沖縄のキク圃場で発生するクロゲハナアザミウマに有効な粒剤の探索

喜久村智子^{*†}・貴島 圭介^{**}
(沖縄県農業研究センター)

Effects of several granular insecticides on the population density of *Thrips nigropilosus* Uzel (Thysanoptera: Thripidae) in chrysanthemum field of Okinawa

Tomoko Ganaha-Kikumura and Keisuke Kijima (Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, Itoman, Okinawa 901-0336, Japan)

We evaluated the effects of seven granular insecticides on the population density of *Thrips nigropilosus* Uzel occurred on chrysanthemum cultivated in a greenhouse. In our study, acephate, carbosulfan (organophosphate), benfuracarb (carbamate), acetamiprid, clothianidin, imidacloprid, and nitenpyram (neonicotinoid) were applied to the soil at the recommended dose (0.3 g, 1.0 g, or 2.0 g / plant) immediately after planting. The number of the thrips on chrysanthemum was investigated on 0, 6, 13, 20, 27, 33, and 41 days after applications. Our results indicated that all the seven insecticides were effective against *T. nigropilosus* though efficacy and its duration were significantly different among insecticides. Benfuracarb was shown to be the most effective insecticide for suppressing the density of the thrips.

Keywords: chemical control, *Chrysanthemum morifolium*, chrysanthemum thrips, IPM, ornamental crop

緒 言

沖縄県では、冬でも温暖な気候を活かして露地でのキク *Chrysanthemum morifolium* Ramat (キク科) 栽培が盛んで、国内第2位の生産地となっている。本県では、8月にキクを定植して12月に出荷する年末出荷作型と10月に定植して3月に出荷する彼岸出荷作型を中心に栽培されている(沖縄県農林水産部, 2017)。産地において重要な害虫は、アザミウマ類やアブラムシ類、ウスモンミドリカスミカメ *Taylorilygus apicalis* (Fieber) (カメムシ目: カスミカメムシ科)

(安田, 1993), チョウ目害虫, ハモグリバエ類等で、その中でも葉を加害するクロゲハナアザミウマ *Thrips nigropilosus* Uzel (アザミウマ目: アザミウマ科) (以下, クロゲハナと略す) がもっとも問題となっている(Ganaha-Kikumura *et al.*, 2012; 喜久村ら, 2017)。本種に対する各種散布薬剤の殺虫効果は、有機リン系, カーバメート系, 合成ピレスロイド系, ネオニコチノイド系, およびその他の系統で活性の高い薬剤が確認されている(喜久村ら, 2014)にも関わらず、現地では十分な防除効果が得られていない。これは、18,000~22,000株 / 10a 定植される本県の密植栽培が本種の生息部位までの薬液の到達を阻害していることが影響していると考えられている(貴島ら, 2014)。

化学農薬を用いた害虫防除としては、散布薬剤の他に粒剤などの土壌処理剤を利用する方法がある。過去には、ナス苗のミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny に対して約1か月間密度抑制効果が認められたことや(松崎ら, 1986), キクの定植時処理によりミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) の密度を2週間抑制すること(片山・小

[†] kikumurt@pref.okinawa.lg.jp

^{*} 現在 沖縄県北部農林水産振興センター

^{**} 現在 沖縄県営農支援課

^{*} Present address: Hokubu Agriculture, Forestry and Fisheries Promotion Center, Okinawa Prefectural Government, 1-13-11 Ominami, Nago, Okinawa 905-0015, Japan

^{**} Present address: Agricultural Support Division, Okinawa Prefectural Government, 1-2-2 Izumizaki, Naha, Okinawa 900-8570, Japan

林, 1997) が報告されている。土壌処理剤は、散布剤と比較して省力性や効果の持続性の観点からも優れている(平野ら, 1975) ため、本研究では、クロゲハナに有効な粒剤を探索する目的で、キクで登録のある7剤の本種に対する殺虫効果を調べた。

本文に入るに先立ち、データ解析に対して有益なご助言をいただいた柿元一樹博士(鹿児島県農業開発総合センター) および圃場調査に協力していただいた山田義智、照屋寛文、山城 梢、森口直哉(沖縄県農業研究センター) の諸氏に心より感謝申し上げる。

