

黄色粘着トラップと有効積算温度との発生予察に基づいた カンキツのチャノキイロアザミウマに対する防除

Control for Yellow Tea Thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), Based on Monitoring Data and Forecasting Information in Citrus Orchards

杉浦直幸・榊 英雄・山田一字

Naoyuki SUGIURA, Hideo SAKAKI and Hirokazu YAMADA

要 約

有効積算温度によるカンキツのチャノキイロアザミウマ成虫の飛来時期を予測するシステムが構築されているが、そのシステムを本県で利用するため、黄色粘着トラップによるチャノキイロアザミウマの捕獲消長と有効積算温度による発生予測との適合性を調べた。その結果、黄色粘着トラップによる約5日間隔の成虫捕獲ピーク日と有効積算温度による成虫発生ピーク予測日との偏差は0～10日の範囲であった。黄色粘着トラップによる捕獲ピーク日は310日度型の有効積算温度による発生ピーク予測日と概ね適合した。また、黄色粘着トラップ調査と有効積算温度との発生予察に基づいた体系防除区は、農家慣行防除区に比べチャノキイロアザミウマによる果梗部被害や果頂部前期被害を明らかに抑制した。

キーワード：チャノキイロアザミウマ，発生予察，黄色粘着トラップ，JPP-NET，適期防除

I 緒言

チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood はカンキツの新葉や果実の表面を食害し、新葉では奇形を引き起こし、果実では外観を損なう重要害虫である^{17, 18)}。近年、熊本県内主産地の露地ウンシュウミカン園でチャノキイロアザミウマの被害が多発し、青果率の大幅な低下が問題となっている。チャノキイロアザミウマはカンキツでは5月～10月に発生し、長期間果実を加害することから、現地では防除回数の増加とそれに伴う薬剤抵抗性の発達が懸念されている。

チャノキイロアザミウマは寄主範囲が広く¹³⁾、カンキツ園周辺における好適な寄主植物の有無によって、発生量や被害程度が大きく変動することが知られている⁶⁾。このため、黄色平板粘着トラップを用いた発生予察が行われ、周辺の寄主植物からカンキツ園に飛来する成虫の発生時期の把握や防除要否の判断に活用されるようになった^{12, 17)}。Masui⁵⁾は、周辺の寄主植物における成虫の羽化ピーク時期とカンキツ園への飛来ピーク時期が一致することを明らかにした。さらに、黄色平板粘着トラップの調査間隔を数日程度まで短縮することにより、3月～9月上旬における各世代の捕獲ピーク日が概ね把握でき、カンキツ園への飛来時期を有効積算温度により予測できる可能性があることを示した⁷⁾。一方、チャノキイロアザミウマは果実への寄生数が少なくても被害を及ぼ

すため¹⁹⁾、低密度時でも各世代の成虫飛来時期が正確に予測できる技術開発が求められてきた。そこで、植物防疫情報総合ネットワークシステム (JPP-NET) 上で作動する発生予察システムの開発が静岡県などのカンキツ主産県で進められ⁴⁾、有効積算温度によるチャノキイロアザミウマ成虫の発生時期の予測システムが確立され、その活用法が提案されている^{7, 8)}。現在では、数県の病害虫防除所から、黄色平板粘着トラップやそれに準じた黄色粘着トラップによる成虫捕獲ピーク日の調査結果とJPP-NETを活用した成虫発生ピーク時期の予測情報が提供され始めている。しかし、本県では黄色粘着トラップによる捕獲ピーク日と有効積算温度による発生ピーク予測日の適合性については十分な検証がなされていない。この予測システムを利用するためには、現地の被害多発地域においてその有効性を事前にチェックする必要がある。また、黄色粘着トラップ調査や有効積算温度による予測システムを活用した適期防除の効果についても、これまで全く検討がなされてこなかった。

そこで、本研究では、チャノキイロアザミウマ被害多発地域において黄色粘着トラップによる成虫の捕獲消長と有効積算温度による発生予測との適合性を検証するとともに、その地域でこれらの発生予察に基づいたアザミウマ重点防除型の防除体系を作成し、その効果を検討した。

II 材料および方法

1. 黄色粘着トラップによる捕獲ピーク日と有効積算温度による発生ピーク予測日との適合性の検証

チャノキイロアザミウマによる果実被害多発地域における各世代の捕獲ピーク日を把握するため、県内カンキツ主産地において、果実被害が恒常的に発生する5園地を選定した(第1表)。農林水産省が定めた「発生予察調査実施基準」に準じ¹¹⁾、それらの園地におけるチャノキイロアザミウマ成虫の捕獲消長を黄色粘着トラップで調べた。黄色粘着トラップには市販の資材(商品名「ホリバー イエロー」、縦20cm×横10cm、両面粘着、アリスタライフサイエンス製)を用い片面のみ調査した。トラップは、防風樹のイヌマキに隣接する4園地と防風樹のない1園地のいずれにおいても、園内周縁部に園芸用ポールを1本ずつ立て、高さ約1.5mの位置に2枚ずつ設置した。調査は、2011年4月下旬から11月上旬まで約5日間隔で実施した。毎回黄色粘着トラップを交換・回収後、実体顕微鏡下で黄色粘着トラップ上に捕獲されたチャノキイロアザミウマの成虫数を計数した。捕獲日はトラップ回収日とし、トラップ調査の捕獲消長から各世代の捕獲ピーク日を読み取るため、各調査データの近傍3期間または5期間の移動平均から捕獲ピーク日を検出した。なお、園地により捕獲数のばらつき、あるいは捕獲数が少ないと捕獲ピーク日が検出されにくい場合、捕獲ピーク日を検出しやすい移動平均の期間を選択して捕獲ピーク日を検出した。

