

カンキツ園におけるミカンハダニの土着天敵を活用した殺ダニ剤削減の経過

静岡県農林技術研究所果樹研究センター

増井 伸一 (ますい しんいち)

片山 晴喜* (かたやま はるき)

はじめに

カンキツにおけるミカンハダニ *Panonychus citri* の防除には、これまで年間4～6回の殺ダニ剤散布が行われてきた。静岡県では1999年にミカンハダニの防除に土着天敵を活用する研究を始め、2003年にJA静岡経済連が作成している温州みかんの防除暦から7月のミカンハダニを対象とした殺ダニ剤が削除された。その後も、研究が継続され2009年までに防除暦からミカンハダニを対象とした6月のマシン油と10月の殺ダニ剤が削除された結果、現在は冬季～4月のマシン油と9月の殺ダニ剤の2回の防除を基本とする対策でミカンハダニの管理が行われている。ここでは、土着天敵の活用による殺ダニ剤削減を目的とした研究の経過を報告する。

I 土着天敵活用の契機

1 薬剤感受性低下への対応

カンキツにおけるミカンハダニ防除では、これまでに新規薬剤の開発とハダニの薬剤感受性低下が繰り返されてきた。

ミトコンドリア電子伝達系複合体I阻害剤(METI)であるフェンピロキシメートとピリダベンは1991年に上市され、卓効を示したことからミカンハダニの基幹防除薬剤となった。しかし、1993年にはこれらの薬剤に感受性を低下させた個体群が確認され(古橋, 1994)、



図-1 JA職員によるミカンハダニの薬剤感受性検定試験(1995年に静岡県柑橘試験場(現静岡県農林技術研究所果樹研究センター)の病害虫研究室内で撮影)

この年に上市されたテブフェンピラドとともに、防除効果の低下が顕著であることが確認された。その後の広域的な調査により、METIを含む既存剤に対する感受性は圃場ごとに異なるとともに、既存殺ダニ剤の中に効果が安定している剤がほとんどないことが明らかになった(増井ら, 1995)。このようなことから、1990年代の現場指導は大変に混乱し、多大な労力がかかる薬剤感受性検定(図-1)に基づく指導が必要となった。

当時のミカンハダニを対象とした殺ダニ剤散布は年間4～5回と多く、これは感受性低下が急速に進む一因と考えられていた。生産現場からも殺ダニ剤に過度に依存しない防除体系の確立が求められていた。

2 生産現場における防除指導の方針転換

このような混乱の中で、静岡県西部のJAみっかびでは技術員により、夏季に殺ダニ剤散布を行った圃場で無散布圃場と比べてミカンハダニが多発する事例が観察された。これを受けて、1990年代後半からJAみっかびでは

The Process in Reduction of Acaricide Application to Control *Panonychus citri* by Conservation Biological Control in Citrus Orchards.
By Shinichi MASUI and Haruki KATAYAMA

(キーワード: カンキツ, ミカンハダニ, 土着天敵, 保護的生物防除, ミヤコカブリダニ, ダニヒメテントウ類)

*現所属: 静岡県農林技術研究所植物保護科

夏季の殺ダニ剤を散布しない防除体系への方針転換が行われた。

ミカンハダニには多種の天敵が存在することは知られていたが、薬剤散布の影響を受けやすく、慣行防除園での有効性は期待できないとされてきた。このようなことから、JA みっかびでの夏季の殺ダニ剤削減の試みについて、静岡県柑橘試験場（現静岡県農林技術研究所果樹研究センター）により科学的に評価することが要望された。

3 行政施策 (IPM の推進)