材料および方法

1. 試験区の構成および供試虫

試験は、沖縄県農業研究センター(沖縄県糸満市; 北緯26度6分, 東経127度41分)(以下、農研センター)内のビニルハウス(10 m × 14.5 m)で行った。1区あたりの面積は1.5 m × 1.2 m とし、そこへ小ギク品種「沖の乙女」の発根苗(株丈平均6.8 cm)を2012年10月11日に株間15 cm の中2条を空けた4条植えて32株/区定植した。各薬剤区および無処理区は3反復設け、それぞれ圃場内にランダムに配置した。隣接した区の薬剤の影響を避けるため、区間の株間を45 cm 確保するとともにその中央部に幅72 cm, 高さ35 cm のプラスチック製波板を、畝肩から約1 cm 地上にできるようにして地中に埋めた。なお、施肥等の栽培管理は慣行栽培に準じて行ったが、通常定植10日後に実施する分枝の発生を促すための摘芯作業は行わなかった。また、定植8日前に、試験圃場におけるクロゲハナの発生を促すために、2010年7月に沖縄県糸満市真栄里の露地キク圃場から採集し、喜久村ら(2014)の方法で累代飼育した系統の成幼虫をキクの苗に株あたり約1頭放飼した。

2. 供試薬剤および処理方法

キクのアザミウマ類に対して登録がある薬剤のうち、7薬剤を選定して定植時に株元に均一に散布した。かん水は、点滴方式のかん水チューブを用いて1日2回行い、根が活着するまでの約1週間は手がけかん水も毎日行った。供試薬剤と各薬剤の施用量を第1表に示した。また、試験圃場内の温度推移を調べるため、地上高1.5 m の位置にサーモレコーダー(TR-52, (株)T&D 社製)を設置し、1時間毎に気温を測定した。クロゲハナの発生量は、薬剤処理直前から6~7日間隔で1区あたり任意の10株について見取り調査した。各株の上位、中位、下位葉の3葉についてアザミウマ

成幼虫数を計数し、これを1サンプルとした。また、試験終了時には、1区あたり任意の5株の株丈を計測した。

3. 統計処理

薬剤の違いがキク上のアザミウマ密度虫数に及ぼす影響を明らかにするため、二元配置分散分析により解析した。薬剤の違いおよび処理後日数ならびにこれらの交互作用を固定効果の説明変数とし、応答変数である虫数は、株あたり個体数に0.5を加算した後にBox-Cox変換により正規分布に近似した。各調査株はネストとして設定した。交互作用が有意であった場合には各処理および処理後日数の全ての組み合わせについてTukeyのHSD検定による多重比較を行った。さらに、薬剤の違いがキクの株丈に及ぼす影響を調べるために、薬剤の違いを説明変数に、株丈を応答変数とした一元配置分散分析により解析した。各水準間で有意な差が認められた場合は、TukeyのHSD検定で多重比較を行った。統計解析にはJMP12(SAS Institute)を用いた。

結 果

試験期間中のハウス内温度は平均23.7℃(最高35.5℃, 最低14.7℃)であり、発生しているアザミウマ類成虫を2週間に1度の頻度で採集して同定した結果、すべてクロゲハナであった($N=67$ 個体)。葉あたりクロゲハナ成幼虫数の推移を第1表に示した。試験開始時の密度は、0.63~0.70頭であった。無処理区の密度は、定植時は葉あたり0.67頭で、6日後には一旦葉あたり0.37頭まで下がったが、13日後には1.08頭、20日後には3.09頭と時間の経過とともに虫数が増加し、試験終了の41日後には葉あたり7.93頭に達した。これは産地においては、キクを出荷できないほどの甚発生であった。粒剤処理の相違(二元配置分散分析, $df=7$, $F=41.03$, $P<0.001$) および処理後日数(二元配置分散分析, $df=6$, $F=476.51$, $P<0.001$)によりクロゲハナ密度は有意に異なった。また、処理区と処理後日数間には交互作用が認められたことから(二元配置分散分析, $df=42$, $F=5.76$, $P<0.001$)、クロゲハナ密度へ及ぼす各処理の影響は処理後の経過時間によってそれぞれ異なることが示された。もっとも効果が高かった薬剤は、ベンフラカルブ粒剤で、続いてニテンピラム粒剤、アセタミプリド粒剤、アセフェート粒剤、クロチアニジン粒剤が同等に高い結果であった(Tukey-HSD検定, $P<0.05$)。処理前の密度を除いて、もっと

