

## 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)

野村 健一・富田 順一\*・中越 省逸\*\*

(応用昆虫学研究室)

Ken'ichi NOMURA, Jun'ichi TOMITA and Shoitsu NAKAGOSHI: On  
Insecticide Resistance of Carnation Red Spider Mite, *Tetranychus*  
*telarius* Linné, to Methyldemeton and Kelthane.

## I 緒 言

近年、果樹ハダニ類における薬剤抵抗性の問題が各種で注目されているが、カーネーション・ストック・バラなど花類においても、ニセナミハダニ *Tetranychus telarius* Linné について同様な事例が指摘される。歴史的に見ると、本邦ではむしろ花類におけるそれが早いから、東京都田園調布のカーネーション栽培では既に約10年前にこうした事例があらわれており、また前に報告した静岡県河津町の例<sup>8)</sup>も既に数年前のことになる。

筆者等は、その後も引続き花類を主対象にこうした方面の資料を蒐集し、また前記河津町においては抵抗性出現以後の変遷を追究してきた。その一部は断片的に報告したものもあるが<sup>9)</sup>、ここにそれらの大要をまとめて報告することにした。何分にも本研究は長期間にわたるもので、紙数の関係上ここに全部の資料を掲げることができないが、ハダニ類の抵抗性問題について多少とも寄与するところがあれば幸である。

本研究を行うに当り、大矢好治、渡辺栄、大綱昇、土屋寛吉の諸氏および静岡県河津町花卉組合の各位には材料その他について多大の御支援をいただいた。また調査実験については、関口朋雄、厚見正書、土館丈夫の諸君をはじめ専攻学生の諸氏に負うところが多い。ここに上記諸氏に対し感謝の意を表す。

## II 抵抗性事例の概観

静岡県賀茂郡河津町および千葉県安房郡白浜町のカーネーションでは、ニセナミハダニ *Tetranychus telarius* Linné\*\*\*がメチルジメトン(メタシストックスまたは改

良メタシストックス)などに対して抵抗性をあらわし、これら薬剤による防除が困難となつた事例があり、これらについては別に詳述する。ここでは、全般的に各地方の花類において、ハダニ類の薬剤抵抗性がどのような状態にあるか、またそれについて考えられる理由などを概観してみたい。

## (1) 主なる事例

筆者等の調査はカーネーションが主体で、薬剤はメチルジメトンを主対象とした。これまでの実地調査の結果をまとめると、第1表に示す通りである。

カーネーションの場合には、ハダニの種類はほとんど例外なくニセナミハダニと考へてよいが、抵抗性の確認は厳密にいわばむづかしい問題である。いうまでもなく効果減退をもつて直ちに抵抗性と判断することは妥当ではないが、多数地点について一々これを検討することは困難であり、しかも散布前の薬剤感受性は事実上調査不可能の場合が多く、結局大部分のものは各園における栽培者の談話やその当時における薬剤効果よりみて、推定を下さざるを得なかつた。

第1表はこうした条件のもとでまとめられたものであるが、各地で過去の散布歴や効果減退の様相をくわしく聞き、抵抗性発現の理由も解明することを期した。これも厳密にいわば困難なことであろうが、次のような基準で一応の整理分類を試みた。

1. 散布回数を増すに従つて、次第に効果が減退した場合は、普通の抵抗性増大型で、第1表で“連用”としたのはこれである。なおこの場合には、その園全体が平均的に効果減退を示さず、はじめは部分的に効かないところがあらわれ、後期になるほど平均化される傾向があるようである。

2. その薬剤がはじめから無効またはそれに近い場合で、他から苗を入れたことのない場合には、交叉抵抗によるものと解釈した。

3. その薬剤が当初より無効で、しかも他所から苗を

\*現在 下関市農業試験場

\*\*現在 八州化学工業株式会社研究部

\*\*\*前の報告では *T. cinnabarinus* の学名を用いたが、最近上記のように変更された。なお *T. telarius* は従来ナミハダニの学名に当てられていたが、ナミハダニの学名には *T. urticae* が用いられることになつた(江原博士による)。

導入した場合には、苗とともに抵抗性ハダニが運びこまれた疑があり、苗の仕入先を調査し、その状況によつて判断した。

このようにして、第1表を作製したが、勿論各地における抵抗性の程度は同じというわけではなく、また同一地方でも園によつて相違があり、また年次によつても差異が認められた例があることを付記しておく。

第1表 ニセナミハダニのメチルジメトン  
抵抗性が認められた事例

花	地 名	考えられる理由		
		連 用	交叉抵抗	移入苗
カー ネー シ ョ ン	長野県 上田市			○
	松本市	○		
	茨城県 取手町	○		
	千葉県 我孫子町	○		
	大網町		○	
	勝山町			○
	館山市			○
	白浜町	○		
	和田町	○		
	東京都 大田区	○		
そ ら の キ ク な ど 他	静岡県 河津町	○		
	清水市	○	○	
	山口県 下関市	○		
そ ら の キ ク な ど 他	茨城県 取手町	○		
	埼玉県 越ヶ谷市		○	
	神奈川県 川崎市	○		
	静岡県 熱海市	○		
	清水市	○		
愛知県 渥美町	○			

- 註) 1. 抵抗性の程度には種々の段階がある。  
 2. 本表は調査当時のもので、現在もその状態にあるとは限らない。  
 3. 千葉県白浜町、静岡県河津町の場合については別項参照。

しかし、ともかく多くの地方で、抵抗性あるいはこれに類する事例が見出されたことは注目されてよからう。逆に、全然こうした傾向が認められなかつた地方は、少くとも主産地に関しては、ほとんどないといつてもよいくらいである。