発生ピーク日の予測は、植物防疫情報総合ネットワークシステム(JPP-NET)の有効積算温度シミュレーション(version2)²⁾を用い、予測に必要な気温データには第1表の調査地点に近接するアメダス地点のデータを利用した。この予測システムでは、アメダス地点と調査地点の標高差から気温を補正した形でデータを利用できるので、調査5地点と近接するアメダス地点の気温を第1表のとおり補正した。予測期間は、捕獲ピークが確認できる5月～10月(第1世代～第8世代)とした。前述の予測システムでは310.0日度型と314.9日度型の予測方法がある。310.0日度型は、1月1日を起算日として発育零点9.7℃、有効積算温度が360.0日度に達した日を第1世代の発生ピーク日とし、第2世代以降は310.0日度間隔で次世代の発生ピーク日を予測する。314.9日度型は、1月1日を起算日として発育零点9.7℃、有効積算温度が385.6日度に達した日を第1世代の発生ピーク日とし、第2世代以降は314.9日度間隔で次世代の発生ピーク日を予測する方法である²⁾。本研究では、この両予測方法で得られた発生ピーク予測日と実際の捕獲ピーク日

との適合性について検討した。まず、黄色粘着トラップの捕獲消長の移動平均から検出された各世代の捕獲ピーク日と有効積算温度による成虫発生ピーク予測日を比較するため、調査地点ごとに各世代の捕獲ピーク日と発生ピーク予測日との偏差を求め、その2偏差間の有意差検定を行った¹⁴⁾。さらに、Masui⁷⁾、増井⁸⁾の検討方法を参考に、捕獲ピーク日または成虫発生ピーク予測日の世代(x)と有効積算温度(y)から回帰分析を行い、捕獲ピーク日から求められた回帰直線と発生ピーク予測日からの回帰直線の傾きに関する有意差検定を行った¹⁴⁾。これにより、2直線の傾きに統計的な有意差が認められた場合には、捕獲ピーク日と発生ピーク予測日は一致しないとした。

2. 発生予察に基づいた体系防除の検討

発生予察に基づいた適期防除による果実被害軽減効果を検討するため、アザミウマ重点型の防除暦を作成し(第2表)、実証試験を行った。第2表に挙げた個々の薬剤の選択については、現地営農指導員と協議して決定した。現地生産農家の間では、チャノキイロアザミウマに対するネオニコチノイド系薬剤の感受性低下が疑われていたため、防除暦は他系統でチャノキイロアザミウマに効果の高い薬剤(以下、アザミウマ専用薬剤)で主に構成した。試験は、県内カンキツ主産地の被害多発地域で2011年に行った。試験園には果梗部被害と果頂部被害が恒常的に発生する園地(第1表、調査地点b)を選定し、下記の3試験区を設定し、それぞれ12樹ずつ供試した。

試験区の構成は、まず、前述の防除暦(第2表)をもとにチャノキイロアザミウマの適期防除を考慮したアザミウマ重点防除区と従来の慣行防除を実施する農家慣行防除区の2区を設定した。さらに、アザミウマ重点防除区については、防除暦を構成した薬剤の効果を検討するために2つに細分化した。すなわち、アザミウマ専用薬剤で構成されたアザミウマ専用薬剤防除区と、現地で使用頻度の高いネオニコチノイド系薬剤で構成されたネオニコチノイド系薬剤防除区を設定した(第3表)。

チャノキイロアザミウマの防除要否は、黄色平板粘着トラップ調査による要防除水準の約5.2頭/トラップ(20cm×20cm)/日¹⁷⁾に準じ、黄色粘着トラップでの各世代の捕獲ピーク日の捕獲数が2.5頭/トラップ(20cm×10cm)/日以上となった場合とした。さらに、要防除水準を超える世代では、増井⁹⁾の防除適期を参考に、有効積算温度による発生ピーク予測日7日前から当日までの間で防除した。

防除効果は2011年10月20日、試験区当たり200果(40果×5樹または50果×4樹)ずつ、日本植物防疫協会の

判定基準¹⁰⁾に準じ、被害程度別に果数を調査した。また、防除効果の判定は、試験区間のリスク比とその信頼区間を求めて有意差検定を行った¹⁶⁾。

第1表 調査地点の概要

調査地点	栽培品種	防風樹の植栽	調査地点の標高 (m)	近接アメダス地点 (標高m)	標高差からの気温補正 (°C) ^{注)}
(a) 熊本市河内町船津	田口早生	イヌマキ	15	熊本 (37.7)	0.1
(b) 熊本市河内町白浜	させぼ温州	イヌマキ	122	熊本 (37.7)	-0.6
(c) 熊本市河内町野出	肥のあかり	イヌマキ	338	熊本 (37.7)	-1.7
(d) 宇土市赤瀬	肥のあかり	(無)	100	三角 (60)	-0.2
(e) 宇城市松橋町豊福 (県果樹研究所)	不知火	イヌマキ	50	甲佐 (36)	-0.1

注) 気象協会の温度補正式より算出 (0.55×(アメダス地点標高-調査地点標高)/100)。

第2表 ウンシュウミカンにおけるアザミウマ類重点防除型の防除体系 (基幹防除と臨機防除)

