

静岡県下畑土壌から検出された昆虫寄生性線虫 Steinernema sp.のコガネムシ類幼虫に対する殺虫性

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者	串田, 保 真宮, 靖治 三橋, 淳
巻/号	31巻2号
掲載ページ	p. 144-149
発行年月	1987年5月

静岡県下畑土壌から検出された昆虫寄生性線虫 *Steinernema* sp. の コガネムシ類幼虫に対する殺虫性

串田 保・真宮靖治・三橋 淳

林業試験場

Pathogenicity of Newly Detected *Steinernema* sp. (Nematoda) to Scarabaeid Larvae Injurious to Tree Seedlings. Tamotsu KUSHIDA, Yasuharu MAMIYA and Jun MITSUHASHI (Forestry and Forest Products Research Institute, P.O. Box 16, Tsukuba Norin Kenkyu Danchi-nai, Ibaraki 305, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **31**: 144-149 (1987)

Steinernema sp. was isolated from a soil sample collected in Hamakita, Shizuoka Pref. Infectivity to and lethal effect of this nematode on larvae of scarabaeid beetles, soil pests in forest nurseries, were investigated under laboratory conditions. The infective juveniles (JIII) were inoculated onto a moist filter paper, soil and a commercial bark compost in petri dishes. High mortality of the insect larvae placed in these petri dishes containing a single larva of each species was observed 4 or more days after the inoculation. JIII of *Steinernema* sp. were found to be highly infective on all the tested species of scarabaeid beetles (*Anomala cuprea*, *A. rufocuprea*, *Heptophylla picea*, *Maladera japonica*, *Popillia japonica*, *Allomyrina dichotoma* and *Protaetia orientalis*). Inoculation with 100 JIII was sufficient to induce a high mortality of the larvae of *A. cuprea*. Lethal effect of this nematode on *H. picea* larvae was never observed at temperatures below 15°C. Critical temperature for the lethal effect of the nematode was approximately 17°C. When a water suspension of JIII was kept at 5°C, the survival rate decreased to less than 10% on the 20th day and zero on the 43rd day. At 10°C and 15°C, more than 95% of the JIII survived for 100 days. Lethal effect of JIII kept in soil or bark compost at 25°C was well maintained over 10 months. Preliminary tests for field application suggested that one million/m² JIII was the minimum dose required to achieve effective control of scarabaeid larvae.

緒 言

1984年2月、コガネムシ類幼虫に対する病原微生物検索のため、静岡県浜北市内の13か所で土壌を採取した。このうち1か所の土壌を用いて飼育したドウガネブイブイ (*Anomala cuprea* HOPE) 幼虫から死後 *Steinernema* 属線虫が検出された。

Steinernema 属線虫は、昆虫体内に侵入すると、共生細菌の働きで、虫体に敗血症を引き起こしてこれを死亡させるという共通した特徴的な殺虫性を有する。そのために、殺虫効果の及ぶ範囲はきわめて広く、生物的防除への利用が古くから研究されてきた。また、すでに一部は実用にも供されている。本属線虫のコガネムシ類幼虫に対する殺虫性に関連しては、アメリカ東部でマメコガネ (*Popillia japonica* NEWMAN) 幼虫に寄生する *Steinernema glaseri* の発見と、それにつづく1930年および1940年代におけるマメコガネ幼虫防除のための広範な野外での施

用というはなばなしい歴史がある。しかし、当初大きかった *S. glaseri* の施用効果も、やがて減退していったことで、関心も下火となった。このように、*S. glaseri* のマメコガネ幼虫に対する殺虫効果が減退したことについて、線虫の培養条件に原因があったこと、つまり共生細菌の生育を阻害するような条件下での培養であったことが指摘されている (POINAR, 1979)。近年では、ニュージーランドで、*Costelytra zealandica* (WHITE) の幼虫 (grass grub) に対する *S. glaseri* の高い施用効果が報告されている (KAIN et al., 1982)。自然感染したコガネムシ類幼虫からの本属線虫の検出は、チェコで *Melolontha melolontha* (L.) と *M. hippocastani* FAB. から *S. feltiae* 検出の例をみることができる (POINAR, 1979)。

これまで、わが国における *Steinernema* 属線虫の自然分布は確認されていなかった。ドウガネブイブイ幼虫死体からの検出は *Steinernema* 属線虫の日本における最初の分布記録となった (串田ら, 1986)。予備的に行った試験の

