

白色粘着トラップを用いたイチモンジセセリの モニタリングと発生予察への利用

加進丈二*

Field Evaluation of White Sticky Traps for Monitoring and Forecasting Rice Skipper, *Parnara guttata guttata*

Joji KASHIN

抄 録

イチモンジセセリの発生予察を目的とした成虫のモニタリング法として、カスミカメムシ類の発生予察に用いられる白色粘着トラップの実用性を検討した。従来法の青色粘着トラップに比べて、白色粘着トラップでは第1世代成虫の発生を的確に捉えられた。水田内における白色粘着トラップの設置場所としては、農道から約10 m離れた水田内または畦畔際が適していた。白色粘着トラップで成虫の初発を捉えた後、捕獲虫数の増加が認められた時期を起算日（産卵日）に設定し、有効積算温度によって予測した第2世代幼虫の発育段階は、水田内における幼虫の発育状況と概ね一致した。BT水和剤またはスピネトラム水和剤を中齢幼虫期に茎葉散布した結果、いずれも高い防除効果が認められ、この時期を防除適期と判断できた。したがって、白色粘着トラップによる第1世代成虫のモニタリングと有効積算温度による中齢幼虫期の予測を組み合わせることによって、防除適期を的確に判断できると考えられた。白色粘着トラップによる成虫の捕獲虫数は、幼虫密度との間に相関が認められず、発生量や被害量の予測に用いることはできないと考えられた。白色粘着トラップにカスミカメムシ類のフェロモン剤を装着した場合、イチモンジセセリ成虫の捕獲虫数はカスミカメムシ類の捕獲虫数に影響しないことが明らかとなった。

キーワード：薬剤防除，食葉性害虫，防除適期，水稻，イチモンジセセリ，白色粘着トラップ

Key words: chemical control, folivorous insect pest, optimal control timing, paddy rice, *Parnara guttata guttata*, white sticky trap

緒 言

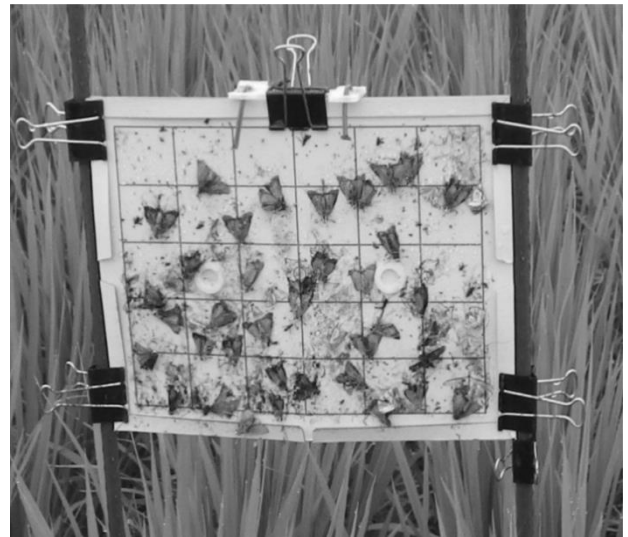
イチモンジセセリ（イネツトムシ）*Parnara guttata guttata* は、イネ *oryza sativa* の食葉性害虫として古くから知られている（名和，1949）。窒素肥料を多く施用した水田（尾崎，1951；江村・村上，1989）や晩植の水田（関谷，1960；江村・村上，1989；千本木ら，2002；宇井ら，2012；佐藤ら，2013）で多発しやすい。また、稲作の省力技術として近年拡大している直播栽培や、自給飼料の増産対策のひとつとして進められている飼料イネでも被害が問題となっている（増田ら，1999；高橋ら，2003；

西宮，2009；関矢，2012；松山，2013）。宮城県においても、一般的な稚苗移植栽培で多発することは少ないが、直播栽培や飼料イネでは本種の発生が目立っており、発生予察に基づく的確な防除対策が求められている（菅野，2015）。

国の発生予察調査実施基準（農林水産省，2015）（以下，調査基準）では、アカクローバー（ムラサキツメクサ）*Trifolium pratense* やヒャクニチソウ *Zinnia elegans* などの誘致花に飛来する第1世代成虫を数える訪花調査法によって、加害の主体となる第2世代幼虫の発生を予測するとしている。関谷

(1960) は、この訪花調査法を用いて第1世代成虫数から第2世代幼虫の発生量を予測する方法を考案した。しかし、この調査法は、調査場所や時刻、誘致花の開花状況といった条件を一定に保つ必要があり、発生予察を目的とした調査法としてはあまり定着しなかった(高橋, 1992b; 小林ら, 1993)。その後、青色または黄色の粘着板に成虫が特異的に誘引される特性が明らかになり(永野・平井, 1991; 永野・宮田, 1992; 小林ら, 1993)、1990年代以降は、訪花調査法に替わる簡易調査法としてカラー粘着トラップを用いた成虫のモニタリングが主流となった(高橋, 1992a; 高橋, 1992b; 高橋・千本木, 1993; 高橋, 1994b; 高橋, 1996; 千本木ら, 2002; 小林ら, 1993; 江村, 1994; 大場ら, 2005)。また、青色の誘引効果に香料の誘引効果を加えて捕獲効率を高めた誘引捕獲器が開発され(平井, 2002)、カラー粘着トラップと同様に成虫のモニタリングに活用されてきた(千本木ら, 2002; 柴田ら, 2006)。カラー粘着トラップについては、粘着板の色(黄色または青色)や設置方法(水平置きまたは垂直置き)等が統一されていないが、宮城県では、大場ら(2005)の報告を基に青色粘着板を水平に設置したトラップ(以下、青色粘着トラップ)により成虫のモニタリングを行ってきた。しかし、この方法では予測の起点となる飛来開始期を「複数枚のトラップに成虫が誘殺された時期」と定義しており、一つの調査水田に複数のトラップを設置する必要があるため、トラップの設置や調査に手間が掛かるのが難点であった。さらに、粘着板を水平に設置するため、降雨後はトラップの粘着面に水滴が残りやすく、成虫の捕獲に悪影響を及ぼしていることが懸念された。また、誘引捕獲器については、稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル(日本草地畜産種子協会, 2014)において成虫の発生調査に有効であると紹介されているものの、現在は市販されておらず入手が困難な状況にある。

一方、斑点米の原因種であるアカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* やアカヒゲホソミドリカスミカメ *Trigonotylus caelestialium* の発生予察を目的としたフェロモントラップ調査では、白色粘着板2枚を背中合わせにして垂直に立てた形状(以下、白色粘着トラップ)が適しており(Yasuda and



第1図 白色粘着トラップに付着したイチモンジセセリ成虫

- 1) 撮影：2013年7月，宮城県名取市
- 2) 粘着板の上辺にクリップで固定されているのは、カスミカメムシ類2種(アカスジカスミカメ，アカヒゲホソミドリカスミカメ)のフェロモン剤。

Higuchi, 2012)、調査基準ではこれらのカスミカメムシ類の発生予察調査法として採用されている。吉村ら(2009)は、この白色粘着トラップを水田内に設置したところ、キアゲハ *Papilio machaon hippocrates* やイネキンウワバ *Plusia festucae* とともにイチモンジセセリの成虫が付着したことを報告している。筆者は、2013年に宮城県内で行ったカスミカメムシ類の調査において、吉村ら(2009)の報告と同様、白色粘着トラップにイチモンジセセリ成虫が多数付着しているのを確認した(第1図)。そこで、2013年は白色粘着トラップにおけるイチモンジセセリ成虫の捕獲消長とともに、成虫の捕獲虫数と幼虫の発生量の関係、イチモンジセセリの捕獲虫数がカスミカメムシ類の捕獲虫数に与える影響について調べた。2014~16年は、イチモンジセセリ成虫のモニタリング用としての白色粘着トラップの適性を従来法の青色粘着トラップと比較した。また、従来の予察法では、予測の対象となる防除時期を第2世代の孵化盛期から若中齢幼虫期といった加害の初期としてきた(江村・内藤, 1988; 高橋・千本木, 1993; 大場ら, 2005)が、大槻ら(2015)によって中齢幼虫期に達しても高い防除効果が得られる複数の殺虫剤が確認されたことを受けて、2015~16年は、中齢幼虫期を防除適期と判断し、これを予測する方法について検討した。また、2016年は白色粘

着トラップで捕獲した成虫の性比の実態を調べた。

本文に先立ち、本稿の御校閲を賜った農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センターの石崎摩美氏、現地の調査場所の選定に多大な御協力をいただいた宮城県仙台農業改良普及センターの山内歩実氏、宮城県美里農業改良普及センターの横山裕美氏、調査場所を提供して下さった生産者各位に対し厚く御礼申し上げます。

