

令和 7 年 9 月 16 日現在

機関番号：32658

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2024

課題番号：18KK0181

研究課題名（和文）気候変動が森林性大型動物（ツキノワグマとヒグマ）の土地利用に与える影響の評価

研究課題名（英文）Evaluation of climate change affections on habitat use of forest large sized mammals, Asian black bears and brown bears in Far-East Russia

研究代表者

山崎 晃司（Yamazaki, Koji）

東京農業大学・地域環境科学部・教授

研究者番号：40568424

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：近年の気候変動で、台風が度々直撃するようになり、広範な風倒木による環境変化が起こっているロシア沿海州シホテ・アリン保護区において、ヒグマおよびツキノワグマに与える影響を評価するための研究を計画した。ただし、新型コロナウイルスのパンデミックに加え、ロシアによるウクライナ侵攻などにより、研究期間を2年延長して待ったものの、直接的な現地調査の機会は得られなかった。スナップショット的に得られたデータを用いた解析では、風倒木による開放的環境は、よりツキノワグマにマイナスの影響を与えていることが示唆された。ただし、今後のさらなるデータ補充が望まれる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界自然遺産であるシホテ・アリン保護区において、クマ類の種間関係や温暖化が原因の台風発生による森林被害の影響を調べた研究はこれまで無く、その意味で高い学術的価値を持った研究と言える。また、温暖化への一般の関心も非常に高いことから、本研究の知見は社会的意義も大きいものと考えられる。残念ながらいくつかの不可避の要因により計画通りの研究は期間内には遂行できなかったが、国際共同研究の萌芽の役割は果たしたものである。機材はすでに揃えられており、状況が好転すれば研究への再挑戦が可能である。

研究成果の概要（英文）：We planned a study to evaluate the impacts of recent climate change - specifically, the increasingly frequent direct hits by typhoons and the resulting widespread windthrow-induced habitat alterations - on brown bears and Asian black bears in the Sikhote-Alin Biosphere Reserve in Primorsky Krai, Russia. However, due to the COVID-19 pandemic and the subsequent Russian invasion of Ukraine, we were unable to conduct direct field research despite extending the study period by two years. Preliminary analyses based on limited, snapshot-like data suggest that the open habitats created by windthrow may have a more negative impact on Asian black bears. Nevertheless, further data collection is needed to confirm these findings.

研究分野：森林動物生態学

キーワード：ツキノワグマ ヒグマ 種間関係 気候変動 ロシア沿海州

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ロシア沿海地方は、大型森林性哺乳類であるツキノワグマとヒグマが同所的に生活する世界でも極めて希な地域として特徴付けられる。植物食により適応したツキノワグマと、強い雑食性を示すヒグマがどのような生息環境選択と種間関係を保つかは極めて興味深い研究課題ながら、その実態はまだほとんど明らかにされていない。

私たち国際共同研究チームは、2012年に同地での生態研究を開始している。ただし、ロシアでの各種の研究許可取得にはモスクワにある中央政府の判断が必要で長大な時間がかかるため、研究は極めてゆっくりとしたペースで進んでいるのが現状であった。

2. 研究の目的

背景で述べたように極めてユニークな生態的特徴を持つ沿海州であるが、近年の気候変動(温暖化)により、これまで同地に接近することのなかった台風が、この10年ほどの間に度々上陸して、森林被害を与えている。2016年夏には、北海道を通過した大型台風が上陸して、風倒木の発生、地形の侵食や崩壊が森林の極めて広い範囲で認められた。すでに構築されている日露の国際ネットワークを用いて、森林被害(生息環境の広範な改変)がクマ類などに与える影響を評価すると共に、北方原生林での大型野生動物の生態のモニタリング体制の確立を長期的目標とすることを本研究(5年間)の目的とした。

3. 研究の方法

2015年以降の先行調査で、すでにGPS首輪を装着している個体(9個体)の継続追跡と、その利用生息環境を踏査すると共に、自動脱落装置によりGPS首輪の回収・再利用を試みる。また、本研究期間中に、これまでに追跡実績のある個体を再捕獲(ツキノワグマおよびヒグマを各3頭以上)し、GPS首輪の再装着による継続的な行動追跡を行う。

(1) クマ類の行動追跡: 環境の変化が、種間関係に与える影響評価のために、両種の種間関係を接近検知センサーで計測する。活動状態(3軸加速度センサー)や利用外気温(外部温度計)の測位情報も解析に用いる。測位された位置情報をもとに、実際の両種の集中活動場所の現地調査を行い、実際にどのような環境要求性を有しているかの検討を行う。

