ミカンハダニのベンゾメート抵抗性

I. 感受性, 抵抗性ミカンハダニの抵抗性比較¹⁾

辰己 勲²⁾・斎藤哲夫・宮田 正

名古屋大学農学部害虫学教室

Resistance of Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (McGREGOR) (Acarina: Tetranychidae) to Benzomate. I. Comparison of Resistance Levels between Susceptible and Resistant Mites. ISAO TATSUMI³⁾, Tetsuo SARRO and Tadashi MIYATA (Laboratory of Applied Entomology and Nematology, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **27**: 112-116 (1983)

The toxicity of benzomate to the female adult of susceptible strains (Shizuoka S and Fukuoka S) and resistant strains (Shizuoka R, Fukuoka R and Okitsu R) was evaluated by the leaf disc method and slide dip method. By the leaf disc method, LC_{50} values were in the order of Okitsu R > Shizuoka R > Fukuoka R > Shizuoka S $\approx$ Fukuoka S and by the slide dip method LC_{50} values were in the order of Fukuoka R > Okitsu R > Shizuoka R > Shizuoka S $\approx$ Fukuoka S. Acaricidal activity was found to be more effective when the slide dip method was applied, compared with the leaf disc method.

緒 言

ミカンハダニの薬剤抵抗性の例は多く、わが国ではシユラーダン抵抗性が最初の例である(関, 1958)。その後はテトラディフォン、ネオサップラン®、フェンカプトンなどの殺ダニ剤のほか、ジメトエートや EPN にまで抵抗性事例が報告されている。ミカンハダニに限らずメタシストックス® 抵抗性のニセナミハダニ(野村・中垣, 1959)、有機リン剤抵抗性のリンゴハダニ(宮下ら, 1960)のほか、ナミハダニ、カンザワハダニ、オウトウハダニなどの抵抗性の発達した事例がある(刑部, 1974)。

各種の殺ダニ剤、殺虫剤がミカンハダニ防除に用いられてきたなかで、ベンゾメートがミカンハダニ防除薬剤として柑橘地帯で使用されるようになった。そして、静岡県では5年間の使用で抵抗性が発達し、ミカンハダニの防除困難な地域が増加している(西野, 1976)。そして佐賀県からも同様な結果が報告されている(関, 1976)。

そこで、本薬剤に対する抵抗性機構に関する研究に関する基本的な知見を得られるならばその防除に何らかの解決策を見いだせるであろうと考え実験を行った。

本文に入るに先立ち本研究の遂行に終始ご指導下さった農業化学研究室の宗像 桂教授、加藤夏樹助手に深く感謝する。また有益なご助言をいただいた害虫学教室の伊藤嘉昭助教授、椿 宜高助手に感謝する。ミカンハダニの提供をして下さった静岡県柑橘試験場、佐賀県果樹試験場の方々にお礼申し上げる。ベンゾメートを提供して下さいた日本曹達株式会社生物科学研究所にお礼申し上げる。さらに本論文の作成にあたりご援助いただいた害虫学研究室の諸兄に対しても感謝する。

材料および方法

各地より採集したミカンハダニ各系統のベンゾメートに対する感受性を比較するために、検定法として最も一般的に行われているリーフディスク法(河野ら, 1964; 真梶, 1966)ならびにスライドディップ法(Voss, 1961; DITTRICH, 1962)にならって検定を行った。

1. ミカンハダニ

実験に用いたミカンハダニの系統は1977年6月および9月に各地より採集したもので、その由来は第1表に示すとおりである。

1) 本研究の一部は文部省科学研究費(No. 456037)によった。

2) 現在 ローヌ・プーランジャパン株式会社

3) Present address: Rhone-Poulenc Japan Co., Akasaka 1-9-20, Minato-ku, Tokyo 107, Japan
1982年10月12日受領 (Received October 12, 1982)

