

## 福岡県内の促成栽培イチゴで発生するナミハダニ黄緑型 *Tetranychus urticae* Koch (green form) に対する数種薬剤の殺虫効果

柳田裕紹\*・森田茂樹・國丸謙二

福岡県内の促成栽培イチゴで発生するナミハダニ黄緑型 7 個体群に対する主要薬剤の殺虫効果を調査した。その結果、7 個体群全ての雌成虫においてミルベメクチン水和剤とシフルメトフェン水和剤の殺虫効果の低下が認められ、本剤に感受性が低下した個体群が県下全域に定着している可能性が示唆された。また、その他の薬剤についても、十分な殺虫効果が得られなかった個体群が認められ、薬剤抵抗性の発達が示唆された。

[キーワード：ナミハダニ黄緑型，イチゴ，ミルベメクチン，シフルメトフェン，薬剤感受性]

Effects of Insecticides on *Tetranychus urticae* Koch (green form) Collected from Strawberry Greenhouses in Fukuoka Prefecture. YANAGITA Hirotsugu, Shigeki MORITA and Kenji KUNIMARU (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.*32:33-36 (2013)

We investigated the effects of five insecticides on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (green form) collected from seven strawberry greenhouses in Fukuoka Prefecture, with the leaf disc dipping method. All the tested females were barely susceptible to milbemectin and cyflumetofen wettable powder. These results showed milbemectin- and cyflumetofen - resistant populations have become established in all fields. Some populations were barely susceptible to other tested insecticides, including cyenopyrafen, emamectin benzoate and bifentazate. The present results suggest that *T. urticae* Koch (green form) on strawberry are resistant to these insecticides and it would be difficult to control this mite with only agrochemicals in Fukuoka Prefecture.

[Key words : cyflumetofen, milbemectin, pesticide susceptibility, strawberry, *Tetranychus urticae* Koch (green form) ]

### 緒言

福岡県の促成栽培イチゴで発生するハダニ類は、ナミハダニ黄緑型 *Tetranychus urticae* Koch (green form) , ナミハダニ赤色型 *T. urticae* Koch (red form) 及びカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida で、ナミハダニ黄緑型が優占的に発生する。本種は苗に寄生して育苗圃場から本ほへ持ち込まれ (合田・中村 1986) , ハウスの加温開始以降から個体数が指数関数的増殖を示し、高密度になると株全体が萎縮した状態になり著しい減収を来す (沢木・佐藤 1986) 。体長は 0.5mm 程度と微小のため (江原 1993) , 発生初期の把握が難しく、薬剤散布の適期を逸しやすい。また、薬剤抵抗性が発達しやすく (桑原 1984, 井上 1989) , 福岡県においてもナミハダニ黄緑型 (以下、ナミハダニとする) の感受性低下が確認されており (福岡県 2008) , 生産現場では、高い防除効果を実現するために、感受性検定結果を踏まえて薬剤を選択している。しかし、近年、感受性検定で選抜した薬剤においても十分な殺虫効果が認められない事例が目立ち、感受性の低下が懸念されている。

そこで、福岡県のイチゴ主要産地のナミハダニ個体群に対する数種薬剤の殺虫効果を調査した。

本研究の実施に当たり、各産地の生産部会より調査圃場を選定していただいた。普及指導員及び JA 営農指導員の方々には、ナミハダニの採集を含めた現地調査の協力をいただいた。福岡県病害虫防除所の河野悦子技術主査と井上美樹技術主査には薬剤検定の助力をいただいた。各位に対して深く御礼申し上げる。

### 材料および方法

#### 1 供試虫及び供試薬剤

久留米市、糸島市、大川市、飯塚市、岡垣町、広川町及びみやこ町の 7 市町から殺虫効果の低下が疑われる圃場をそれぞれ 1 か所選定し、検定に用いる供試虫を得た。2011 年 5 月 10 日～ 5 月 24 日に各市町の促成栽培イチゴハウスからナミハダニが寄生した葉をビニル袋またはプラスチック製の飼育容器に採集した。採集後はプラスチック製の飼育ケージ (W:49.0 × D:31.5 × H:30.0cm) に入れた 9cm ポリポットのインゲン苗 10～12 株にイチゴ葉ごと移し入れ、検定まで 25～27℃・自然日長条件下で個体群を維持した。

