

静岡県茶園におけるナガチャコガネの生態と薬剤防除

片井祐介¹⁾ 吉崎真紀²⁾

¹⁾ 中遠農林事務所,

²⁾ 農林技術研究所茶業研究センター

Population Ecology and Control of the Yellowish Elongate Chafer, *Heptophylla picea* Motschulsky, in Tea Fields in Shizuoka Prefecture

Yusuke Katai¹⁾ and Maki Yoshizaki²⁾

¹⁾ Shizuoka Cyuen Agri. and Forest. Office

²⁾ Tea Research Center/ Shizuoka Res. Inst. of Agric. and For.

Abstract

Yellowish Elongate Chafer, *Heptophylla picea* Motschulsky, is one of the most serious pests on tea crops of *Camellia sinensis*, and serious damage occurs in the Makinohara district in Shizuoka prefecture, Japan. We studied the population ecology of the Yellowish Elongate Chafer in tea fields in Shizuoka prefecture and evaluated the control effect of *Bacillus thuringiensis* preparation.

The depth of soil that the larva inhabited differed over time. The larva moved to a shallow position underground of 15 cm around November. However, the vertical distribution patterns of the larva in the soil in November were different among the tea fields investigated. The horizontal distribution pattern of the larvae in the soil showed a concentration under the tea trees.

Control rates by a drench using a solution of B. t. diluted 125 times against the larvae in the soil in tea fields were about 40%.

The control effect of a drench using a solution of MEP emulsion diluted 2000 times against the larvae was recognized to be 15 cm under the ground.

The attractiveness of synthetic sex pheromone to the adult males of Yellowish Elongate Chafer was less effective than a light trap. The seasonal prevalence of adults was not clear because of the few numbers of captured adults, however it was considered that verification of the first emergence of the adults was possible by the use of a pheromone trap.

The prevalence of flight muscles in the female adult was observed in 11 populations collected in the tea fields in Shizuoka prefecture. The ratio of females with flight muscles were 0~14% and 4 populations indicated 0%.

キーワード：チャ、ナガチャコガネ、飛翔筋、フェロモン、BT、MEP

I 緒 言

ナガチャコガネ(*Heptophylla picea* Motschulsky)は、甲虫目の昆虫で屋久島以北の日本全国に分布しており、森林など広い範囲に生息している。1950年以前から、森林苗木の害虫として主に北海道で問題となっていた¹⁾。チャでは1974年に静岡県の中川根町(現在の川根本町)で初めて被害が確認^{4,9)}され、現在では埼玉、三重、京都、奈良、滋賀、福岡、佐賀など南九州を除く全国の茶産地において被害が確認されている。その中でも、静岡県の被害面積が一番広く、防除実施面積だけでも500~600haと推定される。現在、被害の報告は牧之原地域が中心であるが、磐田原地域、富士市、静岡市清水区などでも被害が発生している。また、掛川市、袋井市などでも被害が認められている。チャ以外の作物では、北海道のハスカップ¹⁾やイチイ、リンゴの苗木での被害(インターネットによる情報)が確認されている。

本種の防除薬剤としては、幼虫を対象としたMEP乳剤、BT水和剤及び成虫を対象としたテフルトリン粒剤の3剤がチャに農薬登録されている。これらの中で、MEP乳剤が最も古く1991年度に、テフルトリン粒剤が2001年度より静岡県農作物病害虫防除基準に記載され静岡県内の茶園で使用されている。BT水和剤は、2005年6月に登録された。これらの防除薬剤が使用可能であるものの、ナガチャコガネの幼虫は地中に生息しているため、散布された薬剤の虫体への到達は容易ではない。また、成虫発生時期は、二番茶の摘採時期と重なるので、成虫を対象とした防除は難しい状況にある。そのため、より効果的な防除法やその支援技術の開発が必要とされている。

地中の幼虫を対象とした防除を効率的に行うためには、地中における幼虫の生息位置の把握が重要だが、地中の幼虫分布に関する報告は非常に少ない⁹⁾。特に茶株周辺の水平方向の幼虫の時期別分布調査は過去に行われていない。そこで、本研究では時期別、深度別、水平方向別の3点から幼虫の生息位置の分布調査を行った。また、防除適期は幼虫が10月~12月頃の幼虫が地表近くに移動してくる時期とされているので⁹⁾、防除時期における幼虫の地中分布についても調査を行った。

