図4 たたき落とし法の概略

し法による調査を実施する。ミヤコカブリダニの成虫は小さいので肉眼での観察は容易ではないが、慣れてくると、頭部が狭まった水滴型、体色が淡黄色、黒い板上でせわしなく走り回る、などの特徴から識別できるようになる。体色は摂食状態などにより変化し、斑紋が現れることもあるので、観察時に注意する。

現在、長野県では、極端な省農薬や山林に隣接した園を除き、ミヤコカブリダニが優占種であり、たたき落とし法で観察されるカブリダニはミヤコカブリダニと考えて差し支えないと思われるが、定期的に採集して正確な種を把握する必要がある。

たたき落とし法ではリンゴハダニやナミハダニも捕獲できる。リンゴハダニは葉から落下しやすいので、ミヤコカブリダニと同じように発生傾向の把握に利用できる。一方、ナミハダニは葉上に糸を吐いて「巣」を作るので、たたき

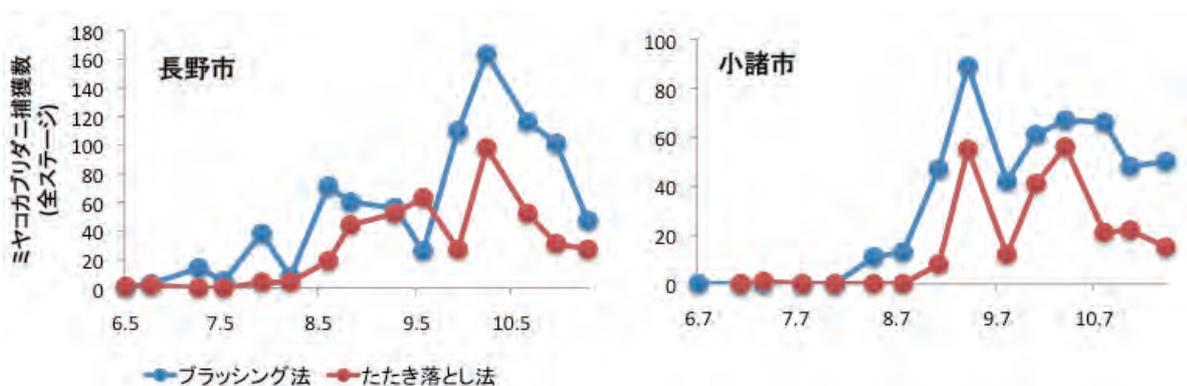


図5 ブラッシングマシン法とたたき落とし法によるミヤコカブリダニ捕獲消長の比較
(ブラッシングマシン法は100葉当たり、たたき落とし法は100新梢当たり捕獲数)

落とし法では葉から落下しにくく、ブラッシングマシン法による発生傾向と一致しない場合が多い。

3. 実施可能なIPMマニュアル

1) ミヤコカブリダニ保護利用の事例

複合交信かく乱剤を利用して、殺虫剤削減を基本とし、たたき落とし法によって発生しているダニ類の種類と発生傾向を把握し、防除の要否を判断する（表4：IPMの事例）。

(1) ハダニのみ落ちる場合

たたき落とされるハダニの体色が白～淡緑色の場合はナミハダニ、赤色の場合はリンゴハダニと考えられる。前年度までにミヤコカブリダニの自然発生が確認されても、気象要因等で発生が遅れる場合がある。その場合は、各県の要防除水準に従って、ミヤコカブリダニに影響の少ない殺ダニ剤を表5から選択してナミハダニを防除する。また、ミヤコカブリダニ製剤（商品名：スパイカル）を使用することもできる。

(2) ハダニとカブリダニが落ちる場合

①ナミハダニが発生している場合：カブリダニはミヤコカブリダニと考えられる。ナミハダニの寄生密度が際立って高くなければ慌てて殺ダニ剤を散布せずに、引き続き、たたき落とし

法によってナミハダニとミヤコカブリダニの発生傾向を継続的に把握する。その後、ミヤコカブリダニの発生密度の増加傾向が確認されれば、ナミハダニの密度低下を待つ。

②リンゴハダニが発生している場合：カブリダニはミヤコカブリダニ以外の土着カブリダニと考えられる。殺虫剤の散布回数が極端に少なくなると、ナミハダニの発生は見られなくなるが、その代わりにリンゴハダニが発生してくる場合がある。そのようなリンゴ園では、トウヨウカブリダニやミチノクカブリダニが発生することがある。リンゴハダニの密度が増加するようであれば、ミヤコカブリダニに影響の少ない殺ダニ剤（表5）を散布する。

(3) カブリダニのみ落ちる場合

たたき落とされるカブリダニは、ミヤコカブリダニ、もしくは、その他の土着カブリダニであると考えられる。樹上において、ナミハダニの被害葉も観察されなければ、防除の必要はない。ただし、たたき落とし法による調査を継続して行う。

2) 保護利用における注意点

(1) 耕種的防除を併用する

長野県では、ナミハダニの樹上密度が高まるのは7月中旬頃からで、それまでは樹内部の徒長枝などに寄生している傾向がある。下草など

表3 カブリダニ類に対する影響別の農薬使用回数とハダニ類、カブリダニ類の寄生数

調査場所	6月以降の農薬使用回数				ピーク時の寄生虫数(成幼若虫・10葉)		
	カブリダニ類にほとんど影響無い剤		カブリダニ類に影響ある剤		ナミハダニ	リンゴハダニ	カブリダニ類
	殺虫剤	殺ダニ剤	殺虫剤	殺ダニ剤			
飯綱町	2	1	0	0	0.9	204.8	16.5
長野市	5	1	0	1	12.5	119.2	3.6
上田市	4	0	1	2	82.4	1.3	1.1
山ノ内町	2	0	1	2	162.0	32.8	1.6

注)平成17年。カブリダニ類はいずれもミヤコカブリダニが主体。

で一端増加したナミハダニが樹上に移動するためと考えられる。そのため、徒長枝はこまめに切除して「ダニの巣」を作らせないようにする。草生栽培では場管理する場合にはナミハダニが寄生しにくいイネ科植物を利用するようにする。また、除草後は一時的にナミハダニが樹上に移動するので、殺ダニ剤散布前に除草するなどの配慮が必要である。

積雪地帯などではナミハダニは粗皮下などで越冬する割合が高くなり、冬季の粗皮削りなども有効である。

プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル（商品名：アカリタッチ）乳剤、でんぷん（商品名：粘着くん）液剤・水和剤あるいはマシン油乳剤などの気門封鎖系薬剤はカブリダニ類の他多くの天敵類に影響が少なく、加えて交信攪乱対象外害虫であるアブラムシ類にも効果があるので利用性が高い。ただし、殺ダニ効果そのものは一般の殺ダニ剤に劣るため、カブリダニ類利用時の補完防除薬剤としては使用できても、高密度時や密度上昇期には十分な効果は得られにくいと考えられる。

（２）ミヤコカブリダニに影響の少ない殺虫剤・殺ダニ剤を利用する

表5は、殺虫剤削減と慣行防除のリンゴ園のそれぞれから採集したミヤコカブリダニに対して各種薬剤の影響の程度を調べた結果である。調査した薬剤の中では、2種のカーバメート系殺虫剤（アラニカルブ水和剤，NAC水和剤）と4種の殺ダニ剤（クロルフェナピルフロアブル，ピリダベン水和剤，テブフェンピラド水和剤，エトキサゾールフロアブル）の影響が大きかった。また、1種の殺菌剤（マンゼブ水和剤）の卵に及ぼす影響も大きかった。ミヤコカブリダニがリンゴ園内で密度が上昇するのは一般に7月以降であり、特にこの時期に注意して防除暦を組む（表4）。

なお、表5は室内検定試験の結果に基づくものであり、生産現場で観察される現象と必ずしも一致するものではないことに注意する。また、カブリダニ類に影響のある薬剤の使用回数とハダニ類、カブリダニ類の発生量との関係（表3）

も参考にする。影響のある薬剤を使用しなかったか影響のある薬剤を1剤のみ使用したリンゴ園ではナミハダニの発生密度が低く、ミヤコカブリダニを主体としたカブリダニ類の発生が観察された。一方、影響のある薬剤を3回使用したリンゴ園ではカブリダニ類の発生量が低く、ナミハダニが多発した。なお、カブリダニ類の密度が高くてもリンゴハダニの密度は抑制できなかった。

（３）冬期の積雪や低温に注意する

図6に省農薬防除リンゴ園におけるカブリダニ類の種構成の推移を示した。長野市ではミヤコカブリダニが安定して優占種で発生しているのに対して、飯綱町では優占種の変動が見られることがわかる。餌となるナミハダニの発生量や農薬の影響以外にも周辺環境の違いなどが関係していると考えられる。

飯綱町では、2005年にはミヤコカブリダニが優占していたが、2006年、2007年には優占種が季節および年次によって変化している。ミヤコカブリダニが減少した要因として、今のところ、冬季の多雪と低温が影響したと推測している。ミヤコカブリダニは休眠性がなく、国内の分布域から考えても冬季の気象条件が厳しい場合には越冬量が減少しやすいと考えられる。多雪・低温の年には、ミヤコカブリダニの越冬量が少なく、ナミハダニが多発することに注意を払う必要がある。

4. 他の病虫害防除の考え方

ナミハダニ以外のリンゴの主要害虫にはモモシンクイガ、キンモンホソガ、リンゴコカクモンハマキ、リンゴハダニ、アブラムシ類、カイガラムシ類などが挙げられる。これら以外でも地域や年によっては大きな被害をもたらす害虫も多い。リンゴでのIPM実践の基本は天敵類の保護活用や耕種的防除などであり、そのためには殺虫剤の削減および使用する薬剤の選択と使用方法への配慮が必要である。具体的には交信かく乱剤を使用して殺虫剤を削減するとともに、発生予察情報やフェロモントラップなどを活用

し適期防除を行う。使用する薬剤もBT剤やIGR剤など天敵類への影響が少ないとされる剤を選択する必要がある。

(吉沢栄治・金子政夫・飯島章彦：長野県果樹試験場)

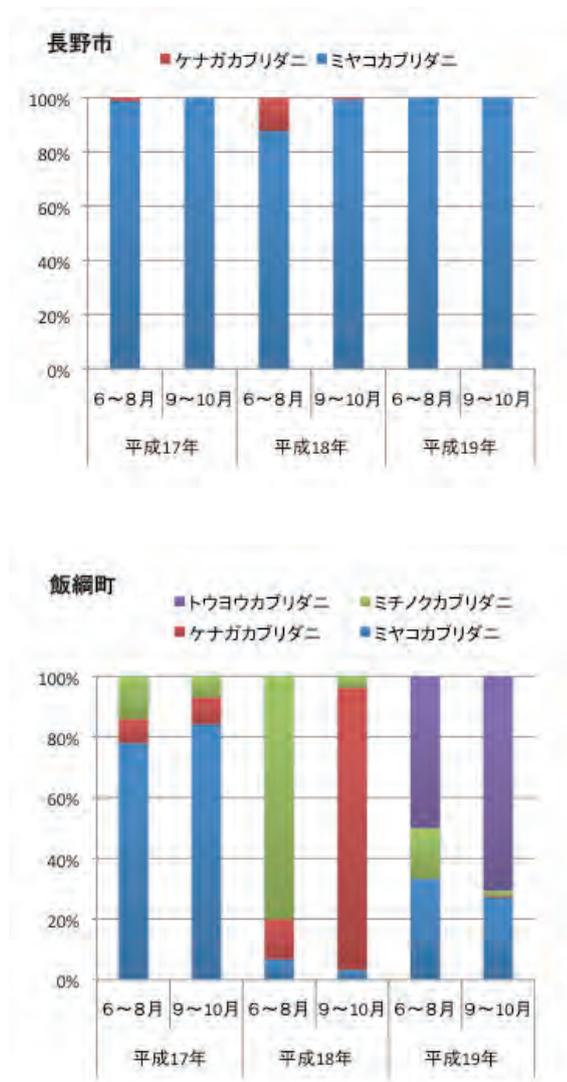


図6 省農薬防除リンゴ園のカブリダニ類種構成変化

参考文献

- 1) Amano, H. et al. (2004) : J. Acarol. Soc. Jpn. 13 : 65~70.
- 2) 長野県病害虫防除所 (2008) : 平成19年度農作物病害虫発生予察年報 (別冊 主要病害虫の発生面積), 長野県病害虫防除所, 長野, p8.
- 3) Shrewsbury, P. M. and M. R. Hardin (2004) : J. Econ. Entomol. 97 : 1444~1449.

