配信先：文部科学記者会、科学記者会、共同通信 PR ワイヤー、秋田県政記者、筑波研究学園都市記者会

２０２６年１１月１２日
東京都公立大学法人　東京都立大学
公立大学法人秋田県立大学
国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

限られた観測データから森林内における ツキノワグマの「動き方」を探る

仮想空間でクマを動かす「バーチャルエコロジー」により土地被覆・豊凶と ツキノワグマの行動パターンの関係を検証―

1. ポイント

- 秋田県全域を 1km メッシュに区切り、落葉樹林、広葉樹林、林縁などの土地被覆タイプをもとに、ツキノワグマが「とどまる」「移動する」条件を組み合わせた 90 通りの仮想移動シナリオを作成しました。
- ツキノワグマの重要な餌となる堅果類の凶作年、豊作年を含む 2017 年、2018 年、2019 年に秋田県内で実施されたカメラトラップ調査の結果と、各シミュレーションの結果を比較しました。
- 堅果類が豊作だった 2018 年のデータでは、シミュレーション結果とよく一致するシナリオはほとんど見られませんでした。一方、堅果類が凶作だった 2017 年と 2019 年では、落葉樹林や林縁を移動先とするシナリオが観測データと比較的よく一致しました。
- 特に 2017 年と 2019 年に共通して、落葉樹林の多い場所へ移動するシナリオが観測データとよく一致しました。また、林縁のある場所へ移動するシナリオも比較的よく一致しました。
- これらの結果は、仮想的な移動シミュレーションと観測データを組み合わせることで、直接観測が難しい大型哺乳類の行動パターンを探索できる可能性を示しています。今後、同じ地域での繰り返し調査や GPS 等による個体追跡データと組み合わせることで、獣害対策やモニタリングへの応用が期待されます。

2. 概要

東京都立大学大学院都市環境科学研究科の大澤剛士准教授、秋田県立大学の星崎和彦教授、森林総合研究所の大西尚樹チーム長らの研究グループは、コンピュータ上の仮想空間で生物の行動をシミュレートし、その結果を実際の観測データと比較する「バーチャルエコロジー（virtual ecology）」[注1]により、秋田県に生息するツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）の秋における空間利用を検討しました。複数のシナリオ下におけるシミュレーション結果と秋田県および秋田県立大学によって実施された 2017 年から 2019 年までの 3 年間のカメラトラップ[注2]データを比較した結果、ブナやナラ類の堅果類[注3]が豊作であった 2018 年には、実際の観測データと一致するシミュレーションシナリオはほとんど見いだせなかった一方、堅果類が凶作であった 2017 年と 2019 年には、落葉樹林が多い場所、林縁[注4]が存在する場所を移動先とする複数のシナリオが実際の観測パターンとある程度一致しました。このことは、ツキノワグマは堅果類が豊作な年と凶作な年で行動パターンが変化し、特に

凶作年では一定の共通性を示す可能性を示唆します。ただし、カメラトラップを仕掛けた地域は年ごとに異なるため、これらの違いを堅果類の豊凶だけによるものと結論づけることはできず、ツキノワグマの動きを直接予測するとは言い切れません。本研究は、限られた観測データしか得られない状況でも、どのような景観条件が動物の空間利用と関係しているかを探索するのに有効な方法を提示したところに価値があります。

本研究成果は、2026 年 11 月 11 日付け（日本時間）で ELSEVIER が発行する国際誌「Global Ecology and Conservation」に掲載されました。なお、本研究は、、環境再生保全機構 環境研究総合推進費（JPMEERF20254002）によって実施したものです。

3. 研究の背景

近年、日本各地でツキノワグマの市街地への出没および、それに伴う人身被害が増加し、大きな社会問題となっています。ツキノワグマは高い移動能力を有するため、人との遭遇を減らすためには、本来の生息域である森林内を「どのように移動しているか」を理解することが重要です。特に目撃や人身事故が増加する秋は冬眠前の時期にあたるため、ツキノワグマは多くの食物を得るために積極的に移動をすることが知られています。落葉樹であるブナやナラ類が生産する堅果類はツキノワグマにとって重要な食物資源ですが、その生産量と結実する地域は年によって大きく変動します。これまでの研究から、堅果類が少ない年にはツキノワグマの行動範囲が広がり、人里への出没が増えることが指摘されています。しかし、野生の大型哺乳類の移動を詳細に把握することは容易ではありません。GPSを内蔵した首輪などを用いれば個体の移動を詳しく追跡できますが、捕獲や機器装着が必要であり、多数の個体を広域で継続的に調査することには限界があります。目撃情報や人との遭遇記録は比較的集めやすいものの、人の活動量、道路へのアクセス、通報行動の多少などにも影響されるため、クマ本来の空間利用をそのまま表しているとは限りません。人とクマの遭遇を減らすために、限られたデータからクマ本来の生息域である森林内における行動を知る方法が求められています。そこで研究グループは、実際の動物を直接追跡する代わりに、仮想空間上でさまざまな行動ルールを与えたクマを移動させ、その結果を実際のカメラトラップ観測と比較する「バーチャルエコロジー」の考え方を利用し、ツキノワグマの森林内における行動の検討を試みました。

