

植物防疫基礎講座

農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル(12)

野菜・花き害虫：アブラムシ類

静岡県農政部農業技術課 ^{さい}西 ^{とう}東 ^{つとむ}力

I 薬剤抵抗性の概況

アブラムシは、全世界で3,000種以上、わが国では700種以上が知られている。アブラムシには農業上の重要種も多く、吸汁加害をはじめ、各種ウイルス病の媒介、排泄物へのすす病の発生など、その被害は多岐にわたっている。

農林省(当時)が1960年に実施したアンケート調査によると、アブラムシに対する有機リン剤の効力減退の事例はすでに50年代に散見されている(椎野, 1961)。モモアカアブラムシでは、60年代に有機リン剤(ESP, マラソンなど)に対する抵抗性が検定により確認され(野村・市村, 1965)、70年代には個体群間でESP感受性に最大8.3倍の違いが認められている(野村・船城, 1977)。しかし、こうした感受性低下は局地的であり、感受性低下のレベルもそれほど高いものではなかったようである。有機リン剤、カーバメート剤、合成ピレスロイド剤に対する抵抗性が全国的に問題化することになったのは、80年代以降のことである(谷口, 1987; 森下・東, 1990; 広瀬, 1991)。

一方、ワタアブラムシでも80年代に入ると有機リン剤やカーバメート剤に対する抵抗性が急速に顕在化している(浜, 1987; 谷口, 1987; 西東, 1991a)。1989年には合成ピレスロイド剤に対する高度の抵抗性が確認され(西東, 1990a)、モモアカアブラムシと同様、その防除は年々困難となっている。

モモアカアブラムシの薬剤抵抗性はエステラーゼのアイソザイムの一つE4(=RAE)の活性増大によって発現する(DEVONSHIRE, 1977; DEVONSHIRE and SAWICKI, 1979)。このアイソザイムは、体内に取り込まれた有機リン剤、カーバメート剤、ピレスロイド剤などを加水分解活性と捕捉結合活性の二つの作用によって分解・解毒する(DEVONSHIRE and MOORES, 1982)。これに対し、ワタアブラムシではエステラーゼのすべてのアイソザイムが

有機リン剤抵抗性の発現に関与しており、E4のような特定のアイソザイムの関与は確認されていない(西東, 1995)。また、ワタアブラムシのエステラーゼのMEPに対する解毒活性はもっぱら捕捉結合活性によることが明らかにされており(SUZUKI et al., 1993)、モモアカアブラムシのエステラーゼとは対照的である。ワタアブラムシでは、カーバメート剤のうちNACやメソミルに対する抵抗性は解毒酵素(エステラーゼ、薬物酸化酵素)の活性増大に起因し、ピリミカーブに対する抵抗性はその標的酵素であるAChEの感受性低下で説明されている(SUZUKI and HAMA, 1994)。また、ピレスロイド剤抵抗性には*kdr*因子のような解毒酵素とは異なる要因の関与が考えられている(西東ら, 1995)。

モモアカアブラムシとワタアブラムシは、寄主範囲や生活環を異にする多くのバイオタイプを包含する種であり、最近、バイオタイプと薬剤抵抗性の関連が注目されている。ワタアブラムシではウリ科作物選好性で有機リン剤感受性が低いバイオタイプ(ウリタイプ)と、ナス科作物選好性で有機リン剤感受性が高いバイオタイプ(ナスタイプ)の存在が確認されている(西東, 1991b; 安藤ら, 1992; 細田ら, 1993)。また、ワタアブラムシのいろいろなバイオタイプが寄生するイチゴやキクは、植物体が一年中存在することから、薬剤抵抗性個体の温床となっており、抵抗性問題も顕在化しやすい作物と考えられている(西東, 1991a)。

II 薬剤感受性検定法

供試虫の入手:

アブラムシは、寄主植物とともに採集し、ペーパータオルなどで軽く包み、ビニール袋に入れて持ち帰る。採集の単位は調査の目的によって異なるが、圃場単位の検定では数か所から数十頭ずつ採集し、ひとまとめにして供試する。野外で採集した個体は寄生蜂や寄生菌に侵されているものが少なくないので、注意深く観察し、異常な個体を取り除いてから供試する。クローンの薬剤感受性検定では、1頭の雌成虫から増殖させた個体を供試する。

薬剤感受性個体を野外から採集するのは困難であるた

Methods for the Measurement of Susceptibility of Agricultural Insect Pests to Insecticides. The Aphids. By Tsutomu SAITO

(キーワード: 半翅目, アブラムシ類, 薬剤感受性, 検定法)

