

第4章 合成性フェロモントラップの利用方法の開発

水田内における斑点米カメムシ類の調査は、これまで捕虫網を用いたすくいとり調査により行われてきた。しかし、すくいとり調査は天候条件や調査者により捕獲効率がばらつくことや、対象害虫の選別に多くの労力が必要という難点が指摘されてきた。そこで、すくいとり調査の欠点を補う手法として、合成フェロモン剤を誘引源としたトラップの開発が期待されている。合成フェロモン剤を用いたトラップは、設置や調査が簡便かつ安価で安定的な調査が可能であるという利点がある（佐藤，1992）。アカヒゲホソミドリカスミカメに関しては水田内設置位置等の合成性フェロモントラップの利用方法の確立が進んでいるが（石本，2005；滝田，2005；滝田，2006；石本ら，2006），アカシカスミカメにおいては研究が遅れている。また、この2種のカスミカメムシ類については、合成性フェロモン剤を1つのトラップに併用してもお互いの捕獲数に影響を及ぼさないことが示されており（Yasuda *et al.*, 2010），両種が混在する条件下における利用方法の開発が求められている。そこで本章では、アカシカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの合成性フェロモン併用トラップの利用方法の確立を目的とし、第1節においてアカシカスミカメ合成性フェロモントラップの水田内の設置位置の検討、第2節において既存手法であるすくいとり法と発生消長や捕獲数の比較、第3節では併用フェロモントラップを用いた被害推定手法の検討を行った。

第1節 アカシカスミカメ合成性フェロモントラップの水田内設置位置が捕獲数に与える影響

合成性フェロモンを利用する場合、その実用化に当たってまずフェロモンの性質を把握し、使用方法を最適化する必要がある。中でもフェロモントラップの設置場所は、発生予察調査の際の労力に大きく影響すると考えられ、畦畔から近い場所に設置した方が労力は小さくなる。一方、大規模発生源が周辺にある水田では、設置場所によってはフェロモンにより発生源から水田内に雄成虫を誘引し、水田内の密度を正確に把握できなくなる恐れがある。そこで本節では、アカシカスミカメ合成性フェロモントラップを発生源に面した畦畔から距離別に設置し、その捕獲数を比較することで設置位置の最適化を図った。

1. 材料と方法

(1) フェロモントラップ

誘引源として Hexyl butyrate, (*E*)-2-Hexenyl butyrate, (*E*)-4-Oxohexenal の 20 : 4 : 40 (μ g) 混合物を Halo-butyl isoprene 灰色ゴムキャップ (1F Sleeve Stopper 1888 Gray, 8 mm outside diameter; West Pharmaceutical Services Singapore Pte Ltd., Singapore) に含浸させたものを用いた (Yasuda *et al.*, 2009)。アカヒゲホソミドリ

カスミカメの調査方法（石本ら，2006）に従い、粘着板（24×30 cm，白色，害虫発生予察用 SE トラップ粘着板，サンケイ化学株式会社）2枚を背中合わせで垂直に置き、その両端を2本の支柱にダブルクリップで固定し、誘引源を粘着板上辺の中央部に設置したものをフェロモントラップとした（写真5）。設置高は粘着板の底部とイネの草冠高がほぼ同じ高さになるように毎回調節した。

