

北海道におけるリンゴ寄生ナミハダニの薬剤抵抗性

I ディコホル及び水酸化トリシクロヘキシルスズ剤 に対する薬剤感受性*1

水越 亨*2

北海道内のリンゴ寄生ナミハダニのディコホル乳剤、水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤に対する抵抗性の発達程度を調査した。検体は余市町、滝川市、長沼町（中央農試病虫部果樹園）の3地点の同一圃場から毎年採集した。(1)ディコホルに対して雌成虫では各地とも抵抗性の発達が著しく、特に滝川系統で顕著であった。圃場での薬剤散布の休止によって雌成虫では感受性の復元する傾向が認められたものの、卵では感受性の復元は認められなかった。道内では1980年前後から抵抗性が発達したと考えられる。(2)水酸化トリシクロヘキシルスズに対して雌成虫では道内3系統とも感受性系統とLC値の差は全く認められなかったが、卵ではR/S比で9.7~10.7と各地点ともに抵抗性が発達している状況であった。本剤に対する抵抗性はまず卵で発達するものと考えられる。道内では1981-1983年頃から抵抗性の発達が起り始めたと考えられる。

緒 言

北海道のリンゴに寄生するハダニ類として西尾¹⁰⁾は4種類を報告しているが、現在ではクローバーハダニ *Bryobia praetiosa* Koch, オウトウハダニ *Tetranychus viennensis* Zacher の発生は全くみられず、図1で長沼町の病虫部果樹園のリンゴ樹でのハダニ類の平年発生状況を示したように、ナミハダニ *Tetranychus urticae* Koch が優占種として発生している。ナミハダニの発生量は年次によりかなり変動するが、平年では7月上旬より増加し、9月前半にピークとなる。これに対してリンゴハダニ *Panonychus ulmi* Koch は近年漸増傾向の認められる地域もあるが、発生量は少なく、道内のリンゴ栽培ではナミハダニを対象にハダニ類の防除体系が組まれている。

表1では1969年以降の北海道のリンゴ栽培で使

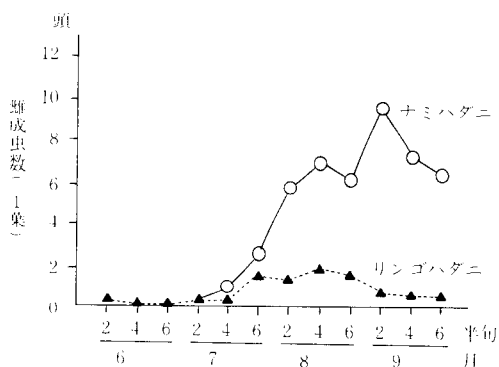


図1 長沼町予察定圃におけるハダニ類の発生状況 (1976~85年平年値)

用された殺ダニ剤の変遷を示した。これらは北海道の農作物病害虫防除基準に登録されたもので、その地域の実情等にあわせて薬剤は選択されるため、必ずしも農家の使用実態とは一致していないが、これらの中でディコホル乳剤は1961年に初めて登録されてから既に30年近く使用されており、水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤もその卓抜した防除効果から基幹防除薬剤として既に13年間

1988年7月2日受理

*1 本報の一部は、1986年度日本応用動物昆虫学会大会で発表した。

*2 北海道立中央農業試験場（現北海道立十勝農業試験場、082 河西郡芽室町）

表1 北海道のリンゴ栽培で使用された殺ダニ剤の変遷

薬 剤 名	1969 70 (昭和44)	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
						(50)					(55)						(60)
MNFAA乳、水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PMP水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ディコホル乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CPAS・BCPE水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
クロルプロピレート乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESP乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
バミドチオン乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
クロルフェナミジン剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPPS乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
フェニソプロモレート乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ベンゾメート水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
テトラジホン水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ディコホル水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
アミトラズ乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BINAPACRYL水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BPPS水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CPCBS・クロルプロピレート水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ジアリール乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BCPP水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
クロルプロピレートテトラジホン乳剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
酸化フェブタスズ水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ヘキシチアゾクス水和剤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

