

圃場周辺の景観構成は農業害虫の発生量に影響を及ぼしているのか？

—斑点米カメムシ類の事例—

(独)農研機構 中央農業総合研究センター 安田 美香

はじめに

多くの農業害虫やその天敵は様々な空間スケールで移動し、農耕地のみならず周辺の非農耕地を生息地の一部として利用している。しかし、こうした生息地は耕耘、除草、殺虫剤散布や周辺の土地利用改変等様々な人為的かく乱をうけ、そこに生息している地域個体群も影響をうけている。したがって害虫が発生しやすい周辺の環境条件や、個体群の動態に影響する周辺環境の範囲、すなわち機能的空間スケールを明らかにし、「圃場単位」より広域な「景観レベル」に視野を広げた害虫の管理体系の開発が必要とされている。諸外国ではすでにトマト、ナタネやコムギ等の害虫に関する研究事例がある (VERES et al., 2012)。

我が国では、水稻の斑点米被害を引き起こす主要害虫であるアカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) とアカヒゲホソミドリカスミカメ *Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy) が、休耕田や牧草地等水田周辺域におけるイネ科植物の繁茂する場所の増加などにより個体数の増加や、分布域の拡大が認められている (伊藤, 2004; 渡邊・樋口, 2006)。これらの斑点米カメムシ類は、多食性で水田周辺に生育する様々なイネ科植物を餌として繁殖し、イネの出穂とともに水田に侵入し斑点米被害を引き起こす (八谷, 1999)。しかし、2種には生態的特徴に違いもあり、例えば、アカスジカスミカメはイネ科植物、カヤツリグサ科植物の小穂を主に利用するのに対して、アカヒゲホソミドリカスミカメはイネ科植物の葉鞘も利用する (石本, 2008)。また、これまで両種の成虫の飛翔能力は高いとされてきたが (林, 1997)、アカヒゲホソミドリカスミカメは生息地の中で短い移動を繰り返していると考えられている (後藤・樋口, 2004)。

現在、斑点米カメムシ類に対する防除策として、主に水田内の薬剤散布や畦畔における寄主植物の管理が行われ (渡邊・樋口, 2006)、水田畦畔やイネ科植物が繁茂

する場所について効果的な管理方法が研究されてきた (寺本, 2003; 小野ら, 2007)。しかし、管理方法に関する多くの研究は、斑点米カメムシ類2種の生態学的な違いや対象水田が水田地域にあるのか田畑混在地域にあるのかといった地域的特性を考慮していない。また、多食性である斑点米カメムシ類の発生源は畦畔、牧草地、休耕田、道路法面等多岐にわたり、周辺雑草地の管理には膨大な労力が必要であり、近年の農家の高齢化や生産規模拡大の点から草刈りの徹底は難しい面もある (樋口, 2010)。つまり地域的な害虫管理技術の開発のためには、害虫の生態学的な違いを踏まえ、機能的空間スケールや周辺土地利用形態等を考慮する必要がある。

そこで筆者らは、景観生態学的手法を用いて周辺土地利用形態が水田内のアカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメ個体数に影響を与える機能的空間スケールと、どの周辺土地利用形態が影響を及ぼしているのかを検討した。また、大発生源の有無や畦畔等の小発生源の数が両種の水田内個体数にどのように影響を与えているかを検討した結果を具体例として示す。

本文に入るに先立ち、草稿に対して有益なご助言を賜った農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター 樋口博也氏、中央農業総合研究センター 安田哲也氏に厚く御礼申し上げます。

I 調査地および現地調査の概要

千葉県利根川下流の地域特性が異なる3地域を選定し、2009年に調査を行った。3地域は‘コシヒカリ’、‘あきたこまち’等が栽培されている水田を中心に、それぞれ特徴的な土地利用形態で構成されている。地域Aは水田とダイズ等の畑作地が混在し、1年ごとに水田と畑作地が交互に輪作されている田畑混在地域、地域Bは造成中の宅地やグランド等の大きな造成地を含む水田地域、地域Cは河川敷沿いの水田地域 (図-1) という特徴がある。地域Aから4圃場、地域Bからは4圃場、地域Cからは6圃場の計14圃場の水田を選定した。

斑点米カメムシ類2種の水田内個体数調査は、畦畔から10mの水田内にて、捕虫網 (柄の長さ120cm, 口径36cm) を用いたすくい取り (20回振り2回) により行

Does Surrounding Landscape Composition Affect Agricultural Pest Abundances? By Mika YASUDA

