

北海道におけるリンゴ寄生ナミハダニの薬剤抵抗性

II. フェニソプロモレート, BINAPACRYL, BPPS
を中心とした殺ダニ剤5種の薬剤感受性*1

水越 亨*2

北海道の3地点のリンゴに寄生するナミハダニの殺ダニ剤5種に対する薬剤抵抗性の発達状況を検定した。(1)フェニソプロモレート乳剤では雌成虫で抵抗性の発達が著しいことが認められた。また雌成虫に対する試験で同一濃度間の死虫率のふれが大きいことから、感受性の大きく異なる個体群が混在しているものと考えられる。(2)BINAPACRYL水和剤, BPPS水和剤ではLC₅₀値から判断すると感受性の低下はみられていない。しかし、濃度死亡率曲線でのプラトーや系統間での死虫率の変化の違いから、特にBPPSではやや抵抗性の発達した個体群が出現し始めたものと考えられる。(3)クロルプロピレート乳剤では雌成虫よりも卵で抵抗性が発達していた。(4)クロルプロピレート・テトラジホン乳剤のLC₅₀値は雌成虫ではクロルプロピレートと同程度であったが、卵での感受性が高かったことから、テトラジホンに対する感受性が高いものと考えられた。

I 緒言

ハダニ類は非常に薬剤抵抗性を獲得しやすい害虫であるのに加え、薬剤によっては交差抵抗性なども関係して、殺ダニ剤に対する抵抗性の発達状況は一層複雑になっている。前報¹⁾では北海道のリンゴ栽培地帯におけるナミハダニ *Tetranychus urticae* Koch のデ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の低下程度を述べたが、本報ではフェニソプロモレート, BINAPACRYL, BPPS を中心として、クロルプロピレート, クロルプロピレート・テトラジホンを含めた殺ダニ剤5種について、リンゴに寄生するナミハダニの薬剤感受性の低下程度を報告する。

II 試験方法

試験方法については前報¹⁾に詳述したので、ここでは概略のみ述べる。試験に供試したナミハダニは余市町、滝川市の一般農家の果樹園と長沼町の中央農試病虫部果樹園で、毎年同じ果樹園のリンゴ樹から採集した。採集後、各系統とも20℃恒温室でインゲン(品種「北海金時」)を用いて隔離累代飼育した。試験は1982~85年の冬期間(12~3月)に行い、そのためここでは試験年次は年度で示した。感受性系統として用いたナミハダニは農林水産省果樹試験場盛岡支場から分与された札幌PS系統^{19,20)}である。殺成虫試験はLeaf disc法、殺卵試験はLeaf plate法で行い、薬液は回転式散布塔(みずほ理化機製)で4ml(付着量2.4mg/cm²)散布した。なお、1980年には採集した果樹園は異なるものの、前記の3地点のナミハダニについて浸漬処理による殺卵試験を予備的に行い、その結果も年次間の比較材料として参考にした。試験に供試した殺ダニ剤は市販の製剤で、以下のとおりである。

1988年11月28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)

- ①フェニソプロモレート (商品名エイカロール) 乳剤45%
- ②BINAPACRYL (アクリシッド) 水和剤50%
- ③BPPS (オマイト) 水和剤30%
- ④クロルプロピレート (クロルマイト) 乳剤22%
- ⑤クロルプロピレート・テトラジホン (ブデン) 乳剤15・6%

Ⅲ 調査結果

フェニソプロモレート乳剤は1982, 83年に雌成虫, 1984年に卵について検定を行い, その結果を表1および図1に示した。なお, 本剤の雌成虫に対する試験で, 道内の3系統はいずれも各反復間での同一濃度での死虫率のふれがみられ, このふれは1982, 83年ともおよそ300ppm 前後の濃度の処理区で最も目立った。特に1983年の余市, 長沼系統では死虫率のふれが大きかったため, ここではあえてLC値の算出は行わなかった。1982年の検定でも余市, 長沼, 滝川系統の順にふれがみられ, 滝川系統ではふれがやや小さかった。このような個体群についてLC値を算出することには無理があると思われるが, およその感受性の低下程度を把握するため, 1982年は3系統, 1983年は滝川系統についてLC値を算出して表1および図1に示した。雌成虫に対する試験で, 滝川系統では1982, 83年でLC値にそれほどの違いがないことから, 余市, 長沼系統についても1983年の感受性系統のLC値と比較すると, 道内3系統とも雌成