にわたって使用され続けてきた。その他の薬剤も殆んどが1970年代後半に登載されて以来10年以上が経過している。これらの薬剤のナミハダニに対する防除効果は全般的に不十分で、防除効果が以前ほど上がらないという薬剤もみられ、現在ではナミハダニの低密度期やリンゴハダニを対象とした防除薬剤となっており、水酸化トリシクロヘキシルスズ剤につなぐ補完的な意味での防除薬剤となっている。しかし、水酸化トリシクロヘキシルスズ剤が製造中止となったことから、今後のハダニ類に対する防除体系は大きく変化せざるを得ない状況となっている。

ここでは道内の主要なリンゴ栽培地帯である余市町、滝川市、また長沼町の道立中央農試の果樹園の3地点のリンゴに寄生するナミハダニの薬剤感受性について、ナミハダニの防除に使用されてきた殺ダニ剤のうち、ディコホル乳剤と水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤について感受性系統との比較検討を行い、抵抗性の発達状況の把握を行ったので、ここに報告するとともに今後の防除体系の確立のための資としたい。

試験方法

試験に供試したナミハダニは余市町、滝川市江部乙町と長沼町の道立中央農試病虫部果樹園のリンゴ樹より採集したもので、毎年各地域とも同一農家のリンゴ樹より寄生葉を採集して持ち帰り、ブラッシングマシンを用いて集めたナミハダニを室内でワグネルポットにパーミキュライトを床土として栽培したインゲン（品種「北海金時」）に移植した。このワグネルポットを20℃恒温室で水を満たしたバットの中央に置き、その上に透明のアクリル製容器をかぶせて隔離果代飼育した。

感受性系統のナミハダニは農林水産省果樹試験場盛岡支場で1970年以来果代飼育されている札幌PS系統と呼ばれる個体群で、その来歴については若公ら¹⁵⁾の報告に詳述されており、その薬剤感受性も安定した検定値を示している（若公ら¹⁴⁾）。この系統を毎年度試験実施前に供与されたもので、上記の道内3系統と同じ方法で果代飼育した。

試験は1983～85年の冬季間（12～3月）に行った。そのため、ここでは試験年次は年度で示した。

供試した製剤は市販のディコホル（商品名ケル

セン) 乳剤40%, 及び水酸化トリシクロヘキシルスズ(プリクトラン) 水和剤25%製剤である。

1. 殺成虫試験

殺成虫試験法として Leaf disc 法を用いた。すなわち、水を入れたシャーレ(直径9 cm)のふたの中央に約13mm角程度の穴をあけ、ろ紙の一部を舌状に切り込んで穴に挿入して水をろ紙面に吸い上げさせ、その上面中央に厚さの薄くした脱脂綿を約30mm角程度に切って乗せ、その上にインゲンの初生葉をコルクボーラーで円形(直径20mm)に打ち抜いて葉裏を上にして乗せた。そしてこの葉片上にナミハダニの雌成虫を細筆で13~15頭接種し、20℃恒温室内に24時間静置してから不良虫、死虫を取り除いて、健全虫10頭に揃えて供試した。

試験薬剤は回転式散布塔(みずは理化機製、名古屋市)を用いて、各処理とも4 ml (2.4mg/cm²)を散布した。なお、付着量は東洋ろ紙No.2(直径9 cm)への蒸留水の付着量を直示天秤で秤量した。

供試濃度は各薬剤とも稀釈倍数法を用いて各々8段階とした。1982年の試験では1系列の稀釈倍数薬液で検定したが、1983年以後は2系列の稀釈倍数薬液を組み合わせてプロット数を多くし、より正確に抵抗性の発達状況を把握しようようにした。試験は各濃度とも5~7回の繰返しを行なった。この場合、各試験毎に無散布区、水散布区を設け、どちらかでも死亡率が20%を超えた場合には成績から除外した。また2系列の殺成虫率の変動が大きかった場合も成績から除外した。

供試薬液にはそれぞれ展着剤(アイヤー)を5,000倍になるように加用した。

散布後は室内で風乾させた後、20℃恒温室内に静置し、24時間後、48時間後(薬剤によっては72, 96時間後まで調査)に生虫、苦悶虫、死虫別に検鏡、調査した。成虫の生死は細筆で軽く刺激して、正常に歩行できるものは生虫、わずかでも反応するものは苦悶虫とした。

