の背面にはりん粉状のものがあるように見受けられるので、その事実を確認する目的で、付着土が全く認められない個体を対象に、土壌の場合と同法で実験した結果、呈色を示した個体は全くなく、本虫の呈色におよぼす影響は全くないものと思われる。

42年においては、個体別に呈色反応をみたが、呈色を示した個体は全供試個体の30%程度で、大部分の70%が呈色しなかった。このことから42年度の場合、施肥面からの羽化脱出個体は少なかつたものと思われ、のり面設置のあみわく内羽化脱出虫が少なかつた点と符合するところである。43年度の場合も個体別に供試したが、この場合は前年の結果とは全く逆で、呈色した個体が半数以上の60%を占め、しかも呈色程度が、Ⅱ、Ⅲを示す個体もみられるなど、43年度の場合はミカン園で施肥を行なう場所での越冬個体が多かつたものと思われる。本年の場合土羽土において、Ⅰが40%弱みられ本虫付着土のⅠの値と類似しており、土羽面越冬個体のうたがいがもたれるが、虫体付着土の場合、土羽土では示さないⅡ、Ⅲを示す点でのり面内越冬の可能性が高いものと思われる。

考 察

コアオハナムグリの越冬場所を、主に柑橘園での実態

をあみわくによる羽化脱出虫の捕獲、また虫体付着土と他の土壌をりん酸呈色反応比較等により越冬場所の探索を試みたが、あみわく法およびりん酸呈色法の結果が各年ともほぼ一致した傾向を示し、ミカン園内がコアオハナムグリの有力な越冬場所であることは確実と思われる。また傾斜階段畑においては、土羽面も有力な越冬場所となりうることは疑いないものと考えられる。

また本虫の生態的な面については田中（1929）の詳細な研究があり、越冬形態についてはきわめてまれであるが、成虫態越冬個体の存在が報告されている。著者も44年1月、雑柑橘園土羽面から採土中、深さ10cm程度の場所で成虫越冬個体が、数ヶ所で10数頭確認された。

なお今後越冬調査に当っては年次により土羽面とのり面での越冬個体量に変動がみられる点、また前年多発園で翌年度発生がきわめて少ない現象など、土壌内環境条件との関係を解明する必要があるものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 田中顕三(1929): 応用動物学雑誌, 1, 159~164
- 2) 関道生・松尾喜行・鶴籠三・貞松光男(1967): 園芸学会, 研究発表要旨, 22~23
- 3) 戸刈義次ほか(1957): 作物試験法, 284~285

ミ カ ン ハ ダ ニ の 薬 剤 抵 抗 性 に 関 す る 研 究

第 4 報 C M P 剤 抵 抗 性 の 遺 伝 様 式

田中 学・井上 晃一・喜多 奎理* (園芸試験場久留米支場)

Studies on the Acaricides Resistance of the Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (McG.). IV. Genetics of Resistance to Phenkapton

Manabu TANAKA, Kouichi INOUE and Keiri KITA*
(Kurume Branch, Horticultural Research Station)

To analyse the genetic make-up of Phenkapton-resistance, haploid F_2 eggs produced by the F_1 virgin females (hybrids) of reciprocal crosses between resistant and susceptible individuals, and haploid F_3 eggs produced by F_2 (backcross progenies) were tested toxicologically. These eggs were dipped for 5 seconds in water solution of 1:2000 Phenkapton.

The haploid F_2 eggs produced by F_1 virgin females showed a high degree of non-viability which hampered further genetic analysis. In addition, the sterile female in F_1 virgin female ($SS \times R$) was about 40%. (Table 2 and 3)

The present ovicidal test suggested that one major gene was responsible for resistance to Phenkapton. However, it is a problem to determine the resistance level by the corrected egg mortality alone, because the haploid F_2 eggs produced by F_1 virgin females showed high degree of non-viability.

