

昆虫病原性線虫 *Steinernema carpocapsae* と 殺虫剤との混合施用のハスモンヨトウに対する殺虫効果*

中野昭雄・喜田直康**
(徳島県立農業試験場)

Effect of mixing application of the entomogenous nematode, *Steinernema carpocapsae* with the chemical insecticides on the common cutworm, *Spodoptera litura*

By Akio NAKANO and Naoyasu KITA (Tokushima Prefectural Agricultural Experiment Station, Ishii-cho, Tokushima Pref. 779-32)

Mixing application of the entomogenous nematode *Steinernema carpocapsae* with the chemical insecticides was evaluated as an integrated control method against the common cutworm, *Spodoptera litura* which had been highly resistant to various insecticides and other insects in sweet potato fields. In petri dish bioassays, treatment of six insecticide solutions, acephate, 3 synthetic pyrethroids (permethrin, cypermethrin and ethofenprox), 2 benzoylphenylureas (teflubenzuron and chlorfluazuron), apparently had no effect on nictating behavior of the nematode. In a field test, the mixing application of nematodes with one of two insecticides, ethofenprox or chlorfluazuron, was more effective to the released 4th instar *S. litura* larvae than respective applications of the chemicals.

緒 言

近年、徳島県鳴門市を中心とするサツマイモ栽培地帯では、8~9月に常発するハスモンヨトウの薬剤感受性の低下が顕在化し、問題となっている。中野・喜田(1995)はその対策の一つとして、昆虫病原性線虫の利用による防除の可能性を示唆した。しかし、実用レベルの防除効果を期待するには、1ml当たり4,000頭以上の高濃度の懸濁液が必要である。また、現地サツマイモ畑ではハスモンヨトウ以外に、ナカジロシタバ、エビガラスズメ、シロイチモジヨトウの食葉性害虫、シルバーリーフコナジラミ等の吸汁性害虫も同時発生するため、これらを含めた総合的な防除体系が必要である。

そこで、本研究ではサツマイモ畑の難防除害虫であるハスモンヨトウに昆虫病原性線虫を、他害虫に殺虫剤を利用する総合的な防除体系を確立するために、昆虫病原性線虫と殺虫剤との混合施用のハスモンヨトウに対する殺虫効果を検討したので報告する。

本研究を進めるに当たり、有益な御助言を頂いた佐賀大学石橋信義教授、筑波大学正野俊夫教授に、また昆虫病原性線虫(BIOVECTER®)を御提供頂いた日本チバガイギー株式会社に対して深く感謝の意を表する。

材料および方法

1. 供試線虫: 試験には米国 Biosys 社製の

* 本研究は、農林水産省の平成3~5年地域重要技術開発促進事業の経費の一部で実施した。また、本研究の一部は、第38回日本応用動物昆虫学会で発表した。

** 現在 徳島県農林政策課流通対策室

第1表 供試薬剤

一般名	成分量 (%)	剤型	商品名	サツマイモに対する登録
アセフェート	50	水和剤	オルトラン水和剤	無
プロチオホス	45	乳剤	トクチオン乳剤	有
ピラクロホス	30	水和剤	ボルテージ水和剤	有
メソミル	45	水和剤	ランネート45水和剤	有
チオジカルブ	75	水和剤	ラービン水和剤75	有
フェンバレレート・マラソン	10+30	水和剤	ハクサップ水和剤	有
フェンバレレート・MEP	10+30	水和剤	パーマチオン水和剤	有
エトフェンプロックス	20	乳剤	トレボン乳剤	有
シペルメトリン	6	水和剤	アグロスリン水和剤	有
ベルメトリン	20	乳剤	アディオオン乳剤	有
クロルフルアズロン	5	乳剤	アタブロン乳剤	取得予定
テフルベンズロン	5	乳剤	ノーモルト乳剤	有