表4 IPMマニュアルの事例

作物・品種 リンゴ・ふじ

地域 長野県

栽培法・作型 露地栽培

時期	作業・生育状況	対象病害虫	IPM体系防除 (薬剤防除回数)	慣行防除 (薬剤防除回数)
3月下旬	発芽前	腐らん病	ベノミル水和剤(1)	ベノミル水和剤(1)
		リンゴハダニ、カイガラムシ類	マシ油乳剤	マシ油乳剤
4月下旬	開花始め	黒星病、うどんこ病	ジフェノコナゾール水和剤(1)	ジフェノコナゾール水和剤(1)
5月上中旬	落花5日後	黒星病、黒点病、うどんこ病	マンゼブ・ミクロブタニル水和剤(2)	マンゼブ・ミクロブタニル水和剤(2)
		ハマキムシ類、ケムシ類	オリフルア・トートリルア・ピーチフルア剤、テブフェノジド水和剤(1)	テブフェノジド水和剤(1)
5月中下旬	落花20日後	黒星病	ジラム・チウラム水和剤(2)	ジラム・チウラム水和剤(2)
		アブラムシ類	クロチアニジン水溶剤(1)	クロチアニジン水溶剤(1)
6月上旬		黒星病、斑点落葉病	ジチアノン水和剤(1)	マンゼブ水和剤(1)
		クワコナカイガラムシ、リンゴアタムシ		クロルピリホス水和剤(1)
6月中下旬		輪紋病、斑点落葉病、炭疽病	キャプタン・有機銅水和剤(2)	キャプタン・有機銅水和剤(2)
		キンモンホソガ、ハマキムシ類	クロルピリホス水和剤(1)	フルベンジアミド水溶剤(1)
7月上旬		輪紋病、斑点落葉病、炭疽病、褐斑病	キャプタン・有機銅水和剤(2)、チオファネートメチル水和剤(1)	キャプタン・有機銅水和剤(2)、チオファネートメチル水和剤(1)
		モモシクイガ、キンモンホソガ		CYAP水和剤(1)
		ハダニ類	ミルベメクチン乳剤(1)	エトキサゾール水和剤(1)
7月中下旬		輪紋病、斑点落葉病、炭疽病、褐斑病	トリフロキシストロピン水和剤(1)	トリフロキシストロピン水和剤(1)
		モモシクイガ、カイガラムシ類、クワコナカイガラムシ	CYAP水和剤(1)	クロルピリホス水和剤(1)
		ナミハダニ	土着ミヤコカブリダニ	ミルベメクチン乳剤(1)
8月上中旬		輪紋病、斑点落葉病、炭疽病、褐斑病	ビラクロストロピン・ボスカリド水和剤(2)	ビラクロストロピン・ボスカリド水和剤(2)
		キンモンホソガ、シクイムシ類、ハマキムシ類	チアクロプリド水和剤(1)	チアクロプリド水和剤(1)
		ハダニ類	ビフェナゼート水和剤(1)	BPPS水和剤(1)
8月下旬		斑点落葉病、すす点病、すす斑病	イミノクタジン酢酸塩液剤(1)	イミノクタジン酢酸塩液剤(1)
		シクイムシ類、キンモンホソガ	アセタミプリド水和剤(1)	アセタミプリド水和剤(1)
		ナミハダニ	土着ミヤコカブリダニ	ビフェナゼート水和剤(1)
9月上旬		斑点落葉病、すす点病、すす斑病	クレソキシムメチル水和剤(1)	クレソキシムメチル水和剤(1)
		シクイムシ類、キンモンホソガ、ハマキムシ類	フェンプロバトリン水和剤(1)	フェンプロバトリン水和剤(1)
9月下旬		斑点落葉病、すす点病、すす斑病	イミノクタジン酢酸塩液剤(1)	イミノクタジン酢酸塩液剤(1)
11月下旬		腐らん病	イミノクタジン酢酸塩液剤(1)	イミノクタジン酢酸塩液剤(1)
薬剤防除回数			28	32
防除経費 (/10a)			65,050円	67,888円

混合剤は1回の散布でも成分数を防除回数として計数した。

表5 長野県内各地のリンゴ園より採集されたミヤコカブリダニに対する農薬の影響

系統	薬剤名	希釈 倍数	省殺虫剤散布園		慣行殺虫剤散布園	
			雌成虫	卵+ふ化幼虫	雌成虫	卵+ふ化幼虫
有機リン 剤	CYAP水和剤	1,000	○	◎	◎	◎
	DMTP水和剤	1,500	△	○	○	○
	MEP水和剤	1,000	○	◎	◎	◎
	ダイアジノン水和剤	1,000	○	◎	◎~○	◎
	クロルピリホス水和剤	1,000	○	△	○	◎~○
	DDVP乳剤	1,500	△	○	◎	◎
カーバメ ート剤	アラニカルブ水和剤	1,000	×	△	○~×	◎
	NAC水和剤	1,000	△	△	○~△	○
合成ピレ スロイド剤	アクリナトリン水和剤	1,000	-	-	◎	◎
	ピフェントリン水和剤	1,000	◎	◎	◎	◎
	フェンプロバトリン水和剤	1,000	◎	◎	◎	◎
IGR剤	ブプロフェジン水和剤	1,000	-	-	◎	◎
	フルフェノクスロン乳剤	2,000	-	-	◎	◎
	テブフェノジド水和剤	3,000	-	-	◎	◎
ネオニコチ ノイド剤	チアメトキサム水溶剤	2,000	-	-	◎	◎
	イミダクロプリド水和剤	1,000	-	-	○~△	◎
	ジノテフラン水溶剤	2,000	-	-	◎	◎~○
	クロチアニジン水溶剤	2,000	-	-	◎	◎
	チアクロプリド水和剤	2,000	-	-	◎	◎~○
	アセタミプリド水溶剤	2,000	-	-	◎~○	◎
その他	クロルフェナビル水和剤	2,000	△	○	○~×	△
殺ダニ剤	ピリダベン水和剤	3,000	△	◎	△~×	△~×
	テブフェンピラド水和剤	2,000	○	○	△~×	○~△
	BPPS水和剤	750	◎	○	◎	△
	アセキノシル水和剤	1,000	◎	◎	◎	◎
	ミルベメクチン乳剤	1,000	○	◎	○~△	◎
	フルアクリピリム水和剤	2,000	-	-	◎	◎
	エトキサゾール水和剤	2,000	-	×	-	△~×
	シフルメトフェン水和剤	1,000	◎	◎	◎	◎
	ピフェナゼート水和剤	1,000	◎	◎	◎	◎
	プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤	1,000	-	-	◎~○	◎
殺菌剤	キャプタン水和剤	600	-	-	◎	◎
	マンゼブ水和剤	500	◎	×	◎	×
	ジフェノコナゾール水和剤	2,000	◎	◎	◎	◎
	ジラム・チウラム水和剤	500	-	-	◎	◎
	イミノクタジン酢酸塩液剤	1,000	-	-	◎	◎
	ポリオキシシン水和剤	1,000	-	-	◎	○
	クレソキシムメチル水和剤	3,000	◎	◎	◎	◎

凡例:死亡率 ◎:0~30% ○:30~80% △:80~99% ×:99~100% -:試験未実施
(日本バイオリジカルコントロール協議会の判定基準に準じる)

将来技術 ミヤコカブリダニの果樹園下草への放飼による ハダニの密度抑制

1. はじめに

カブリダニはハダニやアザミウマなどの天敵として知られ、古くから生物防除の素材として研究されてきた。わが国でも 1966 年にチリカブリダニが導入されると、すぐに基礎および応用研究が始まった。チリカブリダニは *Tetranychus* 属ハダニ類（ナミハダニ、カンザワハダニなど）だけを捕食し、高い増殖能力と餌探索能力を有することから、ナミハダニに対するすぐれた天敵素材として注目され、1995 年に生物農薬として登録されると、その利用が普及すると期待された。しかし、外来のチリカブリダニにとって、わが国の気象条件のもとでは、果樹園だけでなく施設栽培作物においても期待される効果を安定的に発揮することはできなかった。

その後、わが国土着のミヤコカブリダニ（図 2）が 2003 年 6 月に天敵製剤として農薬登録されると、わが国の風土にあった天敵素材として注目され、現在、施設栽培イチゴにおけるナミハダニ防除剤として利用が急速に拡大している。ミヤコカブリダニは、北米、欧州、韓国などに分布し、わが国においては、1980 年代まで関東地方に分布が限られていたものの、その後、西南日本に分布を急速に拡大した（岸本ら、2007）。西日本では、自然発生のミヤコカブリダニが慣行防除のカンキツ園に発生するミカンハダニの密度を抑制する事例が報告されており（Katayama et al., 2006）、ミヤコカブリダニが果樹ハダニ類の防除に利用できる可能性は高い。一方、リンゴ園については、長野県で発生が確認されているものの、寒冷な北東北地方の発生は確認されていない。ミヤコカブリダニは休眠性をもたないため、冬季が寒冷で、積雪の多い地方では越冬できないと考えられる。そこで、ミヤコカブリダニ製剤の放飼によるリンゴに寄生するハダニ類の防除技術の開発研究を実施し、将来実用化が見込まれる成果が得られ

たので、その概要を紹介する。

2. 対象と作用機作

1) ミヤコカブリダニ利用の対象

作物：リンゴ

圃場条件：草生栽培。ミヤコカブリダニは乾燥に弱いので、地面が露出するような地面すれすれの草刈りを避け、草丈を 10cm 程度に保つような草刈りを実施する。可能であれば、除草剤の使用を避け、刈り高を高め設定した乗用草刈り機で草刈りを実施して、樹幹下にクローバを優占させる（図 1）。

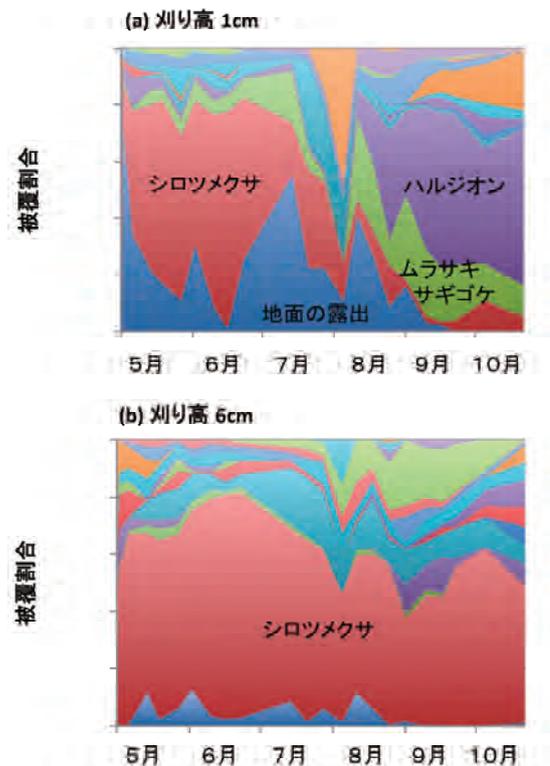


図 1 リンゴ園樹幹下を異なる刈り高で草刈りしたときに発生する雑草種の季節消長（異なる色は異なる草種）

対象害虫：ナミハダニ（図 3）。室内実験ではリ

ンゴハダニを捕食するが、野外ではナミハダニを好んで捕食する。



図2 ミヤコカブリダニ雌成虫



図3 ナミハダニ雌成虫

2) ミヤコカブリダニの特性

ミヤコカブリダニは、卵、幼虫、第1若虫、第2若虫、雌成虫および雄成虫の発育ステージを有する。若虫と成虫がナミハダニの卵、幼虫、若虫および成虫の全発育ステージを捕食する。幼虫は捕食しないで若虫に発育することができる。若虫は、発育を完了するまでにナミハダニの卵を合計11～12個捕食する。産卵可能な雌成虫は1日あたりナミハダニ卵を10～17個、またはナミハダニ雌成虫4～5頭を捕食する。未交尾の雌成虫や雄成虫は産卵可能な雌成虫よりも捕食量が少ない。

捕食量は、捕食性昆虫類に比べると非常に少ないので（キアシクロヒメテントウ成虫は1日あたりナミハダニ卵を200個以上捕食する）、

放飼するミヤコカブリダニの各個体が捕食能力を十分に発揮したとしても、大発生しているナミハダニの密度や増殖を抑えることは難しいと考えられる。むしろ、ミヤコカブリダニはナミハダニよりも早く増殖することにより、個体あたりの少ない捕食量を補い、個体群全体でナミハダニの発生密度を抑制する。

ミヤコカブリダニ雌成虫は、20℃飼育条件で、1日あたり1.4～2.0卵を産卵し、合計32～40卵を産卵する。産下卵の性比は雌率66～72%、産下卵の80%以上が7～9日間で発育を完了する。そのため、単位時間あたりの増殖率が比較的高い。つまり、夏季に餌が豊富にあれば、1週間で次世代の個体が発生し始める。なお、雌成虫は20～27日で産卵を終えると17～34日間生存するが、その間の捕食量は未交尾雌や雄成虫と同様に少ない（Toyoshima and Hinomoto, 2004）。

寄主植物としては、イチゴ、キュウリ、トマト、ピーマン、ナスなどの作物と、リンゴ、ナシ、カンキツなどの果樹で生息が確認されている。関東以西の慣行防除の果樹園で優占する。休眠性がないので、寒冷な北東北の果樹園では越冬が困難と考えられる。

自然発生のミヤコカブリダニ個体群の殺菌剤に対する感受性は概して低いが、一部の殺虫剤には感受性を有する（「土着天敵の有効利用によるリンゴのナミハダニ防除技術」の表5参照）。ただし、感受性の程度は個体群により異なると考えられる（Amano et al., 2004）。