Therefore, adulticidal test for resistance was carried out with 1:15000 dilution of Phenkapton

*園芸試験場久留米支場特別研究生

against the various lines of female and male adults. This concentration consistently gave 100% adult mortality of S strain and no mortality of R strain (Fig. 1).

No significant difference in resistance level was found between the F_1 female adults of the crosses $RR \times S$ and $SS \times R$ the mortality being 54% and 66%. Mortalities of the F_2 female adults (backcross progenies) of $(RR \times S) \times R$ and $(SS \times R) \times S$ were 24% and 74% (Table 4). The present results agreed well with the calculated values on the assumption that the F_1 female adults showed 60% mortality.

We concluded that resistance to Phenkapton in *Panonychus citri* (McG.) was due to a single incompletely dominant gene. The character was transmitted by either sex.

ミカンハダニの薬剤抵抗性対策として、1963年から抵抗性の検定法について検討してきたが、カンキツ園に分布するハダニは同一園内、樹内はもちろん、1葉内においても薬剤感受性の個体間差異が一般に大きいことが見受けられている。したがって薬剤抵抗性の検定用ハダニを抽出するには、これらの分布様式を知る基礎となる遺伝様式について明らかにしておく必要がある。またこの結果から交差抵抗性の関係や、抵抗性の発達および消失の機構も知ることができるという見地から本実験に着手し、まず1968年はCMP剤抵抗性の遺伝様式について検討を行なった。

本文にはいるに先だち、種々ご教示いただき、かつ貴重な文献を貸与して下さいた長崎大学熱帯医学研究所塚本増久教授、九州大学農学部坂口文吾助教授に厚く感謝の意を表する。

実験方法

供試したミカンハダニは鹿児島県薩摩郡大崎町産(1965年採集)のCMP剤抵抗性系統(R)と鹿児島県屋久島産(1964年採集)の感受性系統(S)で、両系統

のハダニは採集後、25°Cの恒温槽内のカンキツ苗木で隔離飼育を続けた。なおR系統については1967年から68年にかけて10数回、CMP剤(18%乳剤1,000~2,000倍)で淘汰選択したハダニを用いた。

Fig. 1は供試した両系統ハダニのCMP剤に対する感受性の差異をプロビットで表わしたもので、殺卵力検定ではLC-50値がR系統1805 ppm, S系統19 ppm, 殺成虫力検定ではLC-50値がR系統309 ppm, S系統1.5 ppmを示し、両系統間の抵抗力に大きな差異が見られた。

また両系統ハダニの各種殺ダニ剤感受性はTable 1に示しているように、R系統はCMP剤やジメトエートなどの有機燐剤およびクロルベンジレートには抵抗力が強いが、その他の殺ダニ剤には高い感受性を示した。一方S系統は供試した各種殺ダニ剤に対し、感受性がいずれも高かった。

以上のように薬剤感受性の異なる両系統ハダニを用いて、系統間の正逆交配、戻交配を行ない、抵抗性の程度を殺卵力と殺成虫力で検定した。

殺卵力検定の場合、交配用の雌は第2若虫の静止期、

Fig. 1. Susceptibility to Phenkapton of the resistant strain (R.) and susceptible strain (S) of the citrus red mites, *Panonychus citri* (McG.). One day after treatment.

Table 1. Susceptibility to various acaricides of the resistant strain (R) and susceptible strain (S.) of the citrus red mites (Mortality of eggs).

Acaricides, Per cent of active ingredient	Dilution	R. strain		S. strain	
		Number of eggs tested	Corrected mortality (Abbott)	Number of eggs tested	Corrected mortality (Abbott)
Phenkapton 18% E.	1000	102	1%	121	100%
Dimethoate 43% E.	1000	84	5	104	77
Tetradifon (Tedion) 8% E.	500	114	99	99	100
Chlorobenzilate 22% E.	1000	159	11	134	100
Dicofol (Kelthane) 40% E.	2000	137	97	149	100
CPCBS. DCPM 25% E.	700	122	93	53	95
Morestan 25% W.P.	1000	153	99	87	100

