

ミニ特集：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

新潟県農業総合研究所作物研究センター 石 本 万 寿 広

はじめに

斑点米カメムシ類の主要種であるアカヒゲホソミドリカスミカメは、水田における成幼虫の発生生態や薬剤防除法等が明らかにされ、予防的な防除対策が既に確立されている（石本, 2008）。現在は防除要否などを判断するための発生予察技術の開発が課題となっている。発生予察には公的機関などが行う広域予察と、農業者が自分の圃場で行う個別予察がある。広域予察としては都道府県の病害虫防除所などが担う発生予察事業が一般的であるが、新潟県では、水稻病害虫を対象に、市町村の病害虫防除員、農業共済組合の職員等による発生予察も行われている（茨木, 2008）。このような市町村などを単位とした予察には、発生予察事業で提供される情報に比べ、地域の病害虫発生実態や防除体系に応じたきめ細かな情報を農業者に提供できる利点があり、適正防除の推進に役立つものである。

アカヒゲホソミドリカスミカメでは、個別予察として、圃場単位、地区・経営体単位の予察技術の開発が進められている。しかし、個別予察を実際に行うのは、中・大規模な農業者や経営体に限定されると思われる。本種の適正防除を推進するには、経営規模や専業、兼業の違いにかかわらずより多くの農業者に情報を提供することも重要で、そのためには市町村などを単位とした広域予察が有効と考えられる。また、発生予察では情報伝達や防除対応の準備のためにより早い時期に予察できることが望ましいが、特に本種を含む斑点米カメムシでは、イネ出穂前の雑草管理が防除対策として重視され、早期予察の必要性が特に高いといえる。

本種は年間4～5世代を経過し、イネ出穂後（出穂期は7月下旬～8月上旬）に、主として第2世代成虫が水田に侵入する。早期予察の指標としては、これより前の世代の第1世代成虫の発生量が考えられる。第1世代成虫は6月中旬から7月中旬にかけて発生するが、畦畔や休耕地等の雑草地だけでなく、水田内にも発生する。雑

草地では、草種や穂の有無によって成虫発生量は大きく異なり、発生場所も限定されるが、水田はイネの生育量や生育段階等の圃場条件が均一で、成虫はほとんどの水田に発生する。このことから、第1世代成虫の地域的な発生量調査の場としては、雑草地より水田が適していると考えられる。この成虫の発生はすくい取り調査によっても把握できるが、フェロモントラップではより高い精度で把握できることが示されている（石本ら, 2006；石本, 2010）。

これらのことから、広域予察には水田における第1世代成虫を対象としたフェロモントラップ調査が適していると考えられ、市町村などを単位として、フェロモントラップを用いて第1世代成虫の発生量を調査、評価する手法を明らかにすることを目的として試験を行った。

なお、本種の越冬世代から第2世代の各世代の境界は必ずしも明瞭でなく、また、その境界は地域や年次によっても変動すると見られるが、本稿では、6月中旬から7月中旬にかけて発生する成虫を第1世代成虫として扱っている。

I アカヒゲホソミドリカスミカメの発生実態

1 地区調査

数10 haの地区におけるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生実態を把握するため、2009～11年に、山形県、新潟県、富山県、各県2地区でフェロモントラップによる水田内の成虫発生量調査を行った（表-1）。山形県、新潟県の各地区は、地区内のほぼすべての圃場が調査対象であるが、富山県の2地区は、地区内の抽出圃場を調査対象としている。これらの調査地区では、カメムシに対する殺虫剤散布がないか、あるいは出穂期5日後以降に行っている。

新潟A地区では、第1世代の誘殺数のピークは、2009年では6月第4半旬、2010年、2011年では6月第6半旬であり、調査期間の平均総誘殺数は12.2～27.5頭で、2009年、2011年、2010年の順に多い（図-1）。新潟B地区、富山A地区、B地区もこれとほぼ同じ傾向を示している。山形A地区、B地区では、2009年、2010年の誘殺数のピークは他県より1週間遅いが、誘殺消長は他県と類似している。しかし、2011年は7月