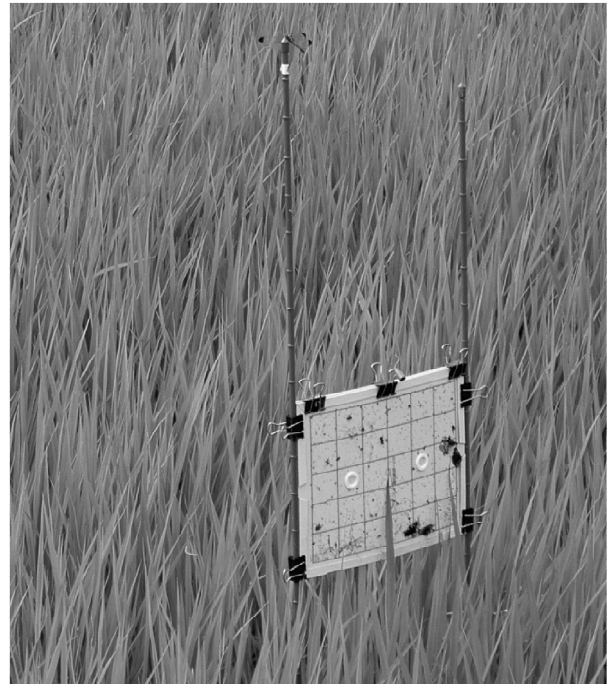


写真5 水田内に設置したフェロモントラップ

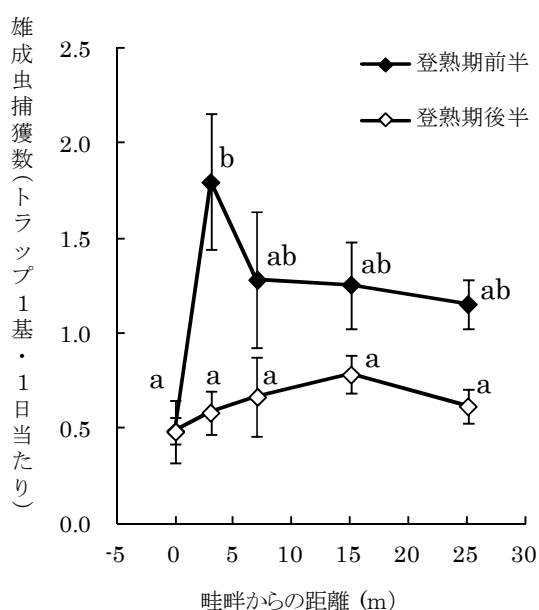
(2) 現地調査

調査は2007年に香取市三ノ分目の水田で行った。なお、調査水田の出穂期は7月18日、品種は「あきたこまち」であった。本水田の南辺はイネ科雑草を主体とする利根川堤防法面に畦畔を介して接しており、水田の出穂期にかけて堤防法面には出穂したイタリアンライグラスを主体としたイネ科植物が繁茂していた。畦畔は除草剤により除草されていた。調査水田の東西、北側には水田が一面に広がっており、調査水田の法面側以外の畦畔にはイネ科植物の繁茂は認められなかった。7月18日（出穂期）にこの南辺畦畔際から水田内に0, 3, 7, 15, 25 m離れた地点にフェロモントラップを3基ずつ設置した。3基の間隔は25 mとした。フェロモントラップ設置から収穫日直前の8月20日までの期間に5から9日間隔で5回、誘引源および粘着板の交換を行った。調査期間を出穂期から2週間（登熟期前半；7月18日から7月31日）およびそれ以後から収穫期（登熟期後半；8月1日から8月20日）まで（登熟期後半）の2期間に分け、雄成虫総誘殺数について、1日あたりの誘殺数の対数変換値を算出し、Tukeyの多重比較検定により設置位置間の誘殺数の比較を行なった。統

計ソフトは JMP ver. 6.0.0 (SAS institute, 2005) を用いた。

2. 結果

フェロモントラップ捕獲数は、いずれの設置位置においても出穂期後 1~2 週間の期間に最大値をとった。イネ登熟期前半におけるフェロモントラップ誘殺数は、畦畔から 0 m 地点に比較して 3 m 地点で有意に多くなったが (対数変換 $\log(x+0.5)$ 後, Tukey's HSD test で $P < 0.05$)、それ以外の地点においては、畦畔からの距離にかかわらず有意差は検出されず、7 m 地点から水田内部の地点では誘殺数の平均値もほぼ同じ値となった (第 19 図)。水稻登熟後半における捕獲数は前半に比べて少なく、地点間の誘殺数に有意差は認められなかった。



第 19 図 フェロモントラップの設置位置とアカスジカスミカメ雄成虫捕獲数の関係

注 1) 数字は雄成虫捕獲数の平均値, バーは標準誤差 ($n = 3$) を示す。

2) 登熟期前半は 7 月 18 日から 30 日, 後半は 8 月 1 日から 20 日を示す。

3) 図中のアルファベットは同じ文字間で有意差がないことを示す (対数変換 $\log(x+0.5)$ 後の Tukey's HSD test で $P > 0.05$.)。

3. 考察

アカスジカスミカメ合成性フェロモントラップの直接的な有効範囲は 1 m 程度とされており (安田・安田, 2013), 畦畔際に設置したトラップの捕獲数は、畦畔や隣の水田の発生状況を反映すると考えられる。本試験の登熟期前半の捕獲数について、畦畔から 0 m 地点における捕獲数が 3 m 地点と比較して少なかったのは、0 m 地点ではトラップの一方が除草された畦畔にあたり、有効範囲内のアカスジカスミカメが少なかったためと考えられる。このことから、水田内におけるアカスジカスミカメ誘殺数

の代表的な値を得るには、畦畔から 3 m 以上は水田内に入った地点にトラップを設置するのが適切と考えられる。一方、アカヒゲホソミドリカスミカメについては、滝田 (2006) は畦畔から 0.5, 5, 10 m に設置した合成性フェロモントラップによる捕獲数を比較し、差は認められなかったとしているが、柿崎 (2013) は本種のフェロモントラップの直接の有効範囲を 5 m 程度としている。併用フェロモントラップについて、今回の試験において設置位置の検討は行っていないが、両種のフェロモン剤の有効範囲を考慮して、畦畔から少なくとも 5 m 以上入った水田における設置が望ましいと考えられる。

第 2 節 アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの合成性フェロモン剤併用トラップとすくいとりによる 2 種カスミカメムシ発生消長および捕獲数の比較

第 2 章および第 3 章の調査では、水田における優占種はアカスジカスミカメであったが、アカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲も若干の認められた。第 3 章第 2 節において、アカスジカスミカメが優占している条件下では出穂期におけるアカスジカスミカメのすくいとり捕獲数のみから被害を推定することが可能であったが、様々な混在条件下ではアカヒゲホソミドリカスミカメの密度も被害に大きく影響すると考えられる。合成性フェロモン剤は種特異性が強く、特定の種しか誘引することができないが、アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメでは、2 種のフェロモン剤を 1 基のトラップに併用してもその誘引性が変わらないことが示された (Yasuda *et al.*, 2010)。また、これまで使用されてきた両種のフェロモン剤について担体の改良が行われた (Yasuda *et al.*, 2013 b)。そこで、2 種の新フェロモン剤を併用したトラップの実用化を図るため、既存手法であるすくいとりと発生消長および捕獲数の比較を行った。

