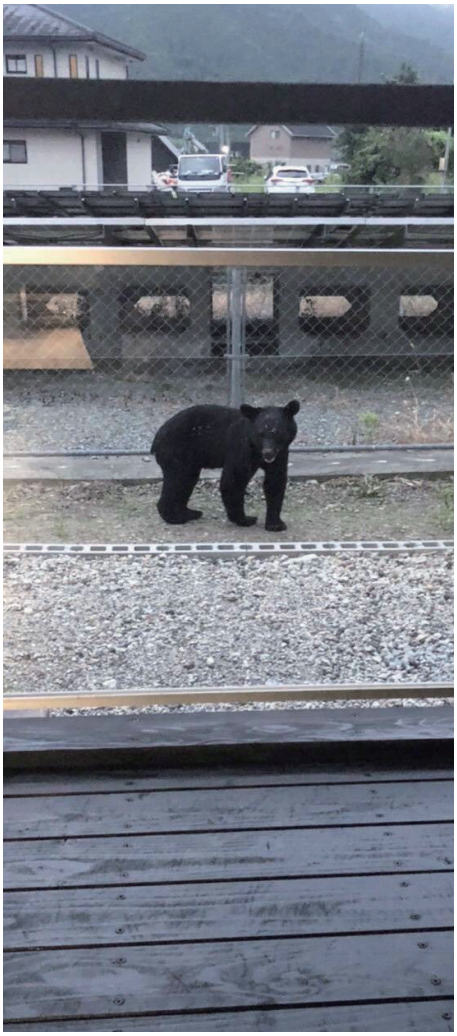
ISSN 1883-8219

兵庫県
森林動物研究センター

特集：兵庫県における ツキノワグマの保護管理の成果と広域管理

Status of Japanese black bear management in Hyogo Prefecture, Japan and development of a regional management system for bear populations



兵庫県森林動物研究センター
兵庫 ワイルドライフモノグラフ 14 号
2022 年 3 月

Wildlife Management Research Center, Hyogo
Wildlife Monograph of Hyogo, No.14

はじめに

兵庫県森林動物研究センター（以下、研究センター）は、ワイルドライフマネジメントに係わる研究成果を、野生動物の保全と管理に関わる業務を行っている行政担当者や実務者、技術者、研究者などへ実務に有益な知見を提供することを目的として、平成 20 年度から「兵庫ワイルドライフモノグラフ」を刊行してまいりました。今回、第 14 号として特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」8 編を収録しました。

ツキノワグマをはじめとし、ニホンジカ、ニホンザルなどは本州の近畿・中部地域を境にして南北（あるいは東西）で大きく分かれる系統地理的パターンが知られています。これは、最終氷期（15,000–10,000 年前）に寒冷によって日本列島が針葉樹や針広混交林で被われた時代にあって、一部地域に残った温帯の落葉広葉樹と暖温帯の常緑広葉樹が好適な生息環境に個体群が孤立して分裂して生存し、その後温暖な時代にあってブナ科植物の分布拡大とともに生息域が広がった結果だと考えられています。

兵庫県のツキノワグマは、遺伝学的には西日本グループに属し、県内の円山川を境に二つの地域個体群にわかれ、西側に東中国地域個体群、東側に近畿北部地域個体群が分布しています。これら西日本グループの個体群は、小さく孤立した個体群で、広域に連続して分布する東日本グループの大きな安定個体群に比較して、遺伝的多様性が著しく低いことが明らかにされています。その理由として、近世までのたたら製鉄のための森林伐採や戦後の拡大造林政策によるスギ・ヒノキの植林による生息地の分断や乱獲の影響が考えられます。

兵庫県のツキノワグマは、絶滅が危惧されていたため、狩猟を禁止していましたが、捕獲個体からの繁殖情報や、マイクロチップを用いた捕獲再捕獲法による確度の高い個体数推定を確立したことによって、2005 年以降に増加に転じたことがわかりました。そのため、兵庫県レッドデータブックでツキノワグマの危機レベルを段階的に下げて、2011 年の「絶滅の危機に瀕している種」から 2018 年には「要注目種」に変更しました。一方で、2016 年から制限を設けた狩猟を開始し、2018 年からゾーニングを設定して、個体群の維持と被害抑制を目的に絶滅リスクと被害リスクを考慮した順応的管理を実施しています。

また、県内の二つの個体群が隣接府県にまたがって分布していることから、2018 年には、各府県が協力して地域個体群の広域管理に取り組むための協議会が設置され、広域管理指針の策定が開始しました。さらには、ブナ科堅果の豊凶に基づく、秋季のクマの出没数並びに有害・錯誤捕獲数を、従来の県域スケールでの推定から、市町村単位、隣接県を含めた広域スケールで予測する試みが進められています。

以上のように、当センターでは、絶滅の危機から回復しつつあるツキノワグマとの共存に向けて、生物学的単位をもとに、空間スケールに応じた個体群・個体レベルの管理に取り組んでいます。

兵庫県森林動物研究センター所長　　梶　光一

兵庫ワイルドライフモノグラフ　14 号　2022 年 3 月

特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

目次

第１章 近畿北部・東中国ツキノワグマ地域個体群の
広域管理にむけた取り組み……1
高木　俊・横山真弓・廣瀬泰徳・野口和人

第２章 兵庫県におけるツキノワグマの生息・被害状況と管理政策の概要 ……30
野口　和人・廣瀬　泰徳・石川　修司・高木　俊・横山　真弓

第３章 ツキノワグマの捕獲個体モニタリング体制の構築 ……49
横山　真弓・野口　和人・廣瀬　泰徳

第４章 兵庫県における捕獲再捕獲法を基にした
ツキノワグマの個体数推定の経緯……63
高木　俊

第５章 兵庫県におけるブナ科堅果の豊凶観測に基づいた
ツキノワグマの出没予測……79
藤木　大介

第６章 バイオロギング・ウェアラブルカメラ端末を用いた
野生ツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）の生態解明の検討……94
森光　由樹

第７章 ツキノワグマによる住居集合地等への侵入対応事例について ……110
横山　真弓・廣瀬　泰徳・野口　和人

第８章 兵庫県におけるツキノワグマにみられた *Hepatozoon ursi* および
Dirofilaria ursi の感染と乳腺癌事例 …… 122
大田　康之・ 石川　修司・野口　和人・片山　淳之介

附録　普及用パンフレット…… 133

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14: 1–29　2022
特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

第　1　章

近畿北部・東中国ツキノワグマ地域個体群の広域管理にむけた取り組み

高木 俊[1,2*]・横山 真弓[1,2]・廣瀬 泰徳[1]・野口 和人[1]
[1]兵庫県森林動物研究センター
[2]兵庫県立大学自然・環境科学研究所

要　点
- 兵庫県に生息するツキノワグマは円山川を境に 2 つの地域個体群にわかれ、西側に東中国地域個体群、東側に近畿北部地域個体群が分布する。
- 地域個体群ごとの保全管理のためには、それぞれの地域個体群が生息する隣接府県との協力関係が必要であることから、2018 年に地域個体群の広域管理に向けた協議会が設立された。
- 広域協議会は広域指針を定め、各府県は指針を参考に特定鳥獣保護管理計画に基づいた保護管理を行う。
- 広域協議会は各府県のデータを統合した個体数推定を実施し、科学部会がその手法について評価を行う。

Keywords: 管理ユニット、行政連携、個体群管理

Development of a regional management system for Japanese black bear populations in northern Kinki and eastern Chūgoku

Shun Takagi[1,2*], Mayumi Yokoyama[1,2], Yasunori Hirose[1], Kazuhito Noguchi[1]
[1] Wildlife Management Research Center, Hyogo
[2] Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

Abstract: Two populations of Japanese black bear (*Ursus thibetanus*) are distributed in Hyogo Prefecture and neighboring areas. To manage bear populations inhabiting the prefectural boundary, a regional management system was developed in 2018. The management council established the guidelines for the management of bear populations, guiding the implementation of conservation and management plans by prefectures. The regional management council estimated regional population dynamics by using integrated data collected by each prefecture, and the estimation was validated by a scientific

受付日：2022 年 1 月 28 日、受理日：2022 年 2 月 16 日
* 責任著者：高木 俊　✉ takagi@wmi-hyogo.jp
〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野 940　兵庫県森林動物研究センター

committee.

Keywords: Administrative cooperation, management unit, population management

１．はじめに

ツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）は本州および四国に生息する大型哺乳類である。東日本においては、東北地方から中部地方にかけて分布が比較的連続しているが、西日本においては生息地が過去に分断・孤立したことにより、絶滅の危険性が高い地域個体群が存在している（日本クマネットワーク 2014)。九州では 1950 年代の記録以降、1987 年に他地域から持ち込まれたと考えられる個体が捕獲されたのみであり、現在では絶滅したと考えられている（環境省 2012)。近畿北部から中国地方にかけての分布状況をみると、福井県南部から滋賀県、京都府、大阪府北部、兵庫県の東側にかけて近畿北部地域個体群、兵庫県の西側から鳥取県、岡山県にかけて東中国地域個体群、島根県、広島県、山口県にかけて西中国地域個体群が分布する（環境省 2017)。かつてこれらの地域個体群の分布は不連続であり、遺伝的交流は制限されていたと考えられる（Ohnishi et al. 2007）が、2010～2017 年度の生息状況から、それぞれの地域個体群で分布は拡大状況にあることがわかっている（環境省 2019)。分布の拡大とともに、集落環境への出没など人間との軋轢も深刻化しつつあり、各府県においては特定鳥獣保護・管理計画（以下、特定計画）に基づく管理が実施されている（兵庫県 2017; 京都府 2021; 岡山県 2017; 鳥取県 2017)。出没数の増加に伴い被害の防止が急務となる中で、過度な捕獲が進むと絶滅の危険性が高くなることから、地域個体群ごとの生息状況に応じた順応的な保護管理を講じる必要がある。行動圏が広く複数の府県にまたがって生息するツキノワグマの地域個体群の保護管理においては、関係府県が連携しながら、その方向性について共通認識をもった上で計画的に進める必要がある（環境省 2017)。

兵庫県では円山川を境に東中国地域個体群と近畿北部地域個体群が分布しており、これらの地域個体群の絶滅を回避しつつ管理を行うためには兵庫県単独で管理を進めるのではなく、隣接府県（京都府、鳥取県、岡山県）との連携が必要である（図 1)。そこで府県が連携した広域でのツキノワグマ地域個体群の保護管理のため、2018 年 10 月に兵庫県、京都府、鳥取県、岡山県の 4 府県で構成される「近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会」（以下、広域協議会）が設立された。広域協議会では、地域個体群毎の適切な保護管理の共通した考え方や手法の確立、連携の強化による緊密な情報交換を行うこととしている。本章では、広域協議会が 2021 年 10 月に策定した「近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針」（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021; 章末資料に掲載; 以下、広域指針）の内容を中心に、広域管理に向けた取り組みについて紹介する。

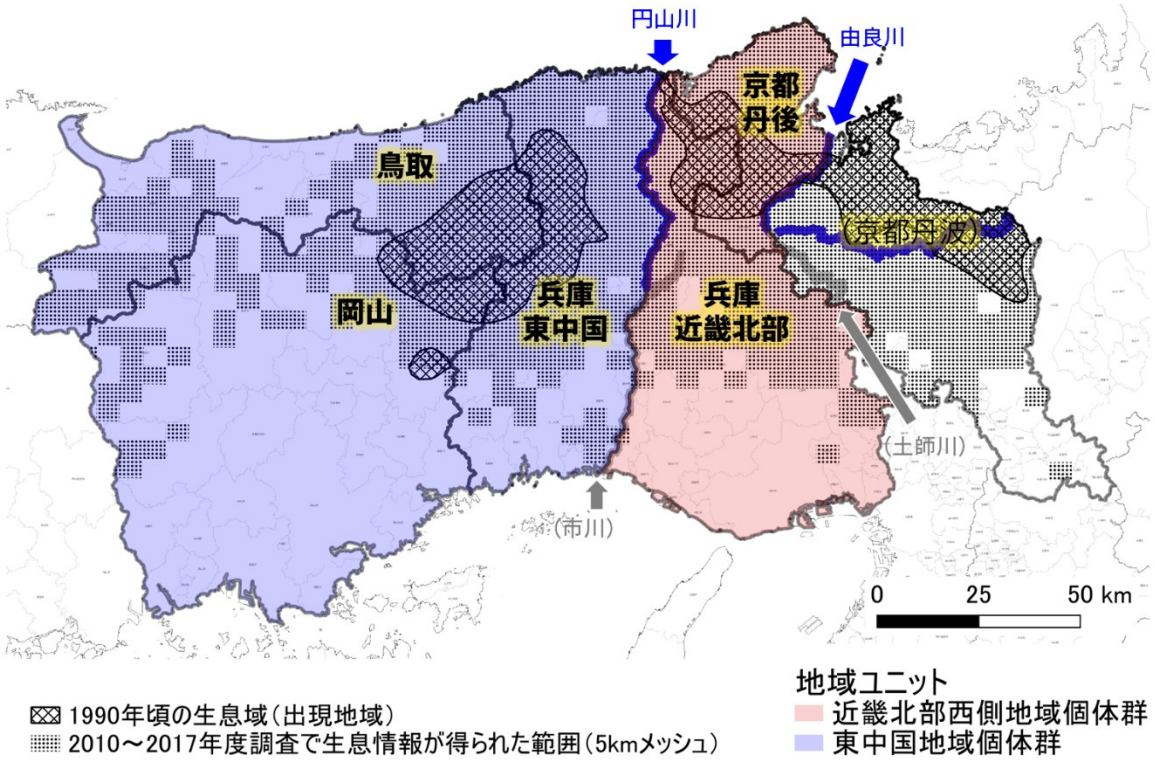


図 1. 広域協議会構成府県におけるツキノワグマの生息状況。地域ユニットおよび管理ユニットの区分、地域個体群の分布境界に当たる河川を示した。

２．広域協議会の設立の背景

広域協議会を構成する兵庫県、京都府、鳥取県、岡山県は、東中国地域個体群と近畿北部地域個体群からなる府県境を越えたツキノワグマの生息地を有している。これらの府県では、出没の増加や分布拡大などの共通の課題を有しているほか、保護管理方針やモニタリングデータの収集においても、共通する部分が多かった（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021）。出没については、2004、2006、2008、2010、2014、2016 年の秋に、集落やその周辺へツキノワグマが頻繁に出没し、生活被害や精神的被害を引き起こすなど、関係府県で共通した傾向が見られた（図 2）。対策に関しては、いずれの府県も 2000 年頃までに、ツキノワグマの絶滅の危険性が高まったことから、特定計画による保護管理が開始され、有害捕獲個体の学習放獣（横山ほか 2011）と錯誤捕獲個体の放獣を行ってきた。個体数の少なかった時期には、狩猟の自粛や禁止、有害捕獲において初めて捕獲された個体に対する学習放獣など、捕殺数を抑える保護管理を進めてきたが、2010 年以降の出没数の増加や分布の拡大を受けて、被害地における有害捕獲は原則殺処分とすることや、ゾーニングに基づく集落周辺での有害捕獲を拡大するなど、捕殺を伴う管理の強化へと方針を転換してきた（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021; 横山・高木 2018）。モニタリングについては、出没情報の収集、捕獲・放獣時の対応記録の収集、捕獲個体情報の管理（坂田ほか 2011）が実施されており、各府県で細かい違いはあるものの、共通した項目が収集されていた。

広域連携の必要性については、兵庫県で最初の特定計画（兵庫県 2003）が策定された当初から認識されていたが、情報交換以上の具体的な保護管理施策の共同実施には至っていなかった（横山ほか 2008）。その後、狩猟の再開、学習放獣の基準の改定、予察捕殺の開始など、同一の地域個体群に対しても異なる対応方針となることが増え、地域個体群における管理方針を統一することについて、議論の必要性が高まっていた。2017 年に改訂された特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン（環境省 2017）において、保護管理ユニットに基づく広域的な保護管理の方針が定められ、兵庫県の特定計画においても、隣接府県間の連携強化と情報共有による地域個体群管理の方針が位置づけられた（兵庫県 2017）。また、2017 年の特定計画策定以降、兵庫県では推定生息個体数を県内全体の値に加えて、2 つの地域個体群で分けた値を参考として算出することとし、地域個体群ごとの管理に対応可能なものへと修正した（高木 2022）。

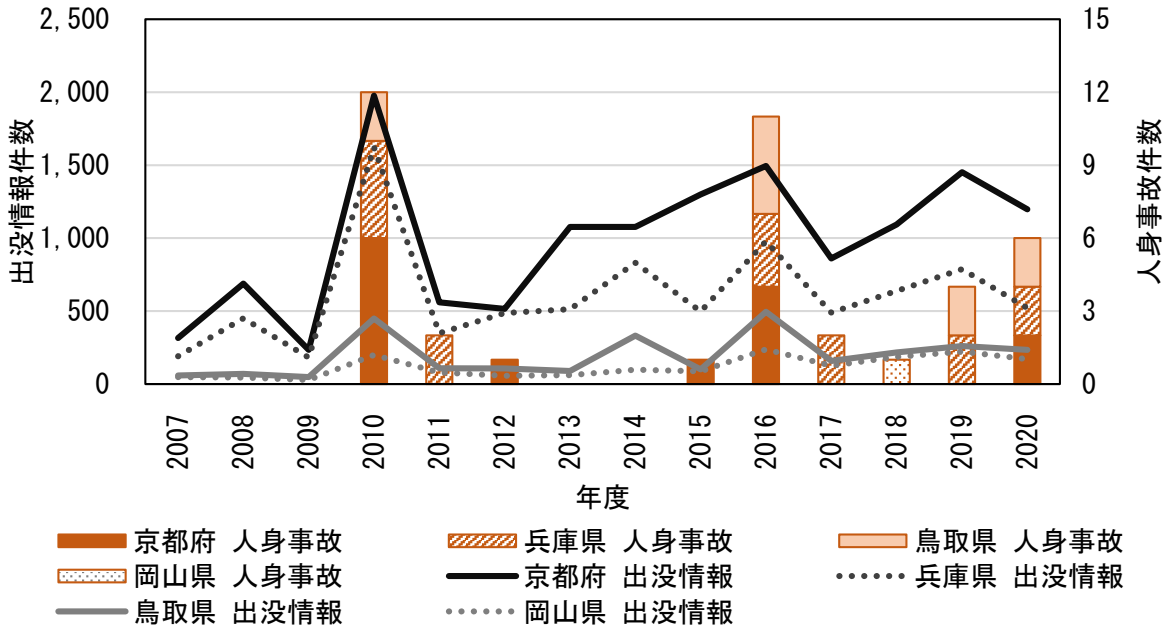


図 2. 各府県におけるツキノワグマの出没情報および人身事故の件数。広域指針（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021）データより作図。出没には目撃及び痕跡情報が含まれる。

広域管理に向けた具体的な動きとしては、2 つの地域個体群が分布する兵庫県が主体となり、広域での保護管理の意義などについて関係府県と調整したうえで、2018 年 3 月および 6 月に広域協議会の準備会を開催し、京都府、兵庫県、鳥取県、岡山県（オブザーバーとして大阪府も参加）での協議を行った。この時点の共通の課題として、各府県で独自のデータと手法に基づき実施されている個体数推定を一括で実施し、地域個体群ごとの生息状況を把握する必要があること、そのためには各府県がモニタリングしている捕獲情報のデータベースを統合する必要があることが認識された（個体数推定の詳細については次節および高木 2022 を

参照)。また、個体数推定については各府県で推定結果を捕獲上限等の行政指標として用いてきた経緯があるが、行政担当者にとって推定の根拠となる統計モデルの理解は困難であり、推定モデルの妥当性の判断や不確実性を含む推定結果の解釈が難しいことから、外部委員から構成される科学部会を設置し、有識者による評価を受けることとした。科学部会は、野生動物保護管理学を専門とし、モニタリングデータに基づく個体群動態分析や個体群の健全性評価についての経験をもつ学識経験者で構成される。2018 年 10 月には、近畿北部及び東中国地域個体群のツキノワグマの保護管理を目的として、広域協議会が設立された。協議会は兵庫県、京都府、鳥取県、岡山県から組織され、オブザーバーとして大阪府および環境省近畿地方環境事務所が参加している。協議会の運営事務費や、データベースの構築・保守管理費用、データ解析にかかる費用などは、各府県からの負担金で賄われる。広域協議会は事業として、広域指針の策定、各府県のモニタリング項目の統一と地域個体群単位の推定の実施、各府県のツキノワグマに関する情報交換を行うこととしている。広域協議会に設置される科学部会では、広域協議会が実施する個体数推定手法の評価、モニタリング項目の評価、広域指針に対する助言・指導を行うことを目的としている。

３．広域管理のためのデータ共有と個体数推定

広域指針ではツキノワグマの保護管理の目標を、被害の防止、地域個体群の安定的な維持、出没の抑制と定めている（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021)。この方針は、構成府県がそれぞれの特定計画の中で定めてきた目標と同一の方針である。しかしながら、各府県での対策が府県をまたがって分布する地域個体群の安定的な維持の達成に十分なものであるかは、曖昧な評価しかできていなかった。各府県はそれぞれ独自に収集したモニタリングデータからの推定を行っており、推定手法やどの時点での推定値（年ごとの捕獲前の個体数または捕獲後の個体数）を管理の基準に用いるかについては統一されていなかった。そこで、広域協議会として地域個体群を単位とした生息状況の評価を行うために、協議会では各府県のモニタリングデータを統合し、統一的な枠組みで生息数の推定を行うこととした。

モニタリングデータの統合にあたっては、すでにデータベースによる捕獲情報の管理が実施されている兵庫県のフォーマット（坂田ほか 2011）を改良した「ツキノワグマ情報共有化システム」（以下、共有化システム）を協議会として運用することとした。共有化システムはクラウドサーバー上で運用され、各府県の担当者はインターネットを通じてログインし、リアルタイムで情報の更新ができる（図 3)。共有化システムにおけるデータベースは個体情報と、個体情報に紐づく捕獲や放獣などの対応記録情報の 2 つから構成される。同一個体が異なる府県で捕獲された場合、それまでは各府県それぞれ別のデータとして管理されていたが、データベースの統合に伴い、共有化システムでは一つの個体情報に対して各府県での対応情報が紐づく形となる。同一個体かどうかの判定は原則として、放獣時に装着されたマイクロチップコードの一致によって確認される。個体情報としては、新規登録時に個体 ID が自動的

に付与され、マイクロチップコード、性別、推定生まれ年、耳標情報などが登録される。対応記録としては、捕獲、放獣、死亡確認といった対応の種類によって入力項目が一部異なるが、それぞれ対応の内容（例えば捕獲の場合、有害捕獲、錯誤捕獲、学術捕獲などが選択できる）、対応年月日、対応場所の入力に加え、写真データの登録が可能である。対応記録の入力の際には、まず個体 ID を検索し、登録済みの個体 ID に紐付ける形で登録を行う。入力項目は各府県でおおむね共通しているが、府県独自で収集する項目についても入力可能な設計とした。なお、兵庫県におけるモニタリング項目およびモニタリング体制の詳細については坂田ほか (2011)、横山ほか (2022) に記載がある。

共有化システムの運用において、兵庫県を除く府県では、既存のデータベース（多くはマイクロソフト社 : エクセルファイルの形式で管理）からの移行が必要であり、担当者はそれまでの作業と異なる対応が必要となった。しかしながら、共有化システムの構築は、府県境を超えて移動するツキノワグマの個体情報を重複なく扱う上で必要であり、個体数推定におけるデータの信頼性を担保するものである。各府県が過去に収集してきたデータについては、システム稼働の際に一括登録した。登録するデータは各府県の責任で確認することとなっていたが、登録時のデータにおいては、マイクロチップコードの誤入力に伴い、同一個体が別個体として扱われる事例や、登録データと各府県の集計値に差が見られ、データの登録漏れが確認される事例が見られた。個体数推定などの分析の際には、これらの誤情報は随時修正することで対応しているが、これらの誤情報を行政担当者が入力時に確認するのは容易ではなく、運用しながら事後的な修正を加えることとなった。いつの記録から登録されているかは府県によって差があるが、2010 年以降の対応記録についてはほぼすべてが登録されており、2022 年 1 月 19 日現在、個体情報としては 3,624 件、対応記録としては 10,634 件が登録されている。

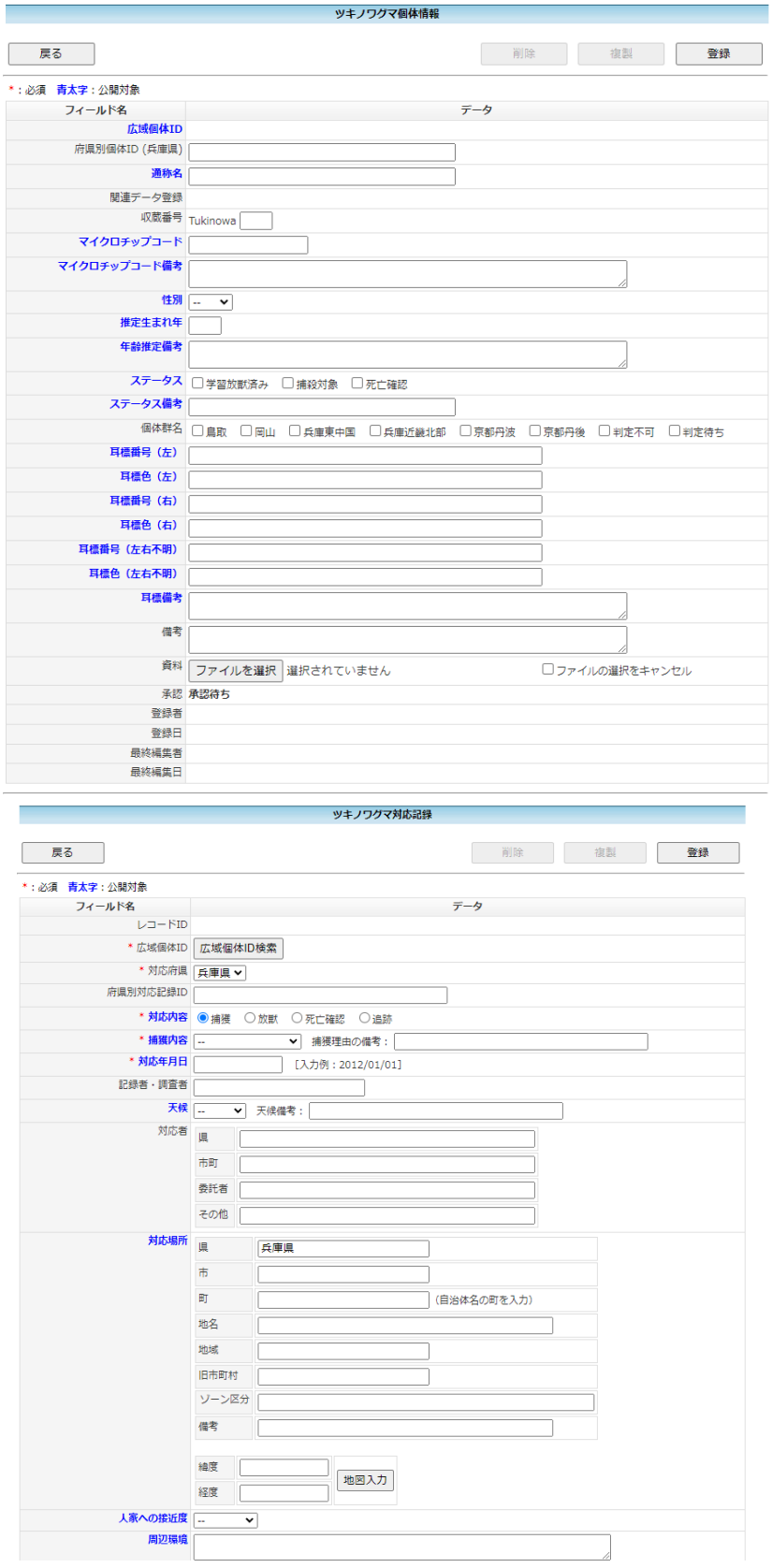


図 3. 共有化システムにおける個体情報（上段）および対応記録（下段）の登録画面（一部を抜粋）

共有化システムに登録された個体情報および対応記録をもとに、2021 年度より地域個体群ごとの個体数推定が行われることとなった。個体数推定に際しては、学識経験者から構成される科学部会がその手法や推定値の解釈に対して評価を行うこととした。モデルの詳細については広域指針別紙（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021; 章末資料）および高木（2022）に詳しい記述がある。個体数推定の対象として、地域個体群の分布境界および構成府県の府県境を基準に、2 つの地域ユニットと 6 つの管理ユニットを設定した（図 1）。東中国地域個体群の生息域に対応する地域ユニットは、3 つの管理ユニットを含み、兵庫東中国管理ユニット（兵庫県本州部のうち、円山川および市川を結ぶラインの西側）、鳥取管理ユニット（鳥取県全域）、岡山管理ユニット（岡山県全域）に分けられた。近畿北部地域個体群に関しては、兵庫県から福井県まで広い生息域をもっているが、由良川を境界として遺伝的な分化が見られることから（Ohnishi et al. 2007）、京都府の特定計画において東側と西側で別の地域個体群として扱っている。広域指針においてもこの区分を踏襲し、近畿北部西側地域個体群を対象とした地域ユニットを設定し、その中に兵庫近畿北部管理ユニット（兵庫県本州部のうち、円山川および市川を結ぶラインの東側）、京都丹後管理ユニット（京都府のうち由良川および土師川を結ぶラインの西側）の 2 つの管理ユニットを設定した。近畿北部東側地域個体群については指針の対象外とするが、京都府からモニタリングデータの提供をうけた京都丹波管理ユニット（京都府のうち由良川および土師川を結ぶラインの東側）については、個体数推定の対象として扱うこととしている。それぞれの管理ユニット間あるいは地域ユニット間では個体の移動が確認されているため、管理ユニットごとのデータを個別に扱うのではなく、標識個体のユニット間移動を加味したモデルで、6 つの管理ユニットの生息個体数は同時に推定することとしている。

広域指針に策定時のデータに基づき、2011 年から 2020 年までの地域個体群ごとの生息数が推定されている（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021; 図 4）。地域個体群ごとに若干の傾向は異なるが、個体数は 2011 年以降増加傾向にあるものの、2018 年以降は頭打ち傾向にある。増加の理由としては、各府県で実施してきた捕獲制限や放獣体制構築の取り組みの結果と考えられ、近年の頭打ち傾向に関しては、有害捕獲の強化に伴う殺処分増加の影響を反映していると考えられる（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021）。地域個体群の生息数の動向については、各府県独自の推定の合算とはいくつか異なる点がみられる。例として兵庫県が独自に行ってきた推定（高木 2022）と比較すると、おおまかな個体数の増加傾向は共通しているが、年度ごとの変動が若干異なっており、兵庫県独自の推定における兵庫近畿北部管理ユニットの推定値は、広域協議会における近畿北部西側地域個体群の推定に比べ変動が大きくなっている。その理由として推定手法の違いもあるが、兵庫県内のみのデータに基づく県独自の推定では、京都府側での捕殺等の対応について考慮されておらず、移出入についても明示的に考慮できていないことが原因と考えられる。また、各府県独自の推定の合算値に比べると、推定個体数は小さいものとなっている。そもそも異なる手法に基づく推定値を合算することは適切ではないが、特に府県境部に生息する個体については各府県で重複して推定対象とされていたため、個別の推定値の合算は過大評

価になりやすかったのが、共有化システムのデータに基づく広域協議会のモデルでは、その問題が解消されたといえる。

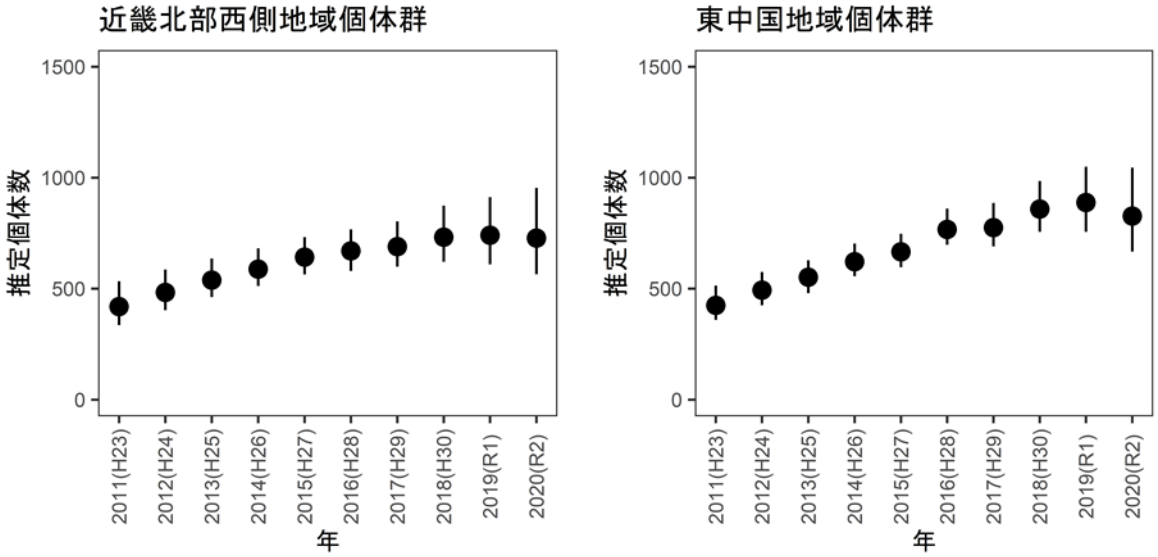


図 4. 地域ユニット（地域個体群に対応）ごとの推定個体数の動態。中央値および 95%信用区間を示す。広域指針（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021）より転載。

広域協議会における推定は、各府県が登録したデータに基づいて、毎年実施され、当該年当初に見込まれる個体数を基準として、地域個体群ごとに捕獲数の上限参考値を示すことが指針に記載されている（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021)。各府県は協議会が示す地域個体群および管理ユニットごとの生息状況や捕獲状況に応じて、特定計画で定める捕獲上限の設定や狩猟の可否を判断することになる。年度ごとの個体数管理は各府県の特定計画に基づき実施されるが、地域個体群全体で過度な捕獲とならないよう、協議会が毎年の生息状況や捕獲状況を評価する形となっている。

４．広域指針の策定と運用

広域指針の策定にあたっては、地域個体群の保護管理における共通の目標や方針を記載した。調査研究機関である兵庫県森林動物研究センターを有し、両地域個体群が分布する兵庫県が中心となって作成を進め、各府県からの意見を反映した。地域個体群の状況としては、管理ユニットの考え方を明示するとともに、1990 年代以降の地域個体群ごとの生息状況の変化についての分析結果を記載した。捕獲状況、被害状況については、各府県のデータを基にその傾向を記載するとともに、各府県での個体数管理や被害対策への取組状況を記載した。保護管理の方針としては、地域個体群の生息動向の把握、捕獲数管理、被害対策の共通の考

え方について記載し、具体的な管理基準や捕獲上限の設定は、指針を参考にしながら各府県が特定計画の中で定めることとした。広域指針は、法定計画である特定計画とは異なり、あくまでも参考とすべき共通の方針を示すものである。指針の作成段階では、具体的な管理基準についても記載すべきかどうかの議論もあったが、管理の実施については、各府県の状況に応じた独自の判断が可能なものとなっている。広域協議会としては、各府県が実施する対策を事後的に評価することで、地域個体群の保護管理における共通の目標の達成を目指すこととなる。

2021 年 10 月に策定された広域指針の運用は、2022 年度以降の特定計画に反映されることとなる。本稿執筆時には、広域指針を反映された特定計画は施行されていないが、これまで曖昧な形で評価されていた、地域個体群に対する扱いと、その生息状況に基づく管理の方針が明確になるものと想定される。兵庫県では、2018 年以降 2 つの地域個体群に対して個別の推定生息数を算出することを試行してきたが（高木 2022）、特定計画の中では県内に分布する 2 つの地域個体群の課題は同一であることから、管理計画では県内に生息するツキノワグマを一体的に扱う対応をしてきた（兵庫県 2017）。広域協議会による推定で地域個体群ごとの生息状況が明らかになることで、今後は地域個体群ごとに異なる対策を取る必要が生じると想定される。

５．広域管理の今後

指針においては、現時点で実践している項目だけでなく、今後取り組みが必要な事項についても記載している（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021）。事項としては、①捕獲‐再捕獲データのモニタリング体制、②地域個体群の連結性の評価、③捕獲個体の性別、年齢、繁殖歴、栄養状態等の調査、④行動圏や生態、生息環境に関する調査、⑤堅果類の結実状況等に関する調査、⑥人身被害や農林業被害の防止に関する対策を挙げている。今後広域連携の体制を活かして、それぞれの府県単独では事業化が困難な調査研究、ノウハウの共有を進めることが望ましい。

捕獲‐再捕獲データのモニタリング体制については、指針で定めている個体数推定の実施と捕獲数管理を継続する上で、特に強化が必要なものである。2017 年以降、出没対策として集落周辺での有害捕獲強化（ゾーニング管理）が各府県で進められており、殺処分数の増加に対して放獣数が頭打ちとなっている（図 5）。兵庫県では錯誤捕獲が多いことから、放獣の対象となる個体が多い（野口ほか 2022）が、京都府や鳥取県では有害捕獲対象となる捕獲が多く、放獣数の減少が著しい（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021）。捕獲強化自体は集落に出没する個体を減らし、被害を抑制する上で必要な対策と考えられるが、放獣数が今後も減り続けると、集団内における標識個体数が減少し、個体数推定の精度が低下することとなる。特定の管理ユニットで再捕獲の観測がない年が続けば、絶滅リスクの評価や許容可能な捕獲上限の算定が困難になるため、地域個体群全体での順応的な保護管理の継続が困難となる。また、シカやイノシシを対象としたくくりわなによる錯誤捕獲は、捕獲

- 再捕獲データの重要な情報源にはなるが、安全上のリスク、放獣対応のコスト、アニマルウェルフェアの問題から、その発生はなるべく回避すべきものである（中川 2020）。生息状況の把握を前提とした個体数管理や被害対策を行う以上は、学術捕獲による捕獲 - 再捕獲データの収集など、対策状況の変化に応じたモニタリング方法の見直しが必要になるだろう。兵庫県では、2016 年度以降の狩猟捕獲の再開をきっかけとして、モニタリング調査員を配置することで、狩猟個体に対しても有害捕獲個体と同様の精度でのモニタリングを実施する体制を構築した（横山・高木 2018; 横山ほか 2022）。調査員の配置は、狩猟解禁の動きや捕獲数が増えた状況におけるモニタリングのあり方の一例であるが、こうしたノウハウを広域連携の中で共有していくことが、広域での管理を進める上で有効と考えられる。

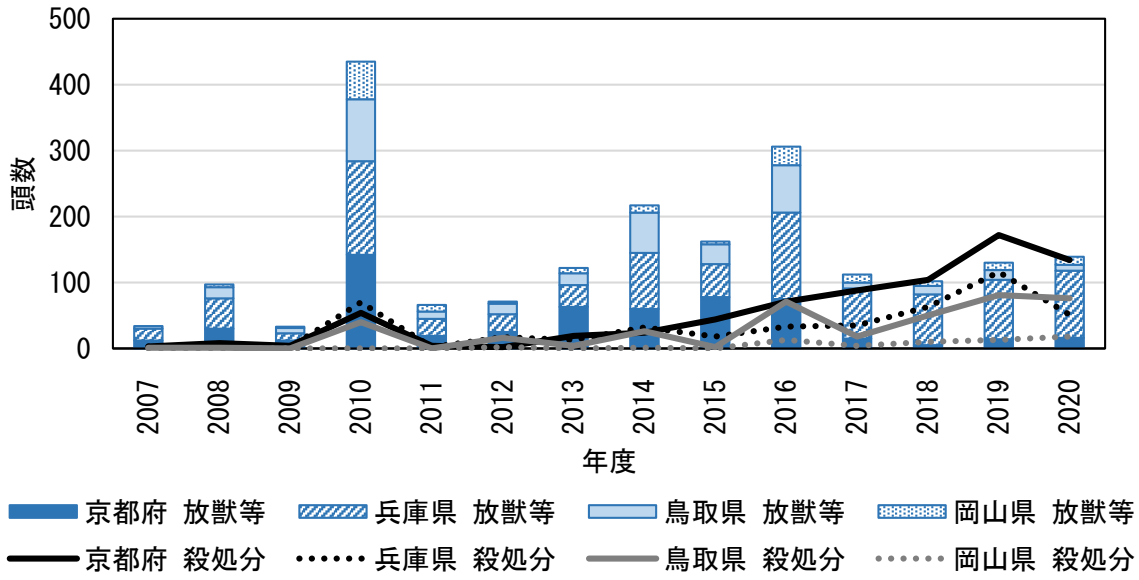


図 5. 各府県におけるツキノワグマの捕獲の内訳（広域指針データより作図）。殺処分には狩猟捕獲も含まれる。放獣等には捕獲後の脱出事例も含まれる。

地域個体群の連結性については、分布の拡大に伴いその評価を見直す必要が生じるだろう。東中国地域個体群と近畿北部地域個体群の分布境界である円山川では、その上流部での生息情報が増加し、円山川の東西を行き来する個体も共有化システムのデータから確認されている（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021）。また、両地域個体群の遺伝的特徴を 1991–2004 年に捕獲された個体と 2013–2020 年に捕獲された個体で比較すると、遺伝的多様性の上昇が認められており、地域個体群間において遺伝的交流が進行していると考えられる（森光ほか 2021）。地域個体群間での個体の交流は、西中国地域個体群と東中国地域個体群の間でも想定され、鳥取県西部に位置する大山周辺でも出没情報や捕獲情報が得られている。近畿北部地域個体群の西側と東側の間でも個体の移動は確認されており、地域個体群の分布境界については曖昧なものになりつつあるといえる。各地域個体群と隣接している西中国地域個体群と近畿北部東側地域個体群について、地域個体群の連結性を評価する観点から、将来的には個体数や生息動向などの情報収集を行うためにも、それらが分布する関

係県との連携を検討するのが望ましいといえる。西中国地域個体群では、広島県、山口県、島根県により、西中国山地ツキノワグマ保護管理対策協議会が設置され、3 県が一体となった保護管理が進められている（澤田ほか 2015）。隣接府県での情報共有だけでなく協議会同士の連携が進むことで、近畿から中国地方における広域のツキノワグマの保護管理のネットワークの構築が期待される。

引用文献

兵庫県（2003）ツキノワグマ保護管理計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県（2017）ツキノワグマ管理計画. 兵庫県, 神戸

環境省（2012）第 4 次レッドリストの公表について（お知らせ）. https://www.env.go.jp/press/press.php?serial=15619, 2022 年 2 月 9 日確認

環境省（2017）特定鳥獣保護･管理計画作成のためのガイドライン（クマ類編･平成 28 年度）. 環境省自然環境局

環境省（2019）平成 30 年度（2018 年度）中大型哺乳類分布調査 調査報告書 クマ類（ヒグマ・ツキノワグマ）・カモシカ. 環境省自然環境局

近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会（2021）近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針.