Regional Forecasting of the Rice Leaf Bug, *Trigonotylus caelestialium* Using Sex Pheromone Trap. By Masuhiro ISHIMOTO
(キーワード: アカヒゲホソミドリカスミカメ, イネ, 斑点米, フェロモントラップ, 広域予察)

表-1 調査地区のイネ品種別の圃場数と出穂期^{a)}

県	地区	品種	2009年		2010年		2011年	
			圃場数	出穂期	圃場数	出穂期	圃場数	出穂期
山形	A地区 [11.2 ha]	はえぬき(移植)	20	8月7日	16	8月2日	15	8月6日
		はえぬき(直播)	2	8月14日	5	8月11日	3	8月14日
		つや姫	0		2	8月8日	2	8月14日
		ヒメノモチ	1	8月1日	1	7月25日	1	8月1日
	B地区 [8.7 ha]	はえぬき(移植)	21	8月4日	16	7月31日	13	8月4日
		はえぬき(直播)	0		0	8月6日	5	8月14日
つや姫		0		8	8月6日	6	8月12日	
新潟	A地区 [9 ha]	コシヒカリ	24	8月9日	24	8月7日	23	8月7日
		こしいぶき	8	7月27日	5	7月26日	6	7月27日
		こがねもち	0		3	7月31日	3	7月28日
	B地区 [15 ha]	コシヒカリ	20	8月4日	20	8月4日	22	8月4日
		五百万石	4	7月25日	4	7月24日	4	7月19日
富山	A地区 [47 ha]	コシヒカリ	20	8月6日	19	8月3日	18	8月1日
		てんたかく	3	7月29日	4	7月25日	6	7月21日
		てんこもり	1	8月11日	0		0	
	B地区 [30 ha]	コシヒカリ	18	8月6日	18	8月3日	19	8月2日
		てんたかく	6	7月23日	6	7月22日	6	7月21日
		新大正糯	1	8月13日	1	8月13日	0	

^{a)} 調査圃場の平均出穂期.

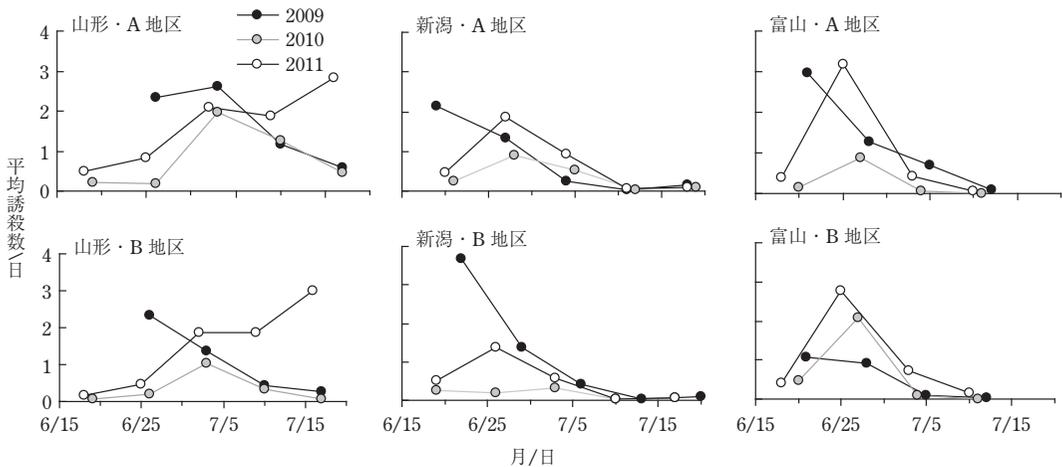


図-1 地区調査におけるアカヒゲホソミドリカスミカメのフェロモントラップ誘殺数の推移
表-1の調査圃場の日当たり平均誘殺数. 誘殺日は誘殺期間の中心日とした.

