

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

研 究 区 分 : 環境問題対応型研究（一般課題）

研 究 実 施 期 間 : 2022（令和4）年度～2024（令和6）年度

課 題 番 号 : 4-2201

体 系 的 番 号 : JPMEERF20224001

研 究 課 題 名 : 小笠原諸島における植物－昆虫相互作用網の保全に向けた情報基盤の確立と情報取得技術の開発

Project Title : Database Establishment and Development of Data Acquisition Technique for Conservation of Plant-Insect Interaction Network in Ogasawara Islands

研 究 代 表 者 : 川北 篤

研 究 代 表 機 関 : 東京大学

研 究 分 担 機 関 : 九州大学、京都府立大学、琉球大学、山梨県富士山科学研究所

キ ー ワ ー ド : 送粉者、潜葉虫、鱗翅類、自動撮影装置、進化史

注： 研究機関等は研究実施期間中のものです。また、各機関の名称は本報告書作成時点のものです。

令和7（2025）年11月



環境研究総合推進費
Environment Research and Technology Development Fund



独立行政法人
環境再生保全機構
ERCA Environmental Restoration and Conservation Agency

目次

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書	1
研究課題情報	3
<基本情報>	3
<研究体制>	3
<研究経費の実績>	4
<研究の全体概要図>	5
1. 研究成果	6
1. 1. 研究背景	6
1. 2. 研究目的	6
1. 3. 研究目標	6
1. 4. 研究内容・研究結果	8
1. 4. 1. 研究内容	8
1. 4. 2. 研究結果及び考察	8
1. 5. 研究成果及び自己評価	9
1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献	9
1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価	11
1. 6. 研究成果発表状況の概要	11
1. 6. 1. 研究成果発表の件数	11
1. 6. 2. 主要な研究成果発表	12
1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動	12
1. 7. 国際共同研究等の状況	13
1. 8. 研究者略歴	13
2. 研究成果発表の一覧	14
(1) 産業財産権	14
(2) 論文	14
(3) 著書	15
(4) 口頭発表・ポスター発表	15
(5) 「国民との科学・技術対話」の実施	17
(6) マスメディア等への公表・報道等	17
(7) 研究成果による受賞	17
(8) その他の成果発表	17
権利表示・義務記載	18

Abstract

研究課題情報

<基本情報>

研 究 区 分 :	環境問題対応型研究（一般課題）
研 究 実 施 期 間 :	2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
研 究 領 域 :	自然共生領域
重 点 課 題 :	【重点課題13】生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究
行 政 ニ ー ズ :	
課 題 番 号 :	4-2201
体 系 的 番 号 :	JPMEERF20224001
研 究 課 題 名 :	小笠原諸島における植物－昆虫相互作用網の保全に向けた情報基盤の確立と情報取得技術の開発
研 究 代 表 者 :	川北 篤
研 究 代 表 機 関 :	東京大学
研 究 分 担 機 関 :	九州大学、京都府立大学、琉球大学、山梨県富士山研究所
研 究 協 力 機 関 :	

注： 研究協力機関は公開の了承があった機関名のみ記載されます。

<研究体制>

サブテーマ1「送粉者自動撮影技術の開発と固有植物の送粉者の解明」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	東京大学	理学系研究科 附属植物園	教授	川北篤	
分担者	東京大学	理学系研究科 附属植物園	助教	望月昂	
分担者	東京大学	理学系研究科 附属植物園	特任研究員	根本秀一	2022年4月～ 2022年12月
分担者	東京大学	理学系研究科 附属植物園	特任研究員	武田和也	2023年1月～ 2024年3月
分担者	山梨県富士山科学研究所		研究員	武田和也	2024年4月～ 2025年3月

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

サブテーマ2「鱗翅目昆虫相の網羅的解明と生態データベースの整備」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	九州大学	農学研究院	特任教授	広渡俊哉	
分担者	九州大学	農学研究院	助教	屋宜禎央	
分担者	九州大学	農学研究院	特任研究員	松井悠樹	2023年4月～ 2025年3月

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

サブテーマ3「ゲノム情報を用いた希少昆虫の絶滅リスク評価と進化史の解明」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	京都府立大学	生命環境科学研究科	教授	大島一正	
分担者	琉球大学	熱帯生物圏研究センター西表研究施設	助教	和智仲是	
分担者	京都府立大学	生命環境科学研究科	特任研究員	瑤寺裕	2023年4月～ 2025年3月

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

<研究経費の実績>

年度	直接経費（円）	間接経費（円）	経費合計（円）	備考（自己充当等）
2022	30,154,000	9,045,000	39,199,000	39199000
2023	30,752,000	9,225,000	39,977,000	39977000
2024	30,762,000	9,228,000	39,990,000	39990000
全期間合計	91,668,000	27,498,000	119,166,000	119166000

