ゴボウのトビイロヒョウタンゾウムシに対する クロチアニジン粒剤の効果的な土壌処理深度

福田 健^{†*}・上室 剛・重水 剛^{**}
(鹿児島県農業開発総合センター大隅支場)

Effective treatment depth in soil of clothianidin granules for the brown gourd-shaped weevil, *Scepticus uniformis* Kôno (Coleoptera: Curculionidae) on burdock.
Takeshi Fukuda^{†*}, Takeshi Kamimuro and Takeshi Sigemizu^{**} (Kagoshima Prefectural Institute for Agricultural Development, Osumi Branch, Kanoya, Kagoshima 893-1601, Japan)

In burdock, root feeding damage caused by *Scepticus uniformis* Kôno larvae which inhabit the soil significantly reduces the commercial value. However, there is no registered insecticide in the seed furrow treatment for the control of the weevil larvae. Therefore, the registration of clothianidin granules in the seed furrow treatment is expected. Accordingly, we examined the control effects by application depth in soil treatment of clothianidin granule of 6kg per 10 ares for *S. uniformis* on burdock for two years. As a result, the application of the insecticide at 2cm in depth and that at 5cm respectively reduced the root damage, compared with the application at 10 cm in depth in the first year and plant foot application in the second year. Consequently, it is considered that the application at 2-5cm in depth is effective in the soil treatment of the insecticide for the control of the weevils on burdock.

Keywords: feeding trace, oviposition site, root distribution, seed furrow treatment, soil insect, pest,

緒 言

トビイロヒョウタンゾウムシ *Scepticus uniformis* Kôno は、野菜、畑作物や森林などの害虫として古くから知られている(森本, 1962)。ゴボウ *Arctium lappa* L. では土壌中に生息する幼虫が根部の被害痕を発生させ、出荷時の商品価値を著しく低下させることから、本種はゴボウの重要害虫となっている(市原ら, 1974; 牧野ら, 1981; 片瀬ら, 2006)。鹿児島県

では2~4月に播種を行い、6~10月に収穫する作型で本種の被害が特に大きい。現在、ゴボウでの本種に対する登録薬剤は、プロチオホス粉剤およびプロチオホス粉粒剤の2剤と少なく、更に両剤は生育期処理に限定される。これまで生産現場では防除の省力化が可能な播種時に処理できる粒剤の農薬登録が望まれていた。近年、ゴボウではクロチアニジン粒剤の播種時播溝土壌混和での登録が見込まれているが、本粒剤の効果的な処理方法は不明である。そこで、本研究ではトビイロヒョウタンゾウムシに対してクロチアニジン粒剤の効果的な処理方法として、本粒剤の土壌処理深度に着目し、被害軽減効果を検討した。牧野(1982)は、ゴボウ圃場でのトビイロヒョウタンゾウムシ成虫の発生が均一でなく、幼虫による根部被害も圃場周辺部で多く、中央部では少ない傾向で、中央部に処理された薬剤は効果が過大評価をされることを指摘している。そのため、本研究ではクロチアニジン粒剤を深度別に処理後、各試験区を1mm目合いのネットでトンネル

[†] fukuda-takesi@pref.kagoshima.lg.jp

^{*} 現在 鹿児島県農業開発総合センター茶業部

^{*} Present address : Kagoshima Prefectural Institute for Agricultural Development, Tea Division, Minamikyushu, Kagoshima 897-0303, Japan

^{**} 現在 熊毛支庁

^{**} Present address : Kagoshima Prefectural Kumage Branch Office, Nishinoomote, Kagoshima 891-3192, Japan

被覆し、成虫を放飼することで効果を比較した。また、本粒剤の効果的な処理深度を検討する上で、雌成虫の産卵場所およびゴボウの生育初期における発根状況を把握することは重要と考えられた。そこで、ゴボウでのトビイロヒョウタンゾウムシの産卵調査とゴボウ根の分布調査を行ったので併せて報告する。

