

平成 21 年度環境研究・技術開発推進費

クマ類の個体数推定法の開発に関する研究

平成 21 年度報告書

2010 年（平成 22 年）3 月

クマ類の個体数推定法の開発に関する研究グループ

研究代表機関 （財）自然環境研究センター

平成 21 年度環境研究・技術開発推進費
クマ類の個体数推定法の開発に関する研究
平成 21 年度（2009 年度）報告書

目 次

要 約	1
研究の背景と目的	
日本のクマ類の保護管理と個体数調査	3
1. ヘア・トラップ法による個体数推定法の確立	
1.1 クマ類の個体数推定法のレビュー	7
1.2 手法の標準化に注目したヘア・トラップ法のレビューと課題	22
1.3 ヒグマにおけるヘア・トラップ法のレビューと課題	34
1.4 北上山地ヘア・トラップ調査地の環境構造とツキノワグマの捕獲状況	39
1.5 北上山地ヘア・トラップ調査地の設定	49
1.6 ヘア・トラップ設置に要する作業量	58
2. 個体数推定に関わる DNA 分析法の確立	
2.1 個体数推定に関わる DNA 分析法の確立	68
2.2 クマ類体毛サンプルからの DNA 抽出と分析効率の季節性	82
2.3 ヒグマの DNA 個体識別手法の標準化（予報）	94
2.4 有害駆除個体を利用した有効集団サイズの推定方法の検討	107
3. 補完法・代替法の開発	
3.1 斑紋パターンに注目したツキノワグマ個体識別法の開発	110
3.2 代替法・補完法—痕跡からの DNA 抽出による個体識別法の 開発の現状について	116
4. 個体群モデルによる生息数及び生息動向分析法の確立	
4.1 空間明示モデルによるヘア・トラップ配置の検討および従来の 個体識別ミス対策の有用性の検討	121

環境研究・技術開発推進費

クマ類の個体数推定法の開発に関する研究

2009年度（平成21年度）研究グループ

(1) ヘア・トラップ法による個体数推定法の確立（ヘア・トラップ研究班）

米田 政明（自然環境研究センター、研究代表者）

常田 邦彦（自然環境研究センター）

間野 勉（北海道環境科学研究センター）

佐藤 喜和（日本大学）

(2) 個体数推定に関わるDNA分析法の確立（DNA研究班）

玉手 英利（山形大学；DNA分析研究班代表者）

釣賀 一二三（北海道環境科学研究センター）

山内 貴義（岩手県環境保健研究センター）

湯浅 卓（株式会社野生動物保護管理事務所）

(3) 補完法・代替法の開発（補完法・代替法研究班）

三浦 慎悟（早稲田大学；補完法・代替法研究班代表者）

青井 俊樹（岩手大学）

(4) 個体群モデルによる生息数及び生息動向分析法の確立（個体群モデル研究班）

松田 裕之（横浜国立大学；個体群モデル研究班代表者）

堀野 眞一（森林総合研究所）

ポスドクフェロー・院生研究員

鵜野 レイナ（慶応大学先端生命科学研究所）

近藤 麻実（岐阜大学大学院）

東出 大志（新潟大学大学院）

研究代表機関

財団法人 自然環境研究センター

〒110-8676 東京都台東区下谷 3-10-10

Tel.03-5824-0960（代表）、Fax.03-5824-0961（事務局）

平成 21 年度環境研究・技術開発推進費
クマ類の個体数推定法の開発に関する研究

平成 21 年度研究成果要約

1. 研究の背景と目的

クマ類は日本の野生動物の中でも、その生物学的特性および社会的要請から、保護管理に特に注意が必要な狩猟獣である。保護管理では、個体数あるいはそのトレンドは不可欠な情報である。クマ類の個体数推定のため、いくつかの調査法が試みられている。しかし、クマ類の個体数あるいはそのトレンドを高精度にしかも費用対効果の高い方法で推定する方法は確立されていない。自治体等が主体となって実施するクマ類の生息数・生息状況調査への適用を想定した、クマ類の個体数推定法の開発を目的として本研究を開始した。平成 21 年度本研究では、DNA 標識・再捕獲法を応用したヘア・トラップ法による個体数推定法の確立を主な目的として、相互に関連する次の 4 つのサブテーマに関する研究を行った。