京都府（2021）第二種特定鳥獣管理計画－ツキノワグマ－. 京都府, 京都市

森光 由樹, 大井 徹, 澤田 誠吾, 中川 恒祐, 川本 芳（2021） 近畿・中国地方のツキノワグマ地域個体群の分布拡大と遺伝的多様性の変化. 日本哺乳類学会 2021 年度大会プログラム・講演要旨集, 147

中川 恒祐（2020）クマ類の錯誤捕獲の現状と課題―西日本のツキノワグマの事例について―. 哺乳類科学, 60: 345–350

野口 和人, 廣瀬 泰徳, 石川 修司, 高木 俊, 横山 真弓（2022）兵庫県におけるツキノワグマの生息・被害状況と管理政策の概要. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 30–48

日本クマネットワーク（編）（2014）「ツキノワグマおよびヒグマの 分布域拡縮の現況把握と軋轢抑止および危機個体群回復のための支援事業」 報告書. 日本クマネットワーク, 茨城

Ohnishi N, Saitoh T, Ishibashi Y, Oi T (2007) Low genetic diversities in isolated populations of the Asian black bear (*Ursus thibetanus*) in Japan, in comparison with large stable populations. Conservation Genetics, 8: 1331–1337

岡山県（2017）ツキノワグマ保護管理計画書. 岡山県, 岡山市

坂田 宏志, 横山 真弓, 森光 由樹, 中村 幸子, 斎田 栄里奈（2011）兵庫県におけるツキノワグマの管理のためのデータ収集. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 18–25

澤田 誠吾, 田戸 裕之, 藤井 猛, 静野 誠子, 中村 朋樹, 金森 弘樹（2015）IV. 西中国地域におけるツキノワグマ特定鳥獣保護管理計画の進展と課題. 哺乳類科学, 55: 283–288

高木 俊（2022）兵庫県における捕獲再捕獲法を基にしたツキノワグマの個体数推定の経緯. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 63–78

鳥取県（2017）鳥取県第一種特定鳥獣（ツキノワグマ）保護計画～人とツキノワグマとの共存を目指して～. 鳥取県, 鳥取市

横山 真弓, 坂田 宏志, 森光 由樹, 藤木 大介, 室山 泰之（2008）兵庫県におけるツキノワグマの保護管理計画およびモニタリングの現状と課題. 哺乳類科学, 48: 65–71

横山 真弓, 坂田 宏志, 関 香菜子, 斎田 栄里奈, 中村 幸子, 森光 由樹（2011）捕獲・放獣条件の違いによるツキノワグマの放獣特性. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 84–93

横山 真弓, 高木 俊（2018）被害防止対策から得られるデータを活用した兵庫県におけるツキノワグマの個体群の保全管理. 保全生態学研究, 23: 57–65

横山 真弓, 野口 和人, 廣瀬 泰徳（2022）ツキノワグマの捕獲個体モニタリング体制の構築. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 49–62

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

令和３年10月

近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

目　　次

1　目的 ……1
（1）　目標 ……1
（2）　取組 ……1
2　背景及び必要性 ……1
3　関連法令と本指針の位置付け ……2
4　地域個体群の状況 ……3
（1）管理ユニット ……3
（2）生息状況 ……4
（3）生息環境 ……6
（4）捕獲状況 ……7
（5）被害状況 ……8
5　保護管理の方針 ……10
（1）生息動向等の把握 ……10
ア　地域個体群の個体数推定の実施 ……10
イ　出没動向の把握 ……10
（2）総捕獲数管理 ……10
（3）被害対策 ……10
ア　ゾーニングと管理方針 ……10
イ　普及啓発活動 ……10
（4）今後取組が必要な事項 ……11
（5）その他 ……11

別紙　広域保護管理に向けた個体数推定モデルの概要 ……12

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

1　目的

本指針は、関係府県が属する近畿北部地域個体群及び東中国地域個体群の捕獲されたツキノワグマ個体の動態や被害状況等のモニタリングデータを共有し、共通した手法により地域個体群毎で生息状況を把握することによって、関係府県が緊密な連携を図りながらツキノワグマの広域での保護管理に資するものである。以下に、その目標や取組の考え方を示す。

（1）目標

① 人身被害及び農林業被害の防止
② 近畿北部及び東中国地域個体群の長期に渡る安定的な維持
③ 人間活動地域へのツキノワグマの出没の抑制

（2）取組

① 地域個体群毎の適切な被害防止と保全管理
② 地域個体群毎の分布域拡大動向の把握
③ 個体数動向の把握
④ 関係府県間連携による調査

これらの目標や取組を踏まえた上で、関係府県において各々の実情に即した特定鳥獣保護管理計画の策定、実践を行う。

2　背景及び必要性

北陸地方から近畿、中国地方東部は、環境省による「特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン（クマ類編・平成28年度）」（以下、「ガイドライン」という。）で示された全国18の「ツキノワグマ保護管理ユニット」（以下、「地域個体群」という。）のうち、近畿北部地域個体群（福井県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県）と、東中国地域個体群（岡山県、鳥取県、兵庫県）により構成され、府県境を越えた連続的なツキノワグマの生息域となっている。

本地域では、平成16年、平成18年、平成20年、平成22年、平成26年、平成28年の秋に集落やその周辺へツキノワグマが大量に出没し生活被害や精神的被害を引き起こすなど、餌資源（堅果類）の年変動（豊凶）に対して、人里地域への出没やそれに伴う捕獲数変動は、関係府県で共通した現象が見られる。また、兵庫県では、近畿北部地域個体群と東中国地域個体群の分布が隣接しており、標識個体情報から、両地域個体群を移動している個体も確認されている。近年、分布域の拡大が顕著であるとともに、個体の府県間の移動も頻繁に確認されていることも踏まえると、行動圏の広いツキノワグマの保護管理は、地域個体群毎またはそれ以上の広域により、関係府県が連携しながら対応することが喫緊の課題である。

そのため、近畿北部及び東中国地域に生息するツキノワグマ地域個体群の保護管理を目的に、平成30年10月に関係府県で「近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会」(以下、協議会という)を設立し、地域個体群毎の適切な保護管理の共通した考え方や手法の確立、連携の強化による緊密な情報交換などを進めている。

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

3　関連法令と本指針の位置付け

本指針は、「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」及び政令、省令、指針、通知、さらには特定鳥獣保護管理計画（以下、「特定計画」という）を作成する際の参考資料であるガイドラインを踏まえ、関係府県毎に特定計画を作成するに当たり、参考とすべき共通した内容を位置付ける。

また、「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に関する法律」（以下、「法」という）に基づく被害防止計画を作成する場合は、鳥獣保護管理事業計画（特定鳥獣保護管理計画が定められている都道府県の区域内の市町村の被害防止計画にあっては特定計画）と整合性のとれたものでなければならない、と法第４条第５項に記載されていることから、本指針の趣旨を考慮するものとする（図１）。

なお、適正な判断を行うために、協議会には専門的知見を有する者で構成された科学部会を設置して、部会委員からの評価、助言を得ることとしており、個体数水準、総捕獲数の上限、狩猟の可否などの判断及び決定について、各府県での特定計画の策定及び実施の参考に資する。

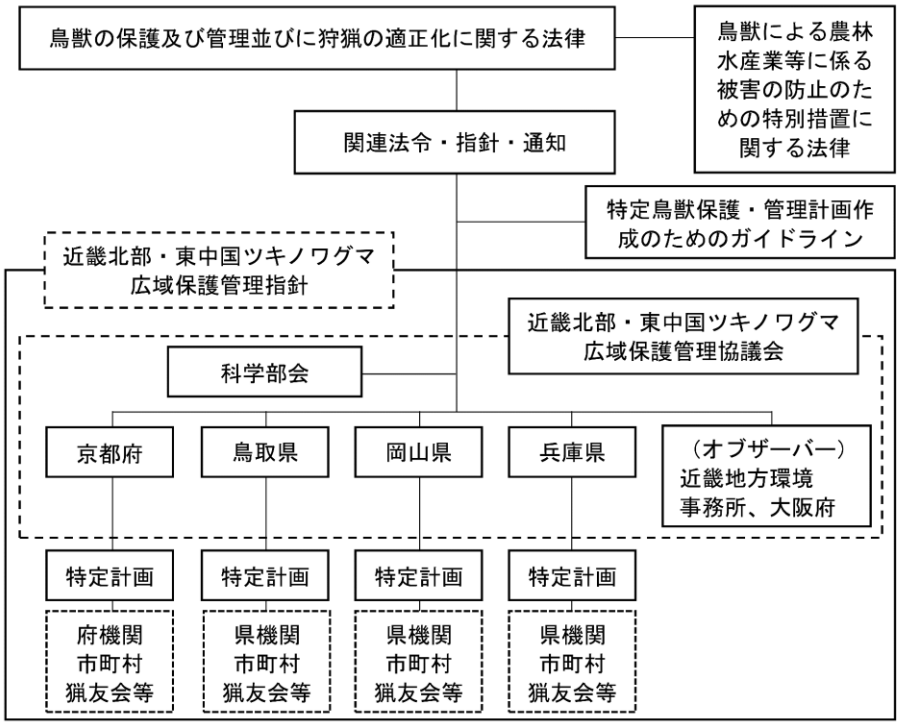


図１　関連法令等と近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針及び協議会の構成

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

4　地域個体群の状況

（1）管理ユニット

本指針では、ガイドラインで示された地域個体群（地域ユニット）のうち、近畿北部地域個体群及び東中国地域個体群の生息域を対象とする（図２）。ただし、近畿北部地域個体群については、由良川を境界に遺伝的な分化が認められ（Ohnishi et al. 2007）、京都府の特定計画において独立の地域個体群として保護管理の方針を定めてきたことから、由良川以西（以下、近畿北部地域個体群西側）と由良川以東（以下、近畿北部地域個体群東側）の２地域を分けて扱い、近畿北部地域個体群西側を指針の対象とする。なお、近畿北部地域個体群東側については、京都府から滋賀県、福井県（および大阪府の一部）に分布が連続しており、将来的にはこれらの府県で、連携した広域的な保護管理の指針が作成されることが望ましい。

各地域個体群は複数の府県が含まれるため、以下の５つの管理ユニットを設定する。各管理ユニットでは、関係府県が連携し、本指針で定める保護管理の方針に基づいて、地域個体群の保護管理を実践する。

- 近畿北部地域個体群西側：兵庫県の円山川-市川以東（以下、兵庫近畿北部）、京都府の由良川-土師川以西（以下、京都丹後）
- 東中国地域個体群：鳥取県、岡山県、兵庫県の円山川-市川以西（以下、兵庫東中国）なお本指針の対象地域外となるが、近畿北部地域個体群東側のうち、分布が隣接する京都府の由良川-土師川以東（以下、京都丹波）については、モニタリングデータを共有し、生息状況や被害状況の把握に努める。

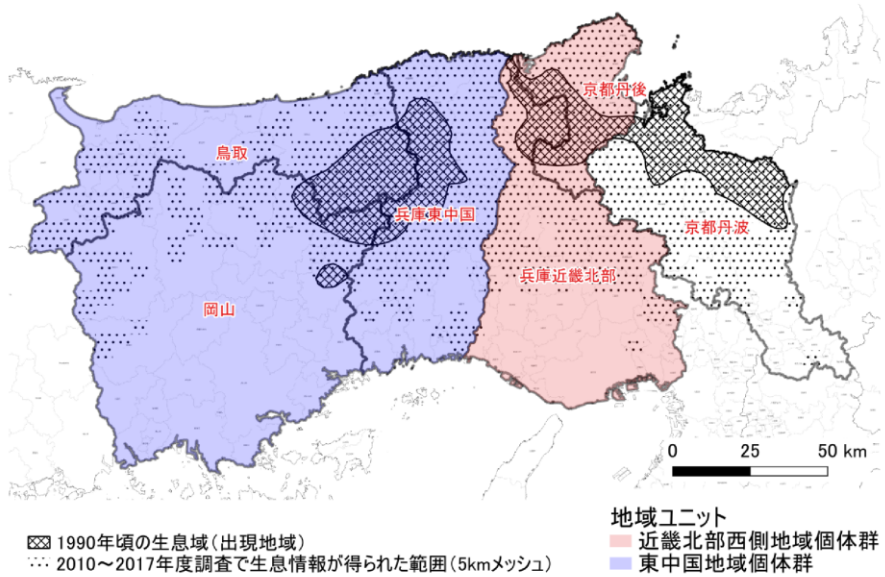


図２　本指針におけるツキノワグマの地域個体群の区分および5つの管理ユニット。4府県における1990年頃の生息域（自然環境研究センター 1993）および近年の生息域（平成30年度中大型哺乳類分布調査に基づく）も示す。（背景：地理院タイル）

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

（２）生息状況

1990年代以前における近畿北部地域個体群西側の生息域は、丹後半島南部から兵庫県北西部に跨る地域であり、東中国地域個体群の生息域は、氷ノ山を中心とした兵庫県北西部から鳥取県東部にかけてと一部が岡山県北東部にまたがる地域であった（図２、「平成4年度クマ類の生息実態等緊急調査報告書」自然環境研究センター 1993）。両地域個体群とも、過去の生息域の分断化の影響から、遺伝的多様性が低いことが明らかになっている（Ohnishi et al. 2007）。2020年の環境省レッドリストでは、「東中国地域のツキノワグマ」として絶滅の恐れのある地域個体群に指定されている。

近年の生息状況を見ると、環境省の実施した2003年度（第６回自然環境保全基礎調査）と2010～2017年度（平成30年度中大型哺乳類分布調査）の生息情報の比較から、両地域個体群とも分布域が顕著に拡大したことが判明している。府県毎の分布メッシュ（５kmメッシュ）数は、2003年度調査との比較において、京都府で1.3倍、兵庫県で1.6倍、鳥取県で2.4倍、岡山県で3.8倍の増加率となっている（図３、環境省 2019）。近畿北部地域個体群西側と東中国地域個体群の分布境界に当たる円山川周辺では、上流域での分布域拡大が認められているほか、近畿北部地域個体群西側と近畿北部地域個体群東側の境界に当たる由良川周辺でも、由良川南部地域から兵庫県、京都府、大阪府の府県境域での分布域拡大が認められており、分布メッシュは北陸地域から連続的に広がっている。また、東中国地域個体群と隣接する西中国地域個体群（島根県、広島県、山口県に分布）との分布境界に当たる鳥取県および岡山県の西部でも生息情報が増加しており、生息域が重なりつつある。

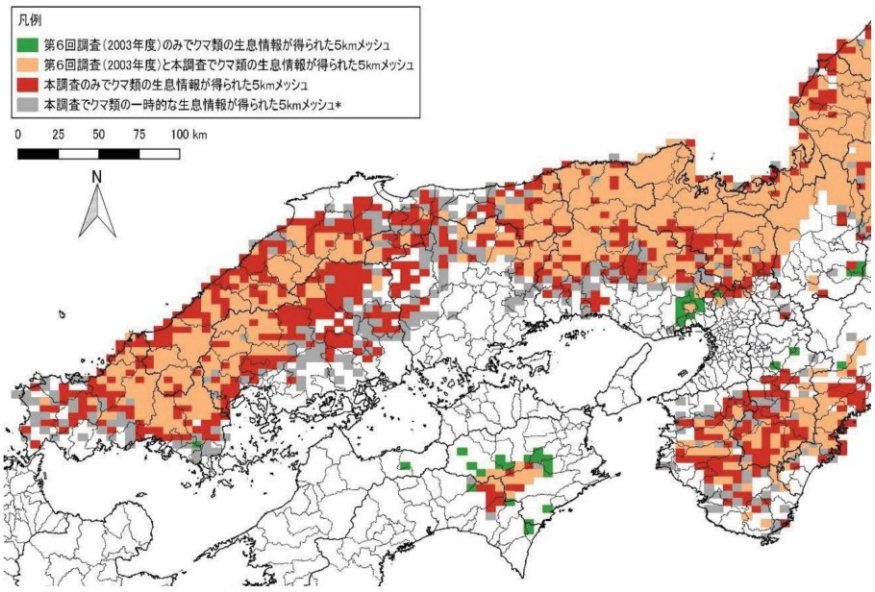


図３ 近畿北部地域個体群、東中国地域個体群及び近隣府県におけるツキノワグマの生息状況
（出典：平成30年度中大型哺乳類分布調査 ）

生息個体数は、1990年代以前はデータが少なく、正確な状況は把握できていないが、近畿北部地域個体群（滋賀県・福井県にまたがる東側含む）では、多くても800～1000個体程度、東中国地域個体群では多くても150～200個体程度と考えられていた（自然環境研究センター 1993）。令和2年末までの捕獲-再捕獲データを用いた推定から、令和2年の生息個体数については、近畿北部地域個体群西側で540～984頭（95%信用区間）、東中国地域個体群で650～1,084頭（95%信用区間）と推定されている（図４、推定方法については別紙「広域保護管理に向けた個体数推定モデルの概要」を参照）。各府県で実施してきた捕獲制限や放獣体制の構築の取組の結果として、かつての絶滅の危険性が高かった状況と比べると、個体数は大幅に回復したと判断される。平成23年以降の個体数は増加傾向にあるが、捕獲数の増加に伴い近年では頭打ちの傾向にある。

兵庫県における捕獲個体の分析からも、４歳以上のメス個体のうち90%以上が捕獲前の出産期に出産した、または捕獲後の出産期に出産する準備ができていたことから、健全な繁殖サイクルを維持できていると考えられている（中村ほか2011）。個体数が回復した一方で、両地域個体群ともツキノワグマの生息地が人の生活圏と隣接し、分布域も拡大している状況から、過度な捕獲が進むことで、再び絶滅のリスクが高まることがないよう、常に生息状況の把握に努める必要がある。特に放獣数が減少すると、個体数推定に必要な捕獲-再捕獲データが得られなくなるため、放獣体制と捕獲個体のモニタリング体制の維持は、生息状況に基づく個体群管理を行う上で重要となる。

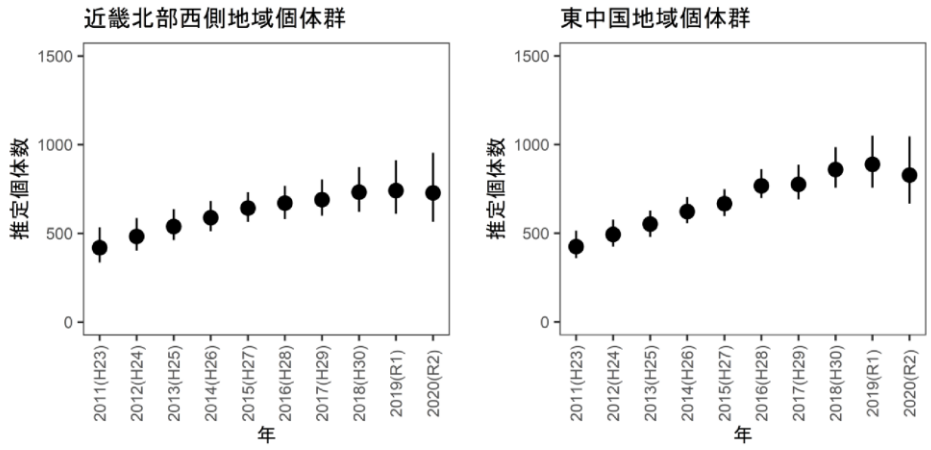


図４ 近畿北部地域個体群西側及び東中国地域個体群の年次別ツキノワグマ推定生息数（中央値及び95%信用区間を示す）

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

（3）生息環境

東中国地域個体群の生息域は主に中国山地東部である。この山系は、鳥取県・岡山県・兵庫県の県境上の沖の山(標高1318m)、三室山(標高1358m)、氷ノ山（標高1510m）、扇ノ山(標高1310m)などの1000mを超えるピークを主稜線とし、その周辺に標高1000m以下の山地が多くを占める。一方、近畿北部地域個体群西側の生息域は主に丹後山地とその周辺域である。これらの山域の核となる主峰は、西床ノ尾山(標高842m)、大江山(標高832m)、粟鹿山(標高962m)など、いずれも1000m未満のピークであり、中国山地東部と比べると比較的低い山域となっている。

エリアを通して植生帯は、標高600m～800mを境にして、その下部と上部に暖温帯常緑広葉樹林域と冷温帯落葉広葉樹林域がそれぞれ分布する。暖温帯域は古くから伐採等の人為的影響を受けた結果、気候的極相であるシイやカシなどの常緑広葉樹林は社寺林などに僅かに残されるに留まり、多くの自然林はコナラやアベマキなどのブナ科樹種が優占する落葉広葉樹二次林となっている。一方、冷温帯域はミズナラなどが優占する落葉広葉樹二次林が多いものの、高標高域にはブナが優占する天然林が残存している。標高の違いを反映して、東中国地域個体群の生息域では、ブナ林が比較的まとまって存在する一方、近畿北部地域個体群西側では、これらの林は丹後半島を除き、小面積しか存在していない。

地域個体群の生息域における土地被覆のうち森林の構成としては、落葉広葉樹林が東中国地域個体群で37%、近畿北部地域個体群西側で26%、スギ・ヒノキ人工林などの針葉樹林が東中国地域個体群で49%、近畿北部地域個体群西側で48%となっている。針葉樹林のうちアカマツ林については、コナラとの混交林化が進んでいる地域も見られる。

両地域個体群の生息域の大半で、ニホンジカの増加による下層植生の衰退が進行している。また、ミズナラやコナラなどの落葉コナラ属を中心にカシノナガキクイムシに起因するナラ枯れも進行しており、これらによる森林植生の衰退がツキノワグマの餌資源環境を悪化させていることが懸念されている。

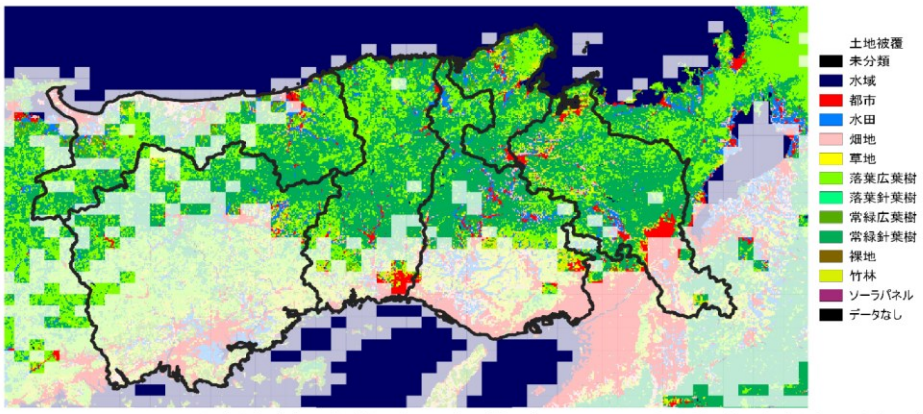


図5　ツキノワグマ生息域（白い網掛け部を除く範囲）における土地被覆。生息域は平成30年度中大型哺乳類分布調査（一時的なものを除く生息情報の得られたメッシュ）に、土地被覆の分類は日本域高解像度土地利用土地被覆図（Ver.21.03、JAXA）に基づく

（４）捕獲状況

捕獲情報は生息域の広い範囲から得られているが、特にかつての分布の中心地にあたる地域では恒常的に捕獲が多い（図６）。近畿北部地域個体群西側では、丹後半島南部から兵庫県北西部にまたがる地域で捕獲が多いが、比較的標高の低い地域でも捕獲が確認されている。東中国地域個体群では、氷ノ山を中心とした兵庫県と鳥取県の県境部周辺地域で捕獲が多いが、隣接する西中国地域個体群や近畿北部地域個体群西側との分布境界付近でも捕獲情報が得られている。

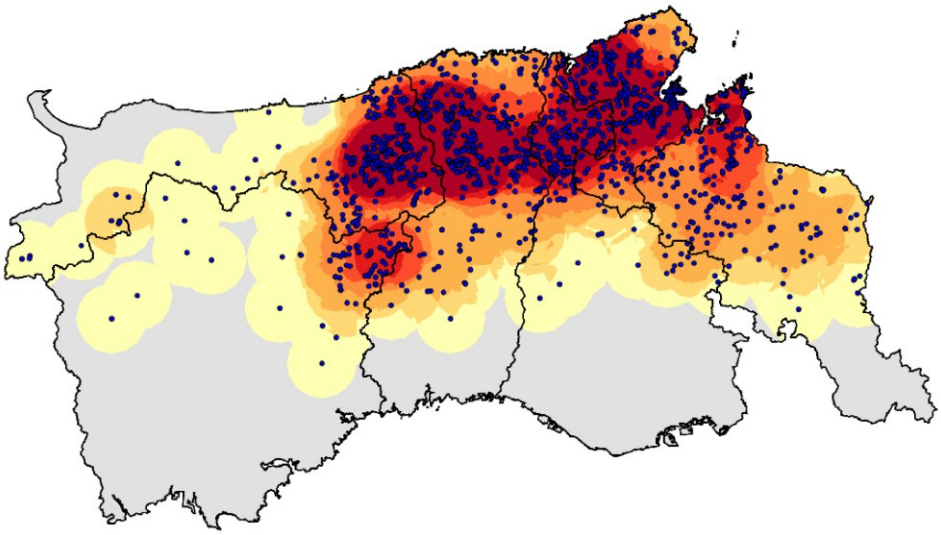


図６　各府県におけるツキノワグマの捕獲位置。平成27年1月から令和2年12月までの各府県における対応記録のうち、緯度経度情報が得られたものに基づいて作図。背景色は周囲10 kmにおける捕獲件数の多さを表し、色が濃い地域ほど捕獲が頻繁に発生している。

過去20年間の各府県の捕獲数は同様の変動を示しており、平成22年度までは概ね隔年で、秋の主要な餌資源であるブナ科堅果類の凶作による大量出没が発生し、その場合捕獲数は多くなる傾向があった（表１）。しかし、平成23年度以降はこれらの傾向がみられず、堅果類の豊凶によらない春から夏（繁殖期）における捕獲も増加している。特に平成26年度以降は、4府県の合計捕獲数が毎年300頭を超える状況となっている。分布域の拡大や生息数の増加に加え、シカ・イノシシ捕獲わなの増加に伴う捕獲機会の増加も、捕獲数増加の原因になっていると考えられる。

各府県では、平成12年度頃までに絶滅の危険性が高まったことから、特定計画による保護管理が開始され、有害捕獲個体の学習放獣*と錯誤捕獲個体の放獣を行ってきた。特に、錯誤捕獲が多いことから、各府県では放獣体制を整えており、平成27年度までは捕獲数の７割程度を放獣している。平成28年度からは、各府県で実施した個体数推定結果が増加傾向を示したことから、人との軋轢等による有害捕獲の増加により、放獣数は捕獲

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

数の４割程度以下となっている。

狩猟については、近年個体数が増加し、絶滅の危険性が低下したと判断されたことから、平成28年度に兵庫県が、狩猟期間の短縮や捕獲頭数に上限を設定する形で、狩猟を部分解禁した（表２）。兵庫県における狩猟の可否については、個体数の動向から毎年判断し、令和２年度は有害捕獲数の増加に伴い、個体数が減少したと判断されたことから、再び禁止措置としている。また、岡山県も平成29年度以降、狩猟を解禁している。ただし、毎年の捕獲数はいずれも一桁となっている。

*学習放獣：有害捕獲において、初めて捕獲された個体に対し、人間や集落環境を忌避させる目的で、カプサイシンスプレーなどを用い、忌避条件付けを行った上で放獣すること。（不要な捕殺を減らす目的で実施される）

表１ 平成19年度以降の各府県におけるツキノワグマの捕獲の内訳

（単位：頭・件）

府県＼年度		H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R01	R02
京都府	殺処分	3	8	4	54	4	2	19	24	44	71	88	104	172	134
	放獣等	12	30	12	142	19	25	63	60	78	75	15	5	14	16
	狩猟	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
兵庫県	殺処分	3	3	2	70	2	17	13	32	18	29	34	58	116	51
	放獣等	18	46	11	142	26	27	33	85	50	131	76	77	90	102
	狩猟	－	－	－	－	－	－	－	－	－	4	1	5	0	－
鳥取県	殺処分	1	1	0	40	0	16	4	26	2	71	18	50	81	76
	放獣等	4	17	8	94	11	16	18	61	30	72	9	13	15	9
	狩猟	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
岡山県	殺処分	0	0	0	0	0	2	0	1	0	13	3	9	11	18
	放獣等	0	4	2	57	10	3	8	11	4	28	12	7	11	12
	狩猟	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1	1	2	0

※殺処分等には交通事故を含む

表２ 各府県における個体数管理に関わる取組の年度

	狩猟自粛期間	狩猟禁止期間	学習放獣	ゾーニング	予察捕殺	狩猟再開の有無
京都府	-	H14-R2	H14-R2	H29-	H29-	検討中
兵庫県	H4-H7	H8-H27 R2 -	H15-H23	H29-	-	有 (H28-R1)
鳥取県	H4-H18	H19-	H16-	H29-	-	無
岡山県	H4-H11	H12-H28	H12-	-	-	有 (H29-)

（５）被害状況

両地域個体群の生息地域とも人の生活圏へのツキノワグマの出没が恒常的となっている（表３）。年度毎の出没件数（目撃及び痕跡を含む）は、捕獲数同様に年により大きく変動し、秋の主要な餌資源であるブナ科堅果類の凶作年には、行動圏が拡大し（横山ほか2011）、集落への出没が増加する傾向がある(藤木ほか2011)。平成22年度は、兵庫

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

県及び京都府でブナ、ミズナラ、コナラが共に凶作となり、大量出没が生じた。平成28年度及び平成30年度は、ブナ、ミズナラが凶作または大凶作となり、京都府と兵庫県では平成22年度に次いで出没が多く、鳥取県と岡山県でも過去最多の出没を記録した。分布域の拡大に伴い、山間部の集落に限らず、市街地など比較的出没の少なかった地域でも出没が報告されている。

人身事故は、各府県年間０～４件で推移しているが、平成27年度以降はいずれかの府県で毎年発生しており、大量出没年の平成22年度では府県合計で12件、平成28年度で11件発生した。特に、人の生活圏への出没が多い年には、人身事故の発生リスクも高まる傾向にある。

表３ 各府県におけるツキノワグマの人身事故および出没状況

（単位：頭・件）

府県＼年度		H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R01	R02
京都府	人身事故	0	0	0	6	0	1	0	0	1	4	0	0	0	2
	出没情報	315	688	234	1,976	560	515	1,077	1,077	1,299	1,495	861	1,093	1,452	1,198
兵庫県	人身事故	0	0	0	4	2	0	0	0	0	3	2	0	2	2
	出没情報	190	450	181	1,623	348	487	513	831	497	978	490	638	787	520
鳥取県	人身事故	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	2	2
	出没情報	58	70	48	449	108	107	89	332	100	495	158	217	260	234
岡山県	人身事故	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	出没情報	48	44	28	199	79	56	61	98	87	237	126	186	222	170

農林業被害については、両地域個体群ともに果樹（モモ、ブドウ、ナシ、クリ、カキ等）の食害が多く、山の実りの少ない大量出没年にはこれらの被害が増加する。鳥取県では、果樹園のみならず、出荷前に倉庫で保管している農作物が被害に遭うことも報告されており、過疎高齢化の進んでいる被害地では、被害を契機に廃園する果樹園もみられる。その他、養蜂被害や一部地域で植林地でのクマ剥ぎ被害が報告されている。防除対策としては、各府県で果樹園での電気柵の設置が行われている。また、住民の生活圏内に植えられたカキやモモの木等が、集落周辺へクマを誘引する一因となることから、トタン巻きや不要果樹を伐採することで、集落への出没を抑制する取り組みが行われている（鈴木ほか2011）。各府県における農林業被害の年次別の面積及び金額は、表４のとおりである。

表４ 各府県におけるツキノワグマの農林業被害の状況

（単位：ha・千円）

府県＼年度		H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R01
京都府	面積	20.6	25.1	27.5	33.5	25.0	24.4	8.1	8.6	10.7	2.2	10.9	8.6	4.5
	金額	77,135	31,674	35,849	39,549	32,530	25,091	9,796	5,776	5,791	6,005	45,554	17,399	13,500
兵庫県	面積	3.7	4.6	1.0	8.1	0.6	0.5	1.2	1.0	1.7	1.2	1.0	0.7	2.3
	金額	8,874	10,263	2,052	9,739	637	692	1,381	2,014	2,714	1,855	1,208	1,722	4,729
鳥取県	面積	0.3	0.3	0.0	3.2	0.1	0.4	0.0	3.2	0.3	1.6	0.2	0.6	0.7
	金額	1,069	1,584	71	14,999	645	2,015	0	16,662	1,492	6,830	1,248	3,590	5,076
岡山県	面積	－	－	－	－	－	－	－	－	1.5	0.7	0.6	0.5	0.6
	金額	300	300	500	1,460	1,920	1,293	1,249	1,230	810	55	71	66	79

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

5　保護管理の方針

（1）生息動向等の把握

ア　地域個体群の個体数推定の実施

関係府県が所管する地域での管理業務から、体系的に得られるモニタリングデータ（捕獲個体情報、錯誤捕獲個体の放獣記録、有害捕獲個体の放獣及び殺処分記録、狩猟による捕獲、事故死等の人為的な死亡記録など）を協議会が運営する情報共有化システムへ登録することによりデータを共有する。

これらの共有データを基に、協議会として地域個体群毎に個体数推定を毎年実施し、科学部会による評価に基づき決定する。

イ　出没動向の把握

関係府県で収集・記録している目撃痕跡情報の共有により、各地域個体群の分布域の変化、出没要因を科学的に分析し評価する。

（2）捕獲数管理

地域個体群毎の総捕獲数は、ガイドライン表Ⅱ-2を参考にして、推定個体数と関係府県での捕獲状況等を基に、協議会で地域個体群毎にその上限参考値を示す。なお、推定個体数は、前年末時点の個体数を基に増加率等を勘案して、当該年当初に見込まれる個体数とする。

関係府県は、特定計画の策定において、広域での毎年の総捕獲数及び生息分布状況等に応じて、各府県で総捕獲数の上限及び狩猟の可否を検討する。

なお、地域個体群全体で過度な捕獲とならないよう、毎年の生息状況や関係府県での捕獲状況の評価に努めることとする。

（3）被害対策

ア　ゾーニングと管理方針

ツキノワグマの良好な生息環境の維持・保全及び人との軋轢の軽減に努めることにより、両地域個体群の適切な保護管理を推進する。そのため、生息分布状況、自然環境及び人間活動を考慮しながら、ツキノワグマの主たる生息域と人間活動の主たる地域について各府県でゾーニングし、管理を実施するよう努力する。

なお、ゾーニングの考え方や取扱、区分方法等については、各府県で検討し、特定計画に定めて実施するものとする。

イ　普及啓発活動

各府県において、人間活動地域へのツキノワグマの出没を軽減、また遭遇を回避するための普及啓発活動を行う。

① ツキノワグマを誘引する生ゴミや収穫しない農作物などの適切な処理等の広報
② 登山者への注意喚起
③ 遭遇回避、人身被害防止のための関係府県間で連携した注意喚起などの情報発信

（４）今後取組が必要な事項

① 捕獲－再捕獲データのモニタリング体制
② 地域個体群間の連結性の評価
③ 捕獲個体の性別、年齢、繁殖歴、栄養状態等の調査
④ 行動圏や生態、生息環境に関する調査
⑤ 堅果類の結実状況等に関する調査
⑥ 人身被害や農林業被害の防止に関する対策

（５）その他

両地域個体群の安定的な維持または被害防止対策等を推進していくためには、国及び関係府県が実施しているモニタリング調査の結果を本指針に反映させるなど、随時最新の知見に基づいた取組が重要である。そこで、国及び関係府県が実施する特定鳥獣保護管理の進捗状況により、必要に応じて本指針の見直しを行うものとする。

さらには、各地域個体群と隣接している西中国地域個体群と近畿北部地域個体群東側地域について、地域個体群の連結性を評価する観点から、将来的には個体数や生息動向などの情報収集を行うためにも、それらが属する関係県との連携も検討していく。

引用文献

藤木大介，横山真弓，坂田宏志（2011）兵庫県内におけるツキノワグマの出没変動パターンの地域変異とブナ科堅果の豊凶の影響．兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 50–58

環境省（2017）特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン（クマ類編・平成 28 年度）．環境省自然環境局

環境省（2019）平成 30 年度（2018 年度）中大型哺乳類分布調査 調査報告書 クマ類（ヒグマ・ツキノワグマ）・カモシカ．環境省自然環境局

中村幸子，横山真弓，森光由樹（2011）兵庫県におけるツキノワグマの繁殖状況．兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 102–106

Ohnishi N, Saitoh T, Ishibashi Y, Oi T (2007) Low genetic diversities in isolated populations of the Asian black bear (*Ursus thibetanus*) in Japan, in comparison with large stable populations. Conservation Genetics, 8: 1331–1337

自然環境研究センター（1993）平成 4 年度クマ類の生息実態等緊急調査報告書．

鈴木克哉，横山真弓，藤木大介，稲葉一明（2011） ツキノワグマ誘因要因としてのカキの木分布様式と対策手法の検討．兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 139–152

横山真弓，斎田栄里奈，江藤公俊，中村幸子，森光由樹（2011）兵庫県におけるツキノワグマの行動圏の変異とその要因．兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 59–70

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

別紙

広域保護管理に向けた個体数推定モデルの概要

● 目的

近畿北部・東中国地域個体群におけるツキノワグマの広域管理に向けて、各府県が収集した捕獲再捕獲に関する既存データを統合し、管理ユニット間での標識個体の移動を考慮した、地域個体群ごとの個体群動態を推定するモデルを構築する。

● 推定に用いるデータ

各府県が登録した捕獲個体情報と、それに紐付けされた、各府県で収集された対応記録情報（捕獲や死亡確認）から、個体ごとの捕獲履歴情報を整理した。データは鳥取県、岡山県、兵庫県の円山川-市川以西のもの（以下、兵庫東中国）を東中国地域個体群、兵庫県の円山川-市川以東（以下、兵庫近畿北部）・京都府の由良川-土師川以西（以下、京都丹後）のものを近畿北部地域個体群（西側）として扱った。以上の 5 つの管理ユニットに加え、近畿北部地域個体群（東側）に属する京都府の由良川-土師川以東のもの（以下、京都丹波）を加えた 6 つの管理ユニットを推定の対象とした。捕獲履歴情報は、各個体の各年の捕獲について、6 つの管理ユニットにおける捕獲あり：1~6、および捕獲なし：7 の 7 つの状態をとる。年内の複数回の捕獲については、一度の捕獲と区別せず扱っている。捕獲履歴情報は、標識個体の動態を Cormack-Jolly-Seber モデル（以下 CJS モデル）で扱う。

個体群動態に関わる情報としては、毎年の捕獲数、うち前年度までに標識した個体（以下、標識済み個体）の捕獲数、人為死亡数（捕殺等）、うち標識済み個体の死亡数を捕獲履歴情報から集計した。標識を確認できていない捕獲記録（対応時までにマイクロチップ未読のまま逃走した事例など）は集計対象外とした。人為死亡には捕殺以外に交通事故等も含まれる。なお、標識済み個体捕獲数については、すべて 1 歳以上の捕獲記録となることから、捕獲数（標識なし個体含む）についても 0 歳の捕獲記録を省いて集計した。このとき、年齢未判定の捕獲記録については、年齢査定済み個体の初捕獲時の年齢割合から 1 歳以上の割合を比例配分して、捕獲数に含めた。ただし、人為死亡については 0 歳の捕殺も翌年度以降の 1 歳以上の個体数に影響することから、年齢を考慮せずすべての捕殺記録を対象としている。

このモデルで扱う個体数は、1 歳以上の捕獲個体記録から推定しているため、1 歳以上かつ捕獲されうる個体数を想定している。0 歳の個体や、罠の設置地域外に常に生息する個体数は加算されないという点で、総個体数に比べると過小推定となり、成獣の個体数とも必ずしも一致しないが、潜在的に捕獲や出没しうる個体を扱っており、保護管理上の基準としての個体数を推定している。

● 推定モデル

標識個体の動態は CJS モデルにより推定した。CJS モデルでは初捕獲後に放獣された個体について、初捕獲翌年以降における各管理ユニットでの生存および死亡状態を推定する。なお、管理ユニット外への永続的な逸出は、死亡と同等に扱われる。個体は毎年、確率分布に従い、

管理ユニットに留まるか、ユニット間を移動するか、死亡し、生存個体については、年ごと、管理ユニットごとに異なる捕獲率で捕獲される。ただし、観測される人為的な死亡（捕殺）については、確率的な死亡とは別のプロセスとして扱われる。生存率や捕獲率は、成獣と幼獣で異なることが想定されるため、3 歳未満の幼獣については成獣（ここでは 4 歳以上とする）の生存率、捕獲率よりも低い値を取ることを考慮した。年齢未判別個体についても、年齢判別済みの初捕獲時の年齢分布から、初捕獲時の年齢（0,1,2,3 歳および 4 歳以上）を推定した。3 歳未満の幼獣については 1 年につき 1 歳を加算し、4 歳以上は成獣として年齢を区別せず扱った。

個体の生死と移動、捕獲の観測はカテゴリカル分布に従うものとし、個体iのt年における状態$Z_{i,t}$は、以下の式で表される。

$$Z_{i,t+1} \sim \mathrm{Categorical}(\boldsymbol{\varphi}_{Z_{i,t},1:7})$$

$$\boldsymbol{\varphi} = \begin{pmatrix} \varphi_{11} & \cdots & \varphi_{16} & \varphi_{17} \\ \vdots & \varphi_{kk} & \vdots & \vdots \\ \varphi_{61} & \cdots & \varphi_{66} & \varphi_{67} \\ 0 & \ldots & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

ここで$Z = k$（1~6）は管理ユニットkに生存している状態、$Z = 7$は死亡状態を表す。推移行列$\boldsymbol{\varphi}$の各要素は、φ_{kk}は管理ユニットkに翌年も留まる確率（以下、残留率）、φ_{kl}は管理ユニットkからlに移動する確率、φ_{k7}は管理ユニットkにおける死亡率を表す。幼獣の推移確率$\boldsymbol{\acute{\varphi}}$については、生存率が低いことを考慮し、$\varphi_{young}$をかけた値とした。

$$\acute{\varphi}_{kk} = \varphi_{kk} \times \varphi_{young}$$
$$\acute{\varphi}_{kl} = \varphi_{kl} \times \varphi_{young}$$
$$\acute{\varphi}_{k7} = 1 - (1 - \varphi_{k7}) \times \varphi_{young}$$

推移確率は年で一定とした。1 年以内に兵庫県を超えて鳥取、岡山と京都府で個体が移動することは想定しにくいため、これらの移動確率については 0 として扱った。

標識個体の捕獲観測については、カテゴリカル分布に従うものとし、個体iのt年における捕獲の状態$Y_{i,t}$は、以下の式で表される。

$$Y_{i,t} \sim \mathrm{Categorical}(\boldsymbol{p_t}_{Z_{i,t},1:7})$$

$$\boldsymbol{p_t} = \begin{pmatrix} p_{1,t} & \cdots & 0 & 1 - p_{1,t} \\ \vdots & p_{k,t} & \vdots & \vdots \\ 0 & \ldots & p_{6,t} & 1 - p_{6,t} \\ 0 & \ldots & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

ここで$Y = k$（1~6）は管理ユニットkでの捕獲、$Y = 7$は非捕獲を表す。個体iがt年時点で存在している管理ユニット$Z = k$（1~6）でのみ捕獲は観測されるため、$\boldsymbol{p_t}$の対角成分（$p_{k,t}$: 捕獲率）と 7 列目（$1 - p_{k,t}$: 非捕獲率）以外は 0 をとる。捕獲率$p_{k,t}$は平均捕獲率から年変動するものとし、管理ユニットごとに異なる値を設定した。当該地域ごとの共通の傾向とランダムな変動を想定し、以下の分布で規定した。

$$\mathrm{logit}(p_{k,t}) = \mathrm{logit}.\mu_p + \gamma.\mathrm{unit}_k + \gamma.\mathrm{error}_{k,t}$$
$$\gamma.\mathrm{unit}_k \sim \mathrm{Normal}(0, \sigma^2_{p.unit})$$
$$\gamma.\mathrm{error}_{k,t} \sim \mathrm{Normal}(0, \sigma^2_{p.error})$$

幼獣の捕獲率$\boldsymbol{\acute{p}_t}$については、捕獲率が成獣と異なることを考慮し、$\mathrm{logit}(p_{k,t})$に一定の係数を加えた値とした。

$$\mathrm{logit}(\acute{p}_{k,t}) = \mathrm{logit}(p_{k,t}) + \mathrm{logit}.p_{\mathrm{young}}$$

各年の標識済み個体数を管理ユニットごとに合計し、標識個体数$Nm_{k,t}$を算出した。

資料：近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

年tにおける管理ユニットkの個体数$N_{k,t}$の動態は、以下のモデルで表した。

$$N_{k,t+1} \sim \text{Poisson}\left(\left(N_{k,t} - K_{k,t}\right) \times Gr_k\right)$$
$$\log(Gr_k) \sim \text{Normal}(\log.\mu_{Gr}, \sigma^2_{Gr.unit})$$

翌年の個体数$N_{k,t+1}$の期待値は、ある年の個体数$N_{k,t}$から捕殺数$K_{k,t}$を引いたものに、みかけの増加率Gr_kをかけた値となる。みかけの増加率は自然死亡込みの増加率を表し、ユニットごとに一定の増加率を想定した。