材料および方法

I. 白色粘着トラップにおけるイチモンジセセリ成虫の捕獲消長

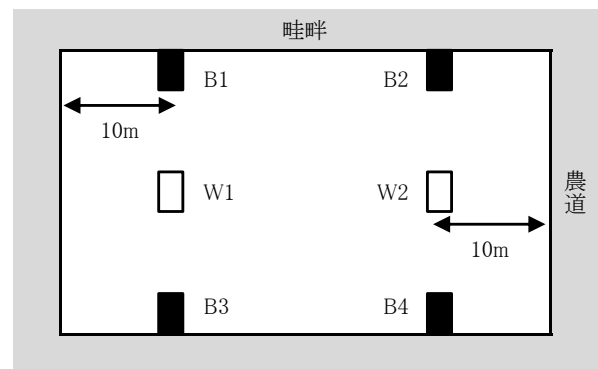
調査は、2013年に宮城県名取市下増田およびその周辺約4km四方内において、カスミカメムシ類のモニタリング用に白色粘着トラップを設置した20か所の水田（水稻品種「ひとめぼれ」、機械移植）で行った。トラップは、各ほ場の農道および畦畔から約10m離れた水田内に1基設置した。トラップの形状は、大きさ24cm×40cmの白色粘着板（SEトラップ粘着板、サンケイ化学株式会社製）2枚を両面が粘着面となるように背中合わせにし、地面に対して垂直の方向にクリップで支柱に固定した。設置当初は粘着板の下辺を地上高50cmの位置に合わせ、その後はイネの生育に合わせて、調査の度に下辺の高さがイネの草冠となるように調節した。カスミカメムシ類の誘引源としてアカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメのチューブ型合成性フェロモン剤（信越化学工業株式会社製）（望月ら、2012；望月ら、2013）を粘着板の上辺中央に同時に設置した（第1図）。トラップは6月27日に設置し、調査は9月12日まで7日間隔で行い、トラップに捕獲されたイチモンジセセリ成虫数およびカスミカメムシ類2種の成虫数を数えた。なお、出穂期（8月8～12日）前後の8月1～22日は3～4日間隔で週2回調査を行い、2回分の虫数を合計して7日間の数値として扱った。粘着板は調査時、合成性フェロモン剤は4週間ごとに新品に交換した。8月5日に任意の100株（25株×4か所）においてイチモンジセセリの幼虫数およびツト数を見取りで数えた。幼虫数の計測は、若齢（1～2齢）、中齢（3～4齢）、老齢（5齢）、蛹に区別して行った。

トラップによるイチモンジセセリ第1世代成虫の

捕獲虫数と水田における幼虫数、蛹およびツト数との関係、イネ出穂期以降のトラップにおけるイチモンジセセリ成虫とカスミカメムシ類の捕獲虫数の関係については、Spearmanの順位相関係数で評価した。統計解析には、以下試験Ⅱ、Ⅲを含めてソフトウェアR 3.4.4（R Core Team, 2016）を用いた。

Ⅱ. 従来法との比較

試験は、2014～16年に宮城県古川農業試験場内（宮城県大崎市）で実施した。イチモンジセセリの発生を促すため、2014、15年は、水稻品種「ひとめぼれ」の稚苗を周辺水田よりも約2週間遅い時期（5月25～27日）に移植した水田（面積10a、25m×40m）を、2016年は品種「まなむすめ」の鉄コーティング種子を5月13日に湛水直播した水田（5a、12.5m×40m）を試験ほ場とした。青色粘着トラップは農道際から10m内側の畦畔際に4基、白色粘着トラップは農道際から10m内側の水田内に2基設置した（第2図）。青色粘着トラップは大場ら（2005）の方法に準じて、大きさ35cm×60cm、厚さ0.5mmの青色塩ビ板（サンデーシート、アクリサンデー株式会社製）を地上90cmの高さで地面と水平に設置し、その上面にスプレー式透明接着剤（金竜スプレー、株式会社エス・ディー・エス バイオテック製）を塗布して使用した。白色粘着トラップは、カスミカメムシ類のフェロモン剤を装着していないこと以外は試験Ⅰと同じ方法で設置した。トラップは各年6月下旬～7月上旬に設置し、8月下旬～9月上旬までトラップで捕獲した成虫数を7日間隔で数えた。2種類のトラップは、いずれも調査時に粘着板を新品に交換した。



第2図 白色粘着トラップと青色粘着トラップの配置図

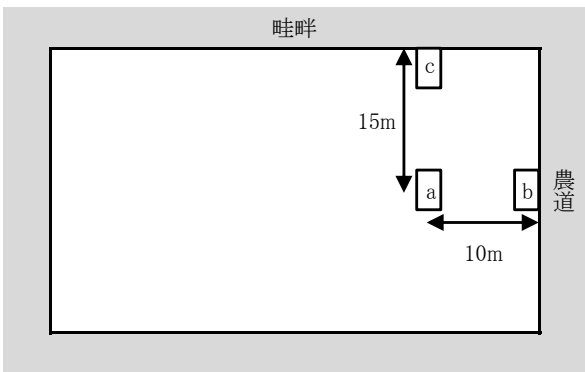
1) W1～2は白色粘着トラップ、B1～4は青色粘着トラップの設置場所を示す。

Ⅲ. 発生予察への利用の検討

試験は、2015～16年に宮城県仙台市若林区井土、黒川郡大和町落合、遠田郡美里町北浦の3地区で行った。各地区において1～2か所の水稻直播栽培水田を調査地点として選定した。各調査地点の概要は第1表のとおりである。

1. トラップの設置場所

2015年は農道際と水田内の2か所、2016年は農道際、水田内および農道際から10m内側の畦畔際の3か所に白色粘着トラップを設置し(第3図)、2015年は6月25日～9月3日、2016年は6月21日～8月30日まで7日間隔で成虫の捕獲虫数を数えた。2016年は成虫を雌雄別に数えて、後述する性比の解析に用いた。白色粘着トラップの設置方法は試験Iと同様とし、粘着板は7日間隔で交換した。なお、2016年に設置場所として追加した畦畔際のうち、S3の畦畔のみ畑地に隣接していたが、その他の地点はすべて水田に隣接していた。また、M2は後述するよ



第3図 白色粘着トラップの設置場所

1) 2015年は水田内(a)と農道際(b)の2か所、2016年は畦畔際(c)を加えた3か所に設置した。

うに同一水田内に殺虫剤散布区を設けたが、白色粘着トラップは無散布区内に設置した。

設置場所による総捕獲虫数の比較について、水田内に設置した場合を対照群とし、農道際との比較では2015～16年の11地点のデータを、畦畔際との比較では2016年の6地点のデータを使用してWilcoxonの符号付順位和検定を行った。有意水準は5%未満とした。

2. 有効積算温度による防除適期の予測

全調査地点において、白色粘着トラップによる成虫調査と同時に、水田内における幼虫と蛹の発生状況を調査した。播種様式に関わらず、植条4m当たり虫数を水田内の白色粘着トラップ設置場所周辺の任意の10か所で調査した。計数は若齢(1～2齢)、中齢(3～4齢)、老齢(5齢)、蛹に区別し行い、1㎡当たりの虫数に換算した。

幼虫および蛹の発生時期の予測は、アメダス観測所の毎正時気温データを利用し、一般社団法人日本植物防疫協会がインターネット上で運用するJPP-NET内の「有効積算温度計算シミュレーション version 2」を用いて行った。なお、調査地点S1～4、T1～4、M1～3の最寄りのアメダス観測所は、それぞれ仙台、大衡、鹿島台であったが、シミュレーションによって計算された値に大きな差はなかったことから、予測の適合性の検討には仙台観測所のアメダスデータのみを用いた。

白色粘着板による成虫の捕獲虫数は7月中～下旬に増加したことから、この期間内に産卵があったと仮定して、有効積算温度の起算日を7月10～25日ま

第1表 白色粘着トラップを用いたイチモンジセセリの調査地点の概要

調査年	地点名	場所	面積	品種	播種様式	播種日	殺虫剤散布	
							月日	散布薬剤, 使用量(10a当たり)
2015	S1	仙台市若林区井土	110a	ひとめぼれ	乾田直播	4月19日	8月4日	スピネトラム水和剤, ×4,000 100L
	S2	仙台市若林区井土	100a	ひとめぼれ	湛水直播	5月17日	8月4日	スピネトラム水和剤, ×4,000 100L
	T1	大和町落合	30a	まなむすめ	乾田直播	5月1日	無散布	
	T2	大和町落合	30a	まなむすめ	湛水直播	5月17日	8月5日	エチプロール・シラフルオフエン粉剤, 3kg
	M1	美里町北浦	47a	まなむすめ	乾田直播	4月30日	無散布	
2016	S3	仙台市若林区井土	330a	ひとめぼれ	乾田直播	4月12日	無散布	
	S4	仙台市若林区井土	102a	ひとめぼれ	湛水直播	5月12日	8月3日	スピネトラム水和剤, ×4,000 100L
	T3	大和町落合	30a	げんきまる	湛水直播	5月15日	無散布	
	T4	大和町落合	30a	げんきまる	湛水直播	5月13日	無散布	
	M2	美里町北浦	113a	まなむすめ	乾田直播	4月26日	8月2日 (56a)	スピネトラム水和剤, ×5,000 100L
							8月2日 (50a)	BT水和剤, ×2,500 100L
	M3	美里町北浦	112a	萌えみのり	乾田直播	4月26日	8月2日	スピネトラム水和剤, ×5,000 100L

