

研究成果報告書

- ・富山大学理学部生物学科
- ・所属ゼミ: 山崎研究室
- ・指導教員: 山崎 裕治
- ・代表学生: 松宮 匠吾
- ・参加学生: 澤越 美幸、河合 直緒

【研究題目】 獣害管理 vs 希少種保護: 哺乳類の出現マップの作製

1. 課題解決策の要約

富山県は、標高 3000m級の立山連峰から、水深 1000mを越す富山湾まで、決して広くはない範囲に広大な地形や自然を有している。また、本州随一の植生自然度を誇り、日本列島のほぼ中央に位置することから、南方系の種と北方系の種が混在した多種多様な動植物による豊かな生態系が育まれている。

富山県における哺乳類は、現在 54 種が確認されており、非常に多様な哺乳類が生息しているといえる。哺乳類は、クマなどの大型哺乳類が代表するように、多くの種が生態系ピラミッドにおける高次の栄養段階を占めており、生態系への影響力が大きいことで知られている。例えば、前出のクマは、その個体群維持のために、多彩な餌資源や広い生息空間を満たす必要があり、クマが生活圏を維持することによって、多くの生物をはじめとする生態系全体のバランスが保たれる。その様子は、あたかもクマがさす傘が、生態系全体を雨(様々な内的・外的要因)から守っているように見え、そのことからクマはアンブレラ(傘)種と呼ばれている。また、リスやアカネズミなどの小型哺乳類は、餌となる植物の種子の運搬や貯蓄によって、植物の種子散布の範囲に大きな影響を与える。その一方で、シカによる過度な採食圧は、森林の植生を改変し、それに付随して他の生物にも影響を波及させる。このように私たちの生活も含め、生態系全体に大きな影響を持つ哺乳類であるが、その基礎情報となる「どこに生息しているか」という情報(出現情報)は、種類や地域ごとに異なり、その実態の把握は未だ不十分である。

そこで本研究課題では、富山県内の広域でフィールドワークを行い、哺乳類のフィールドサイン、すなわち痕跡(足跡、爪痕、食痕など)や糞から、形態的特徴や遺伝子分析に基づき出現種を特定した。そして、景観分析を通してそれぞれの哺乳類の出現確率を数値化し、富山県全域における哺乳類の出現マップを作製した。また、それぞれの種の出現マップを用いて、実際に調査を行っていない地域を含めた県内全域における哺乳類の多様性、すなわち潜在的な多様性の評価を試みた。

まず、富山県内において哺乳類のフィールドサインを探索し、足跡、爪痕、食痕などの痕跡の記録と糞サンプルの採取を行った。そして、それらについて種の同定を行った結果、合計 17 種の哺乳類が確認された。次に、得られた哺乳類のデータを用いて、景観分析を行って富山県全域における哺乳類の出現マップを作成した。マップの作成においては、生物の生息状況(在データ)と解析対象地域の環境データとを用いて、MaxEnt モデルに基づく出現確率を対象地域全域について算出した。その結果、ほとんどの種において、従来の生息地に関する知見と一致した地域で高い出現確率が算出された。そこで、MaxEnt 解析で得られた結果を用いて、富山県全域における哺乳類の多様性の評価を試みた。算出された各種の出現確率を用いて、シャノン・ウィナーの多様度指数およびシンプソンの多様度指数を計算し、それに基づき哺乳類の多様性を評価した。その結果、特に、丘陵帯や森林域において高い値の多様度指数が算出された。一方、標高の高い山間部などでは、低い値の多様度指数が算出された。

以上の成果は、富山県全域における哺乳類の潜在的な出現情報、ひいては生物多様性を示すものである。本

研究の結果を用いることで、希少な哺乳類の保護、あるいは獣害管理において重要な地域の把握が可能となり、効果的な施策の立案や活動方針の決定に寄与することが考えられる。また、フィールドワークや成果の公開を通して、地域住民の自然に対する意識向上が期待される。

2. 調査研究の目的

近年、世界の生物多様性は急激に劣化し続けており、生物多様性の損失を止め、回復軌道に乗せる「ネイチャーポジティブ」に向けた行動が急務とされている。これを踏まえて、現在、「2030年までに国土の海と陸のそれぞれ30%以上を保護する」という30by30目標が注目されている。この目標の達成も含めて、地域の生物多様性の保護には、その地域に生息している生物の把握や、生物多様性の評価が必要である。しかし、従来の調査手法では、調査のために多大な労力が必要であることや、現地調査を行った地域に限定した評価になってしまうことなどの多くの課題が存在する。これらの課題を踏まえて近年では、景観分析を利用して、実際には調査を行っていない地域も含めた対象生物の分布予測や、その結果に基づいた生物多様性の評価が注目されている。