注： 環境研究総合推進費の規定する研究経費の支援規模を超えた額は自己充当等によるものです。

<研究の全体概要図>

小笠原諸島における植物－昆虫相互作用網の保全に向けた 情報基盤の確立と情報取得技術の開発（東京大学：川北篤）

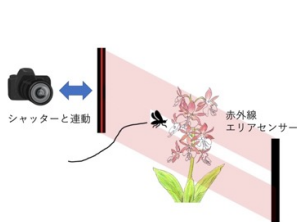
背景

希少植物や希少昆虫の保全に必要な
種間相互作用に関する情報が不足

目的

- ・希少植物の送粉者を明らかにする
自動観測技術と送粉者の解明
- ・植物－昆虫相互作用の健全性を評
価する情報基盤の確立

サブテーマ1（東京大学：川北篤） 送粉者自動撮影技術の開発と 固有植物の送粉者の解明



- ・アクセスの悪い自生地で送粉者を効率
よく検出する自動撮影システムの開発
- ・希少野生植物の送粉者の網羅的解明

送粉者情報の供与

サブテーマ2（九州大学：広渡俊哉） 鱗翅目昆虫相の網羅的解明と 生態データベースの整備



- ・全鱗翅目昆虫のリストと寄主植物情報
のデータベースを整備
- ・潜葉性鱗翅類の未踏査の多様性の解明
と新種記載

植食者情報の供与

サブテーマ3（京都府立大学：大島一正） ゲノム情報を用いた希少昆虫の絶滅リスク評価と進化史の解明



- ・有効集団サイズ、近交係数、集団構造等の推定に基づく
植物－昆虫相互作用の健全性の評価
- ・進化史の解明による鱗翅目昆虫の適応放散の実証

到達 目標

汎用性・実用性の高い送粉者自動撮影技術を開発するとともに、小笠原諸島の植物－昆虫相互作用網の保全に向けた情報基盤を確立する。

1. 研究成果

1. 1. 研究背景

自然界で植物が世代を繋いでいくためには、送粉者や種子散布者、菌根菌などとの種間相互作用が健全に保たれる必要がある。しかし、野生生物の保全に種間相互作用ネットワークの視点が活かされることはあまりなく、その最も大きな原因は、相互作用に関する基盤情報が十分に整備されていないことである。研究代表者が所属する東京大学大学院理学系研究科附属植物園（小笠原植物園）では、1980年代から小笠原諸島の絶滅危惧植物の保全に取り組み、栽培増殖技術を独自に確立するとともに、子苗を現地に植え戻すなどの活動により自然集団の回復を図ってきた。しかし、長年の課題は、多くの希少植物種が野外でどのような動物に受粉されているのかがほとんど分かっておらず、希少植物の自然更新を実現するための政策立案に必要な情報が乏しいことである。その背景には、アクセスの悪い自生地で長時間にわたる野外観察が困難であることが挙げられる。

また、小笠原諸島ではグリーンアノールの捕食により多くの昼行性の昆虫が減少したが、研究代表者らの予備的な観察により、夜行性の鱗翅目昆虫、特に潜葉性の鱗翅類は、小笠原諸島の昆虫類の本来の姿と思われる、豊かな個体群と種多様性をとどめていることが予想された。鱗翅目昆虫の中には、多くの固有植物の送粉者であると考えられる種もいることから、鱗翅目昆虫は小笠原諸島の植物－昆虫相互作用の歴史性や固有性、健全性を評価するための優れたモデルとなりうる。しかし、昼行性の昆虫に比べ、小笠原諸島の鱗翅目昆虫については基盤となる情報に乏しい。小笠原諸島の鱗翅類には多くの未記載種と思われるものも含まれており、小笠原諸島の世界遺産としての価値向上に資する、独自の生物進化を象徴する事例が隠されている期待も高い。

これらの課題は、重点課題である「生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究」の趣旨に合致するものである。

1. 2. 研究目的

上記の背景を踏まえ、本研究では以下を目的とする。まず、①送粉者を簡便かつ効率的に明らかにする自動観測技術を開発し、小笠原諸島の希少野生植物の送粉者を解明する。また、②小笠原諸島に在来する鱗翅目昆虫の多様性を網羅的に解明し、分類、生態情報を整備する。これらにより、③小笠原諸島における植物－昆虫相互作用の情報基盤を確立するとともに、希少昆虫のゲノム解析から、小笠原諸島における植物－昆虫相互作用の健全性を評価する。

これらの目的は、重点課題である「生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究」の趣旨に合致するものである。

1. 3. 研究目標

<全体の研究目標>

研究課題名	小笠原諸島における植物－昆虫相互作用網の保全に向けた情報基盤の確立と情報取得技術の開発
全体目標	希少野生植物の送粉者を特定する自動撮影技術を開発するとともに、小笠原諸島における植物－昆虫相互作用網の保全に向けた情報基盤を確立する。また、絶滅リスクの評価等に基づき、希少昆虫を保全するための政策提言を行う。

<サブテーマ1の研究目標>

サブテーマ1名	送粉者自動撮影技術の開発と固有植物の送粉者の解明
---------	--------------------------

サブテーマ1 実施機関	東京大学、山梨県富士山科学研究所
サブテーマ1 目標	<p>赤外線による小物検出エリアセンサーとカメラを接続したシステムや、トレイルカメラにマクロフィルターを接続したシステムを用いることにより、電力消費を抑え、昆虫が花にアプローチした時のみ画像・映像が記録されるシステムを構築し、開花期間（多くの植物で約1～2ヶ月）を通して自動で送粉者の訪花データを取得する技術を開発する。検出エリアおよび最小検出サイズの異なるセンサー等を花の大きさに応じて使い分けることによって、スズメガやクマバチなどの大型の昆虫から、タマバエなどの微小な昆虫まで検出可能なシステムとする。</p> <p>開発した撮影技術を用い、種の保存法指定種（ヒメタニワタリを除く17種）、および他の希少固有植物で送粉者が未知の種（ムニンタツナミソウ、オガサワラクチナシ、シマウツボ、ムニンボウラン、オガサワラシコウランなど）を加えた35種の送粉者を全て解明する。</p> <p>小笠原諸島の被子植物で白い花をつける種の割合は6割近くに上り、これは日本本土における割合や世界の平均（いずれも約3割）と比べて顕著に高い。固有植物の送粉者を解明することで、小笠原諸島における独自の生物進化の未知の側面を明らかにする。</p> <p>また、サブテーマ2で明らかになった寄主植物情報や、ハナバチ類の営巣生態に関する情報、サブテーマ3で明らかになった絶滅リスクに関する情報をもとに、希少植物の送粉者を保全するための政策提言や種の保存法指定に向けた提言を行う。</p>

<サブテーマ2の研究目標>

サブテーマ2 名	鱗翅目昆虫相の網羅的解明と生態データベースの整備
サブテーマ2 実施機関	九州大学
サブテーマ2 目標	<p>得られた鱗翅目のすべてを同定し、小笠原諸島の鱗翅目昆虫の目録を作成する。同時に、寄主植物、発生時期、諸島内の分布などの情報をまとめた生態データベースを整備する。また、20～40年前の過去の記録（竹内・大林, 2006; Inoue, 1994, 1996, 1998など）と比較して鱗翅目相の変化を明らかにし、変化の要因を考察するとともに自然再生に向けた政策提言を行う。グリーンアノールの被害を受けておらず、多くの未記載種が含まれると考えられる潜葉性ガ類については、小笠原に在来全植物種（280種）で探索を行い、潜葉が見られたものは成虫を羽化させ、適応放散の実態を明らかにする。未記載種については新種として記載する。</p>