E: Emulsion, W.P: Wettable powder

雄は成虫発育後数日以内のものを1葉あたりに原則として1対あて接種し、雌の第2若虫が成虫に発育した時、交尾するようにした。交尾後産下した卵から発育した交雑 F_1 または戻交雑の第2若虫静止期の雌を別の葉に1頭あて接種し、雌成虫に発育後3日間に産下された卵を葉液に5秒間浸漬処理した。処理後9日目に未ふ化卵率を調査し、未ふ化卵は死卵と見なした(ディスク法)。

殺成虫力検定の場合、交配方法は前述の場合と同様で、抵抗性の検定は交雑 F_1 または戻交雑の受精卵から発育した雌成虫と不受精卵から発育した雄成虫を鉢植のキャンキツ苗木に接種し、1日後に口径0.5mmのきり吹きを用いて、葉液の粒子がかさならない程度に散布した。散布後1日後に成虫の生死を調査し、歩行不能虫も死亡と見なした。

なお CMP 剤の検定濃度については、R系統がほぼ100%生き残り、S系統がほぼ100%死亡する濃度で処理するために Fig. 1 から殺卵力の場合は2,000倍、殺成虫

力では15,000倍で検定を行なった。

実験は25°C、湿度60~70%の直射日光のあたらない飼育室内で実施した。

実験結果および考察

殺卵力で検定した場合の交雑組合せによる差異は Table 2 に示した通りである。R系統とS系統の正逆交配による E_1 雌成虫が産下した卵 (F_2 , 半数体) の抵抗力は両親の場合の中間よりやや小さい値を示し、また交雑 F_1 雌成虫にR系統雄成虫を戻交配した場合、戻交雑雌成虫 (F_2) の産下卵 (F_3 , 半数体) の抵抗力が大きくなり、一方S系統のものを戻交配した場合は抵抗力が小さくなっている。

この場合、各交雑組合せの F_2 または F_3 卵の補正死卵率から見て、CMP 剤抵抗性を支配している遺伝子は単一であると推測される。すなわち、抵抗性が一つの主要遺伝子によって支配されていると仮定した場合、R系統

Table 2. Percentages of egg mortality and lethality observed in haploid F_2 and F_3 Progenies resulting from crossing experiments.

Crosses $\text{♀} \times \text{♂}$	Haploid F_2 and F_3 eggs produced by F_1 and F_2 virgin female adults				
	Treated by Phenkapton			Untreated	
	Number of eggs tested (Generation)	Average mortality	Corrected mortality (Abbott)	Number of eggs tested (Generation)	Average lethality
RR $\times$ R	1324 (F_2)	8%	6%	460 (F_2)	4%
F_1 (RR $\times$ S) $\times$ R	915 (F_3)	45	31	254 (F_3)	21
RR $\times$ S	1096 (F_2)	85	61	398 (F_2)	56
SS $\times$ R	454 (F_2)	78	57	131 (F_2)	50
F_1 (SS $\times$ R) $\times$ S	1575 (F_3)	81	77	330 (F_3)	20
SS $\times$ S	472 (F_2)	100	100	793 (F_2)	5

Dilution of Phenkapton. 1:2000

とS系統との交雑 F_1 雌成虫の産下した F_2 卵（半数体）については抵抗性と感受性との卵の比率が1:1になるはずである。また交雑 F_1 雌成虫にR系統の雄成虫を戻交配して、生じた F_2 の戻交雑雌成虫が産下した F_3 卵（半数体）では、3:1に分離することになる。したがってこれら卵の分離比と補正殺卵率とがほぼ一致したことから、この仮定がなり立つことが推測されたわけである。

しかし殺卵力検定では Table 2 に示されているように、無処理の場合でも交雑 F_1 や戻交雑雌成虫の産下卵（半数体）の未ふ化卵率がR系統同志あるいはS系統同志の組合せに比較して高く、なかでも交雑 F_1 雌成虫の産下卵の未ふ化卵率が約50%とかなり高くなっている。その上、Table 3 のようにS系統（雌）とR系統（雄）との交雑 F_1 雌成虫の約40%が不妊虫となって現われている。これらの原因については十分に解明できないが、恐らく交雑 F_1 雌成虫の生殖細胞内での染色体の接合に異常が生じたものと考えられる。

Table 3. Percentages of the sterile females recognized in F_1 and F_2 virgin female adults resulting from crossing experiments.

