

# 景観と非選択的殺虫剤が露地栽培ナスの捕食性天敵ヒメハナカメムシ類Orius spp.(カメムシ目:ハナカメムシ科)の個体数に与える影響

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者名	馬場,友希 田中,幸一 竹中,勲 國本,佳範
発行元	日本応用動物昆虫学会
巻/号	60巻4号
掲載ページ	p. 171-178
発行年月	2016年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 景観と非選択的殺虫剤が露地栽培ナスの捕食性天敵ヒメハナカメムシ類 *Orius* spp. (カメムシ目: ハナカメムシ科) の個体数に与える影響

馬場 友希<sup>1,\*</sup>・田中 幸一<sup>1</sup>・竹中 勲<sup>2</sup>・國本 佳範<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立研究開発法人農業環境技術研究所

<sup>2</sup> 奈良県農業研究開発センター

Potential Effects of Surrounding Landscape and Non-selective Insecticides on Abundance of Predatory Bugs, *Orius* spp. (Heteroptera: Anthocoridae) in Eggplant Fields. Yuki G. BABA,<sup>1,\*</sup> Koichi TANAKA,<sup>1</sup> Isao TAKENAKA<sup>2</sup> and Yoshinori KUNIMOTO<sup>2</sup> <sup>1</sup>National Institute for Agro-Environmental Sciences; 3-1-3 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan. <sup>2</sup>Nara Prefecture Agricultural Research and Development Center; 130-1 Ikenouchi, Sakurai, Nara 633-0046, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 60: 171-178 (2016)

**Abstract:** The local density of natural enemies, which provide biological control, can be affected by the surrounding landscape and by local field management. We examined how landscape factors and non-selective insecticides influenced the abundance of predatory bugs of the genus *Orius*, which provide effective biological control on eggplant, from June to September 2013. We investigated the numbers of these bugs in 13 eggplant fields across four regions of Nara prefecture, Honshu, Japan. Areas of different land-use types around the fields were estimated from GIS data in circular buffer zones with radii ranging from 100 to 1,000 m (intervals of 100 m). Using a generalized linear model and Akaike's Information Criteria, we analyzed the effects of landscape element, landscape heterogeneity and use of non-selective insecticides on the abundance of *Orius* spp. Landscape elements within a 200-m radius affected abundance: the abundance of *Orius* spp. was higher in landscapes with a mixture of urban and agricultural areas than in landscapes dominated by forest. On the other hand, non-selective insecticides did not affect the abundance of *Orius* spp. This result suggests the importance of landscape factors in determining the local abundance of *Orius* spp.

**Key words:** Agricultural practice; geographic information system; insectary plant; selective insecticide; thrips

## 緒 言

保全型生物的防除 (Conservation Biological Control) とは、圃場管理の方法や天敵生物への影響が弱い薬剤への転換等を通じて、圃場周辺に生息する土着天敵の多様性や密度を高めることにより圃場内の害虫密度を抑制する害虫防除体系のことである (Landis et al., 2000; Jonsson et al., 2008). その具体的な取組みとして、例えば、天敵に餌資源や棲み場所を提供するインセクタリアープランツの設置 (Colley and Luna, 2000; Ambrosino et al., 2006) や、害虫以外の生物への影響が小さい選択的農薬の使用 (大野ら, 1995; 仲井ら, 2009) などが挙げられる。一方、土着天敵の密度を高める上で、圃場管理だけでなく、周辺環境から受ける影響を考慮することも重要である。なぜなら、圃場は農薬の使用や耕起等の人為的攪乱によりしばしば生物の

生息に不適な環境となり、圃場内の環境だけでは天敵個体群は維持されず、生息地となる周辺環境からの移入によって維持されるためである (Bianchi et al., 2006; Tschamtket et al., 2007; Veres et al., 2013). 欧米諸国では、2000 年頃以降、地理情報システム (Geographic Information System) を用いた景観生態学的なアプローチに基づく研究が精力的に行われるようになり、景観要因が土着天敵の個体数や種多様性に与える影響が明らかにされてきた (Tschamtket et al., 2007). 例えば、欧州のコムギ畑を対象とした研究では、周囲の非農耕地の割合が高い圃場ほど、捕食者であるクモ類の個体数や種数が増加することが明らかにされている (Schmidt et al., 2005, 2008). このように欧米諸国では土着天敵に対する周辺環境の影響について多くの知見が蓄積されているが、日本を含めたアジア諸国では同様の研究例は極めて少ない (田淵・滝, 2010).