2. 殺卵試験

殺卵試験法としては Leaf plate 法で行った。すなわち、Leaf disc 法に準じて作成したインゲン葉に15頭程度の雌成虫を接種し、20℃恒温室内に48時間静置して産卵させた。これを適当な大きさの葉片に切り離し、死卵、及び不良卵を取り除いて健全卵20個に揃えた。この葉片をスライドガラスに両面テープで貼り付け、これも Leaf disc 法に

準じて回転式散布塔を用いて各処理とも4 mlを散布した。

供試濃度は各薬剤とも各々8段階とし、各濃度とも5~7回の繰返しを行った。薬液の作成方法、展着剤の加用については殺成虫試験と同じである。

薬液を散布したスライドガラスは室内で風乾させた後、KCl 飽和溶液で湿度調節したデシケーターに入れて、散布10~11日後に卵の状態を検鏡し、ふ化卵、死卵数を調査した。なお、ふ化卵数についてはふ化後に残された卵殻数を数えた。

調査結果

ナミハダニの雌成虫、卵に対する供試薬剤の濃度別死亡率を Abott の式で補正し、Probit analysis 法によって LC_{50} 値、 LC_{95} 値を算出した。なお、本報告では R/S 比などの感受性系統との比較には LC_{50} 値を基準として用い、実用場面を考慮した場合には LC_{95} 値によって判断した。

なお、1980年にナミハダニの採集果樹園は異な

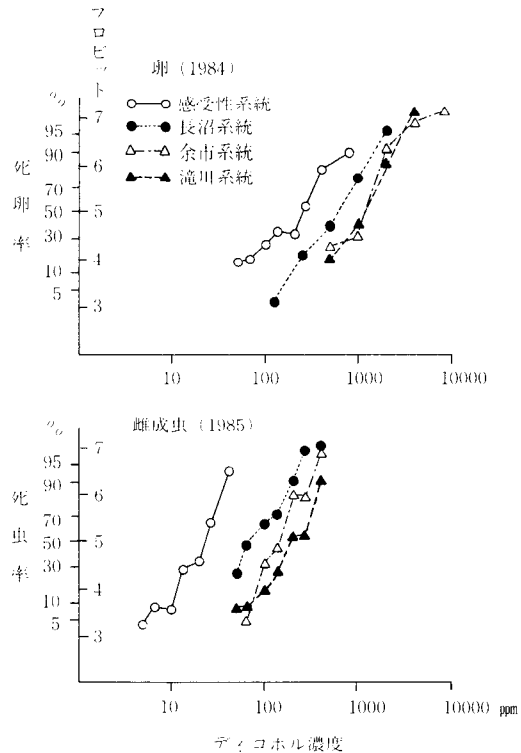


図2 道内のリンゴ寄生ナミハダニのディコホルに対する感受性

るものの、余市町、滝川市、長沼町の3系統について浸漬処理によるLeaf plate法を用いて予備的に両薬剤の殺卵試験を行っており、そのおよその結果も薬剤感受性の年次間の比較材料として使用している。

ディコホル乳剤についてはナミハダニの雌成虫で1983年から85年にかけて道内3地点の同一リンゴ園より毎年採集した個体群で検定を続けた。この結果を図2及び表2に示した。道内のリンゴに寄生するナミハダニは3地点とも感受性系統に比べてLC値が非常に低下しており、1983年の余市、長沼系統ではLC₅₀値で110 ppm程度のほぼ同じ値を示し、滝川系統では230 ppmと非常に高く、各地の個体群ともディコホルに対して抵抗性が発達していることが示された。1984年の結果では滝川系統ではLC₅₀値に変化はみられなかったものの、余市、長沼系統ではやや感受性の回復がみられ、1985年になると余市系統で逆にやや感受性の

低下がみられたものの、滝川系統では190 ppmとなつて感受性の回復する傾向が認められ、長沼系統でもほぼ前年度と同じ値を示した。表3に滝川市におけるナミハダニの採集園を含む共同防除組合の1979年以来的の散布実績を示した。ディコホルは過去には毎年散布されてきたが、1983年はハダニ類が少発生であったため散布されておらず、また1986、87年は薬剤効果の不足から散布されていない。また長沼、余市町でも近年ディコホルは散布されていない。図3にこれらの各地域におけるLC₅₀値の年次変化を示したが、各地域の散布実績とも考えあわせると、ディコホルの散布休止によって感受性が復元する傾向が農家園場についても認められたといえよう。