供試薬剤は第 1 表に示すとおり、イチゴに対し「ハダニ類」で農薬登録を有するものの中から、これまでの感受性検定で高い効果が得られているミルベメクチン水和剤、エマメクチン安息香酸塩乳剤及びビフェナゼート水和剤 (福岡県 2008) と検定以降に登録されたシフルメトフェン水和剤とシエノピラフェン水和剤の合計 5 剤を選定した。これらを水道水で、イチゴで登録を有する希釈倍数に調整し、展着剤としてポリオキシエチレンメチルポリシロキサン 93.0% 製剤を 5000 倍となるように加用した薬液を供試した。対照として、水道水に展着剤を同様に加用したものをを用いた。

#### 2 雌成虫に対する各種薬剤の殺虫効果

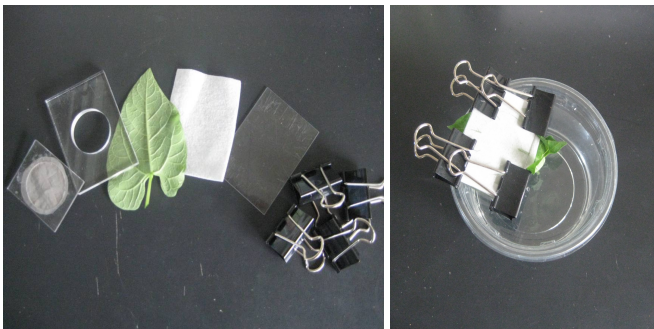
検定は岡崎ら (2007) の方法に準じ、薬液に浸漬させたインゲン葉を 3 枚の亚克力板で挟む Munger cell 法を用いた (第 1 図左)。すなわち、亚克力板 (50 × 70 × 1mm) 上に同様の大きさのペーパータオルを敷き、

第 1 表. 検定に用いた供試薬剤

供試薬剤名	MoA <sup>1)</sup>	剤型	希釈倍数	成分濃度 (ppm)
ミルベメクチン	6	水和剤	2,000	10
エマメクチン安息香酸塩	6	乳剤	2,000	5
ピフェナゼート	UN	水和剤	1,000	200
シフルメトフェン	25	水和剤	1,000	200
シエノピラフェン	25	水和剤	2,000	150

1) IRAC (2011) に基づく薬剤の作用機作分類を示す

10 秒間薬液に浸漬し十分に風乾させたインゲン葉 (葉身長 60~80mm) を載せ、穴径 30mm のアクリル板 (50×70×6mm) を順に置いた。その中に雌成虫を 8~12 頭放飼し、その上から穴径 32mm にテトロンゴースを張ったアクリル板 (40×50×2mm) を被せ、両端をクリップで固定した。これを、浦・嶽本 (2008) に準じ、蓋に 10mm の穴を開けたプラスチック容器に水道水を満たして給水源とし、インゲン葉の葉柄を水挿しした (第 1 図右)。検定は 26~27°C, 16 時間日長条件で行い、放飼 96 時間後にアクリル板を開けて雌成虫を毛筆でつつき、全く動かないものを死亡虫として、死亡率を算出した。死亡率は水道水処理の値を対照として、Abbott (1925) の式により補正した。なお、検定は各処理とも 3 反復、合計 24~36 頭で実施した。



第 1 図 雌成虫の薬剤検定に用いた検定器具 (左) と薬剤検定状況 (右)

### 3 卵・孵化幼虫に対する各種薬剤の効果

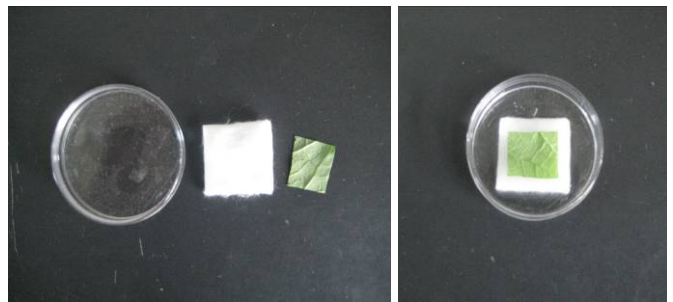
検定は望月 (1998) に準じた葉片浸漬法で下記の通りに行った。まず、直径 60mm のプラスチックシャーレ内に十分に水を含ませた 3×3cm の脱脂綿を入れて、この上に 2×2cm に調整したインゲン葉を葉裏が上となるように静置した。次に、このインゲン葉に雌成虫を毛筆で 3~7 頭接種し、雌成虫の逃亡を防ぐためにシャーレ内に水を溜めた。これを 26~27°C, 16 時間日長条件下で 16~24 時間静置して産卵させ、検定直前に雌成虫をインゲン葉から除去した。インゲン葉は 10 秒間薬液に浸漬させた後、ペーパータオル上で風乾させ、再びプラスチックシャーレ内の脱脂綿に載せた (第 2 図)。検定は雌成虫に対する殺虫試験と同様の条件下で行い、