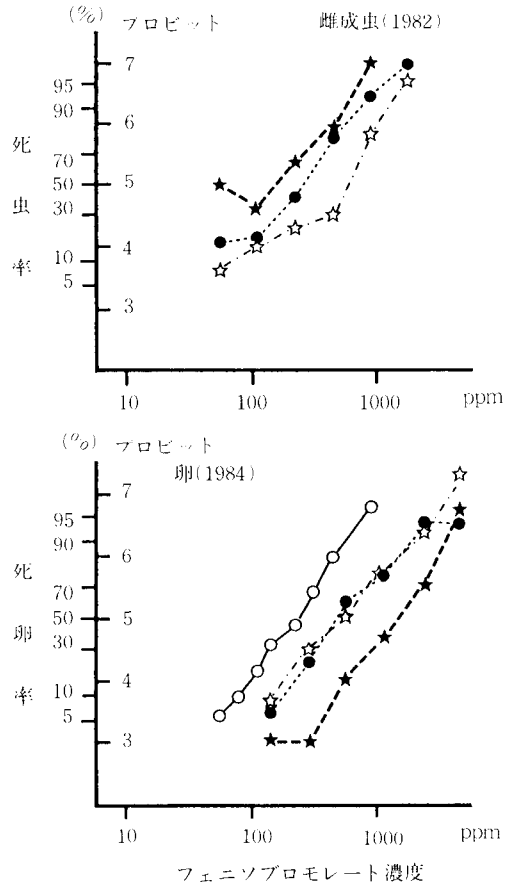


図1 フェニソプロモレートに対する感受性系統および道内3系統の感受性変化
 (○—感受性系統 ●—長沼系統)
 (☆—余市系統 ★—滝川系統)

表1 フェニソプロモレート乳剤に対する道内のリンゴ寄生ナミハダニの感受性比較

年度 Stage	系統名	反復数	濃度死亡率回帰直線式	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	R/S比
1982 雌成虫	長沼	5	$Y = 5 + 2.52(X - 1.74)$	245.8	1101.5	28.3 ¹⁾
	余市	5	$Y = 5 + 2.21(X - 2.00)$	448.8	2484.0	51.6
	滝川	4	$Y = 5 + 2.35(X - 1.54)$	154.3	772.0	17.7
1983 雌成虫	長沼	3	—	—	—	—
	余市	7	—	—	—	—
	滝川	6	$Y = 5 + 3.10(X - 1.71)$	229.3	776.9	26.4
	感受性	6	$Y = 5 + 3.76(X - 0.28)$	8.7	23.7	—
1984 卵	長沼	5	$Y = 5 + 2.47(X - 2.07)$	524.3	2435.1	2.4
	余市	5	$Y = 5 + 2.22(X - 2.06)$	515.5	2849.9	2.4
	滝川	6	$Y = 5 + 2.92(X - 2.47)$	1329.4	4859.6	6.2
	感受性	6	$Y = 5 + 2.83(X - 1.68)$	214.2	816.1	—

注1) R/S比の算出には1983年の感受性系統のLC₅₀値を対照に用いた。

虫では非常に強く抵抗性が発達していることが認められた。卵については感受性系統のLC値がやや高かったものの、雌成虫ほどの違いはみられなかったが、滝川系統で抵抗性の発達が目立った。

各処理間の死虫率のふれが大きかった理由として、同じ試験方法を用いた感受性系統ではこのようなふれがみられなかったことから、道内の個体群にはフェニソプロモレートに対して感受性の大きく異なる個体群がかなり混在しているものと考えられる。

なお、卵では雌成虫でみられたような処理間の大きな死虫率のふれは認められなかった。

1980年の殺卵試験では長沼、滝川系統で50%の死卵率を示したのはおよそ1,000 ppm 前後、余市系統では1,500 ppm であった。1984年の検定ではLC₅₀値が長沼、余市系統で520 ppm であり、感受性系統に比較してもR/S比で2.4とそれほどの違いはなく、採集した果樹園が異なるので単純には比較できないが、1980年よりやや感受性が回復し

ている傾向がみられた。これに対して滝川系統では1984年のLC₅₀値が1,330 ppm と感受性の低下がかなり目立った。

BINAPACRYL 水和剤についての検定は1985年度に雌成虫を用いて行い、結果を表2 および図2に示した。また散布96時間後までの死虫率の変化を図3に示した。図3でみられるように本剤の殺虫効果は遅効的で、散布72時間後で死虫率がほぼ安定したため、各系統間の感受性の比較には散布72時間後の数値を用いた。