め、感受性系統は試験研究機関から譲渡してもらう。

供試虫の累代飼育：

モモアカアブラムシやワタアブラムシの飼育は比較的容易である。アブラムシは単為生殖を行うことから、クローンとして維持することもできる。

モモアカアブラムシとワタアブラムシはバイオタイプによって寄主植物が異なることがある。このため、餌植物の選定に当たっては留意しなくてはならないが、モモアカアブラムシはどのバイオタイプでもダイコンの葉でよく育つ（高田，1991）。また、ワタアブラムシではイチゴの葉片（西東，1991b）やソラマメの芽出し（村井，1991）を用いた飼育法によって、ほとんどのバイオタイプをクローンとして飼育・維持することができる。ただし、イチゴやソラマメで飼育された個体は小型化することから、発育良好な寄主植物に移し数世代増殖したのちに検定を行う。飼育は15～20℃で16時間照明の恒温室で行う。

検定法の種類と特徴：

アブラムシの防除剤は大部分が接触毒を示す薬剤である。接触毒性の検定には、薬剤を成虫に滴下する局所施用法と、薬液に成虫を浸漬する虫体浸漬法がある。局所施用法は所定量の薬剤を虫体に付着させることができるため、薬剤感受性の検定法として最適であるが、薬剤の処理にミクロアプリーケーターが必要で、技術的な習熟を要する。虫体浸漬法は比較的容易であり、検定に用いた薬液の濃度から実際の防除効果を推測することもできる。検定の目的にもよるが、地域や圃場における薬剤抵抗性の実態把握には虫体浸漬法、累代飼育系統やクローンの検定には局所施用法が適している。局所施用法は協

力剤の試験にも適している。

吸汁性害虫であるアブラムシでは、植物体内での浸透移行性が高く経口毒を示す薬剤も防除に用いられている。経口毒性の検定には、パラフィルム膜を用いた経口投与法がある（浅野，1979）。

生化学的な手法として、有機リン剤抵抗性レベルと平行関係にあるエステラーゼ活性を個体ごとに測定する方法が確立されている（HAMA and Hosoda, 1988）。この酵素活性は、野外個体群のクローン構成や抵抗性発達の経過を解析するための指標としても利用できる（西東，1990b, 1990c, 1991b）。

Ⅲ 局所施用法（TAKADA and MURAKAMI, 1988；西東ら，1995）：（表-1）

供試虫：

実験室内で数世代飼育した個体群を用いる。検定には羽化3～4日後の大きさのそろった無翅雌成虫を供試する。LD₅₀値は体重当たりの薬量で表示するため、20～30頭の成虫の体重を2～3回秤量し、その平均値から1個体の体重を算出しておく。

薬液の調製：

薬剤は原体を用い、アセトン・ブタノン混液（1：1）で希釈して所定濃度の薬液を調製する。通常、1%か0.1%の薬液をあらかじめ調製しておき、これを基に2，4，10倍に希釈し、さらに各希釈液を10倍に希釈する方法を繰り返して各濃度の薬液を調製する。死亡率50%を中心に前後2～3段階の濃度を設定して検定を行う。

表-1 ワタアブラムシ系統の局所施用法による各薬剤のLD₅₀値（μg/g）

系統	寄主	ダイア ジノン	DDVP	MEP	マラソン	NAC	メソミル	ピリミ カーブ	フェンバ レレート	ベルメ トリン	DDT	文献
S	カボチャ	9.05	40.7	4.15	8.69	2.06	1.95	0.527	0.151	0.160	52.0	(1)
E	ナス	78.8	67.1	21.6	21.8	21.1	11.6	>1,230	0.166	0.186	48.9	
E-10	ナス	150	313	96.0	86.4	62.9	13.4	>1,200	0.310	0.308	60.0	
M	メロン	188	160	69.0	239	66.4	13.0	895	0.281	0.181	33.8	
C	キュウリ	209	235	116	142	144	19.7	1,950	0.194	0.140	98.8	
St	イチゴ	234	273	186	148	50.3	22.6	>1,070	2,490	731	163	
KP-1	カボチャ				20			0.19				(2)
KG-1	ミカン				15			0.54				
M-422	ジャガイモ				12			130				
KG-104	カボチャ				290			3,700				
S	カボチャ			3.12								(3)
C	キュウリ			40.69								

(1)：西東ら（1995），(2)：TAKADA and MURAKAMI（1988），(3)：SUZUKI et al.（1993）。

検定実施場所：

20～25℃で、風のない実験室で検定を行う。温度が高過ぎたり、風があると、薬液の溶剤が急速に揮発し、薬液を正確に滴下することが難しくなる。

検定手順：

・大きさのそろった無翅胎生雌成虫 5 頭を餌植物の葉片 (3 cm 角) に移し、湿らせた沄紙を敷いたふた付プラスチック容器 (直径 5 cm 程度) に入れる。これを 20～23℃に置き、成虫が葉片に定着し動かなくなるまで待つ。