\* E-mail: ybaba@affrc.go.jp

2015 年 11 月 7 日受領 (Received 7 November 2015)

2016 年 7 月 8 日登載決定 (Accepted 8 July 2016)

DOI: 10.1303/jjaez.2016.171

ハナカメムシ科 (Heteroptera: Anthocoridae) のヒメハナカメムシ類 (*Orius* spp.) は世界中に広く分布し、アザミウマ類やアブラムシ類、ハダニ類等の様々な農業害虫を捕食する広食性捕食者として知られる (永井ら, 1988; 永井, 1990; Kawai, 1995; Nakata, 1995; Fathi, 2009; Lucas and Rosenheim, 2011). 日本の温帯域に分布する主要な種として、ナミヒメハナカメムシ *Orius sauteri* (Poppius), コヒメハナカメムシ *Orius minutus* (Linnaeus), タイリクヒメハナカメムシ *Orius strigicollis* Poppius, ツヤヒメハナカメムシ *Orius nagaii* Yasunaga の4種が知られており (安永・柏尾, 1993), これらは畑地においてチョウ目やカメムシ目害虫の天敵として機能している (伊藤ら, 1960). 特に、露地栽培ナスでは、多くの殺虫剤に対して抵抗性を発達させている侵入害虫のミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny の密度抑制における有効性が示されており (河本・河合, 1988), 近年ではマリーゴールド等の温存植物による天敵保護 (井村・神川, 2012) や、天敵への影響が弱い選択的殺虫剤 (永井, 1990) 等を組み合わせたヒメハナカメムシ類の利用技術の開発が進められている (奈良県農業研究開発センター, 2012).

一方、露地ナス圃場におけるヒメハナカメムシ類の密度は、主に周辺環境で発生する個体の移入によって維持されていることから (大野ら, 1995), 圃場管理の影響だけでなく、周囲の景観によってその個体数が大きく変動する可能性がある。また、天敵保護技術の開発は精力的に進められているものの、多くは試験圃場内での小スケールの操作実験に基づくため、より栽培規模が大きな一般の農家圃場における検証も不可欠である。そのため、ヒメハナカメ

シ類の生育にとって好適な周辺環境や、その密度を増加させる圃場管理法を明らかにするためには、圃場周囲の景観や圃場管理が異なる実際の圃場を対象とした野外調査が必要である。そこで、本研究では、景観構造および非選択的殺虫剤の散布回数が異なる複数の露地ナス圃場を対象にヒメハナカメムシ類の個体数の調査を実施し、露地ナス圃場のヒメハナカメムシ類が圃場管理と景観構造から受ける影響を検証した。

本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」により実施した。

## 材料および方法

### 調査地とヒメハナカメムシ類の計数法

奈良県の葛城市、五條市、奈良市、天理市の4地域における計13の露地ナス圃場を調査地とした (Fig. 1). 同じ地域内における圃場間の距離の平均値と範囲 (括弧内) は、葛城市で1,756m, 五條市は3,046m (1,985–4,982), 奈良市10,273m (498–18,789), 天理市1,579m (648–2,189)であり、同一地域における圃場同士では、有効空間スケール (200m, 結果参照) より離れた距離が保たれている。圃場周囲の景観は地域間・圃場間で違いがあり、例えば、奈良市では森林が多く、天理市では耕作地・市街地が多い傾向がある (Table 1). ヒメハナカメムシ類の成虫・幼虫の個体数は一圃場につき20もしくは100のナス花を対象に、たたき落とし法による調査で評価した。ヒメハナカメムシ類は外見での種同定が難しいことから種は識別しなかったが、この地域では、ナミヒメハナカメムシ, コヒメハナカ

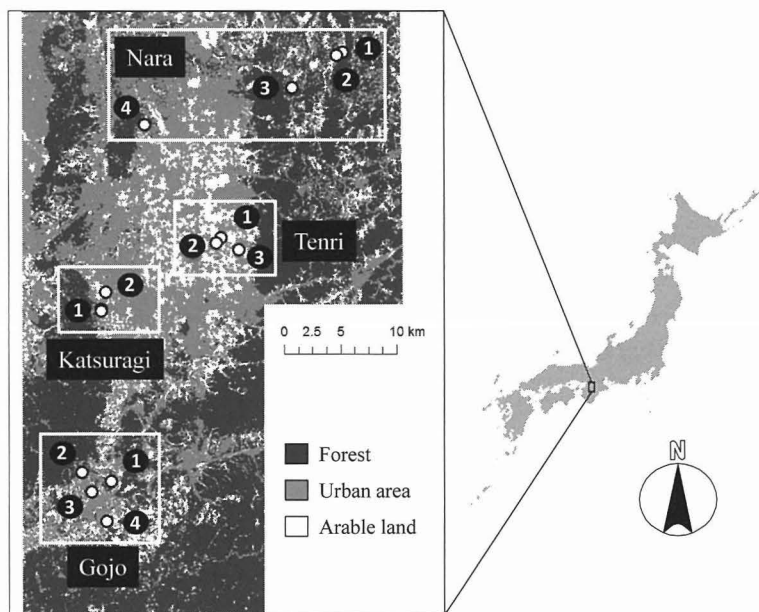


Fig. 1. The location of study fields shown by open circles. The numerals besides the plots indicate the field number in Table 1.