再捕獲数$Cm_{k,t}$の観測は、0 歳を除く捕獲数$C_{k,t}$、標識個体数$Nm_{k,t}$、総個体数$N_{k,t}$を母数とする超幾何分布に従うとした。

$$Cm_{k,t} \sim \text{HyperGeometric}(Nm_{k,t}, N_{k,t}, C_{k,t})$$

標識個体の状態については、1994 年以降のすべての年のデータを扱っているが、標識個体の捕獲観測については、各管理ユニットで、錯誤捕獲および有害捕獲時の体系的なモニタリングデータが収集され始めた年度（鳥取：2007 年、岡山：2010 年、それ以外：1995 年）にあわせ、データが体系的に取られる以前の捕獲率は 0 と設定した。また、個体群動態については、すべての管理ユニットで再捕獲データが揃う 2011 年以降の動態を推定した。

事前分布は以下の通りとした。$\text{logit}.\mu_{\varphi}$、$\text{logit}.\mu_{p}$、$\text{logit}.p_{\text{young}}$、$\log.\mu_{Gr}$は平均 0 分散 1000 の正規分布、$\sigma_{\varphi}$、$\sigma_{p.unit}$、$\sigma_{p.error}$、$\sigma_{Gr.unit}$は尺度母数 1 の半コーシー分布、$\varphi_{young}$は 0～1 の一様分布とした。生存個体のうちの推移確率$\varphi_{kl}/(1-\varphi_{k7})$については、その合計が各ユニットで 1 となることから、推移確率が 0 に設定されているノードを除いて等確率となるディリクレ分布を設定した。標識個体の初捕獲時の年齢分布割合（0,1,2,3 歳および 4 歳以上）についても、各年齢クラスが等確率となるディリクレ分布を設定した。

推定は JAGS4.3.0 を用い、MCMC 法のマルコフ連鎖数は 3 とした。初期値の影響を排除するため、最初の 20000 回までのサンプルは破棄した。20000 回以降 25000 回の計算を行い、50 回ごとの標本をサンプリングして各鎖 500 サンプルを得た。個体数、増加率、生存率、捕獲率等の推定パラメータがすべて収束（R-hat<1.1）することで事後分布の収束を確認した。

- その他

年ごとに最新の登録データに基づいて推定を行い、モデルは今後も必要に応じて見直しを行う。本モデルは、東中国・近畿北部ツキノワグマ広域保護管理協議会から委託を受けた兵庫県立大学がモデルの構築と推定を行い、科学部会の評価のもと修正検討を行った。

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14: 30–48　2022
特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

第　２　章

兵庫県におけるツキノワグマの生息・被害状況と管理政策の概要

野口 和人[1*]・廣瀬 泰徳[1]・石川 修司[1]・高木 俊[1,2]・横山 真弓[1,2]
[1]兵庫県森林動物研究センター
[2]兵庫県立大学自然・環境科学研究所

要　点

- 兵庫県内のツキノワグマは、円山川を境界に東西に分布し、2 つの地域個体群に属している。
- 生息数や増加率は、モニタリングデータをもとに毎年推定している。2005 年以降一貫して増加傾向にあった生息数は、2019 年以降減少に転じている。
- 出没状況は、分布域の拡大に伴い、県中南部地域での出没割合が増加傾向にある。人の生活圏での出没が増加し、地域住民に大きな精神的被害を与えている。
- 捕獲状況は、錯誤捕獲数は増加傾向で高止まり、くくりわなでの捕獲が 70%以上を占める。有害鳥獣捕獲許可による捕獲は、2019 年以降に強化したことから増加している。
- クマによる人身事故は、2016 年以降毎年 2 件程度発生している。
- クマの個体群の維持と被害抑制を目的とした特定管理計画を定め、年度ごとの県全体の推定生息数に応じて、絶滅リスク管理と被害リスク管理を連動させた順応的管理を行っている。

Keywords: 管理計画、地域個体群の保全、被害対策

Summary of the population status and the management policy for Japanese black bear in Hyogo Prefecture

Kazuhito Noguchi[1*], Yasunori Hirose[1], Shūji Ishikawa[1], Shun Takagi[1,2], Mayumi Yokoyama[1,2]
[1] Wildlife Management Research Center, Hyogo
[2] Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

Abstract: Two local populations of Japanese black bear inhabit in Hyogo Prefecture, and their geographical distributions are divided by the Maruyama River. Population sizes and

受付日：2022 年 2 月 2 日、受理日：2022 年 2 月 22 日
* 責任著者：野口 和人　✉Kazuhito_Noguchi@pref.hyogo.lg.jp
〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野 940　兵庫県森林動物研究センター

growth rates are estimated annually from monitoring data. The population size increased from 2005 but decreased in recent years. Expanded distributions, especially in the middle and southern part of the prefecture, have corresponded with an increase in bear sightings. The increase in bear sightings around settlements has resulted in psychological damage among residents. Unintentional captures have increased, with recent signs that they are leveling off. Over 70% of unintentional captures were in snare traps for the control of deer and wild boars. Culling of bears has increased, especially since 2017, when intensive culling around settlements was permitted. About two injuries caused by bear attacks have been reported per year since 2016. For the conservation of bear populations and control of damage, a Specified Wildlife Conservation and Management Plan for black bears was established in Hyogo Prefecture. Based on a population assessment and the risks of extinction and damage, an adaptive management strategy was applied.
Keywords: conservation of local population, damage control, management plan

１．はじめに

兵庫県に生息するツキノワグマ（*Ursus thibetanus*、以下、クマという）は、1990 年代には絶滅が危惧されるほど生息数が少ない状況であったが、近年では絶滅の危険性の低い水準まで生息数が増加した （兵庫県 2017a)。一方、クマ出没による人身被害や農業被害など、人とクマの間では様々な軋轢が生じている。生息数を安定的に維持し、人身被害や農林業被害を発生させないためには、モニタリングデータの収集分析（横山ほか 2008; 横山ほか 2022a）に基づき、生息数や被害の状況を適切に把握したうえで、科学的かつ計画的な生息数管理、被害管理の方針を設定して実施する必要がある。そのため、兵庫県では、2003 年にツキノワグマ保護管理計画（兵庫県 2003)、2017 年からツキノワグマ管理計画（兵庫県 2017b）を策定し、クマの保護管理を進めている。

本章では、兵庫県内のクマの生息状況、被害状況を紹介し、地域個体群の安定的な維持と被害防止という目標を達成するために、兵庫県が進めてきた保護管理政策の概要について報告する。

２．ツキノワグマの生息状況

兵庫県に分布する地域個体群

県内に生息するクマは、県北部の円山川を境界に東西に分布し、2 つの地域個体群に属している（図 1)。「東中国地域個体群」は、氷ノ山を中心とする県北西部から鳥取県東部にかけて、一部が岡山県北東部にまたがって分布する。「近畿北部地域個体群」は、県北東部から京都府・滋賀県・福井県（および大阪府の一部）にかけて、連続して分布している（環境省 2019)。1970 年代の分布では両地域個体群の分布は不連続であったが、2018 年度の分布調査では連

続的となっている（図 1)。

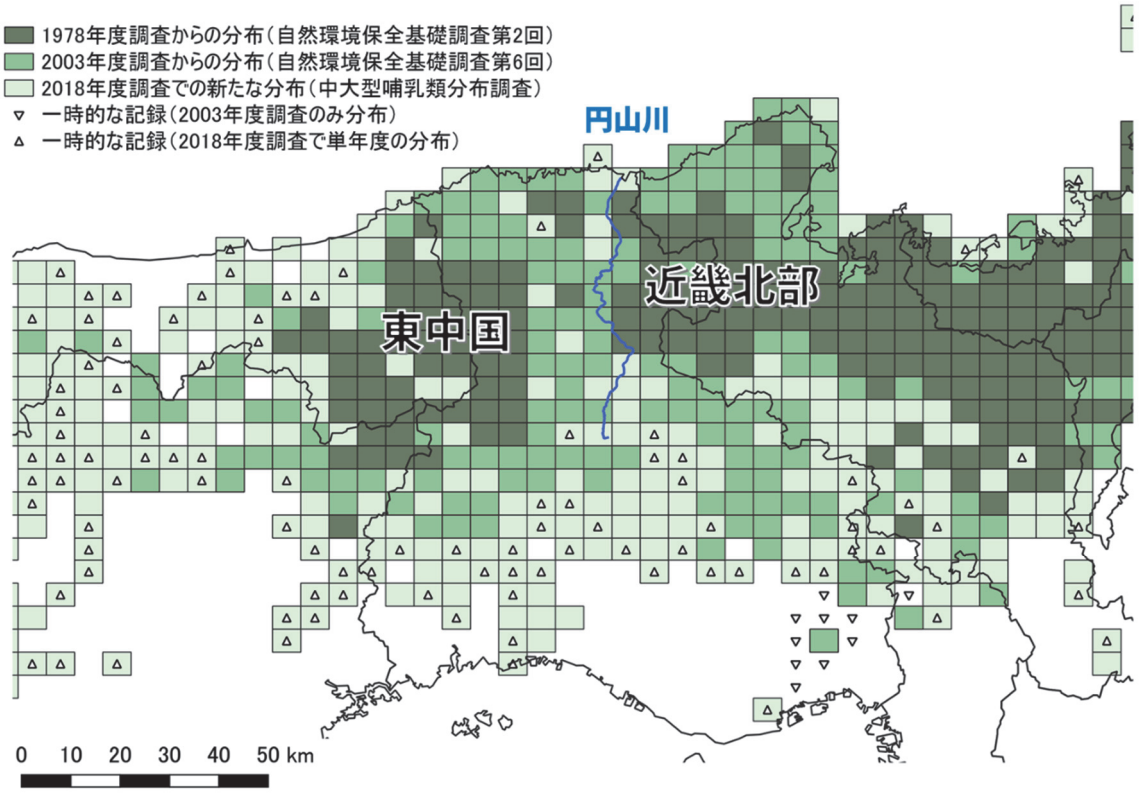


図 1. 兵庫県および周辺地域に分布するクマ地域個体群の分布。生息情報は中大型哺乳類分布調査(環境省 2019）に基づき作図。

兵庫県内の分布状況

クマは、多様な環境を利用し、広域で移動することが知られている。東中国地域個体群のクマの行動圏については、秋のブナ科堅果類（ブナ・ミズナラ・コナラなどのドングリ類）の豊凶（藤木ほか 2011a）に応じて、柔軟に拡大、縮小することが報告されている（横山ほか 2011)。また、一度放獣した個体が、円山川を越えて移動し、再度捕獲された事例も確認され、但馬南部地域における両地域個体群の分布が接する地域での捕獲も増加するなど、地域個体群の分布境界は不明瞭になりつつある。また、両地域個体群の遺伝的特徴を 1991–2004 年に捕獲された個体と 2013–2020 年に捕獲された個体で比較すると、遺伝的多様性の上昇が認められており、地域個体群間において遺伝的交流が進行していると考えられる（森光ほか 2021)。さらに県内の分布域は、生息数の増加も影響し、県北部から県中南部へ年々拡大している（図 2)。

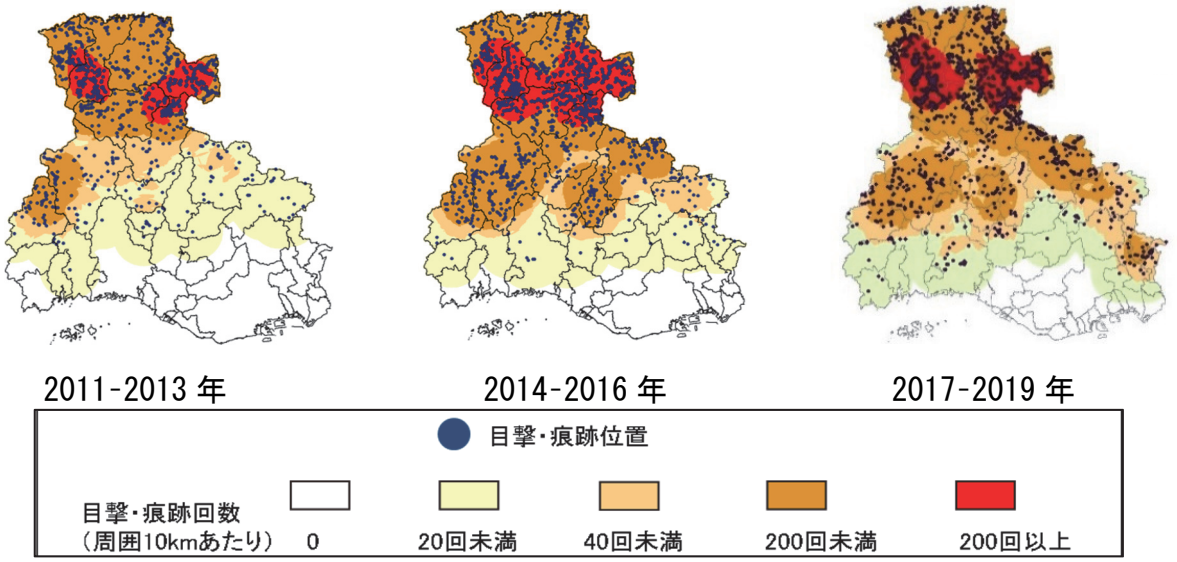


図 2. 2011 年以降の出没情報（目撃および痕跡情報）の分布。出没位置は 3 年分を合わせて示し、周囲 10 km あたりの出没情報の濃淡を背景に示した。

推定生息数の動向

県内のクマの生息数や増加率は、行政的な保護管理事業の一環で収集されるモニタリングデータ（出没情報件数、初捕獲個体数、再捕獲個体数、新規標識放獣個体数、人為的死亡個体数）を用い、ブナ科堅果類の豊凶の影響を考慮の上、捕獲 - 再捕獲法を基にした個体群動態モデルにより推定している（坂田ほか 2011; 高木 2022)。推定は、毎年利用可能となった新たなデータを推定モデルに追加して、過年度の値も含め算出される。2019 年からは、標識個体の生存率の推定について、個体ごとの捕獲履歴情報を用いることで、より精度の高い推定が可能となっている（高木 2022)。

兵庫県全体の 2020 年当初の推定生息数および推定増加率は、表 1 のとおりである。推定増加率は繁殖や移入による増加から移出や自然死亡による、減少を除いた見かけの増加率で、2005 年から 2019 年の幾何平均を示している。生息数の動向は、増加傾向から 2019 年以降、減少に転じている（図 3)。減少傾向に転じた原因の一つとして、2017 年からそれまでの保護方針から管理方針へ転換し、捕殺が増加したことが挙げられる。地域個体群別に見ると、兵庫県内に生息すると考えられる「東中国地域個体群」および「近畿北部地域個体群」の 2020 年当初の生息数（中央値および 95%信用区間）はそれぞれ、384 [304–496] 頭、274 [164–507] 頭と推定されている。

表 1. 2020 年当初の兵庫県全体の推定息数および推定増加率（兵庫県 2021）

個体群パラメータ	兵庫県全体での推定値
推定生息数	95%信用区間で 516 頭～898 頭 中央値 671 頭（行政指標としての基準）
推定増加率	平均 12.0%(中央値)

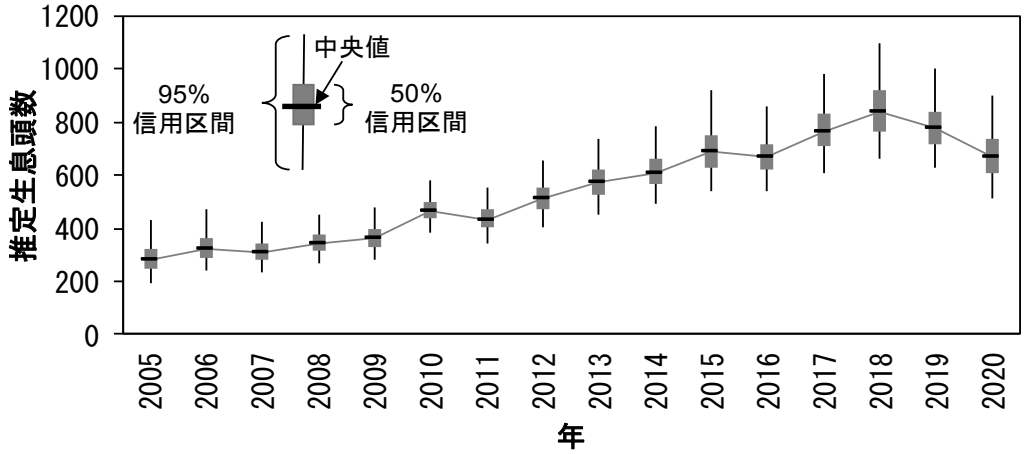


図 3. 兵庫県のクマの推定生息数の推移。兵庫県（2021）を改変。中央値、50%信用区間、95%信用区間を示した。推定方法については高木（2022）を参照。

３．出没の状況

出没の状況

2001 年度から 2020 年度までの県内市町に通報のあった目撃・痕跡情報の動向を図 4 に示した。2003 年度の 96 件から 2010 年度の 1,623 件と年次変動が大きい。特に、2010 年度は 2001 年以降最も多い件数で、2003 年度の約 17 倍、2 番目に多かった 2004 年度の 985 件と比較しても、1.6 倍以上となっている。近年は、2010 年度に匹敵するような大量出没はなく、年間 1000 件未満の出没件数で推移しているが、豊作年、並作年でも 500 件ほどの出没が発生している。2021 年度は、地域的には、北但地域 39.4%、南但地域 16.0%であり、この 2 地域で 55.4%、その他の地域（丹波、中播、西播、北播、阪神）地域では 44.6%であった。2016 年度頃までは、北但地域と南但地域の 2 地域で 70%以上を占めていたが、近年は、出没の少なかった県中南部地域（丹波、中播、西播、北播、阪神）での出没割合が増加傾向にある。

クマは、冬眠前の秋季に脂肪蓄積が必要であることから、この時期の栄養源となるブナ科堅果類の豊凶程度によって、その行動が大きく変わる（横山ほか 2011)。ブナ科堅果類が凶作であった年には、人の生活圏への大量出没が報告されている（藤木ほか 2011b; 藤木 2022)。ブナ科堅果類の豊凶調査開始以降、2010 年までは隔年で豊凶が繰り返される傾向が見られていたが、2011 年以降はその周期が崩れている（図 4)。

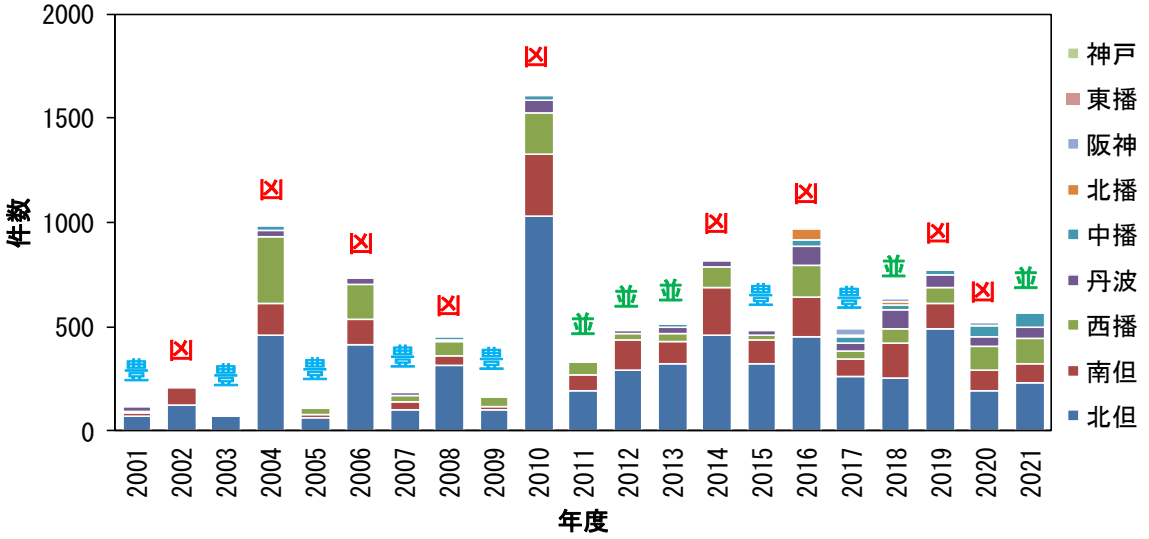


図 4. 地域別のクマ出没件数の年次別推移と各年のブナ科堅果類豊凶状況。兵庫県（2021）を加工およびデータ追加。県内市町に通報のあった目撃痕跡情報を集計し、地域は農林（水産）振興事務所単位で集計。豊凶並は、ブナ科堅果類の豊凶調査に基づく年度ごとの結果状況の分類。2021 年度については 2022 年 2 月末時点の数値を示した。

人の生活圏である集落内での出没状況を、出没の少なかった 2009 年度と大量出没した 2010 年度で比較すると、集落内の割合が 27.9%から 62.8%へと大幅に増加しており、大量出没の年には集落内での出没が著しく増えることが見て取れる（図 5）。2011 年度以降、集落内の出没比率は徐々に増加傾向にあり、集落近くでもクマとの遭遇の可能性が高い状況にあることから、十分な注意喚起と防除対策が必要である。集落やその周辺にあるカキ等果樹への繰り返しの出没や民家敷地内への立てこもり（横山ほか 2022b）、住宅街や都市部での出没も生じており、人身被害発生の危険性も高まっている。

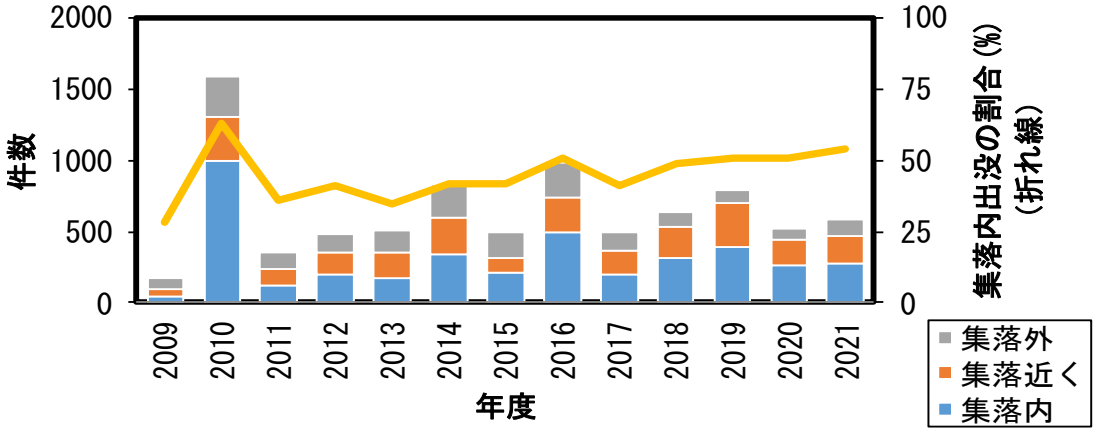


図 5. エリア別のクマ出没件数の年次別推移。兵庫県（2021）を加工およびデータ追加。集落は住宅地や耕作地などの人為的環境を指し、集落近くは集落の外縁からおよそ 200 m 程度の範囲を指す。2021 年度については 2022 年 1 月末時点の数値を示した。

捕獲の状況

年次別の捕獲数は、表 3 に示した。クマの推定生息数の傾向と同様に、捕獲数も増加傾向で高止まりの状況である。ニホンジカ（*Cervus nippon*）やイノシシ（*Sus scrofa*）の有害鳥獣捕獲許可を受けたわなや狩猟期のわなでのクマの捕獲（以下、錯誤捕獲という）は、放獣の対応となる。錯誤捕獲をわな種別で見ると、2016 年度までは箱わなによる捕獲が 70%以上を占めていたが、2017 年度から集落周辺における箱わなでのクマの有害鳥獣捕獲許可による捕獲(以下、有害捕獲という）を開始したことおよびニホンジカやイノシシ捕獲強化によるくくりわな設置数の増加により、その比率は逆転し、現在ではくくりわなによる錯誤捕獲が 70%以上を占める状況である（図 6)。また、クマの錯誤捕獲の防止を推進するため、クマが頻出する場所へのわな設置の禁止、クマ痕跡を発見した場合の餌付けの中止、くくりわなの使用上の法令遵守（輪の直径 12 cm 以下、ワイヤー自体の直径 4 mm 以上、適正なよりもどしおよび締め付け防止金具の装着など)、を市町担当者や捕獲者への周知を行っている。なお、改善策を講じないまま、クマの錯誤捕獲を繰り返す捕獲者には、十分予見できたにも関わらず、適切な予防措置を講じないで錯誤捕獲に至ったと認められ、「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」（以下、鳥獣保護管理法という）の違反として、罰則が適用されることがある旨をツキノワグマ管理計画で定めている。

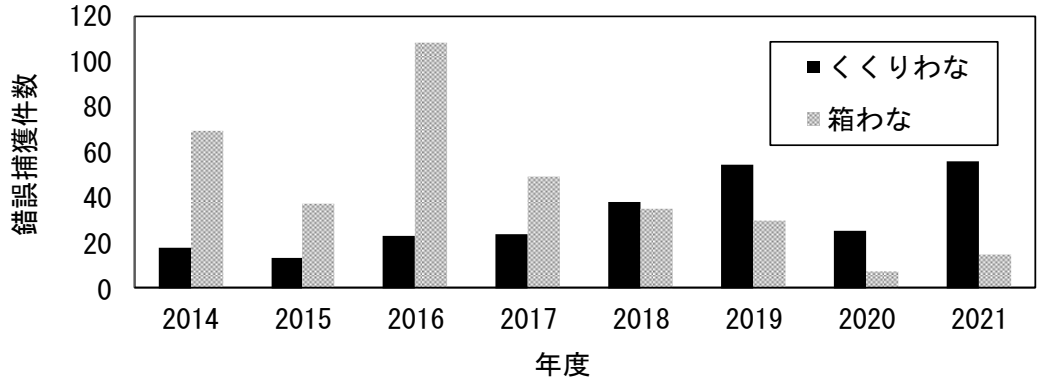


図 6. クマの錯誤捕獲におけるくくりわな及び箱わなの内訳の推移。

兵庫県では、県内の推定生息数に応じて、クマの有害捕獲を実施している。2016 年当初の生息数が 800 頭を超えたと推定された 2017 年度以降は、人身被害を引き起こさないための被害リスク管理を導入し、捕獲上限数を定めたうえで有害捕獲を強化したことから、捕獲数は増加している（表 3)。

表 3. 兵庫県の捕獲数の年次別推移。兵庫県（2021）にデータ追加。

(単位：頭、述べ頭数)

年	狩猟捕獲	全捕獲数①	錯誤捕獲				有害捕獲				保護に係る行政捕獲				学術捕獲頭数⑧	全放獣数⑨	再捕獲個体数	交通事故等死体回収	備考
			捕獲数②	その後の処置			捕獲数④	その後の措置			捕獲数⑥	その後の措置							
				放獣③	殺処分	死亡		放獣⑤	殺処分	死亡		放獣⑦	殺処分	死亡					
1989	12	7					7		7										
1990	19	13					13		13										
1991	15	6					6		6										
1992	2	25					25		25										狩猟の自粛
1993	2	1					1		1										
1994	6	3					3		3										
1995	1	0					0		0										
1996	—	10					10		10										狩猟の禁止
1997	—	5	1	1			1		1		3	3				4			
1998	—	15	4	2	2		10		10		1			1		2			
1999	—	9	4	2	2		5		5		0					2			
2000	—	16	7		7		8		8		1			1		0		4	
2001	—	4	4		4						0					0			
2002	—	12	3	3			9	2	7		0					5			
2003	—	6	4	4			2		2		0					4		1	保護管理計画策定
2004	—	46	23	23			18	11	7		5	5				39	1		
2005	—	5	4	3		1	1		1		0					3			
2006	—	53	26	26			25	21	4		2	2				49	7	8	
2007	—	24	12	12			5	2	3		1	1			6	21	7		第2期保護管理計画
2008	—	56	37	36		1	12	9	3		0				7	52	13	3	
2009	—	21	9	9			4	2	2		0				8	19	3		第2期計画（変更）
2010	—	217	109	108		1	101	31	69	1	2	1	1		5	145	68	14	
2011	—	31	22	22			6	3	2	1	0				3	28	13	3	
2012	—	44	27	27			15		15		2		2			27	18		第3期保護管理計画
2013	—	46	33	32		1	12		12		1		1			32	9	3	
2014	—	117	86	85	1		30		30		1		1			85	34	2	
2015	—	68	49	49			18		18		1	1				50	13	1	ツキノワグマ保護計画
2016	4	160	128	127		1	29	1	28		3	2	1			130	63	4	狩猟解禁（制限付き）
2017	1	110	72	72			34		34		1	1			3	76	41	3	ツキノワグマ管理計画
2018	5	137	76	74		2	60	2	58		1	1				77	46	2	
2019	0	207	86	84		2	120	4	116		1			1		88	65		
2020	0	104	50	50			53	2	51		1	1				53	24		
2021	0	129	72	70	1	1	57	2	55		0					72	48	3	
合計	67	1,707	948	921	17	10	700	92	606	2	27	18	6	3	32	1,063	473	51	

全捕獲数①＝②＋④＋⑥＋⑧、全放獣数⑨＝③＋⑤＋⑦＋⑧

〈1997年以降捕獲状況〉放獣率＝全放獣数/全捕獲数　1,062/1,706＝62.2%

誤捕獲率＝誤捕獲数/有害捕獲・誤捕獲の総捕獲数　946/1,647＝57.4%

〈2021年の再捕獲状況〉再捕獲率＝再捕獲数／全捕獲数　48/128＝37.5%

注)1 1996年以前は、誤捕獲個体、交通事故等の情報を収集していなかったため頭数は不明

2 2012年及び2021年の有害鳥獣捕獲には、警察官職務執行法第4条に基づく措置1件を含む

3 学術捕獲については全て放獣

4．被害の状況

人身被害の状況

県内では、現在までに死亡事故に至る事例はないが、1996 年以降に 27 件の人身事故が発生している。そのうち 17 件は 2010 年以降の発生である。2012 年から 2015 年まで発生はなかったが、2016 年以降は年間 2 件程度で発生している（表 4)。先に示した通り、近年は集落内での出没も増加傾向にあり（図 5)、以前に比べて人身被害発生の危険性も増加していると

推察される。人の生活圏への出没は、人身事故には至らなくても住民に強い恐怖心や不安感を与え、危険回避のために早朝・夜間の外出自粛、自動車・バスによる小学生の送迎、下校時刻の繰り上げによる中学校等のクラブ活動の時間短縮、山林作業時のクマ鈴やラジオの携行など、地域住民の生活面・精神面での大きなストレスとなっている。

表 4. 兵庫県内の人身被害数の年次別推移。兵庫県（2021）にデータ追加。

年月	時刻	場所	性	年齢	事故の状況	傷害の状態	その後の対応
1996/7/15	16:00頃	関宮町	男	62	山中を歩いていて鉢合わせする	全治10日間の負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲により殺処分
1996/10/25	6:00頃	大屋町	男	79	庭先で飼い犬が吠えるため様子を見に行ったところ、正面から襲われる	顔面を引っ掻かれ鼻の骨を折り1ヶ月の負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲により殺処分
1998/11/1	14:30頃	美方町	女	73	ｽｷﾞ林内を歩行していたところ、クマが突然現れる	左足ふくらはぎを咬まれる、全治1ヶ月の負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲を許可するが捕獲ならず
2002/6/30	13:10頃	春日町	男	48	追い払い作業中に草むらでクマに遭遇	正面から引っ掻かれ、手の甲を七針縫う負傷	追い払いを有害鳥獣捕獲に切り替え殺処分
2002/11/18	14:00頃	美方町	女	51	民家の近くで遭遇、突進される	右足太股に噛みつかれ1週間の負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲により殺処分
2003/12/11	9:00頃	村岡町	男	52	山中で木材運搬作業中にクマに遭遇する	下顎部等に噛みつかれ全治1ヶ月の負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲を許可するが捕獲ならず
2004/10/11	17:40頃	美方町	男	73	畑の柿木に設置してあったクマ除けの灯りの電源を入れに行った際に遭遇する	顔等を引っ掻かれ48針を縫う負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲を許可するが捕獲ならず
2004/10/15	8:00頃	美方町	女	83	自宅前で花の手入れをしていてクマに遭遇する	逃げようとして転倒、背後から頭などを引っ掻かれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲により殺処分
2005/5/10	13:00頃	丹波市	男	70	夫婦で登山中に、山頂付近で子グマに遭遇する	唇を引っ掻かれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲を許可するが捕獲ならず
2006/5/23	15:00頃	養父市	男	51	山際の畑で山椒の実を脚立に乗って採取中に、背後から襲われる	左手の指を引っ掻かれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲を許可するが捕獲ならず
2010/8/2	19:27頃	香美町	男	43	牛舎に入る際、クマに襲われる	頭部、顔面を噛付き、引っ掻かれ負傷	電気柵防御の強化及び有害鳥獣捕獲により翌日殺処分
2010/9/18	5:50頃	豊岡市	男	71	稲刈り作業準備をしていたところクマに襲われる	上半身引っ掻かれ負傷	有害鳥獣捕獲により集落内徘徊個体を殺処分するが加害個体であるか特定できず
2010/10/24	5:30頃	朝来市	男	58	散歩中にクマに襲われ河原へ転落	頭部、顔面等引っ掻かれ負傷	有害鳥獣捕獲により集落内徘徊個体を殺処分するが加害個体であるか特定できず
2010/11/26	16:00頃	豊岡市	男	84	干し柿の作業中に小屋内でクマに襲われる	顔面を噛みつかれ骨折	小屋内に押し込め有害鳥獣捕獲により翌日殺処分
2011/6/18	12:15頃	新温泉町	男	44	渓流釣のために歩いているところをクマに襲われる	頭部、腕、胸部に噛みつき引っ掻かれ負傷	入山者へ注意喚起の強化
2011/7/31	9:00頃	養父市	男	64	箱ワナの管理のために山中を歩いているところクマに襲われる	頭部、上半身を引っ掻かれ負傷	地域住民へ注意喚起の強化
2016/10/17	6:09頃	宍粟市	男	60	集落内の共同郵便受けに新聞を取りに歩いているところクマに襲われる	腕の骨折と頭部、上腕部に噛みつき引っ掻かれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲による殺処分
2016/11/7	7:00頃	養父市	男	70	仕事場に向かう途中の林道横を歩いているところクマに襲われる	頭部、腕に噛みつかれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲による殺処分
2016/12/15	9:20頃	養父市	男	64	自宅裏の藪を歩いているところクマに襲われる	大腿部に噛みつかれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲
2017/5/22	14:10頃	香美町	女	64	農業倉庫内に入ったところの倉庫内にいたクマに襲われる	後頭部打撲、左大腿部に噛みつかれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲による殺処分
2017/6/27	6:30頃	新温泉町	男	85	梨園の見回りをしていたところクマに襲われる	顔面、右腕等に噛みつかれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲
2019/11/9	6:20頃	新温泉町	男	84	箱ワナに子グマが入り自宅へ引き返そうとしたところ親グマに背後から襲われる	顔面と足を引っ掻かれ負傷	地域住民へ注意喚起の強化及び子グマを放獣
2019/11/9	8:45頃	豊岡市	男	79	自宅裏の倉庫に向かって歩いていたところクマに襲われる	顔面を引っ掻かれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲を許可するが捕獲ならず
2020/4/27	15:00頃	香美町	男	87	タケノコ掘りの作業中、クマと遭遇し体当たりされた	転倒した際に右腕を負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲を許可するが捕獲ならず
2020/11/11	7:30頃	佐用町	女	69	散歩中、クマ2頭と遭遇しそのうち1頭に襲われる	顔面と右腕を引っ掻かれ負傷	注意喚起の強化及び有害鳥獣捕獲を許可するが捕獲ならず
2021/6/23	4:30頃	丹波市	男	66	登山をしていたところをクマに襲われる	左ひざ部に噛みつかれ負傷	注意喚起の強化
2021/11/1	7:00頃	養父市	男 女	72 67	散歩中、クマと遭遇し襲われる	男性が首を引っかかれて負傷、女性が逃げる際に転倒して負傷	注意喚起の強化

農林業被害の状況

農林業被害面積及び金額の推移（2008 年～2020 年）を図 7 に示す。農業被害は毎年発生しているが、年次変動が著しいことから、集落への出没と同様に生息地での食物資源の年次変動に左右されていると考えられる。一方、林業被害は 2014 年と 2015 年にスギ人工林にお

いて、被害面積 0.5 ha、被害金額 574.5 千円の樹皮剥ぎが発生したが、他の年度では報告されていない。

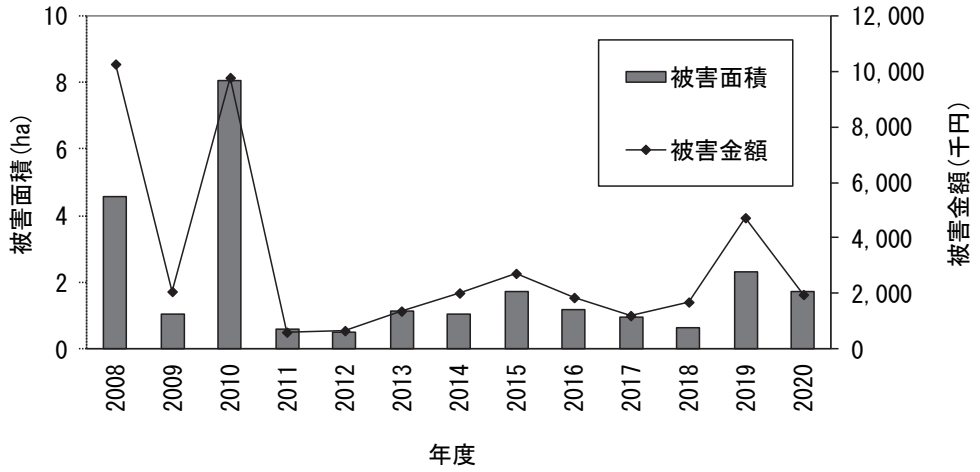


図 7. クマによる農林業被害の年次別推移。兵庫県（2021）を加工およびデータ追加。

５．兵庫県のツキノワグマ管理の方針

保護政策の経緯（2016 年まで）

かつて兵庫県に生息するクマは絶滅が危惧されたことから、1992 年に県の要請で、一般社団法人兵庫県猟友会が、狩猟によるクマの捕獲を自粛した。1996 年からは、鳥獣保護管理法(当時はその旧法にあたる、鳥獣保護及狩猟ニ関スル法律）第 1 条の 4 第 3 項の規定に基づき、県の告示により、県内でのクマの狩猟捕獲を禁止している。2003 年に、鳥獣保護管理法(当時はその旧法にあたる、鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律）に基づき、「ツキノワグマ保護管理計画」（兵庫県 2003a）を策定した。それ以来、3 期にわたり保護施策を記した計画に基づき、地域個体群の健全な維持と被害防止対策を進めるため、出没や被害の状況に応じて防護や追い払い、学習放獣などの非捕殺対応を含む段階的な対応を行ってきた。この間、「兵庫県版レッドデータブック 2003」（兵庫県 2003b）において、A ランクの「絶滅の危機に瀕している種」に選定されている。2011 年からは、生息数の増加が進み絶滅の危機から脱したとみられ、B ランクの「絶滅の危険が増大している種」に変更された。なお、科学的データに基づく保護管理を行うため、2011 年から推定生息数に対応した順応的管理の方針を採用している。

保護政策から管理政策へ転換（2017 年以降）

2015 年当初の推定生息数が 800 頭を超え、推定個体数が増加傾向を示していたことから、2016 年には条件付きで狩猟禁止を 20 年ぶりに解除した。狩猟の条件としては、事前承認制、狩猟者数と捕獲頭数の制限、11 月 15 日から 12 月 14 日までの猟期、とした。2017 年には、生息数が絶滅の危機を解消するまでに増加したと判断されたことから、兵庫県版レッドリス

ト（兵庫県 2017a）で B ランクから「要注目種」に変更され、保護政策から管理政策へと転換して「ツキノワグマ管理計画」を策定した。計画では、個体数の管理方針として、その時点での最新の推定生息数に基づき、有害捕獲個体の殺処分等の対応や狩猟の解禁の判断などを行うこととした。クマの生息数を維持しながら、精神被害や人身被害、農林業被害など人とクマとの軋轢を軽減して棲み分けを図る「ゾーニング」を新たに導入し、集落近隣に出没する個体に対する有害捕獲を強化した。狩猟の解禁は 2019 年まで継続したが、2019 年当初の推定生息数が 800 頭未満に減少したことを受けて、2020 年から再び狩猟を禁止している。

６．ツキノワグマ管理計画における目標達成のための方策

管理計画の基本的な考え方

ツキノワグマ管理計画（兵庫県 2017b）では、管理の目標として、人身被害の発生なし、被害対策の充実強化による人の生活圏への出没防止、県内の推定生息数 400 頭以上の維持を掲げている。毎年の推定生息数に応じた目標達成の具体的な方策は「年度別事業実施計画」（兵庫県 2021）で定め、実行している。

生息数管理

クマの管理では、絶滅をさせない生息数の管理（絶滅リスク管理）と、人身事故等防止のための生息数の管理（被害リスク管理）のどちらも許容できる範囲内に生息数を維持することが重要である。管理計画では、県全体の推定生息数（中央値）に応じて、絶滅リスク管理と被害リスク管理を連動させた対応を実施している（表 5)。被害リスク管理では、有害捕獲を実施できることとしているが、県全体の推定生息数が 400 頭未満となった場合には、有害捕獲による殺処分を可能な限り避ける方法として、初回捕獲の個体に対しては、学習放獣（人の声や爆竹、唐辛子スプレーの噴射などクマが嫌がる刺激を施して、人への忌避条件付けを与えた上で放獣を行う）を行い、絶滅を回避するための対応をとっている。また、推定生息数が 800 頭未満の場合は狩猟を禁止している。

表 5. 県全体での推定生息数と対応（兵庫県 2017）

県全体の推定生息数（中央値）	被害リスク管理での対応	絶滅リスク管理　での対応
400 頭未満	・精神被害、人身被害、農林業被害防止のため有害捕獲の実施 ・捕獲された個体については、学習放獣等可能な限り殺処分をしない	狩猟禁止
400 頭以上 800 頭未満	・精神被害、人身被害、農林業被害防止のため有害捕獲の実施	
800 頭以上	・有害捕獲個体は原則殺処分	狩猟禁止を解除

絶滅リスク管理のために、現在では、クマの年間の総捕獲数に上限を設定する、総捕獲数管理の考えを採用している。総捕獲数とは、有害捕殺数と狩猟捕獲数の合計を指す。環境省が示した「特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン（クマ類編・平成 28 年度)」(環境省 2017）の「表 II-2 クマ類の個体数水準と捕獲上限割合及び保護・管理の目標」を参考に、推定生息数に応じた捕獲割合を総捕獲数の上限としている。設定された捕獲上限については、地域個体群を健全に維持するための上限値であり、捕獲目標の数値として扱うものではない。特に狩猟捕獲においては、生息数の動向に応じて、猟期の設定などの制限を年度別事業実施計画で策定し、順応的に対応することしている。なお、当該年に、総捕獲数の上限を超えた場合または超えると予想される場合には、有害捕獲は人身被害や精神被害を防止するために、特に必要と認められる場合に限定し、狩猟捕獲は自粛を要請することとしている。

ゾーニング管理と被害防止対策

クマの生息数を維持しながら、精神被害や人身被害、農林業被害など人間との軋轢を軽減し、人とクマの棲み分けを図ることを目的に、ゾーニングに応じた管理目標を定めている（表 6)。ゾーンの区分方法は、環境省が公表している 1/25,000 植生図をもとに、各市町と調整し合意のうえ、集落ゾーンの境界を設定している。集落周辺ゾーンは、集落ゾーンの境界より概ね 200 m の範囲の部分としている。各ゾーンにおいて、被害リスクを軽減させるための管理目標を設定し、生息数に対応した被害リスク管理を実施している（表 7)。

各ゾーンにおける被害防止対策として、兵庫県、市町および関係団体が連携しながら、人とクマの突発的な遭遇を回避する対策を実施している（表 8)。クマが集落へ出没する要因となった誘引物のおよそ 70%は、適切に管理されていないカキであることが報告されており(鈴木ほか 2011)、集落全体で未利用果樹伐採等の取り組みについて、地域への理解と意欲醸成を進めている。

