

令和 5 年 5 月 16 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K06833

研究課題名（和文）増えすぎたシカはヒグマにとって恵みか災いか？ ヒグマとシカの種間関係に関する研究

研究課題名（英文）Research on the interspecies relationship between brown bears and sika deer

研究代表者

下鶴 倫人（Shimozuru, Michito）

北海道大学・獣医学研究院・准教授

研究者番号：50507168

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究はエゾシカの増加がヒグマの生態に与える正および負の影響を明らかにすることを目的とした。知床半島においてシカ・ヒグマの生息密度が異なる地域（知床岬：両種とも中密度、ルシャ地区：両種とも高密度）を対象として、ヒグマの糞・体毛を回収し、糞分析、DNAバーコーディング法、体毛の安定同位体比解析を用いてヒグマの食性の違いを調べた。この結果、エゾシカが高密度で生息するルシャ地区では、6月のエゾシカの出産期において新生子を高頻度で捕食することができる一方で、ヒグマが本来好む草本を採食する機会は少なく、代替として木本類の若葉を利用するなど、採食生態を変化させることで適応していることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

エゾシカは北海道において30年間で急激に生息数を増加させ、その採食行動により森林・草原植生に深刻な悪影響を及ぼしているが、その影響がヒグマという他種にも及ぶことが本研究に初めて明らかになった。本研究結果は、ヒグマとシカの間には「食う/食われる」という単純な関係にとどまらない種間関係が存在していることを示すものであり、今後の野生動物の保護管理の在り方を考える上で重要な学術的/社会的意義を有する。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to clarify positive and negative effects of sika deer increase on brown bear ecology. We collected brown bear scats and hair samples from the two areas in the Shiretoko Peninsula, the Shiretoko Cape (middle abundance of deer and bear) and the Rusha area (high abundance of deer and bear). Then, we investigated how differences in deer density affect food habit of brown bears, by use of scat analysis, DNA barcoding analysis, and stable isotope analysis. Scat analysis suggested that bears in the Rusha area prey on newborn fawns in June more frequently. However, DNA barcoding analysis indicated that bears in the Rusha area have less access to grass plants (e.g., Apiaceae) that bears prefer, and feed on young leaves of woody plant as an alternative. This suggested that brown bears in the Rusha area may have adopted to vegetation that has been damaged by deer, by changing their foraging ecology.

研究分野：野生動物学

キーワード：ヒグマ エゾシカ 種間関係 食性 DNAバーコーディング 安定同位体比分析

## 1. 研究開始当初の背景

エゾシカ（以下シカ）は北海道において、ここ 30 年間で生息数を劇的に増加させた。本研究の舞台である知床半島においても 1990 年代に個体数が急増し、保護地区内の自然環境、特に森林・海岸草原植生に深刻な悪影響を及ぼしている。こうした影響は植物だけではなく、他の動物の生態にも生じていると考えられるものの、その実態はほとんど調べられてこなかった。例えば知床半島に高密度に生息するエゾヒグマ（以下ヒグマ）は、食肉目に属するものの、春先から夏まではセリ科やイネ科など、シカも好む草本類を主として利用しており、食物資源の競合が生じる。一方で、6~7 月に出生するシカ新生子は、ヒグマにとって重要な食物資源となっていることが他地域では報告されている。

我々は、両種が高密度に生息している知床半島ルシャ地区を主な調査地として 10 年以上にわたりヒグマの生態を調査し、繁殖様式や生存率、行動圏、遺伝的分布等を明らかにしてきた。この地では近年、ヒグマが木に登りカエデの若葉を食べるなど他地域では見られない採餌行動を示したり、母グマが 7~8 月に急激に消瘦した結果、子が夏期に集中して死亡することがあるなど、シカの存在による草本類の減少がヒグマの食性を変容させ、栄養状態や繁殖に負の影響を及ぼしている可能性がある。しかし一方で、6~7 月に積極的にシカ新生子を探索し捕食するヒグマも観察されており、個体によっては正の影響を受けている可能性もあるなど、シカがヒグマの生態に与える影響は複雑な様相を呈している。