道内の各系統の感受性程度はLC₅₀値(表2)、および散布後の死虫率の変化(図3)ともに感受性系統と差はみられなかったが、滝川系統では100~200 ppm の濃度の処理区で反復間に死虫率のふれがみられ、このため図3の滝川系統では死虫率50~70%の付近のプロットがX軸に平行となって濃度死亡率曲線がプラトー状を呈した。また表2で滝川系統のLC₉₅値が高くなっているが、これは濃度死亡率曲線が強くプラトー状を呈した

表2 BINAPACRYL水和剤に対する道内のリンゴ寄生ナミハダニの感受性比較

年 度 Stage	系統名	反復数	濃度死亡率回帰直線式	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	R/S比
1985 雌成虫	長 沼	5	$Y = 5 + 2.30(X - 1.22)$	83.3	433.5	0.9
	余 市	5	$Y = 5 + 4.21(X - 1.38)$	119.3	293.0	1.3
	滝 川	6	$Y = 5 + 1.21(X - 1.13)$	67.0	1522.5	0.7
	感受性	6	$Y = 5 + 3.25(X - 1.27)$	93.4	299.3	-

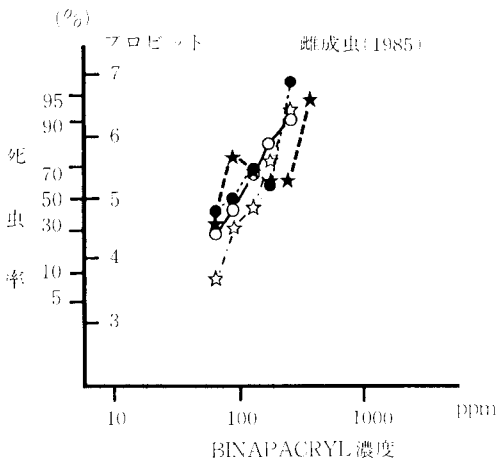


図2 BINAPACRYLに対する感受性系統および道内3系統の感受性変化 (図中の記号の説明は図1と同じ)

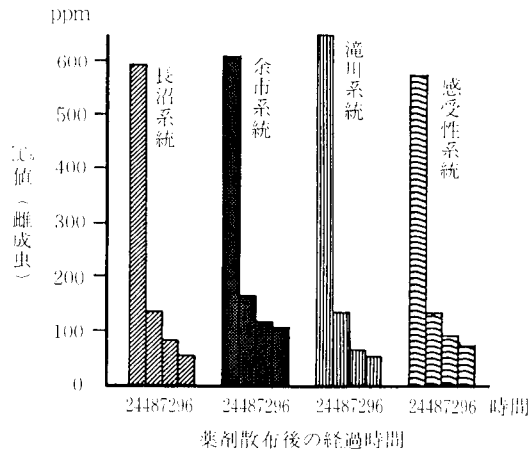


図3 BINAPACRYL散布後の雌成虫でのLC₅₀値の経時変化

ため、濃度死亡率回帰直線からのLC₉₅値の算出に無理が生じたためである。また長沼系統でも死虫率50~70%の付近で同じような傾向がみられている。

BINAPACRYLでは卵の検定は行っていないが、浜村¹⁾はカンザワハダニ *T. kanzawai* KishidaでBINAPACRYLは雌成虫と幼虫には高い殺虫効果を示したものの、卵に対しては比較的高濃度でも50%前後の殺卵率で横ばいとなったことを報告しており、ミカンハダニ *Panonychus citri* McGregorではBINAPACRYL抵抗性を検定する場合、卵を供試するのが妥当であるとした報告²⁾もあるが、ナミハダニについてもカンザワハダニと同様に殺卵効果は低いものと考えられる。

BPPS水和剤については1982年に卵、1985年に雌成虫について検定を行い、結果を表3および図4に示した。本剤は殺卵効果が劣るとされており、1982年の検定でも卵でのLC₉₅値は700~830 ppmと低く、十分な殺卵効果は認められなかった。雌成虫での散布後の死虫率の変化を図5に示した。本剤もBINAPACRYLと同様に散布24時間後の死虫率は低く、その後死虫率は経時的に高くなった。しかしBINAPACRYLの場合とは異なって散布48時間後から96時間後までの殺虫率の変化が少なかったことから、雌成虫についての検定結果は散布72時間後の数値を表3で示した。その結果、本剤の雌成虫に対する殺虫効果は非常に高く、LC₅₀値では感受性系統の15 ppmに対して11~19 ppmとほぼ同じ値を示し、道内の各系統に対して十分な防除効果を示している。