第1表 キクの葉に寄生するクロゲハナアザミウマに対する7粒剤の効果

供試薬剤 (株あたり施用量)	葉あたり平均虫数 $\pm$ SD							Tukey-HSD 検定 ^{a)}
	処理前	6日後	13日後	20日後	27日後	33日後	41日後	
カルボスルファン粒剤 (1 g)	0.69 $\pm$ 0.24	0.22 $\pm$ 0.15	0.28 $\pm$ 0.15	1.34 $\pm$ 0.51	1.72 $\pm$ 0.91	3.23 $\pm$ 0.63	9.50 $\pm$ 0.80	b
ベンフラカルブ粒剤 (1 g)	0.69 $\pm$ 0.17	0.07 $\pm$ 0.12	0.03 $\pm$ 0.03	0.27 $\pm$ 0.09	0.51 $\pm$ 0.66	1.09 $\pm$ 0.75	9.07 $\pm$ 2.44	e
アセフェート粒剤 (1 g)	0.69 $\pm$ 0.65	0.31 $\pm$ 0.14	0.69 $\pm$ 0.91	0.59 $\pm$ 0.34	1.30 $\pm$ 0.98	2.60 $\pm$ 1.19	5.38 $\pm$ 1.47	cd
アセタミプリド粒剤 (1 g)	0.70 $\pm$ 0.65	0.12 $\pm$ 0.13	0.30 $\pm$ 0.12	0.88 $\pm$ 0.81	1.16 $\pm$ 0.35	3.23 $\pm$ 1.25	5.34 $\pm$ 0.95	d
イミダクロプリド粒剤 (0.3 g)	0.64 $\pm$ 0.34	0.22 $\pm$ 0.08	0.57 $\pm$ 0.09	1.39 $\pm$ 1.01	2.03 $\pm$ 1.70	4.49 $\pm$ 2.64	7.72 $\pm$ 3.92	bc
クロチアニジン粒剤 (2 g)	0.64 $\pm$ 0.24	0.22 $\pm$ 0.17	0.29 $\pm$ 0.30	1.41 $\pm$ 0.55	2.17 $\pm$ 1.45	2.73 $\pm$ 2.46	6.44 $\pm$ 1.53	bcd
ニテンピラム粒剤 (2 g)	0.63 $\pm$ 0.18	0.08 $\pm$ 0.08	0.28 $\pm$ 0.34	1.52 $\pm$ 0.57	1.18 $\pm$ 0.53	1.86 $\pm$ 0.51	7.28 $\pm$ 1.47	d
無処理	0.67 $\pm$ 0.25	0.37 $\pm$ 0.09	1.08 $\pm$ 0.87	3.09 $\pm$ 1.95	4.73 $\pm$ 1.64	6.57 $\pm$ 3.78	7.93 $\pm$ 3.51	a

^{a)} 異なるアルファベットは5 %水準で有意差があることを示す。

も密度が低かったのは定植後6日で、次に13日で、20日以降は経過日数とともに虫数が多くなった。TukeyのHSD検定に基づく比較から各薬剤の効果期間を判断すると、粒剤処理前よりも有意に虫数が少なかったのは、ベンフラカルブ粒剤の処理6日後および13日後とニテンピラム粒剤の6日後、アセタミプリドの6日後、カルボスルファン粒剤の6日後であった。また、粒剤処理前と同等の密度を維持できたのは、ベンフラカルブ粒剤が処理33日後までともっとも長く、カルボスルファン粒剤とアセフェート粒剤、アセタミプリド粒剤、ニテンピラム粒剤が27日後まで、イミダクロプリド粒剤とクロチアニジン粒剤が20日後までであった。試験終了時の無処理区のキクの株丈は平均41.9cmであったのに対し、粒剤処理区では平均41.0cm～47.9cmで(第2表)、処理区間で有意差が認められた(一元配置分散分析, $df=7$, $F=4.0763$, $P<0.001$)。無処理区よりも有意に株丈が低い区は認められなかったものの、ニテンピラム粒剤区は無処理区よりも有意に株丈が高い結果であった(Tukey-HSD検定, $P<0.05$)。

