

イチジクのキボシカミキリ幼虫に対する生物的防除資材としての 昆虫寄生性線虫 *Steinernema carpocapsae* ALL 系統の評価

堤 隆文・山田健一

イチジクを加害するキボシカミキリ *Psacotha hilaris* 幼虫に対する昆虫寄生性線虫 *Steinernema carpocapsae* ALL 系統の有効な施用量と処理時期を施用後の線虫に対する乾燥からの保護処理を行わない条件で検討した。キボシカミキリ幼虫が食入したイチジク枝に、昆虫寄生性線虫 *S. carpocapsae* 感染態 3 期幼虫 (J₃) の懸濁液を 1,000J₃/ml および 10,000J₃/ml で散布した結果、乾燥防止の被覆処理なしで 80 % の死亡率が得られ、濡れ新聞紙で被覆処理を行った場合と差がなかった。線虫の散布時期により幼虫の死亡率に大きな差が認められた。産卵後 3 週間経過した枝のキボシカミキリ幼虫は高率に死亡したが、11 日以内の枝では死亡率が低かった。キボシカミキリ幼虫が高率に死亡した枝では樹皮下の被害程度が高く樹皮の剥離及び亀裂が生じており、線虫はこれらの箇所から枝内に侵入したものと推測された。

[キーワード: イチジク, 生物的防除, キボシカミキリ, 昆虫寄生性線虫]

Evaluation of an Entomopathogenic Nematode, *Steinernema carpocapsae* ALL Strain as a Biological Control Agent Against the Yellow Spotted Longicorn Beetle, *Psacotha hilaris* Larvae in Fig Tree. TSUTSUMI Takafumi and Ken-ichi YAMADA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14 : 174-176 (1995).

To determine the effective doses and timing for application of *Steinernema carpocapsae* (WEISER) ALL strain for control of *Psacotha hilaris* (PASCOE), spraying tests were conducted under semi-field conditions. The infective juveniles (J₃) in water suspension were treated on the fig tree log containing the larvae. A single treatment with either 1000 or 10000J₃/ml caused 96% and 80% larval mortality for covering the log with moistend paper to prevent from drying and for non-covering, respectively. The larval mortality varied significantly with timing; higher mortality rate was observed in the log passed more than three weeks (middle-old stage larvae), lower in it within 11 days long (young stage larvae) after oviposition. Higher mortality in the former was presumably due to the crack or exfoliate of bark caused by the middle-old stage larval attacking, which resulted in promotion J₃ invading into the fig cambium.

[Key words : Fig tree, Biological control, *Psacotha hilaris*, *Steinernema carpocapsae*,]

緒 言

キボシカミキリ *Psacotha hilaris* (PASCOE) はイチジクの重要害虫である。本種の幼虫は生木の枝幹部を加害するため、樹は衰弱や枯死を起こす。本種の防除対策として、幼虫に対する薬剤防除と成、幼虫の捕殺が行われているが十分な効果を上げていない。

昆虫寄生性線虫 *Steinernema carpocapsae* はチョウ目および甲虫目の幼虫を中心に殺虫スペクトルが広いため、欧米では主としてヨトウガ類およびコガネムシ類の幼虫の防除に用いられている¹⁰⁾ *S. carpocapsae* はアメリカ合衆国では既に生物農薬として製品化され 'BioSafe' の名で販売されている。我が国においてもシバの害虫防除剤として 1993 年 7 月に農薬登録されている。*S. carpocapsae* はカミキリムシ類についても、数種に寄生することが知られており⁹⁾、カミキリムシ類の防除に用いる研究が行われている^{5,6,7,8)}。しかし、*S. carpocapsae* は乾燥条件下では活性が著しく低下するため、これまでのカミキリムシ類の幼虫防除の研究においては、何らかの資材を用いて乾燥を防ぐ処理を行っている^{6,8)}。柏尾⁶⁾はカンキツのゴマダラカミキリ *Anoplophora malasiaca* に対し *S. carpocapsae* DD-136 系統の感染態 3 期幼虫 (J₃) (以下 J₃ と記す) をバーク堆肥に混入して施用する方法を開発した。小林⁸⁾は数