なお図5でみると、BINAPACRYLと異なって、本剤の場合は散布24時間後のLC₅₀値で各系統間に差がみられ、長沼、余市系統では高く、滝

川系統は感受性系統と同様なLC₅₀値の変化を示した。また本試験でも長沼、余市系統で15 ppm付近の濃度の処理区で反復間に死虫率のふれがみられたため、図4では長沼、余市系統の濃度死亡

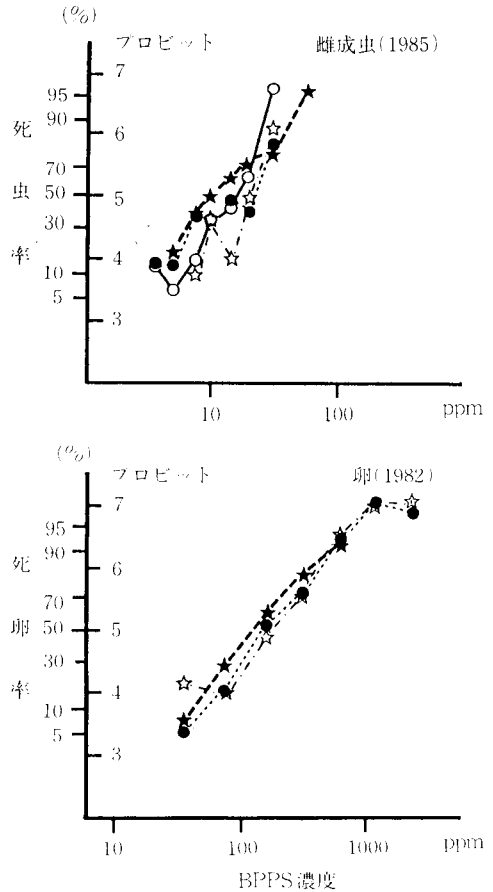


図4 BPPSに対する感受性系統および道内3系統の感受性変化 (図中の記号の説明は図1と同じ)

表3 BPPS水和剤に対する道内のリンゴ寄生ナミハダニの感受性比較

年度 Stage	系統名	反復数	濃度死亡率回帰直線式	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	R/S比
1985 雌成虫	長沼	3	Y = 5 + 1.95(X - 0.78)	18.0	125.1	1.2
	余市	3	Y = 5 + 3.12(X - 0.79)	18.6	62.5	1.3
	滝川	5	Y = 5 + 2.09(X - 0.58)	11.4	69.6	0.8
	感受性	5	Y = 5 + 3.75(X - 0.68)	14.5	39.8	-
1982 卵	長沼	5	Y = 5 + 2.47(X - 1.72)	158.4	733.8	/
	余市	3	Y = 5 + 2.36(X - 1.75)	168.7	839.5	
	滝川	6	Y = 5 + 2.18(X - 1.61)	123.0	699.8	

率曲線が死虫率30~50%のところでプラトー状を呈した。

なお、BINAPACRYL, BPPSの両剤については雌成虫に対して忌避効果をもつことが既に判明しているが、本試験の雌成虫に対する両薬剤のLeaf disc試験の中でも薬液散布後の葉面上から逃亡しようとする個体が目立った。

クロルプロピレート乳剤についての検定結果を表4および図6に示した。クロルプロピレート乳剤は卵~成虫の各態に効果がみられ、特に殺卵効果に優れた薬剤であったが、本試験の結果からみると、雌成虫では滝川系統がR/S比で3.8とやや高いものの、3系統ともそれほど大きな違いは認められなかった。これに対して卵では滝川系統でR/S比が7.6と余市、滝川系統に比較して非常に高い値を示し、LC₉₅値も含めて判断すると卵で抵抗性の発達が著しいことが判明した。

