

カンキツ栽培における炭酸カルシウム微粉末剤の利用および草生栽培によるハダニ天敵類の保護技術の検証[†]

片山晴喜¹⁾・増井伸一²⁾・金子修治³⁾

¹⁾農林技術研究所 ²⁾農林技術研究所果樹研究センター, ³⁾地方独立法人大阪府立環境農林水産総合研究所

Conserving Natural Enemies of Spider Mite with Substitute of Spraying Chemical Pesticides and Sod Cultivation on Citrus Growing

Haruki Katayama¹⁾, Shinichi Masui²⁾ and Shuji Kaneko³⁾

¹⁾Shizuoka Res. Inst. of Agri. and Forest, ²⁾Fruit Research Center / Shizuoka Res. Inst. of Agri. and Forest, ³⁾Res. Inst. of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Pref.

Abstract

We initiated a pest control program to conserve the predacious Coleoptera insects, *Stethorus* spp. or *Oligota* spp. and phytoseiid mites designed to combat spraying calcium carbonate and sod cultivation with Poaceae ground cover *Festuca myuros* on citrus groves. After doing so in Experimental Research Center, densities of the citrus red mite *Panonychus citri* seemed to increase temporarily. Nevertheless, at plots in commercial groves sprayed with calcium carbonate substituted for chemical pesticides, predacious Coleoptera insects had occurred to suppress mites at lower densities than did those sprayed with standard chemical pesticides in summer season. Numbers of phytoseiid mites caught by kidney bean traps infected with spider mites, that were placed on the ground under citrus tree crown at sod cultivation plot, seemed to increase significantly more than that on the conventional control plots with clean cultivation from middle May to last June. However, no difference was observed on the numbers of phytoseiid mites caught from citrus trees at both plots.

キーワード：ミカンハダニ, 土着天敵類, I P M, 炭酸カルシウム微粉末剤, 草生栽培

I 緒言

ミカンハダニはカンキツ樹上に通年で生息し, 春から初夏, または秋に急増して, 葉や果実の表皮を吸汁加害する²⁾. 着色期以降に加害された果実は着色不良となるため, 静岡県内のカンキツ産地では年間5回の薬剤防除が実施されていた. しかし, 本種は薬剤抵抗性が発達しやすいため^{1), 15)}, 殺ダニ剤に頼った防除には限界がある.

ミカンハダニの天敵類としてカブリダニ類や捕食性昆虫の存在が知られていたが, 様々な病害虫に対する薬

剤防除を行う栽培園ではこれら天敵の効果は低いと考えられていた¹⁸⁾. しかし, 2000年以降, 静岡県内のカンキツ園においてハダニ天敵類が発生し, ミカンハダニを抑制していることが明らかになってきた^{7), 14), 21)}. 一方で, カンキツ園ではチャノキイロアザミウマ防除のため, その飛来ピークにあわせて6~8月に4回程度の化学合成殺虫剤が散布されることから¹⁹⁾, ハダニ天敵類が抑制される懸念がある.

最近, チャノキイロアザミウマ被害抑制技術として炭酸カルシウム微粉末剤(以下, 炭カル剤とする)の利用技術が確立された⁴⁾. 本剤の25倍希釈液を6月上旬と7

月下旬に散布すると6~8月に化学合成殺虫剤3, 4回散布と同等の被害抑制効果がある。

静岡県内のカンキツ園では、カブリダニ類の中でミヤコカブリダニが優占種となっている⁷⁾。本種について、韓国のカンキツ園では下草で越冬すること⁸⁾、フランスのリンゴ園では春に下草のイネ科植物上に生息すること⁹⁾が報告されている。近年、果樹園の抑草や土壌流亡防止を目的に寒地型イネ科植物であるナギナタガヤによる草生栽培が導入されており²⁾、ナギナタガヤはミヤコカブリダニの越冬や春の生息場所になる可能性がある。

以上のように、炭カル剤利用による化学合成殺虫剤の削減およびナギナタガヤ草生栽培によるミヤコカブリダニの保護を組み合わせることで、多種類のハダニ天敵類を保護できると推測される。そこで、これらの技術を組み合わせた殺虫剤削減防除体系について、ミカンハダニおよびハダニ天敵類の発生に対する効果を検証したので報告する。

なお、本研究は農林水産省委託プロジェクト「土着天敵を有効活用した害虫防除システムの開発」(2012~2015年)により実施した。

II 材料及び方法

1. 研究所内における検証試験

(1) 試験ほ場および区の設定

2011年9月、静岡県農林技術研究所果樹研究センター内(静岡県静岡市清水区)の8aのウンシュウミカン園(17年生青島温州24樹)を2分し、うち一方にナギナタガヤ種子(雪印種苗株式会社製)約1kgを播種した。他方は年に3~4回除草剤を散布し清耕状態を保った。更に各区を6樹ずつに分け、一方に2012年6月10日および7月9日に炭カル剤(商品名「ホワイトコート」、白石カルシウム株式会社製)25倍希釈液を散布し、他方は散布しなかった。

2013年は草生区と除草区の位置を逆にするため、2012年10月に除草区にナギナタガヤ種子を播種して2013年の草生区とし、2012年の草生区には11月に除草剤を散布して翌年の除草区とした。なお、炭カル剤は2012年と同じ樹に2013年6月6日と7月17日に散布した。