哺乳類は、生態系において多様な生態ニッチを占めており、地域の生態系に対して大きな影響力を持つ。そして、哺乳類の目視観察や捕獲は困難であるが、フィールドサインを確認することで、哺乳類の存在を認識することが可能である。また、富山県は多彩な地形や自然を有しており、多様な哺乳類を含む豊かな生物多様性が存在している。富山県に生息する哺乳類の中には、獣害をもたらすツキノワグマ、ニホンザル、イノシシ、シカなどの種が存在する一方、イタチやノウサギなど、保護が必要な希少種も存在している。そのため、富山県における哺乳類の生息状況の把握が重要であるが、現時点では必ずしも十分には行われていない。

そこで本研究では、富山県の各地においてフィールドワークを実施し、哺乳類のフィールドサインの収集と種同定に基づいて得られた哺乳類の生息状況(在データ)と環境データに基づく分布予測を行い、予測結果に基づく哺乳類の出現マップを作成した。そして、それぞれの種の出現マップを用いて、実際に調査を行っていない地域を含めた県内全域の生物多様性、すなわち潜在的な生物多様性の評価を試みた。

3. 調査研究の内容

3-1. 富山県における哺乳類のフィールドサインの探索

富山県における哺乳類の在データの収集のため、富山県各地において哺乳類のフィールドサインを探索し、糞サンプルの採集および痕跡(足跡、爪痕、食痕など)の記録を行った。自然公園などを主な調査地とし、山地や河川など、できる限り多様な環境、かつ県内広域において、2024年の6月から11月にかけてフィールドワークを行った。フィールドサインを発見した際には、発見した地点の位置情報をGPSで記録した(図1)。そして、フィールドサインの特徴と周囲の状況を書き留めた後、写真の撮影を行った。発見したフィールドサインが糞サンプルであった場合は、割り箸を用いて採取し、乾燥剤が入ったチャック付きの袋に入れて採取した。また、過去に行った同様の調査において得られた情報の一部も解析に供した。



図1. フィールドワークの様子。左から、立山室堂での調査、シカの痕跡調査、糞採取の様子。

3-2. フィールドサインの種同定

野外調査で収集したフィールドサインについて、種同定を行った。痕跡については、形態的特徴と文献情報に基づき種同定を行った。一方、糞サンプルについては、糞の形状などの特徴に基づいて種を同定することが困難である場合が多いため、糞から DNA を抽出し、塩基配列を決定することで種を同定した。以上に基づき種同定したフィールドサインを、その種の在データとした。

3-3. 景観分析を用いた出現マップの作成

富山県における哺乳類の出現マップの作成においては、MaxEnt モデルを採用した。MaxEnt モデルを用いることで、調査地点に限らず、富山県全域における潜在的な出現情報の予測が可能である。まず、対象の生物種の在データとして、上記で種同定した情報を用いた。次に、環境データとして、富山県全域について、3 次メッシュ(1km 四方)における地形や気象などに関する環境データを、国土交通省の国土数値情報ダウンロードサービスから取得した。採用した環境データは、年降水量、年平均気温、年合計日照時間、年最深積雪量、平均標高、平均傾斜角度、田の面積、海水域の面積、農用地の面積、森林の面積、海浜の面積、建物用地の面積、河川・湖沼の面積、道路幅員・延長の合計の 14 のデータである。そして、MaxEnt モデルに基づき、富山県全域において、それぞれも対象種の出現確率を算出し、富山県における哺乳類の出現マップを作成した。

3-4. 富山県における哺乳類の潜在的な多様性の評価

MaxEnt 解析によって 3 次メッシュごとに算出された哺乳類各種の出現確率を用いて、シャノン・ウィナーの多様性指数およびシンプソンの多様性指数に基づき、富山県全域における哺乳類の多様性の評価を行った。まず、出現確率は割合として算出されているため、変数変換を行い、連続変数として扱えるようにした。そして、出現確率は、対象地域における生物の生息適性を示し、高い出現確率が算出された地域には多くの個体が生息すると考えられるため、変数変換を行った出現確率を、それぞれの多様性指数の個体数に当てはめて計算することで、富山県における哺乳類の多様性の評価を試みた。そして、算出した多様性指数を地図上に投影することで、富山県における哺乳類の多様性マップを作成した。

