

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K14671

研究課題名(和文)水田周辺の土地利用情報に基づく環境診断：発生予察と天敵利用技術への応用

研究課題名(英文) Effects of surrounding landscape on abundance of major insect pest species in paddy fields

研究代表者

仲島 義貴 (Nakashima, Yoshitaka)

京都大学・生態学研究センター・研究員

研究者番号：80322882

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：水田周辺の土地利用が水田害虫とその天敵の発生に及ぼす影響を北海道上川・空知・石狩地方の無農薬水田で評価した。主な水田害虫とその天敵類を対象に、7月初めから9月初めにかけて2週間ごとに計5回、すくい取りによる調査を行った。また、調査水田から半径1200mにある景観要素を測定した。その結果、各害虫種で特定の時期、距離で景観との関係が見られ、アカヒゲでは周辺の小麦圃場との関係が示唆され、ウンカ類やイネミズゾウムシでは畦畔との関係、ドロオイでは畦畔、森林両方との関係が見られた。これらの主要な天敵類であるクモ類においては、種によって関係する周辺環境やその範囲が大きく異なった。

研究成果の概要(英文)：Effects of the surrounding landscape characteristics on insect pest population in paddy fields were evaluated. From June to September of 2015 and 2016, abundance of the major pest species were estimated in 24 organic paddy fields of Kamikawa, Sorachi and Ishikari district. In landscape characteristics, Abundance of *T. caelestialium* was positively related with area of wheat fields. Abundance of *Oulema oryzae* was positively related with area of forest area. Potential natural enemies of these pest insects were also related with surrounding landscape use, but the landscape type and scale vary in species.

研究分野：害虫管理学・生態学

キーワード：総合的害虫管理 景観生態学 生物的防除 発生予察 移動分散

### 1. 研究開始当初の背景

多くの害虫は非農耕地や周辺作物から圃場に移入することが知られており、総合的病害虫管理 (IPM) において周辺環境が圃場内の害虫個体数に及ぼす影響評価は重要と考えられる。特に攪乱の大きい農耕地では、圃場周辺の景観要素 (森林や雑草地など) からの移入が害虫と天敵の重要な個体数決定要因となる (田淵・滝, 2010; Schellhorn et al., 2014)。害虫や天敵の移入パターンの把握は、技術・労力的にきわめて困難であるため、圃場内の害虫・天敵個体数に圃場周辺の環境が及ぼす影響を予測し、発生予察や天敵利用に応用可能な技術につながるかもしれない。しかし、このような研究は、世界的に見ても少ない (田淵・滝, 2010)。

北海道で重要な水田害虫としてアカヒゲホソミドリカスミカメ *Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy) やイネドロオイムシ *Oulema oryzae* (Kuwayama)、イネミズゾウムシ *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel、ヒメトビウンカ *Laodelphax striatella* (Fallén)、セジロウンカ *Sogatella furcifera* (Horváth)、フタオビコヤガ *Naranga aenescens* Moore が知られている。

アカヒゲホソミドリカスミカメは本州では、雑草地、造成地、牧草のイタリアンライグラスが侵入源として考えられており (菊池・小林, 2003; Yasuda et al., 2011)、北海道では、スズメノカタビラ、レッドトップ、ケンタッキーブルーグラスといったイネ科雑草 (八谷, 1999) だけでなく、コムギでも発生し (奥山ら, 1983)、イネとコムギの栽培歴が一部重なる北海道においてはコムギ圃場が重要な侵入源となっている可能性がある。イネドロオイムシは水田付近の山地、防風林などの林地、草地、畦畔などで越冬し、そこから水田に侵入すると考えられている (児玉ら, 2004)。

前述のように、農耕地では攪乱が頻繁におこるため、水田害虫の天敵であるクモ類の生息地として不適な環境であると考えられ、農耕地に生息するクモ類の多くが周囲環境を越冬地などに利用し、農耕地へ移入することが示唆されている。クモ類の中にはバルーニングによって長距離移動する能力を持つものが知られており、隣接している生息地だけでなく、非常に広い空間から作物圃場への移入が示唆されている。

水田においてもアシナガグモ類、コモリグモ類、サラグモ類など多くのクモ類が生息している。これらのクモ類の個体数を決定する要因として周囲の景観からの移入が考えられるが、その詳細は明らかになっていない。

### 2. 研究の目的

北海道の稲作地帯 (上川、空知、石狩地方) を舞台に、24 の有機水田を調査するとともに、GIS など近年発達した技術を用いて圃場周辺

の害虫や天敵の潜在的発生源の面積などを定量化し、「個々の圃場の環境診断」を行うことで、1)「害虫発生量」と2)「天敵の働き大きさ」について圃場単位での推定を試みるため、当該生物の圃場内の季節消長と圃場周辺の土地利用とのかかわりを明らかにした。

### 3. 研究の方法

北海道の空知・石狩・上川地方 (深川市、北竜町、美唄市、岩見沢市、当別町、新篠津村、長沼町、南幌町、北広島市、当麻町、芦別市、上富良野町) の有機水田 24 圃場で調査を行った。各水田の位置は Global Positioning System (GPS) による緯度経度の計測により記録された。調査は6月中旬から9月中旬にかけておおむね2週間に1回実施した。