- (i) ヘア・トラップ法による個体数推定法の確立に関する研究
- (ii) 個体数推定に関わる効果的な DNA 分析法の確立に関する研究
- (iii) 補完法・代替法の開発に関する研究
- (iv) 個体群モデルによるモニタリング手法及び生息推定法の確立に関する研究

2. ヘア・トラップ法の確立に関する研究

クマ類の個体数推定法に関する調査・研究事例のレビューを行った。ヘア・トラップ法は現状ではコスト面での優位性は高いとは言えないが、他の方法に比べ調査面積あたりの識別個体数の精度が高いと考えられる。これまで適用されてきたヘア・トラップ調査からは、標準トラップ構造として、有刺鉄線により一辺 4m 程度の囲いを地上 40cm 程度に設置し、さらに対角線にも有刺鉄線を張り、誘引物質としてツキノワグマに対してはハチミツ等を、ヒグマにはエゾシカ肉等を用いることが有効である。試料（体毛）採取率と DNA 分析効率は 6 月から 7 月が最も高い。ツキノワグマの場合、行動圏を考慮するとトラップは、1 基/4-km² より高い密度で設置する必要がある。

個体数推定法の開発段階では、移動個体の影響が少ない半閉鎖系個体群を調査対象とすることが有利である。周辺を非生息地に囲まれた北上山地を、本研究におけるツキノワグマ調査対象地とした。北上山地青松葉山周辺の約 600-km² の地域をヘア・トラップ法研究地とし、2009 年度は予備調査としてトラップ位置の現地選定とその環境調査を行った。トラップ設定では、高密度（1 基/km²）と低密度（1 基/4-km²）を組み合わせ、262 カ所を候補地として選定した。さらに、標準トラップ構造に基づくトラップ設置手順、作業量および必要機材を確認するため試験的設置を行った。これらの予備調査から、2010 年度の本格調査に向け、標準トラップ構造を確定するとともに実施作業計画を作成した。

3. DNA 分析法の確立に関する研究

ヘア・トラップ法によるクマ類の個体数推定では、毛根に残された微量 DNA からの高精度の個体識別法の確立が最重要の技術的課題である。遺伝子分析の効率および精度向上を目的として、2009 年度研究では、先行研究から特に分析遺伝子座に注目したレビューを行った。また、酵素の

種類別に PCR による増幅成功率を求め、精度検証の方法を検討した上で、ヘア・トラップ法における DNA の標準的な分析手順（プロトコール）を定めた。さらに、DNA 抽出と分析効率の季節差に注目して、岩手大学御明神演習林においてヘア・トラップにより 2009 年 5 月から 12 月にまでに採取した体毛の季節別分析効率を比較した。これに加え、集団サイズと遺伝子プールとしての有効集団サイズ（ N_e ）の関連に注目して、山形県のツキノグマ試料を分析した。

ヘア・トラップ法における DNA 分析では、分析遺伝子座を 6~9 種類とし 3 遺伝子座を 1 セットとした multiplex PCR による遺伝子型判定を標準法として提示した。酵素別の PCR 増幅成功率試験では、PrimeSTAR がよい成績であった。性判別ではアメロゲニン遺伝子を用いた方法を標準プロトコールとして提示した。精度検証の方法として、標準サンプルによる較正およびエラーデータの検出方法と再解析手順を示した。DNA 分析効率の季節差調査では、6 月から 7 月にかけては効率が良いが、9 月以降低下することが明らかになった。北海道内の 3 地域のヒグマの遺伝子座分析から、高い多型性を示す遺伝子座は共通していたが、地域より多型性の程度には違いが見られた。また、4 塩基くり返しマイクロサテライト領域の予備的分析から、その個体識別の有効性が示唆された。TM 法と LD 法による、2004 年から 2008 年にかけて山形県で捕獲されたツキノグマの N_e の推定から、時系列での継続的なサンプル収集の重要性が指摘された。

4. 代替法・補完法に関する研究

ヘア・トラップで採取されたクマ類の体毛 DNA 分析による個体識別は、個体数推定の有効な方向である。しかし、トラップの設置・試料採取、DNA 分析と作業量は多く、コストも高い。ヘア・トラップ法と並行して、費用対効果の高い代替法・補完法として、カメラトラップによる個体識別法および痕跡法の開発をあわせて進めた。

