

# 静岡県における斑点米カメムシ類の捕獲頻度と環境要因の関係

稲垣栄洋<sup>1)†</sup>・済木千恵子<sup>1)</sup>・松野和夫<sup>1)</sup>・市原実<sup>1)</sup>・伊勢紀<sup>2)</sup>・増澤直<sup>2)</sup>

1) 静岡県農林技術研究所

2) 地域環境計画

## Relationships between the Capture Frequency of Rice bugs and Environmental Conditions in Shizuoka Prefecture

Hidehiro Inagaki<sup>1)</sup>, Chieko Saiki<sup>1)</sup>, Kazuo Matsuno<sup>1)</sup>, Minoru Ichihara<sup>1)</sup>, Hajime Ise<sup>2)</sup>  
and Tadashi Masuzawa<sup>2)</sup>

1) Shizuoka Res.Inst.of Agric.and For.

2) Regional Environmental Planning Inc.

### Abstract

We evaluated how frequency of the occurrence of 4 major rice bug species correlated with large-scale environmental variables at 50 sites over a 6-year period in Shizuoka Prefecture. The assimilated information was used to construct an effective multiple regression model to predict the abundance of 2 bug species (specifically, *Stenotus rubrovittatus* and *Trigonotylus caelestialium*) in relation to several environmental factors associated with terrain and land use. Hazard maps predicting the occurrence of these 2 rice bug species in Shizuoka Prefecture were produced using this model. In addition, we constructed further accurate maps to predict the frequency of the occurrence of *S. rubrovittatus* by using the vegetation data in abundant fields.

キーワード: 斑点米カメムシ, 発生予測モデル, ハザードマップ

## I 緒 言

近年、イネの穂を害する斑点米カメムシの被害が深刻な問題となっている<sup>4)1)</sup>。日本で問題になっている斑点米カメムシとしてホソハリカメムシ、トゲシラホシカメムシ、クモヘリカメムシ、ミナミアオカメムシ、アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ等があり<sup>2)3)9)</sup>。静岡県では特にホソハリカメムシ、クモヘリカメムシ、アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメの4種の斑点米カメムシの発生が多くみられる(松野, 未発表データ)。

筆者らは、これまでカメムシの発生調査を行う中で、斑点米カメムシの発生は年次による差異が大きいにもかかわらず、多発地帯は、常に発生が多く、逆に斑点米カメムシの少ない地域では、どの年次でも相対的に発生が少ない傾向を観察してい

る(松野ら, 未発表データ)。このことから斑点米カメムシの発生は、地形や気候等の土地条件や周辺植生の影響を受けており、発生のしやすさは、地域によってある程度、決まっている可能性が示唆される。そこで、斑点米カメムシの発生状況と周辺環境の要因との対応関係から、斑点米カメムシ発生要因の抽出を試みた。

## II 材料及び方法

### 調査 1.土地利用・地形条件による斑点米カメムシの発生予測モデル

静岡県内で発生数の多いホソハリカメムシ、クモヘリカメムシ、アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメの4種の斑点米カメムシを対象とした。2003年

† 現在、静岡大学大学院農学研究科

6月から2008年9月までの静岡県病害虫防除所の50地点の巡回調査における斑点米カメムシの捕獲頻度(カメムシ捕獲回数/調査回数24回)(第1表)を目的変数とし、国土数値情報から得られた調査地点周辺の地形と土地利用のデータを説明変数とした総当りの重回帰分析を行い、寄与率の低い環境要因を取り除いて、再度、重回帰分析を行って、調整済み決定係数が最大となるモデルとAIC(Akaike's Information Criterion)<sup>1)</sup>が最小となるモデル式を選択した。説明変数には、地形データとして標高、傾斜、湿潤度、日射量、高度分散量を用い、土地利用として、宅地率、林率、開放水域率、用水路率、水域率を用いた(第2表)。地形データはTerrain for ArcGISを用いて作成し、土地利用は空中写真の判読により行った。解析は調査地点から半径150mと300mの2段階で行った。さらに、得られた予測モデルに静岡県内の国土数値情報「土地利用細分メッシュデータ」から抽出した地形と土地利用データを挿入し、結果を地図上に表現した。