4. 調査研究の成果

4-1. 富山県における哺乳類のフィールドサインの探索

富山県内におけるフィールドサインに注目した調査を行った結果、209 個の糞サンプルと 133 ヶ所の痕跡が得られた(図 2)。

4-2. フィールドサインを用いた種同定

調査の結果得られたフィールドサインを用いて、種の同定を行った。まず、糞サンプルについて、DNA 解析の結果、採取した 209 個の糞サンプルのうち、98 個の糞サンプルから 11 種の哺乳類を同定することに成功した。痕跡については、調査で発見した 133 ヶ所の痕跡のうち、97 ヶ所の痕跡が 13 種の哺乳類のものであると判断された。以上のフィールドサインを用いた種同定の結果、ニホンザル *Macaca fuscata*、アカネズミ *Apodemus speciosus*、ニホンリス *Sciurus lis*、ニホンノウサギ *Lepus brachyurus*、ヒミズ *Urotrichus talpoides*、ウサギコウモリ *Plecotus auritus*、キクガシラコウモリ *Rhinolophus ferrumequinum*、ハクビシン *Paguma larvata*、ホンダタヌキ *Nyctereutes procyonoides*、アカギツネ *Vulpes vulpes*、ツキノワグマ *Ursus thibetanus*、ニホンテン *Martes melampus*、ニホンイタチ *Mustela itatsi*、アライグマ *Procyon lotor*、イノシシ *Sus*

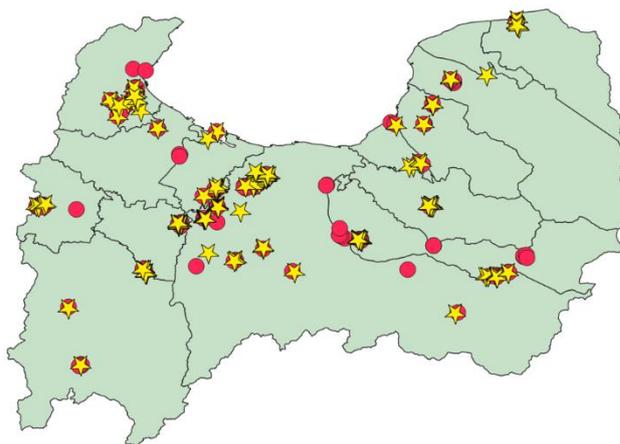


図 2. 発見したフィールドサインの位置。

●:糞サンプル,★:痕跡。

scrofa、ニホンジカ *Cervus nippon*、ニホンカモシカ *Capricornis crispus* の 17 種の哺乳類の合計 195 地点の在データが得られた(図 2)。これらのデータに、富山県のホームページで公開されている哺乳類の目撃情報の座標データなどを加え、富山県における哺乳類の在データとした。

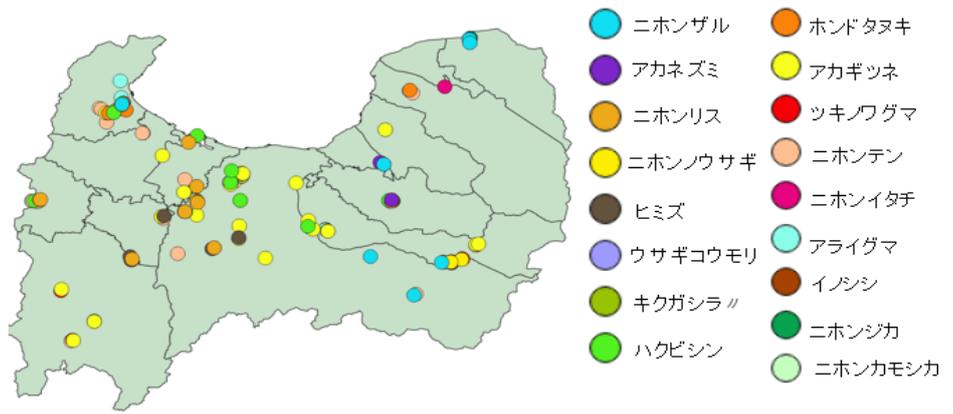


図3. フィールドサインを用いた種同定の結果。

4-3. 景観分析を用いた出現マップの作成

調査の結果確認された 17 種の哺乳類のうち、在データが 7 地点以上集まったニホンザル、ニホンリス、ハクビシン、ホンドタヌキ、アカギツネ、ツキノワグマ、ニホンテン、アライグマ、イノシシ、およびニホンジカの 10 種を MaxEnt 解析の対象種として採用した(表 1)。

