

Environment Research and Technology Development Fund

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

4-1804 「世界自然遺産のための沖縄・奄美における
森林生態系管理手法の開発」
(JPMEERF20184005)
平成30年度～令和3年度

Development of Management Techniques for Forest Ecosystem on Okinawa and Amami Islands as a
Proposed World Natural Heritage Site.

〈研究代表機関〉

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所

〈研究分担機関〉

琉球大学

〈研究協力機関〉

東京大学

NPO法人奄美野鳥の会

NPO法人徳之島虹の会

沖縄県立辺土名高等学校

奄美市立奄美博物館

南西環境研究所

Yambaru Green

○図表番号の付番方法について

「Ⅰ．成果の概要」の図表番号は「0．通し番号」としております。なお、「Ⅱ．成果の詳細」にて使用した図表を転用する場合には、転用元と同じ番号を付番しております。

「Ⅱ．成果の詳細」の図表番号は「サブテーマ番号．通し番号」としております。なお、異なるサブテーマから図表を転用する場合は、転用元と同じ図表番号としております。

令和4年5月

目次

I. 成果の概要	2
1. はじめに（研究背景等）	
2. 研究開発目的	
3. 研究目標	
4. 研究開発内容	
5. 研究成果	
5－1. 成果の概要	
5－2. 環境政策等への貢献	
5－3. 研究目標の達成状況	
6. 研究成果の発表状況	
6－1. 査読付き論文	
6－2. 知的財産権	
6－3. その他発表件数	
7. 国際	
8.	
9. 共同研究等の状況	
10. 研究者略歴	
II. 成果の詳細	
II－1 絶滅が危惧される中琉球固有種の保全対策の提案と順応的管理に関する研究 （国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所）	14
要旨	
1. 研究開発目的	
2. 研究目標	
3. 研究開発内容	
4. 結果及び考察	
5. 研究目標の達成状況	
6. 引用文献	
II－2 老齢林の絶滅危惧種ハビタットとしての評価とその機能の保全・回復のための研究 （国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所）	31
要旨	
1. 研究開発目的	
2. 研究目標	
3. 研究開発内容	
4. 結果及び考察	
5. 研究目標の達成状況	
6. 引用文献	
II－3 緩衝地帯や周辺地域の生態機能評価と森林の管理・再生に関する研究	41

(琉球大学)

要旨

1. 研究開発目的
2. 研究目標
3. 研究開発内容
4. 結果及び考察
5. 研究目標の達成状況
6. 引用文献

Ⅱ－4 中琉球の固有動物に与える外来哺乳類のインパクト評価と根絶・管理のための研究 52

(国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所)

要旨

1. 研究開発目的
2. 研究目標
3. 研究開発内容
4. 結果及び考察
5. 研究目標の達成状況
6. 引用文献

Ⅲ. 研究成果の発表状況の詳細 61

Ⅳ. 英文Abstract 71

I. 成果の概要

課題名 4-1804 世界自然遺産のための沖縄・奄美における森林生態系管理手法の開発
 課題代表者名 小高 信彦 (国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所
 主任研究員)

重点課題 主：【重点課題⑫】生物多様性の保全とそれに資する科学的知見の充実に向けた研究・
 技術開発

副：【重点課題⑬】森・里・川・海のつながりの保全・再生と生態系サービスの持続的
 な利用に向けた研究・技術開発

行政要請研究テーマ (行政ニーズ) (4-7) 生物多様性と地域の社会経済に配慮した自然保護地域の
 管理有効性評価と計画・管理運営手法の開発

研究実施期間 平成30年度～令和3年度
 但し、新型コロナウイルスの影響のため、令和3年度まで延長

研究経費

103,654千円 (合計額)

(各年度の内訳：平成30年度：32,168千円、令和元年度：35,743千円、令和2年度：35,743千円、
 令和3年度：0円)

研究体制

(サブテーマ1) 絶滅が危惧される中琉球固有種の保全対策の提案と順応的管理に関する研究
 (国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所)

(サブテーマ2) 老齢林の絶滅危惧種ハビタットとしての評価とその機能の保全・回復のための研
 究 (国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所)

(サブテーマ3) 緩衝地帯や周辺地域の生態機能評価と森林の管理・再生に関する研究
 (琉球大学)

(サブテーマ4) 中琉球の固有動物に与える外来哺乳類のインパクト評価と根絶・管理のための研
 究 (国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所)

研究協力機関

東京大学、NPO法人奄美野鳥の会、NPO法人徳之島虹の会、沖縄県立辺土名高等学校、奄美市立奄美
 博物館、南西環境研究所、Yambaru Green

本研究のキーワード 中琉球固有種、原生的老齢林、森林施業、自然再生、侵略的外来種

1. はじめに (研究背景等)

2021年「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」の世界自然遺産登録が決定した。遺産地域に
 生息する固有種の多くが絶滅危惧種であり、その保全を担保することは、世界自然遺産登録地域を
 適切に維持管理する条件として、そして生物多様性国家戦略上も重要である。また、世界自然遺産
 の諮問機関である国際自然保護連合 (IUCN) からの遺産登録時の勧告等に対応するためには、遺産
 登録地域の顕著な普遍的価値 (OUV) が維持され、適切に管理されていることを科学的データに基づ
 いて証明することが重要である。世界自然遺産には通常、コアエリアとなる遺産登録地とその周辺

にバッファゾーンとなる緩衝地帯が設けられる。しかし、本登録地域では、住民生活と遺産地域が非常に近接もしくは重複しているため、法的に保護担保される遺産登録地と緩衝地帯（国立公園や生態系保護地域等）を十分な面積で設定することが困難である。このため、日本政府が提出した世界自然遺産の推薦書では遺産登録地や緩衝地帯に加え「周辺管理地域」を設定し、地域住民の協力・参画を得ながら実施する「包括的管理計画」を立案することでOUVの維持管理を実現しようとするところが本遺産登録地域の大きな特徴である。これまでに環境研究総合推進費4-1503「奄美・琉球における森林地帯の絶滅危惧種・生物多様性保全に関する研究（FY2015-2017）」において、OUVを代表する種の中でも、大型樹洞に依存するヤンバルテナゴコガネや、希少な着生ランであるオキナワセッコクが生息・生育する原生的な老齢林を詳細な空中写真判読と施業履歴の解析により効率よく探索する技術を開発した。また、世界で最も絶滅が危惧されている哺乳類の1種であるオキナワトゲネズミの非侵襲的なモニタリング手法の開発を行った。しかし、「包括的管理計画」を実現するための科学的根拠となる絶滅危惧種の個体群動態や存続可能性の評価手法の確立、また、設定された保護区と固有種の保全上重要な地域の空間的な相違の評価は、未解決の課題である。

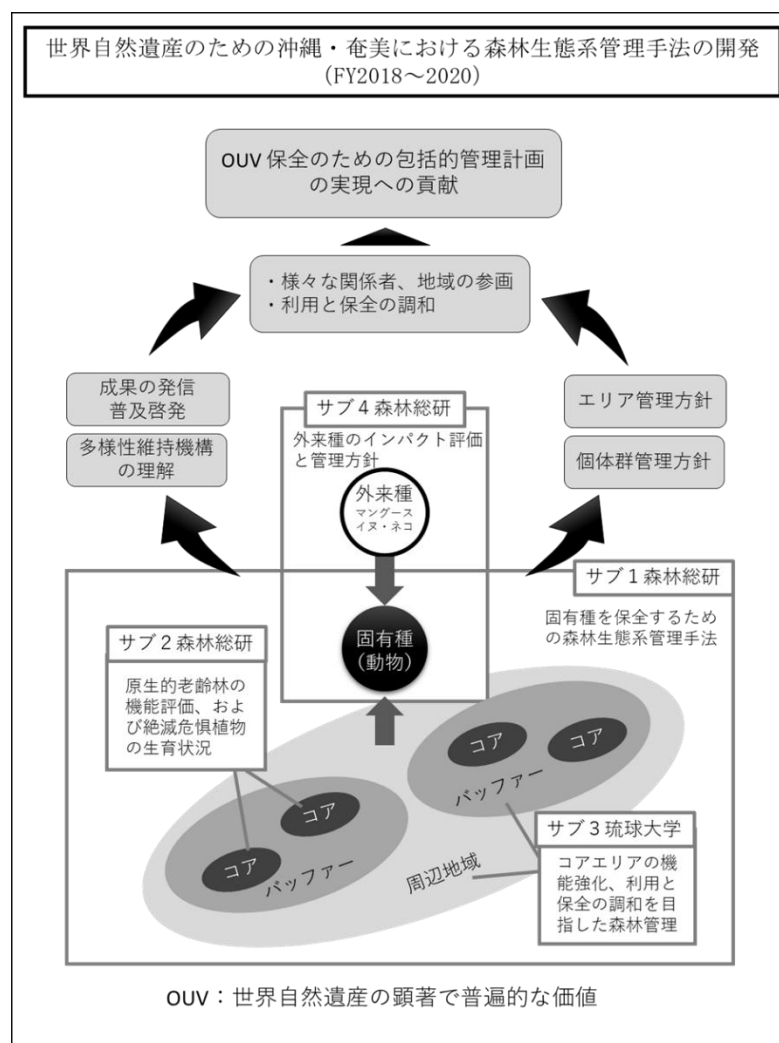


図0.1 研究課題の構成と概要

2. 研究開発目的

「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」の世界自然遺産登録地域における遺産の顕著で普遍的な価値（OUV）を維持するためには、OUVを代表する固有種の絶滅リスクを域内保全により回避するための、森林生態系管理手法の確立が必須である。本研究では、（１）固有種保全のための計画

立案と順応的管理のためのモニタリング体制の確立、（２）固有種が依存する原生的な老齢林の機能評価と機能維持のための技術開発、（３）二次林における生態系機能評価と老齢林の機能強化のための自然再生に関する研究、（４）外来哺乳類のインパクト評価、防除対策の効果の評価、有効な対策を実現するための合意形成に利用できる科学的データの提供とその評価手法に関する研究を行う。以上の研究成果を通じて、世界自然遺産の包括的管理計画の活動主体に森林生態系の管理手法とガイドラインを受け渡すことを最終目標とする。本研究では、林業をはじめとする森林利用の影響を受けやすい老齢林依存種や、侵略的外来種の影響を特に受けやすい島嶼で独自に進化を遂げた固有種を保全するための手法を検討する。

オキナワトゲネズミについては4-1503で開発した技術等を用いて、個体群回復のためのモニタリング体制を確立する。また、ルリカケスやオーストンオオアカゲラ、アカヒゲなど、OUVを代表する固有種で十分な調査が実施されていない種のモニタリング手法の開発を行う。原生的な老齢林に依存するヤンバルテナゴコガネの樹洞木や、オキナワセッコクの着生木を単木レベルで記録して継続観察することにより、台風影響や密猟・盗掘インパクトの評価が可能な体制を確立する。老齢林の機能評価では、未調査の北部訓練場返還地の現状を明らかにするとともに、LiDARや衛星画像等のリモートセンシングデータを用いた老齢林の特徴や、台風インパクトの評価を実施する。二次林においては、コアエリアとなる老齢林の機能強化を念頭に、若齢二次林やリュウキュウマツ人工造林地について生態学的な機能評価を行い、自然再生手法を提案するとともに、固有種の生息に影響を与える堅果生産や樹洞生産等のモニタリング体制を確立する。外来種については、世界的に注目されているマングース（フイリマングース）対策事業に加え、イヌやネコを対象として、外来種のインパクト、対策の効果（外来種減少と固有種の回復）を定量的に評価し、外来種対策の必要性の科学的根拠を提示し、事業推進のための合意形成に必要な情報を提供する。

以上に基づき、遺産登録地域におけるOUVの維持管理・強化のための多様な主体の共同・参画による「包括的管理計画」の実現に寄与する。

3. 研究目標

全体目標	「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」の世界自然遺産推薦地における遺産の顕著で普遍的な価値（OUV）を維持するためには、OUVを代表する固有種の絶滅リスクを域内保全により回避するための、森林生態系管理手法の確立が必須である。本研究では、（１）固有種保全のための計画立案と順応的管理のためのモニタリング体制の確立、（２）固有種が依存する原生的な老齢林の機能評価と機能維持のための技術開発、（３）二次林における生態系機能評価と老齢林の機能強化のための自然再生に関する研究、（４）外来哺乳類のインパクト評価、防除対策の効果の評価、有効な対策を実現するための合意形成に利用できる科学的データの提供とその評価手法に関する研究を行う。以上の研究成果を通じて、世界自然遺産の包括的管理計画の活動主体に森林生態系の管理手法とガイドラインを受け渡すことを最終目標とする。
サブテーマ1	絶滅が危惧される中琉球固有種の保全対策の提案と順応的管理に関する研究
サブテーマリーダー/所属機関	小高信彦/国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所
目標	中琉球（沖縄島北部、奄美大島、徳之島）のOUVを代表する固有種のモニタリング手法を確立し、固有種の分布の現状に基づく保全上重要なエリアと世界自然遺産推薦地のゾーニング、国立公園等の地種区分の比較を行うとともに、エリアごとの詳細な生態系管理手法のガイドラインを策定する。また、確立したモニタリング手法のマニュアル化を行い、管理主体への受け渡しを行う。得られた成果を国際研究集会などのシンポジウムで世界に向けて公表する。

サブテーマ2	老齢林の絶滅危惧種ハビタットとしての評価とその機能の保全・回復のための研究
サブテーマリーダー/所属機関	阿部真/国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所
目標	沖縄島北部の天然生林において、植物社会学的な多点調査を実施すると共に、オキナワセッコク、ヤンバルテナガコガネやケナガネズミ等、地域を代表する希少種の生息地及び地理的環境条件を示す。これによって、生物群集情報の空白地域であった米軍北部訓練場跡地を含む老齢林について、地域における生態的機能を評価すると共に、絶滅危惧種保全に係る現状と課題を明らかにし、管理方針を提案する。

サブテーマ3	緩衝地帯や周辺地域の生態機能評価と森林の管理・再生に関する研究
サブテーマリーダー/所属機関	高嶋敦史/琉球大学
目標	世界自然遺産候補地の緩衝地帯や周辺地域（現周辺管理地域）に広がる二次林において、これまでの調査で得られた林分構造や遷移に関する知見に生態学的な評価を加え、生態学的機能向上につながる総合的な管理手法の提案を行う。また、主要な造林樹種の人工林においても、現状や課題を取りまとめて自然再生も含めた森林誘導のシナリオを提案する。

サブテーマ4	中琉球の固有動物に与える外来哺乳類のインパクト評価と根絶・管理のための研究
サブテーマリーダー/所属機関	亘悠哉/国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所
目標	マングース対策事業の成果としての在来種の回復を評価し、事業で使えるようにデータを提供する。ネコ問題におけるネコの個体群維持機構を明らかにし、コアエリアだけでなく周辺地域（現周辺管理地域）も含めたネコ対策の必要性を提示し、効果的な対策の手法を提示する。

但し、「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」は課題の申請時、世界自然遺産の推薦地でしたが、現在は登録地となっています。

4. 研究開発内容

遺産登録地の中でも、共通の地史的背景を持ち、遺産登録地の面積率が低い中琉球の3島（奄美大島、徳之島、沖縄島）を対象に、固有種、希少種の絶滅リスクを低減するための森林生態系管理手法について研究開発を行った。日本政府による2017年の1回目の世界遺産推薦では、沖縄島北部における遺産推薦地が11か所に断片化していることや、米軍北部訓練場返還跡地が含まれていないことなどがIUCNから指摘され、2018年に登録延期の勧告が出された。このため、サブテーマ1では、沖縄島北部に生息する絶滅危惧種オキナワトゲネズミの分布回復のための回廊の提案などを行い、2019年の再推薦のためのゾーニングに貢献した（図1.1）。また、2019年夏に行われたIUCNの専門家による現地調査での現場説明などに対応し、2021年の遺産登録に貢献した。日本で最も絶滅が危惧されるオキナワトゲネズミの分布回復のためのシナリオ（分布回復のために重要な回廊の提案）やモニタリング体制を構築し、分布回復のための順応的管理の実践を試みた。また、中琉球三島（奄美大島、徳之島、沖縄島）で地域のNPO法人や博物館、学校などと連携して、

繁殖鳥類分布調査を行い、これまで調査が十分行われてこなかった、ルリカケス、オーストンオオアカゲラ、アカヒゲ、リュウキュウキビタキの現状を明らかにするとともに、希少鳥類の分布と世界自然遺産のゾーニングの関係についてとりまとめ（表1.1）、緩衝地帯や周辺管理地域における保全上重要な地域の提案を試みた。また、沖縄島北部の固有鳥類の分布変遷データの分析を行い、固有鳥類3種（ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ホントウアカヒゲ）の保全においてフィリマングース対策の重要性を示した。サブテーマ2では、これまで調査が行われてこなかった米軍北部訓練場返還跡地をはじめ、原生的な老齢林の調査を行い、あわせて、遺産地域には登録されなかったが生物多様性保全上重要な石灰岩地域における植生調査を行った。北部訓練場返還跡地の老齢林や、石灰岩地域の植生の多様性は高く、保全上の価値が高いことを示した。また、オキナワセッコクの着生木や、ヤンバルテナガコガネやケナガネズミの樹洞木、そして、植物多様性の指標としてのイスノキの重要性を示し、保全上重要な林分の探索手法の一つとして提案した。また、サブテーマ1、3と連携し、樹洞を利用する絶滅危惧種ヤンバルテナガコガネ、ケナガネズミ、ノグチゲラの生息実態を明らかにし、世界自然遺産のゾーニングと分布の現状、これらの種に配慮した森林管理手法の提案を行った。なお、研究計画書の提出後に遺産登録が決定したことから、最終的なとりまとめは、世界自然遺産のゾーニングに基づいて行うものとする。サブテーマ3では、緩衝地帯や周辺地域（現周辺管理地域）の様々な施業履歴の林分構造に関する調査を行い、現状を明らかにするとともに、生態系機能の一つとして、樹洞生産機能の評価を行い、イスノキとスダジイの大径木の重要性を示した。また、多くの森林動物が餌として利用するスダジイ堅果の豊凶の簡易モニタリング手法を開発し、中琉球3島でのモニタリング体制の構築、オンラインによる情報共有を行うとともに、サブテーマ1、2と連携して、普及啓発のためのパンフレットを作製した。サブテーマ4では、フィリマングースが根絶目前となり世界的な注目を集めている奄美大島でのマングース防除事業の成果を整理し、様々な外来種対策に応用可能なロードマップを作成した。また、マングース対策の進展後、奄美大島で顕著な問題となってきたノネコについて、これまで調査が行われてこなかった徳之島とあわせ、遺産のコアエリアとなる登録地域だけではなく、里における対策の重要性を明らかにする研究を実施した。

5. 研究成果

5-1. 成果の概要

サブテーマ1では、絶滅危惧種オキナワトゲネズミの分布回復のための回廊の提案を行い、世界自然遺産再推薦のゾーニングに貢献した（図1.1）。また、オキナワトゲネズミの分布回復のための回廊を中心にモニタリング体制を構築し、米軍北部訓練場返還跡地の複数地点への分布回復を確認した。長期の自動撮影カメラでデータを用い、スダジイ堅果の豊凶がオキナワトゲネズミやリュウキュウイノシシの個体群動態に影響することを明らかにした。2012年の大型台風による攪乱以降、スダジイの凶作年が長く続いたことが、トゲネズミの分布回復を妨げた要因の一つと推定されたことから、リモートセンシング技術を用いた台風被害マップの作製技術を開発した。奄美大島、徳之島、沖縄島北部に生息する希少鳥類の繁殖分布調査結果（表1.1）に基づく保全上重要な地域、必要な対策について提案を行った。特に、地上生活に適応している沖縄島北部の固有鳥類（ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ホントウアカヒゲ）は、侵略的外来種フィリマングースの影響を強く受けており、環境省、沖縄県のマングース防除事業の進展により3種ともに分布回復傾向にあることを明らかにし、プレスリリースを行った（図0.2）。サブテーマ2では、米軍北部訓練場返還跡地や石灰岩地域の植生について明らかにするとともに、視認性の高い大径のイスノキは保全すべき森林の指標となり得ることを示した。また、サブテーマ1、3、および環境省やんばる野生生物保護センターと協力してヤンバルテナガコガネの利用樹洞について情報収集し、世界自然遺産の再推薦の過程で、ヤンバルテナガコガネの樹洞木の大半が世界自然遺産の登録地としてゾーニングされたことを明らかにした（図0.3）。サブテーマ3では、様々な施業履歴をもつ林分の調査を実施するとともに、生態系機能として、樹洞生産と堅果生産について研究を行った。樹洞生産機能について、スダジイとイスノキの重要性（図0.4）について指摘するとともに、堅果生産機能については、サブテーマ2と連携して、双眼鏡を用いた簡易なモニタリング手法を開発した。中琉球3島におけるスダジイの豊

凶モニタリングの体制を確立し、世界自然遺産候補地として求められる「地域社会の参加・協働による保全管理」や「適切なモニタリングと情報の活用」を実践した。また、サブテーマ1，2と協力してスダジイの豊凶モニタリングについてのパンフレットを作成し、ISBNを取得して発行した。サブテーマ4では外来種対策の成果の評価を行った。ネコに関しては徳之島では牛舎で行われる餌付けがノラネコの個体群ソースを作り出していることを明らかにし、人による餌付けの問題点についてプレスリリースを行った（図0.5）。ネコ由来の人獣共通感染症トキソプラズマが島に蔓延していることも明らかにし、この問題がヒトの健康リスクでもあることを指摘した。奄美大島では、ネコの安定同位体比分析から、人里でペットフードに依存しながら森林と行き来する集団と、森林で希少種等を捕食し自活する集団との2つがあることを明らかにし、里での対策の重要性を示した。成果は両島の行政機関に受け渡した。

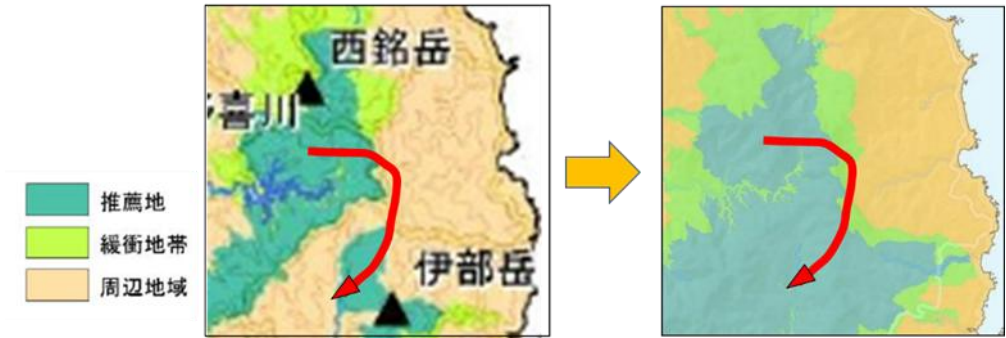


図1.1 オキナワトゲネズミの分布回復のための回廊（赤矢印）周辺の世界自然遺産のゾーニング（左：1回目の推薦（日本政府2017）、右：再推薦（日本政府2019）

表1.1 奄美大島、徳之島、沖縄島北部における希少鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニング 小高ら 2022 九州森林研究より作成

奄美大島	環境省 レッドリスト	全体 N=180	遺産登録地 N=24	緩衝地帯 N=31	周辺管理地域 N=125	
ルリカケス	ランク外	85	92	94	82	66.6%以上
オーストンオオアカゲラ	VU	75	83	68	75	33.3-66.6%
アカヒゲ	VU	94	100	97	93	10 < 33.3%
オオトラツグミ	EN	16	42	19	10	10%以下
リュウキュウキビタキ	DD	19	46	35	10	

徳之島	地点数	全体 N=89	遺産登録地 N=14	緩衝地帯 N=13	周辺管理地域 N=62	
アカヒゲ	VU	97	100	100	95	
リュウキュウキビタキ	DD	8	43	0	2	

沖縄島北部	地点数	全体 N=290	遺産登録地 N=47	緩衝地帯 N=28	周辺管理地域 N=195	区域外 N=20
ヤンバルクイナ	CR	54	79	82	47	25
ノグチゲラ	CR	54	74	82	47	30
ホントウアカヒゲ	EN	78	100	96	75	30
リュウキュウキビタキ	DD	5	15	4	2	20

但し沖縄島北部ではリュウキュウキビタキはプレイバック音源に含まれない

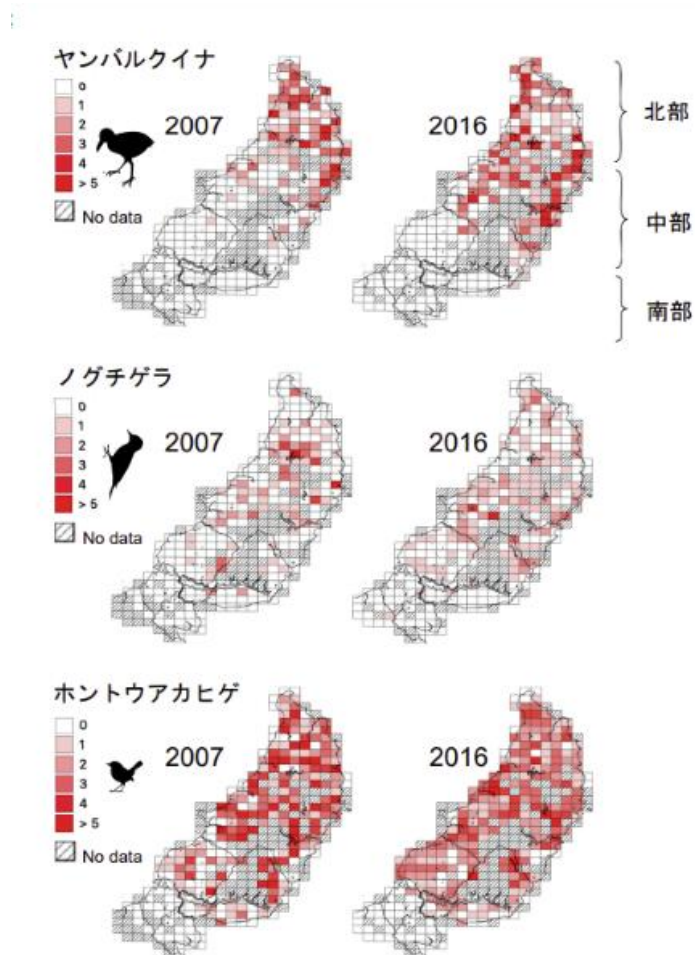


図0.2 やんばるにおける固有鳥類ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ホントウアカヒゲの2007年と2016年の分布

2007年に北部まで侵入していたフィリマンダースの防除対策が進み、3種すべてが回復傾向を見せ始めた。Biological Invasions (Online First) <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02503-w> に掲載の図の一部から作成。森林総研プレスリリース（2021年5月25日より）

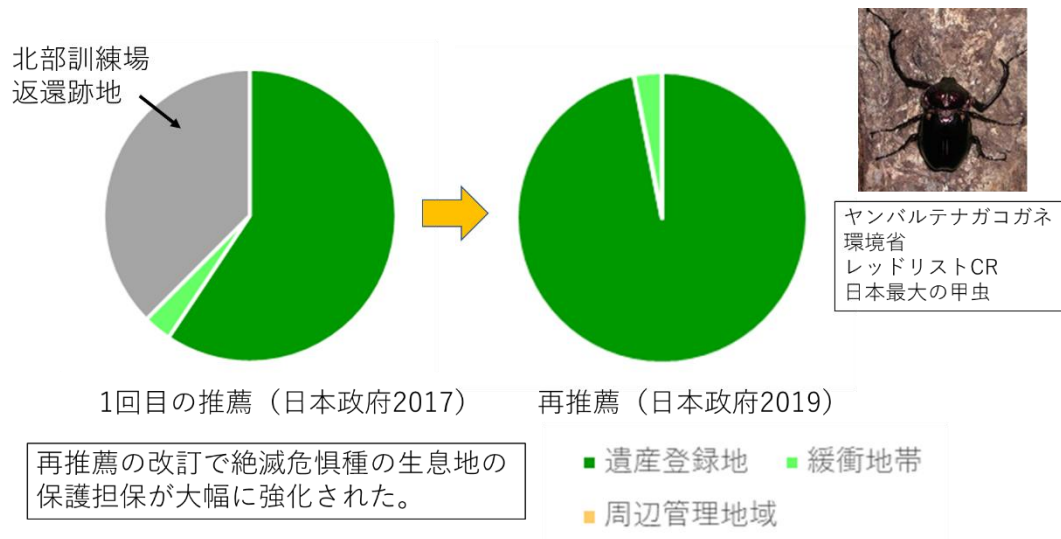


図0.3 ヤンバルテナガコガネの繁殖樹洞（N=32）位置と世界自然遺産のゾーニング
世界自然遺産の再推薦により97%が遺産登録地としてゾーニングされた

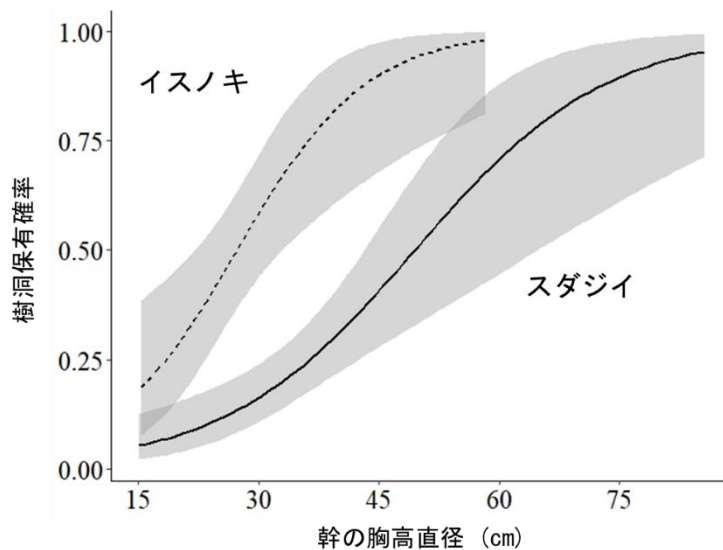


図0.4 やんばるの森のスダジイやイスノキの大径木は樹洞の保有率が高く、絶滅危惧種ヤンバルテナガコガネやケナガネズミ、ノグチゲラの重要な繁殖木として利用されます。また、イスノキの大径木は、オキナワセッコクの着生木としても重要です
Takashima et al. (Online First) Journal of Forest Researchを日本語に改変

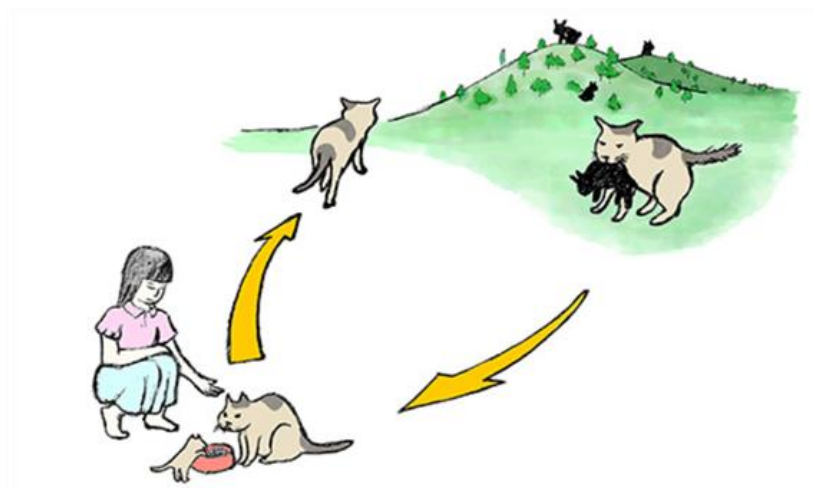


図0.5 人が餌を与えるネコが遺産登録地内で希少種の動物を捕食していることがわかりました。 Maeda et al., 2019 Scientific Reports 9:16200
森林総合研究所プレスリリース（20191119）より