月 旬	作業管理	基幹防除			臨機防除	
		病害虫	殺菌剤	殺虫剤・ダニ剤	アザミウマ類	殺虫剤・ダニ剤
5 中	↑	そうか病 灰色かび病	ケキシイ類・ コオハナムケ ^リ アザミウマ類	フルアジナム水和剤	アセタミプリト ^レ 液剤	
		黒点病	アザミウマ類 ミカンサビダニ チャノホコリダニ	クレソキシムメチル水和剤	トルフェンビラト ^レ 水和剤	
6 上	↑	黒点病	カイカラムシ類 ゴマダラカミキリ成虫 チャノキイロアザミウマ	マンゼブ ^レ 水和剤	DMTP乳剤	
			ミカンハダニ		マシン油乳剤	アザミウマ類 クロチアニジン水溶剤
7 上	↑	黒点病	チャノキイロアザミウマ ミカンサビダニ チャノホコリダニ	マンゼブ ^レ 水和剤	クロルフェナヒル水和剤	
						アザミウマ類 チアトキサム水溶剤
8 上	↑	黒点病	アカマルカイカラムシ チャノキイロアザミウマ	マンゼブ ^レ 水和剤	ジノテフラン水溶剤	
			アザミウマ類		スピノサト ^レ 水和剤	
9 中	↑	(黒点病)	ミカンハダニ ミカンサビダニ チャノホコリダニ	(クレソキシムメチル水和剤)	スピロジクロフェン水和剤	
			カメムシ類 チャノキイロアザミウマ		ジノテフラン水溶剤	
10 上	↓	貯蔵病害		イミノクタン酢酸塩液剤 ベニミル水和剤	アザミウマ類	トルフェンビラト ^レ 水和剤

注) 網掛け部分は、アザミウマ類の防除時期を示す。

第3表 チャノキイロアザミウマ体系防除試験ほ場の薬剤散布歴

各世代 (発生ピーク 予測日)	アザミウマ重点防除区						農家慣行防除区		
	防除日 (月/日)	アザミウマ専用薬剤防除区		ネオニコチノイド系薬剤防除区		防除 日	殺虫剤	殺菌剤	
		殺虫剤	殺菌剤	殺虫剤	殺菌剤				
第1世代 (5/15)	5/9	アセキアクト液剤 3000倍 トルフェンビラト水和剤 2000倍		アセキアクト液剤 3000倍 トルフェンビラト水和剤 2000倍					
	5/13		F		F	5/16	アセキアクト液剤 3000倍	F	
	5/24		K		K	5/30	トルフェンビラト水和剤 2000倍 マシン油乳剤 400倍	MN	
第2世代 (6/12)	6/4	DMTP乳剤 1500倍	MN	DMTP乳剤 1500倍	MN				
	6/14	トルフェンビラト水和剤 2000倍	MZ	イミダクロプリト水和剤 3000倍	MZ	6/17		MZ	
	6/23	クロチアジソン水溶性剤 3000倍 マシン油乳剤 1000倍	MZ	クロチアジソン水溶性剤 3000倍 マシン油乳剤 1000倍	MZ	6/21	イミダクロプリト水和剤 4000倍 マシン油乳剤 1000倍	MZ	
第3世代 (7/3)	7/2	クロルフェナピル水和剤 4000倍		アセキアクト液剤 3000倍					
	7/13		MN		MN	7/14	DMTP乳剤 1500倍 クロチアジソン水溶性剤 3000倍	MN	
第4世代 (7/21)	7/22	アクトニウム水溶性剤 2000倍		イミダクロプリト水和剤 3000倍					
	7/30	クロルフェナピル水和剤 4000倍 シフルトフェン水和剤 2000倍	MZ	クロルフェナピル水和剤 4000倍 シフルトフェン水和剤 2000倍	MZ				
第5世代 (8/7)	8/10	ジメチアトラン水溶性剤 2000倍		アセキアクト液剤 3000倍		8/7	エチアクト水和剤 2000倍	MZ	
第6世代 (8/25)	8/27	スピノサト水和剤 5000倍	MZ	イミダクロプリト水和剤 3000倍	MZ	8/28	イミダクロプリト水和剤 4000倍	MZ	
第7世代 (9/12)	9/11	ジメチアトラン水溶性剤 2000倍 スピロジメチアトラン水和剤 4000倍	K	ジメチアトラン水溶性剤 2000倍 スピロジメチアトラン水和剤 4000倍	K				
第8世代 (10/6)	10/3	スピノサト水和剤 5000倍		ジメチアトラン水溶性剤 2000倍					

注1) 網掛け部分は、有効積算温度(310日度)による発生予測ピーク日付近で防除があったことを示す。
 注2) 太字は、チャノキイロアザミウマに対する防除薬剤。
 注3) F(フルアジナム水和剤 2000倍)、K(クレソキシムメチル水和剤 3000倍)、MN(マンネブ水和剤 600倍)、MZ(マンゼブ水和剤 600倍; 農家慣行防除区の6/21散布分のみ400倍)。
 注4) 体系防除試験は調査地点b(河内町白浜)で2011年に行った。

III 結果

1. 黄色粘着トラップによる捕獲ピーク日と有効積算温度による成虫発生ピーク予測日との適合性の検証

各調査地点における黄色粘着トラップによるチャノキイロアザミウマ成虫の捕獲消長と捕獲ピーク日および発生ピーク予測日を第1図に示した。予測システムから推定される年間世代数は7~8回であった。捕獲日の移動平均から検出された捕獲ピーク数は3~7と調査地点間でばらつきがあった(第1図, 第4表)。同一市内にある3地点(a)~(c)は、(a)と(b)では検出されたピーク数と時期は類似したが、(c)は(a)や(b)と異なった。一方、異なる市にある地点(d)と(e)は、調査期間を通して捕獲数が少ないものの、捕獲ピークは6~7箇所検出された。

予測システムから推定された年間世代数とトラップ調査の移動平均から検出された捕獲ピーク数が異なるため、捕獲ピーク日の世代は不明であるが、捕獲ピーク日と直近の有効積算温度による発生ピーク予測日との偏差は、捕獲ピーク日と310日度型の間では0~10日、314.9日度型では1~9日であった(第4表)。また、310日度型の偏差(|A-B|)と314.9日度型の偏差(|A-C|)の間には、地点(b)では310日度型より314.9日度型の偏差が有意に大きかった(第4表: Wilcoxonの順位和検定, Z = 2.34, p < 0.05)ものの、5地点中4地点では有意差は認められなかった。