・薬液をマイクロシリンジに少量吸入し、マイクロアプリケーションにセットする。

・成虫を定着させた葉片をピンセットで沄紙上に移し、マイクロシリンジ先端から押し出される薬液を実体顕微鏡下で確認しながら成虫の胸部背面にすばやく滴下する。薬液の処理量は成虫の大きさによって異なるが、

0.015～0.025 μ l/頭が適当である。

・処理虫は、葉片ごとプラスチック容器に戻してふたをする。これを恒温器 (23℃, 16 L-8 D) に収納して 24 時間後に生死を判定する。正常に歩行できない個体も死虫に含める。

・1 濃度当たりの供試虫数は、30 頭以上を確保する。

IV 虫体浸漬法 (浜, 1987)：(表-2, 3)

供試虫：

野外から採集した個体群を供試する。原則として採集当日に検定を行うが、採集虫をビニール袋に入れたまま 10～15℃の暗所で 1～2 日保存することもできる。検定には大きさのそろった無翅の雌成虫を用いる。

薬液の調製：

市販の薬剤 (乳剤, 水和剤, フロアブルなど) を使用する。薬剤の希釈には、界面活性剤 (トリトン X-100)

表-2 ワタアブラムシ個体群の虫体浸漬法による各薬剤 LC₅₀ 値 (ppm)

個体群	寄主	マラソン	DDVP	MEP	NAC	ピリミカーブ	ベルメトリン	フルバリネート	フェンチルレート	文献
S	カボチャ	26	44		59		0.67			(1)
PH 4	ジャガイモ	62	23		20		0.51			
MI	メロン	1,580	212		116		1.97			
CrS	キク	>2,500	97		195		0.49			
SN 1	イチゴ	>2,500	521							
ChPR-1	キク	100					>1,600			(2)
S	カボチャ	7.67	20.7	5.70	8.32	0.771			1.66	(3)
E	ナス	29.1	18.1	13.1	170	305			3.90	(4)
R	カボチャ	97.5	34.1	28.2	31.9	257			1.21	
C	キュウリ	164	55.1	73.9	184	525			1.31	
H-13	ジャガイモ	50.5		19.7		>480				
GP 2	ナシ	183		88.1		>480				
ナシ-8	ナシ		122	33	198			1		(5)
ナシ-4	ナシ		197	54	69			>400		
カンキツ-4	カンキツ		225	59	410			>760		

(1)：西東 (1989), (2)：西東 (1990 a), (3)：浜ら (1995), (4)：Suzuki et al. (1993), (5)：早田・大久保 (1992).

表-3 モモアカアブラムシ個体群の虫体浸漬法による各薬剤の LC₅₀ 値 (ppm)

個体群	寄主	DDVP	ダイアジノン	MEP	シベルメトリン	ベルメトリン	文献
越 22	シシトウ	561	155	>1,000	120		(1)
須 13	トマト	123	31.1		74.1		
中 32	ナス	274	67.0	>1,000	>120		
沖 11	ダイコン	91.8	21.7	78.5	1.30	7.53	
芸 41	ピーマン				99.3	243	
土 11	キク				79.3	>400	
宿 13	ナス				>120	>400	
和歌山	ナス	270				338	(2)

(1)：広瀬 (1991), (2)：森下・東 (1990).

を0.02%添加した蒸留水を使用する。通常、薬剤の100倍希釈液か1,000倍希釈液を調製しておき、これを基に2, 4, 10倍に希釈し、さらに各希釈液をそれぞれ10倍に希釈する操作を繰り返して各濃度の薬液を調製する。検定の希釈濃度は、死亡率50%を中心に前後2〜3段階設定する。薬剤の調製は検定のつで行う。

検定実施場所：

寄主植物から離脱したアブラムシは乾燥と高温に弱い。ため、検定作業は風がない20〜25℃の実験室で行う。

検定手順：

・ガラス管を切断し断面を平らにした円筒（内径21mm、高さ20mm）を検定容器として準備する。この円筒の一端をテトロンゴースで覆い、5mm程度の幅で輪切りにしたビニルチューブで留めておく。

・採集したアブラムシを寄主植物ごとビニル袋から出して白いバットに移す。このまましばらく放置すると、寄主植物から離脱した個体は、バットの縁に登ってはいかないので、大ききのそろった健全な無翅雌成虫を選び、面相筆を用いて円筒に10頭ずつ入れたのち、円筒の他端もテトロンゴースで覆いビニルチューブで留める。