(2) クマ類の食性から見た環境利用: 景観構造の影響を明らかにするために、両種の食性解析を複数の手法を用いて行う(e.g., フン分析法, 体毛安定同位体分析など)。糞の採集は、GPS追跡個体の集中利用域の踏査により行う。また、体毛については捕獲個体からの採集試料に加えて、休息場所からの採集を行う。体毛と糞は、遺伝解析により、種および性別の判別を行う。体毛の窒素および炭素の安定同位体比からは、過去の食性履歴を再現する。以上より、個体レベルでの両種の食性を定性的・定量的に把握する。

(3) 生息環境現状(森林被害)の把握と生息環境利用モデルの検討: 衛星画像と現地踏査を用いて、台風による森林被害の現状を可視化する。その上で、実際のクマ類の環境利用を重ね合わせて、その環境選択性をモデル化する。また、保護区事務所が実施する予定の、有蹄草食獣の分布現況調査結果を併せて、クマ類への生息環境変化の影響を評価する。具体的には、以下の項目を検討する。台風上陸前後の両種の行動パターンを解析して、大規模風倒が両種の行動パターンに与える影響を評価する。さらに、台風上陸後に撮影された衛星写真に、台風上陸後に取得されたクマの移動軌跡を重ね合わせることで、クマ類が風倒箇所を選択、あるいは回避しているかの検証を行う。また、台風上陸後に撮影された衛星写真から風倒箇所を抽出すると共に、それらの情報を、すでに作成したシホテ・アリン生態圏保存地域およびその周辺の基礎的な植生GISマップに重ね合わせることで、風倒により影響を受けた植生タイプを明らかにする。

本研究は、ロシア科学院極東地理学研究所のセオドーキン博士を中心に、シホテ・アリン自然保護事務所、ロシア極東大学、WCSロシア事務所、ノルウェー・ノルド大学との共同研究として進めるものである。

4. 研究成果

3で示した研究計画に沿って進められる見込みであったが、後述の理由により進捗は大幅に遅れ、最終的にはさらに研究期間を2年間延長して2024年度まで研究の実現を目指したが、結果的には大部分の研究計画の遂行は叶わなかった。

そのため、研究成果としての学術論文は本研究の主テーマではない論文2報が刊行されたに留まり、著書も普及啓発書の中の1章を充てた単行本1冊となった。

以下の(1)~(3)に記した成果には、本研究の準備期間に得られたデータも加えてある。断片的なデータが多いが、今後それらをつなぎ合わせて何とか論文化を進めていく予定である。

なお、現地の研究協力者には、ウクライナ侵攻の影響で母国に引き上げたり、国内の職場異動で消息が掴めなくなっている研究者も存在する。しかし、数人とはまだ連絡を取ることが可能であり、本研究期間を通じて各種研究機材の整備と日本国内での試験運用を続けているので、この後状況が改善されれば、沿海州での研究を再開できる機会はあると考えている。また、そうあって欲しいと強く願うものである。

【研究成果が見込み通りとならなかった理由】

ロシア連邦政府からのサンプル輸出許可の困難：クマ類体毛や血液などの日本への持ち込みに関するCITES許認可では、日本側（通産省）の輸入許可証は得られたが、ロシア側の輸出許可証が最後まで発行されなかった。後述するようにロシア側の協力機関の体制が大きく変わったため、現在サンプルの保管状態は確認できない状況である。

新型コロナによる影響： 2020年3月からパンデミックに入ったため、ロシアへの渡航が制限される状況が2021年度まで続いた。

ロシアによるウクライナ侵攻： 2022年2月にはロシアによるウクライナ侵攻が始まり、西側の諸国と足並みを揃える日本は非友好国との位置づけになった。このため、新型コロナが落ち着いたものの、再びロシアへの渡航が難しい事態に陥り、この状況は現在も続いている。

(1) クマ類の行動追跡

2016年から2017年にかけて、ツンシャ川の流域において、ツキノワグマ7個体、ヒグマ4個体の計11個体（延べ12個体）を学術捕獲した。すべてがオス個体で、衛星首輪装着個体の種ごとの内訳は、ツキノワグマ5個体、ヒグマ4個体となった。個体の一部は2018年以降まで追跡され、ツキノワグマ、ヒグマ両種共に、数十キロの単位で極めて広範に生息環境を利用していることが明らかになった。また、ツキノワグマ、ヒグマ共に、一部の個体は内陸部だけではなく、海岸線までの長距離移動を行った。首輪に内蔵された近接検知センサーにより、ツキノワグマおよびヒグマの組み合わせで両個体の測位データを伴って作動した事例は計5組であった。いくつかの例では、両種が遭遇していたと想像できたが、ほとんどの場合、両種は反対方向に移動を行って距離を空ける行動をとった。直接的な闘争などは回避されていたようである。1例では、ヒグマがツキノワグマを追いかけているようにも見えた。