さらに、調査地点ごとに捕獲ピーク日の世代(x)と有効積算温度(y)との回帰分析の結果、いずれの調査地点

でも有意な直線回帰が認められ(p < 0.0001)、非常に高い決定係数を示した(第5表)。それらの捕獲ピーク日から求められた回帰式の傾きは、地点(a), (b)では306.46日度型と306.6日度型と類似していたが、5地点間における傾きの範囲は295.19日度~336.99日度で、地点間で差が見られた(第5表)。一方、捕獲ピーク日から求められた直線回帰式の傾きと予測ピーク日の直線回帰式の傾きを比べると、314.9日度型は熊本市の3地点では回帰式の傾きに有意差があったものの、熊本市以外の314.9日度型、ならびに310日度型の5地点では回帰式の傾きに有意差はなかった(第5表: 回帰式の傾きの有意差検定, p > 0.05)。よって、今回検出された捕獲ピークは、314.9日度型の有効積算温度で予測された発生ピークに比べ、310日度型の方が適合性は高かった。

2. 発生予測に基づいた体系防除の検討

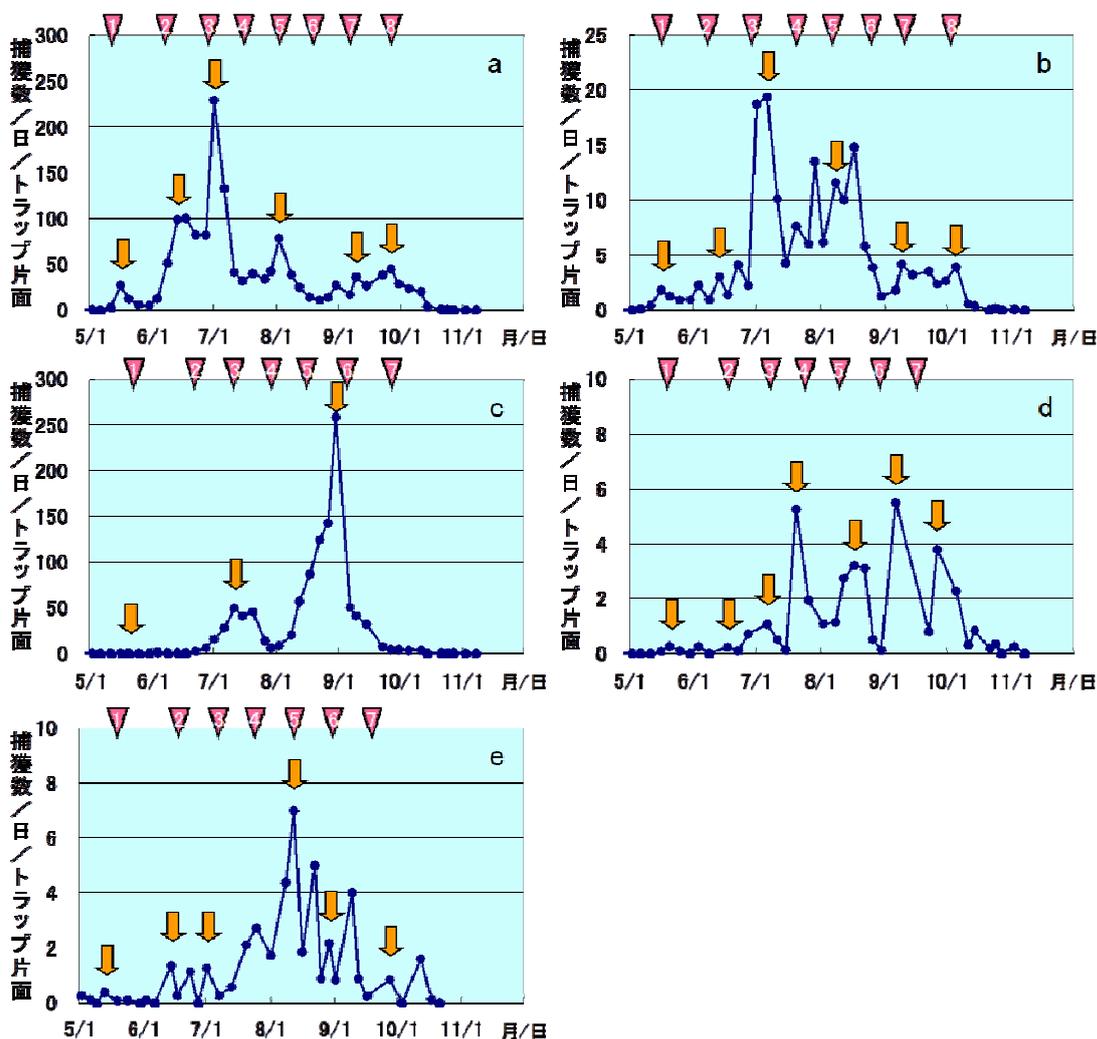
体系防除試験を実施した地点(b)で防除の目安(要防除水準)となる2.5頭/トラップ(20cm×10cm)/日以上を超える捕獲数となったのは、第2世代~第8世代の期間であった(第1図)。そこで、アザミウマ重点防除区は、第2世代~第8世代の成虫発生ピーク予測日近傍で防除を行った。一方、農家慣行防除区における成虫発生ピーク予測日近傍での防除は、第5世代と第6世代のみであった(第3表)。