第1表 供試ベンゾメート抵抗性・感受性ミカンハダニ系統

系 統	採集年月	採 集 地
静岡感受性	1977年6月	静岡県柑橘試験場圃場
静岡抵抗性	1977年6月	静岡県柑橘試験場圃場 1976年7月より11日までにベンゾメート3,000倍4回散布
福岡感受性	1977年9月	福岡県山門郡山川町 ベンゾメート抵抗性系統を逆淘汰
福岡抵抗性	1977年9月	福岡県山門郡山川町
興津抵抗性	1977年6月	静岡県興津町

2. 飼育法

各系統の採集以後のミカンハダニの飼育は河野ら(1964)の方法に準じて温州ミカン苗木(*Citrus unshiu* MARCOV) (2年木・品種:青島)で飼育した。各系統を隔離飼育するために鉢に植えた苗木を水をはった盆(深さ3cm, 直径45cm)に入れ, 系統別にガラスで仕切ったガラスハウス内の小室(150×120×250cm)に入れ果代飼育を行った。夏季にはガラスハウス全体を黒色の寒冷紗でおおい, さらに各小室の上をヨシズでおおい日除けを行った。また空冷装置を設け, 最高温度を37°Cにおさえた。

3. 供試薬剤

日本曹達株式会社より提供された98%純度のベンゾメート原体(Ethy O-benzoyl-3-chloro-2, 6-dimethoxybenzohydroximate)の白色結晶を乳剤の形態で使用した。乳剤はキシレンおよび乳化剤として用いたニューカルゲン710-C(日本曹達株式会社より提供)とベンゾメート原体とをそれぞれ重量比で75:5:20の割合で混合調整した20%乳剤を供試した。

4. 薬剤処理方法

(1) リーフディスク法

水を満たしたポリエチレン製カップ(直径7cm, 高さ3.5cm)の蓋の中央に径1.5cmの穴を開け, 直径5.5cmの東洋濾紙No.2の一部を舌状に切り込んで, カップの穴にそれを差し込み水を濾紙面に吸い上げさせた。その濾紙の上にさらに同型の濾紙をのせ, 十分水を吸収させ, その上にミカン葉片をのせた。このミカン葉片に

ミカンハダニの雌成虫を細筆で接種し, 24時間, 25°Cに放置した後, 各葉片の健全虫のみを残し薬剤を散布した。

散布薬剤は供試薬剤の項で述べた20%乳剤を蒸留水で所定濃度に希釈し, 3ml/ずつ回転式散布塔(みずほ理化学製)で, 250mmHgの圧力で散布した。散布後は25°C恒温下に保ち, 24, 48, 72時間後針先で刺激しても動かないものを死虫として死亡率を算出した。対照区として蒸留水のみを3ml/散布した。

(2) スライドディップ法

Voss(1961)の方法を簡単にしたDITTRICH(1962)の方法にならって次のように行った。

スライドガラス上にスコッチ®両面粘着テープをはりつけ, その上に細筆を用いてミカンハダニ雌成虫をあおむけに10頭接種し, 20%乳剤を蒸留水で希釈した各濃度の薬液に5秒間浸漬した。浸漬後は風乾し, その後水でしめらせた濾紙を入れたシャーレに入れ蓋をし, 25°C恒温下に保ち, 1, 3, 6, 24時間後の死亡数を調べ, 各時間の死亡率を算出した。対照区としては蒸留水に5秒間浸漬した。

感受性程度はBLISS(1935)のプロビット法に従って計算した。

結 果

リーフディスク法による実験結果は第2～7表に示すとおりである。

スライドディップ法による実験結果は第8, 9表に示すとおりである。

考 察

第2, 5表からわかるように24時間後におけるベンゾメートに対して最も感受性の高い系統は福岡感受性系統でそのLC₅₀値は約31ppmであり, 静岡感受性系統もほぼ同じ程度の感受性を示した(LC₅₀:約37ppm)。最も抵抗性の発達した系統は静岡抵抗性系統で, 興津抵抗性系統もほぼ同程度の抵抗性比を示した。福岡感受性

第2表 リーフディスク法による処理24時間後のミカンハダニ各系統の死亡率(%)