5－2．環境政策等への貢献

<行政等が既に活用した成果>

- ・先行課題4-1503から継続して実施してきた絶滅危惧種の分布や、森林の現況に関する研究成果（林齢マップの更新や保全上重要な林分マップの提供）が、世界自然遺産の再推薦のゾーニングに活用された。特に、オキナワトゲネズミの分布回復のために提案した回廊の重要性について関係行政機関に説明を行い、再推薦のゾーニングに貢献した。遺産の緩衝地帯は、国立公園の2種特別地域が想定される（日本政府2019）が、回廊沿いでは、3種特別地域においても緩衝地帯が設定された。このことは、沖縄県による「やんばる型森林業の施策指針」で、「自然公園法などの法的規制がない地域においても、特段の配慮が必要な絶滅危惧種が生息・生育する場合は、生物多様性保全のための配慮をすること」としていることによる。本課題におけるオキナワトゲネズミの詳細な生息状況に関するモニタリング結果がこれらの配慮に活用された。なお、これらの取り組みは、2019年に実施されたIUCNによる現地調査において、課題参画者よりIUCNの専門家に直接説明した。
- ・環境省の実施するノグチゲラ保護増殖事業のワーキンググループ委員として参加し、ノグチゲラの個体数推定結果を委員会で報告するなど事業推進に協力した。
- ・オキナワトゲネズミの分布回復のためのモニタリング体制を構築し、環境省やんばる自然保護官事務所と情報共有するとともに、イヌ、ネコ、フィリマングースなどの外来種の情報については、環境省、沖縄県が実施するマングース防除事業や、沖縄県の実施するノイヌ・ノネコ対策事業等に情報提供し、事業報告書などに掲載され、事業推進に活用された。
- ・林野庁九州森林管理局による「やんばる森林生態系保護地域保全管理計画」に専門員として委嘱を受け、計画作成に協力した。
- ・沖縄森林管理署全国育樹祭出展（2019年12/14・15日）のための資料提供を行った。
- ・沖縄県県営林のSGEC森林認証に関わるヒアリングに対応した（2019年8月）。
- ・スダジイ堅果の豊凶モニタリングの結果について、環境省奄美群島国立公園管理事務所の希少種保護増殖検討会に提供した。環境省パンフレット「2019年度改定版・世界でたったひとつの奄美を守る－奄美大島マングース根絶に向けて－」2020年1月発行において、「在来種の個体数の回

復、目視調査によるモニタリング結果」として研究成果が掲載された。

- ・環境省沖縄奄美自然環境事務所の「奄美大島における生態系保全のためのノネコ捕獲等に係る打ち合わせ」（2021年12月）において、奄美大島の外ネコの食性および個体群構造の解析結果が参考資料「捕獲個体の安定同位体比分析および糞内容物分析結果について（報告）」として採用され、対策の方針策定へ貢献した。

＜行政等が活用することが見込まれる成果＞

- ・オキナワトゲネズミの分布回復のための順応的管理：現在の主要生息地である西銘岳周辺から伊部岳（返還地）周辺の老齢林への分布回復において重要な林分（林班名は網掛け）および、県道2号線を越えて南に分布拡大するために重要な林分（林班名は網掛け）のモニタリング。
- ・リュウキュウキビタキをはじめとする繁殖鳥類分布モニタリング：琉球列島の固有亜種（隠ぺい種の可能性も指摘）であるリュウキュウキビタキは大径木があり階層構造の発達した森林の指標種として、世界自然遺産の森林地域の管理に有効であることが示唆された。沖縄島北部では、環境省によるノグチゲラ保護増殖事業における繁殖鳥類分布モニタリングとして、リュウキュウキビタキがプレイバック法による調査項目として令和4年度から採用されており、今後、奄美大島、徳之島での本種を指標とした遺産地域の継続的なモニタリングへの活用のため、鳥類殖分布パンフレットを作成予定である。
- ・沖縄島北部の遺産地域における2012年の台風被害3次元マップ：LiDARデータとデジタル空中写真を基に技術開発し作成したGIS情報を、遺産地域の森林評価に使えるよう、共有予定である。
- ・大型樹洞：沖縄島北部に生息する大型樹洞を利用する絶滅危惧種：ヤンバルテナガコガネ、ケナガネズミ、ノグチゲラの利用樹洞に配慮した森林管理指針。これら3種に共通して、戦後伐採されていない森林（2020年時点の75年生以上の林分）の重要性が明らかとなり、緩衝地帯、周辺管理地域における林齢マップを更新して、保全上重要な林分マップを作製した。利用と保全の調整が求められる緩衝地帯や、林業生産地域における生物多様性に配慮した管理のためにマップの活用が期待される。
- ・イスノキを指標とした老齢林分の探索と保全への配慮：イスノキは、遺産地域のOUVを代表する固有種ヤンバルテナガコガネをはじめとする樹洞営巢種や、着生ランであるオキナワセッコクの着生木として重要であり、イスノキの大径木のある原生的な老齢林分は、保全上きわめて重要であることが明らかとなった。これらの林分は森林簿に反映されていない場合もある。伐採等利用予定のある林分における事前調査の項目として、胸高直径20cm以上の林分は保全上重要な林分であり、15cm以上の林分は、今後、保全上重要な役割を担う林分として遷移を促す対象と評価することができる。
- ・スダジイ堅果豊凶調査パンフレットの刊行：サブテーマ3が中心となって研究開発したスダジイ堅果の目視調査手法について、ISBNを取得したパンフレットを2022年4月21日に発行した。スダジイ堅果の豊凶は、絶滅が危惧されるオキナワトゲネズミ等の固有種だけではなく、有害鳥獣として課題となっているリュウキュウイノシシの個体群動態にも強く影響することが明らかになった。すでに、徳之島では、NPO法人徳之島虹の会による小学校の自然体験活動に活用され、奄美大島では、アマミノクロウサギの保護増殖事業会議の資料などに引用されている。本モニタリング手法は、遺産地域のOUVを代表する絶滅危惧種とともに、地域の一次産業に関心の高い地域住民や関係行政機関と連携したモニタリング手法として活用されることが期待される。
- ・沖縄島北部におけるマングース対策の効果と重要性：沖縄島北部で成果を上げているマングース対策事業の効果について論文化した。沖縄島北部からのマングース根絶を確実にするとともに、将来の沖縄島全域からの排除に向けた取り組みのための普及啓発に活用されることが期待される。

5-3. 研究目標の達成状況

(1) 固有種保全のための計画立案と順応的管理のためのモニタリング体制の確立

対象とした世界自然遺産推薦地の中で、最も絶滅が危惧される固有種の1種、オキナワトゲネズミの自動撮影カメラによるモニタリング体制を確立し、局所絶滅の状態にあった米軍北部訓練場返還跡地への分布回復を確認した。また、世界自然遺産の再推薦の過程で、本種の分布回復のために提案した回廊に沿って、遺産の登録地と緩衝地帯が設定され、遺産再推薦のゾーニングに貢献した（サブ1：p18-19）。オキナワトゲネズミの分布の現状と保全上重要な林分について、森林管理者との共有を行い、施業予定地の選定などの資料として活用され、順応的管理の実践を行うことができた。奄美大島、徳之島、沖縄島北部の遺産地域全域を対象として、環境指標として有効と考えられる希少鳥類の繁殖分布調査のモニタリング体制を、各島のNPO法人、博物館、学校等と連携して確立した。希少鳥類の繁殖分布調査結果を遺産のゾーニングと重ね合わせることで、緩衝地帯、周辺管理地域における保全上重要な地域について特定し、保全対策とあわせて提案した（サブ1：p22-24、小高ら2022）。

(2) 固有種が依存する原生的な老齢林の機能評価と機能維持のための技術開発

絶滅危惧種の生態や、植物社会学的な調査の結果から、老齢林の指標としてイスノキの重要性を確認し、視認性の高いイスノキを指標とした重要林分の特定と保全のための活用について提案した（サブ2：p31-40、Abe et al. 2018, Abe et al., 2021）。先行課題で作成した老齢林マップを改訂、活用し、環境省やんばる自然保護官事務所や沖縄奄美自然環境事務所の協力・連携することで、これまで情報の少なかったヤンバルテナガコガネやケナガネズミなどの老齢林依存種の分布の現状を明らかにするとともに、緩衝地帯や周辺管理地域に残された老齢林分や樹洞木を保残することの重要性について提案した（サブ2：p31-40、Kotaka et al., 2021）。再推薦のゾーニングにより、ヤンバルテナガコガネやオキナワセッコクの依存する原生的な老齢林の大部分が遺産登録地となり、再推薦の過程で保護担保が大幅に改善したことを示した（図2.4）。

(3) 二次林における生態系機能評価と老齢林の機能強化のための自然再生に関する研究

様々な施業履歴を持つ森林の林分構造を明らかにし、生物多様性に配慮した森林管理手法について検討した（サブ3：p41-51）。樹種ごとの樹洞生産機能について老齢林の重要性を示すとともにスダジイ、イスノキの大径木の重要性を示した（サブ3：p41-44、Takashima et al., 2021, Kobayashi et al., 2022）。オキナワトゲネズミをはじめとする森林動物の重要な餌資源であるスダジイ堅果の簡易モニタリング手法を開発し、中琉球3島で実践できる体制を構築した（サブ3：p49、高嶋ら2021）。

(4) 外来哺乳類のインパクト評価、防除対策の効果の評価、有効な対策を実現するための合意形成に利用できる科学的データの提供とその評価手法に関する研究

世界的な注目を集める奄美大島におけるマングース防除事業の過程をとりまとめ、様々な外来種対策に応用可能なロードマップを作成した（サブ4：p52-56、亘2019）。また、マングース対策後の顕著な問題となったノネコ対策について、里におけるノネコ対策の重要性を示すとともに（サブ4：p56-57、Maeda et al., 2019）、徳之島では、外ネコにおける高いトキソプラズマの感染率を明らかにし、よりネコ対策への理解が得られる研究成果を得た（サブ4：p57-58、）。日本の離島は、外来種の侵入にたいして、生物多様性だけでなく、経済も脆弱であること、さらに、生物多様性保全のための外来種対策の予算規模がいまだ十分でないことを明らかにした（サブ4：p13、Watari et al., 2021）。沖縄島北部ではマングースが飛べない鳥ヤンバルクイナだけでなく、ノグチゲラやホントウアカヒゲにも深刻な影響を与えていることを明らかにするとともに、防除事業によりマングースが減少したことで、三種がともに回復傾向にあり、マングース対策の重要性と将来の沖縄島全域での対策の必要性を指摘した（サブ1：p24-25、Yagihashi et al., 2021、小高ら2022）。

課題を開始した2018年に、国際自然保護連合（IUCN）から遺産登録の延期勧告が出された。

このため、本課題の研究成果が、遺産の再ゾーニングや、IUCN調査委員による現地調査の際の説明に活かすことができ、当初想定していた以上の行政への貢献をすることができた。課題期間中にコロナ禍による野外調査が困難な状況があったが、期間を延長したことで、データを取りまとめる時間的余裕が生じ、想定よりも多くの査読付き原著論文を公表することができた。また、コロナ禍の影響により対面でのシンポジウムなどの開催が困難となったが、オンライン会合による中琉球3島（奄美大島、徳之島、沖縄島）を結ぶ情報共有会を実施するなど、島間の交流に貢献することができた。また、世界自然遺産登録を記念して企画した、森林総合研究所九州地域講演会では、YouTubeによる研究成果の動画配信を行うことで、1000回（2022年5月10日現在）を越える視聴回数が記録され、コロナ禍によりオンライン会合やYouTube配信を実施したことで、広く研究成果を普及することができた。サブテーマを通じて、目標以上の成果を達成できた。

6. 研究成果の発表状況

6-1. 査読付き論文

<件数>

24件

<主な査読付き論文>

- 1) T. YAGIHASHI, S.-I. SEKI, T. NAKAYA, K. NAKATA, and N. KOTAKA: Biological Invasions, 23, 2249-2260 (2021), Eradication of the mongoose is crucial for the conservation of three endemic bird species in Yambaru, Okinawa Island, Japan. (IF: 3.133)
- 2) N. KOTAKA, J. PREBLE, K. SAITO, Y. TOGUCHI, M. KUDAKA, T. SAKODA and T. YAGIHASHI: Journal of Forest Research, 26, 192-200 (2021), Recent nest tree use by the critically endangered Okinawa woodpecker in relation to forest age and two exotic forest pests. (IF: 1.269)
- 3) 高嶋敦史、久高奈津子、阿部 真、安部哲人、小高信彦：九州森林研究、74、69-72 (2021)、南西諸島の中琉球における双眼鏡を用いたスダジイ豊凶モニタリング。
- 4) 小高信彦、赤井慎太、東竜一郎、石原鈴也、川口秀美、木元侑菜、久高将洋、迫田拓、関伸一、渡久地豊、鳥飼久裕、永井弓子、平城達哉、寛山一郎、水田拓、八木橋勉、山室一樹：九州森林研究、75、63-70 (2022)、沖縄島北部、奄美大島、徳之島における鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニング。
- 5) S. ABE, N. KOTAKA, A. TAKASHIMA, T. ABE, K. SAITO and T. MASAKI: Ecological Research, 33, 5, 1069-1073 (2018) Host selection and distribution of *Dendrobium okinawense*, an endangered epiphytic orchid in Yambaru, Japan (IF: 1.917)
- 6) T. ABE, T. KUDO, K. SAITO, A. TAKASHIMA and A. MIYAMOTO: Journal of Forest Research, 26, 181-191 (2021), Plant indicator species for the conservation of priority forest in an insular forestry area, Yambaru, Okinawa Island. (IF: 1.269)
- 7) A. TAKASHIMA, A. NAKANISHI, M. MORISHITA, S. ABE, K. SAITO and N. KOTAKA: Journal of Forest Research, 26, 410-418 (2021), Tree-cavity formation in the mature subtropical forests of Yambaru, Okinawa Island. (IF: 1.269)
- 8) 亘 悠哉：日本鳥学会誌, 68, 2, 263-272 (2019), 外来種対策のロードマップとチェックリスト：奄美大島のマングース対策からのフィードバック。
- 9) T. MAEDA, R. NAKASHITA, K. SHINOSAKI, F. YAMADA and Y. WATARI: Scientific Reports 9: 16200 (2019), Predation on endangered species by human-subsidized domestic cats on Tokunoshima Island. (IF: 4.380)
- 10) Y. WATARI, H. KOMINE, E. ANGULO, C. DIAGNE, L. BALLESTEROS-MEJIA and F. COURCHAMP: NeoBiota, 67, 79-101 (2021), First synthesis of the economic costs of biological invasions in Japan. (IF: 3.684)

6－2．知的財産権

特に記載すべき事項はない。

6－3．その他発表件数

査読付き論文に準ずる成果発表	0件
その他誌上発表（査読なし）	16件
口頭発表（学会等）	66件
「国民との科学・技術対話」の実施	38件
マスコミ等への公表・報道等	18件
本研究に関連する受賞	3件

7．国際共同研究等の状況

サブテーマ4では、国際研究プロジェクト“Invacost”（リード機関、パリサクレ大学、代表 Franck Courchamp氏）に参画し、外来種の侵入が引き起こす経済コストについてのグローバルデータベースの構築に、日本のデータのとりまとめ担当として参画した。このデータベースを用い、日本の外来種問題に関わる経済コストや管理コストの積算を行い、国際誌に発表した（Watari et al. 2021, NeoBiota）。奄美琉球地域のマングースやノネコ対策は成果が出ている一方で、農業被害対策セクターにおける対策の予算規模に比べて安い予算で実施しており、高いコストパフォーマンスで進められていることが分かった。また、日本の離島は、外来種の侵入にたいして、生物多様性だけでなく、経済も脆弱であること、さらに、生物多様性保全のための外来種対策の予算規模がいまだ十分でないことを明らかにした。今後さらに、日本の離島の生物多様性を保全するための外来種対策に重点的に取り組む必要があることを明らかにした。

8．研究者略歴

研究代表者

小高 信彦

北海道大学大学院地球環境科学研究科博士課程修了、博士（地球環境）、
環境省やんばる野生生物保護センター（自然保護専門員）

現在、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 九州支所 主任研究員

研究分担者

1) 阿部 真

東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了、
現在、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所多摩森林科学園 チーム長

2) 高嶋 敦史

九州大学農学部修士課程修了 博士（農学）、現在、琉球大学農学部 助教

3) 亘 悠哉

東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了、日本学術振興会特別研究員（PD）、
現在、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 主任研究員

Ⅱ．成果の詳細

Ⅱ－１ 絶滅が危惧される中琉球固有種の保全対策の提案と順応的管理に関する研究

国立研究開発法人森林研究・整備機構

九州支所	主任研究員	小高 信彦
森林動物研究領域	領域長	島田 卓哉
東北支所	チーム長	大西 尚樹
九州支所	主任研究員	高橋 與明
森林植生研究領域	チーム長	八木橋 勉
関西支所	主任研究員	関 伸一

<研究協力者>

国立研究開発法人森林研究・整備機構	関西支所	グループ長	齋藤 和彦
奄美市奄美博物館		学芸員	平城 達哉
沖縄県立辺土名高等学校		教諭	東 竜一郎
Yambaru Green			久高 奈津子・久高 将洋
南西環境研究所			中田 勝士
NPO法人奄美野鳥の会			鳥飼 久裕
NPO法人徳之島虹の会			寛山 一郎

【要旨】

サブテーマ1では最も絶滅リスクを懸念していたオキナワトゲネズミについて、分布回復のために提案した回廊にそって、遺産登録地、緩衝地帯が設定されることになり、その後の順応的な管理のための土台を形成することができた。回廊に沿って自動撮影カメラによるモニタリング体制を構築し、課題最終年度までに、局所絶滅の状態だった米軍北部訓練場返還跡地への分布回復を確認することができた。

オキナワトゲネズミの個体数変動にスダジイの豊凶が強く影響していることを明らかにし、サブ3で開発したスダジイ堅果モニタリング手法の重要性を示した。また、農業被害を起こす有害鳥獣や豚コレラの媒介者の側面を持つリュウキュウイノシシの個体数変動や繁殖時期にもスダジイの豊凶が影響することを明らかにしたことで、堅果モニタリングの成果は、絶滅危惧種の保全だけではなく、農業や畜産業従事者など、地域住民の幅広い関心をもつものとなった。

共通の地史的背景を持つ中琉球の奄美大島、徳之島、沖縄島北部で、地域のNPO法人や博物館、学校の関係者と共同で希少鳥類の繁殖分布調査を実施する体制を構築することができ、今後のモニタリングのための基礎となるデータを得ることができた。また、希少鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニングを比較することで、保全上重要な地域の特定を試みた。また、オーストンオオアカゲラとノグチゲラ、アカヒゲとホントウアカヒゲを比較することや、既存データの分析をすることで、沖縄島北部における侵略的外来種マングースの固有鳥類への侵略的な影響を明らかにするとともに、ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ホントウアカヒゲの保全対策として、マングース防除事業の効果とその重要性について理解できるデータを得ることができた。

これまで情報の不足していたケナガネズミやホントウアカヒゲについて、個体群の解析のためのマイクロサテライトマーカーの開発、島間、島内での構造解析をすることにより、分類の検討や保全エリアの検討のための有益な情報が得られた。

将来の気候変動の影響を評価するうえで重要と考えられる、台風被害について、リモートセンシング技術を用いた評価手法を開発し、2012年の沖縄島北部における台風被害マップの作製をすることができた。

1. 研究開発目的

絶滅危惧種オキナワトゲネズミの分布回復のための回廊の提案を行い、世界自然遺産再推薦のゾーニングに貢献する。また、オキナワトゲネズミの分布回復のための回廊を中心にモニタリング体制を構築し、米軍北部訓練場返還跡地の複数地点への分布回復を確認する。長期の自動撮影カメラでデータを用い、スダジイ堅果の豊凶がオキナワトゲネズミやリュウキュウイノシシの個体群動態への影響を解明する。2012年の大型台風による攪乱以降、スダジイの凶作年が長く続いたことが、トゲネズミの分布回復を妨げた要因の一つと推定されたことから、リモートセンシング技術を用いた台風被害マップの作製技術を開発する。奄美大島、徳之島、沖縄島北部に生息する希少鳥類の繁殖分布調査の体制を構築し、結果に基づく保全上重要な地域、必要な対策について提案をする。特に、地上生活に適応している沖縄島北部の固有鳥類（ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ホントウアカヒゲ）について、侵略的外来種フィリマングースの影響を検証し、環境省、沖縄県のマングース防除事業の重要性について普及啓発する。気候変動の影響評価を広域で実施するための、LiDAR等のリモートセンシングデータを用いた台風インパクトの評価手法の開発を行う。

2. 研究目標

中琉球（沖縄島北部、奄美大島、徳之島）のOUVを代表する固有種のモニタリング手法を確立し、固有種の分布の現状に基づく保全上重要なエリアと世界自然遺産推薦地のゾーニング、国立公園等の地種区分の比較を行うとともに、エリアごとの詳細な生態系管理手法のガイドラインを策定する。また、確立したモニタリング手法のマニュアル化を行い、管理主体への受け渡しを行う。得られた成果を国際研究集会などのシンポジウムで世界に向けて公表する。

3. 研究開発内容

2021年に世界自然遺産に登録された「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」の四島のうち、海域による隔離の歴史が長く、特に絶滅が危惧される固有種が多く分布する中琉球の3島（奄美大島、徳之島、沖縄島）を対象に、包括的管理計画の多様な参画者と研究成果の共有体制を確立し、地域と連携した研究開発を実施できる体制を確立するため、以下の研究を行った。

- 1) オキナワトゲネズミの分布回復のためのモニタリング体制の構築とガイドラインの提案：沖縄島北部において、日本で最も絶滅が危惧される哺乳動物の一種オキナワトゲネズミについて、主要生息地である西銘岳周辺と4-1503で提案した分布回復のための回廊を中心に、分布回復のためのモニタリング体制を自動撮影カメラや巣箱カメラ¹⁾を用いて構築した。自動撮影カメラによる多点のデータから、生息地としての老齢林の重要性を示した。得られたデータを自然保護官事務所や森林管理者等と共有し、順応的な管理のための体制づくりに取り組むとともに、オキナワトゲネズミの分布回復のためのガイドラインの提案を行った。
- 2) 巣箱カメラによるオキナワトゲネズミの繁殖時期の推定：絶滅が危惧されるオキナワトゲネズミの捕獲を伴わず、非侵襲的にモニタリングする手法として4-1503で巣箱カメラを提案した。本種法によるモニタリング調査結果の解析を行い、目幅に基づく繁殖時期の推定を行った¹⁾。
- 3) 15年間の自動撮影データによるオキナワトゲネズミとリュウキュウイノシシの変動要因の解析：巣箱カメラ撮影データから得られる体サイズ指標を用いて、オキナワトゲネズミの繁殖スケジュールを推定した。オキナワトゲネズミの個体数変動と関連する要因（スダジイ堅果の豊凶や外来種クマネズミ）を明らかにするため、主要生息地である西銘岳で15年にわたり実施されている自動撮影カメラデータを個体数変動の自己回帰モデルを用いて解析した。同様の自動撮影カメラデータを用いて、リュウキュウイノシシについても、個体数変動の要因解析を行った。リュウキュウイノシシは、本課題で扱う絶滅危惧種ではないが、スダジイ堅果の豊凶との関連が予想された。本種は有害鳥獣の側面を持ち、豚コレラを媒介するなど、農業や畜産業従事者、関連行政機関の関心が高く、多様な参画者に基づく遺産地域の包括的管理計画を実現するうえで重要な情報

と考へ、解析に加えた。

- 4) 希少鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニング：ルリカケスやオーストンオオアカゲラ、アカヒゲなど、中琉球のOUVを代表する固有種で十分な調査が実施されていない希少鳥類のモニタリング手法を確立し、中琉球3島のNPO法人や博物館、学校などと連携したモニタリング体制を構築した。希少鳥類の繁殖分布データと世界自然遺産のゾーニングを比較することで、緩衝地帯や周辺管理地域における保全上重要な地域や保全対策の提案を行った²⁾。
- 5) 沖縄島北部やんばる地域の固有鳥類の保全対策・フイリマングース対策の重要性について：沖縄島北部で2007年から3年に1度地域と連携して実施してきた固有鳥類3種（ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ホントウアカヒゲ）の繁殖分布データの解析を行い、飛べないヤンバルクイナだけでなく、地上生活に適応したノグチゲラやホントウアカヒゲの保全におけるマングース対策の重要性とその効果について明らかにした³⁾。また、ノグチゲラの繁殖個体数について、マングースの影響がほとんどない国頭村内におけるノグチゲラの営巣木分布⁴⁾と、自然環境調査vg67を用いて沖縄島における営巣密度推定マップを作製した。現在の本種の分布域であるSFライン以北、かつての分布域である名護市までマングース排除が成功した場合、沖縄島全域からの排除に成功した場合の三つの個体数推定値を示し、ノグチゲラの絶滅リスク低減のための保全目標を提案した。
- 6) ケナガネズミの遺伝構造：個体群の集団構造を解析するためのDNAサンプルの収集を行い、野生動物の遺伝研究でスタンダードであるマイクロサテライト領域を解析するための遺伝マーカーの開発を行うとともに、中琉球の島間での分化や、島内での分集団化について解析を行った。研究試料は、奄美野生生物保護センターとやんばる野生生物保護センターから提供を受けた。沖縄島では分集団化が起こっていることが示唆され、保全対策についての提案を行った。
- 7) アカヒゲ種群に適用可能なマイクロサテライトマーカーの特定：基礎生態についての情報が不足しており、分類（亜種か独立種化）についての検討がなされているアカヒゲ、ホントウアカヒゲについて^{5), 6), 7)}、アカヒゲ種群に適用可能なマイクロサテライト遺伝子座の遺伝マーカー（指標）の特定を行った。個体群の集団構造を解析するため、DNAサンプルの収集（やんばる野生生物保護センター、奄美野生生物保護センター、奄美博物館からの資料提供と、徳之島における捕獲）を行い、マイクロサテライト領域を解析するための遺伝マーカーの開発を行うとともに、中琉球の島間での分化や、島内での分集団化について解析を行った。また、中琉球の世界自然遺産地域における固有鳥類の中でも生態に関する基礎的情報が非常に少ないのがアカヒゲ種群の沖縄島集団（ホントウアカヒゲ）であり、モニタリング手法の開発の前提として繁殖情報（生態的基礎データ）の収集が必要とされる。そこで、2019年～2021年の繁殖期に巣箱延べ220個を架設し、巣箱の利用状況から繁殖情報の収集を行った。
- 8) 台風被害マップの作製のためのリモートセンシングデータ解析手法の開発：将来の気候変動が森林生態系に及ぼす影響を評価するための手法として、沖縄島北部における2012年の台風激甚被害時の影響評価マップの作成のための、リモートセンシングデータ解析手法（LiDARと空中写真）の開発を行った。2011年3月に航空機のLiDAR計測（レーザ計測で3次元の点群データを取得する技術）が行われ、さらに2013年3月に航空機による空中写真の撮影（国土交通省公共測量作業規程に準拠した空中写真撮影であり、写真から森林の3次元の点群データを生成することが可能な技術）が行われていたため、各データから森林の林冠表層の標高モデルを高精度に作成し、その差分値（林冠高の変化量）に着目して台風インパクトを広域で評価する手法を開発した。作成した台風被害マップを、基礎研究（台風被害後の植生遷移や森林動物への影響評価等）やモニタリング（ドローンによる林冠高変化の評価等）のための基盤データとして、地理情報システム（GIS）上で使用できる形で行政関係者や研究者と共有できるよう整備した。

4. 結果及び考察

- 1) オキナワトゲネズミの分布回復のためのモニタリング体制の構築と管理指針の提案：
オキナワトゲネズミは、沖縄島北部を代表する固有種の中でも、最も絶滅リスクの高い種の一つで

あり、本種の絶滅リスクを低減し、分布回復を実現するための体制の構築は、本課題の最も重要な目的の一つである。先行課題4-1503で提案した本種の分布回復のための回廊案（図1.1左の赤線）について、環境省や林野庁、国頭村及び沖縄県の森林管理者と共有し、日本政府による2019年の再推薦時の遺産ゾーニングの改訂（図1.1右）に反映された。この回廊案は、2015年当時、オキナワトゲネズミが侵略的外来種であるフィリマングースが未定着の老齢林を中心に分布していたことから、当時の分布域の中心である西銘岳周辺の老齢林から、マングースが排除された伊部岳周辺の老齢林（主に米軍北部訓練場返還跡地）に回復することを想定して設定した。本課題で西銘岳から伊部岳にかけて自動撮影カメラや巣箱カメラを用いたモニタリング体制を構築しデータ収集を行ったところ、米軍北部訓練場返還跡地周辺の複数の地点で本種の継続的な記録が行われるようになり、巣箱カメラ¹⁾による亜成獣の撮影から、本種の分布回復と定着・繁殖の兆しが確認された。2018年度から2020年度までの本種の確認地点の最外郭の面積は3,138.3haとなり、本種が再発見された2008年当時の分布域^{8),9)}の5倍以上まで分布域が回復したことを確認することができた。現在の分布域の世界自然遺産のゾーン別の面積は、遺産登録地（1323.4ha）、緩衝地帯（852.6ha）、周辺管理地域（962.3ha）である。現在の遺産登録地における分布面積率は、沖縄島北部の遺産登録地（7721ha）の17.1%にとどまり、遺産登録地の全域に分布を回復させるためには、引き続き、緩衝地帯や周辺管理地域をあわせた本種の生息に対する配慮が必要である。

2006年から西銘岳周辺で継続している自動撮影カメラの撮影頻度の変遷から、本種の個体群動態にスダジイ堅果の豊凶が影響することが示唆されている（図1.2）周辺の様々な林齢の林分に設置した自動撮影カメラのデータから、本種の撮影頻度（100日当たりの撮影回数）は、林齢と正の相関がみられ、スダジイの豊凶によって変化することが確認された。スダジイ豊作後の2018年、2019年には撮影頻度が上がり、若齢林でも高い撮影頻度で記録される地点がみられたが、凶作が続いた2020年には若齢林での撮影はほとんど見られなくなった。本種の絶滅リスクを低減するうえで、スダジイの凶作が続いても安定して生息が可能な、林齢約70年以上の老齢林を連続して保全することが重要であるといえる（図1.3）。本種の主要な分布域である西銘岳と伊部岳の間は辺野喜ダムと辺野喜川流域の水域によって分断され、また、ダム湖周辺の過去の伐採による若齢林により、生息地としての機能が低下している地域がみられる（図1.4）。このため、分布回復のための回廊周辺では、引き続き、安定した生息地となる老齢林の連続性の維持が重要である。

オキナワトゲネズミの分布回復のための生態系管理の指針として、フィリマングースの排除と、老齢林の連続性の維持回復が挙げられ、基盤となる生態系を回復させるためには最重要である。西銘岳から伊部岳にかけての村有林（38・58・59林班）と県営林（47・49・57林班）は特に重要な地域であり、県道2号線を越えて分布を回復させる上では、国有林36林班と県営林63林班における若齢林の分断化や、県道、安波川流域による分断の影響の対策について検討する必要がある。また、西銘岳周辺は、オキナワトゲネズミの捕食者となるノネコやノイヌの対策が進展し、これらの外来哺乳類の捕食圧の低下も、本種の分布回復に貢献していると考えらる。今後、県道2号周辺の外来哺乳類対策も重要である。また、県道2号線や安波川流域ではヤンバルクイナやケナガネズの交通事故や遺伝的な分断も確認されていることから、既存の交通事故対策がオキナワトゲネズミにも有効であるかなどの検討も行う必要がある。

2012年の台風の激甚被害後、スダジイの凶作が続き、オキナワトゲネズミの撮影頻度の低い状態が継続した状態がみられた（図1.2、次節参照）。個体群の絶滅リスクを評価するうえで、スダジイ豊凶のモニタリングが重要であり、台風被害による影響のメカニズム解明も重要である。