1. 材料と方法

(1) フェロモントラップ

前節ではアカスジカスミカメの合成性フェロモン剤として、20 : 4 : 40 (μg) 混合物を Halo-butyl isoprene 灰色ゴムキャップに含浸させたものを用いたが、本節では有効期間が改善されている新誘引剤を用いた。新しい誘引源は Hexyl butyrate, (*E*)-2-Hexenyl butyrate, (*E*)-4-Oxo-hexenal の 5 : 1 : 10 混合物を Dodecyl acetate で希釈し、長さ 10 cm の赤色ポリエチレンチューブに充填したものである (Yasuda *et al.* 2013; 望月ら, 2013, SE ルアーアカスジカスミカメ, 信越化学工業株式会社)。アカヒゲホソミドリカスミカメの合成性フェロモン剤は、hexyl hexanoate, (*E*)-2-hexenyl hexanoate, octyl butyrate の 100 : 40 : 3 混合物を Dodecyl acetate で希釈し、長さ 10cm の赤色ポリエチレンチューブに充填したものを用いた (望月ら, 2012, SE ルアーアカヒゲホソミドリ



写真6 水田内に設置した併用フェロモントラップ

カスミカメ, 信越化学工業株式会社) . 2種の誘引剤を第1節と同様に粘着板上辺の中央部に設置し, これをモニタリングトラップ (以下, 併用フェロモントラップ) とした (写真6) .

(2) 発生消長の比較

調査は2012年に, 香取市の水田AからLの12圃場で行った (第16表) . 「あきたこまち」水田には7月3日に, 「コシヒカリ」水田には7月6日もしくは13日に, 各水田内の畦畔際から10mの地点に併用フェロモントラップを1基設置し, 誘殺されたアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫数を3~7日間隔で調査した. また併用フェロモントラップ調査時にトラップ周囲で第2章と同様の20回振りすくいとりを行った. 各水田における捕獲数は, 併用フェロモントラップは1基1日当たり, すくいとりは20回振り当たりに換算し, 発生消長を比較した.

(3) 捕獲数の比較

調査は2012および2013年に, (2)において発生消長の比較を行った圃場を含む千葉県内の42圃場で実施した (第17表) . 各水田の出穂期から1週間の間に併用フェロモントラップにより捕獲されるアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫数を雌雄別に調査した. また, 出穂期および1週間後に, 併用フェロモントラップの周囲で第2章と同様の20回振りすくいとり調査を2回行った. 併用フェロモントラップ捕獲数として,

第16表 発生消長の比較に用いた調査水田の概要

水田	品種	所在地	出穂期
A	あきたこまち	香取市三ノ分目	7月17日
B	あきたこまち	香取市三ノ分目	7月17日
C	あきたこまち	香取市三ノ分目	7月17日
D	あきたこまち	香取市三ノ分目	7月17日
E	あきたこまち	香取市大倉	7月17日
F	あきたこまち	香取市大倉	7月17日
G	コシヒカリ	香取市大倉	8月10日
H	コシヒカリ	香取市大倉	8月10日
I	コシヒカリ	香取市大倉	8月10日
J	コシヒカリ	香取市大倉	8月10日
K	コシヒカリ	香取市三ノ分目	8月03日
L	コシヒカリ	香取市三ノ分目	7月27日

出穂期から1週間の捕獲数の対数変換値, すくいとり捕獲数として出穂期および出穂期1週間後における捕獲数の平均値の対数変換値を用いて両者の関係を解析した. その際, 雄成虫のみを考慮した場合と, 雌雄成虫をあわせて考慮した場合に分けて行った. 解析にはR ver. 2.13.2 (The R Foundation for Statistical Computing 2011) を用いた.

