

頂点捕食者が存在する生態系から見る北海道へオオカミ再導入の可能性

大久保 響・吉村 珠美・山内 大樹・星野 弘方*

Possibility of reintroducing wolves to Hokkaido (Japan) based the viewpoint of ecosystems with apex predators

Kyo OHKUBO, Tamami YOSHIMURA, Taiki YAMAUCHI and Buho HOSHINO*
(Accepted 7 July 2022)

1. はじめに

エゾオオカミ (*Canis lupus hattai*) が絶滅した北海道では近年エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の爆発的な増加に伴い、エゾシカ (*Canis lupus hattai*) による農林業被害が 38 億円 (2019 年) になり、列車との衝突などの交通事故数の合計が 5,763 件に上るなど生態系への悪影響を含め様々な被害が問題となっている。そのため、北海道は 2000 年以降、エゾシカ保護管理計画を策定し、エゾシカと人間との軋轢の軽減と共生を図ってきた。しかし、エゾシカ保護管理計画 (第 5 期) において、エゾシカの目標個体数が約 30 万頭であるのに対し、2019 年におけるエゾシカ推定生息数は 67 万頭と少し減少傾向にあるものの、依然として高い水準にある (北海道 2021)。かつて北海道に生息していたエゾオオカミは 1890 年頃 (俵 1990)、本州以南に生息していたニホンオオカミ (*Canis lupus hodophilax*) は 1905 年頃 (栗栖 2004) にそれぞれ絶滅した。日本列島本来の生態系の復元やエゾシカの個体数抑制のため、生態系食物連鎖の頂点に立つオオカミ再導入案の検討が出始めている (丸山 2014)。

一方、牧畜業を国の主な産業としているモンゴル国では、今も遊牧民とハイイロオオカミ (*Canis lupus* 以下: オオカミ) が同じ草原で暮らしており、両者には長い共存関係がある。オオカミに対する記述は必ずモンゴルの歴史と文化の中の一節を占めている。モンゴルの伝統文化においてもオオカミは重要な役割を果たしており、チンギス・ハンの生い立ちについて記した元朝秘史では「天から生まれたブルテ・チノ (蒼き狼) とその妻グア・マラル (白き牝

鹿) は海 (テンギス) を渡り、オノン川の源流であるカルドゥン山脈に定住し、バツァガン (チンギス・ハンの祖先) という息子を産んだ」とされている (モンゴル秘史(1)1970)。チンギス・ハン自身も「オオカミに狩りの仕方を教わった」と述べ、部下には「柵に入ったオオカミを殺すな」と命じていることから昔からモンゴル人がオオカミに対して強い畏敬の念を持っていたことがわかる (モンゴル秘史(1)1970)。ただし、人口が 336 万 4,622 人に対して、家畜総頭数が 7094 万 9900 頭 (2020 年) にも達したモンゴルの遊牧社会において、家畜は何より大切な財産であり、家畜を殺すオオカミとモンゴルの遊牧民が長期にわたって共存できた原因について本稿はモンゴル国で遊牧民、国立公園のレンジャーにアンケート調査を行い、ほかにフィールド調査、モデルのシミュレーションを踏まえ、モンゴル国におけるオオカミの生息条件、生息地環境の解析からオオカミの北海道への再導入の可能性と課題について検討した。オオカミはエゾシカの動態に影響を与えていたという見解 (丸山 2014) と、シカの個体数抑制効果に懐疑的な見解 (揚妻 2013) がある。絶滅から 100 年以上が経過した北海道にオオカミの生息環境があるのだろうか。

2. 研究対象地と対象動物

1) 研究対象地

研究対象地 I をケーススタディ対象地域としてオオカミが生息しているモンゴル国ホスタイ国立公園 (Hustai National Park: 以下 HNP) を選択した。HNP はモンゴル国トゥブ県に属し、首都ウランバートルから南西に約 100 km に位置する面積が 50,620

* 酪農学園大学農食環境学群環境共生学類環境リモートセンシング研究室
Lab. of Environmental Remote Sensing, Department of Environmental Sciences, College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University

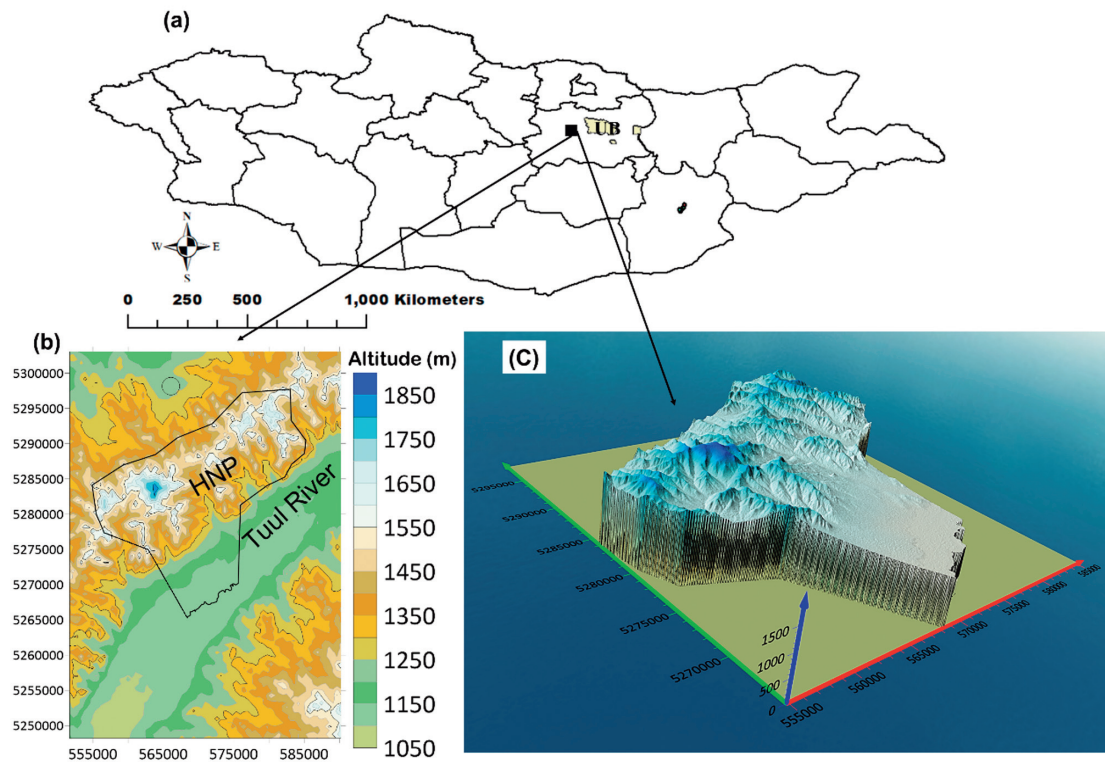


図1 研究対象地Ⅰ：モンゴル国ホスタイ国立公園（HNP）（ただし，(a) はモンゴル国境；(b) は ©USGS SRTM データから作成した HNP 標高；(c) は HNP 地形 3D マップ）（©USGS：United States Geological Survey，略称：USGS，アメリカ地質調査所；SRTM（Shuttle Radar Topography Mission）スペースシャトルの地形データ（解像度 30 m））

ha で，標高 1,100 m～1,840 m にまたがる。1993 年にモウコノウ (*Equus ferus przewalskii*) を保護する目的で保護区として設定され，当初はわずか 16 頭のモウコノウマが移入されたが，導入と繁殖を繰り返して 2019 年には 335 頭まで数を増やし，公園の管理も 1998 年には IUCN の保護地域区分のレベル II である国立公園に指定され，2003 年に NGO に管理を委任してからは完全 NGO 体制での公園管理が始まった。HNP は絶滅した大型哺乳類の再導入成功事例として世界的に注目されている。HNP に生息しているオオカミはハイイロオオカミの一種であり，146 頭（2017 年当時）が生息している。ハイイロオオカミは，世界各国に約 30 万頭生息し，IUCN のレッドリスト（2020）において，Least Concern (LC) 「低懸念」種に分類され，個体数は「安定」とされている（IUCN 2020）。オオカミの形態と大きさは，生息地域によって異なる。HNP などに生息するハイイロオオカミは，頭胴長 82～160 cm，尾長 32～56 cm，オス体重 20～80 kg，メス体重 18～60 kg である（Batsaikhan, et al., 2016）。かつて北海道に生息していたエゾオオカミの平均的な体