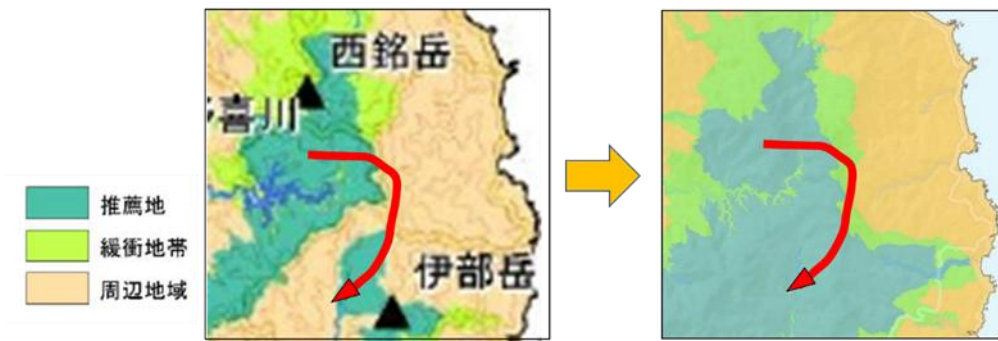


図1.1 オキナワトゲネズミの分布回復のための回廊周辺の世界自然遺産のゾーニング（左：1回目の推薦（日本政府2017）、右：再推薦（日本政府2019））



図1.2 西銘岳周辺に設置した自動撮影カメラによるオキナワトゲネズミの撮影頻度の15年間の経年変化。緑の矢印はスダジイ堅果の豊作年を示す

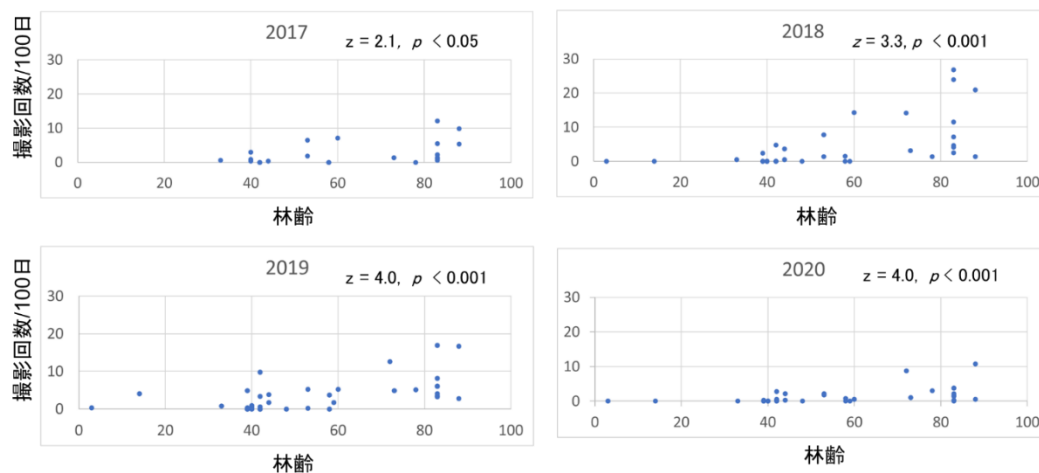


図1.3 オキナワトゲネズミの主要生息地に設置した自動撮影カメラによる2017年～2020年の撮影頻度と林齢の関係

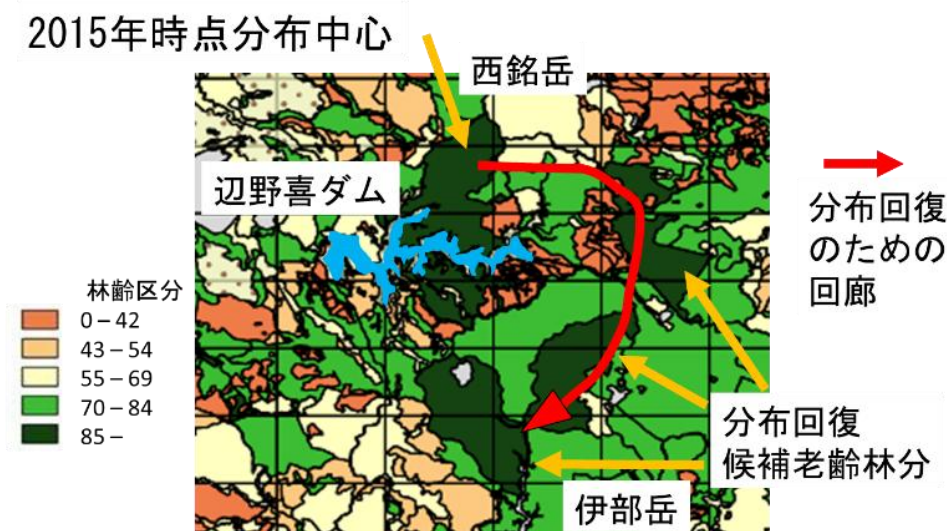


図1.4 オキナワトゲネズミの分布回復のための回廊と林齢図

2) 巣箱カメラによるオキナワトゲネズミの繁殖時期の推定

オキナワトゲネズミの主要生息地に設置した3台の巣箱カメラで撮影された画像から眼の間の距離（眼幅）を推定し、体サイズの指標とした。眼幅の全推定値の分布は、亜成体集団と成体集団のそれぞれの眼幅の分布の混合正規分布であると仮定し、混合正規分布モデルによって両分布の分離を行った。その結果、全推定値は二つのクラスターに分離でき、その混合比は集団1（平均値大、成体）が0.89、集団2（平均値小、亜成体）が0.11であること、そして眼幅20.44mm以下は亜成体と見なせることが判明した。亜成体の出現は、ほぼ12月から3月に限定されていた（図1.5）。トゲネズミがクマネズミと同程度の妊娠・授乳期間を持つと仮定すると、トゲネズミの繁殖は秋から冬の一時集中し、繁殖スケジュールは、交尾期は10月～1月、出産期は11月～2月、離乳期（亜成体出現期）は12月～3月であると推定された。本手法により、捕獲を伴わない非侵襲的な手法でオキナワトゲネズミの繁殖時期状況を把握することができるようになった。

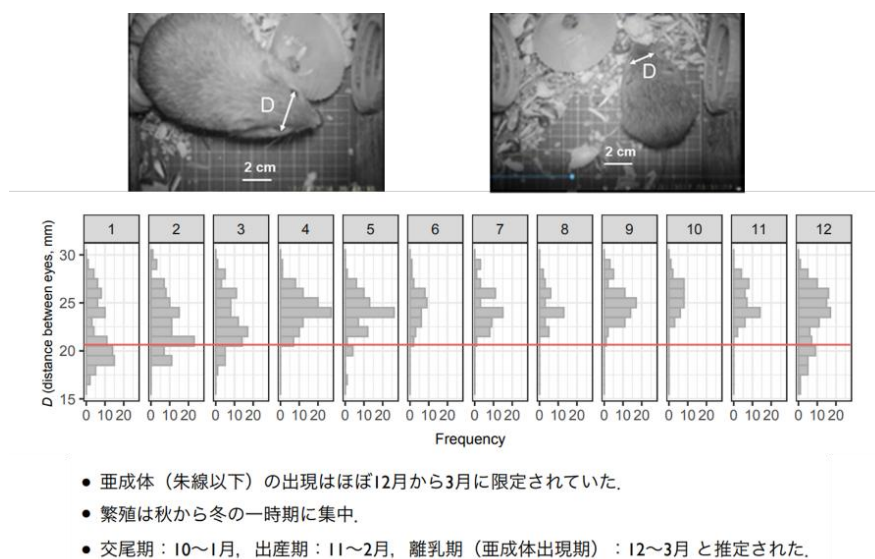


図1.5 巣箱カメラで撮影されたオキナワトゲネズミの眼幅の季節変化から繁殖時期を推定

3) 15年間の自動撮影データによるオキナワトゲネズミとリュウキュウイノシシの変動要因の解析：

(1) トゲネズミ個体数変動の要因解析

西銘岳周辺に設置された自動撮影カメラの記録を解析した。トゲネズミ撮影頻度の変動に関わる要因として、資源を巡る競争相手となるクマネズミ個体数と重要な餌資源と考えられるスダジイ種子の豊凶とを取り上げた。クマネズミ個体数は、自動カメラ撮影記録を用いて後述するモデルによって推定した。スダジイ種子の豊凶は、これまでの観察記録に基づいて、定性的に豊作年と並作以下の年とに二分した。調査期間内では、2007、2009、2010、2017、2018年を豊作年と判定した。また、変数の一つであるクマネズミ撮影数が、15年間で大きく変化しているため、前半と後半の2つのフェーズに分割して、解析を行った。

フェーズ1：2006年非繁殖期（2006年4月～11月）-2013年繁殖期（2013年12月～2014年3月）

フェーズ2：2012年非繁殖期（2012年4月～11月）-2019年繁殖期（2019年12月～2020年3月）

撮影数は設置カメラ数と個体数とを考慮したポアソン分布にしたがうと想定し、個体数変動のプロセスはトゲネズミ個体数が前の季節のトゲネズミとクマネズミ個体数およびシイ豊凶の影響を受けると想定して、繁殖期（12月～3月）と非繁殖期（4月～11月）にわけて自己回帰モデルを適用した。

非繁殖期： $X1(t) = (1 + a11) \cdot X2(t-1) + a12 \cdot X4(t-1) + a13 \cdot N(t-1) + \varepsilon t$

繁殖期： $X2(t) = (1 + a21) \cdot X1(t) + a22 \cdot X3(t) + a23 \cdot N(t) + \varepsilon t$

X1：トゲネズミ個体数指標推定値（非繁殖期）、X2：トゲネズミ個体数指標推定値（繁殖期）

X3：クマネズミ個体数指標推定値（非繁殖期）、X4：クマネズミ個体数指標推定値（繁殖期）

N：シイ豊凶（0/1）、 a_{ij} は係数。

ただし、フェーズ2では、クマネズミは撮影されていないので、クマネズミ個体数は変数から除外した。その結果、フェーズ1では繁殖期・非繁殖期の双方で、フェーズ2では繁殖期でスダジイ豊作の正の影響が認められた。スダジイの豊作によってトゲネズミの繁殖が活性化され、個体数が増加することが示唆された。一方、クマネズミ個体数の影響は、繁殖期・非繁殖期を通じて認められなかった。

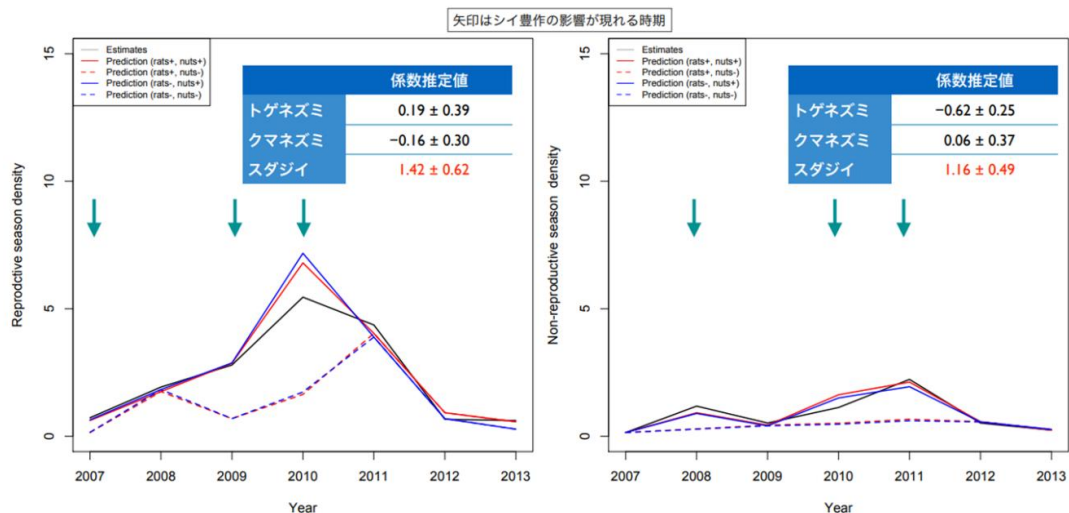


図1.6 長期自動撮影カメラデータによるオキナワトゲネズミの個体数変動要因の推定。クマネズミが撮影された2013年までの繁殖期（左）、非繁殖期（右）

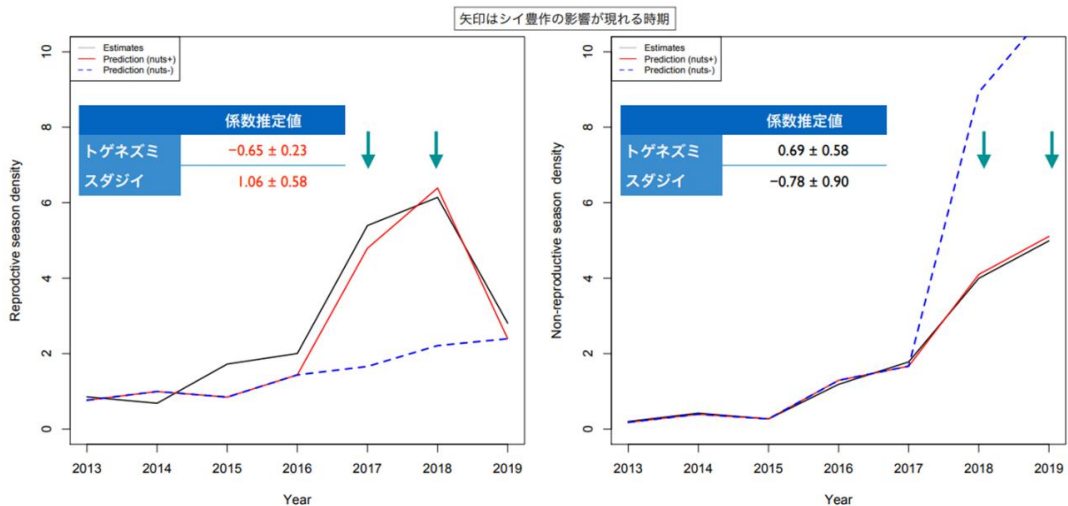
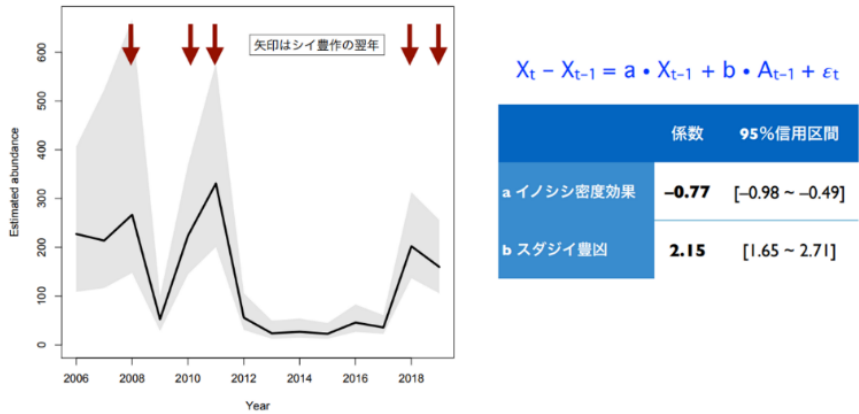


図1.7 長期自動撮影カメラデータによるオキナワトゲネズミの個体数変動要因の推定。クマネズミが撮影されなくなった2013年以降の繁殖期（左）と非繁殖期（右）

(2) リュウキュウイノシシ個体数変動とスダジイ豊凶との関連について

トゲネズミ個体数解析に用いた自動撮影カメラの撮影記録を用いて、イノシシ個体数変動に及ぼすスダジイ豊凶の影響を検証した。イノシシの繁殖期が4～5月および10～12月と報告されているので、秋の堅果利用が翌年の個体数に影響すると仮定し、1～10月の撮影数の合計を個体数指標として用いた。解析には、トゲネズミと同様の自己回帰モデルを用いた。個体数変動のプロセスは、イノシシ個体数は前年のイノシシ個体数およびシイ豊凶の影響を受けると想定した。その結果、イノシシはスダジイ豊作によって正の影響を受ける、すなわちスダジイ豊作翌年に増加する傾向があることが判明した。また、リュウキュウイノシシの出産期がスダジイ豊作年と不作年とで変化することが明らかになった。すなわち、豊作翌年には周年繁殖するのに対し、不作翌年には5月～8月にのみ出産期が認められた。

リュウキュウイノシシ個体数変化



- 密度効果とスダジイ豊作の明瞭な影響が認められた。
- イノシシ個体数は、スダジイ豊作翌年に増加する傾向がある。

図1.8 2006年から2018年までの自動撮影カメラデータに基づくリュウキュウイノシシの個体数変化とスダジイ豊凶の関係

4) 希少鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニング：

奄美大島と沖縄島北部で 2019 年に、徳之島で 2021 年に、プレイバック法（さえずりやドラミングなどの音声をスピーカーで再生し鳥類を記録する方法）による鳥類分布調査を実施した。

奄美大島では、島の固有種であるオオトラツグミと、老齢林の指標種と位置付けたリュウキュウキビタキの確認率が低く、遺産登録地や緩衝地帯に分布が偏っていた（表 1.1）。緩衝地帯や周辺管理地域において、両種の分布確認は保全上重要性の高い地域と考えられる。緩衝地帯の中でも、現時点でこの両種が確認されている住用川源流域（図 1.9 の赤丸）を保全上の優先度が高い地域として提案した。アカヒゲ、ルリカケス、オーストンオオアカゲラの 3 種は、奄美大島では島の全域に広く分布し、遺産ゾーニングによる偏りは見られなかった。

徳之島では、奄美大島同様に、アカヒゲは島の全域に分布することが確認できたが、リュウキュウキビタキは、遺産登録地に偏って分布していた（表 1.1、図 1.10）。徳之島は遺産に登録された 4 島の中で最も遺産登録地の面積が小さく、南北に分断され、島の森林率が低い。現在残されているリュウキュウキビタキが分布する遺産登録地外の地域は保全上優先度の高い森林といえる（図 1.10 の青丸）。

沖縄島北部に固有のホントウアカヒゲ、ヤンバルクイナ、ノグチゲラの 3 種すべての分布に、世界自然遺産のゾーニングによる偏りが見られた（表 1.1）。マングースが根絶目前の奄美大島では、アカヒゲは島の全域に分布しており（図 1.11 左上）、ホントウアカヒゲもマングース対策の進展している SF ライン以北では全域に分布していたが、マングース対策の進展していない南部では全く生息が確認できなかった（図 1.11 右上赤丸）。奄美大島と沖縄島にそれぞれ固有のキツツキでも同様に、オーストンオオアカゲラ（図 1.11 左下）は島の全域に分布していたが、ノグチゲラ（図 1.11 右下赤丸）では、南部での確認率が大きく低下していた。沖縄島北部では、環境省と沖縄県によるマングース防除事業第 3 期計画に従い、マングース北上防止第一柵のある SF ライン以北からの地域根絶を目標とした事業が行われ、すでに大きな成果を上げている（図 12 左）。固有鳥類の分布しない南部の地域においても、老齢林の指標種であるリュウキュウキビタキの分布する地域があることから（図 12 右）、今後、マングース北上防止第二柵、第三柵以南においてもマングース対策が進展すれば、ノグチゲラやホントウアカヒゲの分布が回復することが期待される。

表1.1 奄美大島、徳之島、沖縄島北における希少鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニング
小高ら 2022 九州森林研究より作成

奄美大島		環境省 レッドリスト	全体 N=180	遺産登録地 N=24	緩衝地帯 N=31	周辺管理地域 N=125	
ルリカケス		ランク外	85	92	94	82	66.6%以上
オーストンオオアカゲラ		VU	75	83	68	75	33.3-66.6%
アカヒゲ		VU	94	100	97	93	10 < 33.3%
オオトラツグミ		EN	16	42	19	10	10%以下
リュウキュウキビタキ		DD	19	46	35	10	

徳之島		地点数	全体 N=89	遺産登録地 N=14	緩衝地帯 N=13	周辺管理地域 N=62	
アカヒゲ		VU	97	100	100	95	
リュウキュウキビタキ		DD	8	43	0	2	

沖縄島北部		地点数	全体 N=290	遺産登録地 N=47	緩衝地帯 N=28	周辺管理地域 N=195	区域外 N=20
ヤンバルクイナ		CR	54	79	82	47	25
ノグチゲラ		CR	54	74	82	47	30
ホントウアカヒゲ		EN	78	100	96	75	30
リュウキュウキビタキ		DD	5	15	4	2	20

但し沖縄島北部ではリュウキュウキビタキはプレイバック音源に含まれない

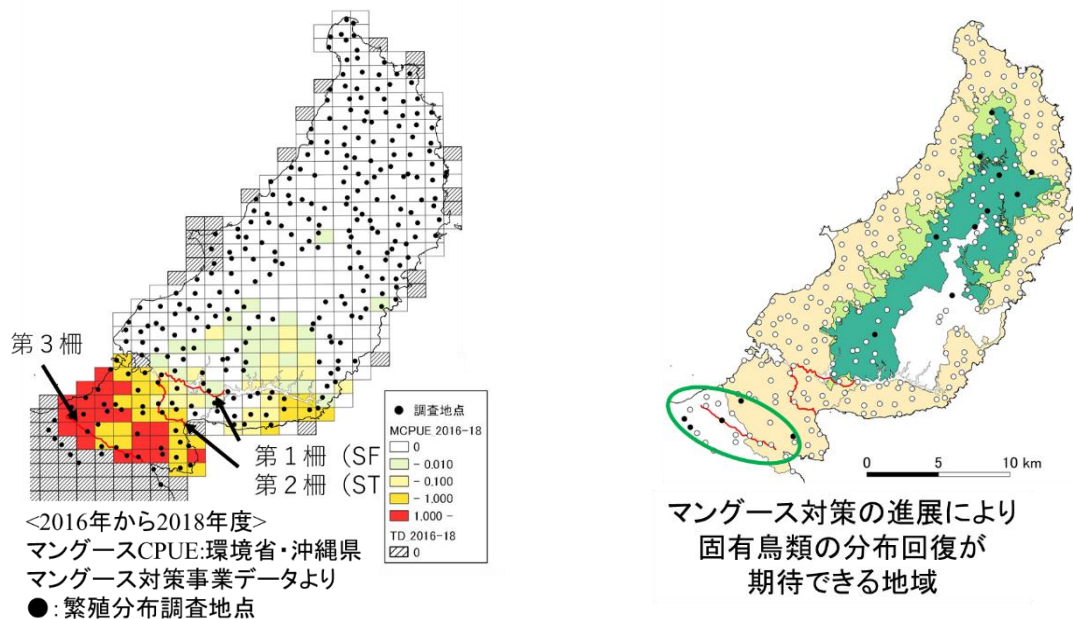


図1.12 沖縄島北部の遺産地域におけるファイリマングースの捕獲状況（左）と
リュウキュウキビタキの分布（右）

5) 沖縄島北部やんばる地域の固有鳥類の保全対策・ファイリマングース対策の重要性について：

沖縄島北部の森林域に固有のヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ホントウアカヒゲの保全のためには、マングース防除が極めて重要であることを明らかにした³⁾。2007年から2016年まで3年ごとに4回実施したプレイバック法により繁殖分布域の変化を明らかにした。また、これら三種の鳥類の確認数と、ファイリマングースの密度指標（マングース防除事業による捕獲効率を使用）と、広葉樹林の面積との関係を統計解析した。その結果、3種ともにマングースが少なく、広葉樹林面積が広い地域に多いことが明らかとなった（図1.13）。また、マングースの影響の方が広葉樹林面積の影響よりも大きいことが明らかとなった。地上に営巣し、ほぼ飛翔力のないヤンバルクイナだけではなく、ノグチゲラやホントウアカヒゲでも同様に、マングースが大きく悪影響を与えていることが明らかとなった。マングース防除事業の進展に伴い、マングースの減少したエリアでこれら三種の分布は面的に回復してきており、調査期間内に行われた環境省と沖縄県によるマングース防除事業は3種の保全に大きな効果を与えたと考えられる。

沖縄県の県鳥であり、国の特別天然記念物であるノグチゲラの潜在的営巣密度マップを作成し、本種の絶滅リスクの低減には、マングース対策の範囲をさらに拡大し、将来的な沖縄島からの根絶が必要であることを示した。マングースの影響が低減された国頭村内の森林で実施したノグチゲラの営巣密度の推定結果⁴⁾と、自然環境調査Web-GIS (vg67) のデータに基づき、森林タイプごとのノグチゲラの営巣密度を推定した。このデータに基づき、沖縄島全域のノグチゲラの潜在的営巣密度マップを作製した（図1.14）。この結果、現在の第三期マングース防除事業の根絶目標であるSFライン（大宜味村塩屋湾から東村福地ダム）以北のマングースが根絶された場合は、858羽（764～1026羽）であるのに対し、かつての分布域である名護市内までの場合は、1215羽（1074羽から1420羽）、沖縄島全域から根絶した場合は、1753羽（1642～1830羽）であると推定された。SFライン以北からのマングースを根絶させた場合でも、ノグチゲラの個体数は1000羽を下回ると推定されることと、本種がマングースの侵略的影響を受けていることが明らかになった³⁾ことから、本種の絶滅リスクの低減のためには、現在の目標であるSFライン以北からのマングース根絶を実現するとともに、将来的な沖縄島全域からのマングース根絶のための普及啓発、課題の抽出と解決のための取り組みを行う必要がある。

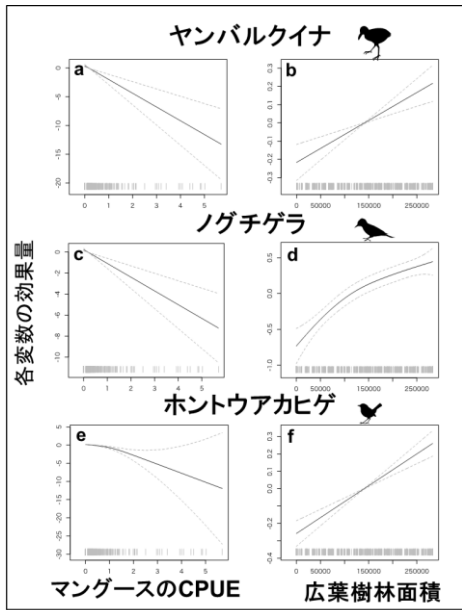


図1.13 沖縄島北部の固有鳥類の分布とマングースの密度指標CPUEと広葉樹林面積の関係。Yagihashi et al., 2021 Biological Invasionsより改変

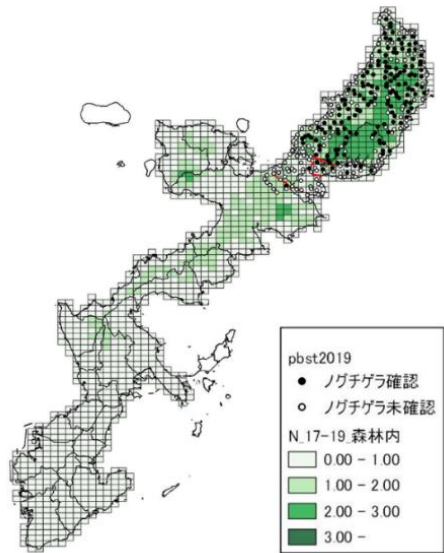


図1.14 ノグチゲラの潜在的営巣密度推定マップ

6) ケナガネズミの遺伝構造の解析：

個体群の遺伝構造を表すのによく使われるSTRUCTURE解析（クラスター解析）の結果、両島併せて3つのクラスターが確認され、その1つが奄美大島のものだった（図1.15）。奄美大島は沖縄島とは明確に異なる遺伝構造を持っていた。遺伝的分化を表す指数（遺伝的距離 $F_{st} = 0.263$, $p < 0.0001$ ）も大きな値だった。奄美大島は単一の集団だったのに対し、沖縄島の中では2つの分集団構造が見られた。県道2号線と安波ダム水域を境界に南北に異なるパターンを示した（図1.16）。やんばる北部と南部で孤立していた可能性がある。県道2号線が移動の障壁となっている可能性があるため、アニマルパスウェイなどの設置が望まれる^{10)、11)}。

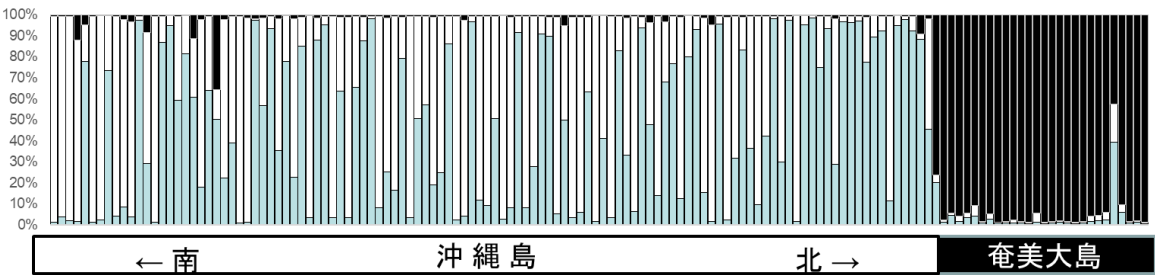


図1.15 STRUCTURE解析によるケナガネズミの遺伝構造

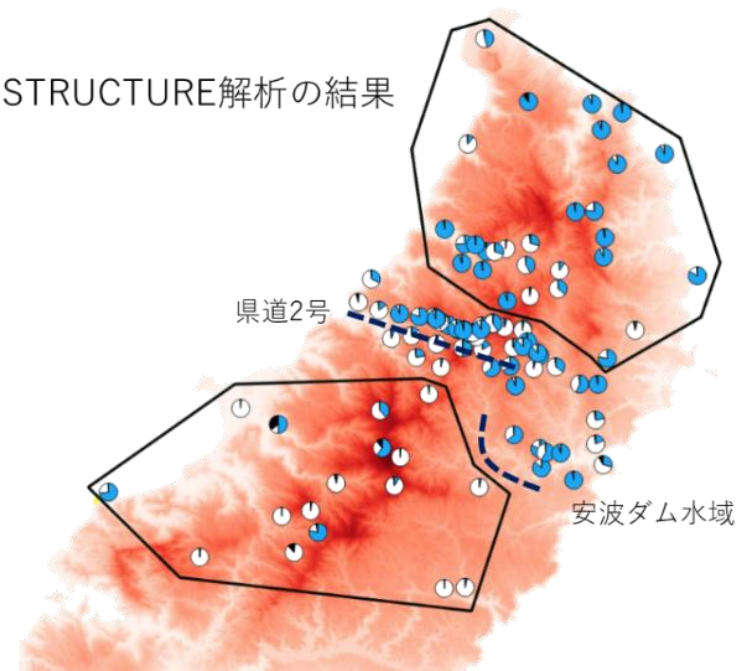


図1.16 沖縄島北部におけるケナガネズミのSTRUCTURE解析の結果

7) アカヒゲの遺伝構造の解析：

沖縄島からトカラ列島まで4地域から得られたアカヒゲ種群の試料、計46個体について分析した結果、アカヒゲ種群で広く増幅効率がよく、ピークの読み取りが容易で、少なくとも地域間での多型がある8遺伝子座が特定された。これら8遺伝子座に基づく解析では、徳之島以北に生息する集団と沖縄島に生息する集団の間では遺伝的分化係数（ F_{ST} ）が0.56-0.57と大きかったが、徳之島と奄美大島の間では F_{ST} は0.04と小さかった（表1.2）。また、ベイズ法による集団帰属検定ソフトSTRUCTUREを用いた解析では、最適クラスター数は2で、徳之島以北に生息する集団の個体と沖縄島に生息する集団の個体とはそれぞれ異なるクラスターへの帰属確率が非常に高かった（図1.17）。これまではミトコンドリアDNAの塩基配列情報のみに基づいて分化の程度が大きいと推測されてきた徳之島以北に生息する集団と沖縄島に生息する集団とは、核DNAのマイクロサテライト遺伝子座においても同様の傾向が認められた（図1.17）。