カーネーション以外では、バラにもその例がかなり散見された(埼玉県越ヶ谷市、静岡県熱海市、静岡県清水市など)。またガーベラにもそれらしい例が認められている(茨城県取手町)。これらは、いずれもニセナミハダニと認められる。

キクについては、愛知県渥美半島の電照栽培地帯で、

やはりハダニ類がパラチオン・テデオン・メチルジメトンなどに対して効果減退の傾向が認められるという(伊良湖フラワーセンター早川・河合両氏談)。ハダニの種類は不詳であるが、上記両氏の談話より推察するとニセナミハダニおよびナミハダニ *Tetranychus urticae* Koch の両種と推定される。

[付記] ニセナミハダニはナス・スイカ・イチゴ・各種マメ類などの蔬菜類にも寄生して大害を与える。従来、これらに寄生するものは主としてナミハダニとされていたが、実際にはニセナミハダニの方が重要と認められ、特に暖地方ではその可能性が大きい。これら蔬菜類における薬剤抵抗性またはそれに準ずる事例も二三見聞しているが、これらについてはまだ十分検討していない。しかし、今後大いに注意する必要がある。

(2) 散布回数と抵抗性

前の報告で、累計散布回数と抵抗性発現との関係を小論したが、千葉県白浜町のカーネーション栽培者数氏について聞きただしたところ、メチルジメトンでは連用10回ぐらい(期間でいえば大体1年半ぐらい)で実用的効果を失うという意見が多かつた(1961年調査)。また熱海市の大矢バラ園では、メチルジメトンを年に平均2回散布(連用)し、使用開始7年後で効果減退を認めたとのことである。

逆に他薬剤を挿入しながら2年間に合計4回使用し、全然効果の減退を認めなかつたという例があり(松本市)、また他剤を適当に挿入しながら5年間に累計約50回の散布を行い、依然高い効果を示している例もあつた(千葉県和田町、安房農高)。

他地方の例は一々示さないが、上記白浜町と同様またはそれに近い場合が多く、いわゆる抵抗性現象の多くはこうした過重の散布によつて誘発されるものと解釈できよう。

これらの諸例だけから、散布回数と抵抗性増強との関係を結論することは無理であろうが、メチルジメトンでは圧縮された連用は速かに抵抗性を増大せしめること、またこのような使用法では累計10回程度(早いものでは6~7回という例もある)で実用的効果を失うものと推察し得るようである。

(3) 要 約

上記のように、薬剤抵抗性の事例は案外に多く、しかもその多くは薬剤の使用法において問題があるらしいことは注目されてよからう。薬剤に関しては、メチルジメトンを主対象に述べてきたが、パラチオン・マラソン・フエンカプトン・テデオンなどにおいても過重に使用した場合には、やはり同様な傾向を示し、効果の減退を訴えている例がかなり認められた。なお上記調査は、多

く1960年頃に行われ、当時はケルセンはまだ花の方へはあまり使用されておらず、該当例を見出さなかつたが、ケルセンにおいても樂觀は許されないようで、これについては後述する。

近年は使用者も薬剤抵抗性を考慮し、連用を避ける傾向が強くなってきたことと、かつてのようなパラチオン偏重主義を脱却したことから、数年前に見られたようなハダニの多発生は一般的にみてやや減じたようである。しかしその反面、複合抵抗性があらわれ(後述)、ハダニ防除に困難をきたしているところも出てきている。この問題の処理、および苗を通しての抵抗性ハダニの伝播防止は、今後の重要課題といえよう。第1表によると、明らかに移入苗に由来すると認められた例は、比較的少数であるが、カーネーションでは苗の交流はかなりさかんであり、実際にはその例は更に多いのではないかと推察する。近時、果樹の苗木においても、この問題がようやく注目されてきた。花の方でも、十分警戒する必要がある。

### III 静岡県河津町における実態

#### (1) 概況

静岡県賀茂郡河津町では、カーネーションの栽培(露地)がさかんで、秋冬期にはビニルをかける方式をとっている。この地帯では、以前からニセナミハダニの発生が多く、同地方のカーネーション栽培には大きな障害となつてきた。ここへメチルジメトン(メタシストックス\*)が導入されたのは1957年6月で、その後約1年ないし1年半は高い効果が示されたが、やがて効果の減退が認められ、その抵抗性の程度は少くとも10倍以上と推定された。そこまでの経過は前報<sup>8)</sup>に述べた通りであるが、その後しばらくの休止期間を経て、感受性の復元が認められた<sup>9)</sup>。そこで、一部の園で再使用が試みられたが、そこでは前の場合よりも一層速かに2度目の抵抗性があらわれた。

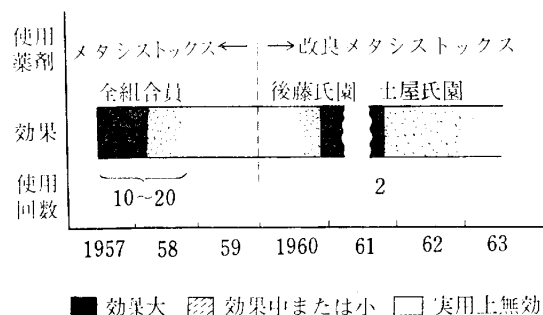
以上のように、この地方ではメチルジメトンに対して

- (1) 高い効果が認められた時期。
- (2) 効果が漸減し、ついには実用に供せられなくなった時期。
- (3) 休止後再び効果が認められた時期。
- (4) 同薬剤の再使用にともなつて、再び抵抗性が認められた時期。