結果は、本線虫がコガネムシ類幼虫に対して強い殺虫力をもつことを示した(串田ら, 1986)。林業苗畑においてはコガネムシ類幼虫が重要な土壌害虫とされているが、その生物的防除手段としての本線虫の利用を検討するために、基礎的実験を行ったので、ここに報告する。なお、本線虫は *Steinernema* 属線虫の既知種のなかには該当するものがなく、その所属については現在検討中である。

浜北市市内での試料採取に当たり、有益なご助言とご協力を賜った静岡県林業試験場 藤下章男保護室長(当時)に対しここに深く感謝の意を表する。

材料および方法

浜北市で採取した土壌を用いて飼育したドウガネブイブイ幼虫死体から検出された *Steinernema* sp. (以下本文中では単に線虫と呼称する) は、その後ドウガネブイブイ、その他のコガネムシ類幼虫(以下コガネムシ幼虫とする)に感染させて、死亡虫体内での継代維持を行った。各種実験に当たっては、これら死亡虫体から線虫(感染態幼虫=JIII)を分離して供試した。コガネムシ幼虫は、それぞれの成虫から採卵後、コンテナ(42×32×21 cm)内土壌中でふ化幼虫をニンジンと餌として飼育し、各齢の幼虫を試験に供した。その他の供試昆虫については、野外で採取したものを直接用いた。

殺虫試験では、ペトリ皿(径9 cm)、あるいはポリエチレン製カップ(底面径7 cm、深さ5 cm)にろ紙、土壌(赤土)、バーク堆肥(商品名キノックス-K、守屋木材株式会社製)いずれかをいれて、JIII懸濁液を滴下施用し、1頭ずつ放飼したコガネムシ幼虫に対する殺虫効果を判定した。ろ紙の場合、容器の底面にしいて、1 mlの蒸留水で湿らせたうえで、コガネムシ幼虫を放飼した。土壌は十分に湿り気のある状態で無殺菌のものを25 g、バーク堆肥も同じく無殺菌、適宜水道水を添加して湿った状態にしたもの20 gを、それぞれ容器にいれて幼虫を放飼した。線虫(JIII)の接種は、いずれの場合も水道水による懸濁液として、接種線虫数と致死効果に関する試験(第2表)以外では、1,000~7,000頭の範囲のJIIIを0.1 ml当たり1,000頭の懸濁液として各容器に滴下して行った。温度試験の場合を除き、容器は25°C温度条件下に設置した。幼虫の死亡経過を観察し、最終的には虫体から線虫を分離して線虫感染の確認を行った。線虫の分離は、ペトリ皿内水中における虫体の解剖、あるいはベルマン法のいずれかによった。

JIIIの保存条件について、水、土壌、バーク堆肥中での生存を温度との関連で調べた。蒸留水によるJIII懸濁

液100 mlを平型のプラスチック培養瓶(コーニング製600 ml容、培養面積150 cm²)にいれて(水深約0.7 cm)、5、10、15°Cの各温度条件下に配置した。一定量の懸濁液を経時的に培養瓶から取り出し、JIIIの生死を観察した。3回繰返しで各回100頭のJIIIを調べた。取り出した線虫懸濁液を25°Cに1時間置いた後の活動と、体内内容物の変質の度合とを総合して生死の判定を行った。このような判定による死亡JIIIが、針先で刺激を与えても動かないことを一部の供試材料について確認したうえで調査を進めた。JIIIをコンテナ(42×32×21 cm)にいれたバーク堆肥3 kg(十分に湿った状態)に63万頭、および土壌(湿った赤土)に25万頭をそれぞれ混入し、25°Cで保存した場合の殺虫力の変化を調べた。また、同様にコンテナを7°Cにおいた場合の殺虫力の変化も検討した。殺虫力の経時変化は、コンテナから土壌およびバーク堆肥の一部を取り出して、ポリエチレン製カップ(底面径7 cm、深さ5 cm)にいれ、25°Cでコガネムシ幼虫を放飼した場合の生死で判定した。