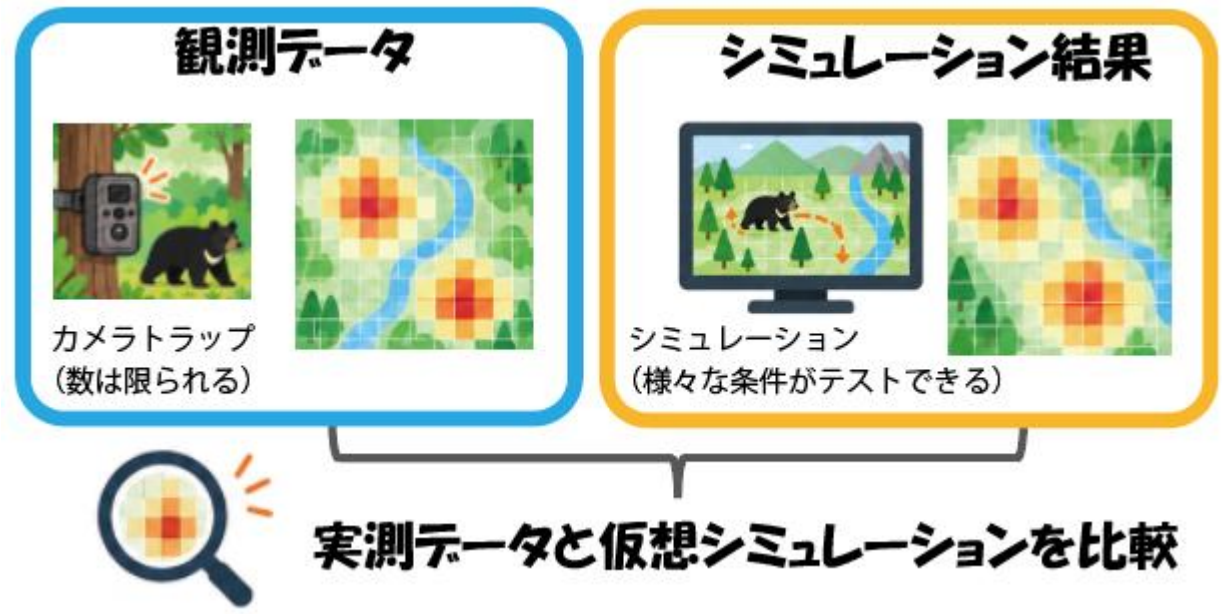


図1. バーチャルエコロジーの概念図。

4. 研究の詳細

研究グループは、秋田県全域を約1km四方のメッシュに分割し、それぞれのメッシュについて宇宙航空研究開発機構（JAXA）が作成、公開している高解像度土地利用、土地被覆図から、樹種を問わない森林率、落葉樹林率、広葉樹林率、林縁率、草地率などを計算しました（図2）。これらの値をもとに、ツキノワグマが現在いる場所にとどまるか、隣接する場所へ移動するかを決定するシミュレーションモデルを構築しました。例えば、「森林率が低い場所には留まりにくい」「落葉樹林が多い場所ほど移動先として選びやすい」「環境に関係なくランダムに移動する」といった複数のルールを組み合わせ、合計90通りのシナリオを設定しました。これに1日に1km移動する、2km移動する、3km移動するといった仮定を与え、9月～10月におけるクマの行動をシミュレーションしました。これらのシミュレーション結果を、秋田県内で2017～2019年に行われたカメラトラップ調査結果と比較しました。その結果、ブナやナラ類の堅果類が豊作だった2018年におけるカメラトラップデータは、いずれのシナリオにおけるシミュレーション結果ともさほど一致せず、特定の移動ルールを強く支持する結果は得られませんでした。さほど一致しなかった中でも相対的に一致度が高かったシナリオは、広葉樹林の割合が高い場所に移動するものでした。一方、堅果類が凶作であった2017年と2019年では、多くのシミュレーションシナリオがカメラトラップデータとある程度一致しました。特に両年に共通して、落葉樹林の割合が高い場所に移動するというシナリオはカメラトラップデータと比較的よく一致しました。また、2019年では、林縁の存在を移動先の選択に用いるシナリオも比較的よく一致しました。このことは、堅果類の凶作年にはツキノワグマの行動がある程度の共通性を持ち、予測可能性が高まること、凶作年であっても基本的に堅果類が多そうな場所を探索して移動するものの、集団内には林縁という人間の行動圏の近くに積極的に寄っていく個体が存在していることを示唆します。ただし、2017年、2018年、2019年でカメラの設置地域が異なっていたため、今回の結果のみから「堅果類が少ないから落葉樹林や林縁へ移動した」と直接結論づけることはできません。本研究で確認されたのは、堅果類が少なかった2つの年・地域データで、共通して落葉樹林や林縁と関連する移動シナリオが観測結果と一致した、というパターンであり、結果の解釈には注意が必要です。それでも、本研究によって、仮想的なシミュレーションによってツキノワグマのような大型哺乳類の行動パターンをある程度説明できる可能性が示されたことは、クマと人間の衝突を軽減する上で重要な一歩と言うことができます。

