

研究課題番号	4-1901
研究課題名	「危機的状況にある奄美・琉球の里地棲希少水生昆虫類に関する実効的な保全・生息地再生技術の開発」
研究実施期間	令和元年度～令和3年度
研究機関名	九州大学
研究代表者名	荒谷 邦雄

1. 研究開発目的

本研究では、危機的な南西諸島の里地棲水生昆虫類の分布や生息状況を詳細に把握するとともに、急激な多様性減少を引き起こした主要因を解明し、得られた知見に基づいて、生息域内外両面での実効的な希少種保全や生息地再生技術を開発することを目的とする。各サブテーマの目的は以下の通りである。

- サブテーマ1 希少種の DNA ライブラリー構築と遺伝情報に基づく分類学的な再検討や保全管理ユニットの策定。環境 DNA を利用した希少種の生息の有無や個体数推定、再導入個体の定着状況等を効率良く把握する手法の開発。希少個体からの非侵襲的な DNA 採取法や遺伝的多様性の検出法、生活環の解明法等の開発。
- サブテーマ2 現地調査による希少種の分布や生息の現状、個体数減少の把握。希少種以外の減少の著しい種の検出。希少種生息地の生物環境の評価と好適生息条件の抽出と保全対策への応用。サブテーマ1の成果を加味した精度の高い科学的データの集積と、その結果に基づく国内希少野生動植物種の新規指定種や候補種の選定、RL ランクの変更の提言。
- サブテーマ3 昆虫館等との協働による各希少種の系統保存技術の開発とマニュアル化。サブテーマ1で策定する保全ユニットを考慮した野生個体群への補強や再導入への域外保全個体の利用の検討。飼育実験による残留農薬が水生昆虫に与える影響に関する科学的検証。
- サブテーマ4 すでに定着・蔓延している魚類や両生類の外来種、近年新たに侵入した外来種の希少水生昆虫類へのリスクの科学的評価。水生昆虫自体には影響を及ぼさない効果的な外来種対策法の検討と提言。
- サブテーマ5 水田や牧場と周囲の水域におけるネオニコチノイド系農薬や牛用駆虫剤の残留状態の確認と水生昆虫相への影響評価。地域と協働した赤土対策沈砂池の希少水生昆虫類の生息地としての活用、放棄された水田跡地の代替湿地としての再生、生息地再生のための客土による残留農薬の除去、などの技術の開発と試行。これら新造生息地の生態系サービスの供給源（教育・観光用ビオトープなど）としての持続的利用法の提案。

2. 研究目標

- 全体目標：本研究では、現地調査と環境 DNA を利用して、危機的な状態にある南西諸島の里地棲水生昆虫類の分布や生息状況を詳細に把握するとともに、急激な多様性減少を引き起こした主要因を気候変動や生息環境の攪乱、過剰採集、残留農薬、外来種の影響など様々な観点から解明し、得られた科学的知見に基づいて、生息域内外両面での実効的な希少種保全や生息地再生技術を開発する目的とする。本研究は「2030年度までの国内希少野生動植物種700種指定」の目標が大きく進展するだけでなく、新規指定と同時に具体的な生息域内外の保全対策を実行できる体制の構築を目指すことができる。さらに生物多様性条約愛知目標の Target12 はもちろん、Target 9 や 14 の達成にも貢献できる。個々のサブテーマの目標は以下の通りである。
- サブテーマ1：環境 DNA を利用して絶滅危険性が高い希少種の生息状況や個体数推定、再導入個体の定着状況等を効率良く把握する手法を確立する。環境 DNA を希少種個体からの非侵襲的な DNA 採取や遺伝的多様性の検出、生活環の解明に応用する手法の開発も目指す。環境 DNA 解析の基礎デ

ータとなる希少水生昆虫類の DNA ライブラリーを構築すると同時に、遺伝情報に基づく希少種の分類学的な改定や保全管理ユニットの策定、再導入・補強候補個体群の選定も実施する。

●サブテーマ 2：徹底した現地調査による希少種の分布や生息の現状、個体数減少の把握。希少種以外の減少の著しい種の検出。希少種生息地の生物環境の評価と好適生息条件の抽出と保全対策への応用。サブテーマ 1 の成果を加味した精度の高い科学的データの集積と、その結果に基づく国内希少野生動植物種の新規指定種や候補種の選定、RL ランクの変更の提言。

●サブテーマ 3：希少水生昆虫類の生息域外保全技術の開発と飼育下での残留農薬の影響の検証を実施する。前者に関しては、フチトリゲンゴロウおよびタイワンタイコウチの生息域外保全技術の確立と飼育規模の拡大、その技術を基に多数の個体数を確保したうえで候補地に放虫し、野生復帰の効果を検討することが挙げられる。そのほか、技術の共有化のために飼育マニュアルの作成も目標の一つである。

