

# 土着天敵の種構成が異なるカンキツ園におけるミカンハダニ (ダニ目：ハダニ科) の殺ダニ剤による防除適期

増井伸一

農林技術研究所果樹研究センター

## Optimum Timing of Chemical Control for *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) in Citrus Fields with Different Predator Species Compositions

Shinichi Masui

Fruit Tree Research Center, Shizuoka Res. Inst. Agric. And For.

### Abstract

In citrus fields under conventional application of fungicides and insecticides, I investigated *Panonychus citri* density and fruit productivity in experimental plots subject to dual applications of acaricides between April and September, and conventional plots subject to four acaricide applications over three years. In the citrus fields where *Neoseiulus californicus* was the dominant species, *P. citri* was controlled under economic threshold by dual acaricide applications in April and September as well as by four applications. In citrus fields where *Stethorus* spp. was dominant, *P. citri* was controlled under economic threshold by dual acaricide applications in June and September. Fruit weight, brix and acidity in the experimental plots were equal to those in the conventional plots, as were number of fruit set, leaves, percentage of fruit set and new leaves. From these results, I demonstrated that the optimum program for reducing acaricide application differs among citrus fields with different species of natural enemies.

キーワード：カンキツ，ミカンハダニ，防除暦，保全的生物防除，経済的被害許容水準

## I 緒 言

ミカンハダニ *Panonychus citri* McGregor によるカンキツの被害は葉と果実に分けられる<sup>2)</sup>。秋季の寄生は果実の着色不良を生じることから被害許容水準は低く<sup>5)</sup>、静岡県的主要品種である‘青島温州’では、着色直前にあたる9月の殺ダニ剤散布が不可欠である。一方、葉への寄生による光合成速度の低下<sup>7),23)</sup>、や旧葉の落葉助長<sup>21),22)</sup>が知られていることから、春～夏季を対象とした葉の被害許容水準や要防除密度が議論されてきた<sup>1),7),18),19),21),22),26),29)</sup>。果実品質や生産性を維持するためにはミカンハダニによる葉の被害指数を60程度以下に管理する必要があり、そのためには葉あたりの雌成虫を3.4～3.7頭以下に維持する必要があることが報告されている<sup>21)</sup>。

本種は高い繁殖能力<sup>24),31)</sup>と薬剤感受性低下<sup>4),12),28)</sup>によりカンキツの難防除害虫となっている。また、殺虫剤散布により天敵の活動が阻害されることでミカンハダニが多発するリサージェンス<sup>3)</sup>が大きな問題となった。これを契機に、本種の密度管理における土着天敵の機能が再認識されるとともに、薬剤感受性低下の対策として、土着天敵を利用して夏季の殺ダニ剤を削減する可能性について検討が行われた<sup>27)</sup>。このような中で、本県の現地カンキツ園でミカンハダニの密度抑制にミヤコカブリダニ *Neoseiulus californicus* が働いていることが初めて確認される<sup>8)</sup>とともに、地域によってはダニヒメテントウ類 *Stethorus* spp.<sup>11)</sup> 等の捕食性昆虫が有効なことも確認され<sup>13)</sup>、土着天敵の種構成に地域差があることが明らかになった<sup>16)</sup>。土着天敵の主要種であるミヤコカブリダニやダニヒメテン

トウ類に対して影響が小さい薬剤の選抜が行われ<sup>9, 14, 17</sup>, 土着天敵を活用するために必要な知見も蓄積されてきた。

このような研究成果に基づき、県内のカンキツ産地で1990年代に年間5回程度行われていたミカンハダニを対象とした殺ダニ剤散布は、2000年代後半には2回に削減された<sup>15</sup>。本研究では、各カンキツ産地で土着天敵の活用により殺ダニ剤の使用回数を低減していく過程で、合理的な殺ダニ剤の散布体系を検討した。すなわち、土着天敵の種構成が異なる産地ごとに殺ダニ剤の散布時期を変えながら削減を行い、要防除密度以下に管理できる殺ダニ剤の散布体系を検討するとともに、果実品質や生産性に関連する着花、着果等への影響評価を実施した。

## II 材料及び方法

### 1. 試験区の設定

増井ら<sup>16</sup>の知見に基づき、ミカンハダニの土着天敵のうちミヤコカブリダニが主体となっている静岡市、ダニヒメテントウ類が主体となっている沼津市の2地域で試験を実施した。2005年～2007年に静岡市清水区原の‘青島温州’園15アールと沼津市西浦平沢の‘寿太郎温州’園20アールでミカンハダニを対象とした殺ダニ剤の散布回数異なる3種の試験区を設置した(図1)。4月～9月に殺ダニ剤を4回散布する慣行のC区に対し、4月と9月に2回散布し6～8月の2回を削減するA区、6月と9月に2回散布し4月と7月(または8月)の2回を削減するB区を設置した(表1)。なお、静岡市の慣行では10月に殺ダニ剤は散布されていないことから、3区とも無散布とした。沼津市ではこの時期に慣行で殺ダニ剤が散布されることから、3区とも散布した。2圃場における殺菌

