

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02247

研究課題名(和文)「天然の実験室」を活用した外来リス根絶と生態系回復に関する研究

研究課題名(英文) Ecosystem recovery after eradication of alien squirrel population

研究代表者

安田 雅俊 (YASUDA, MASATOSHI)

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 等

研究者番号：40353891

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：大分県の無人島(高島)において特定外来生物クリハラリスの個体群を対象として、いかに個体数を減少させるか、いかに残存個体を発見しするか、外来リス根絶後の生態系の回復過程をいかに把握するかを検討した。異なる防除オプション(生捕ワナ、捕殺ワナ、化学的防除)の組合せが迅速な根絶達成に必要と結論した。クリハラリスの化学的防除の試験を行い、生態系への負の影響を最小化する技術を開発した。ベイト法は低密度個体群において有効と結論した。防除開始直後の高島の生物群集(鳥類と昆虫類)に関するデータを獲得することができた。これは高島におけるクリハラリス地域個体群の根絶後における生態系回復の理解において重要となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

特定外来生物クリハラリスは日本では14都府県に人為分布しており、各地で行政による防除が実施されているが、一部地域をのぞき地域個体群の低減には成功していない。効果的な外来リス対策のために防除技術の高度化が求められている。本研究ではクリハラリスに特化した防除技術の開発を行うとともに、本種による森林生態系の被害をあきらかにするとともに、地域根絶後の生態系の回復を検証するための生物相の現状調査を実施する初の試みである。

研究成果の概要(英文)：We studied a population of invasive alien squirrel (*Callosciurus erythraeus*, *Mammalsia*) on a desert island, Takashima in Oita Prefecture, Japan. Three questions are proposed: 1) how to reduce the population, 2) how to find remnant squirrels, and 3) how to understand the recovery processes of the ecosystem after the eradication. We concluded that it is essential to apply a combined method of different eradication options (e.g. live-trap, kill-trap, and chemical control) to achieve the rapid eradication. We conducted a chemical control experiment of the alien squirrel, and developed a method to minimize the side effects of chemical control. We also concluded that a bait method is useful when applied to a low density population. We obtained the data of ecological community (birds and insects) at the time just after the onset of the squirrel eradication, which is important to understand the recovery processes of the ecosystem after the eradication.

研究分野：哺乳類学

キーワード：外来生物防除 クリハラリス

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

・本州・九州の14都府県において、かつて観光資源として飼育された熱帯アジア原産のリス科動物 クリハラリス (*Callosciurus erythraeus*、別名タイワンリス) が野生化し、個体数増加と分布拡大が進行している。人工林や果樹園、在来の森林生態系に与える影響が深刻化しつつあり、全国的に定着した場合の被害総額は数千億円規模とみられる。

・本種は特定外来生物に指定されており、科学的知見に基づいた個体群根絶技術の実証と普及が求められている。我々がこれまでかかわってきた外来リス対策の先進地域(熊本県宇土半島)では、既存の駆除技術(生捕ワナ)を用いて強い捕獲圧をかけ続けることにより個体数を低減できることが明らかとなっている。一方、十数年にわたり捕獲を続けてきたにもかかわらず(年間経費数千万円)十分な効果がみられない地域もある。

・根絶の前後を通じて、外来リスの生態系への影響と生態系の回復を明らかにした研究例はない。

・本研究課題では、第1段階(駆除)として「①いかに効率よく個体数を減少させるか」、第2段階(根絶)として「②いかに効率よく残存個体を発見するか」、第3段階(回復)として「③外来リス根絶後の生態系回復をいかに把握するか」を核心的テーマとした。

2. 研究の目的

①駆除技術の開発

個体数を効率的に減少させる技術を開発する。既存技術(生捕ワナ・捕殺ワナ)の高度化とあわせ、新規技術として化学的防除(薬殺)の野外試験を実施する。これらの技術を組み合わせ、生息密度や行動特性に基づいた駆除技術の最適化を図る。

②探索技術の開発

残存個体を効率的に探索・発見する技術を高度化し、地域根絶にむけて生息密度を低減させる。調査地は閉鎖生態系であるため、外来リス個体群の消滅過程を精密に測定することができる。

③生態系の回復過程の評価

外来リスの負の影響から解放された生態系が本来の姿に回復する過程を解明する。外来リスの根絶効果を定量的に検証するため、とくに鳥類群集と昆虫群集について現状を把握し、基礎資料を得る。