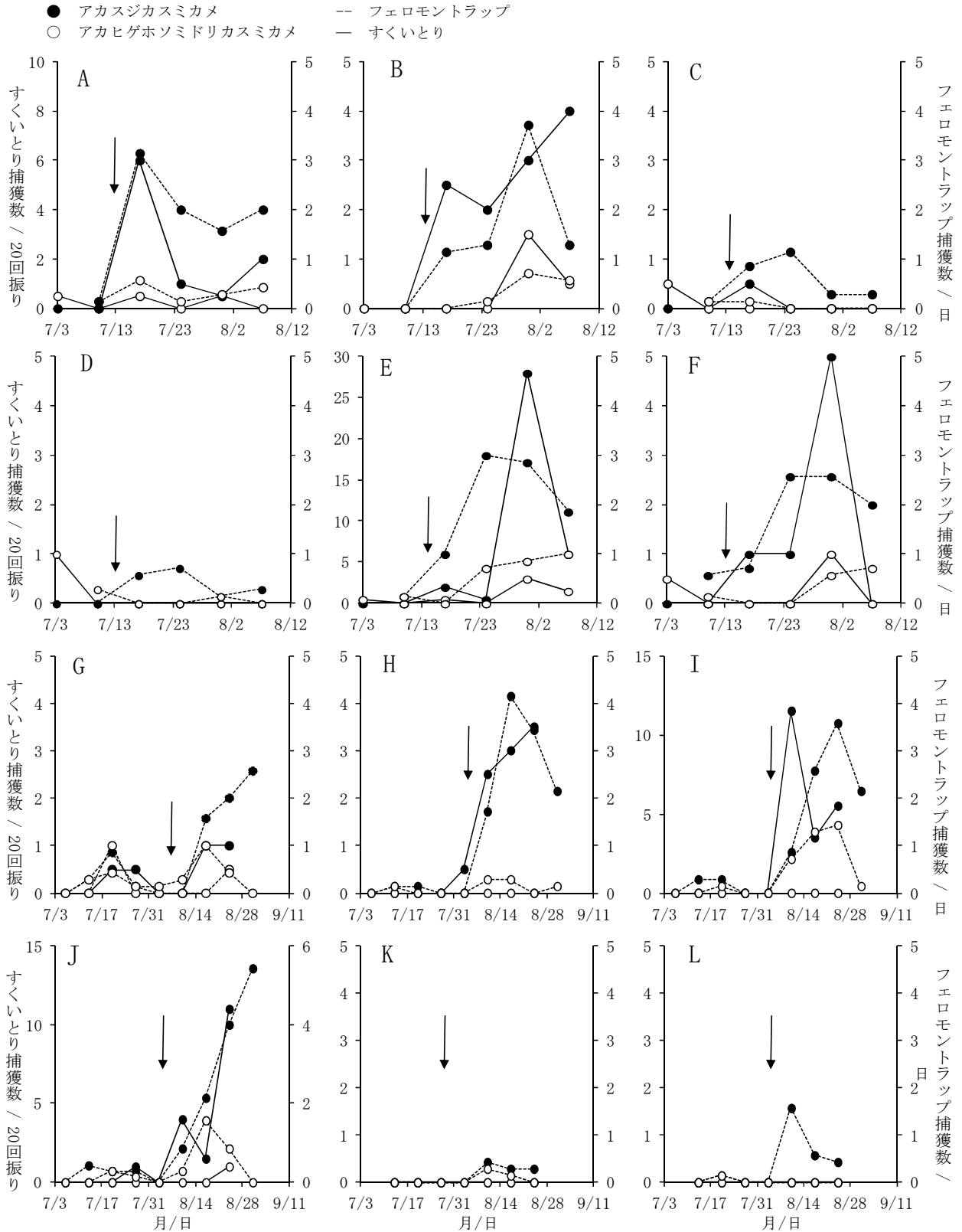
2. 結果

(1) 発生消長の比較

すくいとりと併用フェロモントラップによる発生消長は, いずれの圃場においても大まかに一致しており, 出穂期後の密度増加を両調査において捉えていた (第20図) . 出穂期後のすくいとりではまったく両種の捕獲が認められなかった水田D, K, Lにおいても, 併用フェロモントラップにより出穂後の侵入が捉えられていた. また, アカスジカスミカメ捕獲数はいずれの水田においてもアカヒゲホソミドリカスミカメを上回っており, すくいとりと併用フェロモントラップで同様の傾向を示した. 一方, 調査圃場のうち, アカスジカスミカメすくいとり捕獲数の最大値28.0頭 (20回振りあたり, 以下同様) を記録した水田Eにおける併用フェロモントラップ捕獲数最大値は3.0頭 (1日当たり, 以下同様) であったのに対し, すくいとり頭数最大値が6.0および3.4頭であった水田AおよびHにおけるフェロモントラップ捕獲数最大値は, 水田Eのフェロモントラップ捕獲数を上回る3.1および4.1頭であ

第17表 捕獲数の比較に用いた調査圃場の概要

調査年	品種	所在地 (圃場数)
2012	コシヒカリ	香取市 (11), 千葉市 (1), 市原市 (1), 東金市 (1), 横芝光町 (1)
	あきたこまち	香取市 (6)
	ふさこがね	東金市 (1), 山武市 (1), 芝山町 (1), 勝浦市 (1)
	ふさおとめ	南房総市 (1)
2013	コシヒカリ	香取市 (5), 横芝光町 (1)
	あきたこまち	香取市 (5)
	ふさこがね	香取市 (5)



第20図 すくいとりおよび併用フェロモントラップによるアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの発消長

注) 図注の矢印は調査水田の出穂期を示す。

った。

(2) 捕獲数の比較

フェロモントラップにおける雌成虫の捕獲はわずかであり、アスジカスミカメは42圃場中2圃場のみで認められ、アカヒゲホソミドリカスミカメはまったく認められなかった。両種ともに雌成虫と雄成虫のすくいとり捕獲数には有意な正の直線関係が認められた(第21図)。

併用フェロモントラップとすくいとりによる雄成虫捕獲数には、両種ともに有意な正の相関関係が認められた(第22図 a, c, Pearson's product-moment correlation, アスジカスミカメ; $R=0.85, t=10.4, df=40, P<0.0001$, アカヒゲホソミドリカスミカメ; $R=0.98, t=29.4, df=40, P<0.0001$)。アスジカスミカメのすくいとり捕獲数が0頭であった19圃場のうち、13圃場ではフェロモントラップにより捕獲されたが、フェロモントラップで捕獲数が0頭であった6圃場では、すくいとりによる捕獲されなかった。また、アカヒゲホソミドリカスミカメのすくいとり捕獲数が0頭であった27圃場のうち、15圃場ではフェロモントラップにより捕獲されたが、フェロモントラップで捕獲数が0であった12圃場では、すくいとりでも捕獲されなかった。

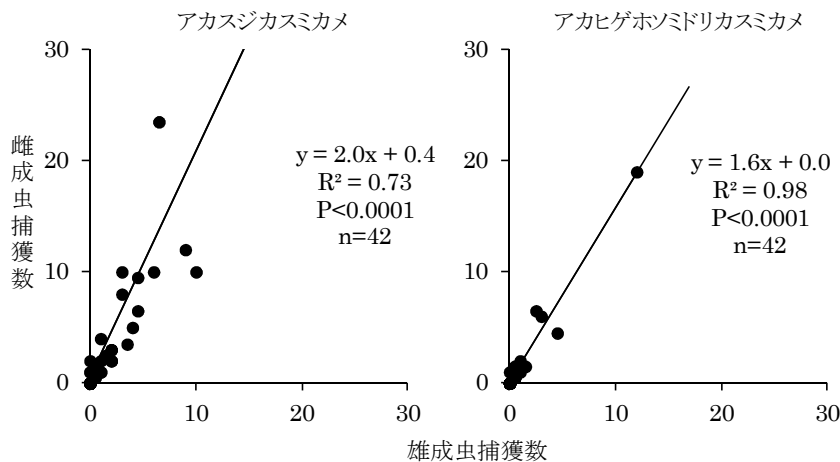
そこで、すくいとり捕獲数が少ない場合は傾きが急で、多くなるに従い傾きが緩くなる飽和曲線 ($y = ax / (1 + bx) + c$) を当てはめ、直線 ($y = ax + c$) に当てはめた場合と当てはまりの良さを比較するために残差平方和の F 検定を行った。その結果、アスジカスミカメでは飽和曲線の残差平方和が直線と比較して有意に小さかった(第22図 a, $F=16.0, P<0.001$)。一方アカヒゲホソミドリカスミカメでは、有意な差は検出されなかった(第22図 c, $F=2.9, P=0.097$)。雌雄を分類しない総成虫数を比較した場合も同様であった(第22図 b, d, アスジカスミカメ; $F=5.7, P<0.0001$, アカヒゲホソミドリカスミカメ; $F=1.8, P=0.2$)。