卵については1980年の殺卵試験では各処理毎の濃度間の殺卵率のふれが大きく、判定できなかった。1982年の検定結果では余市、長沼系統のLC₅₀値は360 ppm程度とほぼ同じであったが、滝

表2 ディコホル乳剤に対する道内各地のリンゴ寄生ナミハダニの感受性比較
卵

年 度	系 統 名	濃度死亡率回帰直線式	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	R / S比 (LC ₅₀)
1982	長 沼	$Y = 5 + 2.03 (X - 1.96)$	362.1	2342.6	
	余 市	$Y = 5 + 4.61 (X - 1.95)$	356.7	811.1	
	滝 川	$Y = 5 + 2.35 (X - 1.27)$	74.9	375.3	
1983	感 受 性	$Y = 5 + 2.68 (X - 1.10)$	50.7	208.5	
1984	長 沼	$Y = 5 + 2.96 (X - 2.12)$	529.2	1902.9	2.7
	余 市	$Y = 5 + 3.02 (X - 2.38)$	964.8	3378.4	4.8
	滝 川	$Y = 5 + 3.45 (X - 2.39)$	979.7	2939.0	4.9
	感 受 性	$Y = 5 + 2.23 (X - 1.70)$	199.5	1093.4	—

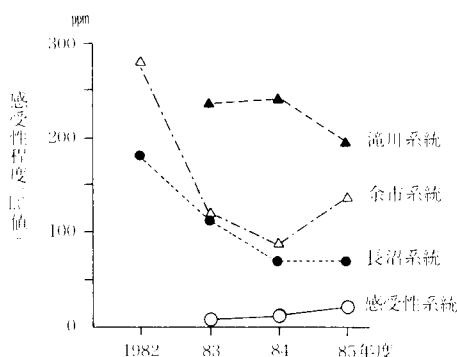
雌成虫

年 度	系 統 名	濃度死亡率回帰直線式	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	R / S比 (LC ₅₀)
1983	長 沼	$Y = 5 + 3.39 (X - 1.45)$	113.3	346.2	15.7
	余 市	$Y = 5 + 2.94 (X - 1.47)$	117.4	425.4	14.8
	滝 川	$Y = 5 + 3.00 (X - 1.77)$	236.7	837.9	29.7
	感 受 性	$Y = 5 + 4.55 (X - 0.25)$	7.1	16.3	—
1984	長 沼	$Y = 5 + 3.76 (X - 1.24)$	69.5	190.2	5.1
	余 市	$Y = 5 + 3.36 (X - 1.33)$	84.9	261.6	6.2
	滝 川	$Y = 5 + 4.50 (X - 1.78)$	239.7	555.9	17.6
	感 受 性	$Y = 5 + 6.32 (X - 0.53)$	13.6	24.8	—
1985	長 沼	$Y = 5 + 3.12 (X - 1.27)$	73.6	247.5	3.6
	余 市	$Y = 5 + 4.46 (X - 1.54)$	137.0	320.0	6.6
	滝 川	$Y = 5 + 3.50 (X - 1.69)$	195.5	576.2	9.4
	感 受 性	$Y = 5 + 4.34 (X - 0.71)$	20.7	49.5	—

表3 滝川市のリンゴ栽培園での殺ダニ剤の散布実績

年次	1979	80	81	82	83	84	85	86	87
薬 剤 名	(昭和55)						(60)		
デ ィ コ ホ ル 乳 剤	◎	◎	◎2	◎	—	◎			
ク ロ ル プ ロ ピ レ ー ト 乳 剤	◎	◎	◎2	◎	—	◎	資料	◎	◎
フ ェ ニ ソ プ ロ モ レ ー ト 乳 剤	◎	(◎)	(◎)	◎	—	(◎)	なし		
水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤	◎	◎		◎	—	◎		◎	◎
B P P S 水 和 剤		(◎)	(◎)	◎	—	(◎)			◎

注) 1. 1983年はダニ類の発生が少なく、殺ダニ剤の散布実績はなかった。
 2. () 内の殺ダニ剤はいずれか一方が散布されたことを示す。
 3. ◎横の数字は年2回散布されたことを示す。