第2半句以降の誘殺数が多く、他県とは明らかに異なる消長を示している。

3県、6地区で3年間行ったフェロモントラップ調査により、ほとんどの水田でイネ出穂前である6月中下旬～7月中旬に成虫の誘殺が認められ、出穂前の水田への

成虫の侵入が普遍的に起こることが明らかである。各年次の誘殺消長は、新潟県と富山県ではほぼ同じであるが、山形県では発生盛期が1週間程度遅く、7月中旬以降も発生量が増加する年次があるなど、これら2県と異なる点がある。発生盛期の違いには春期の気温の違いの

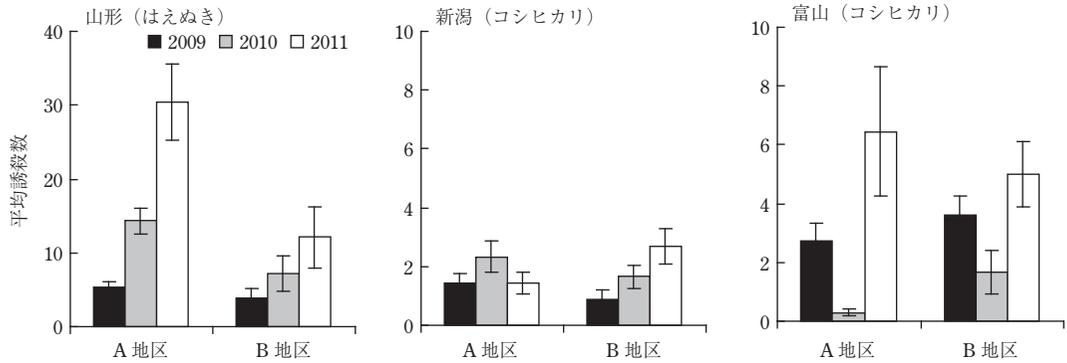


図-2 出穂期後5日間のアカヒゲホソミドリカスミカメのフェロモントラップ平均誘殺数
エラーバーは標準誤差. 'はえぬき'は移植栽培のみ.

影響が大きいと見られる。

出穂期後5日間の誘殺数により斑点米の発生程度を予測できることから、イネ出穂後の成虫発生量の評価指標としてはこの誘殺数が適当と考えられる。出穂期後5日間の誘殺数は、新潟A地区、B地区ではいずれの年次も極めて少ない(図-2)。富山A地区では、2011年が最も多く、次いで2009年であり、2010年は極めて少なく、B地区の誘殺数もA地区と類似している。山形県A地区では、2011年、2010年、2009年の順に多く、B地区も同様であり、また、いずれの年次もこれら山形県の2地区の誘殺数は他県より多い。

2 広域調査

2008～11年に新潟県長岡市中之島地域(約800ha)、2008年に新潟県神林村(約720ha)において、18～24圃場を抽出し、フェロモントラップ調査を行った結果が図-3である(神林村のデータは省略)。第1世代期の総誘殺数は2008年が最も多く、次いで2009年である。誘殺数のピークは、2009年が最も早く、2008年、2010年、2011年はほぼ同じである。この地域には、地区調査の新潟B地区(表-1)が含まれているが、図-3の誘殺数の推移は、新潟B地区の誘殺数の推移(図-1)とよく類似している。

II 予測手法の検討

地区調査のデータにより、第1世代の誘殺数から出穂期後5日間の誘殺数の予測手法を検討した。第1世代成虫の誘殺数調査は、6月第4半旬から1週間間隔で行っていることから、各地区の1週間ごとの平均誘殺数と出穂期後5日間の平均誘殺数の相関を調べた。1, 2, 3, 4週目の各週の平均誘殺数と出穂期後5日間の平均誘殺数の相関係数は、いずれの年次も3, 4週目で高い。