両年とも4月中旬にマシン油乳剤100倍を全樹に散布し、ハダニ密度を一度低下させた。その他の薬剤散布は実施しなかった。

(2) 調査方法

2012年および2013年、5月上旬から10月中旬まで2週間間隔で、全樹について春葉30葉に生息するミカンハダ

ニ雌成虫数を見取り調査した。また、2012年は6月下旬以降、2013年は5月上旬から、ハダニ調査時に1樹あたり4か所の枝葉を手で10回叩き(1樹当たり40回)、枝葉直下に水平に支えたバット(25×35cm)内に落下したカブリダニ類は成虫を、ダニヒメテントウ類およびハダニカブリケシハネカクシ類(以下、ケシハネカクシ類とする)は成幼虫を採集した。採集した天敵類は2012年には区毎にまとめて、2013年は樹別に計数した。また、カブリダニ類成虫は常法でプレパラート標本にし、雌成虫について種を同定した。

2. 現地ほ場における実証試験

(1) 試験ほ場および区の設定

2014年および2015年、牧之原市内のウンシュウミカン園(30a, 18年生青島温州約160樹、以下ほ場Iとする)と浜松市北区内のウンシュウミカン園(24a, 35年生宮川早生約120樹、以下ほ場IIとする)において、炭カル剤散布とナギナタガヤ草生栽培を行い、6~8月には化学合成殺虫剤を削減する体系区と、現地慣行の殺虫剤散布と除草(機械除草および除草剤散布)を行う慣行区を設けた。体系区では試験前年の8月にグリホサート系除草剤を散布後、9月に10a当たり3kg相当のナギナタガヤを播種した。なお、ナギナタガヤを播種しない樹冠下などには雑草が繁茂したが、4~6月に随時除草剤を散布した。

各ほ場において1月~9月に散布された殺虫剤および殺ダニ剤を表1に示した。ほ場Iの体系区では6月上旬にゴマダラカミキリ防除として殺虫剤が散布されたが、体系区の殺虫剤は慣行区より3~5剤少なかった。ほ場IIの体系区では6~8月に殺虫剤を散布せず、また慣行区でも農薬散布回数はほ場Iより少なかった。なお、ハダニ防除はほ場Iでは3月または1月のマシン油乳剤および9月中旬の殺ダニ剤が、ほ場IIでは4月または5月のマシン油乳剤および9月中旬の殺ダニ剤が両区共通に散布された。また、殺菌剤も両区共通で散布された。

(2) 調査方法

各区から5樹を調査樹に選定し、2014年は5月~10月に、2015年は3月~9月に月に2, 3回、ミカンハダニ雌成虫数およびハダニ天敵類を前項と同じ方法により調査した。なお、天敵類は樹別に捕獲数を計数した。

また、2013年12月から翌年5月、2014年12月から翌年6月まで月1~2回、体系区において樹冠下の越年生雑草と樹間のナギナタガヤを対象に、40cm×40cmの枠内を吸引機(株式会社マキタ製充電式掃除機)で1分間吸引した。吸引は4か所または8か所を枠毎に吸引機の紙パックを交換して行い、実験室に持ち帰って紙パックおよび内容物をツルグレン装置に2日間掛けた。落下物は70%

表1 現地試験における殺虫剤・殺ダニ剤の散布状況

年	ほ場	散布日	薬剤名*	散布の有無*	
				体系	慣行
2014	I	3/28	マシン油乳剤	○	○
		5/17	アセタミプリド水溶剤	○	○
		6/10	炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
		6/10	エチプロール水和剤、 プロフェジン・フェンピロ キシメート水和剤	○	○
		7/3	炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
		7/3	クロチアジン水溶剤	—	○
		7/25	炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
		7/25	スピノサド水和剤、ジノテフ ラン水和剤	—	○
		8/17	クロルフェナピル水和剤	—	○
	9/4	イミダクロプリド水和剤	—	○	
	9/18	シフルメトフェン水和剤	○	○	
	II	4/8	マシン油乳剤、DMTP乳剤	○	○
		5/22	フェンプロバトリン乳剤	○	○
		6/27	炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
		6/27	エチプロール水和剤	—	○
		7/26	炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
		7/26	チアメトキサム水溶剤	—	○
		8/15	クロルフェナピル水和剤	—	○
9/17		アセタミプリド水溶剤、スピ ロジクロフェン水和剤	○	○	
2015		I	1/5	マシン油乳剤	○
	5/14		アセタミプリド水溶剤	○	○
	6/4		炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
	6/4		クロチアジン水溶剤、ルフ エスロン乳剤	○	○
	6/23		炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
	6/29		スピノサド水和剤、DMTP乳剤	—	○
	7/28		炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
	7/29		イミダクロプリド水和剤	—	○
	9/14		クロルフェナピル水和剤、シ フルメトフェン水和剤	○	○
	II	4/23	マシン油乳剤	○	○
		5/6	フェンプロバトリン乳剤	○	○
		6/22	炭酸カルシウム微粉末剤	○	—
		6/22	イミダクロプリド水和剤	—	○
		7/20	チアメトキサム水溶剤	—	○
		9/14	アセタミプリド水溶剤、シフ ルメトフェン水和剤	○	○

* 下線は殺ダニ剤を示す。

** ○は散布実施、—は未実施を意味する。

エタノール液に採集し、実体顕微鏡下で検鏡し、ツメダニ類についてはマウントし、カブリダニ雌成虫の種を同定した。

さらに、2015年3月下旬、ナミハダニを増殖させた鉢植えインゲンマメ¹¹⁾ (パーミキュライトを入れた3号鉢に「長鶏菜豆」の種子3個を播種し、初生葉展開後にナミハダニを接種し、23°C設定グロースチャンバー内で約2週間増殖させ、ナミハダニの生息を確認した。以下、インゲントラップとする)を各調査樹の樹冠下の地面に1鉢ずつ植付け、7~12日後にインゲンマメを株元で切り取って実験室に持ち帰った。実体顕微鏡下で全ての葉からカブリダニ類を回収し、雌成虫について種を同定した。調査は7月中旬まで月に2、3回実施した。