## 調査2.周辺植生による斑点米カメムシの発生予測モデル

調査1と同様の4種の斑点米カメムシの2003年から2008年までの捕獲頻度(カメムシ捕獲回数/調査回数24回)(第1表)を目的変数とし、調査1で作成した第2表のGISデータの土地利用区分のうち、放棄水田を優占植生によって細区分して説明変数とし、総当りの重回帰分析を行って、調整済み決定係数が最大となるモデルとAIC(Akaike's Information Criterion)<sup>1)</sup>が最小となるモデル式を選択した。なお、放棄水田の植生は、2002年に撮影されたオルソ航空写真からの推計に2008年に実施した現地調査を加えて、稲垣ら<sup>5)</sup>の休耕田類型(第3表)に従って、8タイプに分類した。解析は、調査1と同様に調査地点から半径150mと300mの2段階で集計した植生データを用いて行った。

第1表 斑点カメムシ類の調査地点と斑点米カメムシの捕獲頻度

NO	市町村	地点	捕獲頻度		NO	市町村	地点	捕獲頻度	
			ジ	ゲ				ジ	ゲ
1	伊豆長岡町	小坂	83.3%	16.7%	26	焼津市	新中新田	50.0%	16.7%
2	修善寺町	熊坂	0.0%	16.7%	27	焼津市	石脇	50.0%	0.0%
3	中伊豆町	八幡	33.3%	0.0%	28	岡部町	内谷	83.3%	50.0%
4	大仁町	宗光寺	16.7%	16.7%	29	藤枝市	城南	83.3%	83.3%
5	菫山市	寺家	50.0%	16.7%	30	藤枝市	大州	33.3%	33.3%
6	菫山市	長崎	33.3%	16.7%	31	浜松市	飯田	66.7%	33.3%
7	菫山市	原木	66.7%	50.0%	32	浜松市	三新	33.3%	33.3%
8	三島市	安久	0.0%	50.0%	33	竜洋町	西平松	66.7%	33.3%
9	三島市	新谷	50.0%	66.7%	34	福田町	下太	100.0%	33.3%
10	清水町	玉川東	50.0%	33.3%	35	浅羽町	松原1	83.3%	33.3%
11	裾野市	石脇	50.0%	0.0%	36	大須賀町	西大淵	83.3%	16.7%
12	御殿場市	中清水	33.3%	0.0%	37	浜岡町	下朝比奈	100.0%	33.3%
13	御殿場市	新橋	0.0%	0.0%	38	菊川町	中内田	83.3%	0.0%
14	御殿場市	東田中	0.0%	0.0%	39	袋井市	友永	83.3%	33.3%
15	御殿場市	大堰	0.0%	0.0%	40	袋井市	下山梨	100.0%	16.7%
16	小山町	吉久保	0.0%	0.0%	41	磐田市	下大乃	33.3%	0.0%
17	小山町	用沢	0.0%	0.0%	42	浅羽町	松原2	50.0%	16.7%
18	御殿場市	二枚橋	16.7%	0.0%	43	小笠町	河東	83.3%	33.3%
19	御殿場市	グミ沢	16.7%	0.0%	44	大東町	海戸	66.7%	16.7%
20	御殿場市	神場	16.7%	16.7%	45	小笠町	上平川	83.3%	0.0%
21	榛原町	坂部	66.7%	0.0%	46	掛川市	各和	83.3%	0.0%
22	吉田町	片岡	83.3%	16.7%	47	掛川市	本郷	66.7%	16.7%
23	大井川町	宗高	83.3%	50.0%	48	森町	谷中	100.0%	0.0%
24	焼津市	田尻	66.7%	0.0%	49	磐田市	鎌田	66.7%	50.0%
25	焼津市	旧中新田	16.7%	33.3%	50	磐田市	西貝塚	33.3%	0.0%

第2表 土地利用による発生予測モデルの解析に用いた環境要因

	標高(m)
	傾斜(°)
地形	湿潤度*
	日射量(MJ/m <sup>2</sup> )
	高度分散量**
	宅地率(%)
	林率(%)
	放棄水田率(%)
	放棄畑率(%)
調査地150m圏内の面積率	やぶ率(%)
	草地率(%)
	雑草地率(%)***
	開放水域率(%)
	用水路(開放)率(%)
	水域率(%)****
	宅地率(%)
	林率(%)
	放棄水田率(%)
	放棄畑率(%)
調査地300m圏内の面積率	やぶ率(%)
	草地率(%)
	雑草地率(%)***
	開放水域率(%)
	用水路(開放)率(%)
	水域率(%)****
* ln(特定集水域面積/斜面の角度)	
** 高度の標準偏差	
***放棄水田+放棄畑+やぶ+草地	
****開放水域+用水路	