BIOVECTER® (*Steinernema carpocapsae*, All 系統の感染態第3期幼虫) (以下、線虫という) を供した。

2. 昆虫病原性線虫の行動に対する各種殺虫剤の影響

線虫懸濁液と第1表に示した12薬剤を混用し、線虫懸濁液の濃度を1,000頭/ml、供試薬剤を常用

濃度に調整後、4mlをペトリ皿(直径8.5cm、高さ1.8cm)に滴下し、その上に滅菌砂50gをしきつめ、25°Cの恒温器に静置した。処理は1薬剤につき3反復を行った。24時間後、実体顕微鏡下で1皿当たり直径12mmの10視野中に観察される砂表面上でニクテイティングをする線虫を数えた。

3. 混合施用のハスモンヨトウに対する殺虫効果

第2表 昆虫病原性線虫の行動に対する各種殺虫剤の影響

供試薬剤	希釈濃度 (ppm)	ニクテイティング行動の線虫数(頭)					判定
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
アセフェート	500	11.8bc	4.0bc	4.0dc	7.1cd	8.8bcd	-
プロチオホス	450	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	+
ピラクロホス	300	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	+
メソミル	450	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	+
チオジカルブ	750	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	+
フェンバレレート・マラソン	100・300	0.9a	0 a	0 a	0 a	0 a	+
フェンバレレート・MEP	100・300	0.3a	0 a	0 a	0 a	0 a	+
エトフェンプロックス	200	14.3c	2.0b	2.9bc	4.5b	6.1b	-
シペルメトリン	60	14.3c	3.8cd	3.6bc	5.3bc	9.8d	-
ベルメトリン	200	14.0c	2.6bcd	2.4b	4.4b	7.0bcd	-
クロルフルアズロン	50	14.7c	2.4bc	2.1b	4.5b	14.7c	-
テフルベンズロン	50	8.3b	2.5bc	3.2bc	4.8bc	8.3d	-
水道水(対照)		11.7bc	3.5cd	2.8bc	7.7d	11.7dc	

1) 1視野(直径12mm)当たり線虫数

2) 線虫行動に対する影響; +: 影響あり, -: 影響なし

3) 同一英子文字間は Tukey の多重比較により差がないことを示す。

試験は鳴門市大津町備前島の鳴門市農業センター内のサツマイモ砂地圃場で1992年9月12日に行った。1,000頭/mlの線虫懸濁液に殺虫剤のエトフェンプロックス20%乳剤(トレボン乳剤[®])1,000倍液, クロルフルアズロン5%乳剤(アタブロン乳剤[®])2,000倍液, メソミル45%水和剤(ランネート45水和剤[®])1,000倍液をそれぞれ混用し, 展着剤(クミテン[®]10,000倍液)を加用後, 肩掛け式手動噴霧器で15㎡に200l/10aを日没後に散布した。散布直後に展開第5~7葉までをつるから切り放さずに, 針金で枠を形どった寒冷紗(#300)の袋で包み, そこに現地鳴門市で採集し, 人工飼料で飼育した次世代のハスモンヨトウ4齢幼虫を20~30頭を放し, 袋の口をひもで縛った。処理は1処理当たり3反復とし, 翌日袋の中の幼虫をすべて回収し, (クロルフルアズロン5%乳剤の効果は食毒性が主体なので, ハスモンヨトウが十分, 摂食できるように他区より24時間長く処理した。)25℃の飼育室内に搬入した後, 人工飼料を与え, 静置した。その後, 死虫数を約12時間間隔で調査した。