処理 6 日後に実体顕微鏡下で、未孵化卵、生存幼虫及び死亡幼虫を計数し、死亡率を下記に示す計算式により算出した。

$$\text{死亡率} = \left( \frac{\text{未孵化卵数} + \text{死亡幼虫数}}{\text{供試卵数}} \right) \times 100$$

なお、逃亡虫と生死判定が困難な静止期のナミハダニは検定虫数から除いた。検定は各処理とも 3 反復、合計 33~176 卵で実施し、殺虫効果試験の方法に準じ、死亡率は Abbott (1925) の式により補正した。

また、両試験ともに各農薬の殺虫効果の程度については、大野ら (2010) と同様に補正死亡率が 70%未満のものを「低い」として扱った。



第 2 図 卵・孵化幼虫の薬剤検定に用いた検定器具 (左) と薬剤検定状況 (右)

## 結果

### 1 雌成虫に対する各種薬剤の効果

福岡県内のナミハダニ 7 個体群の雌成虫に対する各種薬剤の殺虫効果を第 2 表に示した。ミルベメクチン水和剤とシフルメトフェン水和剤の補正死亡率は 0~69.4%と 7 個体群全てにおいて殺虫効果の低下が認められた。また、シエノピラフェン水和剤とピフェナゼート水和剤についても、複数の個体群で殺虫効果の低下が認められた。エマメクチン安息香酸塩乳剤は、久留米市個体群のみで殺虫効果の低下が認められた。なお、対照の水道水は死亡率 0~6.7%であった。

### 2 卵・孵化幼虫に対する各種薬剤の効果

卵・孵化幼虫に対する各種薬剤の効果を第 3 表に示した。ミルベメクチン水和剤のみやこ町個体群を除いた 6 個体群において 11.4~47.2%と殺虫効果の低下が認められた。シフルメトフェン水和剤は久留米市と広川町個体群で、ピフェナゼート水和剤は、飯塚市個体群で殺虫効果の低下が認められた。一方、シエノピラフェン水和剤とエマメクチン安息香酸塩乳剤は、全ての個体群で死亡率 80%以上と高い殺虫効果を示した。なお、対照の水道水は死亡率 1.4~16.0%であった。

第2表 ナミハダニ雌成虫に対する各種薬剤の殺虫効果

個体群	補正死亡率(%) <sup>1)</sup>									
	ミルベメクテン		エマメクチン安息香酸塩		ビフェナゼート		シフルメトフェン		シエノピラフェン	
	2,000倍		2,000倍		1,000倍		1,000倍		2,000倍	
久留米市	16.4	(26)	18.7	(28)	16.4	(26)	0.0	(36)	3.4	(30)
糸島市	25.9	(28)	100	(25)	52.1	(26)	24.9	(29)	44.4	(28)
大川市	10.5	(29)	100	(32)	81.5	(28)	64.3	(32)	68.8	(30)
飯塚市	27.6	(29)	100	(31)	61.3	(31)	46.4	(28)	86.2	(29)
岡垣町	26.9	(27)	100	(29)	75.1	(25)	46.2	(27)	80.8	(27)
広川町	7.7	(26)	92	(25)	70.4	(27)	16.7	(24)	3.8	(26)
みやこ町	50.3	(28)	100	(28)	85.2	(29)	69.4	(28)	100	(28)