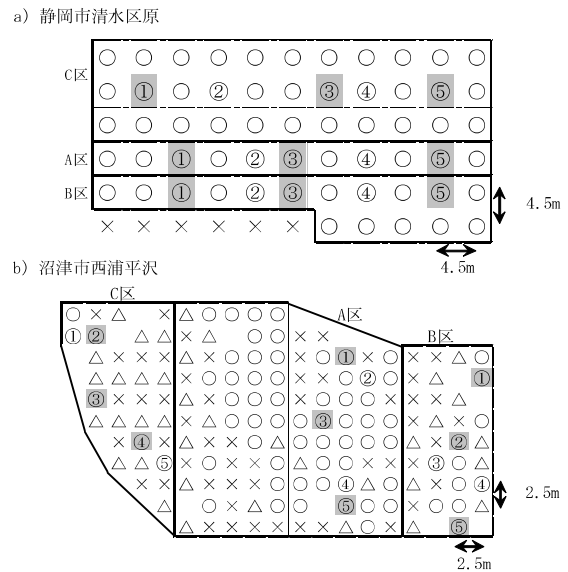


図1 圃場における試験区の設定

○: 対象品種(静岡市:青島温州、沼津市:寿太郎温州), △: 他品種, ×: 幼木, 数字を示した樹は調査樹, 灰色で示した樹はトラップ設置樹を示す。

剤と殺虫剤の散布は地域の慣行とし、3区とも同じ処理とした。殺虫剤の使用実績をIRACの作用機作分類<sup>6</sup>に基づき表2に示した。

### 2. 調査方法

#### (1) 調査樹

各試験区から5樹を調査樹に設定し(図1), ミカンハダニの発生やカンキツ樹の生育を調査した。このうち3樹については土着天敵の発生量を把握するために樹冠内の1.5mの高さに20×20cmの黄色平板粘着トラップ(粘着面は20×15cm)を設置した。

表1 各試験区のみかんハダニを対象とした防除

場所	試験区	ハダニ防除	2005年					2006年					2007年				
			4月	6月	7月	9月	10月	4月	6月	7月	9月	10月	4月	6月	7月	9月	10月
静岡市	A区	2回削減	①	×	×	⑥	×	①	×	×	⑥	×	①	×	×	⑥	×
	B区	2回削減	×	③	×	⑥	×	×	③	×	⑥	×	×	③	×	⑥	×
	C区	慣行	①	③	④	⑥	×	①	③	④	⑥	×	①	③	④	⑥	×
沼津市	A区	2回削減	①	×	×	④	⑦	①	×	×	④	⑦	①	×	×	⑥	⑦
	B区	2回削減	×	②	×	④	⑦	×	②	×	④	⑦	×	②	×	⑥	⑦
	C区	慣行	①	②	⑤	④	⑦	①	②	⑤	④	⑦	①	②	⑤	⑥	⑦

①: マシン油 (97%) 乳剤100倍  
 ②: マシン油 (97%) 乳剤150倍  
 ③: ビフェナゼート (20%) 水和剤1,500倍  
 ④: エトキサゾール (10%) 水和剤3,000倍  
 ⑤: ピリダベン (20%) 水和剤3,000倍  
 ⑥: スピロジクロフェン (20%) 水和剤6,000倍  
 ×: 無散布

表2 各試験区の殺虫剤散布

場所	年	散布殺虫剤 <sup>a)</sup>					
		5月	6月	7月	8月	9月	
静岡市	2005年	1B	4A	4A	13	4A	3A
	2006年	4A	4A	1B	13	4A	3A
	2007年	1B	1B	13	4A	3A	
沼津市	2005年		4A	13	4A	1B	1B
	2006年		4A	13	1B	4A	
	2007年	1B	4A	13	1B	4A	

a) 殺虫剤はIRACの作用機作分類<sup>b)</sup>に基づく（1B：有機リン系，3A：合成ピレスロイド系，4A：ネオニコチノイド系，13：ピロル系）。

(2) ミカンハダニと土着天敵

5月～10月（または11月）に2週間間隔で、各試験区の調査樹に設定した5樹から40葉ずつ（合計200葉）をランダムに選びミカンハダニ雌成虫の個体数を調査した。この調査の際に各試験区の3樹に設置したトラップを交換し、実体顕微鏡下で捕獲された捕食性天敵類の個体数を調査した。10月には1樹から春葉50葉をランダムに選び、森<sup>20)</sup>に従ってミカンハダニの被害程度を調べ、樹ごとに被害度を算出した。

(3) カンキツ樹の生育と果実品質

5月に調査樹の4方向から標準的な1枝をマーキングし、新葉数、旧葉数、着花数を調査するとともに、7月にマーキング枝を対象に有葉果数、全果数、全葉数を調査した。12月にはマーキング枝から果実を収穫し、樹ごとに10果重、糖度、酸を調査した。