<サブテーマ3の研究目標>

サブテーマ3 名	ゲノム情報を用いた希少昆虫の絶滅リスク評価と進化史の解明
サブテーマ3 実施機関	京都府立大学、琉球大学
サブテーマ3 目標	<p>サブテーマ1および2で明らかになった希少性が高いと思われる昆虫種や、過去の記録等から希少な小笠原固有植物を寄主としていることが分かっている植食性昆虫種について、有効集団サイズや近交係数、小笠原諸島内での集団構造の推定等を次世代シーケンサーを用いた配列情報により行い、実験室内での近親交配実験の結果と合わせて、個々の種に対する絶滅リスクを定量化</p>

	<p>する。そしてこれらの情報を個々の昆虫種が送粉を担っている希少植物種や、幼虫時に摂食する希少植物種の集団構造と比較することで、小笠原諸島における「寄主植物―植食性送粉昆虫―被送粉植物」の3者相互作用系としての安定性を議論するための基盤を整える。さらに、サブテーマ2により明らかになると期待される、適応放散が起きたと考えられる分類群については、日本の他地域に分布する近縁種を含めた分子系統解析等による進化史の解明を行い、小笠原諸島における適応放散を実証する。</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1. 4. 研究内容・研究結果

1. 4. 1. 研究内容

本研究課題では、送粉者を簡便かつ効率的に明らかにする自動観測技術を開発し、開発した技術を用いて小笠原諸島の固有植物の送粉者を解明した。また、小笠原諸島に在来する鱗翅目昆虫の多様性を網羅的に解明し、分類、生態情報を整備した。さらに、鱗翅目昆虫のゲノム解析から、小笠原諸島における植物―昆虫相互作用の絶滅リスクの評価や進化史の推定を行なった。

サブテーマ1では、Raspberry Piを用いた低コストで電力消費の小さい自動動画撮影システムを構築し、開発したシステムを活用して小笠原諸島の30種の固有植物で送粉者を明らかにした。その結果、これまで送粉者としての重要性があまり着目されてこなかった夜行性のガ類が小笠原諸島の生態系で送粉者としての重要な役割を果たしていることなどを明らかにした。

サブテーマ2では、鱗翅目の多様性と食性に関する調査を行い、約70種もの未記載種を含む218種の小蛾類の生息を確認した。このうち、テリハハマボウの葉に潜るチビガ科の固有種、蘚類から羽化したツトガ科の固有種2種を新種として記載した。固有種の中には、小笠原諸島への進出後に科をまたいだ寄主転換を遂げたものや、諸島内で食性を変化させながら多様化を遂げたと思われるものなどが含まれ、小笠原諸島で起きた独自の進化の様相が明らかになった。

サブテーマ3では、潜葉性小型蛾類の室内累代飼育技術確立し、室内近親交配実験を行うことにより、集団が崩壊に向かうヘテロ接合度の閾値を明らかにした。また、サブテーマ1と連携し、固有植物の送粉者としての重要性が明らかとなったガ類の有効集団サイズを推定した。ホソガ科蛾類の系統解析からは、小笠原諸島の固有種に旧北区に最近縁種をもつものが多いことや、近縁種と比較して生活史や形態が極めて特殊化したものがあることを明らかにし、さらにサブテーマ2との連携により、諸島内で適応放散を遂げたと考えられる分類群があることを示した。

1. 4. 2. 研究結果及び考察

本研究では、希少植物の送粉者を特定する自動撮影技術を開発し、小笠原諸島における植物―昆虫相互作用網の保全に向けた基盤となる情報を確立した。また、小笠原諸島の世界遺産としての価値の向上に資する、独自の生物進化の新しい事例を数多く見出した。

サブテーマ1では、小笠原諸島の固有植物の送粉者を明らかにするための技術開発として、Raspberry Piを用いた低コストで電力消費の小さい自動動画撮影システムを開発した（成果13, 14, 24）。外付けの大容量バッテリーと組み合わせることで連続12日以上動画撮影が可能である。あらかじめ設定した日時に撮影を開始する休眠機能や、画像をモニタリングしなから任意のタイミングに遠隔で動画撮影を開始できる遠隔操作機能を付与することも可能であり、送粉者の解明に限らず、野外でのさまざまな研究に応用可能な、汎用性、拡張性の高いシステムである。開発した動画撮影システム、および野外での直接観察による調査により、46種の固有植物の花を観察し、このうち30種で送粉者と考えられる動物を明らかにした。その結果、これまで送粉者としての重要性があまり着目されてこなかったイチモンジホウジャクとエビガラスズメのスズメガ類、およびスズメガ以外の小型～中型の着地性ガ類が、小笠原諸島の生態系で送粉者としての重要な役割を果たしていることが分かった（成果1）。小笠原諸島には白色の花をつける植物が世界の他の地域と比べても高く、ガ類に送粉される植物が多いことがその理由の一つだと考えられる。このほか、オガサワラシコウランのキンバエによる送粉、タコノキにおける花序で繁殖するアザミウマによる送粉など、固有植物のユニークな送粉システムの存在を明らかにした（成果1）。さらに、小笠

