

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23780049

研究課題名(和文) 環境保全型水田におけるクモの網の非栄養的効果がイネ害虫の被害防除に果たす役割

研究課題名(英文) Facilitation of ground-dwelling spider predation on mirid bugs by horizontal webs built by Tetragnatha spiders in organic paddy fields

研究代表者

馬場 まゆら(高田まゆら)(Baba, Mayura)

東京大学・農学生命科学研究科・准教授

研究者番号：10466807

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、環境保全型水田において水田害虫アカスジカスミカメ(以下アカスジ)が水田侵入時にアシナガクモの網に引っ掛かり株元に落下することで、徘徊性のコモリグモ類による害虫の捕食頻度が増加するという仮説を、野外パターン調査や害虫のDNAマーカーを用いたクモ類の胃内容分析等から検証した。

アカスジのDNAマーカーを用いたコモリグモの食性分析により、アシナガクモ密度の高い水田ではコモリグモによるアカスジ捕食率が高まることが示唆された。さらにアシナガクモ密度の高い水田ではアシナガクモの造る網の被度が高い傾向があることもわかった。これらの結果は、本研究の仮説を一部示唆するものであると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The mirid bug *Stenotus rubrovittatus*, a major insect pest in rice production, usually remains in the upper layer of paddies to feed on rice ears. However, the mirids are frequently trapped by horizontal webs of *Tetragnatha* spp. spiders and fall to the bottom layers of paddies where they are preyed upon by ground-dwelling predators. It is hypothesized that *Tetragnatha* spp. spiders facilitate bug predation by wolf spiders through trait-mediated effects, in which their horizontal webs force the bugs onto or near the ground and thereby into the hunting zones of wolf spiders. Molecular gut-content analysis of spiders coupled with field measurements revealed that the number of wolf spiders that tested positive for mirid bug predation increased significantly with the density of *Tetragnatha* spp. spiders in the paddies. We also observed a positive relationship between *Tetragnatha* spp. abundance and total cover by their webs in paddies. These results partially support our hypothesis.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・応用昆虫学

キーワード：生態系サービス 生物防除 形質介在効果 斑点米カメムシ類

## 1. 研究開始当初の背景

環境保全型水田で著しく多様性を増すクモ類のイネ害虫被害防除効果を評価するため、環境保全型稲作が盛んな宮城県大崎市を調査地として、以下の研究を行ってきた。

### (1) 野外パターン調査

無農薬、無化学肥料の水田約 30 枚を対象に、クモ類やイネ害虫及びそれらに影響を及ぼす環境要因などを調査し、ベイズ統計モデルを用いて解析したところ、本調査地で最も問題視されている斑点米カメムシ(アカスジカスミカメ、以下アカスジ)の密度と斑点米被害率は、イネの上部に水平円網を張るアシナガグモ類の密度が高くなるほど低くなることが示された。こうした結果から、アシナガグモ類の土着天敵としての重要性が示唆された。

### (2) 害虫の DNA マーカーを用いたクモ類の胃内容分析法の確立

野外においてクモ類がアカスジを捕食しているかを直接確かめるため、アカスジの DNA マーカーを用いたクモ類の胃内容分析法を開発した。この胃内容分析法を用いて、野外のクモがアカスジを捕食しているか調べたところ、アシナガグモ類によるアカスジの捕食頻度は低く、代わりにコモリグモ類による頻繁な捕食が確認された。

上記 2 つの調査結果は、一見矛盾するように見える。すなわちアシナガグモ類とアカスジの密度の間には負の相関関係が認められ、またどちらもイネの上部に生息していることから、これらの中で捕食被食関係が成り立っていると思われたが、胃内容分析の結果アシナガグモによるアカスジ捕食頻度は低いことがわかった。一方、コモリグモ類の優占種キバラコモリグモは主にイネの株元に生息し、アカスジはその餌資源である稲穂より下に移動することがほとんどないため、これらの中に捕食被食関係が生じるとは考えにくいにもかかわらず、胃内容分析によりキバラコモリグモによる頻繁なアカスジの捕食が確認された。

環境保全型水田において、アシナガグモ類が造る水平円網の被度は極めて高く、平均で約 30%、高いところでは 70% 近くに達していた水田もあった。またアカスジが網に引っ掛かり落下する光景も頻繁に観察された。こうした観察とこれまでの調査結果を考え合わせると、アシナガグモ類は網がもたらす非栄養的効果を介してアカスジによる斑点米被害を防除しているのではないかと考えられた。