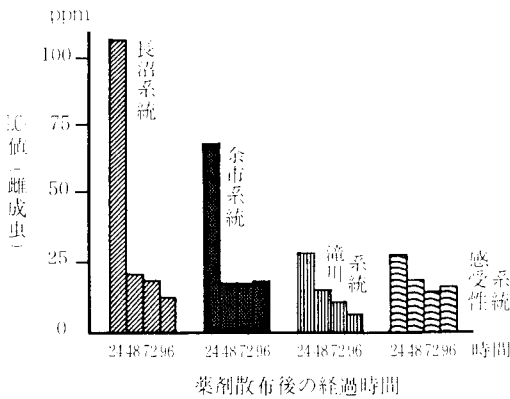


図5 BPPS散布後の雌成虫でのLC₅₀値の経時変化

クロルプロピレート・テトラジホン乳剤は1980年に行った殺卵試験では反復間の同一濃度での死虫率のふれが大きく判定できなかった。1984年の

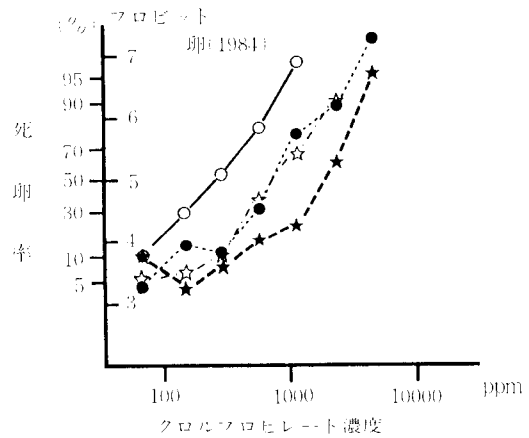
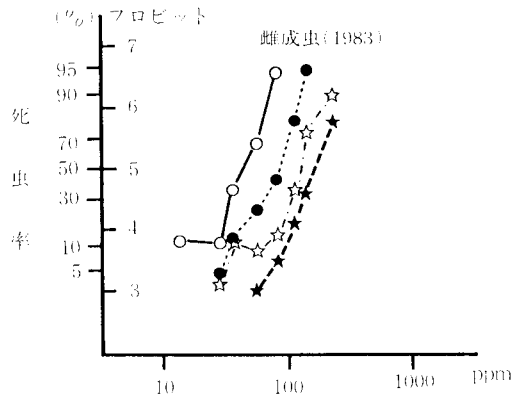


図6 クロルプロピレートに対する感受性系統および道内3系統の感受性変化 (図中の記号の説明は図1と同じ)

表4 クロルプロピレート乳剤に対する道内のリンゴ寄生ナミハダニの感受性比較

年度 Stage	系統名	反復数	濃度死亡率回帰直線式	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	R/S比
1983 雌成虫	長沼	6	$Y = 5 + 5.94(X - 1.56)$	80.2	151.7	1.8
	余市	7	$Y = 5 + 4.56(X - 1.74)$	122.0	280.2	2.8
	滝川	6	$Y = 5 + 4.63(X - 1.87)$	164.7	373.0	3.8
	感受性	8	$Y = 5 + 5.91(X - 1.30)$	43.7	83.8	—
1984 卵	長沼	5	$Y = 5 + 2.85(X - 2.51)$	719.0	2716.0	3.1
	余市	5	$Y = 5 + 2.72(X - 2.53)$	751.9	3030.3	3.2
	滝川	5	$Y = 5 + 3.92(X - 2.90)$	1760.0	4631.6	7.6
	感受性	6	$Y = 5 + 2.45(X - 2.02)$	231.8	1090.7	—

表5 クロルプロビレート・テトラジホン乳剤に対する道内のリンゴ寄生ナミハダニの感受性比較

年度 Stage	系統名	反復数	濃度死亡率回帰直線式	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)	R/S比
1984 雌成虫	長沼	5	$Y = 5 + 3.60(X - 1.72)$	109.1	312.1	3.2
	余市	6	$Y = 5 + 4.68(X - 1.73)$	113.8	255.9	3.4
	滝川	5	$Y = 5 + 3.39(X - 1.93)$	179.3	474.6	5.3
	感受性	5	$Y = 5 + 4.92(X - 1.21)$	33.9	73.1	—
1984 卵	長沼	2	$Y = 5 + 4.60(X - 1.65)$	94.2	214.7	1.8
	余市	3	$Y = 5 + 2.16(X - 1.32)$	43.7	252.7	0.8
	滝川	3	$Y = 5 + 2.53(X - 1.54)$	72.2	323.5	1.3
	感受性	5	$Y = 5 + 2.55(X - 1.41)$	53.5	235.8	—