線虫を圃場に施用する場合の最低密度を推定するためにプラスチック製コンテナ(55×33×18 cm)の土壌(深さ10 cm)にドウガネブイブイ3齢幼虫を25頭ずつ放飼した後、1,800頭(1万/m²)、1.8万頭(10万/m²)、18万頭(100万/m²)のJIIIをそれぞれ0.3、3.3、33.3 mlの懸濁液として施用した。土壌水分については、どの場合もほぼ同程度の湿り気となるよう、線虫施用後に水道水を添加して調節した。各区3回繰返しとし、コンテナは25°Cに配置した。3~4日ごとに各コンテナ内の幼虫の生死を調べた。

結 果

1. *Steinernema* sp. の殺虫性

線虫の殺虫試験を進めていくうえで、基本とすべき施用方法について検討した。ペトリ皿内でろ紙、土壌、バーク堆肥、それぞれにコガネムシ幼虫を放飼して、JIIIを接種した場合の殺虫効果を第1表にしめす。JIIIの接種は1,000頭および5,000頭の区をそれぞれ設定して行ったが、どの場合にも両区に差がみられなかったので、あわせて表示した。ドウガネブイブイおよびマメコガネについては、各回10頭、3回繰返しの実験を行い平均の死亡率を示した。どの方法でも高い殺虫効果が示された。しかし、ろ紙接触法でやや効果の劣る傾向がみられた。とくに、線虫接種後、死亡にいたる経過時間が、ろ紙接触法では土壌、バーク堆肥の場合より長くなった($p < 0.05$)。

第1表 ペトリ皿(径9 cm)内のコガネムシ幼虫に対する *Steinernema* sp. の殺虫効果—施用法の比較 (JIII 1,000 頭接種)

施用法	供試虫	供試虫数	死亡率	死亡までの日数 (平均±SD)
ろ紙	ドウガネブイブイ (3 齢)	30	77	8.2±5.7
	マメコガネ (3 齢)	30	93	8.3±6.6
	ヒメコガネ (2 齢)	10	90	9.3±5.7
土壌	ドウガネブイブイ (3 齢)	30	97	4.7±2.1
	マメコガネ (3 齢)	30	100	4.1±0.9
	ヒメコガネ (2 齢)	10	100	3.9±0.9
パーク 堆肥	ドウガネブイブイ (3 齢)	30	100	4.6±1.5
	マメコガネ (3 齢)	30	100	4.1±1.3
	ヒメコガネ (2 齢)	10	100	4.1±1.1

第2表 ペトリ皿(径9 cm)内の土壌に放飼したドウガネブイ幼虫に対する *Steinernema* sp. の殺虫効果

施用線虫数	供試虫の齢	供試虫数	死亡率	死亡までの日数 (平均±SD)
50	1	10	60	15.3± 8.5
	2	10	30	12.0±10.1
	3	10	80	7.6± 3.1
100	1	10	70	14.9±13.6
	2	10	90	11.4± 9.6
	3	10	70	8.1± 4.9
200	1	10	90	11.0± 6.0
	2	10	100	6.2± 0.4
	3	10	90	7.1± 3.4
500	2	5	100	3.8± 0.4
	3	5	100	3.6± 0.5
1,000	2	5	100	4.6± 1.8
	3	5	80	3.5± 0.6

つぎに、接種線虫数と殺虫効果について検討した(第2表)。JIII 50頭接種でも効果はあったが、100頭以上で一定した高い効果が示された。また、供試したコガネムシ幼虫の齢による差はみられなかった。しかし、3齢においては末期幼虫に殺虫効果が落ちる傾向を認めたので、とくにこの点の検討を行った。3齢末期幼虫については、虫体が黄色を示し、摂食活動も行わない老熟幼虫と、まだ体色も変化せず、摂食も続けているものとの2グループに分けて線虫を接種した(第3表)。老熟幼虫での殺虫効果は劣り、死亡にいたる経過時間も長くなった。死亡したもののうち1頭は、蛹になってからの死亡であった。

各種コガネムシ幼虫を供試して、本線虫の殺虫効果を

第3表 ポリエチレン製カップ(底面径7 cm, 深さ5 cm)内土壌で個体飼育したドウガネブイブイ3 齢末期幼虫に対する *Steinernema* sp. (7,000 頭/カップ) の殺虫効果

供試虫	供試虫数	死亡率	死亡までの日数 (平均±SD)
3 齢(白色)	10	100	7.0±0
3 齢末期(黄色)	14	50	37.7±15.9

第4表 ペトリ皿(径9 cm)内あるいはポリエチレン製カップ(底面径7 cm, 深さ5 cm)内の土壌中に放飼した各種コガネムシ幼虫に対する *Steinernema* sp. (1,000~2,000 頭/容器) の殺虫効果