チャノキイロアザミウマに対する体系防除試験の結果を第6表に示した。農家慣行防除区の被害度は、果梗部や果頂部前期では比較的小さかったものの、被害果率は

果梗部で14.5%，果頂部前期では12.0%であった。なお，果頂部の後期被害は，その程度が小さいうえ試験区間でも差がなかったため，防除効果が判定できなかった。

アザミウマ専用薬剤防除区は，果梗部および果頂部前期とも被害果率が3%で，農家慣行防除区の被害果率とのリスク比は0.21(95%信頼区間: 0.09~0.49) および0.25(95%信頼区間: 0.10~0.60) で，被害果の発生が有意に少なく防除効果が認められた(第6表, 第7表)。一方，ネオニコチノイド系薬剤防除区は，果梗部および果

頂部前期の被害果率が8.5%と6.0%で，農家慣行防除区の被害果率とのリスク比は0.59(95%信頼区間: 0.33~1.03) および0.50(95%信頼区間: 0.26~0.97) で有意差がかるうじてあり，防除効果が認められた(第6表, 第7表)。なお，アザミウマ専用薬剤防除区とネオニコチノイド系薬剤防除区の間では，果梗部における被害果率のリスク比は0.35(95%信頼区間: 0.14~0.88) で有意差があり，専用薬剤防除区の防除効果が高かった(第8表)。



第1図 黄色粘着トラップによるチャノキイロアザミウマ成虫の捕獲消長と捕獲ピーク日

- 注1) 矢印は移動平均から検出された各世代の捕獲ピーク日を示す。
- 注2) 逆三角形は有効積算温度(310日度型)による各世代の発生ピーク予測日を示す。
- 注3) 逆三角形内の数字は推定世代数を示す。
- 注4) 調査地点 (a) 河内町船津, (b) 河内町白浜, (c) 河内町野出, (d) 宇土市赤瀬, (e) 松橋町豊福。

第4表 黄色粘着トラップによるチャノキイロアザミウマ捕獲ピーク日と有効積算温度による発生ピーク予測日との偏差

調査地点	標高 (m)	アメダス地点 (気温補正℃)	世代	黄色粘着トラップによる捕獲ピーク日 (月/日) (A)	有効積算温度による発生ピーク予測日			偏差 (日)		2 偏差間の有意差検定 ^{注2)}
					310日度型 (B)	314.9日度型 (C)	A-B	A-C		
(a) 熊本市河内町船津	15	熊本 (0.1)	第1	5/16	5/11	5/13	5	3	Z = -0.49 p = 0.626	
			第2	6/13	6/7	6/10	6	3		
			第3	7/1	6/29	6/30	2	1		
			第4	7/16	7/16	7/18				
			第5	8/2	8/2	8/4	0	2		
			第6	8/18	8/18	8/21				
			第7	9/9	9/5	9/8	4	1		
			第8	9/26	9/25	9/29	1	3		
			(平均±SD ^{注1)})				3.0±2.4	2.2±1.0		
(b) 熊本市河内町白浜	122	熊本 (-0.6)	第1	5/16	5/15	5/18	1	2	Z = 2.34 p = 0.025	
			第2	6/13	6/12	6/15	1	2		
			第3	7/1	7/3	7/5	1	4		
			第4	7/21	7/21	7/23				
			第5	8/8	8/7	8/9	1	1		
			第6	8/25	8/25	8/28				
			第7	9/9	9/12	9/15	2	6		
			第8	10/5	10/6	10/12	1	7		
			(平均±SD)				1.2±0.4	3.7±2.4		
(c) 熊本市河内町野出	338	熊本 (-1.7)	第1	5/20	5/21	5/24	1	4	Z = 0.86 p = 0.376	
			第2	6/13	6/21	6/23				
			第3	7/11	7/10	7/13	1	2		
			第4	7/29	7/29	7/31				
			第5	8/16	8/16	8/19				
			第6	9/4	9/4	9/8	5	9		
			第7	9/27	9/27	10/1				
			(平均±SD)				2.3±2.3	5.0±3.6		
(d) 宇土市赤瀬	100	三角 (-0.2)	第1	5/20	5/18	5/21	2	1	Z = -0.19 p = 0.847	
			第2	6/17	6/17	6/19	0	2		
			第3	7/6	7/7	7/8	1	2		
			第4	7/20	7/24	7/26	4	6		
			第5	8/17	8/10	8/13	7	4		
			第6	9/6	8/28	8/31	9	6		
			第7	9/26	9/16	9/19	10	7		
			(平均±SD)				4.7±4.0	4.0±2.4		
(e) 宇城市松橋町豊福	50	甲佐 (-0.1)	第1	5/13	5/18	5/20	5	7	Z = 0.58 p = 0.563	
			第2	6/14	6/16	6/18	2	4		
			第3	7/1	7/6	7/8	5	7		
			第4	7/25	7/25	7/27				
			第5	8/12	8/12	8/14	0	2		
			第6	8/29	8/31	9/3	2	5		
			第7	9/27	9/20	9/25	7	2		
			(平均±SD)				3.5±2.6	4.5±2.3		