環境に配慮した農業生産へのニーズへの高まりとともに1999～2003年に農林水産省のプロジェクト研究である「環境負荷低減のための病虫害群高度管理技術の開発」(IPM プロジェクト)が実施され、2004～08年の「生物機能を活用した環境負荷低減技術の開発」(生物機能プロジェクト)へと引き継がれた。当果樹研究センターでは二つのプロジェクトに参画し、予算的支援を得ることでミカンハダニの土着天敵利用について効率的に取り組むことができた。なお、これらの研究成果は2006年に農林水産省から公表されたIPM実践指標モデルにも反映されている。

II 土着天敵活用による殺ダニ剤削減の研究経過

1 JA みっかび管内における土着天敵の発生実態

2000～01年に静岡県西部のJA みっかび管内で、4月にミカンハダニを対象としたマシン油が散布されたカンキツ圃場で検討が行われた。5～8月に殺菌剤と殺虫剤が各5回程度散布される50aの慣行防除圃場内に6～8月の夏季に殺ダニ剤を散布しない試験区を設置し、慣行の夏季の殺ダニ剤2回散布区とともにミカンハダニと土着

天敵の発生推移が調査された。

夏季に殺ダニ剤を散布しない試験区(図-2 a, b)では殺ダニ剤を2回散布した区(図-2 c, d)と比べ、ピーク時のミカンハダニの密度は高くなり、要防除密度である葉当たり雌成虫3.4～3.7頭(森, 1974; 金子ら, 2013)を一時的に大きく上回ったが、土着天敵の発生が同調し、数週間でミカンハダニが減少した(土屋, 2005)。土着天敵はケシハネカクシ類, カブリダニ類, ナガヒシダニ類, ハダニアザミウマ *Scolothrips takahashii* 等が見られた(図-3)。2003年まで同一圃場で継続された調査では、両区ともケシハネカクシ類は発生がほとんど見られなかったのに対し、カブリダニ類が毎年安定して発生した(片山ら, 未発表)。

2 ミヤコカブリダニの発生と有効性

これまでカンキツ圃場での発生が知られていたニセラーゴカブリダニ *Amblyseius eharai* は、カンキツに散布される主要殺菌剤(マンゼブ)や殺虫剤に対する感受性が高く(柏尾・田中, 1979; 柏尾, 1983)、慣行防除園での有効性は期待できないとされてきた。JA みっかび管内の慣行防除圃場で発生しているカブリダニの種については、ミヤコカブリダニ *Neoseiulus californicus* (図4-a)であることを確認した(KATAYAMA et al., 2006)。それまで、ミヤコカブリダニがカンキツ樹上でミカンハダニと同調して発生すると報告はなかったことから有効性を室内試験により検討した。その結果、ミヤコカブリダニはミカンハダニ卵をナミハダニ *Tetranychus urticae* 卵と同様に捕食し、両者をエサとした場合の繁殖に違いがないことから、ミカンハダニの密度抑制に有効であることが明らかになった(KATAYAMA et al., 2006)。したがって、

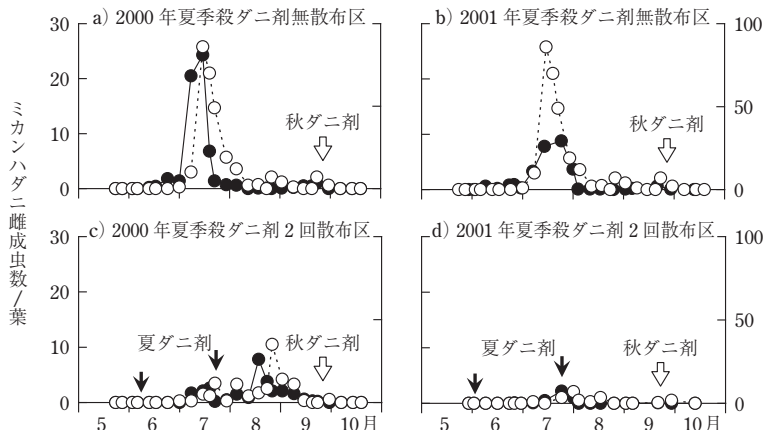


図-2 静岡県西部のJA みっかび管内のカンキツ園におけるミカンハダニと土着天敵の発生推移(土屋, 2005をもとに作図)