メムシ、ツヤヒメハナカメムシ、タイリクヒメハナカメムシの4種が確認されており、ナミヒメハナカメムシが最も優占している(竹中ら, 2016)。また、ヒメハナカメムシ類の重要な餌資源である各種アザミウマ類(ミナミキイロアザミウマ, ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom), ミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande), ネギアザミウマ *Thrips tabaci* Lindeman)の成虫・幼虫の個体数も同時に記録した。この調査を2013年6月17日から9月10日にかけて、2週間間隔で計7回実施した。

**圃場管理**

調査対象とした圃場では土着天敵の保護に基づく害虫防除が行われている。例えば、殺虫剤としてヒメハナカメムシ類への影響が小さいプロフェジン、フロニカミド、アセキノシル、クロルフエナピル、ピリフルキナゾン、シエノピラフェン、シフルメトフェン、インドキサカルブMP、フルベンジアミド、ピリダリル、クロラントラニリプロール、ビフェナゼートの選択的殺虫剤および殺ダニ剤が用いられており、さらにヒメハナカメムシ類の温存植物としてフレンチマリーゴールド *Tagetes patula* L. (井村・神川, 2012) が2圃場を除く全ての調査圃場で、圃場周縁部に植栽されている (Table 1)。一方、一部の圃場では非選択的殺虫剤(アクリナトリン, チアメトキサム, クロルフルアズロン, エマメクチン, ジノテフラン, ミルベメクチン, スピノサド, トリクロルホン, アセタミプリド)が使用されており、その使用回数は圃場間で大きく異なる (Table 1)。なお、クロルフルアズロンは、一般的には天敵に影響の少ない選択的殺虫剤であるが、ヒメハナカメムシ類に対して影響が大きいため、ここでは非選択的

殺虫剤として扱った。圃場管理として非選択的殺虫剤の散布回数、温存植物であるマリーゴールドの植栽の有無、さらにアザミウマの個体数が重要と考えられたが、サンプル数 ( $n=13$ ) に対して説明変数の数が多くなるため、結果的にヒメハナカメムシ類の個体数との相関が高い非選択的殺虫剤の散布回数のみを使用した (非選択的殺虫剤:  $r=-0.51$ , アザミウマ合計個体数:  $r=0.22$ , マリーゴールド植栽:  $r=-0.09$ )。なお、非選択的殺虫剤の使用回数とマリーゴールド植栽の間には比較的大きな負の相関がみられたが ( $r=-0.64$ )、これら2変数とアザミウマ合計個体数との間には有意な相関はみられなかった (非選択的殺虫剤:  $r=0.06$ , マリーゴールド:  $r=-0.01$ )。

**景観構造**

圃場周囲の土地利用の評価には環境省の1/25,000植生図(第6・7回植生調査)を用いた (<http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-043.html>)。本植生図は1990年代後半から2000年代にかけての調査に基づくものであるが、Google Earthを用いて近年の航空写真と照合することにより、使用した土地利用データが現在の土地利用と大幅な違いがないことを確認した。既存研究において、カメムシ類における景観要因が影響する空間スケールが100~1,000mの範囲である (Yasuda et al., 2011; Takada et al., 2012; Taki et al., 2014) ことを踏まえ、地理情報システムのソフトウェアであるArcGIS10 (Esri ジャパン株式会社, 東京)を用いて、圃場の中心部から異なる半径の円形バッファーを100mから1,000mの範囲で、100m刻みで発生させ、各範囲に含まれる土地利用面積を評価した。土地区分は、大区分を元に耕作地、森林、市街地、その他(湿原・河川、二次草原、伐採跡地、牧草地・ゴルフ場・芝地)の4つに再分類した。

Table 1. Geographic location, area, local management of the 13 studied eggplant fields in Nara prefecture, Japan and the percentage of major land-use types within 1,000m around sampling sites

Fields	Latitude (N)	Longitude (E)	Area (m <sup>2</sup> )	Insectary plants <sup>a</sup>	No. of non-selective insecticide application	No. of flowers surveyed	Land-use (%)		
							Arableland	Urban area	Forest
Gojo 1	34.3694	135.7111	1,000	1	1	20	40.2	13.0	39.6
Gojo 2	34.3770	135.6831	900	1	0	100	24.2	24.0	46.1
Gojo 3	34.3608	135.6922	600	1	0	20	43.6	41.9	13.6
Gojo 4	34.3368	135.7067	800	0	3	20	54.4	27.9	17.2
Katsuragi 1	34.5068	135.7031	600	1	2	20	42.9	39.7	16.9
Katsuragi 2	34.5221	135.7073	1,200	1	0	20	51.5	48.3	0.2
Nara 1	34.7138	135.9409	900	1	7	20	28.7	6.7	64.5
Nara 2	34.7114	135.9354	1,100	1	3	20	32.1	9.1	57.5
Nara 3	34.6859	135.8912	500	1	1	20	14.2	6.0	73.8
Nara 4	34.6569	135.7472	900	0	11	100	30.0	19.7	50.3
Tenri 1	34.5649	135.8207	900	1	0	20	67.5	32.5	0.0
Tenri 2	34.5611	135.8157	800	1	0	20	63.1	36.9	0.0
Tenri 3	34.5554	135.8380	900	1	0	100	56.7	42.8	0.6

<sup>a</sup> 0=absence and 1=presence of insectary plants.