の4期を経過したことになる。これを模式図で示すと

\*第1図に示すように当初はメタシストックス(50%)が使用された。しかし1960年以後は改良メタシストックス(25%)に切りかえられた。

第1図の通りである。以下、各期についてややくわしく述べてみたい。



第1図 静岡県河津町における経過模式図

#### (2) メチルジメトン導入から抵抗性出現まで

既に第1報<sup>8)</sup>で報告したので、くり返し述べないが、意外に早く抵抗性があらわれたのは、この期間他の薬剤はほとんど使用されず、平均月1回ないしそれ以上の頻度で1年以上も連用されたことが、こうした好ましくない結果を招いたものと推察される。後記の千葉県白浜町などの例からみても、こうした状態に立至ることは、現在の知識からすれば不思議ではないのであるが、当時は他に使用例もなく、こうした事態を招いたことは遺憾である。

#### (3) 使用休止から感受性復元まで

第1図に示すように、使用休止から感受性復元までには、かなり長い年月を要した(この期間にはTEPP、テデオなどが主として使用された)。筆者等は、使用休止の約1年後(1959年6月)に、現地よりニセナミハダニを採取して来て、メチルジメトン(改良メタシストックス)に対する効果を水耕法\*によつて検定したが、やはり効果は甚だ低かつた。また越えて約2年後の1960年5月においても、現地での試用例から見てまだほとんど復元していないことを認めた。しかし、1960年7月に、散布・水耕の両方法によつて実験的に検討した結果、かなり復元のきざしが見えた。ただしこの時期においても、現地での散布結果は良好ではなかつた。

1960年9月、現地において散布試験を行い、また実験室で散布・水耕の両方法によつて復元程度を検討した。この時には、現地試験で改良メタシストックス1000倍液の散布でほぼ完殺の効果を示し、また散布、水耕実験でも高い効果が見られた(第2表)。これらの成績からみて、一応感受性は復元したものと見ることができよう。少くとも、実用上には差支えないものと判断される。なお念のために、1961年6月にも現地で散布試験を行つた

\*カーネーション切茎を水耕し、その水耕液中にメチルジメトンを所定量加え、寄生しているハダニの生死を検定する。

第2表 改良メタシストックス(25%)の河津産ニセ  
ナミハダニに対する効果(処理:1960.9.29)

試験法	薬剤濃度(註)	供試成虫数	補正死亡率	
			3日後	5日後
水	8ppm	21	27.4%	86.8%
	32	39	80.5	100.0
耕	128	37	83.5	100.0
散布	0.025%	30	89.9	90.7
	0.05%	29	100.0	95.3
無処理		32	(死亡率 3日後34.3% 5日後28.1%)	

註) 1. 水耕試験における濃度は、水耕によつて吸収された有効成分量を供試植物体重によつて除し、植物体内有効成分濃度として示した。

2. 散布試験の場合には、散布液の有効成分濃度を示した。

が(第3表)、この場合にも一応満足すべき結果が得られている。ちなみに、この試験園(後藤利雄氏園)では過去約1箇年半にわたつて主としてケルセンが使用されてきたが、この時期に至つてケルセンがやや効果減退の傾向を示したのは注目される。

第3表 河津町における散布試験結果  
(散布:1961.6.16)

供試薬剤および散布液濃度	発生指数		B/A
	A.散布前	B.4日後	
改良メタシストックス(25%) ×500(0.05%)	2.05	0.61	0.30
// ×1000(0.025)	1.85	0.52	0.28
ケルセン(40%)×1000(0.04)	1.35	1.00	0.75
無処理	1.30	2.16	1.66

註) 発生指数は次のようにして求めた。各区20葉をサンプリングし、各葉のハダニ成虫数の多少を4階級(0, ~10, ~30, 30以上)に分け、それぞれに0, 1, 2, 3のウイートを設け按分平均を算出する。

#### (4) 再使用から2度目の抵抗性出現まで

上記のように、メチルジメトンが再び効果をあらわすようになったので、これを再使用した場合にどのような結果が得られるかを検討する目的で、河津町の土屋寛吉・後藤茂両氏に委嘱してメチルジメトンを継続散布して貰った。両氏園の過去の散布歴は、前記後藤利雄氏園とほぼ同じである。この新実験は、事情があつて間もなく後藤茂氏園では中止したが、土屋氏園では1961年8月より同剤を主剤として使用、その後ケルセンとの交互散布で1963年初期まで使用された。

この約1年半の間における経過を、土屋氏の記録に基いて要述すれば次の通りである。

1961年8月および9月に、メチルジメトン(改良メタシストックス)1000倍液が散布され時には、高い効果が得られたが、10月には効果不十分で、ケルセン(1000倍)の追加散布が余議なくされた。その後、1962年1月にメチルジメトンが使用された時にも、効果は不十分で、結局最初の2回だけが有効で、以後ははつきりしないということになる。そこで、土屋氏園では1962年3月より1963年4月頃まで、メチルジメトンとケルセンとをほぼ交互に散布する方式が採られた。この間におけるメチルジメトンの効果は、全然無効というわけではなく、散布量を多くすればかなりの効果が認められたこともあるが、全般的にみると低調で、ケルセンの方が効果的と認められた。

このようにして、1962年3月より1963年4月までの間に、通算メチルジメトン9回、ケルセン7回が使用されたが、1963年4月頃にはケルセンの効果もかなり減退を示した(その前の時代から起算するとケルセンは累計10回以上使用された)。

土屋氏園では、その後テデオン・TEPPなどが主として使用されたが、その間に時々メチルジメトンまたはケルセンが試用されたこともある。しかし両剤とも十分な効果を示さず、1964年に改めて検討した結果でも依然として効果を認め得なかつた。この場合には、日本植物防疫協会制定の方法に準拠して浸漬法によつて検討したが、その結果は第4表に示す通りである。