図：首輪に内蔵された近接センサーが作動した際のヒグマとツキノワグマの動きの事例

(2) 糞と体毛分析による食性解析

2018年までに現地の研究協力者の衛星追跡個体の集中利用域の踏査などにより、200個近くの新鮮な糞と、安定同位体分析用の体毛を主に寝場所において収集した。これまでに、ツキノワグマおよびヒグマの計148個の分析を終えた。遺伝子分析による糞の排出者の種判別にまだ不確定なところがあるため、クマの種類を分けた集計にはなっていない。しかし、ツキノワグマとヒグマの夏の食物品目では、アイヌブキやキツリフネなどの共通品目も多かったものの、ツキノワグマではサクラ属、ヒグマではコケモモやスグリが多い傾向があった。より樹上生活に適応したツキノワグマでは木本の果実を、またツキノワグマよりは開放的環境を好み、大きなオス成獣では木登りが難しいヒグマでは、地上性の食物に依存しているという点で、当初の予測を支持するものであった。

安定同位体分析については体毛の日本への輸入が出来ていないため行えていない。また、残りの糞についても現地保管されたままである。

表：衛星追跡されたヒグマおよびツキノワグマの糞から検出された食物品目(2017年春から夏)

植物質	日本表記	出現頻度 (%)
Green vegetation	草本	71.6
Poaceae	イネ科	0.7
Petasites tatewakianus	アイヌブキ	2.0
Impatiens noli-tangere	キツリフネソウ	0.7
Carex	スゲ属	4.1
Woody plants (leaves)	木本(葉)	8.8
Cambium	木の皮	18.9
Salix (leaves)	ヤナギ(葉)	0.7
Salix (flowers)	ヤナギ(芽)	0.7
Actinidia	マタタビ	0.7
Prunus	サクラ	13.5
Vaccinium vitis-idaea	コケモモ	3.4
Pinus koraiensis	チョウセンゴヨウ	10.1
unknown seeds	不明種子	10.1
unknown mushroom	キクラゲ?	7.4
wheat	麦	0.7
動物質		0.0
Ant adult	アリ類成虫	28.4
Ant pupae	アリ類蛹	8.1
bird	鳥類	2.0
elk	エルク	0.7
mask deer	ジャコウジカ	0.7
red deer	アカシカ	2.0
roe deer	ノロジカ	1.4
bear	クマ類	3.4
sable?	テン属	0.7
wild boar	イノシシ	2.7

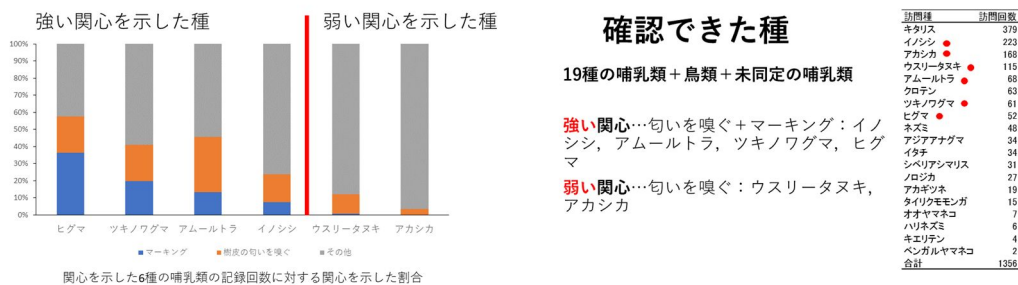
(3) カメラトラップ調査

クマ類が利用しているマーキングツリーへのカメラトラップの設置を、2015年10月～2016年10月に調査地内の5つの流域に計37台を設置した。

その結果、静止画 (n=28,688) と動画 (n=6,332) を合わせて計35,020 ファイルを得た。撮影された哺乳類は計19種で、その内マーキングツリーに対して匂いを嗅ぐ、マーキングを行うなどの興味を示した種はイノシシ、アカシカ、ウスリータヌキ、アムールトラ、ツキノワグマ、ヒグマの6種であった。トラは主に薄暮から夜間、クマ類は日中にマーキングツリーを利用した。

クマ類では背擦りの頻度、滞在時間共にツキノワグマよりヒグマの方が高かった。ツキノワでは背部皮膚腺が発達していない可能性や、ヒグマやトラの潜在的捕食者を避けている可能性も考えられた。また、背擦りはヒグマではオスのみが行ったが、ツキノワグマではメスも行った点で異なった。