3. 統計解析

統計解析は各数値に0.5を加算、常用対数に変換後、JMP Ver. 10.1を用いて以下の方法で行った。

研究所内の試験では、2012年および2013年の30葉当りミカンハダニ雌成虫数について、年次、調査時期および調査樹(ネスト)を変量効果として、制限付き最尤推定を選択して変量効果の分散を推定し、地面管理、炭カル剤散布およびその交互作用を固定効果として混合モデルの分散分析を行った。

現地ほ場の試験では、2015年のインゲントラップによるカブリダニ類の捕獲数について、調査時期およびトラップ(ネスト)を変量効果として、処理区の固定効果を同様に検定した。また、2014年および2015年のカンキツ樹30葉当りミカンハダニ雌成虫数、1樹40回たたき落しによるカブリダニ類成虫、ダニヒメテントウ類成虫およびケシハネカクシ類成虫の各捕獲数について、年次、調査時期および調査樹(ネスト)を変量効果として、処理区の固定効果を同様に検定した。

III 結果

1. 研究所内における検証試験

ミカンハダニ雌成虫の発生消長について、炭カル剤を散布していない2区を比較すると、2012年には草生区が除草区よりも低く推移したが(図1A)、2013年の発生消長には差はみられなかった(図2A)。一方、炭カル剤を散布した2区では、2012年には8~9月に(図1B)、2013年には6~7月および9~10月に草生区のハダニが除草区より少なく推移した(図2B)。混合モデルの分散分析から、ミカンハダニ雌成虫数に対して、炭カル剤散布の固定効果は有意であったが($p=0.0021$)、地面管理および交互作用には有意性は認められなかった($p=0.1247$, $p=0.8942$)。

ハダニ天敵類の中では、カブリダニ類は2013年の結果から5~7月に発生が多く、9~10月にも増加が認められた(図2C, D)。採集したカブリダニ類は2年ともニセラゴカブリダニが全区で優占であり(データ略)、その発生消長には地面管理による影響は認められなかった。一方、炭カル剤を散布した2区では2013年6月上旬の炭カル剤1回目散布後にカブリダニ類が一時的に減少した。

ダニヒメテントウ類とケシハネカクシ類はミカンハダニが増加した後に捕獲された。すなわち、2012年には10月(図1F, H)、2013年には5~7月と9~10月(図2F, H)に捕獲され、捕獲数は炭カル剤を散布した2区がしない区よりも多い傾向にあった。

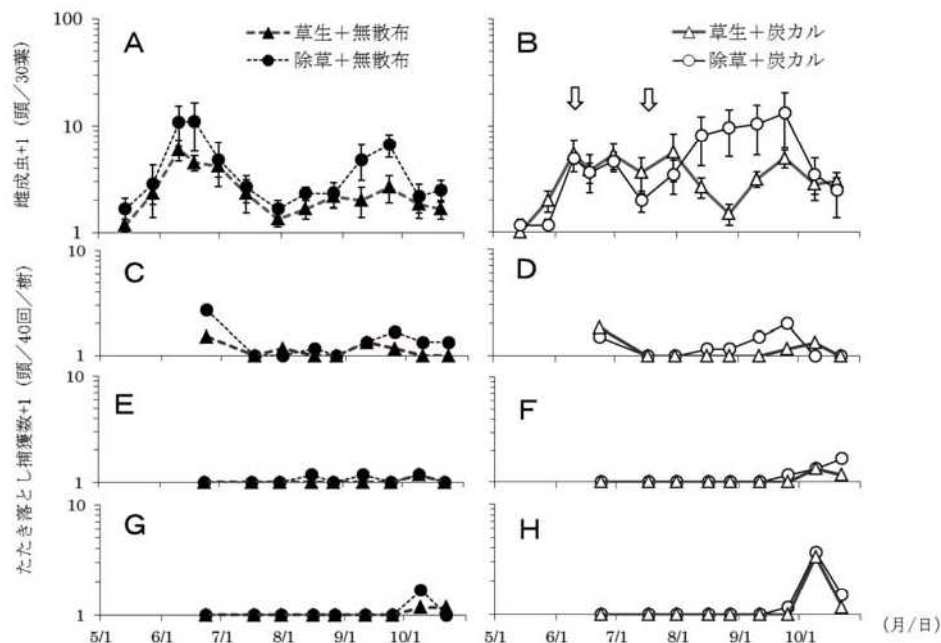


図1 研究所内のカンキツ園における炭酸カルシウム微粉末剤散布および地面管理がミカンハダニおよび土着天敵類の発生に与える影響 (2012年：試験1年目)

A, Bはミカンハダニ雌成虫, C, Dはカブリダニ類成虫, E, Fはダニヒメテントウ類成幼虫, G, Hはハダニカブリクシハネカクシ類成幼虫の推移を示す。矢印は炭酸カルシウム微粉末剤の散布, 垂線は標準誤差を示す。