で5日間隔で設定した。シミュレーションのパラメータ値は江村・内藤（1988）に従い、卵の発育零点と有効積算温度は13.4℃、54.9日度、同様に1～3齢幼虫は12.2℃、128.0日度、4齢幼虫は12.5℃、50.3日度、5齢幼虫は12.6℃、101.0日度、蛹は14.0℃、91.3日度に設定して各段階の発育期間を推定した。有効積算温度で推定した発育モデルと各調査地点における幼虫の発育進展を比較して、適合する発育モデルを選択した。発育モデルの選択は、先ず若齢幼虫に着目し、若齢幼虫の割合が高い時期に1～3齢の発育段階と予想された発育モデルを適合したと判断した。若齢幼虫の発生が少なく判断が難しい場合は、中齢幼虫の割合が高い時期に4齢幼虫に達し、かつ老齢幼虫が主体の時期に5齢幼虫に達している発育モデルを最適と判断した。次に、各調査地点で選択されたモデルの起算日と白色粘着トラップで捉えた成虫の捕獲消長の関係から、白色粘着トラップによる成虫のモニタリングに基づく防除時期の予測方法について検討した。

3. 薬剤防除の現地実証

大槻ら（2015）の報告にしたがって防除適期を中齢幼虫期に設定できるかを確認するため、2016年に調査地点M2において現地実証試験を行った。1区画113aの水田を、殺虫剤を散布しない無散布区、スピネトラム水和剤（商品名：ディアナSC）散布区、BT水和剤（商品名：チューンアップ顆粒水和剤）散布区に区分し（第1表）、両散布区では8月2日にブームスプレーヤーで茎葉散布を行った。いずれの薬剤についても、展着剤は使用しなかった。各散布区では、散布当日（8月2日）、同7日後（8月9日）および同14日後に前項の「2. 有効積算温度による防除適期の予測」で行った方法で幼虫および蛹の虫数を数えた。各散布区の防除効果は、次式により補正密度指数を算出して評価し、大槻ら（2015）の判断基準にしたがって防除効果は補正密度指数が30を上回る場合は効果なし、30以下の場合は効果あり、なかでも10以下の場合は効果が高いと判断した。

$$\text{補正密度指数} = (Ta \times Cb) / (Tb \times Ca) \times 100$$

Ta：処理区の散布後虫数

Tb：処理区の散布前虫数

Ca：無処理区の散布後虫数

Cb：無処理区の散布前虫数

4. 成虫の性比

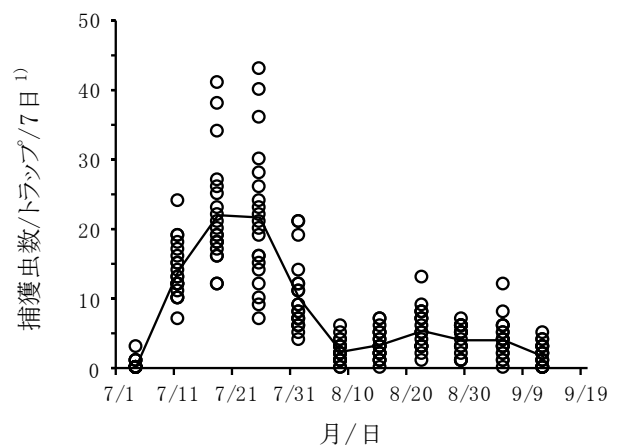
2016年の調査では、白色粘着トラップに捕獲される成虫の性比を調べるため、S3、S4、T3、T4、M2、M3の6地点において白色粘着トラップに捕獲された成虫を雌雄別に計数した。雌雄は、腹部の外部形態の観察または解剖による生殖器の確認により判断した。雌雄別の捕獲成虫数は、地点ごとに農道際、水田内および畦畔際の3トラップの値を合計し、性比の偏りを二項検定で評価した。

結果

I. 白色粘着トラップにおけるイチモンジセセリ成虫の捕獲消長

20地点の白色粘着トラップにおけるイチモンジセセリ成虫の捕獲消長を第4図に示した。7月4日に成虫が確認されたのは4地点のみで、捕獲虫数は1～3頭であったが、1週間後の7月11日は全地点で成虫が捕獲され、捕獲虫数は7～24頭へと増加した。捕獲虫数のピークは7月18～25日に現れ、その後8月8日にかけて減少に転じた。8月8日から9月5日までほぼ横ばいの状況が続き、この間の捕獲虫数は10頭を超えることはほとんどなかった。

イチモンジセセリ幼虫が作ったツトは全地点で、幼虫の発生は1地点を除く19地点で確認された。発育段階は若中齢が主体であったが、老齢および蛹の発生も認められ、その密度は100株当たり0～29頭と地点によるばらつきがあった。7月4日～8月1日までに捕獲された第1世代成虫数と若中齢幼虫数、老齢幼虫・蛹数およびツト数の関係について解析し

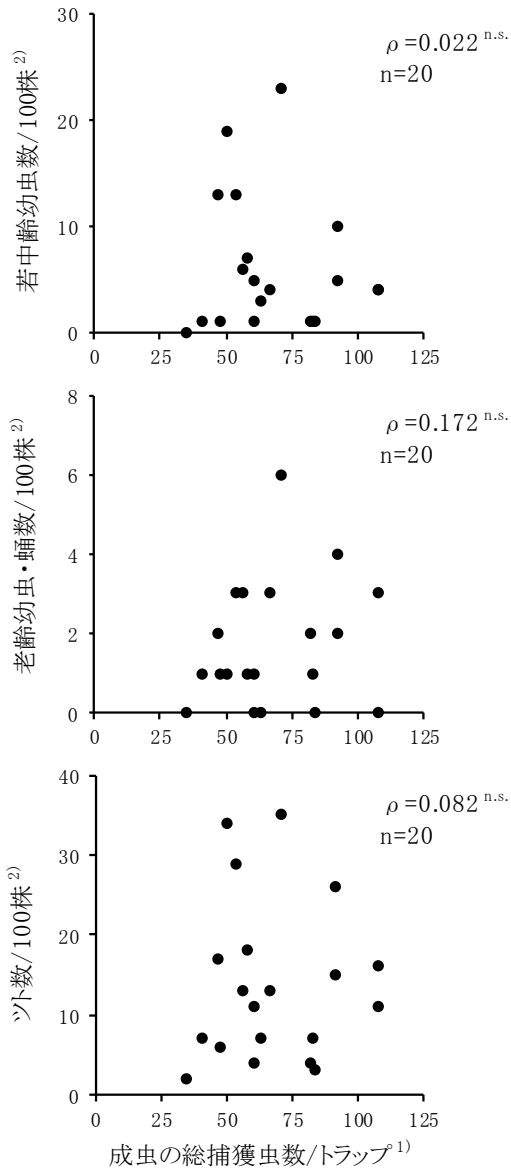


第4図 白色粘着トラップにおけるイチモンジセセリ成虫の捕獲消長

1) 丸は各調査水田の値 (n=20)、折れ線は平均値を示す。

たところ、いずれの組み合わせでも相関は低く、両者の間に関連性は認められなかった(第5図)。

トラップに捕獲されたカスミカメムシ類はアカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメの2種で、そのほとんどがアカスジカスミカメであった。イチモンジセセリ成虫の捕獲虫数とカスミカメムシ類の捕獲虫数の関係について、約半数の調査水田が出穂期に達した8月8日以降3週間について、週ごとに解析した結果、いずれの時期でも両者の間に相関は認められなかった(第6図)。

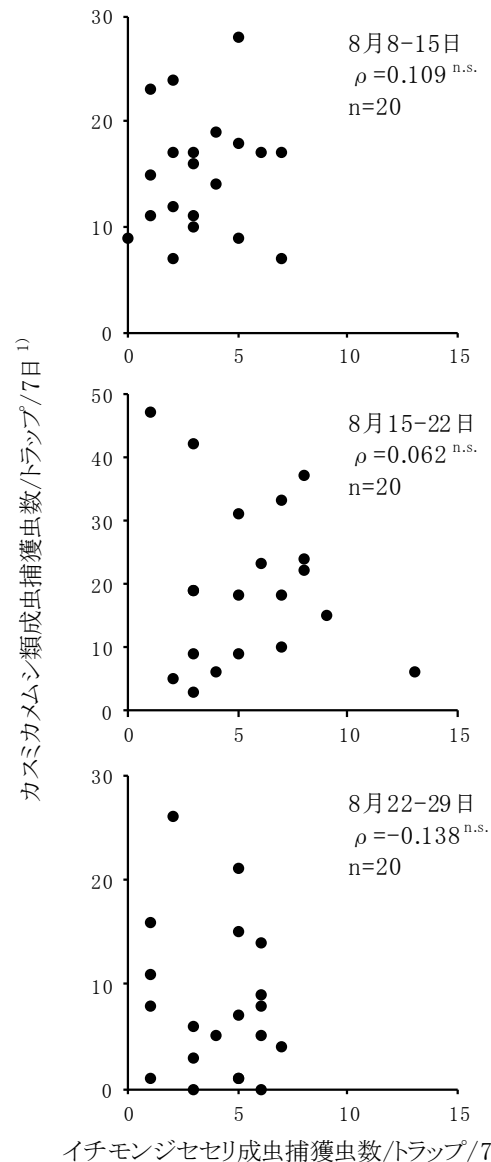


第5図 カスミカメムシ類のフェロモントラップにおけるイチモンジセセリ第1世代成虫捕獲虫数と第2世代幼虫数およびツト数の関係

- 1) 7月4日～8月1日の総捕獲虫数。
- 2) 調査水田内における8月5日の発生量。
- 3) ρ はSpearmanの順位相関係数を示す。n. s.は5%水準で有意でないことを示す。