3. 統計解析

ミカンハダニ発生ピーク時の樹ごとの雌成虫数、天敵のトラップごとの年間総捕獲数を対数変換<sup>30)</sup>した上で、試験区を主要因、試験年を変動要因とした分散分析を行った。主要因の効果が認められた場合はDunnettの検定によりC区（慣行防除区）と殺ダニ剤を2回削減したA区またはB区との間の比較を行った。樹ごとのミカンハダニ雌成虫発生ピーク時の個体数と葉の被害度のデータを3年間分プールし、両者の関係についてKendallの順位相関係数により評価した。

カンキツの着葉数、着花数、新葉率、着果率、着果率、有葉果率、10果重、糖度、酸について、試験区を主要因とする分散分析を行った。着葉数、着花数、新葉率、着果率、着果率、有葉果率は2005年と2006～2007年を分けて統計処理し、2006～2007年の解析では試験年を変動要因として設定した。10果重、糖度、酸は3年間分をまとめて統計処理し、試験年を変動要因として設定した。なお、新葉率、着果率、有葉果率についてはアークサイン変換を行った上で統計処理した。分散分析により主要因の効果が認められた場合にはDunnettの検定によりC区（慣行防除区）と殺ダニ剤を2回削減したA区またはB区との間の比較を行った。主要因の効果が認められなかった場合には差の許容範囲20%の条件で同等性検定（two one-sided test for equivalence）を行った。統計解析は全て統計ソフト JMP11.2を用いた。

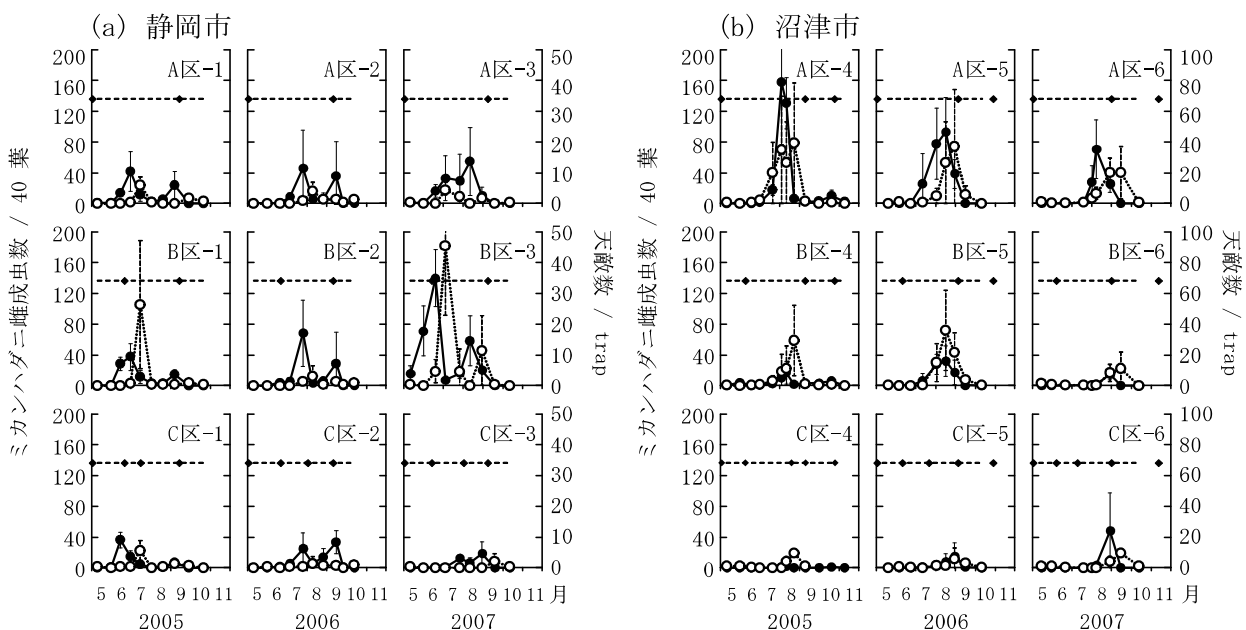


図2 各試験区におけるミカンハダニ雌成虫（●）と土着天敵（○）の発生推移

バーは標準偏差，点線は要防除密度<sup>20)</sup>，◆は殺ダニ剤散布日を示す。

### III 結 果

#### 1. ミカンハダニと土着天敵

ミカンハダニと土着天敵の発生活動を図 2 に示した。ミカンハダニと土着天敵の発生は同調する傾向が見られた。トラップに捕獲された土着天敵数を図 3 に示した。静岡市では土着天敵の捕獲数に対して試験区間差が認められた ( $df=2, F=7.767, p < 0.01$ )。Dunnnett の検定により、6 月と 9 月に 2 回殺ダニ剤を散布した B 区では 4 月～9 月に 4 回散布した C 区 (慣行防除) と比べ天敵捕獲数が多く ( $p < 0.05$ )、4 月と 9 月に 2 回散布した A 区は C 区との間に有意差が見られなかった。沼津市でも同様に試験区間差が認められた ( $df=2, F=12.062, p < 0.01$ )。Dunnnett の検定により A 区、B 区ともに C 区と比べ天敵捕獲数が多かった ( $p < 0.05$ )。なお、殺ダニ剤を 2 回削減した A 区または B 区で捕獲数が増加した種は、静岡市はカブリダニ類、沼津市ではダニヒメテントウ類で、各地域の主要種<sup>16)</sup>であり、ケシハネカクシ類 *Oligota* spp.、クサカゲロウ科未同定種もわずかに見られた。