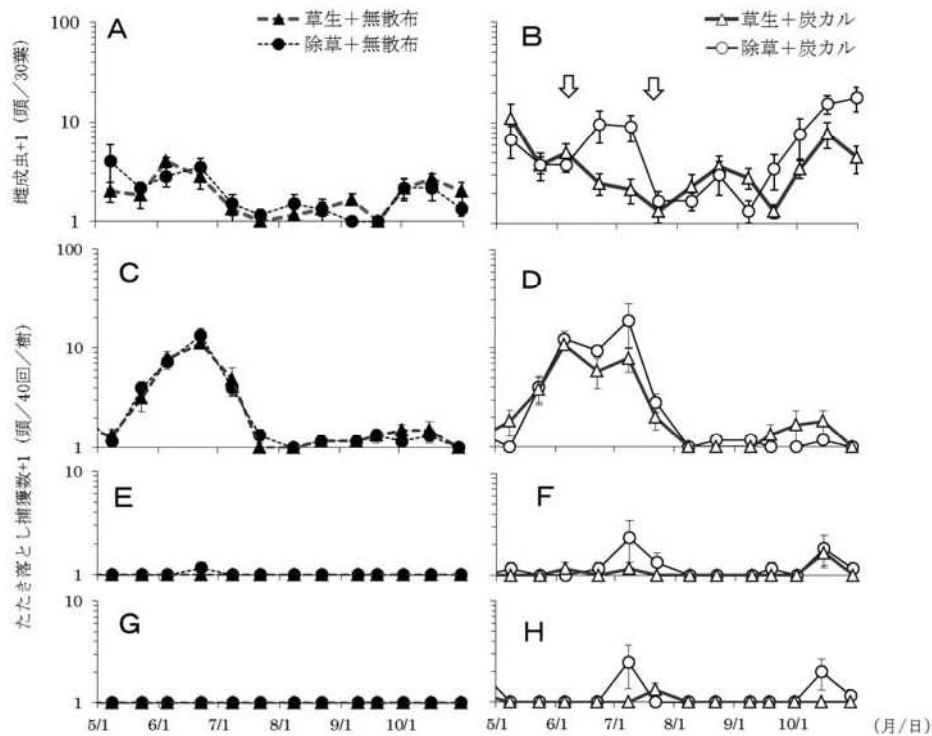


図2 研究所内のカンキツ園における炭酸カルシウム微粉末剤散布および地面管理がミカンハダニおよび土着天敵類の発生に与える影響 (2013年：試験2年目)

注釈は図1と同じ。

2. 現地ほ場における実証試験

2014年の下草吸引調査ではカブリダニ類が回収されなかったが、2015年にはナギナタガヤの出穂から枯死までの間、5月上旬～6月中旬にカブリダニ類が採集された（データ略）。この間、ほ場Ⅰでは44頭の雌成虫が採集され、ミヤコカブリダニが41%、マクワカブリダニが32%、ニセラーゴカブリダニが20%であった。ほ場Ⅱでは15頭の雌成虫が採集され、ミヤコが93%を占めた（図3）。

2015年、樹冠下に設置したインゲントラップに捕獲されたカブリダニ類およびハダニタマバエ幼虫の捕獲消長

を図4に示した。調査を開始した3月下旬からインゲントラップにカブリダニ類が捕獲され、体系区では5月中旬以降に捕獲数が増加し、6月上旬をピークに7月上旬まで捕獲された。捕獲された雌成虫数は慣行区の6.7～7倍に達し、体系区のカブリダニ類捕獲数は慣行区よりも明らかに多かった（混合モデルの分散分析 $p < 0.0001$ ）。なお、捕獲されたカブリダニ類の種構成は、ほ場Ⅰではミヤコカブリダニが48%、ニセラーゴカブリダニが44%、ほ場Ⅱではミヤコカブリダニが88%を占めた（図3）。