表 6. ゾーニングの定義と管理目標（兵庫県 2017）

区分	森林ゾーン	集落周辺ゾーン	集落ゾーン
概念	クマの生息に適した地域	里山および集落ゾーンの周辺地域	集落内や農地など人間活動が盛んな地域
クマの生息環境	鳥獣保護区の設定 良好な生息環境の維持	バッファーゾーンの整備、藪等の刈払い等集落ゾーンに接近しにくい環境づくり	誘引物の除去と管理
被害リスク	登山者などとの突発的な遭遇	森林林業者、農業者、登山者などとの突発的な遭遇	農業被害、人身被害、精神的な被害
被害防除	入山者への注意喚起、情報提供	バッファーゾーンの整備、藪等の刈払い等	誘引物の除去と管理、電気柵等での防除、追払い、地域住民への注意喚起

表 7. 生息数に対応した各ゾーンの被害リスク管理（兵庫県 2017）

区分	森林ゾーン	集落周辺ゾーン	集落ゾーン
400 頭未満	有害捕獲は実施しない（ただし、人身事故個体等の有害捕獲は実施可能）		有害捕獲を実施（捕獲された個体は、学習放獣等可能な限り殺処分をしない）
400 頭以上	有害捕獲は実施しない（ただし、人身事故個体等の有害捕獲は実施可能）	有害捕獲を実施（捕獲された個体は、原則殺処分）	

表 8. 各ゾーンにおける被害防止対策（兵庫県 2017）

ゾーン区分	被害防止対策
森林ゾーン	・登山者、観光客、森林林業関係者、入山者等への注意喚起、情報提供の実施
集落周辺ゾーン	・登山者、観光客、森林林業関係者、入山者等への注意喚起、情報提供の実施 ・地域住民への注意喚起の実施 ・バッファーゾーンの整備 ・クマの出没ルートや通勤、通学路に沿った林縁部等の刈り払いの実施 ・追い払いの実施
集落ゾーン	・地域住民への注意喚起の実施 ・誘引物の除去 ・農地、果樹園等への出没防止対策 ・河川敷の刈り払いや集落内の耕作放棄地の解消 ・追い払いの実施

地域ぐるみでの未利用果樹伐採等の活動事例

被害防止対策は、集落をクマの餌場にさせないことが重要であり、その基本的な考え方と手法はすでに報告されている（稲葉ほか 2010; 鈴木ほか 2010）。兵庫県では、獣害ベルト緊急整備事業により、地域住民や市町が取り組む集落内の不要なカキ・クリの木伐採などの誘引物の除去対策の支援を進めているが、毎年の出没が続いている地域も多く、十分な被害防止対策が行き渡っている状況ではない。そこで、現在クマ出没予防対策のモデルとして、集落が主体となった未利用果樹の伐採事業を進めている養父市 T 地区の活動内容と進捗状況について紹介する。

地区内には 13 集落があり、地域課題の解決やより良い地域づくりを進めるため、2011 年に自治協議会が結成され、集落間での課題協議を行っている。クマの生息域にあり、特に 2018 年までの秋季には集落内のカキに誘引されたクマの出没が増えていたことから、精神的被害が発生するとともに、人身被害の発生も懸念されていた（図 8）。そのため、各集落は、未利用のカキの木の伐採等に対する支援を養父市に要望した。兵庫県朝来農林振興事務所と森林動物研究センターは、集落の活動を支援するための「獣害対策チーム」を結成し、養父市と連携し、鳥獣被害防止総合対策事業ならびに市単事業を活用した伐採等に取り組むよう集落に提案した。2018 年に未利用のカキの木の伐採候補地を選定し 2019 年に現地調査を行った結果、地区内の 12 集落で約 900 本の未利用のカキが確認された（図 9）。2019 年から 2020

年の 2 年間かけて、未利用のカキの木 277 本の伐採と栽培用のカキの木 78 本へのトタン巻きを行うとともに、伐採等の対策の事業効果の分析に向けて集落住民に対するアンケート調査を実施した。アンケートは養父市と兵庫県朝来農林振興事務所が主体となって実施し、299 名から回答が得られた（図 10)。

本地区のクマ出没状況をみると、対策前の 2014 年から 2018 年は、凶作年には出没が多発していた状況であったが、対策後の 2019 年から 2021 年では、豊凶結果に関わらず出没数は減少していることから、地区全体での取組効果は高かったと示唆された（図 8)。市と農林振興事務所が実施したアンケートの分析結果から、伐採を実施した住民では、実施しなかった住民に比べて、伐採等の対策がクマ出没抑制に効果があったと評価する割合が高かった（図 11)。さらなる伐採率向上のためには、伐採率が低い集落や未実施の集落に対して、住民が効果が高いと評価した集落での取り組み方法や効果が発現する伐採率の基準を示すことで、集落が自主的に取り組む意欲を醸成して実施を促すことが必要である。また、集落住民はカキの木の対策継続の必要性を 60%と高い割合で感じていたが、クマに対する恐怖感を感じなくなったと回答したのは全体では 20%程度の割合にとどまり、出没するクマに対する有害捕獲の実施についての必要性を感じる割合も 59%と高かった（図 12)。今後の活動展開として、市内の他地区からもすでに未利用のカキの木の伐採等の要望が市に寄せられていることから、県事業の獣害ベルト緊急整備等の補助事業を活用し市と地区が協力して行う本モデルの手法を他地域にも普及していく予定である。

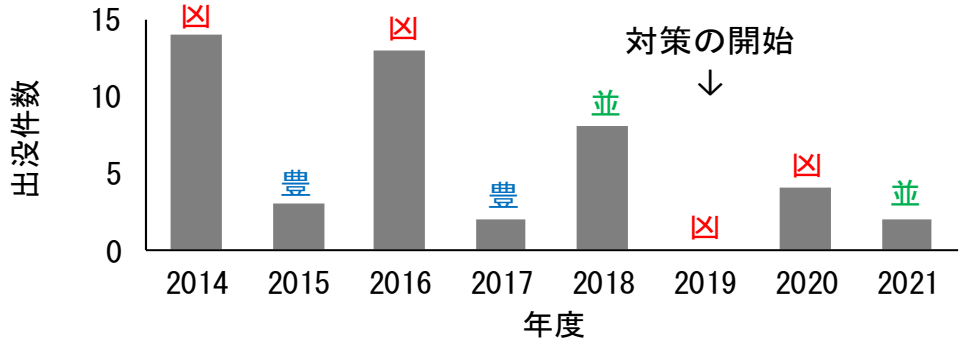


図 8. 対策実施地区におけるクマ出没情報件数の年次別推移。豊凶並はブナ科堅果類豊凶調査の結果を示す。2021 年度については 2022 年 2 月末時点の数値を示した。

図 9.　未利用のカキの木の調査

図 10.　アンケート調査結果の報告会

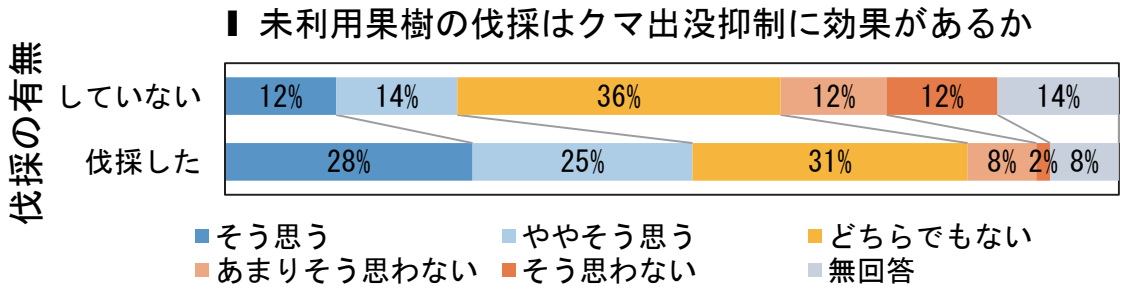


図 11.　住民による伐採の有無と出没抑制の効果への評価

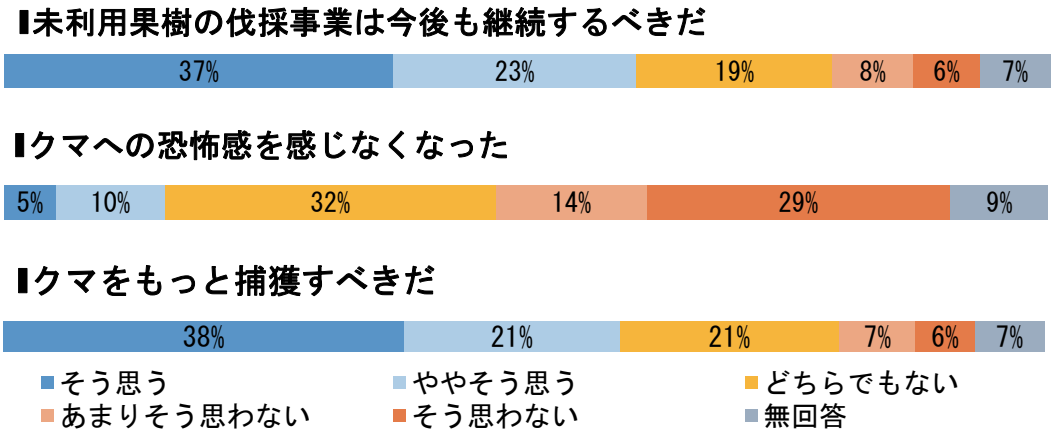


図 12.　住民による未利用果樹の伐採事業への評価とクマに対する意識

生息環境整備と人材育成

クマが健全に生息できる環境を整備するためには、多様性の高い森林環境を維持することが求められる。そのため、広葉樹林の保全と復元や、針葉樹人工林の広葉樹林および針広混交林への誘導、地域住民やボランティアの参画を得ながら、県として多様な森林整備に取り組んでいる。2006 年度から 2020 年度までに実施された、広葉樹林化促進パイロット事業の区域面積は 91.23 ha、針広混交林への整備事業に占める広葉樹の植栽面積は 234.72 ha に達している。また、被害防止と地域個体群の健全な維持の推進のため、県内外の農林（水産）振興事務所や市町担当者を対象に、森林動物研究センターが行政職員等人材育成研修を毎年実施するとともに、県民に対しては、住民学習会やシンポジウムの開催、現地指導などを通じて、クマの生息動向、出没対策などに関する正しい知識の普及を図っている（図 13, 14）。

図 13. 行政職員等対象の人材育成研修会

図 14. 轟音玉による追い払いの実技研修

隣接府県との連携による広域保護管理

県内に生息するクマの地域個体群は、近隣府県と連続して分布していること、個体の府県間移動も頻繁に確認されていることを踏まえると、行動圏の大きいクマの保護管理は、関係府県が連携しながら対応することが喫緊の課題である。そのため、近畿北部地域及び東中国地域に生息する地域個体群の保護管理を目的に、2018 年 10 月に関係府県で「近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会」（以下、広域協議会という）を設立した。2021 年には、地域個体群毎の適切な保護管理の共通した考え方や手法、保護管理の方針を示した広域保護管理指針（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021）の策定と、統一したモニタリング手法に基づく地域個体群ごとの個体数推定の実施、府県間の連携強化による緊密な情報交換等に取り組んでいる（高木ほか 2022）。

7．管理計画実施の成果

ツキノワグマ管理計画では、総捕獲数管理やゾーニング管理についての考え方を導入し、モニタリングに基づく毎年の生息状況に応じて、順応的な管理を実施することができた。生

息数管理では 2016 年までの保護政策の結果、絶滅の危機を回避するまでに生息数が増加しており、県内の生息数は 2018 年をピークに減少傾向にあるものの、生息数は目標とする 400 頭以上の水準を維持し続けている。被害防止対策では集落と集落周辺ゾーンでの有害捕獲強化等の対策を進めており、人身被害の発生は 2021 年度で 2 人（全国は 141 人）と、目標とする 0 件を完全には達成できていないものの、全国的にも低い水準に抑えられている。一方、集落内や市街地など人の生活圏への出没は増加傾向にあることから、引き続き被害防止対策の徹底が必要であるといえる。生息環境面では、依然として森林ゾーンでのシカの高密度化に伴う下層植生の衰退（藤木 2017）が顕著であるが、広葉樹林植樹面積の拡大等による環境改善を進めている。これらから、継続して取り組むべき課題はあるものの、管理計画に示す具体的対策は、おおむね順調に機能していると評価している。

８．まとめと今後の展望

兵庫県では、かつて保護の対象であったクマが個体数の増加を示し、これに対応して、ツキノワグマ管理計画では、総捕獲数管理やゾーニング管理に基づく積極的な管理を実施してきた。県内のクマの個体数は頭打ち傾向にあるが、府県をまたいで分布するクマの地域個体群の管理において、近隣府県との協働の強化が今後必要となってくるだろう。また、集落への出没が続くクマの被害防除では、クマを誘引する未利用果樹の管理の改善、県中南部地域の出没への被害防止対策、市街地での出没防止と出没時の対応など、人身被害や精神被害、農林業被害を発生させない方策の継続が必要である。

次期計画となる「第 2 期ツキノワグマ管理計画」では、広域協議会を軸に近隣府県との連携を強化しつつ、地域個体群単位での生息数管理として「東中国地域個体群」及び「近畿北部地域個体群西側」の生息状況の把握を行い、地域個体群と府県境を基準に定めた管理ユニット単位での絶滅リスク管理と被害リスク管理を連動して実施する（高木ほか 2022)。また、広域管理が科学的管理として機能するよう、引き続きモニタリング体制を近隣府県と連携しながら強化していく。被害防止対策では、これまでの対策に加え未利用果樹伐採等の実施モデル集落の育成による県内への普及、住宅密集地等への侵入などの危険事案発生時における迅速かつ適正な対応の体制構築を図る。生息環境整備では広葉樹林化のさらなる推進など、引き続きクマの生息環境整備に必要な各種事業等を実施する。現在検討中のこれらの方策を念頭に、今後も地域個体群の安定的な維持と被害防止という目標達成に取り組んでいく。

謝辞

兵庫県朝来農林振興事務所森林第 2 課、養父市環境推進課には、集落での未利用果樹伐採による出没対策において、現地協力と資料提供をいただいた。

引用文献

藤木 大介, 横山 真弓, 坂田 宏志 (2011a) 兵庫県内におけるブナ科樹木 3 種の堅果の豊凶とツキノワグマの餌資源としての評価. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 39–49

藤木 大介, 横山 真弓, 坂田 宏志 (2011b) 兵庫県内におけるツキノワグマの出没変動パターンの地域変異とブナ科堅果の豊凶の影響. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 50–58

藤木 大介 (2017) 兵庫県本州部の落葉広葉樹林におけるニホンジカの影響による下層植生衰退度の変動と捕獲の効果 (2010～2014 年). 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 9: 1–16

藤木 大介 (2022) 兵庫県におけるブナ科堅果の豊凶観測に基づいたツキノワグマの出没予測. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 79–93

兵庫県 (2003a) ツキノワグマ保護管理計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県(編) (2003b) 改訂・兵庫の貴重な自然—兵庫県版レッドデータブック 2003—. (財)ひょうご環境創造協会, 神戸

兵庫県(編) (2017a) 兵庫県版レッドデータブック 2017 (哺乳類・爬虫類・両生類・魚類・クモ類). (財)ひょうご環境創造協会, 神戸

兵庫県 (2017b) ツキノワグマ管理計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県 (2021) ツキノワグマ管理計画令和 3 年度事業実施計画. 兵庫県, 神戸

稲葉 一明 (2011) 兵庫県のツキノワグマの出没状況と対策. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 1–17

環境省 (2017) 特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン (クマ類編・平成 28 年度). 環境省 自然環境局 野生生物課鳥獣保護管理室

環境省 (2019) 平成 30 年度　中大型哺乳類分布調査　調査報告書　クマ類 (ヒグマ・ツキノワグマ)・カモシカ. 環境省自然環境局生物多様性センター, 富士吉田市

近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 (2021) 近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

坂田 宏志, 岸本 康誉, 関 香奈子 (2011) ツキノワグマの生息動向と個体数の推定. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 26–38

鈴木 克哉, 横山 真弓, 藤木 大介, 稲葉 一明 (2010) ツキノワグマ誘因要因としてのカキの木分布様式と対策手法の検討. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 139–152

森光 由樹, 大井 徹, 澤田 誠吾, 中川 恒祐, 川本 芳 (2021)　近畿・中国地方のツキノワグマ地域個体群の分布拡大と遺伝的多様性の変化. 日本哺乳類学会 2021 年度大会プログラム・講演要旨集, 147

高木 俊 (2022) 兵庫県における捕獲再捕獲法を基にしたツキノワグマの個体数推定の経緯. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 63–78

高木 俊, 横山 真弓, 廣瀬 泰徳, 野口 和人 (2022) 東中国・近畿北部ツキノワグマ地域個体群の広域管理にむけた取り組み. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 1–29

横山 真弓, 坂田 宏志, 森光 由樹, 藤木 大介, 室山 泰之 (2008)　兵庫県におけるツキノワ

グマの保護管理計画及びモニタリングの現状と課題. 哺乳類科学, 48: 65–71
横山 真弓, 斎田 栄里奈, 江藤 公俊, 中村 幸子, 森光 由樹 (2011) 兵庫県におけるツキノワグマの行動圏の変異とその要因. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 59–70
横山 真弓, 野口 和人, 廣瀬 泰徳 (2022a) ツキノワグマの捕獲個体モニタリング体制の構築. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 49–62
横山 真弓, 野口 和人, 廣瀬 泰徳 (2022b) ツキノワグマによる住居集合地等への侵入対応事例について. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 110–121

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14: 49–62　2022
特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

第　3　章

ツキノワグマの捕獲個体モニタリング体制の構築

横山 真弓[1,2*]・野口 和人[1]・廣瀬 泰徳[1]
[1]兵庫県森林動物研究センター
[2]兵庫県立大学自然・環境科学研究所

要　点

- 兵庫県では 2002 年からツキノワグマの捕獲個体のモニタリングを行うため、捕獲後の個体の搬入・解剖を実施しているが、捕獲個体のデータ収集の体制を時系列で整理し、データ分析と管理へのフィードバックの状況についてまとめた。
- 捕獲個体の搬入・解剖体制は 2002 年の試行、2003 年の特定計画に基づく保護管理の開始、2007 年の森林動物研究センターの設立、2011 年の個体数増加、2016 年の狩猟解禁、2017 年のゾーニング管理の開始に伴い、それぞれ捕獲体制、収集体制を変更してきた。
- 狩猟解禁に伴う対応が必要となったため、クマの狩猟期間 1 か月間に約 25 名程度のモニタリング調査員を配置して、捕獲地点、マイクロチップ ID、推定年齢・体重の記録、メスの子宮・卵巣の採取を確保することに成功した。
- 2002 年から 21 年間で殺処分数 529 頭、収蔵個体数 543 頭（交通事故、自然死亡、隣接県での殺処分個体等を含む）となり、年齢、繁殖、骨の異常、遺伝子などを分析するほか、現場判断の検証にも活用している。

Keywords: 錯誤捕獲、狩猟、特定鳥獣保護管理計画、マイクロチップ、有害捕獲

Monitoring system after culling for the control of Japanese black bears in Hyogo Prefecture

Mayumi Yokoyama[1,2*], Kazuhito Noguchi[1], Yasunori Hirose[1]
[1] Wildlife Management Research Center, Hyogo
[2] Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

Abstract: In Hyogo Prefecture, culled black bears have been collected and dissected since 2002. We summarized the status of data analysis and feedback to management by organizing a data collection system for specimens in chronological order. The collection system was modified over time, from a trial in 2002 to bear management based on a

受付日：2022 年 1 月 21 日、受理日：2022 年 2 月 24 日
* 責任著者：横山 真弓　✉ yokoyama@wmi-hyogo.jp
〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野 940　兵庫県森林動物研究センター

Specified Wildlife Conservation and Management Plan in 2003, the establishment of the Wildlife Management Research Center, Hyogo in 2007, a population increase in 2011, the lifting of the hunting ban in 2016, and the start of zoning management in 2018. To address the lifting of the hunting ban, about 25 monitoring surveyors were assigned during one month of the bear hunting period to record hunting sites, microchip IDs, estimated age and weight, and the collection of the uterus and ovaries for females. Since 2002, 529 bears were culled and 543 specimens were obtained from traffic accidents, natural deaths, bears killed in neighboring prefectures, etc. In addition to analyzing age, reproductive status, bone abnormalities, and genetic characteristics, the system is also used to verify field decisions.

Keywords: culling, hunting, microchip, the Specified Wildlife Conservation and Management Plans, unintended capture

１．はじめに

野生動物個体群の適切な管理には、対象個体群の生息動向や行動、生態を把握しながら被害や保全の対策を実施することが不可欠である。「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」（以下、「鳥獣保護管理法」）に基づく特定鳥獣保護管理計画（以下、特定計画）では、科学的管理を基本とした計画を策定し、実行することが都道府県に求められている。しかし、大型野生動物の場合、生息状況の情報を得るには手法が限られており、データは蓄積されていない場合が多い。データを得る機会として、捕獲は貴重な機会となる。捕獲には、放獣される場合と殺処分となる場合があるが、これらの機会を活用して、データを蓄積していくことが望まれる。

日本のツキノワグマ（*Ursus thibetanus japonicus* 以下、クマ）の場合、2010 年以降全国で年間 2000～5000 頭が殺処分されている（環境省 2022）が、捕獲日や雌雄、捕獲種別の記録にとどまっており、年齢や体重などは現場の目測により記録されていることが多い。標本収集の体制を整えることができれば、正確な年齢、繁殖、栄養状態、疾病の有無など生息状況を知るためのデータが得られる。

2000 年以降、西日本のクマは絶滅の危険性が高まったことから各地で特定計画等により捕獲の規制を強めた結果、放獣される機会が増加した。捕獲後に放獣される場合には、性別、齢クラス、体重や体格などの外部計測データのほか、マイクロチップによる個体識別番号（ID）の挿入、行動調査のための発信器の装着を行うことで保全管理のためのデータ収集が可能となった。一方、殺処分された場合は、上記の属性や個体識別に基づく捕獲履歴のほか、解剖によって蓄積脂肪量や出産履歴、寄生虫などの疾病の状況、遺伝子など個体群の動向や健全性に関する情報が多く得られる。これらの情報は、個体群の動態を予測するために重要な役割を担い、保全を強化するべきか、個体数調整をしていくべきかを検討する管理の現場

の判断材料となり得る。

兵庫県では、2002 年よりデータ収集の取り組みをはじめ（横山ほか 2002)、モニタリング体制を整えてきた。この当時は管理に必要なデータが存在しなかったことから、放獣対応に研究者が同行しサンプリングを行ってきた。特定計画に基づくクマの保護管理対応が開始された際には、兵庫県のレッドデータブックにおいて A ランク（絶滅の危険性が高い種）であったことから（兵庫県 2003a)、可能な限り捕殺を行わず放獣を基本として、マイクロチップによる個体管理を行った。しかし、人身事故が切迫する状況も発生し、特定計画に従って捕殺せざるを得ない場面も発生した。捕殺個体は、野生動物管理の研究活動を行っていた兵庫県立人と自然の博物館に搬入し、解剖を行った。その後、兵庫県森林動物研究センター（以下、センター）が設立された際には、捕獲時の対応やサンプリング体制が整い、データベースが整備された。

本章では、これまで兵庫県で実施してきたクマの捕獲個体のデータ収集体制を管理の変遷とともに時系列で整理し、データ分析と管理へのフィードバックの状況についてまとめた。さらに、都道府県レベルで対応すべきクマのデータの蓄積と活用について考察した。

２．個体群の状況に応じた捕獲個体データの収集体制の変遷

2002 年からの試行

特定計画制度は 2000 年から開始されているが、兵庫県のクマの特定計画は 2003 年に策定された。策定前は、モニタリングに基づく保護管理は行われておらず、クマが出没しても、管理手法がないために現場確認や有害捕獲による殺処分対応が行われるのみであった。錯誤捕獲や違法捕獲が散発的に発生していたが、放獣手法が確立されていないため、その多くが事後の有害捕獲許可により殺処分されており、絶滅の危険性を回避する対策は十分ではなかった。当時は兵庫県内の生息数は 100 頭以下と考えられており、早急な保護管理体制が必要であった。特定計画を策定する準備が進められていた 2002 年に、現場における課題とモニタリング方法を検討するために現場調査が行われた（横山ほか 2002)。その結果、錯誤捕獲の際には放獣に必要な現場対応の要件が整理され、捕獲履歴のモニタリングの重要性が指摘された。また、有害捕獲個体は市町が埋設していたが、2002 年からは個体を県が引き取り、人と自然の博物館に搬入・解剖して捕獲個体分析の可能性を探ることとなった。これらの取り組みから、錯誤捕獲と有害捕獲時に必要なモニタリング体制や経費が検討され、クマの管理に必要な現場対応とモニタリング体制について、2003 年策定の保護管理計画に反映された(兵庫県 2003b)。

2003 年特定計画の開始時の体制

2003 年にクマの特定計画が策定され、絶滅を回避するための個体管理を軸とした取り組みが始まった。有害捕獲では、初捕獲の場合学習放獣を行い、被害地において 2 回目に有害捕獲された場合は殺処分となった（錯誤捕獲により過去に捕獲・放獣されていた場合は該当し

ない)。ただし、人身事故が切迫した状況や緊急対応が必要な場合は、初回の捕獲でも捕殺が可能となる場合があった（兵庫県 2003b)。そのため、有害捕獲と錯誤捕獲ともに麻酔による処置が必要となった。麻酔による対応は、外部委託により実施された。殺処分後の個体及び事故死や自然死亡などの個体の搬入と解剖は、人と自然の博物館の研究員が実施した。2004 年と 2006 年を除くと錯誤捕獲と有害捕獲は、年間数件程度であった。2004 年には大量出没が発生し、捕獲数はのべ 46 頭となったものの放獣数はのべ 39 頭、殺処分に至ったのは 7 頭とにとどまった（図 1)。

2007 年森林動物研究センター設立後の体制

センターの設立に伴い、クマの捕獲時の管理体制が体系的に整備された（横山ほか 2008; 坂田ほか 2011)。クマの有害捕獲や錯誤捕獲の放獣作業は、出没対応を行う森林動物専門員とクマの研究を行う研究員が連携して対応にあたり、一部外部委託を継続した。森林動物専門員は行政職員であるが、放獣対応に関する研修を研究員から受け、数回の試験に合格した者が放獣対応に当たることができる。殺処分時の個体の搬入と解剖は研究員と研究補助員が担当した。対応数は年々増加し、2010 年にはこれまでに経験したことのない大量出没が発生し、放獣対応 111 件、有害捕獲 101 件、殺処分個体の搬入・解剖は 70 件と過去最高となった。2010 年以前は、殺処分される個体はオスが多かったが、2010 年はメスの殺処分が約半数を占めたことから、繁殖状況が明らかとなった（中村ほか 2011)。また、捕獲－再捕獲数のデータも蓄積されたことから、初めて個体数推定が実施された（坂田ほか 2011)。そのほか年齢構成（斎田ほか 2011）や骨の異常の検出（横山ほか 2011)、遺伝解析（森光ほか 2011）などの解析が行われた。

2012 年生息状況の変化に応じた対応

2011 年に個体数の増加傾向が明らかとなり（坂田ほか 2011)、保護を中心とした個体管理から個体数管理の考え方が検討された。2012 年からの特定計画の改定作業では、推定生息数に基づき有害捕獲と狩猟解禁の基準が新たに定められた（兵庫県 2012; 横山・高木 2018)ことから、初めて捕獲された場合でも誘引物の除去などの被害対策を実施していれば、殺処分を前提とした有害捕獲が可能となった（兵庫県 2012)。これにより殺処分数は、20 頭を超えることが多くなり 2014 年以降は 30 頭前後と急増した（図 1)。しかし、捕獲個体のモニタリング体制には大きな変更はなかった。なお、個体数管理を行う上で基準とした生息数は、環境省のクマ類ガイドライン（環境省 2010）を参考に、推定生息数の中央値が 400 頭未満、400–800 頭、800 頭以上の 3 段階である（表 1)。

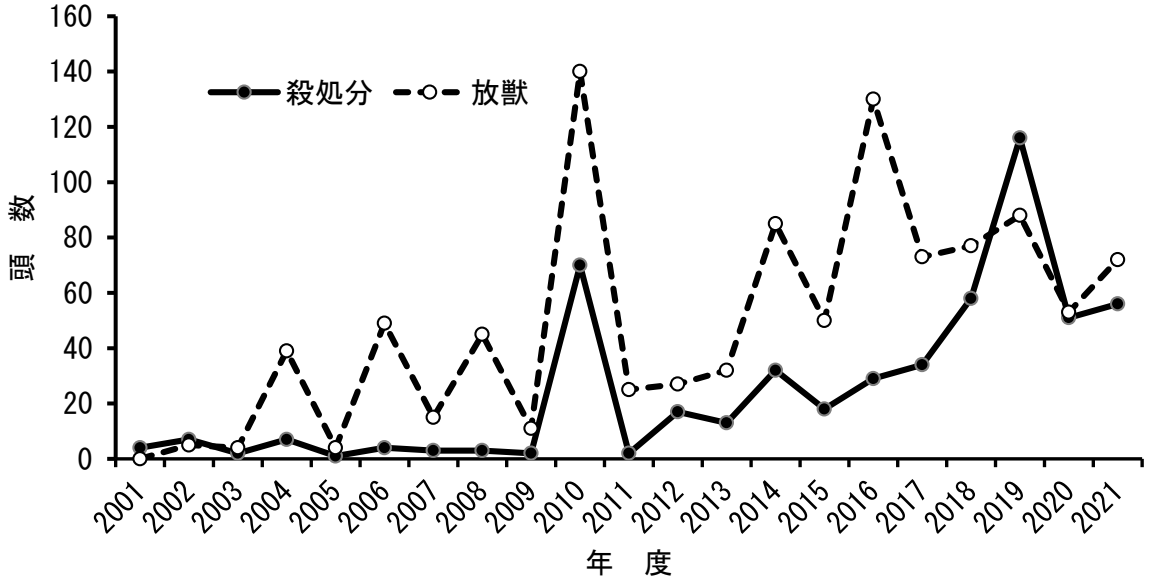


図 1. 年度別ツキノワグマの放獣と殺処分ののべ頭数の推移（兵庫県森林動物研究センター HP より作成）錯誤捕獲と有害捕獲を合わせたのべ頭数。2021 年度の数値については、2022 年 1 月 31 日現在の数値。

表 1. ツキノワグマ特定計画に記載された生息数に応じた保護管理の対応（兵庫県 2012）

県全体の推定生息数 (中央値)	被害リスク管理での対応	絶滅リスク管理 での対応
400 頭未満	・精神被害、人身被害、農林業被害防止のため有害捕獲の実施 ・捕獲された個体については、学習放獣等可能な限り殺処分をしない	狩猟禁止
400 頭以上 800 頭未満	・精神被害、人身被害、農林業被害防止のため有害捕獲の実施 ・有害捕獲個体は原則殺処分	
800 頭以上		狩猟禁止を解除

2016 年からの狩猟解禁に伴う対応

2014 年以降、30 頭/年ほどの殺処分があっても増加傾向が続き、推定生息数の中央値が 800 頭を超えたことから、特定計画（兵庫県 2015）に基づき、2016 年の兵庫県環境審議会鳥獣部会で銃による狩猟の解禁が了承された（横山・高木 2018）。狩猟解禁にあたって、個体数推定に必要な個体履歴の確認方法が課題となった。捕獲－再捕獲法を基本とした個体数推定に

は、捕獲個体のうち再捕獲が何頭を占めるのか、またマイクロチップを装着した個体がその後捕獲・殺処分されたかどうかについて、漏れなく把握することが不可欠となるためである。

狩猟は 20 年間兵庫県によって禁止されていたため、解禁にあたっては狩猟者の安全対策、過度な捕獲圧を回避する観点を考慮し、以下のような条件付きとなった。狩猟期間は 11 月 15 日から 12 月 14 日までの 1 か月間、狩猟を希望する者は狩猟登録とともに別途申請が必要となり、150 名を超えた場合は抽選となる。期間中に狩猟できるのは 1 人 1 頭で、年間捕獲上限数から有害捕獲数を差し引いた数が可能となる。また、クマ狩猟許可証の交付が決定した者は、解禁日までに兵庫県が開催するクマ安全講習会を受講すること、および捕獲個体のモニタリング調査への協力が義務付けられた（横山・高木 2018)。安全講習会の際に、狩猟者には調査スキームを解説した。

捕獲個体のモニタリングに際しては、連絡体制（図 2）と調査スキームを作成した（章末資料)。兵庫県猟友会を通じ、主にクマの生息地域のわな免許所持者に協力を依頼し、約 25 名に対して、センターでモニタリング方法の講習会を実施した（図 3)。モニタリング項目は、性別・推定体重の記録、全身の写真撮影、マイクロチップの読み取り、第一前臼歯の抜歯、メスの場合の子宮と卵巣の採取の 5 項目である。マイクロチップリーダ、抜歯鉗子、サンプル瓶などをセットし（図 3)、モニタリング調査員に 1 セットずつ配布した。サンプリングした場合は、直ちにセンターに送付するようにした。狩猟者とモニタリング調査員との連絡調整はセンターが担当した。狩猟者はクマを捕獲した場合、速やかにセンターに連絡を入れ、最も近くのモニタリング調査員が現場に駆け付け調査を実施した。

狩猟が解禁となった 2016 年度から 2019 年度に 7 頭のクマが捕獲され、適切にモニタリングを実施することができた。2020 年度、2021 年度は推定生息数の中央値が 800 頭を下回っていたことから狩猟は解禁されていないが、4 年間実施した調査スキームにより、狩猟個体も適切にモニタリングする方法を確立させることができた。

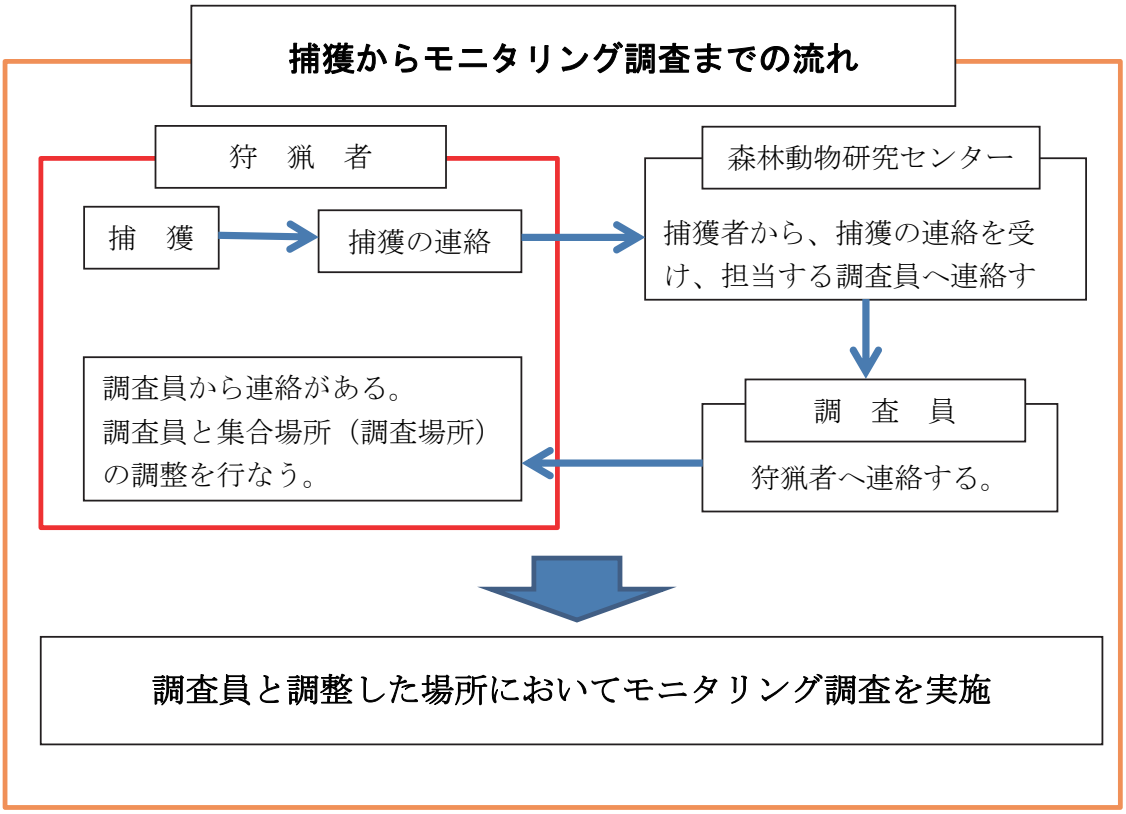


図 2.　ツキノワグマ狩猟個体モニタリングの連絡体制

図 3.　ツキノワグマの狩猟解禁に伴うモニタリング調査員研修の様子（左）と道具類（右）

2017 年からのゾーニング管理（個体数管理）の導入に伴う対応

銃によるクマの狩猟は、集落から離れた森林内における捕獲となるため、狩猟された個体は被害を引き起こす個体とは必ずしも一致しない可能性が高い。被害を低減させることと合わせて個体数管理を行うためには、ニホンジカ（*Cervus nippon*）・イノシシ（*Sus scrofa*）で実施されているような、集落周辺における有害捕獲を強化することがより効果的と考えられる。大量出没となった 2010 年の 70 頭、通常年の約 30 頭の捕殺が続いていても個体数推定

では増加傾向が続いており、狩猟による個体数調整も困難な状態であったことから、2017 年からゾーニング管理が取り入れられた（兵庫県 2017)。ゾーニング管理ではおおむね人為的環境から 200 m ほどの範囲にあり、被害対策を実施している地域の箱わなにクマの有害捕獲許可を出すことができるというものである。これにより集落周辺での有害捕獲が強化され、初年度にあたる 2017 年度は 34 頭、2018 年度は 58 頭、2019 年度は捕獲上限数に近い 116 頭が有害捕獲（殺処分）された。

2007 年以降の捕獲個体の搬入･解剖への対応は 30 頭/年ほどを想定した体制であったため、許容量を大幅に超える捕獲個体への対応を継続することが困難となっていた。またデータも十分得られてきたことから、2019 年 9 月より捕獲個体の搬入・解剖をメスに限定することになった。ただし、オスにおいても個体数推定のためには個体履歴の確認、年齢の把握が必要である。そのため、新たにモニタリング調査員 1 名を配置し、オスの場合は捕獲現場でモニタリングを行い、捕獲個体は捕獲者が有効活用もしくは埋設する体制とした。メスはこれまで通りセンターに搬入・解剖を継続することとした。ただし、オスであっても衰弱個体や人家侵入個体、行動追跡履歴などがある場合など分析することが必要と判断された場合は、搬入・解剖した。

自然死亡や事故個体を除いて、メスを中心とした搬入･解剖数は、2019 年度は殺処分数 116 頭中 81 個体、2020 年度は 51 頭中 41 個体、2021 年度は 56 頭中 30 個体であった。

３．捕獲個体分析の状況

兵庫県では、捕獲個体の搬入・解剖・分析を開始した 2002 年から 21 年間で殺処分数 529 頭、収蔵個体数 543 頭（交通事故、自然死亡、隣接県での殺処分個体等を含む）となった。個体の登録数は捕獲が 1839 件、放獣が 1233 件、死亡確認は 639 件（交通事故、自然死亡を含む）に達し、個体ごとの捕獲・放獣・死亡履歴を追跡することができた。また、2002 年より継続して、捕殺や死亡に至った経緯を踏まえたうえで、解剖により個体の状態を分析することができている。

これらのデータは、個体数の現状を把握するうえで重要な知見を示してきた。年齢は個体数推定や生存率の推定に活用され（高木 2022)、また野外での繁殖寿命や生理的寿命の情報が得られている。これまでの最高年齢はメスの 29 歳であった。子宮・卵巣・泌乳状況から、5–14 才までの成獣で妊娠・出産のサイクルが順調であることが示唆され、個体数推定で示された増加傾向を支持するものであった（兵庫県 2011; 中村ほか 2011)。また自然死亡や交通事故、人家侵入個体などでは、死亡要因、出没要因などの知見を得ることができ、判断が難しい対応や対応後の評価（横山ほか 2022）など様々な状況判断に役立っている。

４．今後の課題

兵庫県ではクマの個体数の状況に応じて、捕獲個体のサンプリング収集の基準を変更して

きており、本報告ではそれらの詳細な経緯をまとめた。2018 年のゾーニング管理を開始するまでは、クマの個体数は一貫して増加傾向を示しており、有害捕獲数も増加していたが、全頭分析を基本としていた。ただし、兵庫県が当初めざしてきた全頭分析は、50 頭を超える年が繰り返し発生する状況では、搬入・解剖および収蔵環境の点で非常に難しい状況になってきた。しかし搬入・解剖はメスに限るなど必要なサンプリングは継続しつつ、効率化する方法を模索しながら、管理に求められる情報を確保し対応してきた。

対応のなかで、個体数推定に必要なマイクロチップ ID の確認を必ず行う体制を目指したことも捕獲個体の搬入・分析に寄与した。狩猟解禁の際には、モニタリングが困難になる可能性があったが、地域の狩猟者との連携体制を整えることで対応することができた。この時、副次的効果としてクマの大きさや年齢、繁殖に関する知識を狩猟者に伝えることができた。20 年間クマの狩猟を経験してこなかった狩猟者が、クマの実施の年齢や体サイズを知る機会としても意義があったと考えられた。当面は、全頭のマイクロチップ ID の確認と年齢、メスの繁殖状況の把握を継続する体制を維持することで、個体数管理の効果や影響評価を継続することができると考えられた。

捕獲個体をモニタリングに反映させるためには、統計学的に分析することが求められ属性ごとにサンプル数が必要となるが、クマなどの大型獣では単年度で必要なサンプル数を確保することは難しい。しかし、捕獲個体の解剖から得られる情報量は多く、個体群の状況を多角的に判断できるため、クマが生息する都道府県は、少なくとも年間 30 頭ほどの捕獲個体を分析する体制を整備しておくことが望ましいと考えられた。捕獲数が多い地域や大量出没年では、繁殖を把握するためメスに分析を限定することも方法の一つである。また、特定計画の実施期間である 5 年単位で分析することを想定し、収集数の基準を作ることも推奨できる。

全国的な視点で見ると、年間 2000～5000 頭のクマ類の捕獲がある一方で、科学的根拠に基づいた生息状況を明らかにできている地域は少ない。増減傾向が明らかにされない状況の中で、推定生息数以上の有害捕獲が発生した場合や、推定方法の変更から極端に推定生息数が増加するなど、クマ類の科学的管理には課題が多い状況にある。捕獲に依存した管理に頼らざるを得ない現状では、殺処分後の捕獲個体の分析を行うことで、様々なデータを得ることができるため、全国の捕獲数の 1 割ほどの個体分析を毎年収集することを目標として体制を検討し、クマの情報量を確保していく必要がある。

謝辞

クマの捕獲個体の対応にご協力いただいた市町担当者、狩猟者、および搬入にご協力いただいたモニタリング調査員、森林動物研究センター職員の皆様に感謝いたします。

引用文献

兵庫県（2003a）改訂・兵庫の貴重な自然－兵庫県版レッドデータブック 2003－. 兵庫県, 神戸

兵庫県（2003b）ツキノワグマ保護管理計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県（2012）第 3 期ツキノワグマ保護管理計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県（2015）ツキノワグマ保護計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県（2017）ツキノワグマ管理計画. 兵庫県, 神戸

環境省（2010）特定鳥獣保護管理計画作成のためのガイドライン（クマ類編）. 環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護管理室

環境省（2017）特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン（クマ類編・平成 28 年度）. 環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護管理室

環境省（2022）クマ類の捕獲数（許可捕獲数）について ［速報値］【都道府県（知事許可等）】【地方環境事務所等（大臣許可）】. https://www.env.go.jp/nature/choju/effort/effort12/capcapt-qe.pdf（2022 年 1 月 19 日確認）

中村 幸子, 横山 真弓, 森光 由樹（2011）ツキノワグマの繁殖状況. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 105–109

斎田 栄里奈, 横山 真弓, 中村 幸子, 森光 由樹（2011）兵庫県において捕獲されたツキノワグマの性・年齢構成の特徴. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 97–104

森光 由樹, 中村 幸子, 横山 真弓（2011）兵庫県に生息するツキノワグマの遺伝子解析. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 120–127

坂田 宏志, 岸本 康誉, 関 香奈子（2011）兵庫県におけるツキノワグマの生息動向と個体数の推定. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 26–38

高木 俊（2022）兵庫県における捕獲再捕獲法を基にしたツキノワグマの個体数推定の経緯. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 63–78