図3 道内3地点のナミハダニ雌成虫のケルセンに対する LC_{50} 値の年次変化

川系統では70 ppm と他の地点よりかなり低かった。これに対して1984年の検定結果では道内3系統とも感受性は低下しており、この傾向は滝川系統で著しく、また余市系統でも目立った。余市、滝川系統は LC_{50} 値、 LC_{95} 値ともほぼ同程度に高く、R/S比も4.8~4.9と卵についても抵抗性が発達しつつある状況が認められた。

井上ら³⁾はミカンハダニ *Panonychus citri* McGregor で、また若公ら¹⁵⁾もナミハダニでディコホル抵抗性は卵態よりも成若虫態で強く現れると述べているが、本試験の場合でも卵態よりも雌成虫でR/S比が大きく現れており、同様の傾向であった。

次に水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤に対する感受性比較結果を図4及び表4に示した。雌成虫に対しては感受性系統と道内3系統のナミハダニの間には差がみられず、 LC_{50} 値で4 ppm、 LC_{95} 値で8 ppm 程度と非常に近似した値を示した。これに対して卵による検定結果では感受性系統に対して道内3系統とも感受性が著しく低下

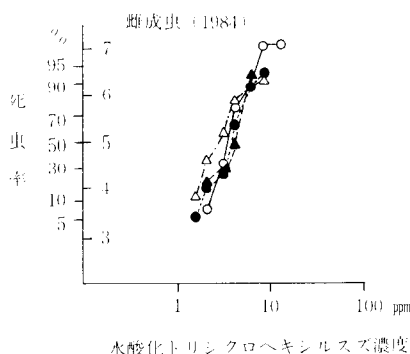
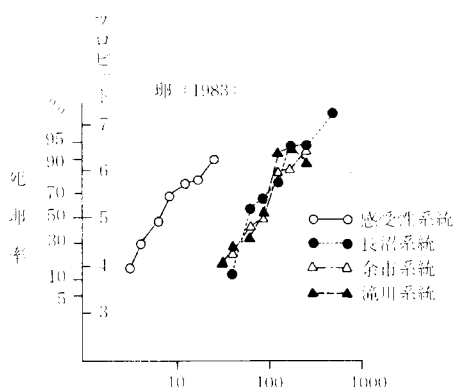


図4 道内のリンゴ寄生ナミハダニの水酸化トリシクロヘキシルスズに対する感受性

しており、余市系統では LC_{50} 値のR/S比が10.7で、 LC_{95} 値が340 ppm とかろうじて実際農家での散布濃度程度で、滝川、長沼系統もともに LC_{95} 値は200 ppm と同じような状況であった。

1980年に行った殺卵試験(当時の50%製剤で検定)では道内3地点のいずれの系統についても60~80 ppm 程度からやっと殺卵率の低下が見え始める状況であり、この時点では非常に高い効果を示していた。

表4 水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤に対する道内各地のリンゴ寄生ナミハダニの感受性比較

年 度 stage	系 統 名	濃度死亡率回帰直線式	L C ₅₀ (ppm)	L C ₉₅ (ppm)	R / S 比 (L C ₅₀)
1983 雌成虫	長 沼	$Y = 5 + 5.22 (X - 0.24)$	3.7	8.4	1.0
	余 市	$Y = 5 + 3.58 (X - 0.05)$	2.8	8.0	0.8
	滝 川	$Y = 5 + 5.46 (X - 0.20)$	3.7	8.8	1.0
	感 受 性	$Y = 5 + 5.61 (X - 0.14)$	3.6	7.3	—
1984 卵	長 沼	$Y = 5 + 3.26 (X - 1.43)$	66.9	213.7	9.7
	余 市	$Y = 5 + 3.06 (X - 1.47)$	74.1	255.7	10.7
	滝 川	$Y = 5 + 3.54 (X - 1.43)$	66.8	194.9	9.7
	感 受 性	$Y = 5 + 2.49 (X - 0.44)$	6.9	31.5	—

これらの結果から、水酸化トリシクロヘキシルスズ剤については現在雌成虫では感受性の低下は認められないものの、卵については1981-83年頃から感受性の低下が起り始めたものと考えられる。