これら哺乳類の在データと 14 の環境データを用いて MaxEnt 解析を実施した。その結果、すべての種において、分布予測の精度を表す AUC 値が、有用な予測結果であることを示す 0.7 を上回るモデルが得られた。また、ほとんどの種において、従来の生息地に関する知見と一致した地域で高い多様度指数が算出された。例として、アカギツネの MaxEnt 結果を挙げる(図 4)。赤く色づけされている場所ほど出現確率が高く、青く色づけされている場所ほど出現確率は低く算出されている。アカギツネの結果では、丘陵地の辺縁部などにおいて、高い出現確率が算出された。また、各環境データが分布予測にどれほど影響したかを示す寄与率は、農用地の面積で最も高い値が示されていた。アカギツ

表 1. MaxEnt 解析の対象種。

種名	学名	在データ数	AUC値
ニホンザル	<i>Macaca fuscata</i>	7	0.816
ニホンリス	<i>Sciurus lis</i>	9	0.908
ハクビシン	<i>Paguma larvata</i>	14	0.88
ホンドタヌキ	<i>Nyctereutes viverrinus viverrinus</i>	17	0.954
アカギツネ	<i>Vulpes vulpes</i>	30	0.919
ツキノワグマ	<i>Ursus thibetanus</i>	24	0.853
ニホンテン	<i>Martes melampus</i>	24	0.907
アライグマ	<i>Procyon lotor</i>	8	0.817
イノシシ	<i>Sus scrofa</i>	21	0.923
ニホンジカ	<i>Cervus nippon</i>	11	0.776

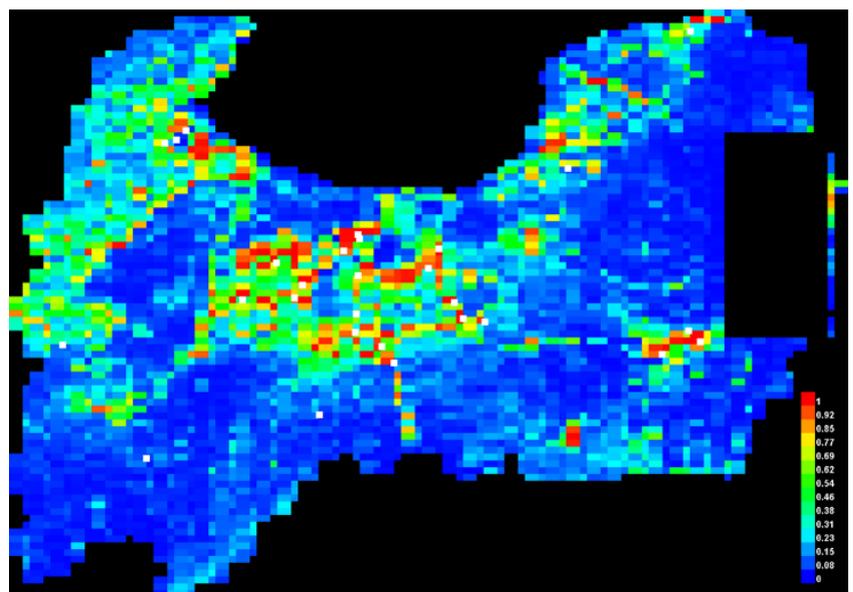


図 4. アカギツネの MaxEnt 結果

ネは、里山など、面積が小さい農用地が存在している地域を生息地として選好するとされており、このような知見と一致した地域において高い出現確率が算出されていると考えられる。

4-4. 富山県における哺乳類の潜在的な多様性の評価

MaxEnt 解析によって算出された哺乳類各種の出現確率を用いて、多様度指数の計算を行った。その結果、算出された多様度指数を地図上に投影した(図5, 6)。シンプソンの多様度指数においては、高い値の多様度指数が算出されたことを示す赤色のメッシュは、宝達丘陵や呉羽丘陵などの丘陵地などといった、中山間地域において多く存在していることが確認された。また、シャノン・ウィナーの多様度指数を基にした多様度指数の結果においても同様に、中山間地域を中心に高い多様度指数が算出されたことが確認された。