重は 31 kg～36 kg と記録されており，大型のオオカミだったことがわかる（エドウィン 1930）。

HNP 周辺の気候はステップ気候であり，少ない降水量から育まれる広大な草原とわずかな森林が存在する。公園内の草原や森林では，コアエリアにはモウコノウマ (*Equus ferus przewalskii*) やアカシカ (*Cervus elaphus*)，モウコガゼル (*Procapra gutturosa*)，シベリアンマーモット (*Marmota sibirica*)，ハイイロオオカミ (*Canis lupus*) などが生息し，バッファゾーンには遊牧民が暮らしている。HNP は，「オオカミの生息環境」と「人間の生活環境（遊牧民の放牧地）」が重なり合う地域として，人とオオカミの共存を考える上で重要なモデル地区でもある。地形的にホスタイ山脈に属し，南側にトゥール川 (Tuul River) が流れている（図 1）。

研究対象地Ⅱはオオカミ再導入シミュレーション地域として北方四島を除いた北海道を選んだ（図 2）。北海道には世界自然遺産の知床国立公園 (Shiretoko National Park) があり，ヒグマやエゾシカの生息分布域として知られている。また大雪山国立公園 (Daisetsuzan National Park) が北海道の中

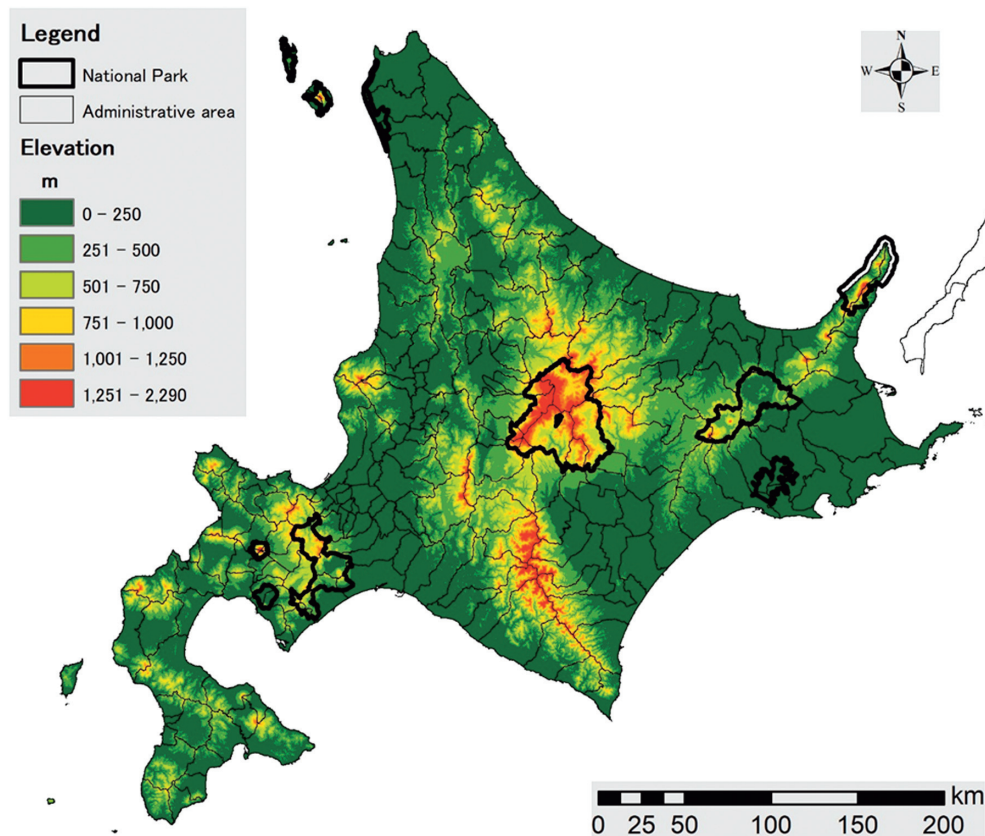


図2 研究対象地Ⅱ 北海道の標高（国土地理院の基盤地図情報数値地形5mメッシュ）（地図の中の黒線は国立公園）

央部に位置し、ヒグマ、エゾシカ、エゾオコジョなどの哺乳類や、北海道の寒冷な岩場に生息する絶滅危惧種のエゾナキウサギ、および貴重な高山植物が分布している。しかし、これらの貴重な資源が高密度化するシカの食害によって危機な状態に置かれている（環境省 2013）。

2) 研究対象動物

研究対象動物としてのオオカミはハイロオオカミであり、日本ではタイリクオオカミと呼ばれている（写真1）。ハイロオオカミは、ユーラシア大陸に11亜種、北アメリカ大陸に5亜種いるとされているが、専門家によって意見が異なる。ユーラシア大陸の11亜種には、HNPに生息するヨーロッパオオカミが含まれる（桑原 2014）。また、石黒（2012）による遺伝子解析によって、北海道に生息していたエゾオオカミはカナダ・ユーコン地方に生息するオオカミ（*Canis lupus occidentalis*）と塩基配列が完全に一致したため、遺伝子の観点からもアジアと北アメリカ大陸に生息するハイロオオカミに分類される。このことからエゾオオカミは、最終氷河期に

ユーラシア大陸からサハリンを経由して渡来してきたとされている（石黒 2012）。一方、ニホンオオカミは、ユーラシア大陸に生息するオオカミとは離れた存在であり、孤立した集団であると報告されている（石黒 2012）。オオカミは「パック」と呼ばれる群れを形成し行動する。パックは繁殖ペアであるオスとメスをリーダーとし、繁殖ペアから生まれた子で構成されている。平均的なパック内の頭数は、4～7頭ほどであるが、エサ資源の大きさや密度、地形、季節などの影響を受ける（Macdonald 1983）。パックの行動圏もエサ資源の大きさや密度などにより変化し、100～13,000 km²である（Mech 1970）。

採食は、小さなげっ歯類からシカなどの大型有蹄類まで様々な哺乳類、果実類、昆虫、魚や鳥など、多種多様なものを捕食する食習性があるが、主に大型有蹄類を捕食する（桑原 2014）。オオカミの繁殖期は1～4月、妊娠期は3～5月、出産期は5～6月とされている。繁殖活動は、草食獣の子供が生まれる時期に合わせており、妊娠期は、60～63日である。出産では、1～11頭ほどの子供を産むが地域によって異なり、高緯度になるほど出産数は少なくな



写真1 HNPに生息するハイロオオカミ (HNP マネジャーの Mr. Uuganbayar Ganbold 撮影)

る (桑原 2014)。

3. 研究方法

1) アンケート調査

HNP においては、国立公園付近 (半径 30 キロ) に住む遊牧民やレンジャーを調査対象とした。アンケートの配布・回収の方法は、調査対象の遊牧民やレンジャーの世帯を直接訪問し、調査の趣旨を伝え、アンケート用紙に記入してもらい回収した。アンケートの内容はオオカミ観に関する設問を 4 つ設けた (表 1a)。北海道に暮らす人々と HNP に暮らす人々を対象にアンケートを実施した。インターネット、及び Google フォームを利用して同様のアンケートを行った (表 1b)。

2) トレッキング調査

HNP の生息地におけるオオカミの痕跡の位置情報の収集のため、GPS 衛星追跡装置 (Garmin

GPSMAP 64) を用いて 2019 年 8 月 17~25 日の計 9 日間トレッキング調査を行った。調査はオオカミの営巣地周辺を中心に調査し、オオカミのフン、足跡、食痕、および目撃地点の位置情報を記録し、GPS に記録された位置情報を用いてオオカミの巣の位置の特定と巣周辺の生息地環境の空間データベースを構築した。

3) 生息適地モデルの構築

① Maxent モデル

Maxent (Maximum Entropy Method) モデルとは環境変数と種の存在地点を使用して生息の制約条件を計算し、この制約条件下での最大エントロピーの可能な分布域 (その確率分布 $H(p)$) を推定するモデルである。Phillips ら (2006) の研究では、Maxent モデルは、ほかの同様のニッチモデルと比較して、予測パフォーマンスとモデルの安定性の両方で最高である (Phillips et al., 2006; Barker et al.,

表 1(a) モンゴル HNP および周辺遊牧民へのアンケート調査用紙 (インタビュー方式を使用)