各試験区のミカンハダニ発生ピーク時の雌成虫密度を表 3 に示した。静岡市では、ミカンハダニ雌成虫に対し、試験区間差が認められた ( $df=2, F=7.031, p < 0.01$ )。Dunnnett の検定により B 区では C 区 (慣行防除) と比べミ

カンハダニが多く ( $p < 0.01$ )、A 区は C 区との間に有意差が見られなかった ( $p > 0.05$ )。沼津市でも同様に試験区間差が認められた ( $df=2, F=25.915, p < 0.01$ )。Dunnnett の検定により A 区は C 区と比べミカンハダニが多く ( $p < 0.01$ )、B 区は C 区との間に有意差が見られなかった ( $p > 0.05$ )。静岡市では 4 月と 9 月に殺ダニ剤を散布する A 区におけるミカンハダニの発生は、3 年間を通して要防除密度とされる葉あたり雌 3.4～3.7 頭を下回ったのに対し、6 月と 9 月に殺ダニ剤を散布する B 区では 2007 年 6 月の散布前に短期間であるもののこの水準を上回った (図 2-a)。一方、沼津市の A 区では 2005 年と 2006 年の 7～8 月に要防除密度を一時的に上回ったのに対し、B 区では 3 年間を通してこの水準以下で推移した (図 2-b)。

ミカンハダニ発生ピーク時の雌成虫密度と葉の被害度の関係を図 4 に示した。Kendall の順位相関係数は静岡市が  $\tau=0.6354$ 、沼津市が  $\tau=0.7186$  であり、両者の関係は静岡市、沼津市ともに有意であった ( $p < 0.01$ )。すなわち、本試験では発生ピーク時の雌成虫密度が高い樹ほど、葉の被害度も高くなっていったことが確認された。静岡市では 2007 年に A 区と B 区の一部の樹で葉の被害度が 60 を越え、沼津市では 2005～2007 年に A 区のほとんどの樹でこの水準を越えた。

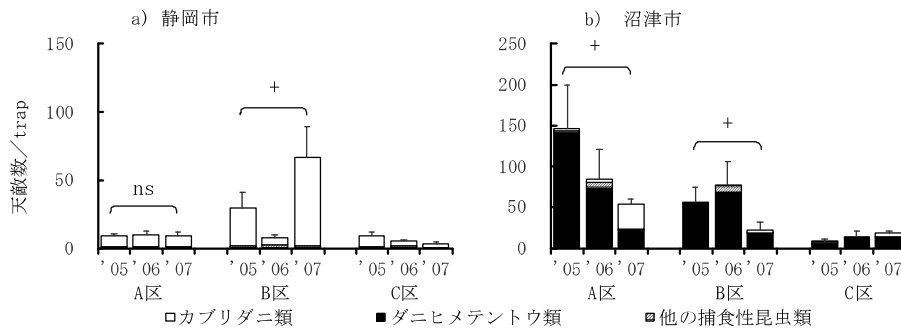


図 3 各試験区に設置したトラップに捕獲された土着天敵の総数

バーは標準偏差を示す。図中の+は分散分析後のDunnnettの検定によりC区(慣行防除)との間に有意差( $p < 0.05$ )があることを示す。

表3 各試験区におけるミカンハダニのピーク時密度(雌成虫数/100葉)

場所	試験区	'05年		'06年		'07年		'05～07年平均密度 <sup>a)</sup>
		ピーク日	密度	ピーク日	密度	ピーク日	密度	
静岡市	A区	6/29	105	7/24	118	8/10	142	122
	B区	6/29	97	7/24	201	6/18	352	216 ++
	C区	6/14	90	9/11	85	8/29	52	76
沼津市	A区	8/3	409	8/15	293	8/10	177	293 ++
	B区	8/10	47	8/15	92	8/28	38	59
	C区	8/10	9	8/29	37	8/28	120	55