試験結果は表5に示した。卵では感受性系統とLC₅₀値でそれほどの違いはみられなかったものの、雌成虫でのLC₅₀値は余市、長沼系統が110 ppm前後とほぼ同じ値で、滝川系統では180 ppmとやや感受性の低下がみられた。しかし本剤の場合は、クロルプロビレート単剤に比べると雌成虫でのLC₅₀値が明らかに低く、これは道内のナミハダニに対してテトラジホンの感受性がまだ比較的高いためと考えられた。しかしLC₉₅値でみると雌成虫、卵ともに指導散布濃度を上回る値であったことから、実用的な防除効果は不十分と考えられた。

IV 考 察

塚本¹⁷⁾は生物試験検定における供試昆虫集団の不均質性という問題点を指摘しているが、本試験のフェニソプロモレートについて各処理間に大きな死虫率のふれがみられたことは、道内のリンゴ寄生ナミハダニには本剤に対してさまざまな感受性レベルの個体群が混在していることを示しており、BINAPACRYL、BPPSについても程度の差はあるが同様のことがいえる。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ることはナミハダニ^{5,7,11)}、カンザワハダニ^{7,13)}で明らかにされている。前報¹⁰⁾では過去30年近く使用され続けてきたディコホルの防除効果が近年急速に劣るようになった背景には、交差抵抗性が大きく関与している可能性を述べた。このようなディコホル抵抗性の発達状況からみても、フェニソプロモレート抵抗性が今後の使用状況によっては急速に発達していくことが危惧される。

北海道では、BINAPACRYLはリンゴでは殺菌剤のキャプタンとの混合剤として開花前の5月

中下旬に殺菌、殺ダニの同時防除を目的として散布されることが多い。BINAPACRYLについては、八田²⁾がミカンハダニで4年間に21回の連続散布で殺卵力が非常に弱まった事例を報告しているが、菅原¹⁶⁾はナミハダニで連続14回散布した区でも無散布区と大差ない感受性を示し、本剤がハダニの感受性に及ぼす影響度の少ない性質の薬剤であることを述べている。本試験結果でもLC₅₀値でみるとBINAPACRYLおよびBPPSの薬剤感受性の低下は認められていない。しかし、濃度死亡率曲線感受性系統と比較すると、程度の差はあるが、両剤ともにプラトーがみられたことは、それぞれの系統の中に感受性の不均質な集団が混在していることを示している。塚本¹⁸⁾は感受性と抵抗性の2つの集団が種々の割合で混在している場合の死亡率曲線におけるプラトーのあらわれ方をモデル化して示しているが、これに従うと道内のナミハダニではBINAPACRYLに対してまだ比較的感受性の高い個体の割合が高く、BPPSではかなり感受性の低下した個体の割合が多いものと考えられる。またこのモデルではさらに抵抗性が発達した場合にはプラトーの左側の部分が測定できなくなることを示しているが、本試験でもフェニソプロモレートに対する雌成虫(図1)、クロルプロビレートに対する卵(図6)の濃度死亡率曲線の低濃度の部分がプラトーとなっており、両薬剤ともに抵抗性が強く発達している状況が現れている。

国内ではハダニ類にBINAPACRYL抵抗性が発達した事例はミカンハダニ^{2,4)}での報告のみで、BPPSに対する抵抗性の出現した記録は見あたらない。しかし、最近チャのカンザワハダニでは

「BPPSやポリナクチン複合体・BPMCにまで抵抗性発現またはその疑いが生じ、BINAPACRYLにも抵抗性が発現したという声さえ聞こえる」(刑部)¹⁴⁾との記述がみられ、Keenaら⁸⁾はBPPSについてカリフォルニアのアーモンドに寄生するナミハダニでは感受性の低下した地域のLC₅₀値は1350 ppmに達し、高い感受性を示した地域とは42倍の較差があることを報告している。BINAPACRYLでは3種類のハダニでディコホルとの間には交差抵抗性の関係がないことが報告されている^{5,9,13)}が、BPPSでは河野⁵⁾がナミハダニでディコホルと交差抵抗性の関係にあることを指摘している。現在、道内ではディコホルはあまり使用されておらず、今後ディコホル散布によるBPPS抵抗性の発達という問題は考えにくいですが、図4、5でのプラトーのあらわれ方や系統間での死虫率の変化の違いなどから、特にBPPSでやや抵抗性の発達した個体群が出現し始めた段階といえるだろう。

