

論文の内容の要旨

生圏システム学専攻

平成 26 年度博士課程入学

氏名 宅森 美優

指導教員名 吉田 薫

論文題目 佐渡島固有種サドガエル (*Glandirana susurra*) の保全生態学的研究

現在、地球は六度目の大量絶滅の時代に突入したと考えられており、多くの野生生物が絶滅の危機に瀕している。なかでも両生類は、土地利用改変、乱獲、有害化学物質による汚染、感染症の蔓延、外来生物の侵入、気候変動など様々な脅威にさらされており、現在世界中で種の絶滅が急速に進行している。実際に、世界に生息する 6,855 種の両生類のうち約三割が絶滅危惧種に分類されており、この数字は脊椎動物の中では最も大きい。両生類は主な生息地のひとつとして水域・湿地環境を利用しているが、我が国の場合、水田地域が長らくこの機能を果たしてきた。それは、日本の場合、これまで後背湿地と呼ばれる湿潤な湿地帯に水田が造成されてきたためである。しかし、戦後に行われた農業の近代化（生態系の「オーバーユース」）や最近増えている耕作放棄（生態系の「アンダーユース」）の影響により、水田生態系が持つ両生類の維持・保全機能は失われつつある。こうしたことから現在、農業生産と両生類の保全を調和させた水田の管理手法を明らかにすることが、生物多様性保全上の喫緊の課題となっている。

絶滅危惧種や希少種の有効な保全策を立案するためには、対象種の遺伝的基盤（集団構造等）に関する情報を整理し、そのうえで生息に適した環境条件を特定し、個体数を維持・増加させるための具体的な生息地管理手法を提言することが重要である。本博士論文では、絶滅の危機に瀕する佐渡島固有種サドガエル (*Glandirana susurra*) に着目した。サドガエルは水田とため池を主な生息地とし、環境省が作成するレッドリストにお

いて絶滅危惧IB 類に分類されている種である。本博士論文では、サドガエルの遺伝構造（第二章・第三章）と個体数の規定要因（第四章）を明らかにし、その科学的知見を基に保全単位と保全策を提案（第五章）したいと考えた。

本博士論文は全五章で構成される。緒論である第一章では、（１）国内外における両生類の現状・保全上の課題、（２）両生類を脅かす諸要因（乱獲、土地利用改変、有害化学物質による汚染、感染症の蔓延、外来生物の侵入、気候変動）、（３）絶滅危惧両生類を扱った研究の動向、（４）日本の水田生態系における生物多様性の現状、（５）サドガエルの生態に関する知見等を整理した。これにより、当該分野における本博士論文の位置づけや生物多様性保全上の意義を明確にした。

第二章では、佐渡島全島においてサドガエルの分布調査を行うとともに、マイクロサテライトマーカーおよびミトコンドリア DNA を用いた遺伝解析を行い、本種の遺伝的多様性、ボトルネックの有無、集団の遺伝構造、および集団間の遺伝子流動についての詳細な情報を明らかにした。具体的には、マイクロサテライトマーカーを用いた解析により各生息地のサドガエルの遺伝的多様性やボトルネック経験の有無を明らかにするとともに、複数の集団遺伝学的構造解析を行い本種の系統地理学的遺伝構造を明らかにした。解析の結果、サドガエルは東部、中央部、西部の三つの遺伝的に異なる地域集団に分かれ、これら三つの地域集団は汽水湖（加茂湖）と山地（大佐渡山地）が障壁となって生じたことが示唆された。また、これら三つの地域集団は過去に大きなボトルネックをそれぞれ経験したことや、地域集団間で最近の遺伝子流動はほとんど起こっていないことも明らかとなった。さらに、東部と西部の地域集団は中央部と比べて遺伝的多様性が低いことや、中央部地域では最近ボトルネックを経験した集団がいくつか存在することも分かった。これらの結果から、今後佐渡島においてサドガエルを保全する際は、3つの地域集団ごとに保全管理ユニットを設定するとともに、遺伝的多様性が特に低い東部と西部の地域集団を優先的に保全することが望ましいことが示された。

第三章では、第二章でサドガエル集団が多く確認された佐渡島中央部の集団を対象として、各生息地間の連結性（遺伝子流動）の推定、および連結性に関与する土地利用や景観要因の推定を行なった。具体的には、ベイズ法で推定したサドガエルの局所個体群の移入率を使って、佐渡島中央部の生息地間で個体の移入・移出がどの程度起こっているのかを明らかにするとともに、「サーキット理論」と上記のベイズ解析で明らかにし