系 統	濃 度 (ppm)											対照区
	4,000	2,000	1,000	400	200	100	50	25	12.5	6.25	3.125	
福岡感受性						83.3	79.4	28.9	14.7	12.5	6.7	0
静岡感受性					85.7	83.9	63.8	45.2	18.9	16.7	0	4.7
福岡抵抗性		97.1	55.2	46.7	38.6	18.8	15.6	6.1				3.4
静岡抵抗性	73.3	64.0	25.5	17.5	13.7	13.2	11.1	8.6				4.3
興津抵抗性	80.8	46.6	36.5	14.0	10.9	9.1	5.9	0				1.6

第3表 リーフディスク法による処理48時間後のミカンハダニ各系統の死亡率(%)

系 統	濃 度 (ppm)											対照区
	4,000	2,000	1,000	400	200	100	50	25	12.5	6.25	3.125	
福岡感受性						89.3	84.8	71.0	34.4	17.9	10.0	0
静岡感受性					89.3	86.7	82.6	57.1	37.1	25.0	10.0	9.8
福岡抵抗性		100	65.5	55.2	46.3	33.3	22.6	12.5				3.8
静岡抵抗性	93.3	85.7	46.5	32.1	21.3	21.2	11.4	8.8				4.7
興津抵抗性	92.0	61.5	63.3	25.9	24.6	12.8	11.4	0				4.8

第4表 リーフディスク法による処理72時間後のミカンハダニ各系統の死亡率(%)

系 統	濃 度 (ppm)											対照区
	4,000	2,000	1,000	400	200	100	50	25	12.5	6.25	3.125	
福岡感受性						96.3	84.8	71.0	46.7	23.1	10.0	0
静岡感受性					92.9	86.7	89.1	79.3	42.4	33.3	13.3	12.5
福岡抵抗性		100	79.3	78.6	50.0	33.3	25.8	16.1				4.2
静岡抵抗性	100	93.9	70.0	40.7	27.7	28.0	12.1	11.8				7.0
興津抵抗性	100	86.3	78.6	34.6	31.1	17.0	14.3	3.6				6.3

第5表 リーフディスク法による散布24時間後の濃度-死亡率回帰式

系 統	回 帰 式 ^{a)}	Pr	LC ₅₀		LC ₉₅ ^{b)}	
			(ppm)	抵抗性比	(ppm)	抵抗性比
福岡感受性	$Y=5+1.883(X-1.494)$	0.10 $>Pr>0.05$	31.2	1.0	(233)	(1.0)
静岡感受性	$Y=5+1.800(X-1.563)$	0.75 $>Pr>0.50$	36.6	1.2	(300)	(1.3)
福岡抵抗性	$Y=5+1.475(X-2.615)$	0.10 $>Pr>0.05$	411.7	13.2	(5,364)	(23)
静岡抵抗性	$Y=5+1.125(X-3.295)$	0.025 $>Pr>0.01$	1,971.3	63.2	(57,183)	(245)
興津抵抗性	$Y=5+1.289(X-3.290)$	0.50 $>Pr>0.25$	1,952.1	62.6	(36,830)	(157)

a) Y:死亡率のプロビット, X:濃度 (ppm) の対数.

b) () は計算上の値である.

第6表 リーフディスク法による散布48時間後の濃度-死亡率回帰式

系 統	回 帰 式 ^{a)}	Pr	LC ₅₀		LC ₉₅ ^{b)}	
			(ppm)	抵抗性比	(ppm)	抵抗性比
福岡感受性	$Y=5+1.912(X-1.222)$	0.75 $>Pr>0.50$	16.7	1.0	(121)	(1.0)
静岡感受性	$Y=5+1.730(X-1.377)$	0.50 $>Pr>0.25$	23.8	1.4	(213)	(1.8)
福岡抵抗性	$Y=5+1.288(X-2.427)$	0.50 $>Pr>0.25$	267.0	16.0	(5,058)	(42)
静岡抵抗性	$Y=5+1.401(X-2.842)$	0.05 $>Pr>0.025$	695.5	41.6	(10,388)	(86)
興津抵抗性	$Y=5+1.409(X-2.954)$	0.10 $>Pr>0.05$	900.0	53.9	(13,237)	(110)

a) Y:死亡率のプロビット, X:濃度 (ppm) の対数.

b) () は計算上の値である.