(キーワード: 畦畔植生, 景観スケール, 地域的な害虫管理)

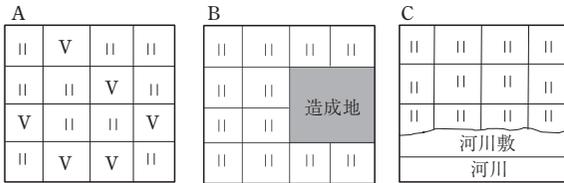


図-1 異なる地域特性を持つ三つの調査地域のイメージ
A 田畑混在地域, B 大きな造成地を含む水田地域, C 河川敷沿いの水田地域. IIは水田, Vは畑作地を示す.

った。調査期間は、2009年6月29日から9月1日まで3日あるいは7日間隔で行った。その結果、1,608頭のアカシジカミカメ成虫と298頭のアカヒゲホソミドリカミカメ成虫が捕獲された。各圃場におけるアカシジカミカメ成虫の日当たり平均捕獲数は、 114.9 ± 137.9 (±標準偏差)、アカヒゲホソミドリカミカメは 21.3 ± 22.8 頭であった。

II 周辺土地利用と水田内の斑点米カメムシ類

様々な場所を発生源とする斑点米カメムシ類2種の地域的な管理の必要性から、機能的空間スケールや、水田内総捕獲数への周辺土地利用形態の影響を解析した。

まず各調査地域における周辺土地利用形態の面積を土地利用図から算出した。土地利用図は、環境省が行った植生調査第6回自然環境保全基礎調査結果をもとに作成された植生図を、筆者らが現地調査にて再度土地利用形態と位置を確認したものを利用した。各すくい取り調査地点から半径100, 200, 300, 500, 800 mと1,000 mの六つの大きさの異なる空間スケールを設定し、それぞれの空間スケールにおける土地利用形態(水田, 畑作地, 休耕田, 公園を含む緑の多い住宅地, 市街地, 造成地, 雑草が繁茂する場所, 水辺, 森林や湿地を含むその他土地利用形態)の面積を地理情報システム(GIS)を用いて算出した。ただし、その後の解析により、他の変数と強い相関関係があった休耕田, 市街地, 水辺およびその他土地利用形態については独立変数間の多重共線性の問題があり解析から省いた。

アカシジカミカメとアカヒゲホソミドリカミカメ成虫の水田内個体数に影響する周辺土地利用の空間スケールの大きさを検討した。解析には、空間スケールごとに各斑点米カメムシ類の総捕獲数を応答変数、各土地利用形態の面積と調査を行った地域を説明変数とした一般化線形混合モデル(GLMM)を用いた。各空間スケールのデータ解析をもとに得られたモデルのAIC(赤池情報量規準)値を算出し、AIC値が最も小さい値を示す空

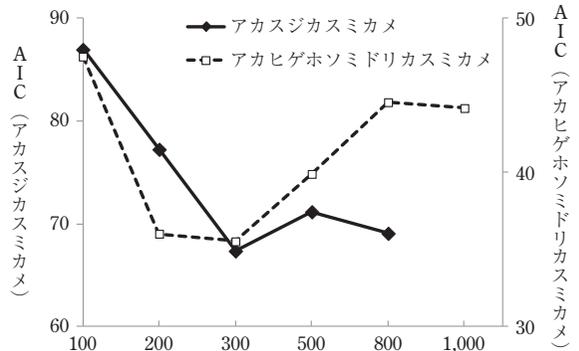


図-2 アカシジカミカメとアカヒゲホソミドリカミカメの機能的空間スケール (YASUDA et al., 2011 を一部改変)
斑点米カメムシ類2種の発生量を評価した機能的空間スケール(調査地点からの半径(m))のモデルと各モデルのAIC値.

間スケールのモデルを最適モデルとして選択した。

その結果、アカシジカミカメの水田総捕獲数を最もよく説明しているモデルは半径300 mだったのに対し、アカヒゲホソミドリカミカメは半径200~300 mと2種の機能的空間スケールはわずかに異なっていた(図-2)。このことから、アカヒゲホソミドリカミカメのほうが、狭い空間スケールの中で資源を利用している可能性が示唆された。この2種の機能的空間スケールの違いは、おそらく食性の違いによるものと推定される。アカヒゲホソミドリカミカメは寄主植物の様々な部位を餌として利用するが(菊地・小林, 2004)、アカシジカミカメは出穂した寄主植物しか利用しない(石本, 2008)。つまり、アカシジカミカメは、出穂した寄主植物を求めより遠くまで移動することが必要になるのかもしれない。