## 2. 研究の目的

環境保全型水田において、アシナガグモ類の網がもたらす非栄養的効果が、アカスジに

よる斑点米被害の防除に果たす役割を評価する。本研究では、「アシナガグモ類の網がアカスジを株元に落下させることで、コモリグモ類によるアカスジの捕食を促進する。」という仮説を、環境保全型水田における野外パターン調査や害虫の DNA マーカーを用いたクモ類の胃内容分析等から検証する。

## 3. 研究の方法

宮城県大崎市田尻大貫・蕪栗地域は約 20km<sup>2</sup> の水田地帯であり、ラムサール条約登録湿地である蕪栗沼での生物多様性保全活動を中心に、多くの農家が無農薬・減農薬などの環境保全型稲作に取り組んでおり、こうした水田で生物多様性の調査が活発に行われている。そのため環境保全型水田では農家の調査協力を得やすく、研究遂行上適切なデザインで調査対象水田を多数選定することができる。本研究では、無農薬・無化学肥料水田のうちなるべく局所環境や栽培履歴が等しい水田を 19 圃場選定し、調査対象水田とした。

各調査水田においてコモリグモ類約 30 匹を採集し、すぐに 80% アルコールで固定した。各クモ個体の腹部から DNA を抽出し PCR を行い、アカスジの COI 遺伝子の断片が増幅しているか確認した。また、すくい取り法や見とり法などによる斑点米カメムシ類やクモ類、ユスリカ類などの生物量調査及びアシナガグモの網の被度調査も同時に行った。

アシナガグモの密度が高い水田ほどアシナガグモの網の被度が高いかを単回帰分析により検証した。次にアシナガグモの密度とコモリグモによるアカスジ捕食率との間に関係があるか確かめるため、目的変数をコモリグモによるアカスジ捕食率、説明変数をアシナガグモ密度、コモリグモ密度、アカスジ密度、ユスリカ類生物量とした多重ロジスティック回帰分析を行った。これらの統計解析には R for Windows 2.12.0 を用いた

## 4. 研究成果

### (1) 結果

アシナガグモ密度とアシナガグモの網の被度との間には正の関係の傾向があることがわかった(図 1)。

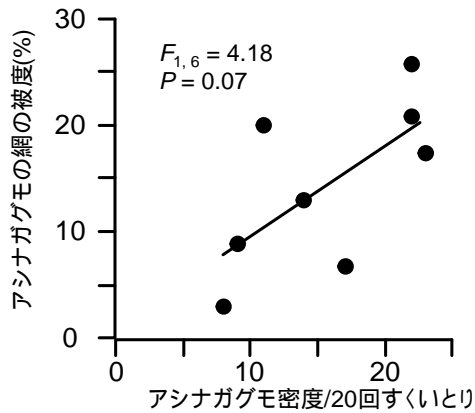


図1. アシナガグモの密度とアシナガグモの網の被度との関係

本調査中に採集したコモリグモ類はすべてキバラコモリグモ *Pirata subpiraticus* Bösenberg & Strand 1906 であった。19 の圃場から採集し胃内容分析を行ったクモ個体は合計 691 であった。多重ロジスティック回帰分析の結果、コモリグモによるアカスジ捕食率はアシナガグモの密度と正の関係があることがわかった (Estimate = 0.079,  $P = 0.002$ ; 図 2)。さらにコモリグモによるアカスジ捕食率はユスリカ類生物量と負の関係があることがわかった (Estimate = -0.021,  $P = 0.003$ )。

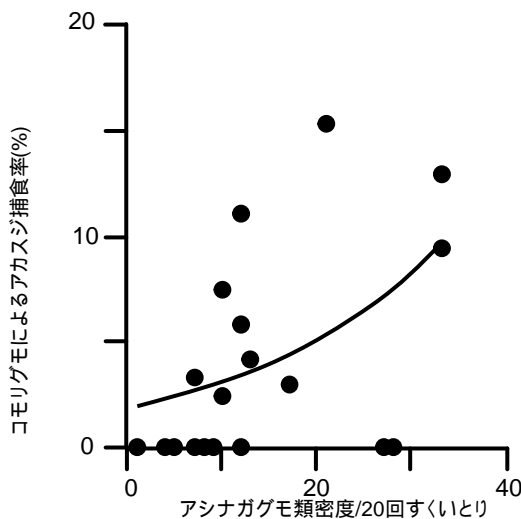


図2. アシナガグモの密度とコモリグモによるアカスジ捕食率との関係

## (2) 考察

アカスジの DNA マーカーを用いたコモリグモの食性分析により、アシナガグモ密度の高い水田ではコモリグモによるアカスジ捕食率が高まることが示唆された。さらにアシナガグモ密度の高い水田ではアシナガグモの造る網の被度が高い傾向があることもわ