3. 考察

発生生態調査の結果、アスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの合成性フェロモン剤を使用した併用フェロモントラップにより、すくいとりと同様に両種の発生生態を把握することが可能であった。また、すくいとりによる両種の捕獲が出穂後に認められなかった3圃場においても、フェロモントラップにより両種の侵入が捉えられており、低密度水田における調査の精度がフェロモントラップの利用により向上する可能性が示唆された。

合成性フェロモンは処女雌の抽出物の解析結果をもとに作られており、雄成虫にしか誘引性が認められないため、今回捕獲されたアスジカスミカメ雌成虫は偶然粘着板に付着したものと考えられる。本種が誘引源のない状況においても粘着板に若干捕獲があることは安田らによっても報告されている(Yasuda *et al.*, 2008; 2010)。すくいとり捕獲数における雌雄比は一定であり、両手法ともに雌雄の判別を行わなくても発生生態の把握や被害推定には支障はないと考えられた。

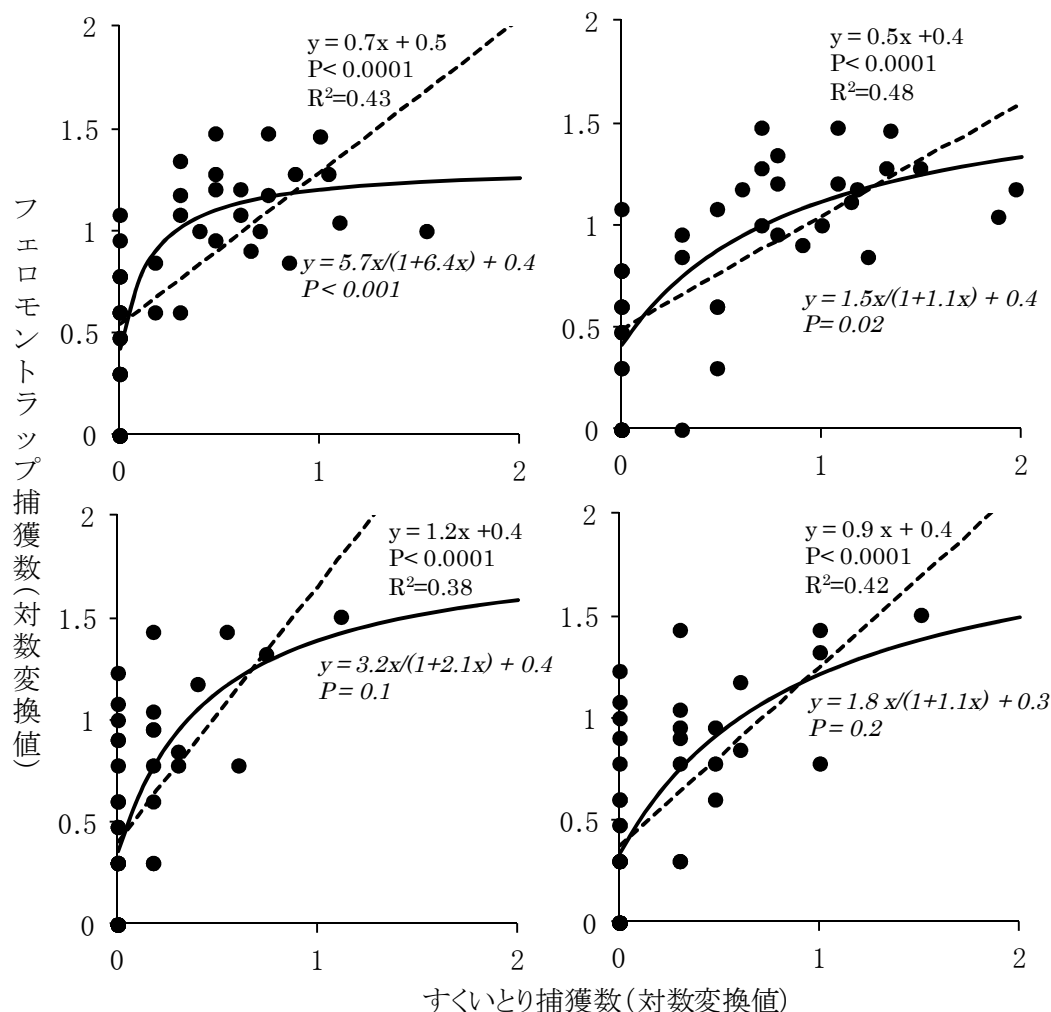
フェロモントラップによる捕獲数は、一定期間誘引が継続することによる積算値であるのに対して、すくいとりによる捕獲数は、ある時点における生息数の代表値である。このため両手法による捕獲数を比較し、単純に一方から一方を推定することは困難と考えられるが、水田における大まかな密度の高低を把握することは重要である。すくいとりは調査期間が限定され、気象や調査者による影響を受けやすいことを考慮すると、フェロモントラップの捕獲数はより安定的であると推察される。しかしながら、フェロモントラップの捕獲数はすくいとり捕獲数を必ずしも反映していない傾向が認められた。アスジカスミカメでは、すくいとり捕獲数が多い圃場では併用フェロモントラップ捕獲数は頭打ちになる傾向が認められた。このように、フェロモントラップ捕獲数が頭打ちになる原因のひとつ



