

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 10 月 17 日現在

機関番号：82107

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25850237

研究課題名(和文) 農地景観におけるジェネラリスト捕食者の密度決定機構：餌資源を介した間接効果

研究課題名(英文) The mechanism determining the density of generalist predators in rice-paddy dominated landscapes: a food resource-mediated indirect effect

研究代表者

馬場 友希 (Baba, Yuki)

国立研究開発法人 農業環境技術研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：70629055

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：水田のイネ害虫の天敵であるアシナガグモ属のクモを対象に、圃場周辺の景観構造が捕食者の餌資源を増やし、それが圃場内の捕食者の密度増加に寄与するという仮説を検証した。栃木県塩谷町で得られた野外調査データを用いて、景観要因がクモ類の密度に与える影響を解析した結果、水田内のアシナガグモ類の個体数は周囲200mの森林から正の影響を受ける事が分かった。この個体数増加の仕組みとして、周囲の森林率の増加に伴う餌生物のユスリカ類の増加が関与することが示唆された。一方、アシナガグモ類によるユスリカ捕食率の増加は遺伝子マーカーを用いた捕食率の推定からは支持されなかった。今後、捕食率の評価法の改善が望まれる。

研究成果の概要(英文)：I tested the potential effect of landscape structure on the density of generalist predators (Tetragnatha spiders) in rice paddy fields mediated by food resource availability. I surveyed abundances of Tetragnatha spiders and their potential prey in 20 rice fields along a gradient from simple arable-dominated to forest-rich landscapes in Tochigi prefecture, and analyzed the relationships among landscape structure, spider abundance and prey availability. Results of landscape analysis showed that forest areas within a 200 m around study fields positively affected the abundance of spiders. Path analysis revealed that the increase in spider abundance was attributed to the increase in abundances of chironomid flies that are important alternative prey of the spiders. On the other hand, PCR-based gut-content analysis of spiders failed to detect the increase in predation rate of chironomid flies by spiders. Further improvement is needed in the evaluation method.

研究分野：生態学

キーワード：景観構造 広食性捕食者 アシナガグモ 環境保全型農法 ユスリカ 間接効果 GIS 捕食率

1. 研究開始当初の背景

近年、農地生態系は作物生産の場としてのみならず生物に棲み場所を提供する「生物多様性保全の場」としても重要視されている。こうした背景から農薬などの化学薬品を減らし、農地における生き物へ与える影響を軽減するような環境保全型農業への転換が推進されている。一方、化学薬品の使用量の減少は害虫密度を増やすという負の側面をもつが、同時に農地に生息する捕食者も維持されるため、それらの生物が持つ天敵機能を有効に活用することに注目が集まっている。特にジェネラリスト捕食者は、様々な生き物を食べるため、潜在的な作物害虫である植食性昆虫の密度を一定以下に抑える役割をもつ。このような生物の持つ天敵機能を利活用するには、どのような条件の元で、捕食性生物の機能が強く発揮されるのかを明らかにする必要がある。

アシナガグモ類は水田に普遍的な捕食者で、近年各地で問題になっている斑点米カメムシの有力な天敵として知られており、クモの密度が高い水田ほど、カメムシによる斑点米被害率が低くなる事が明らかにされている。これらのカメムシはイネ出穂期～登熟期の短い期間に水田へ侵入し、吸汁による斑点米被害をもたらすことから、その時期にクモの密度を如何に高く保つ事ができるかが、害虫被害を抑制する上で鍵となる。クモ類の個体密度を決定する要因は大きく二つ考えられ、一つは「代替餌」に基づく餌環境が考えられる。ジェネラリスト捕食者は害虫の発生時期以外は、その他の餌生物に強く依存しており、特にユスリカ・ハエ類などの腐食物由来の生物は、季節を通じて安定的に発生し、さらに捕食者の幼体にとって利用可能なサイズであるため、クモ類の密度維持に貢献する重要な餌資源とされる。もう一つの要素は農地の周辺環境である。農地は一般的に代掻き・中干しなどの攪乱が多く、捕食者とその餌生物を含む農地内の生物にとってしばしば不適な環境となるため、これらの生物の避難場所・供給源として周辺環境が重要な役割を果たすと考えられる。そのため、水田のアシナガグモ類の密度は、餌資源と周辺環境の両方の影響を受けて決定されている可能性がある。こうしたクモの密度決定の仕組みを解明することは、アシナガグモ類による害虫防除機能が発揮される条件の解明につながり、天敵を利用した環境保全型農業体系の確立に大いに役立つ。

