

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：32658

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15558

研究課題名（和文）カメラ首輪・3軸加速度センサー・機械学習で開発するヒグマの行動分類手法

研究課題名（英文）Behavioral classification of brown bear by machine learning using data of 3 axis accelerometer and video collar

研究代表者

根本 唯（Nemoto, Yui）

東京農業大学・地域環境科学部・助教

研究者番号：50792876

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：北海道・知床半島において8頭の野生のヒグマより取得した行動データ（3軸加速度データ等）を用いて、機械学習の一つであるランダムフォレストモデルにより、行動分類モデルを作成した。モデルでは、同一の個体であれば95%以上の正確度で11種類の行動（休憩・木登り・樹上採食・樹上待機・地上採食・移動・魚探餌・地上探餌・泳ぐ・待機・その他）を分類できた。また、このようなモデルを作成するためには、最低1ヶ月間における同様の行動データが必要であることが明らかになった。さらに、作成したモデルでは他の個体の行動データからでも休憩・地上での行動・樹上での行動の3種類については95%の正確度で分類することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果では、3軸加速度データより11種類の行動を分類可能なモデルを作成できた。本モデルを使用することで、ヒグマの野生下における詳細な行動を推定可能になり、生息地や季節といった環境要因と様々な行動との関係性を明らかにすることが可能となる。また作成に必要なデータ量も明らかになったことから、今後はより効率的なモデル作成が可能になると考えられる。加えて3軸加速度データさえあれば、他個体でも休憩・地上での行動・樹上での行動の3種類を分類することが可能であるため、ヒグマの樹木利用については、比較的長期的なデータを取得可能な3軸加速度データを用いることで、長期的な解析を行うことが可能である。

研究成果の概要（英文）：The behavior classification model was established by the machine learning model analysis using behavior data (3-axis acceleration and video data from the camera-mounted GPS collar) from eight brown bears that were captured in the Shiretoko peninsula, Hokkaido Japan. The model can estimate 11 behaviors (rest, climb tree, forage on the tree, rest on the tree, forage on the ground, move, search fish, search food on the ground, swim, stay, and others) of the same individual in more than 95% accuracy. Also, it was shown that the one-month data set is needed to establish the same model at least. In addition, the model can estimate three behaviors, such as rest, behavior on the ground, and behavior on the tree with more than 95% accuracy even if the model fits the data from other individuals.

研究分野：動物生態学

キーワード：ヒグマ バイオロギング 行動分類モデル 機械学習 3軸加速度センサー 行動生態 北海道 知床

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 動物の様々な行動がいつ・どこで・どのような要因が引き金となって行われるのかを明らかにすることは、その動物の生態的特徴や進化の過程の解明、及びその情報を基にした保護管理を行う上で重要であり[1]、そのためには、まず動物の行動を分類する必要がある。これまで動物の行動の解明には直接観察やGPS首輪等によるテレメトリ調査が行われてきた。しかし、クマ類のような森林を主な生息地とし、人間を忌避する野生動物の行動を直接観察により調べることは難しく、また、直接観察が可能な場合でも、動物への観察者の影響を無視することは難しかった[1]。テレメトリ調査では、得られるデータが位置情報のみのため、直接観察のように詳細な行動分類は難しいという問題点があった。

(2) 近年では、3軸加速度センサーを使用することで動物の体の加速度や姿勢といった行動を詳しく調べることが可能になった(図1)。この3軸加速度センサーは、直接観察のようなこれまでの行動調査手法に比べ、観察者の影響が無く、森林などの観察ができない環境下の行動も解析が可能である[2]。また、GPS首輪と組み合わせることにより、動物の利用環境と行動の関係を解析することも可能である。しかし、その実例は陸生哺乳類ではまだ少ない[3]。

(3) 特に北半球の広範囲に分布しているヒグマの行動を分類することが可能になれば、様々な生息地環境間で木登り等の行動の頻度を比較することで行動と生息地環境との関連性を解き明かすことが可能になるだろう。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、3軸加速度センサーを使用した機械学習によるヒグマにも適応可能な行動分類手法を開発することと、行動と環境要因の関係を解明する第一歩として、改良した行動分類手法を基に野生のヒグマの行動分類を行い、各行動と生息地環境や季節との関係性を調べることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 本研究では、海岸域において麻醉銃による生体捕獲が可能な北海道知床半島を調査地とし、調査地においてヒグマのメス成獣8頭を捕獲した。捕獲後はGPS首輪を装着し放獣した。装着したGPS首輪には、3軸加速度センサーおよびビデオカメラが内蔵されており、行動を分類する3軸加速度データとその教師データとなる実際の行動を約3ヶ月間記録した。ビデオ撮影に関しては、撮影が可能な昼間に15分毎に15~30秒間の動画を記録した。

(2) ビデオカメラで取得した行動データは、11種類の行動(休憩・木登り・樹上採食・樹上待機・地上採食・移動・魚探餌・地上探餌・泳ぐ・待機・その他)に分類し、3軸加速度データと対応させた。