・円筒を軽くたたいて供試虫を下面のテトロンゴース上に落としたのち、ガラスシャーレに満たした薬液に円筒の下端を浸し、小刻みに振りながら供試虫を10秒間浸漬する。

・円筒を薬液から引き上げ、薬液が付着したテトロンゴースを下にして沅紙に密着させ薬液を除去する。続いて、円筒を逆さにして、軽くたたいて、下面のテトロンゴース上に処理虫を落とす。

・薬液に浸漬したテトロンゴースを除去し、円筒の断面に合わせて丸く切り取った餌植物葉片(*)の裏面を内側にに向けて張り付け、引き延ばしたパラフィルムで覆う。他端のテトロンゴースも新しいテトロンゴースに取り替える。

(*) 葉片の代わりに、ショ糖水溶液（モモアカアブラムシ：10%、ワタアブラムシ：20%）を与える方法もある。すなわち、引き延ばしたパラフィルムを円筒に張り付け、ここにショ糖水溶液を適量滴下し、その上からパラフィルムで密封する。

・塩化アンモニウム飽和溶液で湿度79%（20℃）に調節した密閉容器に、処理虫の入った円筒を収容し、これを23℃の恒温器に入れ、24時間後に生死を判定する(**)。正常に歩行できない個体も死虫に含める。

(**) 処理虫の生死を判定するまでの時間は、薬剤の特性によって調節する必要がある。速効性の薬剤については、餌なしで処理2〜3時間後に生死を判定することもできる。遅効性薬剤（ピメトロジン）では、処理4〜8日後に生死を判定するのが適当とされている（奈良井・村井、1995）。

・1濃度当たりの供試虫数は、30頭以上を確保する。

引用文献

- 1) 安藤幸夫ら (1992)：応動昆 36：61〜63.
- 2) 浅野勝司 (1979)：野菜害虫の殺虫剤抵抗性に関するシンポジウム，日本植物防疫協会，pp. 53〜56.
- 3) DEVONSHIRE, A. L. (1977)：Biochem. Journal 167：675〜683.
- 4) ——— and R. M. SAWICKI (1979)：Nature 280：140〜141.
- 5) ——— and G. D. MOORES (1982)：Pesticide Biochem. Physiol. 18：235〜246.
- 6) 浜 弘司 (1987)：植物防疫 41：159〜164.
- 7) HAMA, H. and A. HOSODA (1988)：Appl. Entomol. Zool. 23：109〜112.
- 8) ———ら (1995)：応動昆 39：117〜125.
- 9) 広瀬拓也 (1991)：四国植防 26：85〜93.
- 10) 細田昭男ら (1993)：応動昆 37：83〜90.
- 11) 森下正彦・東勝千代 (1990)：同上 34：163〜165.
- 12) 村井 保 (1991)：昆虫の飼育法（湯嶋 健ら編），日本植物防疫協会，pp. 75〜77.
- 13) 奈良井祐隆・村井 保 (1995)：応動昆中国支部会報 37：11〜17.
- 14) 野村健一・市村 皓 (1965)：農薬 12：36〜39.
- 15) ———・船城衛介 (1977)：千葉大学園芸学部学術報告 25：122〜125.
- 16) 西東 力 (1989)：応動昆 33：204〜210.
- 17) ——— (1990 a)：同上 34：174〜176.
- 18) ——— (1990 b)：同上 34：309〜314.
- 19) ——— (1990 c)：同上 34：37〜41.
- 20) ——— (1991 a)：植物防疫 45：360〜363.
- 21) ——— (1991 b)：応動昆 35：145〜152.
- 22) ——— (1995)：静岡農試特別報告 第21号 69 p.
- 23) ———ら (1995)：応動昆 39：151〜158.
- 24) 椎野秀蔵 (1961)：植物防疫 15：206〜208.
- 25) 早田栄一郎・大久保宣雄 (1992)：九病虫研会報 38：155〜159.
- 26) SUZUKI, K. and H. HAMA (1994)：Appl. Entomol. Zool. 29：300〜303.
- 27) ——— et al. (1993)：ibid. 28：439〜450.
- 28) 高田 肇 (1991)：昆虫の飼育法（湯嶋 健ら編），日本植物防疫協会，pp. 71〜74.
- 29) TAKADA, H. and Y. MURAKAMI (1988)：Entomol. Exp. Appl. 48：37〜41.
- 30) 谷口達雄 (1987)：植物防疫 41：65〜169.