上記の背景より、ヒグマにとって増えすぎたシカは“恵み”なのか“災い”なのか、科学的に検証する必要がある。つまり、これまで一般的に考えられてきた「食う・食われる」という単純な関係に留まらない、ヒグマとシカの種間関係を解明し、シカの増加がもたらす生態系への影響を、他動物種の視点から明らかにする必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、シカの増加がヒグマの生態にもたらす正および負の影響を、科学的手法を用いて検証し、両者の種間相互作用の様相を解明することである。知床半島世界遺産地域内においてシカの生息密度が異なる複数の地域において調査を実施することで、以下の仮説・問いを検証する。

- I. シカの新生子はヒグマにとって初夏の主要な食物資源となっているのか？（正の効果）
- II. シカの増加により、ヒグマが好む草本類を利用しにくくなり、代替として通常は好まない他の植物類を利用するようになったのではないのか？（負の効果）

## 3. 研究の方法

本研究は知床世界遺産地域内においてシカの生息密度が異なることが知られている 2 地区（ルシャ地区および知床岬地区）を調査地として実施した。ルシャ地区はシカ密度の未調整地区でシカが高密度で維持されており、ハンゴンソウやアメリカオニアザミなど、シカもヒグマも好まない草本が繁茂している状況である。一方、知床岬地区は 2000 年代後半よりシカの個体数調整が継続的に実施されており、シカの生息数が中程度に維持され、近年では本来の植生が回復しつつあることが知られている。2019~2021 年の 6~7 月にかけて両地区で踏査を行い、ヒグマ糞の探索と収集を行った。発見したヒグマ糞は、内容物を調べることでシカ新生子の出現頻度を算出した。また新鮮な糞を対象として DNA バーコーディング法を用いて採食植物を同定し、地区間の比較を行った。また、ヘアトラップ（非侵襲的にヒグマの体毛を収集する仕組み）を両地区に設置し、ヒグマより体毛を回収した後、安定同位体比分析を行うことでヒグマのシカの利用度を比較解析した。

## 4. 研究成果

### 1) ヒグマによるエゾシカ新生子の採食頻度の比較

2019~2021 年の 6~7 月にかけて、ルシャ地区で 293 個、知床岬地区で 268 個のヒグマ糞を発見した。このうち、エゾシカの出産期である 6 月中に排泄されたと推定された糞はそれぞれ 170 個、136 個であった。内容物を調べたところ、エゾシカを採食した痕跡が含まれていたものはそれぞれ 21 個、5 個であり、エゾシカ採食痕跡の出現頻度は 11.0%（ルシャ地区）、3.7%（知床岬地区）と、地区間

表 1: ルシャ地区及び知床岬地区におけるヒグマ糞中のエゾシカ残滓出現頻度（6 月）

	ルシャ地区	知床岬地区
シカ採食痕跡あり	10	5
シカ採食痕跡なし	102	131
シカ残滓出現頻度	11.0%	3.7%

で有意な差が認められた。このように、エゾシカ高密度地域に生息するヒグマは、6 月においてエゾシカ新生子を捕食することにより、栄養面で正の影響を受けていることが示唆された。

### 2) DNA バーコーディング法を用いた採食食物の同定

採取したヒグマ糞のうち、ルシャ地区で 115 個、知床岬で 66 個を DNA バーコーディングに供試した。糞より DNA を抽出後、*trnL* を対象領域として PCR 増幅を行い、次世代シーケンサーを

用いて配列を解読し採食植物を同定した。6～7月（6月前半、後半、7月前半、の3時期）にかけて両地区のヒグマが採食していた植物のうち、代表的なものを表2に記載した。両地区のヒグマともイラクサ属の植物の出現頻度が高い点で共通していたが、ルシャ地区では6月前半にカエデ属の植物の出現頻度が高かったのに対し、知床岬地区ではキク科キク連とセリ科セリ亜科の出現頻度が高い傾向が認められた。このことから、シカの高密度地域では、ヒグマの嗜好植物でもあるセリ科草本の利用機会が減少している可能性が示唆された。また、このようなシカによる植生の改変に対し、ヒグマはカエデの若葉など、それまではあまり利用しなかった木本類の葉を採食するなど、採食生態を大きく変化させて対応している可能性が考えられた。