なお、本研究は「平成28年度および29年度全国農業システム化研究会現地実証調査事業」の予算により実施したものである。

材料および方法

1. 供試虫

クロチアニジン粒剤の処理深度の違いによる被害抑制効果を評価するために、トビイロヒョウタンゾウムシの成虫を放飼した。産卵調査での供試虫は2016年5月に、クロチアニジン粒剤の処理深度の検討では2016年4月および2017年4月にいずれも鹿児島県鹿屋市のヨモギ等の雑草地から採集した。採集後の成虫は、試験開始時までヨモギを適宜与えて飼育した。

2. トビイロヒョウタンゾウムシの産卵調査

試験は鹿児島県農業開発総合センター大隅支場（以下、大隅支場）で行い、内径12.5cm、長さ40cmの塩ビ管内を3本準備した。2016年3月23日に大隅支場内の露地圃場（多腐植質厚層黒ボク土）に新ゴボウ配合（N:P:K=14:18:14）120kg/10aと苦土石灰100kg/10aを散布後にトラクタで耕耘し、圃場土を塩ビ管内に充填した。容器中央部にはゴボウの種子（品種「山田早生」）を深さ2cmに播種し、容器をナイロンゴースで被覆後に屋根付きの軒下に静置し、適宜、散水を行った。その後、2016年5月26日に1容器当た

りにトビイロヒョウタンゾウムシ成虫3ペアずつを放飼した。放虫時のゴボウの地上部の生育ステージは本葉3～4枚で、成虫は放虫5日後に回収した。調査は放虫5～7日後に行い、ゴボウの株を中心に半径5cm以内の地表面から深さ3cmまでの土を概ね1cm間隔で回収し、深さ別に土内の卵を実体顕微鏡下で計数した。なお、試験は3反復で行った。

3. ゴボウ根の生育調査

ゴボウの生育初期における発根調査を行うため、2016年3月23日に前試験と同様のゴボウの圃場土を塩ビ管に充填した。容器中央部にゴボウの種子（品種「山田早生」）を深さ2cmに播種し、大隅支場のゴボウ圃場に埋設した。2016年4月11日（播種19日後）と4月22日（播種30日後）にそれぞれ容器を掘り起こし、地下部を水洗し、写真撮影による根の生育状況を調査した。

4. クロチアニジン粒剤の処理量および処理方法

試験は、大隅支場内の露地圃場（多腐植質厚層黒ボク土）において、2016年と2017年の2カ年実施した。露地圃場には新ゴボウ配合（N:P:K=14:18:14）120kg/10aと苦土石灰100kg/10aを散布し、トラクタで耕耘後に整地した。その後、大隅支場農機研究室で試作した処理深度が調節可能な機械（Fig. 1）を用いて、クロチアニジン粒剤6kg/10aを播種時播溝土壌混和した。

2016年は3月23日に地下2cm、5cmおよび10cmにそれぞれ処理した区を、2017年は3月28日に地下2cm、5cmおよび株元にそれぞれ処理した区を設けた。薬剤処理と同時にゴボウを播種し、畝立て後に畝

Fig. 1. Agrochemical applicator (Prototype), (a) whole size, (b) application tube

表面を穴あき黒マルチで被覆した。

兩年ともに供試品種は「山田早生」、種子はシードテープの1粒封入タイプで、播種深度は2 cmとした。各試験区の面積は10.8㎡（9 m×1.2 m）、株間8 cmの1畝当たり2条播きとし、1区画約220粒を播種した。なお、試験は3反復で行った。

5. トビイロヒョウタンゾウムシ成虫の放飼時期および方法

成虫の放飼前に各区（4 m / 畝）を1 mm 目合いのネット（商品名：サンサンネット）でトンネル被覆した。牧野・中川（1983）は鹿児島県でのゴボウ圃場に侵入した越冬成虫は、4月中旬頃から産卵を開始すると推察していることから、2016年は4月19日および4月28日にそれぞれ3ペアずつ、2017年では4月14日に6ペア、4月21日に3ペアをネット内へ放飼した。なお、兩年ともゴボウの生育期間中に茎葉が繁茂し、ネット内が窮屈な状態になったため、2016年6月9日、2017年6月16日に全区のネットを除去した。