カメラトラップ法の 2009 年度調査では、画像による個体識別の可能性のある部位として、頭部形状、鼻紋、胸部斑紋（月の輪紋）および下顎紋の有効性を検討した。頭骨計測および鼻紋撮影調査から、頭部形状および鼻紋による個体識別の有効性は低いと考えられた。胸部斑紋、および下顎紋を有する個体の下顎紋は、カメラトラップにおける個体識別の有効な指標と判断された。ツキノグマによる食害発生地等において食痕から採取した試料の DNA 分析より、性別および個体識別が可能である。この方法は、特定地域における加害個体の性比や個体数推定に有効である。

5. 個体群モデルに関する研究

ヘア・トラップ法によるクマ類の個体数推定では、トラップの設置・試料採取、DNA 分析に加え統計解析が欠かせない。統計解析は、ヘア・トラップの空間配置および DNA 分析におけるジェノタイピングエラー率などの検討にも重要である。個体群モデルの 2009 年度研究では、Gardner et al. (2009)を参照し、既存資料による日本のクマ類の行動特性と生息密度を加味した、ダミーデータを使った空間明示モデルによるトラップの配置と捕捉率の分析、およびトラップ配置の違いによる生息密度推定値の違いを検討した。

北上山地青松葉山ヘア・トラップ試験地を対象とした、空間明示型標識再捕獲モデルによる試料採取のダミーデータの分析から、トラップを均一間隔で配置しなくても、空間明示モデルではその影響を緩和することが可能であった。また、非空間明示モデルと比較すると、空間明示モデルはより真の値に近い推定値を示した。ジェノタイピングエラー対策として 1 回出現個体を解析から除外することは、不適切と判断した。

研究の背景と目的

日本のクマ類の保護管理と個体数調査 —個体数推定法開発の背景と目的—

米田 政明（自然環境研究センター）

1. クマ類の保護管理の背景と経緯

クマ類（ツキノワグマ、ヒグマ）は、市民によく知られた動物であるが、人身被害や農林産物被害を引き起こすこともある狩猟獣である。しかし、個体数が相対的に少ないため、有害捕獲を含めた捕獲数管理に特に注意が必要な動物として、日本の野生動物保護管理の中で特別な位置をしめている。保護管理の判断と評価のためには、その生息状況を知る必要がある。日本国内で自然環境保全の重要性が認識され始めた1970年代の最初の年に、春グマ猟が行われていた石川県白山地域をモデル地域とした、繁殖数と捕獲数均衡仮説に基づくツキノワグマの個体数推定法が開発された（森下・水野、1970）。自然環境保全基礎調査が1973年から開始され、第2回基礎調査において、ツキノワグマとヒグマの全国分布図が作成された（環境庁、1979）。また、捕獲個体の年齢構成や繁殖状況の分析も1970年代から開始された（米田、1976）。一方、1960年代後半から1970年代には、植林木に対するツキノワグマによる樹皮剥ぎ害が、人工林の多い四国、紀伊半島、静岡県南部などで顕在化してきた。被害防除のため、箱ワナ（田中式オリ）によるツキノワグマの有害捕獲が増加した。四国では、生息数が元々少ないところに1960年代からの有害捕獲圧の高まりにより、個体群がさらに縮小したと考えられている。1970年代は、狩猟者登録数の最も多い時代でもあり、狩猟関係統計のある過去約90年間の中でツキノワグマ捕獲数が最も多い時期でもあった。ヒグマの捕獲数は、第二次大戦後の北海道開拓や十勝岳噴火による生息地攪乱の影響により里地への出没・大量捕獲があった1960年代に捕獲のピークがあった。

このような背景を受けて、環境庁（当時）によるクマ類を含む大型獣の保護管理のための調査研究が、1980年代から開始された。「森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究」（1980-84年度）（環境庁自然保護局、1985）では、石川県白山、日光、静岡県で、ラジオトラッキングによるツキノワグマの生息地利用、食性、繁殖の季節性など、現在の知見に結びつく研究が開始された。「人間活動との共存を目指した野生鳥獣の保護管理に関する研究」（1985-89年度）（環境庁自然保護局・日本野生生物研究センター、1990）においては、ツキノワグマでは秋田県における多数個体の生態調査と西日本の生息状況調査、ヒグマではラジオトラッキング調査が開始された。この研究で、堅果類の豊凶と行動圏および繁殖の関連が明らかにされるとともに、西日本のツキノワグマの生息状況悪化が報告された。「野生鳥獣による農林産物被害防止等を目的とした個体群管理手法及び防止技術に関する研究」（1990-94年度）（自然環境研究センター、1995）では、特に西中国地域のツキノワグマの行動生態と被害防除対策に焦点を当てた研究が行われた。この研究では、電気柵による防除及び捕獲個体の移動放獣などその後のクマ類の非捕殺管理に結びつく調査研究が行われた。