幼虫対象の防除にはMEP乳剤が広く使われているが、茶生産者などの情報によると防除効果はあまり安定していない。その理由としては、使用方法が土壌かん注となっているため、幼虫が生息している深さまで薬剤が到達していないことが考えられる。そこでMEP乳剤をかん注した土壌において、どの程度の深度まで防除効果が認め

られるかについて試験を行った。

また、幼虫に殺虫活性のあるBT水和剤が2005年に登録されたが、本種の茶園での防除試験は農薬登録のために行われた各試験場内の試験に限られ、現地における茶園での実用性については知見が不足している。そこで、BT水和剤の現地茶園における防除試験を行い、BT水和剤の実用性を検証した。

ナガチャコガネの成虫防除のためには、成虫羽化時期の把握が重要であるが、誘蛾灯以外の簡易な方法はなかった。しかし、近年本種の性フェロモン成分が解明され、フェロモン剤が開発された²⁾。そこで、フェロモン剤と誘蛾灯の成虫誘殺数を比較し、フェロモン剤の実用性評価を行った。

ナガチャコガネは雌雄で飛翔能力に差があることがわかっている^{3,5,6)}。雄の個体は、すべて飛翔するが、雌では飛翔する個体としない個体がいる。これは、飛翔するために必要な飛翔筋の有無により決まり、この有無は遺伝的に決定される^{5,6)}。飛翔筋の保有率は地域により異なることが知られているが、静岡県内の個体群の飛翔筋保有率に関する知見は少ない上15年以上前のデータに限られている^{5,6)}。飛翔筋の保有率は虫の分散と分布拡大に関与するので、最近の飛翔筋保有状況を明らかにする必要がある。そこで、県内各地の個体群について飛翔筋の保有率調査を行った。

本研究では、以上の5点について調査及び試験を行ったので、その結果を報告する。

II 材料及び方法

1. 幼虫の地中分布

(1)時期別の生息位置

調査は、静岡県茶業試験場(現、静岡県農林技術研究所茶業研究センター)内の‘やぶきた’成木茶園(樹齢不明)にて、2004年の9月から11月にかけて毎月1回、合計4回行った。調査箇所は条間、株元、雨落ち、うね間の4ヶ所(図1)とし、1ヶ所あたり25×25cmの枠を使い5cmの深さごとに掘り取り、その掘り取った土壌中の幼虫数を数えた。調査は、各時期ともランダムに選んだ3ヶ所で行った。

(2)防除時期における幼虫の生息位置

調査は、2005年11月10日に牧之原市布引原、島田市湯日、島田市下原、11日に富士市石坂の計4ヶ所の農家茶園で行った。調査方法は、うね間から株元にかけて(1)の試験と同様の枠を使い5cmごと35cmまで掘り取り各深度の幼虫数を数えた。調査は、各地点2ヶ所で行い、その合計虫数を求めた。

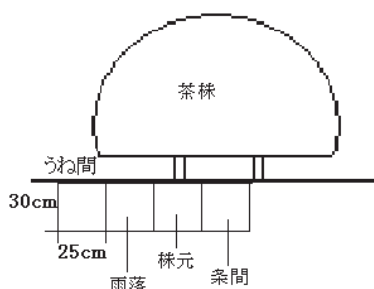


図1 幼虫の掘り取り調査箇所

2. MEP乳剤の散布後の土壌における深度別殺虫効果

2005年11月24日に静岡県茶業試験場内の茶園にMEP乳剤(商品名: スミチオン乳剤70)の2000倍希釈液を5L/m²の相当量で散布した。その1時間後に、地表下0～5、5～10、10～15、15～20cmの4段階にわけ土壌を採取した。次に採取した土壌をよく混和しプラスチックカップ(直径6cm、高さ3cm)に1頭の幼虫とともに入れ、各区計5頭を供試した。カップに入れた幼虫は25℃ 16L8Dの恒温室内で飼育し、土壌の水分調整、給餌は行わなかった。8日後に生存の有無を調査し、死虫率を求めた。なお、試験前12日間は降雨が無く、土壌は乾燥状態であった。