考 察

北海道で薬剤抵抗性のハダニ類が報告されたのは1960年に宮下ら⁸⁾がリンゴハダニでCMP (フェンカプトン) の効果の低下を認めたもので、当時はリンゴハダニが優占種であったためかなり大きな問題となった。この時CMPに対して効力の低下したリンゴハダニではエチルパラチオン (トリチオン)、EPN、パラチオン (ホリドール) 等の有機燐剤に対しても効果の低下を認めている。特にパラチオンについては「殺虫力が甚だ低下し、調査圃場ではリンゴハダニに対して殆んど無効である」との記述もみられる²⁾。これに対してナミハダニについての薬剤感受性の検定は道内ではそれほど行われていない。

ディコホル乳剤は道内のリンゴ栽培園では1960年代から基幹防除薬剤として毎年必ず散布されていたが、ナミハダニのディコホルに対する抵抗性は、道内の場合1980年前後から発達したものと考えられる。すなわち、1972, 73年に中央農試で行った検定では、長沼町及び余市町のリンゴ寄生ナミハダニの雌成虫の死虫率が200 ppmで100%であり、若公ら¹⁶⁾が1976年に行った検定でも、長沼町のリンゴ寄生ナミハダニの雌成虫の死虫率は20 ppmで100%であったこと、また現地では6~7年前ぐらいから薬剤の効きが悪くなったとの声からも推測される。

ディコホル抵抗性の発達が比較的緩慢であり、

また消失も速やかであることはナミハダニ¹⁷⁾のほか多くのハダニ類^{4,7,12)}でも認められている。井上⁴⁾はミカンハダニのディコホル抵抗性の遺伝様式が単一の不完全劣性の主働遺伝子によって支配されていること、またディコホル抵抗性のミカンハダニは感受性系統に比べて生存率、卵のふ化率、増殖速度が劣っていることから、これらのことがディコホル抵抗性の発達及び消失に大いに関係していると述べている。刑部¹²⁾もカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida についてディコホルの遺伝様式が劣性遺伝であり、薬剤の散布中止によって感受性の回復が他の薬剤に比べて早く、薬剤無処理の状態では約3~4カ月経過後には感受性が復元することを報告している。また河野ら⁵⁾もディコホル抵抗性ナミハダニの卵のふ化率が感受性系統よりも劣っていることを報告しており、ナミハダニについても同様な状況にあることが推察される。本試験においても図3で示したようにディコホルの散布休止によって雌成虫では感受性の回復する傾向が認められている。しかし、表2でみると卵では感受性の回復はみられておらず、むしろ道内の各系統とも卵では抵抗性が発達している傾向が認められる。ハダニ類の雌成虫についての感受性の回復事例はこれまで数多く報告されている^{7,11,12)}ものの、卵について検討した報告は少ない。井上⁴⁾はディコホル抵抗性ミカンハダニが感受性系統の水準にまで回復するのに約33~58世代を要し、これは野外の自然条件下で2~4年間に相当するとして、卵についても感受性の回復が起こることを示している。ナミハダニについても同様のことが考えられるが、同一種の各態について感受性の回復速度を比較検討した報告は見当らず、この点については不明で

ある。薬剤散布の休止によって一度感受性の回復したハダニに再度薬剤散布した場合にすみやかに2度目の抵抗性が現れる現象は野村ら¹¹⁾によって報告されているが、野村らはこの原因として見かけ上の感受性の回復が現れたとしても、完全には復元していないこと、抵抗性に関与する遺伝子が多因子であるためではないかと述べている。井上⁴⁾はミカンハダニについて感受性系統と抵抗性系統の混合集団での世代毎の感受性の変化をシミュレーションで検討し、約30世代の期間を経過してもその集団内には8%の抵抗性個体が残存すると述べている。しかし、本試験結果でみられたように、雌成虫と卵で感受性の回復速度に遅延があり、雌成虫で感受性の回復が認められても卵では依然として抵抗性が維持されているとすれば、このことが2度目の抵抗性が速やかに現れる現象の一因となる可能性も考えられる。この点についてはさらに室内試験などを行った上で再検討が必要であろう。

