

オレイン酸ナトリウム液剤の殺虫効果とそのメカニズム

大塚化学株式会社 ^{まつだみちお}松田径央・^{みやたてつじ}宮田哲至・^{たかぎやすし}高木康至

はじめに

近年、害虫の既存薬剤に対する抵抗性の発達や難防除害虫の海外からの侵入などにより、防除が一層複雑かつ困難になりつつある。新しい作用性を持つ殺虫剤の開発はこの解決策の一つであるが、昆虫の呼吸を担う気管系の物理的封鎖というきわめて単純な作用性を持つ油脂・石鹼類の利用も再考に値する。

いわゆる石鹼に殺虫作用のあることは古くから知られており、その安全性は長年にわたる使用実績が証明するところである。弊社はこの点に着目し、石鹼に含まれる成分のアブラムシなどの微小害虫に対する殺虫効果及び作物・環境に対する安全性の両面から検討を重ね、最終的にオレイン酸ナトリウムを選抜した。1989年よりオレイン酸ナトリウムを20%含む液剤の(社)日本植物防疫協会での委託試験を開始し、1992年にはキュウリのワタアブラムシを適用害虫として農業登録を取得した(商品名:オレート液剤)。その後の検討により、タバココナジラミやハダニ類に対しても有効であるとともに、天敵や有用昆虫に対して影響が少ないことなどを確認している。現在は果菜・果樹及び花き類を中心としたこれらの害虫に適用拡大作業を進めている。

ここでは、本剤の殺虫効果とそのメカニズムについて紹介する。

I 殺虫効果

1 活性範囲

本剤は多くの昆虫に対して殺虫活性を示すが、概して大型の昆虫に対する殺虫活性は低く、アブラムシ類、コナジラミ類、カイガラムシ類、スリップス類、ハダニ類などの微小昆虫に対する殺虫活性が高い。残効性、忌避活性及び殺卵活性はほとんど認められていない。

また、本剤は殺菌活性も有し、特にイチゴ、キュウリなどのうどんこ病に対して治療効果が認められている。これまでに、①予防効果はなく、治療効果のみである、②感染初期～孢子形成期までのどの段階でも効果があるが、特に孢子形成開始期に効果が高い、ことなどが明らか

かとなっているが、その作用機作については不明なところが多い。

2 殺虫効果と天敵に対する影響

これまでの検討で、アブラムシ類、コナジラミ類及びハダニ類に対して、0.1~0.2%以上のオレイン酸ナトリウム濃度で実用レベルの殺虫活性が認められることが明らかとなっている。このことから、オレイン酸ナトリウム液剤(有効成分含有量:20%)のこれらの害虫に対する適用希釈倍数は100倍で開発を進めている。

アブラムシ類の各種薬剤に対する抵抗性の発達は、近年果樹及び野菜のワタアブラムシとモモアカアブラムシで顕著に認められる。本剤のこれらの抵抗性個体群に対する効果は感受性個体群に対する効果と同等である。ポット植えのキュウリ及びキャベツに合成ピレスロイド剤抵抗性系統のワタアブラムシ及び各種薬剤抵抗性系統のモモアカアブラムシを放飼して本剤を散布し、殺虫効果を検討した。結果を表-1及び2に補正密度指数で示した。本剤(100倍)は各種の薬剤に対する感受性が低下した両アブラムシに対して高い殺虫効果を示した。しかし、散布7日後には残存個体からの増殖により個体数の増加が観察された。このように、本剤は虫体への直接付着が効果発現の条件となるため、アブラムシのような増

表-1 合成ピレスロイド剤抵抗性ワタアブラムシに対する防除効果(キュウリ,ポット試験)

供試薬剤	希釈倍数	補正密度指数	
		散布2日後	散布7日後
オレイン酸ナトリウム液剤	100	6	12
ピリミカブ水和剤	1,000	96	137
ベルメトリン乳剤	2,000	89	58

表-2 各種薬剤抵抗性モモアカアブラムシに対する防除効果(キャベツ,ポット試験)

供試薬剤	希釈倍数	補正密度指数	
		散布2日後	散布7日後
オレイン酸ナトリウム液剤	100	1	7
アセフェート水和剤	1,000	43	34
ピリミカブ水和剤	1,000	104	321
エチオフェンカルブ乳剤	1,000	84	99
ベルメトリン乳剤	2,000	25	54