2014年、ウンシュウミカン樹上のミカンハダニは、ほ場Ⅰでは7月に（図5A）、ほ場Ⅱでは6月中旬から7月

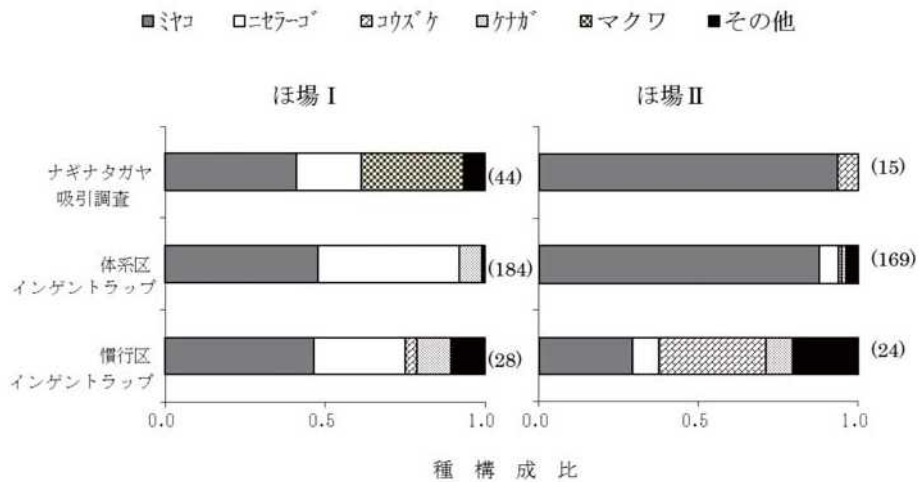


図3 現地ほ場における4月から6月のナギナタガヤ吸引および3月から7月のインゲントラップにより捕獲されたカブリダニ類の種構成

グラフ右横の()内の数値は捕獲総数を示す。

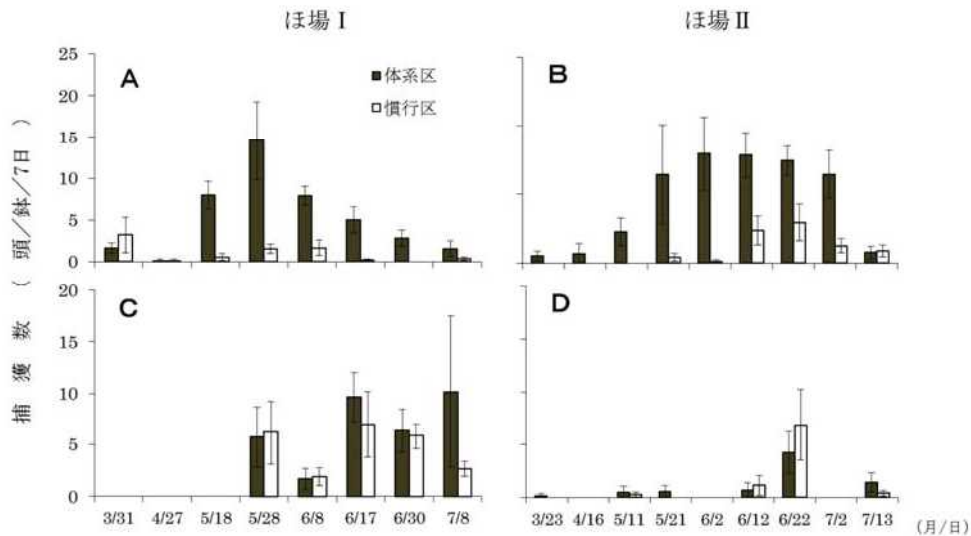


図4 現地ほ場におけるカンキツ樹冠下に設置したインゲントラップにより捕獲されたカブリダニ類 (A, B) およびハダニタマバエ幼虫 (C, D) の推移

月/日はインゲントラップの回収日を示す。垂線は標準誤差を示す。

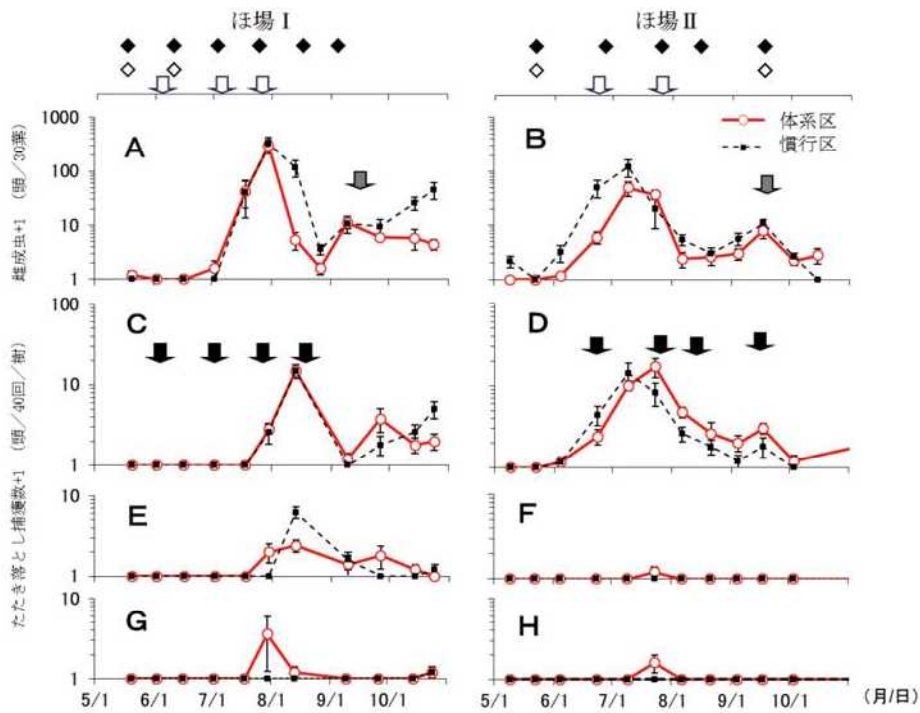


図5 現地ほ場における炭酸カルシウム微粉末剤による化学合成殺虫剤削減およびナギナタガヤ草生がミカンハダニおよび土着天敵類の発生に与える影響 (2014年：試験1年目)

A, Bはミカンハダニ雌成虫, C, Dはカブリダニ類成虫, E, Fはダニヒメテントウ類成幼虫, G, Hはハダニカブリケンネカクシ類成幼虫の推移を、垂線は標準誤差を示す。

最上段のグラフは体系区 (◇) および慣行区 (◆) の殺虫剤散布を、白抜き矢印は炭酸カルシウム微粉末剤を示す。

灰色矢印は殺ダニ剤、黒塗り矢印はジチオカーバメイト剤の散布を示す。

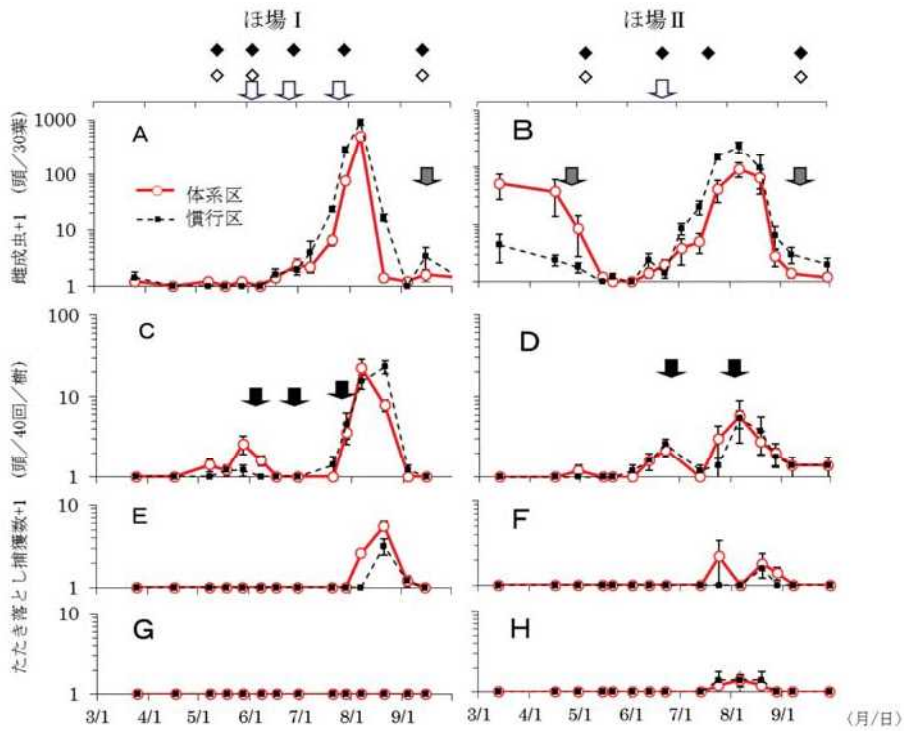


図6 現地ほ場における炭酸カルシウム微粉末剤による化学合成殺虫剤削減およびナギナタガヤ草生がミカンハダニおよび土着天敵類の発生に与える影響 (2015年：試験2年目)