2. 保護管理施策

クマ類の保護管理施策面では、ワナ猟禁止が1970年代から実施された。箱ワナは子供が誤って

入ることや過剰捕獲になるおそれがあるため、1975年に環境庁通達として大型獣捕獲における危険なワナの使用が禁止され、1983年からは猟期のオリによるクマ類捕獲も禁止された。1980年代後半には、生息数が少なく絶滅のおそれのある、高知県（1986年）、徳島県（1987年）、九州3県（1989年）でツキノワグマの狩猟禁止措置が取られた。ワシントン条約におけるツキノワグマのⅠ類指定（ヒグマは一部個体群を除きⅡ類指定）、絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律（種の保存法）の制定（1992年）、日本のレッドデータブックの公表（環境庁編、1994）を受けて、1990年代前半には絶滅のおそれのあるクマ類地域個体群の保護に焦点が当てられた。西日本の17県では1994年から、狩猟によるツキノワグマの狩猟禁止措置が行われている。北海道では、生息数減少が懸念された渡島半島地域における春季のヒグマの予察防除事業を1990年に中止した。大日本猟友会も1990年代から、ツキノワグマの狩猟自粛を開始した。これらの保護管理施策により、1990年代前半にはクマ類の捕獲数は減少した。また、広島県（1994年）、長野県（1994年）、北海道（1995年）など生息状況に基づき、県別にクマ類保護管理計画を策定する都道府県が増えだした。クマ類の保護と被害防止に重点を置いた活動は、2000年代に入って、兵庫県や長野県における移動放獣（学習放獣）個体数の増加、イヌを使ったツキノワグマの防除（軽井沢）、電気柵導入の拡大など、非捕殺的防除対策に結びついている。

保護管理施策が行われる一方、過疎化の進行など社会環境の変化もあり1990年代は、シカやイノシシの生息数増加による農林業被害が増加した時期でもある。1990年代前半に減少したクマ類捕獲数も、1990年代後半から2000年代にかけて再び増加した。このため、絶滅危惧個体群の保護や急激に個体数が増加している種・地域個体群の管理を目的した、「特定鳥獣保護管理計画制度」が1999年に設立された。さらに、2007年には、農林水産大臣が策定する基本指針に基づき市町村が策定する被害防止計画により、野生鳥獣の被害防除が可能となる「鳥獣による農林水産業等に係る被害の防止のための特別措置」（特措法）が成立した。また、2004年には北陸から中国地方で（自然環境研究センター、2005）、2006年には全国的にツキノワグマの人里への大量出没、それに伴う大量捕獲がおき（環境省自然保護局、2007）、ツキノワグマの保護、被害防止および捕獲管理が大きな論議となった。このような背景を受けて、2009年度現在、16府県がツキノワグマを対象とした特定鳥獣保護管理計画を策定している。北海道を含め多くの道県が、クマ類保護管理と被害防除のための任意計画あるいは保護管理指針等を策定している（間野ら、2008）。また、「ツキノワグマの出没メカニズムの解明と出没予測手法の開発に関する研究」（2006-10年度）が森林総合研究所で実施されている。

3. 個体数調査

環境庁による1980年から3期、1994年度までの15年間のクマ類の生態、被害防除に関する基礎研究は、日本のクマ類の生態と保護管理の基礎データ入手及び研究者育成で重要な役割を果たした。しかし、個体数調査法の開発を直接目的としたものではなかった。クマ類の個体数調査は、鳥獣保護管理計画において生息数に基づく捕獲数管理の必要性に迫られた、都道府県が先行して行ってきた。秋田県では、秋田県林務部（1983）で開発した直接観察（追い出し）法による春季のツキノワグマの生息数調査を1985年から開始し、その後継続して実施している。秋田方式の調査は、その後、青森県、山形県、新潟県など、多雪地帯で春グマ猟（有害捕獲）が行われている地域にも導入され1980年代に県内の個体数調査が行われた。富山県や石川県では、残雪期の定点観察によるツキノワグマの個体数推定が開始された。これら県別調査による生息密度データは、