表1.2 アカヒゲ種群における集団間の遺伝的分化係数（ F_{ST} ）

	沖縄島	徳之島	奄美大島
沖縄島	0.000		
徳之島	0.569	0.000	
奄美大島	0.563	0.043	0.000

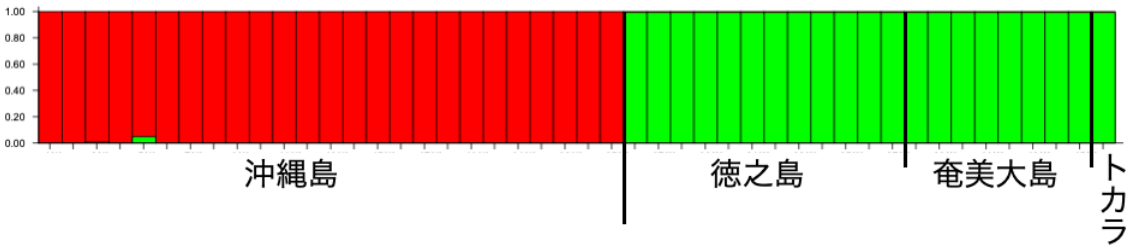


図1.17 アカヒゲ種群における集団間のStructure解析の結果

2019年～2021年の繁殖期に沖縄島に設置した巣箱延べ220個のうち、ホントウアカヒゲが営巣して産卵が確認された巣箱は26.4%、そのうち57.7%で雛が巣立ったと推測された。一腹卵数は 2.9 ± 0.4 個（平均 $\pm$ SD）、推定抱卵期間は 14.0 ± 1.0 日、巣内での育雛期間は 13.8 ± 0.72 日で、平均値の合計から推定される産卵開始から巣立ちまでの期間は30.7日となった。巣箱での産卵開始時期は3月上旬から6月下旬までで、多くの巣で巣立ちが終了するのは7月下旬頃と考えられた。本プロジェクトでホントウアカヒゲを含む固有鳥類の繁殖分布調査を行った期間は2019年4月中旬から6月上旬であり、繁殖時期の年変動を考慮してもホントウアカヒゲの繁殖期の調査として適当な期間であることが確かめられた。また、トカラ列島のアカヒゲの産卵開始時期が4月下旬以降¹²⁾なのと比較して1ヶ月半以上早く繁殖が始まることが確認された。

8) 台風被害マップの作製のためのリモートセンシング技術の開発：

まず、林冠高の変化量マップを作成した範囲内における、推薦区・緩衝地・周辺管理区を図1.18に示す。図1.18の中で、LiDAR計測範囲は白黒のDEMの範囲であるが、空中写真の範囲はカラー部である。

図1.19に、林冠高の変化量マップ（10m解像度の差分画像）を示す。2011年3月から2013年3月までの2年間の林冠高の変化量のレンジは-1mから+33mまでとなっている。凡例の左横に黒色で頻度分布を示しているが、このヒストグラムの最頻値は約0m（青色）であり、それは2年間で林冠高がほとんど変化していない場所を表している。レンジにマイナスがあるのは、測定誤差や2年間の樹高成長量が混在することを意味する。比較的多くみられる明るい黄緑色の場所は、林冠高が10m前後の変化（減少）があることを示している。

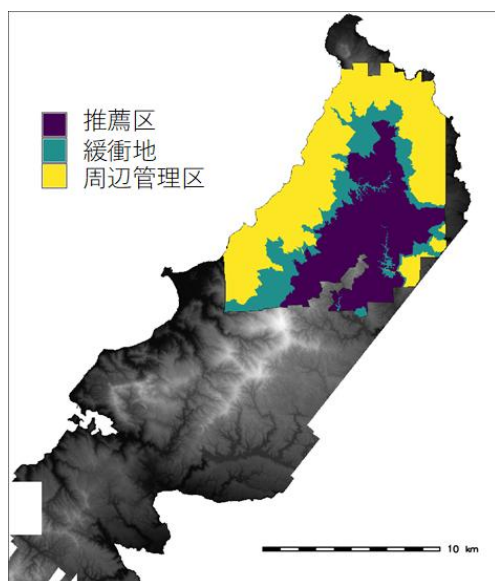


図1.18 データ解析範囲(カラー部)

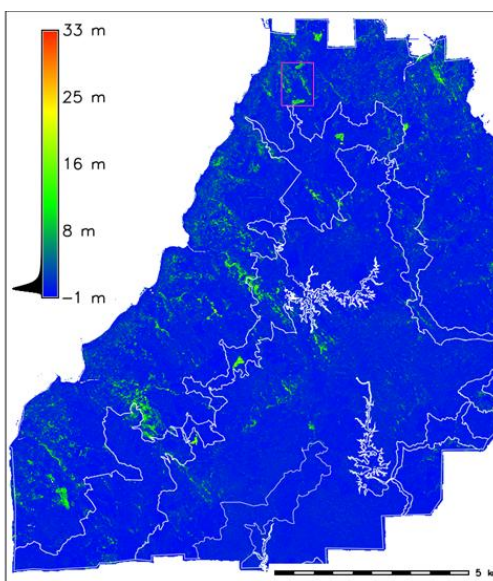


図1.19 林冠高の変化量

図1.19の中の桃色枠で囲んだ範囲について、(a)2011年3月の簡易オルソ写真（LiDAR計測と同時に撮影されていた参照写真であり、点群データは生成不可能な写真）と(b)2013年3月の空中写真、および(c)林冠高の変化量マップを図1.20に示す。図1.20(a)の2011年3月では、スダジイが優占し樹冠閉鎖した森林が広がっており（一部に、ハンノキの立ち枯れ林や皆伐地が見て取れる）、この時点で林冠が損傷している場所はほとんどないことがわかる。図1.20(b)の2013年3月では、赤線ポリゴンで囲った場所がこの2年間で林業経営によって皆伐されていること（沖縄県から借用した伐採履歴のGISポリゴン情報を利用）、および、おそらく大型台風の影響で林冠が損傷している場所（薄い茶色に見える場所や土壌がむき出しになっている場所）が多く確認できる。図1.20(c)の林冠高の変化量のマップは、この2年間の人為攪乱（皆伐）と自然攪乱（おそらく大型の台風）によって林冠が損傷した場所（風害の場所）を的確に表現できていることがわかった。

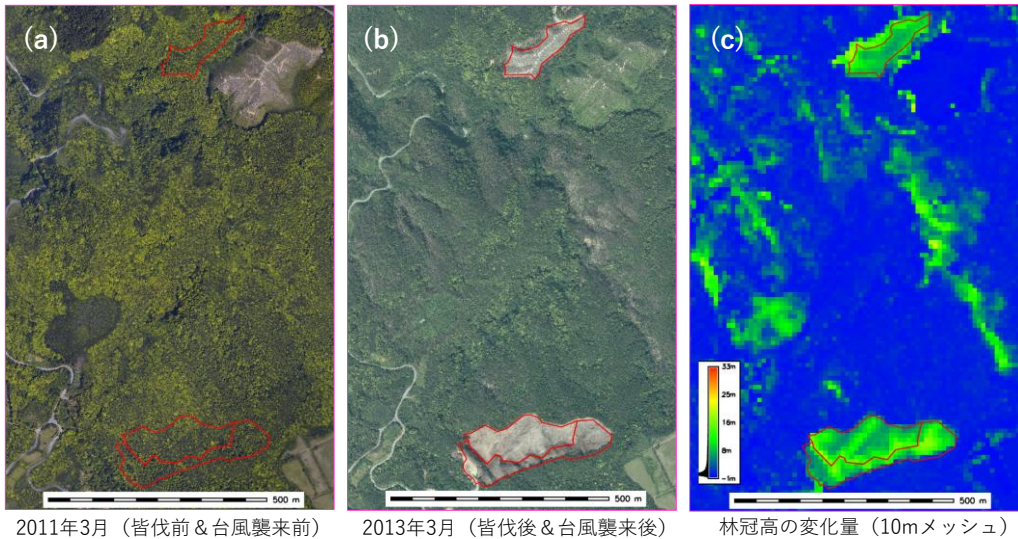


図1.20 皆伐および風害による林冠高の変化マップの妥当性

表1.3 推薦区・緩衝地・周辺管理区における風害面積と林業経営による皆伐面積の比較

	推薦区	緩衝地	周辺管理区	合計
データ解析範囲の面積	4061.2	2217.9	5526.7	11805.8
林冠高変化 2m以上の風害面積と面積率(%)	198.0 (4.9%)	160.6 (7.2%)	781.9 (14.1%)	1140.5 (9.7%)
林冠高変化 5m以上の風害面積と面積率(%)	36.1 (0.9%)	49.8 (2.3%)	229.1 (4.1%)	315.0 (2.7%)
林冠高変化 10m以上の風害面積と面積率(%)	7.4 (0.2%)	12.3 (0.6%)	47.6 (0.7%)	67.3 (0.6%)

※面積の単位は全てha

最後に、台風インパクトの評価として、林冠高の変化量マップと伐採履歴情報をもとに、図1.19の推薦区・緩衝地・周辺管理区における風害面積を算出し、林業経営による2年間の皆伐面積との比較を行った結果を表1.3に示す。この比較では、林冠高の変化量の閾値を2m以上、5m以上、10m以上の3つに設定し、各閾値以上の風害を受けた画素（10m×10mメッシュ）数から風害面積とそのパーセンテージを計算した。まず、データ解析範囲内の森林では、閾値に関わらず、風害面積とその割合は、推薦区<緩衝地<周辺管理区 の順に大きくなっていた。例えば林冠高の変化が10m以上の風害を見た場合、この2年間の自然攪乱（おそらく大型台風による風害）の面積は、推薦区と緩衝地では人為攪乱（皆伐）の面積（9.2ha）の二倍程度あり、周辺管理区（9.7ha）も含めると三倍程度の被害面積であった。林冠高の変化の閾値を5mや2mと小さくした場合は、風害面積とその割合は皆伐面積の約10倍～50倍程度と試算されたことから、この2年間で受けた主に台風による風害面積が人為攪乱の面積と比較していかに大きかったかがわかった。

5. 研究目標の達成状況

本課題の研究目標は、中琉球（沖縄島北部、奄美大島、徳之島）のOUVを代表する固有種のモニタリング手法を確立し、固有種の分布の現状に基づく保全上重要なエリアと世界自然遺産推薦地（現登録

地域) のゾーニング、国立公園等の地種区分の比較を行うとともに、エリアごとの詳細な生態系管理手法のガイドラインを策定することである。また、確立したモニタリング手法のマニュアル化を行い、管理主体への受け渡しを行い、得られた成果を国際研究集会などのシンポジウムで世界に向けて公表することである。

本研究では、オキナワトゲネズミの分布回復のためのモニタリング体制を構築し、中琉球の遺産地域における、希少鳥類の繁殖分布調査を実施するモニタリング手法を確立し、世界自然遺産のゾーニングとの比較を行い、保全上重要な地域や対策の提案を行うことができた。また、モニタリング手法について、各島のNPO法人や、博物館、学校の関係者と連携し、実習などを行うことで調査手法を伝え、成果について論文化を行った。老齢林の指標種として位置付けたリュウキュウキビタキを含む固有鳥類のモニタリングについては、令和4年度より環境省ノグチゲラ保護増殖事業に採用され、実施されている。サブテーマ3、2と連携して作成したスダジイ堅果の豊凶調査は、スダジイが絶滅危惧種であるオキナワトゲネズミだけでなく、有害鳥獣や豚コレラの媒介者の側面を持つリュウキュウイノシシの個体数変動にも影響することを明らかにしたことで、農業や畜産業関係者など、地域の幅広い住民、関係機関の関心を得ている。台風常襲地域である沖縄島において、リモートセンシング技術を用いた精度の高い台風被害マップを作成することができ、この成果は、行政や研究者に広く活用されることが期待される。課題期間中に、最も絶滅リスクを懸念していたオキナワトゲネズミの分布回復傾向を確認することができ、本種の保全におけるマングース対策や、老齢林の連続性の確保の重要性が確認できた。コロナ禍により島嶼における野外調査が困難な状況ではあったが、課題期間を延長したことで、得られたデータを取りまとめる時間的余裕が生じ、想定よりも多くの査読付き原著論文を公表することができた。国際研究集会における2件の発表では、奄美大島、沖縄島北部におけるフイリマングース対策の成果に大きな関心が寄せられ、同様の外来種対策事業を実施する取り組みに勇気を与える成果だとのコメントが寄せられた。また、コロナ禍の影響により対面でのシンポジウムなどのイベントが困難になったことで取り組んだオンライン会合により、中琉球の3島(奄美大島、徳之島、沖縄島)の関係者が一同に会した情報共有会を実施することができるようになり、島間の交流に貢献することができた。また、世界自然遺産登録を記念して企画した、森林総合研究所九州支所による九州地域公開講演会では、YouTubeによる研究成果の動画配信を行うことで、1000回(2022年5月10日現在)を越える視聴回数が記録され、広く研究成果を普及することができた。サブテーマ1において当初予定していた目標は、研究開発、行政への貢献、国民との科学・技術対話について、想定以上に達成できたものと考えている。

6. 引用文献

- 1) N. KOTAKA, M. YASUDA and T. SHIMADA: Mammal Study、47、2、1-9 (2021)、Development of a Camera-Installed Nest Box for Small Mammals and Its Application in Reproductive Schedule Estimation for the Okinawa Spiny Rat.
- 2) 小高信彦、赤井慎太、東竜一郎、石原鈴也、川口秀美、木元侑菜、久高将洋、迫田拓、関伸一、渡久地豊、鳥飼久裕、永井弓子、平城達哉、寛山一郎、水田拓、八木橋勉、山室一樹：九州森林研究、75、63-70 (2022)、沖縄島北部、奄美大島、徳之島における鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニング
- 3) T. YAGIHASHI, S.-I. SEKI, T. NAKAYA, K. NAKATA, and N. KOTAKA: Biological Invasions、23、2249-2260 (2021)、Eradication of the mongoose is crucial for the conservation of three endemic bird species in Yambaru, Okinawa Island, Japan.
- 4) N. KOTAKA, J. PREBLE, K. SAITO, Y. TOGUCHI, M. KUDAKA, T. SAKODA and T. YAGIHASHI: Journal of Forest Research、26、192-200 (2021)、Recent nest tree use by the critically endangered Okinawa woodpecker in relation to forest age and two exotic forest pests.
- 5) 日本鳥学会。(2012): 日本鳥類目録改訂第7版.

- 6) BirdLife International (2017) *Larvivora namiyei*. IUCN Red List Threat Species.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T103767739A111960458.en>
- 7) F. Gill, D. Donsker, and R. Rasmussen, (Eds.). (2021). *IOC world bird list*. IOC.
- 8) F. Yamada, N. Kawauchi, K. Nakata, S. Abe, N. Kotaka, A. Takashima and Kuroiwa, A: *Mammal Study*, 35.4: 243-255 (2010). Rediscovery after thirty years since the last capture of the critically endangered Okinawa spiny rat *Tokudaia muenninki* in the northern part of Okinawa Island.
- 9) 安田雅俊、関伸一、亘悠哉、齋藤和彦、山田文雄、& 小高信彦. (2017). 絶滅危惧種オキナワトゲネズミ *Tokudaia muenninki* の分布の変遷. 哺乳類科学, 57(2), 227-234.
- 10) 玉那覇彰子、向真一郎、吉永大夢、半田瞳、金城貴也、中谷裕美子、... & 亘悠哉. (2017). 沖縄島における絶滅危惧種ケナガネズミのロードキル発生リスクマップの作製および対策への提言. 哺乳類科学, 57(2), 203-209.
- 11) A. MIYAMOTO, S. TAMANAHA, Y. WATARI: *Journal of Forest Research*, 26.3: 201-207(2021). Landscape features of endangered Ryukyu long-furred rat (*Diplothrix legata*) roadkill sites in Yambaru, Okinawa-jima Island.
- 12) 関伸一:バードリサーチニュース 9 (1): 4-5. (2012). 生態図鑑 : アカヒゲ.

Ⅱ－２ 老齢林の絶滅危惧種ハビタットとしての評価とその機能の保全・回復のための研究

国立研究開発法人森林研究・整備機構

森林総合研究所多摩森林科学園 チーム長

阿部 真

森林総合研究所九州支所 森林生態系研究グループ長

安部 哲人

〔要旨〕

やんばるにおける原生的な老齢林の機能を評価し、その保全・再生技術を開発すること、また生態学的情報の空白地であった米軍北部訓練場返還跡地の植生を明らかにするとともに、老齢林の分布や植生構造の特徴を明らかにするための調査研究を行った。先行課題の成果や空中写真・施業履歴等を利用して調査地を選定し、返還地を含む多くの林分で植物社会学的情報を得た。林齢と着生植物や絶滅危惧種数等を基に、保全すべき林分を選定するため指標となる種や林相について検討し候補を挙げた。またやんばるを代表する希少ランであるオキナワセッコクについて、生育条件の一部を解明すると共に、その保全回復に有効な施策を検討した。さらに、米軍北部訓練場返還跡地の植生や石灰岩地の特性について前例のない調査結果を得て、保全において重要であることを指摘した。絶滅危惧種等の生息地である老齢林の保全のために重要なデータ及び解釈を、課題全体に渡すことができた。

１．研究開発目的

世界自然遺産推薦地における、遺産の顕著で普遍的な価値（OUV）を維持するために、代表的な固有種の絶滅リスクを軽減させ得る森林生態系管理手法を確立する必要がある。サブテーマ２では、固有種が依存する原生的な老齢林の機能を評価し、その機能維持のための技術開発に繋げる。

２．研究目標

沖縄島北部の天然生林において、植物社会学的な多点調査を実施すると共に、オキナワセッコク、ヤンバルテナガコガネやケナガネズミ等、地域を代表する希少種の生息地及び地理的環境条件を示す。これによって、生物群集情報の空白地域であった米軍北部訓練場跡地を含む老齢林について、地域における生態的機能を評価すると共に、絶滅危惧種保全に係る現状と課題を明らかにし、管理方針を提案する。

３．研究開発内容

老齢林は地域の原生的な生態系要素を多く残すと考えられる。沖縄島北部（やんばる）を対象に、老齢林や周辺林分の群集構造を解析するため植生調査を行った。推進費先行課題（4-1503）の成果に基づく林齢分布図を参考に、空中写真の判読や森林簿を含む森林GISデータから植生調査地点を選定した。利用可能な記録は太平洋戦争後のものに限られたため、施業履歴のない林分が老齢林の候補になった。特に米軍北部訓練場返還跡地は、戦後の伐採がないと記録の有無に関わらずみなすことができ、かつ生態学的な知見が乏しいことから、優先して調査することとした。ただし、やんばる全体での地形・方位・林齢等の偏りを減らすように留意して調査地点を選定し、また母岩の異なる石灰岩地でも調査した。研究期間を通して調査地点を追加し、それぞれ、林床の100m²区画に生育する維管束植物について、植物社会学の手法に基づき記録した。先行課題（4-1503）で得られた情報と、本課題で得た老齢林パッチのサイズ・形状等の情報を合わせ、種数や絶滅危惧種の分布への効果を解析した。これら植生調査地点の一部をさらに抽出し、20m四方の毎木調査、50m四方の樹洞・着生植物調査を行った。

また、沖縄島北部の絶滅危惧植物を象徴する着生ランであるオキナワセッコクについて、植生調査地点を含む多点で探索すると共に、既存の観察情報と集約・整理した。既存の情報については、先行課題成果に加え、環境省那覇自然環境事務所が平成27～29年に実施した「やんばる地域希少植物生育状況調査業務」内のオキナワセッコク、さらに、環境省やんばる自然保護官事務所職員などが視認したオキナワセッコクについて、情報の供与を受けた。これらを統合した位置情報と、地形やGIS情報を照合し、着生木の分布特性を解析した。

また、絶滅危惧動物種については、サブテーマ１及び２と連携して、ケナガネズミ、ヤンバルテナガ

コガネ、ノグチゲラ等の生息・繁殖に利用される樹洞を記録した。オキナワセッコクと共に植生調査地点ほかで探索したほか、ケナガネズミとヤンバルテナガコガネについては、4-1503で作成し4-1804で改訂した老齢林マップを提供し、自然保護官事務所職員からの情報提供を受けた。ノグチゲラの営巣木利用¹⁾やノグチゲラの古巣を利用したケナガネズミの利用樹洞に関する既存データの整理を行い、大型樹洞利用種3種の保全に配慮した森林管理手法について検討した。さらにまた、主にネズミ類の餌資源となるスダジイ堅果（どんぐり）の供給量を把握するための調査を先行課題から継続し、これは他の構成課題（サブテーマ3）と共同で行った。

当初の計画では、老齢林とこれを分断する二次林との関係について面的に把握することとしていた。しかし、新型コロナウイルス感染症蔓延のために令和2年度の現地入り調査に困難が生じた。課題実施期間の延長が認められたが、令和3年度に至るも感染症流行は収束を見なかったため、候補地点をさらに絞り込んで調査した上で、景観要素として周辺の林齢、また道路の影響に関する解析を行った。得られたデータを基に老齢林の生態系機能を評価すると共に、生物多様性保全に資する要素や、自然遺産コアエリアと周辺地域の管理を検討した。

4. 結果及び考察

優先してデータを得る北部訓練場の返還地について、45地点の植生調査を行った。また、返還地以外の林分については、先行課題（4-1503）からの累計で86地点を調査した。返還地では比較的直径の大きいイスノキが確認され、オキナワセッコクの他にも、絶滅危惧種のランなど多数の絶滅危惧植物が林床に出現するなど、保全価値が高い林分がみられた。また先行課題の成果等に基づいて選定した林分では、ヤンバルテナガコガネの繁殖樹洞と密猟の古い痕跡をそれぞれ発見した。選定の手法が、絶滅危惧種の探索や保護対象地の絞り込みに有効であることを示したと言える。一方、世界自然遺産コアエリアに隣接した3地点では、伐採記録がなくても全体に種数が少なく、絶滅危惧種や大径のイスノキといった保全の指標となる要素を欠いていた。コアエリアの緩衝地、あるいはコアエリアを利用する動物の回廊としての機能は期待できるが、部分的な伐採や密猟のリスクが大きかった可能性がある。人の立ち入りが抑制されてきた返還地の保護が重要であることを示したものである。また一方、先行課題では対象としていなかった石灰岩地の森林は、それ以外の林分とは種組成が大きく異なった。絶滅危惧種のクスノハカエデをはじめ、シマタゴ、ツゲモドキ、ゲッキツ、ツルザンショウなど特有の種が出現し、生息地保全の対象として石灰岩地に注意する必要がある。

優先して保護すべき林分を識別する時に、林齢や、それと関係する出現種数・着生植物種数・絶滅危惧種数は基準になる。調査地点で出現したイスノキ、オオシイバモチ、シマミサオノキ、ボチョウジ、アオノクマタケラン、オニヘゴ、タシロルリミノキは、それぞれの植被率が林齢や着生植物・絶滅危惧種と正の相関を持っていた。これらは保全価値の高い林分の指標種候補となり、中でも野外で見分けやすいイスノキやアオノクマタケラン、オニヘゴは有力と言える。また、出現する樹種の特性として、萌芽力が低く、材密度が高い樹種が優占する林分は、植物種数及び絶滅危惧植物種数が多い傾向があり、そうした林相の森は保全価値が高いと考えられた（表2.1）。

調査地点を中心として円周にあたる林分の平均林齢は、調査地点の着生植物・絶滅危惧種の種数と正の相関がみられた。総種数との相関はみられなかったものの、すなわち周辺の林齢が高いことは林分の保全価値の指標になる。これは空間スケール（円の半径）に関わらず有意な相関があった。また、道路からの距離、及び路網密度も同様の傾向があり、道路から遠いほど、また路網密度が低いほど、調査地点の着生植物・絶滅危惧種の種数が多かった。ただし相関は弱く、顕著な指標とは言えない。

調査地点ごとの斜面方位や傾斜、標高との関係では、標高が高いほど種数が増える傾向がみられた。これは標高の低い土地が優先的に利用されてきた歴史と関係しているかもしれない。また、傾斜と全種数には正の相関がみられた。方位については、つる植物が北斜面で多く南斜面で少なかった他、外来植物が南斜面で少ない傾向がみられたが、これらの解釈はできていない。

返還地の種組成は、老齢林と見なした非皆伐林分のそれとほぼ重なっており、また、絶滅危惧種の種数も非皆伐と同程度に多かった（図2.1、図2.2）。このことから返還地は非皆伐と同等の保全価値を有

すると考えられた。また、標高が高いほど種数が多くなる傾向も確認され、これは戦前の土地利用の影響が残っている可能性がある。

絶滅が危惧されるオキナワセッコクについて、先行課題の成果と、また外部からの情報供与を加えて、2021年度までに着生木（ホスト）391本を記録した。地域で優占するスダジイに加えて、イスノキの大径木に偏っていることが示された。これは従来の解析と同様で（図2.3）、成長が遅く堅牢な基質を提供するイスノキの特性が有効に働くと推測される。一方、限られた高木種でかつ大径木の樹冠に生息すると言われてきたことは、本種の稀少性を印象づけていた。これに対し、本結果で記録したホストは、亜高木を含む約30種で、比較的小径である胸高直径20cm未満の立木も含まれた。また、標高約150～500mの比較的広い標高域に分布した。これらのことは、オキナワセッコクの生育条件が必ずしも厳しくないことを示唆する。その場合、不法採取や樹木の伐採を抑制することで速やかな個体群の回復が期待され、近年拡充されてきたゾーニングによる保護施策は有効であろう。なお記録されたホストは民有林（国有林以外）にあるものも多いが、その大半は国立公園（2018）の特別保護地区または第1種特別地域だった。

また一方で、ランにとっては生育に不可欠な共生菌について、オキナワセッコクで初めて同定された。この内1菌種は10の標本の全てで検出された。分布域が比較的広いと見られる本種で共生菌の選択性が高いことは、多様な共生菌相を提供する多様な林分環境が、本種の個体群を支えていることを示唆する。このほか、比較的傾斜の緩い、また南西向き斜面に多く分布する傾向があり、季節風の影響等が考えられた。

ヤンバルテナゴコガネとケナガネズミが利用する大型樹洞について、平成30年（2018年）度までに、それぞれ26地点、11地点の情報があつた。国立公園（2018）の特別保護地区または第1種特別地域、世界自然遺産の推薦地（2021年登録）に含まれたのは、ヤンバルテナゴコガネで25地点（96%）、ケナガネズミは7地点（64%）だった。絶滅が危惧されるこれら3種については、近年の保護に係るゾーニング拡充によってその生息地が担保されるようになってきたと言える（図2.4）。

サブテーマ1及びサブテーマ3と連携し、新たな現地調査データの収集と既存データの整理を行い、ヤンバルテナゴコガネ、ケナガネズミ、ノグチゲラ¹⁾の利用樹洞木の特徴（樹種及び胸高直径）と施業履歴（林齢）について取りまとめた。ヤンバルテナゴコガネの利用樹洞（繁殖樹洞）木は26本、ケナガネズミの利用樹洞木は36本確認することが出来た（図2.5）。樹洞木の最小胸高直径は両種ともに約20cmであり、主な利用樹種は両種ともスダジイ、イスノキであった。しかし、その比率には違いが見られ、ヤンバルテナゴコガネはケナガネズミよりイスノキの利用率が高かった。ヤンバルテナゴコガネは樹洞内に蓄積した腐植（フレーク）を餌として幼虫が育ち、3～4年かけて成虫となる²⁾。イスノキは成長が遅く樹洞の形成速度も遅いことが推察されるが、内部に腐植を維持し、長期間、幼虫の生育環境に適した環境が維持されるであろうことから、イスノキの樹洞の利用率が高いと考えられた。また、適切な湿度を持った腐植が存在するヤンバルテナゴコガネの利用可能な条件を備えた樹洞は、樹種や樹洞の形状だけでなく微気象環境の影響も大きく受けると考えられた。一方、ケナガネズミは樹洞を物理的な構造として利用し、底抜けの樹洞や、複数入り口のある樹洞を利用していた。

ヤンバルテナゴコガネの利用可能な、幼虫の生育環境を備えた樹洞木のある林分は、沖縄島北部にわずかに残された原生的な老齢林分に限定されているものと考えられる。世界自然遺産の再推薦のゾーニングにより、既知のヤンバルテナゴコガネの樹洞木の大部分が遺産登録地にゾーニングされた。ヤンバルテナゴコガネの利用可能な樹洞木のある原生的な老齢林分は極めて貴重であることから、緩衝地帯や周辺管理地域においても、厳正な保護が求められる。

ケナガネズミの利用樹洞木は、ヤンバルテナゴコガネと比較して遺産登録地に含まれる割合が低かった（図2.4、図2.6）。さらに、利用した樹洞について、自然樹洞と一次樹洞生産者であるノグチゲラ³⁾の古巣を利用した場合を比較すると、後者で緩衝地帯や周辺管理地域の割合が高かった（図2.6）。自然樹洞は主に樹木の傷等から侵入した木材腐朽菌によって長時間かけて形成される。一方、キツツキの掘る樹洞は、自然樹洞よりも短時間で形成される³⁾。沖縄島北部において、自然樹洞の形成は、樹木のサイズに依存し⁴⁾、若齢林では自然樹洞が不足することから、緩衝地帯や周辺管理地域においてケナガ

ネズミによるノグチゲラの古巣利用率が高くなったものと考えられる。

周辺管理地域におけるケナガネズミの利用樹洞の特徴を明らかにするため、利用樹洞の位置と施業履歴を示す森林簿を重ね合わせた結果、自然樹洞を利用した事例では、帯状に残された林齢86年（2014年時点）の老齢林に分布していた。また、ノグチゲラの古巣を利用した場合は、林齢51年（2014年時点）の戦後の伐採を経験している二次林に位置していた。樹洞利用以外の生息環境条件については未解明であるが、周辺管理地域の林業生産地域においても、ケナガネズミの利用可能な自然樹洞のある老齢林分を帯状、パッチ状に保残することや、ノグチゲラの営巣木を保残することで、生息可能となる事例が明らかとなった。

1999年以降に確認したノグチゲラ213巢の営巣木について、営巣地の皆伐等の攪乱からの経過年数（林齢）と営巣木の特徴（樹種、胸高直径、生枯）を解析した¹⁾。ノグチゲラの主要な営巣樹種は、スダジイ（72例）であった。老齢林と若齢林では利用された樹種構成に違いがあり、スダジイは、2005年の時点で60年生以上（第二次世界大戦後伐採履歴のない森林）の老齢林において利用頻度が高かったが、若齢林では樹木病害によると考えられるハンノキ（52例）やリュウキュウマツ（16例）の枯れ木の営巣例が多く、樹木病害由来以外では、センダン（24例）が主要な利用樹種であった。樹種によって営巣に要された最小林齢は異なり、スダジイで44年、センダンで26年であった（図2.7、図2.8）。

樹洞木に関する以上の解析より、絶滅が危惧される樹洞営巣種に配慮した森林管理指針として、以下の項目があげられる。

- ・ヤンバルテナゴコガネの繁殖樹洞のある原生的老齢林の厳正な保護。
- ・ケナガネズミの利用可能な自然樹洞のある戦後非皆伐の老齢林2014年時点の70年生以上の森林の保全、利用可能な自然樹洞やノグチゲラの樹洞木の保残。
- ・ノグチゲラの営巣可能なスダジイ大径木のある林分もしくは単木での保残、伐採後の保育では短期間で営巣が可能となるセンダンの保残。
- ・林齢マップを活用した生物多様性への配慮と伐採予定地の事前の踏査：森林簿が実際の林齢を反映していない場合もあることから、伐採予定地では、樹洞保持率が高く、オキナワセッコクの着生木としても重要なイスノキやスダジイの大径木⁴⁾、⁵⁾の有無を確認する。特に、視認性が高く生物多様性の指標性の高いイスノキ⁵⁾、⁶⁾に着目し、胸高直径20cm以上のイスノキのある林分は、保全のための配慮が望まれる。

5. 研究目標の達成状況

本構成課題（サブテーマ2）の研究目標は、固有種が依存する原生的な老齢林について、その機能を評価し保全・再生技術を開発すること、また、沖縄島やんばるの米軍北部訓練場返還跡地の植生について現状を明らかにするとともに、老齢林の分布や植生構造の特徴を明らかにすることである。期間後半の新型コロナ感染症流行を受けて調査地点を絞り込んだが、既存データや環境省やんばる自然保護官事務所から共有されたデータを取りまとめ解析することができた。世界自然遺産のゾーニングと大型樹洞を利用する絶滅危惧種の分布の現状が明らかとなり、保全のための森林管理の指針についての知見が得られ、成果は重要なものである。やんばるの多くの林分で、植生と、またオキナワセッコク等の固有種分布に関する貴重な情報を得た。また、米軍北部訓練場返還跡地の植生や石灰岩地の特性について前例のない調査結果を得て、それらの地域が保全において重要であることを指摘した。絶滅危惧種等の生息地である老齢林の保全のために重要なデータ及び解釈を、課題全体に渡すことができた。

6. 参考文献

- 1) N. KOTAKA、J. PREBLE、K. SAITO、Y. TOGUCHI、M. KUDAKA、T. SAKODA、T. YAGIHASHI: Journal of Forest Research、26、192-200 (2021)、Recent nest tree use by the critically endangered Okinawa woodpecker in relation to forest age and two exotic forest pests.
- 2) 佐々木健志 2017 ヤンバルテナゴコガネ、p366 沖縄県自然保護課編、沖縄県自然保護課 2017 改

訂・沖縄県版レッドデータブック第3版（動物編） -レッドデータおきなわ-那覇市

- 3) 小高信彦. (2013). 木材腐朽プロセスと樹洞を巡る生物間相互作用: 樹洞営巣網の構築に向けて (〈特集〉 枯死木をめぐる生物間相互作用). 日本生態学会誌、 63(3)、 349-360.
- 4) A. TAKASHIMA、 A. NAKANISHI、 M. MORISHITA、 S. ABE、 K. SAITO and N. KOTAKA: J For Res、 26、 410-418 (2021)、 Tree-cavity formation in the mature subtropical forests of Yambaru、 Okinawa Island.
- 5) S. ABE、 N. KOTAKA、 A. TAKASHIMA、 T. ABE、 K. SAITO and T. MASAKI: Ecological Research、 33(5):1069-1073 (2018) Host selection and distribution of *Dendrobium okinawense*, an endangered epiphytic orchid in Yambaru、 Japan
- 6) T. ABE、 Y. WATARI、 N. IMAI: Journal of Forest Research、 26、 169-170 (2021)、 Ecological management of insular forests: conservation of endangered species and native ecosystems in Ryukyu Archipelago.