[HNP] 設問内容	
1	オオカミの印象について
2	オオカミは生態系に必要か
2.1	(必要の場合) なぜオオカミが生態系に必要だと思うか
3	オオカミを見たことがあるか
3.1	(はいの場合) 見たときの距離
3.2	見たときの時間
3.3	見たときの頭数
3.4	見たときの感想
4	オオカミは怖いかな

表 1(b) 北海道に住む人へのアンケート調査用紙 (Google form を使用)

[北海道] 設問内容	
1.1	居住地
1.2	性別
1.3	年齢
1.4	職業, 将来的に興味のある分野
2	オオカミの印象
3	オオカミは怖いかな
4	健康であるオオカミは人を襲うと思うか
5	オオカミ再導入について
5.1	(賛成の場合) なぜ賛成か
5.2	(反対の場合) なぜ反対か

2006)。計算式は以下の通り（式1）である。

$$H(p) = P_x \left[\log \frac{1}{P_x} \right] = - \sum_x P_x \log P_x \quad (1)$$

ただし、 P_x は確率を表し、 x はイベント（種の分布）、 $\log(1/P_x)$ はインパクト（種がおかれている環境因子）を表す。

捕獲したHNPに生息するオオカミ3個体に装着したGPS（Global Positioning System, 全球衛星測位システム）首輪から取得した衛星追跡データ（経度・緯度）を種（ここではオオカミ）の分布データとし、地理情報システム（Geographic Information System, GIS）から構築したオオカミ生息地環境の空間データを生息地環境因子のデータとして、Maxentモデルを構築した。生息環境因子データレイヤーには：a. 「標高（Elevation）」、b. 「アカシカの密度（Density to Red deer）」、c. 「森林までの距離（Distance from forest）」、d. 「道路までの距離（Distance from Road）」、e. 「ゲル（遊牧民の居住地）までの距離（Distance from Ger）」の5つを選択した。またデータの空白場所の補填には地球統計学手法の「クリギング（Kriging）」を用いた。そのほかに、行動圏の推定には「カーネル密度（Kernel density）」推定法、空間距離の計算には「ユークリッド距離（Euclidean Distance）」法、影響要因の重み付けには「加重オーバーレイ（Weighted Overlay）」法をそれぞれ使用した。

② ハビタット適性指数（HSI）モデル

HSIとはハビタット適性指数（Habitat Suitability Index（以下HSI））のことで、その値は（0-1）間に分布し、HSI値が0だと（不適）～HSI値が1だと（最適）と分類する。最も簡単な方法は各環境因子のSI（Suitability Index）値を合計してその平均値をとる算術平均法を用いる。例えば、式(2)のように示したようである。

$$HSI = \frac{SI_1 + SI_2 + \dots + SI_n}{n} \quad [SI_n: \text{環境因子 } n \text{ 分の } SI] \quad (2)$$

また、複数の環境因子のなかで特に生物の生息を決定する制約条件に重み付けを行い、重み係数を加算し、加重オーバーレイの方法で算出する。例えば式(3)のように、

$$HSI = \sum_{i=1}^n w_i C_i \prod_{j=1}^m r_j \quad (3)$$

ただし、 C_i は環境因子を示す従属変数であり、 W_i は重み係数である。

北海道でのオオカミ生息適地を明らかにするため、北海道のHSIモデルを構築した。北海道のHSIモデルの式は以下のように表現される。

$$HSI = \frac{3(2SI_1 \times SI_2)^{\frac{1}{3}} + SI_3 + 6(SI_4 \times 2SI_5 \times SI_6)^{\frac{1}{4}}}{10} \quad (4)$$

ただし、本稿では SI_n は各環境要因から算出された最適指数（閾値）を示す。数値は重み係数を示している（各環境因子の値の設定は結論の「北海道におけるオオカミの生息適地予測」を参照）。

4) 文献調査

インターネットの検索エンジンを使って「オオカミ」の研究と関連付けるキーワードを「和文」と「英文」で複数入力し調べ、現れた記事・雑誌論文、および書籍を入手して分析した。また、モンゴル語と日本語で書かれたモンゴル秘史（モンゴル秘史（1）1970）の中に現れたオオカミ関連の記述を分析した。

4. 結 果

1) アンケートの結果

HNPのアンケートは24票を配布し、全部回収されたが、そのうち3票は無回答であったため除外した。当時HNPバッファゾーンに住む遊牧民は全部で30軒あったが6軒は留守だった。回収率は100%、有効回答率は87.5%である。

また日本でのアンケートでは452票回収され、その中の在住地が北海道と回答した票のみを抽出し、113名分を解析対象とした。解析の対象者の属性を表2に示す。

① オオカミに対する印象

オオカミに対する印象はHNPでは81.0%が「オオカミの印象が良い」という回答に対し、4.8%は「オオカミの印象が悪い」と答えた。また14.4%の人は「その他」と答えた；一方、北海道では8割（78.8%）近くが「オオカミは好き」と答え、0.9%の人が「嫌い」と答えた。「その他」は20.4%であった。

② 野生のオオカミは怖いと感じるか

HNPでは、95.2%の人が「オオカミは必要である」と回答したのに対し、4.8%の人は「不必要」と答えた；一方、北海道では「怖い」（45.1%）と「少し怖い」（46.0%）と答えた人の合計が9割近くであった。また「全く怖くない」と答えた人は2.7%で、その他が6.2%だった。HNPの対象者の8割近くが「オオ

表2 HNPと北海道（下線部分）に住むアンケート回答者の年齢・職業構成

性別	HNP	北海道	年生	HNP	北海道	職業	北海道
男性	15 (71.4%) ;	<u>57 (50.4%)</u>	<20	0 (0.0%) ;	<u>3 (2.7%)</u>	農業／林業	<u>18 (15.9%)</u>
女性	6 (28.6%) ;	<u>42 (37.2%)</u>	20-29	9 (42.9%) ;	<u>63 (55.8%)</u>	畜産／酪農	<u>23 (20.4%)</u>
未回答		<u>14 (12.4%)</u>	30-39	4 (19.0%) ;	<u>19 (16.8%)</u>	その他	<u>72 (63.7%)</u>
			40-49	6 (28.6%) ;	<u>16 (14.2%)</u>		
			50-59	2 (9.5%) ;	<u>11 (9.7%)</u>		
			>60	0 (0%) ;	<u>1 (0.9%)</u>		

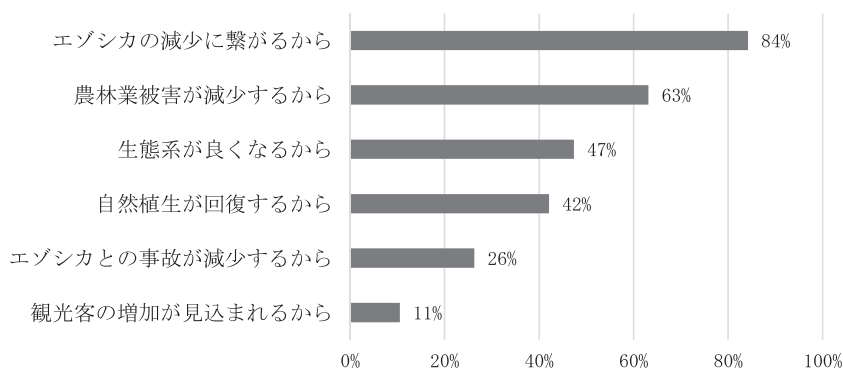


図3a 北海道に住む人のオオカミ再導入に賛成する理由 (N=28)

カミを実際に見たことがある」と答えているのに対し、北海道の対象者の中で「怖い」と答えた人のうち75%が「実際に野生のオオカミを見たことがない」と答えている。

HNPの「オオカミは必要である」と答えた人を対象に、なぜオオカミが必要かについて尋ねたところ、8割近くの人が「生態系の一員であるために必要」と答えた。

③ オオカミは人を襲うと思うか

北海道の対象者のみに「オオカミは人を襲うと思うか」について尋ねたところ、「頻繁に襲う」(6.2%)と「たまに襲う」(48.7%)と答えた人の合計が5割を上回った。また、「ほとんど襲わない」(27.4%)と「全く襲わない」(1.8%)が合わせて3割あり、「分からない」と答えた人は15.9%あった。

④ 北海道へのオオカミ再導入について

北海道へのオオカミ再導入について北海道の対象者に尋ねたところ、「賛成」と答えた人は16.8%、「反対」は75.2%、「わからない」は8%であった。

⑤ なぜオオカミ再導入に賛成か

北海道に住むオオカミ再導入に賛成と答えた人を対象に、なぜオオカミ再導入に賛成するのかについて、その理由は(図3a)「エゾシカを捕食し、個体数減少に繋がるから」と答えた人は84.2%、「農林業被害が減少するから」は63.2%であり、いずれも6割を上回った。