供試虫	供試虫数	死亡率	死亡までの日数 (平均±SD)
ドウガネブイブイ	15	93	4.2±1.6
マメコガネ	15	100	4.3±1.1
ヒメコガネ	5	100	4.0±1.2
ナガチャコガネ	10	100	3.6±1.3
ピロードコガネ	10	100	7.2±2.7
シロテンハナムグリ	15	80	3.5±1.7
カブトムシ	25	60	6.8±3.4

みた(第4表)。いずれの供試虫に対しても高い死亡率をもたらした。カブトムシのような大型の幼虫でも感染死亡は容易に起こった。

コガネムシ類以外の昆虫、主として土壌生息性のものについて、寄生の有無と殺虫効果を調べた(第5表)。ハスモンヨトウ(*Spodoptera litura* FAB.)の幼虫に対しては高い殺虫効果が示されたが、一方で線虫感染のみられないものもあった。

ドウガネブイブイ3 齢幼虫が感染した場合、死亡後数日で体内の線虫が外部から認められるようになり、約6日で虫体からJIIIの遊出が起こった。また死亡虫1頭当たりのJIII数は293,264±98,689で虫体が大きいほど線虫数も多くなる傾向がみられた。

2. *Steinernema* sp. の殺虫効果に及ぼす温度の影響

温度条件によって殺虫効果がどのように変わるかを明らかにするため、ナガチャコガネ(*Heptophylla picea* MOTSCHULSKY)3 齢幼虫を供試して実験を行った(第6表)。その結果、本線虫の殺虫効果の限界が17°C前後にあることが判明した。20°C以上では殺虫率は100%であったが、温度が高いほど、死亡が早く起こった。なお、30°C以上の温度では、高温条件そのものの影響もみられたが、線虫感染による死亡促進も明らかであった。

3. *Steinernema* sp. の保存条件と殺虫効果

懸濁液保存の線虫は、5°Cでは急激に死亡数が増加し

第5表 ペトリ皿 (径9 cm) あるいはポリエチレン製カップ (底面径7 cm, 深さ5 cm) における各種昆虫, 小動物に対する *Steinernema* sp. の殺虫性

供試虫	飼育材料	供試虫数	線虫接種 頭数/容器	死亡率	死亡までの日数 (平均±SD)
ハスモンヨトウ幼虫	人工飼料	20	1,290	80	6.3±0.6
ミツモンキンウワバ幼虫	人工飼料	20	1,260	65	4.0±0
シオヤアブ幼虫	土壌	5	2,700	0	—
マツノマダラカミキリ幼虫	のこくず	10	1,000	0	—
キシヤマスデ	落葉	10	5,000	30	7.7±0.6
ミミズ	堆肥	10	5,000	0	—

第6表 ペトリ皿 (径9 cm) 内土壌で個体飼育したナガチャコガネ3齢幼虫に対する *Steinernema* sp. (1,000頭/ペトリ皿) の殺虫力に及ぼす温度の影響

	温度 (°C)	供試虫数	死亡率	死亡までの 日数 (平均±SD)
感染態	15	10	0	—
幼虫接種 (JIII)	17	10	40	10.7±3.2
	20	10	80	7.8±6.5
	25	10	100	5.3±3.4
	30	10	100	3.9±1.7
	35	10	100	1.1±0.3
無接種	30	10	90	12.0±2.3
	35	10	100	3.0±1.6

8日目で死亡率は50%をこえ、20日後には90%以上となった。そして、43日後には生存線虫はいなくなった。一方、10、15°Cでは、約100日間ともに死亡率は5%以下で推移したが、その後徐々に死亡虫が増加し、175日では死亡率はそれぞれ26、31%となった。それまでの死亡率の推移は両温度区でほとんど差がなかった。10、15°Cで77日経過した後の保存線虫の殺虫効果をナガチャコガネ3齢幼虫を用いて(線虫2,000頭接種)

第7表 *Steinernema* sp. の土壌またはパーク堆肥中での低温保存(7°C)後の殺虫効果

保存期間	供試虫	供試虫数	死亡率	死亡までの 日数 (平均±SD)
39日 ^{a)}	ナガチャコガネ 3齢	10	100	3.3±0.5
128日 ^{b)}	ドウガネブイブイ 1齢	10	90	12.9±5.8
	2齢	10	90	7.2±2.0
188日 ^{b)}	ナガチャコガネ 3齢	10	80	9.1±3.9
235日 ^{b)}	ナガチャコガネ 3齢	10	40	12.5±11.0