3. 技術の概要

ミヤコカブリダニは、捕食性昆虫類よりも単位時間あたりの捕食量が少ないので、ナミハダニが大発生してから放飼しても密度抑制が困難である。そこで、ナミハダニの寄生密度が高くなる前に、あらかじめ放飼する。北東北においては、6月中旬から1週間間隔の放飼を開始する。クローバが優占するリンゴ園において、1樹あたり50頭（約12mlの製剤）を株元に直接放飼する（図4）。リンゴ樹上にミヤコカブリダニが確認されるまで（図5）、または、ナミハダ

ニの密度が低下するまで(図6), 放飼を続ける。



図4 ミヤコカブリダニ製剤の株元への放飼

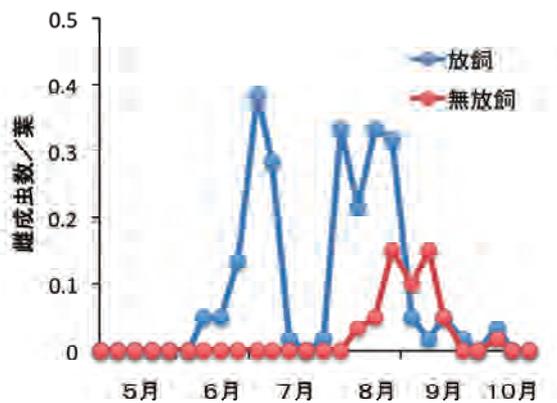


図5 ミヤコカブリダニ製剤を放飼したリンゴ樹におけるカブリダニの発消長

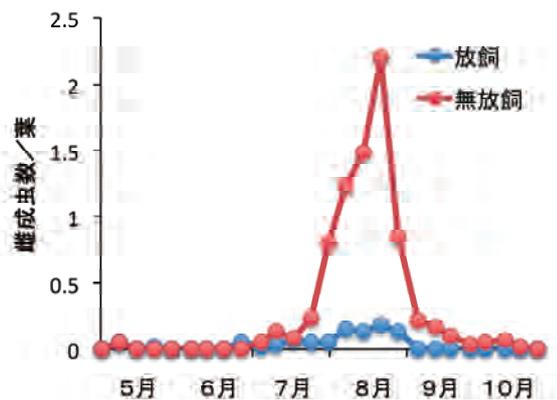


図6 ミヤコカブリダニ製剤を放飼したリンゴ樹におけるナミハダニの発消長

4. ミヤコカブリダニの放飼方法

①ミヤコカブリダニは餌がなくても水が飲めれば43日間生存するが、餌も水もなければ2日間しか生存できない(Williams et al, 2004)ので、

乾燥している部位への放飼を避ける。可能であれば、一時的に生息環境が日陰となるようにするため、株元に草を残し、草で覆われた株元の日陰側にミヤコカブリダニ製剤を処理する。

②ミヤコカブリダニはリンゴ樹上のリンゴサビダニを捕食して、個体群を維持することができる(図5および図7)。春先にリンゴサビダニが発生するリンゴ園においては、放飼した個体が早期に定着し、ナミハダニの発生開始前に、ナミハダニの密度を低く抑えることができる。そのため、リンゴサビダニの寄生密度を推定するか、リンゴサビダニの発生傾向を確認しておくことが重要である。

③ミヤコカブリダニは、寒冷な北東北では越冬が困難である。放飼した個体は、翌年の春先から発生することは期待できない。そのため、前年にミヤコカブリダニを放飼したリンゴ樹においても、ナミハダニの発生を確認したら連年放飼する必要がある。

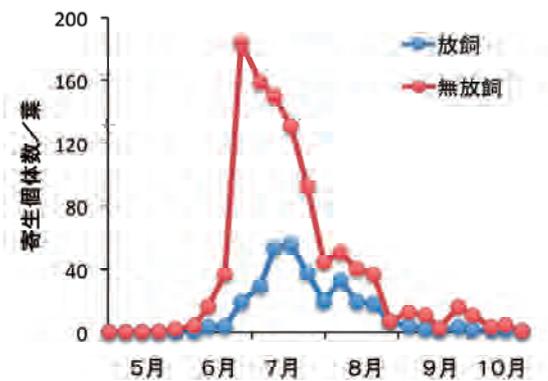


図7 ミヤコカブリダニ製剤を放飼したリンゴ樹におけるリンゴサビダニの発消長

④ミヤコカブリダニ製剤は長期間の絶食条件を経験しており、餌探索能力が低下していると考えられる。つまり、各樹に放飼した個体のうち樹上のナミハダニを発見できる個体が少なく(樹上定着率が低い)、近隣の樹に到達する個体はさらに少ない(水平分散効率が低い)(図5: 約12m離れた放飼していない試験区に放飼した個体が到達するまで2ヶ月かかる)。そのため、

防除を必要とする樹にそれぞれ放飼する必要がある。

⑤ミヤコカブリダニは、北東北のリンゴ園ではリンゴハダニを捕食しない(図8)。今のところ、リンゴハダニの防除には利用できないと考えられるので、リンゴハダニが優占する地域では、殺ダニ剤を効果的に使用することが重要である。

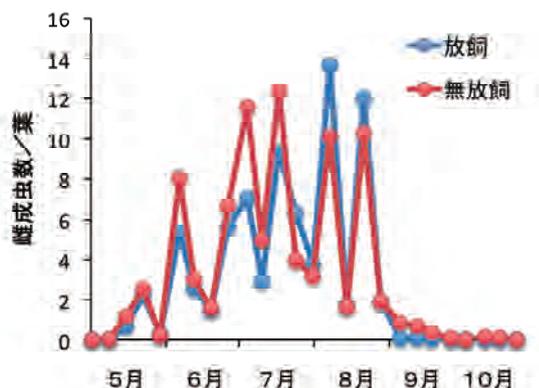


図8 ミヤコカブリダニ製剤を放飼したリンゴ樹におけるリンゴハダニの発消長

⑥ミヤコカブリダニは、ケナガカブリダニと共存できず、ケナガカブリダニを排除する可能性がある(図9)。そのため、ケナガカブリダニが優占するリンゴ園においてはケナガカブリダニによる密度抑制に期待し、ハダニの大発生が頻発するようになったらミヤコカブリダニを利用する。

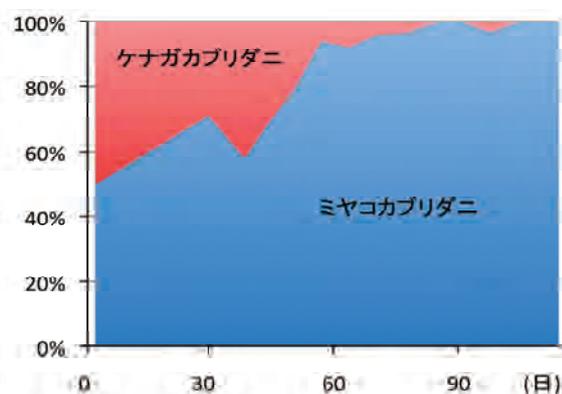


図9 同一飼育容器内で飼育した2種カブリダニの生息密度の推移

ミヤコカブリダニ製剤を生産現場で利用するためには、効率的な放飼方法を考案し、経済的および省力的な放飼密度と放飼回数でナミハダニを防除しなければならない。殺ダニ剤と同等のコストで利用しようとする、1樹あたり4頭の処理となり、放飼した個体が定着して個体群を形成することは期待できない。また、各樹に処理しなければならないのも非効率的である。

経済的で省力的な放飼をするためには、放飼するリンゴ樹およびその周辺の環境を改善するだけでなく、放飼するミヤコカブリダニ製剤を、放飼する前に改善して樹上における定着率とリンゴ園内における水平分散の効率を向上させる必要がある。前述の通り、ミヤコカブリダニ製剤は移動期間中、絶食条件にさらされており、餌までの到達距離が長い果樹園で利用する場合、放飼する個体のほとんどが餌を発見する前に死亡する可能性が高い。また、餌を発見して捕食できたとしても繁殖能力が著しく低下しており、効率的に個体群を増殖することができないと考えられる。

そこで、降雨後や朝露が残る時間帯の放飼が効果的か、餌の同時処理が効果的か検証する必要がある。同時処理する餌としては、人工餌やリンゴに寄生しないハダニ類が候補と考えられる。また、育苗用培養土などにクローバを繁茂させ、ハダニ類が寄生したミヤコカブリダニの増殖基地などの効果や利用性も検討する必要がある。

参考文献

- 1) Amano H. et al. (2004) : J. Acarol. Soc. Jpn. 13 : 65~70.
- 2) Katayama H. et al. (2006) : Appl. Entomol. Zool. 41 : 679~684.
- 3) 岸本英成ら (2007) : 日本ダニ学会誌 16 : 129~137.
- 4) Toyoshima S. and N. Hinomoto (2004) : Appl. Entomol. Zool. 39 : 351~355.
- 5) Williams M. E. D. C. et al. (2004) : Exp. App. Acarol. 32 : 1~13.

5. 今後の技術開発の方向

(豊島真吾：果樹研究所)

土着天敵利用によるカンキツのハダニ防除の体系化

1. はじめに

カンキツの IPM では、これまでに個別技術が開発され、生産現場での利用が行われてきた。定住型害虫であるイセリヤカイガラムシ、ミカントゲコナジラミ、ルビーロウムシ、ヤノネカイガラムシに対して明治から昭和にかけて行われた導入天敵（生物的防除法）による防除が成功し、これらの害虫の密度は低く抑えられている（古橋・西野, 1994 など）。一方、飛来型害虫であるチャノキイロアザミウマ、チャバネアオカメムシについては新しい発生予察法が開発され、前者は有効積算温度（Masui, 2008）、後者は繁殖場所であるヒノキの毬果の消費程度（堤, 2001）や集合フェロモン（Sugie et al., 1996）を利用したトラップ（Adachi et al., 2007 など）からカンキツ園への飛来時期を予測・把握できるようになった。これらの情報は発生予察情報に反映され、効率的な薬剤防除（化学的防除）に役立っている。また、チャノキイロアザミウマについては、ほ場等の一定の条件を満たせば光反射シートマルチ（物理的防除法）によって薬剤散布を削減することも可能になっている（土屋ら, 1995）。

ミカンハダニの防除では、これまでに新規薬剤の開発とハダニの薬剤抵抗性発達が繰り返されてきた。本種を対象とした薬剤散布は年間4～5回と多く、これが薬剤抵抗性発達の一因と考えられることから、土着天敵等を利用して殺ダニ剤を削減する技術の開発が求められている。これまでの研究により、ミカンハダニの防除に土着天敵の利用が有効な事例が得られている（土屋, 2005）。しかし、ミカンハダニの土着天敵は多くの種が存在し、地域ごとに発生実態が異なると考えられることから、その利用は一部にとどまっている。そこで、多様なカンキツ産地においてミカンハダニの土着天敵の利用技術を一般化する研究開発を行い、その成果を既存の IPM に組み込むことにより、高次元の環境負荷低減を達成することができたので、体系化技術として紹介する。

2. 新たに組み込む個別技術

1) ミカンハダニの防除に有効な土着天敵

静岡県最大のカンキツ産地である県西部の浜松市三ヶ日町の慣行防除園では夏季にミヤコカブリダニが発生し、ミカンハダニの密度抑制に有効に機能している（Katayama et al., 2006）。その後の調査により各地の慣行防除園では本種が主体である場合が多いことが明らかになった。一方、静岡県東部などの産地ではキアシクロヒメテントウ（図1）が有効に機能している園も見られるなど、主要種は産地ごとに異なっている。ミヤコカブリダニは6月頃から、キアシクロヒメテントウは5月頃からカンキツ園で見られるようになり、両種とも9月頃まで活動する。また、ミカンハダニが高密度になるとヒメハダニカブリケシハネカクシ（図2）が発生し、ミカンハダニの密度を低下させることもある。



図1 キアシクロヒメテントウの成虫（左）と幼虫（右）



図2 ヒメハダニカブリケシハネカクシの成虫（左）と幼虫（右）

2) 土着天敵のモニタリング法

土着天敵を有効活用するためには、個々のほ場における発生実態を事前に把握しておく必要がある。各種土着天敵は夏季にミカンハダニの密度が高い葉で見られることから、見取り法によって発生種を把握できる。ミヤコカブリダニは比較的高密度になることから虫見板への叩き落とし法により効率的に発生を確認できる。キアシクロヒメテントウやヒメハダニカブリケシハネカクシなどの捕食性昆虫類は捕食量が多いことから低密度でもミカンハダニの密度抑制に有効である。そのため、機能しているにもかかわらず見取り法や叩き落とし法では発生を確認できないことがある。これらの天敵については樹冠内に設置した粘着トラップ（図3）により効率的に発生を確認することが可能である。