a) ++は分散分析後のDunnnettの検定によりC区(慣行防除)との間に有意差あり( $p < 0.01$ )。

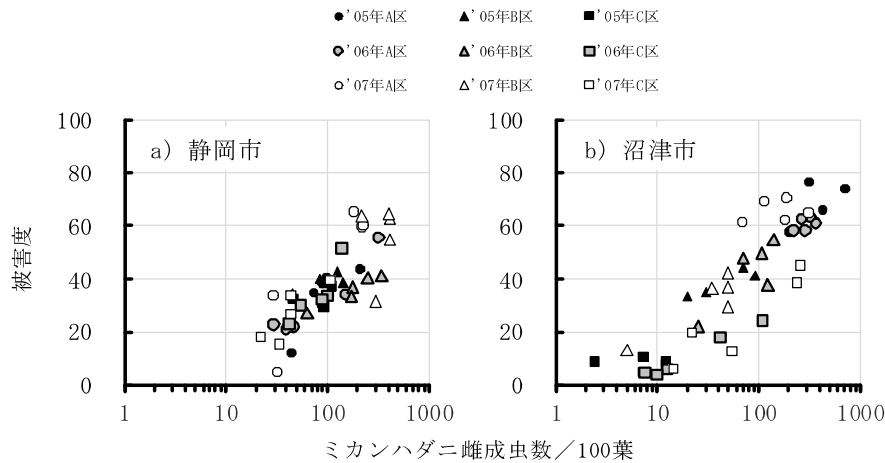


図4 ミカンハダニ発生ピーク時の雌成虫密度と葉の被害度の関係

Kendallの順位相関係数は静岡市 ( $\tau=0.635$ )、沼津市 ( $\tau=0.719$ ) ともに有意であった ( $p<0.01$ )。

表4 各試験区の着葉と着花の状況 (5月調査) <sup>a)</sup>

項目	試験区	静岡市 (青島)			沼津市 (寿太郎)			2市平均 <sup>b)</sup>	
		'05年	'06年	'07年	'05年	'06年	'07年	'05年	'06-07年
着葉数	A区	444	429	376	359	345	386	401	384
	B区	416	457	388	371	388	385	394	404 e
	C区	506	514	423	415	390	398	461	431
	分散分析								ns
着花数	A区	240	76	250	145	54	81	193	115
	B区	209	47	145	205	17	148	207	89
	C区	156	17	213	207	26	306	182	141
	分散分析								ns
葉花比	A区	1.9	5.6	1.5	2.5	6.4	4.8	2.2	4.6
	B区	2.0	9.8	2.7	1.8	22.8	2.6	1.9	9.5
	C区	3.2	29.6	2.0	2.0	14.8	1.3	2.6	11.9
新葉率 (%)	A区	49	46	36	50	59	55	50 e	49 e
	B区	42	52	35	52	71	55	47	53
	C区	56	52	36	45	65	35	50	47
分散分析								ns	ns

a) 1樹4枝あたりの数値.

b) eは同等性検定 (two one-sided test for equivalence) により差の許容範囲20%の条件でC区との同等性が認められたことを示す ( $p < 0.05$ ) .

## 2. カンキツ樹の生育と果実品質

5月の着葉と着花の状況を表4に示した。試験開始年にあたる2005年は分散分析により、着葉数 ( $df=2, F=1.408, p=0.263$ )、着花数 ( $df=2, F=0.125, p=0.883$ )、新葉率 ( $df=2, F=0.210, p=0.812$ ) に試験区間差は確認されなかった。このうち、新葉率はA区とC区の間で同等性検定 (two one-sided test for equivalence) により差の許容範囲20%の条件で同等性が認められた ( $p < 0.05$ )。2006~2007年も分散分析により、着葉数 ( $df=2, F=1.341, p=0.270$ )、着花数 ( $df=2, F=0.768, p=0.469$ )、新葉率 ( $df=2, F=0.755, p=0.475$ ) に試験区間差は確認されなかった。このうち、着葉数はB区とC区の間、新葉率はA区とC区の間で

の許容範囲20%の条件で同等性が認められた ( $p < 0.05$ )。葉花比は着花数を反映して年次変動や個体差が大きかった。

7月の着果状況を表5に示した。試験開始年にあたる2005年は分散分析により、着果数 ( $df=2, F=2.271, p=0.123$ )、着果率 ( $df=2, F=0.951, p=0.403$ )、有葉果率 ( $df=2, F=2.183, p=0.133$ ) に試験区間差は確認されず、同等性も見られなかった ( $p > 0.05$ )。2006~2007年も分散分析により、着果数 ( $df=2, F=1.056, p=0.355$ )、着果率 ( $df=2, F=3.006, p=0.058$ )、有葉果率 ( $df=2, F=0.344, p=0.711$ ) に試験区間差が確認されず、同等性もみられなかった ( $p > 0.05$ )。

表5 各試験区の着果の状況(7月調査) a)

項目	試験区	静岡市(青島)			沼津市(寿太郎)			2市平均	
		'05年	'06年	'07年	'05年	'06年	'07年	'05年	'06-07年
着果数	A区	19.0	5.4	22.0	15.2	3.6	10.6	17.1	10.4
	B区	18.6	9.6	15.2	15.0	3.4	11.8	16.8	10.0
	C区	26.4	6.6	23.6	15.6	4.4	16.8	21.0	12.9
	分散分析								ns
着果率 (%)	A区	11	6	26	12	19	14	11	16
	B区	12	23	16	10	15	8	11	16
	C区	19	49	26	11	34	8	15	29
	分散分析								ns
有葉果率 (%)	A区	45	46	23	23	59	36	34	41
	B区	33	55	16	43	34	27	38	33
	C区	64	61	35	48	60	13	56	42
	分散分析								ns
葉果比	A区	21	40	28	23	130	56	22	64
	B区	20	69	24	29	138	40	25	68
	C区	20	89	16	29	220	25	24	87
	分散分析								ns