^{a)} パーク堆肥, ^{b)} 土壌。

保存中の土壌またはパーク堆肥の一部をポリエチレン製カップ(底面径7 cm, 深さ5 cm)にとり、供試虫を放飼し25°Cにおいた。

判定したところ、10°C保存では100%、15°Cでは90%の死亡率をそれぞれ示した。死亡までの日数はともに約4日であった。

コンテナ内の土壌、あるいはパーク堆肥にJIIIを混入して、7°Cにおいた場合のJIIIの殺虫効果の変化をしらべた(第7表)。約6か月後においては、殺虫効果に変化はなかったが、8か月後で効果の低下がみられた。25°Cに保存した場合は、10か月後においてもなお高い殺虫効果がみられた(第8表)。

4. 有効施用密度の検討

施用線虫数を変えた場合の殺虫効果は第9表に示すとおりであった。1 m² 当たり 10⁶ 頭で高い効果がみられ

第8表 25°Cで土壌またはパーク堆肥中に *Steinernema* sp. (JIII) を保存した場合の殺虫効果

保存 期間 (日)	供試虫	保存 条件	供試 虫数	死亡率	死亡までの 日数 (平均±SD)
0	ドウガネ	土壌	10	100	5.9±3.5
	ブイブイ3齢	堆肥	10	100	5.0±2.4
31	ナガチャ	土壌	10	100	3.0±0
	コガネ3齢	堆肥	10	100	3.4±0.7
61	ナガチャ	土壌	10	100	2.0±0.5
	コガネ3齢	堆肥	10	100	2.4±1.1
91	ナガチャ	土壌	10	100	3.2±0.6
	コガネ3齢	堆肥	10	90	3.2±0.7
119	ナガチャ	土壌	10	100	2.8±1.0
	コガネ3齢	堆肥	10	100	3.4±1.7
150	ヒメコ	土壌	10	100	3.8±1.7
	ガネ3齢	堆肥	10	100	4.6±2.1
185	ヒメコ	土壌	10	100	3.3±2.3
	ガネ3齢	堆肥	10	100	2.5±0.7
213	ハチミツガ	土壌	10	100	3.1±0.3
	終齢幼虫	堆肥	10	100	5.0±2.6
242	ハチミツガ	土壌	10	40	3.8±1.5
	終齢幼虫	堆肥	10	40	5.3±1.5
249	ハチミツガ	土壌	10	40	3.8±1.5
	終齢幼虫	堆肥	10	30	6.0±0
283	ドウガネ	土壌	10	100	3.3±1.3
	ブイブイ2齢	堆肥	10	80	5.9±5.1

保存中の土壌またはパーク堆肥の一部をポリエチレン製カップ(底面径7 cm, 深さ5 cm)にとり供試虫を放飼した。

第9表 多頭飼育のドウガネブイブイ幼虫(3齢)に対する施用効果

施用線虫数	供試虫数	死亡虫数	死亡率	死亡までの日数(平均±SD)	その他の死亡 ^{a)}
1,000,000/m ²	25	24	96	8.6±3.8	1
	25	24	96	8.7±2.6	1
	25	24	96	9.6±3.3	1
100,000/m ²	25	19	76	12.3±6.2	4
	25	25	100	11.6±5.8	0
	25	19	76	18.0±18.8	3
10,000/m ²	25	10	40	23.7±6.2	8
	25	5	20	27.6±28.5	9
	25	4	16	40.5±33.9	8
無施用対照	25	0	0	—	15