表 2.1 出現樹種の特性と林分の林齢・種数

樹種特性	林齢		植物種数		着生種数		絶滅危惧種数	
	Estimate	P	Estimate	P	Estimate	P	Estimate	P
萌芽能力	-0.025	< 0.001	-0.022	< 0.001	-0.011	0.074	-0.081	0.001
年成長速度	0.020	0.045	-0.170	0.081	-0.163	0.011	-0.095	0.135
材密度	0.446	< 0.001	0.207	< 0.001	0.790	0.008	1.100	< 0.001

林齢が高い森 → 萌芽力が低い種、成長が速い種、材密度が高い種が多い
 植物種数が多い森 → 萌芽力が低い種、材密度が高い種が多い
 着生植物種が多い森 → 成長が遅い種、材密度が高い種が多い
 絶滅危惧種が多い森 → 萌芽力が低い種、材密度が高い種が多い

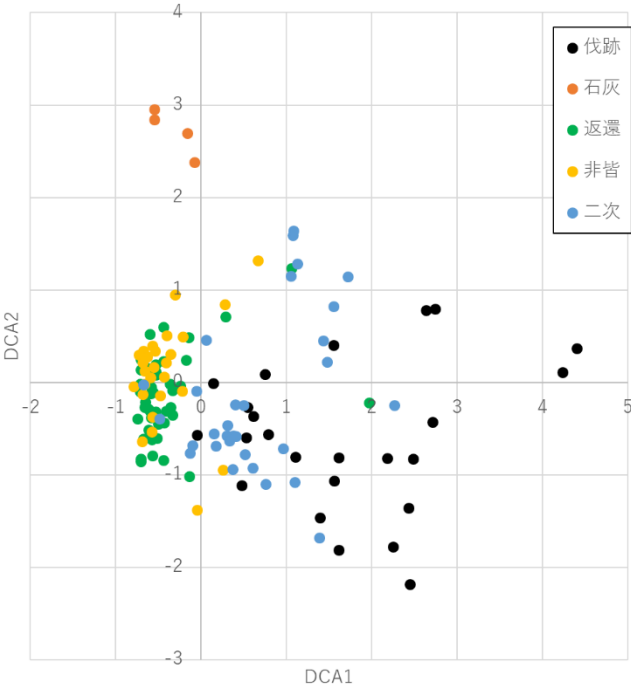


図2.1 植生タイプごとのDCAスコアの分布

各点は調査地点を示し、種ごとの植被率が似ると近い座標になる

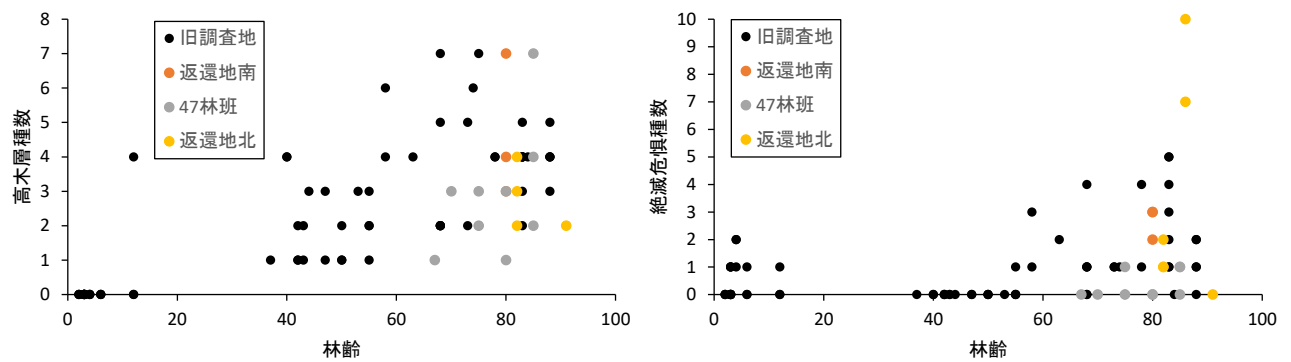


図2.2 林齢と高木層種数（左）、絶滅危惧種数（右）との関係
先行課題との累積データによる

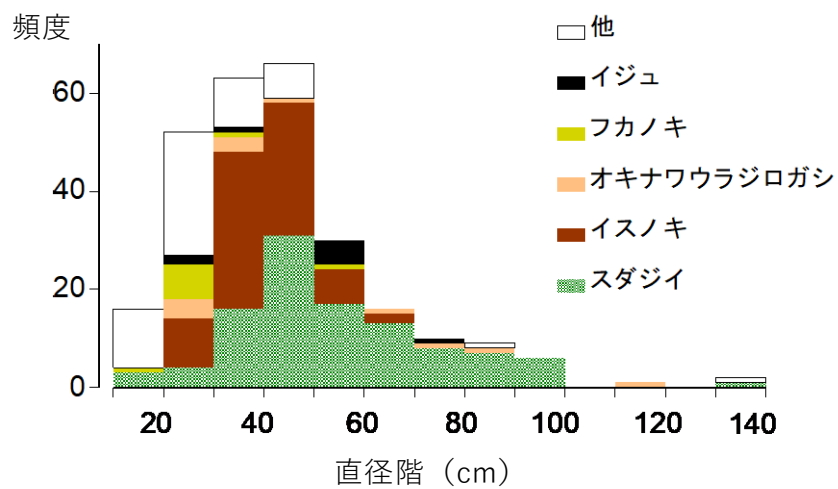


図2.3 オキナワセッコク着生木（ホスト）の樹種及び胸高直径階頻度分布

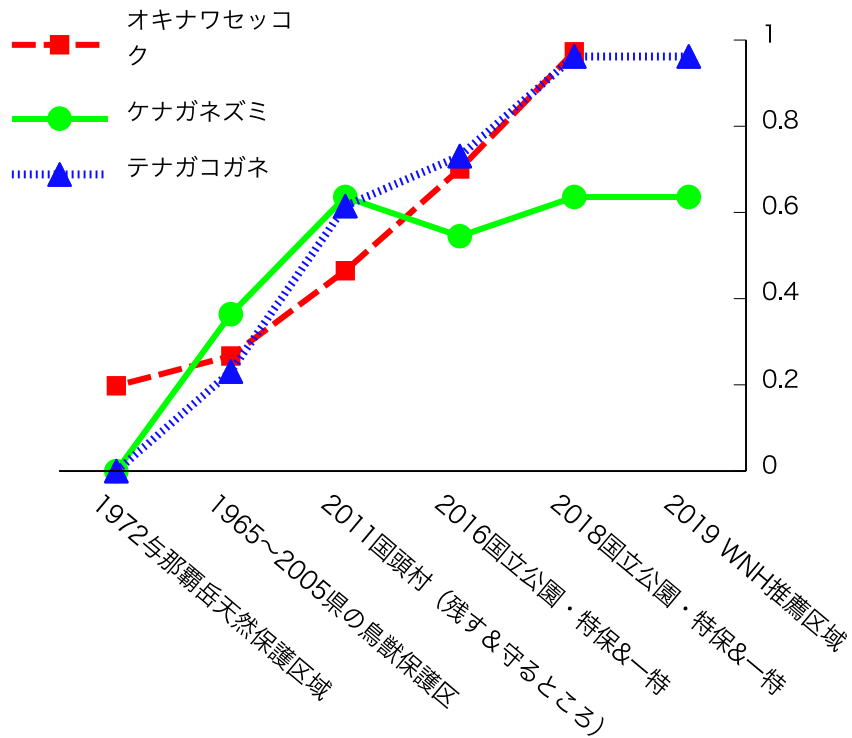


図2.4 保護に係るゾーニングと絶滅危惧種3種の生息地
 先行課題からのオキナワセッコク、ケナガネズミ、ヤンバルテナガコガネ
 の生息地点について、時代ごとの保護対象区域に含まれる割合

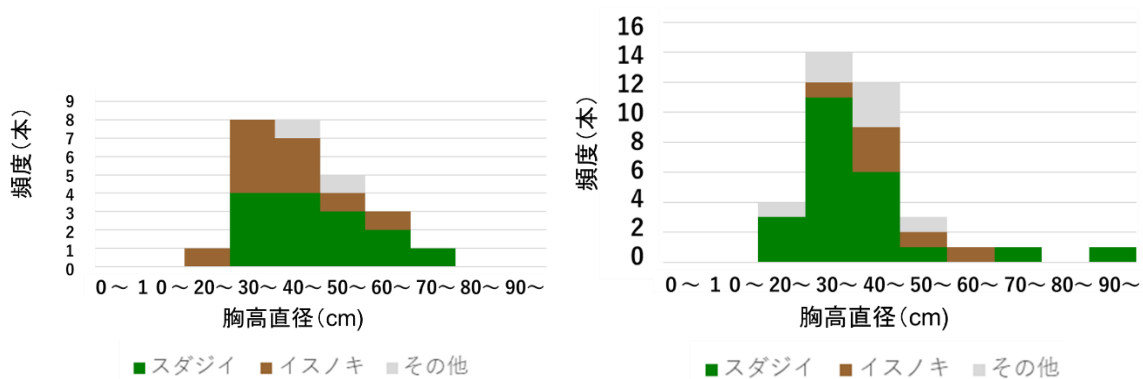


図2.5 ヤンバルテナガコガネ (左 N=26) とケナガネズミ (右 N=36) の利上樹洞
 の樹種及び胸高直径階頻度分布

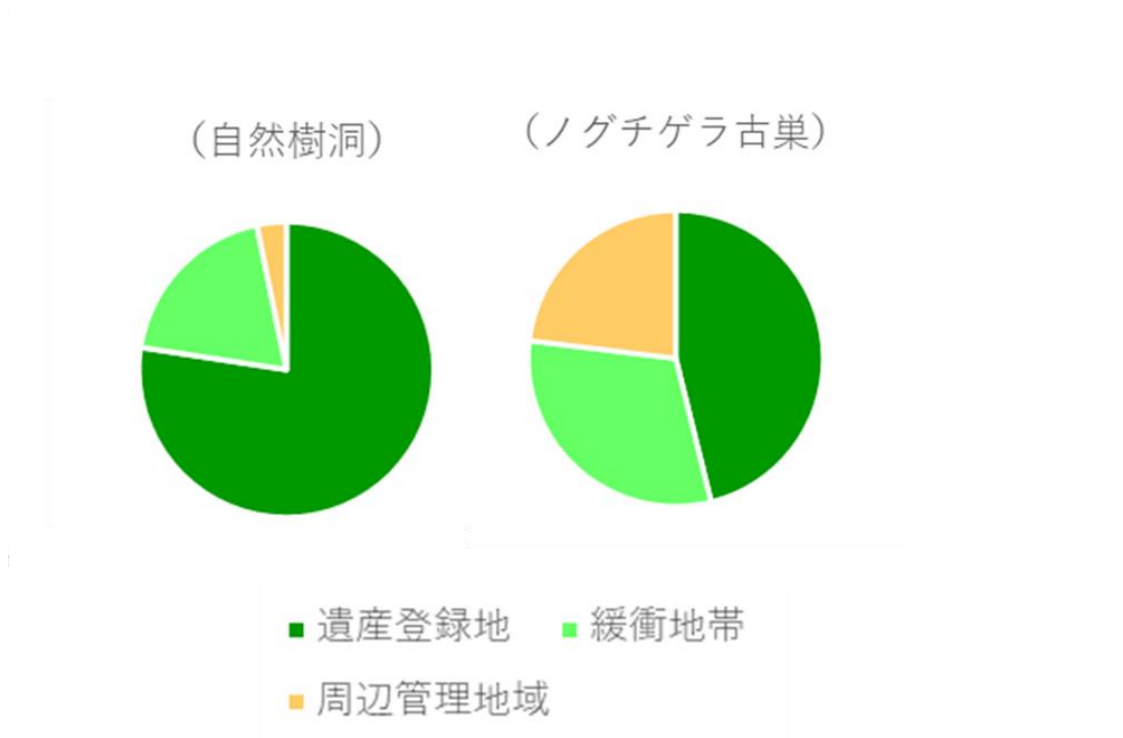


図2.6 ケナガネズミの利用樹洞の位置と世界自然遺産のゾーニング。
自然樹洞とノグチゲラの古巣を利用した事例について

● : 自然樹洞 (N = 31) ● : ノグチゲラの古巣 (N = 13)

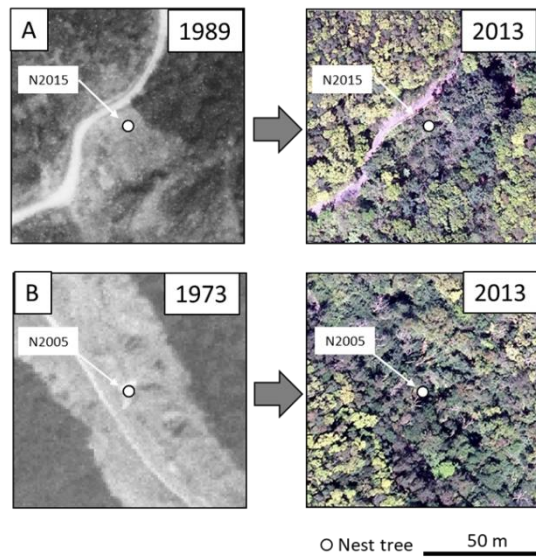


図2.7 ノグチゲラ営巣地における森林の変遷
Kotaka et al. 2021 JFRより改変

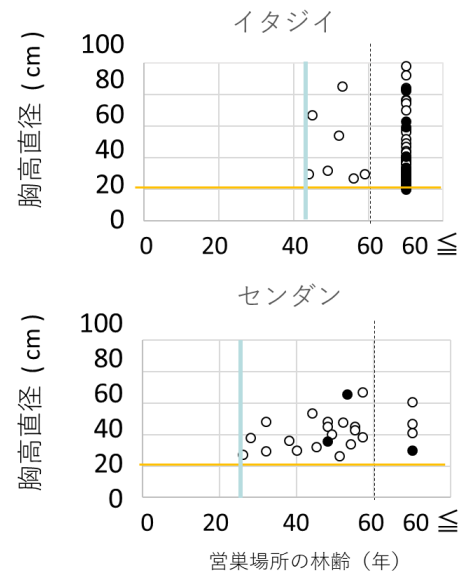


図2.8 営巣時の林齢と営巣木の特徴（樹種、胸高直径、○生立木、●枯死木）について
Kotaka et al. 2021 JFRより改変

Ⅱ－３ 緩衝地帯や周辺地域の生態機能評価と森林の管理・再生に関する研究

琉球大学農学部 助教 高嶋敦史

琉球大学農学部 教授 谷口真吾

＜研究協力者＞

琉球大学農学部 ポスドク研究員 （現在、同理学部 助教）小林 峻

琉球大学大学院農学研究科 修士課程 大嶋優希、矢部岳広、泉川太志、新関一心

琉球大学農学部 学部生 兼城華鈴

〔要旨〕

サブテーマ3では、「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」世界自然遺産登録地を取り巻く緩衝地帯や周辺管理地域において、生態学的な機能評価を経て二次林や人工林の適切な管理手法や必要に応じた自然再生手法を提案することを目標にした。また、スダジイ堅果の豊凶モニタリングの実施体制を確立し、普及することも目指した。

まずは、二次林において、攪乱依存種であるイジュやリュウキュウマツの更新／定着特性を解明した。イジュは、林冠が大きく損傷するような台風被害を受けた30～40年生二次林の中で更新できておらず、二次林の中で更新するには大きなギャップが必要になると考えられた。また、リュウキュウマツは、尾根の中でも傾斜角の大きな斜面に定着している様子が確認された。これらの結果から、沖縄島北部の二次林を大径木が生育する林分へと誘導する場合は、中～下層にイジュの新しい更新木が少ない林分がギャップを形成するような台風攪乱を受けにくいという観点から効率的であると考えられた。また、リュウキュウマツが点在するような傾斜の急な尾根も、大径木の効率的な再生には向かないと予想された。

重要な生態学的資源である樹洞については、奥行（深さ）が10cmに達している穴を対象に調査した。その結果、緩衝地帯の約70年生二次林ではスダジイを中心にオキナワウラジロガシなどにも樹洞が発生していたが、樹洞の発生密度が81個/haで、遺産地域の非皆伐林における調査事例（198個/ha）の半分以下の密度であった。また、約70年生二次林では、幹こすれによりスダジイに発生した開口部の大きな容積0.09m³の樹洞にケナガネズミが利用した痕跡が確認されたが、0.682haの調査エリアの中でこの樹洞が容積最大であった。容積が0.05m³を超える樹洞は、約70年生二次林では3個/haしか記録されず、非皆伐林における調査事例（25個/ha）より大幅に少なかった。このことから、約70年生の二次林では、樹洞の量、大きさともに非皆伐林と比べて大幅に劣っていることが明らかになった。今後は既存の小型樹洞が大型樹洞に発展するのを待ちつつ、樹洞を形成しやすいイスノギが成長してくるのを待つ必要がある。一方で、幹こすれなどによって生じた開口部の大きな樹洞は、比較的速いスピードで容積の大きな樹洞に発展する可能性が示され、重点的に保全する必要があると考えられた。また、40年生二次林、70年生二次林、非皆伐林の間で自動撮影カメラにより樹洞利用者の違いを確認した結果、非皆伐林では哺乳類による複数の樹洞の利用が観察された一方、40年生二次林では哺乳類による利用が観察されなかった。なお、樹洞を利用した鳥類の種数は70年生二次林が最も多かった。

そして、人工林の管理手法については、まず沖縄島北部の周辺管理地域などに多く広がる伐期に達したリュウキュウマツ人工林の帯状択伐地を調査した結果、帯状伐採の更新面には多様な侵入種が定着していること、またその種子散布の過程で林縁における「止まり木効果」による周食（鳥）散布が比較的高い割合を占めていることなどが判明した。その結果、生態学機能保全の観点から、リュウキュウマツ人工林における帯状伐採は有効であることが確認できた。また、リュウキュウマツ人工林の林床にスダジイの充実堅果を播種したところ、2成長期後に33～34%が定着していたことが確認されたことから、伐採面に周辺の天然生林の優占種であるスダジイの前生樹が少ない場合は、伐採前に林床に近隣のスダジイの充実種子を散布し、前生樹を育てておく取り組みも一考の価値があると考えられた。次に、二次

林を伐採する際の尾根部の樹林帯の残し方について知見を得るべく、およそ50年生に達したリュウキュウマツ人工林の間の尾根部に残された幅9～16mの保護樹帯を調査したところ、保護樹帯の内部にスダジイの大径木が一定の密度で生育していることが確認された。一方で、保護樹帯内の樹種構成は人工林造成の影響を受けたものになっていた。保護樹帯はその立地や両側の人工林の樹種等によって影響の受け方が変わるものと予想されるため、今後も研究事例を積み重ねて一般的な知見へと取りまとめていく必要があると考えられた。さらに、人工林における小規模な下刈り作業の動物相への影響を自動撮影カメラによるモニタリングで評価したところ、規模の小さい下刈りは地上を利用する動物への影響が軽微であることを示唆する結果が得られた。しかしながら、この結果は実施時期や規模、場所が限定的であることに留意しておく必要がある。

双眼鏡を用いたスダジイ堅果の豊凶モニタリングは、沖縄島北部、奄美大島、徳之島で地元のNPOやネイチャーガイド、行政関係者などと連携しながら実施し、このモニタリングが地域に定着する下地を作ることができた。また、先行課題（4-1503）からの7年間の調査の結果、沖縄島北部、奄美大島、徳之島の間で豊凶に同調傾向が現れることが確認できた。

1. 研究開発目的

「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」世界自然遺産推薦地（現・登録地）に広がる非皆伐林の顕著で普遍的な価値（OUV）を維持するには、それを取り巻く緩衝地帯や周辺地域（現・周辺管理地域）を連動して適切に管理することが重要である。サブテーマ（3）では、保護すべき非皆伐林の生態系機能を強化する目的で周辺に広がる二次林や人工林についても生態学的な機能評価を行い、その適切な管理手法や必要に応じた自然再生手法を提案することを目的とする。また、野生生物の餌資源となるスダジイ堅果の豊凶を評価するモニタリングの実施体制の確立と普及にも貢献する。

2. 研究目標

世界自然遺産候補地の緩衝地帯や周辺地域に広がる二次林において、これまでの調査で得られた林分構造や遷移に関する知見に生態学的な評価を加え、生態学的機能向上につながる総合的な管理手法の提案を行う。また、主要な造林樹種の人工林においても、現状や課題を取りまとめて自然再生も含めた森林誘導のシナリオを提案する。

3. 研究開発内容

（1）二次林の遷移・成り立ちと攪乱依存種の評価

沖縄島北部の世界自然遺産地域では、希少野生動物の生息に必要な樹洞を供給し、希少着生植物のホストにもなる大径木の重要性が指摘されている。しかしながら、遺産地域の面積は限定的で形状も細長いため、二次林などから成る周辺の緩衝地帯にも大径木が分布するように誘導していく必要がある。沖縄島は台風の常襲地として知られ、台風攪乱を受けやすい立地では大径木が維持されにくいことから、緩衝地帯を大径木が生育する林分へと効率的に誘導するには、台風攪乱を受けにくい立地を優先的に扱う必要がある。そこで本研究では、攪乱依存種とされるイジュやリュウキュウマツなどが二次林の中にどのように定着しているか特徴を捉え、これらを指標として台風攪乱を受けにくい立地を抽出する手法の検討を行った。

まず、30年生時の2008年に胸高直径（DBH） $\geq 1\text{cm}$ の全幹を対象に調査が行われた二次林の調査区（0.06ha）¹⁾を40年生時の2018年に再測定し、林分の遷移や主要構成種の成長量を評価するとともに、攪乱依存種の個体群動態を確認した。この調査区は、30年生時にはDBH8～10cmの幹が多く幹本数密度の高い林分であった。

次いで、約70年生と推定される二次林において尾根を多く含む7本の歩道を踏査し、踏査線から左右両側10m内に生育していたDBH $\geq 4\text{cm}$ のリュウキュウマツの根元位置を携帯GPS受信機（GARMIN GPSMAP 64scJ）で記録した。その後、GISソフトウェア（ArcGIS 10.6、ESRI）と10mメッシュのデジタル標高モデル（DEM）を使用して、リュウキュウマツが定着していたセルと定着していなかったセ

ルで地形因子を比較した。ここでは、踏査の際にセルの大半がベルトトランセクトにかかったセルを解析対象とするため、GIS上で踏査線の両側に $5\sqrt{2}$ m（1辺が10mのセルの角と中心点の距離に相当）のバッファを発生させ、中心点がバッファ内に含まれるセルを抽出した。

（２）林齢ごとの樹洞の発生状況と動物による利用

沖縄島北部の森林には樹洞を利用する動物が分布していることが知られているが、森林の林齢によって樹洞の発生状況や、樹洞利用者の利用様式の違いがどのように異なるかといった点は十分に解明されていない。緩衝地帯や周辺管理地域の適切な管理に繋げるには、これらの点を明らかにしたうえで、効果的な方針を示す必要がある。

まず、二次林における樹洞の発生状況を非皆伐林と比較するため、先行課題（4-1503）で非皆伐林（2箇所、計0.610ha）を対象に実施した樹洞調査²⁾と同様の手法の樹洞調査を約70年生の二次林（1箇所、0.682ha）で実施した。ここでは、DBH $\geq$ 15cmの幹を対象に、幹などに開いた穴で開口部からの奥行（深さ）が上下左右正面のいずれかひとつでも10cmに達しているものを樹洞と定義した。樹洞は、成因が動物（ノグチゲラ）によるものか、折損や腐朽などの自然現象によるものか分けて記録した。樹洞の容積は、樹洞の形状を楕円柱と仮定して、開口部の大きさや開口部からの上下左右正面の奥行の値を使用して計算した。また、樹洞の内部にケナガネズミが運び込んだ巣材が確認された場合は、ケナガネズミが利用した樹洞として記録した。

林齢間の樹洞利用者の利用様式の違いについては、2019年から2020年の1年間、40年生の自然林（30m $\times$ 30m）1プロット、70年生の自然林（20m $\times$ 70m）1プロット、少なくとも80年以上皆伐履歴のない非皆伐老齢林（50m $\times$ 50mと60m $\times$ 60m）2プロットにおいて、深さ10cm以上の様々な大きさおよび高さの樹洞に向けて、赤外線センサーにより動物を検知する自動撮影カメラ（Acorn 6210、Ltl-Acorn）を設置した。各調査プロットにおいて、10個の樹洞に自動撮影カメラを設置したが、40年生林では設定した調査プロット内で6個しか樹洞を発見することができなかったため、6個のみを調査対象とした。カメラの撮影設定は20秒の動画撮影とし、インターバルは0秒、センサーレベルはNormalとした。撮影された動画から樹洞を利用する哺乳類と鳥類の種と行動を記録した。

（３）緩衝地帯や周辺管理地域における森林施業技術の確立

沖縄島北部では、世界自然遺産地域の緩衝地帯や周辺管理地域に、木材生産を目的とした人工林も点在している。これらの人工林では、遺産地域への影響に配慮した森林施業が求められる。また、天然生の二次林でも小面積皆伐による木材生産が実施されていることから、小面積皆伐が周辺の森林に及ぼす影響についても評価し、伐採地の選定や設定に活かす必要もある。

そこでまず、沖縄島北部の周辺管理地域などに多く広がる伐期に達したリュウキュウマツ人工林の基本的な林分構造を捉えるために、約50年生の林分に面積1,313m²の調査地を設け、DBH $\geq$ 0.5cmの幹を対象とした毎木調査を実施した。この林分は、少なくとも1997年と2004年の2回にわたり松材線虫病の激害を受けて当時上層林冠を構成していたリュウキュウマツに枯死が発生しているが、沖縄島北部地域ではこのような被害の履歴は一般的である。なお、調査地内は、斜面位置から斜面上部325m²、斜面中部688m²、斜面下部300m²に区分された。

リュウキュウマツ人工林の収穫では、近年帯状伐採が実施されているが、その有効性については検証が必要である。そこで、過去に天然林を大面積皆伐した後に植樹造林された人工林6地点（S-1、S-2、A-1、A-2、J-1、J-2）と、リュウキュウマツ人工林を帯状伐採した後に植樹造林された更新面3地点（帯状A、帯状B、帯状C）に150～570m²の調査区を設けた。S-1、S-2は6haの皆伐後にイジュが植えられた人工林で、調査時の林齢は36～38年生であった。A-1、A-2は7haの皆伐後にイスノキが植えられた人工林で、調査時の林齢は34～36年生であった。J-1、J-2は9haの皆伐後にイスノキが植えられた人工林で、調査時の林齢は27～29年生であった。帯状A、帯状Bは、リュウキュウマツ人工林を上層林冠層の平均樹高の1.5～1.8倍の幅で収穫伐採したのち伐採面にイジュが植栽されており、調査時の林齢は7年生であった。帯状Cは、リュウキュウマツ人工林を上層林冠層の平均樹高の1.8～2.0倍の幅

で収穫伐採したのち伐採面にリュウキュウマツ、タブノキ、イジュが植栽されており、調査時の林齢は13年生であった。なお、各林分では下刈り保育が植栽翌年から年1回、5年間実施されているが、沖縄島北部地域では1994（平成6）年ごろから侵入木を一律に伐採除去しない「個体（樹種）選択的な下刈り」が実施されている。そのため、本研究の帯状伐採の更新面では、植栽木のほかに切株由来の萌芽更新や種子散布由来による実生更新の侵入木が混在している。このような背景を持つ各調査区で、樹高2.0m以上の全ての幹を記録し、侵入木の樹種構成や成長の違いなどを比較した。

リュウキュウマツ人工林を伐採した場合、その後の更新面の扱いも検討課題である。琉球政府時代に実施されたリュウキュウマツ造林は、下層植生との競争を回避するため、火入れ後に播種造林されることが多かった。また、立地によっては下層にリュウキュウチクが繁茂することもあり、約50年生以上に達した現在も、林内に周辺の天然生林の優占種であるスダジイの前生樹が少ないリュウキュウマツ人工林は少なくない。そのため、更新面にスダジイを一定量定着させる技術を準備しておくことが必要である。そこで、リュウキュウマツ人工林の林床へのスダジイ堅果の播種が、スダジイ前生樹の定着に繋がるかどうか検証を行った。2018年11月下旬、リュウキュウマツ人工林内のA0層を除去した林床と無操作の林床に、周辺で採取したスダジイの充実堅果を水浸選抜後に150粒ずつ播種し、2成長期後の2021年1月下旬に定着状況と成長を確認した。

また、人工林全般において、木材生産につなげる保育活動が動物相に及ぼす影響も確認する必要がある。そこで、人工林における下刈り作業が地上を利用する動物に影響を及ぼすかどうかを調査した。2020年1月に、イジュ（40年生）およびイスノキ（30年生）の人工林に赤外線センサーにより動物を検知する自動撮影カメラ（Acorn 6210 PLUS、Ltl-Acorn）を設置した。自動撮影カメラは下刈り区（イジュ：30m×20m、イスノキ：10m×25m）とその周辺の無作業区に3台ずつ設置した。地上性の動物を撮影するために、自動撮影カメラは地上から1 m以内の高さから斜め下向きに設置した。両人工林では2017年に一度下刈りが行われたが、2020年には下刈りを実施した場所でも下草が伸び、稚樹も観察される状態であった。希少鳥類の非繁殖期にあたる2021年9月に、2017年に下刈りを実施した下刈り区において、再び下刈りを行った。カメラの撮影設定は30秒の動画撮影とし、インターバルは0秒、センサーレベルはNormalとした。記録された動画に基づき、動物相を下刈り実施した年と下刈りを実施しなかった年、および下刈り区と無作業区と比較した。