原諸島で雌雄異株化が進んだと考えられる植物の属を新たに複数見つけ、これは小笠原諸島における独自の生物進化の新しい事例になると考えられる。

サブテーマ2では、鱗翅目の多様性と食性に関する調査（本土や琉球列島における近縁種の調査を含む）を行った結果、約70種の未記載種（判明しているだけで約90種が小笠原諸島に固有）と約70種の小笠原諸島未記録種を含む218種の小蛾類（蛾類全体で350種以上）の生息を確認した（成果11, 12, 15-20, 25-27, 29-31）。その中でも、ホソガ科、ハモグリガ科などの潜葉性小蛾類、ヒロズコガ科、カザリバガ科といった腐植食性小蛾類において多くの新知見が得られた。このうち、テリハハマボウの葉に潜るチビガ科の固有種、蘚類から羽化したツトガ科の固有種2種などを新種として記載した（成果4, 5, 7-9）。明らかになった固有種の中には、小笠原への進出後に科をまたいだ寄主転換を遂げたもの（ハモグリガ科）や、諸島内で食性を変化させながら多様化を遂げたと思われるもの（ニセマイコガ科）などが含まれ、小笠原諸島で起きた独自の進化の様相が明らかになった。小笠原固有種とその近縁種との遺伝解析から、固有種の多くは日本本土や琉球列島に分布する種から派生したと考えられたが、ミクロネシアを起源とすると考えられるもの（マルハキバガ科）も発見できた。一方、多くの蛾類は外来種の影響が小さいと考えられたが、父島、母島で採集されていたオガサワラシロモンノメイガは、今回の調査では母島の属島の向島でしか確認できず、昼行性の種がグリーンアノールの影響を受けていることが示唆された。さらに、新規の外来種や広域分布種も確認できた。今回確認した外来種の潜葉性小蛾類には外来の寄生バチ（ジェネラリスト）が認められた。小笠原諸島の固有昆虫を保全するためには、今後、本土からや小笠原諸島の島間で樹木や固有種の昆虫を移動する際には、新たな外来寄生バチの侵入の可能性を考慮した検疫を行う必要がある。また、腐食性種についてもリクヒモムシ等の影響を調べる必要があることなどが示唆された。

サブテーマ3では、集団サイズが減少した際の影響を予測するため、テリハハマボウに潜葉する小笠原固有未記載種の小型蛾類 *Psydrocercops* sp. の室内累代飼育技術を確認し、室内近親交配実験を行なった。その結果、ヘテロ接合度は近交係数に応じて理論通り一定に減少するが、特定の近親交配世代で急激な孵化率の低下が見られることがわかった。このことは、野外集団のヘテロ接合度をモニタリングし、集団が崩壊するヘテロ接合度に達する前に、対策を講じる必要があることを強く示している。サブテーマ1の研究から、小笠原固有植物の送粉者としての重要性が明らかとなったオオモンヒメシロノメイガは、父島母島間では遺伝的分化を遂げておらず、複数世代間でのヘテロ接合度の減少程度もほぼ認められないことから、集団を維持するに十分な大きさの有効集団サイズを維持していると推定された。グリーンアノールの影響を受けにくく、小笠原本来の生物多様性が特に保存されていると考えられる潜葉性小型蛾類のホソガ科を網羅的に調査し、固有未記載種を18種確認し、遺伝子配列の解析から旧北区に最近縁種を持つ種が13種に上る、という小笠原産固有種としてはこれまであまり知られていなかった傾向を突き止めた（成果21, 28）。また、近縁種が日本本土に分布しているにもかかわらず、生活史や成虫、幼虫の形態が極めて特殊化している固有未記載種が複数見られることが判明し、世界的に見ても極めて特殊な進化が小笠原で生じたことが明らかとなった。このほか、サブテーマ2の研究より示唆されたホソガ科の適応放散の可能性を検証し、*Phyllonorycter* と *Artifodina* の2属において適応放散が生じていることを突き止めた。潜葉性蛾類を採集し飼育する中で、固有種の脅威となる可能性があるコマユバチ科寄生蜂の移入種 *Pholetesor* sp. が、同じく移入種のチャノハマキホソガを発生源として小笠原の固有未記載種に寄生しつつあることを突き止めた。

1. 5. 研究成果及び自己評価

1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献

<得られた研究成果の学術的意義>

サブテーマ1で開発した自動撮影装置は、複雑なコマンド入力が必要とした先行研究（Droissart et al. 2021）の問題を解決し、操作が容易なユーザーインターフェースを備えたことにより実用性が大きく向上した。さらに、休眠機能や遠隔操作機能を加えたことにより、送粉者の観察だけでなく、野外におけるさまざまな生物調査に応用可能な、汎用性、拡張性の高いシステムとなった。本システムは、トレイルカメラなどでは撮影が難しい、小型の昆虫類等の調査において特に活用が期待され、学術的意義が極めて高い。

また、小笠原諸島の生態系における送粉者としてのガ類の役割についてはこれまでまとまった調査がさ

れておらず、多くの固有植物でガ類が主要な送粉者であることを明らかにした本研究は、小笠原諸島の生態系の成り立ちを理解する上で価値が高い。さらに、ツツジ属、キランソウ属、タツナミソウ属でガ媒へのシフトとともに白色の花が進化したことや、オガサワラクチナシやクロキ属などで雌雄異株への進化傾向が見られたことは、進化の実験場としての小笠原諸島の生態系の独自性を高める学術的価値の高い成果である。

サブテーマ2およびサブテーマ3では、潜葉性小蛾類や腐植食性小蛾類などにおいて約70種の未記載種を発見した。これは、小笠原諸島の昆虫の多様性を飛躍的に増大させる成果であり、すでに記載された3種に続けて記載を進めることで高い学術的意義をもつ。また、独自の食性をもつ種や、近縁種と比較して生活史や形態が極めて特殊化した種、適応放散の初期段階といえる独特な進化を遂げた種群があることも、海洋島における独自の生物進化の新たな例として学術的価値が高い。系統解析からは、固有の小蛾類には日本本土や琉球列島、ミクロネシアなどさまざまな地域を起源とするものが含まれ、これは海洋島の生物の地理的起源を知る上で貴重な知見である。

サブテーマ3では、海洋島の固有未記載種を室内で累代飼育し、近親交配実験を通じて絶滅リスクを予測・評価するという先進的かつ独創的な手法を開発、実施した。また、固有植物の主要な送粉者である小型蛾類の有効集団サイズをゲノム解析をもとに推定した。これらの結果は、海洋島の昆虫の健全性をゲノムレベルで評価した事例として保全遺伝学的な価値が高い。