⑥ なぜオオカミ再導入に反対か

なぜオオカミ再導入に反対するのかについて、その理由(図3b)は「オオカミを管理することが困難だから」、「家畜への被害が懸念されるから」、「再導入後の予測ができないから」、「人への被害が懸念されるから」と答えた人が6割を上回った。

2) 文献調査とインタビューの結果

オオカミ再導入を実施するにあたり、オオカミが人を襲わないことが求められる。しかし、童話「赤ずきんちゃん」などでオオカミが人を襲うシーンが描かれ、世界的にオオカミが人を襲うイメージが日本社会に定着している(丸山2019)。日本オオカミ協会は『オオカミ冤罪の日本史—オオカミは人を襲わない』などを出版し、オオカミは人を襲わないことを訴えている(丸山2019)。一方、環境省はオオカミによる人への影響を不安視している(環境省2013)。さらに、加藤(2005)は、「最大の問題は人の生命・身体への被害の可能性である」と指摘している。

① ホスタイ国立公園における人身被害

HNP前所長(1992-2015年)であるDr. Namkhai Bandiにインタビューしたところ、HNPにおいてオオカミによる人身被害は0件と全くないと答えた。しかし、過去に1件、オオカミに人が襲われそうになった事件があると述べた。当時の状況について、

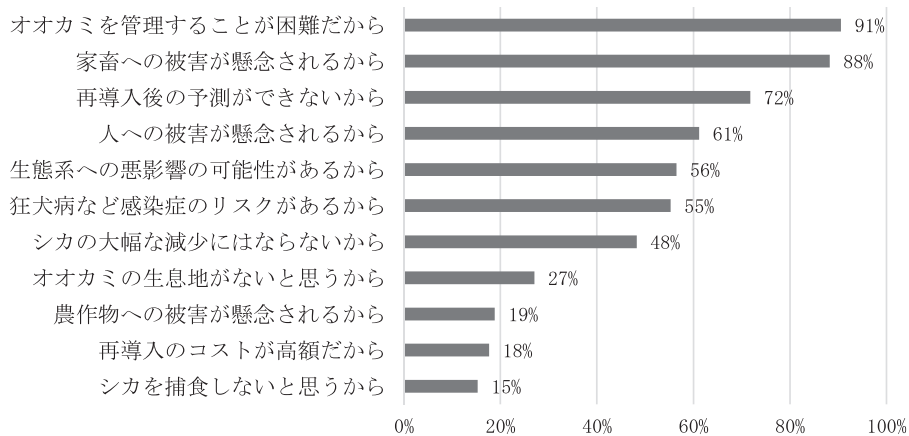


図 3b 北海道に住む人のオオカミ再導入に反対する理由 (N=85)

「罾にかかったオオカミが罾ごと持って森林へ逃走したため、それを追ったレンジャーに対し、森林からオオカミが出てきて人を威嚇したため、銃で駆除した」と語った。Dr. Namkhair Bandi は、オオカミは自身が危機的状況に陥った場合のみ、人を襲う可能性があるとともに述べ、HNP での本事例もオオカミ自身が危機的状況に陥ったため、襲いかかろうとしたと話している。

モンゴルでの人身被害の記録は、報告されているものの、被害の件数や狂犬病の関与について詳しく記録されていないため、被害の詳細については依然不明である (Linnell 他 002)。

② 北海道における人身被害 (過去の文献記録)

北海道でのオオカミによる人身被害の記録は確認されなかった。一方、オオカミが人を襲わなかった記録が確認された。古代からオオカミは現在のよう「人を襲う獣」としてではなく一種の神格さえ付与された存在であった。石城・中川 (2005) は、古代から 1896 年頃絶滅するまでの間、北海道で人間がオオカミに襲われた事例はないと述べている。また、オオカミの積極的な駆除を先導したエドウィン・ダン は回想録で「北海道の狼は手に負えない獣ではあるが、目標になる獲物のある限り人間にとって危険はない」と述べており、牧畜業には大なる脅威だったものの、人を襲う危険はなかったと述べている (ウォーカー 2009)。さらに、家畜 (特にウマ) への被害が増加した要因には、乱獲と大雪によるエゾシカの激減が挙げられている (ウォーカー 2009)。

③ 本州における人身被害 (過去の文献記録)

江戸時代には狂犬病に感染したオオカミが人を襲うようになったと書かれていて、本州でのオオカミによる人身被害は記録されているものの (ウォー

カー 2009)、被害はほとんどなかったという見解もあり (平岩 1990)、本州でのオオカミによる人身被害の程度は、未知数であるとされている (河田 2014)。Linnell 他 2002) の報告においても、日本でのオオカミによる人身被害の記録はあるが集計は不可能であると書かれている。

丸山 (2019) は、元禄末期のオオカミによる人身被害は、犬による被害をオオカミの被害として記録していた可能性があるとして指摘している。背景には、徳川綱吉によって発布された『生類憐みの令』が影響している。『生類憐みの令』とは、犬や猫、牛、馬などの動物の殺生及び捨子・捨人を禁ずるものであり、特に犬の殺生は重罪に問われていたとされている (丸山 2019)。そのため、犬による被害をオオカミによる被害と報告して、幕府に配慮していた可能性を指摘している。津軽藩領内においても、1662~1836 年の 174 年間の中で、人身被害は 1680~1745 年の 65 年間に 83 件 (92%) と最も発生している (木村 2017)。この 1680~1745 年のうち、1680~1716 年頃は『生類憐みの令』が施行されている時期が含まれている。このことから、オオカミによる人身被害の増加期間は、『生類憐みの令』の施行期間と重なる。単に、『生類憐みの令』の施行期間に人身被害数が増加した可能性もあり、犬による被害をオオカミの被害として記録していた「冤罪」の可能性は否定できない (丸山 2019)。

本州での人身被害は狂犬病の影響があったという指摘がある。国内での狂犬病は、1730 年代に国内で広がり始め、イヌ科動物が思いがけない行動を取るようになった (ウォーカー 2009)。1750 年頃には、数多くのイヌ科動物が狂犬病に罹患したことが、恐ろしい数のオオカミの攻撃に繋がったと指摘されている (ウォーカー 2009)。

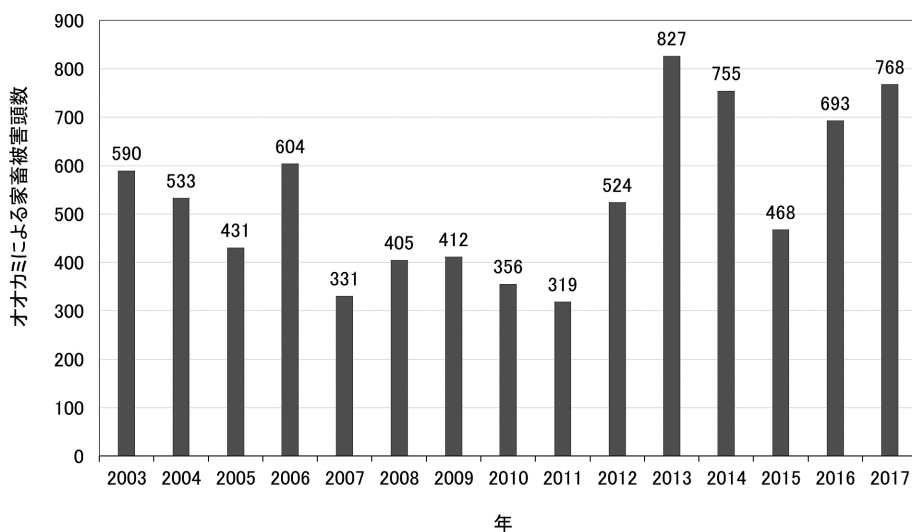


図4 HNPバッファーズーンのオオカミによる家畜被害頭数の推移（2014年当時の家畜総頭数は2万3092頭であるため、オオカミによる家畜被害は3.3%である）

④ 海外における人身被害

海外でのオオカミによる人身被害は多数報告されている。Linnell 他 2002), 河田 (2014) の報告によると、ヨーロッパでは狂犬病に罹患していないオオカミによる人身被害数は、18世紀が839件（うち死亡602件）、19世紀が700件（うち死亡379件）、20世紀が53件（うち死亡22件）となっており、20世紀に入ってからは大幅に減少している。さらに、過去50年の欧米におけるオオカミによる死者は、北米で0人、ヨーロッパで8人（うち狂犬病罹患個体による死者4人）、ロシアで9人（うち狂犬病罹患個体による死者5人）である。（Linnell et al., 2002；亀山ほか 2005）。