図3 捕食性昆虫の確認に有効な樹冠内黄色平板粘着トラップ

3) 土着天敵の保護・活用技術

(1) 土着天敵と併用可能な防除資材

各産地における土着天敵の発生実態に合わせて、他害虫等の防除を目的とした薬剤について天敵に影響ないもの（表1）を選択することで、土着天敵を保護し、有効活用することができる。土着天敵の活動が見られる5月～9月の期間は薬剤の選択に特に注意が必要である。

a) ミヤコカブリダニと併用可能な農薬

ミヤコカブリダニは各種殺虫剤に影響を受けないことから、本種が主体の産地では一部の薬剤を除き、合成ピレスロイド剤、有機リン剤、ネオニコチノイド剤、IGR剤など、各種殺虫剤を使用できる。一方で、殺ダニ剤には影響の強いものがあることから、選択に注意が必要である。

b) キアシクロヒメテントウと併用可能な農薬

キアシクロヒメテントウは各種殺虫剤に弱く、本種が主体の産地で使用できるのは、ネオニコチノイド剤ではジノテフランとニテンピラム、マクロライド系のスピノサド、IGR剤のブプロフェジン、その他の殺虫剤ではクロルフェナビルである。殺ダニ剤については未検討であるが、各種薬剤が併用可能であると推測される。

表1 ミカンハダニの土着天敵に併用可能な殺虫剤と殺ダニ剤

薬剤の種類	ミヤコカブリダニ	キアシクロヒメテントウ
合成ピレスロイド剤	各種薬剤	—
有機リン剤	各種薬剤	—
カーバメート系剤	アラニカルブ	—
ネオニコチノイド剤	各種薬剤	ジノテフラン ニテンピラム
マクロライド系剤	スピノサド	スピノサド
IGR剤	各種薬剤	ブプロフェジン
その他の殺虫剤	クロルフェナビル アセキノシル	クロルフェナビル
殺ダニ剤	酸化フェンブタスズ スピロジクロフェン ビフェナゼート ミルベメクチンなど	未検討

c) 光反射シートマルチと併用可能な天敵

光反射シートマルチは、果実品質の向上やチャノキイロアザミウマの被害防止を目的に8月頃から収穫期まで設置されている。樹冠占有面積率 60%以下のほ場で反射率 90%以上の資材を全面マルチすることにより、チャノキイロアザミウマを対象とした薬剤散布は削減可能である(土屋ら, 1995)。7月上旬のカンキツ樹上にミヤコカブリダニまたはキアシクロヒメテントウが確認できるカンキツ園で光反射シートマルチを上記の条件で設置しても、これらの天敵の発生に影響は見られず、ミカンハダニが増加する現象は見られないことから、光反射シートマルチはこれら2種の土着天敵との併用が可能である。一方で、ヒメハダニカブリケシハネカクシなどには影響があると考えられるので、光反射シートマルチを設置する場合にはミヤコカブリダニまたはキアシクロヒメテントウを保護するように注意する必要がある。

(2) 土着天敵の発生を助長する技術

ミヤコカブリダニは一般的なカンキツ園では5月以降に発生が増加し、ミカンハダニと比較して発生時期がやや遅いことから、初夏のミカンハダニの密度抑制には効果が不十分な場合がある。これに対し、ナギナタガヤを前年の秋季に播種し、草生栽培(図4)を行うことにより、ミヤコカブリダニのカンキツ園内での発生時期を1か月程度早めることができ、本種によるミカンハダニの密度抑制効果を安定化できる。ナギナタガヤは6月には枯死するが、その抑草効果により除草剤の使用を年間2~3回削減できるとともに、土壌及び肥料成分の流亡防止効果があり、環境保全型の栽培に有効な草種である。

(3) 殺ダニ剤との併用の考え方

a) ミヤコカブリダニ主体の産地

本種は発生時期がやや遅いことから、冬季または4月のマシン油散布は不可欠である。一方で、本種は各種殺虫剤の影響を受けにくく、夏季は活発に働くことから6月~8月の殺ダニ剤を削減してもミカンハダニの要防除密度である葉あたり雌成虫 3.4~3.7 頭(森, 1974) 以下

に維持できる場合が多い。着色期はミカンハダニによる果実への直接的な被害が発生するため9月の殺ダニ剤の散布は必要であるが、ミヤコカブリダニに影響の小さい薬剤を選択すれば9月の殺ダニ剤の効果が安定し、10月の殺ダニ剤を省略できる。

b) キアシクロヒメテントウ主体の産地

本種が主体の産地では秋季のミカンハダニの発生量は少なく、その越冬密度は低い傾向となるので冬季~4月のマシン油散布は省略できることが多い。一方で、他害虫防除のために夏季に使用される殺虫剤により影響を受けやすいため、6月のマシン油散布は必要である。この場合、7月~8月の殺ダニ剤を省略しても要防除密度以下に維持することが可能である。9月は殺ダニ剤の散布が必要であるが、夏季に天敵に影響の小さい殺虫剤を可能な限り選択し、天敵の密度を高めておくことによって、9月の殺ダニ剤の効果が安定し、10月の殺ダニ剤は省略可能である。



図4 ナギナタガヤ草生栽培

3. 実用可能な IPM マニュアルの事例

カンキツ産地では土着天敵の発生実態に合わせ、チャノキイロアザミウマ等の他害虫を対象とした防除薬剤としてミヤコカブリダニまたはキアシクロヒメテントウに影響の小さいものを選択することにより、殺ダニ剤の使用を3回削減することができる(表2, 表3)。これにより農薬代を10アールあたり8,430円(23%)削

表2 ミヤコカブリダニが主体の産地におけるIPMモデルの例

時期	対象害虫	使用薬剤	天敵活用技術
12月下旬～ 1月中旬 (4月中下旬)	カイガラムシ類 ミカンハダニ コナジラミ類	マシン油乳剤	ナギナタガヤ草生による天敵保護・発生早期化
6月上旬	チャノキイロアザミウマ ミカンハダニ	イミダクロプリドフロアブル 削除	ナギナタガヤの枯死・倒伏 (ボーベリア・ブロンニアティ*)
7月上旬	チャノキイロアザミウマ	クロルフェナピルフロアブル	土着天敵の活用時期 (天敵に優しい薬剤の選択)
7月中下旬	ミカンハダニ チャノキイロアザミウマ	削除 チアトキサム顆粒水溶剤	
8月下旬	チャノキイロアザミウマ	アセタミプリド水溶剤	(光反射シートマルチ**)
9月上～中旬	ミカンハダニ	スピロジクロフェンフロアブル	
10月中旬～11月	ミカンハダニ	削除	ナギナタガヤ播種 ↓ 削除

表3 キアシクロヒメテントウが主体の産地におけるIPMモデルの例

時期	対象害虫	使用薬剤	天敵活用技術
12月下旬～ 1月中旬 (4月中下旬)	カイガラムシ類 ミカンハダニ コナジラミ類	削除	
6月上旬	チャノキイロアザミウマ ミカンハダニ ヤノネカイガラムシ	ジノテフラン顆粒水溶剤 マシン油乳剤	(ボーベリア・ブロンニアティ*)
7月上旬	チャノキイロアザミウマ	クロルフェナピルフロアブル	土着天敵の活用時期 (天敵に優しい薬剤の選択)
7月中下旬	ミカンハダニ チャノキイロアザミウマ	削除 スピノサドフロアブル	
8月下旬	チャノキイロアザミウマ	ニテンピラム水溶剤	(光反射シートマルチ**)
9月上～中旬	ミカンハダニ	スピロジクロフェンフロアブル	
10月中旬～11月	ミカンハダニ	削除	

注)* ゴマダラカミキリ防除を目的にボーベリア・ブロンニアティ製剤の使用も可能である。

** チャノキイロアザミウマ防除を目的に光反射シートマルチの実施も可能である。

減できる。使用する殺虫剤は地域における害虫（ミカンコナジラミ、カイガラムシ類、アブラムシ類、シャクトリムシ類、ゴマダラカミキリ、ミカンサビダニなど）の発生実態に合わせて同時防除できる薬剤を選択する。果実品質向上やチャノキイロアザミウマ防除を目的とした光反射シートマルチも7月以降であれば両天敵に影響はなく、使用できる。ミヤコカブリダニが主体の産地内であってもその発生が遅く、効果が上がりにくいほ場では、ナギナタガヤの草生栽培により発生時期が早まり、効果が向上する。

参考文献

- 1) Adachi I. et al. (2007) : Appl. Entomol. Zool. 42:425～431.
- 2) 古橋嘉一・西野 操(1994) : 静岡柑試特研報 6:1～65.
- 3) Katayama H. et al. (2006) : Appl. Entomol. Zool. 41:679～684.
- 4) Masui S. (2008) : Appl. Entomol. Zool. 43: 511～517.

- 5) 森 介計(1974) : 植物防疫 28:110～112.
- 6) Sugie H. et al. (1996) : Appl. Entomol. Zool. 31:427～431.
- 7) 土屋雅利(2005) : 静岡柑試研報 34:15～27.
- 8) 土屋雅利ら(1995) : 応動昆 39:219～225.
- 9) 堤 隆文(2001) : 植物防疫 55:560～562.

(増井伸一・金子修治・片山晴喜：静岡県農林技術研究所)

将来技術 カンキツ樹上でのカブリダニ定着・増強法

1. はじめに

IPM 体系においては、天敵類を用いた生物的防除が最も重要な防除手段とされている。現在、カンキツの IPM 体系では、マシン油乳剤などの天敵類に影響の少ない殺虫剤を使用することによって、カンキツ園内の土着天敵を保護し、重要害虫であるミカンハダニの防除に利用している（大平・土屋, 2005）。しかし、土着天敵の保護だけでは、その発生量は不安定で、ミカンハダニに対する十分な防除効果が発揮できていない。そのため、ミカンハダニを安定して低密度に保つためには、土着天敵をカンキツ園内およびカンキツ樹上で増強するなどの積極的な利用法の確立が求められている。

ミカンハダニに対する有力な土着天敵であるカブリダニ類の多くは、野外では、葉の窪み、葉脈沿いといった葉の微細構造や、チョウ目幼虫、クモ目の巣内に好んで生息することが知られている。この性質を利用して、簡便で効率的なカブリダニ飼育装置が開発された（Kishimoto, 2005）。この飼育装置は、カブリダニが好む微生息環境を人工的に用意しており、多くのカブリダニ種に適用可能である。そこで、この飼育装置を野外に応用することにより、カンキツ樹上でカブリダニ類に生息場所と餌を提供するカブリダニ増強装置を開発したのでその概要を紹介する。この技術により、将来土着天敵を積極的に活用したミカンハダニの安定的防除法が確立され、カンキツ栽培における IPM 体系の高度化が期待される。

2. 対象（作物、圃場条件、病害虫等）と作用機作

1) 使用カブリダニ種

日本国内のカンキツ園で主に発生するカブリダニ種は、ミヤコカブリダニとニセラーゴカブリダニ（図 1）である。いずれもミカンハダニ（図 2）をはじめとするハダニ類に対する有力天敵として知られる。園の農薬散布状況の違い

によってカブリダニの発生種は異なり、慣行防除園ではミヤコカブリダニが、無農薬園ではニセラーゴカブリダニが発生することが多い（岸本ら, 2007）。両種とも、ハダニ類の他に、チャ花粉などの花粉類を餌として増殖可能である。



図 1 カンキツ葉脈中のニセラーゴカブリダニ



図 2 ミカンハダニ

2) カブリダニの増殖

野外で採集したカブリダニ類は、図 3 に示したカブリダニ飼育装置であらかじめ増殖しておく。本装置では、カブリダニの生息場所として、細胞培養用 24 穴マイクロプレートおよび毛糸を使用する。24 穴マイクロプレートは水に沈めやすくするため、裏側の隙間を暗褐色のシリコン系シーリング剤で充填し、1 日乾燥させる。次いで、太さ 3 mm、長さ 5 cm の黒色毛糸を、プレートの各穴の底面の内周に沿うように設置

する。なお、シリコン充填剤および毛糸の色が暗色系統であるのは、乳白色であるカブリダニを飼育装置上で識別しやすくするためである。その後、毛糸を設置したプレートを、水を張ったプラスチック容器内に設置する。さらに、カブリダニの給水用および逃亡防止のため、プレートの周囲をティッシュペーパーで覆う。餌としては、多くのカブリダニ種で好適であることが知られているチャ花粉を用い、耳かき1杯程度の量を細筆を用いて各穴に均等にふりかける。餌は1〜3日おきに追加する。

カブリダニ飼育装置では、25℃条件で、ニセラーゴカブリダニ雌10個体が14日後に平均182個体、ミヤコカブリダニ雌10個体が平均1263個体に増殖する。また、ミヤコカブリダニ、ニセラーゴカブリダニを含めて、現在12種のカブリダニを飼育可能であることが確認されている（表1）。

