性フェロモンによるフジコナカイガラムシ *Planococcus kraunhiae* (Kuwana) (カメムシ目 : コナカイガラムシ科) の防除効果

杖 田 浩 二

Hirotsugu Tsueda: Mating disruption of Japanese mealybug, *Planococcus kraunhiae* (Kuwana), using the sex pheromone fujikonyl butyrate

Abstract

The preventive effect on mating disruption of an artificial pheromone, fujikonyl butyrate, on the Japanese mealybug, *Planococcus kraunhiae* (Kuwana), was examined in persimmon fields. A low number of male adults were captured by a pheromone trap in the experimental plot where pheromone dispenser tubes were tied to persimmon tree branches. Most caged female adults located in the control (untreated) plot oviposited, whereas caged female adults in the treated plot with the pheromone did not oviposit. The numbers of larvae and adults detected on persimmon fruits in the treated plots were lower than the ones detected in the control plots. This trend did not depend on the number of dispenser tubes or points of tying. These results indicate that the application of 50–100 dispenser tubes per 1,000 m² in the persimmon fields effectively prevented the spread of Japanese mealybug by its mating disruption. This preventive effect was not dependent on field surroundings but might be insignificant in very small fields.

Key words: Japanese mealybug, *Planococcus kraunhiae*, sex pheromone, mating disruption

緒 言

フジコナカイガラムシ *Planococcus kraunhiae* (Kuwana) は、カキ、ブドウ、カンキツ、イチジクなど多くの果樹を被害する広食性害虫である(河合, 1980; 柴尾・田中, 2000)。カキにおいては、排泄物に起因するすす病や、加害部が赤化する火ぶくれ症状などを引き起こし、果実の品質を著しく低下させる。本種は、果実とヘタの隙間や枝幹部の粗皮下などに寄生しているため散布した薬液が到達しにくいことや、防除適期である幼虫発生初期の把握が困難なことから、薬剤散布による防除が困難な害虫とされている(上野, 1977)。

コナカイガラムシ類の成虫は、顕著な性的二形を示し、雌成虫は翅を欠き幼虫時代と大差ない形態をしているが、雄成虫は翅をもち飛翔による移動が可能である。そのため、カイガラムシ類の交尾行動にはフェロモンが重要な役割を果たしていると考えられ、いくつかの種では性フェロモンの成分が同定されている(Gieselmann

et al., 1979; Roelofs et al., 1978; Zada et al., 2003; Zhang and Amalin, 2005)。フジコナカイガラムシの性フェロモンもすでに解明されており、主成分は2-isopropylidene-5-methyl-4-hexen-1-yl butyrateであると報告されており(Sugie et al., 2008)、効率的な合成方法も開発されている(Tabata, 2013)。害虫防除において、性フェロモンは防除適期や発生量を予測する発生予測や、交信攪乱による防除に利用されている。性フェロモンを利用した本種の誘引剤はすでに市販されており、フェロモントラップによる雄成虫の誘殺時期と有効積算温度から幼虫発生時期を予測する手法が報告されている(澤村ら, 2015)。一方、交信攪乱による本種の防除は、手柴ら(2009)によりその有効性が報告されているものの、いまだ実用に至っていないのが現状である。この報告では、性フェロモン成分を含浸させたゴムセプタムをアルミ針金で連結して試験が行われており、実用的な交信攪乱剤の開発が必要であることが指摘されている(手

柴ら, 2009)。現在市販されている一般的な交信攪乱剤は、性フェロモン成分を封入した徐放性を有するポリエチレンチューブを枝などに巻き付けて使用している。したがって本種の交信攪乱剤も、同様の剤型で作製し、防除効果の確認や、防除効果を得るに必要な設置本数および設置箇所数を検討する必要がある。また、現在市販されている交信攪乱剤は、チョウ目昆虫を対象にしたものが大半を占めている。チョウ目昆虫で実施されている交信攪乱法は、雌成虫の行動範囲を超えて広く交信攪乱剤を設置する必要があるとされている（大泰司, 1986；若村, 1993）。これは、周囲の無処理圃場から既交尾雌成虫が飛来することで防除効果が消失し、その影響は小面積であるほど大きくなるためと考えられている（大林ら, 1989）。しかし、フジコナカイガラムシ雌成虫は、歩行による移動しかできない。そのため、本種雌成虫の移動能力はチョウ目害虫よりも低く、無設置圃場から既交尾雌の侵入は少ないと予想される。このことは、面積の小さい圃場や、圃場の一部でも交信攪乱による防除効果が得られる可能性を示唆している。