Mech and Boitani (2007) は彼らの著書『Wolves-Behavior, Ecology, and Conservation』の中で“北米では、オオカミによる人身被害について歴史的記録や現代の事例はほとんどない”と書かれている。しかし、桑原 (2014) によると、近年人身被害数は減少傾向であるものの、2005年と2010年にアメリカとカナダにおいて、狂犬病に罹患していないオオカミによる死者が少ないながら発生している。

3) オオカミによる家畜被害

① HNP バッファーズーンの家畜被害頭数

HNP では長期のスタッフ全員動員の毎月2回の「野生動物トランセクト調査」がある。我々は2003～2017年のトランセクト調査の資料を入手した。オオカミによる家畜被害頭数（図4）は、年間

で約319～827頭となっている。被害頭数の変動はその年のゾド（大雪災害）などの気象条件、オオカミのエサ資源の状況、および家畜の管理体制などによって異なる。例えば、2009～2010年に発生したゾドにより、多くの家畜が凍死・餓死したため、家畜の死骸をオオカミが簡単に見つかることでオオカミによる家畜被害が軽減した。長年の平均でみるとオオカミによる家畜の被害頭数は総家畜頭数の1.4～3.6%程度であり、遊牧民の生活へのダメージはないと記録されている。

② 被害家畜種の割合

2015年のオオカミによる家畜被害種の割合（図5）では、ヒツジが69%、ヤギが20%を占めており、9割近くの割合で中型の家畜が襲われていることがわかる。一方、大型のウシやウマは1割近くを占めている。

③ オオカミが家畜を襲う時の状況

オオカミにとって家畜を狙うという行動は、人間の居住地に近づくということで、殺されるリスクは高い。それでもなお、HNPのバッファーズーンでは家畜被害が発生している。季節的に冬が39%であり最も高い。冬季にはオオカミの主なエサになっているマーモット (*Marmota sibirica*) が冬眠することや、公園に生息しているアカシカとモウコノウマの仔が成長して簡単に捕食できないことが、冬季オオカミが家畜を襲う理由であると Dr. Namkhair Bandi が指摘する；時間帯では人間活動が少ない朝、草原で採食中の家畜が襲われる確率が高い；天候的には雨や雪の悪天候に家畜が襲われる確率が高く

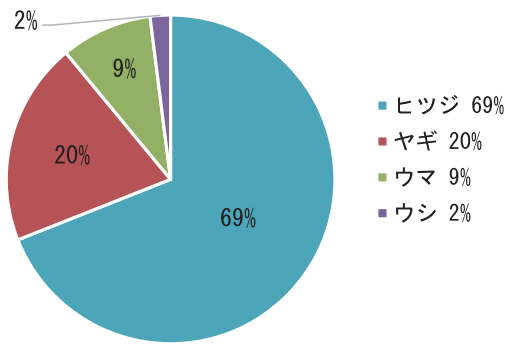


図5 オオカミの被害を受けた家畜の割合 (2015, N=755)

なっている (図6 (a, b, c))。

④ オオカミが水場に出没する季節と時間帯

HNP コアエリア内の大型野生動物がよくアクセスする水場 11 箇所 に自動撮影赤外線カメラトラップを設置した。撮影された 24 万枚の画像から 19,411 枚オオカミが映っている画像を同定し、図7にオオカミが水場にアクセスした時の季節 (図7a) と時間帯 (図7b) を示した。季節としてアクセスのピークは7月であり、つまり生まれた子供が最もエサが欲しがる季節にオオカミは水場をよく訪れていることがわかる；また水場を訪れる回数は子供が生まれる5月頃から上昇して、5月—8月はずっと高い値を維持している。9月は子供が巣を離れる時期であるため、同じ水場にアクセスする回数が著しく減少する。時間帯で見るとアクセスのピークが現地時間深夜の22時と今朝の1時に現れ、夜の21時から今朝の3時までの時間帯に水場を訪れている回数

が多いことがわかる (図7)。

4) HNP のオオカミの生息地選択 (Maxent モデルの結果)

表3にオオカミ3個体のMaxentモデルの結果を示した。オオカミの主なエサになるアカシカの分布密度がオオカミの行動への寄与度が最も高い (66.4%)。また、オオカミは「標高がより高い場所」を選んで営巣することが示された。人影の少ないHNP山岳の険しい場所も選択されている。実際、オオカミは遊牧民の居住地のゲルから2,500m~7,000mほど離れた場所を利用している。

5) 北海道におけるオオカミの生息適地予測

HNPのMaxentの結果 (表3) に基づき、北海道におけるオオカミ再導入の際の生息適地 (HSI) モデルを構築した。HSIモデルのハビタット変数 (habitat variables), 生存必須条件 (life requisites), カバータイプ (cover type) 等の関係は図8に示している。HNPと異なり、北海道は湿潤地域であり、降雪量が多く、多くの野生動植物の分布は積雪量の分布に沿って分布しているため、オオカミの生息地の予測には積雪量を重要なパラメーターとして選んだ。

HSIモデルのハビタット変数 (V_n) の選定には、 V_1 —積雪量； V_2 —標高； V_3 —森林までの距離； V_4 —道路までの距離； V_5 —都市地域までの距離； V_6 —農業地域までの距離を用いた。それぞれのハビタット変数の閾値は以下のように決定した。

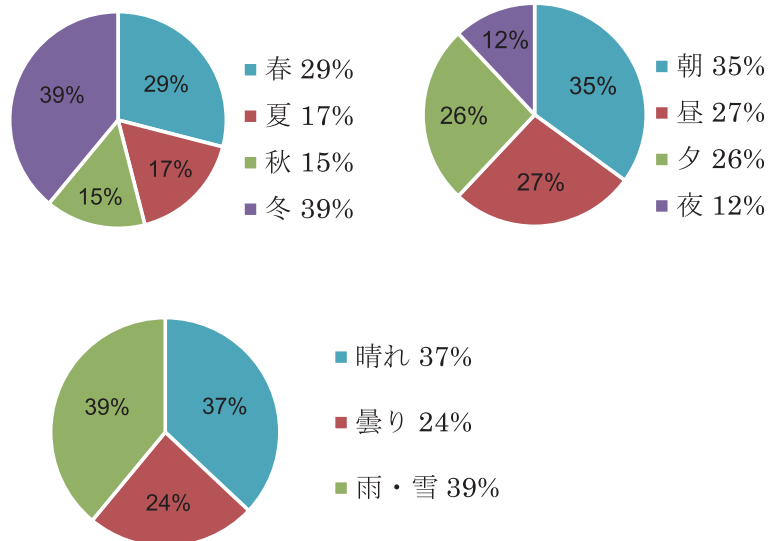


図6 オオカミが家畜を襲う (左上) 季節 (N=22), (右上) 時間帯 (N=22), および (左下) 天候 (N=22)