表2. ヒグマの食物として同定された植物（代表的なものを抜粋）の6月前半～7月前半における出現頻度

科	亜科・連	属	ルシャ地区			知床岬地区		
			6月前	6月後	7月前	6月前	6月後	7月前
イネ科	イチゴツ ナギ連	—	0.33	0.49	<b>0.54</b>	<b>0.50</b>	<b>0.56</b>	<b>0.52</b>
イラクサ科	—	イラクサ属	<b>0.83</b>	<b>0.76</b>	<b>0.89</b>	<b>0.65</b>	0.44	<b>0.76</b>
ウコギ科	—	—	0.10	0.17	0.11	0.10	0.16	0.14
キク科	—	—	0.03	0.07	0.23	0.15	0.24	0.52
キク科	キク連	—	0.23	0.29	<b>0.57</b>	<b>0.85</b>	<b>0.76</b>	<b>0.91</b>
セリ科	セリ亜科	—	0.23	0.44	<b>0.63</b>	<b>0.85</b>	<b>0.88</b>	<b>0.81</b>
ツツジ科	スノキ連	—	0.05	0.15	0.06	0.05	0.08	0.05
バラ科	バラ亜科	—	—	0.02	0.06	0.20	0.12	0.14
ムクロジ科	—	カエデ属	<b>0.80</b>	0.15	0.14	0.30	0.04	—

### 3) 体毛の安定同位体比分析

収集したヒグマ体毛を用いて、炭素および窒素安定同位体比の分析を行い、結果に基づきヒグマの陸生哺乳類（シカなど）の利用度を求めた。この結果、食性に占める陸生哺乳類の寄与率は両地区のヒグマとも2%程度であり（ルシャ地区：2.0±0.5%、知床岬：2.3±0.7%）、有意な差は認められなかった。このように、エゾシカの増加はヒグマにとって6月におけるシカ新生子の利用機会を高める要因になってはいるものの、1年間を通じた食性でみると、エゾシカが有する栄養学的な正の影響はそれほど大きいとは言えないことが明らかになった。

### 4) まとめ

以上をまとめると、それぞれの仮説に対し以下の回答を得た。

- I. シカの新生子はヒグマにとって初夏の主要な食物資源となっているのか？（正の効果）  
シカ高密度地域に生息するヒグマは6月のシカ出産期においてより高頻度でシカ新生子を採食していることが示唆された。しかしながら、このような正の効果は1年間を通して考えると非常に軽微なものであると考えられた。
- II. シカの増加により、ヒグマが好む草本類を利用しにくくなり、代替として通常は好まない他の植物類を利用するようになったのではないか？（負の効果）  
エゾシカの増加により、両種が共に好むセリ科草本などが枯渇するなど植生の改変が生じ、この結果としてヒグマがカエデの若葉などを新たに利用するなどして採食生態を変化させることで適応している可能性が示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Jimbo M, Ishinazaka T, Shirane Y, Umemura Y, Yamanaka M, Uno H, Sashika M, Tsubota T, Shimozuru M	4. 巻 13
2. 論文標題 Diet selection and asocial learning: Natal habitat influence on lifelong foraging strategies in solitary large mammals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecosphere	6. 最初と最後の頁 e4105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ecs2.4105	査読の有無 有
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 Kawamura K, Jimbo M, Adachi K, Shirane Y, Nakanishi M, Umemura Y, Ishinazaka T, Uno H, Sashika M, Tsubota T, Sshimozuru M	4. 巻 84
2. 論文標題 Diel and monthly activity pattern of brown bears and sika deer in the Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Veterinary Medical Science	6. 最初と最後の頁 1146 ~ 1156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1292/jvms.21-0665	査読の有無 有
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 Shimozuru M, Jimbo M, Adachi K, Kawamura K, Shirane Y, Umemura Y, Ishinazaka T, Nakanishi M, Kiyonari M, Yamanaka M, Amagai Y, Ijuin A, Sakiyama T, Kasai S, Nose T, Shirayanagi M, Tsuruga H, Mano T, Tsubota T, Fukasawa K, Uno H	4. 巻 12
2. 論文標題 Estimation of breeding population size using DNA based pedigree reconstruction in brown bears	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 e9246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ece3.9246	査読の有無 有
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 Nakamura S, Yamazaki J, Matsumoto N, Inoue Murayama M, Qi H, Yamanaka M, Nakanishi M, Yanagawa Y, Sashika M, Tsubota T, Ito H, Shimozuru M	4. 巻 in press
2. 論文標題 Age estimation based on blood DNA methylation levels in brown bears	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Molecular Ecology Resources	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1755-0998.13788	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 -