天然生林の伐採に際しては、沖縄島北部地域で環境に配慮した森林利用を推進するため制定されている「やんばる型森林業」の施策方針で、尾根部に樹林帯を残すことが提唱されている。しかしながら、その具体的な保残幅についての言及はされていないため、適切な保残幅の見当をつけるための知見を集積することが急務となっている。そこで本研究では、およそ50年生に達したリュウキュウマツ人工林の間の尾根部に残された幅9～16mの保護樹帯の現状を調査し、伐採が林縁部の森林に与える影響を確認した。ここでは、保護樹帯とその両側のリュウキュウマツ人工林が含まれるように、幅27m×長さ50m（0.135ha）の調査区を設定し、胸高周囲長（GBH）15cm以上の幹を対象に毎木調査と立木位置の記録を行った。なお、GBHはDBHに換算して解析に使用した。

（4）スダジイ堅果豊凶モニタリングの実施体制の確立と普及

先行課題（4-1503）では、沖縄島北部と奄美大島を対象に、それぞれの地域が広く網羅できるようなデザインで双眼鏡を用いたスダジイ堅果豊凶モニタリングの実施エリアが設定された。各エリアでは原則5本以上の調査対象木が設けられ、それらについて毎年複数名が双眼鏡を用いて樹冠を30秒間観察する行動を4回繰り返し、堅果のカウント数の平均値を記録した。本課題（4-1804）では、徳之島を追加して同様のモニタリングを継続し、実施体制の確立と普及に努めた。

4. 結果及び考察

（1）二次林の遷移・成り立ちと攪乱依存種の評価

30年生時（2008年）の測定から10年が経過して40年生時（2018年）に再測定された0.06haの調査区では、34年生時（2012年）に襲来した強度な台風攪乱の影響³⁾があり、30年生時にスダジイやイジュ

といった高木を中心に形成されていた樹高9m以上の林冠層が大きく破壊されていた。一方で、40年生時には樹高8m以下の幹の顕著な増加がみられた。このことから、沖縄島北部の30年生程度の密な二次林が台風攪乱を受けた場合、林冠が破壊されて林冠高は低下するものの中～下層がきわめて速く再生することが確認された。そのような中、攪乱依存種のイジュの進界木は皆無であった。このことは、台風攪乱を受ける前の密な林分にはDBH<1cmのイジュの幼樹があまり定着しておらず、台風攪乱後の短期間の林内光環境改善では幹本数の増加に繋がられなかった様子を表している。よって、攪乱依存種のイジュは、二次林では初期の一斉更新の際にまとまって更新し林冠を構成するものの、その後は林冠が破壊される程度の台風攪乱があっても二次林の中～下層に新規に侵入しにくい様子が確認された。このことから、二次林の中でのイジュの更新には林冠のみならず中～下層もすぐに再生できないような大きなギャップが必要になると予想され、中～下層におけるイジュの生育状況が強度な台風攪乱の指標になるものと考えられた。

約70年生二次林の尾根を多く含む7本の歩道の踏査結果から、10mメッシュのDEM上でDBH $\geq$ 4cmのリュウキュウマツが存在しない548セルと存在する27セルを特定した。リュウキュウマツが存在しないセルと存在するセルの傾斜角を比較した結果、存在しないセルは平均19.4度（下方四分位11.6度、上方四分位26.2度）、存在するセルは平均24.6度（下方四分位17.0度、上方四分位33.2度）で、存在するセルのほうが有意に平均値が大きかった（ $p < 0.05$ ）（図3.1）。このことから、攪乱依存種のリュウキュウマツは、尾根の中でも傾斜角の大きな斜面に定着しているようすが確認された。

これらの結果から、沖縄島北部の二次林を大径木が生育する林分へと誘導する場合は、中～下層にイジュの新しい更新木が少ない林分がギャップを形成するような台風攪乱を受けにくいという観点から効率的であると考えられた。また、リュウキュウマツが点在するような傾斜の急な尾根も、大径木の効率的な再生には向かないと予想された。

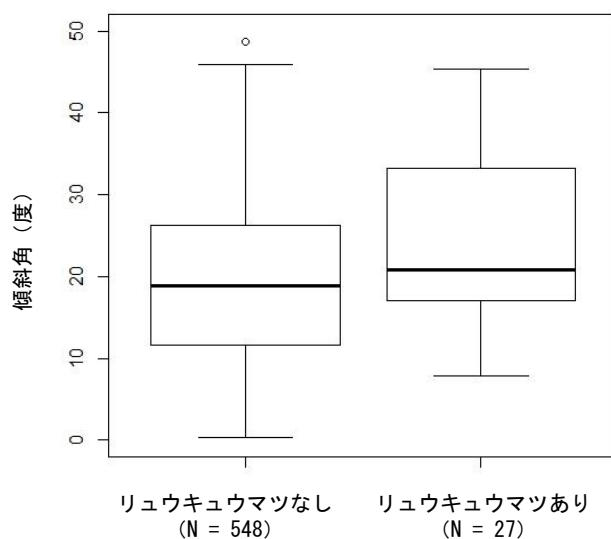


図3.1 約70年生二次林の尾根を中心とした歩道付近におけるリュウキュウマツが存在しないセルと存在するセルの傾斜角

（2）林齢ごとの樹洞の発生状況と動物による利用

約70年生の二次林（0.682ha）を調査した結果、DBH $\geq$ 15cmの幹は396本記録され、そのうちスダジイが191本（48%）、イジュが69本（17%）を占めた（表3.1）。396本の幹のうち、49本に計55個の樹洞が確認された。樹洞の発生密度は81個/haで、先行課題（4-1503）の非皆伐林を対象にした調査結果（198個/ha）²⁾の半分以下であった。主要な樹洞形成種はスダジイで、全55個の樹洞のうち36個（65%）がスダジイに形成されていた。その他の樹種では、オキナワウラジロガシ、ヤマモモが続いた。非皆伐林で主要な樹洞形成種であったイスノキは直径成長が遅いことが知られているが^{4)、5)}、DBH $\geq$ 15cmに達した幹が5本しか記録されず、樹洞が発生していた幹は確認されなかった。

表3.1 約70年生二次林（0.682ha）でDBH $\geq$ 15cmの幹を対象にした樹洞の発生状況

樹種	幹本数	樹洞保有 幹本数	樹洞数
スダジイ	191	33	36
イジュ	69	2	2
オキナワウラジロガシ	16	5	7
タブノキ	16	1	1
ヤマモモ	13	3	4
その他	91	5	5
計	396	49	55

55個の樹洞のうち、動物（ノグチゲラ）により形成された樹洞が2個存在し、これらはいずれも掘りかけの樹洞であった。残りの53個は、すべて枝折れや幹こすれなどに由来する自然樹洞であった。自然樹洞の中にはケナガネズミによる利用（巣材の運び込み）が確認されたものが1個あり、幹こすれによりスダジイに発生した開口部の大きな容積0.09m³の樹洞であった（図3.2）。この樹洞の容積は、本調査エリアの中で最大であった（図3.3）。なお、先行課題（4-1503）の非皆伐林を対象とした調査でもケナガネズミによる利用が確認された樹洞は2個発見されており、樹洞の容積は0.09m³と0.16m³であった²⁾。



図3.2 ケナガネズミによる利用が確認された樹洞

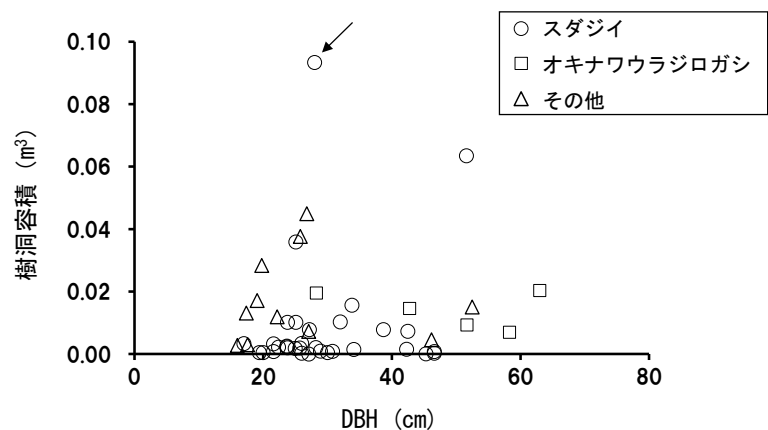


図3.3 樹洞を保有する幹のDBHと最大樹洞容積の関係（ケナガネズミによる利用が確認された樹洞を矢印で示す）

このように、樹洞の容積はケナガネズミ等の大型樹洞を利用する動物にとって利用の可否を決める重要な制限要因となるが、容積が0.05m³を超える樹洞は、約70年生二次林の本調査エリア内では2個にとどまり、密度に換算すると3個/haであった。一方、先行課題（4-1503）で調査した非皆伐林では枯死木にできた樹洞を含め25個/haの密度で記録されており²⁾、約70年生に達した二次林であっても容積の大きな樹洞は未だきわめて少ないことが確認された。なお、林齢間の樹洞利用者の利用様式の違いを調査した40年生の調査区では、容積が0.05m³を超える樹洞は皆無であった。

今回の調査から、約70年生の二次林では、樹洞の量、大きさともに非皆伐林と比べて大幅に劣っていることが明らかになった。世界自然遺産登録地の周辺に広がる緩衝地帯としては、スダジイやオキナワウラジロガシを中心に形成されている容積の小さな樹洞が大きな樹洞へと発達することを待ち、さらには樹洞を形成しやすいイスノキの大径木が育ってくるのも待つ必要があるだろう。そのような中、幹こすれなどによって生じた開口部の大きな樹洞は、比較的速いスピードで容積の大きな樹洞の形成に繋がる可能性が示され、重点的に保全する必要があると考えられた。

樹洞利用者の林齢間の比較では、40年生で2種、70年生で9種、非皆伐林では7種と9種の哺乳類およ

び鳥類による樹洞の利用が記録された（表3.2）。非皆伐林では哺乳類により複数の樹洞の利用が観察されたが、40年生では哺乳類による利用が観察されなかった。樹洞を利用した鳥類の種数は70年生で最も多かった。また、先行研究では樹洞の利用は営巣場所としてのみ記録されていたが^{6）、7）、8）}、本研究では採餌場所、餌保管場所、休息場所としての役割もあることが明らかとなった。非皆伐林はこれらすべての機能を備えた森林であることから、樹洞利用者にとって重要な森林であると考えられる。また、70年未満では樹洞利用者の生息環境としては、森林が十分に回復していないことが示唆された。

表3.2 各試験地で記録された樹洞利用者と行動

太字および●は本研究で記録された種、その他は先行研究で記録された種
(Y-40: 40年生林、Y-70: 70年生林、Y-MAT1-2: 非皆伐林)

沖縄島における樹洞利用種 (太字は本研究で記録された種)	IUCN RL/ 環境省RL	調査地				樹洞における行動		
		Y-40	Y-70	Y-MAT1	Y-MAT2	繁殖	採餌	その他
哺乳類								
ケナガネズミ	EN/EN			●	●	●	●	
クマネズミ	(外来種)				●			
ワタセジネズミ	LC/NT		●		●			
リュウキュウテングコウモリ	EN/			●		○	●	休息
コウモリ sp.				●	●			
ヤンバルホオヒゲコウモリ	CR/					○		
鳥類								
ヤンバルクイナ	EN/CR	●			●		●	
リュウキュウコノハズク	NT/-					○		
リュウキュウオオコノハズク	LC/VU		●		●	○		餌保管
リュウキュウアカショウビン						○		
ノグチゲラ	CR/CR		●	●	●	○	●	
コゲラ	LC/-					○		
シジュウカラ			●	●	●	○	●	
ヤマガラ	LC/-		●			○	●	
ウグイス			●	●			●	
メジロ			●					
シロハラ			●				●	
ホントウアカヒゲ	NT/EN	●	●	●	●	●	●	
リュウキュウキビタキ	LC/DD							

(3) 緩衝地帯や周辺管理地域における森林施業技術の確立

約50年生のリュウキュウマツ人工林（面積1、313m²）でDBH≥0.5cmの幹を調査した結果、70種が出現し、記録された幹本数は1,825本であった。斜面位置別では、斜面上部（325m²）で出現種数38種、幹本数370本（11,385本/ha）、斜面中部（688m²）で出現種数61種、幹本数848本（12,326本/ha）、斜面下部（300m²）で出現種数41種、幹本数607本（20,233本/ha）となっていた。斜面上部が最も幹本数密度が低かったが、階層別にみると下層木の本数が特に少なかった。これは、尾根部から斜面中部の上側にかけて繁茂していたリュウキュウチクによる更新阻害や成長抑制が、要因の一つになっていると考えられた。また、樹高は上層林冠を優占するリュウキュウマツが調査地全体でみると13.2±3.0m（平均値±標準偏差、以下同じ）であったが、斜面上部では10.8±2.1m、斜面中部では14.2±2.1m、斜面下部では16.6±1.3mと、斜面位置が下がるにつれ高くなっていた。なお、亜高木層にはイジュの侵入が目立った。

リュウキュウマツ人工林の帯状伐採後の更新面に設けられた3地点の調査区では、侵入木の本数密度が3,930～4,836本/haとなっていた。天然林を大面積皆伐した後に植樹造林された人工林6地点の調査区では侵入木の本数密度が2,120～3,773本/haであったことから、調査時の林齢の違いはあるものの、帯状伐採後の更新面では侵入木の定着が進んでいることが確認できた。また、リュウキュウマツ人工林の帯状伐採後の更新面内では侵入木の種数が豊富で、平均的な調査区面積（270m²）の帯状Cが全9調査区の中で最多となる種数を記録した。そのような中、帯状A～Cでは、記録された幹の中で種子散布形式が周食（鳥）散布型に分類されるものの割合が86.2～92.3%と大面積皆伐後の造林地に設けられた調査区

(S1～J2) より高くなっていた (図3.4)。このことから、帯状伐採地では林縁木に鳥類が止まり種子を糞で排出する「止まり木効果」が現れやすく、このことが侵入木の種多様性増加に貢献するものと考えられた。なお、帯状A～Cでは、遷移初期種 (攪乱依存種) に該当する幹の割合が15.4～24.1%となっており、極端に遷移初期種が多い状態ではなかった。

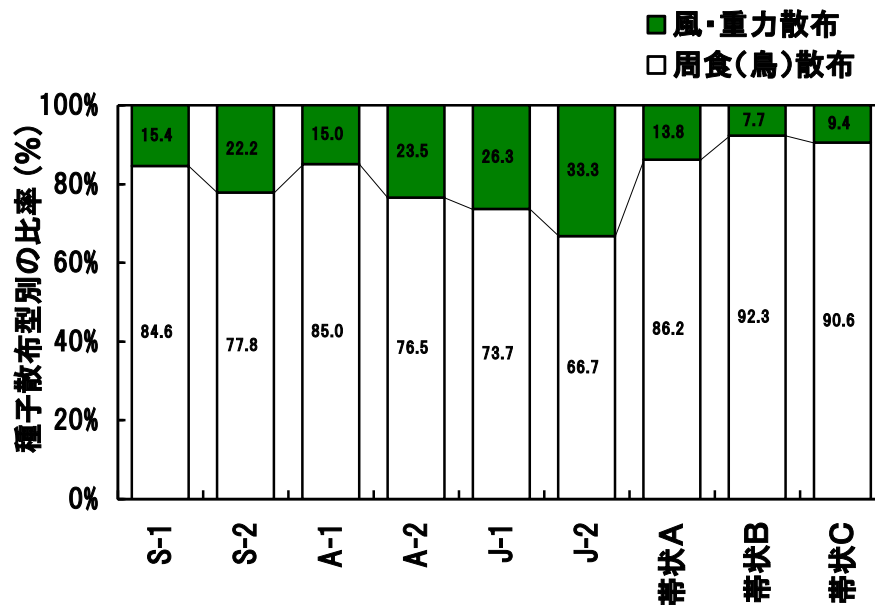


図3.4 各調査区における種子散布型別の比率

リュウキュウマツ人工林の林床へのスダジイ堅果の播種試験の結果、播種から2成長期後に、A0層を除去した林床では150粒から51本、無操作の林床では150粒から49本の実生が定着していた。ともに33～34%の定着率となり、スダジイ堅果の播種がリュウキュウマツ人工林でのスダジイ前生樹の増加に繋がることが確認された。また、その際にA0層を除去する必要性はないものと考えられた。定着していた実生の樹高は、A0層を除去した林床で平均6.2cm、無操作の林床では同7.4cmであった。発生したスダジイの実生は、リュウキュウマツ伐採時に同時に伐採もしくは折損されても萌芽を発生できることが望ましいため、萌芽を発生できる大きさまで成長するのに必要な年数を考慮したうえで播種される必要があるだろう。

人工林における下刈り作業の動物相への影響評価では、自動撮影カメラによる撮影枚数が多かったヤンバルクイナとホントウアカヒゲについて、下刈りを実施しなかった2020年と下刈りを実施した2021年の下刈り実施日を基準とした前後30日で、撮影枚数を比較した。ヤンバルクイナは、イジュ人工林では下刈りを実施しなかった2020年には前後での撮影頻度はばらついていて、下刈りを実施した2021年には、下刈り実施後に全てのカメラで撮影枚数が減少した (図3.5(A))。イスノキ人工林では下刈りを実施した2021年でも撮影枚数の変化はばらついており、撮影枚数に一定の傾向はなかった (図3.5(A))。一方、ホントウアカヒゲの撮影枚数はイジュ人工林でもイスノキ人工林でも、下刈り区と無作業区ともに、下刈りを実施しなかった2020年と下刈りを実施した2021年で撮影枚数の傾向に違いがなかった (図3.5(B))。これらの結果は、本研究の規模での下刈りの影響は地上を利用する動物への影響が軽微であることを示唆している。しかしながら、本調査地には沖縄島北部の中でも分布域が限られているオキナワトゲネズミが分布していないなど、調査地の動物相は不完全である。また、実施時期や規模も限定的である。

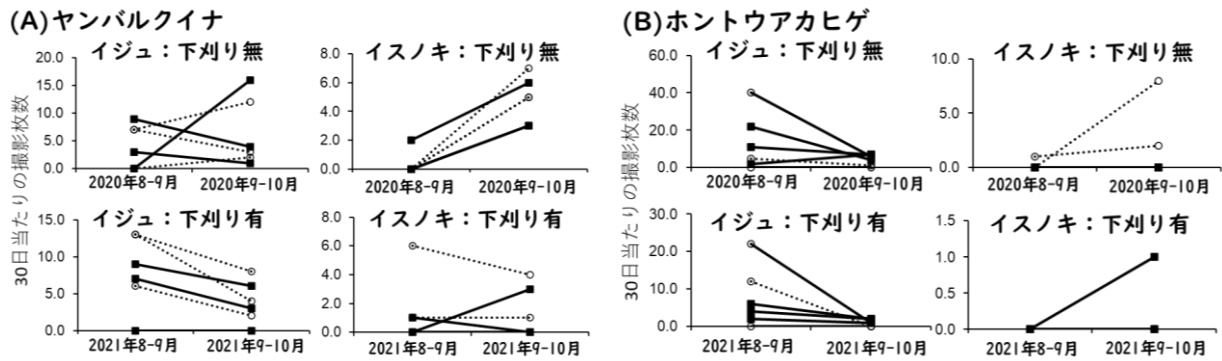


図3.5 ヤンバルクイナ (A) およびホントウアカヒゲ (B) の下刈りを実施しなかった2020年
および下刈りを実施した2021年における下刈り実施日を基準とした前後30日の撮影枚数
(実線が無作業区、点線が下刈り区のカメラの撮影枚数の変化を示す)

およそ50年生に達したリュウキュウマツ人工林の間の尾根部に残された幅9～16mの保護樹帯を長さ50mにわたって調査したところ、リュウキュウマツ人工林との林縁から3m以上内側に、DBH47cm以上のスダジイが4本生育していた。これらは、幹の太さから、リュウキュウマツ人工林の造成前から生育していたと考えられた。一方で、保護樹帯内では沖縄島北部地域の森林の代表的な遷移後期種であるイスノキが記録されず、リュウキュウマツ人工林に侵入しやすいクロキが多くみられるなど、更新において両側の人工林造成の影響が中央部まで及んでいたことも確認された。以上のことから、本研究で調査した幅9-16mの保護樹帯は内部に大径木が生育する環境を維持できていたが、更新に関しては両側の人工林の影響を受けて林分の樹種構成に変化が生じている様子が確認された。なお、保護樹帯はその立地や両側の人工林の樹種等によって影響の受け方が変わるものと予想されるため、今後は研究事例を積み重ねて一般的な知見へと取りまとめていく必要がある。

(4) スダジイ堅果豊凶モニタリングの実施体制の確立と普及

スダジイ堅果の豊凶モニタリングは、本課題に関係する研究者のみならず、各地域でNPOやネイチャーガイド、行政関係者などと連携しながら実施し、将来に向けて本モニタリングが地域に定着する下地を作ることができた。先行課題(4-1503)から始まった7年間の調査により得られた豊凶パターンの年変動からは、沖縄島北部、奄美大島、徳之島の間で同調傾向が現れることが確認できた(図3.6)。

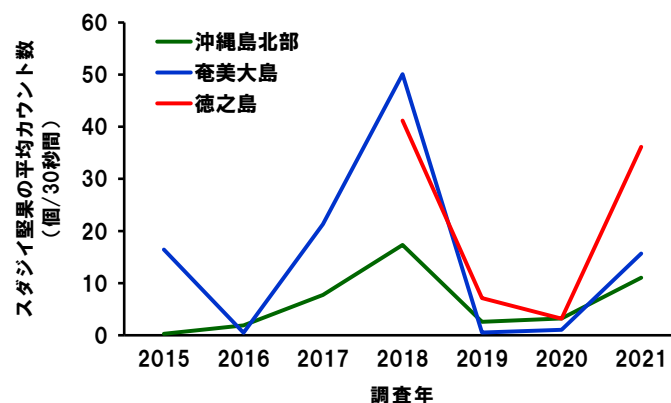


図3.6 沖縄島北部、奄美大島、徳之島のスダジイ堅果平均カウント数の推移

5. 研究目標の達成状況

(1) 二次林の遷移・成り立ちと攪乱依存種の評価

攪乱依存種であるイジュやリュウキュウマツの二次林内での更新／定着特性を解明し、二次林の中で効率的に大径木を再生しやすい安定した林分を抽出するための着眼点を示すことができた。イジュの更

新特性を確認した林分の遷移の記録は学術論文として公表できたことも含め、目標の達成に向け一定の成果が得られた。ただし、調査地が限定的であったことなどから、大径木を再生しやすい安定した二次林を抽出するための具体的な数値（目安となるイジュの密度）等を示すには至らなかった。その点に関しては、調査点を増やした継続的な研究が今後必要である。

（２）林齢ごとの樹洞の発生状況と動物による利用

約70年生に達した二次林でも、樹洞の量や大きさは非皆伐林と比べて大幅に劣っていることを明らかにできた。そのような中で、幹こすれなどによって生じた開口部の大きな樹洞は比較的速いスピードで容積の大きな樹洞に発展する可能性が見出され、重点的に保全する対象になるとの提案に至った。また、林齢による樹洞利用者の相違から各林齢の機能を示す成果を挙げ、学術論文として英文誌に公表することもできた。このようなことから、目標はおおむね達成できたといえる。ただし、林齢による樹洞利用者の相違については限られた試験地における結果であることから、政策等に反映する際には慎重に検討する必要がある。

（３）緩衝地帯や周辺管理地域における森林施業技術の確立

リュウキュウマツ人工林で実施されている帯状択伐が、更新面での多様な木本種の定着に繋がっていること、そしてそれには「止まり木効果」による種子の周食（鳥）散布が影響していることなどを確認することができた。生態学機能保全の観点から、リュウキュウマツ人工林における帯状伐採は有効であるとの検証に繋がった。また、リュウキュウマツ人工林の伐採面に周辺の天然生林の優占種であるスダジイの前生樹が少ない場合は、伐採前に林床に近隣のスダジイの充実種子を散布し、前生樹を育てておく取り組みも選択肢としてあり得ることを示すことができた。このことから、リュウキュウマツ人工林についてはおおむね研究目標を達成することができたと考えられる。一方で、人工林における下刈りの動物相への影響では、下刈り後1カ月という短期間の影響について示唆が得られ、短期的に地上を利用する動物への影響がある可能性が考えられた。しかしながら、新型コロナウイルス感染拡大の影響もあり、1年以上の長期にわたる影響については明らかにできていないため、引き続き調査が必要である。また、天然生二次林を伐採する際の尾根部の樹林帯の残し方については、9～16mの幅で残された保護樹帯内にスダジイの大径木が生残している事例を記録することができた。貴重な記録になったが、立地環境や伐採後の造林木の樹種によって結果が変わることも想定されるため、こちらも対象林分を増やしてさらなる調査に取り組むことが必要である。

（４）スダジイ堅果豊凶モニタリングの実施体制の確立と普及

沖縄島北部、奄美大島、徳之島で地元のNP0やネイチャーガイド、行政関係者などと連携しながらモニタリングを継続実施し、このモニタリングが地域に定着する下地を作ることができた。また、これらの地域間でのスダジイ堅果の豊凶が同調する傾向を捉えることに成功するなど成果も大きく、目標は達成できたといえる。

6. 引用文献

- 1) 高橋玄、高嶋敦史、新里孝和：九州森林研究、62、 84-87（2009）、 沖縄島ヤンバル地域における皆伐後の林分構造。
- 2) A. TAKASHIMA, A. NAKANISHI, M. MORISHITA, S. ABE, K. SAITO and N. KOTAKA: J For Res, 26, 410-418（2021）、 Tree-cavity formation in the mature subtropical forests of Yambaru, Okinawa Island.
- 3) 小多祥基、高嶋敦史、芝正己：平成26年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表論文集、 7-12（2015）、 やんばる地域の亜熱帯林における台風被害木の特徴。
- 4) 高嶋敦史、高橋玄、大島順子、齋藤和彦：九州森林研究、63、 50-52（2010）、 沖縄島ヤンバル地

域におけるイスノキの成長特性.

- 5) 高嶋敦史、稲福真一：九州森林研究、70、 17-20 (2017)、 沖縄島やんばる地域における65～70年生二次林の動態.
- 6) N. KOTAKA, J. PREBLE, K. SAITO, Y. TOGUCHI, M. KUDAKA, T. SAKODA and T. YAGIHASHI: J For Res, 26, 192-200 (2021), Recent nest tree use by the critically endangered Okinawa woodpecker in relation to forest age and two exotic forest pests.
- 7) 沖縄県教育委員会：沖縄県天然記念物調査シリーズ第22集 (1981)、 ケナガネズミ実態調査報告書. 沖縄.
- 8) JH. PREBLE, CE. VINCENOT, K. SAITO and N. OHTE: Ecol Evol, 11, 13961-13971 (2021), Roosting ecology of endangered plant-roosting bats on Okinawa Island: implications for bat-friendly forestry practices.

Ⅱ－４ 中琉球の固有動物に与える外来哺乳類のインパクト評価と根絶・管理のための研究

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

野生動物研究領域 鳥獣生態研究室

亘 悠哉

森林管理研究領域

宮本麻子

〔要旨〕

奄美・沖縄地域の生物多様性の脅威となっているマングース問題とネコ問題をテーマとし、対策の成果の評価とインパクトが生じる仕組みの解明を行った。マングース対策については、根絶間近まで至っている奄美大島の対策のこれまでの取り組みをレビューし、対策の段階が複数のフェーズからなり、それぞれのフェーズを進む際にブレイクスルーが必要であったことを明らかにした。さらに、そのブレイクスルーを促進するためには、関係者が協力して進める体制が必要であり、望ましいガバナンスのあり方についても提示した。そして、これらの結果を基に、外来種対策を進めるためのチェックリストを作成した。ネコ問題については、これまで研究がなされてこなかった徳之島を主な対象調査地とし、ネコの食性や捕獲データの分析、ネコに起因する人獣共通感染症のトキソプラズマの感染状況を明らかにした。まず、食性分析として、捕獲されたネコの糞内容物および体毛の安定同位体比分析を行ったところ、森林において、絶滅危惧種を捕食しているネコであっても、体毛からわかる体の組成は、約7割がキャットフードでできていることが明らかになった。このことは、里で人が餌やりをしているネコが森林に日常的に侵入し、絶滅危惧種を捕食していることが示唆された。さらに、ネコが具体的にどこで増えているのかを明らかにするために、ネコの捕獲データと環境要因の関係を解析したところ、周辺に牛舎が多い場所ほど、ネコの捕獲が多いことが明らかになった。牛舎を訪問し、聞き取りを行ったところ、約半数の牛舎でネコの餌やりが行われている実態が明らかになり、この餌やりが徳之島全体のネコを増やし、絶滅危惧種の捕食が生じていることが示唆された。さらに、ネコのトキソプラズマ抗体陽性率と景観要因の関係を解析した結果、ここでも周辺に牛舎が多いほど感染が蔓延している実態が明らかになった。特に牛舎およびその周辺において、ネコが高密度に維持されていることは、人への感染症リスクのみならず、家畜への感染による経済被害も生じうる可能性が示された。改めて、普及啓発による人の行動変容が求められると言える。さらに、普及啓発のターゲットを絞りこみ、また、ネコ対策への理解の背景要因を明らかにするために、島民へのアンケート調査を行った。その結果、餌やりをする傾向は、ネコを飼っている人（がついでにノラネコにも与える）、ネコがハブやネズミ対策に役立っていると考えている人に多く見られた。また、ネコ対策に対して、生態系への影響の認識よりも、感染症などの衛生面の被害を認識しているほうが肯定的であった。これらの結果より、普及啓発の対象の絞り込みが可能になり、また、生態系被害の啓発一辺倒でなく、外ネコの感染症リスクの啓発も効果的であることが示唆された。本サブテーマにおいて、トキソプラズマの蔓延のエビデンスが得られており、今後はこの成果を活用することで、よりネコ対策への理解が進むと考えられる。

1. 研究開発目的

中琉球の生物多様性の主要な脅威のひとつがフイリマングース、ネコなどの外来哺乳類の侵入である。これらの個体群を適切に管理するためには、現行の対策の評価および影響が生じる仕組みを明らかにすることが必要である。サブテーマ（4）では、フイリマングース対策のこれまでの取り組みを評価することで、すでに少なくなっている個体数をさらに減らすことの重要性を示すとともに、ネコが絶滅危惧種へ与える影響の仕組みを明らかにすることで、効果的なネコ対策の手法について提示することを目的とする。

2. 研究目標

マングース対策事業の成果としての在来種の回復を評価し、事業で使えるようにデータを提供す

る。ネコ問題におけるネコの個体群維持機構を明らかにし、コアエリアだけでなく周辺地域も含めたネコ対策の必要性を提示し、効果的な対策の手法を提示する。

3. 研究開発内容

(1) フイリマングース対策のこれまでの取り組みの評価

フイリマングースは奄美大島と沖縄島の定着し、両島において、絶滅危惧種をはじめとする多くの在来種の衰退を引き起こしてきた^{1)、2)}。これに対して、フイリマングース対策が実施されており、奄美大島では、根絶間近、沖縄島でも低密度化に至っている。一方で、低密度状態からさらに密度を減らし、根絶まで達成するには、これまでの外来種対策では経験しなかった新たなフェーズに入り、事業の成果の考え方を整理する必要がある。そこで、本研究では、奄美大島のフイリマングース防除事業のこれまでの取り組みを整理し、ここまで順調に進んできた背景と今後の課題を整理した。また、この結果に基づいて、外来種対策が成功するためのロードマップと、対策を進めるにあたって満たすべきチェックリストを作成した。

また、奄美大島では、フイリマングースの減少に伴い、アマミノクロウサギや希少カエル類の回復が示されてきたが^{3)、4)}、影響が示されていたトカゲ類であるヘリグロヒメトカゲについては、他の種がセンサーカメラやドライブセンサスによって調査が比較的容易に実施できるのと対照的に、本種については、森林内を踏査する必要がある、これまで実施されてこなかった。そこで本研究で調査を行い、過去のセンサスデータと比較することで、回復の状況について明らかにした。