種の *Steinernema* 属の線虫の中で *S. feltiae* (= *S. carpocapsae*) ALL 系統および DD-136 系統がキボシカミキリ幼虫に対し高い活性を示すことを明らかにした。また、桑枝に食入した幼虫に対して井水に懸濁した線虫を含ませたポリウレタンスポンジ (30cm × 80cm : 42 ~ 208J₃/cm²) を枝に巻き付けて施用するに方法を開発し、高い殺虫効果を得た。しかし、これらの施用方法はいずれも処理に多大の労力を要するうえ、バーク堆肥およびポリウレタンスポンジの資材が必要である。*S. carpocapsae* J₃ によるカミキリムシ類幼虫の防除を実用化するためには、より省力的で資材を要しない施用方法の開発が望まれている。本研究ではイチジクのキボシカミキリ幼虫に対する *S. carpocapsae* J₃ の簡便な施用方法を確立するため、食入枝に対する線虫懸濁液の散布諸条件と殺虫効果の関係を明らかにした。

本文にはいるに先立ち、*S. carpocapsae* の分与および多くの助言を賜った農林水産省果樹試験場口之津支場の柏尾具俊主任研究官 (現農林水産省野菜・茶業試験場久留米支場) に厚くお礼申し上げる。

材料及び方法

イチジク切り枝 (直径約 5 ~ 15cm、長さ約 30cm) を

第1表 *S. carpocapsae* J₃懸濁液の散布濃度とイチジク枝内のキボシカミキリ幼虫に対する殺虫効果

線虫濃度 (J ₃ /ml)	被覆の ¹⁾ 有 無	食入幼虫数	死亡虫率 (%)	線虫検出率 (%)
100	有	66	44	86
	無	32	19	83
1,000	有	36	97	100
	無	45	80	100
10,000	有	27	96	100
	無	17	82	100
無処理	無	51	0	0

1) 有は、散布後水道水に浸漬した新聞紙で枝を被覆した。

入れた網ケージ (100cm × 100cm × 120cm) 内に、福岡県行橋市のイチジクほ場で採集したキボシカミキリ雌成虫を放飼して産卵させ幼虫を得た。幼虫は、切り枝のまま他の網ケージ内で飼育後供試した。

線虫は、農林水産省果樹試験場口之津支場から分与された昆虫寄生性線虫 *Steinernema carpocapsae* ALL 系統を供試した。*S. carpocapsae* は 25℃ の定温器内でチキンガット培地を用いて約 30 日間培養した。得られた感染態 3 期幼虫 (J₃) はベールマン法により分離後直ちに試験に供した。

試験 1 線虫の施用濃度

卵産下後 33 日～42 日間経過したイチジク切り枝を供試した。線虫懸濁液はホルマリンを 0.1% 添加後、1 日間放置した水道水に J₃ を混入して調製し、線虫数を常法で計数後、段階希釈法によりそれぞれ、10,000J₃/ml、1,000J₃/ml および 100J₃/ml とした。調製した線虫懸濁液は、高さ 10cm のプラスチックバット上に並べた切り枝に、1 枝当たり 300～500ml を肩掛け噴霧器で散布した。1 区 2～4 本 (幼虫数 17～66 頭) の切り枝を供試し、散布後、切り枝を水道水に浸漬した新聞紙で被覆処理した区とそのまま放置した区を設けた。処理後、切り枝は容器ごと野外の樹陰下に放置した。散布 10 日～12 日後に枝を分解し、幼虫の齢期および死亡の有無を調査した。効果の判定は食入幼虫の死亡率によった。また、死亡した幼虫の一部は実体顕微鏡下で解剖し、体内の線虫の有無を調査した。

試験 2 線虫の施用時期

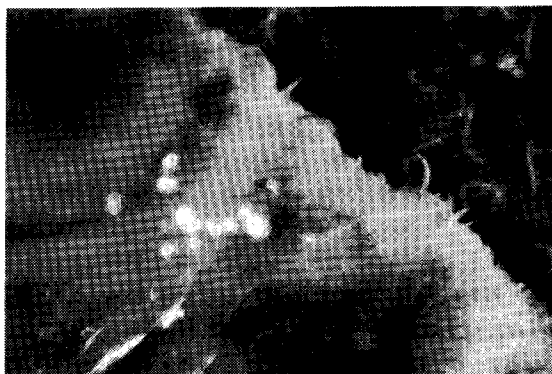
幼虫の食入したイチジク切り枝を 1 処理当たり 2～4 本 (幼虫数 35～251 頭) 供試した。卵産下後 33 日～42 日、29 日～32 日、22 日～25 日および 7 日～11 日間経過した枝に、10,000J₃/ml の線虫懸濁液を散布した。線虫懸濁液の