そこで、市販品と同様の形状の交信攪乱剤を用いて、異なる立地条件の現地カキ圃場でフジコナカイガラムシの防除効果を確認するとともに、利用方法について検討したので、以下に報告する。本文に先立ち、交信攪乱剤の作製と提供、調査にご協力を賜った信越化学工業株式会社の関係者各位、有益なご助言を賜った福岡県農林業総合試験場の手柴真弓氏、本虫の分譲を賜った島根県農業技術センターの澤村信生氏、試験圃場の選定や調査にご協力いただいた当県農林事務所の担当者各位に心より感謝申し上げます。

材料および方法

1. 供試交信攪乱剤および供試虫

すべての試験には、性フェロモン成分である

2-isopropylidene-5-methyl-4-hexen-1-yl butyrate を 50 mg 封入した徐放性を有する赤褐色ポリエチレンチューブ（長さ約 20 cm, 信越化学工業株式会社製, 以下ディスペンサー）を用いた。手柴ら（2009）がゴムセブタムを用いて交信攪乱試験を実施した際のフェロモン処理量は 10 g/10 a であったこと、現在市販されている交信攪乱剤の設置本数は、70～100本/10 a が一般的であることから、より少ないフェロモン処理量での防除効果を期待し、今回の試験では50本/10 a（フェロモン処理量 2.5 g/10 a）と100本/10 a（同 5.0 g/10 a）を基準に検討した。

囲い雌試験に用いた処女雌成虫は、2013年に島根県のブドウより採集した成虫にカボチャ（品種：黒皮）を与えて累代飼育した個体群（以下維持個体群）より供試した。芽出ししたソラマメ種子（飼料用ソラマメ, 株式会社アグリセクト製）を10数個入れた容器に維持個体群より採集した卵のうを入れ、温度 25℃, 日長 14 L 10 D に設定したインキュベーター内で2 齢幼虫まで飼育した。この2 齢幼虫を、芽出ししたソラマメ種子 1 個を入れたガラス製バイアル（直径 1 cm, 長さ 2 cm）に1 頭ずつ入れ、綿栓をしてラックに静置した後、ふた付きプラスチック容器（20 cm×27 cm×10 cm, アスベル株式会社製 F-20）に入れて前述のインキュベーター内で管理し、成虫まで飼育した。バイアル内の芽出しソラマメは、芽の部分が残るよう余分な子実部分を切除し、バイアルに入る大きさに調整した。

2. 供試圃場およびディスペンサー設置

供試圃場の概要は、第1表に示した。2015年には、岐阜県本巣市と大野町の現地カキ圃場2 か所で試験を実施した。本巣市のディスペンサー設置圃場は周囲に隣接するカキ圃場がない単独園であり、大野町の設置圃場は 200 m×87.5 m のカキ団地内の1 区画であった。本巣市の圃場（北緯35度27.5分, 東経136度40.2分, 面積 15 a, 30 m×50 m）では、圃場を2 分し（1 区 15 m×50 m）、

第1表 供試圃場の概要

	地区	区制	面積 (a)	ディスペンサー 設置本数 ¹⁾	設置区の立地
2015年	本巣市	50本 50 p 区	7.5	37	隣接するカキ園がない単独園を分割して 2 区を設置
		100本 100 p 区	7.5	75	
		対照区	8	—	
	大野町	100本 50 p 区	16.2	161	カキ団地内の 1 区画を分割して 2 区を設置
		100本 100 p 区	16.2	161	
		対照区	10.5	—	
2016年	瑞穂市	50本小規模区	1.8	9	対照区に隣接する極小規模園
		対照区	44.4	—	