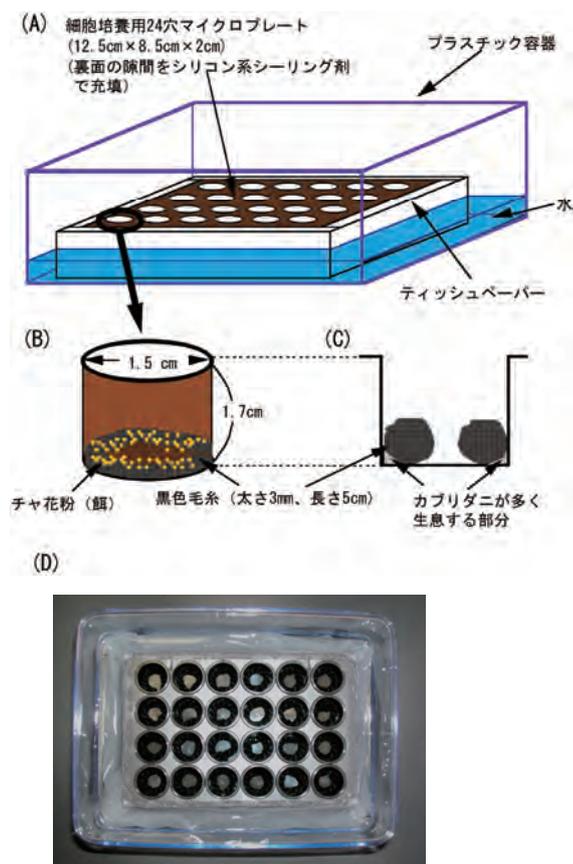


図3 カブリダニ飼育装置 (A), (D) 全体図, (B) 穴拡大図, (C) 穴断面図

表1 カブリダニ飼育装置で飼育可能なカブリダニ種

ニセラーゴカブリダニ
ミヤコカブリダニ
ケナガカブリダニ
マクワカブリダニ
オキナワカブリダニ
ミチノクカブリダニ
コウズケカブリダニ
ウルマカブリダニモドキ
フツウカブリダニ
トランスパールカブリダニ
ケプトカブリダニ
タテスジカブリダニ

3) カブリダニ増強装置の構造と作用機作

本装置では、カブリダニ飼育装置と同様、カブリダニの生息場所として、細胞培養用24穴マイクロプレートおよび毛糸を使用する（図4）。ただし、太陽光による温度の上昇を防ぐため、白色毛糸を使用する。カブリダニ類は乾燥に弱いので、カブリダニへの水分供給源として、プレートの裏面を0.5%寒天ゲルで満たした後、乾燥を防ぐためラップ類で覆う。さらに、カブリダニへの給水用として、プレートの各穴底に直径約1mmの小孔をあける（図4A）。カブリダニの餌として、花粉を各穴にふりかける。作成したプレートは、プラスチックシール容器内にセットし、プレート周囲は、カブリダニ給水用に0.5%寒天ゲルで満たす。プラスチックシール容器の側面と蓋には、カブリダニ移出入のための窓をあけ、また、太陽光による容器内の温度上昇を防ぐため、光反射用にアルミ箔で覆う。

以上のようにカブリダニの生存・増殖に必要な餌、水分、生息場所を提供した増強装置内で、カブリダニが増殖することにより、樹上にカブリダニが安定的に維持され、カンキツ葉上のミカンハダニ密度抑制が可能である（図5）。

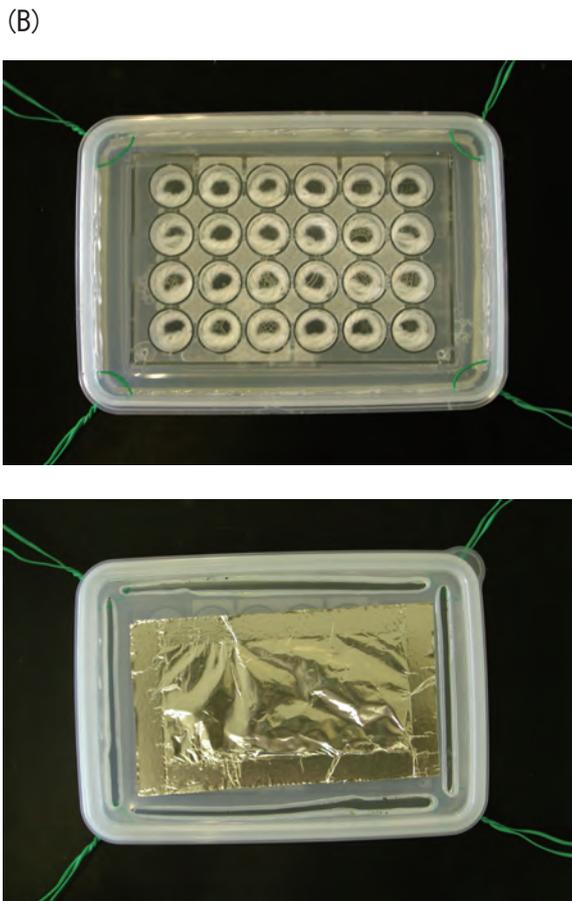
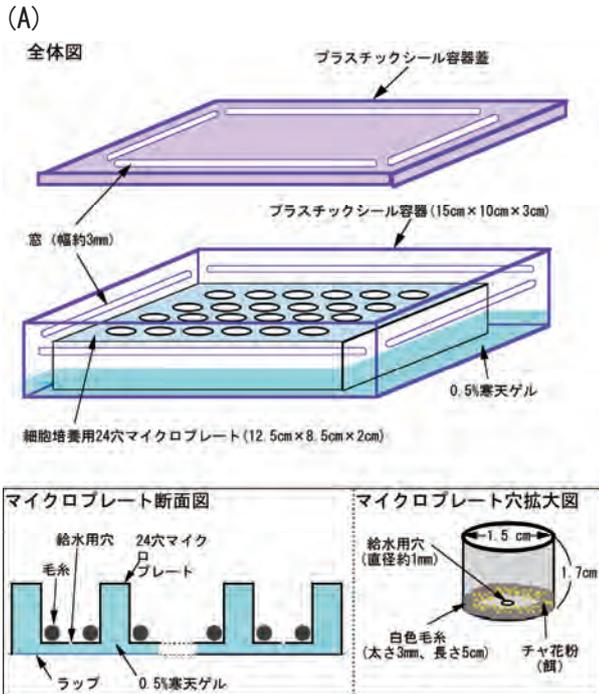


図4 カブリダニ増強装置 (A) 構造図, (B) 全体写真 (上) 内部構造, (下) 蓋をした状態

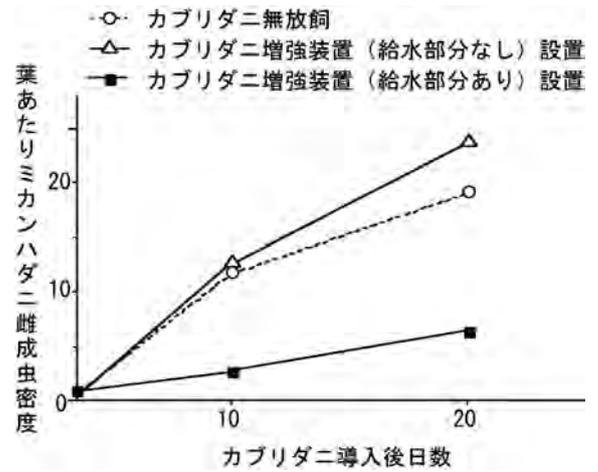


図5 カブリダニ増強装置設置によるミカンハダニ密度抑制効果 (‘青島温州’ 2年生ポット苗試験)
 (導入カブリダニ種: ニセラーゴカブリダニ)

3. 技術の概要

増強装置上にいずれかのカブリダニ種の雌成虫 (10 個体程度) を導入して, 花粉を餌として, 25℃程度で約 2 週間, 室内であらかじめ増殖させる。その間, 餌は, 2~3 日おきに追加する。その後, 増強装置をカンキツの主枝の分岐部に設置し, 針金等で固定する (図 6)。



図6 カンキツ主枝分岐部にカブリダニ増強装置を設置した状態

増強装置を樹上に設置後, 餌の追加なしでも, 約 2 週間後までは増強装置上でカブリダニが生息している。しかし, 増強装置上のカブリダニ数を長期間維持するためには, 週に 1 回程度の花粉の追加が必要である。

4. 今後の技術開発の方向

1) 装置の改良

実用化に向けて残された課題としては、装置のさらなる省力化、簡便化が挙げられる。なかでも、省力化に向けては、有効な餌の探索が最重要課題である。チャ花粉は、多くのカブリダニ種で好適な餌である一方で、カブリダニ類の生息に好適な高湿度条件ではカビが生えて劣化しやすいことが知られている。また、イヌマキ花粉は、ニセラーゴカブリダニにとって比較的長期間良好な餌である一方、ミヤコカブリダニはほとんど発育・産卵できない。そのため、増強装置上で長期間カブリダニを定着および増殖させるためには、定期的に餌を追加する必要がある。そこで、省力化およびカブリダニの増殖効率の向上に向けて、カブリダニ類にとって好適な品質が長期間維持できるような代替餌の探索、もしくは人工飼料の開発が必要である。

また、装置自体の簡素化および樹上への設置方法の改良も必要である。現在の増強装置は、葉から比較的離れた主枝の分岐部に設置する構造であるが、カブリダニ類は、体サイズが小さく移動能力が低いことから、増強装置もミカンハダニが寄生する葉の近くに設置できることが望ましい。そのため、今後、小型化および枝に巻付ける形状等への改良が必要である。

2) 他種カブリダニへの応用

カブリダニ飼育装置は、多くのカブリダニ種が飼育可能であったことから、今回開発したカブリダニ増強装置も多くのカブリダニ種へ適用可能と考えられる。カブリダニ類は種によって食性が異なり、フシダニ類やアザミウマ類に対する有望な天敵として知られる種も存在する。そのため、使用するカブリダニ種を変えることで、フシダニ類やアザミウマ類など他の難防除害虫への防除効果も期待できる。ただし、すでに樹上に他種カブリダニが生息している場合、増強装置上で増殖したカブリダニ種の樹上への定着・増殖が阻害される可能性がある(表2)。今後、増強したカブリダニ種の樹上での定着を

安定させるために、増強装置から樹上へのカブリダニの動態を解明するとともに、樹上での定着や増殖に影響する要因を解明する必要がある。

表2 ニセラーゴカブリダニが優占している園にミヤコカブリダニを導入したカブリダニ増強装置を設置した場合のカンキツ葉上でのカブリダニ採集数(♀成虫)

		ミヤコカブリダニ	ニセラーゴカブリダニ	その他
増強装置設置	設置前	0	12	0
	設置後*	2	75	2
ミヤコカブリダニのみ放飼	設置前	0	11	0
	設置後*	0	81	2
ミヤコカブリダニ無放飼	設置前	0	6	0
	設置後*	0	51	0

* 設置7日後～36日後(5回調査)合計数

参考文献

- 1) Kishimoto, H. (2005) : Appl. Entomol. Zool. 40 : 77～81.
- 2) 岸本英成ら (2007) : 日本ダニ学会誌 16 : 129～137.
- 3) 大平喜男・土屋雅利 (2005) : IPM マニュアル(中央農業総合研究センター編), 養賢堂, 東京, P. 77～86.

(岸本英成・大平喜男: 果樹研究所)

樹園地の気象データを利用したナシ黒星病の発生予測システム

1. はじめに

病害防除は予防を原則とするため、発生前からの防除を必要とする。ナシのような永年作物は栽培期間が長く、年に一度の収穫であり、一年の防除の失敗が翌年にも悪影響を及ぼす。このため、ナシでは減農薬は難しいと考えられ、病害防除は防除暦に従った、化学合成農薬に大きく依存した防除体系が用いられている。

しかし、ナシ生産地の市街化、混住化が進んでいることや消費者の農産物に対する安全・安心への関心が高まっていることから、ナシ栽培においても減農薬が求められている。

2005年出版の「IPM マニュアル」のナシの項において、黒星病の防除は抵抗性品種として「巾着」、「晩三吉」を挙げ、これらを更新、高接ぎすること、落葉処分、果実袋の利用等を個別技術としている。体系化技術では、予防的な防除を中心におき、耕種的防除による第一次伝染源の除去を図るとともに、化学合成農薬の効果が持続していると推定される期間内での追加使用は避け、散布間隔を可能な限り広げることにより散布回数の削減を図ることとしている。

しかし、実際にこのIPMの体系化技術を用いて黒星病の防除を成功させるには、本病の発生生態や薬剤の効果、残効等の専門的知識を必要とする。さらに、これまでの気象条件や散布履歴を記録・整理したうえで、最新の気象予報を常に迅速に収集し続け、それらを踏まえて総合的に防除要否を判断する必要がある。また、長年の経験や勘といった曖昧なものに依存する部分も多い。このため、ナシ栽培においてIPMを実践し、成功させることのできる生産者はごく一部に限られていた。そこで、ここでは減農薬防除を実際に現場で普及、実践する普及指導員や生産者が農薬散布の要否や散布時期を判断する際に利用できる技術として開発したナシ黒星病防除支援情報システム、すなわち「梨病害防除ナビゲーション」について述べる。これにより知識の一般化や情報の共有を図ることができ

る。

2. 対象と作用機作

「梨病害防除ナビゲーション」はナシ黒星病を対象とする。防除要否の判断に必要な、ナシ園における様々な情報を入力すると、これらの情報が整理されてパソコン上に表示される（図1）。生産者はこの画面を見ることで、ナシ園の気象経過や防除履歴等を把握し、防除要否の判断等を総合的に評価することができる。そのため、「梨病害防除ナビゲーション」は防除の要否を判断するための多くの知見、モデル、情報等を含む。以下には、このシステムの考え方の基となる知見、情報、考え方等のうち主なものを示す。