^{注1)} SDは標準偏差を示す。

^{注2)} |A-B| と |A-C| の偏差について、2 群間の有意差検定 (Wilcoxon の順位和検定: Z値は正規近似値) を行った。

第5表 黄色粘着トラップによる捕獲ピーク日と有効積算温度による発生ピーク予測日からの直線回帰式とそれら2直線の適合性

調査地点	直線回帰式 ^{注1)} (上段)、回帰式の有意水準 (p値) と決定係数 (r ²) (下段)			回帰式の傾きの有意差検定 ^{注2)}	
	黄色粘着トラップでの捕獲ピーク (A)	有効積算温度による予測ピーク (310日度型) (B)	有効積算温度による予測ピーク (314.9日度型) (C)	A と B	A と C
	F 値 p 値	F 値 p 値	F 値 p 値	F 値 p 値	F 値 p 値
(a) 熊本市河内町船津	y = 306.46x + 114.9	y = 310.3x + 57.861	y = 315.21x + 74.729	F = 0.95	F = 5.11
	p < 0.0001, r ² = 0.999	p < 0.0001, r ² = 0.999	p < 0.0001, r ² = 1	p = 0.352	p = 0.047
(b) 熊本市河内町白浜	y = 306.6x + 62.369	y = 311.31x + 52.321	y = 316.2x + 71.846	F = 1.35	F = 5.61
	p < 0.0001, r ² = 0.999	p < 0.0001, r ² = 1	p < 0.0001, r ² = 1	p = 0.273	p = 0.039
(c) 熊本市河内町野出	y = 295.19x + 75.168	y = 311.13x + 51.471	y = 314.92x + 78.757	F = 5.88	F = 8.70
	p < 0.0001, r ² = 0.998	p < 0.0001, r ² = 1	p < 0.0001, r ² = 1	p = 0.052	p = 0.026
(d) 宇土市赤瀬	y = 336.99x - 1.3429	y = 310.26x + 57.057	y = 314.82x + 77.757	F = 4.89	F = 3.36
	p < 0.0001, r ² = 0.994	p < 0.0001, r ² = 0.999	p < 0.0001, r ² = 0.999	p = 0.052	p = 0.097
(e) 宇城市松橋町豊福	y = 324.58x - 15.483	y = 310.76x + 57.214	y = 314.97x + 75.1	F = 3.17	F = 1.60
	p < 0.0001, r ² = 0.998	p < 0.0001, r ² = 1	p < 0.0001, r ² = 1	p = 0.109	p = 0.237

^{注1)} 成虫捕獲ピーク日または成虫発生ピーク予測日の世代 (x) と有効積算温度 (y) との関係直線回帰式で近似した。

^{注2)} 2直線の適合性については、2つの直線回帰式の傾きの違いを統計的に検定した。

第6表 チャノキイロアザミウマに対する防除効果

試験区	反復	調査果数(果)	被害程度別果数(果)				果梗部被害		被害程度別果数(果)				果頂部前期被害		被害程度別果数(果)				果頂部後期被害	
			無	少	中	多	被害果率(%)	被害度 ^{注1)}	無	少	中	多	被害果率(%)	被害度	無	少	中	多	被害果率(%)	被害度
アザミウマ専用薬剤防除	I	40	36	4	0			37	2	1	0			36	4	0	0			
	II	40	40	0	0			39	1	0	0			40	0	0	0			
	III	40	40	0	0	3.0	0.50	38	2	0	0	3.0	0.67	40	0	0	0	2.0	0.33	
	IV	40	40	0	0			40	0	0	0			40	0	0	0			
	V	40	38	2	0			40	0	0	0			40	0	0	0			
	計	200	194	6	0			194	5	1	0			196	4	0	0			
ネオニコチノイド系薬剤防除	I	50	42	7	1			43	5	2	0			38	12	0	0			
	II	50	48	2	0			50	0	0	0			48	2	0	0			
	III	50	46	4	0	8.5	1.58	47	3	0	0	6.0	1.33	48	2	0	0	9.0	1.50	
	IV	50	47	3	0			48	2	0	0			48	2	0	0			
	計	200	183	16	1			188	10	2	0			182	18	0	0			
	農家慣行防除	I	50	47	3	0			43	7	0	0			47	3	0	0		
II		50	43	7	0			46	4	0	0			46	4	0	0			
III		50	39	10	1	14.5	2.75	45	5	0	0	12.0	2.00	50	0	0	0	5.0	1.00	
IV		50	42	7	1			42	8	0	0			47	2	1	0			
計		200	171	27	2			176	24	0	0			190	9	1	0			

注1) 被害度は、下記の日本植物防疫協会のチャノキイロアザミウマの試験基準に準じて、果実の被害程度を調査した。
 被害度 = { (少×1) + (中×3) + (多×6) } / (全果数×6) × 100
 無；肉眼的に被害が認められない，少；被害の直径が果実横径の1/6程度…1，中；被害の直径が果実横径の1/3程度…3，多；被害の直径が果実横径の1/2程度…6

注2) 被害果調査は、2011年10月20日に行った。

第7表 農家慣行防除区に対するアザミウマ専用薬剤防除区およびネオニコチノイド系薬剤防除区の被害果率のリスク比

防除体系	果梗部被害				果頂部前期被害				果頂部後期被害			
	リスク比		95%信頼区間		リスク比		95%信頼区間		リスク比		95%信頼区間	
	リスク比	95%信頼区間	リスク比	95%信頼区間	リスク比	95%信頼区間	リスク比	95%信頼区間				
アザミウマ専用薬剤防除	0.21	0.09 ~ 0.49	0.25	0.10 ~ 0.60	0.40	0.13 ~ 1.25						
ネオニコチノイド系薬剤防除との比較	0.59	0.33 ~ 1.03	0.50	0.26 ~ 0.97	1.80	0.85 ~ 3.80						

第8表 ネオニコチノイド系薬剤防除区に対するアザミウマ専用薬剤防除区の被害果率のリスク比

防除体系	果梗部被害				果頂部前期被害				果頂部後期被害			
	リスク比		95%信頼区間		リスク比		95%信頼区間		リスク比		95%信頼区間	
	リスク比	95%信頼区間	リスク比	95%信頼区間	リスク比	95%信頼区間	リスク比	95%信頼区間				
ネオニコチノイド系薬剤防除との比較	0.35	0.14 ~ 0.88	0.50	0.19 ~ 1.31	0.33	0.14 ~ 0.82						