3. BT水和剤の防除効果

供試薬剤は*Bacillus thuringiensis japonensis* Buibuiの産生する結晶毒素および芽胞10%を含有成分とするBT水和剤(商品名: ブイハンター®フロアブル(住友化学株式会社製))を用いた。

(1)現地茶園における防除効果(2005年)

試験は、島田市湯日、牧之原市布引原及び島田市金谷の生産者茶園で行った。試験区は、BT水和剤125倍散布区、500倍散布区および薬剤無散布区の3区とし、1区100m²の2反復で行った。2005年8月上旬に薬剤散布を行い同年12月13～14日に生存虫数を調査した。幼虫調査は、直径10cm、高さ15cmのホールカッターを用いて1区当たり10地点の土壌を掘り取り、土壌中の生存幼虫数を数えた。

(2)現地茶園における防除効果(2006年)

試験は、牧之原市東萩間の2ヶ所(以下、東萩間①、東萩間②とする)、牧之原市布引原で1ヶ所の計3ヶ所の茶園で行った。薬剤散布は、東萩間①、②が2006年8月2日、布引原が8月9日に行った。試験区は、125倍散布区、500倍散布区と薬剤無散布区とし、東萩間②および布引原は1区27m²反復、東萩間①は1区14m²反復とした。薬剤は、5L/m²を生産者が慣行的に使用している突き刺し型噴口(長さ30cm)を用い土壌かん注した。調査は、同年11月10日に東萩間②は各区2ヶ所、東萩間①は各区1ヶ所、11月17日に布引原は各区4ヶ所、それぞれ25cm立方に掘り取

り採取した土壌中の幼虫数を数えた。

(3)散布時期が防除効果に及ぼす影響

試験は、牧之原市白井、同市大江の生産者茶園2ヶ所で行った。2007年7月9日または7月31日にピストル噴口を用いてBT水和剤125倍希釈液5L/m²を土壌かん注した。処理は、BT水和剤散布区と無散布区とし、牧之原市白井は1区27m²反復、同市大江は1区14m²反復とした。同年11月18日に各区4ヶ所、それぞれ25cm立方に掘り取り採取した土壌中の生存幼虫数を数えた。

4. フェロモン剤による誘引効果

静岡県茶業試験場の誘蛾灯から約50m離れた茶園の茶株脇に黄色ファネル型トラップ(サンケイ化学製)1基を地面の上に設置し、ナガチャコガネ用フェロモンルアー(サンケイ化学提供)を用いた。調査は、2003年5月31日から7月6日と2004年5月20日から6月30日までとし、毎日トラップに誘殺された成虫数を調査した。なお、調査期間中にルアーの交換は行わなかった。

5. 飛翔筋保有率

2004年と2005年の成虫発生時期の6月に生産者茶園(表4)から茶樹にて交尾中や交尾の準備をしている成虫個体を捕獲し、アルコール(70%エタノール)に浸漬した。その後、これらの背板の中心を腹板方向に切断し、飛翔筋の有無を判別した(図2)。雌雄の判別は蔵卵の有無により行い、各地点の調査雌数が50以上になるまで調査を行った。

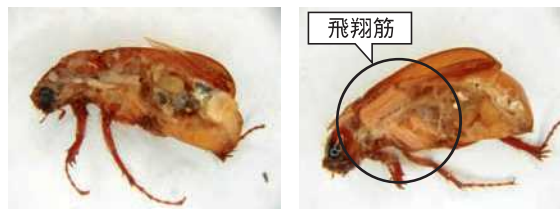


図2 飛翔筋の非保有(左)と保有(右)の雌成虫個体

III 結果および考察

1. 幼虫の地中分布

(1)時期別の生息位置

水平方向では、うね間よりも株元を中心に条間や雨落ちなど茶樹下の地中に幼虫が多く生息していることが明らかとなった(図3)。中でも株元の生息数が多く、次いで条間、雨落ちの順であった。深さ別・時期別の幼虫分布では、9月には地下15cm前後に多くの幼虫が生息しており、10月も同様の傾向があった。11月になると比較的浅い位置での個体数が多くなった。しかし、今回の調査ではすべての個体が浅い位置に生息していることはなく、地中深くに生息している個体も見られた。山本¹⁰⁾は、11