た移入率を用いた解析を基に、生息地間の連結性に関与する土地利用及び景観要因を明らかにした。解析の結果、佐渡島中央部地域では、（１）サドガエルが移動しやすい（移動コストが際立って低い）経路が存在しないこと、（２）集団間で最近の遺伝子流動はほとんど起こっていないこと、（３）集団間の遺伝子流動は同じ水系に属する集団間で大きいこと、（４）集団間の遺伝子流動は直線距離が近い集団間で大きいこと、（５）水系が異なる集団間で遺伝構造に違いが見られること等が明らかとなった。これらの結果から、水田景観が広がりサドガエルが移動しやすいと考えられる佐渡島中央部地域においても、本種の生息地は分断化・孤立化の影響を受けている可能性が示唆された。また、サドガエルの遺伝構造は水系ごとに異なることから、今後、佐渡島中央部において本種を保全する際には水系や景観の違いに配慮し、河川周辺の湿潤な環境を保全することが望ましいことも示唆された。

第四章では、サドガエルの主要な生息地である水田を対象として、水田内における本種の個体数を規定する環境要因を明らかにした。具体的には、水田に隣接するコンクリート製用水路の深さ、水田内に設置された「江（え）」（水田に隣接する土製の水路で、佐渡市では環境保全型農業の一環として行われている）の長さ、水田内の湛水率、畦の植生の高さ、地形的湿潤度、中干し（稲の生育途中で水田の水を抜いて過繁茂を防ぐ水田管理）の実施、水田周辺の森林被覆率等の様々な局所・景観スケールの要因とサドガエルの個体数の関係性を一般化線形混合モデルによって解析した。解析の結果、（１）中干し後にサドガエルの個体数は四分の一にまで減少するが、この負の効果は水田内に「江」を設置することで緩和できること、（２）深いコンクリート製の用水路（深さ 30cm 以上）はサドガエルの個体数を減少させること、（３）景観要因（水田の周囲の森林面積）はほとんどサドガエルの個体数に影響しないこと等が明らかとなった。これらの結果は、今後、水田景観でサドガエルを保全するためには、浅いコンクリート製の用水路を使用するとともに、「江」を設置することが望ましいことを示唆している。

総合考察である第五章では、第二章～第四章で得られた結果を踏まえ、今後、佐渡島でサドガエルを保全していく際に望ましい保全対策を提案した。具体的には、（１）保全管理ユニットを設定し、個体の移入を行なう場合には、地域集団の遺伝特性に配慮する必要があること、（２）東部、中央部、西部地域集団のうち、東部と西部の集団の保全を優先させること、（３）東部・西部の地域集団では定期的な個体数モニタリング調査を実施すること、（４）水系や景観の違いに配慮し、河川周辺の湿潤な環境を保全す

ること、(5) サドガエルの保全に適した水田管理（例えば「江」を設置する等）を普及させること、(6) 既存の水田および耕作放棄地を活用して生息地間の連結性を高める（飛び石コリドーを設置する）こと、の6つの対策を提案した。さらに本章では、本博士論文では明らかにすることが出来なかったいくつかの点を今後の課題として議論した。具体的には、サドガエルの起源および生態（食性や行動圏等）や、本種が農業生態系全体に与える影響（他種との関係性）、暗渠排水や耕作放棄地等が本種の分布や個体数に与える影響を明らかにすることが今後の重要な課題であると考えた。

以上、本博士論文では、遺伝的基盤と個体群動態の二つの視点からサドガエルの保全生態学的研究を行った。これまで絶滅危惧の両生類を対象とした研究は国内外において多数行われてきたが、それらの研究では対象種の個体群動態もしくは遺伝的基盤のどちらか一方の視点に基づいていた。本博士論文では、こうした問題に留意し、多角的な視点および空間・時間スケールから調査・解析を進めたことで、サドガエルの保全に有効な対策を多数提案するに至った。本博士論文は、生物多様性に配慮した環境保全型農業のあり方へ示唆を与えるとともに、絶滅が危惧される国内外の両生類の保全計画立案のモデルケースとしても意義深い研究である。