<環境政策等へ既に貢献した研究成果>

特に記載する事項はない。

<環境政策等へ貢献することが見込まれる研究成果>

(1) 自動撮影装置の環境研究における活用

本研究で開発した自動撮影装置は送粉者の観察に限らない幅広い用途に応用が可能である。実際に、本研究で開発したシステムは、NPO法人小笠原海洋島研究会と環境省によるオガサワラハンミョウの食性解明の研究にすでに使用されており、観察が難しい兄島での長期の動画撮影による若齢幼虫の食性の解明に貢献した。鳥や哺乳類の行動観察には既存のモーションセンサーカメラが有用であるが、昆虫ほどのサイズの動物の検知は既存の機器では難しい。一方、市販のビデオカメラは電力消費が大きく、長時間の撮影に不向きである。今後、小笠原諸島以外の絶滅危惧植物の送粉者の調査や、絶滅が危惧される昆虫類の生態解明などの環境研究への活用が期待できる。

(2) キーストーン送粉者の保護による絶滅危惧植物の保全

本研究から、スズメガ科のイチモンジホウジャクやエビガラスズメがシマカコソウ、ムニンツツジ、シマツレサギソウ、ムニンタツナミソウ、オガサワラクチナシなどの多くの絶滅危惧植物の送粉者であることが示唆されている。ホシツルラン、オガサワラボチョウジ、ムニンカラスウリなどもイチモンジホウジャクやエビガラスズメに依存している可能性が高い。小笠原諸島では6種のスズメガが記録されているが、このうち在来と考えられるのはイチモンジホウジャクとエビガラスズメの2種のみである。イチモンジホウジャクとエビガラスズメは、多くの絶滅危惧植物の存続をつなぎ止めるキーストーン送粉者だと考えられ、小笠原諸島の生態系の保全にはこれら2種の保護が不可欠である。イチモンジホウジャクの食草の一つであるオオシラタマカズラは林床に生育するつる植物であるが、場所によりそのハビタットが外来植物のキバンジロウに侵略されているため、オオシラタマカズラの生育環境の保全を含めたイチモンジホウジャクの保護を環境政策に取り入れることを提言したい。

(3) 独自の進化の解明による世界遺産価値の向上

小笠原諸島には、日本本土で多くの植物の送粉を担うマルハナバチが存在せず、在来のハナバチ相も種数が少ない。この傾向は、ハワイなどの世界の他の海洋島でも同様に見られ、これらの島々では祖先がハナバチ媒であった植物の送粉を花蜜食の鳥類が担っていることが多い。しかし、花蜜食鳥がメグロなどに限られる小笠原諸島では、本研究から明らかになりつつあるようにガ媒花が多い。一般にガに送粉される花

は夜間でも目立つように白色であることが多く、小笠原諸島に白色の花をつける植物が多いことは小笠原諸島で起きた独自の植物進化の結果だと考えられる。

また、小笠原諸島内で食性を変化させながら多様化を遂げたと思われるニセマイコガ科の *Stathmopoda* 属や、ホソガ科の *Phyllonorycter* 属と *Artifodina* 属は、昆虫類における新たな適応放散の事例だと考えられる。さらに、小笠原の固有種には、国外も含めた他地域の種には見られない独特な形態的・生態的特徴をもつ種が多数見つかっている。

これらは小笠原諸島の「進化の実験場」としての価値を際立たせる発見であり、小笠原諸島の世界自然遺産としての価値の向上に貢献する成果である。

（４）寄生蜂の防除による固有昆虫の保全

本研究から、小笠原諸島への外来の小蛾類の侵入に伴って、その寄生蜂も小笠原諸島に帰化しており、その寄主範囲が拡大しうる可能性があることが明らかになった。例えば、帰化種のチャノハマキホソガとともに侵入したと考えられるコマユバチ科の *Pholetesor* sp. は広食性の可能性が高く、シマホルトノキを寄主とする小笠原諸島固有種のハマキホソガの1種ですでに寄生が確認されている。よって、影響が顕著に現れる前に *Pholetesor* sp. の各固有ホソガ種に対する産卵選好性や発育適性を詳細に調べ、対策を検討する必要がある。

（５）小笠原諸島の生物に関する普及啓蒙への貢献

シマツレサギソウのイチモンジホウジャクによる送粉、オガサワラシコウランの花の匂いを用いた「騙し」による送粉、タコノキとアザミウマの送粉共生などは、これまで小笠原諸島でまったく知られていなかった植物と昆虫の関係であり、小笠原諸島の自然に人々の関心を向けさせる良い材料となりうる。本研究で明らかになる植物と送粉者の関係を視覚的に分かりやすい形で社会に還元することで、小笠原諸島の生物の普及啓蒙への貢献が期待できる。

また、本研究で新たに発見した小蛾類は、生きた成虫や幼虫の生態を高精細の画像で記録しており、成虫の美しさや潜り方の多様さには一般の興味や関心を惹きつける魅力がある。私たちの講演を聞いていただいた地元のガイドの方からも、野外案内時の観察対象として加えたいとの意見をいただいております。新種記載が一通り完了した段階でガイドブック等を作成すれば、ガイドを中心とした観光産業への貢献も期待できる。

1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価

<全体達成状況の自己評価> 1. 目標を大きく上回る成果をあげた

<サブテーマ1達成状況の自己評価> 1. 目標を大きく上回る成果をあげた

<サブテーマ2達成状況の自己評価> 1. 目標を大きく上回る成果をあげた

<サブテーマ3達成状況の自己評価> 1. 目標を大きく上回る成果をあげた

1. 6. 研究成果発表状況の概要

1. 6. 1. 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	8

査読無し論文	1
著書	0
「国民との科学・技術対話」の実施	6
口頭発表・ポスター発表	2 2
マスコミ等への公表・報道等	2
成果による受賞	0
その他の成果発表	0