3. 研究の方法

調査地および対象種

豊予海峡に位置する高島(大分県大分市;北緯33.28度、東経131.95度)を数十年以上にわたりクリハラリスが生息する「天然の実験室」とみなして主たる調査地とし、上記、の調査を実施した。また九州本土側の最も近い陸域である佐賀関半島(大分県大分市)の森林をクリハラリス不在の調査地(対照区)として の昆虫群集の調査を実施した。高島は全域が瀬戸内海国立公園に指定されている面積約1km²の公有の無人島である。そこに1950年代に導入され野生化し、高密度化した特定外来生物クリハラリスを防除対象とした。本研究におけるクリハラリスの防除は環境省から防除実施計画の認定を受けて実施した(環九地野許第18090442、1901281号)。また国立公園法にもとづく調査許可を環境省と大分県から得た。

駆除技術の開発

・高島全域において生捕ワナと捕殺ワナを用いた防除捕獲を行った(図1)。生捕ワナには複数の機種を用い、捕殺ワナにはニュージーランドのgoodnature社がリス用として開発した捕殺ワナ(モデル:A18)を用いた。ワナの餌にはツバキ油を表面に塗布したクリの実を主に用いた。それぞれのワナは地上から約1.2mの高さに、角材あるいは木の枝を利用して設置した。生捕ワナは高島での上陸調査の期間にのみ稼働させた。一方、捕殺ワナは捕獲効率が最も高いと考えられる冬期を中心として、無人的・連続的に稼働させた。捕殺ワナ1台につき自動撮影カメラ1台を用いて常時監視し、捕殺された種および個体数を計数した。

・化学的防除の野外試験を高島の一部エリアで実施した。ダイファシノン0.005%を含むペレット250gをプラスチック容器に入れ、それを地上から約1.2mの高さの樹幹に架設した木製の箱型のベイトステーションに入れた(図1)。ベイトステーションは12台とし、互いに直線距離で50m程度の間隔をあけて配置した。試験期間は2020年2月から2020年3月の1ヶ月間とした。これは鳥類の繁殖期と爬虫類の活動期を外すことで、生態系への影響を最小化するためである。ベイトステーション1台につき自動撮影カメラ1台を用いて常時監視し、訪れた動物種を計数した。

・飼育下のリス科動物(クリハラリス、フィンレイソンリス、ニホンリス、キタリス)に、通常餌(ヒマワリ等)を給餌しつつ、5日間連続して無毒のペレットを給餌し、摂食量を測定した。

探索技術の開発

クリハラリスの探索技術の開発のため、2019年5月、2020年5月にクリの実を誘引餌としたベイト法によるクリハラリスの生息状況調査を実施した。得られた結果をクリハラリスの防除開始前（2017年5月）に実施した結果と比較した。調査期間は各回とも3週間とした。

生態系の回復過程の評価

・高島の鳥類群集について繁殖期と非繁殖期のラインセンサスを行った。上陸調査中の任意観察と自動撮影カメラによる調査を併用した。

・2019年5月、ウズラ卵を入れた擬巢を用いて、鳥卵の捕食者となるクリハラリスによる鳥類の繁殖への影響を調査した。

・2020年9月に高島東部で発見されたオオミズナギドリの集団営巣地において本種の潜在的な捕食者を特定するために自動撮影カメラによる調査を行った。

・クリハラリスが不在かつ高島に近接する佐賀関半島（大分市）を対照区として、高島と佐賀関半島にそれぞれ複数の調査サイトを設置し、各種トラップによる昆虫群集の調査を2018年から2020年の夏期に行った。衝突板トラップ（誘引物質：エタノールまたは酢酸ベンジル）、ピットフォールトラップ（誘引餌：魚肉）、スズメバチトラップ（2020年のみ）を用いた。

4. 研究成果

駆除技術の開発

・2018年11月から2021年3月までの期間に、計1300頭を超えるクリハラリスを捕獲・除去することができた。生捕ワナによる捕獲努力量あたりのリスの捕獲数（CPUE）は、2018年11月0.78、2019年11月0.68、2020年11月0.37と低下した（図2）。生捕ワナは毎日の見回りが必要で、調査地に上陸可能な期間（主に春期から秋期）に使用が限定された。一方、捕殺ワナは毎日の見回りが不要なため、天候や波浪の影響で上陸が困難な冬期にも月1回程度の見回りだけで無人的・連続的に稼働させることができた。環境中の餌資源量が多いと予想される春から秋の間でも、捕殺ワナは有効に機能したが、高温多湿の季節はとくに誘引餌の劣化が早いため、より頻繁に見回を行い、誘引餌を交換・補充する必要があると考えられた。捕殺ワナにより初年度の冬期に300頭を超えるクリハラリスを捕獲することができたが、自動撮影カメラで撮影された動画から捕殺ワナの捕獲効率は生捕ワナのそれよりも低いことが明らかとなった。以上のことから、効率的かつ迅速なクリハラリスの個体数低減のためには、異なる防除方法を適切に組み合わせることが重要と考えられた。