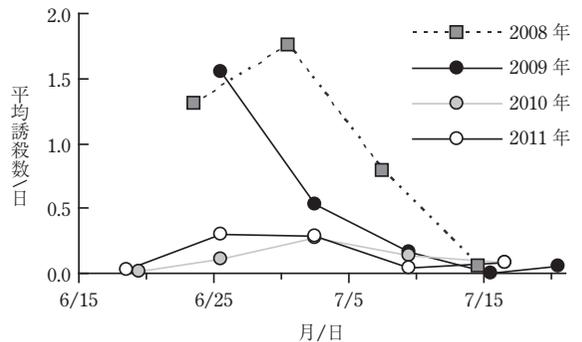


図-3 広域調査におけるアカヒゲホソミドリカスミカメのフェロモントラップ誘殺数の推移(新潟県中之島地域)
調査圃場数: 2008年: 21, 2009年: 20, 2010年: 18, 2011年: 20. 誘殺日は誘殺期間の中心日とした。

1週間の調査では誘殺数が少ないことや、多雨や強風等一時的に誘殺されにくい日があった場合の影響が強く表れやすいことから、予測の指標としては2週間程度の期間の誘殺数が適当と考えられる。3～4週目(以下、7月前半)の平均総誘殺数と出穂期後5日間の平均誘殺数との間には有意な正の関係が認められることから(図-4)、これらの期間の誘殺数が予測の指標として適当と考えられる。

害虫発生量を評価する手法としては、発生予察事業調査実施基準(農林水産省生産局植物防疫課, 2001)で示されているように、発生量を無, 少, 中, 多, 甚に区分した「発生程度別基準」を設定して、これに基づき評価する方法と、過去の年次の調査データと比較して評価する方法がある。本種の広域予察でもこの二つの評価手法が考えられ、「発生程度別基準」の設定を試みた。まず、

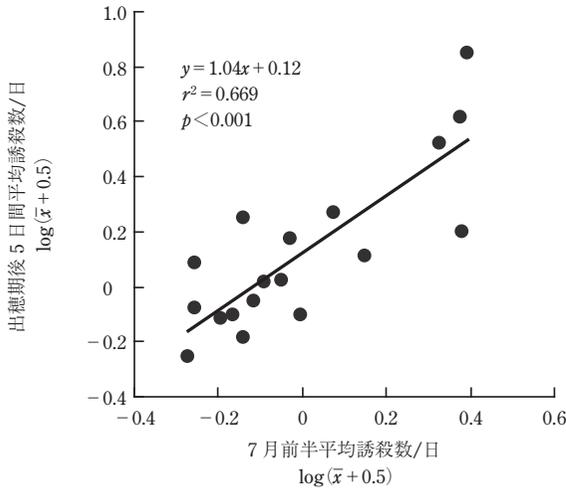


図-4 地区調査における各地区のアカヒゲホソミドリカスミカメの7月前半平均誘殺数と出穂期後5日間平均誘殺数の関係
7月前半は6月第4半月を起点とした3～4週目の2週間。出穂期後5日間の誘殺数は‘コシヒカリ’、‘はえぬき’（移植栽培）のデータ。

これまでの調査で得られている誘殺数の最小値、最大値や誘殺数と斑点米率の関係等から、出穂期後5日間の誘殺数を指標とした発生程度別基準を設定し、次いで、図-4の回帰式により、出穂期後5日間の各々の発生程度に対応する7月前半の平均誘殺数を逆推定して設定した(表-2)。表-2に基づき、各調査地区の誘殺数を評価した結果が表-3である。表-2の基準は試案であり、今後さらに検討が必要であるが、このような基準があることで統一的な発生量評価が可能となる。

III 調査圃場数の検討

広域調査では、調査圃場数をどの程度にするかは重要な課題である。調査圃場数 (n) は、数式 $n = \frac{t^2 \sigma^2}{d^2}$ で求められる (t : t 分布表の t 値, σ^2 : 母分散, d : 標本平均の許容誤差)。7月前半の誘殺数調査に必要な圃場数を、許容誤差率、平均値別に求めた結果は図-5の通りである。許容誤差 d は、平均値に対する一定の比率として設定し、 σ^2 は Taylor のべき乗則 (TAYLOR, 1961)、すなわち、各年次、地区ごとの誘殺数の平均値と分散、それぞれの対数値について、両者の間に直線回帰をあてはめ、その回帰式により求めた s^2 を代用している (図-6)。