なお、その他の土地利用は全てのバッファースイズにおいて、被覆割合が1%に満たなかったため、解析には使用しなかった。景観要因としては、各土地利用の割合を表す景観要素 (Landscape element) と、どのくらい多様な土地利用が含まれるかを表す景観異質性 (Landscape heterogeneity) の2つに注目した。景観要素について、森林と耕作地の被覆割合との間に、全てのバッファースイズにおいて強い負の相関がみられた ( $-0.93 < r < -0.81$ )。また森林と市街地との間にも、100mのバッファースイズ ( $r=0.21$ ) 以外で強い負の相関がみられた ( $-0.92 < r < -0.64$ )。一方、耕作地と市街地との間では600m以下のバッファースイズではほとんど相関がみられなかったが ( $0.14 < r < 0.57$ )、700m以上の範囲では強い正の相関がみられた ( $0.69 < r < 0.74$ )。このように様々なバッファースイズにおいて景観要素間で強い相関がみられたため、景観要素は主成分分析によって一つの変数に要約した。景観異質性については、多様度指数であるシンプソン指数 (Simpson's index:  $D$ ) を用いて評価した。これらのパラメーターを全てのバッファースイズについて算出した。

### データ解析

景観要因と圃場管理がヒメハナカメムシ類の個体数に及ぼす影響を、負の二項分布を誤差構造とする一般化線形モデル (Generalized Linear Model, 以下、GLM) を用いて評価した。応答変数となるヒメハナカメムシ類の個体数は、6月から9月までの成虫・幼虫の合計値を用いた。成虫・幼虫の合計値を用いた理由は、ヒメハナカメムシ類の場合、成虫と同様に幼虫も害虫防除機能を有するため、害虫抑制の観点から、幼虫と成虫を別々にした個体数よりも、むしろ成幼虫を含めたトータルの個体数が重要であると判断したためである。調査花数の違いはオフセット項としてモデルに組み込むことにより、その影響を考慮した。説明変数として、景観要因および非選択的殺虫剤の使用回数を用いた。またGLMによる解析に先立ち、説明変数間の多重共線性の有無は、相関係数の値0.70を基準として判断した (Dormann et al., 2013)。

ヒメハナカメムシ類の個体数を最もよく説明する変数を特定するために、モデルのパフォーマンスの指標となる赤池情報量規準 (Akaike's Information Criteria, 以下、AIC) を用いてモデル選択を行った。解析は2段階の手順を踏んだ。まず、ヒメハナカメムシ類の個体数の決定に重要な空間スケール (すなわち有効な空間スケール) を特定するため、バッファースイズごとに、全ての説明変数の組み合わせについて統計モデルを当てはめ、モデル間のパフォーマンスをAICにより比較した。各バッファースイズで最も低い値を示すAICを比較し、その中で最も低い値を示したバッファースイズを有効な空間スケールとみなした。次

に、ヒメハナカメムシ類の個体数に影響を及ぼす説明変数を特定するために、有効な空間スケールにおいて、全ての説明変数の組み合わせについてモデルを作成し、最も低いAIC値との差を表す $\Delta AIC$  ( $\Delta AIC = AIC - AIC_{lowest}$ ) を算出した。 $\Delta AIC$ が2より小さい値を示すモデルは最良モデルと同等の性能を示すと考えられるため、そのようなモデルが複数みられる場合はモデル平均化 (Model-averaging) を行った (Burnham and Anderson, 2002)。各変数の影響の強さについては $z$ 値を用いて評価し、2以上の値を示す変数を影響力の強い変数とみなした。全ての解析にはR ver 2.15を用いた。負の二項分布に基づくGLMにはMASSを、総当たりのモデル選択およびモデル平均化にはMuMin (Multi-Model Inference) の解析パッケージを使用した (R Core Team, 2014)。

### 結 果

土地利用面積を対象に主成分分析を行った結果、全てのバッファースイズにおいて、第一主成分が高い寄与率 (83.2%) を示した。そのため、第一主成分を、景観要素を表す変数として解析に用いた。説明変数 (景観異質性、景観要素、非選択的殺虫剤の使用回数) の間の相関は、非選択的殺虫剤と景観要素との間では  $0.26 < r < 0.51$  と全てのスケールで低い値を示したが、景観要素と景観異質性および、景観異質性と非選択的殺虫剤とはそれぞれバッファースイズ半径100mと200mにおいて高い値を示した (100m:  $r=0.88$ , 200m:  $r=0.73$ , Table 2)。

各バッファースイズの最も低いAICの値を比較したところ、半径200mのバッファースイズで最も低い値がみられた (Fig. 2)。このことから、ヒメハナカメムシ類にとって有効な空間スケールは200mの空間範囲だと考えられ、これは調査圃場間の距離よりも小さい値であった。次に半径200mの空間スケールにおける、全ての説明変数の組み合わせについてGLMを用いて解析を行ったところ、景観要素のみを含むモデルが最も低いAICの値を示した (Table 3)。一方、それ以外の上位3つのモデルも $\Delta AIC$ が2以下の値を示した (Table 3)。これらの4つのモデルを対象にモデル平均化を行ったところ、ベストモデル同様に景観要素のみがヒメハナカメムシ類の個体数に強い影響を及ぼすことが分かった (Table 3)。景観要素を表す第一主成分は