第21図 アスジカスミカメ(左)およびアカヒゲホソミドリカスミカメ(右)のすくいとりによる雄成虫および雌成虫捕獲数の関係

注1) 捕獲数は出穂期および1週間後のすくいとり捕獲数の平均値(20回振り当たり)を示す。

2) 図中の直線と数字は直線あてはめの結果を示す。



第22図 アカスジカスミカメ(上段)およびアカヒゲホソミドリカスミカメ(下段)のすくいとり捕獲数と併用フェロモントラップ捕獲数との関係

注1) 左が雄成虫のみ, 右が雌雄成虫の合計捕獲数による結果を示す。

2) すくいとり捕獲数は出穂期および1週間後の捕獲数の平均値(20回振り当たり), 併用フェロモントラップ捕獲数は出穂期から1週間の捕獲数を示す。

3) 図中の点線と数字は直線あてはめの結果, 実線および斜体数字は飽和型曲線への当てはめ結果を示す。斜体のP値は直線あてはめと残差平方和のF検定の結果を示す。

として, トラップの誘引源と野外雌が雄の誘引に関して競合関係になることが考えられる。チョウ目や甲虫目の害虫では雌の合成性フェロモン剤を誘引源としたトラップの誘殺効率は個体群密度に影響を受け, 雌が高密度のときより低密度のときに, 雄はより多くトラップに誘引されることが報告されている (Roach, 1975; 中野・玉木, 1986 など)。ほかのカメムシ類においては警報フェロモンとして 2-hexenal や 2-octenal が分泌される場合があるが (兼久, 1984), カスミカメムシ類においてはこれらの物質の分泌はごくわずかであり (安田, 私信), 警報フェロモンによる捕獲数の頭打ちとは考えにくい。また, 本種の大きさ (雄成虫の体長 3.4~4.6 mm) に対して粘着板は 24×30 cm と十分に大きく, 捕獲虫により粘着面が覆われたことが捕獲数の頭打ちの理由にはなりにくいと考えられる。アカヒゲホソミドリカスミカメでは直線と飽和曲線との間に有意差が検出されなかったが, 石本ら (2006) は

アカヒゲホソミドリカスミカメについてもフェロモントラップ捕獲数が頭打ちになる傾向を報告している。本調査ではアカヒゲホソミドリカスミカメがアカスジカスミカメと比較して捕獲数が少なかったため, 多発圃場のデータも踏まえて再度解析する必要があると考えられる。フェロモントラップを利用する際はすくいとり捕獲数と必ずしも直線関係にはならないことを念頭に置いて捕獲数を考察するべきであることが示された。

第3節 併用フェロモントラップによる被害推定

第3章ではすくいとり捕獲数を用いた2等落等確率の推定を行い, 捕獲数が0頭から1頭に増加するだけで落等確率が急上昇してしまうため, 低密度における防除要否の判断にはより精度の高い調査方法が必要と考えられた。前節において, 併用フェロモントラップは, すくいとりでは

捕獲の少ない低密度条件下における調査に適していることが明らかになったため、併用フェロモントラップは落等確率の推定がすくいとりよりも高い精度で行える可能性がある。そこで、本節では要防除水準の設定につなげるため、無防除圃場におけるフェロモントラップ捕獲数をもとに斑点米被害リスクの推定を試みた。

1. 材料と方法

(1) 現地調査

調査は 2012 年および 2013 年に、前節の調査圃場を含む香取市内の水田のべ 56 圃場で実施した（「コシヒカリ」29 圃場、「あきたこまち」17 圃場、「ふさこがね」10 圃場）。なお、穂揃期防除の要否を判定するため、調査圃場はすべて本田防除を実施しない圃場とした。本章第 2 節と同様に併用フェロモントラップを設置し、出穂期 1 週間前から出穂 3 週間後まで、1 週間ごとにアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ捕獲数を調査した。また、第 3 章第 2 節と同様に被害粒および割れ粒率を調査した。