1) 実際に設置したディスペンサーの本数を示す。この本数のディスペンサーを、各区内に均等に設置した。

10 a あたり50本または100本のディスペンサーを、それぞれ50か所および100か所に設置した（以下50本 50 P（ポイント）区および100本 100 P 区）。ディスペンサーは、園内で均等になるよう、枝に巻き付けて設置した。大野町の圃場（北緯 35度28.2分，東経136度36.3分，面積 32 a，37 m×87.5 m）では、圃場を2分し（1区 18.5 m×87.5 m），10 a あたり100本のディスペンサーを50か所または100か所に設置した（以下100本 50 P 区および100本 100 P 区）。100本 50 P 区では、ディスペンサー 2 本を鎖状につなぎ、枝に設置した。ディスペンサーの設置高は地上 1.5～1.8 m とし、2015年 4 月13日に設置した。実際に設置したディスペンサーの本数は、圃場面積に応じて変化し50本 50 p 区が37本，100本 100 p 区が75本，100本 50 p 区と100本 100 p 区が161本であった。本巣市では処理圃場から北東に 200 m 離れた単独園（面積 8 a，16 m×50 m）を、大野町では設置区を含むカキ団地から西に 100 m 離れた別団地の 1 区画（面積 10.5 a，12 m×87.5 m）を対照区とした。2016年には、瑞穂市内の現地カキ圃場で試験を実施した。試験を実施した圃場は、長方形の圃場の北西部に三角形の小規模圃場（面積 1.8 a）が接しており、ディスペンサーはその小規模圃場（北緯35度25.0分，東経136度39.2分）に設置し、隣接する園（面積 44.4 a，51 m×87 m）を対照区とした（第1図）。設置区内には 9 樹が植栽されており、ディスペンサーの設置本数が50本/10 a 相当となるよう、すべての樹に 1 本ずつディスペンサーを設置した（以下50本小規模区）。ディスペンサーの設置高は地上 1.5～1.8 m とし、2016年 4 月13日に設置した。

いずれの圃場も、供試品種は富有とした（樹齢；本巣市約30年，大野町約40年，瑞穂市約45年）。対照区では、地域慣行に従い殺虫剤散布を行った。ディスペンサー設置区では、本種を対象とした 6 月下旬の殺虫剤散布を行わず、それ以外の殺虫剤は対照区と同様に散布した。使用した殺虫剤および散布日は第2表に示した。

第1図 瑞穂市の供試圃場の概要

3. 調査方法

交信攪乱効果を確認するため、各区の中心付近にフェロモントラップを1個設置して雄成虫の誘殺数を調査した。フェロモントラップは、性フェロモン成分 0.6 mg を含浸させた市販誘引剤（富士フレーバー製）を三角屋根型粘着式トラップ（SEトラップ，サンケイ化学製）に設置した。粘着板にはクワシロカイガラムシ用小型粘着板（サンケイ化学製）を用い、トラップ内の一端に設置してダブルクリップで固定した。本巣市と大野町では2015年 4 月2日に、瑞穂市では2016年 4 月2日にフェロモントラップを設置した。粘着板は1週間隔で新品と交換し、回収した粘着板は実験室に持ち帰って実体顕微鏡下で雄成虫の誘殺数を調査した。誘引剤は、1か月ごとに新品と交換した。調査は11月まで実施した。

交尾阻害効果を確認するため、手柴ら（2009）を参考に囲い雌試験を実施した。囲い雌用のケージは、惣菜用プラスチックケース（11 cm×11 cm×5 cm，AP デリ-110，エフピコ製）を用いて作成した。蓋の上部に、直径 6 cm の穴を空け、雄成虫は出入りできるが雌成虫

第2表 各供試圃場における殺虫剤使用履歴

本巣市（2015年）	大野町（2015年）	瑞穂市（2016年）
4/22 プロチオホス水和剤（×800）	4/18 プロチオホス水和剤（×800）	5/1 プロチオホス水和剤（×800）
5/10 アラニカルブ水和剤（×1,000）	5/4 アセタミプリド水溶剤（×2,000）	6/5 フルベンジアミド水和剤（×4,000）
6/15 スピネトラム水和剤（×5,000）	6/2 アセフェート水溶剤（×1,000）	6/19 ジノテフラン水溶剤（×2,000）
6/25 ジノテフラン水溶剤（×2,000）※	6/22 DMTP 水和剤（×1,500）※	6/26 ピリフルキナゾン水和剤（×2,000）※
7/10 MEP 水和剤40（×1,000）	6/29 ピリフルキナゾン水和剤（×2,000）※	7/18 MEP 水和剤40（×1,000）
8/12 フルベンジアミド水和剤（×4,000）	7/11 MEP 水和剤40（×1,000）	7/31 フルベンジアミド水和剤（×4,000）
9/4 アラニカルブ水和剤（×1,000）	7/28 アセタミプリド水溶剤（×2,000）	9/11 チアメトキサム水溶剤（×2,000）
	8/23 クロチアニジン水溶剤（×2,000）	
	9/23 ジノテフラン水溶剤（×2,000）	