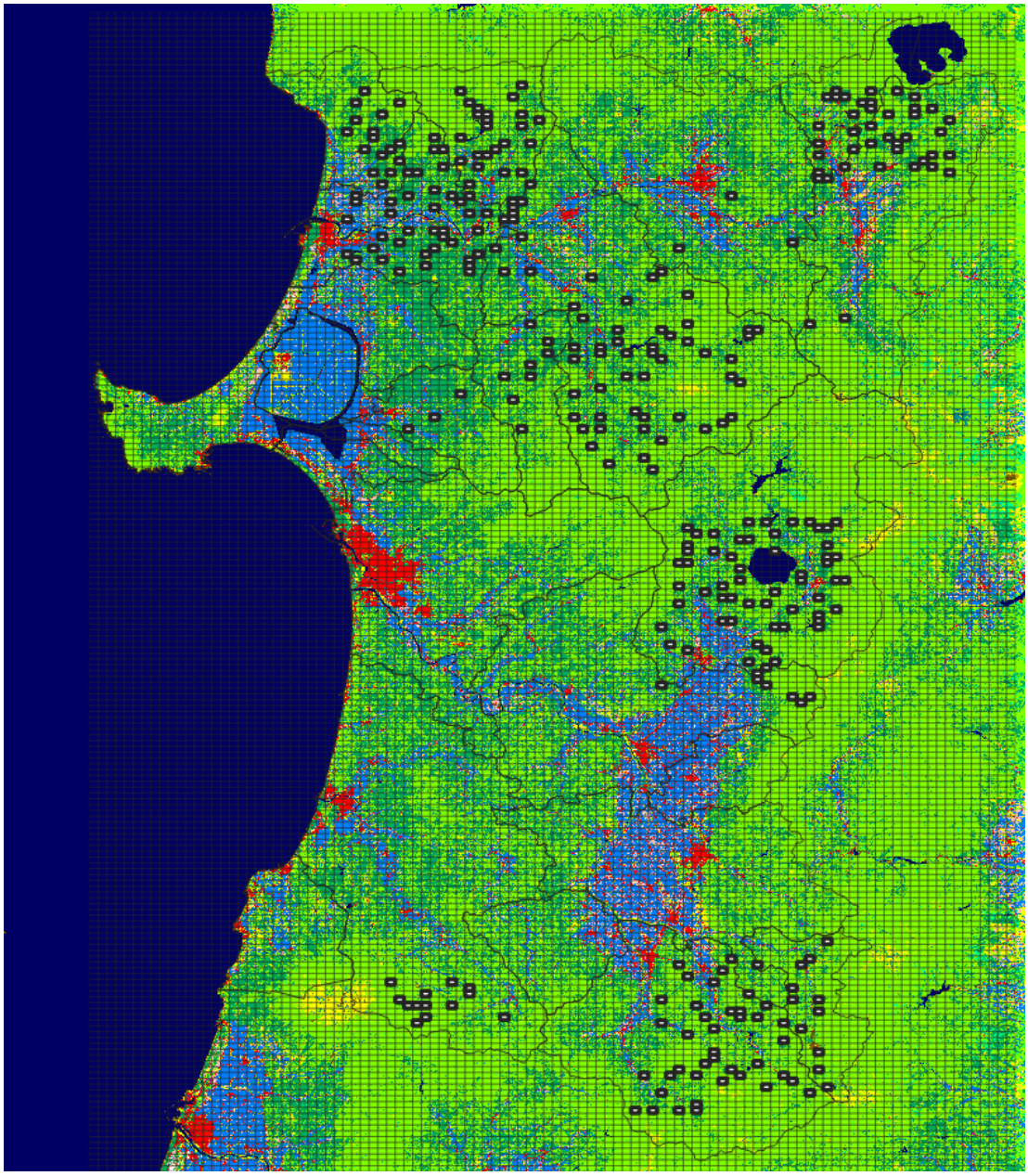


図2. シミュレーションを実施した範囲とカメラの設置場所（太枠）。背景図はJAXAの高解像度土地利用、土地被覆図。

5. 研究の意義と波及効果

大型野生動物の行動を把握するためには、GPS 機器の設置などによる詳細な個体追跡を多数において実施することが理想的ですが、現実にはすべての地域・すべての個体について十分なデータを得ることは困難です。本研究は、「このような景観条件を好んで移動すると仮定したら、実際の観測結果をどの程度説明できるか」を多数のシナリオについて検討し、カメラトラップという比較的容易な手法で取得できるデータを用いて検証することが可能であることを示しました。この方法は、将来のクマ出没地点を直接予測するものではありませんが、落葉樹林や林縁など、実際の行動と関係する可能性がある景観要素を候補として抽出し、重点的な対策を行う場所や条件を検討するための「スクリーニング手法」として活用できる可能性があります。また、この考え方はツキノワグマに限らず、GPS 追跡などの詳細な移動情報を十分に得ることが難しい大型哺乳類にも応用できます。今後、同一地域で複数年の観測を繰り返すことや、GPS による個体追跡データと組み合わせることで、より信頼性の高い行動評価や、人と野生動物との軋轢を軽減するための情報を得ることにつながることが期待されます。

6. 用語解説

（注 1）**バーチャルエコロジー（virtual ecology）**

コンピュータ上に仮想的な生物や環境を設定し、さまざまな行動・移動ルールに基づいてシミュレーションを行ったうえで、その結果を実際の観測データと比較する研究手法です。実際の生物について十分な観測データが得られない場合に、複数の仮説を比較・検討する方法として利用できます。

（注 2）**カメラトラップ**

野外に設置し、動物が前を通過した際に自動的に撮影するカメラです。人が直接観察しなくても、長期間にわたって野生動物の出現状況を記録することができます。

（注 3）**堅果類**

ブナの実やナラ類のドングリなど、硬い果皮を持つ木の実の総称です。ツキノワグマにとって秋季の重要な食物資源ですが、生産量には大きな年変動があります。

（注 4）**林縁**

