

合成性フェロモントラップへのアカヒゲホソミドリカスミカメ、 アカスジカスミカメの誘引時刻とその違い

石本 万寿広¹⁾²⁾・岩田 大介¹⁾

Masuhiko ISHIMOTO and Daisuke IWATA :

Difference in the capture times of the rice leaf bug *Trigonotylus caelestialium* and
Stenotus rubrovittatus in synthetic sex pheromone traps

斑点米カメムシ類のアカヒゲホソミドリカスミカメとアカスジカスミカメの合成性フェロモントラップへの誘引時刻を、野外でインターバル撮影装置により調査した。アカヒゲホソミドリカスミカメの誘引は日の出~10時頃までに多く、アカスジカスミカメの誘引は夜間に多く、種によって誘引時刻に違いが認められた。アカヒゲホソミドリカスミカメの誘引時刻と気温、風速の関係を検討した結果、風速が低い時間帯に誘引が多い傾向があること、低温や降雨がある条件では誘引が少ないことが確認された。

Key words : アカヒゲホソミドリカスミカメ, アカスジカスミカメ, フェロモントラップ, 日周性, インターバル撮影

緒 言

斑点米カメムシ類のアカヒゲホソミドリカスミカメ *Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy) とアカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) はいずれも雌成虫が性フェロモンを放出して雄を誘引する (Kakizaki and Sugie, 1997; Okutani-Akamatsu et al., 2007)。これら2種を対象とした発生予察用フェロモン剤は製品化され、フェロモントラップが成虫のモニタリングに有効であることが示されている (石本ら, 2006; 武田ら, 2012)。アカヒゲホソミドリカスミカメでは、フェロモントラップを用いた具体的な発生予察法も示されている (中島ら, 2012; 石本, 2012, 2013)。使用されている主なトラップは垂直粘着トラップ (石本ら, 2006) で、誘殺虫の計数は粘着板上の成虫を肉眼で識別することで行っている。誘殺虫の計数や粘着板の交換のために、フェロモントラップ設置場所に頻繁に通う必要がある。このため、フェロモントラップの多数の設置や遠隔地への設置、短い間隔での誘殺数調査が困難で、フェロモントラップによる調査を普及させる一つの障害になっている。これらの課題の解決方法として、誘殺虫

の自動計数や自動送信の機能を備えたフェロモントラップの使用が考えられる (岩田ら, 2020)。

新たなフェロモントラップの開発には、対象害虫のフェロモンへの定位行動や誘引に影響する要因に関する基礎的な知見が必要である。特に誘引時刻が夜間であるか昼間であるかはトラップの設計に大きく影響する。例えば、カメラでの撮影を想定した場合、照明装置の必要性やレンズの種類、トラップ内への日光の入り込みへの対策の必要性に影響する。これまで、フェロモントラップへの誘引はほぼ夜間に限られることが多くのチョウ目害虫で示され (例えば、近藤ら, 1994)、誘引時刻には季節、世代が影響することを示す報告もある (山田・腰原, 1980; 川崎ら, 1983)。アカヒゲホソミドリカスミカメでは、未交尾雌や合成性フェロモンを誘引源としたトラップを用いて誘引時刻が調べられ (樋口ら, 2007)、アカスジカスミカメでも、未交尾雌を誘引源としたトラップを使って時刻別の誘引数が調べられている (吉島ら, 2009)。しかし、アカスジカスミカメでは合成性フェロモン剤を使用した報告はなく、また、カスミカメ2種の誘引時刻を比較した例もない。また、これらフェロモントラップへの誘引に及ぼす気象条件の影響について

¹⁾新潟県農業総合研究所作物研究センター Niigata Agricultural Research Institute Crop Research Center; Nagakura 857, Nagaoka, Niigata 940-0826

²⁾現在、新潟県農業総合研究所企画経営部

でも知見が乏しい。

本研究では、カスミカメ2種のフェロモントラップへの誘引時刻を明らかにするため、カスミカメ2種が発生する圃場において、合成性フェロモン剤を誘引源とした粘着式フェロモントラップを用い、粘着面をカメラでインターバル撮影する方法によって調査した。その結果、アカヒゲホソミドリカスミカメ、アカスジカスミカメのいずれでもフェロモントラップへの誘引に日周期性があり、誘引時刻が種間で異なることが確認された。また、誘引に対する気象条件の影響についても若干の検討を行ったので報告する。

材料および方法

1. 試験方法

試験1

(1) 試験圃場

2016年5月20～30日に長岡市にある作物研究センターの休閑圃場で試験を行った。これは、前年に水稻を栽培し、収穫後の秋期に耕耘した圃場で、試験期間は出穂したスズメノテッポウ、スズメノカタビラなどが散生した状態であった。