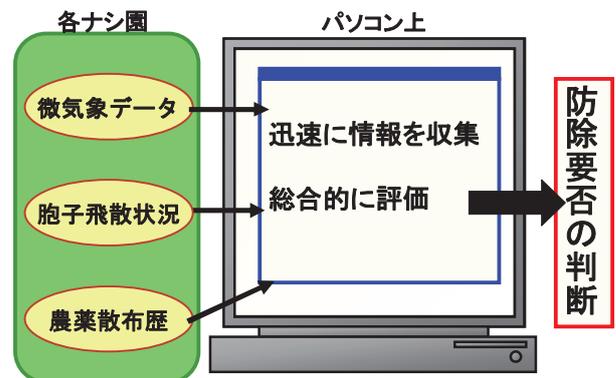


図1 本システム概念

1) 伝染源（胞子の飛散開始時期）

ナシ黒星病の第一次伝染源は、前年の被害落葉上に形成される子のう胞子と、罹病芽基部上に形成される分生子である。子のう胞子の飛散は、3月下旬から4月上旬に始まり、5月上旬から下旬に終息する。子のう胞子の飛散はナシの開花し始める日と関係があり、開花が早い程、飛散も早い時期から始まる。一方、罹病芽基部上に形成される分生子も開花始め頃から飛散が始まる。これ以降は、両胞子によって罹病した葉、幼果上に形成される分生子が再び周囲に飛

散するため、生育期間中は常に黒星病の孢子が飛散している可能性がある。

2) ナシの黒星病に対する感受性

感受性とは、植物の持つ、病気に罹る性質のことであり、生育期間中においてナシは基本的には常に感受性があり、防除が必要である。その中でも、「幸水」、「豊水」では、幼果は開花直後から5月上旬頃までは高い感受性があり、さらに、「幸水」では6月中旬から7月中旬にも果実の感受性が高まる期間がある。両期間は黒星病防除において重要な期間である。

3) 感染危険度

ナシ黒星病菌の孢子が葉に付着した後、葉の組織に感染するためには、適度な温度の下で、濡れた状態が一定時間以上継続する必要がある。黒星病の感染好適温度は15~25℃であり、この条件下では9時間以上濡れた状態が継続すると感染に至る。また、5~30℃でも12時間以上で、感染が成立する(図2)。このように、黒星病の感染・発病に関する環境要因は温度と濡れ時間であり、これらの関係を基に、気象観測装置等を用いて温度と濡れ時間を計測し、感染危険の度合いを計算により求めることができる。また、これにより計算された値を感染危険度とする。

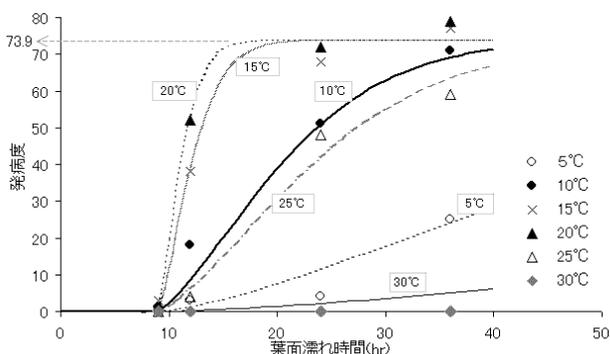


図2 温度及び濡れ時間と黒星病の発病度との関係

4) ナシ黒星病の感染・発病の条件

一般に病気の三要素(主因, 素因, 誘因)が揃った時に病気は成立する。ナシと黒星病との関係で述べると、常に感受性があるナシにおいて、孢子の飛散がみられる状態で、感染危険度

が高い時に、黒星病は感染・発病に至る。逆に、これらの要素が一つでも欠ける時、あるいは各要素が揃った場合でも、その時に薬剤による保護効果が発揮される場合には、感染・発病は抑制される。

5) 黒星病防除の減農薬方法

一般に病害の防除は予防を原則とし、病気の三要素が揃う時には薬剤の効果が発揮できる状態に保つ必要がある。慣行防除体系では、防除暦に従って殺菌剤の効果がほぼ途切れることのないようにスケジュール的に散布されることとなる。一方、減農薬防除を図る場合、晴れている間は薬剤の効果は必要ないと考え、薬剤の効果がなくなったと判断されてから、感染危険度が高いと予想される日(降雨日)の前日または前々日に薬剤散布することで散布間隔を広げる(図3)。

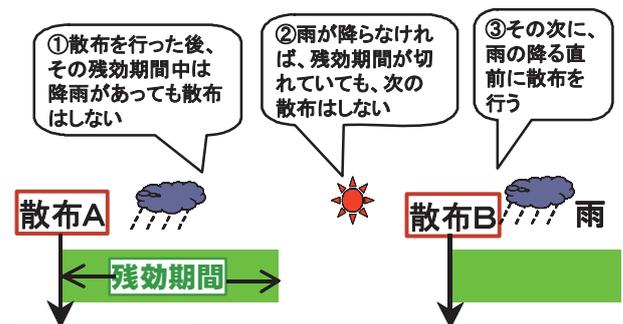


図3 降雨の状況及び残効期間に基づいた散布間隔の延長

3. 技術の利用法

1) 「梨病害防除ナビゲーション」とは

「梨病害防除ナビゲーション」の中では前述のような黒星病の伝染源である孢子の飛散状況、気象観測データに基づく黒星病感染危険度及び予測発病度、黒星病に対する果実の高感受性期、散布農薬の効果期間の目安等がチャート化(「病害防除支援チャート」)される(図4)。「梨病害防除ナビゲーション」は、このシステムにおいて稼動するパソコンソフトのことであり、エクセルのVBAを用いてプログラミングされている。

このため、ソフトの本体はエクセルのファイルである。各ナシ園における病害発生危険性や、防除状況が視覚的に把握でき、また、それらをシミュレーションできることから、病害発生や防除の成否の要因解析に活用できる。さらに、減農薬技術を導入する際の重要なポイントの一つである、農薬の散布タイミングを把握する上で有効である。

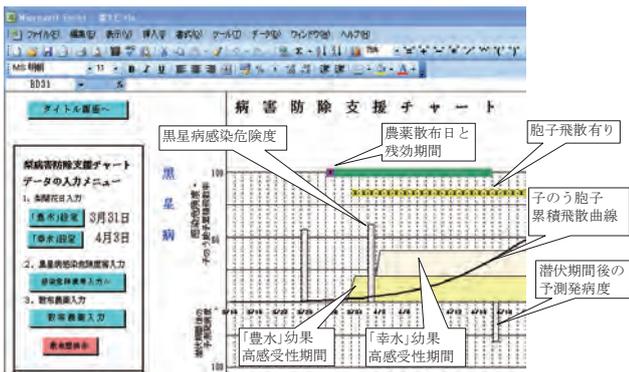


図4 「ナシ病害防除ナビゲーション」における凡例

2) 「梨病害防除ナビゲーション」の操作

(1) 開花日入力

「病害防除支援チャート」の「豊水」(「幸水」)設定ボタンをクリックすると入力フォームが表示される(図5)。ここから日付を選択し、設定ボタンを押すことで入力できる。

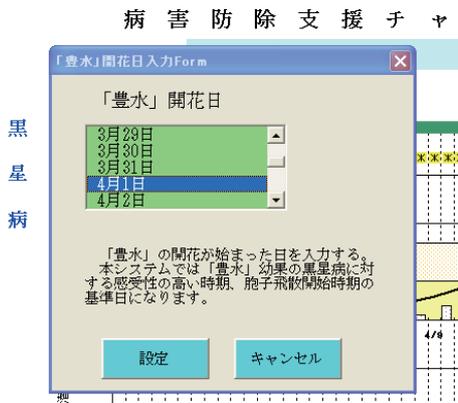


図5 「梨病害防除ナビゲーション」における開花日入力フォーム

入力すると、子のう胞子の累積飛散曲線、伝染源である胞子が飛散したことを示すチャート、

黒星病に対する高感受性期を示すチャートがそれぞれ表示される(図4)。

(2) 感染危険度の入力

感染危険度はナシ園内等に設置した気象観測装置(フィールドサーバ、千葉農林総研気象観測装置、サーモレコーダー等)のデータから算出した結果を感染危険度等入力ワークシートに入力する。

フィールドサーバ等のネットワーク対応型の気象観測装置からの気象データを、インターネット上で感染危険度を計算するソフトウェアを利用して、その算出結果をパソコンに取り込み、感染危険度をリアルタイムに更新できる(図6)。

また、サーモレコーダー等の小型温湿度記録計のデータをエクセルシート上で加工して、感染危険度を計算することもできる。

感染危険度を入力すると、感染危険のあった日にはその度合いに応じた上向きの棒グラフが表示され、潜伏期間後(本システムでは15日後)に予測発病度として、下向きの棒グラフが表示される(図4)。

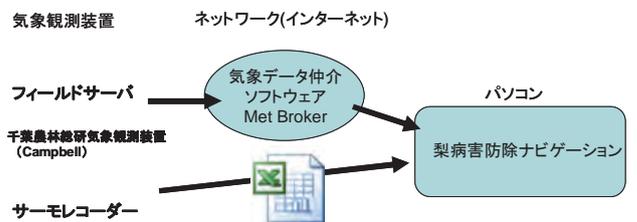


図6 感染危険度の入力

(3) 散布農薬の入力

病害防除支援チャートの散布農薬入力ボタンをクリックすると、「散布農薬入力フォーム」が表示される。これに散布日及び散布農薬を選択して設定ボタンを押すことで入力できる(図7)。また、散布農薬の治療・残効期間は書き換えることができる。

散布日及び散布農薬を入力すると、それに伴って「病害防除支援チャート」に治療・残効期間が表示され、残効の有無が把握できる(図4)。

図7 「梨病害防除ナビゲーション」における散布農薬入力フォーム

かる。

気象観測装置としてサーモレコーダーを用いた場合、コストは低いが、感染危険度の入力に煩雑な点がある。このため、普及指導機関が主導となって入力することが望ましい。

本システムを利用するにあたっては、各ナシ園の状況に応じて本システムの利用形態を選択し、システムを活用すべきである。

参考文献

- 1) 梅本清作ら(2003):日植病報 69:124~131.
- 2) 牛尾進吾ら(2007):関東東山病虫研究報 54:71~76.
- 3) 菅原幸治ら(2008):植物防疫 62:379~382.
- 4) 牛尾進吾ら(2008):関東東山病虫研究報(投稿中)

(金子洋平・牛尾進吾:千葉県農林総合研究センター)

4. 技術の利用上の留意点

減農薬栽培はもとより、慣行栽培においても病害防除を継続して成功させるためには、落葉の処分、罹病芽基部の除去等の耕種的防除を徹底することが前提である。また、常に園内の見回りを行い、病虫害の発生状況を監視することも重要である。さらに、その年の栽培が終了した際、栽培期間中に入力してきた感染危険度と農薬散布履歴のデータを省みて、当年の防除の成否を検討することも重要である。

一方、減農薬栽培等により病虫害の発生が目立つ傾向がみられた場合は、減農薬に固執することなく防除を優先し、園内の病虫害の密度を低くすることを心掛ける。

5. 技術の課題等

ネットワーク対応型の気象観測装置を利用する場合、簡便にリアルタイムに感染危険度を入力することができる。しかし、ナシ園内にネットワーク環境を整える必要がある等コストが掛

将来技術 交信攪乱剤と天敵シヨクガタマバエを活用したナシのアブラムシ類の有効防除体系

1. はじめに

福島県のナシ害虫防除においては、交信攪乱剤を基幹とした殺虫剤削減防除体系が確立されている。その経過をみると、1998年まではハマキムシ類を対象にハマキコンが使用されてきたが、1999年に複合交信攪乱剤のコンフューザーPが採用され、2004年にはコンフューザーNへ切り替わった。その間、殺虫剤・殺ダニ剤の総使用回数は、1998年の22剤（県慣行防除体系）から2007年の18剤まで4剤削減されている。その中で有機リン剤は9剤から2剤へと大幅に削減され、その代わりに土着天敵に対し影響の少ないネオニコチノイド剤やIGR剤、BT剤の使用回数が増えている。

また、1980年に白河市東（旧西白河郡東村）のナシ産地において、本県で最初に防雹網が設置された。1986年には防雹網から多目的防災網に切り替わり、雹害だけでなくカメムシ類や吸ガ類などの害虫防除にも利用され、殺虫剤の使用回数が更に2～3剤削減されている。

多目的防災網を設置し、複合交信攪乱剤を処理した殺虫剤削減ほ場では、土着天敵が保護され、アブラムシ類やハダニ類などの捕食性天敵が増加している。しかし、土着天敵だけではアブラムシ類やハダニ類の制御は難しく、慣行防除体系と同様に化学合成殺虫剤を2剤、殺ダニ剤を2～3剤使用しているのが現状である。

果樹では天敵農薬としてハダニ類を対象にミヤコブリダニ剤（果樹類）とチリカブリダニ剤（果樹類・施設栽培）が農薬登録され、露地のリンゴやナシ、オウトウ、施設ブドウなどで使用されている。野菜類（施設栽培）ではハダニ類の他にアブラムシ類を対象にシヨクガタマバエ剤、ナミテントウ剤、コレマンアブラバチ剤、ヤマトクサカゲロウ剤の4製剤が農薬登録されている（2008年10月現在）。この4剤の中から、シヨクガタマバエ剤とナミテントウ剤について、ナシ樹における定着性とアブラムシ類に対する密度抑制効果を明らかにし、交信攪