注釈は図5と同じ。

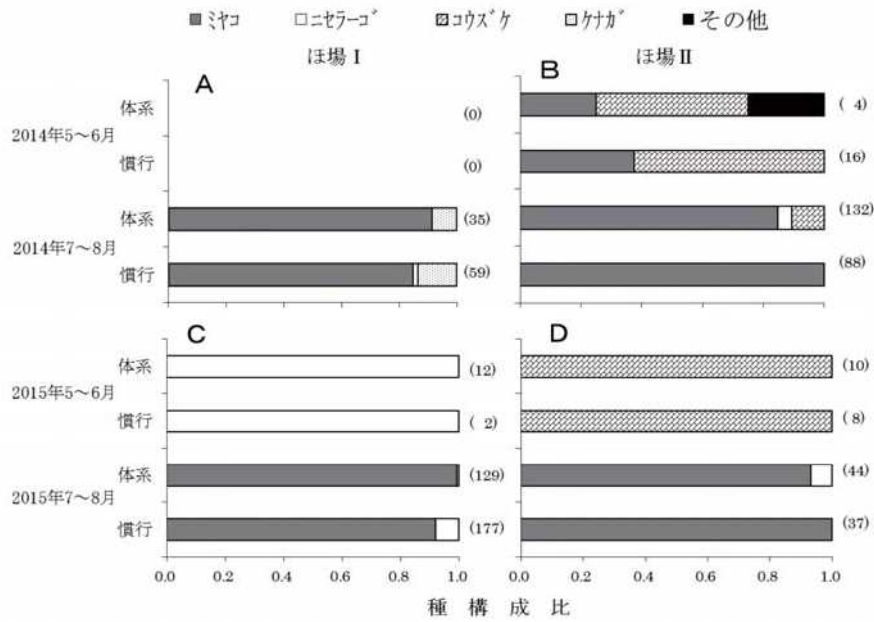


図7 2年間の現地試験における各試験区の調査樹から採集したカブリダニ類の種構成
 グラフ右横の()内の数値は捕獲総数を示す。

中旬に増加した(図5B)。これに対して天敵類は、ほ場Iではカブリダニ類、ダニヒメテントウおよびケシハネカクシ類が7月末に同時に増加し(図5C, E, G), ほ場IIではカブリダニ類が6月下旬から7月下旬に増加した(図5D)。なお、捕獲されたカブリダニ類は、ほ場Iでは7~8月にミヤコカブリダニが優占し、全捕獲雌成虫の85~91%を占めた(図7A)。ほ場IIでは6月にコウスケカブリダニが50~62%含まれたが、7月~8月にはミヤコカブリダニが85~100%を占めた(図7B)。

2015年には両ほ場ともミカンハダニは7月中旬から8月上旬に急増した(図6A, B)。天敵類は両ほ場ともカブリダニ類が5~6月に一度増加したが、ジチオカーバメイト剤散布後に減少し、ハダニが急増した後の7月下旬~8月上旬に再び増加した(図6C, D)。この5~6月に捕獲されたカブリダニ類はほ場Iではニセラーゴカブリダニ、ほ場IIではコウスケカブリダニがそれぞれ100%を占めたが、7月~8月に捕獲されたカブリダニ類は両ほ場ともミヤコカブリダニが92~100%を占めた(図7C, D)。捕食性甲虫類はほ場Iではダニヒメテントウ類のみ(図6E)、ほ場IIではダニヒメテントウおよびケシハネカクシ類がハダニ増加後に捕獲された(図6F, H)。

2年間の結果の統計解析から、ミカンハダニ雌成虫数に対して処理区間に有意差が確認された(混合モデルの分散分析 $p=0.0002$)。天敵類の捕獲数については、カブリダニ類、ケシハネカクシ類には処理区間の有意差は認められなかったが(同 $p=0.2643$, $p=0.1405$)、ダニヒメテ

ントウ類には処理区間の有意差が認められた(同 $p=0.0143$)。

IV 考察

研究所内の試験および現地ほ場の試験において、捕食性甲虫類はミカンハダニが増加した後、6~8月(図2F, 図5E~H, 図6E, F, H)または9~10月(図1E~H, 図2F, H, 図5E)に捕獲された。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はチャノキイロアザミウマ防除に使用される化学合成殺虫剤の感受性が高い³⁾。本研究の現地試験では、6~8月に2~4回化学合成殺虫剤が散布された慣行区よりも、化学合成殺虫剤を削減した体系区において捕食性甲虫類の発生頻度が高い傾向を示し(図5, 6)、体系区ではダニヒメテントウ類の捕獲数が慣行区よりも多く推移した(混合モデルの分散分析 $p=0.0143$)。これらのことから、炭カル剤利用による化学合成殺虫剤削減により、捕食性甲虫類を保護できると考えられる。一方、2013年の所内試験では、炭カル剤散布後にカブリダニ類が一時的に減少した(図2D)。カブリダニ類はハダニ類の吐いた糸をハダニ探索のカギとしているが²⁾、炭カル剤散布はこの糸を覆い、カブリダニ類の探索行動を阻害するかもしれない。研究所内の試験では炭カル剤散布はミカンハダニ雌成虫を増加させる影響が認められた(混合モデルの分散分析 $p=0.0021$)。この結果は炭カル剤散布によるカブリダニ類への影響を表しているかもしれない。なお、現地試験において、炭