(2) 解析

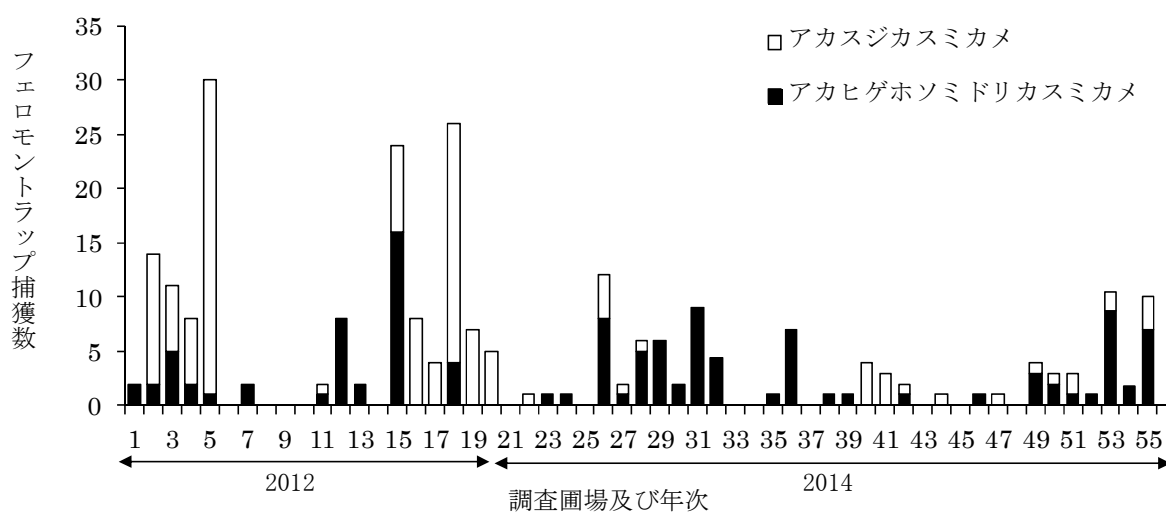
第 3 章第 2 節における解析手順と同様に、目的変数をカスミカメムシ類による斑点米被害の発生が 1 等米基準である 0.1 % を超えるか否かの 2 値とし、二項分布を仮定した一般化線型モデルにあてはめを行った。説明変数には出穂期 1 週間前から出穂 3 週間後までの 1 週間ごとのアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ成虫の捕獲数と割れ粒発生率、これらの 2 次までの交互作用、年次とした。解析はそれぞれの捕獲時期ごとに行い、AIC 値が最小になる説明変数の組み合わせを選択モデルとした。また、アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリ

カスミカメ両方の捕獲数を変数として選択された場合には、穂揃期防除の判断に資するため、両者の捕獲数の和を説明変数とした場合についても解析を行った。得られた選択モデルについて適合性評価を行うために、デビアンズ比の G 検定による比較を行った。解析には R ver. 2. 13. 2 (The R Foundation for Statistical Computing 2011), MASS パッケージ (Ripley *et al.*, 2014) および DAAG パッケージ (Maindonald and Braun, 2014) を使用した。

2. 結果

出穂期前 1 週間のアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲数を第 23 図に示す。いずれかのカスミカメムシが捕獲されたのは 57 圃場中 44 圃場であり、アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲数に有意差は認められなかった (対数変換後に paired T-test, $t = -0.72$, $df = 55$, $P = 0.47$)。

モデル選択の結果、出穂期前 1 週間、出穂期後 1 週間の捕獲数を用いた場合、アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ両方の捕獲数を説明変数としたモデルが選択された (第 18 表)。出穂期から 1 ~ 2 週間後の捕獲数を用いた場合には、アカスジカスミカメ捕獲数および割れ粒率を説明変数としたモデルが、出穂期から 2 ~ 3 週間後の捕獲数を用いた場合にはアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ両方の捕獲数、割れ粒率を説明変数としたモデルが選択された。AIC 値は出穂期 2~3 週間後の捕獲数を用いた場合の選択モデルが一番低い値であったが、G 検定の結果、各捕獲時期のモデル間で逸脱度に有意差は検出されなかった ($G = 1.19$, $P = 0.88$)。また、年次やそれを含む交互作用は、いずれの調査時期においても選択されなかった。



第 23 図 出穂期前 1 週間における各調査圃場の併用フェロモントラップ捕獲数
注) 調査圃場番号は便宜的につけた連番を示す。

第18表 2等落等確率を目的変数, アカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ併用フェロモントラップ捕獲数, 割れ粗率, 年次を説明変数とした GLM

捕獲時期 (出穂期基点)	選択モデルの変数および 偏回帰係数	SE	z	P (> z)	VIF	AIC, D	ϕ		
前1週間	切片	-1.95	0.56	-3.49	4.89×10^{-04}	***	-	63.94	1.09
	アカスジカスミカメ	2.40	0.95	2.53	1.13×10^{-02}	*	1.03	57.94	
	アカヒゲホソミドリカスミカメ	2.61	1.00	2.62	8.90×10^{-03}	**	1.03		
後1週間	切片	-4.56	1.44	-3.17	1.54×10^{-03}	**	-	65.10	1.12
	アカスジカスミカメ	3.61	1.15	3.13	1.74×10^{-03}	**	1.07	59.10	
	アカヒゲホソミドリカスミカメ	0.93	0.65	1.42	1.57×10^{-01}	.	1.07		
後1~2週間	切片	-8.50	2.51	-3.39	7.11×10^{-04}	***	-	69.90	1.08
	アカスジカスミカメ	5.41	1.69	3.21	1.34×10^{-03}	**	1.32	57.38	
	割れ粗率	5.77	2.50	2.31	2.10×10^{-02}	*	1.32		
後2~3週間	切片	-7.85	2.33	-3.37	7.53×10^{-04}	***	-	58.38	0.97
	アカスジカスミカメ	5.05	1.58	3.20	1.38×10^{-03}	**	1.30	50.39	
	アカヒゲホソミドリカスミカメ	5.26	2.57	2.04	4.10×10^{-02}	*	1.32		
	割れ粗率	1.35	0.81	1.66	9.68×10^{-02}	.	1.05		
前1週間	切片	-2.23	0.63	-3.55	3.83×10^{-04}	***	-	61.01	1.06
	アカスジ+アカヒゲ	3.37	0.94	3.58	3.43×10^{-04}	***	-	57.01	

注1) 変数および偏回帰係数は AIC 値が最も低いモデル (最適モデル) として選択されたもののみを示す。

2) VIF = Vatince Inflation Factor.