IV 考察

増井⁸⁾は、JPP-NETを活用した有効積算温度によるチャノキイロアザミウマの発生予察システムでは、システムを構築した静岡県の気象条件や調査園地の環境条件に基づいて作成されているため、本システムを運用する場合には事前にトラップ調査を行い、適合性を検証する必要があることを指摘している。また、Shibao¹⁵⁾は、ブドウ園で発生調査を行い、1週間ごとの調査ではチャノキ

イロアザミウマの発生ピーク日を推定するのは困難であることを示した。このことから、カンキツでも調査間隔が5日以上になると各世代の捕獲ピーク日が検出できなくなる可能性があった。このため、本研究では約5日間隔で黄色粘着トラップ調査を行い、各世代における捕獲ピーク日を検出した結果、捕獲ピーク日は、調査地点で捕獲消長にばらつきがあるものの、5地点中4地点で年間推定世代数7~8のうち6世代程度は検出された(第

1 図). ただし, 地点 (c) では捕獲数は比較的多かったものの, 捕獲消長が不明瞭で捕獲ピーク日があまり検出されなかった (第 1 図). この原因は不明であるが, Masui⁵⁾ が示しているとおおり, このような園地ではより短い間隔でトラップ調査を行うと, 捕獲ピーク日が高精度に検出できる可能性がある. つまり, 地点 (c) のような例外はあったものの, 約 5 日間隔の調査でも殆どの園地では捕獲ピーク日を十分検出できると考えられた.

黄色粘着トラップによる捕獲ピーク日と有効積算温度 (310 日度型, 314.9 日度型) による発生ピーク予測日との偏差は, 両方とも 0~10 日程度の範囲であった (第 4 表). また, 310 日度型の発生ピーク予測日との偏差 (I-A-B) と 314.9 日度型との偏差 (I-A-C) の間には, 地点 (b) では 310 日度型より 314.9 日度型が有意に大きかった (第 4 表) もの, 5 地点中 4 地点では有意差は認められなかった. したがって, 捕獲ピーク日と発生予測ピーク日との偏差だけでは, どちらの有効積算温度の予測を活用した方がよいのかは判然としなかった. そこで, 黄色粘着トラップによる捕獲ピーク日と有効積算温度による発生予測ピーク日について, それぞれ世代 (x) と有効積算温度 (y) の直線回帰式を求め, 各々の回帰式の傾きの違いに注目した. その結果, 捕獲ピーク日から求めた直線回帰式の傾き (有効積算温度の日度) と予測ピーク日の直線回帰式の傾きを比べると, 310 日度型の方が 314.9 日度型よりもその違いが見られなかった (第 5 表). つまり, 310 日度型の発生予測ピーク日の方が捕獲ピーク日との適合性が高いことが示唆され, 既存の有効積算温度の予測システムを活用する場合には, 310 日度型の方がより高精度で予測できると推測された. しかし, 既存の有効積算温度の予測システムを活用するのではなく, 熊本県の気象条件や園地条件に合った高精度の予測式を独自に求める場合には, 直線回帰式の傾きだけではなく, それらの切片などについても検討するとともに, 今後さらなる調査が必要となる.

本研究の体系防除試験では, 要防除水準を 2.5 頭/トラップ/日以上として設定した. 試験期間中, 試験園では要防除水準を超える期間が第 2 世代~第 8 世代までと長期間持続したため (第 1 図 b), 合計 7 回の防除が必要となった. しかし, アザミウマ専用薬剤防除区は多数回防除にはなったものの, 農家慣行防除区よりも果梗部, 果頂部前期の被害を抑制した (第 6 表, 第 7 表) ことから, 今回の要防除水準の設定は妥当であったと推測される.

一方, アザミウマ重点防除区は, チャノキイロアザミウマに対する防除の回数が 7 回に達したのに対し, 農家慣行防除区では 2 回に留まったこと, さらには, 果梗部被害軽減に必要となる 6 月上旬から 7 月下旬の防除が,

農家慣行防除区では殆ど実施されておらず (第 3 表), 防除回数と防除時期に大きな差が生じた. この違いは, 従来のチャノキイロアザミウマの防除体系が原因となっていると思われる. すなわち, 従来のカンキツにおけるチャノキイロアザミウマの防除は, 合成ピレスロイド系を中心に残効の長い薬剤を使用するか²⁰⁾, 少発生の場合はマンゼブ水和剤などのジチオカーバメート剤で対応することが多かった¹⁾. したがって, チャノキイロアザミウマの被害が問題視されない場合には他病害虫と同時防除すればよく, 適期に防除する必要がなかった. しかし, 被害多発地域では, 従来とは逆に, チャノキイロアザミウマの適期防除を行いながら, その他の病害虫を同時防除する必要があると思われる. 本研究では, 黄色粘着トラップによる調査で要防除水準と飛来ピーク日を把握し, 加えて有効積算温度による発生ピーク予測情報を利用して適期防除を行うことで, 被害多発地域においても果実被害が抑制されることを示した. 今後は, 各地域でトラップ調査データと有効積算温度による発生ピーク予測日を共有しながら, 適期に適切な防除が実施される指導が求められる.

体系防除試験の間では, アザミウマ専用薬剤防除区に比べネオニコチノイド系薬剤防除区の方が果梗部被害の防除効果がやや低下する傾向が見られた (第 8 表). これは, チャノキイロアザミウマに対するネオニコチノイド系薬剤の感受性低下の疑いが示唆される. これについては, 今後, 現地での薬剤の使用実態や薬剤感受性検定の実施などを行って明らかにしていく必要がある. さらに, 本研究では, 被害多発地域での被害軽減効果を検討するためにアザミウマの重点防除試験を行ったが, 殺虫剤全体の防除回数が農家慣行防除区と比べ殺虫剤で 9 薬剤から 15 薬剤に増加した (第 3 表). 今後は, 被害軽減効果を維持しながら防除回数の削減を図るために, 炭酸カルシウム微粉末剤のような物理的防除資材を活用した減農薬技術の開発に取り組み, その技術の普及が望まれる³⁾.