II. 従来法との比較

白色粘着トラップによる成虫の捕獲虫数は、2014および2016年は7月下旬と8月下旬に2回のピークをもつ二山型、2015年は8月上旬をピークとする一山型の消長を示した(第7図)。過去の知見(城所, 1992; 大場ら, 2005)から7月上旬～8月上旬に捕獲された成虫を第1世代と判断すれば、その期間、青色粘着トラップではほとんど成虫が捕獲されなかった。これに対し、白色粘着トラップの捕獲虫数は青色粘着トラップに勝っており、消長を明瞭に捉え



第6図 カスミカメムシ類のフェロモントラップにおけるイチモンジセセリ成虫捕獲虫数とカスミカメムシ類成虫捕獲虫数の関係

- 1) アカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメの合計値を示す。
- 2) ρ はSpearmanの順位相関係数を示す。n. s.は5%水準で有意でないことを示す。

ていた。

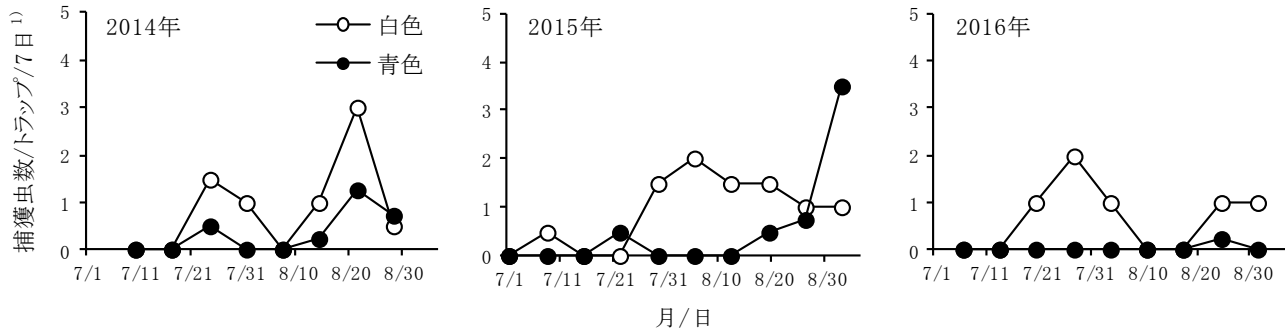
Ⅲ. 発生予察への利用の検討

1. トラップの設置場所

2015年は、地域間または同一地域内でも調査地点によって捕獲虫数に差が認められたものの、水田内における捕獲消長は概ね同様の経過を示し、7月中旬～下旬にかけて捕獲虫数は増加し、7月23～30日をピークとした明瞭な山が現れた(第8図)。これに対して、農道際の消長は水田内と同調する場合(S2,

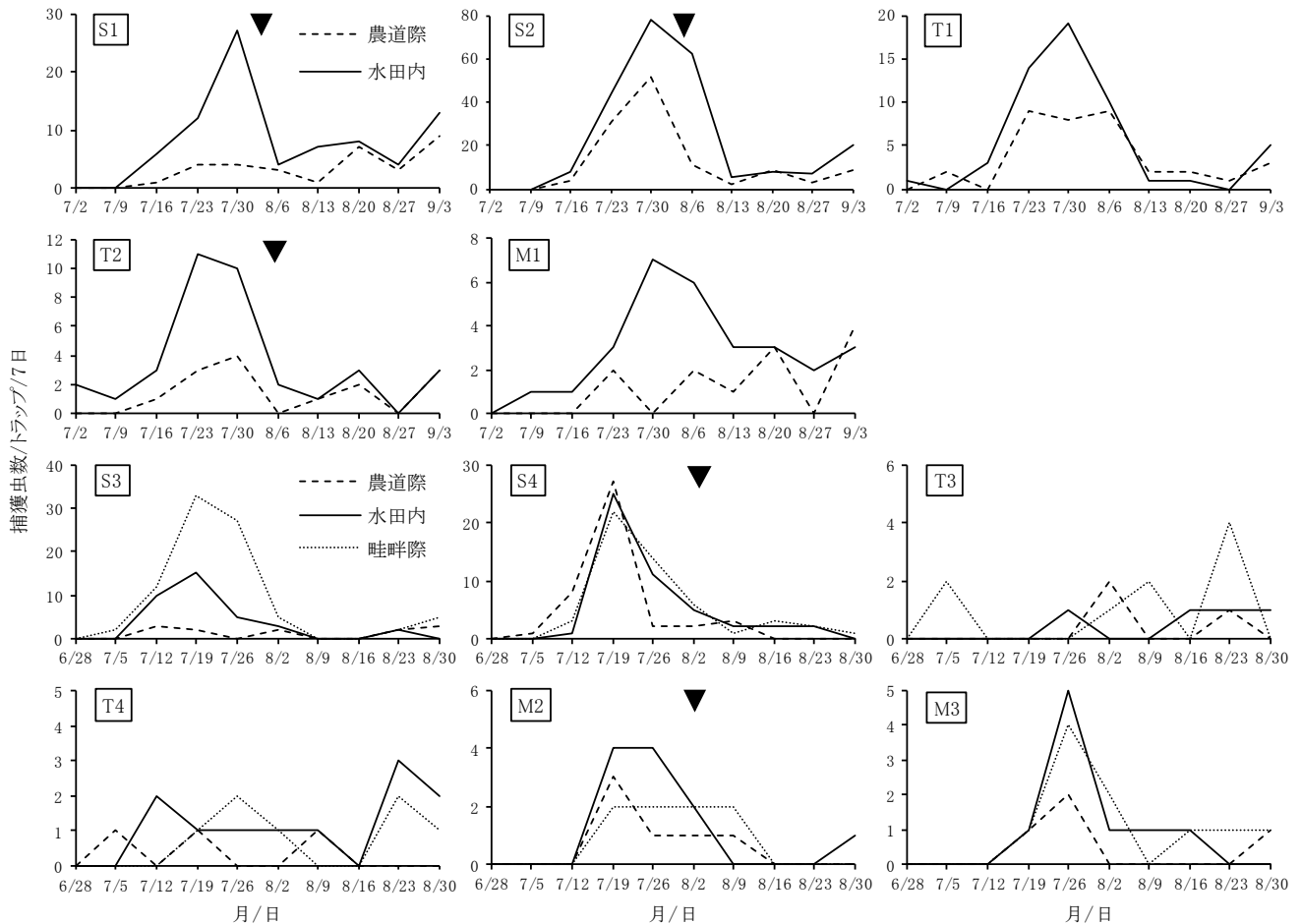
T1, T2) としない場合(S1, M1)があり、後者の場合は成虫の捕獲消長に明瞭な山は認められなかった。

2016年も前年と同様に地域間または同一地域内の調査地点間で捕獲虫数に差が認められた。また、前年に比べると捕獲虫数は全般に少なく、特にT3, T4の捕獲虫数はいずれのトラップでも他の地域に比べて少なく、成虫が全く捕獲されない時期が断続的に現れ、消長を明瞭に捉えられなかった。このT3, T4を除く4地点の消長をみると、水田内の捕獲虫数



第7図 白色粘着トラップと青色粘着トラップにおけるイチモンジセセリ成虫の捕獲消長

1) 白色粘着トラップは水田内2か所、青色粘着トラップは畦畔際4か所の平均値で示した。



第8図 白色粘着トラップの設置場所別のイチモンジセセリ成虫の捕獲消長

1) 上2段は2015年、下2段は2016年のデータを示す。四角で囲んだ地点名については第1表を参照。

2) ▼は薬剤防除の時期を示す。

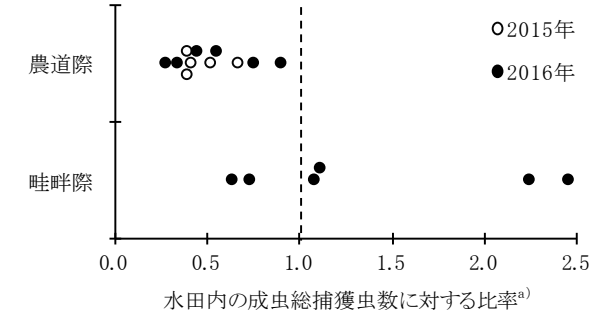
は7月中～下旬に増加し、7月19～26日をピークとした明瞭な山が現れた。これに対して、農道際の捕獲消長は水田内の消長と同調した地点(S4, M2, M3)と同調しなかった地点(S3)が見られ、前年と同様に後者の場合は成虫の捕獲消長に明瞭な山は認めら