カル剤散布と草生栽培を組み合わせた体系区ではミカンハダニ雌成虫は慣行区より少なく推移した（混合モデルの分散分析 $p=0.0002$ ）。前述のとおり、体系区ではダニヒメテントウ類の発生が慣行区より多く、ミカンハダニを抑制したためと考えられる。

カキ園や茶園では、カブリダニ類の活動を助長するために、下草の放任やカブリダニ類の餌となる昆虫やダニ類が生息する植物の植付けが試みられている^{11), 17), 20)}。國本ら¹¹⁾はカキ園の下草を放任したところ、除草区に比べてインゲントラップによるカブリダニ類の捕獲数が多いことを報告している。本研究の現地試験においても、ナギナタガヤ草生を行った体系区ではインゲントラップによるカブリダニ類の捕獲数が慣行区より多く推移した（図4、混合モデルの分散分析 $p<0.0001$ ）。なお、國本ら¹¹⁾の報告でもハダニタマバエが捕獲され、本研究と同様に区間の差異は認められていない。國本ら¹¹⁾はハダニタマバエとカブリダニ類の区間差の有無について移動能力の差異から説明し、除草されたほ場ではカブリダニ類の移動が難しいことを指摘している。本研究の現地試験のインゲントラップに捕獲されたカブリダニ類は、ミヤコカブリダニが優占していた（図3）。本種は冬季のカンキツ園では主に下草で越冬することが示されている⁹⁾。ナギナタガヤは秋に発芽後、2月まで草丈10cm程度で越冬する²²⁾。本研究では冬季の吸引調査においてカブリダニ類を捕獲できなかったが、2004年12月～2005年2月に草生栽培園からナギナタガヤを切り取って実験室内でナミハダニの生息するインゲンマメ葉片を与えたところ、ミヤコカブリダニが捕獲された（片山ら、未発表）。移動能力の低いカブリダニ類にとってカンキツ園の下草は重要な越冬場所であることから、ナギナタガヤ草生はミヤコカブリダニの越冬場所を提供する有効な方法と考えられる。

ナギナタガヤの吸引調査ではミヤコカブリダニの餌となるハダニ類は全く確認されず、アザミウマ類幼虫がわずかに捕獲された程度であった。吸引調査やインゲントラップによりミヤコカブリダニ捕獲数が増加した時期はナギナタガヤの出穂から枯死の時期に当たる（図4）。フランスのリンゴ園では本種がムギクサの花粉を利用することが示唆されている⁹⁾。また、本種はトウモロコシの花粉により発育、産卵できる⁹⁾。本研究ではナギナタガヤの花粉を確認していないが、ミヤコカブリダニが花粉を利用していた可能性がある。

前述のカキ園の雑草放任区では地面のインゲントラップによりケナガカブリダニの増加が確認されたが、カキ樹上ではカブリダニ類の増加は確認できなかった¹¹⁾。本

研究の現地試験でも、体系区のインゲントラップではミヤコカブリダニを中心としたカブリダニ類が慣行区より多く捕獲されたが（混合モデルの分散分析定 $p<0.0001$ ）、カンキツ樹上のカブリダニ類の捕獲数に区間の差は認められなかった（同 $p=0.2643$ ）。2015年、5月中旬～6月上旬に体系区のインゲントラップに捕獲されたカブリダニ類ではミヤコカブリダニが優占したが（図3）、同時期にカンキツ樹から捕獲されたカブリダニ類はほ場Ⅰではニセラーゴカブリダニ、ほ場Ⅱではコウズケカブリダニのみであった（図7C,D）。ミヤコカブリダニがカンキツ樹から捕獲された時期は、ミカンハダニが増加した後の7月下旬以降であった。ニセラーゴカブリダニは殺菌剤ジチオカーバメイト剤の影響を強く受ける⁹⁾。ほ場Ⅰではジチオカーバメイト剤が散布された後にニセラーゴカブリダニが減少し、優占種がミヤコカブリダニに入れ替わったと考えられる。なお、ミヤコカブリダニの食性はニセラーゴカブリダニやコウズケカブリダニに比べてハダニ類に依存するため¹⁰⁾、ミカンハダニの密度が低かった5～6月にはカンキツ樹上への定着が難しかったかもしれない。ナギナタガヤが枯死する6月以降もミヤコカブリダニの生息や増殖に有効な下草等の植物をカンキツ園内に配置できれば、ミカンハダニの増加時期にウンシウミカン樹上のミヤコカブリダニを助長できるかもしれない。

以上の研究から、炭カル剤およびナギナタガヤ草生栽培を組み合わせた化学合成殺虫剤削減防除体系は、カンキツ樹上の捕食性甲虫類や地面付近のミヤコカブリダニを保護し、発生を増加させる効果があると推定される。静岡県内のカンキツ産地では規模拡大のため、傾斜地の造成により区画の大きなほ場が誕生している。このような造成ほ場で清耕管理を行った場合、カブリダニ類の生息場所が乏しいと考えられる。また、化学合成殺虫剤の多用は多種類の天敵類に影響が大きい。造成ほ場では積極的に草生栽培や炭カル剤による化学合成殺虫剤削減を取り入れ、天敵類を保護することが望ましいと考えられる。

V 摘要

カンキツの重要害虫ミカンハダニの制御のため、その土着天敵類を保護活用する防除体系を検討した。すなわち、炭酸カルシウム微粉末剤による化学合成殺虫剤削減とミヤコカブリダニの保護を目的にナギナタガヤ草生栽培を組み合わせ、2012～13年に研究所、2014～15年に現地ほ場においてミカンハダニ及び天敵類の発生に対する影響を検証した。研究所内の試験では炭酸カルシウム微