a) 1樹4枝あたりの数値。

表6 各試験区の果実品質

項目	試験区	静岡市(青島)				沼津市(寿太郎)				2市
		'05年	'06年	'07年	平均 <sup>a)</sup>	'05年	'06年	'07年	平均 <sup>b)</sup>	平均 <sup>b)</sup>
10果重 (g)	A区	1568	1211	1397	1392	947	1115	876	979	1186 e
	B区	1450	1416	1414	1427	1021	1172	1045	1080	1253 e
	C区	1595	1511	1323	1476	1056	1313	857	1076	1276
	分散分析	ns				ns				
糖度	A区	10.6	12.2	11.0	11.3	10.1	10.6	11.7	10.8 e	11.0
	B区	11.3	13.3	11.6	12.1 ++	10.2	10.3	11.2	10.5 e	11.3
	C区	10.6	12.2	11.1	11.3	10.0	10.7	11.8	10.9	11.1
	分散分析	**				ns				
酸 (%)	A区	0.87	0.97	0.82	0.89	0.89	1.02	0.96	0.96	0.92 e
	B区	0.89	1.07	0.83	0.93	0.95	1.03	0.80	0.93	0.93 e
	C区	0.92	1.14	0.90	0.99	0.96	1.05	0.98	1.00	0.99
	分散分析	ns				ns				

a) ++は分散分析後のDunnnettの検定により、C区(慣行防除)との間に有意差あり( $p < 0.01$ )。b) eは同等性検定(two one-sided test for equivalence)により差の許容範囲20%の条件でC区との同等性が認められたことを示す( $p < 0.05$ )。

12月に収穫した果実の品質を表6に示した。10果重は分散分析により静岡市の青島温州( $df=2, F=0.471, p=0.628$ )、沼津市の寿太郎温州( $df=2, F=2.499, p=0.096$ )はともに試験区間差は見られなかった。2圃場のデータをまとめて比較した結果、A区とB区の10果重はC区の間で同等性検定(two one-sided test for equivalence)により差の許容範囲20%の条件で同等性が認められた( $p < 0.05$ )。糖度は分散分析により静岡市の青島温州では試験区間差が見られ( $df=2, F=8.954, p < 0.01$ )、Dunnnettの検定によりB区の糖度がC区よりも高かった。沼津市の寿太郎温州( $df=2, F=0.859, p=0.432$ )は試験区間に有意差は見られず、A区とB区の糖度はC区の間で同等性検定(two one-sided test for equivalence)により差の許容範囲20%の条件で同等性が認められた( $p < 0.05$ )。酸は分散分析により静岡市

の青島温州( $df=2, F=2.021, p=0.147$ )、沼津市の寿太郎温州( $df=2, F=1.268, p=0.293$ )ともに試験区間差は見られなかった。2圃場のデータをまとめて比較した結果、A区とB区の酸はC区の間で同等性検定(two one-sided test for equivalence)により差の許容範囲20%の条件で同等性が認められた( $p < 0.05$ )。

#### IV 考 察

本研究では、土着天敵相が異なる地域ごとにミカンハダニを要防除密度以下に維持しながら殺ダニ剤を低減できる散布体系を明らかにした。すなわち、カブリダニ類が主体の静岡市のカンキツ園では殺ダニ剤を4月と9月に合計2回散布する防除体系(A区)で、ダニヒメテン



トウ類が主体の沼津市のカンキツ園では6月と9月に合計2回散布する防除体系（B区）で、4月～9月に4回散布する慣行の防除体系（C区）と同様にミカンハダニを要防除密度（葉あたり雌成虫3.4～3.7頭）以下に維持でき、葉の被害を許容水準（被害度60）以下に抑える可能性が示唆された（表3, 図2）。

一方で、静岡市では殺ダニ剤を6月と9月に合計2回散布する体系（B区）では6月の散布前にミカンハダニの平均密度が要防除密度を上回る年があった。静岡市の慣行防除園で発生するカブリダニ類はミヤコカブリダニである<sup>16)</sup>。本種はカンキツ樹上では越冬せず、下草等で越冬することが知られている<sup>10)</sup>。このため、カンキツ樹上では5月まではミヤコカブリダニの発生圃場率が低く<sup>16)</sup>、この間の働きは期待できないことから、樹上で越冬するミカンハダニを要防除密度以下に維持するためには冬季～4月の期間の殺ダニ剤散布は不可欠と考えられる。なお、ミカンハダニが増加したB区（表3）でトラップへのカブリダニ類の捕獲数が多くなった（図3）のは、ミカンハダニの増加後に、これを餌にするカブリダニ類が繁殖したためと考えられる。これに対し、4月のマシン油散布によりミカンハダニの初期密度を低下させたA区では、カブリダニ類がカンキツ樹上で働き始めた時点でミカンハダニ密度は低く、両者が低密度で維持された結果、カブリダニ類はB区ほど増加しなかった（図3）と考えられる。