(2) 徳之島における外ネコの個体群維持機構と絶滅危惧種へのインパクト、人獣共通感染症の蔓延が生じる仕組みの解明

奄美琉球の島々においては、多くの島にネコが野外に定着し、在来種への影響が危惧されている。本課題の対象エリアにおいては、奄美大島⁵⁾と沖縄島⁶⁾では、外ネコの食性が解明されるなど比較的研究が進んできたが、徳之島においては、ほぼ研究が手付かずの状態であった。そこで、本研究では、徳之島の外ネコの食性分析を、捕獲個体の糞分析と、捕獲個体の体毛を用いた安定同位体比分析を実施し、捕獲ネコの短期的、長期的な食性を明らかにした。また、ネコのインパクトは、ネコの個体数に大きく左右される。そこで、ネコが増える要因を明らかにするために、ネコ対策におけるネコの捕獲個体数と景観要因の関係を明らかにし、ネコの増加を引き起こしている場所の特徴を明らかにした。また、ネコは人獣共通感染症の原因であるトキソプラズマ原虫の終宿主であり、外ネコがトキソプラズマ症のリスクを引き起こしている可能性も考えられる。そのため、捕獲ネコの血液を検査し、ネコのトキソプラズマ抗体陽性率を明らかにすること、そして、抗体陽性率と景観要因の関係を明らかにすることで、どんな場所でトキソプラズマ感染症リスクが高いかを明らかにした。

(3) 住民アンケートによる住民のネコへの餌やり頻度およびネコ対策への理解の背景分析

上記の研究により、ネコが増加する原因として、人による餌やりが大きく関わっていることが明らかになり、ネコ問題を解決するためには、普及啓発を通して、人の行動変容やネコ対策への理解の促進が欠かせないことが明らかになった。そこで、普及啓発を効果的に行うためのターゲットの絞り込みや伝える内容について検討するために、住民へのアンケート調査を行った。その結果と、回答者の属性の関係を明らかにし、餌やり頻度が高い人、およびネコ対策への理解が高い人の特徴を明らかにした。

(4) 徳之島におけるネコ対策によるアマミノクロウサギの回復

徳之島で実施されているネコ対策の効果を明らかにするために、徳之島の林道においてナイトセンサスを行い、過去のデータと比較することで、在来種の回復についての評価を行った。

4. 結果及び考察

(1) フイリマングース対策のこれまでの取り組みの評価

奄美大島のマングース対策の推移をレビューし、図4.1のように外来種対策のロードマップとして

一般化を行った。沖縄のマングース対策や中琉球のネコ対策など、通常の外來種対策では、5つのフェーズに分けることができ、フェーズ間の移行は自然に起きるわけではなく、体制の変更や、罠の開発などのブレイクスルーを要することを示した。

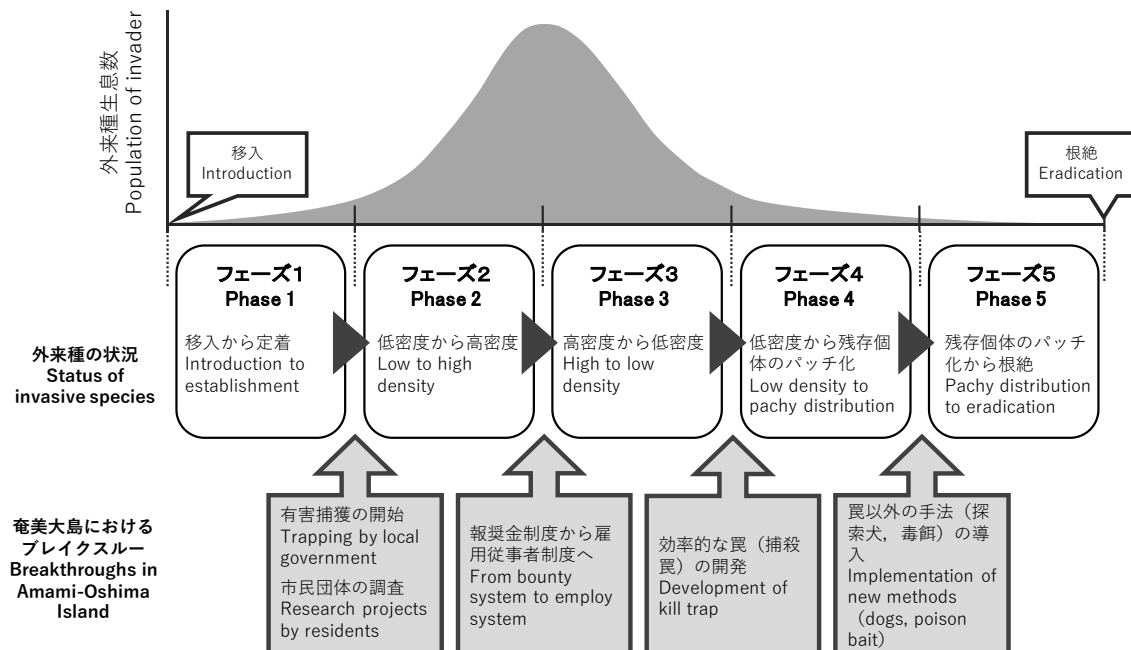


図4.1 外來種対策の5つのフェーズと奄美大島におけるブレイクスルーの例

次に、これらのブレイクスルーを促進させるために不可欠な要素として、事業のガバナンスのあり方について考察を行った（図4.2）。奄美大島の事例を分析すると、行政が実行する対策とそれに付随するモニタリングにより次の目標や計画の改善が促進されるという、いわゆる順応的管理のサイクル。研究者や市民団体が行う調査・研究によって対策の必要性の評価や効果的な手法が対策に還元され、さらに対策の結果やデータが研究に活用されるというサイクル。そして対策や研究で得られた成果が住民に周知されることで、あらゆるレベルでの協力的支援（マングース目撃情報の提供、私有地への罠の設置、捕獲従事者への励まし、調査協力など）が得られるサイクル。以上の3つのサイクルが、関係者の連携のもと連動して回っていることが秘訣であることが分かった。

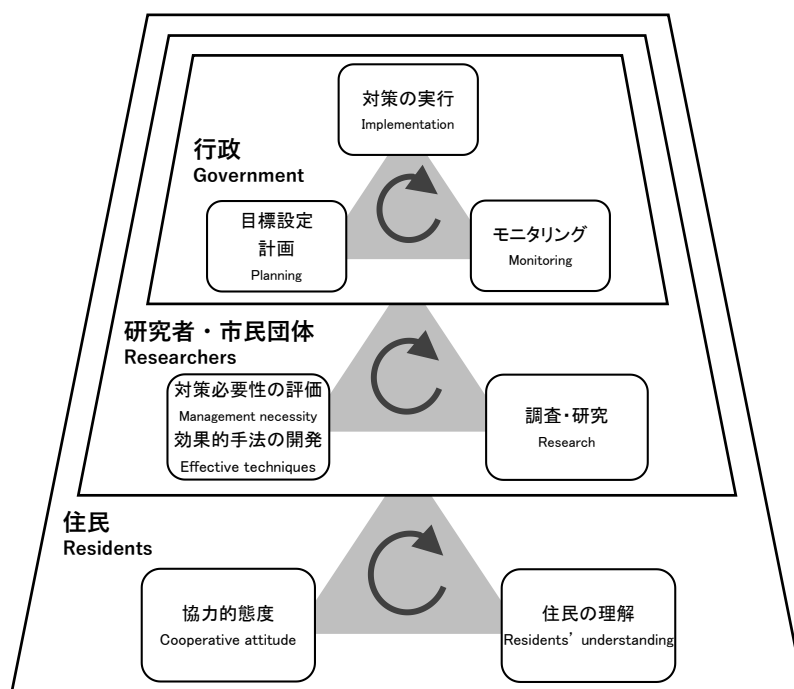


図4.2 外来種対策を推進させる行政、研究者・市民団体、住民によるガバナンスのあり方。様々な主体の取り組みのサイクルが回ることによって連携が強化され、状況の変化に応じた継続的な対策につながる。

以上で提示したロードマップと望ましいガバナンスの形を踏まえ、外来種対策におけるチェックリストをフェーズごとに分けて以下のように整理した。

外来哺乳類対策におけるチェックリスト

・全フェーズ共通

- ☐ 対策がどのフェーズにあるか認識しているか？
- ☐ 次のフェーズで必要となる知見の収集や技術開発を行っているか？
- ☐ 外来種のリスク、インパクトの評価を行っているか？
- ☐ 対策の成果の評価システムが事業に組み込まれているか？
- ☐ 関係者（機関）が主体的に参画する連携ができているか？
- ☐ 問題の実態や取り組みの周知・啓発をしているか？

・フェーズ1

- ☐ 個体数が少ないことを、対策をしない理由にしているか？
- ☐ リスクが明らかになっていないことを、対策をしない理由にしているか？

・フェーズ2

- ☐ 捕獲数が多いことに満足していないか？
- ☐ 駆除圧が足りないことを自覚しているか？
- ☐ 捕獲数に上限や目標を設けていないか？

・フェーズ3

- ☐ 捕獲数が減ったことを効率の低下と誤って評価していないか？
- ☐ 捕獲数が減ったので、手を緩めようとしていないか？

・フェーズ4

- ☐ 高い捕獲圧を面的にかけられているか？
- ☐ 高い捕獲圧を担保するための技術や戦術の改良がなされているか？

・フェーズ5

- ☐ 迅速な情報共有の体制が整っているか？

- ☐ 残存個体の捕獲に特化した手法や戦術を新たに取り入れているか？
- ☐ 根絶の原則を満たしているか？
- ☐ 従事者のモチベーション維持に配慮しているか？
- ☐ 最後の正念場ということを理解しているか？

奄美大島において、フイリマングースがまだ高密度であった2005年に実施されたヘリグロヒメトカゲ調査の調査地と同じ個所において、2019年、2020年に同様の森林内におけるラインセンサスを実施した。その結果、マングースが長期間定着していた場所では、これまで本種がほとんど確認されなかった場所において顕著に増加していることが明らかになった一方で、これまでマングースの影響が比較的小さかった場所では、逆に減少していることが明らかになった（図4.3）。これまでマングースが少なかった場所での本種の現象は、予想外であり、マングースからの捕食圧の提言だけでは説明がつかなかった。考えられることとして、マングース減少による在来種の捕食者（例えばアマミトゲネズミやヘビ類など）の増加が、マングースが少なかった場所で顕著であり、これらによる捕食圧が大きくなっていることが考えられた。また、在来種は多ければいいというわけではなく、外来種がいない生物群集の中で適度な密度を維持しているのが本来の状態なのかもしれない。したがって、外来種対策の効果の評価においては、外来種とある在来種の1対1の関係だけでなく、生物群集全体の相互作用も考慮して評価することが大事だと考えられる。

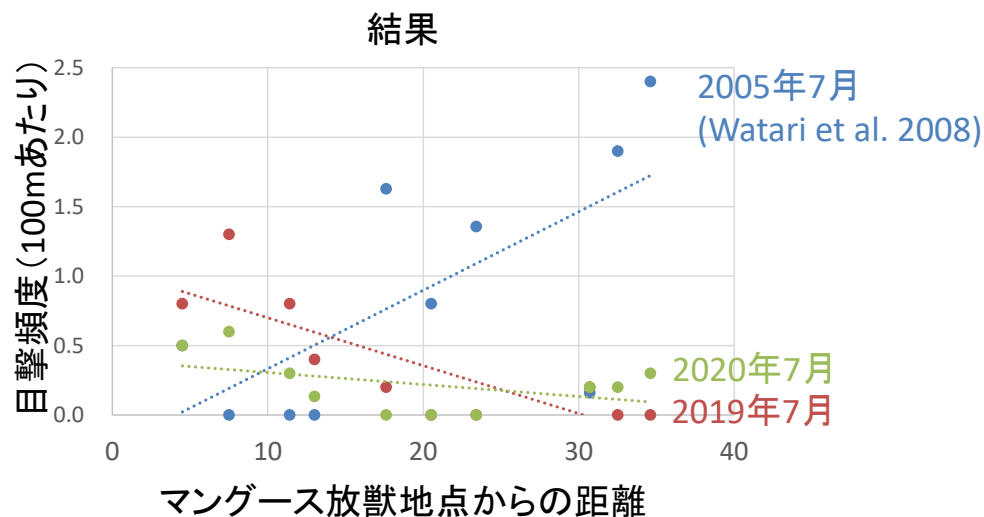


図4.3 マングースの放獣地点からの距離に対するヘリグロヒメトカゲの発見頻度

(2) 徳之島における外ネコの個体群維持機構と絶滅危惧種へのインパクト、人獣共通感染症の蔓延が生じる仕組みの解明

ネコの体毛を用い安定同位体比分析を行い、森林で捕獲され希少種を食べていた個体と里で捕獲された個体の体の組成をBayesian Mixing Modelで定量化した結果、いずれの環境で捕獲されたネコも主にペットフードでできていることがわかった（図4.4）。これらの結果は、人間が餌やり等でネコを増やし、そのネコが山に侵入することで、アマミノクロウサギなどの希少種への食害が生じていることを示している。

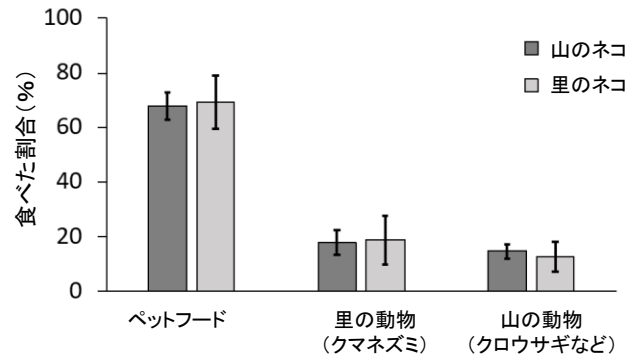


図4.4 安定同位体比分析とBayesian Mixing Modelにより評価された捕獲環境ごとのネコの体組成

自動カメラ調査においては、ネコがアマミノクロウサギ、ケナガネズミ、トクノシマトゲネズミなどの絶滅危惧種を捕食している画像が撮影され（図4.5）、ネコの希少種捕食の実態が改めて明らかになった。



図4.5 ケナガネズミを捕食するネコ（徳之島）

ネコが人の餌やりで増えていることが明らかになったことから、次に、具体的にどこで増えているのかを明らかにするために、ネコ捕獲データと景観要因の関係を明らかにしたところ、周辺に牛舎が多い場所で、ネコの捕獲（CPUE）が多いことが明らかになった（図4.6）。

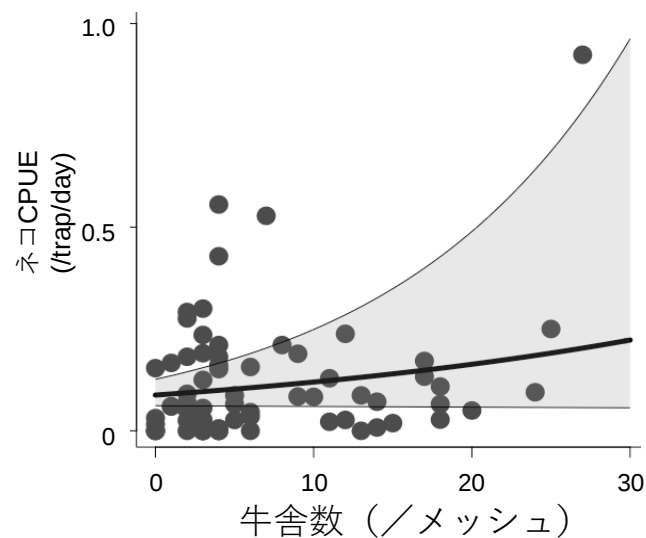


図4.6 周辺牛舎数と捕獲数の関係

そこで、徳之島に1000戸ほどある牛舎のうち、10分の1ほどを訪問し、聞き取りが実施できた71戸について、44%の牛舎で、ネコを飼育しているか餌やりをしていることが明らかになった。徳之島においては、ネズミ対策のために猫がかつてから牛舎で飼われていることが多いが、それが、島全体のネコの増加の原因になっていることが明らかになった。したがって、徳之島のネコを減らすためには、捕獲だけでは十分ではなく、こうした餌やりを制限することが不可欠であるといえる。

次に、ネコにおけるトキソプラズマの感染状況を分析した。その結果、徳之島の外ネコのトキソプラズマ抗体保有率は47.2%にのぼることが明らかになった。この値はきわめて高い陽性率で、日本で記録されているこれまでのデータと比較しても、最も高い水準であった。集落ごとで見てもほぼすべての集落で陽性個体がみられ、島全体において感染が蔓延している実態が明らかになった。さらに、抗体陽性率と景観要因との関係を調べた結果、周辺に牛舎がおおいほど感染率が高いことが明らかになった。先ほどの結果を考慮すると、牛舎における餌やりによって高密度にネコが維持されていることによってトキソプラズマの感染状況が悪化していることが示唆された。牛舎において高い感染率が示されたことは、人への感染リスクだけでなく、家畜への感染も危惧され経済被害にもつながる問題であることが示された。絶滅危惧種の保全のみならず、感染症対策としても、人の行動変容を促し、餌やりや放し飼いを制限する必要があることが明らかになった。

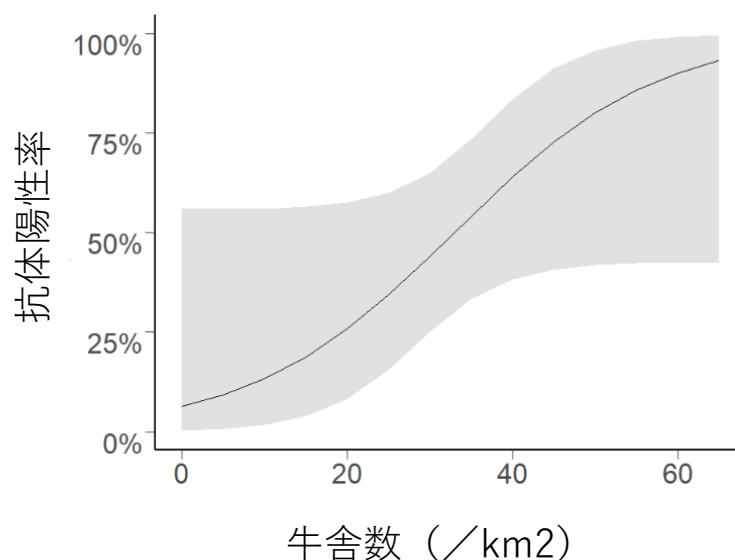


図4.7 周辺牛舎数とネコのトキソプラズマ抗体陽性率の関係

(3) 住民アンケートによる住民のネコへの餌やり頻度およびネコ対策への理解の背景分析

徳之島の住民のネコ問題に対する意識を調査するために、将来の意思決定者となる中高生1255人を対象にアンケートを行った。1162件のアンケート回収になり、回収率は92.6%となった。構造方程式モデリング（SEM）の結果、餌やりをする傾向は、ネコを飼っている人（がついでにノラネコにも与える）、ネコがハブやネズミ対策に役立っていると考えている人に多く見られた。また、ネコ対策に対して、生態系への影響の認識よりも、感染症などの衛生面の被害を認識しているほうが肯定的であった。これらの結果より、普及啓発の対象の絞り込みが可能になり、また、生態系被害の啓発一辺倒でなく、外ネコの感染症リスクの啓発も効果的であることが示唆された。本サブテーマにおいて、トキソプラズマの蔓延のエビデンスが得られており、今後はこの成果を活用することで、よりネコ対策への理解が進むと考えられる。

(4) 徳之島におけるネコ対策によるアマミノクロウサギの回復

徳之島においてネコ対策開始後のアマミノクロウサギの目撃頻度を分析した結果、アマミノクロウサギは確実に回復していることが明らかになった（図4.8）。一方で回復の度合いは、集落周辺で低かった。これらの結果は、森林域で環境省が実施している”ノネコ対策”の効果が出つつあるも

の、集落周辺のTNR（飼い主のいないネコの野外での繁殖を抑制するために、捕獲（Trap）・不妊去勢手術後（Neuter）に再放逐（Return）する取り組み）による“ノラネコ対策”に課題が残されていることを示している。上記の結果も踏まえ、里のネコ対策は、まずは餌やりの制限や室内飼養などの適正管理が不可欠であることを示している。

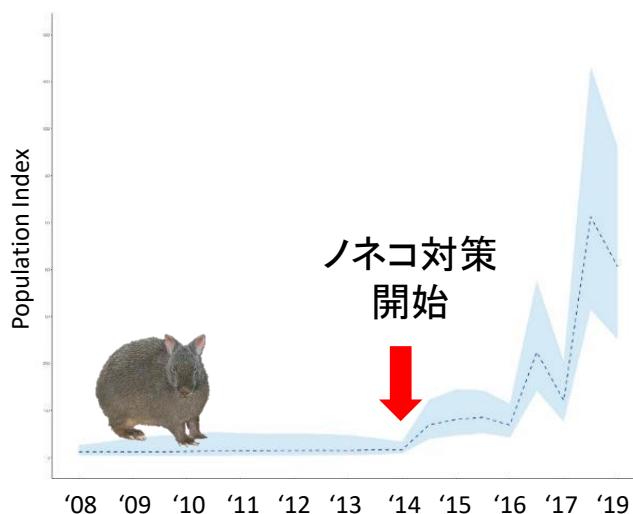


図4.8 徳之島山クビリ線におけるノネコ対策開始後のアマミノクロウサギの回復

5. 研究目標の達成状況

本サブテーマの目標は、マングース対策事業の成果としての在来種の回復を評価し、事業で使えるようにデータを提供することと、ネコ問題におけるネコの個体群維持機構を明らかにし、コアエリアだけでなく周辺地域も含めたネコ対策の必要性を提示し、効果的な対策の手法を提示することである。マングース問題については、これまで回復が調査されてこなかったトカゲ類の回復だけでなく、これまで多かった場所での予想外の減少が見られたが、在来捕食者の回復に伴う間接効果によって、本来の適正な密度に近づいているのだと考えられ、外来種対策による回復の考え方に、群集構造全体を考慮することの重要性を提示することが出来た。また、奄美大島のマングース対策のこれまでの取り組みの評価は、対策を進める上でのガバナンスのあり方や外来種対策のチェックリストを作成することができ、今後のマングース対策だけでなく、広く外来種対策に貢献できる成果が得られた。

ネコ問題については、これまで絶滅危惧種が生息する森林域での対策が中心であった中で、里における人の餌やりがネコを増やし、その個体が森林に侵入して絶滅危惧種を捕食していることを明らかにし、対策の主戦場は里であることを示すことが出来た。世界自然遺産におけるコアを守るためには周辺エリアでの対策が必要であるという提言であり、今後の保安全管理の方針に大きな指針を提示するものである。また、餌やりがさらに人獣共通感染症のリスクも高めていることを明らかにし、さらに、人の行動変容には、絶滅危惧種へのリスクだけでなく、感染症など直接人に悪影響が及ぶということを認識することが重要であることも示した。これらのエビデンスが、今後、住民も一体となって、対策が進められることの礎になる成果であると考えられる。

6. 引用文献

- 1) Y. WATARI, S. TAKATSUKI and T. MIYASHITA: Biological Invasions, 10, 7-17 (2008) Effects of exotic mongoose (*Herpestes javanicus*) on the native fauna of Amami-Oshima Island, southern Japan, estimated by distribution patterns along the historical gradient of mongoose invasion.
- 2) T. YAGIHASHI, S.-I. SEKI, T. NAKAYA, K. Nakata, and N. KOTAKA: Biological Invasions, 23, 7, 2249-2260 (2021) Eradication of the mongoose is crucial for the conservation of three endemic bird species in Yambaru, Okinawa Island, Japan.

- 3) K. FUKASAWA, T. HASHIMOTO, M. TATARA and S. ABE : Journal of Applied Ecology, 50, 469-478 (2013) Reconstruction and prediction of invasive mongoose population dynamics from history of introduction and management: a Bayesian state-space modelling approach.
- 4) Y. WATARI, S. NISHIJIMA, M. FUKUSAWA, F. YAMADA, S. ABE and T. MIYASHITA : Ecology and Evolution, 3, 4711-4721 (2013) Evaluating the "recovery level" of endangered species without prior information before alien invasion.
- 5) K. SHIONOSAKI, F. YAMADA, T. ISHIKAWA, and S. SHIBATA : Wildlife Research, 42, 343-352 (2015) Feral cat diet and predation on endangered endemic mammals on a biodiversity hot spot (Amami-Oshima Island, Japan).
- 6) S. KOBAYASHI, T. KINJO, Y. KURODA, M. KINJO, Y. OKAWARA, M. IZAWA, M. ONUMA, A. HAGA, Y. NAKAYA and T. NAGAMINE : Japan. Mammal Study, 45, 63-70 (2020) Predation on Endangered Species by Cats in the Northern Forests of Okinawa-Jima Island,

Ⅲ. 研究成果の発表状況の詳細

(1) 誌上発表

<査読付き論文>

【サブテーマ1】

- 1) 小高信彦、渡久地豊：日本鳥学会誌、69、 1、 19-30 (2020)、沖縄島北部におけるファイリマングースの定着地域と非未定着地域における人工地上巣への捕食圧および捕食者相の比較
- 2) T. YAGIHASHI、 S.-I. SEKI、 T. NAKAYA、 K. NAKATA、 and N. KOTAKA : Biological Invasions、 23、 2249-2260 (2021)、 Eradication of the mongoose is crucial for the conservation of three endemic bird species in Yambaru、 Okinawa Island、 Japan. (IF: 3.113)
- 3) N. KOTAKA、 J. PREBLE、 K. SAITO、 Y. TOGUCHI、 M. KUDAKA、 T. SAKODA and T. YAGIHASHI : Journal of Forest Research、 26、 192-200 (2021)、 Recent nest tree use by the critically endangered Okinawa woodpecker in relation to forest age and two exotic forest pests. (IF: 1.269)
- 4) N. KOTAKA、 M. YASUDA and T. SHIMADA: Mammal Study、 47、 2、 1-9 (2021)、 Development of a Camera-Installed Nest Box for Small Mammals and Its Application in Reproductive Schedule Estimation for the Okinawa Spiny Rat. (IF: 0.656)
- 5) 小高信彦、赤井慎太、東竜一郎、石原鈴也、川口秀美、木元侑菜、久高将洋、迫田拓、関伸一、渡久地豊、鳥飼久裕、永井弓子、平城達哉、寛山一郎、水田拓、八木橋勉、山室一樹：九州森林研究、75、63-70 (2022)、 沖縄島北部、奄美大島、徳之島における鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニング.

【サブテーマ2】

- 1) S. ABE、 N. KOTAKA、 A. TAKASHIMA、 T. ABE、 K. SAITO and T. MASAKI : Ecological Research、 33、 5、 1069-1073 (2018) Host selection and distribution of *Dendrobium okinawense*、 an endangered epiphytic orchid in Yambaru、 Japan (IF: 1.917)
- 2) 安部哲人、工藤孝美、齋藤和彦：九州森林研究、72、21-23 (2019) 施業履歴がやんばるの森林植物群集の多様性及び種組成に与える影響
- 3) T. ABE、 T. KUDO、 K. SAITO、 A. TAKASHIMA and A. MIYAMOTO : Journal of Forest Research、 26、 181-191 (2021)、 Plant indicator species for the conservation of priority forest in an insular forestry area、 Yambaru、 Okinawa Island. (IF: 1.269)
- 4) K. RAMMITSU、 S. ABE、 T. ABE、 N. KOTAKA、 M. KUDAKA、 N. KUDAKA、 A. KINOSHITA and Y. OGURA-TSUJITA: Journal of Forest Research 26、 215-221 (2021)、 The endangered epiphytic orchid *Dendrobium okinawense* has a highly specific mycorrhizal association with a single *Tulasnellaceae* fungus. (IF: 1.269)
- 5) T. ABE、 Y. WATARI and N. IMAI : Journal of Forest Research、 26、 169-170 (2021)、 Ecological management of insular forests: conservation of endangered species and native ecosystems in Ryukyu Archipelago. (IF: 1.269)

【サブテーマ3】

- 1) 大嶋優希、高嶋敦史：九州森林研究、73、 27-32 (2020)、 沖縄島やんばる地域の二次林における30年生から40年生にかけての遷移.
- 2) 矢部岳広、高嶋敦史：九州森林研究、73、 99-102 (2020)、 イスノキ植栽木の成長に侵入木と斜面位置が与える影響.
- 3) 高嶋敦史、久高奈津子、阿部 真、安部哲人、小高信彦：九州森林研究、74、 69-72 (2021)、 南西諸島の中琉球における双眼鏡を用いたスダジイ豊凶モニタリング.
- 4) A. TAKASHIMA、 A. NAKANISHI、 M. MORISHITA、 S. ABE、 K. SAITO and N. KOTAKA: Journal of Forest Research、 26、 410-418 (2021)、 Tree-cavity formation in the mature subtropical forests of Yambaru、 Okinawa Island. (IF: 1.269)

- 5) S. KOBAYASHI、 N. KOTAKA、 K. NAKATA and A. TAKASHIMA: Journal of Forest Research、 Online First、 (2022)、 Mammal and bird species using cavities among forests of different ages on Okinawajima Island in the Ryukyu Archipelago、 Japan. (IF: 1.269)
- 6) 兼城華鈴、高嶋敦史:九州森林研究、75、 117-120 (2022)、リュウキュウマツ人工林の間に残された保護樹帯の林分構造。

【サブテーマ4】

- 1) 亘 悠哉:日本鳥学会誌、68、2、263-272 (2019)、外来種対策のロードマップとチェックリスト:奄美大島のマングース対策からのフィードバック。
- 2) T. MAEDA、 R. NAKASHITA、 K. SHINOSAKI、 F. YAMADA and Y. WATARI: Scientific Reports 9: 16200 (2019)、 Predation on endangered species by human-subsidized domestic cats on Tokunoshima Island. (IF: 4.380)
- 3) K. KAZATO、 Y. WATARI and T. MIYASHITA: Mammal Research、 65、 719-727 (2020)、 Identification of the population source of free-ranging cats threatening endemic species on Tokunoshima Island、 Japan. (IF: 1.722)
- 4) 亘悠哉・鳥飼久裕・川口秀美・木元侑菜: 沖縄生物学会誌、59: 19-23 (2021)、 イエネコによる奄美大島固有種アマミトゲネズミの捕殺事例。
- 5) Y. SHOSHI、 K. KAZATO、 T. MAEDA、 Y. TAKASHIMA、 Y. WATARI、 Y. MATSUMOTO、 T. MIYASHITA and C. SANJOBA: Journal of Veterinary Medical Science、 83、 2、 333-337 (2021)、 Prevalence of serum antibodies to *Toxoplasma gondii* in free-ranging cats on Tokunoshima Island、 Japan. (IF: 1.267)
- 6) A. Miyamoto, S. Tamanaha, and Y. Watari: Journal of Forest Research, 26: 201-207 (2021) Landscape features of endangered Ryukyu long-furred rat (*Diplothrix legata*) roadkill sites in Yambaru, Okinawa-jima Island. (IF: 1.269)
- 7) Y. WATARI、 H. KOMINE、 E. ANGULO、 C. DIAGNE、 L. BALLESTEROS-MEJIA and F. COURCHAMP: NeoBiota、 67、 79-101 (2021)、 First synthesis of the economic costs of biological invasions in Japan. (IF: 3.684)
- 8) H. Qi、 Y. WATARI and T. MIYASHITA: Global Ecology and Conservation、 34: e02009 8 (2022)、 A psychological model to understand background reasons for different attitudes and behaviors of youth residents in relation to free-roaming cat problems on a human-inhabited World Heritage Island in Japan. (IF: 3.380)

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表(査読なし)>

【サブテーマ1】

- 1) 小高信彦、亘悠哉: 森林科学、84、 11-15 (2018) 「中琉球固有種オキナワトゲネズミの保全上の課題: 世界自然遺産にふさわしい森林生態系管理に向けて」
- 2) 小高信彦: BIRDER、 33、 01、 34-35 (2019) 「謎多き奄美の黒いオオアカゲラ」
- 3) 上田恵介編: 遺伝子から解き明かす鳥の不思議な世界、一色出版、 115-149 (2019) 「分子系統樹から解き明かす琉球列島に固有な鳥たちの起源(執筆担当: 関伸一)」
- 4) 小高信彦: アマミヤマシギ、119、 9-14 (2019) 「笠利半島におけるオーストンオオアカゲラの営巣記録」
- 5) 小高信彦: 沖縄生物学会誌、57、 57-61 (2019) 「ノグチゲラと池原貞雄先生. 池原貞雄初代会長追悼記念号」