・2020年2月初旬から3月初旬に実施した化学的防除の野外試験では、すべてのベイトステーションにおいてペレット250gが短期間のうちに完食された。ペレットを喫食した動物はクリハラリスとクマネズミの2種であった。非標的種（鳥類）によるペレットの喫食は確認されなかった。以上のことから、2019年冬の化学的防除の野外試験による生態系への負の影響はほとんどないと考えられた。なお、試験エリアのクリハラリスの生息密度が高かったことから、2020年冬の単発の化学的防除試験は翌春のクリハラリスのCPUEの減少には大きく寄与しなかったと考えられた。十分な効果を得るためには、数週間おきにペレットを補充する必要がある。

・飼育下での無毒のペレットの摂食量は種差と個体差が大きかった。また給餌を繰り返すことで摂食量は減少した。ツバキ油の塗布は摂食量に有意に影響しなかった。クリハラリスとそれに近縁のフィンレイソリスでは給餌したペレットのほぼすべてが摂食されたが、ニホンリスとそれに近縁のキタリスでは摂食量は少なかった。以上のことから、ペレットに対する選好性はクリハラリス属よりもリス属で低いと考えられた。この知見は、クリハラリスとニホンリスが同所的に生息する地域において化学的防除を検討する際に重要である。他の野生動物種（潜在的な非標的種）を対象として同様な無毒のペレットの給餌実験を行うことで、ダイファシノンを含むペレットを用いたクリハラリスの化学的防除が生態系に及ぼす影響を事前に把握することが可能である。

探索技術の開発

ベイトの消費率（誘引餌に用いたクリの実が消費されていた地点の割合）は、クリハラリスの防除開始前（2017年）には97%であったのに対して、防除開始後には2019年100%、2020年92%であった。ベイトの消費率とCPUEとの間に強い相関関係がみられない理由として、CPUEが低いエリアであっても少数のクリハラリスが生息している場合、3週間の調査期間のうちにリスがベイトを発見し、消費してしまうことが考えられた。今後防除が進みCPUEがさらに低下した時点では、クリハラリスの生息密度が0となったエリアにおいてベイトが残るようになり、ベイトの消費率が低下すると予想される。以上のことから、ベイト法は、クリハラリスの生息密度がある程度低い地域において、その在不在の把握に有効な方法であると言える。

生態系の回復過程の評価

・30科53種の鳥類が記録された。過去の文献記録と合わせると36科92種であった。九州本土では稀な準絶滅危惧種のカラスバトが出現率、優占度とも高かった。一方、メジロやヒヨドリは優占度は本土側（佐賀関半島）の過去の記録にくらべて低かった。本研究期間内には、クリハラリスの生息密度が高い状況における鳥類相のデータを得ることができた。将来、高島のクリハラリス地域個体群の根絶後に同様な調査を行うことで、生態系の回復過程を評価できると考えられる。

・2019年5月に、ウズラ卵を入れた擬巣25個を設置して訪れる捕食者を自動撮影カメラで記録したところ、3週間後に捕食されずに残った巣は2個のみで、17個はクリハラリス、3個はハシブトガラスに捕食され、3個では自動撮影装置の動作不良により捕食者が特定されなかった。2018年11月以降の集中的な防除によりクリハラリスの生息密度が低下したと推測される条件下でも、リスの防除開始前(2017年5月)に行った実験と比較して、擬巣の生存曲線には有意な差が認められなかった(図3)。本研究期間内には、クリハラリスの生息密度が高い状況における鳥類の繁殖に対する影響のデータを得ることができた。将来、高島のクリハラリス地域個体群の根絶後に同様な調査を行うことで、生態系の回復過程を評価できると考えられる。