（ ）内は希釈倍率を示す。※を付した殺虫剤は、交信攪乱剤設置区で散布しなかった。

は脱出不可能な目合い 0.8 mm の防虫ネットを両面テープで張り付けた。プラスチックケースの底には、面ファスナーのループ側を接着剤で張り付けた。ケース内に水で湿らせた濾紙 3 枚を敷き、維持個体群から得られた処女雌 3 頭と芽出ししたソラマメ種子 7 個を入れ、蓋をした。作成したケージは、圃場内の樹の枝に巻き付けた面ファスナーのフック側に固定した。設置高は、100~150 cm の間とした。ケージは 1 樹に 1 個設置し、本巣市および大野町では各区 10 個、瑞穂市では各区 6 個設置した。ケージの設置は、本巣市では 2015 年 4 月 28 日、7 月 6 日、8 月 19 日に、大野町では 2015 年 5 月 13 日、7 月 13 日、8 月 26 日に、瑞穂市では 2016 年 5 月 11 日、7 月 13 日、8 月 17 日に行った。設置したケージは、48 時間後に回収した。回収した雌成虫は、芽出しソラマメを入れたガラスバイアルに 1 頭ずつ入れ、インキュベーター内で 7~10 日間管理したのち、産卵の有無を確認した。そして、回収したすべての雌成虫数に対する産卵率を算出した。また、圃場で自然発生した各世代の雌成虫における産卵率も調査した。すなわち、各区固定した調査樹 5 樹につき、1 樹あたり 200 果に寄生する雌成虫数と、そのうち産卵している個体数を調査し、産卵率を算出した。調査果実が 200 果に満たない場合は、全果について調査した。調査は本巣市と大野町では 6 月 5 日、7 月 19 日および 9 月 18 日に、瑞穂市では 7 月 28 日および 9 月 12 日に実施した。

防除効果を確認するため、果実に寄生した個体数を調査した。調査は第 1 世代以降の幼虫出現時期に、各区中央付近に固定した調査樹 5 樹につき、1 樹あたり 200 果に寄生した成虫と幼虫の数を調査した。調査果実が 200 果に満たない場合は、全果について調査した。調査は本巣市 2015 年 6 月 26 日、8 月 19 日、大野町では 2015 年 6 月 26 日、8 月 19 日、10 月 21 日、瑞穂市では 2016 年 6 月 27 日、8 月 18 日および 10 月 12 日に行った。果実調査に先立ち、固定した調査樹 5 樹につき、1 樹あたり 300 本の新梢に寄生した越冬世代幼虫数を調査した。新梢数が 300 本に満たない場合は、すべての新梢について調査した。調査は本巣市と大野町では 2015 年 4 月 28 日、瑞穂市では 2016 年 4 月 27 日に実施した。

4. 統計処理

囲い雌試験と自然発生個体の産卵雌率は、 χ^2 検定で比較した。2015 年の囲い雌試験では、sequential Bonferroni 法で有意水準を補正した。2015 年の果実の寄生虫数は、Tukey 法で区間の差を比較した。2016 年は、調査樹間のばらつきが大きいことから、Mann-Whitney の U 検定で比較した。

結 果

2015 年に試験を実施した本巣市と大野町の圃場では、対照区のフェロモントラップによる雄成虫の誘殺は、いずれも年 3 回のピークを持つ消長を示した（第 2 図上と中）。ピークは 5 月上中旬（ピーク時の日当たり誘殺数：本巣市 3.4 頭、大野町 3.7 頭）、7 月上旬（それぞれ 21.1 頭、11.3 頭）、8 月下旬（それぞれ 26.0 頭、6.1 頭）に認められた。一方ディスペンサーを設置した区（以下ディスペンサー設置区）では、1~3 頭の誘殺が本巣市で 2 回、大野町で 9 回認められたが、それ以外は調査期間を通じて誘殺は認められなかった。これらの傾向は、ディスペンサーの設置本数や設置箇所数に関係なく同様であった（第 2