捕獲数動向や分布面積資料とあわせ、レッドデータブックにおける絶滅のおそれのある地域個体群の個体数推定などに応用された。さらに、特定鳥獣保護管理計画技術マニュアル（第1版；自然環境研究センター、2000年）における保護管理ユニット区分と、ユニット別の個体数水準設定の背景資料ともされた。また、1990年代後半に実用化されたDNAによる個体判別技術を応用したヘア・トラップ法による個体数調査法が、1990年代後半に北米で開発され、2000年代に入って国内にも適用されるようになった。

日本のクマ類の生態、生息数調査と保護管理は、過去40年間このような進展を見せてきた。しかし、旧薪炭林の高林齢化、森林隣接域の耕作放棄地の増加、山村の過疎の進行などによりクマ類の分布域は、西日本の一部を除き拡大傾向にある（環境省自然保護局・生物多様性センター、2004）。人身被害も、2000年代に入って増加している（環境省自然保護局、2007）。一方、四国や紀伊半島あるいは北海道の一部地域では、依然としてクマ類の地域個体群の絶滅が危惧されている（環境省自然環境局野生生物課、2002；2007（レッドリスト見直し））。被害防除対策としての、有害捕殺に対して批判的な意見も多い。従来の個体数推定とそれに基づく捕獲数管理に関しては、2006年のツキノワグマの大量出没と大量捕獲を受けて、見直しが求められている県も多い（岸元・佐藤、2008）。クマ類の保護管理では、これまで以上に信頼性の高い個体数推定あるいはその動向把握と、その結果に基づく保護管理計画の策定および実施が求められている（間野ら、2008）。本研究は、このような背景を受けて、現在適用可能な方法の中では、最も高精度な方法と考えられるヘア・トラップ法による個体数推定法の確立を第一の目的とし、個体群モデルからのアプローチを含めその手法の標準化と効率化を行うとともに、費用対効果の観点から代替法・補完法としてのカメラトラップあるいは痕跡調査法による個体数推定法の開発を目指すものである。

引用文献

- 秋田県林務部. 1983（昭和58年）. 秋田のツキノワグマ.
- 広島県ツキノワグマ対策協議会. 1994（平成6年）. 広島県ツキノワグマ保護管理計画.
- 環境庁. 1979. 第2回自然環境保全基礎調査 動物分布調査報告書（哺乳類）全国版.
- 環境庁自然保護局. 1985. 森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究.
- 環境庁自然保護局・日本野生生物研究センター. 1990. 人間活動との共存を目指した野生鳥獣の保護管理に関する研究.
- 環境庁編. 1994. 日本の絶滅のおそれのある野生生物（レッドデータブック）、哺乳類.
- 環境省自然環境局野生生物課. 2002. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物（レッドデータブック）哺乳類. 自然環境研究センター（発行）.
- 環境省自然保護局・生物多様性センター. 2004. 第6回自然環境保全基礎調査 種の多様性調査 哺乳類分布調査報告書.
- 環境省自然環境局野生生物課. 2007. レッドリストの見直し.
- 環境省自然保護局. 2007. クマ類出没対応マニュアル.
- 岸元 良輔・佐藤 繁. 2008. 長野県ツキノワグマ保護管理計画における生息数のモニタリングとその課題. 哺乳類科学 48(1): 73-81.
- 間野 勉・大井 徹・横山 真弓・高柳 敦. 2008. 日本におけるクマ類の個体群管理の現状と課題. 哺乳類科学 48(1): 43-55.

研究の背景と目的

森下 正明・水野 昭憲. 1970. ニホンツキノワグマの習性と個体数推定. 白山の自然 (白山学術調査団編), 石川県 : 322-329.

自然環境研究センター. 1995. 野生鳥獣による農林産物被害防止等を目的した個体群管理手法及び防止技術に関する研究. 環境庁委託調査報告書 (平成 2 年度-6 年度まとめ).

自然環境研究センター. 2005. ツキノワグマの大量出没に関する調査報告書 (平成 16 年度ツキノワグマ個体群動態等調査事業). 環境省請負調査.

米田 政明. 1976. エゾヒグマの年齢査定と年齢構成. 哺乳動物学雑誌 7:1-8.