1. 6. 2. 主要な研究成果発表

成果 番号	主要な研究成果発表 (「研究成果発表の一覧」から10件まで抜粋)
1	川北篤・武田和也・望月昂・田村ゆり・砂川勇太・宮本通 (2024) 小笠原諸島固有植物の送粉者 (予報). 小笠原研究年報 47: 25-36.
2	武田和也・田村ゆり・川北篤 (2024) 食害防止網内のコヘラナレンにみられた飛翔性訪花昆虫の欠落. 小笠原研究年報 47: 37-41.
4	Yagi, S., Oku, J. & Hirowatari, T. (2024) A new <i>Hibiscus</i> -feeding species of <i>Bucculatrix</i> (Bucculatricidae) from the Ogasawara Islands, Japan. Nota Lepidopterologica 47: 29-42. DOI: 10.3897/nl.47.107485
5	Matsui Y., Hamaguchi J., Yagi S. & Hirowatari T. (2024) Two remarkable new species of <i>Glaucoccharis</i> (Lepidoptera, Crambidae, Crambinae) from the Ogasawara Islands, Japan. Zootaxa 5543: 83-96. DOI: 10.11646/zootaxa.5543.1.4
7	Park, J., Yagi, S. & Hirowatari, T. (2025) First record of the genus <i>Morphaga</i> Herrich-Schäffer (Lepidoptera, Tineidae) from the Ogasawara Islands, Japan, with a new species. Nota Lepidopterologica 48: 215-228. DOI: 10.3897/nl.48.143817
8	Park, J., Yagi, S. & Hirowatari, T. (2025) Taxonomic study of the genus <i>Erechthias</i> (Lepidoptera, Tineidae) from the Ogasawara Islands, with two new records and four new species. ZooKeys 1250: 13-48. DOI: 10.3897/zookeys.1250.154226
9	Matsui, Y., Park, J., Yagi, S., Kimura, M. & Hirowatari, T. (2025) Molecular and morphological evidence reveals a new lepidopteran genus, <i>Micrometasia</i> (Crambidae, Spilomelinae, Steniini), with implications for insular speciation of endemic moths in Japan. Invertebrate Systematics 39: IS25049. DOI: 10.1071/IS25049

注：この欄の成果番号は「研究成果発表の一覧」と共通です。

1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動

本研究課題での成果普及活動は、合計で6件行った。そのうち、特に重要なものとしては、2022年8月に小笠原世界遺産センターで行なった川北による「小笠原諸島の植物-昆虫相互作用について」、および2023年3月に小笠原世界遺産センターで行なった大島による「葉の中の知られざる多様性：幼虫が葉に潜って育つホソガ科の昆虫は小笠原に何種いるのか？」の2講演が挙げられ、小笠原諸島の地元住民への研究成果の

普及と対話を行なった。また、2023年11月には第35回日本環境動物昆虫学会市民公開シンポジウム「小笠原諸島における生物多様性と固有種の保全」（九州大学伊都キャンパス）において、2025年3月にはOKA-KONフォーラム vol. 1「小笠原の昆虫の現状と今後の調査研究の促進に向けて」（オンライン）において、川北、広渡、屋宜、大島の4名がそれぞれ研究成果の普及と国民との対話を行なった。

1. 7. 国際共同研究等の状況

<国際共同研究の概要>

国際共同研究を実施していない。

<相手機関・国・地域名>

機関名（正式名称）	（本部所在地等の）国・地域名

注：国・地域名は公的な表記に準じます。

1. 8. 研究者略歴

<研究者（研究代表者及びサブテーマリーダー）略歴>

研究者氏名	略歴（学歴、学位、経歴、現職、研究テーマ等）
川北篤	研究代表者及びサブテーマ1リーダー 京都大学大学院人間・環境学研究科博士課程修了 博士（人間・環境学） 京都大学生態学研究センター准教授を経て、 現在、東京大学大学院理学系研究科附属植物園教授 小笠原諸島世界自然遺産地域科学委員会委員 専門は植物生態学、研究テーマは被子植物の送粉様式の進化
広渡俊哉	サブテーマ2リーダー 九州大学大学院農学研究科博士課程単位取得退学 博士（農学） 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科准教授を経て、 九州大学大学院農学研究院教授（2023年度末に定年退職） 現在、九州大学大学院農学研究院特任教授 専門は昆虫分類学、研究テーマは鱗翅目昆虫の系統と分類
大島一正	サブテーマ3リーダー 北海道大学大学院農学研究科博士課程修了 博士（農学） 京都府立大学大学院生命環境科学研究科准教授を経て、 現在、同研究科教授 専門は進化生物学、研究テーマは昆虫の種分化機構と寄主植物への適応機構

2. 研究成果発表の一覧

注：この項目の成果番号は通し番号です。

(1) 産業財産権

成果 番号	出願 年月日	発明者	出願者	名称	出願以降 の番号
	特に記載する事項はない。				

(2) 論文

<論文>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ	査読 の有無
1	2024	川北篤・武田和也・望月昂・田村ゆり・砂川勇太・宮本通（2024）小笠原諸島固有植物の送粉者（予報）．小笠原研究年報 47: 25–36.	1	有
2	2024	武田和也・田村ゆり・川北篤（2024）食害防止網内のコヘラナレンにみられた飛翔性訪花昆虫の欠落．小笠原研究年報 47: 37–41.	1	有
3	2024	Kawakita, A., Komaki, Y., Tanaka, T. & Ideno, T. (2024) The University of Tokyo's conservation work in the Ogasawara Islands. Curtis's Botanical Magazine 41: 283–291.	1	無
4	2024	Yagi, S., Oku, J. & Hirowatari, T. (2024) A new <i>Hibiscus</i> -feeding species of <i>Bucculatrix</i> (Bucculatricidae) from the Ogasawara Islands, Japan. Nota Lepidopterologica 47: 29–42. DOI: 10.3897/nl.47.107485	2	有
5	2024	Matsui, Y., Hamaguchi, J., Yagi, S. & Hirowatari, T. (2024) Two remarkable new species of <i>Glaucocharis</i> (Lepidoptera, Crambidae, Crambinae) from the Ogasawara Islands, Japan. Zootaxa 5543: 83–96. DOI: 10.11646/zootaxa.5543.1.4	2	有
6	2024	和智仲是・松井悠樹（2024）オオウスグロハラナガノメイガ（チョウ目，ツトガ科，ヒゲナガノメイガ亜科）の八重山諸島からの初記録．Fauna Ryukyuana 69: 39–41.	3	有
7	2025	Park, J., Yagi, S. & Hirowatari, T. (2025) First record of the genus <i>Morphaga</i> Herrich-Schäffer (Lepidoptera, Tineidae) from the Ogasawara Islands, Japan, with a new species. Nota Lepidopterologica 48: 215–228. DOI: 10.3897/nl.48.143817	2	有
8	2025	Park, J., Yagi, S. & Hirowatari, T. (2025) Taxonomic study of the genus <i>Erechthias</i> (Lepidoptera, Tineidae) from the Ogasawara Islands, with two new records and four new species. ZooKeys 1250:	2	有