●サブテーマ 4：希少種への外来種の影響評価のとりまとめと潜在的リスクの予測、および水生昆虫に影響が小さく効果的な外来種対策手法の検討と提言を実施する。後者については、塩素剤の投入などの水生生物への影響の大きな防除手法の代替手法として、かご罨や刺し網などを用いた低密度管理や根絶が可能か検討する。

●サブテーマ 5：地域に密着した希少水生昆虫類の生息域内保全・生息地再生技術として、赤土対策沈砂池や休耕田をビオトープとして活用する手法を開発する。試験施工と経過観察及び残留農薬分析を通して、効果や適用条件、コストを検証・整理し、技術資料を作成し、試験地での観察会を通して、環境教育・自然観光資源としての持続的利用方法について提案する。最終的に、奄美琉球地域の持続的な農業・農地と共生する保全技術として、赤土対策制度・多面的機能関連制度との連携を提案し、地元関係者と連携した実績形成を目指す。

3. 研究の進捗状況

研究全体：令和元年度は、新型コロナウイルスの影響を受けつつも、多くの科学的新知見や環境政策に直結する成果があり、以下に記すように 5 つのサブテーマのうち 3 つが計画以上の進展、残りの 2 つも概ね計画通りの進展ができたと評価している。また、サブテーマ間の連携でも、以下のような成果が上がっている：近縁種を含む水生昆虫 DNA データベースの構築や環境 DNA 検出手法開発のための各地の種のサンプリング、および環境 DNA 検出結果の調査地選定へのフィードバック（サブテーマ 1 と 2）；域外保全個体群の創始個体群やファウンダーの供給（サブテーマ 2 と 3）、DNA 解析に基づく再生個体群の選定（サブテーマ 1 と 3）；DNA に基づく外来種の食性解析へのレファレンスデータの提供（サブテーマ 1 と 4）；外来種の生息情報や影響評価、駆除手法の共有と、駆除試験候補池の選定情報の提供（サブテーマ 2、4、5）；環境再生としての生息域内保全工法の策定と生物相の観測（サブテーマ 2、3、4、5）；カンボジアの合同調査（サブテーマ 1、2、3、4）。以上の点から研究全体としては計画以上の進展があったと評価する。

●サブテーマ 1：希少種 DNA ライブラリー構築と遺伝情報に基づく分類学的改定や保全への利用法の検討では、希少種に関する分類学的再検討や遺伝的特性の解明、隠蔽種の存在、再導入個体群の検討など政策に直結できる多くの成果が得られ、計画以上の大きな進展があった。次に、希少種の種特異的な環境 DNA 検出手法の開発と試行では、科学的な根拠に基づいて、希少種の絶滅を判断できた点は特筆される。また、ゲンゴロウ科とタイコウチ科について、環境 DNA 解析に適したプライマーセットを開発することもできた。環境 DNA 検出手法の開発全体では、概ね計画通りの進展であったといえる。最後に環境 DNA を利用した非侵襲的な DNA 採取法と遺伝的多様性解析法の検討と試行の開始では、環境 DNA によって地域個体群間の差異を検出できる可能性を示唆する結果も得られたが、新型コロナウイルスによる入構制限で追加の実験に着手できず、進捗が一部遅れている。全体としては、計画以上の進展があったと評価している。

●サブテーマ 2：昨年度は、絶滅危惧度の高い種の生息状況調査を中心として、生息情報を整理し、

減少・絶滅要因の推定を実施し、実践的な保全策の策定につながる以下の調査研究を実施した。最優先課題とした絶滅危惧種の現状調査の実施状況は新型コロナウイルスの影響下でもほぼ順調に進み、調査着手前に想定していたより、絶滅危惧種の状況は劣化が急速に進行しており、現場対応についても急いで着手する必要があることも明らかになった。現地調査で得られたデータに基づく水生昆虫類の種多様性・個体群・分布の変動に因果的影響を与える要因の推定に関しても、調査を行った範囲では、八重山では2014年の大干ばつの影響で複数種が地域絶滅したことが明らかにできた。さらに、里山環境に生息するため農薬汚染の影響を受けている可能性と、とくに池の埋め立てやゴムシート護岸工事の影響が大きいことが示唆された。以上の成果に基づいて、共同研究者とともに、新たに3種を環境省RLのI類に提案し、選定された。また、奄美大島などで環境管理手法を指導し実践に役立てた。全体として計画以上の進展があったと評価できる。

●サブテーマ3：初年度の研究内容として、「フチトリゲンゴロウの飼育規模の拡大（他機関との協働も含む）」、および「RL上位種（タイワンタイコウチ）の飼育方法の検討と試行」および「両種の補強・導入・再導入など野生復帰候補地の選定」をあげたが、いずれも成果は上げられており、ほぼ計画通り進展していると評価している。さらに、本来は令和年度の計画内容である「フチトリゲンゴロウの好適飼育条件の確立」として幼虫期の好適な餌生物の検討と、「タイワンタイコウチの野生復帰候補地への試験的導入」について定より早めてスタートできている。一方で、新型コロナウイルス禍で学生の入構が禁止され域外保全の飼育業務が極めて滞っているほか、試験的放虫のための渡航が不可能な状況にあるなど先行きに大きな不安を抱えている。