(2) フェロモントラップ

トラップには垂直粘着トラップを使用した。フェロモン剤はアカヒゲホソミドリカスミカメ用（有効成分：Hexyl hexanoate, Octyl butyrate, (E)-2-Hexenyl hexanoateの100：40：3混合物、担体：ポリエチレンチューブ）とアカスジカスミカメ用（有効成分：(E)-4-Oxo-2-hexenal, Hexyl butyrate, (E)-2-Hexenyl butyrateの10：5：1混合物、担体：ポリエチレンチューブ）（いずれも信越化学工業(株)製）を併用し、粘着板にはSE粘着板（23.6cm×29.8cm、サンケイ化学(株)製）を用いた。粘着面を外側にして粘着板2枚を合わせて垂直に設置し、粘着板上辺の中央にフェロモン剤をとりつけた。フェロモントラップの設置高は、出穂したイネ科植物の草冠高とした。試験圃場内に15mの間隔で3台のフェロモントラップを設置した。

(3) 撮影装置

タイムラプスカメラ（Brinno TLC-200、画素数：1.3メガピクセル、レンズF値：2.8）を、粘着板全体が撮影できる位置（粘着面からおおよそ75cm程度離れた位置）に設置した（第1図）。カメラは専用の防水ケースに入れ、レンズへの日光の入り込みと雨、露の付着を防ぐた

めに、レンズ部の上に黒色のプラスチック板の庇を付けた。夜間撮影の設定はオフにし、周囲が暗くなる（約5ルクス）と撮影を停止し、明るくなると撮影を再開するようにした。撮影間隔は10分とした。

(4) 誘引数調査

撮影画像をコンピュータのモニター上で目視により確認し、前撮影画像と比較して粘着板に新たに付着したアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫、アカスジカスミカメ成虫を確認し、その時刻の誘引個体とした。なお、撮影された画像に、画像が暗く誘引個体の有無が確認できない画像が含まれる場合は、これらを除いたうえで、その日の最初の画像が撮影された時刻を撮影開始時刻、最後に撮影された時刻を撮影終了時刻とした。

試験2

(1) 試験圃場

2016年6月20日～7月1日に作物研究センターの水田2筆（水田1：品種：コシヒカリ、出穂期：8月2日、水田2：品種：新之助、出穂期：8月7日）で、アカヒゲホソミドリカスミカメを対象に行った。

(2) フェロモントラップおよび撮影装置

試験1と同様のフェロモントラップと撮影装置を使用し、各水田に1台を設置した。フェロモン剤は2種を併用した。

(3) 調査方法

試験1と同様に調査を行った。

試験3

2016年8月5～12日に、試験2の水田1にフェロモン剤2種を併用したトラップ1台を設置した。

撮影装置は、夜間の時刻別の撮影ができるように、ストロボを備えたカメラ（Pentax Optio WG2：画素数：16メガピクセル、レンズF値：3.5～5.5、Pentax Optio WG3：画素数：16メガピクセル、レンズF値：2.0～4.9）を使用した。撮影間隔は、夜間、昼間ともに1時



第1図 フェロモントラップとその撮影装置の設置例

間とし、夜間の撮影時にはストロボを点灯させた。誘引数の調査は、試験1および試験2と同様に行った。

2. 気象データ

気温、風速、降水量のデータは、試験圃場から10m程度離れた場所に設置されている農業総合研究所の気象観測装置の毎正時データを使用した。

3. データの集計

試験1と試験2では、撮影開始時刻と撮影終了時刻が日によって異なることから、時間帯別の誘引数は、6時～18時までは2時間ごとに集計し、この他に、日の出～6時と18時～日の入り、日の入り～日の出の誘引数を求めた。日の入り～日の出の誘引数は、日の出の日の誘引数に算入した。試験3では0時から2時間ごとの誘引数を求めた。

結 果

1. 試験1

各調査日の撮影開始時刻は4:03～4:19、撮影終了時刻は18:53～19:31であった。この期間の実際の日の出時刻は4:26～4:32で、実際の日の入り時刻は18:51～18:59であり（国立天文台暦計算室，2022：計算地点：長岡市役所）、撮影開始時刻は日の出時刻より20分程度早く、撮影終了時刻は日の入り時刻より30分程度遅く、撮影期間には薄明、薄暮の時間帯の一部が含まれていた。この試験では、便宜上、撮影開始時刻を日の出、撮影終了時刻を日の入とした。