		13-48. DOI: 10.3897/zookeys.1250.154226		
9	2025	Matsui, Y., Park, J., Yagi, S., Kimura, M. & Hirowatari, T. (2025) Molecular and morphological evidence reveals a new lepidopteran genus, <i>Micrometasia</i> (Crambidae, Spilomelinae, Steniini), with implications for insular speciation of endemic moths in Japan. <i>Invertebrate Systematics</i> 39: IS25049. DOI: 10.1071/IS25049	2	有

(3) 著書

<著書>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
	特に記載する 事項はない。		

(4) 口頭発表・ポスター発表

<口頭発表・ポスター発表>

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ	査読 の有無
10	2022	川北篤「小笠原諸島における植物-昆虫相互作用の 解明」九州沖縄昆虫研究会・日本鱗翅学会九州支部 合同大会	1	無
11	2022	広渡俊哉「小蛾類の多様性研究—最近のトピック」 九州沖縄昆虫研究会・日本鱗翅学会九州支部合同大 会	2	無
12	2022	屋宜禎央「日本産ハモグリガ科 <i>Lyonetia</i> 属の最近の 新知見」日本鱗翅学会第68回小集会	2	無
13	2023	武田和也・川北篤「Raspberry Piベース動画撮影装 置を用いた小笠原諸島における送粉者観察」第54回 種生物学シンポジウム	1	無
14	2023	武田和也「Raspberry Piを用いた自作ビデオカメラ による送粉者観察」第71回日本生態学会	1	無
15	2023	屋宜禎央・奥尉平・広渡俊哉「小笠原諸島で発見さ れたテリハハマボウを寄主とする <i>Bucculatrix</i> 属 (チ ビガ科) の1未記載種」日本鱗翅学会第69回大会	2	無
16	2023	屋宜禎央・川北篤・広渡俊哉「小笠原諸島で発見さ れた <i>Heliozela</i> 属の一未記載種 (チョウ目: ツヤコガ 科)」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	2	無
17	2023	松井悠樹・中秀司・屋宜禎央・広渡俊哉「シロモン ノメイガとオガサワラシロモンノメイガの生態に 関する知見」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	2	無
18	2023	外村俊輔・屋宜禎央・広渡俊哉「小笠原諸島のマル	2	無

		ハキバガについて(キバガ上科:マルハキバガ科)」日本鱗翅学会第69回大会		
19	2023	朴鎮亨・屋宜禎央・広渡俊哉「小笠原諸島で確認された <i>Erechthias</i> 属の不明種について(チョウ目・ヒロズコガ科)」日本鱗翅学会第69回大会	2	無
20	2023	浜口純平・屋宜禎央・広渡俊哉「小笠原諸島で発見された <i>Stathmopoda</i> 属(チョウ目:ニセマイコガ科)の不明種について」九州沖縄昆虫研究会・鱗翅学会九州支部合同大会	2	無
21	2023	瑤寺裕・大島一正「小笠原諸島のホソガ科(鱗翅目)の多様性: <i>Caloptilia</i> 属の4不明種の正体」日本昆虫学会第83回大会	3	無
22	2023	和智仲是・松井悠樹「西表島のマングローブでのハラナガノメイガ類(鱗翅目:ツトガ科)の発消長」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	3	無
23	2024	川北篤「小笠原諸島における独自の花の進化と送粉者との相互作用」昆虫DNA研究会第20回研究集会	1	無
24	2024	Takeda, K. "Observation of flower-visiting insects in the Bonin Islands using a Raspberry Pi-based video recording system" XXVII International Congress of Entomology	1	無
25	2024	Yagi S., Kim H.-K. & Hirowatari T. "Diversity and feeding habit of Japanese <i>Heliozela</i> (Lepidoptera: Heliozelidae)" XXVII International Congress of Entomology	2	無
26	2024	Matsui Y., Yagi S., Kawakita A., Naka H. & Hirowatari T. "A recent review of Pyraloidea in the Ogasawara Islands" XXVII International Congress of Entomology	2	無
27	2024	Park J., Yagi S. & Hirowatari T. "Genus <i>Erechthias</i> (Tineidae, Erechthiinae) of Ogasawara Islands" XXVII International Congress of Entomology	2	無
28	2024	Tamadera, Y. & Ohshima, I. "A new example of unique evolution in oceanic islands: more than 10 undescribed gracillariids in Ogasawara, islands designated as a World Natural Heritage in Japan" XXVII International Congress of Entomology	3	無
29	2024	松井悠樹・屋宜禎央・木村正明「小笠原の固有種ハイイロノメイガに近縁な未記載種とそれらの所属について」日本鱗翅学会第70回大会	2	無
30	2024	浜口純平・屋宜禎央・広渡俊哉「小笠原諸島産 <i>Calicotis</i> 属(チョウ目:ニセマイコガ科)に関する研究」日本鱗翅学会第70回大会	2	無
31	2024	河合雄介・屋宜禎央・広渡俊哉「小笠原諸島産ノコメキバガ族(キバガ科, サクラキバガ亜科)の分類学的研究」九州沖縄昆虫研究会・日本鱗翅学会九州支部合同大会	2	無