粉末剤散布後にミカンハダニの密度が一時的に増加する傾向がみられたが、現地ほ場の体系区では捕食性甲虫類の発生頻度が慣行区に比べて高く、ミカンハダニは慣行区より少なく推移した。また、現地ほ場の体系区ではインゲントラップによるカブリダニ類捕獲数が、ナギナタガヤの出穂から枯死までの間、慣行区より多く推移した。しかし、体系区のカンキツ樹上におけるカブリダニ類の発生推移は慣行区と同等であった。

VI 謝 辞

現地試験において、試験ほ場として快くご提供いただいた静岡県牧之原市の吉添利道氏および浜松市北区の太田 慧氏に心より感謝申し上げます。ハイナン農業協同組合の杉浦友哉氏および丸浜柑橘農業協同組合連合会の芥川晴輝氏には現地試験の設定にご尽力いただいた。また、統計解析手法について国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センターの光永貴之氏にご教示いただいた。記して感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 古橋嘉一 (1994) : 静岡県におけるミカンハダニの薬剤抵抗性. 関東病虫研報 41, 197~198.
- 2) 古橋嘉一 (1996) : 被害と発生予察. 植物ダニ学 (江原昭三・真梶徳純編), 東京, 174~186.
- 3) 行徳 裕・柏尾具俊 (1990) : ケシハネカクシ類成虫に対する農薬の影響. 九病虫研報 36, 155~159.
- 4) 金子修治 (2012) : 温州ミカンにおける炭酸カルシウム微粉末剤を用いたチャノキイロアザミウマ防除技術. 植物防疫 66, 629~633.
- 5) 柏尾具俊・田中 学 (1979) : ニセラーゴカブリダニに対する殺菌剤の影響. 九病虫研報 25, 153~156.
- 6) 片山晴喜 (2007) : ウンシュウミカン園に発生するミヤコカブリダニによるミカンハダニの密度抑制. 植物防疫 61, 319~322.
- 7) Katayama, H., S. Masui, M. Tsuchiya, A. Tatara, M. Doi, S. Kaneko and T. Saito (2006) : Density suppression of the citrus spider mite *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) due to the occurrence of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) on Satsuma mandarin. Appl Entomol Zool 41, 679~684.
- 8) Kawashima, M. and C. Jung (2010) : Overwintering sites of the predacious mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) in satsuma mandarin orchards on Jeju Island, Korea. Appl Entomol Zool 45, 191- 199.
- 9) Kishimoto, H., Y. Ohira and I. Adachi (2014) : Effect of different plant pollens on the development and oviposition of seven native phytoseiid species (Acari: Phytoseiidae) in Japan. Appl Entomol Zool 49, 19- 25.
- 10) 岸本英成・手柴真弓・近藤知弥・宮崎俊英・杉浦直幸・戸田世嗣・山玩礼一・若月洋・本山宏・堀江宏彰 (2007) : 九州のカンキツ園におけるミヤコカブリダニの発生状況. 日本ダニ学会誌 16, 129~137.
- 11) 國本佳範・仲摩朋葉・天野洋・高藤晃雄 (2009) : カキ圃場でのハダニ類に対する土着天敵相, 特に下草管理が土着天敵類の発生に及ぼす影響. 日本ダニ学会誌 18, 7~16.
- 12) 増井伸一 (2009) : カンキツ園におけるチャノキイロアザミウマ成虫の飛来時期と薬剤防除適期の関係. 応動昆 53, 97~103.
- 13) 増井伸一 (2010) : キアシクロヒメテントウ *Stethorus japonicus* 幼虫に対する各種殺虫剤の影響. 関東東山病虫研報 57, 129~130.
- 14) 増井伸一・池田雅則 (2003) : 静岡県のカンキツ園におけるミカンハダニと捕食性昆虫の発生量の産地間差異. 関西病虫研報. 45, 11~16.
- 15) 増井伸一・大石剛裕・糟屋和良・外側正之・多々良明夫 (1995) : 静岡県におけるミカンハダニの殺ダニ剤感受性の現状. 関東病虫研報 42, 245~246.
- 16) McMurtry, J. A. and B. A. Croft (1997) : Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annu Rev Entomol 42, 291~321.
- 17) 望月雅俊 (2014) : ブドウ園でのカブリダニ類保護の点から見た緑肥用ダイズでのカブリダニ類と食植性アザミウマ類の発生状況. 日本ダニ学会誌 23, 79~89.
- 18) 森 介計 (1964) ミカンハダニの発生と天敵類の活動およびこれらと薬剤散布との関係. 愛媛果試研報 4, 43~55.
- 19) Raworth, D. A., G. Fauvel and P. Auger (1994) : Location, reproduction and movement of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) during the autumn, winter and spring in orchards in the south of France. Exp Appl Acarol 18, 593~602.

-
- 20) 富所康広・磯部廣治 (2010) : 天敵温存植物で増殖したケナガカブリダニによるチャのカンザワハダニの密度抑制効果. 応動昆 54, 1~12.
- 21) 土屋雅利 (2005) : ウンシュウミカン園における土着天敵による夏季のミカンハダニの防除効果. 静岡柑試研報. 34, 15~27.
- 22) 山家一徹・杉山泰之・高橋和彦 (2008) : 環境にやさしい柑橘の草生栽培. あたらしい農業技術 510, 1~7.
- 23) 矢野修一・小澤真由子・刑部正博・川崎倫久 (2009) : カブリダニ類の定着促進技術の生態学的背景—生物的防除の新しい方向性を目指して—. 植物防疫 63, 635~640.