第4表 改良メタシストックス(25%)のニセ  
ナミハダニに対する効果(浸漬試験)  
(処理:1964.11.27)

産地(系統)	改良メタシストックス浸漬液濃度	供試成虫数	死虫数		3日後補正死亡率%
			1日後	3日後	
河津町(土屋園)	×1500(0.017%)	18	1	1	-2.3
	×3000(0.008%)	14	0	2	7.1
	無処理	13	1	1	—
当学部室(感受性)	×2500(0.01%)	20	20	20	100.0
	×5000(0.005%)	20	20	20	100.0
	無処理	17	0	0	—

#### (5) 要約

以上、1957年より最近までの数年間にわたるメチルジメトンの効果の変遷を追跡したわけであるが、実際に本剤が有効に使用された期間は、全期間の1/3に満たないことは考えさせられることである。これは、最初に過重に連用されたことが、大いに災していると思われ反省させられるのであるが、一方ケルセンも最後には使用できない程

度に効果が低下したことは注目されてよからう。

メチルジメトンの効きにくいものには、当初ケルセンは甚だ高い効果を示したこと、しかも前者が燐製剤であるのに対し後者は塩素剤であることから、一時は逆相関交叉抵抗さえも期待されたのであるが、後には両剤の複合抵抗性を生じたことは、甚だ意外であり遺憾なことであつた。

#### IV 千葉県白浜町における実態

##### (1) 概況

千葉県安房郡白浜町においても、カーネーションなどの花卉栽培が盛んであるが、この暖地園芸指導所(白浜町立)を舞台として、カーネーション(温室)のニセナミハダニを対象に1958年より1963年にわたり調査実験を行つた。当時同所の主任であつた大綱昇氏の協力を得て、当初はメチルジメトンの実験から入つたのであるが、やがてそれが効果減退をきたしたので、ケルセンの導入に切りかえ、後にはそれも効果を失うという結果となり、上記6年間にここでもかなり複雑な経過をたどつた(第2図)。

結果的にみると、それは前述河津町の土屋氏園のそれに類似しているところが少なくないが、時期的に大別すると次のように整理される。

- (1) メチルジメトンの高い効果が認められた時期。
- (2) 同剤の効果が減退し、ケルセンに切りかえられた時期(ケルセンは効果大)。
- (3) メチルジメトンの効果がかなり復元したので使用再開、ケルセンも交互的に使用。
- (4) 両剤ともに効果減退。

以下各期について概要を述べる。

##### (2) メチルジメトン導入から抵抗性出現まで

1958年春にニセナミハダニ防除のためメチルジメトン(メタシストックス1000倍)がはじめて使用されたが、当時はきわめて高い効果を示した。この年には秋までに通算3回使用され、また翌1959年にも春から8月までに6回使用されたが(累計9回)、1959年8月にはやや効果減退の傾向が認められた(大綱氏談)。そこでメチルジメトンの使用をやや控え、テデオン・ダイアジノンなどが挿入されるようになった。しかし、メチルジメトンもかなり使用され(1960年よりは改良メタシストックスを使用)、1960年秋までには累計16回使用された。1960年度におけるメチルジメトンの効果は、時々検定したが各期を通じて概ね同様で、かなりの効果減が認められた。その一斑を第5~6表に示す。

第5表 白浜町(暖地園芸指導所)における改良メタシストックス(25%)散布試験結果(散布:1960. 5. 5)

散布液濃度	発生指数		B/A
	A. 散布前	B. 5日後	
× 500 (0.05%)	1.16	0.72	0.62
× 1000 (0.025%)	1.00	0.92	0.92
× 2000 (0.013%)	0.86	1.14	1.33
無処理	1.20	1.24	1.03

注) 発生指数については第3表の注参照のこと。

第6表 改良メタシストックス(25%)の白浜産ニセナミハダニに対する効果(処理:1960. 9. 8~9)

試験法	薬剤濃度	供試成虫数	3日後補正死亡率
水	8ppm	46	-27.7%
	32	107	38.2
	128	107	39.4
耕	256	114	61.3
	0.025%	77	49.4
散布	0.050	61	94.0
	無処理	82 (3日後死亡率18.3%)	

注) 薬剤濃度の約束は第2表と同じ。

1961年に至り、メチルジメトンの効果を再び検討したが、5月における成績は第7表のように効果が低く、全く実用性はないと認められた。

第7表 水耕法による追加実験結果(処理:1961. 5. 29)

改良メタシストックス濃度	供試成虫数	5日後補正死亡率
8ppm	49	0.0%
16	8	0.0
32	19	0.0
64	32	26.7
128	58	12.0
無処理	29 (5日後死亡率27.5%)	

##### (3) ケルセンの導入とメチルジメトンの感受性復元

1960年12月よりケルセン(40%)が導入されたが、1000倍液の散布で効果は顕著であつた。上記のように、この頃は既にメチルジメトンが実用に供せられず、他薬剤の効果も必ずしも明瞭ではなかつたので、1961年度には専らケルセンが使用された。しかし9月頃には、ケルセン

1000倍ではやや不十分として、800倍ないしは500倍液が使用されているのは注目すべきである。

一方、1961年後期に至りメチルジメトンの効果がかなり認められるようになり、9月に行った現地試験(散布)では改良メタシストックス1000倍区はジメトエートおよびエストックスの各1000倍区よりも効果が高く、一応実用に供し得ると認められた。もつともその効果はそれほど顕著ではなく、また水耕実験でも64ppmで4日後の補正死亡率 65.1%、256ppm で92.1%という結果を示し、まだ完全に復元したとは認められないが、しかしかなりの回復を見せたことは疑ない。