横山 真弓, 坂田 宏志, 片山 敦司（2002）2002 年初夏（6 月, 7 月）の兵庫県春日町と村岡町におけるツキノワグマの出没とその対応. 人と自然, 13: 67–72

横山 真弓, 坂田 宏志, 森光 由樹, 藤木 大介, 室山 泰之（2008）兵庫県におけるツキノワグマの保護管理計画及びモニタリングの現状と課題. 哺乳類科学, 48(1): 65–71

横山 真弓, 斎田 栄里奈, 中村 幸子, 森光 由樹（2011）東中国及び北近畿個体群のツキノワグマに認められた骨異常の出現頻度. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 128–141

横山 真弓, 高木 俊（2018）被害防止対策から得られるデータを活用した兵庫県におけるツキノワグマ個体群の保全管理. 保全生態学研究, 23: 57–65

横山 真弓, 廣瀬 泰徳, 野口 和人（2022）ツキノワグマによる住居集合地等への侵入対応事例について. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 110–121

資料: モニタリング調査員に配布したモニタリングマニュアル

モニタリング調査の項目・内容

1　モニタリング調査項目

① 捕獲者住所、氏名
② 捕獲日時
③ 捕獲場所（市町名、メッシュ番号）
④ 性別
⑤ 体重（推定で可　例：70 kgくらい）
⑥ マイクロチップの確認
⑦ 抜歯
⑧ 子宮・卵巣採取（雌のみ）
⑨ 写真撮影（全身、ツキノワ形状、下顎班、捕獲者と捕獲個体）
⑩ 耳標の確認

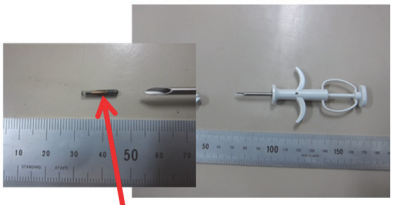
2　調査様式

ツキノワグマ狩猟捕獲個体調査票（別紙１）により、聞き取り調査、試料サンプリングを実施して下さい。

3　調査内容

（1）マイクロチップの確認（マイクロチップリーダーは、各調査員に県から貸与する）

・マイクロチップリーダーによる、マイクロチップの有無の確認をして下さい。
・マイクロチップがあった場合には、その番号を調査票に記入して下さい。
　マイクロチップ番号例：392145000083264
・マイクロチップの確認方法



マイクロチップリーダーとマイクロチップ

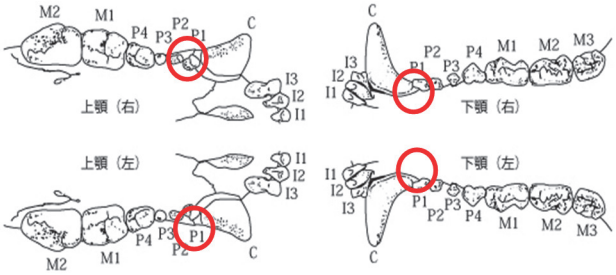
マイクロチップ番号表示

マイクロチップの読み取り

・クマの首すじから背中にかけて、リーダーを押し当てて確認する。
・マイクロチップ挿入個体（捕獲暦有り）は、上記のように番号が表示される。
・捕獲新規個体は、「No transponder found」と表示される。

（２）抜歯（年齢査定のため）

・捕獲個体の犬歯のすぐ次にある歯（P1）を抜歯して下さい。
（どれか１本だけでいいです。）
・歯根部（右図赤マル）に形成される年輪を数えるため、
この部位を折らないよう採取して下さい。
・抜歯した歯の場所を、調査票に〇印を記入して下さい。
・P1 の歯がない場合は、P2、P3 を抜歯して下さい。



・抜歯した歯は、専用容器に入れて下さい。

歯を入れるビン

（３）子宮・卵巣採取（雌のみ）

・摘出された内臓から、子宮・卵巣を採取し、薬品の
入った専用容器にいれて下さい。
・薬品が漏れないようにテープでシーリングして下さい。

子宮・卵巣を入れる容器
（薬品入り）

（４）写真撮影

・捕獲した個体を、全身、ツキノワ形状、下顎班、捕獲者と捕獲個体を撮影して下さい。
・写真データは、プリント（印刷）またはデータ（JPEG）で森林動物センターに郵送して
下さい。。
・プリント（印刷）した場合は、試料サンプリングと一緒に同封して郵送して下さい。
・データ（JPEG）の場合は、下記までメール送信して下さい。
メール送信先：info@wmi-hyogo.jp

全身

ツキノワ形状

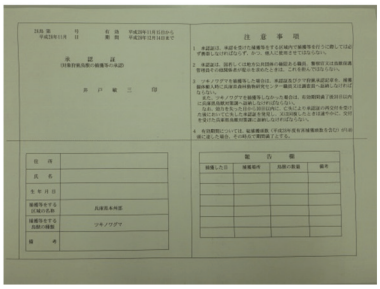
下顎班

（５）耳標の確認

・耳標の付いている個体は、その番号を個体票に記入して下さい。
・今年度より、放獣個体に耳標を装着しています。
　例：橙Ｈ－０１１、青－８

（６）ツキノワグマ狩猟承認証および承認記章の回収

・捕獲者より、サンプリング調査終了後に、ツキノワグマ狩猟承認証および承認記章を回収し、試料サンプリングと一緒に同封して郵送して下さい。



承認証（Ａ４、クリーム色）

承認記章

（７）モニタリング調査結果の報告

・調査員は、モニタリング調査後、速やかにツキノワグマ狩猟捕獲個体調査票（別紙１）を森林動物研究センターに FAX で報告して下さい。

（８）サンプリング試料等の送付（捕獲個体ごと）

・捕獲個体ごとに、ツキノワグマ狩猟捕獲個体調査票（別紙１）とサンプリングした試料等を森林動物研究センターまで郵送願います。
・サンプリング試料等の送付は、捕獲個体ごとに調査後２日以内に郵送願います。
・郵送の際は、クロネコヤマト宅急便の着払い用の送り状を使用し郵送して下さい。
・送付物一覧
　①抜歯した歯（サンプル容器に入れる）
　②子宮・卵巣（雌個体のみ）（薬品の入ったサンプル容器に浸漬）
　③ツキノワグマ狩猟捕獲個体調査票（別紙１）
　④写真（プリント）
　⑤ツキノワグマ狩猟承認証および承認記章
　　※調査票、歯、子宮･卵巣は同一番号であることを確認してセットして下さい。

（８）腕章の装着（腕章は県から貸与）

・捕獲者と集合する際や、モニタリング調査時には、「ツキノワグマ狩猟個体モニタリング調査員」の腕章を装着して下さい。

4　その他

（1）狩猟期間終了後のマイクロチップリーダー、腕章、サンプル容器等の送付

・狩猟期間終了後に、使用しなかったサンプル容器（薬品入り）、マイクロチップリーダー等について、一括して、森林動物研究センターに郵送願います。

・郵送の際は、クロネコヤマト宅急便の着払い用の送り状を使用し郵送して下さい。

・郵送物一覧

①保管箱（この箱の中に下記の物を入れて下さい）

②使用しなかったサンプル容器（歯、子宮・卵巣用（薬品入り））

③マイクロチップリーダー（本体、充電器）

④腕章

⑤ラミネート資料２枚

⑥抜歯用エレベーター

5　注意事項

（1）**県、市町の庁舎で捕獲者と待ち合わせをする場合には、その場所でサンプリング調査は実施しないで下さい。**

（2）**県、市町の庁舎で捕獲者と待ち合わせをする場合には、捕獲者と合流してからサンプリング調査が可能な場所（林道脇や解体場所等、人目の付かない場所）まで移動してから、サンプリング調査を実施して下さい。**

（3）不明な点や、不都合が生じた場合には、森林動物研究センターまで連絡願います。

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14: 63–78　2022
特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

第　4　章

兵庫県における捕獲再捕獲法を基にした ツキノワグマの個体数推定の経緯

高木 俊 [1,2*]
[1] 兵庫県森林動物研究センター
[2] 兵庫県立大学自然・環境科学研究所

要　点

- 兵庫県におけるモニタリングデータに基づく捕獲再捕獲法を基にしたツキノワグマの個体数推定の経緯を整理した。
- 2010 年度より単一個体群を仮定した推定が実施され、不確実性の大きい推定値ではあるが、個体数の増加傾向が示された。
- 2016 年度からは 2 つの地域個体群を仮定した推定が実施され、地域ごとの生息動向の把握が可能となった。
- 2018 年度以降、個体の捕獲履歴情報に基づく Cormack-Jolly-Seber モデルが統合され、それまでのモデルで見られた統計的な不具合の多くが解消された。
- 広域管理への対応として、標識個体の管理ユニット間の移動が考慮された多状態モデルが適用された。

Keywords: 個体数管理、標識再捕獲、統合個体群モデル

Development of a population estimation method for Japanese black bear based on capture-recapture method in Hyogo Prefecture, Japan

Shun Takagi[1,2*]
[1] Wildlife Management Research Center, Hyogo
[2] Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

Abstract:　I reviewed population estimation methods for the Japanese black bear *Ursus thibetanus* in Hyogo Prefecture. In 2010, the first population estimation model was developed based on the capture-recapture method. Although the precision was not high, this model provided information on the recovery of the black bear population in Hyogo Prefecture. In 2016, a two-population model was developed, revealing local trends in population dynamics. Since 2018, a Cormack-Jolly-Seber model was applied to individual

受付日：2022 年 1 月 7 日、受理日：2022 年 2 月 18 日
* 責任著者：高木 俊　✉ takagi@wmi-hyogo.jp
〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野 940　兵庫県森林動物研究センター

capture-recapture records. For population management at a broad scale, the model was revised to account for the movement of marked animals between management units.
Keywords: integrated population model, mark-recapture, population management

１．はじめに

兵庫県ではツキノワグマの個体群の健全な維持と被害の防止を目的として、推定個体数に応じた段階的な保護管理の方針を定めている（兵庫県 2017a)。兵庫県では 2010 年度以降、モニタリングデータに基づく個体数推定を実施しており（坂田ほか 2011a)、データの蓄積や出没状況の変化に応じて、推定方法の見直しを行ってきた（坂田ほか 2012, 2014; 横山・高木 2018)。年により用いるデータやモデルの仮定は変化しているものの、毎年の捕獲・再捕獲や出没の観測と、その背景にある増加と人為死亡（捕殺）に由来する個体群動態を仮定した階層モデルを基本とし、ベイズ推定により個体数の確率的な推定値を算出している。兵庫県と同様のモニタリングを実施している、近隣府県においても、相違点はあるが類似の推定手法が採用されている。

兵庫県ではツキノワグマの科学的管理を目的としたモニタリング体制が構築されており、推定に必要な情報の多くは行政対応を通じて収集される。モニタリング項目としては、住民から行政に寄せられる目撃・痕跡情報、有害捕獲や錯誤捕獲とその後の放獣や殺処分等の対応情報に加え、放獣する際には背部皮下にマイクロチップを挿入して個体を標識するほか、年齢を査定するため、第一前臼歯の抜歯と遺伝子解析のための毛根等の採取を行い、個体の情報を登録している（坂田ほか 2011b; 横山・高木 2018; 横山ほか 2022)。個体のマイクロチップ情報は、データベースで管理され、個体の捕獲時に照合することで捕獲履歴の確認に用いられ、捕獲再捕獲法に基づく個体数推定を行う際の基盤データとなっている。また、出没や捕獲の年変動に影響する要因として秋のブナ科堅果類の豊凶状況の調査を実施している(藤木ほか 2011a, b; 藤木 2022)。

本章では兵庫県が 2010 年度以降実施した個体数推定の経緯について、年度ごとの推定手法と推定結果を解説する。また、2021 年度以降近隣 3 府県（鳥取・岡山・京都）と合同での実施される予定である、近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会における推定について、県独自の推定との相違点についても解説する。最後に、過去の推定についての評価と今後の展望について述べる。

２. 単一個体群を仮定した推定（2010-2015 年度）

2010 年度推定モデルの概要

兵庫県において全県的なモニタリングデータに基づくツキノワグマの個体数推定は 2010 年度に初めて実施された（坂田ほか 2011a)。兵庫県内には 2 つの地域個体群が分布するが、当時は出没や捕獲情報の多くが氷ノ山山系を中心とする東中国地域個体群側に偏っていたこ

とから、兵庫県内を単一の個体群と仮定したモデルを設定した。

個体数および再捕獲個体数動態の過程モデルは、以下の式で記述されている。

$$N_{t+1} = (N_t - Kill_t) \times G_t$$

$$Nm_{t+1} = (Nm_t + Rm_t - Killm_t) \times sv$$

N_tは年tの個体数、$Kill_t$は捕殺数、G_tは生死・繁殖・移出入を含んだみかけの増加率を表し、Nm_tは年tのマイクロチップによる標識済み個体数、Rm_tは新規の標識数、$Killm_t$は標識個体の捕殺数、svは標識個体の生死・移出を含んだみかけの生存率を表す。みかけの増加率については豊凶による影響を受けることを仮定している。

観測モデルとしては出没件数および捕獲件数が個体数および豊凶に影響を受け、年ごとの観測誤差をもって観測されることを想定している。また、標識個体の捕獲割合（再捕獲数/初捕獲数）が個体群中における標識個体割合（標識済み個体/未標識個体）と一致することを仮定し、年ごとの観測誤差をもって観測されることを想定している。標識個体の捕獲割合の観測は、捕獲再捕獲法（Lincoln-Petersen 推定量）に基づく個体数推定の考えと一致する（一般的な捕獲再捕獲法に基づく個体数推定については嶋田ほか（2005）を参照）。

パラメータの推定に際して、みかけの増加率の平均$\hat{G}$およびみかけの生存率svに対して、事前の知見に基づき、比較的制約の強い事前分布を採用している。

$$\log(\hat{G}) \sim \text{Normal}\ (\log(1.15) - 0.05/2, 0.05)$$

$$\text{logit}(sv) \sim \text{Normal}\ (\log(0.8/(1-0.8)), 1)$$

推定に用いるデータは捕獲数や捕殺数については 1994 年以降、出没件数については 2002 年以降、ブナ科堅果類の豊凶指数については 2005 年以降のものを用いている。

2010 年度推定モデルの推定結果

推定結果から得られた主要な結論として、1994 年から 2010 年にかけて個体数が増加傾向にあることが示された（図 1）。推定個体数については、Lincoln-Petersen 推定量を基本としているため、再捕獲数の観測が少ない場合、その精度は低下する。1994 年から 2009 年までの再捕獲数は年あたり最小 0 頭、最大 11 頭であり、推定に十分な情報量があるとは言い難いが、2010 年にはブナ科堅果類の大凶作に起因する大量出没が発生し（稲葉 2011）、2010 年の再捕獲個体数は 35 頭と、推定に必要な情報が得られたと考えられる。ただし、2010 年推定個体数N_{2010}の 90%信用区間は 314–1651 と不確実性の高い推定値となっている。それまでの標識済み個体の情報が不足しており、標識個体のみかけの生存率svの推定の不確実性が大きかった（90%信用区間: 0.64–0.94）と考えられ、標識済み個体Nm_{2010}の 90%信用区間も 37–148 と広かった。

みかけの増加率は年率 20%程度（中央値の幾何平均で 22.4%）と推定され、比較的高い推定値が得られている。捕獲再捕獲データに基づき推定される個体数は、潜在的に捕獲されうる個体の数である。そのため、分布拡大に伴い集団が平均的に捕獲されやすくなる傾向にある場合、相対的に捕獲されにくかった過去の個体数は過小に評価され、みかけの増加率は高く推定される可能性がある。事前分布に比較的強い制約をかけているため、推定結果の解釈

には注意が必要だが、高いみかけの増加率は、分布拡大や大量出没に伴う、潜在的に捕獲されうる個体数の増加傾向を反映したものと考えられる。また、堅果類の豊凶がみかけの増加率に与える影響は小さく、推定値の事後分布の 90%信用区間に 0 が含まれる結果となった。みかけの増加率への豊凶の影響が見られなかった理由として、繁殖状況が比較的良好であり(中村ほか 2011)、豊凶による影響が小さかったことや、捕獲情報を基にした推定であるために、捕獲されにくい幼獣の年ごとの加入の増減の検出は困難であったことなどが考えられる。

当時の推定は限られたデータからの推定であり、不確実性が大きいものの、絶滅の危険性が高いとされてきた兵庫県のツキノワグマに対して、個体数の増加傾向を示したことは、その後の保護管理方針を検討する上で重要な判断材料となった。しかしながら、みかけの増加率やみかけの生存率といった推定値や動態に影響するパラメータの事前分布に対し、比較的強い制約をかけており、この仮定がどの程度推定結果に影響するかについては、その後の検討が必要であったといえる。

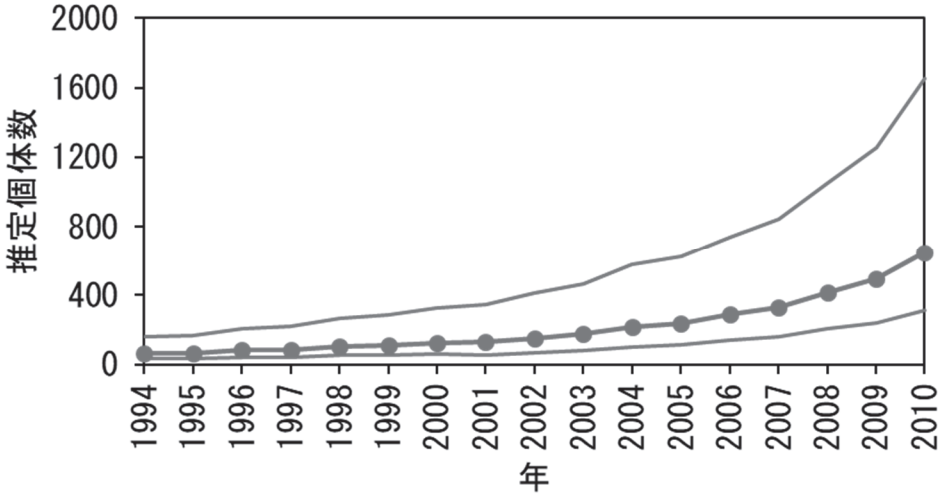


図 1. 2010 年度推定における兵庫県のツキノワグマの推定生息個体数の動向（坂田ほか 2011 をもとに作図)。中央値および 90%信用区間を示す。

モデルの修正

2010 年度推定モデルを前提とした推定モデルの修正が、2015 年度まで加えられている。2011 年度の推定（坂田ほか 2012）では、利用するデータを直近 10 年間に限定する（2002–2011 年)、豊凶指数について、ツキノワグマの出没地域の値を採用するといった修正を加えている。また、前年度の推定個体数を事前情報として用いるという修正を行っているが、この修正については、推定に対してデータを 2 度使うような形となるため、統計上不適切な処理と考えられ、単独のデータが持つ情報よりも不自然に狭い信用区間で推定される可能性がある。そのほか、観測モデルや事前分布に細かい修正が加えられながら年ごとにモデルが更新されている（坂田ほか 2014)。

2011 年度の推定結果からは、2010 年の大量出没時の殺処分に伴う個体数の減少傾向がみられ、推定個体数N_{2011}は 90%信用区間で 300–751 と推定された。信用区間が狭まったこと

については、前述のデータの 2 度使いの影響を受けている可能性があるが、2010 年の大量出没時に新規標識が多く行われ（標識捕殺 24 に対し、新規標識 91 頭）、集団中の標識済み個体数が増加したことは、2011 年以降の推定では利用可能な情報が増えたことを意味する。また、増加傾向が続いている場合、その時点での増加数（個体数×みかけの増加率）が捕獲数を上回ることが推察され、そこから個体数の下限に対する情報は得られるが上限に対する情報は乏しい。2010 年の 84 頭の捕殺で個体数の減少が生じ、増加数が捕殺数未満であったことが推測されたことで、個体数の上限に対しても情報が得られた。

2012 年度の推定結果では、推定値の事後分布が示されているが（坂田ほか 2014）、いくつかのパラメータでは事前分布の影響が大きく、利用しているデータからの推定が困難であると推察される。特に標識個体のみかけの生存率svおよび標識済み個体数Nm_{2003}については、推定個体数に与える影響が大きいが、事前分布の影響が大きく尤度の山が平坦になっており、同定可能性が弱いと考えられる（図 2）。

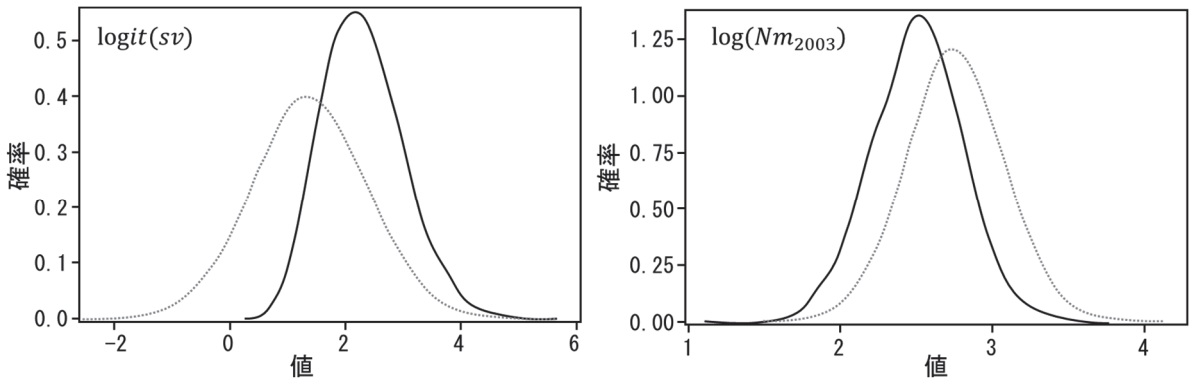


図 2. 2012 年度推定におけるみかけの生存率（logit 変換）および初期標識個体数（対数変換）の推定値（坂田ほか 2014 をもとに作図）。事前分布（点線）および事後分布（実線）を示す。

2015 年度まで細かい修正を加えながら同様のモデルが採用され（兵庫県 2016）、2015 年度の推定結果では、2011 年以降増加傾向が維持され、推定個体数N_{2015}は 90%信用区間で 691–1212、中央値で 940 頭と推定された（図 3）。この結果を受けて、ツキノワグマの絶滅の危険性が十分に低くなったと判断し、兵庫県ではツキノワグマ保護計画（兵庫県 2015）に基づき、兵庫県告示において狩猟を禁止していたものを 2016 年度の狩猟期間中に制限付きで解除することが兵庫県環境審議会において決定された。

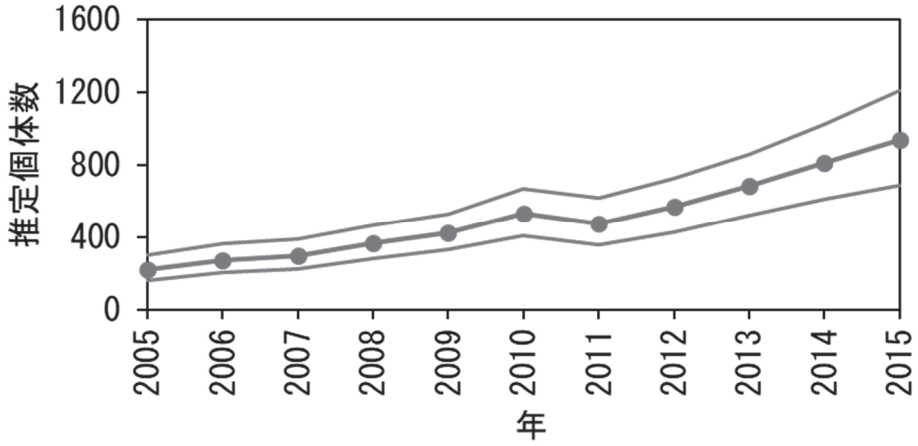


図 3. 2015 年度推定における兵庫県のツキノワグマの推定生息個体数の動向（兵庫県 2016 をもとに作図）。中央値および 90%信用区間を示す。

３．2 地域個体群を仮定した推定（2016-2017 年度）

2016 年度推定モデルの概要

2016 年度には兵庫県における特定鳥獣保護管理計画の改定（兵庫県 2017a）および特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン（クマ類編・平成 28 年度）（環境省 2017）の公表に合わせて、個体数推定モデルの変更を行った。これまでのモデルからの主要な変更点としては、統計的に不適切なデータの 2 度使いの削除、比較的強い制約を設けていた事前情報に代わり弱情報事前分布の採用、みかけの増加率に対する豊凶の影響を削除しランダムな変動を仮定、捕獲数の観測モデルの削除が挙げられる。事前情報の変更はデータの蓄積に伴い、事前情報による強い制約がなくてもある程度推定が可能になったことに伴い、試行された。捕獲数を観測モデルから削除した理由としては、出没情報とデータが重複すること（捕獲された場合も出没情報に含まれる）や、2010 年以降のシカ・イノシシの捕獲強化に伴い、個体数や豊凶によらない錯誤捕獲の増加が想定され、個体数の変動を必ずしも反映しない指標になりつつあったことが挙げられる。

また、ガイドラインで定める地域個体群ごとの管理への将来的な対応を想定し、モデル内で仮定する個体群を、兵庫県全体を単一個体群とするものから、東中国地域個体群と近畿北部地域個体群の 2 地域個体群を仮定するものに変更した。ただし、推定の対象は地域個体群のうち兵庫県内で捕獲されうる個体を対象としたものであり、隣接府県との移出入は明示的には考慮されないものである。標識個体の扱いについて、推定の対象とする 2005 年より前に標識された個体については、未標識個体と同等に扱った。また、地域個体群間での個体の移動は明示的に考慮せず、事前に異なる地域個体群にて標識済みの場合も、その地域個体群での捕獲が初めてであれば、未標識個体として新たな加入個体と同等に扱っている。

個体数および再捕獲個体数動態の過程モデルは、以下の式で表される。

$$N_{i,t+1} \sim \mathrm{Poisson}\left((N_{i,t} - Kill_{i,t}) \times G_{i,t}\right)$$

$Nm_{i,t+1}$~Binomial$(Nm_{i,t} + Rm_{i,t} - Killm_{i,t}, sv_{i,t})$

$N_{i,t}$は個体群iの年tの個体数、$Kill_{i,t}$は捕殺数、$G_{i,t}$はみかけの増加率を表し、$Nm_{i,t}$は個体群iの年tの標識個体数、$Rm_{i,t}$は新規の標識数、$Killm_{i,t}$は標識個体の捕殺数、$sv_{i,t}$はみかけの生存率を表す。過程誤差の考慮の仕方は異なるが、基本的な動態プロセスは単一個体群モデルを踏襲し、2 地域に拡張したものとなっている。

また、再捕獲個体数の観測は以下の式で表される。

$Cm_{i,t}$~HyperGeometric$(Nm_{i,t}, N_{i,t}, C_{i,t})$

$Cm_{i,t}$は個体群iの年tの再捕獲数、$C_{i,t}$は個体群iの年tの捕獲数を表す。観測誤差の考慮の仕方は異なるが、単一個体群モデルと同様に再捕獲率（再捕獲数/標識済み個体数）が捕獲率（捕獲数/個体数）と一致することを仮定する、捕獲再捕獲法に基づく個体数推定の考えを採用している。なお、以前の推定において、捕獲数にはマイクロチップの有無を確認できていない捕獲、例えば捕獲後に自力で脱出した捕獲事例も含まれていたが、これらについては推定データに含めないこととし、個体識別ができている情報に基づき、年ごとの捕獲頭数を集計している。

2016 年度推定モデルの推定結果

2016 年度推定においてはじめて地域個体群ごとの動態を仮定した形での生息状況の評価が可能となった。兵庫県全体の 2016 年の推定生息数$\sum N_{i,2015}$は、90%信用区間で 505–1354 頭（中央値 897 頭）であり、前年までの推定と同様に絶滅の危険性は十分に低いと評価された（図 4)。推定の信用区間は 2015 年度までの推定に比べ、大きいものとなっているが、2015 年度までの推定では、前述のデータの 2 度使いの問題や強い制約を持つ事前情報により信用区間の幅が小さく推定されている可能性があるため、直接の比較はできない。

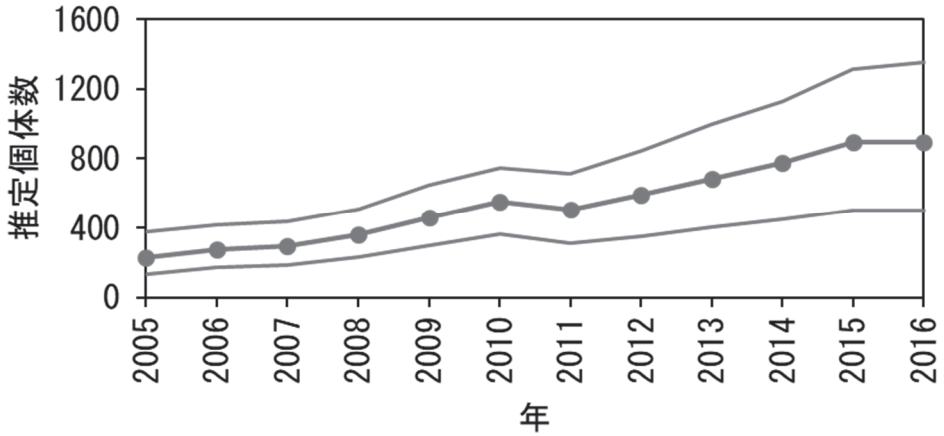


図 4. 2016 年度推定における兵庫県のツキノワグマの推定生息個体数の動向（兵庫県 2017b をもとに作図)。中央値および 90%信用区間を示す。

地域個体群ごとの推定としたことで、個体群ごとに利用可能な情報量には差が生じている。近畿北部地域個体群では 2010 年以降に捕獲が増加したため、2016 年時点においても標識デ

ータが東中国地域個体群に比べ不足しており、少ないデータから個体群パラメータを推定する必要がある。兵庫県では、2010 年の大量出没時における捕獲個体の分析から、93%の個体が繁殖に参加していること（中村ほか 2011）や 20 歳の老齢個体が存在すること（斎田ほか 2011）が明らかになっており、比較的高い増加率や生存率が想定される。東中国地域個体群では、みかけの増加率（90%信用区間: 1.08–1.22; 中央値: 1.15）やみかけの生存率（90%信用区間: 0.70–1.00; 中央値: 0.89）の推定値が、捕獲個体の分析から示唆される良好な繁殖・生存状況と齟齬のないものとなっている。一方、標識個体数の少ない近畿北部地域個体群では、みかけの増加率（90%信用区間: 1.12–1.29; 中央値: 1.20）やみかけの生存率（90%信用区間: 0.67–1.00; 中央値: 0.98）が、想定よりも高い推定結果となった。特に標識個体のみかけの生存率については、上限値に対する情報が少ないことで、1 に近い値に事後分布のピークが来る形の推定結果となっており、データあるいはモデル構造に起因する同定可能性に課題があったと考えられる。

モデルの修正

2017 年度推定においては、特に近畿北部地域個体群で推定精度が悪かったみかけの生存率について、地域個体群で共通する仮定をおくとともに、上限の発散を防ぐために事前分布を狭めた弱情報事前分布を適用し、モデルを単純化した。また、出没件数について、春から夏の出没が増えてきたこと（兵庫県 2017b）を受けて、これまで年ごとに合計した出没件数を扱っていたものを、ブナ科堅果類の豊凶の影響をうける秋（9–11 月）の出没件数と、初夏（4–7 月）の出没件数を分けて集計し、秋の出没件数のみ豊凶に依存するものとした。出没件数についての観測モデルは以下の式で表される。

$$Sight04_07_{i,t} \sim \mathrm{Poisson}\left(N_{i,t} \times Ps04_07_{i,t}\right)$$
$$\log(Ps04_07_{i,t}) \sim \mathrm{Normal}\left(\log(Ps04_07_{i,t-1}), \sigma^2_{ps0407}\right)$$
$$Sight09_11_{i,t} \sim \mathrm{Poisson}\left(N_{i,t} \times Ps09_11_{i,t}\right)$$
$$\log\left(Ps09_11_{i,t}\right) = \beta 0_{i,t} + \beta_{i,1} \times Nut1_t + \beta_{i,2} \times Nut2_{i,t}$$
$$\beta 0_{i,t} \sim \mathrm{Normal}\left(\beta 0_{i,t-1}, \sigma^2_{ps0911}\right)$$

$Sight04_07_{i,t}$および$Sight09_11_{i,t}$はそれぞれ個体群iの年tの初夏および秋の出没件数を表し、個体数に出没係数$Ps04_07_{i,t}$および$Ps09_11_{i,t}$をかけたものを期待値としたポアソン分布で観測モデルが表現される。年tにおける初夏の出没係数の対数$\log(Ps04_07_{i,t})$は前年の係数からのランダムウォークで、秋の出没係数の対数$\log\left(Ps09_11_{i,t}\right)$は前年からのランダムウォークおよび、ブナの豊凶指数$Nut1_t$とコナラの豊凶指数$Nut2_{i,t}$の影響を受けることを想定している。コナラの豊凶指数については地域個体群ごとに平均したものを用いているが、ブナの豊凶指数については近畿北部地域個体群側でブナの豊凶観測地点が少ないこと、広域での豊凶の同調性が見られることから地域個体群で一つの平均値を採用している。

2017 年度推定の結果、前年度の推定と同様に地域個体群ごとの増加傾向が検出された。また、課題のあった近畿北部地域個体群のパラメータ推定については、みかけの生存率の推定を東中国地域個体群と共通化することで、上限の発散が抑制された（90%信用区間: 0.73–

1.00; 95%信用区間: 0.70–1.00; 中央値: 0.93)。推定結果はより妥当な値に近づいたと考えられるが、モデルの構造に起因する内的な同定可能性の弱さについては解消していない。なお、本年度の推定より、年度別事業実施計画等に表記する推定値を 90%信用区間に代わって 95%信用区間としている。

４．個体ごとの捕獲履歴情報を加味した推定（2018-2020 年度）

2018 年度推定モデルの概要

2018 年 10 月に近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会が設立され、広域的な保護管理に対応可能な推定モデルの開発が必要となった。これを契機として、2018 年度の推定モデルでは、以前のモデルで同定可能性に課題があった標識個体のみかけの生存率について、捕獲履歴情報から推定するモデルへと修正した。このモデルではそれまで再捕獲数としてまとめていた標識個体の捕獲情報を、個体ごとに年ごとの捕獲の有無を整理した捕獲履歴行列をデータとして扱う。この捕獲履歴行列を基に、個体の生存/死亡を状態変数、各年における捕獲の有無を観測する Cormack-Jolly-Seber モデル（Gimenez et al. 2007; 以下 CJS モデル）により、みかけの生存率の推定を行うこととした。みかけの生存率の推定については、全ての標識個体の捕獲履歴（1994 年以降）を用い、個体群動態については豊凶調査が実施された 2005 年以降についてモデル化した。個体群動態および再捕獲個体数の観測モデルについては、前年度までのモデルと同様の構造とした。推定は二段階で行い、CJS モデルでみかけの生存率svの推定値を得た後、この分布を動態モデルで用いるみかけの生存率svの事前分布に対して採用した。

2018 年度推定モデルの推定結果

みかけの生存率の推定を CJS モデルで行ったことにより、パラメータの同定可能性の問題が改善された。みかけの生存率は東中国地域個体群（95%信用区間: 0.83–0.92; 中央値: 0.89)、近畿北部地域個体群（95%信用区間: 0.80–0.97; 中央値: 0.92）ともに、過去の推定に比べて信用区間が狭く、上限の発散の抑えられた推定値が得られ、モデル構造に起因する内的な同定可能性の弱さは解消されたと考えられる。個体数の増減傾向についても、過去の推定と大きく異ならない結果が得られたが、事後分布の信用区間は大幅に狭まった。兵庫県全体の 2018 年の推定生息数は 95%信用区間で 606–1131（中央値 830）頭、東中国地域個体群では 95%信用区間で 302–539（中央値 410）頭、近畿北部地域個体群では 95%信用区間で 223–689（中央値 416）頭であった。

地域個体群ごとに見た場合の個体数の増減傾向は類似しており、大量出没年の 2010 年から 2011 年にかけての捕殺超過に伴う減少を除いて概ね増加傾向であった（図 5)。ただし東中国地域個体群では 2014 年から 2015 年、近畿北部地域個体群では、2015 年から 2016 年にかけても減少傾向がみられた。2010 年ほどではないが、2014 年では鳥取県、2015 年は京都府での捕獲が比較的多く（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021)、府県

間で個体の行き来があることから、県内の個体数の変動にも影響した可能性がある。

モデルの修正

2019 年度推定においては、モデルの修正は行わず、データの更新のみ実施した。2020 年度推定では、これまで 2 段階で推定していた CJS モデルによる標識個体のみかけの生存率の推定と、個体群動態モデルを合わせた、統合個体群モデルとした。モデルの統合により、CJS モデルによる標識個体の動態推定およびそこから導出される標識済み個体数の推定、捕獲再捕獲法に基づく個体数推定およびその動態推定が一括して可能になった。

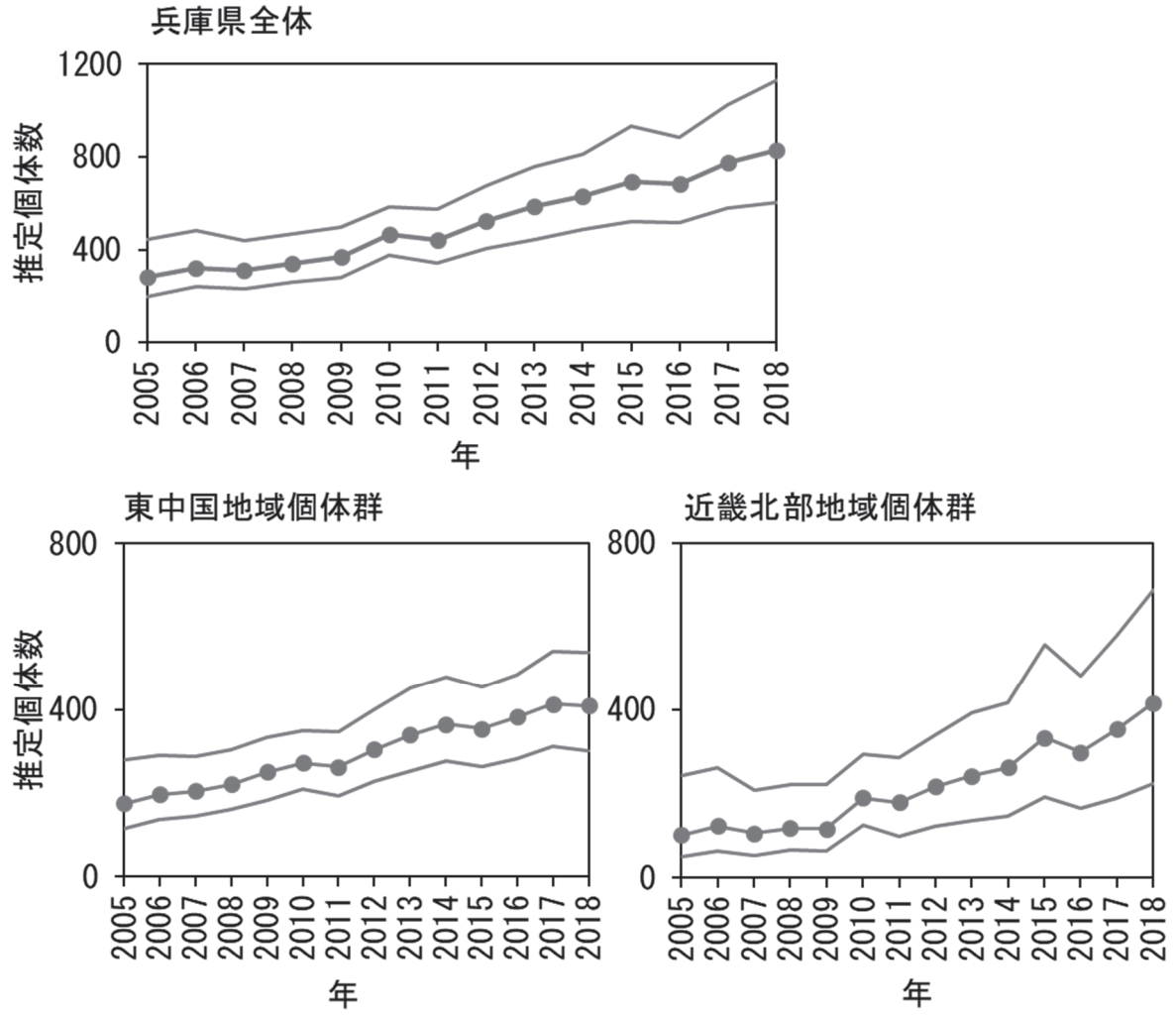


図 5. 2018 年度推定における兵庫県全体および各地域個体群に属するツキノワグマの推定生息個体数の動向。中央値および 95%信用区間を示す。

５．府県間移動を考慮した広域推定（2021 年度）

広域協議会モデルの概要

2021 年度からは近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会における広域での推定

が実施され、兵庫県独自での推定は行われない見込みである。広域保護管理協議会では、4 府県が収集した、個体の捕獲再捕獲情報を統合したデータベースを構築しており、推定にはこのデータが用いられる（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021; 高木ほか 2022)。

広域協議会における推定モデル（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 2021; Takagi et al. 未発表）は、兵庫県における 2020 年度モデルからの拡張であり、相違点としては、推定の単位を 6 つの管理ユニット（東中国地域個体群: 鳥取・岡山・兵庫東中国の 3 ユニット、近畿北部地域個体群（西側): 兵庫近畿北部・京都丹後の 2 ユニット、近畿北部地域個体群（東側): 京都丹波の 1 ユニット）とし、CJS モデルの部分がユニット間での標識個体の移動を考慮した多状態モデルへと拡張している。また、兵庫県において 1〜2 歳の捕獲個体の割合が少ない（斎田ほか 2011)、3 歳までのメスは繁殖に参加していない（中村ほか 2011）ことから、幼獣（0〜3 歳）と成獣（4 歳以上）で行動や生態が異なる可能性が考えられたため、標識個体の捕獲率とみかけの生存率については、個体の年齢情報を加味し、幼獣と成獣で異なる値を設定している。なお、これまで兵庫県の推定において用いられていた出没情報の観測モデルは省いている。理由として、豊凶による変動を加味したとしても各府県における生息数と出没数の関係性が不定であり、個体群動態の指標としては情報量が少ないことがあげられる。兵庫県における 2018 年度の推定では出没数を加味したモデルと加味しないモデルの比較を行っており、捕獲情報の少ない年の推定については、出没数の情報を加味することで推定精度の向上が期待できるが、捕獲再捕獲情報のみでも十分に動態が推定可能であることが確認されている（図 6)。近年では集落周辺における有害捕獲の強化に伴い（野口ほか 2022)、生息数と出没数の関係性も変化している可能性があり（藤木 2022)、出没情報は動態を反映する指標として推定に取り入れるというより、生息数と出没数の関係を検討するための変数として扱うべきと言える。

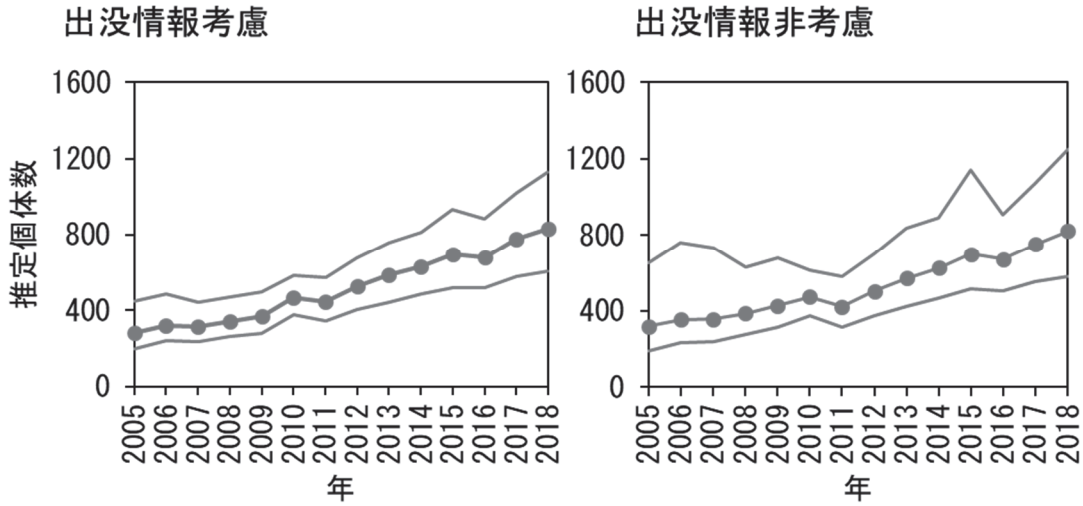


図 6. 兵庫県の 2018 年度推定モデルにおいて出没情報の考慮が兵庫県全体の推定個体数の動向に与えた影響。中央値および 95%信用区間を示す。

捕獲再捕獲法における推定に際して、標識済み個体が存在しない 0 歳の捕獲数を除いて推定を行っている。推定の対象は 1 歳以上の捕獲されうる個体の生息数であり、潜在的に捕獲等の管理対象となる個体の数と解釈される。全ての個体の年齢情報が判明しているわけではないため、年齢クラス別の個体数の算出はできないが、成獣に比べて捕獲率の低い（斎田ほか 2011）幼獣の個体数については過小な評価となるため、成獣に偏った個体数が推定される。また、人里周辺を完全に忌避する個体がいる場合、個体群全体の生息数としては過小評価となるが、凶作年には行動圏が拡大すること（横山ほか 2011）や、東日本と比べて比較的低標高の山地からなる当地域においては、過小評価の程度は大きくないと想定される。