Table 2. Correlation coefficients among three explanatory variables in the effective spatial scale (200 m)

	Landscape heterogeneity	Landscape element	Non-selective insecticide
Landscape heterogeneity	1.00		
Landscape element	0.55	1.00	
Non-selective insecticide	0.73	0.51	1.00

市街地および耕作地面積とは負の相関を示し、森林面積と強い正の相関を示した(因子負荷量:市街地-0.23,耕作地-0.56,森林0.80, Fig. 3). したがって、景観要素(第一主成分)が負の影響をもつという結果は、周囲に森林が少なく、市街地と特に耕作地が多い圃場ほどヒメハナカメムシ

シ類の個体数が増加することを示唆する(Fig. 4).

考 察

本研究では、露地ナス圃場におけるヒメハナカメムシ類の個体数に対して、圃場周囲の景観が及ぼす影響を、GLMを用いて解析した。解析に用いたデータは単年度のものであるため、結論を得るには複数年次の調査が必要であるが、得られた結果は、ヒメハナカメムシ類の生態的特徴とよく一致していた。すなわち、圃場の中心から半径200mに含まれる景観要素が、露地ナス圃場のヒメハナカメムシ類の個体数に影響を及ぼしており(Fig. 3)、これは周囲に森林が少なく、市街地と耕作地の被覆割合が高い圃場ほど、ヒメハナカメムシ類の個体数が増加することを意味する(Fig. 4)。この結果は、ヒメハナカメムシ類が森林ではなく、主に市街地や農地周辺の雑草地を生息地として利用する(Lundgren et al., 2009; Veres et al., 2012)という生態的特性とよく一致している。また、景観の異質性による影響がみられなかったことから、ヒメハナカメムシ類は、生息地として利用する環境の幅が広くはなく、個体群の維持において必ずしも多様な環境の組み合わせを必要としない可

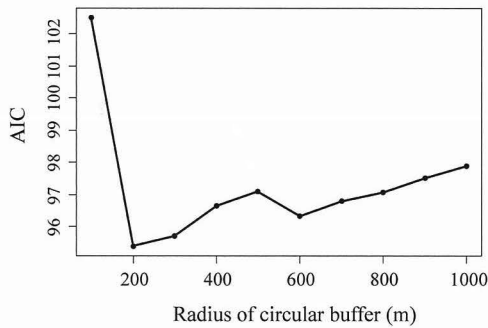


Fig. 2. Values of Akaike's Information Criteria (AIC) plotted against the spatial scales at which area of land-use are calculated.

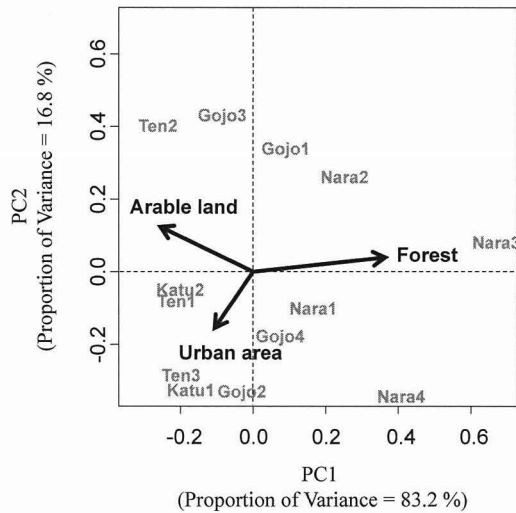


Fig. 3. Principal component analysis of landscape elements around 13 studied fields. Characters in bi-plot chart represent the abbreviated names of the fields as shown in Table 1.

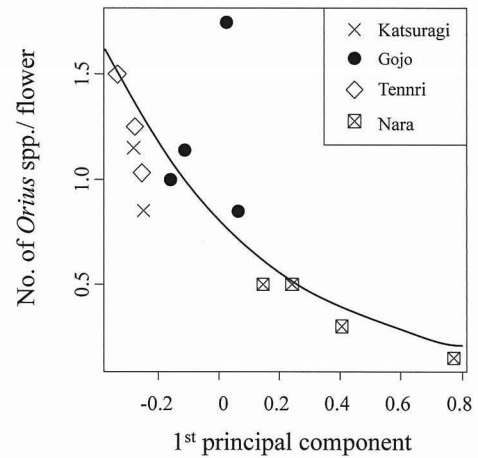


Fig. 4. Relationship between abundance of *Orius* spp. and landscape elements.

Table 3. The results of the generalized linear models describing the variation of abundance of predatory bugs *Orius* spp.