(3) 行動と対応させた3軸加速度データを用いて、機械学習モデルの一種であるランダムフォレストモデルを作成した。モデル作成の際には、全データの75%をモデル作成用に用い、残りの25%を作成したモデルの評価に用いた。モデルの評価には正確度(〔真陽性+真偽性〕/データ数)を用いた。

(4) また、正確なモデルの作成に最低限必要なデータ数を明らかにするため、モデル作成用のデータの全データに対する割合を変化させてモデル作成を行い、その正確度の変化を解析した。

(5) 最後に、作成したモデルを使用して、3軸加速度データから各横道の季節変化を調べた。

4. 研究成果

(1) 本研究では、3軸加速度データを用いて野生のヒグマの行動を分類可能なモデルを作成した。作成したモデルでは、同一個体のデータであれば、11種の行動を95%以上の正確度で推定できた。

(2) 一方で、他個体の3軸加速度データを用いた場合には、11種の行動分類の正確度は60~90%となった。しかしながら、11種の行動を休憩・樹上行動・地上行動の3種の行動に再分類した場合は、どの行動も95%以上の正確度で推定できた。そのため、3軸加速度データさえあれば、本モデルを使用することでヒグマの行動を休憩・樹上行動・地上行動に分類することが可能である。3軸加速度データは、ビデオカメラによる動画データと比較して、より長期間のデータが取得可能であり、ビデオカメラでは撮影できない夜間のデータも記録できる。そのため、ヒグマの樹上利用に関して、季節や生息地といった環境要因との関係性を長期的に解析できる可能

性がある。

(3) データ量とモデルの正確度の関係については、データ量が減少するとモデルの正確度も減少した。特にデータ量が全データの20%になると、正確度が95%未満になる個体が見られることから、95%以上の正確度を持つモデルを作成するためには、最低でも本研究で用いたデータの30% (約1ヶ月間) のデータが必要であると言える。GPS首輪によるデータ取得期間とデータ量はトレードオフの関係にある。本研究ではビデオカメラの使用やそれに合わせた15分間隔GPS測位を行ったため、GPS首輪によるデータ取得期間は3ヶ月に止まった。このようなモデル作成に必要な集中的なデータ取得期間を1ヶ月に短縮することが可能であれば、代わりに3軸加速度センサーによるデータ取得期間を延長することで詳細な行動分類データを長期に取得することが可能になるだろう。

(4) 作成したモデルを用いてデータ取得期間の行動を分類した結果では、魚探餌や樹上採食といった食性と関係する行動について、過去の食性研究と一致する季節変化が見られた。また、休憩に関しては、夏から秋に向けて減少する傾向がみられ、冬眠前の飽食期の影響が示唆された。

(5) 本研究では、行動分類モデルを作成するための教師データとしてGPS首輪に装着したビデオカメラによる行動の動画記録を行った。3軸加速度センサーを用いたモデル作成の際には記録された行動を11種類に分類したが、動画で記録した行動はさらに細分化可能であり、行動の詳細も記録されていた。例えば、採食に関しては採食物の分類や採食方法も解析できる可能性がある。また、水利用や人工物(ゴミなど)利用など、従来の手法では把握が難しかった行動も記録されており、今後、野生動物の生態研究を行う上で非常に有力なツールとなるだろう。

<引用文献>

- [1] Brown, D. D., Kays, R., Wikelski, M., Wilson, R., Klimley, A. P., Observing the unwatchable through acceleration logging of animal behavior, *Animal Biotelemetry*, 1(1), 2013, 20
- [2] 根本唯、斎藤梨絵、熊田礼子、大町仁志、3軸加速度センサーを用いたツキノワグマの行動様式分類実験、哺乳類学会、2018
- [3] Wang, Y., Nickel, B., Rutishauser, M., Bryce, C., Williams, T., Elkaim, G., Wilmers, C., Movement, resting, and attack behaviors of wild pumas are revealed by tri-axial accelerometer measurements, *Movement Ecology*, 3(1), 2015, 2.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Yui Nemoto, Michito Shimozuru, Yuri Shirane, Mina Jimbo, Masanao Nakanishi, Tsuyoshi Ishinazaka, Masami Yamanaka
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 7th International Bio-Logging Science Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 根本唯・下鶴倫人・白根ゆり・神保美渚・中西将尚・石名坂豪・山中正実
2. 発表標題 ビデオカメラおよび加速度センサー付首輪によるヒグマの行動分類
3. 学会等名 第13回北海道の今後のヒグマ研究を考えるワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yui Nemoto, Michito Shimozuru, Kotaro Shimizu, Yuri Shirane, Mina Jimbo, Masanao Nakanishi, Masami Yamanaka, Toshio Tsubota
2. 発表標題 Behavior classification model of brown bear using 3-axis accelerometer and camera mounted Collar
3. 学会等名 THE 13TH INTERNATIONAL MAMMALOLOGICAL CONGRESS (国際学会)
4. 発表年 2023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
---------	---------