月上旬から下旬にかけて幼虫は浅い位置に移動し、11月下旬には多くの個体が地下10cmよりも浅い位置に生息していたと報告したが、今回の調査では異なる結果となった。この原因としては地温、根の分布、茶園の土壌条件の違いなどが考えられるがはっきりとしたことは不明である。

以上の結果から、現地茶園では幼虫の防除のためにうね間から雨落ち部にかけて農薬を土壌かん注してきたが、雨落ち部よりも内側の株元に生息数が多いことから、農薬も株元などに集中的にかん注することで、より高い防除効果が期待できると考えられる。

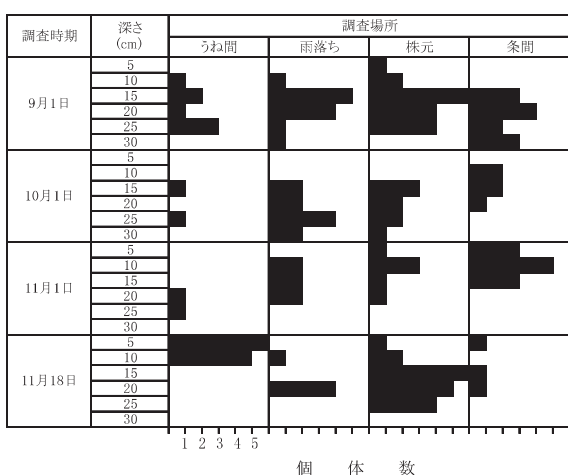


図3 2004年のナガチャコガネ幼虫の時期別・深度別生息個体数 (3ヶ所合計)

(2)防除時期における幼虫の生息位置

11月10日前後における現地茶園4ヶ所の幼虫分布を表1に示した。同じ時期でも茶園での生息深度には多少の差が見られた。牧之原市布引原では、地下5cm～20cmに多くが生息していたが、島田市下原では地下5～35cmとより広い範囲に生息していた。また、富士市石坂では地下10～20cmに大部分の幼虫が生息していたが、島田市湯日では地下10～25cmに多くが生息していた。幼虫密度の高い地下深度は、各調査地点で大きな差はなかったが、幼虫が生息している最深部では地点間で15cm程度の差がみられた。

幼虫の生息位置が圃場により異なる理由としては、地温、土壌硬度、根の分布、土壌水分の違いなどがあると思われるが不明である。

表1 2005年11月10日前後における地下深度別幼虫数 (3ヶ所合計)

調査深度 (cm)	調査地点			
	牧之原市布引原	富士市石坂	島田市湯日	島田市下原
0～5	0	0	0	0
5～10	1	0	0	2
10～15	1	5	7	2
15～20	2	3	9	7
20～25	0	1	6	2
25～30	0	0	1	1
30～35	0	0	0	1

2. MEP乳剤の散布後の土壌における深度別殺虫効果

地表からの深度0～5cmの土壌で死虫率100%、5～10cmでは80%と高い防除効果が認められた(表2)。しかし、10cm以上になると死虫率が低下し、15cm以上の死虫率は無処理区と同じ値となり、防除効果は認められなかった。

表1の生産者茶園における深度別幼虫生息状況の結果に本試験で得られた深度別の幼虫死虫率を掛けて各地点における死虫率を推測すると、牧之原市布引原で45%、富士市石坂で42%、島田市湯日で32%、島田市下原で33%となった。従って、MEP乳剤で高い防除効果を得るためには、幼虫の大部分が地表面近くまで移動したことを確認してから薬剤散布を行うか、地中深くの幼虫生息部位まで薬剤を到達させることが可能な薬剤散布機を開発する必要がある。

表2 MEP乳剤散布時の深さ別死虫率 (2,000倍・5L/m²)

深度 (cm)	死虫率	(n)
0～5	100%	(5)
5～10	80	(5)
10～15	60	(5)
15～20	20	(5)
無処理	20	(5)

3. BT水和剤の防除効果

(1)現地茶園における防除効果(2005年)

各試験茶園とも、無処理区の幼虫数が少なく、特に牧之原市と島田市金谷では防除効果は判然としなかった(表3)。しかし、島田市湯日では、反復によりばらつきは大きいものの、125倍散布と500倍散布の両区とも40%程度の防除率であった。この防除率は、チャ新芽害虫などに対する一般的な薬剤試験における防除率に比べるとかなり低いが、ナガチャコガネの幼虫は地中に生息していることなどを勘案すると40%程度の防除率でもやむをえないと考えられる。