ナシのIPM体系へ組込む新資剤としての可能性を検討し、交信攪乱法とこれらの捕食性天敵類の保護利用法を活用した環境調和型防除体系の構築を試みたので、将来技術としてその概要を紹介する。

なお、シヨクガタマバエ剤、ナミテントウ剤は2008年10月現在、ナシへの農薬登録はないため、使用できない。

2. 対象と作用機作

1) シヨクガタマバエ（写真1）

シヨクガタマバエ (*Aphidoletes aphidimyza*) はアブラムシ類の捕食性天敵の一種で、約80種のアブラムシを捕食する。成虫の体長は2.5～3.0mm、卵は0.1～0.3mmで、幼虫がアブラムシを捕食する。終齢（3齢）幼虫は土壤中で繭を作り蛹化する。卵から成虫までの発育日数は約24日（22℃条件下）である。本種はわが国にも広く分布しており、その生態の解明と利用法の開発が進められているが、未だ実用化されていない。



写真1 シヨクガタマバエ

①成虫 ②卵 ③幼虫 ④土繭

そこで、市販のシヨクガタマバエ剤を使用する。この製剤（500mlポリエチレン瓶）には約1,000頭のシヨクガタマバエ繭が緩衝材のバーミキュライトの中に混ぜられおり、単価は約7,000円/1瓶である。野菜類（施設栽培）で

は2瓶(約2,000頭/10a)をアブラムシ類の発生初期に放飼する。標準的な放飼回数はアブラムシ類の発生を見ながら、1週間間隔で3回である。放飼方法はシヨクガタマバエ剤を小皿2~3枚に盛り分け、アブラムシ類のコロニーの下に設置する。露地ナシにおいても放飼頭数は野菜に準じ2,000頭/10a、放飼回数は2回とし、放飼時期はアブラムシ類の発生初期の10頭/新梢を目安とする。露地では施設野菜のような放飼方法は採用できないため、次のような容器を用いて放飼する。

①アイスクリームカップ(90ml)の底に排水用の穴をあけた容器:100頭/容器,20個/10a。②紙コップ(150ml)に成虫脱出用の穴を4カ所あけ、雨が入らないように蓋をした容器:100頭/容器,20個/10a。③紙コップ(350ml)2個を飲み口部で合わせ、成虫脱出用の穴を4カ所開けた容器:200頭/容器,10個/10a。④SEトラップの底板にポリ容器(140×220×25mm)を載せた容器:500頭/容器,4個/10a。放飼用の容器は直射日光を受けないナシの棚面や主枝の分岐部に固定する(写真2)。容器①は降雨により繭が水没することもあるが、繭は水中でも3日間程度生存できる。また、容器①と④では、風雨やスピードスプレヤーの風圧によって繭が容器からこぼれ落ちることがあるので、設置する棚面や枝に注意する。室内試験では、いずれの容器もシヨクガタマバエの羽化数に差はみられない。



写真2 シヨクガタマバエ放飼用の容器

- ①アイスクリームカップ 90ml ②紙コップ 150ml
③紙コップ 350ml ④SEトラップ

2) ナミテントウ

ナミテントウ(*Harmonia axyridis*)はアブラムシ類の捕食性天敵として広く知られており、成虫と幼虫がさまざまな種類のアブラムシを大量に捕食する。シヨクガタマバエ同様にその利用は未だ実用化されていないため、市販のナミテントウ剤(単価は約7,000円/成虫100頭/1カップ)を使用する。このナミテントウ成虫は飛翔できない。

施設野菜での使用量は0.5~4頭/株である。アブラムシ類の発生初期に7~10日間隔で数回放飼する。野菜と果樹では植栽本数や栽培方法が大きく異なるため、この使用量はナシには適用できない。そこで、使用量は50~75頭/樹(1,000~1,500頭/10a)とし、アブラムシ類の発生初期(10頭/新梢を目安)に1~2回放飼する。放飼方法はカップを主枝の分岐部に固定する。

3) 多目的防災網

使用したネットの種類は①目合9mmクロス、白色(遮光率10%以下、防風率約25%)、②目合4mm、白色(遮光率約15%、防風率約40%)であった。標準的なナシほ場でのネットの単価は、①が約200,000円、②が約150,000円であり、その他にポールなどの資材費が加算される。多目的防災網をナシに設置した場合、遮光率の低下による生育への影響が懸念されたが、目合4mm、9mmクロスともに無被覆に比較すると予備枝長や花芽分化率に差はなかった。

4) 補完防除剤

放飼天敵だけではアブラムシ類の発生を制御できない場合は、気門閉鎖型殺虫剤を使用する。この剤は天敵や訪花昆虫への悪影響がほとんどないため、天敵放飼の補完防除剤に適している。果樹では、でんぷん水和剤(有効成分:でんぷん20%)とオレイン酸ナトリウム液剤(有効成分:オレイン酸ナトリウム20%)が、アブラムシ類を対象に農薬登録されている。でんぷん水和剤はアブラムシ類の他にハダニ類にも登録があり、新JAS法に適合し、有機栽培でも使用可能である。

3. 技術の概要

1) 多目的防災網の効果

露地ナシほ場（4a）においてショクガタマバエ剤を容器①, ②を用い1回放飼（50頭/樹, 2,000頭/10a相当量）した試験を行っている。多目的防災網を設置したナシ樹では, ショクガタマバエ幼虫の個体数が無設置のナシ樹よりも明らかに多かったことから, ショクガタマバエ

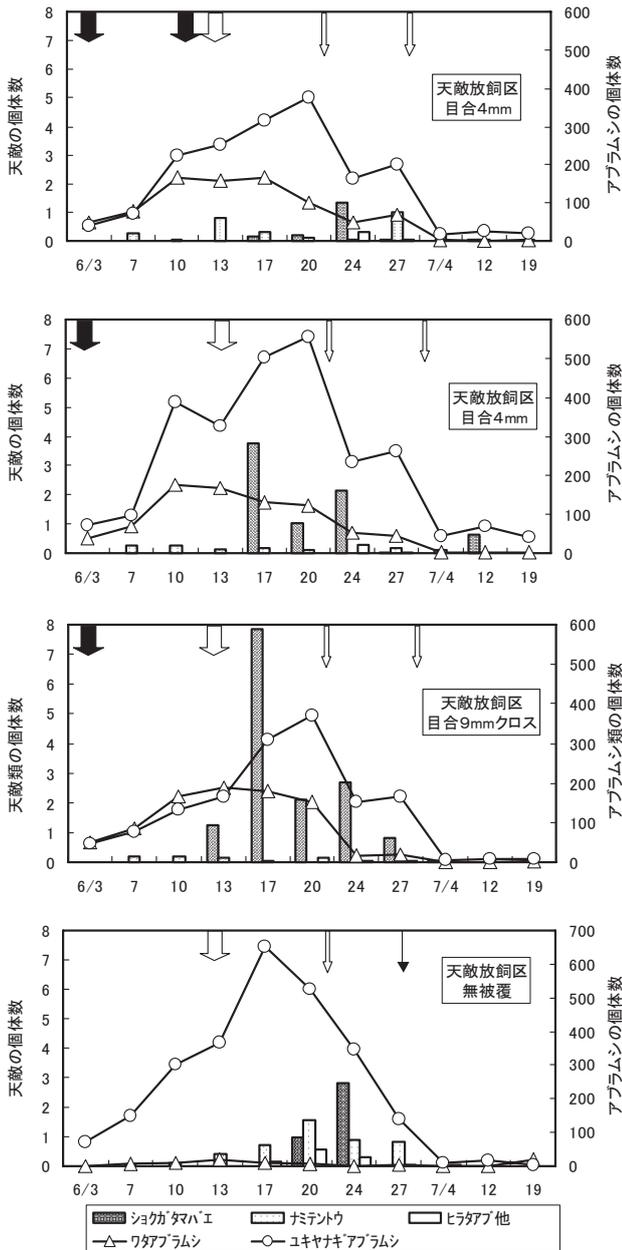


図1 ネットの種類とアブラムシ類および天敵類個体数の関係（2006, 果樹研）

↓ ナミテントウ ↓ ショクガタマバエ
 ↓ でんぶん水和剤 ↓ 化学合成殺虫剤

の定着性が多目的防災網によって向上することが明らかになった（図1）。

ショクガタマバエの定着性と多目的防災網の網目の関係では, 目合9mmクロスの方が目合4mmよりも定着性が向上すると考えられた（図1）。また, 目合9mmクロスを被覆した40a規模の現地試験でも, ショクガタマバエの定着性が実証されている（図2）。現地試験ではアブラムシ類の発生初期（放飼直前の密度は約5頭/新梢）にショクガタマバエ剤を10日間隔で容器③, ④を用い2回放飼（合計16,000頭）した。

次に, ショクガタマバエを放飼する10日前にナミテントウ剤（50頭/樹）を1回放飼と2回に分けて放飼（合計75頭/樹）した試験を行っている（図1）。ナミテントウ成虫は放飼後直ぐにナシ樹に定着すると予想されたが, 放飼後もアブラムシ類の個体数は増加し続けた。成虫は被覆した目合4mm, 目合9mmクロスのいずれの網目も通り抜け, 隣接した天敵無放飼のナシ樹にも成虫が見られた。この2種類の網目ではナミテントウの定着性は低いことが明らかになった。

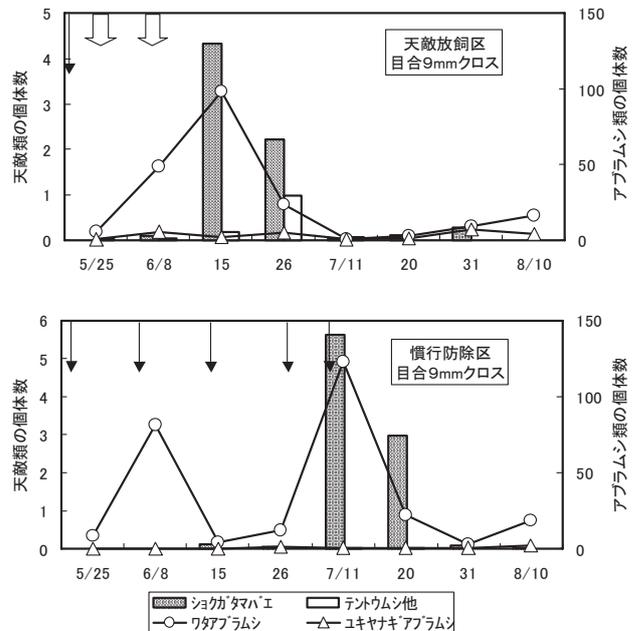


図2 天敵放飼の有無とアブラムシ類および天敵類個体数の関係（2007, 白河市）

↓ ショクガタマバエ ↓ 化学合成殺虫剤

2) アブラムシの種類による効果

ナシ樹に寄生していたアブラムシは、大半がワタアブラムシとユキヤナギアブラムシの2種類であった。シヨクガタマバエ剤放飼後のアブラムシ類の密度は、ワタアブラムシは低下するが、ユキヤナギアブラムシではむしろ増加し、効果が認められなかった。このため、ユキヤナギアブラムシの防除としてでんぷん水和剤を2回使用した結果、ユキヤナギアブラムシの密度は低下した(図1)。

3) 利用する捕食性天敵の種類

アブラムシ類に対するシヨクガタマバエとナミテントウの効果を比較検討した結果、多目的防災網(目合4mm, 目合9mmクロス)を設置したナシ樹では、シヨクガタマバエの方がナミテントウよりも定着性が優ったことから、ナシではシヨクガタマバエを使用する。

4) シヨクガタマバエ利用と防除体系

シヨクガタマバエを放飼する5月下旬~7月下旬(ナシ新梢の伸長期間)は、化学合成殺虫剤を使用しないことが望ましい。使用する場合でもシヨクガタマバエの発生に影響の少ない化学合成殺虫剤を選択する必要がある。このため、シヨクガタマバエ剤を利用できる条件は、多目的防災網の設置だけでなく、複合交信攪乱剤を処理した殺虫剤削減防除体系ほ場に限定される。

5) シヨクガタマバエの放飼時期

シヨクガタマバエの放飼時期はアブラムシ類の発生時期(10頭/新梢を目安)とする。放飼期間の最低気温は20℃以上が望ましい。シヨクガタマバエ剤は注文して手元に届くまで約7日かかる。その間にアブラムシ類が増殖し、放飼の目安とした10頭/新梢を越える場合も予想される。アブラムシ類の発生状況を観察し、10頭/新梢を越えた場合は、放飼前に気門閉鎖型殺虫剤を使用するなどの対策が必要である。

6) シヨクガタマバエの放飼方法

放飼方法は、栽培面積に合わせて今回提示した容器を使用する。風雨や直射日光などの

影響を受けない放飼方法であれば、今回の容器以外の方法でも放飼できると考えられる。

5. 今後の技術開発の方向

果樹においてシヨクガタマバエ剤は農薬登録されていないが、環境調和型の防除体系を策定するに当たって、この天敵製剤についても早急に登録を取得する必要がある。また、資材費のコストを削減するために、放飼量や放飼回数、放飼時期などについて更に検討する必要がある。施設野菜などで実施されているバンカープラントのようなシヨクガタマバエの継続的な餌場の確保なども検討する必要がある。