次に、各機能的空間スケールの中で、どのような土地利用形態が水田内の捕獲数に影響をあたえているか、調査地点から半径300 m以内の各周辺土地利用形態の面積を説明変数としたGLMMにより解析し、結果を表-1に示した。両種の水田内総捕獲数の増加には、周辺の雑草地と造成地の面積の増加が有意に影響していることが明らかになった。このことから、斑点米カメムシ類2種の水田内侵入量を抑制するためには、雑草地と造成地の管理が重要である。

しかし、こうした農地景観における非農耕地は天敵であるクモ(PLUETT et al., 2010)や他の節足動物(CLOUGH et al., 2007)の個体数も増加させていることが知られている。つまり、害虫の防除と天敵や他の節足動物の保全

表-1 斑点米カメムシ類2種の水田内総捕獲数への周辺(半径300m以内)土地利用の影響を検討した一般化線形混合モデルの結果(YASUDA et al., 2011を一部改変).

説明変数	アカスジカスミカメ		アカヒゲホソミドリカスミカメ	
	推定	Pr (> z)	推定	Pr (> z)
雑草地	3.66×10^{-5}	***	1.66×10^{-5}	***
畑作地	4.63×10^{-7}	NS	—	—
造成地	1.48×10^{-5}	**	1.86×10^{-5}	***
水田	—	—	-5.61×10^{-6}	**
緑の多い住宅地	-1.36×10^{-4}	**	—	—
地域 A	-4.05	***	-2.49	***
地域 B	-1.08	**	-0.88	**
切片	5.41	***	4.18	***

NS: not significant, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

空欄(—)は、最適モデルとして選択されなかった変数。

を同時に行うためには、生息地の植生の構造をもとに非農耕地を明確に分類し、それをもとに非農耕地における注意深い雑草管理戦略を立てる必要がある。

さらに今回の解析から、種別の管理戦略についても検討する必要があることが明らかになった。アカスジカスミカメは雑草地と造成地のほかに、畑作地面積の増加に伴い水田内捕獲数が増加し、緑の多い住宅地の面積が増加すると水田内捕獲数が減少することがわかった。このことから、アカスジカスミカメの水田内侵入量を減少させるためには、水田周辺の畑作地の管理を徹底させることも必要だと考える。一方、アカヒゲホソミドリカスミカメは、水田面積が増加すると水田内捕獲数が減少することが明らかになった。つまり、均一な水田地帯では、本種の水田内捕獲数が減少すると考えられる。また通常農耕地では景観構造が不均一な場所では節足動物の発生量が増加する(HENDRICKX et al., 2007)ので、周辺に水田以外の好適な寄主植物が生育している場所があれば、アカヒゲホソミドリカスミカメの個体群は増加することを示唆している。つまり、アカヒゲホソミドリカスミカメは不均一な景観ではより徹底した管理が必要になるとも言える。

III 発生源の大きさや配置と水田内捕獲数

昆虫の発生量は、ある景観における発生源のサイズやその配置、数に左右される(HUNTER, 2002)。非農耕地における害虫の発生源を「大発生源」および「小発生源」に分別し、農耕地における害虫の個体数に対する発生源の影響を把握することが管理戦略上重要となる。斑点米カメムシ類においても、水田内発生量への比較的面積の

広い転作牧草地など大発生源の影響(一守ら, 1990)と小発生源すなわち畦畔などの影響(八谷, 1999; 寺本, 2003)はこれまで個々に研究されてきたが、これらの影響を組合せて検討された事例はなかった。

そこで大発生源の有無および小発生源の数と斑点米カメムシ類2種の水田内捕獲数との関係を調べた。「大発生源」としては、前項の解析で水田内捕獲数に影響を与える土地利用形態としてあげられた、雑草地と造成地と定義した。また「小発生源」は水田畦畔のうちイタリアンライグラスが優占する畦畔であり、このタイプの畦畔面積が増加することで両種の水田内捕獲数が増加する(YASUDA et al., 未発表データ)。そして、調査圃場と近隣の水田畦畔を含む範囲で半径100m以内に存在する大発生源の有無と小発生源の数を土地利用図から求めた。平均水田内捕獲数と小発生源の数および大発生源の有無との比較をするため、大発生源の有無、小発生源の数(0~5対6以上)と二つの交互作用を説明変数とし、GLMMで解析した。