(5) 「国民との科学・技術対話」の実施

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
3 2	2022	川北篤「小笠原諸島の植物-昆虫相互作用について」小笠原野生生物研究会主催一般公開講演会，2022年8月28日，小笠原世界遺産センター	1
3 3	2022	大島一正「小笠原諸島における昆虫と植物の関係：葉に潜り込む昆虫を例に」一般社団法人小笠原ホエールウォッチング協会主催おがさわら丸船内レクチャー，2023年3月14日，おがさわら丸船内レストラン	3
3 4	2022	大島一正「葉の中の知られざる多様性：幼虫が葉に潜って育つホソガ科の昆虫は小笠原に何種いるのか？」環境省小笠原自然保護官事務所主催一般公開講演会，2023年3月21日，小笠原世界遺産センター	3
3 5	2023	「小笠原諸島における生物多様性と固有種の保全」第35回日本環境動物昆虫学会市民公開シンポジウム，2023年11月26日，九州大学伊都キャンパス	1
3 6	2024	屋宜禎央「独自の多様性と外来種が織りなす小笠原の蛾類を求めて」日本鱗翅学会第70回大会・第9回九州大学昆虫科学・新産業創生研究センター公開シンポジウム，2024年11月2日，九州大学伊都キャンパス	2
3 7	2024	「小笠原の昆虫の現状と今後の調査研究の促進に向けて」OGA-KONフォーラム vol. 1，2025年3月2日，オンライン	1

(6) マスメディア等への公表・報道等

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
3 8	2024	八重山毎日新聞，2024年5月9日，1頁，「オオウスグロハラナガノメイガ 西表島で発見、国内2例目 18年ぶり マングローブ林にのみ生息」	3
3 9	2024	琉球新報，2024年5月14日，21頁，「南方生息のガ 西表初確認 マングローブ林だけに生息」（デジタル版「国内2例目、世界遺産の島で未知の昆虫発見 マングローブ林だけに生息 沖縄・西表島」）	3

(7) 研究成果による受賞

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
	特に記載 する事項 はない。		

(8) その他の成果発表

成果 番号	発表 年度	成果 情報	主たる サブテーマ
	特に記載 する事項 はない。		

権利表示・義務記載

特に記載する事項は無い。

この研究成果報告書の文責は、研究課題に代表者又は分担者として参画した研究者にあります。
この研究成果報告書の著作権は、引用部分及び独立行政法人環境再生保全機構（ERCA）のロゴマークを除いて、原則的に著作者に属します。
ERCAは、この文書の複製及び公衆送信について許諾されています。

Abstract**[Project Information]**

Project Title : Database Establishment and Development of Data Acquisition Technique for Conservation of Plant–Insect Interaction Network in Ogasawara Islands

Project Number : JPMEERF20224001

Project Period (FY) : 2022-2024

Principal Investigator : Atsushi Kawakita

(PI ORCID) : ORCID: 0000-0002-4864-7423

Principal Institution : The Botanical Gardens, Graduate School of Science
The University of Tokyo
3-7-1 Hakusan, Bunkyo, Tokyo 112-0001, JAPAN
Tel: +81-3-3814-3745
E-mail: kawakita@ns.bg.s.u-tokyo.ac.jp

Cooperated by : Kyushu University; Kyoto Prefectural University; University of the Ryukyus; Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government

Keywords : Pollinator; leaf miner; Lepidoptera; automated video recording system; evolutionary history

[Abstract]

We constructed a low-cost, low-power, automated video recording system using Raspberry Pi to facilitate pollinator identification in the field, and used the technique to elucidate the pollinators of endemic plants in the Ogasawara Islands. We found that nocturnal moths, whose importance as pollinators has received little attention, play an important role as pollinators in the Ogasawara Islands ecosystem. We also conducted a comprehensive survey of lepidopteran diversity in the Ogasawara Islands, and confirmed the presence of 218 species of microlepidoptera, including about 70 undescribed species. One endemic species of the family Bucculatricidae, which mines the leaves of *Hibiscus glaber*, and two endemic species of the family Crambidae, which emerged from bryophytes, were described as new species. Some endemic species underwent host shifts at the family level after colonizing the Ogasawara Islands, while others may have diversified within the archipelago by changing their larval feeding habits. Finally, we used genomic analysis to assess the extinction risk of lepidopteran insects on the Ogasawara Islands. Specifically, we established a technique for rearing leaf-mining lepidopteran species in the laboratory and conducted inbreeding experiments to determine the threshold of heterozygosity at which a population begins to collapse. We also estimated the effective population size of the moth, which we found to be important as pollinators of endemic plants. Overall, the study has provided fundamental

information for the conservation of plant–insect interaction networks in the Ogasawara Islands. We also found many new examples of unique plant–insect evolution, which will contribute to enhancing the value of the Ogasawara Islands as a World Natural Heritage Site.

[References]

- Yagi, S., Oku, J. & Hirowatari, T. (2024) A new *Hibiscus*-feeding species of *Bucculatrix* (Bucculatricidae) from the Ogasawara Islands, Japan. *Nota Lepidopterologica* 47: 29–42. DOI: 10.3897/nl.47.107485
- Matsui Y., Hamaguchi J., Yagi S. & Hirowatari T. (2024) Two remarkable new species of *Glaucocharis* (Lepidoptera, Crambidae, Crambinae) from the Ogasawara Islands, Japan. *Zootaxa* 5543: 83–96. DOI: 10.11646/zootaxa.5543.1.4
- Park, J., Yagi, S. & Hirowatari, T. (2025) First record of the genus *Morphaga* Herrich-Schäffer (Lepidoptera, Tineidae) from the Ogasawara Islands, Japan, with a new species. *Nota Lepidopterologica* 48: 215–228. DOI: 10.3897/nl.48.143817
- Park, J., Yagi, S. & Hirowatari, T. (2025) Taxonomic study of the genus *Erechthias* (Lepidoptera, Tineidae) from the Ogasawara Islands, with two new records and four new species. *ZooKeys* 1250: 13–48. DOI: 10.3897/zookeys.1250.154226
- Matsui, Y., Park, J., Yagi, S., Kimura, M. & Hirowatari, T. (2025) Molecular and morphological evidence reveals a new lepidopteran genus, *Micrometasia* (Crambidae, Spilomelinae, Steniini), with implications for insular speciation of endemic moths in Japan. *Invertebrate Systematics* 39: IS25049. DOI: 10.1071/IS25049

This study was supported by the Environment Research and Technology Development Fund of the ERCA (JPMEERF20224001) funded by the Ministry of the Environment.