ΔAIC	Weight	z-values			
		Intercept	Landscape heterogeneity	Landscape element	Non-selective insecticide
—	0.39	-2.31		<b>-5.29</b>	
1.11	0.22	-1.33	0.92	<b>-4.37</b>	
1.35	0.20	-1.11		<b>-3.46</b>	-0.89
1.38	0.19	-1.60	1.36	<b>-3.63</b>	-1.40
Averaged model					
—	—	-0.90	0.96	<b>-3.48</b>	-0.97

Models with ΔAIC < 2 and averaged model are shown. Bold character indicates influential variable.

能性が考えられた。しかしながら、これらの景観による影響を解釈する際、解析対象としたヒメハナカメムシ類に複数の種が含まれている点に注意する必要がある。調査圃場では、少なくとも4種のヒメハナカメムシ類が確認されているため(竹中ら, 2016)、景観による影響は、おそらく複数種の平均的な性質もしくは優占種の特徴を反映している可能性がある。ヒメハナカメムシ類は種によって選好する微生物環境が異なり(安永ら, 2001)、さらに種構成や優占種は地域的、季節的に変動することから(大野ら, 1995)、景観がヒメハナカメムシ類の個体数に及ぼす影響は、地域や時期によって大きく変化する可能性がある。この可能性を検証するためには、今後種の違いを考慮にいった調査解析が必要である。また今回の解析結果では、市街地と耕作地がもたらす効果が分離されておらず、具体的にどの景観要素が重要であるかは特定されていない。景観が影響するプロセスを明らかにするためには、今後、ヒメハナカメムシ類にとって重要と考えられる雑草地や畦畔など、より細かい空間スケールの土地利用を評価する必要がある。

景観構造が生物に影響を及ぼす空間スケールは、その生物がもつ分散特性を反映することが知られている(Schmidt et al., 2008)。例えば、水稻害虫であるアカスジカスミカメ *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) では400mの空間スケールが重要であることが示されたが、これは本種個体の移動分散距離を反映していると考えられた(Takada et al., 2012)。また、果樹の害虫であるチャバネアオカメムシ *Plautia stali* (Scott) の有効な空間スケールは、餌資源を求めて活発に分散する時期には広くなり、そうでない時期には小さくなるなど、カメムシの季節的な動態をよく反映している(Taki et al., 2014)。ヒメハナカメムシ類は体長2mm前後と体サイズが小さいため、他のカメムシに比べて分散能力は低いことが予想され、実際、今回明らかにされた200mという有効空間スケールは、アカスジカスミカメのそれよりも狭かった。また今回解析に用いたデータは6~9月の合計個体数であり、その間にヒメハナカメムシ類の個体数に複数の発生ピークがみられることから(永井, 1990)、200mという範囲は複数世代の累積的な行動・分散範囲を反映している可能性がある。したがって、世代あたりの分散範囲はさらに狭いものと推測される。一方、今回の解析では、成幼虫の合計値を用いているため、200mという範囲は、成虫・幼虫の平均的な分散能力を反映している可能性がある。幼虫と成虫では翅の有無の違いに伴い、その分散能力に大きな違いがあるため、成虫の飛翔に伴う分散範囲や幼虫の発生量に及ぼす空間スケールを特定する上でも、今後成虫と幼虫を分けた解析が必要である。

調査対象とした多くの圃場では土着天敵を保護するた

めに非選択的殺虫剤の使用を減らす取組みがされており、その有効性が示されている(奈良県農業研究開発センター, 2012)。しかし、本研究の解析では、非選択的殺虫剤はヒメハナカメムシ類の個体数に影響を及ぼさなかった(Table 3)。非選択的殺虫剤の影響が検出されなかった理由として、サンプルサイズが小さかったことに加え、広い範囲を調査対象としたため、景観要因の影響に比べてその影響が弱かった可能性が考えられる。その点を明らかにするためには、調査圃場数を増やすことによって、今回検出できなかった非選択的殺虫剤の影響の有無を検証する必要がある。さらにそれによって、温存植物の天敵保護効果(井村・神川, 2012)やアザミウマ類の個体数の影響(大野ら, 1995; 柿元ら, 2006)など、その他の天敵保護の取り組み効果や代替餌の重要性についても検証できると考えられる。

本研究は、圃場周囲の景観と圃場内の管理といった異なる空間スケールの要因が、土着天敵であるヒメハナカメムシ類の個体数に及ぼす影響を明らかにした。露地ナス圃場における土着天敵類の発生に対する周辺環境の重要性は従来から指摘されていたが(大野ら, 1995; 大野, 2003)、その影響と範囲を初めて示した点で、本研究は貴重な実証例となる。また本研究で得られた知見は、対象とする圃場が土着天敵の生息や増殖に適した条件かどうかを判断する際に役立つため、将来的に立地条件に応じた適切な害虫防除法の提案につながる事も期待される。今後の課題として、本解析結果の普遍性や妥当性を検討するために、異なる年次および異なる地域の露地ナス圃場において同様の検証を行う必要がある。景観は土着天敵だけでなく同時に害虫個体群の密度にも影響を及ぼすため、景観の影響による天敵密度の増加が直接害虫抑制効果の向上につながるかどうかは検討の余地がある。この可能性を検討するためにも、今後は害虫密度を考慮にいった天敵-害虫間の相互作用の空間的な動態も調査する必要がある。