考 察

クロゲハナは、ミカンキイロアザミウマやミナミキイロアザミウマに比べると重要度の低い害虫であったため(中尾, 2014)、防除に関する知見はほとんどなかった。沖縄県のキク由来の個体群は、薬剤に対する感受性は総じて高いと考えられてきたが(喜久村ら, 2014)、産地ではもっとも防除が困難な害虫として知られる。これは主に、薬剤散布時の薬液到達の不均一さが原因であると考えられてきた(貴島ら, 2014)。今回、7粒剤の定植時株元散布により、供試したすべての剤でクロゲハナ密度は処理後20日以上にわたり、低水準で抑制され、粒剤は生育初期における本種への防除手段として有効であることが示された。今回供試した粒剤のうち、カルボスルファン粒剤とニテンピラ

第2表 粒剤処理41日後のキクの株丈

供試薬剤	平均株丈 (cm) $\pm$ SD	Tukey-HSD 検定 ^{a)}
カルボスルファン粒剤	43.9 $\pm$ 4.2	abc
ベンフラカルブ粒剤	46.7 $\pm$ 4.1	ab
アセフェート粒剤	46.3 $\pm$ 3.4	abc
アセタミプリド粒剤	46.3 $\pm$ 5.5	abc
イミダクロプリド粒剤	47.1 $\pm$ 3.1	ab
クロチアニジン粒剤	41.0 $\pm$ 4.8	c
ニテンピラム粒剤	47.9 $\pm$ 4.3	a
無処理	41.9 $\pm$ 3.6	bc

^{a)} 異なるアルファベットは5 %水準で有意差があることを示す。

ム粒剤、ベンフラカルブ粒剤はクロゲハナに対して適用はないが、アセフェート粒剤やクロチアニジン粒剤がアザミウマ類の他、アブラムシ類とマメハモグリバエに対しても適用があるように、7剤すべてが複数害虫に対して適用がある(2019年4月現在)。土壌処理剤は散布剤と比較して、省力性や効果の持続性の観点から優れており(平野ら, 1975)、さらに、今後複数害虫に対する効果も併せて評価できれば、産地にとって省力的な防除手段となり得る。定植後6日は試験期間中でもっとも虫数が少ない結果であった。これは、同日における処理区間でクロゲハナ密度に差は認められなかった(Tukey-HSD検定, $P<0.05$)ことから、定植後、根が活着するまでの約1週間行う手がけかん水や日中の植物体のしおれが影響したものと考えられた。今回、ニテンピラム粒剤区で処理41日後のキクの株丈が無処理区よりも有意に高かった(Tukey-HSD検定, $P<0.05$)。これは、無処理区ではクロゲハナ密度が高まることにより、キクの新芽や新葉が著しく加害され、伸長が抑制されたのに対し、ニテンピラム粒剤区ではそれが軽減されたことで株丈が有意に伸長したと考えられた。クロゲハナの寄生密度や加害程度が株丈に及ぼす影響については、今後詳細な検討が必要であるが、少なくとも今回供試した7粒剤では、定植時処理でキクの生育への悪影響や薬害は認められないことが示された。

粒剤の土壌処理の効果は、処理方法、土壌水分、植

物体の大きさ等によっても影響を受けることが知られている（山本ら，2009）。例えば，大井田（2013）は，トマトのミカンキイロアザミウマに対して，シアントラニプロール粒剤の育苗期後半処理では処理後5週間まで，定植時処理ではそれより短い3-4週間後まで密度抑制効果があることを示しており，効果の持続性の違いはかん水量や頻度が影響した可能性を指摘している。すなわち，定植時処理では，一般的な管理に合わせて定植後のかん水を控えたことで，植物体が吸収する殺虫成分量が十分でなかったことが影響したと考えられている。本県のキクは9割以上が露地で栽培される。本報告の試験は施設内で実施したが，降水量の違いによって土壌水分量の変動が大きい露地条件における効果についても今後検討が必要である。また，先行研究では，キクの収穫20日前のアセフェート粒剤処理によりアブラムシ類の防除効果があること（上野・岡崎，1977）やアセフェート粒剤とベンフラカルブ粒剤，モノクロトホス粒剤の着蕾直後の処理でミカンキイロアザミウマの防除効果が認められている（片山・小林，1997）。その一方で，ナスの試験では，アミノクラカルブ粒剤やオキサミル粒剤，カルボスルファン粒剤の小さな苗に対する処理では，ミナミキイロアザミウマに対して極めて高い防除効果が認められたものの，生育の進んだ大きな苗に対する処理では，防除効果はやや劣り，効果の持続期間もやや短くなることが知られている（松崎ら，1986）。本研究では，剤によってクロゲハナに対する効果の高さや持続期間に差があることが示されたが，今後は粒剤を処理する生育段階別に検討も必要であろう。