れなかった。畦畔際の捕獲消長は、4地点のいずれにおいても水田内と概ね一致した。

農道際の捕獲虫数は、2015年の全5地点や2016年S3, M2, M3のように水田内に設置した場合に比べて低い値で推移した。同一地点の総捕獲虫数を比較すると、農道際は水田内の0.27～0.90倍の値を示し(第9図)、水田内に比べて有意に少なかった(Wilcoxonの符号付順位和検定, $P=0.0038$)。一方、畦畔際の総捕獲虫数は水田内の0.64～2.46倍の値を示し、水田内に設置した場合との間に有意な差は認められなかった(同, $P=0.344$)。

2. 有効積算温度による防除適期の予測

2015年のS1, S2およびM1では、7月23日に若齢幼虫が確認されて7月30日には中齢幼虫期に達した(第10図)。この幼虫の発育経過を第11図に示した発育モデルに当てはめた結果、2015年の4つのモデ

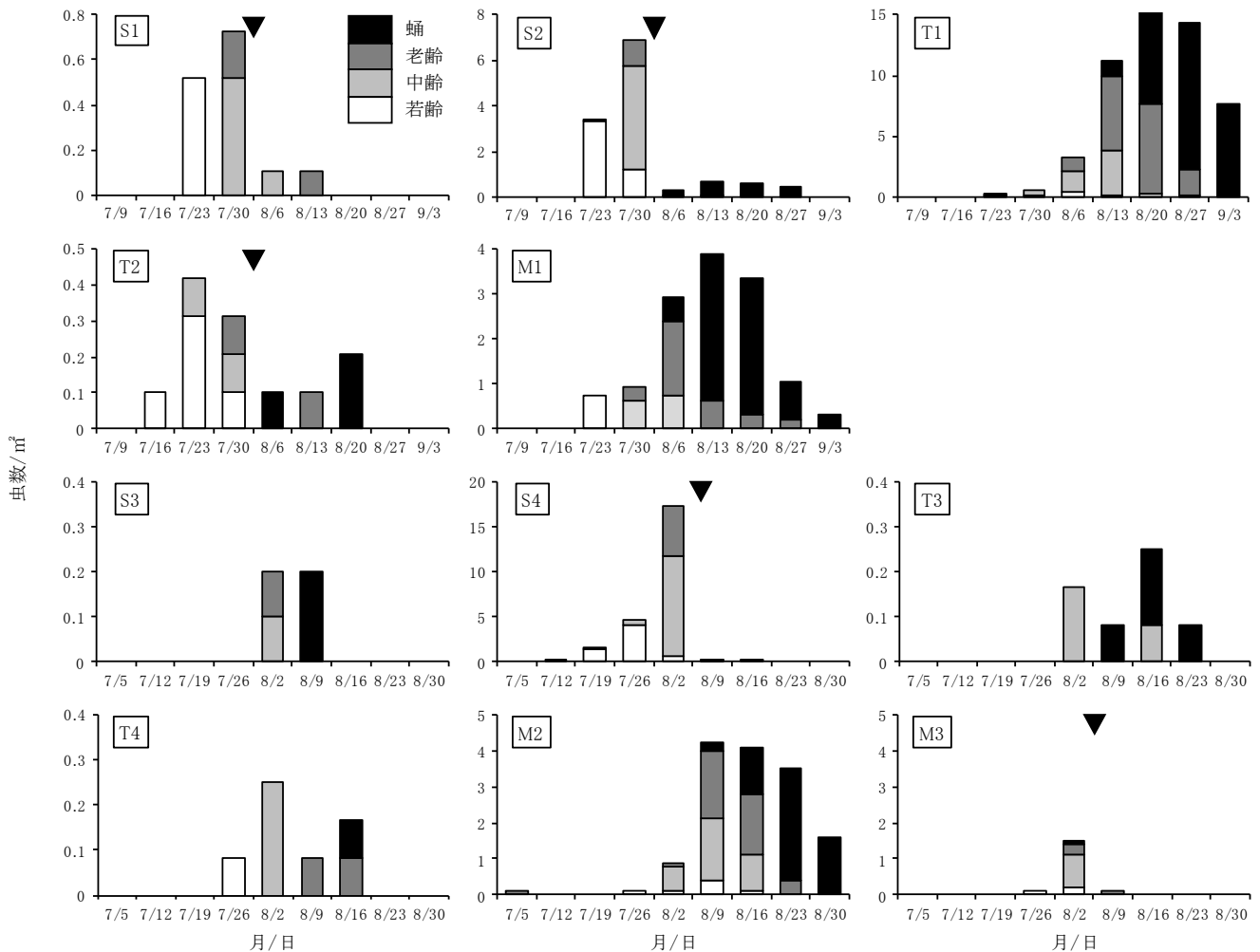


第9図 白色粘着トラップの設置場所によるイチモンジセセリ成虫の総捕獲虫数の違い

a) 比率 = N_e/N_c

N_e : 農道際または畦畔際の総捕獲虫数

N_c : 水田内の総捕獲虫数



第10図 各調査地点におけるイチモンジセセリ幼虫および蛹の発生密度の推移

1) 上2段は2015年、下2段は2016年のデータを示す。四角で囲んだ地点名については第1表を参照。

2) ▼は殺虫剤の散布時期を表す。

3) 2015年7月2日および2016年6月28日は、全調査地点で幼虫および蛹を確認できなかったためデータを省略した。

ルのうち7月15日を起算日とするモデルが適合した。T1は7月30日～8月6日にかけて中齢幼虫が主体となり、8月6日には老齢幼虫が見られたことから、起算日を7月15～20日とするモデルが適合した。T2は7月16～23日にかけて若齢幼虫が主体であったことから、7月10～15日を起算日とするモデルが適合した。

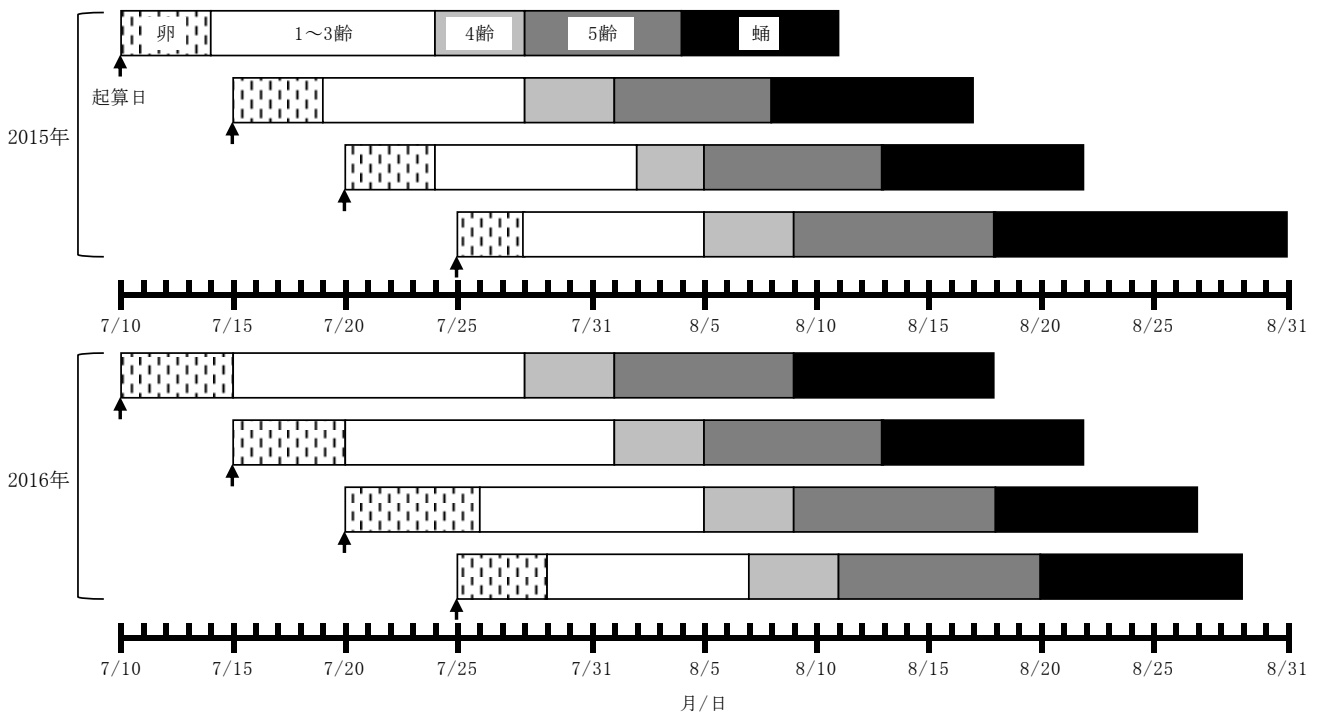
2016年の幼虫密度は、同一地区の2015年の値と比較して全般に低く、有効積算温度により推定された各発育段階の発育期間は前年より長かった。前年と同様の手順で適合するモデルを検討した。S3は8月2日に中齢幼虫と老齢幼虫が同程度の密度で発生したことから、7月10～15日を起算日とするモデル