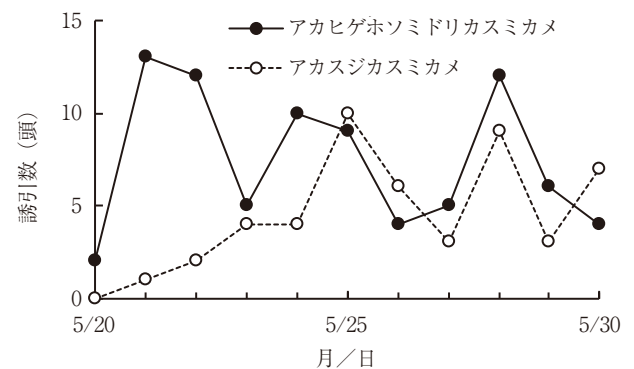
5月21日から24日までの誘引数はアカヒゲホソミドリカスミカメが多く、その後29日までの誘引数は2種ほぼ同数であった（第2図）。調査期間の総誘引数はアカヒゲホソミドリカスミカメ78頭、アカスジカスミカメ42頭であった。アカヒゲホソミドリカスミカメ誘引数は、5月21日、22日、24日、25日、28日に多かった。5月22日、24日、28日の時刻別の誘引数の推移はよく似たパターンを示し、6～8時が最も多く、次いで8～10時で、これら以外の時間帯の誘引数は少なかった（第3図）。5月21日の誘引時刻はこれより遅く、8～12時にピークがあった。5月23日、26日、27日の誘引数は5頭以下で少なかった。アカスジカスミカメ誘引数は、5月25日が10頭、28日が9頭で多かった。25日は、日の入り～日の出の誘引がほとんどで、その後、8～10時に1頭、18時～

日の入りに2頭の誘引があった。28日も日の入り～日の出の誘引がほとんどであった。総誘引数に対する夜間（日の入り～日の出）の誘引数の比率は、アカヒゲホソミドリカスミカメが14%、アカスジカスミカメが69%で、アカスジカスミカメが高かった。

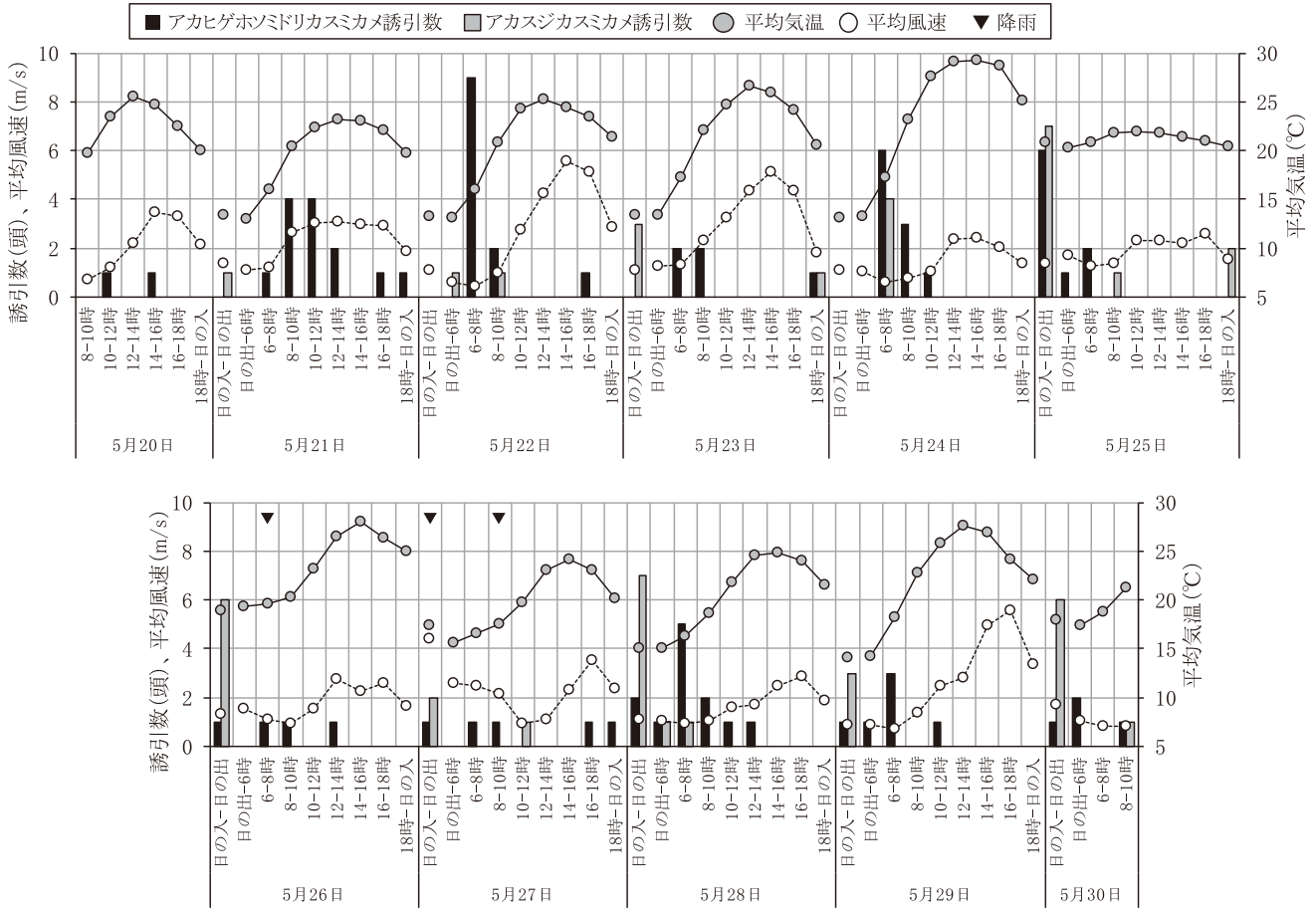
調査期間の平均最低気温は14.4℃、平均最高気温は26.1℃であった。各調査日の気温は、日の出～6時が最低、12～14時に最高になるパターンが多かった（第3図）。5月25日は、早朝（日の出～6時）の気温が20.3℃で他の日より高く、その後夕方まではほぼ同じ気温で推移した。風速は日の出～8時が最も低く、14～18時に最高になるパターンが多かったが、日による変動が大きかった。降水量は、5月26日の8時に0.5mm、27日の2～5時に計19.5mm、9時に1mmで、調査期間中の降雨日数、降水量は少なかった。アカヒゲホソミドリカスミカメの主な誘引時刻であった日の出～12時では、風速が小さい時刻に誘引数が多い傾向があった。5月21日以外の調査日では、風速2m以上の時刻の誘引数は極めて少なかった。5月25日は日の入り～日の出の誘引数が多かったが、この日は早朝から気温が高い特異な気象条件であった。降雨があった時刻およびその前後の時刻の誘引数は少なかった。誘引数が多い条件は、おおよそ風速1m/s以下、気温15℃以上であった。アカスジカスミカメの主な誘引時間は日の入り～日の出であったが、この間の時刻別の誘引数データはなく、また、調査期間の初期は越冬世代成虫の発生量が極めて少ない条件であったことから、誘引数と気温や風速の関係は検討できなかった。