1. 著者名 Shirane Y, Jimbo M, Yamanaka M, Nakanishi M, Mori F, Ishinazaka T, Sashika M, Tsubota T, Shimozuru M	4. 巻 11
2. 論文標題 Dining from the coast to the summit: Salmon and pine nuts determine the summer body condition of female brown bears on the Shiretoko Peninsula	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 5204-5219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ece3.7410	査読の有無 有
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 Jimbo M, Matsumoto N, Sakamoto H, Yanagawa Y, Torii Y, Yamanaka M, Ishinazaka T, Shirane Y, Sashika M, Tsubota T, Shimozuru M	4. 巻 45
2. 論文標題 Hair Growth in Brown Bears and Its Application to Ecological Studies on Wild Bears	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mammal Study	6. 最初と最後の頁 337-345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3106/ms2020-0021	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 -

1. 著者名 Shirane Y, Mori F, Yamanaka M, Nakanishi M, Ishinazaka T, Mano T, Jimbo M, Sashika M, Tsubota T, Shimozuru M	4. 巻 8
2. 論文標題 Development of a noninvasive photograph-based method for the evaluation of body condition in free-ranging brown bears	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e9982 ~ e9982
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.9982	査読の有無 有
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 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Shimozuru, M.
2. 発表標題 Human-bears interface in Japan.
3. 学会等名 15th International Conference of Asian Society of Conservation Medicine (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村汐里, 山崎淳平, 松本直也, 伊藤英之, 村山美穂, 斉恵元, 木下こづえ, 山中正実, 柳川洋二郎, 佐鹿万里子, 坪田敏男, 下鶴倫人
2. 発表標題 ヒグマにおける血液DNAのメチル化率を指標とした年齢推定の試み
3. 学会等名 第165回日本獣医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村汐里, 山崎淳平, 松本直也, 伊藤英之, 村山美穂, 斉恵元, 木下こづえ, 山中正実, 柳川洋二郎, 佐鹿万里子, 坪田敏男, 下鶴倫人
2. 発表標題 血液を用いてヒグマの年齢を推定する DNAメチル化率を指標として
3. 学会等名 第70回日本生態学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 神保美渚, 白根ゆり, 梅村佳寛, 石名坂豪, 中西将尚, 葛西真輔, 白柳正隆, 宇野裕之, 佐鹿万里子, 坪田敏男, 下鶴倫人
2. 発表標題 知床半島のオスヒグマにおける生涯の採食戦略
3. 学会等名 日本哺乳類学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白根ゆり, 神保美渚, 山中正実, 中西将尚, 石名坂豪, 坪田敏男, 下鶴倫人
2. 発表標題 ハイマツ球果とカラフトマスがメス成獣ヒグマの夏から初秋の栄養状態を左右する
3. 学会等名 日本哺乳類学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下鶴倫人, 足立圭輔, 神保美渚, 川村圭, 白根ゆり, 梅村佳寛, 中西将尚, 石名坂豪, 雨谷教弘, 山中正実, 釣賀一二三, 間野勉, 坪田敏男, 深澤圭太, 宇野裕之
2. 発表標題 知床半島ヒグマ個体群におけるDNA血縁解析に基づく成獣個体数の推定
3. 学会等名 日本哺乳類学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山中正実, 白根ゆり, 下鶴倫人, 神保美渚, 梅村佳寛, 雨谷教弘, 石名坂豪, 坪田敏男, 宇野裕之
2. 発表標題 知床半島における自動撮影カメラの画像を用いたヒグマの栄養状態評価の試みについて(予報)
3. 学会等名 日本哺乳類学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川村圭, 神保美渚, 足立圭輔, 白根ゆり, 梅村佳寛, 石名坂豪, 宇野裕之, 佐鹿万里子, 坪田敏男, 下鶴倫人
2. 発表標題 北海道知床半島における大型野生哺乳類の日周活動性に関する研究