図： マーキングツリーへの種ごとの応答



(4) 風倒木による環境変化への種間での環境選択性

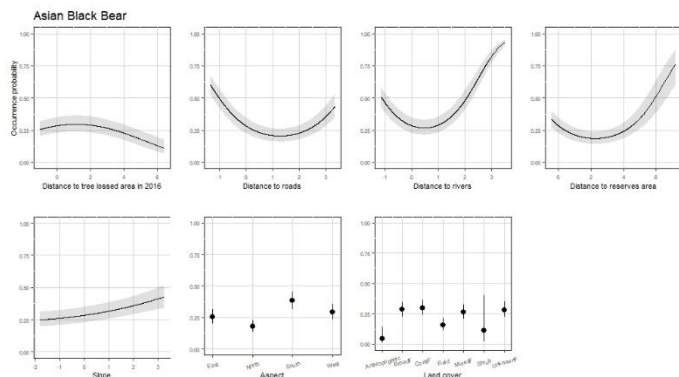
調査地を台風(Lionrock:日本名10号)が通過したのは2016年8月30日から31日であった。シホテ・アリン山脈に広範囲な風倒木地が発生したが、その被害位置についてはGlobal Forest Watchから2016年と2017年の森林消失データを入手して判読した。これは、シホテ・アリン自然保護区(世界遺産)での森林伐採は基本的に行われていないためである。

解析には、ツキノワグマ6個体およびヒグマ5個体の測位データを用いた。解析では、台風通過以降のデータのみ取り扱った。また、各首輪は近接センサーを内蔵し、個体同士が接近すると測位頻度が5分間隔に上がるようになっていたため、当該の測位頻度が高くなった部分は除去した。

それぞれの行動圏をMCP100%により算出し、各行動圏の中に測位データの数と近い数のランダムポイントを生成した。説明変数として、植生データ(Copernicusから入手し目的に沿って再分類)、保護区の有無、標高、斜度、斜面方位、河川・道路からの距離、森林消失地までの距離を用いてヒグマとツキノワグマそれぞれでモデル解析した。

その結果、森林消失データでは、ツキノワグマの方がヒグマよりも森林消失箇所から離れるほど値が大きい傾向にあった。また、傾斜角(Slope)では、ヒグマの方が平らな場所、かつ川に近い場所を好む傾向が認められた。台風による環境変化は、より森林に依存するツキノワグマに効いていた可能性が示された。

図： ツキノワグマについてのモデル解析結果



(5) サーマルドローンによるクマ類調査の可能性

直接観察が難しいクマ類の調査手法として、サーマルカメラを搭載したドローンの適用を検討した。ロシア調査地での運用が出来なかったため、比較的観察が容易な福島県浜通りの平地林

を試験地，また対象種をイノシシとして実施した。

浜通りの相馬市の常磐自動車道周辺の森林パッチ（以下，孤立林）4 か所を選定した。選定地は，落葉広葉樹を主体とする植生を持つことと，事前調査でセンサーカメラを設置してイノシシが撮影された孤立林であることを条件とした。面積は，孤立林1は20.19ha、孤立林2は17.71ha、孤立林3は11.04ha、孤立林4は27.53haであった。

調査では，以下の2つの調査結果の比較を行った。

・イノシシ掘り返し跡調査： イノシシの掘り返し跡は，イノシシ生息密度指標と成り得るとい
う先行研究があるため4つの孤立林で2024年12月に踏査による掘り返し跡調査を実施した。
踏査距離1kmあたりの掘り返し跡数を算出した。

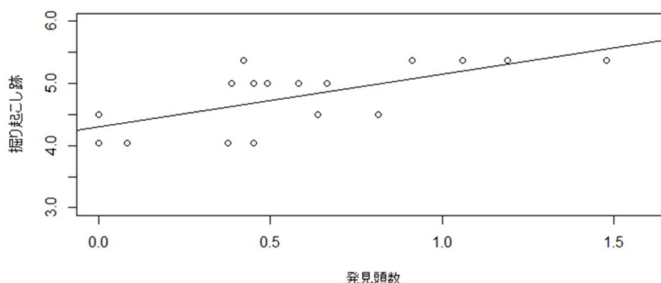
・サーマルカメラ搭載ドローンによるイノシシ確認調査： サーマルカメラ搭載ドローン（DJI
Mavic 3 Thermal）によるイノシシ確認調査は，2024年11月から12月に実施した。飛行方法
は，プログラム飛行であるライトランセクト法と、手動飛行であるポイントカウント法を採用
し，手動飛行と自動飛行での比較を行った。飛行高度は，対地高度約65mで行った。飛行速度は
3～4km/hで，サーマルカメラは倍率2倍，可視カメラは7倍を基準とした。カメラ画角は90
度とした。