^{a)} 死亡原因の多くは噛み合いによるもの。

だが、施用数が少なくなると、効果は低下した。

考 察

本線虫を検出した場所は、かつてコガネムシ幼虫の加害で、林木苗木に大きな被害がでていたところである。その後、被害が沈静化したので、そのことを目安として病原微生物の調査対象地に選ばれた。その地で、コガネムシ幼虫に対し強い殺虫効果をもつ本線虫が検出されたことは、被害沈静化の原因探究の一つの手がかりになるとともに、さらに広く本線虫を含めた *Steinernema* 属線虫の分布調査をすすめていくうえでの指針を与えるものである。*Steinernema* 属線虫のコガネムシ幼虫に対する殺虫効果に関する調査例はあまり多くない。*S. glaseri* については、かつてマメコガネ幼虫に対する生物学的防除手段として高い評価が与えられたが、やがて効果が減退したことで、その後の継続発展がみられなかった(POINAR, 1979)。多くの種類の昆虫に対する殺虫性が実証され、広く生物学的防除への応用が研究されている *S. feltiae*、あるいは *S. bibionis* などについて、とくにコガネムシ幼虫に対する殺虫効果を示すような例がほとんどない。このことは、これらの線虫がコガネムシ幼虫に対して、とくにとりあげるほどの効果を発揮していないことを示唆している。林業害虫としてのコガネムシ幼虫を対象とした施用試験結果では、両線虫の効果はきわめて低かった(串田ら, 1986)。それと比較して、本線虫の殺虫効果は顕著であった。本研究により、このような高い効果はさらに明確となった。本線虫の所属についてはなお検討中で、まだ結論をえていないが、既知の種に該当するものがないようで新種の可能性も大きい(JIIIの体長は平均650 μm)。今後、コガネムシ幼虫に対する強い殺虫性が、

本線虫の種としての生態上の特異性を示すものとして位置づけられることになると予測される。

本線虫施用後、供試虫が死亡するまでの経過日数は4日以上であり、これは他の *Steinernema* 属線虫による鱗翅目昆虫等の感染死亡が普通2日以内に起こるとされているのに比べると長い。虫体内での線虫発育経過にも、他の線虫の例との相違が認められている(真宮ら, 未発表)。ドウガネブイブイ幼虫の死体からJIIIが遊出し始める時間的経過についても、線虫接種後からの日数でみると20日前後となり、たとえば、*S. feltiae* に感染して死亡したハスモンヨトウ幼虫の場合、JIIIの遊出は接種後9日にすでに始まっていて、10~14日では遊出のピークに達している(近藤・石橋, 1984)。ゴマダラカミキリ幼虫でも、遊出の開始が接種後8日目であったことが報告されている(柏尾, 1982)。死亡虫体内の線虫数について今回示した数は、前報にくらべてかなり多い。この数は最大値を示す値ともいえることが、本実験を通じ全般的に把握してきた線虫数から推定される。

本実験では、マツノマダラカミキリ幼虫に対する殺虫効果はないとの結果を得たが、別途行った実験で、感染死亡を起こすことを確認している(真宮, 未発表)。この場合 *S. feltiae* と比べて、殺虫効果は明らかに低い。

本線虫JIIIの保存に際し、5°Cでは早いうちに多くが死亡することが経験的にわかっていて、保存する場合の温度条件を検討した結果、5°Cにおける死亡経過が確認され、同時に10、15°C保存で長期にわたる生存と個体数維持の可能なことが示された。*S. feltiae*、*S. bibionis*、*S. glaseri* などでは、湿潤条件下あるいは酸素の供給を容易にするような状態で低温下におくことにより長期保存が可能とされている(BEDDING, 1981, 1984; DUTKY et al., 1964; HOWELL, 1979)。そこに示された温度は、7、3、1~2°Cなどである。本線虫が5°Cで生存に影響をうけるという実験結果は、*Steinernema* 属の他の種と比べ、低温耐性においても異なる特性を示している。

土壌やパーク堆肥中での生存については、7°Cあるいは25°Cでもかなり長期にわたる生存と殺虫性の維持が認められた。このことは、野外における施用時期の選定に際して、その幅を広げることで意義が大きい。実用的見地からいえば、林木苗木ではまき付けや床替え前の裸地に対しての施用が望ましい。コガネムシ幼虫による被害発生と防除は、その食害期である3~5月と8~10月に重点があるが(倉永, 1984)、とくに後の時期に合わせた施用が問題となる。この場合、土壌中での長期生存が期待できるのであれば、春期のまき付け前、床替え前の

裸地施用が有効となり、作業上好都合である。

本線虫が殺虫効果を示すのは、17°C以上であり、15°Cでは効果を示さないことを明らかにした。*S. feltiae*については11°Cで高い殺虫効果を示すことが知られている(MOLLOY et al., 1980)。また、マダラカミキリ幼虫に対する施用では、10°C以上で殺虫効果が認められている(真宮, 未発表)。一般的にみて、本線虫については暖地に適合した特性をもつことがうかがえる。