6. ゴボウ根部の被害調査

2016年は7月26日にネットで被覆した4 m / 畝の全株を、2017年は7月24日に各区30株ずつを任意に掘り取り、水洗後に下記に示す主根の外観に基づく被害程度に分けて調査し、被害根率および下式により被害度を算出した。

無 (0) : 被害無し

少 (1) : 幼虫の食害痕数が1～2個

中 (2) : 幼虫の食害痕数が3～6個

多 (3) : 幼虫の食害痕数が7～15個

甚 (4) : 幼虫の食害痕数が16個以上

被害度 = $[\Sigma (\text{各被害程度の指数} \times \text{当該主根本数} / 4 \times \text{調査主根総本数}) \times 100]$

7. 統計検定

トビイロヒョウタンゾウムシの被害度について、アークサイン変換後、Tukey-Kramer 検定により処理区間での有意性を調べた。統計処理にあたっては、JMP[®] version 5 (SAS Institute Inc.) を用いた。

結 果

1. トビイロヒョウタンゾウムシの産卵調査

トビイロヒョウタンゾウムシ卵は、ゴボウの株を中心に回収した土内には合計34個認められ、その内、地表面から深さ0～1 cmに32個、1～2 cmに2個認められ、深さ2～3 cmでは見られなかった (Fig. 2)。

2. ゴボウ根の生育調査

2016年の結果は、生育初期における細根は4月11日（播種19日後）には地下10 cm 近くまで分布し、4月22日（播種30日後）では20 cm 以上まで分布していた (Fig. 3)。

3. ゴボウ根部の被害調査

2016年および2017年の無処理でのトビイロヒョウタンゾウムシ幼虫による被害根率は、いずれも90%以上と高かった。

2016年の被害度は、薬剤の処理深度間に有意差は認

Fig. 2. Number of eggs of *S. uniformis* collected by soil depth (mean ± SD, three replicates).

Fig. 3. Distribution of rootlets at the early stage of burdock growth (2016)

められなかったが、地下 2 cm 処理が 25.0、地下 5 cm 処理が 25.7 で、両処理は無処理に比べて有意に低かった (Table 1)。2017 年での被害度は地下 2 cm 処理が 23.1、地下 5 cm 処理が 21.7 で、両処理は株元処理および無処理に比べて有意に低かった (Table 2)。

考 察

ヒョウタンゾウムシ類は、地表近くの土壌中に産卵するとされている (中田, 1963; 高橋ら, 1974)。本試験におけるトビイロヒョウタンゾウムシの産卵調査でも地表面から地下 1 cm までに多くの卵が認められ、ゴボウにおいても本種雌成虫は株元近くの地表面から浅い場所に産卵していると考えられた。

ゴボウでのトビイロヒョウタンゾウムシに対するクロチアニジン粒剤の効果を処理深度別に検討した結果、2016 年は地下 2 cm 処理および 5 cm 処理の被害度が 10 cm 処理に比べて低い傾向が認められた。クロチアニジンが作物栽培で効果を発揮する要因は、主に浸透

移行性が関与しているとされる (岩田・坂本, 2012)。このため、本粒剤をゴボウの生育初期において細根が多い地下 2 cm および 5 cm に処理することで細根に効率的に吸収され、被害軽減効果につながったと考えられた。

また、2017 年の試験では、株元処理は地下 2 cm および 5 cm 処理に比べて効果が劣った。株元処理では本種成虫が土中に潜る際、クロチアニジン粒剤に接触する可能性も考えられるが、本粒剤の効果を発揮させるには前述のように浸透移行性の影響が高いため、トビイロヒョウタンゾウムシ成虫に対しては接触効果が低かったと考えられた。

2 カ年の試験結果より、クロチアニジン粒剤の地下 2 cm 処理および 5 cm 処理でトビイロヒョウタンゾウムシの被害軽減効果が認められ、これらの処理深度は効果的と考えられた。ただし、両処理深度とも出荷に支障が生じる被害程度 2 以上 (食害痕数が 3 個以上) のゴボウがある程度認められ、特に 2016 年の階級