第3表 周辺植生による発生予測モデルの説明変数として用いた指標

地形など		標高(m)
		傾斜(度)
		湿潤度*
		日照量(MJ/cm <sup>2</sup> /年)
		起伏量
土地利用面積(m <sup>2</sup> )	放棄水田	水田
		水田雑草群落
		湿性イネ科群落
		一年生イネ科群落
		ススキ群落
		ヨシ群落
		チガヤ群落
		その他の多年生雑草群落
	その他	
	畑	
	放棄畑	
樹木畑		
茶畑		
宅地		
樹林		
開放水域		
水路(開放)		
道路		
その他裸地		
やぶ		
草地		
温室		
* ln(特定集水域面積/斜面の角度)		

### III 結 果

#### 調査1. 土地利用・地形条件による斑点米カメムシの発生予測モデル

調査対象とした4種の斑点米カメムシのうち、ホソハリカメムシ、クモハリカメムシで得られたモデルはいずれも決定係数が低く、説明力の高いモデルは得られなかった。

アカスジカスミカメの捕獲頻度を説明する変数として宅地率、林率、湿潤度が採用された。アカスジカスミカメについては、決定係数が最大となるモデルと AIC が最小となるモデルは同一であり、決定係数 0.31、P 値 ≤ 0.01 で次のモデル式が得られた(式1)。この予測モデル式を用いて、静岡県におけるアカスジカスミカメの捕獲頻度の高い地域を図化した(第1図)。

(式1)

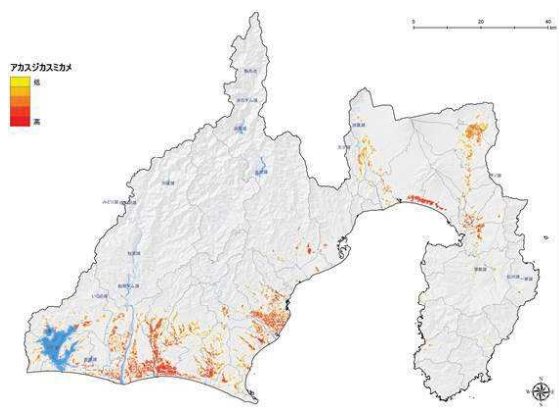
$$\text{アカスジカスミカメの捕獲頻度} = 0.0220 - 0.5163 \times \text{宅地率} (300\text{m 圏内}) - 1.1535 \times \text{林率} (300\text{m 圏内}) + 0.0508 \times \text{湿潤度}$$

一方、アカヒゲホソドリカスミカメについても、決定係数が最大となるモデルと AIC が最小となるモデルは同一であり、決定係数 0.20、P 値 ≤ 0.05 の次のモデル式が得られた(式2)。

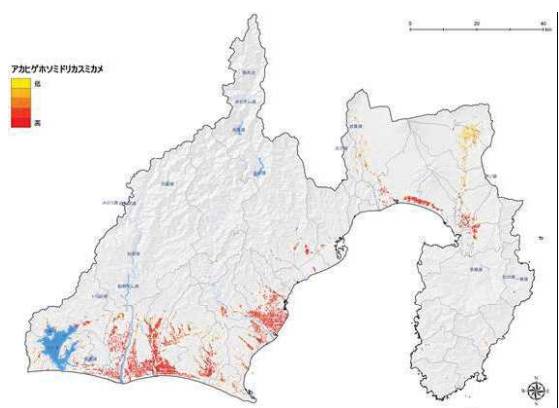
(式2)