●: ミカンハダニ雌成虫, ○: 土着天敵, 矢印: 殺ダニ剤の散布。

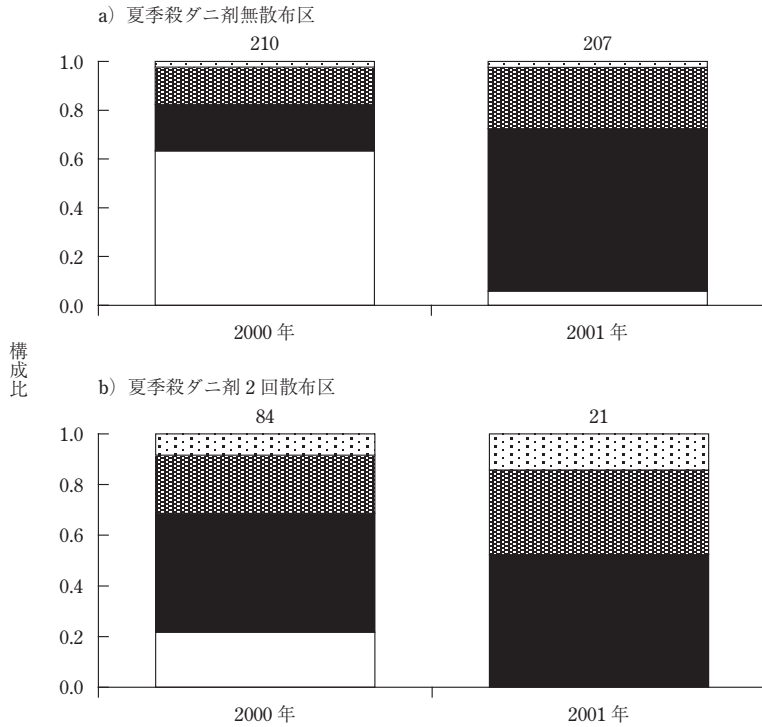
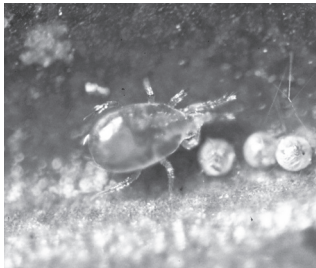


図-3 静岡県西部のJAみっかび管内のカンキツ園におけるミカンハダニ土着天敵の構成 (土屋, 2005をもとに作図)