管理ユニットとなる 4 府県のデータが統合されたことで、府県境域に生息する標識個体が各府県で重複カウントされる事がなくなり、府県をまたぐ地域個体群としての生息数の評価、解釈が容易になった。これまで、地域個体群の生息数の評価は、地域個体群が分布する府県ごとに算出された推定生息数の積み上げでしか行うことができなかったが、それぞれ異なる手法に基づく推定値を加算することは、適切ではない。特に府県境域が分布のコアエリアとなっている場合、それぞれの府県に生息する個体数として推定している個体には、一定の割合で重複が生じている可能性がある。

６．まとめ

推定手法ごとの推定個体数の比較

兵庫県では 10 年以上に渡って捕獲再捕獲法に基づくツキノワグマの個体数推定を実施してきたが、その手法については蓄積されたデータや生息状況の変化に応じて常に見直しを行ってきた。過去の推定については、特にデータが不足している状況で、比較的強い制約のもと推定値を算出してきた経緯があるが、2018 年度以降では、統計的な不具合の多くは解消されたと言えるだろう。

兵庫県では個体群動態の推定を行っているため、推定手法の修正に伴い、過去の生息頭数に対しても新たな推定値が得られることになる。各年度に実施された推定における 2010 年時点および2015年時点の推定生息数を比較した（図7)。2010年時点の推定生息数をみると、2010 年度の推定値では信用区間が非常に広く、この時点の利用可能な情報量は不足していたと考えられる。2011 年度以降の推定における信用区間の縮小については、事前分布による制約の影響も強いと考えられるが、データが蓄積することである程度精度は改善したと考えられる。2016 年度および 2017 年度の 2 地域個体群モデルでは、事前分布の制約を緩めたために信用区間が若干拡大している。2018 年度以降の捕獲履歴情報を加味したモデルでは、2017 年度までの推定値と比べ、信用区間の下限値が高くかつ上限値が低くなり、推定の精度が向上している。より最近の 2015 年時点の推定生息数に着目すると、2015 年度の推定では中央値および信用区間の下限値ともに高い値を示している。制約を緩めたその後の推定で信用区間の下限値や中央値が低下したことを考えると、2015 年度の推定では強い制約により、推定の確度が保証されていなかったと言える。

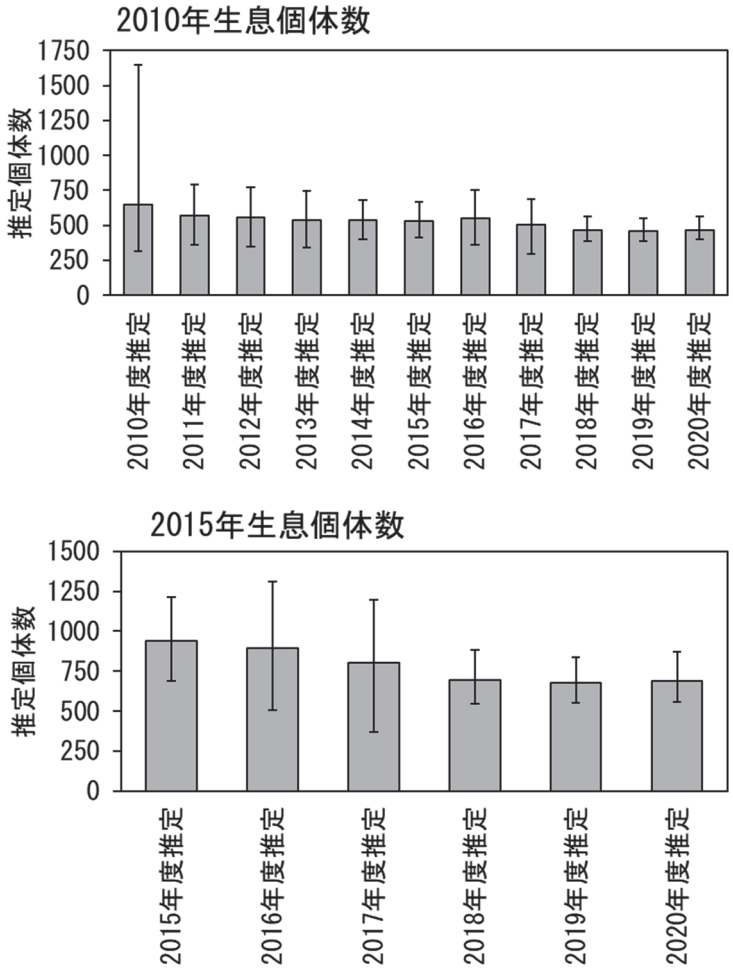


図 7. 推定手法の修正に伴う推定生息数の変化。2010 年および 2015 年時点における生息個体数の推定値（中央値および 90%信用区間）を示す。

推定値の解釈とそれに基づく管理

兵庫県における特定計画では推定個体数をもとに、捕獲上限頭数や狩猟の可否を判断してきた。判断のしきい値としては中央値が用いられてきたが、その妥当性については信用区間とともに解釈されるべきである。2010 年度の推定において、中央値で 600 頭以上という推定生息頭数が算出されたが、推定値の信用区間は広く、中央値のみでの議論は危ういものである。2015 年度の推定においては、推定生息数が中央値で 800 頭以上となったことをうけて、翌年度の狩猟の再開を決定したが、2020 年度の推定においては、中央値で 690 頭であり当時 800 頭以上であった確率は高くなかったことがわかっている。前述の通り、推定における比較的強い制約の結果、推定精度は見かけ上悪くなかったが、実際は確度が低い結果であったと言える。その時点ごとに利用可能なデータに基づく判断を行う事自体は、不確実な状況下で管理の意思決定を行う上で必要なプロセスである（横溝・鈴木 2018）が、推定の不確実性を十分に理解した上で判断を行う必要がある。推定精度が低い状況では、中央値に基づく判断の信頼精度も低くなるため、過度な捕獲が絶滅の危険性を高めることがないような配慮が

必要となる。当時の狩猟解禁に際しては、狩猟者に対して狩猟の期間、一人あたりの狩猟可能な数、安全講習会への参加とモニタリングへの協力義務を定めることで、過度な捕獲につながらないような配慮のもと、解禁を行った（横山・高木 2018)。

今後の展望と課題

兵庫県における個体数推定手法は、推定に必要なデータの多くを有害捕獲や錯誤捕獲個体の放獣といった行政的な対応の一環で収集される。同様のモニタリング体制を採用している近隣府県においても類似した手法が採用されている（近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 私信)。しかし、兵庫県のように調査研究機関が毎年の推定を修正する体制がない場合、推定上の課題の修正や、適切な推定値の解釈が行われないまま、不確実な推定値に基づく行政的な対応が行われる危険性がある。近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会では外部委員から構成される科学部会を設置しており、推定手法の妥当性評価やそれに基づく保護管理方針について、科学的判断を担保する体制を構築している（高木ほか 2022)。現在、広域協議会で提案されている推定手法に対しても、今後の状況に応じて見直しがなされることが期待される。

推定手法に関する統計的な課題の多くは解決されたものの、新たな課題も生じている。兵庫県に生息する 2 つの地域個体群ではいずれも分布や出没が 2009 年以前と比べて増加しており、結果として人里周辺における有害捕獲件数も増加し、過度な捕獲圧も懸念される状況である。個体群の絶滅危険性の増大を回避するには、モニタリングに基づく個体数推定を毎年行い、生息状況に応じた管理方針の転換を行うことが重要となるが、有害捕獲強化に伴う標識放獣個体の減少が進むと、推定に利用可能な情報量が減少する危険性がある。過剰に高い推定精度を求める必要はないが、個体数の動態を十分な精度で把握できない場合、推定値に基づく個体数管理の妥当性も低下することとなる。標識放獣に基づくデータが確保できない場合、代替となるモニタリングデータの収集や、それを基にした推定手法についても検討する必要があるだろう。標識放獣に代わる手法としては、カメラトラップで撮影された胸部斑紋（Higashide et al. 2013）やヘアトラップで採取された体毛の DNA の塩基配列（佐藤・湯浅 2008）に基づく個体識別が挙げられ、これをもとに空間明示型標識再捕獲法（Efford et al. 2009）が、日本国内で実装されている（e.g., 前橋ほか 2015; 米田ほか 2014; 髙田・若山 2021)。ただし、これらの方法で必要な個体の誘引を伴うトラップの設置に対しては、保護区等を除いて住民の理解を得にくいという問題があるため、比較的低標高の山地にも生息する近畿北部・東中国地域個体群における生息地全体をカバーする形での調査は容易ではない。限られた地域での生息密度を推定できたとしても、そこから広域の個体数に換算するために単純な生息範囲面積をかけ合わせて得られた数値を用いることは、不確実性が大きいだろう。個体数推定にはモニタリング体制の確保と、正確な情報の収集蓄積が必須であり、データが不足する状況における推定は、不確実性が大きいことを認識するとともに、仮に強い制約をおくことで推定値が得られたとしても、その妥当性判断には注意が必要である。

引用文献

Efford MG, Dawson DK, Borchers DL (2009) Population density estimated from locations of individuals on a passive detector array. Ecology, 90: 2676–2682

藤木 大介, 横山 真弓, 坂田 宏志 (2011a) 兵庫県内におけるブナ科樹木 3 種の堅果の豊凶とツキノワグマの餌資源としての評価. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 39–49

藤木 大介, 横山 真弓, 坂田 宏志 (2011b) 兵庫県内におけるツキノワグマの出没変動パターンの地域変異とブナ科堅果の豊凶の影響. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 50–58

藤木 大介 (2022) 兵庫県におけるブナ科堅果の豊凶観測に基づいたツキノワグマの出没予測. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 79–93

Gimenez O, Rossi V, Choquet R, Dehais C, Doris B, Varella H, Vila JP, Pradel R (2007) State-space modelling of data on marked individuals. Ecological Modelling, 206: 431–438

Higashide D, Miura S, Miguchi H (2013) Evaluation of camera-trap designs for photographing chest marks of the free-ranging Asiatic black bear, *Ursus thibetanus*. Mammal study, 38: 35–39

兵庫県 (2015) ツキノワグマ保護計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県 (2016) ツキノワグマ保護計画 平成 28 年度事業実施計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県 (2017a) ツキノワグマ管理計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県 (2017b) ツキノワグマ管理計画 平成 29 年度事業実施計画. 兵庫県, 神戸

稲葉 一明 (2011) 兵庫県のツキノワグマの出没状況と対策. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 1–17

環境省 (2017) 特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン (クマ類編・平成 28 年度). 環境省自然環境局

近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会 (2021) 近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針

前橋 尚弥, 松下 通也, 星崎 和彦 (2015) ベイズ推定法を用いたツキノワグマ分布拡大地域における個体数推定. 秋田県立大学ウェブジャーナル B, 2: 187–191

中村 幸子, 横山 真弓, 森光 由樹 (2011) 兵庫県におけるツキノワグマの繁殖状況. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 102–106

野口 和人, 廣瀬 泰徳, 石川 修司, 高木 俊, 横山 真弓 (2022) 兵庫県におけるツキノワグマの生息・被害状況と管理政策の概要. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 30–48

斎田 栄里奈, 横山 真弓, 中村 幸子, 森光 由樹 (2011) 兵庫県において捕獲されたツキノワグマの性・年齢構成の特徴. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 94–101

坂田 宏志, 岸本 康誉, 関 香奈子 (2011a) ツキノワグマの生息動向と個体数の推定. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 26–38

坂田 宏志, 横山 真弓, 森光 由樹, 中村 幸子, 斎田 栄里奈 (2011b) 兵庫県におけるツキノ

ワグマの管理のためのデータ収集. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 18–25
坂田 宏志, 岸本 康誉, 関 香奈子 (2012) ツキノワグマの個体群動態の推定 (兵庫県 2011 年). 兵庫ワイルドライフレポート, 1: 32–43
坂田 宏志, 岸本 康誉, 太田 海香, 松本 崇 (2014) ツキノワグマの個体群動態の推定(兵庫県 2011 年). 兵庫ワイルドライフレポート, 2: 93–109
佐藤 喜和, 湯浅 卓 (2008) ヘア・トラップを用いたクマ類の個体数推定法：概要と注意点. 哺乳類科学, 48: 101–107
嶋田 正和, 山村 則男, 粕谷 英一, 伊藤 嘉昭 (2005) 動物生態学 新版. 海游舎, 東京
髙田 敦史, 若山 学 (2021) 奈良県におけるカメラトラップを用いたツキノワグマの個体数推定. 奈良県森林技術センター研究報告, 50: 7–14
高木 俊, 横山 真弓, 廣瀬 泰徳, 野口 和人 (2022) 東中国・近畿北部ツキノワグマ地域個体群の広域管理にむけた取り組み. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 1–29
横溝 裕行, 鈴木 牧 (2018) 巻頭言―不確実性下における効果的な哺乳類管理. 保全生態学研究, 23: 5–7
横山 真弓, 斎田 栄里奈, 江藤 公俊, 中村 幸子, 森光 由樹 (2011) 兵庫県におけるツキノワグマの行動圏の変異とその要因. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 59–70
横山 真弓, 高木 俊 (2018) 被害防止対策から得られるデータを活用した兵庫県におけるツキノワグマの個体群の保全管理. 保全生態学研究, 23: 57–65
横山 真弓, 野口 和人, 廣瀬 泰徳 (2022) ツキノワグマの捕獲個体モニタリング体制の構築. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 49–62
米田 舜, 丸山 哲也, 福井 えみ子, 小金澤 正昭 (2014) 高原山系におけるヘア・トラップ及びカメラトラップを用いたツキノワグマの個体数推定. 野生鳥獣研究紀要, 39: 1–17

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14: 79–93　2022
特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

第　５　章

兵庫県におけるブナ科堅果の豊凶観測に基づいた ツキノワグマの出没予測

藤木 大介 [1,2*]
[1] 兵庫県森林動物研究センター
[2] 兵庫県立大学自然・環境科学研究所

要　点

- 兵庫県におけるツキノワグマの出没予測のためのモニタリング体制と出没予測モデルの構築状況、活用状況、課題について概観した。
- 主要ブナ科 3 樹種（ブナ、ミズナラ、コナラ）の堅果の豊凶データを用いて、県域スケールでの秋季のクマの出没数並びに有害・錯誤捕獲数を高い精度で予測することができた。
- 同様の手法で、市町レベルでの出没予測も実施できることが確認されたが、一部の市町では予測精度が低い課題があった。
- 有害捕獲数の増加に伴い、有害捕獲の効果を適切に予測モデルに組み込まないと精度の高い予測が困難になった。
- 今後より実用的な出没予測をするためには、近隣府県との連携、結実期より早い段階での豊凶予測、樹種間で凶作が同調する機序の解明が必要とされる。

Keywords: 出没情報、県域スケール、市町レベル、有害捕獲

Prediction of Japanese black bear occurrence in Hyogo Prefecture based on mast production data for Fagaceae species

Daisuke Fujiki[1,2*]
[1] Wildlife Management Research Center, Hyogo
[2] Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

Abstract: I summarized the development of a system to predict the bear frequency in Hyogo Prefecture. I demonstrated that the bear frequency in the autumn in and around residential areas in Hyogo Prefecture can be predicted with a high degree of accuracy from the statistical modeling of long-term monitoring data for mast production in three Fagaceae species. Furthermore, the model can be extended to predict bear occurrence at

受付日：2022 年 1 月 6 日、受理日：2022 年 2 月 16 日
* 責任著者：藤木 大介　✉ fujiki@wmi-hyogo.jp
〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野 940　兵庫県森林動物研究センター

the municipal level. However, because the number of culled bears increased after 2017, it was difficult to obtain accurate predictions using these models. For the development of a more reliable predictive model, I highlighted three key areas for future research.
Keywords: bear occurrence, culled bears, municipal level, prefectural scale

１．はじめに

近年、西日本の多くの地域でツキノワグマ（以下、クマ）の個体数の増加と分布の拡大が認められるようになってきた（坂田ほか 2014; 広島県 2017; 京都府 2017; 岡山県 2017)。それに伴いクマの人里への出没が頻繁に生じるようになり、農業被害や人身被害など人との軋轢が各地で深刻化してきている（山崎 2017)。特に 2004 年には、全国的にクマの大量出没が生じて大きな社会問題になった（Oi et al. 2009; 山崎 2017)。クマの有害捕獲数には大きな年変動があることが報告されており（Oka et al. 2004; Oka 2006)、その変動にはブナ科堅果の豊凶が関係していることが示されている（谷口・尾崎 2003; Oka et al. 2004; 水谷ほか 2013)。以上のことから、この事件を契機に多くの府県では、クマの出没を事前に予測するためのブナ科堅果の豊凶観測を開始した（水谷ほか 2013)。

兵庫県における秋季のクマの出没情報数は 2005 年から 2016 年の期間に 19～1198 件もの幅で激しい年変動を示した（図 1)。このように激しい年変動を示す場合は、事前の出没レベルの予測が対策を講ずるうえでとりわけ重要になる。しかし、現状ではほとんど全ての府県において過去の豊凶と出没の間の相関に基づいて（谷口・尾崎 2003; Oka et al. 2004; 水谷ほか 2013)、定性的な出没予測するに留まっており、出没件数を高い精度で具体的数値を示すような予測は実施されていない。この理由としては、各府県において、とくに複数のブナ科樹種が優占する西日本において、出没に影響する「鍵植物」と鍵植物間の相対的な重要性の相違が必ずしも明確でないことが挙げられる（Oka 2006)。上記の問題に加えて、予算と労力の関係から定量的解析に耐えうる規模の観測体制を確立できていない府県が多いことが挙げられる。さらに、これらの課題を一定程度クリアできている府県においても、観測開始からの年数が浅いため、信頼性のある定量的な解析ができるデータの蓄積がこれまでなかったことが挙げられる。

兵庫県では 2003 年度にクマの特定鳥獣保護管理計画を策定し、科学的分析に基づいた管理計画を推進するための体制を整備してきた（兵庫県 2017)。その取り組みの一環として、住民によるクマの出没情報を一元的に収集する体制を整備し、データの蓄積を図ってきた。さらにブナ科堅果の結実度合いの豊凶に関しては、県内でとくに資源量の多いブナ科３樹種(ブナ、ミズナラ、コナラ)を対象に広域多地点で観測する体制を 2005 年に整備し、データを蓄積してきた。現在では、これらの長期観測データを統計解析することで、クマの出没件数を高い精度で数量的に予測することが可能になってきている（Fujiki 2018; 藤木 2019; Fujiki 2021)。そこで本稿では、兵庫県におけるクマの出没予測のための観測体制と出没予測モデルの構築状況、活用状況について概観するとともに、今後の課題と展望についても考察

する。

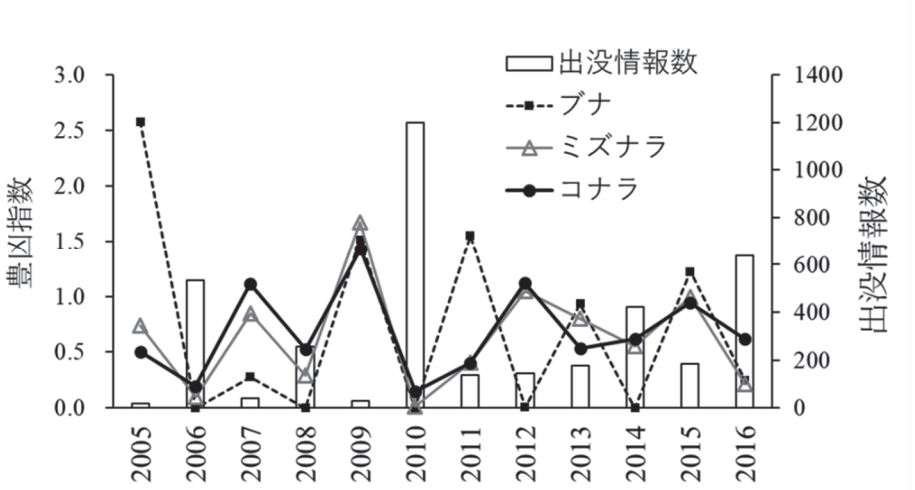


図 1. ブナ、ミズナラ、コナラの豊凶指数と秋季（9〜11 月）におけるツキノワグマの出没情報の経年変化。Fujiki (2018) を改変。

２．兵庫県におけるモニタリング体制

出没情報の収集

兵庫県では、住民から市町に通報された集落周辺におけるクマの出没情報を、2001 年以来、一元的に収集する体制を整備し蓄積している（図 2)。出没情報は、クマを目撃、或いはクマ棚や糞、食痕などの痕跡が集落周辺で確認された場合に住民から通報されるもので、クマが人里近くに出没した際に、行政が現場での対応をするための基盤情報として利用されている。また、2004 年に最初のクマの大量出没が生じて以来、出没情報に基づいた行政による現場での対応が地域住民にも周知されるようになっている。それゆえ 2004 年以降は各市町から情報が安定的に収集できている。収集された情報は、兵庫県森林動物研究センター（以下、センター）においてデータベース化されている（図 1)。

堅果の豊凶観測

兵庫県では 2005 年より、成熟堅果が落下する前の 8 月下旬〜9 月上中旬の期間にブナ、ミズナラ、コナラの堅果の豊凶調査をクマの生息域である県本州部全域で実施している。2021 年時点における各樹種の観測地点数は以下のとおりである : ブナ（16 地点)、ミズナラ（19 地点)、コナラ（218 地点) (図 3)。観測地点数に樹種間で違いがあるのは、コナラが県内の低山帯に広く分布するのに対し、ブナとミズナラは中国山地の山地帯に分布が限定されるためである。調査は、各観測地点において、10 本の成木の樹冠を双眼鏡で目視し、堅果の結実量に応じて単木毎にその豊凶度を以下の 4 段階で判定している。

0: 前方投影面積で樹冠 1m² 当たりの平均結実数 1 個未満

1: 前方投影面積で樹冠 1m² 当たりの平均結実数 1–4 個

2: 前方投影面積で樹冠 1m² 当たりの平均結実数 5–9 個

3: 前方投影面積で樹冠 1m² 当たりの平均結実数 10 個以上

このようにして判定された 10 本の観察木の豊凶度の平均値が、その地点の豊凶指数として用いられている。各樹種の豊凶指数の全県平均値の年変動を図 1 に示した。

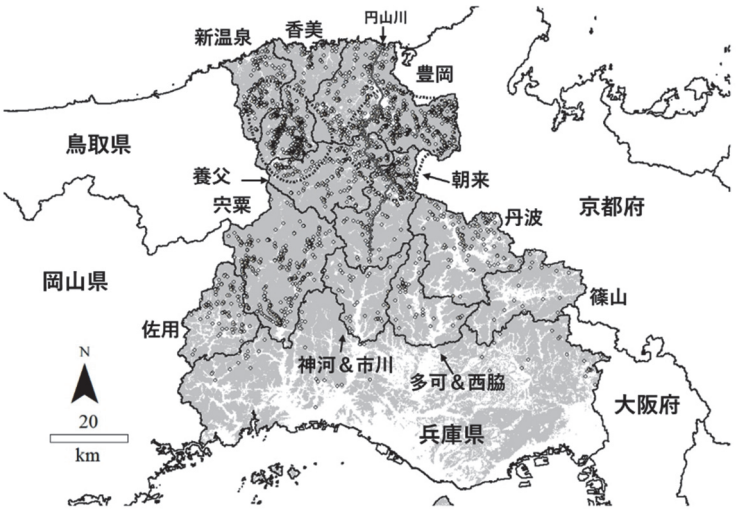


図 2. 2005 年～2018 年に期間にツキノワグマの出没情報が得られた地点(○)。実線は府県境と出没予測を実施した市町区分を示す。破線は出没情報を基に固定カーネル法で算出したツキノワグマの 50%出没圏。灰色の実線と塗りつぶしは、円山川と森林域を示す。Fujiki (2021) を改変。

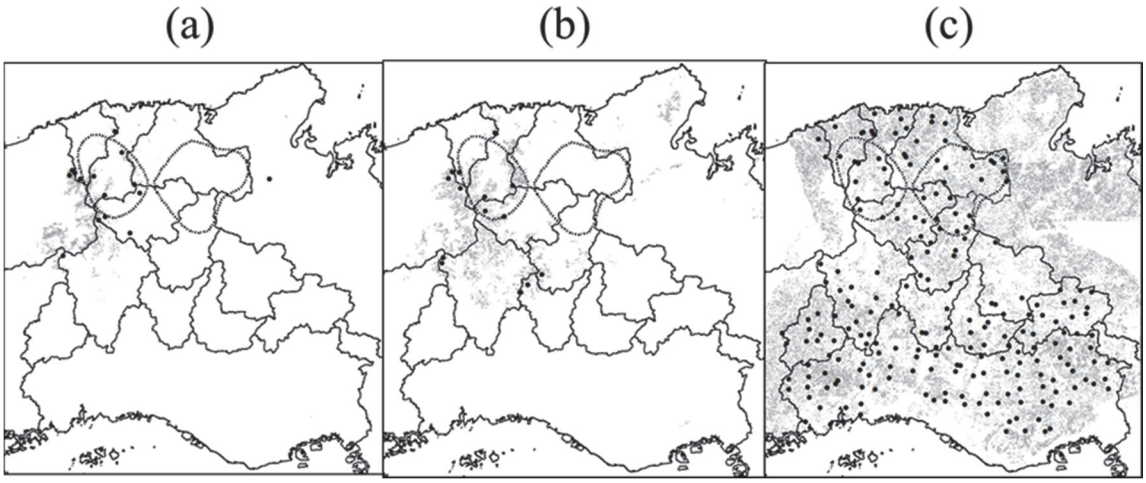


図 3. 2021 年のブナ (a)、 ミズナラ (b)、 コナラ (c) の堅果の豊凶観測地点の分布 (Fujiki 2021)。 灰色部は各樹種が優占する林分の分布を示す。実線は県境と出没予測を実施した市町区分。破線はツキノワグマの 50%出没圏。

豊凶観測に基づいた注意喚起

兵庫県における現場への活用としては、後述する出没予測モデルを用いて、2016 年度からクマの出没予測に関するレポートを、毎年 9 月中旬にセンターが県本庁鳥獣対策課に情報提供している。レポートでは、ブナ、ミズナラ、コナラの豊凶観測の結果と共に、秋季の出没情報数と有害・錯誤捕獲数を目的変数に用いた統計モデルによる出没レベルの予測（過去 5 年平均比）を示している。また、県本州部を 11 の地域に分けた地域別の出没予測の結果も試行的に示している。情報提供したレポートは、本庁から、地方出先機関の鳥獣対策部局を通して、各市町の鳥獣担当者まで伝達されることで、現場対応準備のための資料として活用されている（野口ほか 2022)。さらに、ブナ科堅果の豊凶観測の結果については、本庁から 9 月中旬に「ドングリ類の豊凶調査結果とツキノワグマの出没注意喚起について」というタイトルで記者発表されているが、こちらの方では、出没予測モデルに基づいた具体的な出没予測の数値までは現状では公表されていない。

３．県域スケールでの出没予測

出没情報と堅果の豊凶観測が揃っている 2005 年以降のデータを用いて、県域スケールでの出没予測モデルを 2016 年度から構築している（Fujiki 2018; 藤木 2019)。ここでは 2016 年までのデータ（n = 12)を用いた出没予測モデルの概要と結果を紹介する。目的変数として各年の 9 月～11 月におけるクマの出没情報数（以下、出没数）を、説明変数として各年のブナ・ミズナラ・コナラそれぞれの豊凶指数（Fc、Qc、Qs）と 2005 年からの経過年数（以下、YEAR）の４つを用いて一般化線形モデル（GLM、ポアソン分布、リンク関数 log）を構築した。なお、YEAR を含めた理由としては、堅果の豊凶では説明されないクマの出没数の長期的なトレンドの影響を考慮するためである。このような長期的トレンドに影響を及ぼす要因としては、個体数の増加や住民による報告努力の向上などが考えられる（Fujiki 2018)。

統計モデルの良さの指標である赤池情報量基準（AIC）による総当たり法でモデル選択を実施し、説明変数の選択を行った（表 1)。その結果、3 樹種の豊凶と YEAR を説明変数に含むものがベストモデルとして選択された。次に、モデル予測の有効性に関して解析した。具体的には、説明変数に含まれる樹種の数が異なるモデル間で、モデルの予測値と実際の観測値の関係を示す評価統計値の比較を実施した（表 2)。その結果、豊凶の影響を一切考慮せずに前年度の出没数を当年の出没数の期待値としたモデル（Pre-year-M）に比べて、ブナ科堅果の豊凶を考慮した他のモデルは予測誤差が小さかった。さらに、ブナ科樹種の数が増えるほど予測誤差が小さくなり、モデルの精度が高まった。3 樹種を同時に考慮した場合、予測値と観測値の関係が $R^2 = 0.96$ という極めて予測力の高いモデルを構築することができた。これらの結果は、ブナ科堅果の豊凶観測に基づいたクマの出没数の予測の有効性を示しているとともに、精度の高い予測をするためには、対象となるクマの地域個体群の分布域の中のブナ科樹種の構成に応じて、観測対象種を複数選択した方がよいことを示唆している。

表 1. モデル選択によって選ばれた上位 5 位モデルと、個々の樹種のみが含まれたモデルで AIC が最も低かったモデル、null モデルの AIC。

順位	モデル名	説明変数のセット	AIC	ΔAIC
1	3sp-BM	*Fc, Qc, Qs, YEAR*	284.6	0.0
2	2sp-BM	*Fc, Qs, YEAR*	298.6	13.9
3	2sp-SM	*Fc, Qc, YEAR*	500.3	215.7
4	2sp-TM	*Qc, Qs, YEAR*	670.2	385.6
5	Qc-BM	*Qc, YEAR*	727.7	443.1
11	Qs-BM	*Qs, YEAR*	1053.5	768.9
13	Fc-BM	*Fc, YEAR*	1886.2	1601.6
16	Null	切片	3613.6	3329.0

Fc: ブナ豊凶指数; Qc: ミズナラ豊凶指数; Qs: コナラ豊凶指数; YEAR: 2005 年からの経過年数。Fujiki (2018)を改変。

表 2. 説明変数に含まれる樹種の数が異なる 6 つのモデル間の評価統計値の比較。

モデル	R^2		平均誤差	平均絶対誤差	二乗平均平方根誤差
3sp-BM	0.96	**	0.0	50.4	68.0
2sp-BM	0.95	**	0.0	54.5	74.0
Qc-BM	0.81	**	0.0	109.2	143.5
Qs-BM	0.80	**	0.0	120.9	162.2
Fc-BM	0.43	*	0.0	179.1	264.3
pre-year-M	0.19	*n.s.*	56.2	422.9	557.2

各統計値はモデルの予測値と実際の観測値の関係を示す。
**: $P < 0.01$; *: $P < 0.05$; n.s.: not significant. Fujiki (2018)を改変。

以上は、目的変数に出没数を用いた統計モデルの解析結果である。しかし、クマの人里への出没指標として、出没情報より一般的に収集されているうえ、行政にとって出没対応上より必要な情報となるのは、有害・錯誤捕獲数であろう。そこで秋季（9〜11 月）の有害・錯誤捕獲数（n = 461）を目的変数に用いて、上記と同様の解析を実施した（藤木 2019)。その結果は、上記解析とほぼ同様で、ベストモデルは 3 樹種と YEAR を含むモデルであり、考慮する樹種数が多いほど予測精度は高まるという結果であった。ただし、予測精度に関して言えば、出没情報を目的変数に使用する場合（$R^2 = 0.96$)に比べて、若干劣るという結果（$R^2 = 0.90$)であったものの（図 4)、行政機関が、その年の秋の有害・錯誤捕獲対応のために準備を講ずる上では十分有用な予測精度にはなっていた。

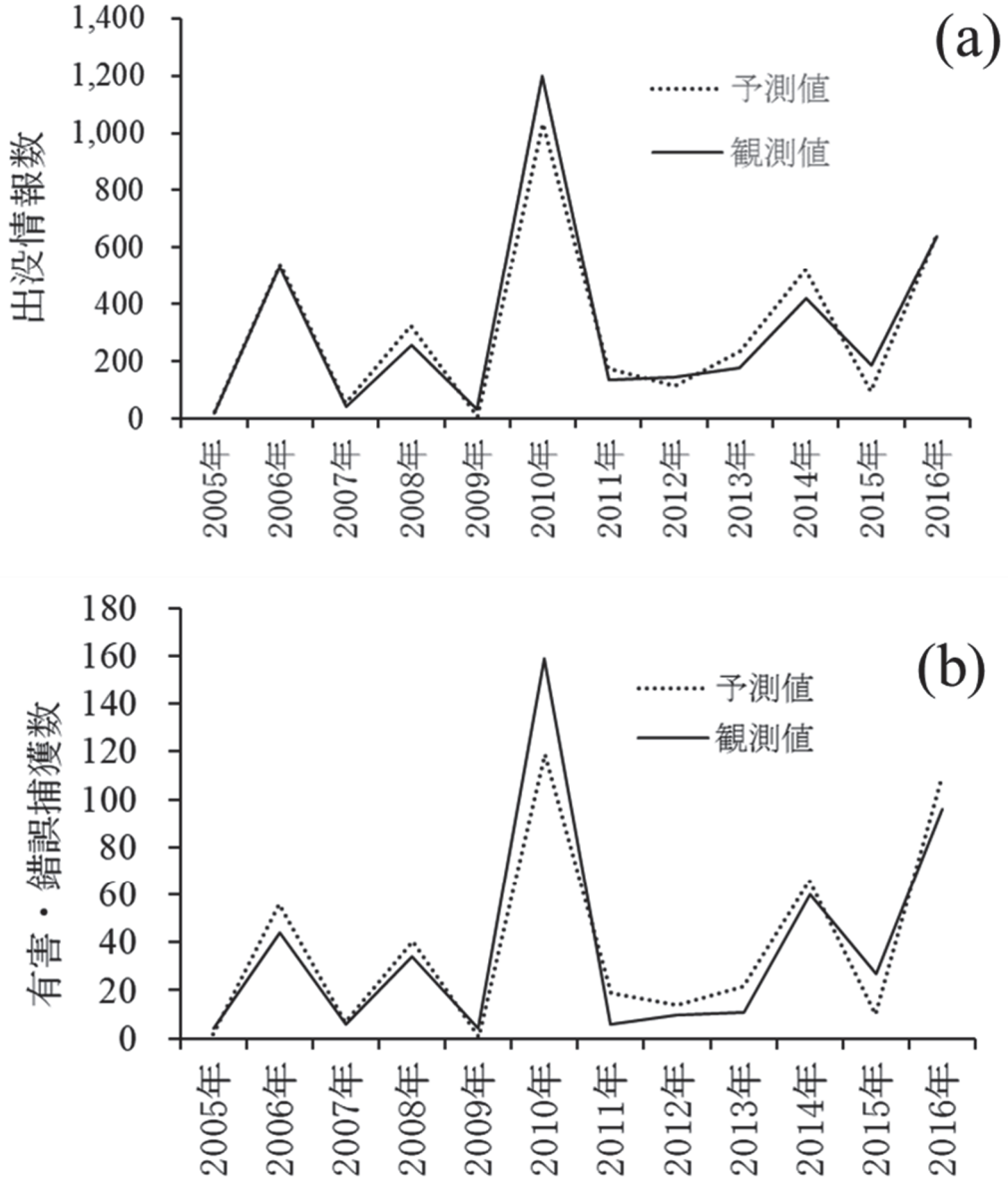


図 4. 秋季の出没数の観測値とベストモデル（3sp-BM）による予測値の経年変化。(a): 出没情報数ベース（Fujiki (2018)を改変)、(b): 有害・錯誤捕獲数ベース（藤木 2019)。

４．市町レベルでの出没予測

県域スケールでの出没予測モデルは以上のような過程を経て 2016 年度に一応の確立をみた。しかし、兵庫県の中でも、鍵植物となるブナやミズナラの構成比は、大きな地域間差が存在する（図 3)。加えて、鍵植物となるブナ科樹種の豊凶の年変動パターン自体も県域スケールで常に同調する訳ではなく、地域間変異が存在する（Suzuki et al. 2005)。兵庫県内においてクマの出没の年変動パターンに地域間変異があることも報告されている（藤木ほか 2011)。クマの出没に際して現場対応をする行政組織は市町であることも考え合わすと、現場

レベルでの実態にあった出没予測を実施するためには、県域スケール内部の地域性を考慮した上で市町単位での出没予測モデルを確立する必要がある。

そこで県域スケールでの出没予測モデルを拡張して、市町単位でクマの出没を予測するモデルについて検討した（Fujiki 2021）。具体的には、説明変数として①～③2005 年～2018 年までの各年のブナ・ミズナラ・コナラそれぞれの豊凶指数、④2005 年からの経過年数（YEAR）、⑤各市町、⑥ブナの豊凶指数と各市町の交互作用項、⑦YEAR と各市町の交互作用項の 7 つを用いた一般化線形混合モデル（ポアソン分布、リンク関数 log、変量効果として年度）を構築した。説明変数に“各市町”を含めた理由としては、市町間でクマの出没数が大きく異なるためである（図 2）。ブナとミズナラの豊凶指数の値は全県の平均値を一括して用いた。ただし、調査地域内で不均一に分布するブナとミズナラ（図 3）の豊凶指数や YEAR の効果は市町間で異なる可能性があるため、“YEAR”と“ブナの豊凶指数”については、“市町”との交互作用項を設けた。ミズナラに関しては“市町”との交互作用項を入れると、説明変数間に多重共線性の問題が発生したため交互作用項は設けなかった。コナラは県下広く分布しているため、各市町の周辺 10 km 圏内の豊凶指数の平均値を市町毎に用いた。

AIC による総当たり法でモデル選択を実施し、説明変数の選択を行った（表 3）。その結果、県域スケールと同様に考慮するブナ科樹種の数を増やすことによってより高い精度で出没数が説明できる結果が得られた（表 4）。特に 3 種のうちコナラのみが豊富な 4 市町（図 3: 佐用・丹波・丹波篠山・多可＆西脇）において、市町周辺のコナラの豊凶のみでは予測精度が低く、市町外に主に分布しているブナ、ミズナラの豊凶を考慮することによって予測精度が改善された結果は注目に値する（表 4）。このことは市町単位での予測に際しては、市町から一定距離離れたエリアで優占しているブナ科樹種の豊凶も考慮することも重要であることを示唆しているからだ。この理由としては、市町面積（241～698 km^2）はクマの凶作年の行動圏面積（100～200 km^2）の数倍から同程度に過ぎないため（Kozakai et al. 2011; 横山ほか 2011; 兵庫県 2019）、ある市町に出没するクマには、周辺エリアの堅果の凶作の影響を受けて、周辺エリアから流入して出没する個体が一定割合いるためと推測される。本調査地域における電波発信機による個体追跡調査では、ブナの凶作年（2008 年）には集落伝いに移動を繰り返し行動圏の長径を 20 km 程度まで拡大させた成獣メスグマが、豊作年（2009 年）はブナ林が分布する山地のごく狭いエリアを利用していたことが明らかにされている（横山ほか 2011）。調査地域以外では、東日本の奥日光においてブナの堅果の凶作時にメスグマが 3 日間で 30 km 移動したことが確認されている（Kozakai et al. 2011）。台湾のツキノワグマでは、約 30 km もの長径の行動圏をもつ個体がいることが個体追跡調査によって確認されている（Hwang et al. 2010）。以上の報告は、ブナやミズナラの凶作時にその分布地域から少なくとも 20～30 km 程度離れた地域まで代替餌を求めて人里へ出没する個体が存在することを示唆している。

表 3. モデル選択によって選ばれた上位 5 位モデルと、個々の樹種のみが含まれたモデルで AIC が最も低かったモデル、null モデルの AIC。

順位	モデル名	選択された説明変数							AIC	ΔAIC
		Fc	Qc	Qs	YEAR	Area	Fc:Area	YEAR:Area		
1	3sp-BM	+	+	+	+	+	+	+	865.4	0
2	2sp-BM	+		+	+	+	+	+	873.8	8.4
3	2sp-SM	+	+		+	+	+	+	881.9	16.5
4	Fc-BM	+			+	+	+	+	897.9	32.5
5	3sp-SM	+	+	+	+	+		+	904.2	38.8
8	Qs-BM			+	+	+		+	922.8	57.4
10	Qc-BM		+		+	+		+	936.1	70.7
52	Null								4669.0	3803.6

Fc: ブナ豊凶指数; Qc: ミズナラ豊凶指数; Qs: コナラ豊凶指数; YEAR: 2005 年からの経過年数; Area: 各市町。Fujiki (2021)を改変。

表 4. 考慮する樹種の数が異なるモデル間における市町別の予測値と観測値の間の決定係数 (R^2)の比較。

市町区分	3sp-BM	2sp-BM	Qc-BM	Fc-BM	Qs-BM
新温泉	0.72 ***	0.53 **	0.58 **	0.14 *n.s.*	0.32 *
香美	0.87 ***	0.88 ***	0.68 **	0.51 **	0.62 ***
養父	0.66 ***	0.71 ***	0.45 *	0.47 **	0.27 *n.s.*
宍粟	0.94 ***	0.78 ***	0.82 ***	0.35 *	0.56 **
佐用	0.67 ***	0.47 **	0.62 ***	0.27 *n.s.*	0.34 *
神河＆市川	0.69 ***	0.31 *	0.64 ***	0.29 *n.s.*	0.25 *n.s.*
豊岡	0.52 **	0.46 **	0.34 *	0.16 *n.s.*	0.17 *n.s.*
朝来	0.59 **	0.49 **	0.36 *	0.17 *n.s.*	0.20 *n.s.*
丹波	0.78 ***	0.63 ***	0.61 ***	0.47 **	0.47 **
多可＆西脇	0.46 **	0.08 *n.s.*	0.79 ***	0.17 *n.s.*	0.05 *n.s.*
丹波篠山	0.31 *	0.42 *	0.10 *n.s.*	0.22 *n.s.*	0.17 *n.s.*
全体	0.87 ***	0.69 ***	0.60 ***	0.47 ***	0.44 ***

3sp-BM, 説明変数に 3 種を用いたモデル; 2sp-BM, 2 種を用いたモデル; Qc-BM, ミズナラのみを考慮したモデル; Fc-BM, ブナのみを考慮したモデル; Qs-BM, コナラのみを考慮したモデル。出没数が少ない市町は統合した (神河＆市川、多可＆西脇)。Fujiki (2021)を改変。***P < 0.001; **P < 0.01; *P < 0.05; n.s., not significant.