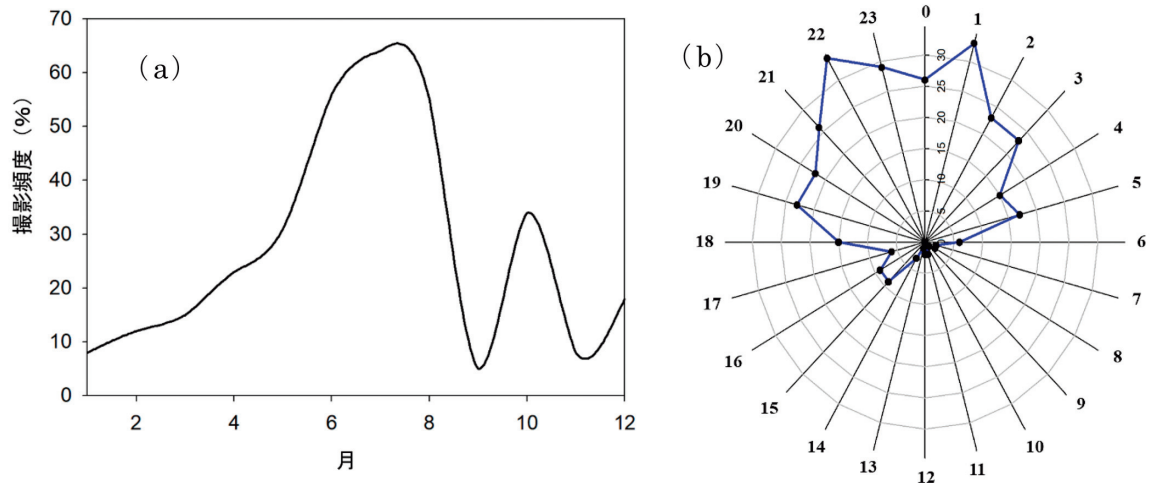


図7 水場に設置された自動撮影赤外線カメラトラップに撮られた頻度で計算されたオオカミが水場を訪れる (a) 季節と (b) 時間帯

表3 オオカミの生息地選択に対する Maxent モデルの計算結果

変数 (variable)	貢献度 (percentage of contributions) (%)	重要度 (permutation importance) (%)
アカシカの群れからの距離	66.4	47.3
遊牧民のゲルからの距離	13.5	16
標高	11.2	21.6
道路までの距離	5.1	11.4
森林までの距離	3.9	3.7
精度		AUC=0.686

① V_1 : 積雪量

オオカミのエサ資源になるエゾシカの分布密度はササの種類、積雪深の分布によって異なる (丸山 1981; 梶 1981, 1988; Kaji et al., 2000)。積雪深 0 cm~75 cm にはエゾシカが最も好むミヤコザサが、積雪深 75 cm~1.0 m には次に好むクマイザサが分布している (高槻 2006)。積雪深 0 cm~75 cm を生息最適地「SI=1.0」、積雪深 1.0 m 以上を生息不適地「SI=0」とした。なお、積雪のデータは国土地理院の基盤数値情報の年間最深積雪量を使用した。

② V_2 : 標高

HNP の Maxent モデルの結果から、オオカミは標高がより高い場所を好むことから、ここで標高 1,000 m 以上を「SI=1.0」とした。

③ V_3 : 森林までの距離

HNP の Maxnet モデルの結果に基づき、森林との距離に近いほど生息適地であると判断し、森林との距離が 0 を「SI=1.0」、2.0 km 以上を「SI=0」とした。

④ V_4 : 道路までの距離

HNP の Maxent モデルの結果から、道路までの

距離が 2.5 km 以上を「SI=1.0」とした。

⑤ V_5 : 都市までの距離

オオカミは警戒心が高い動物であり、人間の影響度の高い都市地域と距離をとると考え、都市までの距離が 8.0 km 以上を「SI=1.0」とした。

⑥ V_6 : 農業地域までの距離

農業地域は都市地域より人口密度が少ないものの、季節によってある程度の人間活動の影響があるため、農業地域までの距離が 5.0 km 以上を「SI=1.0」とした。

V_1 ~ V_6 における SI の閾値を図 9 に示した。

生息適地指数 SI_1 と SI_2 を生息必要条件のエサ資源とし、 SI_3 を営巣条件とし、生息適地指数 SI_4 ~ SI_6 を安全な場所 (シェルター) として、その幾何平均値を用いた。式 (2) で示したように HSI の計算は各生息適地指数間の算術平均値を取る。なお、エサ資源 (SI_1 と SI_2) に重み係数 3 を、安全性シェルター (SI_4 ~ SI_6) に重み係数 6 を乗じ式 (3) で示されたように重み付けの加重オーバーレイ (weight overlay) 計算を行った。さらに、エゾシカの分布を制限する要因である積雪 (SI_1) に重み係数 2 を (Kaji et al.,

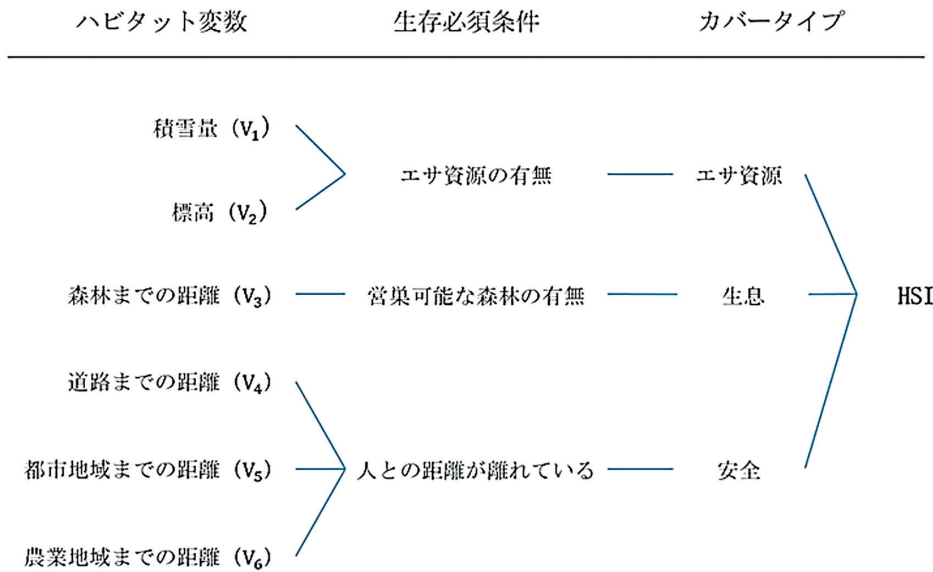


図8 北海道におけるオオカミの生息適地モデル HSI の構造

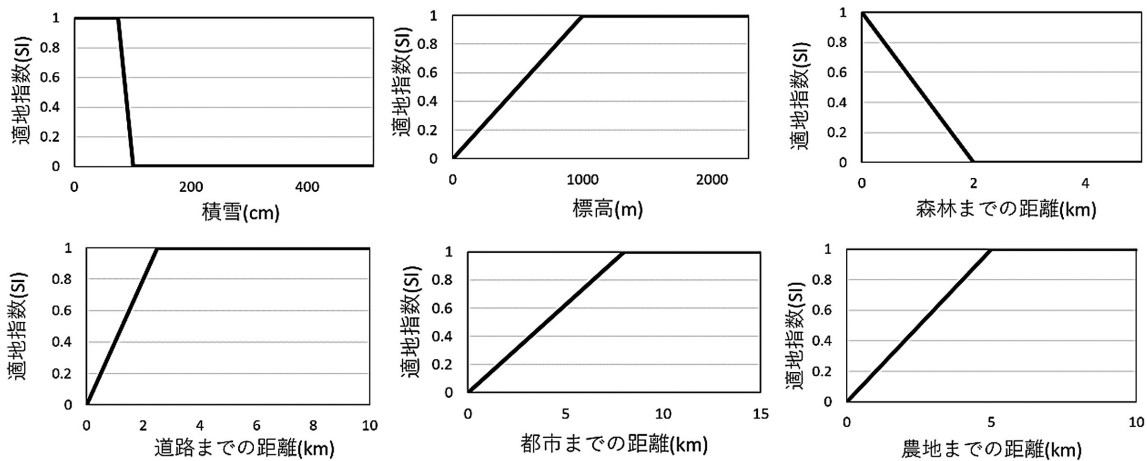


図9 各変数 ($V_1 \sim V_6$) の生息適地指数 (SI) の閾値 (縦軸：オオカミの生息制約条件；横軸：ハビタット変数)

2000), 人間活動の高い都市地域までの距離 (SI_5) にも重み係数 2 を乗じた。また、各 SI_n 値の平均を求めるために分母を 10 ($n=10$) とした(式(4)を参照)。

HSI 値が 0.0~1.0 の間に分布し、一般的な確率分布の視点から見ると、0.0 は不適切地、1.0 は最適生息地を示すため、HSI 値が <0.5 は生息適性が低い地域と分類されるため、実際にはオオカミには生息地として利用される可能性は低い。また HSI 値が 0.6~1.0 はオオカミが生息地として利用する可能性があるとして分類される。特に、HSI 値が 0.8 未満は生息地として利用される可能性は高い。図 10 で示したように、道東の広範囲で HSI 指数が 0.6~0.8 に分布し、特に大雪山脈及び日高山系で HSI 指数が 0.8~1.0 となり、オオカミの最適生息

適地として分類されている。北海道にオオカミが再導入された際、大雪山脈及び日高山系を中心とした道央・道南・道東に分布が広がることが予測される。知床半島では、岬の HSI 指数が 0.8~1.0 となっているが、それ以外の場所では HSI 指数が 0.6~0.8 となり、大雪山脈及び日高山系に比べて最適地としてはカウントされなかった。