2. 試験2

6月20日～7月1日に、アカヒゲホソミドリカスミカ



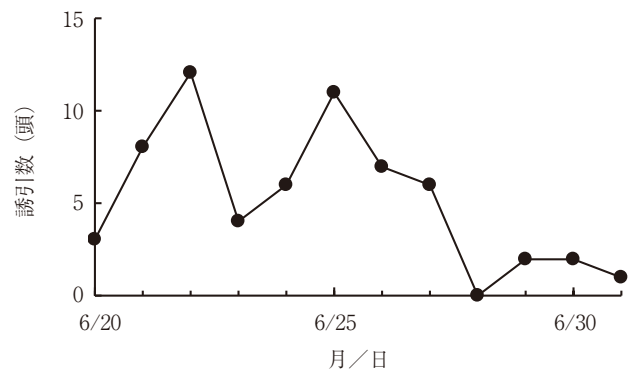
第2図 試験1におけるアカヒゲホソミドリカスミカメ誘引数とアカスジカスミカメ誘引数の推移
注 誘引数は3台のフェロモントラップの合計値。



第3図 試験1における時間帯別のアカヒゲホソミドリカスミカメおよびアカスジカスミカメ誘引数と平均風速, 平均気温
 注 誘引数は3台のフェロモントラップの合計値。平均風速および平均気温は各時間帯の毎正時データの平均。▼は1時間に0.5mm以上の降雨があった時間帯。