Table 1. Effects of application depth in soil treatment of clothianidin granules on burdock for *S. uniformis* (2016)

Application depth	Number of main roots examined ^{a)} (n=3)	Number of roots (means±SD, n=3) classified by damage level ^{b)}					Damage root ratio (%)	Degree of damage (means ±SD, n=3) ^{c)}	
		0	1	2	3	4			
2 cm underground	77.3±12.2	48.7±10.7 (62.9)	6.0±4.0 (7.8)	6.3±1.5 (8.2)	3.0±1.0 (3.9)	13.3±15.4 (17.2)	36.4	25.0±16.3	a
5 cm underground	78.7± 6.7	47.7±11.9 (60.6)	8.0±2.6 (10.2)	6.7±2.9 (8.5)	4.0±2.6 (5.1)	12.3± 9.8 (15.7)	38.6	25.7±15.7	a
10cm underground	76.7±10.2	36.3± 2.1 (47.4)	9.0±6.9 (11.7)	6.0±2.6 (7.8)	5.3±2.1 (7.0)	20.0± 4.4 (26.1)	51.8	37.9± 3.2	ab
Control	70.3± 5.0	4.3± 3.1 (6.2)	16.3±4.0 (23.2)	8.7±5.0 (12.3)	7.3±2.1 (10.4)	33.7±18.0 (47.9)	93.6	67.0±14.7	b

a) All plants were sampled from each experimental plot and examined a main root of each plant.

b) The values given in parentheses indicate percentage by damage level. Damage level indicates number of feeding traces of the roots caused by the weevil larvae. 0: no feeding trace; 1: 3-6 feeding traces; 3: 7-15 feeding traces; 4: 16 and above

c) [Σ (damage level * corresponding number of roots / 4 * number of roots examined) * 100] Different letters indicate significant differences (Tukey-Kramer test, $P<0.05$, after arcsine transformation).

Table 2. Effects of application depth in soil treatment of clothianidin granules on burdock for *S. uniformis* (2017)

Treatment depth	Number of main roots examined ^{a)} (n=3)	Number of roots (means±SD, n=3) classified by damage level ^{b)}					Damage root ratio (%)	Degree of damage (means ±SD, n=3) ^{c)}	
		0	1	2	3	4			
2 cm underground	30	13.3± 8.0 (44.4)	8.0±4.4 (10.3)	6.7±3.8 (8.6)	1.7±2.1 (2.2)	0.3±0.6 (0.4)	55.6	23.1±11.9	a
5 cm underground	30	10.7± 1.5 (35.6)	12.7±2.5 (42.2)	6.7±3.8 (22.2)	0.0±0.0 (0.0)	0.0±0.0 (0.0)	64.4	21.7± 4.3	a
Plant foot	30	2.0± 1.7 (6.7)	3.7±3.5 (12.2)	6.3±2.1 (21.1)	13.3±3.2 (44.4)	4.7± 4.6 (15.6)	93.3	62.5± 7.6	b
Control	30	0.7± 1.2 (2.2)	6.0±4.6 (20.0)	6.7±2.3 (22.2)	11.3±3.2 (37.8)	5.3±4.2 (17.8)	97.8	62.2±14.0	b

a) Thirty plants were randomly sampled from each experimental plot and 30 main roots were examined.

b) The values given in parentheses indicate percentage by damage level. Damage level indicates number of feeding traces of the roots caused by the weevil larvae. 0: no feeding trace; 1: 3-6 feeding traces; 3: 7-15 feeding traces; 4: 16 and above

c) [Σ (damage level * corresponding number of roots / 4 * number of roots examined) * 100] Different letters indicate significant differences (Tukey-Kramer test, $P<0.05$, after arcsine transformation).