次に 3 種の豊凶を考慮したモデル (3sp-BM) の予測精度（決定係数）は、市町間で比較すると大きなばらつきがあった (表 4)。3sp-BM に基づくと、ブナの係数の絶対値が大きな市

町ほど予測値と観測値の間の決定係数は高い傾向があることが示された（図 5)。同様に、ブナの係数の絶対値の大きさは、各市町のブナ林面積割合と正の相関があった（図 6)。以上のことから、予測精度の市町間変異の一因としては、出没へのブナの影響力の強さが市町間で異なることが関係しているものと推測された。また、ブナの影響力の強さには、市町内またはその近隣におけるブナ林の分布量が関係していることが示唆された。

一般的にブナの堅果の豊凶の空間的同調性はミズナラやコナラに比べて顕著に強いと考えられている（水谷ほか 2013; Fujiki 2018)。ブナは複数の都府県をまたがるスケールで、時には全国スケールで、結実が同調することが知られている（Suzuki et al. 2005; Masaki et al. 2008)。本研究においても、ブナはコナラやミズナラに比べて豊凶の年変動が激しかった（図 1)。ブナでは結実が全く認められない年が 12 年中 5 回観測されたのに対し、ミズナラとコナラではそのような年は観測されなかった。調査地域は西部にブナ林とミズナラ林が豊富に分布している一方、東部には、これらの林はほとんど分布していなかった（図 3)。このような東西間の植生の違いを反映して、予測精度は調査地域の西部の市町（新温泉・香美・養父・宍粟・佐用）で高く、東部の市町（豊岡・朝来・多可＆西脇・丹波篠山）で低い地理的な傾向が認められた（表 4)。

総括すると市町別の予測モデルは、県全体を対象とした Fujiki (2018) のモデル（$R^2 = 0.96$）と同等の精度をもつ市町（宍粟: $R^2 = 0.94$、$P < 0.001$）がある一方、低い精度でしか予測できない市町 （丹波篠山: $R^2 = 0.31$、$P < 0.05$）も存在している。後者の予測を実用的なレベルまで引き上げることが、現場への活用へと落とし込むために今後改善すべき課題であることが浮き彫りとなった。

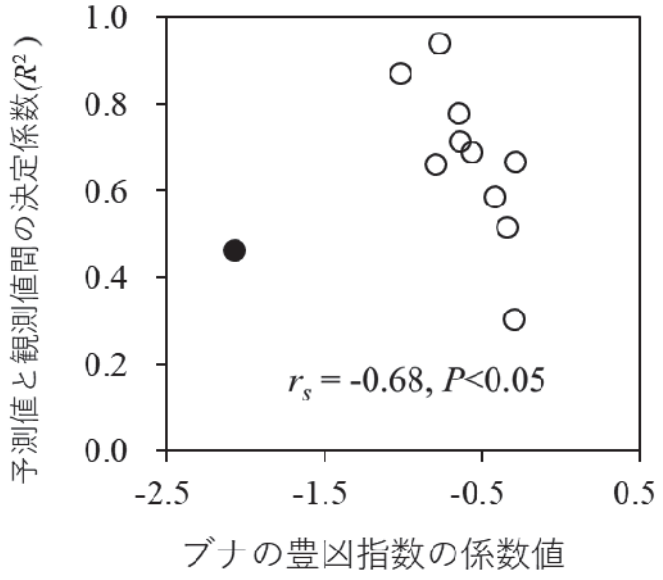


図 5. 予測モデルから導かれた各市町におけるブナの豊凶指数の係数値とクマの出没数の予測値と観測値間の決定係数の関係。黒点（多可＆西脇）は外れ値のため、相関係数（r_s）の算出からは除いた。Fujiki (2021) を改変。

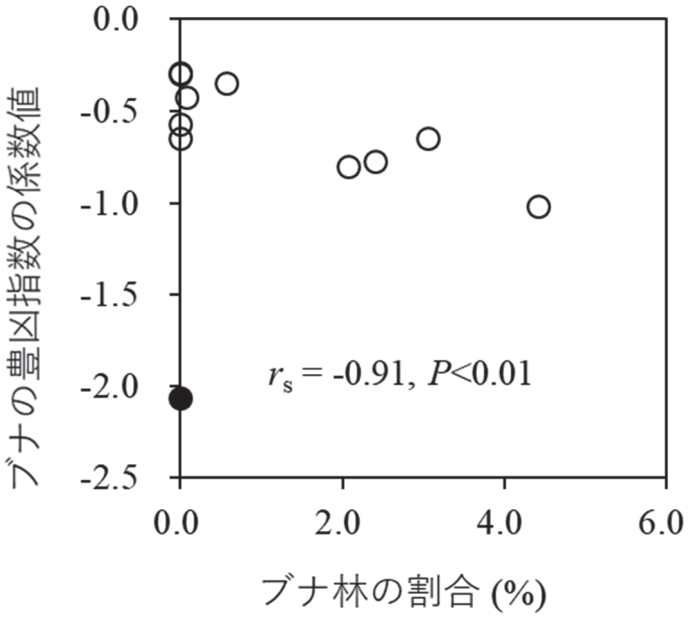


図 6. 各市町におけるブナ林の割合と予測モデルから導かれたブナの豊凶指数の係数値の関係。黒点（多可＆西脇）は外れ値のため、相関係数（r_s）の算出からは除いた。Fujiki (2021) を改変。

５．有害捕獲の増加が出没予測に及ぼした影響

兵庫県では 2016 年度までは有害捕獲数は低い値で推移していた（図 7)。しかし、2017 年において新たに策定された「ツキノワグマ管理計画」では、クマの生息数が絶滅の危機を脱するまで増加したと判断されたことから、集落近隣に出没する個体に対する有害捕獲の緩和措置がとられた（野口ほか 2022)。その結果、2017 年以降はクマの有害捕獲数が大きく増加することとなり（図 7)、出没予測は新たな課題に直面することになった。それは有害捕獲の効果をモデルにうまく組み込まないと精度の高い出没予測ができなくなったことである。特に 2019 年に 4 月から 8 月までの有害捕獲数が過去最高値を記録した。その結果、3 節で構築された県域スケールのモデル（以下、従来型モデル）では、2019 年以降の秋季のクマの出没数が予測値を大幅に下回るようになった（図 8a)。このことは、有害捕獲の強化によって、集落に出没しやすいクマが数多く除去されたことによって、出没数が予測よりも減少するようになったものと思われる。

そこで試行的に従来モデルに、説明変数として 2019 年の有害捕獲の強化の効果（2018 年以前 or 2019 年以降)をモデルに追加すると、このような予測の上振れが改善された（図 8b)。しかし、有害捕獲強化後の経過年数が短いために、得られた説明変数の係数値が適切に有害捕獲の効果を推定できているかどうかは判断できない。今後、継続的に観測を続けながら、有害捕獲の効果を適切にモデルに組み込み方法を模索する必要があるだろう。

このように有害捕獲の強化によって、従来型モデルでの出没予測は困難となった。しかし

一方で、有害捕獲数が大きく変動する場合は、クマの出没数にその影響が無視できなくなる場合があることを従来型モデルは示唆したともいえる。出没抑止対策の文脈でこれを述べるならば、集落に出没しやすいクマを選択的に捕獲することができれば、堅果の凶作時に出没の増加を抑制できることが従来型モデルから示唆されたといえるかも知れない。

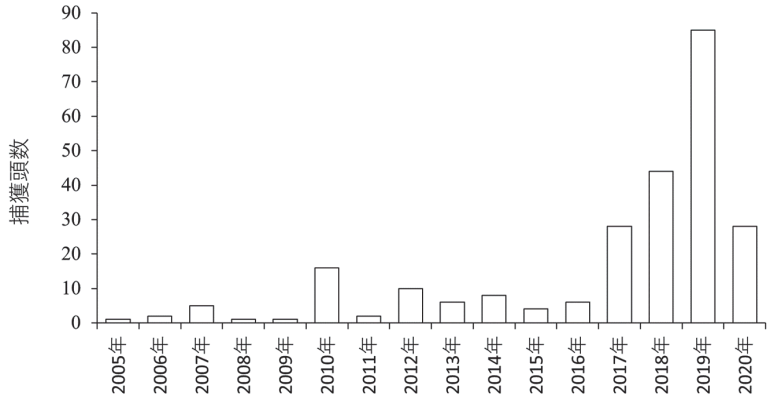


図 7. 各年度の春から夏（4 月～8 月）にかけてのツキノワグマの有害捕獲数の推移。

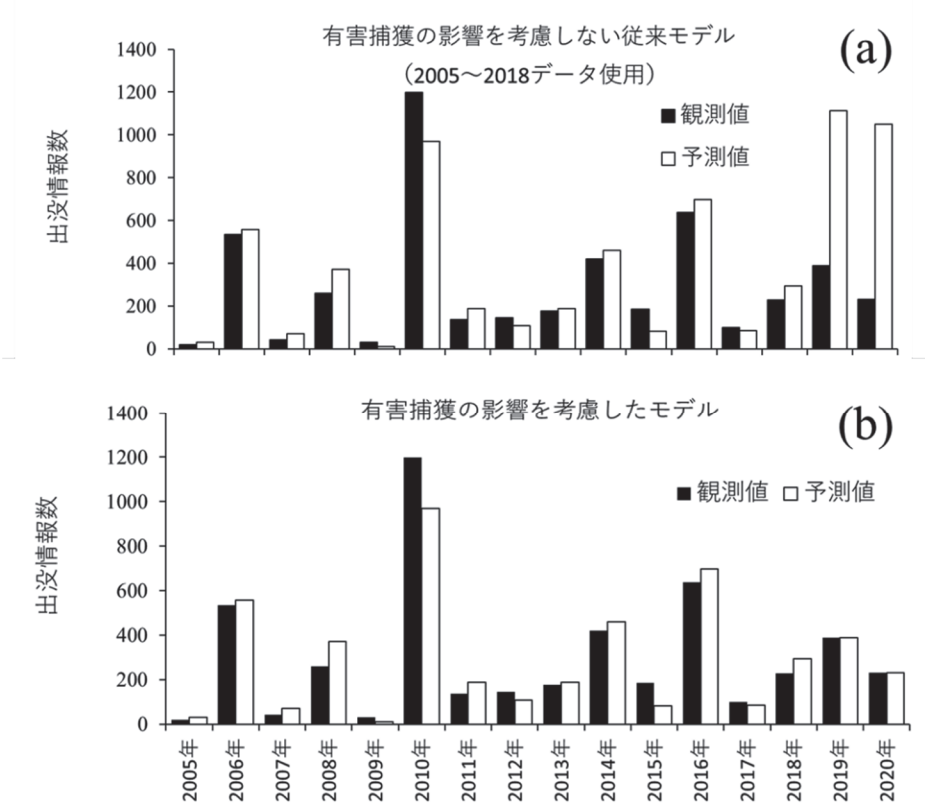


図 8. 有害捕獲数の考慮の有無による出没予測モデルの応答の違い。(a) 有害捕獲の効果を考慮しない従来モデル、 (b) 考慮したモデル。 (藤木 未発表)

６．今後の展望

本章では、兵庫県におけるブナ科堅果の豊凶観測によるクマの出没予測の到達点を概観したが、今後より実用的な出没予測へと発展させるための課題を 3 点指摘しておきたい。

1 点目は、現状予測性の低い市町の出没予測を高めることである。現状では大半の府県でクマの出没予測のための堅果の豊凶観測は、県単位で実施されている（水谷ほか 2013; Fujiki 2018)。しかし、GPS 電波発信機を用いた個体追跡調査から、豊岡に出没するクマは京都府側との移出入が頻繁にあることが確認されている（Yokoyama & Morimitsu 未発表)。このことから京都府に隣接した市町（豊岡、丹波篠山）で予測精度が低かった理由としては、京都府側の堅果の豊凶がクマの出没に及ぼす影響を評価できなかったことも一因である可能性がある。それゆえ市町単位での出没予測において、隣接府県と接した市町の予測精度を確保するためには、隣接府県と連携して統一的な手法でモニタリングを実施し、隣接府県の豊凶の影響も考慮した出没予測モデルを構築する必要があるだろう。クマの個体数推定に関しては、2021 年度から近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理協議会において、4 府県が収集したデータを統合し、それに基づいた推定を実施している（高木 2022)。出没予測においても、同様の枠組みによる連携を進める必要があるだろう。また、この際、予測モデルに個体数変動の情報を適切に組み込むことによって、予測精度を高めることもできるかも知れない。

2 点目は、堅果の結実期よりも早い段階での出没予測への発展である。現在の堅果の豊凶観測に基づいた予測手法の欠点は、成熟堅果が結実する 8～9 月以前に出没予測をすることが不可能なことである。事前に出没に向けた人員配置や予算措置などの対策を講ずるうえでは、春の段階、できれば前年度の段階で出没予測できる方が望ましい。現在のところ、ブナに関しては開花数や花芽数の観測により、春の時点や前年度秋の段階で堅果の豊凶を予測できることが実証されている（八坂ほか 2001; 松井ほか 2009; 中島・小谷 2013)。コナラに関しては近年、航空機や衛星から取得されるマルチスペクトル画像を用いて、初夏の樹冠の反射輝度データからその年の堅果の豊凶レベルを予測する手法などが検討されている（Akita et al. 2008; Yao et al. 2008; Yao and Sakai 2010)。したがって、今後はこのようなアプローチから、より早い段階での結実予測を広域的に可能にする技術開発も進めていく必要があるだろう。

最後に、兵庫県の過去のクマの大量出没年（2006 年と 2010 年）では、ブナ、ミズナラ、コナラの 3 種の堅果の結実が揃って大凶作であった。秋季の大量出没はこのようなクマの主要な餌植物が同調して凶作になる年に発生している可能性が高い。このように複数の樹種が広域的に同調して凶作になる理由としては、何らかの気象合図が関与していると考えられる(Sork et al. 1993)。大量出没に備えるためには、樹種間での凶作の同調性をもたらす気象合図の特定も必要になるだろう。

引用文献

Akita T, Sakai K, Iwabuchi Y, Hoshino Y, Ye X (2008) Spatial autocorrelation in masting phenomena of *Quercus serrata* detected by multi-spectral imaging. Ecological Modelling, 215(1-3): 217–224

Fujiki D (2018) Can frequent occurrence of Asiatic black bears around residential areas be predicted by a model-based mast production in multiple Fagaceae species? Journal of Forest Research, 23(5): 260–269

藤木 大介 (2019) 複数のブナ科堅果の豊凶観測に基づいたツキノワグマの出没予測モデルの構築. 森林防疫, 68(730): 21–32

Fujiki D (2021) A model to predict the occurrence of Asiatic black bears at the municipal level using mast production data. Ursus, 2021(32e6): 1–11

藤木 大介, 横山 真弓, 坂田 宏志 (2011) 兵庫県内におけるツキノワグマの出没変動パターンの地域変異とブナ科堅果の豊凶の影響. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 50–58

Hwang MH, Garshelis DL, Wu YH, Wang Y (2010) Home ranges of Asiatic black bears in the Central Mountains of Taiwan: Gauging whether a reserve is big enough. Ursus, 21: 81–96

広島県 (2017) 第一種特定鳥獣（ツキノワグマ）保護計画－西中国地域ツキノワグマ個体群－. 広島県, 広島

兵庫県 (2017) ツキノワグマ管理計画. 兵庫県, 神戸

兵庫県 (2019) 兵庫県統計書 令和元年. 兵庫県, 神戸

Kozakai C, Yamazaki K, Nemoto Y, Nakajima A, Koike S, Abe S, Masaki T, Kaji K (2011) Effect of mast production on home range use of Japanese black bears. Journal of Wildlife Management, 75: 867–875

京都府 (2017) 第一種特定鳥獣保護計画―ツキノワグマ―. 京都府, 京都

Masaki T, Oka T, Osumi H, Suzuki W (2008) Geographical variation in climatic cues for mast seeding of *Fagus crenata*. Population Ecology, 50: 357–366

松井 太郎, 小山 浩正, 伊藤 聡, 高橋 教夫 (2009) 山形県のブナ林における豊凶予測手法の適用と改良の可能性. 森林立地, 51: 49–55

水谷 瑞希, 中島 春樹, 小谷 二郎, 野上 達也, 多田 雅充 (2013) 北陸地域におけるブナ科樹木の豊凶とクマ大量出没との関係. 日本森林学会誌, 95: 76–82

中島 春樹, 小谷 二郎 (2013) 北陸地方における雄花序落下数によるブナの結実予測. 日本森林学会誌, 95: 51–59

野口 和人, 廣瀬 泰徳, 石川 修司, 高木 俊, 横山 真弓 (2022) 兵庫県におけるツキノワグマの生息・被害状況と管理政策の概要. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 30–48

Oi T, Ohnishi N, Koizumi T, Okochi I (2009) FFPRI Scientific Meeting Report 4 “Biology of Bear Intrusions”. Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaragi

Oka T, Miura S, Masaki T, Suzuki W, Osumi K, Saitoh S (2004) Relationship between changes in beechnut production and Asiatic black bears in northern Japan. Journal of Wildlife Management, 68: 979–986

Oka T (2006) Regional concurrence in the number of culled Asiatic black bears, *Ursus thibetanus*. Mammal Study, 31: 79–85

岡山県 (2017) ツキノワグマ保護計画書. 岡山県, 岡山

坂田 宏志, 岸本 康誉, 太田 海香, 松本 崇 (2014) ツキノワグマの個体群動態の推定（兵庫県 2012 年）. 兵庫ワイルドライフレポート, 2: 93–109

Sork VL, Bramble J, Sexton O (1993) Ecology of mast-fruiting in three species of North American deciduous oaks. Ecology, 74: 528–541

Suzuki W, Osumi K, Masaki T (2005) Mast seeding and its spatial scale in *Fagus crenata* in northern Japan. Forest Ecology and Management, 205: 105–116

高木 俊 (2022) 兵庫県における捕獲再捕獲法を基にしたツキノワグマの個体数推定の経緯. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 63–78

谷口 真吾, 尾崎 真也 (2003) 兵庫県氷ノ山山系におけるブナ・ミズナラの結実とツキノワグマの目撃頭数の関係. 森林立地, 45: 1–6

山崎 晃司 (2017) ツキノワグマ　すぐそこにいる野生動物. 東京大学出版会. 東京

八坂 通泰, 小山 浩正, 寺澤 和彦, 今 博計 (2001) 冬芽調査によるブナの結実予測手法. 日本林學會誌, 83: 322–327

Yao Z, Sakai K (2010) Mapping spatial variation in acorn production from airborne hyperspectral imagery. Forestry Studies in China, 12: 49–54

Yao Z, Sakai K, Ye X, Akita T, Iwabuchi Y, Hoshino Y (2008) Airborne hyperspectral imaging for estimating acorn yield based on the PLS B-matrix calibration technique. Ecological Informatics, 3: 237–244

横山 真弓, 斎田 栄里奈, 江藤 公俊, 中村 幸子, 森光 由樹 (2011) 兵庫県におけるツキノワグマの行動圏の変異とその要因. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 59–70

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14: 94–109　2022
特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

第　6　章

バイオロギング・ウェアラブルカメラ端末を用いた野生ツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）の生態解明の検討

森光由樹 [1,2*]
[1] 兵庫県森林動物研究センター
[2] 兵庫県立大学自然・環境科学研究所

要　点

- ツキノワグマの生態を解明するため、昼夜撮影可能なウェアラブルカメラを開発製作し、兵庫県氷ノ山山系に生息している成獣メス 1 個体に装着しその映像を分析した。
- クマに装着したカメラの撮影時間は 1057 分（撮影成功率、91.7%)であった。
- 撮影された動画は、休息 618.5 分（58.51%)、移動 287.5 分（27.20%)、採食（飲水含む）139.5 分（13.20%)、行動 9.5 分（0.90%)、不明 2 分（0.19%）の順で多く記録された。
- 移動時間帯を分析すると昼間に活動し、特に早朝と夕方に活発に活動する個体であった。
- 採食物の割合は、果実が最も多くアオハダ（実）71%、ミズキ（実）20%、ヤマボウシ(実) 5%、クロモジ（実) 1%だった。他に獣肉 2%、昆虫 1%が認められた。
- 本試験研究は、直接観察法を含む従来の方法では困難であった、野生動物の生態の新たな側面を解明する研究手法であると考えられた。

Keywords: 行動分析、採食物分析、動画分析、ビデオシステム、夜間データ収集

Investigating the ecology of wild Japanese black bears (*Ursus thibetanus*) using animal-borne video systems

Yoshiki Morimitsu[1,2*]
[1] Wildlife Management Research Center, Hyogo
[2] Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

Abstract: The use of bio-logging, which involves the collection of ecosystem data by attaching a small sensor and/or wearable camera to wild animals, is increasing in mammal ecology. Image information obtained from the point of view of individual animals can provide valuable insights into behaviors, including preferred habitats, diet, breeding, and

受付日：2022 年 2 月 3 日、受理日：2022 年 2 月 16 日
* 責任著者：森光 由樹　✉morimitsu@wmi-hyogo.jp
〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野 940　兵庫県森林動物研究センター

competition. However, shooting at night is rarely performed owing to technical limitations. Therefore, we improved the wearable camera terminal to enable data capture during the day and night and developed a collar-type camera. This camera was experimentally attached to a wild black bear for validation of the approach. The shooting success time was 1057 minutes (91.7%). Various behaviors were captured, including rest (618.5 minutes, 58.51%), movement (287.5 minutes, 27.20%), eating (including drinking water; 139.5 minutes, 13.20%), other behaviors (9.5 minutes, 0.90%), and unknown activity (2 minutes, 0.19%). Although the species is generally active in the daytime, the individual was active in the early morning and evening. Various types of food were collected, including 71% *Ilex macropoda* (fruit), 20% *Cornus controversa* (fruit), 5% *Cornus kousa* (fruit), and 1% *Lindera umbellate* (fruit). In addition, the diet included 2% meat and 1% insects. This research method has the potential to elucidate new aspects of wildlife ecology that were difficult to observe by conventional methods, including direct observation.
Keywords: animal-borne video systems, behavioral analysis, foraging analysis, nighttime data collection, video analysis

１．はじめに

大型哺乳類の直接観察法によるデータ収集は困難な場合が多い。特に夜行性の哺乳類においては難しいと言える。しかし近年センサー付き自動撮影カメラを調査地に設置することで、人を忌避する動物に対しても昼夜問わず観察記録が収集でき分析できるようになった(O'Brien et al. 2003; Yasuda 2004; O'Connell et al. 2011; Matsubayashi et al. 2011)。ただしセンサー付き自動撮影カメラは、一定の場所や範囲でのみセンサーに反応した対象動物の情報を収集するものであり、撮影対象個体が撮影範囲外に移動した場合、連続データの収集ができないといった課題もある（O'Connell et al. 2011)。

このような直接観察が困難な種の生態を解明するためにバイオロギング法が開発された。バイオロギング法で、ウェアラブルカメラ端末を用いたものは動物側からの目線をカメラで代用し動画データとして収集することができる（Marshall et al. 2007)。本法はウェアラブルカメラ端末のほかに、温度計、深度計、活動量センサーなど多くの機材が研究目的により選択され使用されている。動画データは、パソコン上で再生し直接観察法と同じ目視でデータを整理することが可能である。既存研究としてヒグマ（Marshall et al. 2004）やライオン、家畜ネコ（Kerrie et al. 2013)、オジロジカ（Sartwell et al. 2009)、ムース（Moll et al. 2007)などを対象としたものがある。しかし、バッテリーの問題から短時間の記録が多い。また、夜間の撮影は光量不足の問題から良質な画像撮影を取得することは難しく技術的な面からほとんど行われていない。陸上の野生動物で夜間撮影が可能な機種の開発が進めば有益な情報収集が可能となる。カメラの開発は、採食物の種類や量、個体間の関係など多くの生態学的情報が読み取れるものと期待できる。そこで本研究では、光量が低下すると照度計センサー

がそれを感知し赤外線を照射する昼夜撮影が可能なウェアラブルカメラ端末を開発した。そして開発したウェアラブルカメラ端末を装備した首輪型カメラを野生ツキノワグマに試験的に装着し方法の可能性を検討した。

２．材料および方法

1）動物用装着超小型カメラの作成

赤外線照明内蔵のカメラ（CHOBiCAM Pro with Night Vision JTT 輸入販売品）を開発に用いた。カメラは、広角レンズ 28 mm で、本体の重量は 39 g、サイズは横 45 mm×縦 22 mm×奥行 19 mm である。記憶媒体は、このカメラに対応する microSDHC 32GB を用いた。カメラの内蔵バッテリーおよび電源・操作ボタンを取り外し、電源・操作ボタン部へ外部コントロール用のコード・コネクターを取り付けた。音声機能は回路設定で支障が生じるため停止させた。赤外線と照度計センサー（ワンダーキット製）を装着した。照度は、日出入時の明るさ（光量 300 lux）を下回ると赤外線を照射するようにした。赤外線の光量はおおよそ 1 m の照射が可能となっている。電源は単 3 乾電池を直列にし、さらに 4 並列として容量を増やし、カメラ及びコントロール用マイコンの電源とした。回路は、マイコンからの出力をフォトカプラを介して伝達した（図 1)。PIC マイコンは 12F683 (Microchip 社製）を使用し、プログラムにより、電源 ON/OFF、撮影開始/停止、赤外線照明の制御を行った。カメラとバッテリー、基板の収容は強度の高いポリカーボネート製の防水ケース（タカチ製作所製 BCAS081107G) 165 g を使用した。開発したカメラ 2 台をケースに収納した。レンズ部、ケースの 2 か所に直径 1.5 cm の円状の穴開けた後、無色透明のアクリル板を固定した（図 2)。レンズと接するアクリル板外側に水滴や汚れが付着した場合、撮影に影響する可能性があるため、親水剤（ポートドライ、FISHEYE 製）をアクリル板外部に塗布した。外部ケースに VHF 電波発信器 LT-01、130 g (サーキットデザイン製）と脱落装置、Timed collar release R1C 127A (Sirtrack 製） をベルトに装着した（図 3)。トータルの重量は、512 g となった。開発した機械の重量は、行動への影響、動物福祉を考慮し、体重の 5%以内になるよう遵守した（Aldridge and Brigham 1988)。また、クマの捕獲と本機材の装着は、兵庫県立大学　自然・環境科学研究所、野生動物研究倫理等に係る研究計画の審査を受けて実施した（兵庫県立大学自然・環境科学研究所許可番号 1)。

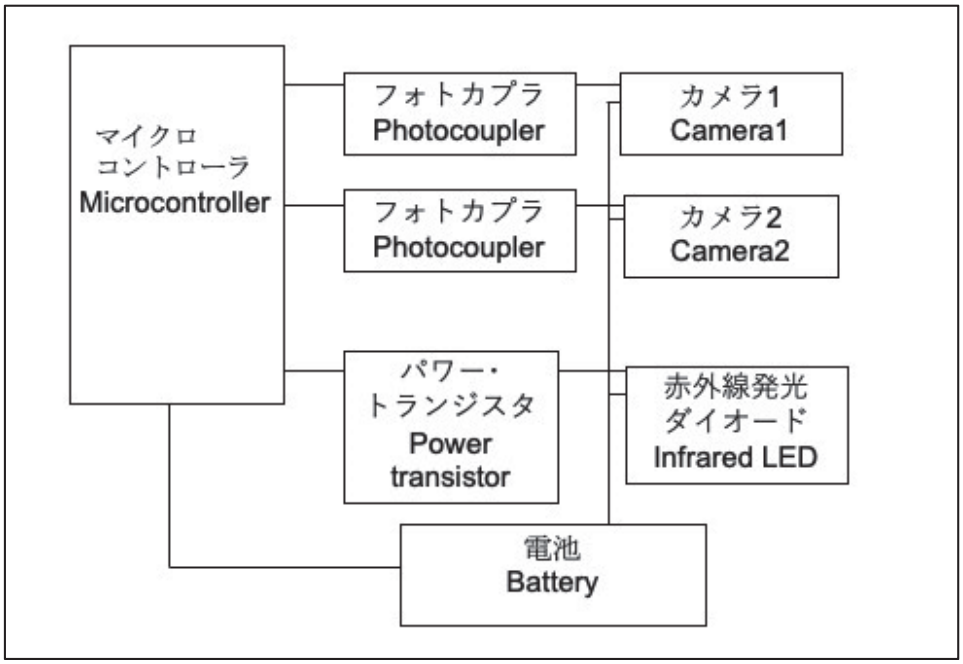


図 1. 回路図

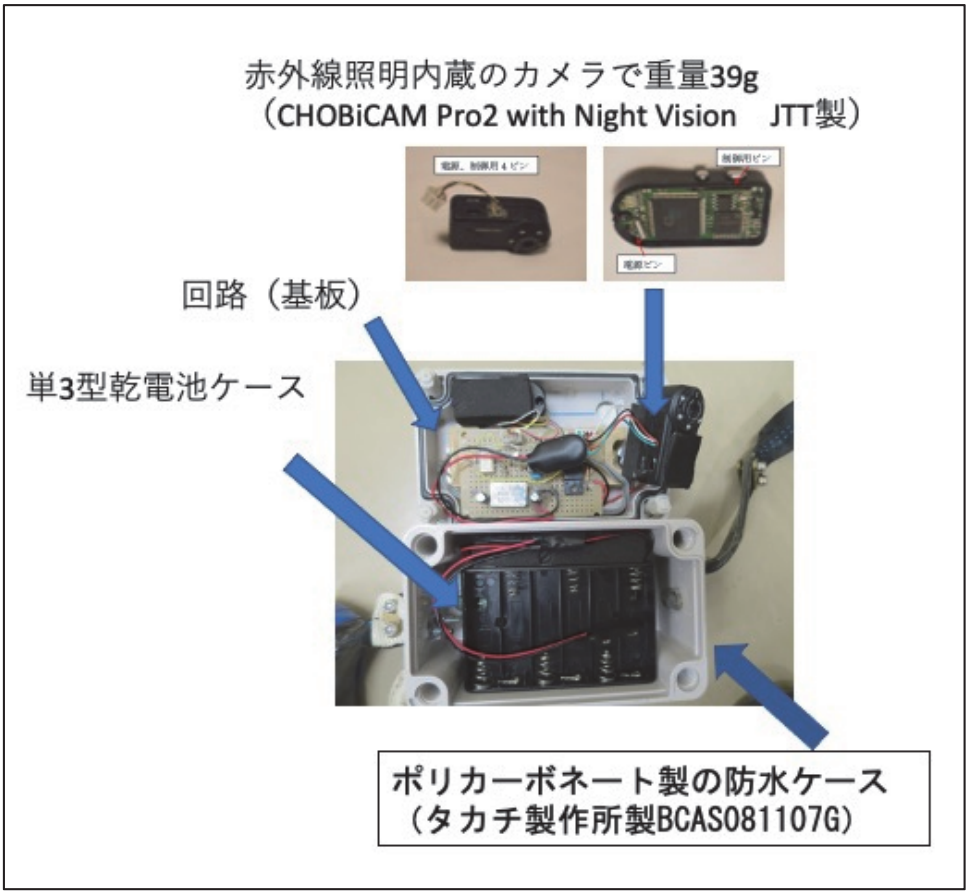


図 2. 装着した機材の内部構造

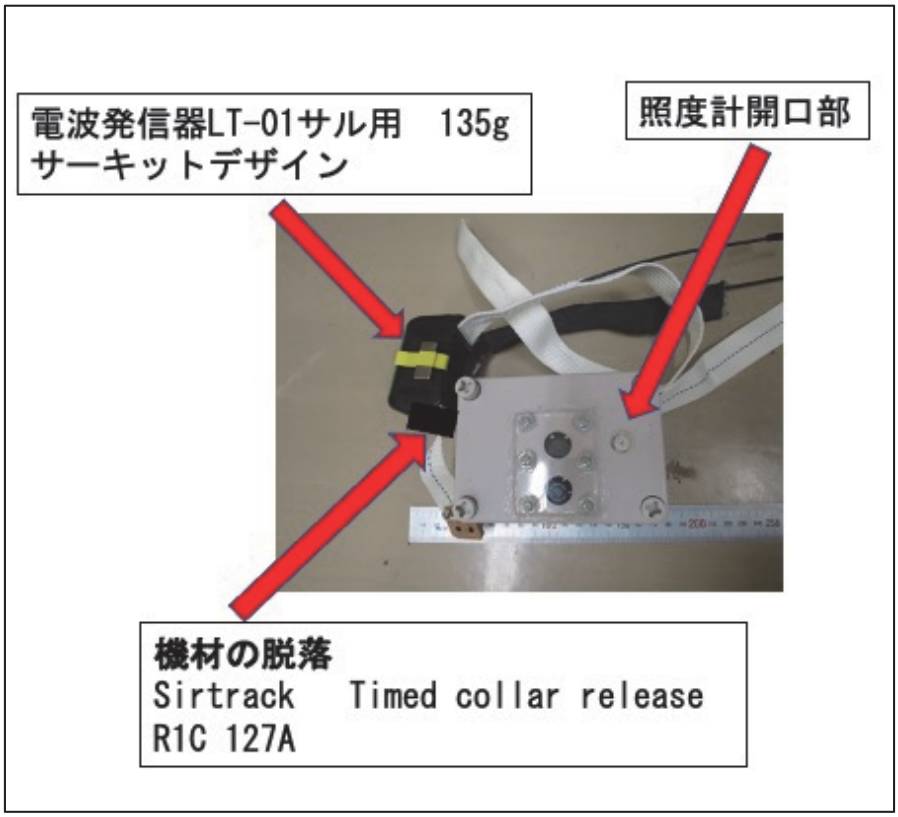


図 3. 装着した機材一式

2) マイコンを用いた撮影スケジュールの設定

カメラ 1 台の撮影可能時間は、576 分で 2 台をセットした。従って 2 台の合計は最大 1152 分の撮影が可能である。プログラムにより電源の ON および OFF、撮影の開始、停止、赤外線照明の制御を行った。装着予備試験ではクマが首輪装着を忌避し、カメラ機材を触る行動が少なくとも 3 日間続き動画データが振動（ブレ）し使用できなかった（森光 未発表)。したがって機材装着後、3 日間は撮影を停止するよう設定した。機材を装着した日から 4 日後の午前 0 時 00 分より撮影を開始させた。画像収集はスキャニングサンプリング法（一定時間間隔でデータ収集する方法）を採用し、10 分間隔で 1 回に 30 秒の撮影を繰り返すように設定した。

記録期間は、1 日あたり 72 分（30 秒 6 回 ×24 時間）ずつ記録を行う設定とした。16 日間の撮影が可能である。

3) 開発した動物用超小型カメラの装着と回収

氷ノ山山系（兵庫県養父市轟、北緯 35.34′23″、東経 134°58′98″）で、2017 年 8 月 23 日に錯誤捕獲したツキノワグマ（58 kg メス）に首輪型カメラを装着した（図 4)。

捕獲した個体が生息している氷ノ山山系（最高峰 1,150 m）は、兵庫県と鳥取県の県境に位置し、その山腹にはブナをはじめトチノキやサワグルミ、シオジを主体とした原生的自然植生が残存する。

カメラはクマの首下にくるように装着した。錯誤捕獲したツキノワグマに、チレタミン/ゾラゼパム（ゾレチル, Virbac 社）とメデトミジン（日本全薬工業）の混合薬（ゾレチル 5 mg/kg・メデトミジン 0.1 mg/kg）を麻酔銃を用いて筋肉内注射した。不動化した後、機材を装着した。アチパメゾール（日本全薬工業）5 mg/kg の筋肉内注射により、完全に麻酔から覚醒したことを確認後、捕獲地域で放獣した。首から首輪と機材を脱落させるドロップオフは、3 週間後（9 月 13 日）に作動するようセットした。4 週間後、VHF 電波発信器の発信パルスを用いて、脱落したカメラの場所を特定しカメラを回収した。

図 4. 首輪型カメラの装着

4）データの抽出と補正

回収したカメラから記憶媒体 microSDHC を取り出し、データをパソコンにコピーした。動画補正ソフト EDIUS Neo ver.3.5 を用いて映像のブレを補正した。その後動画を再生し、映像を観察しながら以下の分析内容を判定し時間割合を記録した。時間割合は動画に同時記録されるものを利用した。主な分析内容は行動時間の分析、活動時間と休息時間、観察された採食物の割合、採食時間帯である。

5）分析した内容と判定基準

a. 移動
- 走行（画面風景が急速に進む、移動によるカメラの揺れのため画像のブレが著しい）
- 歩行（画面風景がゆっくり進み、画像のブレがほとんど無い）
- 捜索歩行（クマの鼻先が地上面、倒木や草本類などと接し、嗅覚で何か探している状況）

b. 休息（画面が静止した状態、地上または樹上を判別し場所を特定した）

c. 採食（飲水を含む）
- 種類と時間

d. 同種（クマ）または異種との接触状況

6）行動圏の分析

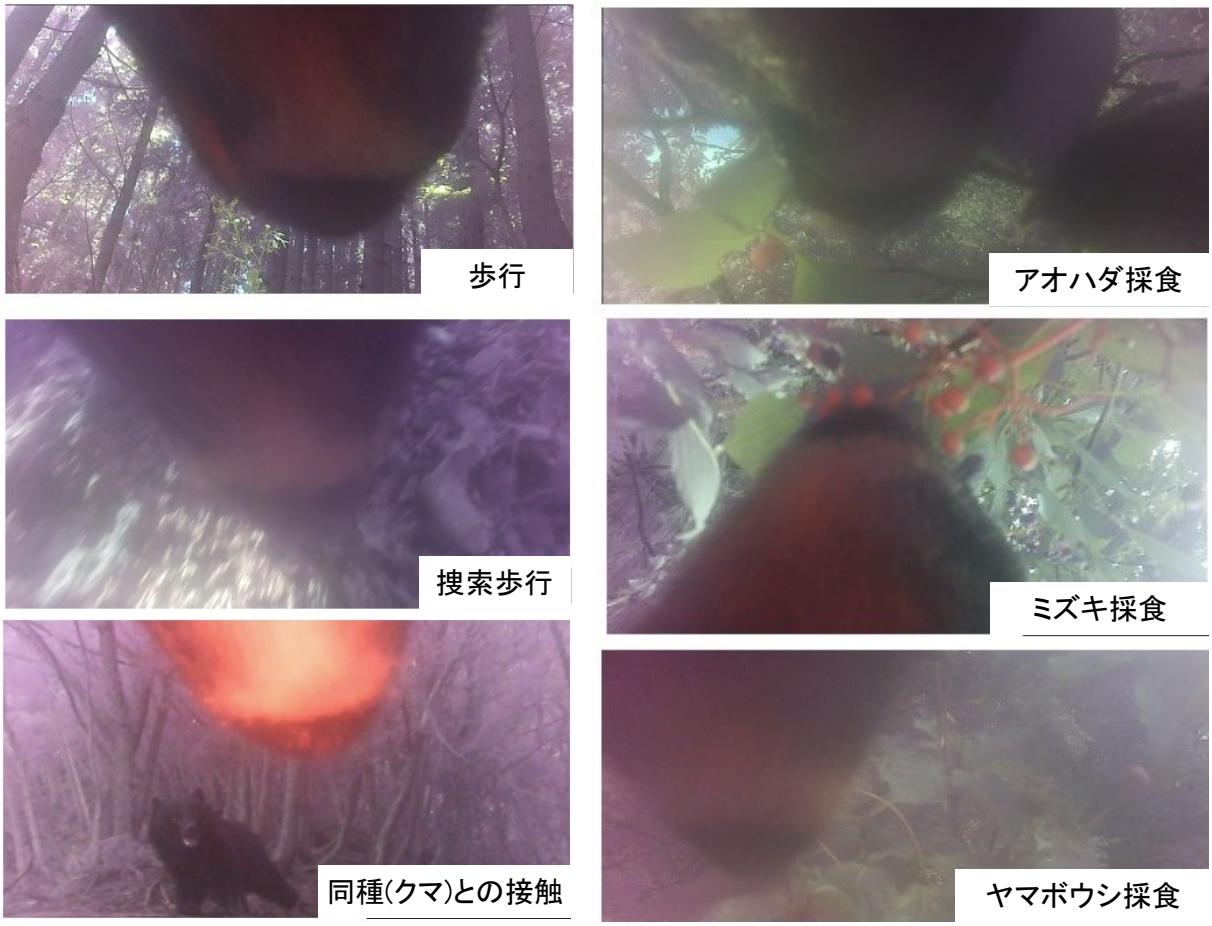
捕獲放獣した 2017 年 8 月 23 日から機材をドロップオフする 9 月 13 日までの間に電波発

信機を用いて、週 1〜2 回の頻度で個体の位置情報を確認した。確認した位置情報から、行動圏を分析した。行動圏は、最外郭法（Minimum Convex Polygon: MCP）を用いた。

３．結果

カメラを装着し放獣した後 4 週間後に調査地で VHF 電波発信器の発信状況を確認し、脱落したカメラの位置を特定し回収した。記憶媒体（microSDHC）から映像データをパソコンへ移し、動画補正ソフトで補正後、動画を再生し目視にて分析に必要な情報を整理した（図 5）。

図 5. 撮影された動画の例



2 台のカメラで撮影に成功した時間は 1057 分（撮影成功率 91.7%）であった。95 分（撮影失敗率 8.3%）は、撮影動画の記録がなかった。撮影に成功した画像の中で、行動判定不能な動画が 2 分（0.19%）認められた。記録された内容の詳細は表 1 に示した。判定できた 1057 分の映像分析の結果、全体で休息時間が最も多く 618.5 分（58.51%）であった。休息は地上が最も多く、363.5 分（34.39%）、樹上での休息は 255 分（24.12%）であった。移動は 287.5 分（27.20%）であった。歩行 142.0 分（13.43%）が最も多く、次に歩行（捜索; 地面に鼻をつけながら移動）が 135.5 分（12.82%）と多かった。次に多かったのは、採食（飲水を含む）139.5 分（13.20%）であった。また、ほかのクマとの遭遇があり、その後逃避し樹上に登った

例が 0.5 分（0.05%）観察された。採食種の同定を行ったところアオハダ *Ilex macropoda*（実）の採食時間が最も多く、91.5 分（8.66%）、次にミズキ *Cornus controversa*（実）25.5 分（2.41%）、ヤマボウシ *Cornus kousa*（実）6.0 分（0.57%）、クロモジ *Lindera umbellata*（実）1.0 分（0.09%）であった。また獣肉（シカ死体含）の採食が 2.5 分（0.24%）、ハチ（種不明）1 分（0.09%）、昆虫（種不明）0.5 分（0.05%）、飲水 0.5 分（0.05 分）が認められた。また、樹皮舐め 3.5 分（0.33%）、咀嚼しているが何を食べているか不明（種不明）が 7.5 分（0.71%）認められた。

表 1.　行動時間分析

	（分）	（%）		（分）	（%）
休息	618.5	58.51	地上	363.5	34.39
			樹上	255.0	24.12
移動	287.5	27.20	走行	2.0	0.19
			歩行	142.0	13.43
			歩行（捜索）	135.5	12.82
			木登り	4.5	0.43
			樹上間移動	3.5	0.33
採食（飲水）	139.5	13.20	アオハダ（実）	91.5	8.66
			ミズキ（実）	25.5	2.41
			ヤマボウシ（実）	6.0	0.57
			クロモジ（実）	1.0	0.09
			獣類（シカ）	2.5	0.24
			ハチ	1.0	0.09
			昆虫種不明	0.5	0.05
			飲水	0.5	0.05
			樹皮舐め	3.5	0.33
			種不明	7.5	0.71
行動	9.5	0.90	倒木堀	4.5	0.43
			土壌掘り	1.0	0.09
			周囲を伺う行動	3.5	0.33
			競合（クマ）	0.5	0.05
行動不明	2.0	0.19		2.00	0.19

採食物の割合を計算したところ果実が最も多く 97%であった。その内訳はアオハダ（実）71%、ミズキ（実）20%、ヤマボウシ（実）5%、クロモジ（実）1%だった（図 6）。

休息および活動時間を図 7 に示した 。日の出時前の平均 5 時 24 分 ± 0.006 SD から活動を開始し、平均 116.25 分間 ± 27.59 SD 活動した後、平均 7 時 19 分 ± 0.09 SD に休息に入った。その後 16 時～17 時 30 分まで活動と休息を繰り返し、日の入り前、平均 17 時 07 分 ± 0.02 SD から再び活動を活発化し、平均 175.6 分間 ± 30SD 活動した後、平均 20 時 17 分 ± 0.02 SD から翌朝の活動開始時刻まで休息するといった日周行動が認められた。

活動時間帯の中から、採食時間帯を抽出して分析した結果を図 8 に示した。採食時間帯は 5 時 30 分～8 時 20 分、10 時 20 分～11 時 20 分、12 時～13 時 50 分、14 時 50 分～21 時 10 分で認められた。最も多く採食活動が認められた時間帯は、夕方 18 時 00 分と 18 時 10 分の 9 回（4.5 分間）であった。次に多かったのは、早朝 6 時 00 分と夕方 17 時 50 分、8 回（4 分）だった。