クロルプロピレート乳剤、クロルプロピレート・テトラジホン乳剤の感受性はいずれも低下しており、特に単剤での低下程度が目立った。ディコホルとクロルプロピレートは同系統の薬剤であるが、両者の間の交差抵抗性の関係については、ミカンハダニでは判然とせず⁹⁾、チャのカンザワハダニではその疑いがもたれ¹³⁾、リンゴハダニではCMP抵抗性およびディコホル抵抗性のリンゴハダニに対してクロルプロピレートが高い殺卵効果を示すことから、両者が交差抵抗性の関係にないことが報告されている⁶⁾が、ナミハダニではこの点について検討した報告がみられない。おな、クロルプロピレートは諸般の事情から1987年に製造が中止されている。

「ハダニ類は作物生育の全期間にわたり葉面上に生息しているので直接ハダニ類防除を目的としない薬剤処理によっても、薬剤の影響を受ける。そのため交差抵抗性関係にある薬剤ではそれだけ淘汰回数が多くなる」(真梶)¹⁵⁾といわれているが、リンゴ栽培でもハダニ類以外に、モモシクイガ、ハマキムシ類などの重要害虫を対象にこれまで有機リン系を主体とした殺虫剤が散布されてきた。Jeppson³⁾はミカンハダニおよび*T. pacificus* McGregorについて、ディコホルで選抜した個体群は選択性殺ダニ剤には殆んど感受性の

変化を示さなかったが、有機リン剤には強い交差抵抗性を示したこと、カリフォルニアのカンキツ類ではカイガラムシ防除のために散布したパラチオンによって、ミカンハダニにDelnavをはじめ多くの有機リン系殺ダニ剤に抵抗性が発達したことを述べている。河野⁵⁾もディコホル抵抗性のナミハダニがESP、アセフェート、CVP、MEP、CMP、PMPなどの有機リン剤に対して交差抵抗性あるいはその可能性をもつとの結果を得ており、殺ダニ剤に対するハダニ類の薬剤抵抗性は、殺虫剤も含め非常に複雑に発達してきたといえる。

本報および前報¹⁰⁾を通じ、北海道のリンゴ栽培で使用される殺ダニ剤の薬剤感受性の低下程度を明らかにしてきた。その結果、ディコホル、クロルプロピレートなどの有機塩素系剤や、有機ブロム系のフェニソプロモレートはいずれも抵抗性が発達し、有機スズ系の水酸化トリシクロヘキシルスズも製造中止となったことから、現状での選択性殺ダニ剤の使用体系を考えるならば、ジニトロフェノール系のBINAPACRYL、有機イオウ系のBPPS、また圃場試験の結果から、カーバメイト系のポリナクチン複合体・BCPE、チアゾリドン系のヘキシチアゾクスなどの効果が高い。抵抗性の発達は不可避であるが、現状ではこれらの構造の異なる薬剤をローテーション使用することにより、抵抗性の発達を遅延させて薬剤の寿命をのばす対策が求められる。

