

令和 6 年 5 月 14 日現在

機関番号：34316

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K06340

研究課題名(和文) 耕作放棄地の生態系機能を検証する - 害虫抑制効果の解明 -

研究課題名(英文) Studies on the ecosystem functions of abandoned paddy fields: Clarifying the effects of pest predation

研究代表者

岸本 圭子 (Kishimoto, Keiko)

龍谷大学・先端理工学部・准教授

研究者番号：80525692

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)：本研究は水田の害虫抑制機能を高める放棄地管理の提案を目的に、佐渡市内の水田放棄地において、天敵候補群として1)両生類(サドガエル)と2)節足動物群(植物上徘徊・造網性クモ類など)を対象に放棄地内の生息状況と食性を解明した。1)では、対象が時期によって放棄地に移動すること、水域が残されかつ草刈りされていない放棄地を越冬場として利用することが示唆された。また、害虫群の捕食も確認された。2)では、植物上のクモ類個体数が周囲の放棄地面積と正の関係を示すことや、湿性の放棄地で多いことが示された。DNAメタバーコーディングによるクモの胃内容分析の結果、被食者OTU数は湿性で高いことなどが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、サドガエルが水田の害虫抑制に寄与することを示した。野外調査や操作実験の結果から、それらの個体群維持には、草刈りをしない粗放的な管理が可能であることを示した。捕食性節足動物群は分類群によって傾向は異なるものの、少なくとも植物上のクモ類密度を高めるためには、草刈回数を少なくすることや湿性の放棄地を残すことが有効であると示された。また、害虫抑制効果の観点からも、湿性の放棄地の維持が重要であると考えられた。本研究は、このように天敵群を維持するための具体的な草刈回数や管理対象の放棄地の状態を明らかにし、地域の放棄地管理につながる基礎情報を提供することができた。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to propose abandoned land management methods to enhance the pest control function of rice paddies. It focused on natural enemies such as 1) amphibians (Sado wrinkled frog) and 2) predacious arthropods such as spiders dwelling and building nets on plants in abandoned rice paddies in Sado City, clarifying their habitat conditions and diet within the abandoned fields. For 1), it was suggested that the frogs migrate to the abandoned fields depending on the season and use fields with water pools that are not mown as overwintering sites. Predation on pest species was also confirmed. For 2), it was shown that the number of spiders on plants had a positive correlation with the area of surrounding abandoned fields and was higher in wet abandoned fields. Results from DNA metabarcoding analysis of the spider's stomach contents indicated that the number of prey OTUs was higher in wet areas.

研究分野：昆虫生態学

キーワード：生態系機能 耕作放棄地 捕食性節足動物 景観構造

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

景観生態学において、隣接する異なる生態系間の生物や物質循環の相互作用は重要な視点である。近年全国的に急増している耕作放棄も放棄地内部の生物群集を変化させるだけでなく、生物の移動を通じて周辺の耕作地への波及的な影響が懸念されている。一方で、生物多様性保全の機運が高まるなか、積極的に放棄地を管理し生物の生息地として再生させる試みも増えている。例えば、定期的な草刈や水域の再造成によって、草地性や湿地性の生物を増やす取り組みが知られている。しかし、放棄地の管理活動が生物多様性や生態系機能の保全にどのように寄与するかといったメカニズムは、植物群を除いて、ほとんど調べられてこなかった。また、放棄地の維持管理には多大な労力がかかることが指摘されており、目的に応じた適切な放棄地の管理手法、特に費用・労力対効果を考慮した手法の確立が必要である。

国外の農業景観では農薬に依存しない総合的害虫管理や生物多様性保全の観点から、耕作地に隣接する緑地を適切に管理することで土着の天敵など有用な生物を増やす試みが長く実践されてきた。同様の観点から、昨今国内では水田畦畔などの半自然草地の役割が注目され、特に粗放的な管理が生物多様性や生態系機能の維持に寄与することが解明されつつある。例えば、低頻度の草刈が植物や植食性昆虫の多様性を高めることや、高刈りがイネ科以外の植物の多様性を高め水田害虫を抑制する効果が示されている。先行研究や申請者らの研究では草丈が高いほど捕食者密度が高くなる傾向が示された。このように、放棄地においても適切な管理が害虫密度の低下や天敵のような有用な生物の増加など生物多様性機能を高めることができると予想されるものの、放棄地の管理手法と生態系機能の関係や、隣接する耕作地への波及効果について実証した研究はほとんどない。