野外施用の予備的試験として行った線虫施用で、効果をあらわす有効線虫密度として100万頭/m²が示された。野外における施用線虫数の目安を与えるものである。

わが国で自然条件下、土壌中から検出された本線虫のコガネムシ幼虫に対する高い殺虫効果は、今後、とくに苗畑における土壌害虫に対する生物防除の可能性を示すものとして期待される。

摘 要

静岡県浜北市内の畑地で採取した土壌から、コガネムシ類幼虫に強い殺虫性を示す *Steinernema* sp. が検出された。本線虫について、土壌害虫防除における有効性を検討するための基礎的実験を行った。実験には、コガネムシ類幼虫で継代維持して得た本線虫の感染態幼虫(JIII)を供試した。ペトリ皿とポリエチレン製カップを用いて、その中のろ紙、土壌あるいはバーク堆肥に線虫を接種し、その上にコガネムシ類幼虫を放飼した。供試した7種のコガネムシ類幼虫に対してはいずれも高い殺虫効果が示された。ドウガネブイブイ幼虫についてはJIII 100頭以上の接種で効果が高かった。ハスモンヨトウの幼虫に対しても強い殺虫性が認められた。線虫接種後、死亡にいたる経過は、他の *Steinernema* 属線虫で一般的に知られている経過に比べると長く、それはおおむね4日以上を要した。殺虫効果は17°C以上で現われ、15°C以下では供試虫の感染死亡は起こらなかった。JIIIの水懸濁液を5°Cで保存した場合、生存率の低下は急速で、20日目には10%以下となり、43日目で生存線虫はいなくなった。一方、10、15°C保存では、100日以上経過しても生存率は95%以上を保ち、殺虫力も維持されていた。土壌やバーク堆肥中では、7°C保存、60日後にお

いて殺虫効果に変化はなかった。25°Cの場合も、10か月にわたって、高い効果が維持された。プラスチックコンテナを用いての土壌に対するJIII施用試験から、効果の期待できる施用線虫密度は100万頭/m²以上であるとの結果が得られた。

引用文献

- BEDDING, R.A. (1981) Low cost *in vitro* mass production of *Neoplectana* and *Heterorhabditis* species (Nematoda) for field control of insect pests. *Nematologica* 27: 109—114.
- BEDDING, R.A. (1984) Large scale production, storage and transport of the insect-parasitic nematodes *Neoplectana* spp. and *Heterorhabditis*. *Ann. Appl. Biol.* 101: 117—120.
- DUTKY, S.R., J.V. THOMPSON and G.E. CANTWELL (1964) A technique for the mass propagation of the DD136 nematode. *J. Insect Pathol.* 6: 417—422.
- HOWELL, J.F. (1979) New storage methods and improved trapping techniques for the parasitic nematode *Neoplectana carpocapsae*. *J. Invertebr. Pathol.* 33: 155—158.
- KAIN, W.M., R.A. BEDDING and C.J. VAN DER MESPEN (1982) Preliminary evaluations of parasitic nematodes for grass grub (*Costelytra zealandica* (WHITE)) control in central Hawke's Bay of New Zealand. *N. Z. J. Exp. Agric.* 10: 447—450.
- 柏尾具俊 (1982) ゴマダラカミキリに対する *Neoplectana carpocapsae* の寄生性. 九病虫研会報 28: 194—197.
- 近藤栄造・石橋信義 (1984) 昆虫寄生性線虫 *Steinernema feltiae* (str. Mexican) のハスモンヨトウに対する感染性と増殖. 応動昆 28: 229—236.
- 倉永善太郎 (1984) 九州地方の林業苗畑における根切虫被害とその防除対策. 森林防疫 33: 21—25.
- 串田 保・真宮靖治・三橋 淳 (1986) 昆虫寄生性線虫 (*Neoplectana* sp.) の分離とその殺虫性. 37 回日林関東支論, pp. 163—164.
- MOLLOY, D., R. GAUGLER and H. JAMNBACK (1980) The pathogenicity of *Neoplectana carpocapsae* to blackfly larvae. *J. Invertebr. Pathol.* 36: 302—306.
- POINAR, G.O., JR. (1979) Nematodes for biological control of insects. Boca Raton: CRC Press Inc., 227 p.