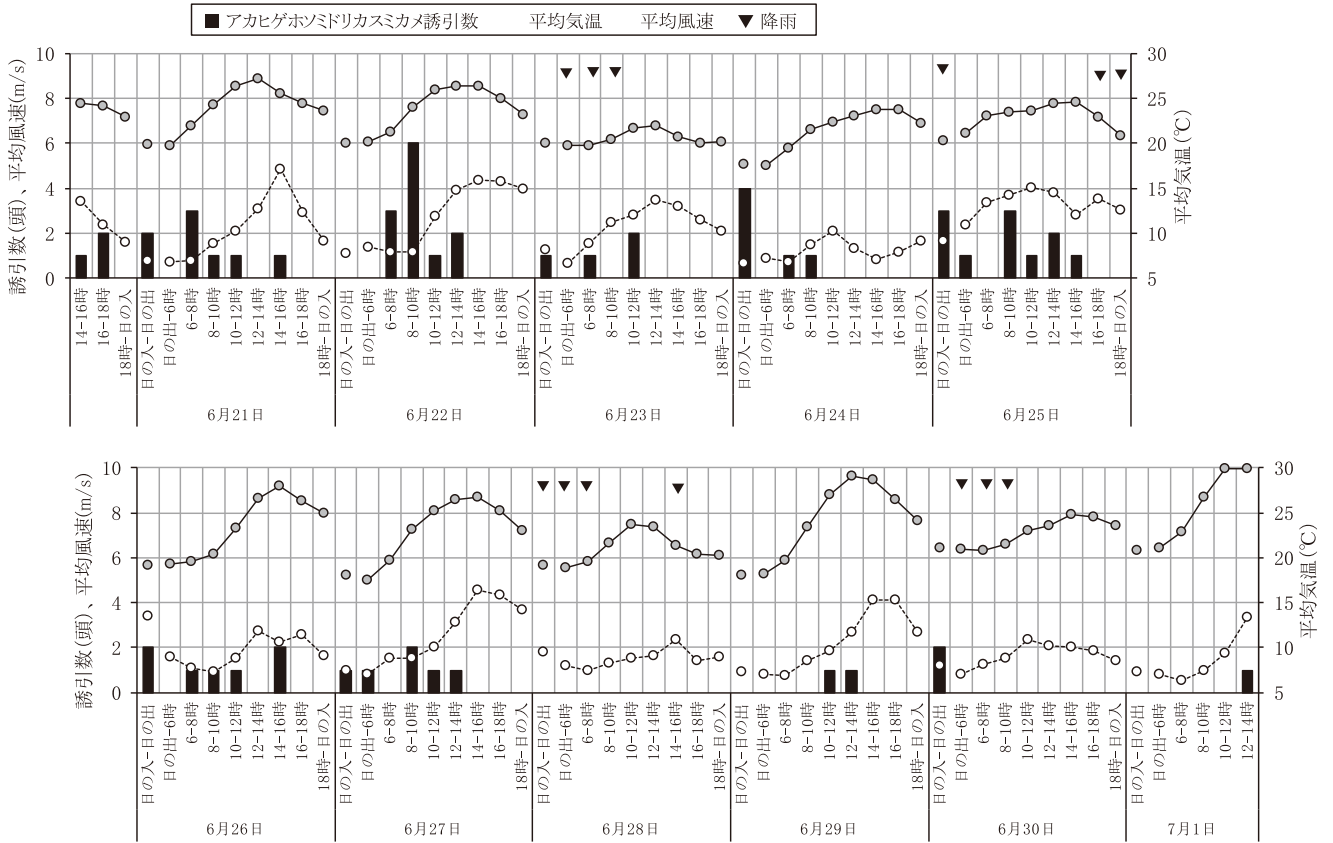
メ第1世代成虫を対象に試験を行った。撮影開始時刻は3:59~4:21, 撮影終了時刻は19:09~19:39であった。この期間の実際の日の出時刻は4:24~4:27で, 実際の日の入時刻は19:09~19:10であり(国立天文台暦計算室, 2022: 計算地点: 長岡市役所), 撮影開始時刻は日の出時刻より15分程度早く, 撮影終了時刻は日の入時刻より15分程度遅かったことから, 撮影期間には薄明, 薄暮の時間帯の一部が含まれていた。成虫は6月28日を除くすべての日に誘引され, 1日当たりの誘引数は0~12頭で, 調査期間の総誘引数は62頭であった(第4図)。日別の誘引数は6月22日が最も多く, 次いで, 25日, 21日, 26日の順であった。6月28~30日の誘引数は0~2頭で少なかった。誘引数のピークの時刻は日によって異なり, 21日は6~8時, 22日と25日は8~10時で, 26日は不明瞭であった(第5図)。

6月21~27日の平均最低気温は16.8℃, 平均最高気温は22.7℃であった。各調査日の気温は, 日の出~6時が



第4図 試験2におけるアカヒゲホソミドリカスミカメ誘引数の推移
 注 誘引数は2台のフェロモントラップの合計値。

最低で, 12~14時あるいはこの前後の時間帯に最高になるパターンが多かった(第5図)。6月23日は, 早朝(日の出~6時)の気温が19.8℃で, その後夕方まではほぼ同じ気温で推移した。風速は, 日の出~8時が最小, 14~16時に最高になるパターンが多かったが, 日による



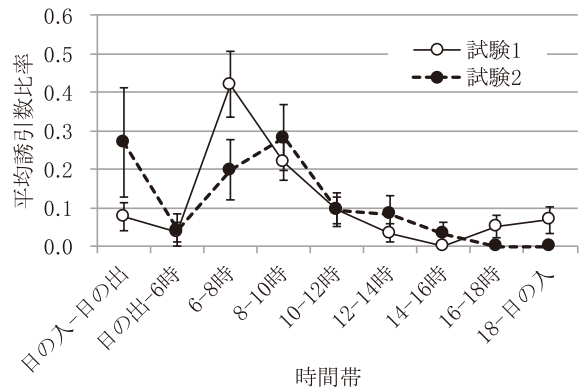
第5図 試験2における時間帯別のアカヒゲホソミドリカスミカメ誘引数と平均風速，平均気温