1) 補正死亡率はAbbottの補正式による96時間後の値を示す。

2) 括弧内の数値は 3反復の供試虫数の合計値を示す。

第3表 ナミハダニの卵・孵化幼虫に対する各種薬剤の効果

個体群	補正死亡率(%) <sup>1)</sup>									
	ミルベメクテン		エマメクチン安息香酸塩		ビフェナゼート		シフルメトフェン		シエノピラフェン	
	2,000倍		2,000倍		1,000倍		1,000倍		2,000倍	
久留米市	2.6	(35)	88.5	(48)	73.0	(53)	39.4	(49)	82.0	(49)
糸島市	40.2	(49)	100	(45)	88.4	(45)	89.4	(59)	95.2	(44)
大川市	35.9	(130)	100	(101)	100	(108)	100	(96)	100	(118)
飯塚市	38.8	(159)	100	(161)	58.4	(142)	100	(157)	100	(143)
岡垣町	32.4	(111)	100	(160)	94.0	(150)	98.5	(148)	100	(176)
広川町	22.3	(60)	100	(83)	75.1	(53)	62.5	(54)	100	(85)
みやこ町	87.5	(73)	100	(98)	100	(60)	100	(76)	100	(75)

1) 補正死亡率はAbbottの補正式による 6日後の値を示す。

2) 括弧内の数値は 3反復の供試卵数の合計値を示す。

## 考 察

促成栽培イチゴで使用される主要殺ダニ剤について雌成虫と卵・孵化幼虫に対する殺虫効果を検討した。その結果、2007年の薬剤検定(福岡県 2008)において、雌成虫に対する効果が高かったミルベメクテン水和剤、エマメクチン安息香酸塩乳剤及びビフェナゼート水和剤の殺虫効果の低下が認められた。この結果は、生産現場でナミハダニの防除効果が低下している事例を反映させるものであった。特にミルベメクテン水和剤は、全ての個体群の雌成虫において殺虫効果が低く、県下全域での感受性低下が示唆された。ナミハダニに対するミルベメクテンの殺虫効果の低下はイチゴを含む複数の報告がある(吉川 2003, 高梨 2009, 国本 2010)。ビフェナゼート水和剤とエマメクチン安息香酸塩乳剤の殺虫効果の低下は、バラから採集した個体群で認められている(Lee

et al. 2003, 国本 2010)。新規薬剤のシエノピラフェン水和剤とシフルメトフェン水和剤についても、効果が低かった個体群が認められており、個体群間で差はあるものの、ナミハダニの抵抗性は県下全域で発達していると示唆された。

一般的に、殺虫剤の抵抗性発達に及ぼす環境要因の一つとして、淘汰圧の強度・淘汰期間や個体群の大きさが挙げられ(桐谷・川原 1970)、国本(2010)はイチゴやキクと比べて淘汰圧が極めて高いバラから採集したナミハダニの感受性が著しく低下していたことを報告している。また、ナミハダニの場合、感受性個体群を維持する野生寄主植物が周囲にあまり存在せず、遺伝的交流が少ないことも抵抗性を発達させる要因であると考えられている(高藤・森下 2003)。イチゴは育苗圃場と本ぼを中心周年栽培されているため、ナミハダニは常にイ

チゴ上で世代を繰り返していると考えられる。また、栽培期間を通して圃場周辺の除草を徹底しているため、ナミハダニの歩行分散による野外寄主作物からイチゴへの移入は考えにくく、野生寄主個体群とイチゴ寄生個体群との遺伝的交流の機会はほとんど無いと考えられる。このため、イチゴで周年発生するナミハダニは、定期的な薬剤散布による高い淘汰圧を継続して受け、その結果、薬剤抵抗性が発達した個体群が選抜されたものと考えられる。従って、個体群間での殺虫効果の差は、薬剤の使用頻度や使用期間等といった淘汰圧の違いに寄因するものと推測される。また、ハダニ類は世代日数の長さが同程度の節足動物と比べて、極めて高い突然変異率を有するため薬剤抵抗性が発達しやすいと考えられている (Dittrich 1969)。このハダニ類の特性も、今回の殺虫効果の低下を引き起こした要因と考えられる。