(4) メチルジメトン・ケルセンの交互散布

前述のように、1961年後期の状態は、ケルセンではやや効果減退の傾向が見られ、一方メチルジメトンではかなり復元したと認められたので、以後はこの両剤の交互散布を採用した。両剤には、交叉抵抗性はないものと解釈し、その交互散布にはかなり期待するところがあつたのであるが、しかし結果はむしろ予期に反した。

1962年度の散布歴は第8表の通りで、その間の適当な時期を選んでメチルジメトンまたはケルセンの効果を檢した。それによれば同年6月頃までは、上記両剤の交互散布でともかくも防除をなし得る状態にあつたが、その後次第に両剤の効果が低下し、10月における散布および浸漬試験では第9表のような結果を示した。

第8表 白浜町暖地園芸指導所におけるメチルジメトンおよびケルセンの散布回数(1962年度)、濃度は前者は800倍、後者は800~1000倍である

月	メチルジメトン	ケルセン	その他	計
3	1	—	—	1
4	—	2	—	2
5	1	1	—	2
6	1	3	1	5
7	—	1	—	1
8	2	1	—	3
9	3	2	—	5
10	3	—	—	3
11	1	—	—	1
12	—	—	2	2

注) その他はジメトエート、DDVP である。

第9表 白浜町(暖地園芸指導所)における散布試験結果(散布:1962.10.1)

供試薬剤および散布液濃度	成幼虫数		推定死亡率(補正)
	散布前	6日後	
改良メタシストックス(25%) ×1000(0.025%)	27	28	46.9%
ケルセン(40%) ×1000(0.04%)	29	40	28.7
無処理 1	33	65	—
〃 2	28	73	—

また室内で浸漬試験も行ったが(10月5日)、メチルジメトンでは500倍、1000倍ともにほとんど効果を認めず、ケルセンでは500倍で5日後の補正死亡率81.4%、1000倍で71.2%となつた。この場合には、ケルセンの効果はある程度あらわれているが、その後の追加実験(浸漬法、11月7日)では1000倍区で5日後補正死亡率は42.6%および52.0%であり、第9表の結果と総合して考えると、やはり効果の減退を認めざるを得ない。要するに、白浜町においても前記河津町の土屋氏園の場合と同じく、最終的には両剤ともに実用に供し得ない状態に至つたと認めることができる。

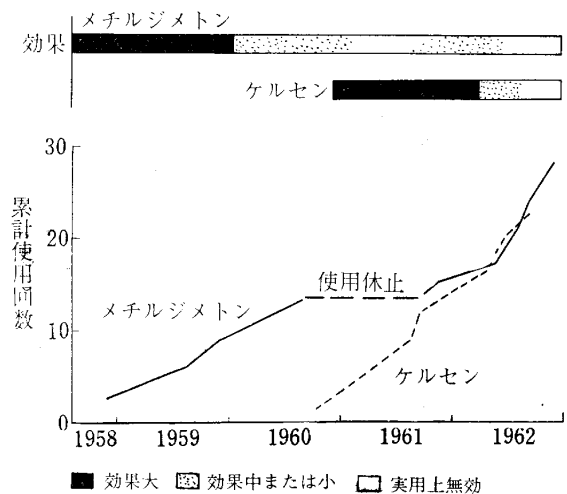
なお、この状態のものに対し、他の薬剤(マラソン、DDVP、ジメトエート、エストックスなど)も試用したが、筆者等の試験した範囲では各剤とも効果が少なかつたことを付記しておく。その主なるものを第10表に示すが、いずれも普通の場合に比してはるかに低い死亡率と認められる。

第10表 メチルジメトン・ケルセン複合抵抗性ニセナミハダニに対する他薬剤の効果(2区の平均)(浸漬法による、処理:1962.10.5)

供試薬剤および浸漬液濃度	供試虫数(成幼虫計)	5日後補正死亡率
フエンカプトン(18%) ×1000(0.018%)	138	55.5%
ジメトエート(46%) ×1000(0.046%)	130	32.5
エストックス(50%) ×1000(0.050%)	142	-35.5
マラソン(50%) ×1000(0.050%)	153	23.5
無処理	154	5日後死亡率 16.2%

(5) 要約

白浜町における経過を大観すると、先に述べた河津町



第2図 千葉県白浜町における経過模式図

の場合と共通的な面がかなりある。しかし、薬剤の使用休止によるメチルジメトン抵抗性の消失は、白浜町の方が早く、また2度目の抵抗性のあらわれるのはやや遅いようである(第2図)。このように、時間的な経過については多少相違する点もあるが、筋道はほぼ同様であり、特に最後にはメチルジメトン・ケルセンの両剤ともに効果を失うに至った点は注目される。

なお、このような系統のものでは、上記のように他の薬剤も著しく効果が劣るようで、この点も実際面からみて看過できない問題といえよう。

## V 考 察

上に述べたところを基にして若干の考察を試みたい。この中には、まだ推測の域を出ないものがかかなり含まれているが、一通り各項目別に筆者等の見解を記してみよう。

### (1) ニセナミハダニにおける薬剤抵抗性の様相

本文では、ニセナミハダニのメチルジメトン抵抗性が中心課題となつているが、実験室内で本剤による淘汰試験をくわしく行つたものはなく、この点に関しては今後の追試が要望される。しかし、千葉県白浜産の抵抗性系統を持ち帰り、これにメチルジメトンを2回散布した区と、無散布のまま放置した区とを設け、約2箇月後に両者の薬剤に対する反応を比較した資料はあり、それによれば前者の方が明らかに効果が劣つた(1963年)。