第2表 イチジク枝に対するキボシカミキリ産卵後の経過日数と枝内の幼虫に対する *S. carpocapsae* J₃ 懸濁液の殺虫効果¹⁾

産卵後の 経過日数	食入幼虫数	死亡虫率 (%)	線虫の検出 ²⁾
7～11	251	6	+
22～25	35	80	+
29～32	110	56	+
33～42	83	77	+

1) 10,000 J₃/ml の線虫懸濁液を散布した。

2) + : 死亡虫体内から線虫が検出されたことを示す。

写真1 キボシカミキリ幼虫の体内で増殖した *S. carpocapsae*

調製、散布方法、調査および効果の判定は前試験と同様に行った。また、散布時に切り枝表皮の亀裂および剥離の状況の観察を行った。なお、両試験は 1989 年 8 月に行った。

結果及び考察

S. carpocapsae J₃の施用量と殺虫効果の関係を第1表に示した。散布時の切り枝の表皮には幼虫の食害による亀裂や剥離が生じていた。調査時の幼虫の齢構成は中齢～老齢であった。10,000J₃/ml および 1,000J₃/ml の線虫懸濁液散布区では、濡れ新聞紙による被覆を行わなくとも両区ともに約 80% の幼虫が死亡し高い効果があった。しかし、100 J₃/ml の線虫懸濁液散布区では、殺虫効果が低く死亡率が 19% にとどまった。線虫施用区の死亡虫は体色が黒変し、死亡虫の 83～100% から虫体内で増殖した *S. carpocapsae* が検出された (写真 1)。

これまでの J₃によるカミキリムシ類の幼虫防除の研究においては、何らかの資材を用いて乾燥を防ぐ処理により高い効果を得ている^{6,8)}。本研究においても、散布後枝を濡れ新聞紙で被覆した区では死亡率がやや向上する傾向が認められたが、1,000J₃/ml 以上の濃度においては無被覆と差異はなかった。

卵産下後の日数と *S. carpocapsae* J₃の殺虫効果を第2表に示した。調査時の幼虫から推定した懸濁液散布時期の齢期は、卵産下後 33 日～42 日経過した枝では老齢、29 日～32 日経過した枝では中齢～老齢、22 日～25 日では若齢～中齢、7 日～11 日では若齢であった。イチジク枝内のキボシカミキリ幼虫に対する J₃の効果は、卵産下後の日数により大きな差異が認められた。すなわち、卵産下後 22 日以上経過した枝内の幼虫は 56～80% が死亡したのに対し、卵産下後の経過日数が 7 日～11 日の幼虫の死亡率は 6% にとどまった。この原因としてまず、幼虫の齢期による感受性の差異が考えられる。しかし、キボシカミキリに近縁なゴマダラカミキリにおいては幼虫の齢期による感受性の差が認められていない⁵⁾。また、1 個体のみの事例ではあるが線虫を接種したキボシカミキリの 3 齢および 6 齢幼虫はともに死亡したこと⁷⁾から、幼虫の齢期による感受性の差異の可能性は低いと考えられる。次に、線虫の樹皮下への侵入の難易による影響が考えられる。キボシカミキリ成虫は、産卵のため樹皮に咬み傷をつける習性があるため、樹皮の産卵痕が J₃の侵入孔になるのであれば、キボシカミキリの卵期間は約 6～7 日^{2,4)}であるので、既