ただし、卵・孵化幼虫に対する殺虫効果は雌成虫よりも高かった。例えば、複数の個体群の雌成虫に対して殺虫効果が低かったシエノピラフェン水和剤は、全ての個体群の卵・孵化幼虫に対して補正死亡率 80%以上の殺虫効果が得られた。同様にエマメクチン安息香酸塩乳剤も、久留米市個体群では、雌成虫とは対照的に卵・孵化幼虫に対する効果は高かった。この 2 剤については、卵・孵化幼虫に対する感受性はある程度維持されていると考えられる。このことから、この 2 剤を基幹剤として、防除体系を組み立てることが有効である。しかし、特定の薬剤に偏った防除は、これらの薬剤に対する淘汰圧を高め、更なる抵抗性発達を助長させる危険性がある。ナミハダニの場合、薬剤感受性が復元した事例はほとんどない (井上 1989)。また、近年、交差抵抗性の発達是非常に複雑化しており、多くの薬剤間において確認されている (刑部・上杉 2009)。従って、安定的な防除効果を得るだけでなく、薬剤感受性低下のリスクを回避するためにも、上記基幹剤の他に生物的防除技術の利用 (柳田ら 2010) 等といった、化学的防除以外の対策を組み合わせる必要性が高いと考えられる。併せて、ナミハダニに対する定期的な薬剤感受性のモニタリングを実施し、薬剤感受性の実態を把握する必要がある。

### 引用文献

- Abbott, W.S (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265-267
- 合田健二・中村利宣 (1986) イチゴのハダニ類の密度推定法. 植物防疫 40:550-553
- Dittrich, V. (1969) Chlorphenamide negatively correlated with OP resistance in a strain of two-spotted spider mite J. Econ. Entomol. 62: 44-47
- 江原昭三 (1993) 日本原色植物ダニ図鑑. 全国農村教育協会 (東京). pp. 298
- 福岡県 (2008) 野菜病害虫・雑草防除の手引き. 福岡県, 福岡. 200pp
- 井上晃一 (1989) ハダニ類の薬剤抵抗性の機構. 植物防疫. 43:367-371
- IRAC (2011) Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) Mode of Action Classification. <http://www.irc-online.org/teams/mode-of-action/> (2012年8月29日閲覧)
- 桐谷圭治・川原幸夫 (1970) 殺虫剤抵抗性の発達に及ぼす環境要因の影響. 植物防疫 24: 474-478
- 国本佳範 (2010) 奈良県におけるナミハダニ黄緑型の殺ダニ剤感受性の推移. 奈良農総セ研報 41: 23-28
- 桑原雅彦 (1984) ハダニ類の薬剤抵抗性. 植物防疫 38: 321-327
- Lee Yong-Su, Myoung-Hui Song, Ki-su Ahn, Ki-Yul Lee, Jeong-Wha Kim and Gil-Hah Kim (2003) Monitoring of acaricide resistance in two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) populations from rose greenhouses in Korea. J. Asia-Pacific Entomol. 6: 91-96
- 望月雅俊 (1998) 農業害虫及び天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル (18) 茶害虫: カンザワハダニ. 植物防疫 52: 96-98
- 大野 豪・宮城聡子・喜久村智子・貴島圭介 (2010) 沖縄に分布する *Tetranychus* 属ハダニ 9 種に対する各種農薬の殺虫効果. 九病虫研会報 56: 58-65
- 岡崎真一郎・奥田 充・櫻井民人 (2007) 大分県で採集したミカンキイロアザミウマ個体群のエマメクチン安息香酸塩乳剤およびクロルフェナピル水和剤に対する感受性低下. 九病虫研会報 53: 66-70
- 刑部正博・上杉龍士 (2009) ハダニの薬剤抵抗性. 日本農薬学会誌 34: 207-214
- 沢木忠雄・佐藤允通 (1986) イチゴのハダニ類の発生消長と要防除密度. 植物防疫 40: 558-562
- 高藤晃雄・森下正彦 (2003) ナミハダニとカンザワハダニの比較生態学. 日本ダニ学会誌 12: 1-10
- 高梨祐明・土師 岳・足立嘉彦・豊島真吾 (2009) リンゴのナミハダニ防除薬剤の実用性判定における葉片浸漬法の評価. 東北農研研報 110:177-186
- 浦 広幸・嶽本弘之 (2008) 福岡県におけるタバココナジラミバイオタイプ Q の発生状況と施設栽培トマトおよびナスに発生するタバココナジラミ個体群の薬剤感受性. 福岡農総試研報 27: 23-28
- 柳田裕紹・森田茂樹・石井貴明・浦 広幸・嶽本弘之 (2010) 促成イチゴの本ぼの化学農薬を半減する IPM システム. 九沖農研成果情報 25: 285-286
- 吉川 誠 (2003) 栃木県におけるイチゴおよびニホンナシに寄生するナミハダニの薬剤感受性. 関東病虫研報 50: 161-163