高い精度を求めるほど調査圃場数は多くなるが、調査の目的が防除要否の判断ではなく、発生量の程度を評価することであれば、調査精度は誤差率 30～40%程度で十分と考えられる。7月前半調査において、平均値を

表-2 フェロモントラップ誘殺数によるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生程度別基準

調査時期	発生程度別誘殺数			
	少	中	多	甚
7月前半	≤ 10	≤ 25	≤ 40	> 40
出穂期後5日間	≤ 5	≤ 15	≤ 25	> 25

1地域の平均誘殺数。

表-3 フェロモントラップ誘殺数によるアカヒゲホソミドリカスミカメの発生程度別基準に基づく発生量評価結果

年次	県	地区	7月前半		出穂期後5日間	
			平均誘殺数	評価	平均誘殺数	評価
2009	富山	A地区	5.5	少	2.6	少
		B地区	0.7	少	3.6	少
	新潟	A地区	2.0	少	1.4	少
		B地区	3.2	少	0.9	少
	山形	A地区	26.5	多	5.4	中
		B地区	12.7	中	4.0	少
2010	富山	A地区	0.5	少	0.3	少
		B地区	0.7	少	1.7	少
	新潟	A地区	3.8	少	2.0	少
		B地区	2.6	少	1.4	少
	山形	A地区	22.7	中	14.0	中
		B地区	9.7	少	5.9	中
2011	富山	A地区	3.2	少	6.4	中
		B地区	6.2	少	5.0	少
	新潟	A地区	6.9	少	1.4	少
		B地区	4.3	少	2.7	少
	山形	A地区	27.7	多	35.8	甚
		B地区	26.2	多	18.3	多

平均誘殺数を表-2にあてはめて発生程度を評価した。

表-2にある中発生の誘殺数20頭、許容誤差40%、危険率5% ($t = 1.96$)とした場合の調査圃場数は20程度であり、危険率を10% ($t = 1.65$)にした場合は14程度まで減少する。

おわりに

本試験では、数10ha程度の地区単位の調査を、山形県、新潟県、富山県、それぞれ2地区で、3年間行い、さらに新潟県では800ha程度の地域で4年間の調査を行った。試験の目的は、市町村などの広域の発生量調査手法などを開発することであり、数100ha以上の地域における調査データにより技術を構築するべきであるが、広い地域を対象とするには調査実施上の制約が多い

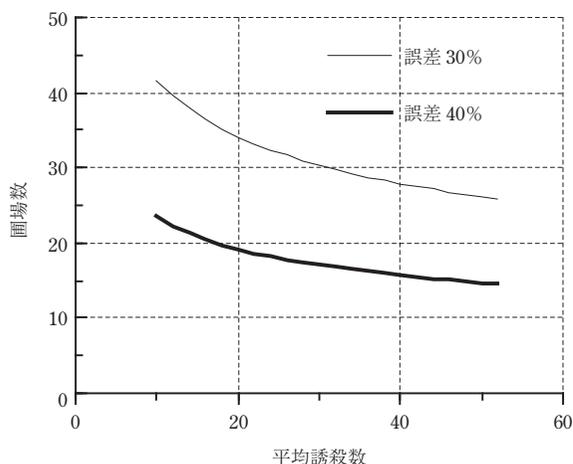


図-5 アカヒゲホソミドリカスミカメの7月前半のフェロモントラップ平均誘殺数、許容誤差率と圃場数の関係 (危険率5%, $t = 1.96$)