沼津市では殺ダニ剤を4月と9月に合計2回散布する体系（A区）で7月～8月にミカンハダニが要防除密度を上回った。沼津市で主体となっているダニヒメテントウ類は5月には発生が確認されるなど比較的早期から活動する<sup>16)</sup>一方で、6月、8月、9月に散布された殺虫剤（表2）に対する感受性が高い<sup>14)</sup>ことから、この時期は殺虫剤の影響を受けている可能性がある。殺ダニ剤を削減したA、B区ともにトラップへのダニヒメテントウ類の捕獲が多く（図3）、本天敵はミカンハダニの発生初期より周辺から飛来していたと考えられる。しかし、6月に散布されたネオニコチノイド剤はダニヒメテントウ類に影響が強く<sup>14)</sup>、本天敵が主体のカンキツ園では散布後2～5週間はミカンハダニが多くなる<sup>17)</sup>ことから、6月にマシン油を散布しないA区でミカンハダニが増加したと考えられる。したがって、夏季に散布される殺虫剤をダニヒメテントウ類に影響がない剤に変更した場合のミカンハダニ密度については引き続き検討する必要がある。

3年間の試験期間中に4月～9月の殺ダニ剤を2回削減したA区とB区の果実重、糖度、酸は、この間に4回散布したC区と同等性が認められるか、優れる結果となっ

た（表6）。このことから、ミカンハダニの発生ピーク時の密度が要防除密度とされている葉あたり雌成虫3.4～3.7頭、葉の被害度60程度に維持できれば、果実品質への影響はないことが確認された。なお、この結果は既報<sup>1) 18) 21) 29)</sup>と一致するが、施設の鉢植え樹で葉の被害指数が80を越えた場合に果実の糖度に対する負の影響が認められている<sup>7)</sup>。

一方、着葉数、着花数、新葉率、着果数、着果率などは、分散分析により試験区間差が認められなかったが、一部を除き同等性も確認されなかった（表4, 5）ことから、殺ダニ剤削減の影響がないとは言えなかった。これはカンキツ樹の個体差が大きかったことが原因であり、ミカンハダニによる葉の被害指数が60程度以下の条件では、加害による影響よりも栽培管理や他の環境要因の影響が大きいことを示唆している。大久保<sup>22)</sup>は被害指数60以下では旧葉の落葉はほとんど助長されないが、90を越えると旧葉の落葉が助長されることを報告している。ミカンハダニの加害による旧葉の落葉が着花量の減少や隔年結果の助長に繋がる可能性は指摘されている<sup>19) 22)</sup>ものの要防除密度を大きく超える条件で発生すると考えられる。

ミカンハダニの防除要否の判断は圃場単位で行う必要があり、ミカンハダニ密度にはカンキツ園内で樹間差が大きいことから、園内の平均密度と寄生密度別樹率の関係が明らかにされている<sup>2)</sup>。この関係式による推定では、静岡市で4月と9月に合計2回殺ダニ剤を散布したA区におけるミカンハダニ雌成虫のピーク時密度（平均122頭/100葉：表3）は要防除密度となる樹が全体の5～10%程度となると推定され、慣行の殺ダニ剤を4回散布するC区（ピーク時雌成虫76頭/100葉）の2～4%よりも若干多くなると考えられる。また、沼津市で6月と9月に合計2回殺ダニ剤を散布したB区におけるミカンハダニ雌成虫のピーク時密度（平均59頭/100葉）は要防除となる樹が慣行のC区とほぼ同等で全体の1～3%となると推定される。本研究ではミカンハダニの薬剤感受性低下の対策として、土着天敵により殺ダニ剤を削減できる可能性を明らかにしたが、今後はミカンハダニ密度の樹間差異や年次変動を考慮した上でカンキツの生産性に影響しない長期的な管理が必要と考えられる。したがって、土着天敵の機能強化や農薬からの保護技術の開発を継続し、殺ダニ剤の削減を維持した上でミカンハダニ密度を安定して管理できる防除体系を構築させていく必要がある。

## V 摘 要

通常の殺菌剤と殺虫剤を散布する条件で、4月～9月に殺ダニ剤を4回散布する慣行防除区に対して、4月と9月に2回散布する試験区、および6月と9月に2回散布する試験区を設け、3年間にわたりミカンハダニの密度を調査した。その結果、ミヤコカブリダニが主体のカンキツ園では4月と9月に殺ダニ剤を散布すると、慣行防除区と同様にミカンハダニを要防除密度以下に維持できた。ダニヒメテントウ類が主体のカンキツ園では6月と9月に殺ダニ剤を散布すると慣行防除区と同様にミカンハダニを要防除密度以下に維持できた。殺ダニ剤を2回に低減した試験区の果実重、糖度、酸は殺ダニ剤を4回散布した慣行防除区と同等性が認められた。着葉数、着花数、新葉率、着果率などは試験区間差が認められなかった。以上の結果から、土着天敵の種構成が異なるカンキツ園ごとに殺ダニ剤の最適な散布時期が異なることが明らかになった。

## 謝 辞

本研究のために圃場を提供していただいた西ヶ谷量太郎氏、山岡敏明氏、研究に協力いただいたJAしみず、JAなんすんの担当者に感謝の意を表す。本研究は農林水産省のプロジェクト研究「生物機能を活用した環境負荷低減技術の開発」により実施した。