が適合した。S4は7月19～26日かけて若齢幼虫が主体であったことから、7月10～15日を起算日とするモデルが適合した。T3、T4、M2およびM3は8月2日に中齢幼虫が主体であったことから、7月15日を起算日とするモデルが適合した。

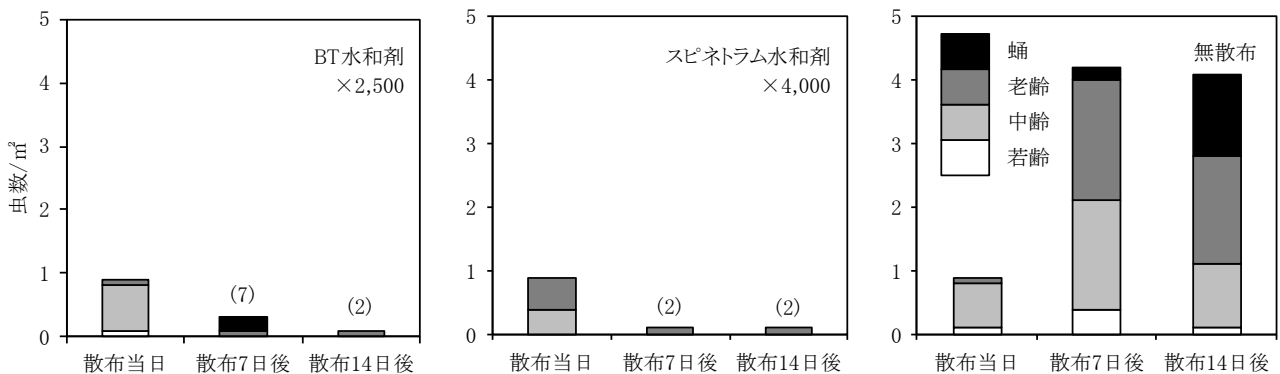
各調査地点で推定された起算日について、白色粘着トラップの成虫捕獲状況を第8図でみると、いずれの地点でも推定された産卵時期は成虫の捕獲虫数がピークとなる時期よりも早く、成虫の初発を捉えた後に捕獲虫数が増加するタイミングと概ね合致した。

3. 中齢幼虫期の薬剤防除の現地実証

散布当日における両散布区の幼虫密度は、無散布



第11図 有効積算温度に基づくイチモンジセサリの発育予測



第12図 イチモンジセサリ中齢幼虫期における薬剤防除の現地実証

- 1) 薬剤散布：8月2日にブームスプレーヤを用いて各薬剤100L/10aを茎葉散布した。
- 2) 図中の括弧内の数値は補正密度指数を示す。補正密度指数の算出方法は本文中に示した。

区とはほぼ同等であった(第12図)。無散布区では、散布7日後に散布当日の約4倍程度まで密度が上昇し、中老齢幼虫主体へと発育進展が認められた。散布14日後には、密度の更なる上昇は認められなかったが、老齢幼虫と蛹の割合が高まった。これに対して、BT水和剤およびスピネトラム水和剤を散布した区では、散布当日に比べて散布7日後、14日後の密度は低下した。散布7日後および14日の補正密度指数は、BT水和剤、スピネトラム水和剤のいずれも10以下であり、高い防除効果が認められた。

4. 成虫の性比

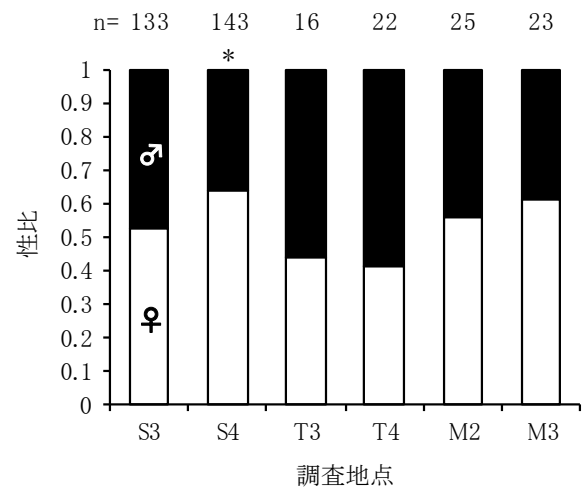
S3, S4, T3, T4, M2, M3における雌比(総個体数に対する雌の割合)は、それぞれ0.53, 0.64, 0.44, 0.41, 0.56, 0.61であった(第13図)。二項検定の結果、S4を除く5地点の雌比は0.5との間に有意な差は認められなかったが、S4では雄に比べて雌の割合が有意に高かった。S3とS4は同一地区内であり、トラップに捕獲された成虫の総数に大きな違いはなかったにもかかわらず、S4のみで雌への偏りが認められたことから、雌比の推移に2地点間で違いがあるかを調べた。発生盛期の前後では雌雄いずれかの捕獲虫数が10個体に満たない場合があったので、調査時期は6月21日～7月12日、7月12～19日、7月19～26日、7月26日～8月30日に区切って雌比を比較した(第14図)。両地点ともに6月21日～7月12日の雌比が最も高く、S3は0.74, S4は0.85と雌への偏りが認められた。その後、S3の雌比は7月12～19日に0.44まで低下し、以降0.5前後で推移して性比に偏りは認められなかった。これに対して、S4では7月12～19日の時点で雌比0.62と雌の割合が高い状態が続き、7月19～26日以降は性比に偏りは認められなかった。

考 察

2013年の試験では、7月上旬から9月中旬にかけて水田内に設置したカスミカメムシ類のフェロモントラップに調査期間を通じてイチモンジセセリ成虫が捕獲された(第4図)。8月上旬の時点で、水田内に若齢から老齢の幼虫と蛹が見られたことから、成虫の発生は概ね8月上旬までが第1世代、以降は第2世代が主体と考えられた。第1世代の捕獲虫数は、7月中下旬をピークとした明瞭な山が認められた。

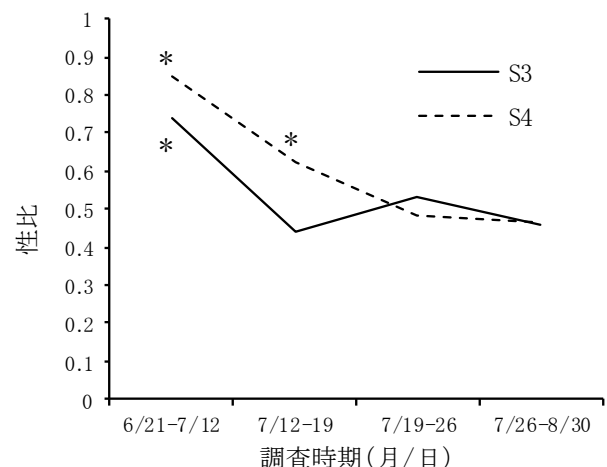
これに対して、第2世代の捕獲虫数は第1世代に比べて少なく、ピークは判然としなかった。しかし、調査対象である第1世代に限ってみれば、その消長を明瞭に捉えられており、モニタリングに利用できることが示された。

白色粘着トラップによる第1世代成虫の捕獲虫数と水田内における幼虫・蛹数およびツト数との関係を調べた結果(第5図)、両者の間に相関は認められなかった。したがって、第1世代成虫の捕獲虫数を基に幼虫の発生量や食害による被害量を予測するのは難しく、活用方法は次世代幼虫の発生時期の予



第13図 白色粘着トラップで捕獲したイチモンジセセリ成虫の性比

- 1) 調査地点は第1表を参照。
- 2) 性比は総個体数に対する雌雄の個体数の割合で示した。*は性比0.5との間に有意差があることを示す(二項検定, $P < 0.05$)。



第14図 白色粘着トラップで捕獲したイチモンジセセリ成虫の性比の経時的変化

- 1) 調査地点は第1表を参照。
- 2) 性比は総個体数に対する雌の個体数の割合で示した。*は性比0.5との間に有意差があることを示す(二項検定, $P < 0.05$)。

測に制限されると考えられた。また、イネ出穂期の調査においてカスミカメムシ類のフェロモン剤を装着した場合、白色粘着トラップにおけるイチモンジセセリ成虫の捕獲虫数とカスミカメムシ類の捕獲虫数は互いに影響しないことから（第 6 図）、発生量に関係なく両者をモニタリングできると考えられた。