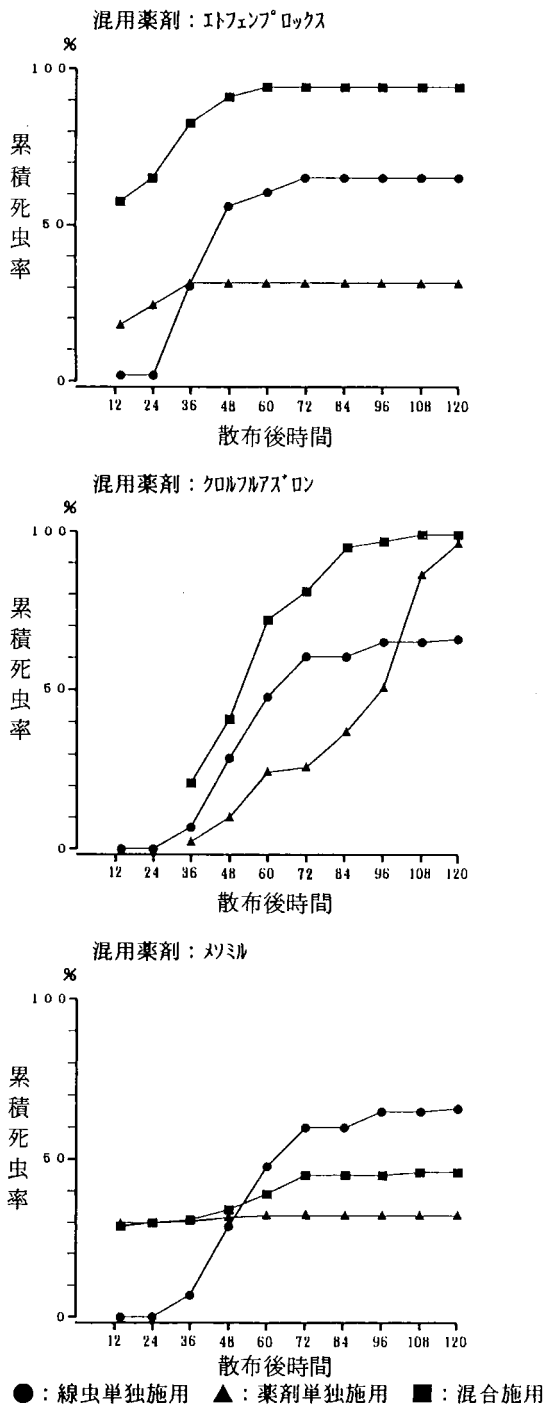
結 果

1. 昆虫病原性線虫の行動に対する各種殺虫剤の影響

線虫のニクテイティング行動に対する各種殺虫剤の影響を第2表に示した。計5回の試験の結果, 有機リン系のアセフェート, ピレスロイド系のエトフェンプロックス, ペルメトリン, シベルメトリン, ベンゾイルフェニルウレア系のクロルフルアズロン, テフルベンズロンの計6剤は, ニクテイティングをする線虫が対照の水道水と同程度であり, 線虫の行動には影響がないと判定した。一方, 有機リン系のプロチオホス, ピラクロホス, カーバメート系のメソミル, チオジカルブ, ピレスロイド系と有機リン系の混合剤のフェンバレレート・マラソン, フェンバレレート・MEPの計6剤では, ニクテイティングをする線虫がほとんど認められず, 線虫の行動に何らかの悪影響を及ぼすと判定した。

2. 混合施用のハスモンヨトウ幼虫に対する殺虫効果

線虫と殺虫剤を混用し, サツマイモ茎葉に散布した場合の放飼したハスモンヨトウ幼虫に対する殺虫効果を第1図に示した。線虫の単独施用はいずれの感染死虫率も72時間後以降に約60~70%でピー



第1図 昆虫病原性線虫懸濁液に殺虫剤を混用し, サツマイモ茎葉に散布した場合の放飼したハスモンヨトウ幼虫に対する殺虫効果

クに達した。次に、殺虫剤の単独施用ではメソミル、エトフェンプロックスの死虫率が約30%にとどまったのに対し、遅効性のクロルフルアズロンは120時間後には死虫率が96.3%まで上がった。一方、線虫と殺虫剤を混合施用した場合、メソミルとの混合施用では、メソミル単独施用よりは約10%効果が高かったものの、線虫の単独施用よりも効果が劣った。しかし、エトフェンプロックスとの混合施用では回収時には57.7%の死虫率が認められ、その後、60時間後には94.2%まで死虫率は上がった。クロルフルアズロンとの混合施用では72時間後までは線虫による感染死が認められたが、それ以降に残った供試虫にはベンゾイルフェニルウレア系特有の症状による死亡虫が認められ、最終的には死虫率は98.7%まで上がった。