具体的なサンプリング法として、水田内すくいとりは、捕虫網 (直径 36 cm) を使い、40 振りを圃場ごとに2ヶ所で行い、隣接しない10株に対するみとりを任意の2つの場所で行った。同様に、天敵類においてもすくい取り法と見つけ取り法で採集を行った。採集後、実験室において種ごとに個体数を計数した。

調査水田周辺の景観要素の面積、畦畔の長さの算出は、調査圃場から半径 1.2 km 内にある作物 (イネ、コムギ、ソバ、ダイズ、ジャガイモ、アズキ、コーン、ネギ)、牧草地、雑草地、森林、裸地を現地で判別し、地図上に記録した。その記録に基づき、ArcGIS version 10.0 (ESRI, 2010) を用いて、調査水田周辺の景観要素の面積、畦畔の長さを定量化した (図1)。

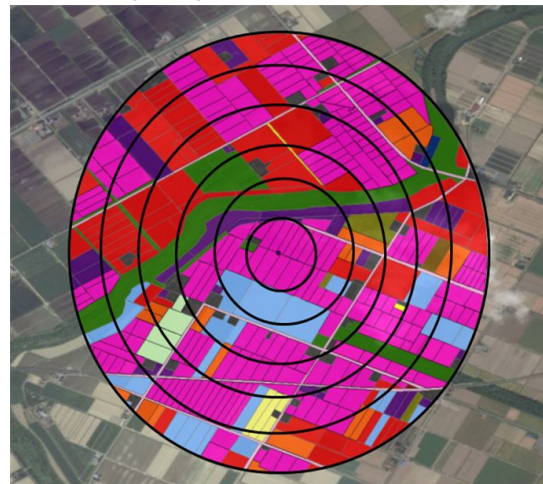


図1. GIS を用いて、調査水田周辺環境 (畑作物、森林、牧草地など) を色分けした図。円は中心の調査水田から半径 200 m ごとに6つのスケール (200 m, 400 m, 600 m, 800 m, 1000 m, 1200 m) を示す。

説明変数の係数は、モデル平均理論を用いて求めた (Burnham and Anderson, 2002)。その手順は、調査時期ごとに、応答変数 (各害虫の個体数) と説明変数 (調査地から半径 200 m, 400 m, 600 m, 800 m, 1000 m, 1200 m

のそれぞれの範囲内の景観要素の面積および畦畔長)の可能な組み合わせ全てに関して、AICcを求め、景観要素の面積と畦畔長それぞれの要素において、AICcが最も小さなモデルを“best model”として定義した。

各応答変数に対し、説明変数全ての best model と寄主の個体数を組み合わせたモデル“full model”を構築し、AICcを求めた。最もAICcの小さなモデルからAICcが4以上離れていないモデルを全て選び、Akaike weight ( $w_i$ )を用いて重みづけをしたのちに平均化し各パラメータの係数を求めた。その係数の95%信頼区間が0を含まないものを有意なパラメータとし、各害虫の個体数に影響をおよぼす要因を推定した。なお、これらの解析は、R version 2. 15. 2を使用した。

#### 4. 研究成果

##### ・主要害虫の季節消長

全調査圃場における、採取された各害虫種の個体数について、アカヒゲホソミドリカスミカメは成虫において、8月初旬から増加し始め、8月中旬に最も多く採集された。8月中旬までに採取された幼虫はすべて若齢か中齢幼虫であったため、8月中旬以前の成虫は周辺環境からの侵入した個体のみと考えられる。

イネドロオイムシ成虫は、7月中旬に最も多く採集され、そのあと、減少する傾向が見られた。蛹は7月中旬に最も多く、この時期の蛹には成虫の羽化した穴が認められず、蛹が減少する8月初旬からは羽化の穴が確認されたことから、7月中旬までのイネドロオイムシ成虫は越冬世代の成虫のみと考えられる。

ヒメトビウカ成虫は8月初旬から発生が見られ、9月初旬に最も採取された。セジロウカ成虫は8月初旬から発生が見られ、9月初旬に最も採取された。フタオビコヤガ幼虫は7月中旬から9月初旬にかけて観察されたが、時期的に多い、少ないという傾向は見られなかったため、1世代、2世代の幼虫が発生しているものと考えられた。

イネミズゾウムシ成虫は9月初旬に一番多く採取されたが、7月初旬から発生が見られ8月初旬まで減少傾向であり、8月中旬から9月初旬にかけてまた増加傾向がみられた。このことから越冬世代の成虫が7月初旬から8月初旬まで発生しており、8月中旬から発生する成虫は第1世代成虫だと考えられた。

##### ・天敵類の個体数の季節消長

全調査圃場における、採取されたクモ類の発生消長について、ハラビロアシナガグモは成虫において、8月初旬、中旬に多く採集され、8月中旬で最も多かった。アゴブトグモ成体の多くは、ほとんどが9月初旬に採集された。