またメチルジメトンの使用回数と効果減退との関係は、上記諸例からも明らかに認められるところであり、またナシに寄生するニセナミハダニにおいても同様の例が知られており<sup>6)</sup>、同種がメチルジメトンに対して抵抗性をあらわすことは十分肯定できると思う。また当研究室では、メチルジメトンに類似するエストックスで淘汰実験(ラツカセイを水耕しその水耕液中にエストックスをまぜる)を行い、明らかに抵抗性の増大するのを認めている(未発表)。これも一つの傍証となり得よう。

中垣<sup>6)</sup>によれば、ナシに寄生する各種ハダニ類の中で、ニセナミハダニは抵抗性がつきやすい方であるという。これに加えて、温室またはビニル栽培のカーネーションにおいては、ニセナミハダニの発生が長期間にわたる関係から、散布回数もおおのずから多くなり、これが一層抵抗性の増大を促していると解釈できる。上記のように、メチルジメトンを連用する場合には、累計10回前後の散布で実用的効果を失うと見てよいが、散布回数の多いカーネーション栽培では、期間的にいうと1年ないし1年半で使用できなくなる公算が大きい。

メチルジメトンのアブラムシ・ハダニ類に対する効果はいうまでもなく植物体を經由しての浸透的作用による

ところが大きいと考えられる。すなわち、接触的効果よりも食毒の効果の方がより重要と考えられるが、しかしある程度の接触的効果もあり、散布の場合の効果は両者の総合的效果と見ることができる。しかるに、メチルジメトン抵抗性ニセナミハダニに対しては、同剤の主効果たる食毒効果が低いことは勿論、接触的効果は更に低く、しかもそれは薬剤の濃度を高めてもほとんど効果の増大がない。こうした効果の内訳については、別に報告の予定であるので、ここでくわしく述べないが、筆者等は上述した総合的效果の低下を効果減退の一因として挙げておきたい。

### (2) 抵抗性の変動

抵抗性の程度は、上にも度々述べたように条件によつて変動(増大・消失)するが、その細部についてはなお不明の点が多い。しかし、薬剤の使用休止により、漸次抵抗性が消失するのは、一般にいわれているように感受性系統の比率が高まるためと推定される。そのためには感受性系統の方が抵抗性系統よりも本来の繁殖力が高くあるべきであるが、両系統の孵化率を比較すると第11表のようにかなりの差異が認められた。幼虫の発育状況については、まだくわしく比較していないが、少なくともこの条件では感受性系統の方が孵化率が高く、この点に関しては上記推定が肯定されるといえよう。

第11表 ニセナミハダニ両系統の孵化率の比較  
(温度25℃、湿度70~90%において飼育した場合)(実験:1963.11.21)

産地 (系統)	供試卵数	10日後 孵化数	平均孵化率
千葉県白浜町 (抵抗性)	52 17	25 13	60.6%
千葉県大網町 (感受性)	55 19	42 17	80.8

注) 実験方法は日本植物防疫協会制定の方法によつた。

なお、同年12月4日にも同様な実験を行つたが、ほぼ同じような結果を得た(平均孵化率はそれぞれ60.0%、81.9%)

ただしその反面、使用を休止しても期待したような感受性の復元が見られなかつた例も稀にはあり、また実験室内では案外早く復元した例もある(第12表)。現段階ではこうした現象を十分に説明することは困難であるが、おそらく感受性・抵抗性両系統の競争が環境条件(特に温湿度)によつて影響され、その競争結果も条件によつてかなり相違するためではなからうか。これは、見かけの上では、抵抗性の季節的变化という形であらわ

れることにもなる。事実、当研究室で抵抗性ミカンハダニで検討した結果では、その季節的变化は軽視できない（未発表資料による）。この問題については、同種を対象とした真梶<sup>11)</sup>の研究もあるが、ニセナミハダニについてはまだ十分な資料がない。これに関しては今後の検討を期するものである。

第12表 ケルセン抵抗性ニセナミハダニ（白浜産）  
の感受性復元の例（1962）

ケルセン（40%） 使用濃度	5日後補正死亡率	
	採取40日後	採取65日後
×2000(0.02%)	84.2%	100.0%
×4000(0.01%)	68.4	100.0

注) 実験法は浸漬法による。

一たん感受性の復元したものに、再度その薬剤を使用すると、2度目の抵抗性が比較的速かにあらわれることは、前記河津町および白浜町の両地で共に経験されたところであり、これは注目すべき現象といえよう。こうした事例は、既に Dittrich<sup>3)</sup>も指摘しており、現実の既知例は少いが、今後警戒すべき問題であろう。その理由は詳かでないが、見かけ上効果があらわれたとしても、完全には復元していないこと、また抵抗性に関与する遺伝子が多因子であること\*が有力な原因と考えられる。

### (3) 交叉抵抗・複合抵抗

ハダニの種類によつて、交叉抵抗 (cross resistance) の様相は必ずしも同じではなく<sup>4,5)</sup>、しかも実際には過去の複雑な散布歴の影響もあり、交叉抵抗と複合抵抗とを厳格に区別できない場合が多い。このため、ニセナミハダニにおいても標記問題はまだ議論できる段階ではないが、筆者等の見解は次の通りである。過去にある薬剤が相当多く使用された後でも、メチルジメトンの効果が高かつた場合、あるいは逆にメチルジメトンの効果が減退したものにもかなりの効果が認められたものは、一応メチルジメトンとは交叉抵抗関係がないと判断できるが、こうした観点から考察すると、マラソン・フェンカプトン・TEPP・ケセルンとは交叉抵抗関係はないと推定