2013 年の調査ではカスミカメムシ類のフェロモン剤を装着した状態で行ったため、このことがイチモンジセセリ成虫の誘引に影響した可能性を完全に排除することはできない。そこで、2014 年以降の試験では、カスミカメムシ類のフェロモン剤を装着せずに試験を行い、白色粘着トラップとしての実用性を検証した。まず、白色粘着トラップと従来法の青色粘着トラップを比較した試験では、第 1 世代成虫の捕獲虫数は明らかに白色粘着トラップが勝っており、消長を明瞭に捉えられる点で優れていることが明らかになった（第 7 図）。水田内に粘着板を垂直に設置して、粘着板の色による誘引性を比較した永野・平井（1991）と永野・宮田（1992）の試験では、青色における捕獲虫数が最も多かったのに対して、白色では全く捕獲されなかった。一方、粘着板を水平に設置して粘着板の色による誘引性を比較した試験において、小林ら（1993）は青色と白色の消長は類似するものの捕獲虫数は青色が勝ると報告し、千本木ら（2002）は青色に比べて白色の捕獲虫数は少なかったことを報告している。このように、これまでの研究では粘着トラップを垂直、水平のいずれの向きに設置しても白色は青色に比較して捕獲虫数が少なく、成虫のモニタリング用に採用されることはなかった。青色粘着板よりも白色粘着板を優位とする今回の調査結果は従来の知見と相違があり、その要因については本研究では明らかになっていない。また、白色粘着トラップによる捕獲が誘引によるものか、偶然なのかについても分かっていない。著者は白色粘着板を新品に交換した直後に、成虫が粘着板に向かってぶつかる様子を何度も観察しており、視覚的な誘引によるものと推測しているが、その解明については今後の研究に譲ることとした。

白色粘着トラップの設置場所として、農道際は水田に入る必要がないため、調査の効率性は高い。しかし、成虫の捕獲虫数は水田内に設置した場合と比べて明らかに少なく、消長を的確に捉えられない場

合もあったことから、モニタリングには適していないと判断できた（第 8 図、第 9 図）。一方、畦畔際に設置した場合の捕獲虫数は水田内との間に明瞭な差は認められず、消長も水田内と概ね一致した。したがって、トラップの設置場所としては、農道から約 10m 内側に入った水田内または畦畔際に適していると考えられた。アカヒゲホソミドリカスミカメのモニタリングにおいて、フェロモントラップの設置場所は誘殺数に大きな影響を与えないが（滝田、2006）、アカスジカスミカメの場合は畦畔際では捕獲虫数の変動が大きく、7m 内側に入った場所が設置場所として適しているとされる（武田ら、2012）。したがって、カスミカメムシ類のフェロモントラップとイチモンジセセリのモニタリングを併用する場合の設置場所は水田内とし、イチモンジセセリ成虫のモニタリングのみであれば調査の効率性を優先して畦畔際に設置するなど、調査の目的に応じて設置場所を決定するのがよい。

白色粘着トラップで捉えた成虫の発生を基に、防除適期を決定する方法について検討した。本種の薬剤防除に関しては、発育の進展に伴う防除効果の減衰を避けるため、防除適期は加害の初期、すなわち若齢幼虫期とする（尾崎、1951；永井、1970；青木、1981）のが一般的であった。このため、カラー粘着トラップを用いた従来の予察法においても、成虫の捕獲消長から幼虫の発生初期を予測する方法がとられてきた（江村・内藤、1988；高橋・千本木、1993；大場ら、2005）。しかし、幼虫の発育期間に食害するイネの葉面積のうち、約 85%は老齢幼虫期によるものであり（青木、1981）、中齢幼虫期までに密度を低減できれば実害は避けられる。著者は、大槻ら（2015）が有望な防除薬剤として示した 4 剤（スピネトラム水和剤、テブフェノジド水和剤、カルタップ水溶剤、BT 水和剤）を選択することで防除適期を中齢幼虫期に設定できると考えた（加進、2017）。本研究では BT 水和剤およびスピネトラム水和剤の中齢幼虫期における防除効果を現地実証した結果、両薬剤ともに速効的で高い防除効果を示し（第 12 図）、これらの薬剤の選択によって、防除適期を中齢幼虫期に設定できることを実証できた。そこで、次に述べる有効積算温度に基づく発生時期の予測では、防除適期を中齢幼虫期に設定して検討した。

有効積算温度に基づいて推定された幼虫の発育段階と、実際の水田内における幼虫の発生状況、さらに白色粘着トラップによる成虫の発消長を総合的に検討した結果、白色粘着トラップで初発を捉えた後に、捕獲虫数の増加が認められた時期を起算日(産卵時期)に設定し、有効積算温度から中齢幼虫期を推定すれば、防除適期を決定する上で有効と考えられた。このシミュレーションでは3齢幼虫の発育期間を推定することはできないので、3齢幼虫終期から4齢幼虫終期を推定することで、これを防除適期とみなすことができる。例えば、2015年の調査地点S1, S2では、7月16日に成虫の初発を確認し、7日後の7月23日にかけて捕獲虫数が増加した。これを基に、7月15~20日を起点として計算すれば、7月28~8月5日が防除適期と予測される。白色粘着トラップで成虫の発生を捉えてから防除適期まで約2週間の期間があり、薬剤防除の準備には十分な余裕がある。この間に水田を見回りながら、幼虫の発生量を確認して防除要否を判断することができる。2016年の場合は、2015年に比べて7月中旬~8月上旬の気温が低かったため、起算日から防除適期までの日数は3~5日長くなった。実際のシミュレーションでは、未来のデータに平年値を使用するので、時間の経過とともに随時再計算して推定される防除適期を修正するとよい。

カラー粘着トラップに捕獲される成虫の性比について、青色粘着トラップでは雌の比率が高く(永野・宮田, 1992)、黄色粘着トラップでは雌の比率が高い場合(小林ら, 1993)と雄の比率が高い場合(高橋, 1994a; 江村, 1994)の双方の報告がある。2016年の各調査地点で捕獲した成虫の性比は、6調査地点のうち1地点では雌の比率が高かったものの、他の5地点では性比に偏りは認められず(第13図)、これまでのカラー粘着トラップとは傾向が一致しなかった。また、同一地区で性比の偏りに差異が認められたS3とS4の2地点について、性比の経時的変化を比較したところ、発生初期は雌の比率が高く、徐々に雌比は0.5に近づく経過は2地点で共通したが、全体で雌の比率が高かったS4では雌の比率が高い状態が成虫の発生盛期まで継続した点でS3と傾向が異なっていた(第14図)。S4の薬剤防除直前であった8月2日時点において両地点の幼虫密度

を比較すると、S4の幼虫密度はS3の約90倍と大きな違いがあった。江村(1994)は、黄色粘着トラップで捕らえられた第1世代成虫の性比について、初期は雄の比率が高く、後期では雌の比率が高くなったと報告した。白色粘着トラップで捕らえた成虫の性比はこれと異なる経過を示したが、成虫の発生初期から発生盛期までの雌の比率が高い地点では幼虫密度が高いという傾向が安定的に確認されれば、幼虫の発生量や被害量の予測にも活用できるかもしれない。現時点では調査事例が少ないため、今後データを蓄積して解析する必要がある。

本研究で検討した白色粘着トラップは市販の粘着板を使用しており、発生予察を目的とした多くのフェロモントラップに利用されている。また、白色粘着トラップの設置方法は、カスミカメムシ類のフェロモントラップ調査に準じており、病虫害防除所等が行う発生予察調査法としての導入が容易である。カラー粘着トラップなどの従来法に替わるモニタリング法として導入されることを期待する。また、本研究では中齢幼虫期を防除適期として予測する方法を検討したが、従来の要防除水準では、若齢幼虫期の幼虫またはツトの密度を防除要否の判断基準としてきた(青木, 1981; 吉沢, 1996; 千本木, 2002)。この時期の幼虫やツトは小さく発見するのが容易ではないため、吉沢(1996)は実用場面でこの基準を用いるのは困難であると指摘している。これに対して、中齢幼虫期であれば幼虫、ツトともに大きくなり確認は容易になる。より実用的な防除要否の目安として中齢幼虫期の密度を基準とした要防除水準の設定が今後の課題である。

要約

1. 白色粘着トラップを用いることによって、従来の青色粘着トラップよりも第1世代成虫の発生を的確に捉えることができる。
2. 水田内における白色粘着トラップの設置場所は、農道から約10m内側の水田内または畦畔際が適している。
3. 白色粘着トラップで成虫を捕獲した後、捕獲虫数の増加が認められた時期を産卵日と見なし、これを起算日として有効積算温度より予測した中齢幼虫期(3齢幼虫終期~4齢幼虫終期)は、水田におけ

る幼虫の発育段階と概ね一致し、これを防除適期と判断することができる。

4. 白色粘着トラップによる成虫の捕獲虫数は、水田内における幼虫密度との間に相関が認められないため、幼虫の発生量や被害量の予測に用いることはできない。

5. 白色粘着トラップにカスミカメムシ類（アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ）のフェロモン剤を装着しても、イチモンジセセリ成虫の捕獲虫数はカスミカメムシ類の捕獲虫数に影響しないことから、両者は同時にモニタリングすることが可能である。