$$\text{アカヒゲホソドリカスミカメの捕獲頻度} = 0.2644 - 0.1007 \times \text{傾斜度}$$

この予測モデル式を用いて、静岡県におけるアカヒゲホソドリカスミカメの捕獲頻度の高い地域を図化した(第2図)。



第1図 静岡県におけるアカスジカスミカメの発生予測マップ



第2図 静岡県におけるアカヒゲホソドリカスミカメの発生予測マップ

## 調査2. 周辺植生による斑点米カメムシの発生予測モデル

調査対象とした4種の斑点米カメムシのうち、ホソハリカメムシ、クモヘリカメムシ、アカヒゲホソドリカスミカメの3種については、説明力の高いモデルは得られなかった。

アカスジカスミカメの捕獲頻度を説明する変数として、標高、半径150m以内の水田面積、湿性イネ科雑草群落面積、その他雑草群落面積、畑面積が選択され、決定係数0.53、 $P$ 値 $\leq 0.01$ の次のモデル式が得られた(式3)。

(式3)

アカスジカスミカメの捕獲頻度 $=0.330-0.001 \times$  標高 $+0.33$  水田面積 $+5.65 \times$  放棄水田(湿性イネ科群落)面積 $+1.30 \times$  放棄水田(その他の多年生雑草群落)面積 $+1.23 \times$  畑面積  
面積は半径150mの範囲

## IV 考 察

周辺の土地利用や地形条件との関係では、アカスジカスミカメとアカヒゲホソドリカスミカメの2種について有効な予測モデルを構築することができた。このことから、この2種の斑点米カメムシは移動範囲が限られており、周辺環境の影響を強く受けると考えられる。アカスジカスミカメの移動距離は半径400mであると推察されており<sup>14)</sup>、アカヒゲホソドリカスミカメも移動分散が少ないことが推察されている<sup>15)</sup>。

一方、ホソハリカメムシとクモヘリカメムシの2種については、有効なモデルは得られなかった。ホソハリカメムシは、スキの株間や落ち葉の間<sup>7, 8, 10)</sup>、クモヘリカメムシはスギ林やヒノキ林で越冬することが知られており<sup>13)</sup>、移動距離が大きい。そのため、今回の解析範囲とした半径300mを超えて、広域な環境が影響している可能性がある。

本調査から、アカスジカスミカメの捕獲頻度を説明する変数として宅地率、林率、湿潤度が採用され、アカスジカスミカメは、宅地や林が少なく、高湿な地形で発生が多い傾向が得られた。このことから、アカスジカスミカメは半径300m圏内に水田がまとまっている地域ほど、捕獲頻度が高いというモデルで説明が可能であると考えられる。

他方、アカヒゲホソドリカスミカメについては、説明変数として傾斜度のみが採用された。このことから、アカヒゲホソドリカスミカメは、傾斜地で少ない傾向が得られ、平坦地で発生が多いというシンプルなモデルで説明された。

これらの予測モデルを広域で取得可能なGISデータを用いて静岡県全域に適用し、アカスジカスミカメとアカヒゲホソドリカスミカメの発生予測マップを作成した。この予測マップは、これらの斑点米カメムシの捕獲頻度を示すハザードマップであると同時に、斑点米カメムシの捕獲頻度の低い地域は、減農薬を行いやすい環境保全型農業のポテンシャルマップであると見ることもできる。

しかしながら、今回の予測モデルは、限られた土地利用区分のGISデータに基づいて構築されていることから、予測精度の向上のため、実測値をさらに集め、検証を行う必要がある。

斑点米カメムシは、イネ科雑草を寄主としていることから、周辺地域の植生が斑点米カメムシの捕獲頻度に影響を与えていることが推察される。そこで、次に周辺の植生環境を説明変数として加え、さらに決定係数の高いモデル式の構築を試みた。その結果、アカスジカスミカメについて、土地利用区分のGISデータに基づいて得られたモデル式(式1)の決定係数0.31( $p < 0.01$ )と比べて決定係数が0.53( $p < 0.01$ )の高いモデルを構築することができた。アカスジカスミカメのモデル式(式3)の係数は、イヌビエ等が優占する湿性イネ科雑草群落面積で高かった。このこと

から、アカシカスミカメの捕獲頻度は、周辺の湿性イネ科雑草群落と密接に関係していることが示唆される。筆者らは、静岡県中部地域における休耕田や放棄水田における害虫の発生状況を調査し、イヌビエなどノビエ類が優占している休耕田や放棄水田は、斑点米カメムシの主要な発生源となっていることを明らかにしており<sup>6,12)</sup>、本モデル式もそれを裏付ける結果となった。