(2)現地茶園における防除効果(2006年)

牧之原市布引原の茶園では、125倍散布区、500倍散布区ともに無処理区よりも幼虫数が多く、防除効果は認められなかった(表3)。東萩間①では、125倍散布区は45.2%の防除率であったが、500倍散布区では無処理区よりも幼虫数が多く、防除効果は認められなかった。東萩間②では125倍散布区は41.0%、500倍散布区では11.4%であり、500倍散布区での効果は低かった。

125倍散布区では調査地点のうち2ヶ所では40%程度の防除率であり、前年の試験とはほぼ同程度の防除率であった。しかし、500倍散布では防除率が低い茶園が多かったことから、500倍散布の実用性は低いと考えられる。

(3) 散布時期が防除効果に及ぼす影響

牧之原市白井で実施した試験では、7月上旬散布区の防除率が19.8%、7月下旬散布区が37.6%の防除率であった(表3)。また、牧之原市大江での試験では、薬剤散布区と無処理区の幼虫数はほとんど同じであり、防除効果は認められなかった。

7月上旬処理では、散布が梅雨時期に当たり散布後の降雨により有効成分が流亡していた可能性が考えられる。また、幼虫に摂食されたBT剤は中腸の消化液で溶かされることにより毒性を発揮するとされているが、孵化直後の幼虫は卵のうを消費しきっていないため、摂食量および有効成分の取り込み量が少なく、7月中旬頃に孵化するナガチャコガネの幼虫に対しては十分な殺虫効果を発揮できなかったことも考えられる。従って、本剤の最適な散布時期を決めるためには、BT剤の土壌中の残存量の消長とナガチャコガネ幼虫の摂食量の経時変化との関係についても検討する必要がある。

なお、7月下旬処理の防除率は前述の2005年の試験結果と同程度であり、本剤の防除率は概ね40%程度と推察される。

4. 性フェロモン剤による誘引効果

2003年、2004年の両年ともフェロモントラップでの誘殺数は誘蛾灯に比べて少なく、捕獲時期はやや早くなり、ピークも不明瞭であった(図4)。また、期間中の総誘殺数は、2003年はフェロモンが27頭、誘蛾灯が267頭であった。2004年はフェロモンが167頭、誘蛾灯が554頭であった。

これらの結果から、フェロモントラップでは成虫の発生時期はわかるが、はっきりとした発生ピークが現れにくく、ピーク日の判断は難しいと考えられる。また、誘殺数は誘蛾灯に比べてかなり少ないことから、性フェロモン剤を用いた大量誘殺法や交信かく乱法などの防除手法として使うことは現状では困難であろう。

しかし、フェロモントラップは誘蛾灯に比べ取り扱いが簡単で成虫発生初期の時期を簡便に知ることが出来るため、成虫を対象としたテフルトリン粒剤による防除適期の把握に活用することは可能である。また、フェロモン剤はすでに商品化され2006年より販売されている(商品名：ニューウインズバック)ので、発生地域の確認や初発時期の判断をする目的であれば利用できると思われる。

表3 BT水和剤（バイハンターフロアブル）の防除効果（数値は幼虫数）

(1) 希釈倍率別の防除効果（2005年）

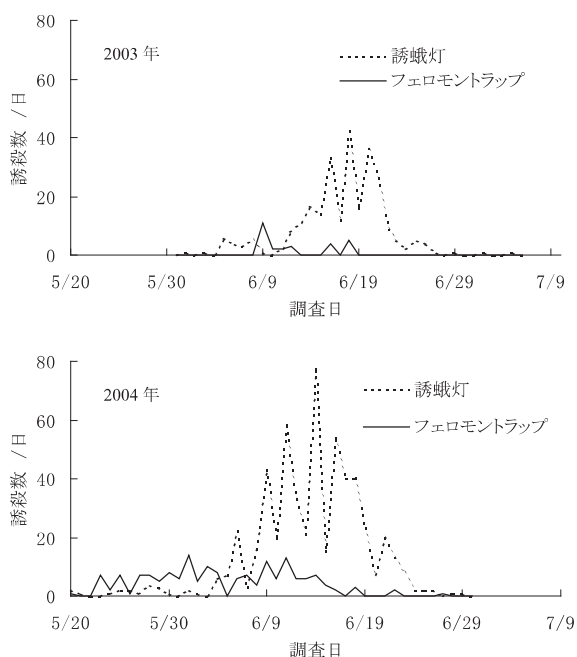
調査地点	125倍				500倍				無散布		
	I	II	合計	防除率(%)	I	II	合計	防除率(%)	I	II	合計
島田市湯日	5	20	25	40.5	3	20	23	45.2	35	7	42
牧之原市布引原	3	2	5	0	3	1	4	0	0	2	2
島田市金谷	1	1	2	66.7	5	1	6	0	6	0	6