\*多因子であるとする決定的な裏付けはないが、このように想定の方が説明が容易である。いま遺伝子 A, B, C が抵抗性に関与すると仮定する。しかして、それぞれが単独では、大して抵抗性をあらわさないとする。薬剤の使用休止により、感受性が復元したと見られる時期においても、各個体が A か B か C を持つ可能性があり、一番最初の状態（いずれも持たない）とは異つた内容であり、A + B + C に至る可能性は最初の時よりも大きい。多因子と仮定すれば、このように説明することができる。

される。一方、エストックスとはかなりの交叉抵抗があるらしく、またパラチオンともある程度の交叉抵抗関係があるらしいが、後者はそれほど顕著とは思われない。この問題については、ナシに寄生するニセナミハダニについての中垣<sup>6)</sup>の研究もあるが、同氏の意見と筆者等の考察とは多少の食い違いもある。これは、ナシとカーネーションとでは使用薬剤および過去の散布歴がかなり相違すること、また上述した複合抵抗性の問題もからんでくるためと思われる。

次に複合抵抗性 (multiple resistance) について一言しておきたい。上記のように、メチルジメトンとケルセンの組合せ散布をくり返していると、両剤共々に効果が低下し、後には両者とも実用は供せられない状態に至る。メチルジメトンとケルセンとは、交叉抵抗関係はないと思われ、従つて上記現象は明らかに複合抵抗性と考えられる。ここで特筆すべきことは、このような状態に立至つたニセナミハダニ個体群に対しては、他の薬剤(前記両剤に対し交叉抵抗関係がないかまたは微弱と思われる薬剤でも)も著しく効果を減ずることである(第10表)。前に述べたように、マラソン・フェンカプトン・ジメトエート・エストックスの効果は、普通の場合よりも明らかに劣り、別の実験でキルパールの効果も甚だ低いことが観察されている。こうした傾向については、既に Jeppson<sup>5)</sup>が指摘しており、また Allen<sup>ら</sup><sup>1)</sup>の報告もそれに類するものと思われるが、ニセナミハダニの場合にもそれが認められたことは注目されてよからう\*。なお果樹ハダニ類においても、これに類する現象が散見されるようで、こうした傾向が一般的に成立つとすれば、今後の抵抗性対策は一そう困難性が加わると予想される。

従来、こうした問題は交叉抵抗・複合抵抗という言葉で、一応の整理がつけられているのであるが\*\*、後者の二次的影響として、更に巾広く多くの薬剤が効果を失うとすれば、そのことをも含めて“総合抵抗”(synthetic resistance) とでも称すべき概念を設ける必要があらう。

再びメチルジメトン・ケルセンの関係にもどるが、メチルジメトン抵抗性のものにはケルセンは高い効果を示し、またケルセンの効きにくくなつたものにはメチルジメトンが高い効果を発揮した事例もあり(前記白浜町の

\* 各薬剤の抵抗性発現機作については主として生理・生化学的立場から多数の研究があるが<sup>2,3,10)</sup>、こうした問題については更に別な観点から検討される必要があらう。それには、おそらくは皮膚の構造のような形態学的な特性も関係するのではあるまいか。

\*\* 谷口<sup>12)</sup>は外に混合抵抗(A薬剤の抵抗性系統とB薬剤の抵抗性系統とが混在する場合)なる概念を想定しているが、ここではこれに触れないでおく。



例を参照されたい), 抵抗性程度が低い段階においては, 両剤は互に拮抗的關係にあると推察される. しかるに両剤の交互散布を長く継続していると, むしろ逆の方向に向いある限界を越せば急速に両剤の抵抗性を増し, 收拾のつかない状態に至ることは, 前記河津町・白浜町の例が示す通りである. こうした両剤の拮抗・協力作用の分岐点がどこにあるか, またそのメカニズムが何であるかは不明であるが, これは今後の重要課題と思われる. なお Jeppson<sup>5)</sup> は各種殺ダニ剤の交叉抵抗関係について興味ある学説を發表し, 非リン剤(例えばケルセン)の連用が数種リン剤の抵抗性を発達させることがあると報じた. 彼の実験に用いたハダニの種類は, 主として *Tetranychus pacificus* (本邦には不産) であり, この説がニセナミハダニあるいは本邦産各種ハダニ類に直ちに適用されるかどうかは不明であるが, 上記のことに関連して一応注意する必要がある. ただ筆者等の予想としては, 上記 Jeppson の学説は, 単純な交叉抵抗性の問題よりはむしろ複合抵抗性または筆者のいう総合抵抗性の問題として考える方がより適切であり, しかもそれは上記のように或程度以上に抵抗性が進んだはのにおいて適用されるのではないかと考えている.

#### (4) 抵抗性対策について

ここでは, 薬剤の使用法だけに限定して述べる. 最近では化学的不妊剤の利用も研究されており, 当研究室でも若干の実験を行つたが, これらについてはここでは触れないことにする.

現存する各種薬剤を, どのように使用すれば抵抗性の増大を防止できるかは, 極めて切実な問題であり, 果樹ハダニ類についても各方面で研究が進められつつある. これにもいろいろな考え方があるが, 筆者等はやはり薬剤の輪用(ローテーション)を第一に採りあげたい. この問題については, 既に野村<sup>7)</sup>が論じたところであるが, ニセナミハダニについて経験したところを簡単に記しておきたい.