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はじめ、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の若公正義主任研究官、検定用ナミハダニの採集にご協力を頂いた北海道立中央農業試験場園芸部果樹科の渡辺久昭科長、北後志地区および空知東部地区農業改良普及所の方々、Probit analysis法によるLC値の算出プログラムを作成頂いた同中央農試園芸部流通加工科の印東照彦科長、本報告のご校閲を頂いた同十勝農試後木利三場長、同中央農試病虫害部齊藤泉部長、同病虫害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. “チャとクサギから採集したカンザワハダニ2系統の殺ダニ剤に対する感受性”. 茶業技術研究. **66**, 26-32 (1984).
- 2) 八田茂嘉. “和歌山県におけるミカンハダニの薬剤抵抗性”. 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究. 日本植物防疫協会, 1973, p. 68-73.
- 3) Jeppson, L. R. “Cross resistance patterns in Acarina”. Adv. Acarology. **I**, 276-282 (1963).
- 4) 河野通昭, 橋本祥一. “鹿児島県におけるミカンハダニの薬剤抵抗性発達に及ぼす薬剤の輪用及び混用の効果”. ミカンハダニの殺だに剤抵抗性に関する研究. 日本植物防疫協会, 1984, p. 80-87.
- 5) 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).
- 6) 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”. 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究. 日本植物防疫協会, 1973, p. 56-60.
- 7) 桑原雅彦, 沢田正明, 久保田篤男, 岩田直記. “野菜・花卉に寄生するカンザワハダニとナミハダニの薬剤感受性”. 応動昆. **27**, 289-294 (1983).
- 8) Keena, M. A., Granett, J. “Cyhexatin and propargite resistance in populations of spider mites (Acari: Tetranychidae) from California almonds”. J. Econ. Entomo. **80**, 560-564 (1987).
- 9) 松本 要, 真梶徳純. “ミカンハダニのジコホル抵抗性系統と各種殺ダニ剤に対する感受性の相違”. 応動昆. **18**, 147-149 (1974).
- 10) 水越 亨. “北海道におけるリンゴ寄生ナミダニの薬剤抵抗性 I. ディコホルおよび水酸化トリシクロヘキシルスズ剤の薬剤感受性”. 北海道立農業試験場集報. **58**, 101-109 (1988).
- 11) 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”. 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究. 日本植物防疫協会, 1973, p. 50-52.
- 12) 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).
- 13) 刑部 勝. “カンザワハダニの薬剤抵抗性に関する研究”. 茶試報. **8**, 1-95 (1973).
- 14) 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”. 植物防疫. **41**, 282-285 (1987).
- 15) 真梶徳純. “ハダニ類の薬剤抵抗性とその対策”. 植物防疫. **24**, 455-460 (1970).
- 16) 菅原寛夫. “殺ダニ剤の交代使用について”. 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究. 日本植物防疫協会. 1973, p. 40-42.
- 17) 塚本増久. “遺伝学より見た生物試験の問題点 (1) 供試昆虫集団の不均質性”. 植物防疫. **17**, 237-241 (1963).
- 18) 塚本増久. “遺伝学より見た生物試験の問題点 (2) 薬量-死亡率曲線”. 同. **17**, 290-294 (1963).
- 19) 若公正義, 菅原寛夫. “ナミハダニの札幌 PS 群と盛岡 PR 群の薬剤感受性比較”. 応動昆虫学会講演要旨. 308 (1974).
- 20) 若公正義, 刑部 勝. “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. **C2**, 81-93 (1975).
- 21) 山田雅輝, 津川 力, 小山信行. “青森県におけるリンゴ寄生ハダニ類の薬剤感受性”. 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究. 日本植物防疫協会. 1973, p. 43-49.

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

II. Susceptibilities to five acaricides as Phenisobromolate, Binapacryl and Propargite predominantly

Toru MIZUKOSHI*

Summary

Populations of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, from apple orchards in Hokkaido were evaluated by laboratory bioassays to assess the range of susceptibility to five acaricides. The tested acaricides are as follows ; Phenisobromolate E, Binapacryl WP, Propargite WP, Chloropropylate E, Chloropropylate•Tetradifon (mixture) E (WP, wettable powder ; E, emulsifiable concentrate). *T. urticae* individuals had been collected from the same two representative commercial orchards (Yoichi, Takikawa) and our field testing orchard (Naganuma) every year. Individuals of the susceptible strain were provided by the Fruit Tree Research Station in Morioka.

(1) Phenisobromolate : The susceptibilities to Phenisobromolate were all low in Hokkaido strains, especially in adult females. In the test for adult females, mortality rates at identical densities varied extensively in repetitions. In eggs, however, those extensive deviations of mortality rates were not observed. This result indicates that the *T. urticae* populations of Hokkaido consisted of numerous populations with low to high resistant levels. It is considered that cross-resistance to dicofol was concerned closely with the advance of Phenisobromolate resistance.

(2) Binapacryl and Propargite : LC_{50} values showed the susceptibilities of Hokkaido strains to these two acaricides did not decrease. But compared with a susceptible strain using identical tests, plateaus were observed in concentration/mortality lines and mortality rates of female adults at 24h after spraying differed among the Hokkaido strains. It is considered that low-level resistant populations, especially in Propargite, emerged in the Hokkaido strains.

(3) Chloropropylate and Chloropropylate•Tetradifon (mixture) : The susceptibilities to Chloropropylate were all low, especially in eggs. On the other hand, in Chloropropylate•Tetradifon, LC_{50} values for adult females did not differ from the results obtained for Chloropropylate ; LC_{50} values for eggs, however, were apparently lower than Chloropropylate. This indicates that the susceptibility to tetradifon was still observed to be high in Hokkaido populations. However, judging from the LC_{95} values to eggs and female adults, it is considered that Chloropropylate • Tetradifon is no longer effective to this mite in practical acaricide in orchards.

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