森林と草地、農地など異なる土地利用が接する境界部分を指します。本研究では、100 m 単位の森林域が草地や農地などの非森林の緑地と接する場所を林縁として扱いました。

7. 論文情報

掲 載 誌：Global Ecology and Conservation

タイトル：Exploring wildlife space use from limited observations: a virtual ecology application to *Ursus thibetanus* under contrasting conditions

著者：Takeshi Osawa, Kazuhiko Hoshizaki, Naoki Ohnishi

ＤＯＩ：https://doi.org/10.1016/j.gecco.2026.e04486

ＵＲＬ：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989426004361

8. 問合せ先

（研究に関すること）

東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 准教授 大澤 剛士

TEL：042-677-2623　E-mail:arosawa@tmu.ac.jp

公立大学法人秋田県立大学

生物環境科学科 教授 星崎 和彦

TEL：018-872-1608　E-mail: khoshiz872@akita-pu.ac.jp

国立研究開発法人
森林研究・整備機構　森林総合研究所東北支所　チーム長　大西 尚樹
TEL：019-648-3963　E-mail：ohnishi_naoki320@ffpri.go.jp

（大学に関すること）
東京都公立大学法人
東京都立大学管理部 企画広報課 広報係
TEL：042-677-1806　E-mail: info@jmj.tmu.ac.jp

公立大学法人秋田県立大学
秋田県立大学　ディレクター　佐藤 琢麻
TEL：018-872-1521　E-mail:koho_akita@akita-pu.ac.jp

国立研究開発法人
森林研究・整備機構 森林総合研究所企画部広報普及科広報係
TEL：029-829-8372　E-mail：kouho@ffpri.go.jp