前記河津町では, 1963~64年にわたり, 新しく開園されたカーネーション園(鳥沢氏)で, エストックス・ケルセンの交互散布を実施して貰つた. また比較として別にエストックス単用区も設けた. この試験園では, 1963年2月から1964年8月までの約1年半の間に, 合計エストックス9回(ほとんど総て1000倍)およびケルセン11回(総て1000倍)が散布された. 実際には, 同一薬剤が2回続けて散布されたこともあり, 厳密な交互散布ではなかつたが, 概ね1回おきの輪用方式が励行された. この園ではエストックスの効果は最初からそれほど顕著ではなかつたが(この地帯で前にメチルジメトンがかなり使用されたのでその影響が残つていたと思われる), 実用上

には差支えない程度であつたので, あえて約1年半にわたり使用して貰つた. この結果を見ると, 単用区では後期に至りかなり効果の減退が認められたが, 輪用区では最後まで感受性の変化はなかつた. すなわちケルセンを挿入したことは, それだけの効果があつたと解釈される. ただし, その園では実験終了後も同じ方式で散布が継続されたところ, 1965年夏期に至つて漸次両剤の効果が低下したとのことである. 2種薬剤の交互散布は, 短期間はうまくいくが, ある限度を越すとその効果を失うことは, 前記メチルジメトン・ケルセンの交互散布にも見られたことである. このエストックス・ケルセンの場合もその追加例といえよう.

なお河津町では1965年から新たに3種薬剤の輪用試験を発足し現在進行中であるが, その薬剤としてはそれぞれ系統を異にするモレスタン・ゾロン・クロロマイトを使用している. 勿論まだその結果は現れていないが, 2種輪用の場合よりは期待し得ると予想している.

以上の例から示唆されるように, 輪用方式を採用するとしても, その具体的方法は十分考慮する必要がある. 筆者等は種々の点を考え合せ, 系統または作用機構の異なる2種あるいは3種薬剤の組合せをもつて1セットをつくり, このセットとしての輪用を考えているが, これは従来の薬剤単位の輪用よりは, 抵抗性対策として一そう有効であろうと推察するものである. 勿論現段階では試案の域を出ないが, 上述した総合抵抗現象などを考えると, 従来式の薬剤単位の輪用ではなお不安が残るように思われ, 更に大規模な輪用方式の採用を提案したいのである.

## VI 摘 要

1. 花類(特にカーネーション)に寄生するニセナミハダニの薬剤抵抗性事例を, 各地について調査したが, メチルジメトンに関する資料をまとめると第1表のようになる. 抵抗性の発現は, 一部は交叉抵抗または移入苗によるものと認められたが, その多くは同一薬剤の過重使用によるものと推察される.

2. 静岡県河津町(カーネーション)において, 1957年より最近まで観察・実験を継続し, メチルジメトンおよびケルセンのニセナミハダニに対する効果の変遷を追究した. その大要は第1図に示すとおりである.

3. 千葉県白浜町においても, 1958~63年にわたり, 同様の調査を行つた(第2図).

4. 上記両地方における経過は多分に相似的で, (1)連用によるメチルジメトンの抵抗性増大, (2)使用休止による感受性の復元, (3)再使用による2度目の抵抗性の急速なる増大, (4)メチルジメトンとケルセンとの交互散布に

よる複合抵抗性の出現，などが指摘された。

5. メチルジメトン・ケルセンに複合抵抗性をあらわした個体群では，他の薬剤の効果も一般に低く，こうした事象をも含めて取扱う時には“総合抵抗性”なる概念を設けることを提唱したい。

6. 抵抗性対策としての薬剤ローテーションについても小論した。

#### 文 献 (\*は間接引用)

1. Allen, W. W., A. K. Ota and R. D. Gelhring: J. Econ. Ent., 57 (2), 1964.
2. Brown, A. W. A.: Ann. Rev. Ent., 5, 1960.
3. \*Dittrich, V.: Z. angew. Ent., 48, 1961.
4. Hansen, C. O. and J. A. Naegele: Advances in Acarology. 1, 1963.
5. Jeppson, L. R.: Advances in Acarology. 1, 1963.
6. 中垣至郎: 果樹ハダニ類の薬剤抗抵抗性に関する試験成績 (日本植物防疫協会), 1964.
7. 野村健一: 農薬通信 (イハラ農薬KK), 63, 1964.
8. 野村健一・中垣至郎: 千葉大学園芸学部学術報告, 7, 1959.
9. 野村健一・中垣至郎・関口朋雄: 昭和36年度日本応用動物昆虫学会大会講演要旨, 1961.
10. Oppenoorth, F. J.: Ann. Rev. Ent. 10, 1965.
11. 真梶徳純: 果樹ハダニ類の薬剤抗抵抗性に関する試験成績 (日本植物防疫協会), 1964.
12. 谷口幹二: 日本応用動物昆虫学会誌, 7(3) (シンポジウム記録), 1963.
13. Unterstenhöfer, G.: Höfchen-Briefe, 14 (1), 1961.

#### Summary

The development of insecticide resistance of red spider mites in flower crops is now an important problem in Japan, too. On the methyldemeton resistance in *Tetranychus telarius* (formerly *T. cinnabarinus*) many districts were surveyed as shown in Tab. 1, which shows that the resistance is usually developed by many times spraying of the insecticide.

The detailed observations and experiments concerning the fluctuation of resistance were carried out both in Kawazu Town, Shizuoka Prefecture, during 1957~63, and Shirahama Town, Chiba Prefecture, in 1958~63. The annual changes of resistance in these carnation fields are resemble as shown in Figs. 1~2. The chief point of changes in resistance may be classified as follows.

1. The development of methyldemeton resistance after about 10 times spraying.
2. The decrease of resistance after no using of the insecticide during about two years.
3. The sooner development of the secondary resistance by using of methyldemeton.
4. The development of multiple resistance of methyldemeton and kelthane after rotational applications of these chemicals.

It must be noted that in the fourth stage mentioned above the effectiveness of other insecticides and acaricides are also small in general.