(2) 希釈倍率別の防除効果（2006年）

調査地点	125倍					500倍					無散布			
	I	II	III	合計	防除率(%)	I	II	III	合計	防除率(%)	I	II	III	合計
牧之原市布引原	13	13	1	27	-8.0	8	13	5	26	-4.0	16	5	4	25
牧之原市東萩間①	13	1	9	23	45.2	16	11	19	46	-9.5	26	3	13	42
牧之原市東萩間②	20	37	5	62	41.0	43	43	7	93	11.4	65	32	8	105

(3) 散布時期別の防除効果（125倍希釈、2007年）

試験場所	7月上旬					7月下旬					無散布			
	I	II	III	合計	防除率(%)	I	II	III	合計	防除率(%)	I	II	III	合計
牧之原市白井	24	8	49	81	19.8	19	21	23	63	37.6	30	44	27	101
牧之原市大江	27	10	21	58	1.7	17	32	9	58	1.7	18	22	19	59



5. 飛翔筋保有率

飛翔筋の保有率は、過去の調査では北海道で100%、埼玉県で15%、静岡県で0～2.1%であり、静岡県の個体群はほとんど飛ばないとされていた⁵⁾⁶⁾。しかし、今回の調査では、県内でも個体群により保有率に差が認められた。保有率が0%の個体群が多かったものの、2004年の牧之原市仁田①は4.6%、2005年の牧之原市布引原では10%程度と同じ牧之原台地周辺でも保有率の高い個体群が確認された。また、静岡市清水市茂畑では14.0%と埼玉県入間と同程度の個体群も確認された(表4)。

これらのことから、静岡県では場所により飛翔筋保有率の高い個体群が存在することが明らかになった。飛翔筋保有率の個体群間の差の理由は不明であるが、飛翔筋の有無はメンデル遺伝により決定し、保有個体が劣性遺伝であることから⁵⁾⁶⁾、飛翔した個体が侵入して発生源となった茶園では、保有率が高くなったのではないかと考えられる。

表4 各地の雌成虫の飛翔筋保有率

調査地点	1990-93年 ¹⁾		2004年		2005年	
	調査雌数	保有率(%)	調査雌数	保有率(%)	調査雌数	保有率(%)
北海道帯広	87	100.0				
埼玉入間	371	15.1				
静岡富士	70	0.0				
静岡清水	144	0.0				
静岡金谷	563	0.2				
静岡牧之原	145	2.1				
牧之原市仁田① ²⁾			65	4.6		
牧之原市仁田② ²⁾			53	1.9		
牧之原市白井① ²⁾			58	0.0		
牧之原市白井② ²⁾			53	0.0		
牧之原市片浜			50	0.0	50	0.0
牧之原市布引原					50	10.0
島田市下原			68	0.0		
島田市金谷					50	6.0
菊川市倉沢					50	2.0
磐田市大藤			78	2.6		
静岡市清水区茂畑					50	14.0

1) Tadaら(1991, 1995)⁵⁾⁶⁾より引用

2) ①と②は同一地区の別茶園

ナガチャコガネは、被害の原因となる幼虫が地中にいるため発生量の把握が困難であり、発生量と被害程度の相関もわかっていない。また、幼虫が地中にいること、チャが永年作物であり薬剤の全面施用できないことなどから薬剤の処理方法が制限されている。

そのため、土壌中に長期に残存し、定着あるいは自己増殖することで長期の密度抑制効果が期待できる昆虫病原性糸状菌を使った防除方法も研究されている⁷⁾⁸⁾。しかし、農薬として使用するためには、菌の大量培養法や最適な処理方法、安全性の確認など解決すべき問題が多々あり、実用化にはまだ時間がかかると思われる。