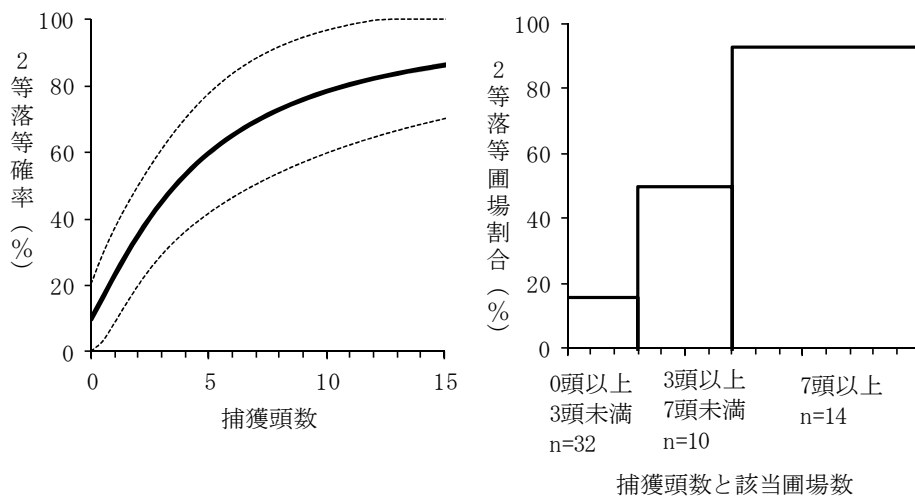
3) ϕ = Dispersion parameter = Pearson の χ^2 /残差自由度.

4) 変数のアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメは捕獲時期における併用フェロモントラップ捕獲成虫数の対数変換値を ($\log(x+1)$), 割れ粗率は角変換値を示す。

穂揃期防除に実用的であると判断される出穂期前1週間の捕獲数を用いたモデルについて, 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捕獲数の和を説明変数とした場合は, 捕獲数の和のみが説明変数として選択され, 逸脱度の G 検定の結果, 両種を別々に変数としたモデルとの間で有意差は検出されなかった ($G=0.01, P=0.93$, 第18表)。

出穂期前1週間のアカスジカスミカメおよびアカヒゲホ

ソミドリカスミカメの捕獲数の和を用いたモデルについて, 推定結果を第24図に示した。解析に用いた圃場について, 出穂期前1週間の両種捕獲数が3頭未満であった圃場は32圃場あり, そのうちカスミカメムシ類による被害粒率が0.1%を超えたのは15.6%にあたる5圃場であった(第24図)。3頭以上7頭未満であった圃場は10圃場, 7頭以上であった圃場は14圃場であり, それぞれ50%に当たる5圃場, 約93%に当たる13圃場で被害粒率が



第24図 出穂期前1週間のアカスジカスミカメおよびアカヒゲホソミドリカスミカメ併用フェロモントラップ捕獲数の和による2等落等確率の推定結果(左図)と実測値(右図)

注1) 左図中の実線は推定値, 点線は95%CIを示す。

2) 右図中の棒グラフは調査した圃場のうち2等落等圃場の割合を示す。

0.1 %を超え、推定結果と概ね一致した。2 等落等確率が 30 %および 50 %となる捕獲数の逆推定値（および下側 90 % CI）はそれぞれ 1.6 (0.4) 頭、3.6 (2.1) 頭であった。

3. 考察

出穂期前 1 週間の併用フェロモントラップ捕獲数により、2 等落等確率の推定が可能であり、第 3 章第 2 節で述べたすくいとりと同様の結果が得られた。一方、すくいとり捕獲数を用いたモデルと異なり、併用フェロモントラップ捕獲数を用いたモデルにはアカヒゲホソミドリカスミカメ捕獲数も変数として選択された。これはすくいとり捕獲数により被害推定を行った調査と比較して、併用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捕獲数が多かったためであり、フェロモントラップが低密度条件下における調査に適していることを裏付ける結果である。両種の捕獲数がモデルに組み込まれたことにより、両種の混在下においても 2 等落等確率の推定が可能と考えられる。

また、すくいとり捕獲数を用いたモデルでは、2 等落等確率が 30 %および 50 %となる捕獲数の逆推定値（および下側 90 %信頼限界値、穂揃期防除なし、割れ粍率 5 %

の場合）は、それぞれ 0.40 (0.00) 頭、0.75 (0.25) 頭と 1 頭を下回ったのに対し、併用フェロモントラップ捕獲数を用いた場合はそれぞれ 1.6 (0.4) 頭、3.6 (2.1) 頭であり、より精度の高い推定が可能と考えられる。

これらのことから、併用フェロモントラップは、すくいとりを用いた被害推定モデルと比較して、シンプルな説明変数でかつ精度の高い被害推定が可能であり、防除要否の判定に有用と考えられる。仮に要防除水準を 2 等落等確率 50 %となる逆推定値をもとに 3 頭と設定した場合、調査した 56 圃場中半分以上の 32 圃場では防除が不要と判断することができ、このような推定手法は薬剤使用量の低減を希望する生産者や地域にとって重要な情報となるだろう。一方、要防除水準を設定する際には、リスクをどの程度取るかについて意見が分かれる恐れがある。米の品質を重要視するか、農薬使用量の削減を重要視するか、また色彩選別機などの設備や経営的環境によっても、防除の意思決定基準は異なる。そのため、単純に「要防除水準」として基準値を一つのみ示すのではなく、根拠となる推定法を示して個々の担い手に判断をゆだねる手法も検討されるべきである。