・オオミズナギドリの集団営巣地では、オオミズナギドリを除くと、クリハラリス、クマネズミ、ハシブトガラスが頻度高く撮影された。これらの鳥獣はオオミズナギドリの卵やヒナの潜在的な捕食者となっている可能性があるものの、調査時期の制約から捕食者と断定することはできなかった。今後、オオミズナギドリの繁殖期を通じた捕食者のモニタリングを行うことが必要である。また、オオミズナギドリの保全に対するクリハラリスの防除の影響についても検討する必要がある。

・九州本土に位置する佐賀関半島と比較して、高島では大型種のヤハズカミキリとオオナガコメツキが非常に少なかった(図4)。クリハラリスの防除開始後においても、幼虫や成虫が枯死材を利用する甲虫類に対するクリハラリスの捕食圧が継続していると考えられた。逆にクロシデムシは高島で多かった。スズメバチ類は佐賀関半島で5種88個体、高島で2種28個体が捕獲された。昆虫群集全体として高島よりも佐賀関半島で種数・捕獲数とも多かったことから、高島のクリハラリスは現在の生息密度において島の昆虫群集に大きく影響していると考えられた。本研究期間内には、クリハラリスの生息密度が高い状況における昆虫相のデータを得ることができた。将来、高島のクリハラリス地域個体群の根絶後に同様な調査を行うことで、生態系の回復過程を評価できると考えられる。

今後の課題

本研究により、特定外来生物クリハラリスの防除技術の高度化と、防除開始直後の高島の生態系に関する貴重なデータの取得ができた。今後、クリハラリス地域個体群の根絶過程と根絶後の生態系を調査することが必要である。



図1. 本課題で対象としたクリハラリスの防除オプション(生捕ワナ、捕殺ワナ、化学的防除)と探索技術(ベイト法)。

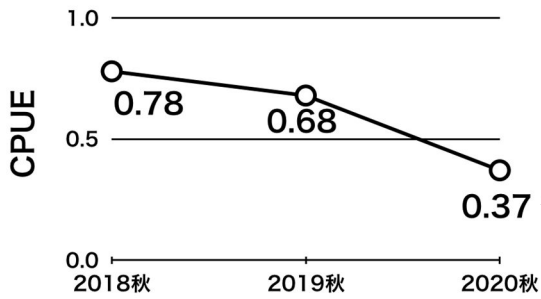


図 2. 生捕ワナによるクリハラリスの CPUE の変化。

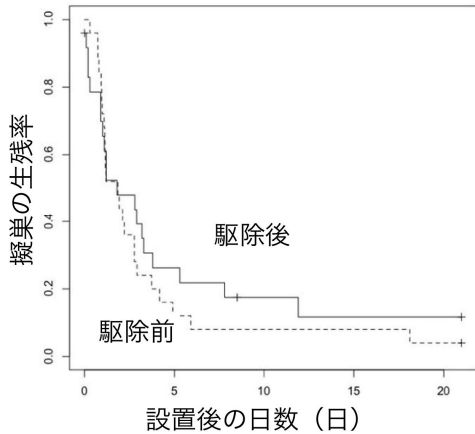
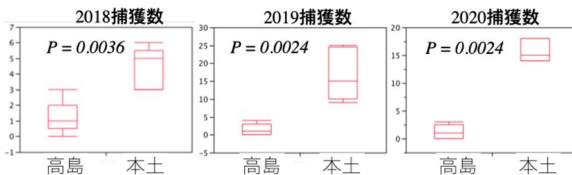


図 3. 駆除開始前 (2017 年 5 月) と駆除開始後 (2019 年 5 月) の擬巢実験における生残率。

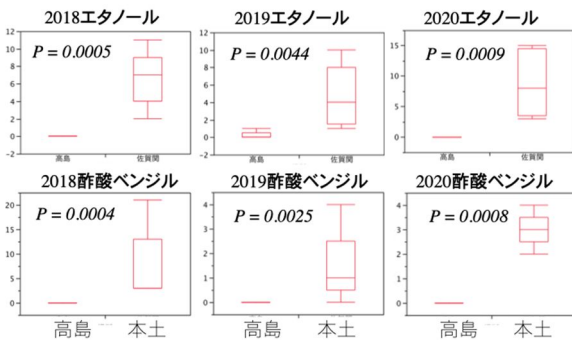
ヤハズカミキリ
(誘引剤:エタノール)
大型かつ最優占種



図 4. 衝突版トラップによって得られた大型昆虫。高島と本土 (佐賀関半島) において捕獲数に大きな違いがみられた代表種を示す。上: ヤハズカミキリ、下: オオナガコメツキ。