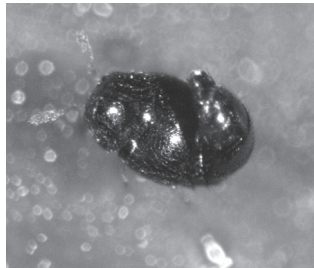
図中の数値は粘着トラップによる総捕獲数を示す。

□: ケシハネカクシ類 ■: カブリダニ類
 ●: ハダニアザミウマ他 ▨: ナガヒシダニ類

a) ミヤコカブリダニ



b) ケシハネカクシ類成虫



c) ダニヒメテントウ類成虫



d) ケシハネカクシ類幼虫



e) ダニヒメテントウ類幼虫

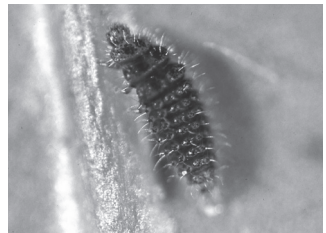


図-4 ミカンハダニの主要な土着天敵

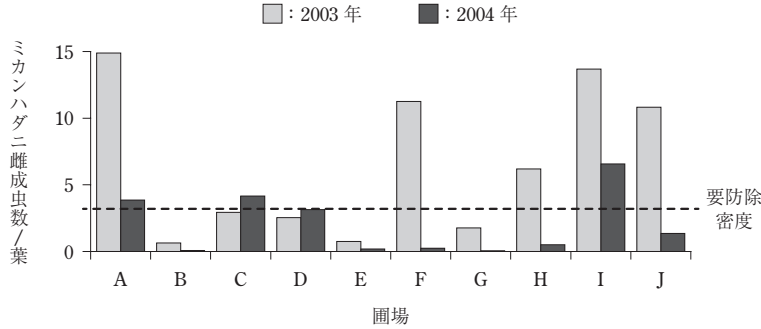


図-5 静岡県西部のJAみっかび管内の夏季殺ダニ剤無散布圃場におけるミカンハダニ発生ピーク時の密度

A～Jの圃場は栽培者が異なる。B, C, D, E, Gの圃場は2年間を通してミカンハダニをほぼ要防除密度以下に維持できていたが、A, F, H, I, Jの圃場は2003年に要防除密度を大きく上回った。

既に述べたJA技術員により観察された夏季に殺ダニ剤を散布した圃場でミカンハダニが多発した現象は、ミヤコカブリダニに影響のある殺ダニ剤が散布されていたために起こったと推測される。

その後の調査で、静岡県内の大部分のカンキツ圃場でミヤコカブリダニが発生していることが明らかになった。夏季の殺ダニ剤散布を中止した直後は多発したミカンハダニも年々密度が低下し、要防除密度以下で推移する圃場が見られるようになった。その一方で、これを超えてしまう圃場も存在するなど、ミヤコカブリダニの効果に圃場間差や年次間差があることがわかった(図-5)。ミヤコカブリダニの効果が不十分な圃場の対策として、後で述べる土着天敵に影響の小さい農薬の選抜、土着天敵の発生を強化するリビングマルチ、最適な殺ダニ剤の散布体系について検討を行った。

3 捕食性昆虫の発生実態

JAみっかび管内における試験と同時期に静岡県病害虫防除所が県内各地で行ったカンキツの巡回調査では、ミカンハダニを捕食するケシハネカクシ類(図-4, b, d)やダニヒメテントウ類(図-4, c, e)の発生に地域差が見られている(増井・池田, 2003)。これらの捕食性昆虫が多い静岡県東部のカンキツ産地ではミカンハダニが増加するのは8月の短期に限られ、この時期に殺ダニ剤を散布することで収穫までミカンハダニを低密度に維持されていた。また、県東部では、ミヤコカブリダニが主体の県西部と比較してミカンハダニが少なかった(増井・池田, 2003)。

これらのことから、捕食性昆虫が多い静岡県東部では当時行われていた6月のマシン油乳剤と8～9月の殺ダニ剤散布、および捕食性昆虫に影響の小さい殺虫剤の選

択により、ミカンハダニの安定した密度管理を継続できると考えられた。

4 土着天敵に影響の小さい農薬の選抜

静岡県のカンキツ産地でミカンハダニの密度抑制に有効と考えられるダニヒメテントウ類の一種であるキアシクロヒメテントウ *Stethorus japonicus* とミヤコカブリダニに対する農薬の影響を実験室内で評価した(表-1)。その結果、ミヤコカブリダニに対しては一部の薬剤を除き影響は小さく(片山ら, 2012)、本種が主体の産地では殺虫剤による防除体系を若干修正することで本天敵の活用が可能であることが明らかになった。一方、キアシクロヒメテントウに対しては影響のある殺虫剤が多く(増井, 2010)、ケシハネカクシ類の知見(行徳・柏尾, 1990)と類似していることから捕食性昆虫が主体の産地では薬剤の選抜に注意が必要と考えられた。本種が多い県東部ではミカンハダニが一時的に増加する8月に捕食性昆虫密度が上昇することから(増井・池田, 2003)、特にこの時期の薬剤の選抜が重要と考えられる。