これまで過去20年近くにわたって使用されてきたディコホル乳剤の防除効果が1980年前後から急速に低下し始めた原因にはディコホルと交差抵抗性の関係にある薬剤の使用と優占種の変化が考えられる。表1に示すように1970年代後半から多数の殺ダニ剤が使用されるようになったが、これらのうち成田ら⁹⁾はリンゴのナミハダニでディコホルとフェニソプロモレートが交差抵抗性の関係にあり、また河野⁶⁾もフェニソプロモレート、BPPS、PPPSのほかESP、MEPなどの有機燐剤もディコホルと交差抵抗性の関係にあることを示し、ディコホルと交差抵抗性をもつ薬剤はディコホル類縁化合物ばかりでなく、有機燐剤、有機硫黄剤にも及ぶかなり広範囲にみられることを推察している。現在では薬剤抵抗性の発達を遅延させる目的で、同一薬剤の連用を避けて殺ダニ剤は使用されているが、薬剤間の交差抵抗性の関係についての知見は乏しく、ハダニ類以外の害虫防除を目的とした有機燐剤などの散布によっても影響を受け、淘汰回数が多くなることで、ディコホル抵抗性の発達が加速されたものと考えられる。

また道内では1970年前半ぐらいまではリンゴハダニが優占種であったが、現在では図1に示すようにナミハダニが発生の主体であり、ディコホル

抵抗性のナミハダニの増加によって薬剤効果の低下が表面化したことも要因の一つと推察される。この優占種の変化の原因には清耕栽培からナミハダニの越冬に有利な草生栽培への栽培様式の変化が大きく、水酸化トリシクロヘキシルスズ剤などの防除効果の高い薬剤の出現などによって生息範囲の狭いリンゴハダニが年々減少したことなども影響していると考えられる。

水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤は卵～成虫の各態に有効な速効性の薬剤であるが、本試験結果では雌成虫については感受性の低下はみられないものの、卵ではかなり感受性が低下している傾向が認められた。浜村¹⁾は西日本の主な茶産地でのカンザワハダニの本剤に対する抵抗性の発達状況を調査し、多くの県で部分的に感受性の低下を認め、一部の府県では実用性がない程度にまで抵抗性が発達していることを報告している。浜村の試験では雌成虫を対象に検定しており、卵についての抵抗性の発達状況は不明であるが、本試験では雌成虫よりも卵で強く抵抗性の発達がみられていることから、本剤はナミハダニではディコホルとは逆にまず卵で抵抗性の発達が起り始めると考えられる。

刑部¹³⁾は水酸化トリシクロヘキシルスズに抵抗性となったカンザワハダニは薬剤をしょう遮断して7カ月間経過(25℃)しても感受性が復元しなかったことを報告しており、ディコホルのように圃場で薬剤の散布を休止することによって感受性が復元する可能性は非常に少ないとしている。また若公ら¹⁷⁾の試験でディコホル乳剤よりも淘汰回数が少ない段階で感受性の低下がみられた結果も考えあわせると、道内では水酸化トリシクロヘキシルスズ剤に対する抵抗性が各地ともに発達しつつあったといえ、本剤は製造が中止されたため今後使用されることはないが、本剤に対して発達した抵抗性は今後同系統の薬剤に対して強い影響を及ぼすことが考えられる。

謝 辞 本試験を遂行するにあたり、感受性系統ナミハダニの供与を始め、有益なご助言を数多く頂いた農林水産省果樹試験場盛岡支場虫害研究室若公正義主任研究官、Probit analysis法によるLC値の算出プログラムを作成頂いた北海道立中央農業試験場園芸部流通加工科印東照彦科長、有益なご助言や資料を頂いた同中央農試園芸部果樹

科渡辺久昭科長、空知東部地区農業改良普及所館下定男主任、北後志地区農業改良普及所の方々、本報告のご校閲を頂いた元中央農試病虫部赤井純部長（現全農）、同病虫部斉藤泉部長、同病虫部害虫科梶野洋一科長に厚く謝意を表する。