解析の結果、アカスジカスミカメの水田内捕獲数は、主効果である大発生源の有無と小発生源の数により有意に異なり、機能的空間スケール内に大発生源がある場合は大発生源がない場合に比べて有意に多くのアカスジカスミカメが捕獲された(図-3A)。また、小発生源が六つ以上周辺に存在する場合は5以下の場合と比べて有意にアカスジカスミカメの個体数が多かった。しかし、大発生源の有無と小発生源の数の大小の間に交互作用があり、アカスジカスミカメの水田内捕獲数は、種の機能的空間スケール内における大発生源の有無と小発生源の数の効果が相互に影響を及ぼしていると考えられる。

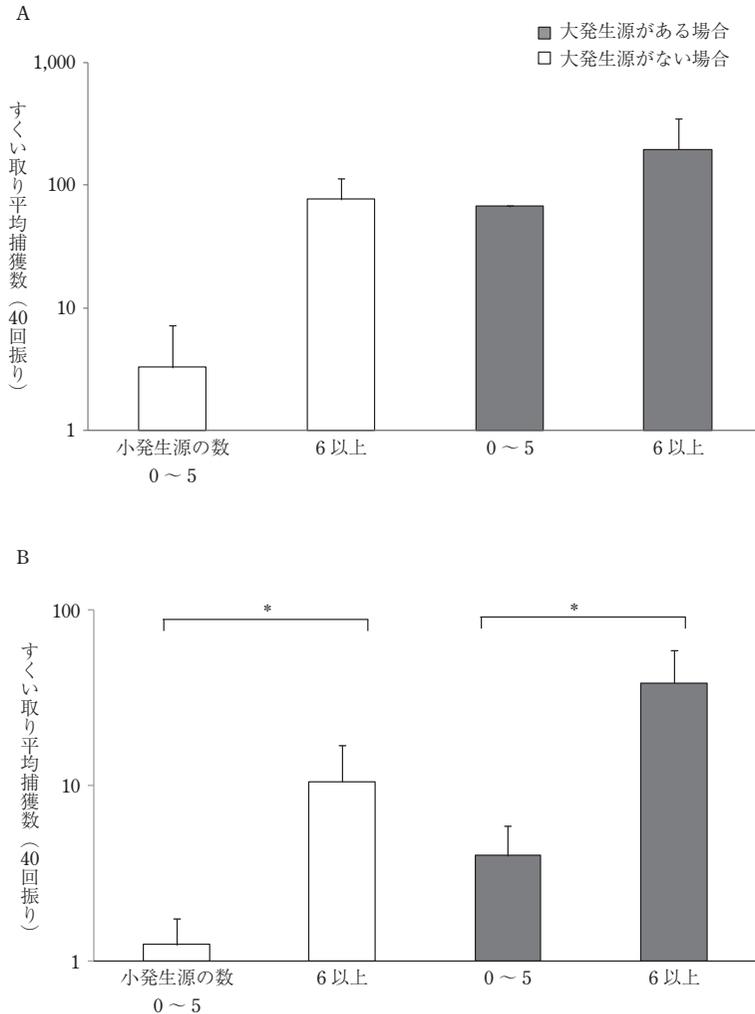


図-3 水田周辺における大発生源の有無と小発生源の数がアカスジカスミカメ (A) とアカヒゲホソミドリカスミカメ (B) 成虫個体数に与える影響 (YASUDA et al., 2011 を一部改変)
一般化線形混合モデルによる推定結果. バーは標準偏差を示す. 一般化線形混合モデルによる検定 (*: $p < 0.05$).

一方、アカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲数は、主効果である半径 100 m 以内の小発生源の数が多いと（六つ以上周辺に存在する場合）、水田内捕獲数が有意に増加する（図-3 B）。しかし、もう一つの主効果である大発生源の有無とアカヒゲホソミドリカスミカメの水田内捕獲数の間には有意な関係はなかった。大発生源の影響に関するアカスジカスミカメとの違いについては、おそらく種の特性によるものだと考えられるが、何が個体群動態のパターンに影響を及ぼしているかは今後の課題である。またアカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲数

は、大発生源の有無と小発生源の数の間に交互作用は見られなかった。

まとめとして、図-3 から大発生源がある地域では斑点米カメムシ類 2 種が水田内で増加する傾向はあるが、小発生源となる畦畔の数が少なければ水田内捕獲数が少なかったことから、畦畔の適切な管理をすることで水田内の個体数を抑制できると考える。