注 誘引数は2台のフェロモントラップの合計値。平均風速および平均気温は各時間帯の毎正時データの平均。▼は1時間に0.5mm以上の降雨があった時間帯。

変動が大きかった。日降水量は，6月23日は9mm，25日は9.5mm，28日は9.0mmであった。0.5mm以上の降雨があった時間帯のアカヒゲホソミドリカスミカメ誘引数はゼロか少なかった。誘引数が多かった6月21～27日で，気温や風速の推移が標準的な推移とは異なった日と降雨があった日を除いて，時間帯別の誘引数比率（各時間帯の誘引数／日総誘引数）の平均値を算出した。6～10時を中心とした時間帯と，日の入り～日の出で高く，試験1とよく似たパターンであった（第6図）。

3. 試験3

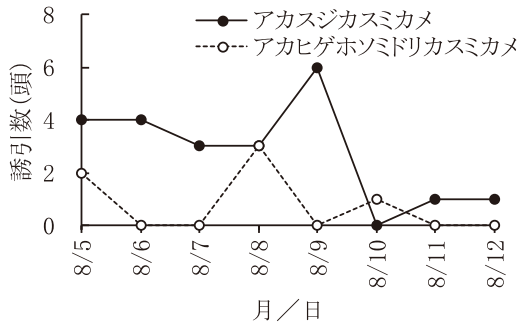
8月5～12日にアカヒゲホソミドリカスミカメとアカスジカスミカメを対象に行った。この期間の日の出時刻は4:52～4:58で，日の入り時刻は18:41～18:49であった（国立天文台暦計算室，2022：計算地点；長岡市役所）。調査期間中，アカスジカスミカメはほぼ毎日誘引されたが，アカヒゲホソミドリカスミカメの誘引数は少なく，誘引日も断続的であった（第7図）。期間の総誘引数は，アカヒゲホソミドリカスミカメが6頭，アカス



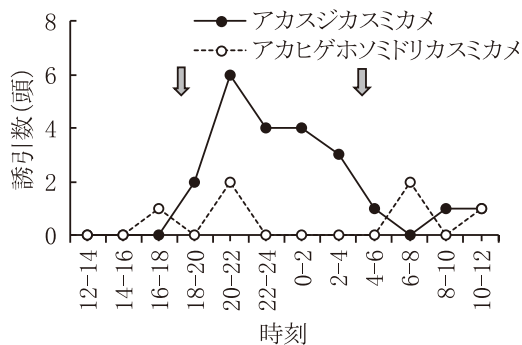
第6図 試験1および試験2におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの時刻別誘引数比率

注 各日の総誘引数に対する各時間帯の誘引数の比率。誤差バーは標準誤差。

ジカスミカメが22頭で，後者が多かった。アカスジカスミカメの誘引数は日の入り頃から増加して，20～22時が最も多く，その後，日の出にかけて漸減した（第8図）。アカヒゲホソミドリカスミカメは誘引数が少なく，時刻による違いは判然としなかったが，22～6時の誘引はなかった。



第7図 試験3におけるアカヒゲホソミドリカスミカメ誘引数およびアカスジカスミカメ誘引数の推移



第8図 試験3におけるアカヒゲホソミドリカスミカメおよびアカスジカスミカメの時刻別誘引数

注 矢印は日の入り時刻 (18:41~18:49) と日の出時刻 (4:52~4:58)。

調査期間の平均最低気温は21.0℃、平均最高気温は31.5℃で、降雨はなかった。いずれの種も誘引数が少ないことから、気象条件との関連性については評価できなかった。

考 察

フェロモントラップへの害虫の誘引時刻を確認する方法としては、調査時刻に目視で調査する方法以外にカメラのインターバル撮影機能を利用する方法がニカメイガ *Chilo suppressalis* で報告されている (近藤ら, 1994)。アカヒゲホソミドリカスミカメ、アカスジカスミカメは体長が5~6mm程度の小型のカメムシであるが、本試験で用いたシステムの撮影画像で十分に識別可能であった。また、試験1および試験2では撮影間隔を10分としたが、10分間の誘引数は少なかったこと、試験結果は2時間ごとの誘引数によって十分評価できたことから、撮影間隔は1~2時間でよいと考えられた。