シヨクガタマバエは、雌雄が吊り下がるヒモなどがあると交尾率が向上することが明らかになっている。多目的防災網の網目が交尾場所に適している可能性もあるので、多目的防災網において定着性が向上する要因を明らかにする必要がある。また、シヨクガタマバエのユキヤナギアブラムシに対する密度抑制効果はワタアブラムシよりも劣ったことから、シヨクガタマバエのアブラムシに対する嗜好性についても解明する必要がある。また、殺虫剤削減防除体系を実施したナシほ場では、テントウムシやクサカゲロウ、ヒラタアブなどの土着天敵の種類や個体数が徐々に増加している。土着天敵の生態や保護・活用法を開発するとともに、放飼天敵の土着天敵に及ぼす影響についても調査する必要がある。

参考文献

- 1) 荒川昭弘(2005): 植物防疫 59: 453~456.
- 2) 佐々木正剛ら(2007): 北日本病虫研報 58: 205.
- 3) 矢野栄二ら(2008): 近畿大学農学部紀要No. 41: 1~10.
- 4) Yukawa, J. et al. (1998): Appl. Entomol. Zool. 33: 185~193

(佐々木正剛: 福島県総合農業センター果樹研究所)

将来技術 遮光ネットによるカブリダニのトラップと定着促進

1. はじめに

カブリダニを利用した果樹ハダニ類の防除の問題点として、ハダニの密度上昇に対してカブリダニの発生が遅いことが挙げられる。カブリダニによって安定的にハダニ密度を抑制するためには、樹上のハダニ密度に依存しないカブリダニ定着技術の開発が必要である。

カブリダニは、ハダニやクモが絡げた糸の下や葉脈沿いなど、狭小で構造的に複雑な空間に好んで生息する。そのような構造を模倣した人工構造物を提供することにより、カブリダニの樹上への定着を促し、行動や分布をコントロールすることが期待される。さらに、生息環境へ代替餌を添加することにより、増殖基地として利用することも可能である。

このような人工構造物として、遮光ネットはいくつかの利点を有する素材である。まず、ネットを構成するポリエチレンフィルムの紐がよじれ、重なり合う構造を有することから、ネット全面がカブリダニの生息場所となりうる。また、1枚の大きなシートを、用途に応じて大きさや形を自由に調整できる。さらに、遮光ネットは、一般に、安価で耐久性があり、多くの農家が保有するものであるため、農業現場への導入も比較的容易であると考えられる。

そこで、樹上におけるハダニ密度を抑制するため、カブリダニの生息密度を向上させる、遮光ネットを利用したカブリダニ定着装置を開発したので、将来技術としてその概要を紹介する。

2. 対象と作用機作

遮光ネットは、ポリエチレンフィルムを幅4mm前後に裂いたものを紐に見立て、編んだり、織ったりして作られている(図1A)。このため、フィルムがねじれたり、重なったりして、狭小な隙間がいたるところに生じる。また、シートを二重三重と重ねて使うことにより、こうした空間はさらに増える。

カブリダニ類には、微少な毛で覆われた葉、クモやハダニあるいはチョウ目の幼虫が葉上に張った網の下、葉脈沿いや葉の表面にある窪みなど、構造が複雑な微少空間に好んで潜む習性がある。カブリダニ類の捕食者から身を守るなどの効果があると考えられ、これらの環境は単なる隠れ家にとどまらず、繁殖の場としても使われている。

遮光ネットの隙間は、こうした自然構造物の疑似空間としてカブリダニに潜む場所を提供し、好適な繁殖空間として増殖に寄与すると考えられる。つまり、遮光ネットは樹上におけるカブリダニのコロニー形成の場として機能することが期待される。



図1 遮光ネット A)遮光率90%のネット(切断後)とB)ナシ樹に設置されたネット

構造物自体にカブリダニが潜るのは、遮光ネットの特徴のひとつである。今回、様々な人工構造物をカブリダニに与え、潜行性を比較したが、ウレタンフォームのように多くの個体が寄るものの、その大半が接地面に留まっているものもみられた。これに対し、遮光ネットでは、ほぼ全ての個体がネット内に滞在し、高い定着性が示されている（図2）。

なお、カブリダニの遮光ネットへのアプローチは、あくまで偶然によるところが大きいのと思われる。歩いているところに、たまたま好適な環境があり、そこに潜り込むというイメージである。定着性の程度については、発育段階、性、生理的な状態などが関与する可能性も考慮する必要ある。

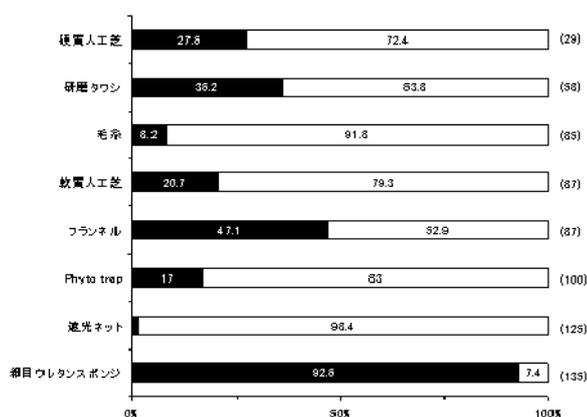


図2 構造物下のプラスチック板上に生息していたミヤコカブリダニ個体数 (白) と構造物上に生息していたミヤコカブリダニ個体数 (黒) との比率。棒中の数字は比率 (%)。括弧内の数字は両個体数の合計 (20 反復)

3. 技術の概要

1) 遮光ネット

本来、遮光ネットは日よけや霜よけ目的で使用されているもので、用途や作物にあわせて、様々な規格が用意されている。大きさも市販品にとどまらず、希望のサイズに加工して購入することが可能である。

試験に使用した遮光ネットは遮光率 90%以

上のラッセル編のものを使用した。遮光ネットには、他に平織り、カラミ織りのものもあるが、ラッセル編のものは、目ずれや切断した場合のほつれが少なく、素材として最も適している。

遮光率は編みの細かさに比例しており、40%以下～90%以上のものまで、幅広く選択が可能である。どのような形で使うかにもよるが、カブリダニの定着習性を考えれば、編みは密な方が好ましい。ただし、ネットが密になれば、通気も悪くなるので、内部の温度上昇が気になるかもしれない。しかし、通常の使用では、樹冠下となるため、生存に支障を来すような温度の上昇はみられないと思われるが、検討の余地はある。

遮光ネットの色については、もっとも一般的な黒を使用した。他にシルバーのものもあるが、熱も反射するので、屋外で大きく使用するなど、直射日光が当たるような場所への設置を考える際には、むしろシルバーの方が好ましいかもしれない。この点についても検討の余地がある。

2) 設置方法

遮光ネットを単独で使用する場合、適当な大きさに切って、幹や枝に巻くのが基本形となる（図1B）。巻き方は自由であるが、カブリダニ類は重なったネットの内部に定着することが多いので、数層にして巻く方がフィルム間の重なりが増え、内部構造が複雑になり、カブリダニにとって好適であるように思われる。カブリダニがネット内部へと侵入しやすくなるように遮光ネットと枝は、なるべく密着するように、枝に巻いたネットの上から針金（ビニールタイや紙タイなどが使いやすい）やマジックテープのバンド等により、しっかりと固定する。当然、設置面は広い方が良い。針金などで強く固定した場合、固定箇所のみが押さえつけられ、その両サイドが持ち上がってしまうことが多い。一箇所ですべて固定するのではなく、固定箇所を増やすことで、密着する面積を稼ぐようにする。ひとたび設置すれば、遮光ネットが保つ限り、数年はそのままが良い。

3) 用途

遮光ネットの用途には、①人工生息環境としての利用、②集積・移動用のトラップとしての利用、の2点が考えられる。

(1) 人工生息環境

カブリダニ類の樹上への定着を促進し、増殖を助けることが目的となる。設置箇所については、カブリダニ類の樹内での移動や行動の詳細が明らかでないため、推測の域を出ないが、葉に近く、樹皮も滑らかな若い枝が好ましいように思われる。また、遮光ネットの一つ一つを大きくするよりは、小さな断片にして異なる枝に巻きつけ、数を多くする方が効果的であろう。

(2) 集積・移動用トラップ

放飼を目的に、カブリダニ類が多く発生している場所において、それらを集積し、移動するために使用する。ネットごと移動することにより、単にカブリダニを移動するだけでなく、放飼先での定着を助けることも期待できる。トラップとしての設置期間は、1週間を目安とし、カブリダニの発生量に応じて適宜決める。設置数は多いに越したことはないが、放飼先で切って巻き付けることにより、放飼箇所を増やすことも出来る。

また、葉上にカブリダニ類が多く発生しているなど、トラップで集積する必要がない際には、葉ごと採集し、放飼先において遮光ネットで覆うように巻き付け、放飼するなどの方法も考えられる。

4. 今後の技術開発の方向

遮光ネットは、カブリダニの樹上への定着をサポートする有力な素材候補であるが、それを如何に使うか、技術レベルにおいてはまだ発展途上の段階にあり、今後さらなる検討が必要である。

まず、「カブリダニをより効率的に集積するには、どの様に設置すれば良いのか」、ネットの取り付け方、取り付け箇所や数など、細部にわたって検証すべきことは多い。カブリダニは小さく、遮光ネットの取り付け方などの、わずかな違いが効果や効率に大きく影響する可能性が十

分にある。特に、取り付け箇所の問題は最重要検討課題である。カブリダニがいない場所や通らない場所、また構造上ネットを取り付けても効果が薄いような場所に設置しても意味がない。カブリダニの移動という観点からは、葉に近い方が好ましいように思われるが、末梢に行くほど、数を掛けなければいけないというジレンマもある。綿密な試験設計のもと圃場レベルで検証する必要がある。

また、設置数に関しては、設置方法の簡便性に依存するところも大きい。簡単に、かつ効果的な取り付け方法を工夫することも必要である。使用した方法は、針金（プラスチックタイ）で固定したが、手間や正確さを考慮して、少しでも早く、確実に取り付けられるような方法の洗練が望まれる。

カブリダニ類の遮光ネットについての、住処として、トラップとしての特性についても検証が必要である。ナシ樹上での調査によると、遮光ネットとファイトトラップ（マジックテープに糸を絡ませたもの）、および葉上観察との間で、カブリダニの種構成に違いがみられた(図3)。このことは、カブリダニも種によって嗜好や習性が異なることを意味しており、遮光ネットの特性をこれらとの関係から考察する必要があることを示している。そのため、トラップの設置位置の検討とともに、カブリダニ類、さらにはそれぞれの種についての行動や習性に関する基礎知見の蓄積が必要である。

集積および定着促進機能の強化という視点も重要である。遮光ネットを他の構造物と組み合わせたり、一部に組み込むなど、より好適で効果的な生息環境を作れる可能性がある。遮光ネットで得られた知見を元にしつつ、そこにとらわれ過ぎない柔軟な発想も必要である。

さらに、天敵類による安定的ハダニ密度抑制という最終目標の達成のためには、人工餌やバンカープラントといった増殖技術、あるいは放飼といった積極的な増強技術の開発も欠かせない。カブリダニ類の住環境の整備だけでは、一時的に定着や増殖を助けられたとしても、餌環境の充実なしに恒常的に支援することは難しい。逆に言えば、これらの技術と組み合わせること

により、集積性のある人工生息環境は、餌場や繁殖場所として、より効果的に機能することが期待される。また、放飼する場合は、そのタイミングが重要な問題となるが、人工生息環境により、一時的でも定着性を高めることが出来れば、効果の強化と成功率の向上が期待できる。

ハダニの発生初期の防除を目的とする、待機型防除戦術の実現に向けた取り組みは、始まったばかりであり、解決すべき問題は多い。しかしながら、さらなる環境共生型害虫管理の推進が強く求められるなか、圃場における天敵の潜在能力を積極的に高めようというアイデアと試みは重要であり、指針となるものである。本技術も先進的な技術のひとつとして、今後とも継続的に取り組んでいく必要がある。

参考文献

- 1) Kawashima, M., et al. (2006) : Appl. Entomol. Zool. 41 : 633~639.

(外山晶敏・井原史雄：果樹研究所)

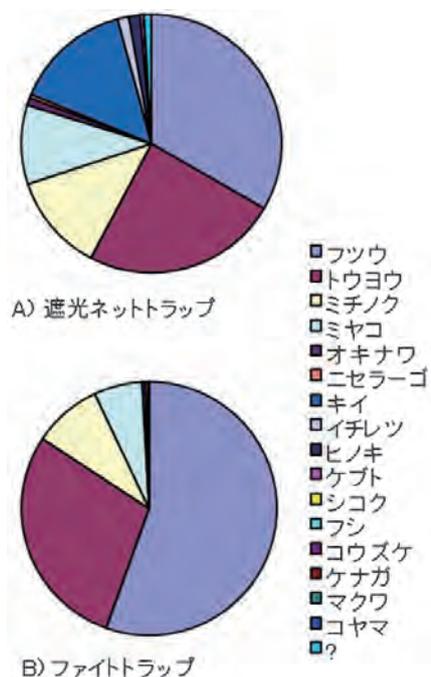


図3 ナシ樹上で採集されたカブリダニ類の種構成 (2006年)