環境保全型水田ではユスリカ・ハエ類をはじめとする腐食物由来の昆虫類が多く、これを反映してアシナガグモ類の密度も増加する。一方、同じ環境保全型水田でも特に森林に近い水田ほどアシナガグモの増加率が高いことが先行研究で示されている。森林はアシナガグモ類の本来の生息地でないことからこれは直接的なクモ類の移入による

影響ではなく、むしろ森林で卓越するハエ類などの餌昆虫の水田への移入が関与しているかもしれない。そのため、周囲に森林が多い水田ほどユスリカやハエ類などの餌資源量が多く、これに伴いクモ密度も増加する可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では「餌資源」及び「周辺景観」という2つの要因に注目し、これらの要因とアシナガグモ類の密度との関係を解明することで、害虫発生期におけるアシナガグモ類の密度を最大化するような環境条件を特定することを目的とする。

3. 研究の方法

1. 野外調査

潜在的な餌量・アシナガグモ類の個体密度を明らかにする調査と、食性分析に用いるクモ類のサンプリングを行った。調査は栃木県塩谷町の環境保全型水田(殺虫剤不使用)と慣行水田(殺虫剤使用)(各10枚・計20枚)で行った。これらの水田地帯は、市街地に近い地域から里山環境まで周囲の景観構造に違いがあるため、景観レベルの要因を調べるのに適している。クモ類の密度と潜在的な餌量は掬い取り法により評価した。採集で得られたクモ類は75%エタノールで保存し、研究室内で同定した。なお、調査時期として、害虫発生前後の7月～8月に2回行った。食性分析用のアシナガグモ類については、水田1筆から最低10匹以上採集し、99.5%エタノールで固定し分析に用いた。

GISを用いて各調査地周辺の景観要素を抽出した後、各種生物個体数を目的変数・景観構造及び農法を説明変数とする一般化線形モデルを構築し、景観構造がアシナガグモ属とその餌生物の個体数に与える影響を検討した。さらに、景観構造による餌生物を介した間接効果を明らかにするため、パス解析を行った。最後にこの景観構造がアシナガグモ属に与える影響の普遍性を確かめるために、茨城県・栃木県のより広域の水田を対象に、同様の野外調査と解析を実施した。

2. 遺伝子マーカーを用いた食性分析

遺伝子マーカーを用いて、腐食連鎖由来の昆虫(主にハエ目のユスリカ類)がクモ類の主要な餌である事と、クモによるユスリカの捕食率が、周囲の森林率が高い水田ほど高くなる可能性を検証した。実験手順として、エタノールで固定されたクモの腹部からDNAを抽出し、既存のユスリカ類に特異的なプライマー(mtDNA COI領域)を用いてPCRを行い、ユスリカの捕食の有無を確認した。捕食率は餌昆虫のDNAの増幅が確認されたクモの個体数を総個体数で割ることで算出した。

4. 研究成果

(1) 周辺景観がクモの個体数と餌の利用可能性に及ぼす影響

統計解析の結果、アシナガグモ属の個体数については周囲 200m の森林面積と環境保全型農法が正の影響を及ぼし(図 1)、ユスリカについては周囲 200m の森林面積が正の影響を及ぼすことが分かった。

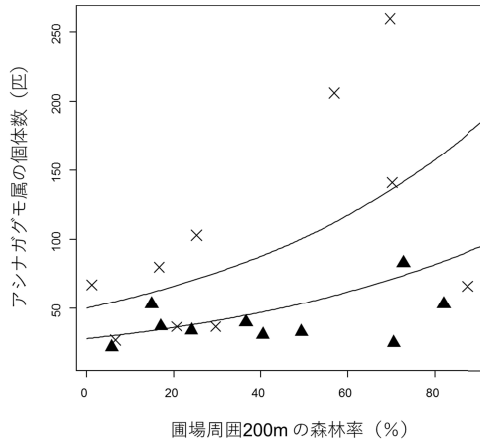


図 1. 農法と周囲 200 以内の森林率がアシナガグモ属の合計個体数に与える影響。x: 環境保全型農法(殺虫剤不使用) ▲: 慣行農法(殺虫剤使用)