北海道におけるオオカミの収容力推定は、①オオカミ 1 パックの頭数を 7 頭；②オオカミ 1 パックの行動圏を 220 km² (緩衝地帯 20 km² を含む)；③ 1 頭のオオカミが 1 日に必要とする食物量を 12.0 kg (放棄量 7.0 kg を含む)；④オオカミが捕食するエゾシカの体重を 60.0 kg であると推定された場合、オオカミの収容力とエゾシカ捕食量の推定は表 4 で

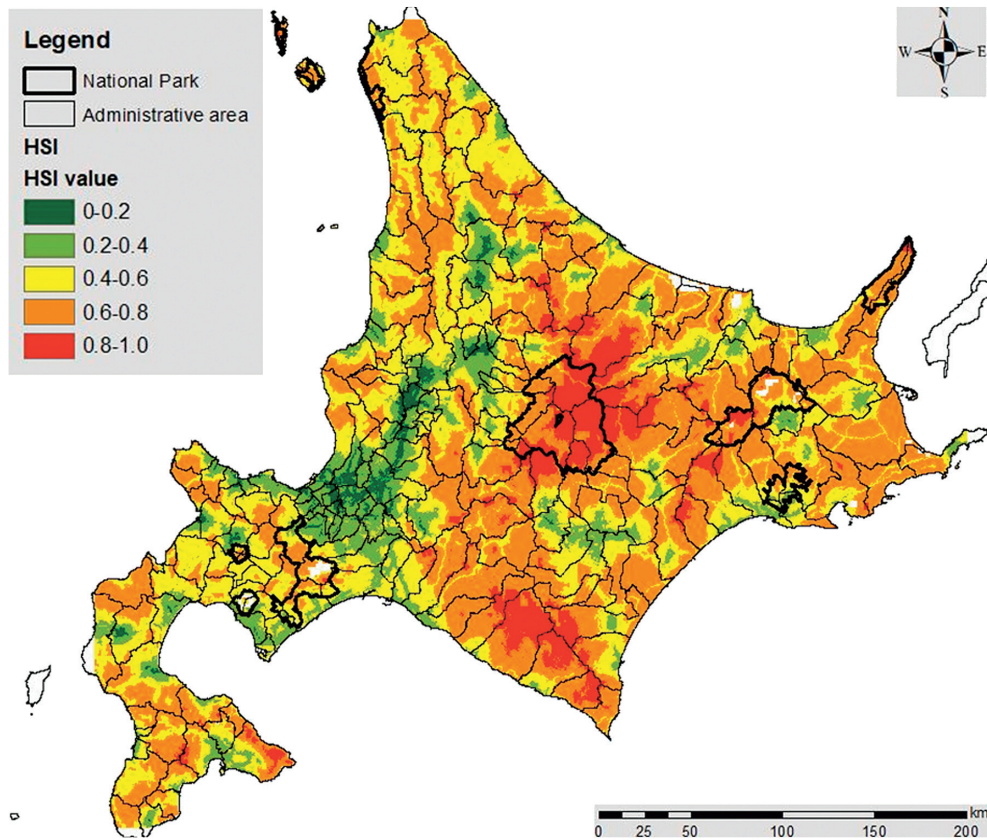


図 10 北海道メインランドにおけるオオカミ生息適地予測 HSI マップ

表 4 北海道におけるオオカミ収容力推定とエゾシカ捕食予測

	1-0.8	0.8-0.6	0.6-0.4
生息地面積 (km ²)			
Habitat for wolf (km ²)	5,676	41,344	66,491
オオカミ収容パック数			
Carrying capacity of wolf pack	26	188	302
オオカミ収容頭数 (頭)			
Carrying capacity of wolf (head)	182	1,316	2,114
エゾシカ捕食数 (頭/年)			
Deer killed by wolf (head/year)	13,286	96,068	154,103
エゾシカ捕食数/生息数 (%)			
Deer predation/population (%)	1.98	14.3	23.0

出典：米田 (2006) を参考に作成

[注] オオカミ 1 パック頭数を 7 頭・テリトリー 220 km² と仮定
 1 頭のオオカミが 1 日に必要とする肉量を 5 kg, 放棄量 7 kg, 合計 12 kg と仮定
 捕食するエゾシカの体重を 60 kg と仮定
 エゾシカ生息数は 2019 年の推定生息数 67 万頭で計算 (北海道環境生活部 2020)

示した。収容可能頭数 182~2,114 頭となり、オオカミによるエゾシカ年間捕食数は 13,286~154,103 頭となった。ただし、北海道に再導入されるオオカミが HSI 値 0.6-1.0 の地域に分布すると予測された場合、その収容可能な頭数は 1,316 頭であり、エゾシカの捕食数は 96,068 頭程度になる。北海道に

おけるここ 10 年間 (2010~2019 年) のエゾシカ年間捕獲数は 10~14 万頭程度であり、生息数はほぼ横ばいの傾向である (北海道環境生活部 2020) ため、年間 10 万頭ほどのエゾシカがオオカミに捕食された場合、エゾシカの個体数の増加を抑制可能である。したがって、オオカミの生息数が 1,300 頭程度に拡

大した場合は、捕食数が10万頭ほどとなり、エゾシカの個体数抑制が確実なものになる。

5. 結 論

本稿はオオカミと共存するモンゴル国のホスタイ国立公園（HNP）での研究事例を参考にオオカミを北海道に再導入する際に、①オオカミは人を襲うか、②オオカミは家畜を襲うか、③オオカミは北海道に生息できるかについて検証し、結論として、オオカミは基本的に人を襲うことはないが、人間の行動次第で稀に人を襲う可能性は否定できない。モンゴルのHNPでは今まで人を襲った事例はない。オオカミによる家畜被害はHNPでは総家畜頭数の1.4～3.6%にとどまっている。モンゴルのHNP公園に生息するオオカミの生息条件として、近くにエサになる野生動物、例えばアカシカの生息域があること、営巣地は標高が高くて森林に近い場所、また人間の生活圏から一定の距離がある場所が重要度高い。HNPの情報と結論を基にMaxentモデルで北海道にオオカミを再導入した際、オオカミ生息適地として、大雪山国立公園・日高山系である（HSI値が0.8～1.0）と示唆された。また、北海道に生息可能なオオカミの個体数は最大で1,300頭程度であると推定され、エゾシカの捕食頭数が最大で10万頭まで可能と結論付けられた。

6. 考 察

北海道におけるオオカミ再導入に対して反対意見が多数を占めたことから、現状では社会的に受容されていないといえる。その要因として、北海道に暮らす人々はオオカミに対して、人を襲う怖い動物だという認識が強い傾向にあるからである。一方、実際にオオカミと共存しているHNP周辺に暮らす人々は、オオカミは人を襲わない、怖くない動物だと認識している。したがって、文献記録ではかつて北海道の人々がオオカミと共存していた時、北海道に生息していたエゾオオカミは人を襲うことはなかったと記録されている。しかし、本州や海外などでは、オオカミによる人身被害の記録が存在し、オオカミは稀に人を襲うことがあることも明らかである。また、オオカミが人を襲う要因には、ほとんどの場合は狂犬病に患ったオオカミが原因であるが、近年ではオオカミの人馴れが要因となった人身被害も発生している。オオカミは基本的に人を襲うことはないが、人の行動次第で人を襲う可能性も少なくないことを提唱する。

一方、オオカミの再導入でエゾシカの個体数抑制

効果も期待できる。すなわち、家畜の管理体制やオオカミの生息環境の視点から、北海道はオオカミと共存しやすい環境であるといえる。古代からアイヌの人々を含めた北海道の人々はオオカミに対して「一種の神格さえ付与された存在」であるとみられていた。しかし、これまで北海道におけるオオカミ再導入生息適地として知床半島がよくあげられているが、本研究はモンゴルの事例を参考にシミュレーションしたところ、最適生息地は知床半島ではなく道央の大雪山脈や道南の日高山系であることが分かった。

自然環境と生態系の視点から見ても生態系の頂点に君臨するオオカミの存在が北海道の農林業の被害を抑制し、さらに生態系の多様性が保たれることにつながるに違いない。一度絶滅したオオカミの再導入に関する議論と検討そのものに意味があると思われる。