## 引用文献

- 古橋嘉一 (1978) ミカンハダニの要防除密度. 植物防疫 32 : 335-340.
- 古橋嘉一・西野 操 (1980) ミカンハダニの簡易密度推定法. 静岡柑試研報 16 : 13-20.
- Furuhashi, K. (1990) Resurgence of citrus red mite, *Panonychus citri* McGregor induced by synthetic pyrethroids. *Jpn. Pestic. Info.* 57: 91-96.
- 古橋嘉一 (1994) 静岡県におけるミカンハダニの薬剤抵抗性. 関東東山病虫研報 41 : 267-269.
- 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) 全農教. 東京. 174-186.
- Insecticide Resistance Action Committee (2017) IRAC Mode of Action Classification Scheme. <http://www.irac-online.org/documents/moa-classification/>
- 金子修治・吉川公規・杉山泰之 (2013) ミカンハダニの夏季の多発生が温州ミカンの樹体生育と果実品質に及ぼす影響. 植物防疫 67 : 441-444.
- Katayama, H., S. Masui, M. Tsuchiya, A. Tatara, M. Doi, S. Kaneko and T. Saito (2006) Density suppression of the citrus red mite *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) due to the occurrence of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) on Satsuma mandarin. *Appl. Entomol. Zool.* 41: 679-684.
- 片山晴喜・多々良明夫・土井 誠・金子修治・西東 力 (2012) 静岡県のカンキツ園に発生するミヤコカブリダニの薬剤感受性. 関西病虫研報 54: 187- 189.
- 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.
- 岸本英成・望月雅俊・北野峻伸 (2013) 日本国内におけるハダニクロヒメテントウ (新称) *Stethorus pusillus* (Herbst) の再発見およびキアシクロヒメテントウ *Stethorus japonicus* H. Kamiya との区別点. 応動昆 57: 47- 50.
- 増井伸一・大石剛裕・糟屋和義・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. 関東東山病虫研報 42 : 245-246.
- 増井伸一・池田雅典 (2005) 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.
- 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.
- 増井伸一・片山晴喜 (2016) 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. 植物防疫 70 : 767-772.
- 増井伸一・片山晴喜・土屋雅利 (2018) 静岡県内の慣行防除カンキツ園におけるミカンハダニ (ダニ目: ハダニ科) と土着天敵の発生実態. 応動昆 62 : 47-53.
- 増井伸一 (2018) 土着天敵の種構成が異なるカンキツ園における殺虫剤散布後のミカンハダニ (ダニ目: ハダニ科) の密度変化. 応動昆 62 (印刷中)
- Matsunaga, Y. and M. Nishino (1981) Effect of citrus red mite infestation on fruit quality, field and trunk growth of satsuma mandarin. *Int. Symp. on Problems of I.P.M. in Develop. Country. Tropical Agric. Res. Ser.* No. 14: 61-72.
- 松尾善行・関 道生 (1976) ミカンハダニによる被害の解析的研究 (第 4 報) ミカンハダニの加害がウンシュウミカン果実の収量に及ぼす影響. 佐賀果試研報



- 6 : 67-73.
- 20) 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.
  - 21) 森 介計 (1974) ミカンハダニによるカンキツの被害の実態と防除. 植物防疫 28 : 110-112.
  - 22) 大久保宣夫 (1983) ミカンハダニの加害がミカン樹の生長に及ぼす影響. 九病虫 29 : 142-147.
  - 23) 小野祐幸 (1985) ウンシュウミカンの光合成および生産構造からみた収量構成要因に関する研究. 京都大学学位論文.
  - 24) Saito, Y. (1978) Comparative studies on life histories of three species of spider mites (Acarina: Tetranychidae). *Appl. Entomol. Zool.* 14: 83-94.
  - 25) 真梶徳純 (1999) わが国の主要カンキツ害虫. (岩堀修一・門屋一臣編) カンキツ総論, 養賢堂, 654-680.
  - 26) 土屋雅利 (2003) ミカンハダニの加害がウンシュウミカン葉の光合成速度および葉緑素値に及ぼす影響. 静岡柑試研報 32 : 15-21.
  - 27) 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.
  - 28) 山本敦司・米田 渥・波多野連平・津田三津男 (1995) 柑橘園におけるミカンハダニのヘキシチアゾクスによる圃場淘汰試験. 日本農薬学会誌 20 : 307-315.
  - 29) 内田正人・牛山欽二・大垣智昭 (1966) 温州ミカンの主要病害虫の発生予察法に関する研究 (第 2 報) ミカンハダニの発生量が温州ミカンの生育, 品質に及ぼす影響について. 神奈川園試研報 14 : 17-24.
  - 30) Yamamura, K. (1999) Transformation using  $(x + 0.5)$  to stabilize the variance of populations. *Res. Population Ecology* 41 : 229-234.
  - 31) 安田 誠 (1982) ミカンハダニの生活史パラメーターに対する温度の影響. 応動昆 26 : 52-57.