第2図 フェロモントラップによる雄成虫の誘殺消長

図上と中)。2016年に試験を実施した瑞穂市では、対照区のフェロモントラップによる雄成虫の誘殺は、4月中旬～5月下旬、6月下旬～7月下旬、8月上旬～9月中旬、10月中旬以降の年4回発生が認められた(第2図下)。越冬世代は、4月下旬(ピーク時の日当たり誘殺数：9.7頭)と5月下旬(7.4頭)に2山型の消長を示した。それ以降は、7月中旬(1.7頭)と8月中旬(2.1頭)にピークが認められた。一方、交信攪乱剤を設置した区では、越冬世代成虫発生時期は2～4頭の誘殺が4回、越冬世代以降は1頭の誘殺が5回認められた以外、誘殺は認められなかった(第2図下)。

2015年に実施した囲い雌試験において、対照区では地点に関係なく3回の試験すべてで産卵雌が認められた。一方ディスペンサー設置区では、大野町の100本 50 p 区の第3回目の試験で1頭認められた以外、産卵雌は認め

られなかった(第3表)。2016年に瑞穂市で実施した囲い雌試験でも同様の傾向を示し、対照区では3回の試験すべてで産卵雌が認められたが、ディスペンサー設置区では第3回目の試験で1頭認められた以外、産卵雌は認められなかった(第3表)。供試圃場の条件に関係なく、ディスペンサー設置区の産卵率は、対照区よりも有意に低かった。しかし、50本 50 p 区と100本 100 p 区および100本 50 p 区と100本 100 p 区の間に、有意な差は認められなかった(第3表)。

2015年の自然発生雌成虫の産卵率調査において、対照区では6月5日に調査した越冬世代成虫を除き、100果あたり2.5～12.7頭の雌成虫が確認された。対照区の産卵率は、本巣市圃場では第1世代成虫が91.3%、第2世代成虫が81.9%、大野町圃場ではそれぞれ67.2%、79.5%であった(第4表)。一方ディスペンサー設置区では、

第3表 囲い雌による産卵雌率の比較

地区	区制	第 1 回		第 2 回		第 3 回		
		雌数	産卵率 (%)	雌数	産卵率 (%)	雌数	産卵率 (%)	
2015年	本巣市	50本 50 P 区	25	0 a	19	0 a	18	0 a
		100本 100 P 区	25	0 a	25	0 a	20	0 a
		対照区	27	3.7 a	26	53.8 b	17	52.9 b
	大野町	100本 50 P 区	33	0 a	30	0 a	22	4.5 a
		100本 100 P 区	30	0 a	29	0 a	20	0 a
		対照区	34	11.8 a	30	13.3 a	23	82.6 b
2016年	瑞穂市	50本小規模区	17	0 a	13	0 a	15	6.7 a
		対照区	18	27.8 b	17	29.4 b	13	92.3 b

処女雌3頭を入れたケージを2015年は各区10個、2016年は6個設置し、48時間後に回収した。雌数は、回収した生存雌成虫の合計を示す。降雨の影響などによりケージ内で死亡した成虫は、産卵率算出から除外した。同列・同地区内の異なる英小文字を付した数値の間には、有意な差があることを示す(χ^2 検定, $p < 0.05$, 2015年は sequential Bonferroni 法で有意水準を補正した)。

第4表 自然発生雌成虫の産卵率

地区	区制	産卵率 (%)		
		越冬世代	第1世代	第2世代
2015年	本巣市	50本 50 P 区	NFA	NFA
		100本 100 P 区	NFA	NFA
		対照区	NFA	91.3 (23)
	大野町	100本 50 P 区	NFA	NFA
		100本 100 P 区	NFA	0 a (3)
		対照区	0 (1)	67.2 b (64)
2016年	瑞穂市	50本小規模区	—	39.4 a (66)
		対照区	—	75.6 b (180)

() 内の数値は、調査樹5樹につき樹当たり200果調査で認められた雌成虫数を示す。NFAは、雌成虫が認められなかったことを、—は調査を実施しなかったことを示す。同列・同地区内の異なる英小文字を付した数値の間には、有意な差があることを示す(χ^2 検定, $p < 0.05$)。