5. 調査研究に基づく提言

MaxEnt を用いて作成した富山県における哺乳類各種の出現マップにおいて、出現確率が高い地域は、それぞれの種で異なっていることが示された。例えば、アカギツネ

の結果では、丘陵地の辺縁部の他、平地においても高い出現確率が算出されていたが、イノシシの結果では、丘陵地や山地の辺縁部に沿うようにして出現確率が高く算出され、平地での出現確率は低く算出されていた。また、2つの多様度指数において高い値が示された呉羽丘陵や二上・宝達丘陵などの地域は、ほとんどが丘陵など、中山間地域の森林域であり、従来から哺乳類が多く生息していることが報告されている地域を多く含んでいる。これらのことから、富山県における哺乳類の多くは、丘陵や、山地の辺縁部など、中山間地域を生息地として主に利用していることが考えられる。

以上の結果から、哺乳類を対象とした、希少種の保護や獣害対策を行う際には、哺乳類が多く生息していると考えられる、中山間地域において重点的に行うべきであると考えられる。また、哺乳類は、多様な生態ニッチを占めており、地域の生態系に対して大きな影響力を持つため、哺乳類の多様性が高い中山間地域において自然保護の活動を行うことで、哺乳類以外の生物を含めた生態系の全体の保護に波及することが期待される。しかし、哺乳類は種によって生息地として利用する地域が異なっているため、本研究で得られた出現マップを活用し、それぞれの種に適した、獣害管理や希少種保護の施策を検討することが必要である。

6. 課題解決策の自己評価

本研究によって、富山県に生息している哺乳類各種における生息に適している地域と、富山県における哺乳類の多様性が潜在的に高い地域が示唆された。これにより、富山県内における獣害管理や希少種の保護などに関する具体策に資する情報を提供することができたと判断される。その一方で、解析結果のさらなる精度の向上が期待される。そのため、今後も本研究を継続し、より多くの哺乳類の在データを収集することが必要である。また、哺乳類の出現マップの作成や多様性の評価における生物間相互作用への注目など、手法の改善や検討なども行っていく予定である。

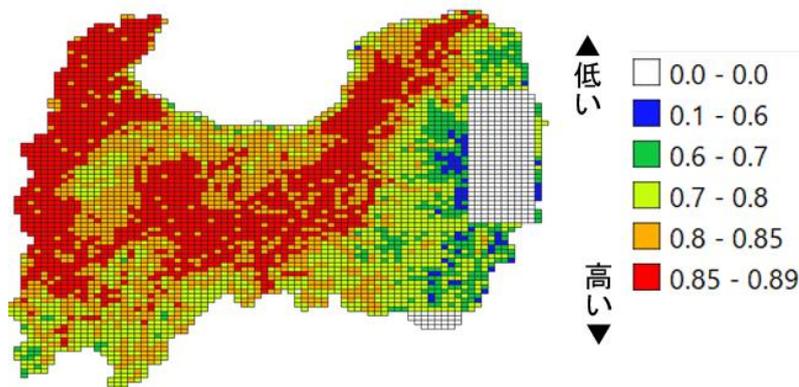


図5. シンプソンの多様度指数の算出結果。

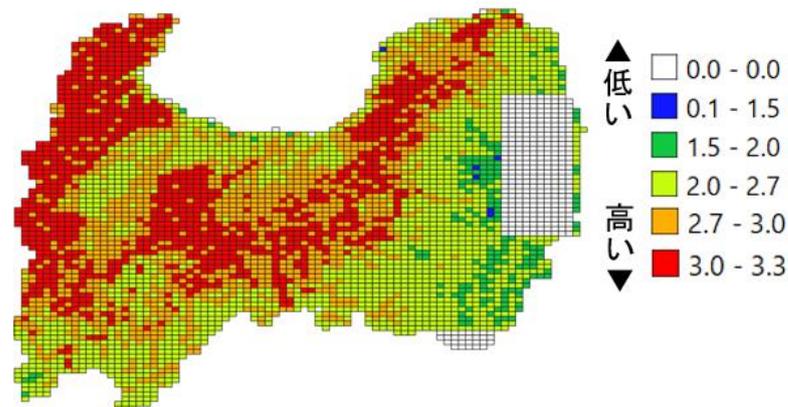


図6. シャノン・ウィナーの多様度指数の算出結果。