引用文献

- 1) 浜村徹三. “チャに寄生するカンザワハダニの水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤（プリクトラン）に対する抵抗性発達の地域差”. 茶研報. 62, 46-51 (1985).
- 2) 北海道立農業試験場編. “果樹等病害虫発生予察実験事業年報”. 1960. 37 p.
- 3) 井上晃一. 斉藤哲夫. “ジコホル抵抗性, 感受性ミカンハダニのジコホルに対するステージ別感受性”. 応動昆. 16, 152-154 (1972).
- 4) 井上晃一. “ミカンハダニ *Panonychus citri* (McGREGOR) のジコホル抵抗性の集団遺伝学的研究”. 果試研報. D₂, 111-137 (1980).
- 5) 河野 哲, 藤本 清. “ケルセン抵抗性ナミハダニの産卵数および生存率”. 関西病虫研報. 19, 136 (1977).
- 6) 河野 哲. “ディコホル抵抗性ナミハダニの各種薬剤に対する感受性と防除効果”. 応動昆. 29, 150-157 (1985).
- 7) 熊谷徹郎, 前田正孝. “宮城県におけるリンゴ寄生ハダニ類の薬剤抵抗性”. 日本植物防疫協会. 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究. 1973, p. 56-60.
- 8) 宮下揆一, 池内 茂, 今林俊一. “リンゴハダニに対する有機燐剤効果の低下”. 農業及園芸. 35, 865-866 (1960).
- 9) 成田 弘, 高橋佑治. “秋田県におけるリンゴ寄生ハダニ類の薬剤抵抗性”. 日本植物防疫協会. 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究. 1973, p. 50-52.
- 10) 西尾美明. “リンゴに寄生する4種のハダニ”. 応用昆虫. 10, 29-35 (1954).
- 11) 野村健一, 富田順一, 中越省逸. “ニセナミハダニの薬剤抵抗性について, 浸透殺虫剤に関する研究 XVI”. 千葉大学園芸学部学術報告. 13, 19-28 (1965).
- 12) 刑部 勝. “カンザワハダニの薬剤抵抗性に関する研究”. 茶試研報. 8, 1-95 (1973).
- 13) 刑部 勝. “ハダニ類における有機スズ剤抵抗性の現状と問題点, 茶寄生カンザワハダニを中心として”. 植物防疫. 41, 282-285 (1987).
- 14) 若公正義, 菅原寛夫. “ナミハダニの札幌P S群と盛岡P R群の薬剤感受性比較”. 昭和49年度応動昆学会講演要旨. 1974, p. 308.
- 15) 若公正義, 菅原寛夫. “殺ダニ剤の効力検定法に関する研究 第2報 ナミハダニのStage別薬剤感受性検定”. 果樹試報. C 2, 81-93 (1975).
- 16) 若公正義, 刑部 勝. “ナミハダニの地域別薬剤感受性について”. 昭和51年度寒冷地果樹に関する試験研究打合せ会議資料. 1977, 111-112.
- 17) 若公正義, 奥 俊夫. “数種殺ダニ剤によるナミハダニの薬剤淘汰試験”. 昭和57年度寒冷地果樹に関する試験研究推進会議資料. 1982, p. 114-115.

Acaricide Resistance of the Twospotted Spider Mite (*Tetranychus urticae* Koch) on Apple Crops in Hokkaido

1. Susceptibilities to dicofol and cyhexatin

Toru MIZUKOSHI*

Summary

In this study, the susceptibilities of *Tetranychus urticae* Koch to dicofol and cyhexatin were surveyed, and compared with those of the susceptible strain using probit analysis. *T. urticae* individuals used for the tests had been collected from apples in the same orchards in three locations every year (Yoichi, Takikawa and Naganuma). Individuals of the susceptible strain were provided by the Fruit Tree Research Station in Morioka.

(1) As compared with the susceptible strain, the susceptibilities of the Hokkaido strains to dicofol were all low, and remarkably so in the Takikawa strain. As no dicofol had been used in these fields, it was observed that resistance had decreased in adult females. As for eggs, however, no decrease in resistance was observed. It is considered that this difference between female adults and eggs is related to the earlier development of secondary resistance through the use of dicofol. Judging from the mortality rate of adult females in past inspections, it is considered that the development of dicofol resistance occurred from about 1980 in Hokkaido.

(2) The LC_{50} values for adult females to cyhexatin were about 4 ppm in all strains, and no difference was observed in comparison with the susceptible strain. For eggs, however, the LC_{50} values were about 70 ppm in Hokkaido strains as compared with 7 ppm in the susceptible strain. The R/S' ratios for LC_{50} were 9.7 to 10.7, and on obvious development of resistance was recognized. From these results, it is considered that the development of cyhexatin resistance first occurred in eggs. Judging from the mortality rate of eggs in past inspections, it is thought that the development of cyhexatin resistance occurred from about 1981 to 1983 in Hokkaido.

* Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082 Japan