2以上の割合は2017年に比べて多かった。2016年はクロチアニジン粒剤処理5日前に124mmの降雨があり、播種時前日での耕耘作業でも土壌中が十分に乾燥しておらず、土壌表面中に多くの土塊が見られたことから、土壌中の水分含量が薬剤の効果に影響したと推察された。

これらのことから、トビイロヒョウタンゾウムシの発生量や降水量によっては、クロチアニジンの播種時播溝土壌混和処理のみで十分な効果が得られない可能性があり、これを補うための成虫を対象とした生育期

処理の2剤（プロチオホス粉剤、プロチオホス粉粒剤）との体系防除が必要と考えられた。クロチアニジンの土壌中における減衰速度は土壌条件により異なるが、比較的緩やかである（Stupp and Faul,2003）。本試験では播種を3月下旬に実施したが、本県のゴボウ栽培が早い地域では2月に播種が始まる。今後、2月にクロチアニジン粒剤の播種時播溝処理を行った場合のトビイロヒョウタンゾウムシに対する効果の持続期間の検討も必要と考えられた。また、ゴボウではトビイロヒョウタンゾウムシのほか、地上部のアブラム

シ類防除も必要で、特に、ゴボウヒゲナガアブラムシは吸汁による直接的な被害だけではなく、ウイルス病を媒介する重要害虫である(中野・井上, 1980)。本試験においても無処理で本種が多発し、生育不良の株も見られたが、クロチアニジン粒剤の地下2cm および5cm 処理では本種の発生量が少なかった(上室ら, 2018)。今後、ゴボウでのトビイロヒョウタンゾウムシおよびコボウヒゲナガアブラムシに対するクロチアニジン粒剤の播種時処理の早期登録が望まれる。

引用文献

- 市原伊助・千本木市夫・深沢永光・稲生 稔 (1974) サビヒョウタンゾウムシとトビイロヒョウタンゾウムシの生態と防除. 関東東山病虫研報 21 : 183-187.
- 岩田 淳・坂本えみ子 (2012) 室内試験におけるクロチアニジンのドウガネブイブイ *Anomala cuprea* (Hope) (Coleoptera:Scarabaeidae) に対する作用特性. 応動昆 56 : 89-94.
- 片瀬雅彦・清水喜一・八横明子・深見理子 (2006) 千葉県の圃場内におけるヒョウタンゾウムシ類の越冬状況と越冬後の生息状況. 関東東山病虫研報 53 : 123-128.
- 上室 剛・福田 健・馬門克明・重水 剛 (2018) ゴボウのヒョウタンゾウムシ類・アブラムシ類に対するクロチアニジン粒剤の効果. 九病虫研会報 64 : 118 (講要).
- 牧野 晋 (1982) ゴボウを加害するトビイロヒョウタンゾウムシの生態と防除. 植物防疫 36 : 420-425.
- 牧野 晋・上 忠衛・牟田辰朗・中川耕人 (1981) ゴボウを加害するトビイロヒョウタンゾウの生態と防除 第1報ほ場における発生消長. 九病虫研会報 27 : 106-108.
- 牧野 晋・中川耕人 (1983) ゴボウを加害するトビイロヒョウタンゾウの生態と防除 第2報産卵. 九病虫研会報 29 : 96-100.
- 森本 桂 (1962) 森林害虫として記録されているゾウムシ類の種名についてⅢ. サビヒョウタンゾウムシ属. 林試研報 143 : 9-17.
- 中田正彦 (1963) トビイロヒョウタンゾウムシの生態と防除. 静岡農試研報 8 : 102-109.
- 中野道治・井上忠男 (1980) ゴボウに見出される closterovirus, ゴボウ黄化ウイルス (burdock yellows virus). 日植病報 46 : 7-15.
- Stupp, H. and U. Faul (2003) Environmental fate of clothianidin (TI-435;Poncho). *Pflanzenschutz-Nichrichten Bayer* 56 : 59-74.
- 高橋哲夫・千本木市夫・木暮幹夫 (1974) ゴボウ害虫 サビヒョウタンゾウムシの生態と防除. 群馬園試報 3 : 50-58.

(2019年4月26日受領, 9月17日受理)