殖力の大きい害虫に対して多発時や散布むらにより生存個体が残った場合には1回散布では効果が不十分な場合があることが示された。そこで、有効な散布間隔を検討した結果、生存個体が存在する場合でもアブラムシ類では5日間隔の2回散布により低密度に防除できることが明らかとなった。図-1にキュウリに寄生したワタアブラムシに対する本剤(100倍)の1回散布と5日間隔での2回散布による圃場試験の結果を示した。ポット試験と同様に、本剤の1回散布は散布2日後には高い防除効果を示したが、7日後には個体数の増加が認められ、14日後には無処理区の約1/3まで増加した。一方、本剤の5日間隔の2回散布ではその9日後でもワタアブラムシを低密度に抑制した。同様な結果はキャベツ及びびナスのモモアカアブラムシでも確認されている。

コナジラミ類やハダニ類の場合は散布むらによる生存個体に加えて卵が残るので、それらの卵期間と温度などの環境条件を考慮して2回散布する必要がある。例えば、タバココナジラミに対する殺虫活性は成虫>1齢>2齢>3齢・蛹>卵の順に強いが、産卵数のきわめて多い本害虫に対しては、各ステージが混在する実防除場面に

おいて1回散布では効果が不十分な場合がある。本剤の効果を最大限に発揮するためには、本害虫を若齢幼虫のステージにそろえて本剤を散布することが望ましい。本剤の散布間隔と防除効果を検討した結果、タバココナジラミの卵期間と最も効果の高い散布間隔は一致し、25°Cの条件では7日間隔の2回散布が最も効果的であった(図-2)。

このように、本剤は微小害虫に対して高い効果があるが、寄生性・捕食性の天敵に対しては影響が少ないことが確認されている。表-3にキュウリ圃場で生息が観察された捕食性天敵類に対する本剤(60倍)の6日間隔2回散布による影響を調査した結果を示した。本剤の2回散布3日後の調査ではクサカゲロウ、ハナカメムシ及びテントウムシの生息密度は無処理と比べて低下していたが、7日後には無処理と同程度まで回復した。ヒラタアブの生息密度は3日後においても無処理と同程度であった。この結果より、散布時に生息した天敵類に対しては一時的に密度を低下させるが、その後の影響は少ないと考えられた。また、導入天敵として期待されるオンシツツヤコバチやチリカブリダニに対しても本剤処理後の影響は

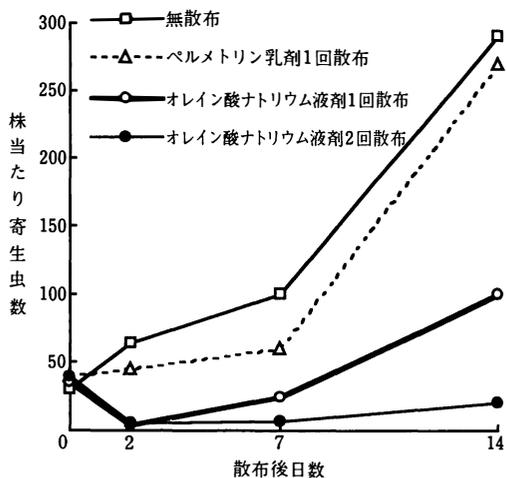


図-1 キュウリのワタアブラムシに対する1回散布と2回散布による防除効果

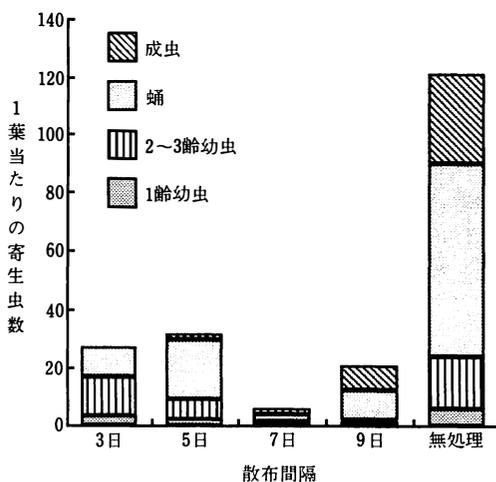


図-2 散布間隔の違いによるタバココナジラミに対する効果(作物:キュウリ, 処理22日後)

表-3 キュウリ圃場におけるオレイン酸ナトリウム液剤2回散布後の天敵類の生息数(10株, 50葉当たり)