2. 研究の目的

本研究は、適切な維持管理が耕作放棄地の生態系機能を高め、周辺の耕作地に正の効果を与えることができると仮説を立てそれを検証する。生態系機能は害虫抑制効果に着目し、放棄地における管理手法が天敵として機能する捕食者群の密度を高めるメカニズムの解明と、それらが耕作地へ移動することで害虫を抑制する効果を検証する。そのうえで、害虫抑制効果が高く、かつ省労力的な耕作放棄地の管理手法の確立を目指した。

3. 研究の方法

水田の害虫抑制効果機能を高める放棄地管理の提案を目的に、水田景観で普通に見られ、かつ定量的な評価に適している 1) 両生類と 2) 捕食性節足動物群を対象とし、耕作中の水田および隣接する放棄地での生息状況と食性を解明した。これらは、飛翔力がなく比較的狭い空間を移動するため土着の天敵として管理しやすい特性を持っている。

1) の両生類はサドガエルを対象にした。新潟県佐渡市内小佐渡において、耕作中の水田とそれに隣接する放棄地で行った既存の調査データを解析し、それらの放棄地の利用について調査した。また、野外で本種を捕獲し、胃内容物を分析し、害虫を抑制する効果があるのか評価を試みた。2) の捕食性節足動物群は、植物上を徘徊するクモ類、造網性クモ類、地表徘徊性クモ類、捕食性ゴムムシ類を対象とした。新潟県佐渡市内内海府の棚田において、遷移段階および管理手法の異なる放棄地や、それに隣接する耕作中の水田、放棄地に囲まれていない耕作中の水田など複数地点を調査地として、それぞれの畦畔上でスリーピング法およびピットフォールトラップ

を使った定量的調査を行った。捕獲した植物上のクモ類および地表徘徊性のクモ類と捕食性甲虫目を対象に科・種または機能群レベルの同定を行った。トランセクト上の植物上クモ類総個体数、地表徘徊性クモ類総個体数、捕食性ゴミムシ類を応答変数に、半径 50m 内の放棄地面積、森林までの最短距離、畦畔構造、草刈り回数、調査月を説明変数として、一般化線形モデル（以後 GLM）を行ない、各機能群の個体数を左右する環境要因を分析した。また、それらの分析から得られた結果をもとに、放棄地内部の状態を考慮して、湿性・乾性の放棄地間でクモ類の食性を DNA メタバーコーディングによって明らかにし、比較した。

4. 研究成果

1) サドガエルは、灌漑期は耕作中の水田や水路で出現頻度が高く、非灌漑期は隣接する耕作放棄内部および放棄された水路で出現頻度が著しく高くなることが示され、時期によって放棄地に移動することが示唆された。また、放棄地内部の本種密度は、残された水域面積が大きくなるほど有意に高くなる傾向や、草刈がされない放棄地で、かつ枯れ草などで覆われた水域を好むことが野外操作実験によってわかり、放置された湿地性の放棄地を好むと考えられた。胃内容を直接観察することで本種の食性を分析した結果、本種は近縁のツチガエルとは異なり、水田畦畔で見られるさまざまな節足動物を利用していることが示唆された。植食性の甲虫や鱗翅目幼虫、異翅亜目類のほか、イネの害虫候補として、ツマグロヨコバイやカスミカメムシ科と推定される昆虫の摂食も確認された。量的な評価は十分にできなかったが、少なくともアリ科を専食する近縁のツチガエルとは違って、害虫を捕食する効果があると推定された。害虫抑制効果に寄与するサドガエル個体群を維持するためには、本地域では放棄地を積極的に管理しない粗放的な維持が可能だと考えられた。また、一般的に放棄地の放置は斑点米カメムシなどの害虫の発生源になりうるものが心配されるものの、調査対象の放棄地はヨシが優占している場所が多く、それら害虫の代替寄主となりうる植物は一部の放棄地でしか見られなかった。