V 謝辞

本文に先立ち, 現地での体系防除試験や黄色粘着トラップ調査の協力を快諾して頂いた, JA 熊本市の前田功真氏, 森田祐輔氏 (現 JA 宇城), 山本正喜氏 (現 JA 熊本果実連), 熊本農政農業普及・振興課の川窪裕二氏, 山添純歌氏 (現 天草農業研究所), 坂本 等氏 (現 球磨農業普及・振興課), 熊本市河内町の生産農家藤森稔氏と, JA 熊本市柑橘部会生産技術部の生産農家に厚く御礼申し上げる. また, 本原稿の作成にあたり, 多大なご指導を賜った熊本県農業研究センター果樹研究所の高原利雄特別研究員に厚く御礼申し上げる.

VI 引用文献

- 1) 行徳 裕 (2005) : 「病害虫・雑草の診断と防除 (CD-ROM 版) 総合防除の考え方と実際 —カンキツ・害虫—」, 農山漁村文化協会.
- 2) JPP-NET (2013) : 病害虫発生予測データベース 有効積算温度計算シミュレーション version2. 一般社団法人 日本植物防疫協会, 東京, <http://www.jppn.ne.jp/member/login.do> (2013年11月9日閲覧)
- 3) 金子修治 (2012) : 温州ミカンにおける炭酸カルシウム微粉末剤を用いたチャノキイロアザミウマ防除技術. 植物防疫, 66(11), 629-633.
- 4) 増井伸一 (2001) : カンキツ病害虫発生予測システムとその活用. 植物防疫, 55(10), 463-466.
- 5) Masui, S. (2007) : Synchronism of immigration of adult yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) to citrus orchards with reference to their occurrence on surrounding host plants. Applied Entomology and Zoology, 42(4): 517-523.
- 6) 増井伸一 (2008) : チャノキイロアザミウマ成虫のカンキツ園への飛来時期と周辺植物における発生との同調性. 植物防疫, 62(6), 330-333.
- 7) Masui, S. (2008) : Estimation of the immigration time of *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) adults in citrus orchards as a function of the total effective temperature. Applied Entomology and Zoology, 43(4): 511-517.
- 8) 増井伸一 (2009a) : JPP-NET によるチャノキイロアザミウマ成虫のカンキツ園への飛来時期予測法とその活用. 植物防疫, 63(7), 447-451.
- 9) 増井伸一 (2009b) : カンキツ園におけるチャノキイロアザミウマ成虫の飛来時期と薬剤防除適期の関係. 日本応用動物昆虫学会誌, 53, 97-103.
- 10) 日本植物防疫協会 (2006) : 「新農薬実用化試験(常緑果樹) 殺虫剤圃場試験法」, 一般社団法人 日本植物防疫協会, 附4 - 附7.
- 11) 農林水産省 (2001) : 発生予察事業の調査実施基準. 農林水産省生産局植物防疫課, 東京, http://www.jppa.or.jp/tecinfo/ipm_2.html (2013年11月9日閲覧)
- 12) 大久保宣雄 (1989) : 黄色平板粘着トラップによる1カンキツ産地内のチャノキイロアザミウマの発生予察. 九州病害虫研究会報, 35, 142-145.
- 13) 大久保宣雄 (1995) : チャノキイロアザミウマの寄主植物とそれらにおける発生経過. 長崎県果樹試験場研究報告, 2, 1-15.
- 14) SAS Institute (2010) : JMP, version 9.0.2. SAS Institute, Cary, NC.
- 15) Shibao, M. (1996) : Effects of temperature on development of the chillie thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), on grape. Applied Entomology and Zoology, 31(1): 81-86.
- 16) 田代暢哉 (2008) : 新しい病害虫管理の概念 —EBC (Evidence-based Control) による防除体系の構築と防除の実際 (52). 今月の農業, 52(1), 84-88.
- 17) 多々良明夫 (1995) : チャノキイロアザミウマのカンキツにおける生態と防除に関する研究. 静岡県柑橘試験場特別報告, 7, 1-98.
- 18) 多々良明夫 (2004) : 「チャノキイロアザミウマ おもしろ生態とかしこい防ぎ方」, 農山漁村文化協会.
- 19) 多々良明夫・古橋嘉一 (1992) : カンキツ果実におけるチャノキイロアザミウマの密度と被害との関係. 日本応用動物昆虫学会誌, 36, 217-223.
- 20) 土屋雅利 (2005) : カンキツの IPM —近年の進歩と今後の課題—. 植物防疫, 59(11), 492-495.

Summary

Control for Yellow Tea Thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), Based on Monitoring Data and Forecasting Information in Citrus Orchards

Naoyuki SUGIURA, Hideo SAKAKI and Hirokazu YAMADA

To evaluate the effectiveness of total effective temperature forecasting models by JPP-NET, we investigated consistency between immigration peaks of yellow tea thrips adults by yellow sticky trap data and by forecasted data. The deviations between each immigration peak day by yellow sticky trap data and each immigration peak day predicted by two forecasting models were 0 to 10 days. The immigration peak by yellow sticky trap data tended to be consistent with the predicted peak by the total effective temperature of 310 degree days. By performing the system control of yellow tea thrips based on monitoring control threshold by yellow sticky trap and forecasting the immigration time through practical use of JPP-NET, higher control effect was observed than in the farm practices control.