## 摘 要

奈良県の4地域にある13カ所の露地ナス圃場において、ナスの害虫類に対する有効天敵として知られるヒメハナカメムシ類 *Orius* spp. の調査を行い、ヒメハナカメムシ類の個体数に対する周辺景観と圃場管理の影響を解析した。周辺景観については地理情報システムを用いて、調査圃場の中心から半径100~1,000mの範囲で100m間隔の円形バッファを発生させ、各バッファに含まれる土地利用面積を定量化した。応答変数をヒメハナカメムシ類個体数、説明変数を景観要素(主成分分析による第一主成分)、景観異質性(土地利用に関する多様度指数: シンプソン指数)および非選択的殺虫剤の使用回数とする一般化線形モデルを構築し、ヒメハナカメムシ類個体数に影響を及ぼす要因

とその空間範囲を特定した。赤池情報量規準 (AIC) に基づくモデル選択とモデル平均化の結果, 周囲 200m 以内の景観要素がヒメハナカメムシ類の個体数に影響を及ぼすことが明らかになった。すなわち, 周囲の森林面積が小さく, 耕作地・市街地面積が大きい圃場ほどヒメハナカメムシ類の個体数が多かった。一方, 非選択的殺虫剤の影響はみられなかった。本結果は, 露地ナス圃場のヒメカメムシ類の個体数を維持する上で, 周辺景観が重要であることを示すものである。

引用文献

Ambrosino, M. D., J. M. Luna, P. C. Jepson and S. D. Wratten (2006) Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae), other beneficial insects, and herbivores. *Environ. Entomol.* 35: 394-400.

Bianchi, F. J. J. A., C. J. H. Booij and T. Tscharntke (2006) Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proc. R. Soc. Lond. B* 273: 1715-1727.

Burnham, K. P. and D. R. Anderson (2002) *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. Springer, New York. 488 pp.

Colley, M. R. and J. M. Luna (2000) Relative attractiveness of potential beneficial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Environ. Entomol.* 29: 1054-1059.

Dormann, C. F. et al. (2013) Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography* 36: 27-46.

Fathi, S. A. A. (2009) The abundance of *Orius niger* (Wolf.) and *O. minutus* (L.) in potato fields and their life table parameters when fed on two prey species. *J. Pest Sci.* 82: 267-272.

井村岳男・神川 諭 (2012) フレンチマリーゴールドのヒメハナカメムシ類温存植物としての可能性. 関西病虫研報 54: 163-165. [Imura, T. and S. Kamikawa (2012) Possibility of *Tagetes patula* L. for banker plants of *Orius* spp. *Ann. Rep. Kansai Pl. Prot.* 54: 163-165.]

伊藤嘉昭・宮下和喜・後藤 昭 (1960) モンシロチョウ個体群の自然死亡率および死亡原因について. 応動昆 4: 1-10. [Ito, Y., K. Miyashita and A. Gotoh (1960) Natural mortality of the common cabbage butterfly, *Pieris rapae crucivora* Boisduval, with considerations on the factors affecting it. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 4: 1-10.]

Jonsson, M., S. D. Wratten, D. A. Landis and G. M. Gurr (2008) Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biol. Control* 45: 172-175.

柿元一樹・井上栄明・山口卓宏・大野和朗・高木正見 (2006) 春期の雑草におけるナミヒメハナカメムシの発生パターン. 応動昆 50: 68-71. [Kakimoto, K., H. Inoue, T. Yamaguchi, K. Ohno and M. Takagi (2006) Population trends of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthodoridae) on weeds in spring. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 50: 68-71.]

Kawai, A. (1995) Control of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera:

Thripidae) by *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) on greenhouse eggplant. *Appl. Entomol. Zool.* 30: 1-7.

河本賢二・河合 章 (1988) 露地栽培ナスの数種害虫に及ぼす捕食性天敵 *Orius* sp. の影響. 九病虫研究会報 34: 141-143. [Kawamoto, K. and A. Kawai (1988) Effect of *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) on the population of several pests on eggplant. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu* 34: 141-143.]

Landis, D. A., S. D. Wratten and G. M. Gurr (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45: 175-201.

Lucas, É. and J. A. Rosenheim (2011) Influence of extraguild prey density on intraguild predation by heteropteran predators: A review of the evidence and a case study. *Biol. Control* 59: 61-67.

Lundgren, J. G., K. A. G. Wyckhuys and N. Desneux (2009) Population responses by *Orius insidiosus* to vegetational diversity. *Biol. Control* 54: 135-142.

永井一哉 (1990) 露地栽培ナスにおけるハナカメムシ *Orius* sp. によるミナミキイロアザミウマの密度抑制効果. 応動昆 34: 109-114. [Nagai, K. (1990) Suppressive effect of *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) on the population density of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) in eggplant in an open field. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 34: 109-114.]