オオナガコメツキ
(樹皮下の大型の捕食者)



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 押田 龍夫、山崎 晃司 | 4. 巻 59 |
| 2. 論文標題 「日本・台湾合同野生動物管理学術交流会議」について | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 哺乳類科学 | 6. 最初と最後の頁 121 ~ 124 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11238/mammalianscience.59.121 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 安田雅俊、森田祐介 | 4. 巻 3 |
| 2. 論文標題 高島の哺乳類とその周辺 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 大分自然博物誌 - ブンゴエンス | 6. 最初と最後の頁 印刷中 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 安田雅俊、野宮治人 | 4. 巻 3 |
| 2. 論文標題 外来種クリハラリスによる樹木の剥皮害：大分県高島の事例 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 大分自然博物誌 - ブンゴエンス | 6. 最初と最後の頁 印刷中 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Tamura Noriko, Boonkhaw Phadet, Prayoon Umphornpimon, Kanchanasaka Budsabong, Hayashi Fumio | 4. 巻 93 |
| 2. 論文標題 Mating calls are a sensitive indicator of phylogenetic relationships in tropical tree squirrels (Callosciurus spp.) | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Mammalian Biology | 6. 最初と最後の頁 198 ~ 206 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.mambio.2018.05.006 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 関 伸一、安田 雅俊 | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 鳥類の擬巢における外来のクリハラリス <i>Callosciurus erythraeus</i> による卵捕食 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 哺乳類科学 | 6. 最初と最後の頁 33~40 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11238/mammalianscience.58.33 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

| |
|------------------------------|
| 1. 発表者名 安田雅俊、橋本琢磨 |
| 2. 発表標題 外来リス類防除の最近の動向 (2) |
| 3. 学会等名 日本哺乳類学会2019年度大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 安田雅俊、森澤猛、森田祐介、上田 浩一 |
| 2. 発表標題 外来リスの生息をベイト法で確認し防除に結びつける |
| 3. 学会等名 日本哺乳類学会2019年度大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 安田雅俊、森澤猛、森田祐介 |
| 2. 発表標題 高島の外来リス 防除開始から1年後の状況 |
| 3. 学会等名 第9回大分自然環境研究発表会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 上田 浩一、安田雅俊 |
| 2. 発表標題 五島列島福江島における特定外来生物クリハラリスの分布調査と今後の課題 |
| 3. 学会等名 第49回長崎県生物学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 田村典子、Phadet Boonkhaw、Budsabong Kanchanasaka |
| 2. 発表標題 ハイガシラリス属7種における音声信号の種差とその生態学的意義 |
| 3. 学会等名 日本哺乳類学会2019年度大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|------------------------------|
| 1. 発表者名 関伸一 |
| 2. 発表標題 高島とその周辺海域で観察された鳥類 |
| 3. 学会等名 第9回大分自然環境研究発表会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|----------------------------|
| 1. 発表者名 安田雅俊、田村典子 |
| 2. 発表標題 外来リス類防除の最近の動向 |
| 3. 学会等名 日本哺乳類学会2018年度大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 上田浩一、安田雅俊 |
| 2. 発表標題 クリハラリスの分布をベイト法で把握する - 長崎県福江島における調査事例 |
| 3. 学会等名 日本哺乳類学会2018年度大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------|
| 1. 発表者名 安田雅俊、森澤猛、野宮治人 |
| 2. 発表標題 高島の外来リス |
| 3. 学会等名 大分自然環境研究発表会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 田村典子 |
| 2. 発表標題 クリハラリス/フィンレイソリス種群の配偶音声における方言 |
| 3. 学会等名 日本哺乳類学会2018年度大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------------|----|
| 研究 分 担 者 | 田村 典子 (林典子) | 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 等 | |
| | (Tamura Noriko) | | |
| | (20222127) | (82105) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|--|----|
| 研究分担者 | 関 伸一 (Seki Sin-Ichi) (50343801) | 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 等 (82105) | |
| 研究分担者 | 押田 龍夫 (Oshida Tatsuo) (50374765) | 帯広畜産大学・畜産学部・教授 (10105) | |
| 研究分担者 | 上田 明良 (Ueda Akira) (90353599) | 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 等 (82105) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

| | |
|-------------------------------|--------------------|
| 国際研究集会 日本・台湾合同野生動物管理学術交流会議 | 開催年 2018年～2018年 |
|-------------------------------|--------------------|

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
| | |