にふ化している幼虫は寄生され、齢期の進んだ幼虫との死亡率には差異はないはずである。しかし、卵産下後7日～11日経過した枝内の幼虫の死亡率は低く、J₃の効果は卵産下後の日数により大きな差異が認められたため、産卵痕は線虫の侵入孔となり得ないと考えられた。一方、供試枝の樹皮は卵産下後の日数の増加にともない破損状態に大きな差異が見られたので、樹皮の破損により線虫の侵入が容易になることが考えられた。卵産下後7日～11日経過した枝の外観は、産卵痕を除き健全枝と差異が認められなかった。これに対し、産下後22日以上経過した枝では、既に幼虫が樹皮下の大部分を食害していたため、樹皮には亀裂や剥離が生じており、樹皮の破損状態と幼虫の死亡率の高低はよく一致し、線虫は破損した樹皮から侵入したものと考えられた。

既に樹皮に剥離や亀裂を生じた枝は、樹皮下の幼虫の防除を行っても枯死する場合が多い。しかし、キボシカミキリの被害は通常、圃場のごく一部の木で初発生しその後拡大するので、幼虫を防除し、翌年の羽化数を減少させることにより、他の樹への被害拡大を防止する効果は高いと考えられる。

小林ら⁸⁾は、桑樹に食入したキボシカミキリ幼虫に対して、ポリウレタンスポンジ(約30cm×80cm)に井水に懸濁したJ₃を含ませ1樹当たり100,000頭のJ₃を施用することにより66～100%の殺虫効果を得ている。しかし、これらの処理は高い効果が得られている一方で、労力、経費の面で問題を残している。本研究において、キボシカミキリ幼虫の食入した枝へJ₃懸濁液を1,000J₃/ml以上の濃度で適期に散布すれば、乾燥防止処理を行わなくても高い効果を有することが判明した。幼虫食入枝への線虫懸濁液の散布は、ポリウレタンスポンジ処理に比べてより省力的で資材を要しないため*S. carpocapsae* J₃の施用法として実用性が高いと考えられる。*S. carpocapsae* J₃がイチジクのキボシカミキリに対して農薬登録されれば、従来の防除法に代わる有効な防除手段になり得ると考えられる。

福岡県におけるキボシカミキリ成虫の主要羽化時期は6月上旬～7月下旬¹¹⁾である。成虫は産卵前期間が約11日

3)、産卵開始後11～30日でピークに達し、約50日間産卵する³⁾。卵期間は6～7日^{2,4)}、幼虫期間が約90日¹⁾であることおよび本研究の結果から推察して*S. carpocapsae* J₃の施用適期は、8月上旬～中旬であると考えられるので、今後はこの時期に圃場レベルの効果試験を積み重ねることにより実用化を図る必要がある。

引用文献

- 1) 江森 京(1976) キボシカミキリの発生に関する生態学的研究. I. キボシカミキリの発育におよぼす温度と日長の影響. 応動昆 20 : 3.129-132.
- 2) 江森 京(1978) 桑樹を加害するキボシカミキリの人工(無菌)飼育法. 植物防疫 32 : 7.294-298.
- 3) 伊庭正樹(1993) 桑園におけるキボシカミキリの生態ならびに防除に関する研究. 蚕昆研研報 8 : 24-29.
- 4) 石井五郎・江森京・樋田幸夫(1964) キボシヒゲナガカミキリ *Psacotheta hilaris* PASCOEについて(3). 蚕糸研究 52 : 28-36
- 5) 柏尾具俊(1982) ゴマダラカミキリに対する *Neoaplectana carpocapsae* の寄生性. 九病虫研会報 28 : 194-197.
- 6) 柏尾具俊(1986) ゴマダラカミキリ幼虫に対する昆虫寄生性線虫のバーク堆肥混入施用について. 九病虫研会報 32 : 175-178.
- 7) 柏尾具俊(1987) ゴマダラカミキリ幼虫に対する数種昆虫寄生性線虫の殺虫効果. 九農研 49 : 137.
- 8) 小林益子・桐原重樹・尾崎幸三郎(1987) 昆虫寄生性線虫のキボシカミキリ *Psacotheta hilaris* に対する効力. 関東東山病虫研年報 34 : 181-183.
- 9) POINAR, G.O. Jr. (1979) Nematodes for Biological Control of Insects, Florida: CRC Press, Inc., p.277.
- 10) TANADA, T. and H.K. KAYA (1993) Insect Pathology. Sandiego: Academic Press, Inc., p.582.
- 11) 堤 隆文(1984) イチジク園におけるキボシカミキリの発生状況. 九病虫研会報 30 : 156-157.