Cross ♀ × ♂	Number of F_1 and F_2 virgin female adults tested (Generation)	Number of sterile female adults (%)
RR × R	207 (F_1)	6 (2.9)
F_1 (RR × S) × R	108 (F_2)	2 (1.9)
RR × S	120 (F_1)	0 (0)
SS × R	86 (F_1)	35 (40.7)
F_1 (SS × R) × S	144 (F_2)	0 (0)
SS × S	162 (F_1)	0 (0)

前述のように殺卵力で検定した場合、特に交雑 F_1 雌成虫の産下卵の未ふ化卵率が無処理でもかなり高くなっていることから、その補正殺卵率だけで抵抗力を比較し、遺伝様式を解明するのは問題があると思われるので、つぎに交雑組合せごとに殺成虫力で抵抗力を検定した。

結果は Table 4 に示した通りである。R系統とS系統との正逆交配による F_1 雌成虫の殺虫率は(RR × S)では54%、(SS × R)では66%を示したが、この間には有意差が認められない。したがって交雑 F_1 雌成虫の殺虫率を仮りに60%として、各交雑組合せごとに計算値と観測値を比較して見たのが Table 4 で、計算値は()内に示している。

この結果、観測値と計算値はよく一致している。たとえば F_1 (RR × S) × R の組合せでは F_2 で RR と RS 個体の雌成虫が1:1の比率で出現する。この場合 RR 個体の殺虫率は0%、RS 個体では60%であるので $\frac{0+60}{2} = 30\%$ が計算値となり、観測値24%にきわめて近い。一方雄成虫の場合も、Helle ら (1967) によって証明された性決定様式 (*Panonychus* 属, 半数体(雄) $n=3$, 倍数体(雌) $2n=6$) から、Table 4 に示されているような計算値が得られる。

以上のことから、ミカンハダニのCMP剤抵抗性は完全優性でなく、単一な不完全優性遺伝子に支配されていると考えられる。また抵抗性形質はハダニの両性いずれによっても遺伝される。

これまでハダニの薬剤抵抗性の遺伝に関する研究では、まず Taylor ら (1965) のナミハダニのマラソン抵抗性、Andres ら (1960) の *Tetranychus pacificus* McG. のパラチオン抵抗性、Helle (1962) のナミハダニのパラチオン抵抗性などについての報告があり、いず

Table 4. Percentage mortalities observed in female and male adults of both F_1 and F_2 progenies resulting from crossing experiments. Dilution of Phenkapton. 1:15,000

Cross ♀ × ♂	Generation	Number of F_1 and F_2 progenies tested		Mortalities one day after treatment and calculated	
		Females	Males	Females	Males
RR × R	F_1	59	47	% 0 (0)	% 0 (0)
F_1 (RR × S) × R	F_2	176	99	24 (30)	62 (50)
RR × S	F_1	223	66	54 (60)	2 (0)
SS × R	F_1	269	80	66 (60)	99 (100)
F_1 (SS × R) × S	F_2	149	123	74 (80)	58 (50)
SS × S	F_1	75	38	100 (100)	100 (100)

() : The calculated mortality based on the assumption that F_1 female adults from both reciprocal crosses of the resistant and susceptible strains showed 60% mortality.