5 草生栽培によるミヤコカブリダニの強化

ミヤコカブリダニはカンキツの樹上で越冬せず、冬季は下草の残渣などに生息していることが報告されている(KAWASHIMA and JUNG, 2010)。したがって、本県のカンキツ圃場でミヤコカブリダニのミカンハダニ密度抑制効果が不十分となるケースは、カンキツ樹上での本種の発生が遅れることが一因と推測された。海外では、ミヤコカブリダニが下草などに生息している報告があることから、草生栽培の有効性を検討した(片山・増井, 2016)。その結果、果樹園の抑草や土壌流亡防止の目的で導入されている寒地性一年生イネ科植物のナギナタガヤにより秋から翌年の初夏にかけて草生栽培を行う(図-6)こと

表-1 ミカンハダニの主要な土着天敵に対する薬剤の影響^{a)}

薬剤の分類	薬剤名	成分量 (%)	ミヤコカブリダニ ^{b)}				キアシクロヒメテントウ ^{c)}	
			希釈倍率	成虫	幼若虫	卵	希釈倍率	幼虫
有機リン剤	DMTP 乳剤	40	1,000	+	±	-	1,500	++
	PAP 乳剤	50	1,000	±	-	±		
カーバメート系	アラニカルブ水和剤	40	1,000	±	-	-	1,000	++
合成ピレスロイド剤	シベルメトリン乳剤	6	1,000	-	-	-		
	ビフェントリン水和剤	2	1,000	-	±	-	2,000	++
	フェンプロパトリン乳剤	10	2,000	-	±	-	2,000	++
ネオニコチノイド系	アセタミプリド水溶液	20	2,000	-	-	-	4,000	++
	イミダクロプリド水和剤	20	2,000	±	±	-	4,000	++
	クロチアニジン水溶液	16	2,000	-	-	-	4,000	+
	ジノテフラン水溶液	20	1,000	-	-	-	2,000	±
	チアメトキサム水溶液	10	2,000	-	-	-	2,000	+
	ニテンピラム水溶液	10					2,000	±
マクロライド系	スピノサド	20	4,000	-	±	-	5,000	±
IGR	ブプロフェジン水和剤	25	1,000	-	-	-	1,000	±
	フルフェノクスロン乳剤	10	1,000	-	-	-		
	ルフェヌロン乳剤	20					2,000	+
その他の殺虫剤	エチプロール水和剤	10					2,000	-
	クロルフェナピル水和剤	10	2,000	++	++	-	4,000	-
	トルフェンピラド水和剤	15	1,000	++		++	2,000	++
殺ダニ剤	アセキノシル水和剤	15	1,000	-	-	-		
	エトキサゾール水和剤	10	2,000	-		++		
	スピロジクフェン水和剤	30	4,000	-	-	-		
	ビフェナゼート水和剤	20	1,000	-	±	-		
	ピリダベン水和剤	20	2,000	++		++		
	ミルバメクチン水和剤	2	2,000	-	-	-		
殺菌剤	クレソキシムメチル水和剤	47	2,000	-	-	-		
	ジチアノン水和剤	40	1,000	-	-	-		
	シプロジニル・フルジオキソニル水和剤	34 + 23	2,000	-	-	-		
	フルアジナム水和剤	40	2,000	-	-	-		
	マンゼブ水和剤	75	600	±		++		
	マンネブ水和剤	75	600	±		++		

a) 薬剤の影響 - : 影響小さい (死亡率 30% 未満) ± : やや影響あり (30% 以上 80% 未満)
 + : 影響あり (80% 以上 99% 未満) ++ : 影響大きい (99% 以上).

b) 片山ら (2012) をもとに作表.

c) 増井 (2010) をもとに作表.