供試薬剤	3日後				7日後			
	クサカゲロウ	ハナカメムシ	ヒラタアブ	テントウムシ	クサカゲロウ	ハナカメムシ	ヒラタアブ	テントウムシ
オレイン酸ナトリウム液剤	3	4	4	1	28	34	5	10
無処理	16	11	4	5	30	37	8	4

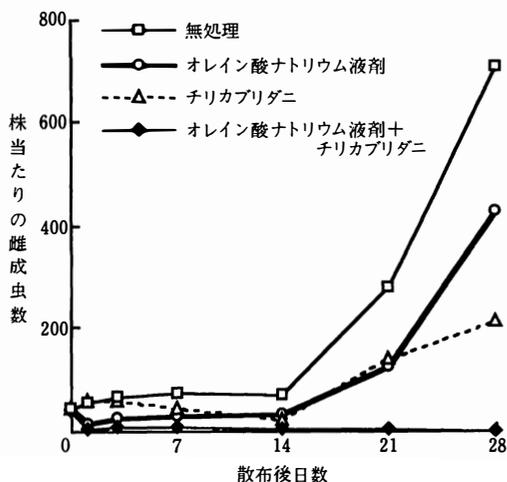


図-3 インゲンのナミハダニに対するチリカブリダニとの組み合わせによる防除効果

少ないことが明らかとなっている。図-3に土耕温室内においてインゲンマメに寄生したナミハダニに対して本剤(100倍)の散布直後にチリカブリダニを株当たり6頭放飼した場合のナミハダニの密度の推移を示した(松田ら, 1994)。本剤の1回散布区では散布14日後までナミハダニを比較的低密度に抑制したが、それ以後はナミハダニの密度は増加した。一方、本剤散布直後にチリカブリダニを放飼した区では、散布28日後までナミハダニの密度をきわめて低く抑え、優れた防除効果が認められた。この結果からも示唆されるように、単にこれらの天敵に影響が少ないというだけではなく、本剤をこれらと組み合わせることにより、より効率的な害虫防除が可能であると考えられる。

II 殺虫メカニズム

1 昆虫・ハダニの気門

昆虫の大きな特徴の一つとして気管呼吸をすることがあげられる。昆虫は外界に開いた気門から空気を取り入れ、体腔内に広がる気管を通じて分配し、毛細気管でガス交換を行っている。気門は両体側部に対をなして並んでおり、その数は昆虫種によって異なる。口絵写真①は走査型電子顕微鏡で撮影したワタアブラムシの気門(体側部の黒点)を示したものである。また、口絵写真②及び③は同様の腹部後方の気門とその拡大写真である。ワタアブラムシでは気門の直径は約 $10\ \mu\text{m}$ ($1/100\ \text{mm}$)である。一方、ハダニ類の気門は昆虫と異なり、1対の気門が顎体部にある。

そこで、水などの液体でこの気管系を物理的に封鎖し

て呼吸阻害を生じさせれば、昆虫及びハダニ類に対する防除手段となることは容易に想像される。しかし、昆虫の皮膚はクチクラと呼ばれる疎水性の表皮に覆われているため撥水性を有し、気門内への水の浸入を阻んでいる。また、体内の水分調節手段として、一般に昆虫は開閉筋により、ハダニは担針体を体の内部に引き込むことで気門を閉塞している。

2 オレイン酸ナトリウムによる殺虫作用

一般に、殺虫性石鹼水による殺虫作用は、石鹼分子の疎水性表皮への吸着によって水の昆虫皮膚に対する界面張力が低下する結果、石鹼水が虫体に湿展して気門部から浸入し、体内の気管系を浸潤・封鎖して窒息死させる物理的作用と考えられている。弊社もオレイン酸ナトリウムの作用性についてはこのような物理的作用の説を支持している。殺虫性石鹼水は海外でも古くから使用されているものであるが、この作用性を裏付ける証拠は意外に少ない。弊社では、現在オレイン酸ナトリウムを用いてこの殺虫メカニズムの解明を試みており、いくつかのことが明らかとなっているのでここに紹介する。

口絵写真④及び⑤はキュウリ葉に寄生したワタアブラムシに対してオレイン酸ナトリウム液剤の100倍希釈液あるいは蒸留水を散布した直後の写真である。本剤を散布したワタアブラムシは被膜に覆われて死亡していたが、蒸留水散布葉で生存している個体との体色などの外観上の差異は薬液乾燥後も認められなかった。