なお、試験を実施した1992年9月12日から翌日の回収時までの気象状況は天候が晴れ、気温が21.0~23.7℃、湿度が55.0~64.0%RH(観測地点：鳴門市農業センター内の百葉箱)であった。

考 察

Steinernematidae科の昆虫病原性線虫は石橋(1987)等によってある種の殺虫剤、殺菌剤、除草剤などの農薬に耐性であることが実証されているため、線虫と薬剤との混合施用による総合防除が期待されてきた。実際、石橋・石橋(1985)はカブラヤガ幼虫に対する線虫とオキサミルとの混合施用を、石橋ら(1987)はモンシロチョウ幼虫に対する線虫とDDVPとの混合施用を圃場試験で検討し、いずれも混合施用がそれぞれの単独施用よりも良好な防除効果を得ている。

本試験では、本県サツマイモ畑で問題となっている薬剤抵抗性を獲得したハスモンヨトウに昆虫病原性線虫を、他害虫に殺虫剤を利用する総合的な防除体系を確立するために、まず線虫とサツマイモに登録のある薬剤との両立性を線虫のニクテイティングという特異的な行動によって検索した。

ニクテイティングとは、線虫が尾部を底面につけて体全体を立ち上げ左右に揺れ動かす行動で、線虫はこれを起点として集塊、跳躍といった一連の行動を起こすことで知られている。Ishibashi and Takii(1993)はアセフェート、ペルメトリン、オキサミルの処理は線虫のこの行動を活発化させ、メソミル、DDVPの処理は阻害すると報告している。

また後に、Ishibashi et al(1994)はニクテイティングしている線虫はしていない線虫より行動が早く、昆虫体への侵入も多く、より早く殺すことを確認している。このことから、彼らはニクテイティング行動によって、ある薬剤との両立性をスクリーニングすることができ、この行動を高めるか、少なくとも無処理(水)と変わらなければ、線虫との混合施用は可能であると考察している。

一方、Zhang et al(1994)は、数種の薬液に線虫を浸漬し、薬液と共に脱皮直後のハスモンヨトウ幼虫に処理したところ、大部分の有機リン剤とメソミル、ペルメトリン、エトフェンプロックス、カルタップは感染を阻害したことを報告している。

本試験では、Ishibashi and Takii(1993)のアセフェート、ペルメトリン、オキサミルの処理がニクテイティング行動を活発化させる現象は認められなかったが、アセフェート、ペルメトリン、エトフェンプロックス、シペルメトリン、クロルフルアズロン、テフルベンズロンの処理は対照の水道水と同程度のニクテイティング行動の線虫が認められた。したがって、これらの薬剤と線虫の混合施用は、Ishibashi et al(1994)の考察からも可能であることが示唆された。しかし、ペルメトリンとエトフェンプロックスはZhang et al(1994)の結果と一致していない。エトフェンプロックスの結果を彼らはハスモンヨトウが薬剤によって殺されたために感染線虫数が少なく、また中毒で体液を失ったために、線虫が繁殖しなかったと考察している。彼らが供試したハスモンヨトウの薬剤感受性が明らかでないので十分にはいえないが、感受性の低下した虫を供試した場合、薬剤によって死亡せず、線虫の感染は増加したかもしれない。