このように周辺植生を要因とすることにより、アカシカスミカメについて、より決定係数の高いモデル式を構築することができた。しかしながら、土地利用区分のGISデータによって捕獲頻度を予測するモデル式では、静岡県全域の発生予測を図化することができたのに対して、周辺植生を要因とする場合は、植生調査のデータを必要とすることから、広域に図化することができない。今回のモデル式では、湿性イネ科雑草群落面積が重要であったことから、広域な図化を行う上では、衛星画像や航空機のハイパースペクトルデータを用いることにより、イネ科植生を判別する技術の開発が今後の研究課題となる。

## V 摘 要

静岡県内 50 地点の過去 6 年間のカメムシの捕獲頻度データと周辺環境の GIS データの相互解析により、主要な斑点米カメムシ 4 種について、発生要因の抽出を試みた。その結果、アカシカスミカメとアカヒゲホソドリカスミカメの 2 種について AIC(Akaike's Information Criterion)が最小となる有効なモデル式を選択することができ、静岡県における発生のハザードマップを作成することができた。さらに、周辺の植生環境を要因とすることによって、アカシカスミカメについてさらに決定係数の高いモデル式が作成された。

## 引用文献

- 1) Akaike, H., (1973) Information theory and an extension of the maximum likelihood principle', Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory, Petrov, B. N., and Caski, F. (eds.), Akadimiai Kiado, Budapest: 267-281.
- 2) 福井俊夫・西野精二・松村美小夜・土井正彦・広岡健司 (2006) センチピードグラスを植栽した水田畦畔における斑点米カメムシの発生状況. 奈良農技セ報 37:25-30.
- 3) 林英明(1997) 斑点米カメムシ発生相の変遷と防除対策. 植物防疫 51: 455-461.
- 4) 樋口博也(2010) 斑点米被害を引き起こすカスミカメシ類の生態と管理技術. 日本応用動物昆虫学会誌 54: 171-188.
- 5) 稲垣栄洋・大石智広・松野和夫・高橋智紀・伴野正志 (2008) 静岡県菊川流域における植生の異なる休耕田にみられる動植物. 緑化工学会 34:269-272.
- 6) 稲垣栄洋・松野和夫・高橋智紀・大石智広・根岸春奈・山下雅幸(2009) 希少植物種が自生する休耕田におけるヒユ類の抑制. 日本緑化工学会誌 34:174-177.
- 7) 石倉秀次・永岡昇・小林尚・田村市太郎(1955) 大豆害虫に関する研究(第3報). カメムシ類によるダイズの被害, カメムシ類の生態及び防除法について. 四国農業試験場報告 2: 147-195.
- 8) 河野 哲(1991) ダイズを加害するカメムシ類の発生生態と防除に関する研究. 兵庫中農技特別研究報告 16:54-58.
- 9) Kiritani, K. (2007) The impact of global warming and land-use change on the pest status of rice and fruit bugs (Heteroptera) in Japan. Global Change Biology 13: 1586-1595.
- 10) 小林尚 (1983) 転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究. 茨城県農業研究センター研究成果集報 No.1 : 179-185.
- 11) 桑沢久仁厚・中村寛志(2006) カメムシ類の発生量と斑点米被害の関係および畦畔の草刈りがカメムシ類の発生に及ぼす影響について. 信州大学農学部AFC報告 4: 57-63.
- 12) 松野和夫・稲垣栄洋・大石智広・高橋智紀(2008) 植生の異なる休耕田における斑点米カメムシの発生消長の比較. 第 52 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨: 54
- 13) 崎村 弘・永井清文. 1976. カメムシ類の生態ならびに防除に関する研究 第 3 報 ミナミアオカメムシおよびクモヘリカメムシの越冬.九州病虫研報 22:91-94
- 14) Takada, M., Yoshioka, A., Takagi, S., Iwabuchi, S., Washitani, I., (2012) Multiple spatial scale factors affecting mirid bug abundance and damage level in organic rice paddies. Biological Control 60: 169-174
- 15) 高橋明彦. 2008. アカヒゲホソドリカスミカメの基礎的生態ならびに生活史に関する研究. 東北大学学位論文