大野町の100本 100 p 区の第1世代を除き、雌成虫が認められず、確認された3頭の雌成虫も産卵は認められなかった(第4表)。2016年の試験では、ディスペンサー設置区と対照区ともに産卵雌が認められた。ディスペンサー設置区の産卵率は、第1世代が39.4%、第2世代が20.5%であり、対照区(それぞれ75.6%、52.6%)よりも有意に低かった(第4表)。

2015年の新梢における越冬世代幼虫は、本巢市ではすべての区で認められず、大野町では対照区で1頭認められたものの、その他の区では認められなかった。本巢市の対照区では、第1世代以降果実に寄生する個体が認められ、世代が経過するに伴い増加する傾向であった(第1世代幼虫: 3.2 ± 5.5 頭/100果, 第2世代幼虫: 10.4 ± 17.2 頭/100果, 成虫: 0.4 ± 0.5 頭/100果, 平均 $\pm$ 標準偏差)。一方ディスペンサー設置区では、設置本数に関係なく、果実に寄生する個体は認められなかった(第5表)。大野町の対照区では、すべての世代で幼虫が認められ、100果あたりの平均寄生幼虫数は10頭以上であった。一方、ディスペンサー設置区では第1世代と第3世代に寄生幼虫が認められたものの、平均寄生幼虫数は1頭以下であり、ディスペンサー設置区と対照区の間には有意差が認められた。100本 50 p 区と100本 100 p 区の間、有意差は認められなかった(第5表)。成虫の寄生は第2世代以降、すべての区で認められた。対照区の平均寄生成虫数は、ディスペンサー設置区よりも多い傾向にあり、第3世代では有意差が認められた。しかし、幼虫と同様、100本 50 p 区と100本 100 p 区の間、有意差は認められなかった(第4表)。2016年の新梢調査における越冬世代幼虫は、両区ともに認められた(50本小規模区 1.2 ± 0.9 頭, 対照区 2.7 ± 3.0 頭)。対照区における平均幼虫数

は、すべての世代で20頭以上であり(第1世代: 50.4 ± 91.9 頭/100果, 第2世代 35.3 ± 4.4 頭/100果, 第3世代 20.3 ± 16.1 頭/100果), 50本小規模区(それぞれ 8.0 ± 12.6 頭/100果, 15.1 ± 3.0 頭/100果, 8.1 ± 6.1 頭/100果)よりも多い傾向であった。成虫数も、対照区の方が多い傾向であった。しかし、成虫と幼虫の寄生虫数は、両区間で有意な差はなかった(第5表)。

考 察

今回、フジコナカイガラムシの試作交信攪乱剤を様々な条件の現地圃場に本数や箇所数を変えて設置し、効果を確認した。園内に設置したフェロモントラップによる雄成虫の誘殺は、対照区では調査期間を通じて認められ、その消長はすべての圃場で同様の傾向であった。一方ディスペンサー設置区では、数頭の雄成虫が数回散見されたのみで、調査期間を通じてまとまった誘殺は認められなかった(第1図)。これらのことは、試作ディスペンサーを設置した圃場内では、雄成虫が性フェロモンを含浸させた誘引源の位置を特定できないと考えられ、合成性フェロモンによる交信攪乱が起きていることが示唆される。開い雌試験において、対照区ではすべての調査で産卵雌が確認され、9回中8回の調査で産卵率は10%以上、最大で91.3%であった。一方、本巢市のディスペンサー設置区ではすべての調査で産卵雌が認められず、大野町および瑞穂市では3回中1回の調査で1頭認められただけで、産卵率はすべての調査で対照区よりも有意に低かった(第3表)。フジコナカイガラムシは、既交尾雌のみ産卵する(澤村・奈良井, 未発表)。以上のことから、ディスペンサーを設置した区では、性フェロモンによる交信が攪乱され、雄成虫は雌成虫の位置を