次に、この結果をもとに、圃場試験においては線虫とニクテイティング行動に影響を与えないエトフェンプロックス、クロルフルアズロン、あるいは影響のあるメソミルを混合施用し、それぞれの単独施用との殺虫効果を比較した。その結果、エトフェンプロックス、メソミルの単独施用は供試虫のこれらの剤に対する感受性が低下していたため、殺虫効果は低く、クロルフルアズロンでは感受性が低下していなかったため効果は高かった。混合施用した場合、エトフェンプロックス、クロルフルアズロンは両者の相乗効果により高い殺虫効果があったが、メソミルは相乗効果が乏しく、逆に線虫単独施用よ

り殺虫効果は低かった。中野・喜田(1995)は線虫単独施用で実用レベルの効果を得るには、1ml当たり4,000頭以上の高濃度の懸濁液が必要であり、1ml当たり1,000頭の低濃度の懸濁液では約60～70%の死虫率にとどまることを報告した。また、中野・喜田(1994)はハスモンヨトウの合成ピレスロイド剤に対する感受性の低下を報告した。しかし、本試験で明らかになったように、線虫と線虫の行動に影響を与えない殺虫剤を混合施用すると、1ml当たり1,000頭の低濃度の懸濁液、エトフェンプロックスのような現在、県内のハスモンヨトウに対して効果の劣った殺虫剤でも、両者の相乗効果により、実用レベルの高い殺虫効果を得られることが示唆された。また、エトフェンプロックスは、同時発生する他害虫のナカジロシタバ、エビガラスズメ、シルバーリーフコナジラミに高い防除効果がある。これらのことから、線虫と殺虫剤との混合施用はサツマイモ畑に発生する難防除害虫であるハスモンヨトウと他害虫の総合的な防除法と考えられる。

摘 要

昆虫病原性線虫 *Steinernema carpocapsae* と殺虫剤との混合施用のハスモンヨトウ幼虫に対する殺虫効果を検討した。

1. 線虫のニクテイティング行動に影響を与えない薬剤として、アセフェート、ペルメトリン、エトフェンプロックス、シベルメトリン、クロルフルアズロン、テフルベンズロンを検索した。
2. 線虫懸濁液に線虫のニクテイティング行動に影響を与えないエトフェンプロックス、あるいはクロルフルアズロンを混用し、サツマイモ茎葉に散布した場合、放飼したハスモンヨトウ幼虫に対して、単独施用より高い殺虫効果が認められた。

引用文献

- 石橋信義(1987): 昆虫寄生性線虫と合成農薬との組み合わせによる総合防除への開発(昆虫寄生性線虫による生物的防除手法の開発). 文部省試験研究(1) 研究成果報告書, 166～176.
- 石橋信義・山本勇心・崔東魯(1987): 昆虫寄生性線虫 *Steinernema feltiae* と農薬との混合施用. 第31回応動昆講要, 66.
- ISHIBASHI, N. and S. TAKII (1993): Effects of insecticides on movement, nictation, and infectivity of *Steinernema carpocapsae* Jpn. J. Nematol., 25: 204～213.
- ISHIBASHI, N., S. TAKII and E. KONDO (1994): Infectivity of nictating juveniles of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae). Jpn. J. Nematol., 24: 20～29.
- 石橋吉友・石橋信義(1985): カブラヤガ幼虫に対する殺線虫剤と昆虫寄生性線虫(DD-136)の混合施用. 第29回応動昆講要, 62.
- 中野昭雄・喜田直康(1994): 徳島県におけるハスモンヨトウの薬剤感受性について. 四国植防, 29: 123～132.
- 中野昭雄・喜田直康(1995): サツマイモ畑に発生するハスモンヨトウに対する昆虫寄生性線虫 *Steinernema carpocapsae* (str. All) の利用の可能性. 四国植防, 30: 123～130.
- ZHANG, L., T. SHONO, S. YAMANAKA and H. TANABE (1994): Effects of insecticides on the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* WEISER. Appl. Ent. Zool., 29 (4): 539～547.