第7表 リーフディスク法による散布72時間後の濃度-死亡率回帰式

系 統	回 帰 式 ^{a)}	Pr	LC ₅₀		LC ₉₅ ^{b)}	
			(ppm)	抵抗性比	(ppm)	抵抗性比
福岡感受性	$Y=5+2.007(X-1.144)$	0.995 $>Pr>0.990$	13.9	1.0	92	1.0
静岡感受性	$Y=5+1.789(X-1.295)$	0.10 $>Pr>0.05$	19.7	1.4	164	1.8
福岡抵抗性	$Y=5+1.504(X-2.256)$	0.50 $>Pr>0.25$	180.5	13.0	(2,238)	(24)
静岡抵抗性	$Y=5+1.624(X-2.645)$	0.10 $>Pr>0.05$	441.6	31.8	(4,550)	(50)
興津抵抗性	$Y=5+1.780(X-2.675)$	0.25 $>Pr>0.10$	472.9	34.0	3,969	43

a) Y:死亡率のプロビット, X:濃度 (ppm) の対数.

b) () は計算上の値である.

第8表 スライドディップ法による処理24時間後のミカンハダニ各系統の死亡率(%)

系 統	濃 度 (ppm)										対照区
	800	400	200	100	80	50	40	20	10	5	
福岡感受性			93.3				86.7	83.3	33.3	23.3	0
静岡感受性			86.7		83.3		80.0	60.7	41.4	37.9	3.2
福岡抵抗性	72.4	37.9	37.9	11.1							0
静岡抵抗性	80.0	66.7	46.4	43.3		14.3					0
興津抵抗性	96.3	53.3	46.7	34.5		20.7					6.7

第9表 スライドディップ法による処理24時間後の濃度-死亡率回帰式

系 統	回 帰 式 ^{a)}	Pr	LC ₅₀		LC ₉₅ ^{b)}	
			(ppm)	抵抗性比	(ppm)	抵抗性比
福岡感受性	$Y=5+1.679(X-1.065)$	$0.975>Pr>0.950$	11.6	1.0	111	1.0
静岡感受性	$Y=5+1.064(X-1.079)$	$0.75>Pr>0.50$	12.0	1.0	(422)	(4)
福岡抵抗性	$Y=5+1.745(X-2.624)$	$0.25>Pr>0.10$	420.5	36.2	(3,683)	(33)
静岡抵抗性	$Y=5+1.421(X-2.297)$	$0.75>Pr>0.50$	198.2	17.1	(2,851)	(26)
興津抵抗性	$Y=5+1.753(X-2.363)$	$0.10>Pr>0.0.$	230.6	19.9	(2,002)	(18)

a) Y:死亡率のプロビット, X:濃度(ppm)の対数.

b) ()は計算上の値である.

第1図 スライドディップ法によるミカンハダニ各系統の経時的な死亡率の変化.

A: 静岡感受性, B: 福岡感受性, C: 静岡抵抗性, D: 福岡抵抗性, E: 興津抵抗性. 図中の数字は濃度(ppm)を示す.

系統の LC_{50} 値を 1 としたときの抵抗性比は静岡, 興津, 福岡各抵抗性系統でそれぞれ 63, 63, 13 であった。48, 72 時間後においても, 24 時間後の結果とほぼ同様に興津抵抗性系統 > 静岡抵抗性系統 > 福岡抵抗性系統 > 静岡感受性系統 > 福岡感受性系統の順に LC_{50} 値は小さくなった。

24, 48, 72 時間後 (第 3, 4, 6, 7 表) と時間が経つにつれ興津および, 静岡両抵抗性系統の LC_{50} 値は小さくなったが, 福岡抵抗性系統のそれは前 2 系統ほど大きな変化はみられなかった。

集団の薬剤に対する感受性の幅を示す回帰方程式の傾きは抵抗性 3 系統に比較し, 感受性 2 系統のほうが大きく, 感受性 2 系統のほうがより感受性の個体変異の幅が小さい集団であると考えられる。