第5表 フジコナカイガラムシ寄生虫数の変化

地区	区制		越冬世代	第1世代		第2世代		第3回世代	
			(頭/100新梢) 幼虫	(頭/100果) 幼虫	成虫	(頭/100果) 幼虫	成虫	(頭/100果) 幼虫	成虫
2015年	本巢市	50本 50 P 区	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	—	—
		100本 100 P 区	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	—	—
		対照区	0 ± 0 a	3.2 ± 5.5 a	0 ± 0 a	10.4 ± 17.2 a	0.4 ± 0.5 a	—	—
	大野町	100本 50 P 区	0 ± 0 a	0.2 ± 0.4 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0.2 ± 0.4 a	0.2 ± 0.4 a	0 ± 0 a
		100本 100 P 区	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0.2 ± 0.4 a	0.8 ± 1.8 a	0.2 ± 0.4 a
		対照区	0.1 ± 0.1 a	13.8 ± 12.2 b	0 ± 0 a	10.6 ± 9.0 b	1.4 ± 3.1 a	18.0 ± 11.0 b	12.6 ± 6.7 b
2016年	瑞穂市	50本小規模区	1.2 ± 0.9	8.0 ± 12.6 a	0 ± 0 a	15.1 ± 3.0 a	2.0 ± 2.2 a	8.1 ± 6.1 a	2.1 ± 1.3 a
		対照区	2.7 ± 3.0	50.4 ± 91.9 a	0.3 ± 0.6 a	35.3 ± 4.4 a	3.0 ± 4.4 a	20.3 ± 16.1 a	2.8 ± 1.5 a

平均 $\pm$ 標準偏差。—は調査を実施しなかったことを示す。越冬世代は1樹あたり300新梢に、その他の世代は1樹あたり200果に寄生する虫数を調査した。調査日は、2015年は越冬世代が4月28日、第1回が6月26日、第2回が8月19日、第3回が10月21日、2016年はそれぞれ4月27日、6月27日、8月18日、10月12日とした。同列・同地区の異なる英小文字を付した数値の間には、有意な差があることを示す(2015年: Tukey's test, 2016年: Mann-Whitney's U-test, $p < 0.05$)。

特定できず、交尾が阻害されたと考えられる。また、ディスプレイ設置区の果実寄生虫数は、対照区より少ない傾向であった。本巢市の設置区ではすべての調査で寄生虫が認められず、大野町でも設置区では100果当たり1頭以下で、対照区の10分の1以下であった（第5表）。今回、ディスプレイ設置区では6月下旬の殺虫剤散布を行わなかった。6月下旬はフジコナカイガラムシ第1世代幼虫の出現時期であり、この時期の殺虫剤散布は本虫の防除において重要とされている（上野，1977）。したがって、今回供試した交信攪乱剤の密度抑制効果は高く、本剤の設置により少なくとも1回以上の殺虫剤散布を削減できると考えられる。

今回、本巢市では周辺にカキ園がない単独園（面積15a）を、大野町ではカキ団地内の一部圃場（面積32a）にディスプレイを設置した。このように、周辺環境が異なる圃場条件においても、ディスプレイ設置区ではフェロモントラップによる雄成虫誘殺数がほぼ認められず（第2図）、囲い雌試験では産卵雌率が対照区よりも低く（第3表）、見取り調査では果実寄生虫数が対照区よりも少なかった（第5表）。これらのことから、面積が15a以上の圃場であれば、圃場の周辺環境に関係なく交信攪乱による防除効果が期待できると考えられる。コナガでは、交信攪乱で安定した防除効果を得るためには最低3ha以上の処理面積が必要と報告されている（大林ら，1989）。今回の結果は、フジコナカイガラムシの交信攪乱剤は、チョウ目昆虫と比較して小面積でも防除効果が得られることを示唆している。当県のカキ団地は、複数の園主が管理する小面積圃場の集合である。また、フジコナカイガラムシの発生量は、管理する園主により異なる傾向にある。フジコナカイガラムシの交信攪乱剤は、団地内の一部圃場に設置しても効果が期待できるので、団地全体に設置する必要はないと思われる。このことは、現地での普及において有利な点かもしれない。一方、瑞穂市の別圃場に隣接する非常に面積の小さい圃場（面積1.8a）では、ディスプレイ設置区内のフェロモントラップによる誘殺数は、対照区と比べて少ない傾向であった（第2図）。囲い雌試験では、ディスプレイ設置区は3回中2回の調査で雌成虫が認められず、確認された産卵雌は1頭であった（第3表）。これらのことは、小面積の圃場内でも交信攪乱により交尾が阻害されていることを示唆している。しかし、対照区より少ないものの、ディスプレイ設置区でも自然発生の産卵雌が認められた（第4表）。設置区における果実寄生虫数も対照区より少なかったが、本巢市や大野町の設置区と比較して多い傾向であった（第5表）。これらのことは、自然