沖縄県のキク生産では，クロゲハナに対する防除効果が十分でないことから薬剤散布回数が増え，生産者の大きな負担となっている。また，害虫の薬剤抵抗性発達や産地の高齢化，担い手確保の観点からも薬剤に大きく依存した作業体系は望ましくない。今後は，粒剤の施用によってクロゲハナの初期密度を抑制しつつ，これまでの研究で有効性が示されている赤色光の利用（喜久村・座喜味，2018）や現在予備的に検討が進められているスワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot の利用（与那覇，私信）等，総合的な防除手段を講じた技術体系の確立が必要である。

引用文献

- Ganaha-Kikumura T., S. Ohno, K. Kijima, M. Masumoto and N. Maekado (2012) Species composition of thrips (Thysanoptera: Thripidae) and spider mites (Acari: Tetranychidae) on cultivated chrysanthemum (Asteraceae) in Okinawa, southwestern Japan. Entomol. Sci. 15 : 232-237.
- 平野福治・中村幸二・藤田耕朗・柴 英雄 (1975) クワイのアブラムシに対する2,3の薬剤の効果と残留性. 関東東山病虫研報 22 : 96.
- 貴島圭介・金城聖良・喜久村智子 (2014) キク圃場におけるクロゲハナアザミウマに対する数種薬剤の防除効果と葉裏への薬剤の付着程度が本種の防除効果に及ぼす影響. 九病虫研会報 60 : 84-89.
- 喜久村智子・貴島圭介・大野 豪 (2014) 沖縄県のキク圃場で発生するクロゲハナアザミウマに対する各種薬剤の殺虫効果. 応動昆 58 : 275-279.
- 喜久村智子・貴島圭介 (2017) 沖縄のキク圃場で問題となるクロゲハナアザミウマの発生状況と薬剤感受性および増殖能力. 植物防疫 71 : 297-301.
- 喜久村智子・座喜味利将 (2018) 沖縄県の電照キク栽培用に開発された赤色 LED 電球がクロゲハナアザミウマの生息密度に及ぼす影響. 九病虫研会報 64 : 68-72.
- 片山晴喜・小林久俊 (1997) キクほ場に発生したミカンキイロアザミウマに対する粒剤の防除効果. 関東東山病虫研報 44 : 287-290.
- 松崎征美・市川耕治・草川顕一・小川 宏・藤本健二 (1986) 施設のナスを加害するミナミキイロアザミウマの防除に関する研究. 四国植防 21 : 75-86.
- 中尾史郎 (2014) 琉球諸島におけるクロゲハナアザミウマの短翅型と生殖休眠の出現頻度. 応動昆 58 : 55-59.
- 沖縄農林水産部 (2017) 沖縄県の園芸・流通. 沖縄県農林水産部 (那覇市), pp.145.
- 大井田寛 (2013) シアントラニプロール粒剤の株元処理によるトマトのミカンキイロアザミウマの防除効果. 関東東山病虫研報 60 : 111-114.
- 上野 亘・岡崎幸吉 (1977) キクにおけるアザミウマ類の防除に関する試験 第2報粒剤によるアブラムシとの同時防除試験. 北日本病虫研報 28 : 95.
- 山本敦司・正木李恵子・天野陸大 (2009) 土壌処理殺虫剤の効果変動要因と，モスピランワン粒剤のアブラムシ類に対する効果的な使用方法. 農業時代 191 : 20-26.
- 安田慶次 (1993) キクの害虫ウスモンミドリメクラガメの発生生態. 沖縄農試報 14 : 59-63.
- (2019年4月30日受領，9月24日受理)