おわりに

本稿では、移動性が高く非農耕地を生息地の一部とし

て利用する害虫の地域的防除の必要性から、害虫発生量に周辺土地利用が与える影響について景観生態学的手法で解析した具体例を紹介した。アカスジカスミカメは調査地点から半径 300 m, アカヒゲホソミドリカスミカメは半径 200 ~ 300 m 以内の雑草地や造成地の増加に伴い、水田内総捕獲数が増加した。これら雑草地や造成地等の大発生源は公的機関が管理している場合が多いため、雑草地の草刈り頻度や時期を管理者である地方自治体と周辺の農家や普及センター等その他関係者間で検討する必要がある。

また、発生源の規模や数と各斑点米カメムシ類の捕獲数との関係を解析した結果、両種ともに大発生源が存在しなくても雑草が繁茂する畦畔など小発生が多い地域では、水田内捕獲数が多くなることが示唆された。つまり個々の農家が各水田畦畔の管理を徹底することで水田内侵入量を抑制することが可能であり、斑点米カメムシ類の地域的防除では重要であると考えられる。

本稿で紹介した景観生態学的手法を応用することにより、斑点米カメムシ類に対してその地域に適した管理の提案が可能になるであろう。しかし、県や地域ごとに周辺土地利用構成は異なっており、こうした研究事例を増やすことで適地地域を拡大できると思われる。

引用文献

- 1) CLOUGH, Y. (2007): J. Appl. Ecol. 44: 22 ~ 28.
- 2) 後藤準子・樋口博也 (2004): 応動昆 48: 219 ~ 224.
- 3) 八谷和彦 (1999): 植物防疫 53: 268 ~ 272.
- 4) 林 英明 (1997): 同上 51: 455 ~ 461.
- 5) HENDRICKX, F. et al. (2007): J. Appl. Ecol. 44: 340 ~ 351.
- 6) 樋口博也 (2010): 応動昆 54: 171 ~ 188.
- 7) HUNTER, M. D. (2002): Agric. Forest Entomol. 4: 159 ~ 166.
- 8) 一守貴志ら (1990): 北日本病虫研報 41: 121 ~ 124.
- 9) 石本万寿広 (2008): 応動昆 52: 139 ~ 141.
- 10) 伊藤清光 (2004): 北日本病虫研報 55: 134 ~ 139.
- 11) 菊地淳志・小林徹也 (2004): 同上 55: 149 ~ 154.
- 12) 小野 亨ら (2007): 同上 58: 75 ~ 79.
- 13) PLUESS, T. et al. (2010): Agric. Ecosyst. Environ. 137: 68 ~ 74.
- 14) 寺本憲之 (2003): 滋賀農総七農試研報 43: 47 ~ 70.
- 15) VERES, A. et al. (2012): Agric. Ecosyst. Environ. (in press)
- 16) 渡邊朋也・樋口博也 (2006): 植物防疫 60: 201 ~ 203.
- 17) YASUDA, M. et al. (2011): Appl. Entomol. Zool. 46: 519 ~ 525.

植物防疫特別増刊号 No.10

植物ダニ類の見分け方

B5判 120頁 口絵カラー
価格 2,520円税込 (本体 2,400円)

◆ 農作物に寄生するダニ類および天敵のカブリダニ類の見分け方を詳しく解説。

掲載内容



- I. ハダニ科の見分け方 (江原昭三・後藤哲雄 著)
 - 1) ハダニ科の概説と日本産の種のリスト
 - 2) ビラハダニ亜科のハダニ
 - 3) ナミハダニ亜科のハダニ
- II. ヒメハダニ科およびケナガハダニ科の見分け方 (江原昭三 著)
- III. フシダニ類の見分け方 (上遠野 富士夫 著)
 - 1) フシダニ類の概説とナガクダフシダニ科およびヨツゲフシダニ科
 - 2) フシダニ科群の概説と属への検索
 - 3) ハリナガフシダニ科の概説と属への検索
- IV. コナダニ類の見分け方 (岡部 貴美子 著)
 - 1) コナダニによる作物被害とダニの見分け方
 - 2) コナダニ類の同定 I 標本の作製から科の同定まで
 - 3) コナダニ類の同定 II 成虫と第2若虫から属への同定
- V. カブリダニ科の見分け方 (江原 昭三 著)
 - 1) カブリダニ科の概説と日本産の種のリスト
 - 2) ムチカブリダニ亜科
 - 3) ホンカブリダニ亜科
 - 4) カタカブリダニ亜科