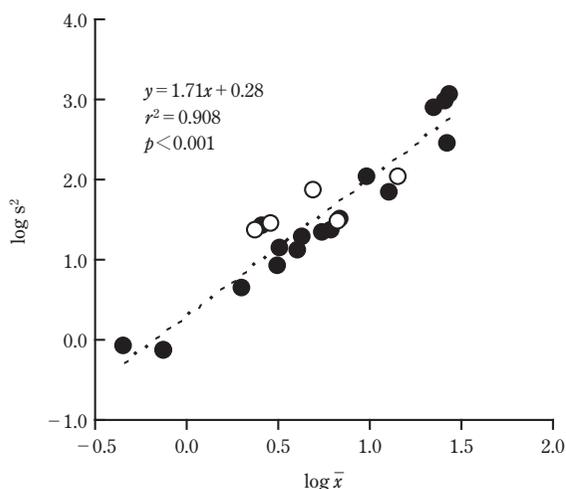


図-6 7月前半におけるアカヒゲホソミドリカスミカメのフェロモントラップ誘殺数の平均と分散の関係
凡例：●地区調査 ○広域調査

ため、数 10 ha 程度の地区単位の調査結果を主体に解析した。また、出穂期後の成虫発生量には明瞭な品種間差があり (石本, 2004), 発生量予測においては対象品種を明確にする必要があることから、各県の主要品種、すなわち新潟県、富山県では‘コシヒカリ’、山形県では‘はえぬき’ (移植栽培) を対象とした。標準的な出穂期はいずれの品種も 8 月上旬であることは共通している。各調査年次の第 1 世代成虫の誘殺消長や総誘殺数は、

各県の二つの地区間で類似しているだけでなく、距離的に大きく隔たり、圃場条件も異なる 2 県、あるいは 3 県の間でもよく類似し (図-1), また、地区単位の調査 (図-1 の新潟 B 地区) と広域の調査 (図-3) でも類似している。出穂期後 5 日間の誘殺数は、富山と新潟ではほぼ同程度である (図-2)。これらのことは、本種の発生量には広い地域に共通する要因、おそらく気象的な要因が強く影響を及ぼしていること、本稿で示したアカヒゲホソミドリカスミカメの予察技術が、集落、市町村、県等、いずれの調査単位においても利用できることを示唆している。

この調査を市町村などの調査に導入することにより、本種の発生予察の精度向上が期待できる。調査圃場の選定法については十分な検討はできていないが、地区や品種、栽培法に偏りがないようにすべきであろう。また、発生予察事業においても、現在の定点調査圃場で調査することで、発生量の評価が可能と考えられる。新潟県の市町村などにおける水稻病害虫の予察調査では、調査時期は各月の前半と後半の 2 回、調査圃場数は 40 圃場を基本とし、また、アカヒゲホソミドリカスミカメの調査は、他の斑点米カメムシ類とともに畦畔や水田のすくい取りで行われている。今回示された調査法は、現行の市町村などの調査に比較的導入しやすいと考えられるが、調査時期、調査間隔が現行の調査とは異なることや、粘着板を 1 週間ほどで交換する必要があること、他種カメムシの調査は従来通りすくい取りで行わなければならない等の問題点があり、今後の改善が必要である。また、本稿で示したフェロモントラップデータはフェロモン剤としてゴムキャップ剤 (市販品) を使用して得られたものであるが、フェロモン剤は 2012 年から新たな剤型 (チューブ剤) に変更されていることから (望月ら, 2012), 図-4 の関係式や表-2 に示した発生量の評価基準は、今後、この新たなフェロモン剤を使用したデータを加えて再検討する必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 茨木勝司 (2008): シンポジウム「防除の指導・実施体制を考える」, 日本植物防疫協会, 東京, p. 39 ~ 53.
- 2) 石本万寿広 (2004): 応動昆 48: 79 ~ 85.
- 3) _____ (2008): 新潟農総研報 9: 1 ~ 17.
- 4) _____ (2010): フェロモンによる発生予察法, 日本植物防疫協会, 東京, p. 31 ~ 35.
- 5) _____ら (2006): 応動昆 50: 311 ~ 318.
- 6) 望月文昭ら (2012): 植物防疫 66: 150 ~ 155.
- 7) 農林水産省生産局植物防疫課 (2001): 発生予察事業の調査実施基準, http://www.jpnp.ne.jp/jpp/bouteq/hasseyosatu_kijyun.html
- 8) TAYLOR, L. R. (1961): Nature 189: 732 ~ 735.