ライトランセクト法とポイントカウント法共に，対地高度65mからでもイノシシの姿を鮮
明に確認できることが分かった。また，飛行許可の関係からすべて日中での飛行としたが，それ
でもサーマルカメラの画像でイノシシを確認することは容易であった。

掘り起こし跡数と発見頭数の関係については，ライトランセクト法，ポイントカウント法共に
有意な相関が認められ，イノシシ生息数の把握にドローンが省力的なツールとして有用である
可能性が示された。

クマ類についての適用はできな
かったが，イノシシでの試験から考
え，有用な手法であることが期待さ
れる結果となった。

図： ライトランセクト法による
イノシシ発見頭数と掘り起こし跡
数の関係



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Pacific Geographical Institute FEB RAS, Seryodkin I. V., Ogurtsov S. S., Tsentralno-Lesnoi State Nature Biosphere Reserve, Yamazaki K., Tokyo University of Agriculture, Goto Y., Ibaraki Nature Museum, Miquelle D., Wildlife Conservation Society	4. 巻 42
2. 論文標題 Cannibalism by Asiatic Black Bear (<i>Ursus thibetanus</i>) in the Sikhote-Alin (Russian Far East)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology	6. 最初と最後の頁 99 ~ 104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26516/2073-3372.2022.42.99	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 Bombieri G, Seryodkin I, Yamazaki Ki et al.	4. 巻 21
2. 論文標題 A worldwide perspective on large carnivore attacks on humans	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 PLOS Biology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pbio.3001946	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

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Ivan Seryodkin・山崎晃司・鈴木 天翔・泉山茂之・釣賀一二三・小池伸介・後藤優介・Dmitry Gorshkov・Dale Miquelle
2. 発表標題 ロシア沿海州でのマーキングツリーのクマ類およびその他の動物の利用について
3. 学会等名 日本哺乳類学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ivan Seryodkin, Koji Yamazaki, Tensho Suzuki, Shigeyuki Izumiyama, Hifumi Tsuruga4, Shinsuke Koike, Yusuke Goto, Svetlana Soutyrina, Dale Miquelle
2. 発表標題 Evaluation for secondly users of marking trees in Sikhote-Alin Nature Reserve in Primorsky region, Far-East Russia
3. 学会等名 The 12th International Meeting of Asian Society of Conservation Medicine (ASCM) in Phnom Penh, Cambodia 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 後藤優介・山崎晃司・泉山茂之・釣賀一二三・小池伸介・Ivan Seryodkin・Dmitry Gorshkov・Dale Miquelle
2. 発表標題 ロシア沿海州・シホテ・アリン自然保護区におけるツキノワグマ・ヒグマ・トラによる背擦り木の相互利用事例
3. 学会等名 日本哺乳類学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 山崎晃司	4. 発行年 2019年
2. 出版社 フライの雑誌社	5. 総ページ数 264
3. 書名 ムーンベアも月を見ている	

1. 著者名 山崎晃司	4. 発行年 2025年
2. 出版社 日本文芸社	5. 総ページ数 128
3. 書名 眠れなくなるほど面白い クマの話	

〔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	釣賀 一二三 (Tsuruga Hifumi) (50287794)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所・研究主幹 (80122)	

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	小池 伸介 (Koike Shinsuke) (40514865)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授 (12605)	
研究分担者	後藤 優介 (Goto Yusuke) (20574312)	ミュージアムパーク茨城県自然博物館・資料課(兼務)・学芸員 (82120)	

	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
研究協力者	セオドーキン イバン (Seryodkin Ivan)	ロシア科学院・Biologist	
研究協力者	ゴルシコフ ディミトリー (Gorshkov Dmitry)	シホテアリン保護区管理事務所・Director	
研究協力者	ミケール デール (Miquelle Dale)	野生動物保全協会・Russia Far East Office・Director	
研究協力者	ペテルネンコ ユーラ (Petrunenko Yury)	ロシア極東大学・博士課程院生	

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0件

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

米国	Wildlife Conservation Society			
ロシア連邦	Russian Academy of Science	Pacific Geographical Institute		
ロシア連邦	Sikhote-Alin Nature Reserve			
ロシア連邦	Russian Academy of Science	Far East Botanical Garden-Institute		
ノルウェー	NORD University	Faculty of Biosciences and Aquaculture		
ロシア連邦	Far East University			