引用文献

- 1) 青木 敏. 1981. イチモンジセセリ（イネツトムシ）（尾崎幸三郎 編. 稲の病害虫の生態と防除）. 東京. 全国農村教育協会. p17-28.
- 2) 江村 薫. 1994. 埼玉県におけるイチモンジセセリ第 1 世代成虫の発生実態の把握. 関東病虫研報 41 : 191-196.
- 3) 江村 薫, 村上正雄. 1989. イチモンジセセリ幼虫の発生に及ぼすイネの移植時期と品種の影響. 関東病虫研報 36 : 130-131.
- 4) 江村 薫, 内藤 篤. 1988. イチモンジセセリの発育と温度の関係及びそれを利用した防除適期の予測. 埼玉農試報 43 : 36-43.
- 5) 平井一男. 2002. イチモンジセセリの発生予察法の改善 成虫調査法. 植物防疫 56 : 45-47.
- 6) 一般社団法人日本草地畜産種子協会. 2014. 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル 第 6 版. 東京. 一般社団法人日本草地畜産種子協会. p45-46.
- 7) 菅野博英. 2015. 宮城県における無人ヘリを利用した水稲直播栽培. 植調 49 : 56-60.
- 8) 加進丈二. 2017. イネツトムシの薬剤防除. 植物防疫 71 : 521-524.
- 9) 城所 隆. 1992. イチモンジセセリの生活史と発生動態. 植物防疫 46 : 361-366.
- 10) 小林靖子, 吉沢栄治, 小林智代. 1993. 長野県北部でのカラー粘着板によるイチモンジセセリ誘殺消長. 関東病虫研報 40 : 189-191.
- 11) 増田周太, 高岡誠一, 小島孝夫. 1999. 水稲直播栽培におけるイチモンジセセリの発生消長と防除適期. 北陸病虫研報 47 : 9-12.
- 12) 松山裕城, 塩谷 繁, 細田謙次, 額爾敦巴雅爾, 石川哲也, 石田元彦. 2013. イネツトムシ (*Parnara guttata*) の食害を受けたイネ (*Oryza sativa*) で調製したホールクロップサイレージの飼料特性. 日草誌 59 : 33-37.
- 13) 望月文昭, 安田哲也, 樋口博也, 高橋明彦, 石本万寿広, 中島具子, 西島裕恵, 佐藤正和. 2012. アカヒゲホソミドリカスミカメ用の新規フェロモン剤. 植物防疫 66 : 150-155.
- 14) 望月文昭, 安田哲也, 武田 藍, 奥谷恭代. 2013. アカスジカスミカメの発生予察用フェロモン剤. 植物防疫 67 : 300-303.
- 15) 永井洋三, 須藤真平, 日和田太郎. 1970. 徳島県におけるイネツトムシ第 2 世代の発生消長と薬剤防除. 四国植防研 5 : 51-57.
- 16) 永野敏光, 平井一男. 1991. カラー粘着トラップによるイチモンジセセリの誘殺状況. 関東東山病虫研報 38 : 161-162.
- 17) 永野敏光, 宮田将秀. 1992. カラー粘着トラップによるイチモンジセセリの誘引状況. 北日本病虫研報 43 : 96-97.
- 18) 名和梅吉. 1949. 稲の害虫. 東京. 童話春秋社. p70-81.
- 19) 西宮智美. 2009. 飼料イネにおけるイチモンジセセリ（イネツトムシ）の発生と防除. 植物防疫 63 : 547-552.
- 20) 農林水産省消費・安全局植物防疫課. 2015. 発生予察事業の調査実施基準. URL http://www.jppa.or.jp/tecinfo/ipm_2.html (2019年1月14日現在).
- 21) 大場淳司, 門間由美子, 高橋智恵子, 城所 隆. 2005. 宮城県におけるイチモンジセセリ成虫の粘着トラップによるモニタリングに基づく防除適期の把握. 北日本病虫研報 56 : 113-116.
- 22) 大槻恵太, 相花絵里, 加進丈二. 2015. イネツトムシに対する水面施用剤および茎葉散布剤の防除効果. 北日本病虫研報 66 : 116-120.
- 23) 尾崎重夫. 1951. イネツトムシの防除. 農業及び園芸 26 : 580-582.
- 24) R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna,

- Austria. URL <https://www.R-project.org/> (2019年1月14日現在).
- 25) 佐藤直樹, 加進丈二, 中畑庸子, 狐塚慶子, 辻 英明, 小野 亨, 大槻恵太, 鈴木智貴 (2013) 津波被災水田におけるイネ病害虫の発生実態. 宮城古川農試報 11 : 47-68.
- 26) 関矢博幸, 大谷隆二, 齋藤秀文, 河本英憲. 2012. 東北地域の飼料用稲—大麦二毛作栽培におけるWCS向け水稻の収量性. 東北農業研究 65 : 37-38.
- 27) 関谷一郎. 1960. イネツトムシの発生と防除. 農業及び園芸 35 : 1302-1306.
- 28) 千本木市夫, 藍澤 亨, 須藤和久, 高橋行継, 小倉愉利子, 穴田幸男, 高橋章夫. 2002. イチモンジセセリの発生予察方法の改善. 群馬農試報 7 : 33-48.
- 29) 柴田夏実, 横須賀知之, 上田康郎. 2006. 飼料イネ栽培におけるイチモンジセセリの発生と防除適期. 茨城病虫研報 45 : 51-56.
- 30) 高橋章夫. 1992a. 黄色粘着トラップを用いたイチモンジセセリの飛来調査. 関東病虫研報 39 : 183-184.
- 31) 高橋章夫. 1992b. 黄色粘着トラップによるイチモンジセセリの誘殺調査. 植物防疫 46 : 375-377.
- 32) 高橋章夫. 1994a. 黄色粘着トラップに誘殺されたイチモンジセセリの性比. 関東病虫研報 41 : 197-198.
- 33) 高橋章夫. 1994b. 1993年の夏期異常低温下におけるイチモンジセセリ第1世代成虫の誘殺推移と防除適期. 関東病虫研報 41 : 199-201.
- 34) 高橋章夫. 1996. ウシノシッペイ群落に設置した黄色粘着トラップへのイチモンジセセリの特異的飛来. 応動昆 40 : 77-79.
- 35) 高橋章夫, 千本木市夫. 1993. 黄色粘着トラップによるイチモンジセセリの誘殺調査にもとづくイネツトムシの適期防除. 関東病虫研報 40 : 193-194.
- 36) 高橋智恵子, 城所 隆, 星 信幸. 2003. 水稻直播栽培におけるイチモンジセセリの被害解析. 北日本病虫研報 54 : 119-122.
- 37) 武田 藍・奥 圭子・菅野 亘・安田哲也・渡邊朋也. 2012. 合成性フェロモントラップによるアカスジカスミカメ (カメムシ目: カスミカメムシ科) の水田内発消長の把握. 応動昆 56 : 26-29.
- 38) 滝田雅美. 2006. 水田内におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの合成性フェロモントラップの設置条件. 北日本病虫研報 57 : 126-128.
- 39) 宇井浩之, 石毛幸生, 山本 勲, 伊藤和利. 2012. 水稻の移植時期の遅れが病害虫の発生に及ぼす影響. 関東病虫研報 59 : 15-17.
- 40) Yasuda, T. and Higuchi, H.. 2012. Sex pheromones of *Stenotus rubrovittatus* and *Trigonotylus caelestialium*, two mirid bugs causing pecky rice, and their application to insect monitoring in Japan. *Psyche* 2012. 435640. doi: 10.1155/2012/435640.
- 41) 吉村具子・原田博行・越智昭彦・佐藤利美. 2009. アカヒゲホソミドリカスミカメ合成性フェロモントラップへのキアゲハ付着防止装置の開発. 北陸病虫研報 58 : 13-18.
- 42) 吉沢栄治. 1996. イチモンジセセリの被害解析および要防除密度. 植物防疫 50 : 504-506.

Field Evaluation of White Sticky Traps for Monitoring and Forecasting Rice Skipper, *Parnara guttata guttata*

Joji KASHIN

Summary

This study was conducted to evaluate the usefulness of white sticky traps for the monitoring and forecasting of the rice skipper, *Parnara guttata guttata*. The changes in the occurrence of the first-generation adults caught using the white sticky traps were clearer than that by the conventional method using blue sticky traps. The inside or edge of the levee of paddy fields about 10 meters away from a farm road was suitable for setting of the white sticky traps. The middle stage of the second-generation larvae was predicted using the effective accumulated temperature from the time when an increase in the number of first-generation adults captured with white sticky traps was observed. As a result of spraying *Bacillus thuringiensis* (Bt) wettable powder or spinetoram wettable powder on foliage at the middle larval stage, good control was obtained, and it was determined that this stage was the optimum timing for control. Therefore, by combining monitoring of first-generation adults with white sticky traps and the prediction of insect larval stage based on the effective accumulated temperature, the optimal control period can be determined appropriately. The number of adults captured by the white sticky trap did not correlate with larval density and could not be used for the prediction of the severity of infection or damage. When the white sticky trap was used as the pheromone trap for mirid bugs, it was revealed that the number of captured rice skipper adults did not affect the number of captured mirid bugs.