発生した雌成虫の中には、交尾を完了して産卵した個体が存在することを示唆している。この原因として、風の影響が考えられる。ディスプレイから放出されるフェロモンは、空気よりも重いものの、風により流されると予想される。面積が小さいと圃場全体または部分的にフェロモン濃度が低くなると考えられ、雄成虫が雌成虫の位置を特定でき、交尾を完了できる機会が増える可能性が考えられる。以上のことから、交信攪乱によるフジコナカイガラムシの防除効果は、1.8a程度の極めて小規模の圃場では効果が劣る恐れがある。

フェロモントラップによる誘引阻害、囲い雌試験による交尾阻害、果実寄生虫数は、今回確認したディスプレイの設置本数や設置箇所数の範囲内で同様の傾向を示した。このことから、今回供試した設置本数より少ない場合でも、上記と同様の効果が期待される。しかし、本巢市では50本 50 P 区と100本 100 P 区を隣接して設置している。調査樹やフェロモントラップは区の中央付近に設置しているものの、50本 50 P 区内のフェロモン濃度が、100本 100 P 区の影響を受けている可能性は無視できない。したがって、供試交信攪乱剤は10aあたり50～100本設置すれば、防除効果が得られると考えられるものの、最適な設置本数についてはさらに検討が必要と思われる。

近年、農産物の安全性に対する要望から、殺虫剤使用回数の削減を求める声は大きい。試作交信攪乱剤によるフジコナカイガラムシの防除効果は高く、4月中旬までに10aあたり50～100本設置すれば、高い防除効果が得られ、少なくとも1剤以上の農薬散布を削減できると考えられる。また、15a以上の圃場であれば、圃場の周辺環境に関係なく防除効果が得られると考えられた。今後は、本剤を中心としたフジコナカイガラムシの防除体系を検討する必要がある。

摘 要

性フェロモンによるフジコナカイガラムシの防除効果を、現地カキ圃場で検討した。ディスプレイ設置区内のフェロモントラップに、雄成虫はほとんど誘殺されなかった。囲い雌試験では、対照区ではすべての試験で産卵雌が認められたが、設置区ではほぼ認められなかった。設置区における果実の寄生虫数は、対照区よりも少なかった。これらの傾向は、ディスプレイの設置本数や設置箇所数で変化しなかった。以上のことから、交信攪乱剤を10aあたり50～100本設置すれば、高い防除効果が得られると考えられる。この効果は、圃場の周辺環境で変化しないが、ごく小面積の圃場では劣る恐れがある。

引用文献

- Gieselmann, M. J., R. E. Rice, R. A. Jones and W. L. Roelofs (1979) *J. Chem. Ecol.* 5: 891-900.
- 河合省三 (1980) 日本原色カイガラムシ図鑑. 全国農村教育協会, 東京, pp. 105-106.
- 大林延夫・清水喜一・岩田直記・永田健二 (1989) 植物防疫 43 : 325-328.
- 大泰司誠 (1986) 植物防疫 40 : 51-54.
- Roelofs, W. L., M. Gieselmann, A. Carde, H. Tashiro, D. S. Moreno, C. A. Henrick and R. J. Anderson (1978) *J. Chem. Ecol.* 4: 211-224.
- 澤村信生・奈良井祐隆・手柴真弓・堤 隆文・望月雅俊・土田聡・鈴木俊郎・市橋秀幸・田端 純・佐々木力也 (2015) 応動昆 59: 183-189.
- 柴尾 学・田中 寛 (2000) 応動昆中国 42 : 1-6.
- Sugie, H., M. Teshiba, Y. Narai, T. Tsutsumi, N. Sawamura, J. Tabata and S. Hiradate (2008) *Appl. Entomol. Zool.* 43: 369-375.
- Tabata, J. (2013) *Appl. Entomol. Zool.* 48: 229-232.
- 手柴真弓・清水信孝・澤村信生・奈良井祐隆・杉江 元・佐々木力也・田端 純・堤 隆文 (2009) 応動昆 53 : 173-180.
- 上野晴久 (1977) 植物防疫 31 : 159-164.
- 若村定男 (1993) 植物防疫 47 : 499-502.
- Zada, A., E. Dunkelblum, F. Assael, M. Harel, M. Cojocaru and Z. Mendel (2003) *J. Chem. Ecol.* 29: 977-988.
- Zhang, A. and D. Amalin (2005) *Environ. Entomol.* 34: 264-270.