永井一哉・平松高明・逸見 尚 (1988) *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) によるミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) の密度抑制について. 応動昆 32: 300-304. [Nagai, K., T. Hiramatsu and T. Henmi (1988) Predatory effect of *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) on the density of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on eggplant. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 32: 300-304.]

仲井まどか・大野和朗・田中利治 編 (2009) バイオロジカルコントロール. 朝倉書店, 東京. 168pp. [Nakai, M., K. Ohno and T. Tanaka, eds. (2009) *Biological Control*. Asakura Book Co., Tokyo. 168pp.]

Nakata, T. (1995) Population fluctuations of aphids and their natural enemies on potato in Hokkaido, Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 30: 129-138.

奈良県農業研究開発センター (2012) 奈良県における土着天敵を活用した露地ナスの減農薬栽培技術マニュアル. 14pp. [Nara Prefecture Agricultural Research and Development Center (2012) *Conservation Biological Control Manual of Insect Pests on the Eggplant Field Using Selective Insecticides in Nara Prefecture*. 14 pp.]

大野和朗 (2003) 露地野菜害虫に対する天敵の利用と今後の課題. 植物防疫 11: 510-514. [Ohno, K. (2003) Effective use of natural enemies for open field vegetables and its future prospect. *Plant Prot.* 11: 510-514.]

大野和朗・嶽本弘之・河野一法・林 恵子 (1995) 露地栽培のナスにおけるミナミキイロアザミウマの総合防除体系の有効性—現地農家圃場での実証. 福岡農総試研報 14: 104-109. [Ohno, K., H. Takemoto, K. Kawano and K. Hayashi (1995) Effectiveness of integrated pest control program for *Thrips palmi* Karny on eggplants: a case study in a commercial field. *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14: 104-109.]

R Core Team (2014) R: A language and environment for statisti-



- cal computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Available at <http://www.r-project.org>
- Schmidt, M. H., I. Roschewitz, C. Thies and T. Tscharntke (2005) Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *J. Appl. Ecol.* 42: 281–287.
- Schmidt, M. H., C. Thies, W. Nentwig and T. Tscharntke (2008) Contrasting responses of arable spiders to the landscape matrix at different spatial scales. *J. Biogeogr.* 35: 157–166.
- 田淵 研・滝 久智 (2010) 農耕地周辺の土地利用に注目した広域害虫管理—これまでの研究動向と今後の展望. 植物防疫 64: 251–255. [Tabuchi, K. and H. Taki (2010) Pest management at landscape scale: a review and future directions. *Plant Prot.* 64: 251–255.]
- Takada, M. B., A. Yoshioka, S. Takagi, S. Iwabuchi and I. Washitani (2012) Multiple spatial scale factors affecting mirid bug abundance and damage level in organic rice paddies. *Biol. Control* 60: 169–174.
- 竹中 勲・神川 諭・今村剛士 (2016) 奈良県の露地ナス圃場におけるヒメハナカメムシ類の種構成. 奈良県農業研究開発センター研究報告 47: 18–21. [Takenaka, I., S. Kamikawa and T. Imamura (2016) Species composition of *Orius* spp. in eggplant field of Nara prefecture. *Bull. Nara Agr. Res. Cen.* 47: 18–21.]
- Taki, H., K. Tabuchi, H. Iijima, K. Okabe and M. Toyama (2014) Spatial and temporal influences of conifer planted forests on the orchard pest *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae). *Appl. Entomol. Zool.* 49: 241–247.
- Tscharntke, T., R. Bommarco, Y. Clough, T. O. Crist, D. Kleijn, T. A. Rand, J. M. Tylianakis, S. van Nouhuys and S. Vidal (2007) Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biol. Control* 43: 294–309.
- Veres, A., F. Tóth, J. Kiss, K. Fetykó, S. Orosz, C. Lavigne and D. Bohan (2012) Spatio-temporal dynamics of *Orius* spp. (Heteroptera: Anthocoridae) abundance in the agricultural landscape. *Agr. Ecosyst. Environ.* 162: 45–51.
- Veres, A., S. Petit, C. Conord and C. Lavigne (2013) Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. *Agr. Ecosyst. Environ.* 166: 110–117.
- Yasuda, M., T. Mitsunaga, A. Takeda, K. Tabuchi, K. Oku, T. Yasuda and T. Watanabe (2011) Comparison of the effects of landscape composition on two mirid species in Japanese rice paddies. *Appl. Entomol. Zool.* 46: 519–525.
- 安永智秀・柏尾具俊 (1993) 日本産ヒメハナカメムシ類の分類と同定. 植物防疫 47: 180–183. [Yasunaga, T. and T. Kashio (1993) Taxonomy and identification of Japanese *Orius* species. *Plant Prot.* 47: 180–183.]
- 安永智秀・高井幹夫・川澤哲夫 編 (2001) 日本原色カメムシ図鑑第2巻. 全農教, 東京. 350pp. [Yasunaga, T., M. Takai and T. Kawasaki, eds. (2001) *A Field Guide to Japanese Bugs II*. Zenkoku Noson Kyoikukyokai, Publishing Co., Ltd., Tokyo. 350pp.]
-