フェロモントラップへのアカヒゲホソミドリカスミカ

メの誘引は日の出~10時頃に集中し、これ以外の時間帯の誘引数は少なかった (第3図, 第5図)。このことは5月に実施した試験と、6月に実施した試験で共通していた (第6図)。樋口ら (2007) は、6月初めに雑草が生えた休閑田にアカヒゲホソミドリカスミカメ未交尾雌と合成性フェロモン剤を誘引源としたトラップをそれぞれ設置して雄成虫の誘引時刻を調査し、いずれでも夜間に誘引がなかったこと、また、6月下旬の試験においては未交尾雌を誘引源としたトラップでは、どの時間帯でも雄の誘引が認められたこと、室内での交尾試験では時刻にかかわらず交尾行動が起こったことから、雌のフェロモン放出や雄のフェロモン反応性に日周性はなく、6月初めの試験において夜間の誘引数が少なかったのは、低温のため飛翔活性が低下したことによると推察している。石岡ら (2004) は、宙づり飛翔法により本種の飛翔への温度 (16℃, 19℃, 25℃) の影響を調査し、雄では有意差はないが、温度が低いほど飛翔時間が短くなる傾向があることを示している。また、野口 (2014) は、LEDトラップへの雄誘引数は温度 (17.7~26.7℃) が低いほど減少し、17.7℃では極めて少ないことを示している。今回の試験でも、15℃以下での誘引数は少なく (第3図)、低温が誘引を抑制することが示唆された。気温以外の気象条件との関係を検討した結果、風速が強い時間帯は誘引が少なく、降雨があった時刻は誘引が少なく少なかった (第3図, 第5図)。風速がフェロモンの有効範囲や誘殺数に影響することは他の害虫種で既に報告されている。ニカメイガではフェロモンの有効範囲は風速0.36m/sで最大で、これより低い場合や高い場合は短くなること (Kondo and Tanaka, 1994)、ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* では、雄に飛翔行動を起こさせる範囲は風速1.0m/sで最大になることが示されている (Nakamura, 1976)。リンゴコカクモンハマキ *Adoxophyes orana fasciata* では、夜間の平均風速が1~2m程度の日に誘引率が高く、2m以上の場合に減少することが確認され (白崎, 1989)、さらにコナガ *Plutella xylostella* では、平均風速1~2m内外の日に誘引が多く、約3mを上回ると減少することが確認され、日別の誘引数の変動は主に風速によるとされている (腰原, 1988)。これらのことから、アカヒゲホソミドリカスミカメの誘引に、気温や風速が影響することはほぼ確実に考えられる。今回の試験データからは、一定以上の気温で、風速が低く、降雨がない条件で誘引されやすくなると考えられる。一般に、風速が低い時間帯は早朝で、気

温が高い時間帯は日中であるが、今回の調査では早朝から午前中に誘引が多かったことから、本種の誘引には特に風速が強く影響することが示唆される。

吉島ら (2009) は、アカスジカスミカメにおいて、未交尾雌を誘引源としたトラップへの雄の誘引は夜間に多く、12~16時にはほとんど誘引されないことを認め、雄の誘引に日周性があり、この日周性は雌の性フェロモン放出の日周性に起因すると考察している。本試験でも、アカスジカスミカメの主な誘引時刻は夜間であり、このことは、越冬世代成虫を対象とした雑草地での試験、その後の世代を対象とした水田での試験で共通していた (第3図, 第8図)。これらの結果は吉島ら (2009) と一致するが、本試験では合成性フェロモン剤を誘引源とし、時間帯にかかわらずフェロモンが放出されている条件であったことから、夜間の誘引数が多かったことは、雌のフェロモン放出の日周性の影響ではなく、雄成虫のフェロモンに対する反応や飛翔行動に日周性があることが示唆される。

アカヒゲホソミドリカスミカメとアカスジカメムシではフェロモントラップへの誘引時刻に違いがあり、アカスジカスミカメの誘引はほぼ夜間に限定されること、アカヒゲホソミドリカスミカメでは、日の出頃~10時頃に誘引が多く、誘引に気象条件、特に風速が強く影響することが示された。室内での交尾実験では、アカヒゲホソミドリカスミカメは1日のいずれの時刻にも交尾し、時刻による交尾率の違いはないこと (樋口ら, 2007)、アカスジカスミカメでは明期と暗期のいずれも交尾し、交尾率は100%であること (奥谷ら, 2009) が示されている。また、アカヒゲホソミドリカスミカメおよびアカスジカスミカメの行動を25°C, 16時間日長下で個体飼育して時刻ごとに行動時間を調査した結果、2種の雌雄はいずれも明期と暗期の両方に活動し、アカヒゲホソミドリカスミカメは明期に、アカスジカスミカメは暗期に行動が活発であることが示されている (Suzuki and Hori (2014)。これらの結果は、フェロモントラップへの誘引が特定の時間帯に限られるとする本試験の結果とは必ずしも一致せず、その要因解明にはさらなる試験が必要である。フェロモントラップへの誘引には離れた場所への飛翔行動が伴うことから、今後、飛翔行動を確認できる条件で試験を行い、評価する必要がある。