●サブテーマ4：初年度の研究内容として、希少種の生息地・不在地における外来種の生息状況と影響調査の開始、DNA解析も併用した外来種の胃内容物調査による水生昆虫の捕食状況の把握、外来種の本産地での食性調査の実施をあげた。外来種の生息状況把握は、現地踏査、サブテーマ間での連携・情報共有によりおおむね計画通り進んでいる。外来種の影響調査は、胃内容物の同定を通して予想以上の進展があった。外来種の本産地での食性調査は、台風の影響などで現地滞在時間も短くなり、また対象のシロアゴガエルの生息密度は低く、十分なサンプル数は集まらなかった。これらを総合すると、全体としては令和元年度の研究計画は、計画通り進展していると自己評価している。2年目以降は駆除実験や低密度管理手法の検討を予定している。ただし、現在、新型コロナウイルス感染拡大防止対策の影響で、石垣島、大宜味村への出張が不可能な状態になっている。それに伴い、ウシガエル、ティラピアの駆除実験などの研究開始がおくれる可能性がある。

●サブテーマ5：沈砂池ビオトープの試験施工、施工前観察、残留農薬分析、観察会、また、休耕田ビオトープの試験整備、施工前観察、残留農薬分析と、初年度に予定していたすべての項目を実施した。なお、残留農薬分析は、確実に把握できる地点・項目に絞って実施すべきとのキックオフ会議時のアドバイザーからの助言を踏まえ、試験施工地周辺に絞りこんでいる。更に、予定以上の進捗として、実際の赤土対策等とのリンクが重要とのキックオフ会議時のアドバイザーからの助言を踏まえ、最終年度に予定していた標準積算資料関連の作業を早めに開始し、赤土対策事業との連携について地元行政との調整をスタートさせた。また、休耕田ビオトープ整備の作業途中での経過観察を追加で実施し、整備途中でも水生昆虫類が利用することを明らかにした。全体として新型コロナウイルス対応のために4月以降は特に進捗はないものの、計画よりは若干前倒しで研究作業は進んでおり、計画以上の進展があったと自己評価する。

4. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

●サブテーマ1：リュウキュウオオイチモンジシマゲンゴロウの分類学的再検討はRLの評価見直し、国内希少野生動物種フチトリゲンゴロウの遺伝的特性と隠蔽種の存在は絶滅した地域への個体群の再導入の検討、タイワンタイコウチに関するDNA解析は再導入個体群の検討、などは環境政策に大いに貢献できる成果と言える。

●サブテーマ2：成果として、上記の最新情報を反映し、共同研究者とともに、タイワンタイコウ

チ (CR)、ニセコケシゲンゴロウ (CR)、コフキオオメトンボ (EN) として提案、環境省レッドリストに新たに掲載された。実際の現場における湿地再生手法の普及については、現地環境事務所と情報共有し、奄美大島諸島などの現場での協働作業による普及を実施している。

●サブテーマ3：今回用いた飼育装置は汎用性が高く、フチトリゲンゴロウに限らず多くの水生昆虫の飼育において有用である。また希少昆虫の生息域外保全においては、これまで個人や限られた施設が担ってきたが、今後は情報共有や危険分散のために譲渡を可能にする組織体制の構築が急務である。今回の他機関との連携は、希少昆虫の生息域外保全における先行事例になると期待される。

●サブテーマ4：得られた外来種の食性データは、これらの種の防除対策の科学的根拠となる。ウシガエルとティラピアは水生昆虫を捕食していることがわかり、水生昆虫の保全のためには、2種の防除対策が重要といえる。今後、実施可能な防除手法を検討して環境政策への貢献を目指す。

●サブテーマ5：本研究成果は、赤土対策など既に奄美沖縄地域で実施中の環境政策との親和性が高く、早期に実効性が高い対策（適応策）が必要な水生昆虫類の保全に貢献する。温暖化や農家の高齢化等により同様な課題を抱える地域は拡大すると考えられ、先行例としての貢献も期待される。

5. 評価者の指摘及び提言概要

危機的状況にある奄美・琉球里地の希少水棲昆虫について、分類学的な再検討や個体群縮小の環境要因の推定も含んだ網羅的・綿密な研究が進んでおり、今後の保全対策に活かせるデータが得られている。また、コロナ禍の影響を受けながら研究を進めてきた努力も評価できる。生息地の回復について、赤土対策と連携した沈砂池や休耕田ビオトープ利用は環境政策へのアウトカムとして優れている。農薬、特にネオニコチノイド影響への生物種ごとの感受性の相違や、農薬の使用制限の代替策もあわせた研究の深化が望まれる。全体として、なぜこれほど奄美・琉球の水生昆虫が急速に減少したのか。という問いに対する明瞭な答えが欲しい。

6. 評点

評価ランク：S