スライドディップ法では第 8, 9 表からわかるように 24 時間後におけるベンゾメートに対して最も感受性の高い系統は福岡感受性系統で, その LC_{50} 値は約 12 ppm であった。静岡感受性系統も LC_{50} 値が約 12 ppm ではほぼ同程度の感受性であることが示された。最も抵抗性の高い系統は福岡抵抗性系統で, ついで興津抵抗性系統, 静岡抵抗性系統の順に抵抗性が高かった。抵抗性 3 系統の福岡感受性系統に対する抵抗性比はそれぞれ約 36, 20, 17 であった。

各系統に共通した濃度処理区 (200 ppm) での各系統の経時的な死亡率の変化をみると, 各時間における死亡率は感受性 2 系統のほうが抵抗性 3 系統にくらべ高い傾向にあるが, 6 時間以後に大きな差があることが特徴的であった (第 1 図)。

リーフディスク法による 24 時間後の結果とスライドディップ法による 24 時間後の結果を比較すると, 各系統の LC_{50} 値は福岡抵抗性系統が両方法でほぼ同じ値を示したのを除けば, スライドディップ法での値のほうが小さかった。これは DITTRICH (1962) の行ったナミハダニでのスライドディップ法が最も殺虫力があるという結果と同じである。福岡抵抗性系統ではスライドディップ法における抵抗性比がリーフディスク法にくらべ大きな値を示しているが, それは季節的な抵抗性の変動によるものなのか, 他に原因があるのかは不明である。しかし, いずれの方法においても抵抗性 3 系統は十分高い抵抗性比を示したことから, 感受性—抵抗性系統間の薬剤感受性を比較する上では, 両方法間に大きな差はないと考えられる。

摘 要

ベンゾメート感受性 (静岡感受性, 福岡感受性), および抵抗性 (静岡抵抗性, 福岡抵抗性, 興津抵抗性), ミカンハダニ雌成虫に対するベンゾメートの殺虫力をリーフディスク法とスライドディップ法でしらべた。

リーフディスク法では LC_{50} 値は興津抵抗性 > 静岡抵抗性 > 福岡抵抗性 > 静岡感受性 > 福岡感受性の順であった。スライドディップ法では LC_{50} 値は福岡抵抗性 > 興津抵抗性 > 静岡抵抗性 > 静岡感受性 > 福岡感受性の順であった。

スライドディップ法の殺ダニ効果はリーフディスク法より大きかった。

引 用 文 献

- BLISS, C.I. (1935) The calculation of the dosage-mortality curve. *Ann. Appl. Biol.* 22: 134—167.
- DITTRICH, V. (1962) A comparative study of toxicological test methods on a population of the two spotted spider mite (*Tetranychus telarius*). *J. econ. Ent.* 55: 644—648.
- 河野俊彦・斎藤哲夫・石黒丈雄・本多八郎 (1964) 回転式散布塔による殺虫剤のスクリーニング法の考案について。昭和 39 年度応動昆大会講演要旨集: 18.
- 宮下揆一・池内 茂・今村俊一 (1960) リンゴハダニに対する有機燐剤効果の低下。農および園 35: 865—866.
- 西野 操 (1976) 各地におけるミカンハダニの発生と防除の考え方。静岡県の場合。農薬 23: 3—8.
- 野村健一・中垣至郎 (1959) メチルジメトン (メタシストックス) に対する抵抗性ハダニについて (第 1 報)。千葉大園芸学部学術報 7: 29—44.
- 刑部 勝 (1974) ハダニ類の薬剤抵抗性。植物防疫 28: 119—124.
- 関 道生 (1958) ハダニ類の諸問題 (ミカンハダニの防除)。応動昆大会第 2 回シンポジウム要旨集: 59—62.
- 関 道生 (1976) 各地におけるミカンハダニの発生と防除の考え方。佐賀県の場合。農薬 23: 19—22.
- 真根徳純 (1966) ハダニ類の薬剤検定法とこれに関連した 2, 3 の問題について。植物防疫 20: 57—61.
- Voss, G. (1961) Ein neues Akarizid-Austestungsverfahren für Spinnmilben. *Anz. f. Schädlingskunde* 34: 76—77.