この景観構造 - 餌資源 - 捕食者の 3 要因間の関係を明らかにするため、パス解析を行ったところ、周囲 200 m の森林面積がユスリカの個体数に正の影響を及ぼし、さらにユスリカ個体数がアシナガグモ個体数に正の影響を及ぼすという、周辺景観による餌資源を介した捕食者への間接効果が明らかにされた(図 2)。

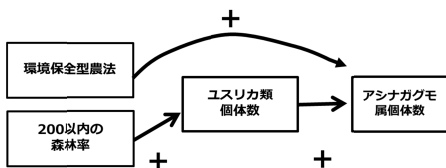


図 2 農法と周囲 200m 以内の森林率、ユスリカ科個体数がアシナガグモ属の個体数に与える影響。アシナガグモ属に対して、森林率はユスリカを介した間接効果を示す。

この森林によるアシナガグモ属の個体数への正の影響の普遍性を確かめるために、茨城県・栃木県にまたがる、より広域の水田地帯を対象に、森林率とアシナガグモ個体数の関係を同様の手法により解析した。その結果、アシナガグモ属の個体数と森林率との間に有意な正の関係を検出することができなかった。この結果は、広域のスケールでは森林以外の環境要因も影響している可能性があり、対象とする空間スケールによってアシナガグモ属の個体数規程要因が異なる事が示唆された。

(2)アシナガグモ類によるユスリカの捕食率推定

同調査地である塩谷町の水田で集めたアシナガグモ属の液浸標本(400 個体)を対象に、遺伝子マーカーを用いて、個体ごとのユスリカ類の捕食の有無を調べた。その結果、ノイズが多く実験方法に改善の余地があったものの、全体の 40%近くの個体でユスリカ由来の遺伝子が検出された。一方、森林率とユスリカ類を捕食した個体の割合との関係については、有意な関係は見られなかった。その理由として目的変数として、捕食個体に割合という粗い指標が用いられた事、クモ類のサンプリング時間にバラツキがあり、ユスリカ類の検出率の制度にブレがあった事が挙げられる。これらの問題を解決するためにサンプリング時間の統一、さらには餌の捕食量を定量化できる方法の開発が必要である。

以上の結果から、水田の天敵であるアシナガグモ属の個体数決定要因として、圃場周囲 200m の森林率と餌生物のユスリカが重要である事が示唆された。この仕組みを明らかにするためには、今後、クモとユスリカ間の捕食 - 被食関係を明らかにする必要がある。

<引用文献>

Amano T. et al. A macro-scale perspective on within-farm management: how climate and topography alter the effect of farming practices. Ecology Letters 14, 2011, 1263-1272.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 3 件)

Baba Y, Kusumoto Y, Tanaka K. 2013. The effects of landscape structure and agricultural practice on spider community in rice paddy fields of Japan. INTECOL 2013, Excel London, UK

馬場友希・楠本良延・田中幸一 2014. 農法と周辺景観が水田のクモ類の個体数に与える影響と仕組み. 第 58 回日本応用動物昆虫学会大会.

馬場友希・田中幸一 2015. 農地景観が土着天敵に及ぼす影響: 多様な結果から次の一手を探る. 第 59 回日本応用動物昆虫学会大会.

[図書](計 2 件)

馬場友希環境ECO選書 11 クモの科学最前線: 進化から環境まで(宮下直編, 分担執筆) 2015, pp. 139-160.

Agro-Environmental Research in
Monsoon Asia. Edited by Yagi K and Kuo
GC, 2016, pp.171-179.

〔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

馬場友希 (BABA, Yuki)

国立研究開発法人農業環境技術研究所 生
物多様性研究領域 任期付研究員

研究者番号：70629055

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：