3. 学会等名 第164回日本獣医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shimozuru, M., Shirane, Y., Yamanaka, M., Nakanishi, M., Ishinazaka, T., Kasai, S., Nose, T., Shirayanagi, S., Jimbo, M., Tsuruga, H., Mano, T. & Tsubota, T.
2. 発表標題 Maternal human habituation, birthplace, and sex affect brown bear mortality in the Shiretoko National Park, Hokkaido, Japan.
3. 学会等名 The 27th International Bear Association Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shirane, Y., Yamanaka, M., Nakanishi, M., Ishinazaka, T., Jimbo, M., Sashika, M., Tsubota, T. and Shimozuru, M.
2. 発表標題 Seasonal and annual variation in the diet affect the body condition of Hokkaido brown bears.
3. 学会等名 The 27th International Bear Association Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jimbo, M., Shirane, Y., Yamanaka, M., Ishinazaka, T., Nakanishi, M., Nose, T., Umemura, Y., Uno, H., Sashika, M., Tsubota, T. and Shimozuru, M.
2. 発表標題 Annual, regional, and intraspecific variation in Hokkaido brown bear diet: Insights from hair stable isotope analysis.
3. 学会等名 The 27th International Bear Association Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shirane, Y., Jimbo, M., Y., Yamanaka, M., Nakanishi, M., Umemura, Y., Ishinazaka, T., Tsubota, T. & Shimozuru, M.
2. 発表標題 An investigation of restricted mountain climbing and salmon fishing among female brown bears with dependent young in Hokkaido, Japan
3. 学会等名 The 14th Asian Society of Conservation Medicine/ 27th Japanese Society of Zoo and Wildlife Medicine 2021 Joint Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nemoto, Y., Shimozuru, M., Shirane, Y., Jimbo, M., Nakanishi, M., Yamanaka, M.
2. 発表標題 Possibility of behavior modeling of brown bear using collar with video camera and tri-axis accelerometer
3. 学会等名 The 7th International Bio-logging Science Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 宇野裕之, 長雄一, 上野真由美, 亀井利活, 石名坂豪, 山中正実, 雨谷教弘, 下鶴倫人
2. 発表標題 北海道知床半島におけるニホンジカのメス成獣生存率及び要因別死亡率
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下鶴倫人
2. 発表標題 DNA解析に基づくヒグマの個体群特性の解明
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白根ゆり
2. 発表標題 ヒグマの食性の地域差と年次変動～大量出没の要因となる鍵食物の解明
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神保美渚, 白根ゆり, 梅村佳寛, 新庄康平, 中西將尚, 石名坂豪, 宇野裕之, 佐鹿万里子, 坪田敏男, 下鶴倫人
2. 発表標題 知床半島におけるヒグマの食性の個体差と地域性
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白根ゆり, 山中正実, 中西將尚, 石名坂豪, 神保美渚, 佐鹿万里子, 坪田敏男, 下鶴倫人
2. 発表標題 夏期の食物環境の変動がヒグマの栄養状態に与える影響の解明
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 山中正実, 下鶴倫人, 白根ゆり, 清成真由, 中西將尚, 石名坂豪, 宇野裕之, 神保美渚, 葛西真輔, 能勢峰, 梅村住寛
2. 発表標題 知床半島におけるエゾシカ新生子の死亡に与えるヒグマの影響の検討
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 神保美渚, 松本直也, 坂元秀行, 石名坂豪, 柳川洋二郎, 佐鹿万里子, 坪田敏男, 下鶴倫人
2. 発表標題 ヒグマ体毛の伸長様式と同位体濃縮係数の算出
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------