- 6) 小高信彦：森林総合研究所九州支所年報（令和元年版）、31、15-16（2019）「オキナワトゲネズミによるリュウキュウアオヘビへの攻撃行動」
- 7) 小高信彦：九州の森と林業、133、6（2020）「根絶可能な外来種：フィリマンゲース」
- 8) 小高信彦：どうぶつと動物園、73、2、22-28（2021）「絶滅危惧種ノグチゲラ-夫婦円満の秘訣はオスの地つつきにあり」
- 9) 嵩原建二、宮城国太郎、高良淳司、渡久地豊、村田尚史、奥間昌明、小高信彦、新垣裕治：名桜大学紀要、26、89-101（2021）「名護市内及び沖縄島における希少な鳥類の観察記録及び希少な繁殖記録等について：2019年春季から2020年夏季まで」
- 10) 小高信彦：九州の森と林業、138、1-3「世界自然遺産やんばるの森の固有鳥類を守るためには」

【サブテーマ2】

- 1) 安部哲人、阿部真、齋藤和彦：森林科学、84、8-10（2018）「やんばるの森の生物多様性と森林施業」
- 2) 安部哲人：森林総合研究所九州支所年報、31、30（2018）「沖縄県やんばるにおける送粉者相」
- 3) 安部哲人：九州の森と林業、134、1-3（2020）「やんばるの森と林業」

【サブテーマ3】

- 1) 高嶋敦史：森林科学、84、16-18（2018）「やんばるの森林構造とこれからの管理」

【サブテーマ4】

- 1) 小池 伸介・山浦 悠一・滝 久智編：森林と野生動物、共立出版、201-224（2019）
「第8章 外来捕食者が島で引き起こす静かで大きなインパクト（執筆担当：亘悠哉）」
- 2) 亘悠哉：グリーン・パワー、501、6-7（2020）
「ネコによる希少種の捕食-一人の餌やりで深刻化-」

(2) 口頭発表（学会等）

【サブテーマ1】

- 1) 高橋興明、齋藤和彦：第74回九州森林学会大会（2018）
「常緑広葉樹林における航空機LiDARデータの特性と処理について」
- 2) 小高信彦、阿部 真、齋藤和彦、宮本麻子、八木橋 勉、高嶋敦史、谷口真吾、東江賢次、寺園隆：平成31年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表会（2019）「世界自然遺産推薦地『沖縄島北部』におけるゾーニングの変遷と固有種の保全に配慮した森林管理について」
- 3) 高橋興明：第75回九州森林学会（2019）「沖縄島北部の森林域で撮影された航空機のデジタル空中写真について」
- 4) 小高信彦、安田雅俊、島田卓哉、阿部真、宮本麻子、高橋興明、八木橋勉、高嶋敦史、谷口真吾、東江賢次、寺園隆一：第75回九州森林学会（2019）「世界自然遺産推薦地『沖縄島北部』における絶滅危惧種オキナワトゲネズミの分布回復に配慮した森林管理計画」
- 5) 佐々木翔、大西尚樹：日本生態学会東北地区会大会（2019）「沖縄島におけるケナガネズミ個体群の遺伝的多様性」
- 6) 八木橋勉、小高信彦、久高将洋、久高奈津子、大城勝吉、中田勝士、高嶋敦史、東竜一郎、城間篤、渡久山尚子、石原鈴也、宮本麻子、関伸一、齋藤和彦、中谷友樹：第76回日本森林学会大会（2020）「沖縄島北部におけるヤンバルクイナの繁殖分布に影響する要因」
- 7) 佐々木翔哉、大西尚樹、加藤珠理、内山憲太郎：日本生態学会大会（2020）「沖縄島におけるケナガネズミ個体群の遺伝構造」
- 8) 高橋興明、高嶋敦史、小高信彦：日本森林学会大会（2020）「二時期の航空機リモートセンシングデータによる森林変化検出」
- 9) N. OHNISHI、S. SASAKI、S. KATO and K. UCHIYAMA：Hawai'i Conservation Conference、27、76

- (2020) “Population Genetic Structure of Ryukyu long-furred rat *Diplothrix legata* in Okinawa Island. ”
- 10) N. KOTAKA, K. NAKATA, A. MIYAMOTO and T. YAGIHASHI: BOU2021. Restoring bird populations: scaling from species to ecosystems. Online, (2021) “Recovery trends of three endemic bird species in the nominated World Natural Heritage Site “Northern Part of Okinawa Island”.”
- 11) 小高信彦、赤井慎太、東竜一郎、石原鈴也、川口秀美、木元侑菜、久高将洋、迫田拓、関伸一、渡久地豊、鳥飼久裕、永井弓子、平城達哉、寛山一郎、水田拓、八木橋勉、山室一樹：第77回九州森林学会大会（2021）「沖縄島北部、奄美大島、徳之島における鳥類の繁殖分布と世界自然遺産のゾーニング」
- 12) 小高信彦、中田勝士、齋藤和彦、八木橋勉：第69回日本生態学会大会、シンポジウム S03 世界自然遺産「沖縄島北部」やんばる地域の原生的老齢林の生態系機能とその管理（2022）、「絶滅危惧種による樹洞利用パターン；持続可能な森林管理への提言」

【サブテーマ2】

- 1) T. ABE, K. SAITO: The 6th Taiwan-Japan Ecology Workshop (2018) “Effects of forestry and alien species on pollination networks in Yanbaru (Okinawa Island)”
- 2) 安部哲人、工藤孝美、齋藤和彦：平成30年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表会（2018）「やんばるの森林構造及び種組成にみる施業の影響」
- 3) 安部哲人、齋藤和彦：日本植物学会第82回大会（2018）「やんばるの送粉系ネットワークと土地利用の影響」
- 4) 安部哲人、阿部真、工藤孝美、齋藤和彦：第74回九州森林学会大会（2018）「やんばるの森の生物種多様性に及ぼす森林施業の影響とイスノキの指標性」
- 5) 安部哲人、齋藤和彦：第66回日本生態学会大会（2019）「やんばるの送粉系における外来セイヨウミツバチの現状」
- 6) 阿部真、阿部篤志、齋藤和彦、高嶋敦史、安部哲人、高橋與明、宮本麻子、小高信彦：第130回日本森林学会（2019）「絶滅危惧種オキナワセッコクの自生地と森林管理」
- 7) 安部哲人、工藤孝美、齋藤和彦：平成31年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表会（2019）「樹木の萌芽能力はやんばるの森の種組成に影響するか？」
- 8) 安部哲人、工藤孝美、齋藤和彦：日本植物学会第83回大会（2019）「やんばるの森の生物多様性を指標するイスノキの優占度」
- 9) 安部哲人、工藤孝美、齋藤和彦、高嶋敦史：第76回九州森林学会（2020）「やんばるの森の植物種多様性は樹種形質と関係があるか？」
- 10) 安部哲人：第68回日本生態学会（2021）「小笠原と沖縄の送粉系 — ネットワーク、ニッチ、外来種 —」
- 11) 安部哲人、阿部真、宮本麻子、齋藤和彦：第69回日本生態学会大会、シンポジウム S03 世界自然遺産「沖縄島北部」やんばる地域の原生的老齢林の生態系機能とその管理（2022）、「やんばるの森の林齢と植物群集の生態的特徴」

【サブテーマ3】

- 1) 谷口真吾、小松未来、松本一穂：第29回日本熱帯生態学会年次大会（2019）「更新林床の微地形の違いが更新実生の発生、定着に及ぼす影響 — 亜熱帯常緑広葉樹林での大面積皆伐から3年間の動態 —」
- 2) 谷口真吾：森林施業研究会 鳥取・蒜山合宿（2019）「自然環境に配慮した生産林の経営と持続的な生態系管理 — 沖縄島北部やんばる地域での検証 —」

- 3) 大嶋優希、高嶋敦史：第75回九州森林学会大会（2019）
「やんばる地域の二次林における30年生から40年生にかけての遷移」
- 4) 矢部岳広、高嶋敦史：第75回九州森林学会大会（2019）
「イスノキ植栽木の成長に侵入木と斜面位置が与える影響」
- 5) 高嶋敦史、中西晃、森下美菜、阿部真、小高信彦：第131回日本森林学会大会（2020）
「沖縄島やんばる地域の亜熱帯林における樹洞の発生」
- 6) 大嶋優希、高嶋敦史：第131回日本森林学会大会（2020）
「沖縄島やんばる地域の天然林におけるリュウキュウマツの出現傾向」
- 7) 矢部岳広、高嶋敦史：第131回日本森林学会大会（2020）
「沖縄島やんばる地域の非皆伐林における大径木の生育状況」
- 8) 新関一心、谷口真吾、芹澤玲、松本一穂：第131回日本森林学会大会（2020）
「亜熱帯常緑混交林における個体の空間分布と樹冠サイズによる樹種間の親和性」
- 9) 高嶋敦史、久高奈津子、阿部真、安部哲人、小高信彦：第76回九州森林学会大会（2020）
「南西諸島におけるスダジイ堅果着果量の目視モニタリングの取り組みと成果」
- 10) 矢部岳広、高嶋敦史：第76回九州森林学会大会（2020）
「沖縄島北部やんばる地域におけるイスノキの優占度が高い非皆伐林の構造」
- 11) 新関一心、谷口真吾、松本一穂：第76回九州森林学会大会（2020）
「帯状伐採後の更新面に人工造林した植栽木の初期成長」
- 12) 谷口真吾、新関一心：第71回応用森林学会大会（2020）
「生物多様性の高い亜熱帯林における環境に配慮した「やんばる型森林業」の展開」
- 13) 小林 峻、小高信彦、久高奈津子、久高将洋、中田勝士、高嶋敦史：日本哺乳類学会2021年度大会（2021）「沖縄島北部におけるケナガネズミが利用した樹洞の形態」
- 14) 泉川太志、高嶋敦史：第77回九州森林学会大会（2021）
「沖縄島北部やんばる地域の約70年生二次林における樹洞の形成」
- 15) 兼城華鈴、高嶋敦史：第77回九州森林学会大会（2021）
「リュウキュウマツ人工林の間に残された保護樹帯の林分構造」
- 16) 新関一心、谷口真吾、松本一穂：第77回九州森林学会大会（2021）
「リュウキュウマツ人工林の帯状伐採前と伐採8年後における更新木の種組成」
- 17) 高嶋敦史：第69回日本生態学会大会、シンポジウム S03 世界自然遺産「沖縄島北部」やんばる地域の原生的老齢林の生態系機能とその管理（2022）、「世界自然遺産地域を取り巻く緩衝地帯の現状と未来」
- 18) 小林 峻、小高信彦、高嶋敦史：第69回日本生態学会大会、シンポジウム S03 世界自然遺産「沖縄島北部」やんばる地域の原生的老齢林の生態系機能とその管理（2022）、
「沖縄島北部の異なる林齢の森林における樹洞利用者」
- 19) 谷口真吾、新関一心、松本一穂：第133回日本森林学会（2022）
「沖縄島北部人工林での異なる伐区形状とサイズが更新木の種組成に及ぼす影響」

【サブテーマ4】

- 1) 亘悠哉：「生物移動およびそれに伴う生態現象とその研究手法の整理」研究会（2018）
「人が増やすネコが森の絶滅危惧種におよぼすHyperpredation」
- 2) 亘悠哉：第24回日本野生動物医学会大会（2018）
「ペットも外では侵略的外来種：ネコに翻弄される島々」
- 3) 亘悠哉：第24回「野生生物と社会」学会大会（2018）
「絶滅危惧種を食べる”ノラネコ”：希少種生息地域における外猫の生態リスク」
- 4) 亘悠哉：第66回日本生態学会大会（2019）
「ついに最終局面へ：沖縄島、奄美大島におけるファイリマングースの防除」

- 5) Y. WATARI: Island Biology 2019. (2019)
 “Five phases of long-term invasive species management: Lessons from the Amami mongoose eradication project”
- 6) 亘悠哉: 日本哺乳類学会2019年度大会 (2019)
 「「ネコ問題」と「ネコ問題を取りまく問題」を区別する」
- 7) 亘悠哉: 「野生生物と社会」学会2019年度大会 (2019)
 「ネコの不適正飼養が引き起こす外来生態系への影響」
- 8) 亘悠哉: 第67回日本生態学会大会 (2020)
 「日本の島々における外来種問題の特徴と対策の到達点」
- 9) 風戸一亮・岡田その・亘悠哉・宮下直: 第67回日本生態学会大会 (2020)
 「徳之島の希少種を脅かす野ネコの個体群ソースを探る」
- 10) 岡田その・風戸一亮・亘悠哉・三條場千寿・所司悠希・松本芳嗣・宮下直: 第67回日本生態学会大会 (2020)
 「人獣共通のトキソプラズマに感染した外来種2種(ネコとクマネズミ)の空間分布」
- 11) 所司悠希・風戸一亮・前田玉青・高島康弘・亘悠哉・松本芳嗣・宮下直・三條場千寿: 第90回日本寄生虫学会・第32回日本臨床寄生虫学会合同大会 (2021)
 「徳之島の外ネコにおける抗トキソプラズマ抗体陽性率」
- 12) 岡田その・亘悠哉・三條場千寿・所司悠希・宮下直: 第68回日本生態学会大会 (2021)
 「外来種2種(ネコとクマネズミ)におけるトキソプラズマの抗体保有状況と生息環境の関連」
- 13) 伊澤あさひ・中下留美子・塩野崎和美・亘悠哉・宮下直: 第68回日本生態学会大会 (2021)
 「奄美大島の森林に棲むイエネコの食性2型: 絶滅危惧種依存型と人為資源依存型」
- 14) 亘悠哉: 日本哺乳類学会2021年度大会 (2021)
 「餌付けが駆動するネコ・ネズミのトキソプラズマ伝播サイクル」
- 15) 亘悠哉: 日本哺乳類学会2021年度大会 (2021)
 「外来種対策における事例: 奄美大島のマングース対策における混獲への対応と考え方の整理
 — 混獲致死ゼロの呪縛からの脱却 —」
- 16) 亘悠哉: 日本哺乳類学会2021年度大会 (2021)
 「ネコ問題の本質は? 人が増やし続ける外来種」
- 17) 伊澤あさひ・中下留美子・塩野崎和美・亘悠哉・宮下直: 日本哺乳類学会2021年度大会 (2021)
 「安定同位体比分析により判明した奄美大島の森林に棲むイエネコの2つの食性タイプ」
- 18) 鈴木魁士・伊澤あさひ・小林知奈・塩野崎和美・亘悠哉・宮下直: 日本哺乳類学会2021年度大会 (2021) 「奄美大島の森林で捕獲されたイエネコの糞内容物分析」
- 19) 亘悠哉: 第37回個体群生態学会大会 (2021)
 「奄美大島のマングース対策: 根絶最終ステージ到達までのブレイクスルー」
- 20) 伊澤あさひ: 第37回個体群生態学会大会 (2021)
 「奄美大島の外ネコ個体群構造が突きつける“森一里一人”連携対策の必要性」
- 21) 亘悠哉・所司悠希・伊澤あさひ・小林知奈・鈴木魁士: 第26回「野生生物と社会」学会 (2021) 「世界自然遺産の島々における外来種問題と求められる取り組み」
- 22) C. Kobayashi, A. Izawa, K. Suzuki, Y. Watari, T. Miyashita: The 17th International Symposium on Primatology and Wildlife Science (2022) “How Do Feral Cats Move Through Forests?: the Analysis of Capture Rate by Camera Trap”
- 23) 伊澤あさひ・鈴木魁士・中下留美子・小林知奈・塩野崎和美・亘悠哉・宮下直: 第69回日本生態学会大会 (2022)
 「異なる時間スケールの食性から判明した奄美大島の2タイプのイエネコと絶滅危惧種捕食」
- 24) 所司悠希・岡田その・高島康弘・三條場千寿・亘悠哉・宮下直: 第69回日本生態学会大会

(2022) 「トキソプラズマ原虫の感染ネットワークの解明に向けて～徳之島の事例～」

(3) 「国民との科学・技術対話」の実施

【サブテーマ1】

- 1) 沖縄県立辺土名高等学校における環境科1年生を対象とした第1回特設授業「やんばるの自然」（2018年5月15日、聴講者約30名）
- 2) ～森林総合研究所九州支所70周年・九州育種場60周年記念講演会-最新の研究-「中琉球固有種オキナワトゲネズミの絶滅回避のための取り組み～世界自然遺産にふさわしい森林生態系管理に向けて」くまもと県民交流館パレア（2018年10月30日聴講者86名）
- 3) 第2回奄美市立奄美博物館自然講座「奄美大島の森に暮らす希少鳥類アカヒゲとオーストンオオアカゲラの生態と進化について」（主催：奄美市立奄美博物館、2018年12月17日、奄美市博物館3階研修室、参加者約60名）にて「アカヒゲが渡ってつなぐ琉球の島々」、「中琉球の固有鳥類オーストンオオアカゲラとノグチゲラの進化と保全」のタイトルで講演
- 4) 沖縄県立辺土名高等学校における環境科1年生を対象とした第1回特設授業「やんばるの自然」（2019年6月2日、聴講者約30名）
- 5) 公開講演会「『徳之島の森の希少なランと動物たち』世界自然遺産にふさわしい中琉球の森の生態系管理に向けて」（主催：国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所、2019年6月12日 徳之島伊仙町中央公民館、参加者約60名）にて講演
- 6) 伊仙町立犬田布小学校における特別授業「中琉球の森林動物について」（2019年6月14日、聴講者約20名）
- 7) 伊仙町立犬田布中学校における出前授業「中琉球の森林動物について」（2019年6月14日、聴講者約20名）
- 8) 講演会「やんばるのコウモリとネズミのお話」（2019年8月31日、環境省やんばる野生生物保護センター、参加者約30名）にて「回復の兆しがみえはじめた中琉球の固有動物たち：オキナワトゲネズミの分布回復を確実にするためにできること」のタイトルで講演
- 9) エコプロ2019 サイエンスカフェ 東京ビックサイト2019年12月7日にて「オキナワトゲネズミと暮らせる森づくり：絶滅危惧種と世界自然遺産」のタイトルで講演
- 10) 奄美市立奄美博物館講演会「奄美の野鳥今昔ものがたり」（主催：奄美市立奄美博物館、2020年1月16日、奄美市博物館3階研修室、参加者約40名）にて「シーボルトと旅した奄美のアカヒゲ」のタイトルで講演
- 11) 伊仙町立伊仙中学校における出前授業「中琉球の森林動物について」（2020年1月11日、聴講者20名）
- 12) 沖縄県立辺土名高等学校における環境科1年生を対象とした第一回特設授業「やんばるの自然」（2020年6月13日、聴講者約30名）
- 13) 沖縄県立辺土名高等学校における環境科1年生を対象とした第三回特設授業「やんばるの自然」（2021年11月16日、聴講者約30名）
- 14) 2021年度 中琉球どんぐり豊凶モニタリング3島（奄美大島・徳之島・沖縄島）合同リモート情報共有会（2021年12月13日、オンライン、参加者約30名）にて「スダジイの豊凶と野生動物の個体数変化」のタイトルで講演
- 15) 令和3年九州地域公開講演会「沖縄の森の生物多様性保全と人の暮らし」（主催：国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所、2021年12月1日配信開始、YouTube）にて「回復し始めた沖縄島北部やんばるの森の固有鳥類」のタイトルで講演（2022年5月6日時点、再生回数1030回）

【サブテーマ2】

- 1) 令和3年九州地域公開講演会「沖縄の森の生物多様性保全と人の暮らし」（主催：国立研究開

発法人森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所、2021年12月1日、YouTube)にて「やんばるの古い森は若い森と何が違うのか?」のタイトルで講演

【サブテーマ3】

- 1) 2020年度 中琉球どんぐり豊凶モニタリング3島（奄美大島・徳之島・沖縄島）合同リモート情報共有会（2020年12月19日、オンライン）
- 2) 2021年度 中琉球どんぐり豊凶モニタリング3島（奄美大島・徳之島・沖縄島）合同リモート情報共有会（2021年12月13日、オンライン）

【サブテーマ4】

- 1) 森林総合研究所多摩森林科学園森林講座「南の島の希少種と外来種の話- 9割の人が知らない惨状 -」（2018年5月27日、参加者約50名）にて成果紹介
- 2) 環境研究総合推進費シンポジウム「島の自然と未来をみんなで考えよう. 第1回 奄美大島と御蔵島の最新のネコ問題研究から-」（主催：森林総合研究所、2018年7月5日、奄美AiAiひろば、参加者約70名）にて「奄美大島・徳之島・御蔵島のネコ問題：背景から対策を考える」のタイトルで講演
- 3) 環境総合推進費シンポジウム「紙芝居「森の動物たちの緊急会議」と動物写真上映会」（主催：森林総合研究所、2018年7月6日、名瀬親愛幼稚園、参加児童約120名）にて講演
- 4) 環境総合推進費シンポジウム「徳之島学：紙芝居「森の動物たちの緊急会議」と動物写真上映会」（主催：森林総合研究所、2018年7月6日、徳之島文化会館、参加者約30名）にて講演
- 5) 環境研究総合推進費シンポジウム「島の自然と未来をみんなで考えよう. 第2回 徳之島と御蔵島の最新のネコ問題研究から-」（主催：森林総合研究所、2018年7月8日、伊仙町中央公民館、参加者約70名）にて「奄美大島・徳之島・御蔵島のネコ問題：背景から対策を考える」のタイトルで講演
- 6) 森林総合研究所一般公開講演会（2018年7月28日、参加者約40名）にて「南の島のいきものたち-ユニークな生態・過酷な人生-」のタイトルで成果紹介
- 7) 環境研究総合推進費シンポジウム「島の自然と未来をみんなで考えよう. 第3回 奄美大島からネコ対策の明日をつくる」（主催：森林総合研究所、2018年8月26日、早稲田大学、参加者約110名）にて「希少種ホットスポットにおけるネコ問題の実態と対策」のタイトルで講演
- 8) 御蔵島のミニネコシンポ「御蔵島・ネコ問題の今」（主催：御蔵島観光協会、2018年11月6日、御蔵島村、参加者約20名）にて「御蔵島と奄美群島のネコ問題をくらべて見えること」のタイトルで講演
- 9) シンポジウム「やんばる地域の外来種と希少種」（主催：環境省那覇自然環境事務所、2019年1月22日、沖縄県自治研修所（ていりる）、参加者約150名）にて「大詰めのマングース対策、これからのネコ対策」のタイトルで講演
- 10) 世界自然遺産セミナーin奄美大島（主催：鹿児島県、2019年2月17日、瀬戸内町きゅら島交流館、参加者約100名）にて「奄美の森で起きている外来種問題の実状-見えてきた希望、残る課題-」のタイトルで講演
- 11) 緊急会合「まだまだあるぞ！動愛法が抱える課題～動物の飼育管理・取引が引き起こす人や自然への被害～」（主催：WWF ジャパン、2019年3月14日、衆議院第1議員会館、参加者国会議員7名、その他約30名）にて「生態系の観点から考える」のタイトルで講演。
- 12) 公開シンポジウム「ペット動物の屋外飼養が引き起こす問題と求められる適正飼養」（外来ネコ問題研究会主催、2019年7月20日、早稲田大学8号館B102番教室、参加者約150名）にて「南の島のネコと希少種の話 -9割の人が知らない惨状-」のタイトルで講演
- 13) 奄美の世界自然遺産登録に向けた普及啓発イベント「～水(むず)や山 うかげ、人(ちゅ)や世間 うかげ～ 子孫(くあまが)につなぐ、奄美(シマ)の「世界自然遺産」は、先人(うやふじ)

- ぬうかげ」（鹿児島県主催、2019年8月28日、奄美市AiAiひろば2階）にて「希少種だけじゃない！奄美の自然のすごさ」のタイトルで講演
- 14) 公開シンポジウム「野放しのペット動物が引き起こす問題と求められる適正飼養」（外来ネコ問題研究会主催、2019年9月7日、早稲田大学14号館102番教室、参加者約150名）にて「南の島のエコシステムー独自の進化とネコの脅威ー」のタイトルで講演
 - 15) IUCN現地視察専門家説明．（2019年10月9日、奄美大島）にて“Recoveries of endangered species after invasive species management on Amami-Oshima Island”のタイトルで講演
 - 16) 公開シンポジウム「国研が取り組む生物多様性・生態系研究のフロンティア」（生態学会関東地区会主催、2019年10月26日、東大中島記念ホール、参加者約60名）にて「生態学で深める外来種問題の理解」のタイトルで講演
 - 17) 世界自然遺産シンポジウムin徳之島「親子で考える世界自然遺産」（鹿児島県主催、2019年12月7日、徳之島町文化会館、参加者約200名）にて「みんなでのこしたい！徳之島の自然のすごいところ」のタイトルで講演
 - 18) 第1回環境研究機関連絡会研究交流セミナー（環境研究機関連絡会主催、2019年12月13日、つくば国際会議場）にて「外来種による生態系連結とディサービスの事例」のタイトルで講演
 - 19) 成果報告会「徳之島におけるネコ研究成果報告：人の健康、畜産業、希少種への影響」（環境研究総合推進費（4-1804）・科研費（JP 1K19868）主催、2020年10月27日、天城町役場4F「ユイの里ホール」、参加者約30名）にて「固有種への影響と対策の課題ー何を守り、誰が守り、どう守るのか？」のタイトルで講演
 - 20) 研究セミナー「日本から発信する島嶼生物学ー世界の島嶼生物学で日本が果たしうる役割を考えるー」（Island Biology Japan 主催、ウェブ形式、2021年1月22日、参加者約100名）にて「日本の島々における外来種問題と対策の到達点」のタイトルで講演

（４）マスコミ等への公表・報道等＞

【サブテーマ１】

- 1) 奄美新聞 2018年12月12日 「生きものテーマに分かりやすく解説 17日、博物館自然講座」
- 2) 南海日日新聞 2018年12月14日 「専門家が希少鳥類の講和 奄美博物館自然講座」
- 3) 南海日日新聞 2018年12月19日 「希少鳥類の生態学 奄美博物館で自然講座」
- 4) 沖縄タイムス 2020年6月9日地域20P、 「野鳥の生態調査体験 辺土名高校で特設授業」
- 5) 琉球新報 2020年6月13日 市町村20P、 「やんばるの森 耳すまし体感 辺土名高校環境科生態系学ぶ」
- 6) 森林総総合研究所 プレスリリース 2021年5月25日、「やんばるでは、地上性のマングースが飛べる鳥にも悪影響を及ぼしていた ～固有鳥類3種の保全にはマングースのさらなる防除が不可欠～」
- 7) 沖縄タイムス 2021年7月29日電子版 「木登りが苦手なマングース 飛べる鳥も捕まえて食べる天然記念物の生息域を「侵略」」
- 8) 琉球新報 電子版 2021年8月1日 「マングース、飛ぶ鳥も襲っていた ノグチゲラなど被害「防除区域の拡大を」 森林総合研」
- 9) 沖縄タイムス誌 2021年11月30日 「辺土名高生、生態系学ぶ 森林総研が特設授業」

【サブテーマ４】

- 1) 奄美新聞（2018年7月7日、ウェブ版「奄美大島でネコ問題シンポ」）
- 2) 南海日日新聞（2018年7月7日、ウェブ版「島全体で取り組みを」）
- 3) 南日本新聞（2018年7月7日、ウェブ版「飼い猫の適正飼育を」）

- 4) 奄美FM「タ方フレンド」(2018年7月8日、「外来種による島のいきものへの脅威」について5分ほど紹介)
- 5) 南海日日新聞(2018年7月10日、ウェブ版「猫がケナガネズミ捕食 徳之島、希少種被害の増加懸念」)
- 6) 朝日新聞(朝刊)．科学の扉「有害生物駆除に死角あり」．2018年12月17日付．
- 7) 森林総合研究所プレスリリース．2019年11月19日．「人が餌をあたえるネコが希少種を捕食する — 人の生活圏で暮らすネコが自然環境に与える影響を解明 —」．
(プレス記事に対する取材：共同通信、時事通信、南海日日新聞、読売新聞、毎日新聞、朝日新聞、鹿児島読売テレビ、KKB鹿児島放送)
- 8) 広報とくのしま2020年3月号特集記事．2020．「研究者から見た徳之島のとくにすごいところ」．
- 9) 奄美新聞 2021年1月6日付 「徳之島の外ネコ トキソプラズマ感染率 47.2%」

(5) 本研究費の研究成果による受賞

【サブテーマ4】

- 1) 【ポスター最優秀賞】風戸一亮、沢登良馬、城ヶ原貴通、前田玉青、中下留美子、亘悠哉、宮下直：第66回日本生態学会大会、神戸国際会議場(2019)．「ノネコから解放されたアマミノクロウサギ ～駆除による回復評価～」
- 2) 【Top 100 Scientific Reports ecology papers in 2019(第15位：ダウンロード数4,561)】、Nature Research. 2020.3.16. Maeda、T.、Nakashita、R.、Shionosaki、K.、Yamada、F.、Watari、Y: Scientific Reports 9:16200 (2019) “Predation on endangered species by human-subsidized domestic cats on Tokunoshima Island”
- 3) 【ポスター賞最優秀賞】伊澤あさひ、中下留美子、塩野崎和美、亘悠哉、宮下直：第68回日本生態学会大会(オンライン)(2021)．「奄美大島の森林に棲むイエネコの食性2型:絶滅危惧種依存型と人為資源依存型」

IV. 英文Abstract

Development of Management Techniques for Forest Ecosystem on Okinawa and Amami Islands as a Proposed World Natural Heritage Site.

Principal Investigator: Nobuhiko Kotaka

Institution: Forest Research and Management Organization, Tsukuba City,
Matsunosato, JAPAN

Tel: 029-873-3211 / Fax: 029-874-3720

E-mail: www@ffpri.affrc.go.jp

Cooperated by: University of the Ryukyus

[Abstract]

Key Words: Endemic species of Central Ryukyu, Old-growth forest, Forest management,
Invasive alien species

“Amami-Oshima Island, Tokunoshima Island, Northern part of Okinawa Island, and Iriomote Island” has been inscribed on the World Heritage List in 2021. We conducted the research project to contribute the comprehensive management plan for the World Heritage site. We contributed the zoning design for recovering the population of endangered Okinawa spiny rat, a critically endangered species endemic to the northern part of Okinawa Island or Yambaru area. Our research results showed that the distribution areas of three endemic bird species, Okinawa rail, Okinawa woodpecker, and Okinawa robin in Yambaru area have been recovering since the 2007 within the small Indian mongooses controlled area. The GAMM results showed that these bird species were abundant in areas with fewer small Indian mongooses and larger areas of hardwood forests. Thus, the mongoose had a negative impact not only on the flightless rails but also on the woodpeckers and the robins. In recent years, most of the old-growth forests have been designated as protected forests, and large-scale logging is no longer taking place in Yambaru. Eradication of the mongoose is particularly important for the conservation of these three endemic bird species. We investigated the epiphytic habit and distribution of *Dendrobium okinawense*, an endangered orchid in Yambaru (northern Okinawa), Japan. The presence of *D. okinawense* and its host *D. racemosum* with large diameter is a good indicator of the existence of old-growth forests containing endemic rare species in Yambaru. *Distylium racemosum* was considered one of the most useful indicator species because it can be easily identified in the field and its ecological characteristics are well documented. Tree-cavities are considered as key components that support multiple species, including endemic ones, in subtropical forests in Yambaru. In the Yambaru area, the preservation of large-diameter stems that will form tree-cavities is critically important for maintaining forest ecosystem health and should be considered when implementing forest management plans, especially for *D. racemosum*, which is rich in cavities and likely plays multiple ecological roles. It is important to unravel how invasive species impact native ecosystems in order to control them effectively. Cat management mainly involves trapping, but our findings show that educating local residents to stop feeding free-ranging cats and keeping pet cats indoors are also important.