また、モモアカアブラムシを用いて、局所施用法により $0.018\ \mu\text{l}$ のオレイン酸ナトリウム水溶液(4000 ppm)を一方は頭部、もう一方は腹部の気門に沿って塗布して殺虫効果を調べた結果、頭部に処理した場合は死亡が全く認められなかったのに対し、気門部に処理した場合は70%の死亡率を示した。

次に、本剤の気管系への浸入の有無を確認するため、オレイン酸ナトリウム希釈液に蛍光色素を溶解させ、ワモンゴキブリの若虫に処理して体表から気管への浸潤の様子を蛍光顕微鏡によって観察した。口絵写真⑥はワモンゴキブリの胸部気門から、蛍光色素を溶解させた本剤希釈液が浸潤の様子を解剖後直ちに倒立型蛍光顕微鏡に装着したCCDカメラでビデオテープにリアルタイムで記録したのからプリントアウトしたものである。前腸に分布する気管内に黄緑色の蛍光が認められ、ワモンゴキブリでは本剤希釈液が少なくとも消化管付近の気管まで浸潤していることが明らかとなった。対照の蛍光色素溶液では口絵写真⑦のように気管内に蛍光は認められなかった。トビイロウンカ成虫を供試した試験においても同様な結果であった。

以上の結果より、散布されたオレイン酸ナトリウム液剤は、気管系の入口である気門を単純に被覆するだけでなく、気管内に浸潤し、毛細気管レベルでの呼吸阻害を生じさせることにより殺虫作用を発現するものと思われる。

おわりに

オレイン酸ナトリウム液剤は動植物に含まれる脂肪酸から抽出されたオレイン酸を精製してけん化し、散布液を調製しやすいように液剤化したものである。オレイン酸ナトリウムは特に化粧石鹸や洗濯石鹸の成分として人体に接する機会の多い場面で古くから活用されており、その使用者に対する安全性については種々の面から十分に確認されている。また、オレイン酸ナトリウムは日本をはじめ米国、EC 各国でも食品添加物に指定されており、FAO/WHO 合同食品添加物専門家委員会で ADI (1 日当たり摂取許容量) を設定しないで使用できる食品添加物に指定されている。作物残留試験の結果も収穫前日まで使用しても十分に安全性が確保されることを示すものである。また、天敵昆虫に加えて、カイコやミツバチ・マルハナバチなどの有用昆虫、さらには鳥類や水生生物に対する影響も少ないことが確認されている。土壌や自然水中における代謝分解も速やかである。このよう

に、本剤は人畜、標的外生物及び自然環境に対する安全性が高い薬剤である。なお、本剤の安全性については既に報告した。

本剤は「かかれば効く」という単純明解な作用機作を有するユニークな薬剤である。本剤の効果は実用に足るものであるが、作用が物理的であるがために、①使用濃度が高い、②残効性に乏しいため多発時には 2 回散布が必要である、③スペクトラムが微小害虫に限られる、などの短所もあわせもつ。このため、本剤は植物保護において重要な役割を果たしている化学合成農薬に置き替わる薬剤ではなく、化学合成農薬の持つ欠点を補う薬剤と位置づけられる。特に、有効な薬剤活用と抵抗性回避をめざす体系防除、ミツバチ・マルハナバチなどを利用した作物管理、さらには天敵などを利用した総合防除の中で生じる害虫防除の隙間を埋める薬剤の一つとしての活用を模索していきたいと考えている。

最後に、電子顕微鏡写真の撮影および本文のご校閲をしていただいた、京都市芸繊維大学の遠藤泰久教授に感謝したい。

引用文献

- 1) 松田径央ら (1994): 関西病虫研報 36: 45~46.
- 2) 高木康至 (1994): 農薬時報 新農薬情報 9

本会発行図書

『応用植物病理学用語集』

濱屋悦次 (前農林水産省農業環境技術研究所微生物管理科長) 編著 B6 判 506 ページ

定価 4,800 円 (本体 4,660 円) 送料 380 円

植物病理学研究に必要な用語について、植物病理学はもちろん、農薬、防除、生化学、分子生物学などについても取り上げ(約 6,800 語)、紛らわしい用語には簡単な説明を付けそれぞれを英和、和英に分けてアルファベット順に掲載し、また、付録には植物のウイルス、細菌、線虫の分類表を付した用語集です。植物病理学の専門家はもちろん広く植物防疫の関係者にとってご活用いただきたい用語集です。

お申し込みは前金 (現金書留・郵便振替・小為替など) で直接本会までお申し込み下さい。