かった。これらの結果は、本研究の仮説「アシナガグモ類の網がアカスジを株元に落下させることで、コモリグモ類によるアカスジの捕食を促進する。」を一部示唆するものであると考えられる。今後は、アシナガグモの網がアカスジを落下させる機能があるのかを検証する必要がある。また、こうしたアシナガグモとコモリグモのアカスジへの相乗効果がアカスジによる斑点米被害をどの程度減らすのかも併せて検討する必要があるだろう。

本研究では、ユスリカ類が多い水田ほどコモリグモによるアカスジ捕食率が下がるという結果も得られた。ユスリカ類はコモリグモにとって重要な代替餌であることが知られていることから、ユスリカが多い水田ではコモリグモはユスリカを多く捕食することでアカスジへの捕食率が低くなったと考えられた。

本研究により示唆されたアシナガグモのアカスジへの形質介在効果は、先行研究 (Takada et al. 2012) から示されたアシナガグモからアカスジへのトップダウン効果に少なからず寄与していると考えられる。水田の水面にはコモリグモ以外にも他のクモ類やアメンボ類などの捕食性節足動物類が多数生息している。アシナガグモの網により落下してきたアカスジは、こうした捕食者にも捕食されるだろう。

## 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 4 件)

Akira Yoshioka, Mayura B. Takada, Izumi Washitani. Landscape effects of a non-native grass facilitate source populations of a native generalist plant bug, *Stenotus rubrovittatus* in heterogeneous agricultural landscape. Journal of Insect Science in press. (査読有)

Mayura B. Takada, Tetsuya Kobayashi, Akira Yoshioka, Shun Takagi, and Izumi Washitani. Facilitation of ground-dwelling wolf spider predation on mirid bugs by horizontal webs built by *Tetragnatha* spiders in organic paddy fields. Journal of Arachnology 2013. 41: 31-35. doi: 10.1636/P12-30.1 (査読有)

Mayura B. Takada, Akira Yoshioka, Shun Takagi, Shigeki Iwabuchi, and Izumi Washitani. Multiple spatial scale factors affecting mirid bug abundance and damage level in organic rice paddies. Biological Control 2012. 60:

80-85.  
doi:10.1016/j.biocontrol.2011.11.011  
( 査読有 )  
Tetsuya Kobayashi, Mayura Takada, Shun Takagi, Akira Yoshioka, and Izumi Washitani. Spider predation on a mirid pest in Japanese rice fields. Basic and Applied Ecology 2011. 12:532-539. doi: 10.1016/j.baae.2011.07.007 ( 査読有 )

〔学会発表〕(計 4 件)

Mayura B. Takada, Tetsuya Kobayashi, Akira Yoshioka, Shun Takagi, and Izumi Washitani. Horizontal webs of *Tetragnatha* spiders enhance biological control of insect pests by spiders in organic paddy fields. 19th International Congress of Arachnology 2013 年 6 月 22 日 ~ 6 月 29 日. Kenting, Taiwan.

Mayura Takada, Tetsuya Kobayashi, Akira Yoshioka, Shun Takagi, and Izumi Washitani. Horizontal webs of *Tetragnatha* spiders enhance biological control of insect pests by spiders in organic paddy fields. XXIV International Congress of Entomology (招待講演) 2012 年 8 月 21 日. Deagu, Korea.

Takada MB, Takagi S, Kobayashi T, Yoshioka A, Kubo T, and Washitani, I. Horizontal webs of *Tetragnatha* spiders and abundant weeds enhance biological control of insect pests by spiders in organic paddy fields. The 5th EAFES International Congress. (招待講演) 2012 年 3 月 21 日. Otsu, Japan.

高田まゆら, 高木 俊, 小林徹也, 吉岡明良, 鷺谷いづみ. 環境保全型水田における広食性捕者・雑草がイネ害虫与える形質介在間接効果の重要性. 第 27 回個体群生態学会大会 岡山 企画シンポジウム「農業生態系における個体群生態学」(招待講演) 2011 年 10 月 16 日. 岡山.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

〔その他〕  
ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

馬場 (高田) まゆら (BABA MAYURA)  
東京大学・農学生命科学研究科・准教授  
研究者番号 : 10466807

(2) 研究分担者

( )

研究者番号 :

(3) 連携研究者

( )

研究者番号 :