キバラコモリグモは、7月中旬から徐々に増加し始め、9月初旬に最も多く採集された。

ニセアカムネグモ成体は7月初旬から9月初旬まで、5回の調査のどの時期においてもほぼ一定の数が採集された。ノコギリヒザグモ成体は8月初旬、中旬に多く採集され、8月中旬で最も多かった。エサ昆虫では、ウンカ類は8月初旬から増加し始め、9月初旬に最も多く採集された。ユスリカ類は7月中旬に多く採集されたが、8月初旬、中旬、9月初旬では減少した。

##### ・水田内の害虫および天敵の個体数に影響をおよぼす景観要素

アカヒゲホソミドリカスミカメでは、圃場周辺の畦畔長の増加とともに、水田内のアカヒゲホソミドリカスミカメの個体数が減少する傾向が見られた。また、コムギの面積が多いほどアカヒゲホソミドリカスミカメの個体数が増加する傾向が示唆された。

イネドロオイムシでは、森林の面積と畦畔長の増加とともに、水田内のイネドロオイムシの個体数が増加する傾向が明らかになった。

ウンカ類では、畦畔の長さとの正の相関が見られ、セジロウカでは畦畔長の増加に伴い個体数が増加する傾向が見られた。また、フタオビコヤガでは、景観要素とフタオビコヤガ幼虫の個体数との間に影響が見られなかった。イネミズゾウムシでは、畦畔長が長いほどイネミズゾウムシ個体数が増加する傾向が明らかになった。

これらの主要害虫の潜在的な天敵である天敵と考えられるアシナガグモ類、コモリグモ類、およびサラグモ類はいずれも水田周辺の土地利用(森林や畔など)とそれらの個体数において正の相関が認められたが、種によって関連する景観要素やスケールは異なった。

以上の結果は、イネの主要害虫の個体数が周辺の土地利用に大きな影響を受けることを示し、この知見が新たな害虫発生の予測技術に利用できることを示唆するものであった。

本研究の成果をさらに発展させ、新たな害虫発生予測のモデリングやリスクマッピングの手法開発を行う予定である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

1) 高林純示・仲島義貴・竹本裕之(2016) 寄主に食害された植物が放出する揮発性物質に対する寄生蜂の特異的応答 - 単一化合物かブレンドか - 植物防疫 70 (6) 366-370.

2) Nakashima Y., Higashimura Y. & Mizutani K. (2016) Host discrimination and ovicide by aphid hyperparasitoids *Asaphes*

*suspensus* (Hymenoptera: Pteromalidae) and *Dendrocerus carpenteri* (Hymenoptera: Megaspilidae). Applied Entomology & Zoology 51(4) 609-614.

3) Nakashima Y., Ida T. Y., Powell W., Birkett M. A., Taki H. & Takabayashi J. (2016) Field evaluation of synthetic aphid sex pheromone in enhancing suppression of aphid abundance by their natural enemies. BioControl 61(5) 485-496.

4) Uefune M., Nakashima Y., Takabayashi J., Urano S., Kugimiya S. & Shimoda T. (2016) Offering honey containing a selective insecticide as food for pests and parasitoids: another effective use. Journal of Applied Entomology 140(10)796-800.

5) 渋谷真理・松原一世・安田哲也・仲島義貴 (2016) アブラムシの高次寄生蜂 *Dendrocerus carpenteri* (Curtis)の既寄生寄主識別：行動過程とマーカーの化学的特性。日本応用動物昆虫学会誌。60(2)87-92.

〔学会発表〕(計5件)

1) 仲島義貴・井田崇・Wilf Powell・John A. Pickett・Michael A. Birkett・滝久智・高林純示 (2017) 天敵誘引成分を用いたアブラムシの生物的防除の強化第 60 回日本応用動物昆虫学会・東京農工大学

2) 田淵 研・仲島義貴・滝久智 (2016) 害虫管理と景観生態学：実践的な事例の紹介応動昆小集会企画 第 59 回日本応用動物昆虫学会大阪府立大学

3) Nakashima Y. (2016) Novel methods of forecasting pests based on landscape ecological perspectives International Workshop on Advanced Future Studies (コブイン京都)

4) 仲島義貴 (2016) 水田周辺の土地利用情報に基づく環境診断：発生予察と天敵利用技術への応用。平成 27 年度関東東海北陸農業試験研究推進会議 北陸農業部会 病害虫技術研究会 (中央農業研究センター 北陸研究センター)

5) Nakashima Y. (2015) The adaptiveness of host manipulation by an aphid parasitoid. 4<sup>th</sup> International Entomophagous Insects Conference. Torre del Mar, Málaga, Spain.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

仲島 義貴 (NAKASHIMA, Yoshitaka)  
京都大学・生態学研究センター・研究員

研究者番号：80322882

### (2) 研究分担者

田淵 研 (TABUCHI, Ken)  
東北農業研究センター・主任研究員  
研究者番号：90531244

### (3) 連携研究者

滝 久智 (TAKI, Hisatomo)  
独立行政法人森林総合研究所・主任研究員  
研究者番号：80598730