〔引用文献〕

- 揚妻直樹, 2013. 「シカの異常増加を考える」『生物科学』65(2): 108-116: 農山漁村文化協会.
- Batsaikhan N., Uuganbayar G., Lkhagvasuren D., 2016. "A field guide to the FAUNA OF HUSTAI NATIONAL PARK, MONGOLIA", pp. 172-175. Mongolia, Admon Press.
- Barker, S., Benitez, S., Baldy, J., Heredia, D. C., Zuluaga, G. C., Cuesta, F., ... Garcia, S. 2006. "Modeling the South American range of the cerulean warbler. Paper presented at the In: Proceedings of the Twenty-sixth ESRI International User Conference, California, San Diego, 6-11.
- David Mech L., and Luigi Boitani (Edited) "Wolves-- Behavior, Ecology, and Conservation", Univ of Chicago Press; 2nd Edition (2003). pp. 488, ISBN-10: 0226516962; ISBN-13: 978-0226516967.
- エドウィン・ダン, 1930. 「狼とバツタ」孤筈生 (西川吉之助) 訳『太湖』(56): 2. 八幡町 (滋賀縣): 太湖社.
- 平岩米吉, 1990. 『犬と狼』: 261. 東京: 築地書館.
- 北海道, 2021. 北海道環境白書'20. 令和3年(2021年)3月 北海道環境生活部環境局環境政策課. 北海道環境生活部環境局自然環境課エゾシカ対策係・活用係"令和元年度(2019年度)エゾシカの推定個体数等について"URL: (<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/est/R2/seisokusuu.pdf>)

- 石黒直隆, 2012. 「絶滅した日本のオオカミの遺伝的系統」『日本獣医師会雑誌』65(3): 225-231: 日本獣医師会.
- 石城謙吉・中川元, 2005. 「肉食獣再導入問題をめぐって」『知床博物館研究報告』(26): 29-36.
- IUCN, 2020. "The IUCN Red List of Threatened Species. Version", 2020-3. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on [2021/1/18].
- 梶光一, 1981. 『根室標津におけるエゾシカの土地利用』, 『哺乳動物学雑誌』. 8: 226-236.
- 梶光一, 1988. 『エゾシカ』, 大秦司紀之・中川元(編)『知床の動物—Animals of Shiretoko』:155-180. 札幌: 北海道大学図書刊行会.
- Kaji, K., Miyaki, M., Saitoh, T., Ono, S. & Kaneko, M., 2000. "Spatial distribution of an expanding sika deer population on Hokkaido Island, Japan". *Wildlife Society Bulletin*, 28: 699-707.
- 亀山明子・仲村昇・宇野裕之・梶光一・村上隆広, 2005. 「オオカミ (*Canis lupus*) の保護管理及び再導入事例について」『知床博物館研究報告』(26): 37-46.
- 神山恒夫, 2008. 『狂犬病再侵入—日本国内における感染と発症のシミュレーション』: 180. 東京: 地人書館.
- 環境省. 2013. "中央環境審議会自然環境部会野生生物小委員会(平成25年度第2回)会議録"環境省ホームページ. URL: (<http://www.env.go.jp/council/12nature/y125-02a.html>)
- 加藤峰夫, 2005. 「絶滅種の人為的導入に関する法制度および社会的側面の課題—オオカミとカワウソを例として—」『知床博物館研究報告』(26): 47-54.
- 河田幸視, 2014. 「ハイイロオオカミ再導入の現実性の検討」『知床博物館研究報告』(36): 41-55.
- 木村萌香, 2017. 「津軽藩領内におけるニホンオオカミ (*Canis lupus hodophilax*) などの野生鳥獣と人々の関わり」卒業論文. 酪農学園大学.
- 桑原康生, 2014. 『オオカミの謎—オオカミ復活で生態系は変わる! ?』: 22-24, 38-42, 69-74, 132-133. 東京: 誠文堂新光社.
- 栗栖健, 2004. 『日本人とオオカミ—世界でも特異なその関係と歴史』: 326. 東京: 雄山閣.
- Linnell J. D. C., Andersen R., Andersone Z., Balciauskas L., Blanco J. C., Boitani L., Brainerd S., Breitenmoser U., Kojola I., Liberg O., Loe J., Okarma H., Pedersen H. C., Promberger C., Sand H., Solberg E. J., Valdmann H., & Wabakken W., 2002. "The fear of wolves: A review of wolf attacks on humans", NINA oppdragsmelding 731. pp. 1-65.
- Macdonald, D. W., 1983. "The ecology of carnivore social behavior", *Nature*, 301: pp. 379-384.
- 丸山直樹, 1981. 『ニホンジカ *Cervus nippon* Temminck の季節的移動と集合様式に関する研究』, 『東京農工大学農学部学術報告』: 23: 1-85.
- 丸山直樹, 2019. 『オオカミ冤罪の日本史—オオカミは人を襲わない』: 60-74. 東京: インプレス.
- 丸山直樹, 2014. 『オオカミが日本を救う! 生態系での役割と復活の必要性』: 138-152. 東京: 白水社.
- Mech, L. D., 1970. "The wolf: the ecology and behavior of an endangered species". 389. Garden City: Nat history Press.
- Mech, L. D., & L. Boitani, 2007. "Wolves: Behavior, Ecology and Conservation, 323. Chicago, University of Chicago Press.
- モンゴル秘史(1)1970. 『チンギス・カン物語』. 村上正二訳. ISBN: 9784582801637. 平凡社.
- NATIONAL GEOGRAPHIC, 2016. "アフリカの絶滅危惧オオカミ, ワクチンで救える"URL: (<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/c/090800009/>)
- 西川真理・丸山直樹・Tungalagtuya Khuukhenduu・須田知樹・中沢智恵子, 2006. 「モンゴル, フスタイ国立公園におけるハイイロオオカミ (*Canis lupus*) の食性」『ワイルドライフ・フォーラム』10(3-4): 89. : 野生生物と社会学会.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E., 2006. "Maximum entropy modeling of species geographic distributions", *Science direct Ecological Modelling*, 190: 231-259.
- 田中章, 2011. 『HEP 入門 (新装版) 〈ハビタット評価手続き〉マニュアル』: 76-78. 東京: 朝倉書店.
- 俵浩三, 1990. 『北海道の自然保護』: 326. 札幌: 北海道大学図書刊行会.
- ウォーカー. B. L., 2009. 『絶滅した日本のオオカミ—その歴史と生態学』(浜健二訳): 103-140, 160-164, 166. 札幌: 北海道大学出版会.
- 米田政明, 2006. 「知床に再導入したオオカミを管理できるか」『知床博物館研究報告』(27): 1-8.

謝 辞

本研究は科研費・基盤研究（A）（18H03608）の助成で行いました。本研究を作成にあたりインタビューを受けてくださったホスタイ国立公園前所長

の Dr. Namkhai Bandi, モンゴル国立農業大学教授の Dr. Sumiya Ganzorig, ホスタイ国立公園レンジャーの Mr. Ganbold Uuganbayar, 及びアンケートに回答していただいた皆様へ深く感謝を申し上げます。

Summary

On northern Japan's Hokkaido Island, wolves (*Canis lupus*) have been extinct for 100 years. As a result, the sika deer (*Cervus nippon*) population has increased in recent years, causing damage to agriculture and to the forestry and fisheries industries and leading to an increase in train and automobile traffic accidents. On the other hand, wolves live in Mongolia where stock-farming is the main livelihood. Yet nomadic livestock herders have coexisted with wolves for centuries. The main reason for this successful coexistence in the Mongolian steppes can be attributed to the nomads' understanding of wolf ecology. This understanding has led to the development of ways for humans and apex predators to interact with one another in this ecosystem. We also discovered that livestock damage caused by wolves in Mongolia is minimal because there is sufficient prey (e.g., red deer) and because the wolves and their prey do not live in proximity to humans. We note there has never been a documented attack by a wolf on a human in Mongolia. Our investigation of the habitat of wolves in Hustai National Park (HNP) in Mongolia gave us a base of information to assess the challenges that might occur if wolves are reintroduced into Hokkaido. Based on our habitat assessment of the island, we were able to estimate the carrying capacity of wolves on Hokkaido. We concluded that Hokkaido Island can successfully support approximately 1300 wolves with a prey base of up to 100,000 sika deer.

Keywords: Causes of coexistence, nomads, wolves, Mongolian steppes, reintroducing wolves to Hokkaido, The habitat suitability (HSI) model.