2) GLM 解析の結果、コガネグモ科が優占する植物上クモ類においては、草刈回数と周辺の放棄地面積を説明変数とするモデルがベストモデルとして選ばれた。これらの捕食者群は草刈りが高頻度になるほど個体数が低下し、放棄地面積割合が大きくなるほど個体数が高くなる傾向が明らかとなった。コモリグモ科やワシグモ科が優占する地表徘徊性クモ類は、調査月、森林からの距離、畦畔構造、草刈回数を説明変数とするモデルがベストモデルとして選ばれた。特に、草刈回数とは有意な負の相関、平坦畦畔でより個体数が高いことがわかった。捕食性ゴミムシ類では、森林からの距離、草刈回数、周辺の放棄地面積を説明変数とするモデルがベストモデルとして選ばれた。ベストモデルで有意な相関がみられた変数は放棄地面積で、それらの割合が高くなるほど個体数が高くなる傾向がみられた。クモ類は両機能群とも草刈回数と個体数には負の関係がみられ、個体数を高い水準で維持するには草刈りを低頻度で行うことが良いと考えられた。また、一般的には法面より平坦部で草刈りにかかる労力が低いと考えられるが、法面での草刈り回数を減らすことが、少なくとも地表徘徊性クモ類の個体数を高い水準で維持することにつながると予想された。植物上クモ類と捕食性ゴミムシ類の個体数は放棄地割合と正の相関関係がみられたことから、個体数を高め、その水準を維持するには放棄地を放置するという選択肢も考えられた。一方で、放棄地の放置は慎重に進められなければならないこともわかった。放棄地内部の植物上クモ類個体数は湿性の放棄地で著しく高いこと、斑点米カメムシを含む害虫類は放棄地内部で若干高い傾向がみられ、放置可能な放棄地の選定にはさらなる調査が必要であることが示唆された。DNA メタバーコーディングによるクモの胃内容分析の結果、被食者 OTU 数は湿性で高いことや害虫候補群と高い率で類似する配列が検出され、湿性の放棄地でより害虫

を抑制する効果が高いと考えられた。これらの結果から、植物上クモ類や捕食性ゴキブリ類の個体数を高めるには、周辺の放棄地をある程度粗放的に放置することが可能だと考えられた。一方で、本研究では、植物上クモ類は特に湿性の放棄地で多いことも確認されていることや、1)の地域と違って放棄地によっては害虫が好む植物も確認されている。また、量的に十分に採集できなかったが害虫が放棄地内部で多い傾向も見られた。地域では高齢化や人手不足で放棄地の草刈りや農薬散布に労力がかかっていることが課題であるため、本研究成果をもとに優先順位をつけて放棄地管理をすることが害虫の発生を抑制する方法の一つであると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 岸本圭子	4. 巻 83
2. 論文標題 DNAから紐解く昆虫の種間関係	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 龍谷大理工ジャーナル	6. 最初と最後の頁 9-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岸本圭子, 満尾世志人	4. 巻 2020(2)
2. 論文標題 佐渡島固有種サドガエルの保全に向けて	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 爬虫両棲類学会報	6. 最初と最後の頁 178-185
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岸本圭子, 笠井優子, 本田千明, 池田一男, 楠本良延	4. 巻 7
2. 論文標題 佐渡市平坦部水田地帯における管理手法の異なる畦畔の植物の多様性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 調査研究報告書 佐渡の自然史	6. 最初と最後の頁 33-41
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 岸本圭子, 佐藤亮, 小倉雅史, 満尾世志人
2. 発表標題 非灌漑期における佐渡島固有種サドガエルの放棄地利用に関して
3. 学会等名 日本生態学会第71回全国大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松村 拓樹, 岸本 圭子
2. 発表標題 水田ビオトープにおけるアメリカザリガニの低密度化が水生昆虫に与える影響
3. 学会等名 日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 岸本 圭子, 綿引 大祐, 豊田 光世
2. 発表標題 棚田耕作放棄地における捕食性節足動物の生息状況を考慮した管理について
3. 学会等名 日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 岸本圭子, 綿引大祐, 笠井優子
2. 発表標題 棚田畦畔における地表徘徊性動物の出現パターン
3. 学会等名 第44回日本土壌動物学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松村拓樹, 岸本圭子
2. 発表標題 佐渡島の止水域における水生昆虫群集の特性
3. 学会等名 ELR2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岸本 圭子, 楠本 良延, 綿引 大祐, 笠井 優子, 北 愛子, 満尾 世志人, 豊田 光世
2. 発表標題 耕作放棄地の管理を考える~水田畔の節足動物群集構造の解明を通じて~
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松村 拓樹, 岸本 圭子
2. 発表標題 佐渡島の止水域において、環境要因・管理手法が水生昆虫群集に与える影響
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関