図-6 ナギナタガヤの草生栽培

静岡県では9～10月に播種すると1～2週間後には発芽し、冬を越す。2月下旬から草丈が伸び、4月下旬ごろに出穂する。5～6月に倒伏枯死し、敷きワラ状となる。

で、夏季のミヤコカブリダニの発生が慣行の裸地と比べて約1か月早く確認された。

6 ミカンハダニの防除体系

ここまで述べてきた土着天敵を保護する栽培管理とともに、殺ダニ剤の散布が必要な時期を検討した(増井ら, 2009)。

ミヤコカブリダニはカンキツ樹上での発生が早くても6月となることから、本種が主体の産地でミカンハダニを要防除密度以下に維持するには、冬季～4月にマシン油を散布し、春季のミカンハダニ密度を下げるのが必須である。夏季はミヤコカブリダニの保護により殺ダニ剤の散布は基本的に必要ないが、果実着色期はミカンハダニをより低い密度に維持する必要がある(MATSUNAGA and NISHINO, 1981)ことから、9月に殺ダニ剤を散布する。

捕食性昆虫が主体の東部地区では、6月のマシン油乳剤と8月の殺ダニ剤散布により、ミカンハダニの密度が低く維持されている(増井・池田, 2003)。東部のカンキツ園で殺ダニ剤の散布回数や散布時期が異なる試験区を設定した検討でも6月と9月の2回の殺ダニ剤散布により安定した効果が再現されており(未発表)、これに

準じた体系とすることで、ミカンハダニの安定した管理が可能と考えられる。

おわりに

ミカンハダニはカンキツでは定住型の害虫で、防除時期は冬季から収穫期までの長期にわたる。このうち土着天敵が活動する夏季を対象に殺ダニ剤を削減するための研究経過を述べてきた。土着天敵の活用と秋季殺ダニ剤の利用が上手に組合せることができれば、普通温州などの収穫直前(晩秋)に必要な殺ダニ剤散布を省略することも可能である。

一方、使用薬剤が変遷していく中で、夏季の殺ダニ剤の削減を継続するためには、土着天敵の働きなどミカンハダニが低密度に維持されるメカニズムや、その阻害要因を理解したうえで、栽培管理を行う必要がある。また、土着天敵によるミカンハダニの防除効果は要防除密度以下に維持することを目標とすべきであり(金子ら, 2013)、これを過度に超える場合には殺ダニ剤の使用が必要である。

引用文献

- 1) 古橋嘉一 (1994): 関東病虫研報 41: 267～269.
- 2) 行徳 裕・柏尾具俊 (1990): 九病虫研報 36: 155～159.
- 3) 金子修治ら (2013): 植物防疫 67: 441～444.
- 4) 柏尾具俊 (1983): 果樹試報 D5: 83～92.
- 5) ———・田中 学 (1979): 九病虫研報 25: 153～156.
- 6) KATAYAMA, H. et al. (2006): Appl. Entomol. Zool 41: 679～684.
- 7) 片山晴喜・増井伸一 (2016): 土着天敵を活用する害虫管理最新技術集(農研機構中央農研編) 42～49. http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/laboratory/narc/manual/069415.html
- 8) ———ら (2012): 関西病虫研報 54: 187～189.
- 9) KAWASHIMA, M. and C. JUNG (2010): Appl. Entomol. Zool. 45: 191～199.
- 10) 増井伸一 (2010): 関東病虫研報 57: 129～130.
- 11) ———・池田雅則 (2003): 関西病虫研報 45: 11～16.
- 12) ———ら (1995): 関東病虫研報 42: 245～246.
- 13) ———ら (2009): 生物機能を活用した病害虫・雑草管理と肥料削減: 最新技術集(宮井俊一ら編), 農研機構中央農研, 茨城, 156～159.
- 14) MATSUNAGA, Y. and M. NISHINO (1981): Trop. Agric. Res. 14: 61～72.
- 15) 森 介計 (1974): 植物防疫 28: 110～112.
- 16) 土屋雅利 (2005): 静岡柑試研報 34: 15～27.