本試験で得られた結果は、計数を自動化した新たなフェロモントラップの開発への基礎的知見として有用であるとともに、既存のフェロモントラップ利用において

も、気象条件を加味した誘引数の評価への活用が期待される。また、カスミカメムシ類のフェロモンの機能や配偶行動には不明な点が多く (安田・望月, 2009)、これらの解明にも示唆を与えられると思われる。

引用文献

- 樋口博也・高橋明彦・長澤淳彦・石本万寿広・福山真希 (2007) アカヒゲホソミドリカスミカメ雌の性フェロモン放出と交尾行動の日周性. 応動昆51: 51-54.
- 石本万寿広 (2012) アカヒゲホソミドリカスミカメ発生予察技術の開発. 広域発生予察技術の開発. 植物防疫66: 427-431.
- 石本万寿広 (2013) 「コシヒカリ」におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの要防除水準. 北陸病虫研報62: 1-5.
- 石本万寿広・佐藤秀明・村岡裕一・青木由美・滝田雅美・野口忠久・福本毅彦・望月文昭・高橋明彦・樋口博也 (2006) 合成性フェロモントラップによるアカヒゲホソミドリカスミカメの水田内発消長の把握. 応動昆50: 311-318.
- 石岡将樹・菊地淳志・小林徹也 (2004) アカヒゲホソミドリカスミカメの飛翔に影響を及ぼす各種要因 第2報温度の影響. 北日本病虫研報55: 143-145.
- 岩田大介・小林 豊・石本万寿広 (2020) 光電センサとシングルボードコンピューターを搭載したフェロモントラップによるハスモンヨトウ (チョウ目: ヤガ科) の自動計数. 応動昆64: 79-83.
- Kakizaki, M. and H. Sugie (1997) Attraction of males to females in the rice leaf bug, *Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy) (Heteroptera: Miridae). Appl. Entomol. Zool. 32: 648-651.
- 川崎建次郎・玉木佳男・中村和雄 (1983) チャノコカクモンハマキ雄成虫の性フェロモントラップへの誘殺時刻とその季節的变化. 応動昆27: 106-111.
- 吉島利則・福山真希・樋口博也・高橋明彦・長澤淳彦 (2009) アカスジカスミカメ雌の雄に対する誘引と交尾時刻の日周性. 応動昆53: 57-59.
- 国立天文台暦計算室 (2022) こよみの計算. <https://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/koyomix.cgi> (2022年10月アクセス)
- 近藤 章・佐野敏広・田中福三郎 (1994) カメラを用いた性フェロモントラップの時刻別誘引数の自動記録.

- 応動昆38 : 197-199.
- Kondo, A. and F. Tanaka (1994) Action range of the sex pheromone of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* (WALKER) (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Entomol. Zool. 29 : 55-62.
- 腰原達雄 (1988) 合成性フェロモンによるコナガの発生調査に関する基礎的研究. 野茶試研報2 : 117-141.
- Nakamura, K. (1976) The effect of wind velocity on the diffusion of *Spodoptera litura* (F.) sex pheromone. Appl. Entomol. Zool. 11 : 312-319.
- 中島具子・横山克至・西島裕恵・吉島利則・片山雅雄 (2012) アカヒゲホソミドリカスミカメの発生予察技術の開発. 圃場単位の要防除水準の策定 (2) 主要品種の要防除水準の策定. 植物防疫66 : 423-426.
- 野口忠久 (2014) アカヒゲホソミドリカスミカメに対するLED光の誘引性. 応動昆58 : 203-209.
- Okutani-Akamatsu, Y., T. Watanabe and M. Azuma (2007) Mating attraction by *Stenotus rubrovittatus* (Heteroptera: Miridae) females and its relationship to ovarian development. J. Econ. Entomol. 100 : 1276-1281.
- 奥谷恭代・渡邊朋也・東 政明 (2009) アカスジカスミカメの交尾行動と産卵特性. 応動昆53 : 13-20.
- 白崎将瑛 (1989) リンゴ害虫の性フェロモン利用 (2). 青森りんご試報25 : 41-59.
- Suzuki, Y. and M. Hori (2014) Diurnal locomotion and feeding activities of two rice-ear bugs, *Trigonotylus caelestialium* and *Stenotus rubrovittatus* (Hemiptera: Heteroptera: Miridae). Appl. Entomol. Zool. 49 : 149-157.
- 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) の水田内発生消長の把握. 応動昆56 : 26-29.
- 山田偉雄・腰原達雄 (1980) 誘が灯および性フェロモントラップへのコナガ雄成虫の飛来時刻. 応動昆24 : 30-32.
- 安田哲也・望月文昭 (2009) カスミカメムシ類の性フェロモン. 植物防疫63 : 345-348.

(2022年11月1日受理)