現在登録のあるMEP乳剤については本報でも述べたように、幼虫調査と土壌かん注の位置などを注意することで防除効果を高めることは可能と考えられる。また、BT水和剤については、その防除効果がやや不安定であり、効果的な使い方については散布時期や散布方法などさらに検討する必要がある。成虫を対象としたテフルトリン粒剤を用いた防除では、本剤の残効期間が限られているため、成虫発生時期を正確に把握して散布することが重要であるが、発生時期を把握する簡便な手段としてフェロモントラップが有効利用できると考えられる。

IV 摘 要

ナガチャコガネは、チャの難防除害虫であり、静岡県では牧之原地区などで深刻な被害が発生している。そこで、静岡県の茶園におけるナガチャコガネの生態に関する調査を行うとともに、BT剤などによる薬剤防除法の実用性について検証した。

土壌中の幼虫の生息深度は、時期により異なっており、幼虫は11月頃になると地下15cm以内の浅い位置に移動する傾向がみられた。しかし、11月における幼虫の深度別の分布パターンは、圃場により異なった。また、水平方向における分布では、うね間より株元に幼虫が集中する傾向が認められた。

新たに登録されたBT剤のナガチャコガネ幼虫に対する防除効果を検証した結果、圃場によるふれが大きいものの、125倍希釈液の散布では概ね40%程度の防除率を示した。また、散布時期別の試験では、7月下旬の散布の方が7月上旬の散布より防除効果が高かった。

MEP乳剤2000倍液の5L/m²土壌かん注の幼虫に対する深度別防除効果を調べた結果、地下15cmまでは殺虫作用が認められたが、15cm以上の深度では認められなかった。

合成性フェロモン剤の誘引力は誘蛾灯に比べると劣り、フェロモントラップによる成虫の発生消長パターン

の把握は困難と考えられた。しかし、成虫の初発時期を知ることは可能であった。

静岡県内の茶園で採集した11個体群について雌成虫の飛翔筋の保有率を調べた結果、保有率は0～14%とばらつきがみられた。11個体群のうち4個体群は保有率0%であったが、10%を超える個体群が2個体群認められた。

引用文献

- 1) 平田修一(2005)：スタイナーネマ・グラセライ剤のハスリップナガチャコガネへの可能性について。バイオコントロール(9), 5～9.
- 2) 柿崎 昌志, 杉江 元, 福本 毅彦, 猪野 正明(2000)：ナガチャコガネの合成性フェロモンを用いた誘引製剤。応動昆(44), 44～46.
- 3) 西垣 貞治郎, 安井耕史, 牧野信之, 山崎明(1986)：ナガチャコガネ成虫の飛翔特性。応動昆(30), 81～86.
- 4) 刑部 勝, 小泊 重洋 (1984)：チャを加害するナガチャコガネの生態。茶研報(60), 15～21.
- 5) Tada shigeo, Yamamoto atusi and Nishigaki jojiro (1991)：Flight Muscule Dimorphism of Female Adults in the Yellowish Elongate Chafer, *Heptophylla picea* MOTSCHULSKY. Appl.Ent.Zool.26(4), 515～521.
- 6) Tada shigeo, Honma kenpei, Kakizaki masashi, Fujisaki kenji and Nakasuji fusao (1995)：Geographic Variation oh Flight Muscule Dimorphism of Female of a Scarabaeid, *Heptophylla picea*. Appl.Ent.Zool.30(4), 501～507.
- 7) 柳沼 大, 桑原 一郎, 廣森 創, 廿日出 正美 (2004a)：ナガチャコガネ幼虫に強い殺虫活性を示す昆虫病原性糸状菌*Beauveria amorpha*の感染特性および本菌株を用いた防除法の検討。応動昆(48), 297～306.
- 8) 柳沼 大, 廣森 創, 廿日出 正美 (2004b)：昆虫病原性糸状菌*Beauveria amorpha*のナガチャコガネ幼虫に対する殺虫活性と付着能力の関係。応動昆(48), 101～108.
- 9) 山本篤(1989)：ナガチャコガネのチャにおける発生生態と防除。植物防疫43(12), 647～650.
- 10) 内田登一, 中島敏夫(1948)：ナガチャコガネの生態学的研究。北海道大学演習林研究報告(14)