れも抵抗性は単一または主要な優性遺伝子に支配されていると考えられている。しかし Ditttrich (1961) はナミハダニのジメトン抵抗性の遺伝子は1個以上あることを指摘し、Schulten (1968) はナミハダニの有機燐剤抵抗性の遺伝様式について、メチルジメトンおよび Azinphosmethyl 抵抗性は一つの主要遺伝子により不完全優性で遺伝するが、他に関与する微働因子 (minor gene) が存在することを報告している。また刑部 (1967) によれば、カンザワハダニの ESP 剤抵抗性は優性遺伝すると判断されている。

一方、Overmeer (1967) はナミハダニのジフェニールスルホン剤抵抗性の遺伝様式を解析し、抵抗性は主要遺伝子に支配され、不完全優性で遺伝すること、またこれに抵抗性母虫の細胞質の要因も加わっていることを明らかにしている。

なお Overmeer (1967) および Schulten (1968) はナミハダニについて、交雑 F_1 あるいは戻交雑雌成虫の産下卵 (半数体) が無処理の場合でも未ふ化卵がかなり多いが、これは抵抗性を支配する主要遺伝子の分離とは関係がないことをのべており、この現象は著者らの実験でも認められている。

以上のように薬剤抵抗性の遺伝学的解析は主にナミハダニと、一部 *Tetranychus pacificus* およびカンザワ

ハダニに見られるが、ミカンハダニについてはない。

今回実験したミカンハダニの CMP 剤 (有機燐剤) 抵抗性の遺伝様式については、単一な不完全優性遺伝子によることがほぼ明らかにできたが、この場合単一濃度で抵抗性の程度を検定しているため証明がやや不充分であり、今後各交雑組合せのプロビット曲線全体を比較して検討する必要があると思われる。また交雑 F_1 雌成虫 (SS×R) の不妊虫の出現率が高い原因についても同様解明しなければならない。

したがって、ハダニの薬剤抵抗性の遺伝の研究をさらに推進して抵抗性ハダニの分布様式を明らかにし、検定用ハダニの抽出方法を確立したいと考える。

引用文献

- 1) Andres, L. A. and T. Prout (1960): J. Econ. Ent. 53, 626-630.
- 2) Ditttrich, V. (1961): Z. angew. Ent. 48, 34-57.
- 3) Helle, W. (1962): Tijdschr. Pl-ziekt. 68, 155-195.
- 4) Helle, W. and H. R. Bolland (1967): Genetica 38, 43-53.
- 5) Overmeer, W. P. J. (1967): Arch. Néerl. Zool. XVII, 3, 295-349.
- 6) 刑部勝 (1967): 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する試験成績 (日本植物防疫協会), 196~203
- 7) Schulten, G. G. M. (1968): Communication 57, Dep. Agri. Res. Royal Tropical Institute, 1-57.
- 8) Taylor, E. A. and F. F. Smith (1956): J. Econ. Ent. 49, 858-859.

ミカンハダニの薬剤抵抗性に関する研究

第5報 CMP剤抵抗性と薄層電気泳動法によるエステラーゼ活性泳動帯の性状との関係

田中 学・井上 晃一・喜多奎理* (園芸試験場久留米支場)

Studies on the Acaricide Resistance of the Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (McG.)

V. Relation between the resistance to Phenkapton and one of the esterase bands detected by the thin layer electrophoresis.

Manabu TANAKA, Kouich INOUE and Keiri KITA*.

(Kurume-Branch, Horticultural Research Station)

The purpose of this investigation is to make clear the relation between resistance level to Phenkapton and character of E_1 esterase detected by thin layer electrophoresis.

Activity of E_1 esterase was calculated as follows. The size and colour density of each band, which was thought to signify the activity of each separated esterase, were transformed to the area enclosed with density curve by densitometer, and then the rate of the area of E_1 esterase band to the whole was calculated.

Resistance level to Phenkapton was estimated from the corrected mortality (Abbott) of eggs. By using β -Naphthyl acetate as a substrate, the esterase was separated into four bands, which were designated as E_1 , E_2 , E_3 and E_4 band. The colour density and area of E_1 band as the activity of E_1 esterase, showed individual difference. All the individuals of following four hybrid

*園芸試験場久留米支場特別研究生