電波発信機を用いて位置情報を確定したポイント数は、8 ポイントであった。捕獲放獣および機材を回収した位置情報を加えた、合計 10 ポイントで分析した行動圏（MCP）を図 9 に示した。

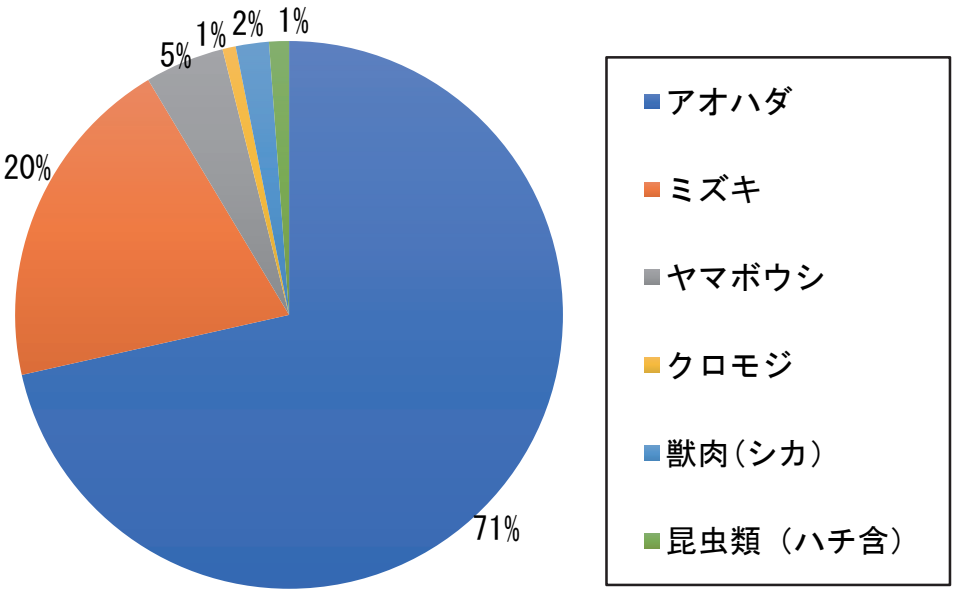


図 6. 観察された採食物の時間割合

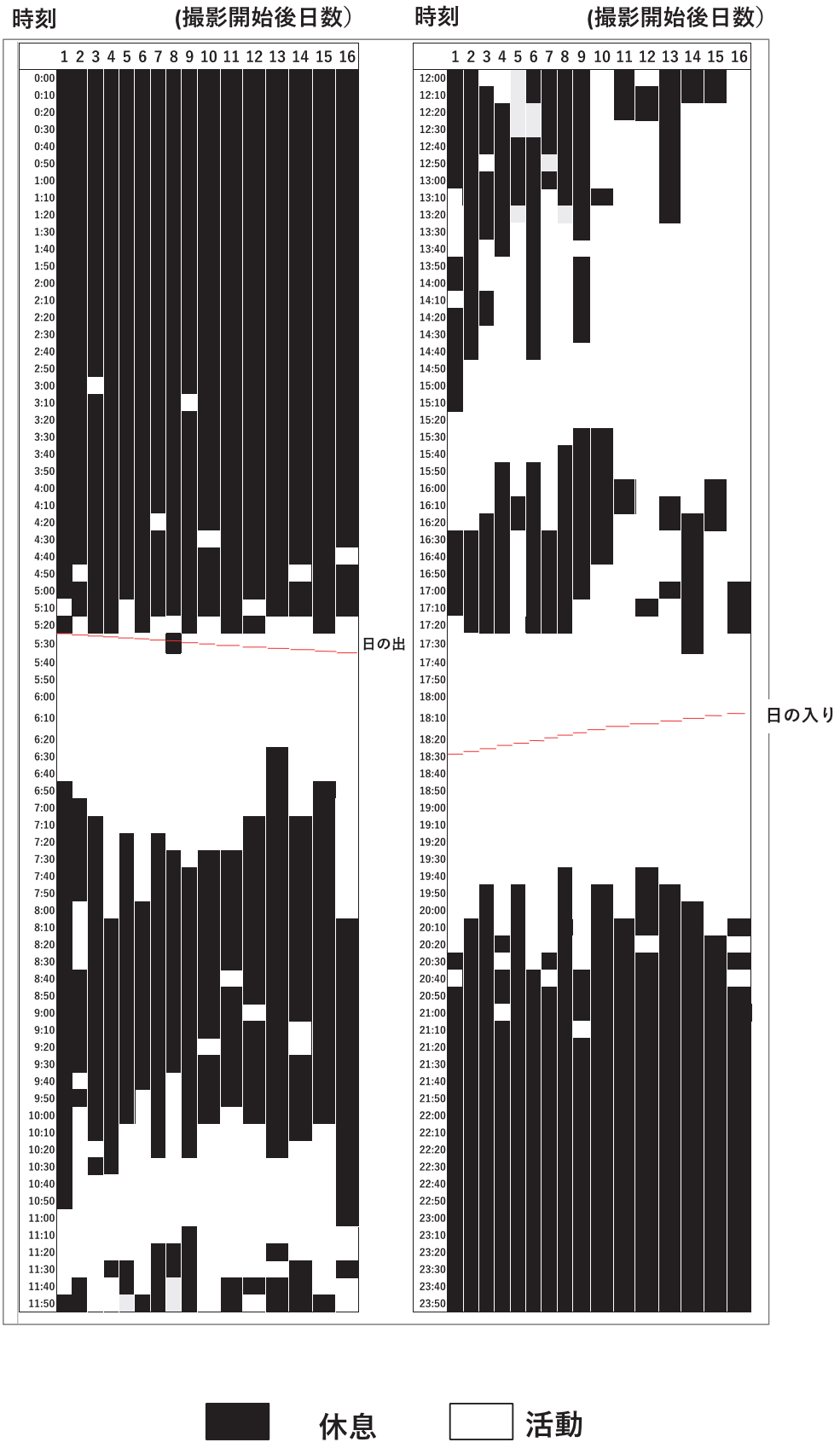


図 7. 活動時間と休息時間。10 分間の内記録した 30 秒間を休息・活動に割り振ったもの。

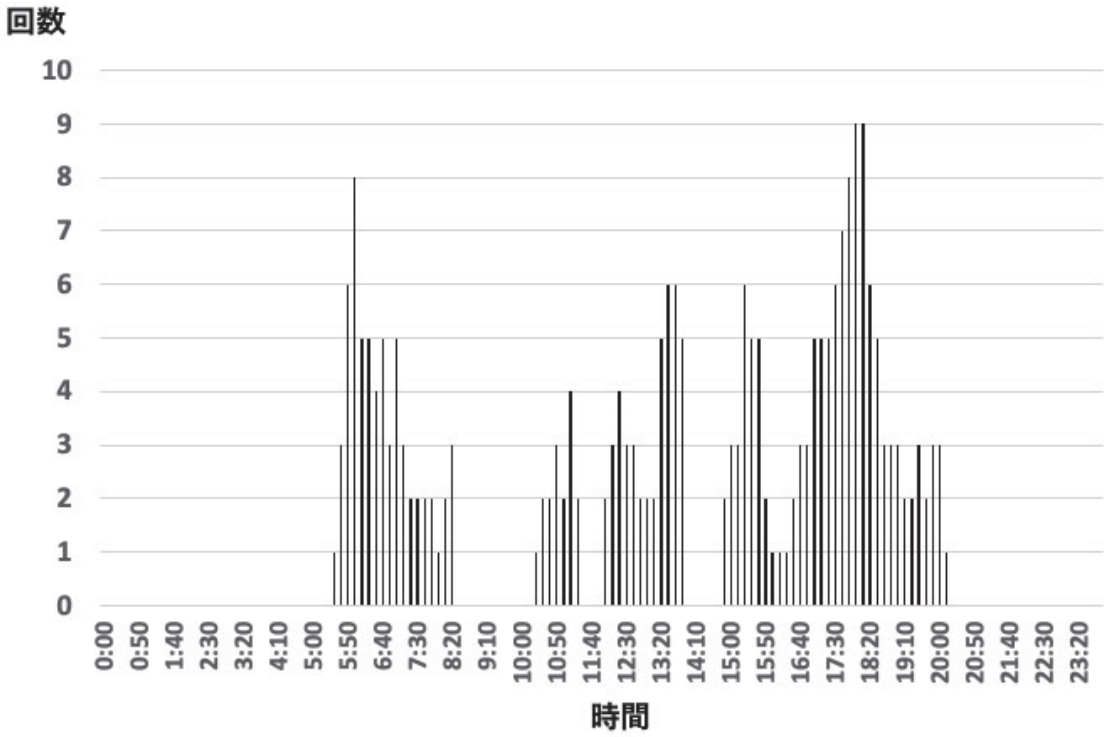


図 8. 時間帯ごとの採食回数

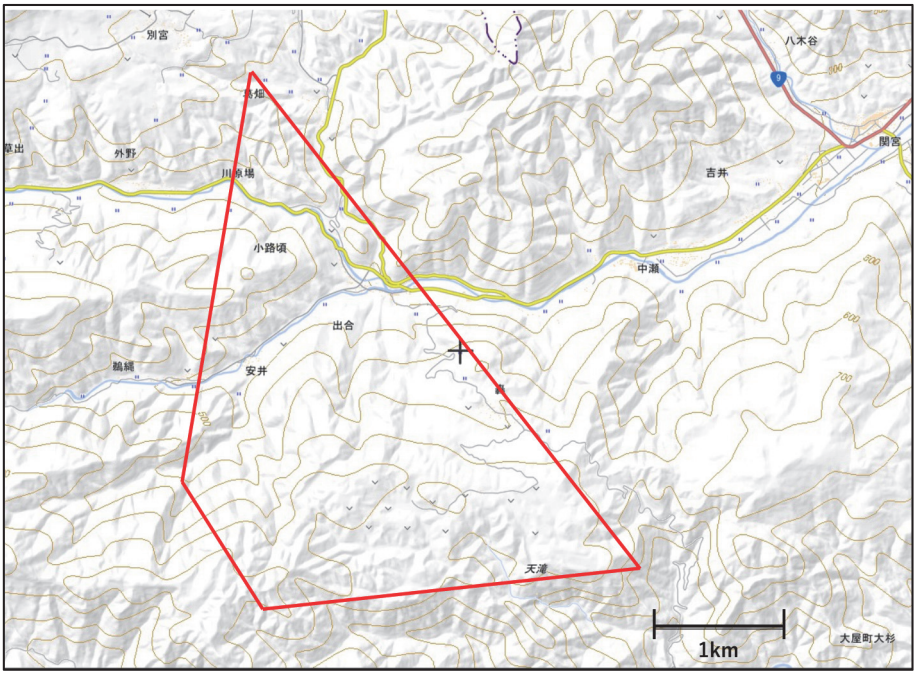


図 9. 行動圏（最外郭法: 赤色）

４．考察

これまでウェアラブルカメラ端末を用いた野生動物の行動研究のデータ収集時間帯は、光量が豊富な日中に限られていた。夜間撮影が可能となれば、夜行性動物の生態を解明する一助になる可能性がある。本研究は、照度計センサーを用いて光量が 300 lux 以下を感知すると赤外線が照射するようシステムを作成した。そして、本試験において撮影動画の収集が可能であることを確認した。今回の試験では夜間を含め 1057 分（撮影成功率 91.7%）の撮影に成功した。しかし 95 分（撮影失敗率 8.3%）は、昼夜含め撮影動画の記録がなかった。この原因を解明するため、機材回収した際にバッテリーの電圧を測定したが、通常の 1.3 V の電圧を確認し、バッテリーに問題は認められなかった。現在、撮影時間が予定していた時間より少なかった原因について解明中である。また、行動の判定が不能な動画は、カメラの著しいブレやレンズの一時的なくもりによるものだった。今後、カメラの固定方法の改良や、くもり止め溶液など利用しながら改善する必要がある。記録された画像データでは、地上の休息が最も多く、363.5 分（34.39%）、樹上の休息は 255 分（24.12%）であった。樹上の休息が多い理由として考えられるのは、今回記録された採食物のほとんどが、樹上性の果実類（アオハダ、ミズキ、ヤマボウシ、クロモジ）で、採食後に休息をとっていた可能性が考えられる。また、クマとの遭遇で逃避行動が見られたことから（図 5）、ヒトや同種のクマからの攻撃から身を守るために樹上を利用していた可能性も考えられる。今後引き続き、地上と樹上の利用については分析を進める必要がある。果実の中で採食物が最も多かったのはアオハダ（実）で 71%であった。次にミズキ（実）20%、ヤマボウシ（実）5%、クロモジ 1%であった（図 6）。これはカメラを装着した時期が 8 月下旬～9 月上旬で上記 4 種は果実（しょう果）の結実時期と重複する。

大井ら（2012）の西中国地域のクマの糞および捕獲個体の胃内容分析では、ミズキ属およびコナラ属果実は相対重要度の年平均値が、それぞれ 19.8%、29.2%と他の種と比べて明らかに高い値を報告している。そして、この 2 属は毎年比較的安定して利用される傾向にあると考えられている。コナラ属を含むブナ科の堅果類（コナラ、ミズナラ、ブナ）は結実の豊凶度合いに年変動があり、クマの集落への出没に影響を与えるため、兵庫県をはじめ多くの自治体が堅果類の豊凶度合いをモニタリング調査している（兵庫県の場合は、藤木ほか 2011; 藤木 2022 など）。堅果類はクマの主要な餌資源であるが、ミズキ属しょう果類も重要な餌資源であると考えられている。これはミズキは脂肪量が多く（Masaki et al. 2012）、森林内にまとまって生育していることが多く（Masaki et al. 2012）、しかも、その他のしょう果類と比べて利用できる期間（結実期間）が長いためであると言われている（Koike 2009）。加えて堅果類のコナラやミズナラ同様、クマが短時間に集中して大量に採取できる。クマの採食物のしょう果類の分析はミズキ属果実の報告が多い（例えば、長縄・小山 1994; Hashimoto et al. 2003; 大井ほか 2012）。本研究ではこれまでの先行研究とは異なり、アオハダ果実の採食がミズキ果実を上回っていた。これは、調査地の植生がアオハダの占める割合が多いからなのか、個体差による嗜好性の問題なのか、毎木調査を実施していないため、現データでは不明

である。しかし、行動圏の情報（図 9）から、今後この個体が利用した生息地のしょう果類の情報を現地調査から得ることは可能であり、今後不足しているデータを補足する予定である。いずれにしても、ウェアラブルカメラ端末を用いて、しょう果類の採食データを得ることは可能であり、手法として今後クマの採食物判定に利用可能である。

ほかの採食物は、獣肉（シカ死体）の採食が 2.5 分(0.24%)、ハチ（種不明）1.0 分（0.09%)、昆虫（種不明）0.5 分（0.05%)。飲水 0.5 分（0.05%）が認められた。今回は、シカを襲った動画記録が無いことから、採食された個体は自然死か有害駆除されてその後、放置された個体であることが考えられる。実際、有害駆除したシカの死体残渣が野外に放置されクマが誘引される例が観察されている（兵庫県森林動物研究センター 未発表)。今後、クマが有害捕獲で放置されたシカ死体に誘引され執着する可能性も考えられる。クマの食性が変化する可能性もあり注視すべき情報である。

調査対象個体は、日の出時前から活動を開始し、その後、活動、休息を繰り返し、日の入り前から再び活動を活発化し、深夜はほとんど活動が無かった。そして翌朝、再び活動を再開する日周行動が認められた。兵庫県のクマ目撃情報（682 件）分析では朝 7 時から 8 時と夕方 19 時から 20 時に出没のピークがあり薄明薄暮型の活動様式をとる個体が多いことが報告されている（稲葉 2011)。栃木県足尾のクマに活動センサー付き GPS 発信機を装着し、活動時間を記録した先行研究ではクマは夕暮れ時に活発であったが、ほとんど昼行性であったことが報告されている（Yamazaki et al. 2008)。今回の試験個体も薄明薄暮の時間帯が最も活動が活発であったが、深夜の活動は無かった（図 7)。一般的にクマは夜間活動すると思われているが、調査対象個体は、夜 20 時 17 分以降はほとんど活動することが無く睡眠時間帯である可能性が考えられた。活動時間帯から、採食時間帯を抽出して分析を行うと、最も多く認められた採食時間帯は、夕方 18 時 00 分と 18 時 10 分の 9 回（4.5 分間）であり、次に多かったのは、早朝 6 時 00 分と夕方 17 時 50 分、8 回（4 分）だった。採食物のデータと同じく個体差や地域、季節により変わる可能性もあり引き続きデータを蓄積しながら検討する必要がある。

今回、撮影された動画において、倒木堀り 4.5 分（0.43%)、土壌堀り 1.0 分（0.09%)、樹皮舐め 3.5 分（0.33%）が認められた。これらの行動は、昆虫を採食するための行動だと思われるが、画像に昆虫を観察することは無く詳細は不明である。

バイオロギング・ウェアラブルカメラ端末研究の課題と今後

バイオロギング・ウェアラブルカメラ端末を含め、機材を個体に装着する研究は原則対象個体の捕獲が必要であるが、季節や密度により捕獲の難易度が変わる。ツキノワグマの場合、捕獲数は春－夏季よりも秋季の方が多い（兵庫県 2021)。春から初夏にかけては、シシウド、アザミ、フキなどの草本の芽、葉、茎、ブナやミズナラなど広葉樹の芽、新葉、花など餌資源が豊富である（橋本・高槻 1997)。そのため餌による誘引が困難な季節であり捕獲が難しい時期であると考えられる。また、四国や紀伊半島のように個体数が少なく限られた分布域の場合（環境省自然環境局生物多様性センター 2019)、捕獲することは難しいため、機材装着は

困難であることが予想される。ほかの動物種、例えば捕獲が極めて困難な大型の鯨類の場合、調査船で個体に近づき呼吸のため海面に現れた時に長い棒（例えばポール）を用いて吸盤や接着剤でカメラやセンサーを背中の皮膚に装着させる方法が用いられている（e.g., Herman 2008）。クマを含む陸生大型動物の場合、新たな捕獲法の開発や鯨類のように捕獲せずに生体へ機材を装着する技術開発が、本法を発展させるために重要である。

また機材装着において少なからず個体に負担をかけることになる。今回、試験した機材は、動物福祉の上、行動の制約がかからないと考えられている個体の体重 5%以内の重量の機材を装着した（Aldridge and Brigham 1988）。しかし、より小型で重量の軽い機材の開発は必要である。現在のウェアラブルカメラの撮影稼働時間は、短時間でデータ収集量は限られている。機材を稼働させるバッテリーには、単位重量あたりの蓄電量が最も多いリチウムイオン電池を使用しているが、本機材の前実験では撮影可能時間は 3～4 週間程度であり課題である。今後は長期撮影にむけて蓄電量の多いバッテリーとメモリー量の多い記録媒体の利用が重要である。バッテリー量が増えると機材の重量が必然的に増える問題が発生する。近年カーボンナノチューブを用いたリチウム空気電池が開発され、現在製品化が待たれている（Nomura et al. 2017）。従来のリチウム電池と比べ軽量で 15 倍の蓄電量がある。また現在, SDXC カード容量で 2TB（SanDisk, U.S.A.）の製品があり記憶媒体の容量の観点からは、撮影時間の延長も可能となっている。今後、利用可能かどうか試験を実施する予定である。

今回使用したカメラのレンズは広角 28 mm であり焦点深度はメーカーの商品データに記載が無く不明である。今回の試験では、昆虫類を明確に撮影することは難しかった。そのため昆虫の種同定ができない画像が認められた。小さな昆虫類の撮影には、接写に適しているマクロレンズを選択することは可能だが、反対に遠方や広角画像の情報が取れなくなるといった問題が生じる。今後はレンズの改良や選択は重要な課題である。

本研究では、GPS 発信器による位置情報の取得は行わなかった。カメラ動画と GPS による位置情報を照合すれば、個体が好む生息地の情報がさらに明確になるであろう。

研究成果は、生態学の情報だけに限ることなく、野生動物とヒトとの軋轢、例えば農林業被害を軽減するためのデータにも利用できる可能性がある（Sartwell et al. 2009）。クマの場合、近年、人里への出没が社会問題化している。堅果類の餌資源の量で、出没頻度が変化することが先行研究で示されているが（藤木ほか 2011; 藤木 2022）、前述のとおり、ツキノワグマの採食物の種や量については不明な点も多い。今回の試験個体の例からも夏期の、しょう果類が重要な餌資源であると考えられたが、夏期の餌資源量と集落出没との関係はほとんど調査研究されていない。今後、調査の進展が期待される。本研究は、直接観察法を含む従来の方法では困難であった野生動物の生態の新たな側面を解明する萌芽的な研究手法の分析結果である。使用されるカメラやセンサーには、最先端の工学技術が使用されており、生態学と工学の融合が研究成果につながる手法でもある。バイオロギングによる研究手法を用いるには、機種の性能や動物福祉の問題など情報収集を続けながら活用することが重要である。

謝辞

機材の作製について、有限会社エコシス 飯泉誠氏より助言をいただきました。お礼申し上げます。本研究の成果の一部は、科学研究費助成事業（平成 24 年度）挑戦的萌芽研究（代表）課題番号 22658082、科学研究費助成事業（平成 27 年度）基盤研究 C（代表）課題番号 25450477 の研究助成を受けて実施しました。

引用文献

Aldridge HDJN, Brigham RM (1988) Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5% “rule” of radio-telemetry. Journal of Mammalogy, 69: 379–382

藤木 大介, 横山 真弓, 坂田 宏志 (2011) 兵庫県内におけるツキノワグマの出没変動パターンの地域変異とブナ科堅果の豊凶の影響. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 50–58

藤木 大介 (2022) 兵庫県におけるブナ科堅果の豊凶観測に基づいたツキノワグマの出没予測. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 79–93

橋本 幸彦, 高槻 成紀 (1997) ツキノワグマの食性:総説 哺乳類科学, 37(1): 1–19

Hashimoto Y, Kaji M, Sawada H, Takatsuki S (2003) Five-year study on the autumn food habits of the Asiatic black bear in relation to nut production. Ecological Research, 18: 485–492

Herman E (2008) Crittercam Deployments on Humpback Whales in Competitive Groups in Hawaii. Proceeding of The 2007 Animal-Borne Imaging Symposium 10 to 13 October 2007 Washington, DC, USA. National Geographic Society, Washington, DC, USA：33–37

兵庫県 (2021) ツキノワグマ管理計画 令和 3 年度事業実施計画 資料編. 兵庫県 pp.25

稲葉 一明 (2011) 兵庫県のツキノワグマの出没状況と対策.兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の現状と課題. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 1–17

環境省自然環境局生物多様性センター (2019) 平成 30 年度 (2018 年度) 中大型哺乳類分布調査報告書. pp.26

Kerrie A, Loyd T, Sonia M, Hernandez J, Carroll P, Kyler J, Abernathy G, Marshall J (2013) Quantifying free-roaming domestic cat predation using animal-borne video cameras. Biological Conservation, 160: 183–189

Koike S (2009) Fruiting phenology and its effect on fruit feeding behavior of Asiatic black bears. Mammal Study, 34: 47–52

Marshall G, Beier L, Rasch D, Bakhtiari M, Heithaus M (2004) CRITTERCAM: First Use of Animal-Borne imaging for direct observation of brown bear behavior and ecology in a

temperate rainforest of Alaska. The 15th Conference of International Bear Research and Management. San Diego, California:32–35

Marshall GJ, Bakhtiari M, Shepard M, Joliff M, Rasch D, Abernathy K, Tweedy J, Carrier JC, Heithaus MR (2007) An advanced solid-state animal-borne video and environmental data-logging device ("CRITTERCAM") for marine research. Marine Technology Society Journal, 44(2): 31–38

Masaki T, Takahashi K, Sawa A, Kado T, Naoe S, Koike S, Shibata M (2012) Fleshy fruit characteristics in a temperate deciduous forest of Japan: how unique are they? Journal of Plant Research, 125: 103–114

Matsubayashi H, Ahmad AH, Wakamatsu N, Nakazono E, Takyu M, Majalap N, Lagan P, Sukor JRA (2011) Natural-licks use by orangutans and conservation of their habitats in Bornean tropical production forest. Raffles Bulletin of Zoology, 59: 109–115

Moll RJ, Millspaugh JJ, Beringer J, Sartwell J, He Z (2007) A new 'view' of ecology and conservation through animal-borne video systems. Trends in Ecology & Evolution, 22: 660–668

長縄 今日子, 小山 克 (1994) 丹沢山地におけるツキノワグマの食性. 日本林学会論文集, 105: 539–542

Nomura A, Ito K, Kubo Y (2017) CNT Sheet Air Electrode for the Development of Ultra-High Cell Capacity in Lithium-Air Batteries. Scientific Reports, 7: 1–8

O'Brien TG, Kinnarird MF, Wibisono HT (2003) Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. Animal Conservation, 6: 131–139

O'Connell AF, Nichols JD, Karanth KU (2011) Camera traps in animal ecology: methods and analyses. Springer-Verlag, New York

大井 徹, 中下 留美子, 藤田 昌弘, 菅井 強司, 藤井 猛 (2012) 西中国山地のツキノワグマの食性の特徴について. 哺乳類科学, 52(1): 1–13

Yamazaki K, Kozakai C, Kasai S, Goto Y, Koike S, Furubayashi K (2008) A preliminary evaluation of activity-sensing GPS collars for estimating daily activity patterns of Japanese black bears. Ursus, 19(2): 154–161

Yasuda M (2004) Monitoring density and abundance of mammals with camera traps:a case study on Mount Tsukuba, central Japan. Mammal Study, 29: 37–46

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14: 110–121 2022
特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

第 7 章

ツキノワグマによる住居集合地等への侵入対応事例について

横山 真弓[1,2*]・廣瀬 泰徳[1]・野口 和人[1]
[1]兵庫県森林動物研究センター
[2]兵庫県立大学自然・環境科学研究所

要　点

- 近年増加しているツキノワグマによる住居集合地への侵入など危険案件について、「警察官職務執行法第 4 条第 1 項」および「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」よる対応事例をまとめた。
- 兵庫県では、特定鳥獣保護管理計画を策定した 2003 年から 2021 年現在までの 19 年間に通常の出没対応とは異なる危険案件は 21 件発生していた。多くが老齢及び事故等による衰弱個体であった。
- 突発的に発生する危険案件への現場対応に備えて、事前準備を行ってきたが、「捕獲されていない自由にクマが動きうる状態」に対応する対応者の知識や技術が不足していることが多く、2 つの法律の許可・命令や運用について現場での齟齬が発生したことで、最終的な対応まで時間を要することがあった。
- 兵庫県では、毎年担当者にクマの知識や出没対応に関する基礎研修を実施するほか、住居集合地域等への対応を警察と協議してきたが、情報伝達、麻酔銃の使用可能範囲などにして、さらに協議を重ねる必要がある。

Keywords: 警職法、人家侵入、衰弱、鳥獣保護管理法、麻酔銃

Case studies of measures for black bear invasion into areas where humans live

Mayumi Yokoyama[1,2*], Yasunori Hirose[1], Kazuhito Noguchi[1]
[1] Wildlife Management Research Center, Hyogo
[2] Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

Abstract: This report summarizes case studies of measures for invasions into residential areas or houses by black bears, according to “The Act on Protection and Control of Wildlife and Control of Hunting” and Article 4, Paragraph 1 of “The Police Duties Execution Act” in Hyogo Prefecture. There have been 21 reports of black bears in residential areas or in homes since 2003, when The Specified Wildlife Conservation and Management Plans for

受付日：2022 年 2 月 10 日、受理日：2022 年 2 月 25 日
* 責任著者：横山 真弓 ✉ yokoyama@wmi-hyogo.jp
〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野 940　兵庫県森林動物研究センター

black bear was formulated. Most of these bears were debilitated due to old age or traffic accidents. We have been preparing to deal with sudden and dangerous incidents in the field. However, from this case study, it can be considered that the knowledge and skills of responders may be insufficient. There were disagreements regarding permissions and enforcement of the two laws in some cases, and it took time to finalize the response. In Hyogo, seminars held every year provide an opportunity for concerned officers to learn about bear ecology and effective responses. Additionally, the prefecture has been working with the police on measures for residential areas. However, more preparations are needed, including consensus building and dissemination of range limits of anesthesia guns.

Keywords: debilitated, invasion of house, The Act on Control of Wildlife, The Police Duties Execution Act, tranquillizer gun

１．はじめに

近年クマ類による市街地への侵入は増加傾向にあり、その状況は、住居集合地での徘徊にとどまらず、人家や倉庫等への侵入まで発生しており、危険な事例が全国で報告されている(環境省 2021)。兵庫県では、ツキノワグマ（*Ursus thibetanus*、以下クマ）が絶滅の危機にあった 2000 年代前半でも、人家や倉庫へクマが侵入する事例は発生していた。2003 年の「ツキノワグマ保護管理計画」（兵庫県 2003）策定以降で記録が残る中で最も古いものは、2004 年 9 月 4 日に発生した人家侵入事例である (図 1)。この時はマスメディアで生中継されるなど、現場対応者だけでなくメディア関係者、地域住民が集まり、現場は騒然となった。当時は極めて稀な事例として、類似の案件に対する対応策は検討されなかった。しかし、個体数の増加傾向 (坂田ほか 2011; 高木 2022) が確認された 2012 年以降は、人家等への侵入な

図 1. 2004 年に人家に侵入したオスのツキノワグマ。
左) 人家に侵入している状態。右) 不動化後の状態。いずれも著しく衰弱状態であることがわかる。

どの緊急対応も増加傾向にある。「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」(以下、「鳥獣保護管理法」) では、住宅集合地等での発砲は禁止されているため、中山間地域においても集落内での猟銃による有害捕獲許可および麻酔銃の使用は許可されない。しかし、2010 年以降、全国でクマ類が市街地に出没、さらには建物内に侵入する事例が各地で発生したことから、警察庁は、2012 年にクマ等の住宅街への出没により現実的・具体的に危険が生じ特に急を要する場合には、「警察官職務執行法第 4 条第 1 項」 (以下、「警職法」) を根拠に、「人の生命・ 身体の安全等を確保するための措置として、警察官がハンターに対し猟銃を使用して住宅街に現れた熊等を駆除するよう命ずることができる」とする解釈を示した (「熊等が住宅街に現れ、人の生命・ 身体に危険が生じた場合の対応における警察官職務執行法第 4 条第 1 項の適用について」 (平成 24 年 4 月 12 日付け警察庁丁保発第 43 号ほか))。また、「警察官よりも先にハンターが現場に臨場する事態も想定されることから、当該ハンターの判断により、緊急避難 (刑法第 37 条第 1 項) の措置として熊等を猟銃を使用して駆除することも行いうる」としている。 環境省は、都道府県に対して、警察部局と密接に連携・協力するよう、また、緊急的な措置として発砲が必要な場合については、「警職法」に基づき発砲することが可能なことから、銃猟免許所持者や関係団体等と連携・協力し、適切に対応するよう求めたという経緯があった。

2015 年に現行の「鳥獣保護管理法」に改正され、人命にかかわる危険性を踏まえ、安全かつ確実に実施できる状況であれば、鳥獣保護管理法第 38 条の 2 が適用され、住居集合地域等での麻酔銃の使用が可能となった (ただし、通常はニホンザルなどを想定) (環境省 2016)。

しかし、実際には、住居集合地域等で安全が確保される状況は少ないため、「鳥獣保護管理法」の適用可能な状況は限られる。また、「警職法」の発令には、「ツキノワグマが現に暴れまわっている、あるいは人が襲われて『危険な状態』」である場合に限られるとして、発令されない場合や発令まで時間を要する場合が多い現状にある。その間、住民は生活が制限され、自宅から退避を強いられるなど数日に渡って日常生活に支障を及ぼした事例もあった。また、現場の対応者は長時間、あるいは数日にわたって、危険案件への対応を余儀なくされていた。現状では、現場の対応者の多くは、「捕獲されていない自由にクマが動きうる状態(以下、フリーのクマ)」に対応する知識や技術、装備類など不十分である場合が多く、現場判断も困難な場合が多い。

本来、クマ類が人家や人家周辺で発見された場合は、発見後速やかに対応することが望まれる。兵庫県では、2003 年～2021 年までに人家侵入等、通常とは異なる対応事例が 21 件あり、いずれも現場から関係者への正確な情報伝達、必要な対応者の選定にあたっての現場調整などにおいて混乱が生じ、最終判断や合意までに時間のかかる状況が繰り返されている。これには、県、市町、警察署などの現場対応者の間で「鳥獣保護管理法」に基づく判断と「警職法」に基づく判断に大きな溝があるのが一因となっている。こうしたなかで、2021 年度は対応が 1 日で終わらない案件が 3 件発生し、改めて現場対応に必要な情報整理の必要性が高まった。

以上の観点から、本論では、これまでの対応事例のうち、警察との調整が必要だった主な

事例を紹介し、今後、類似の事例が発生した際に速やかな対応ができるよう現場対応の準備や体制整備強化に役立てることを目的とした。

２．特殊対応の事例

本県における特殊な対応が必要だった事例 21 件の内訳を図 2 に示した。住居集合地等におけるうずくまりや、人家侵入の要因としては、子グマの衰弱、老齢による衰弱、事故による衰弱がほぼ同じ数で発生していた。ただし、子グマによる事例では交通事故やオスによると思われる咬傷、不明衰弱など様々な要因が含まれていた。なお、ここでは、住居集合地等における対応でも通常の追い払いや追い払い後の有害捕獲で対応可能だった事例は含まれていない。このうち、5 つの対応事例を以下に挙げる。

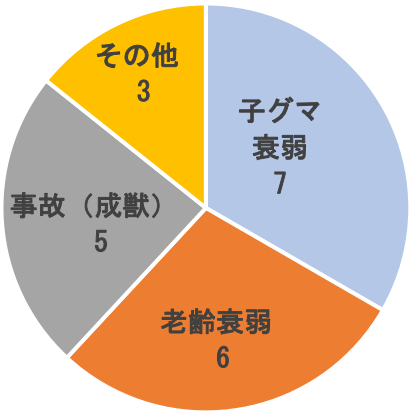


図 2. ツキノワグマ出没対応のうち特殊な対応事例の要因内訳

事例１：「警職法」による対応（2012 年 12 月 18 日）

兵庫県において、最初に「警職法」が発令された事例は、2012 年 12 月 18 日（火）にクマの生息地近くの中山間地域集落内で発生した、住宅裏の倉庫侵入事例である（図 3）。12 月 6–17 日までの間、集落内で複数回のクマの出没・目撃情報が通報されていた。その通報の内容は、「農機具小屋から出てきた」、「除雪作業中に後ろから接触・威嚇してきたところを除雪機で防御した」、「集落内のコンポストをあさっていた」などであった。18 日当日は、倉庫内でうずくまっているクマを住民が発見した。住民からの通報により、警察署及び県、市が現場に駆け付け、現場判断と協議の結果、前日まで動き回っている状態であったことから

図 3. 2012 年 12 月 18 日に倉庫侵入したツキノワグマを「警職法」により対応した事例。
左）侵入していた倉庫　右）捕獲後の状況。

「警職法」が発令され、銃猟による殺処分となった。複数の目撃情報から、現に人身事故の危険性が高まった場面が複数あったことから、動き出す危険性が高いと判断された。

殺処分された個体は、過去に隣接する地域で複数回の捕獲歴があった 46 kg の成獣メスであった。兵庫県では、捕獲個体について全頭モニタリングを行っていたため（横山ほか 2022)、個体は森林動物研究センターに搬入され、解剖調査が行われた。その結果、推定年齢は過去の記録から 21 歳と老齢であり、顔面を中心に全身に深刻な疥癬症とみられる症状、腹部と頸部に腫瘤、皮下に膿瘍があり、健康状態が悪化していたか、老衰状態であったと判断された。

事例２：「警職法」による対応（2021 年 11 月 28 日-30 日）

本事例は、2021 年 11 月 28 日（土）の朝 8 時ごろ、平野部の商業施設や住宅が密集する市街地で発生した。住民が自宅勝手口に隣接する倉庫に大きなクマがいるのを発見し、通報したものである。市、県農林振興事務所、警察、森林動物研究センター職員が現場確認を行ったが、丸まった状態で、100 kg ほどあるとみられ、毛艶も良いことから衰弱等はないものと判断された。しかし、動く様子は見られず、うずくまったままの状態が続いていた（図 4)。住居集合地域等に該当する場所であるため、猟銃・麻酔銃ともに「鳥獣保護管理法」に基づく発射は不可能な状態と判断された。最初の段階では、クマが動き出す可能性は低いと判断され、麻酔銃での対応が検討された。結果的には、「警職法」に基づく発砲命令は、出せないとの判断が下り、麻酔銃による対応もできないことになった。そのため、警察署員、市職員が監視を続け、住民の安全確保を図ることとなった。その後の情報として、前夜に住宅近くの線路で、列車が動物と接触していたとの情報があった。

翌 29 日（日）朝になってもクマは同じ場所にとどまっている状態であったが、横臥状態で、徐々に前足を動かす、頭を動かす、音に反応するなどの動きがあった。前日より現場では、「警職法」の適用を要望したが、「現にクマが暴れておらず、現状は危険がまだ発生していない」との認識から県警は法の適用外と判断し、前日同様警察署員、市職員が監視を続けることとなった。しかし、夕方になっても膠着状態が続いたことで、住民のいら立ちもつのる状況となった。その後も、本県鳥獣対策課及び県警での話し合いが続けられた。現場では、徐々にクマが動き出す可能性が高まってきており、この段階での麻酔銃による対応は、2 次被害への危険性が高すぎるため対応はできないと判断された。最終的には、11 月 30 日（月）の 10 時過ぎに「警職法」による発砲命令が県警から発令され、昼過ぎに装薬銃による殺処分が行われた。個体は成獣のオスで、体重は 131 kg、推定年齢 16 歳、過去に 2 回近隣市町において捕獲歴があった。解剖の結果、右側の脇から背面、大腿部まで内出血は見られたものの外傷、内臓破損、骨折などは見られなかった。何等かの理由で強く右側面を打撲していたと考えられたが、栄養状態は極めて良好であり、自然死亡する可能性は低く、冬眠期と重なり、動けない状態となったものの回復して動き出す可能性もあったと推定された。

図 4. 2021 年 11 月 28 日 (土) に人家隣接倉庫に侵入したツキノワグマ対応事例
左) ツキノワグマの状況　右) 殺処分後のツキノワグマ。栄養状態は良好であった。

事例３：「鳥獣保護管理法」による対応（2014 年 11 月 10 日）

本事例は、2014 年 11 月 10 日（月）朝 8 時ごろに、平野部市街地にある企業敷地内の側溝内にクマがおり、衰弱していると通報が寄せられたものである。ただし、側溝の隙間から威嚇し、走ったとの情報も寄せられた。県農林振興事務所、市、警察、森林動物研究センターで現地確認を行い、衰弱状態であるとの確認ができたことから、傷病のクマと判断された。また企業敷地内で周辺の安全確保が可能であったことから、「鳥獣保護管理法」施行規則第 5 条の 1「鳥獣の保護に係る行政事務の遂行」に基づき、傷病個体に対し麻酔銃で不動化を行った。不動化後は、怪我の状況が深刻であり、予後不良との判断が行われ安楽殺が行われた。個体は 0 歳のオスであった。また、解剖結果から左側面で骨折が複数見られ、肝臓の一部が損傷していたことから交通事故により衰弱していたと考えられた。

事例４：「鳥獣保護管理法」による対応（2017 年 7 月 13 日）

本事例は、2017 年 7 月 13 日 (木) 昼過ぎに、中山間地域の集落山側にある神社本殿の軒下にクマがいすわっているとの通報が、近隣で住居解体を行っていた作業員から寄せられた (図 5)。県農林振興事務所、市、警察、森林動物研究センターが現地で確認し、最初の対応として、爆竹による追い払いを実施することとなった。そのため、防災無線により住民に屋内に留まるよう退避指示を呼びかけ、爆竹による追い払いを 4 回ほど実施した。しかし、クマが動き出す様子はなく、改めてクマの状態を確認し、軒下の仕切りのある狭い空間に閉じ込められた状態であり、衰弱が著しく動ける状況にないことが判明した。周囲の安全確保が可能であること及び周辺人家から離れていることから発射制限違反でないことを警察官に確認し、傷病のクマとして、「鳥獣保護管理法」施行規則第 5 条の 1「鳥獣の保護に係る行政事務の遂行」に基づき、麻酔銃での対応となった。麻酔銃を 2 回発射し、不動化を行った。不動化完了後、発見者である解体業者の協力を得て、床をはがし、クマを運び出した。しかし、衰弱状態が著しく、動き出す様子がなかったことから、野生に戻すことが困難と判断し、安楽殺とした。個体は成獣メスで推定年齢 17 歳であった。著しい疥癬症であり、背中に外傷もあった。解剖結果においても皮下に膿瘍を確認した。

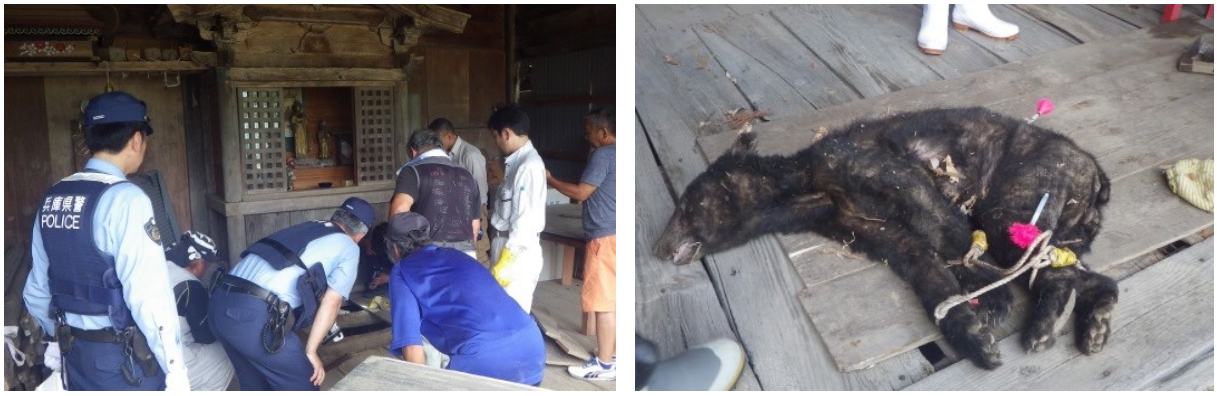


図 5. 2019 年 7 月 13 日に神社本殿床下に侵入したツキノワグマの対応状況
左) 不動化後床下から運び出す作業　右) 不動化後のツキノワグマ

事例５：「鳥獣保護管理法」による対応（2021 年 10 月 31 日）

本事例は、2021 年 10 月 31 日(日)に中山間地域の平野部で住居が点在する住居敷地内(ウッドデッキ)に、クマがいるところを室内にいた住民が発見したものである。森林動物研究センターに寄せられた第一報は、「人家が点在している地域で、人家横で柿を食べていた成獣のクマが民家のウッドデッキで居座っている、熟睡している」というものであった。この情報からは、採食する能力があるため、自由に動き回ることができる状態と判断された。そのため、対応方法としては、住民を避難させてクマが移動するのを待つか、「警職法」での殺処分を検討するかの 2 択となった。第一報から、1 日目は元気な状況である可能性が高いと判断され、個体が移動するのを待つこととなった。

しかし、翌日早朝に衰弱している様子であることが伝わってきたことから、森林動物研究センター職員が現場に出動し、クマの状況を目視し、著しい衰弱状況であることを確認した(図 6)。本案件では、「鳥獣保護管理法」第 38 条の 2 第 2 項及び法律施行規則第 46 条の 2 第 1 項の規定に基づき、住居集合地域等における麻酔銃の使用が適応可能かどうかの検討を行った。

装薬銃による捕獲方法では、①弾丸が住宅に達する恐れがあったこと（第 38 条の 3)、②「警職法」の適用については現にクマが暴れておらず、人の生命、財産等に重大な被害を及ぼす恐れがないこと、③住宅所有者から発砲の同意が得られなかったことから実施は不可能と判断された。森林動物研究センター職員が目視により老齢で四肢が麻痺状態で動けないほどの衰弱状態と判断することができたため、県に麻酔銃による許可を申請し、同時に環境省に確認作業を行った。麻酔銃による許可が下りた時点で不動化作業と安楽殺処分を行った。麻酔銃を発射した際に、万が一クマが逃げることを想定しなければならなかったため、事前の危害防止措置として、地域住民に実施予定時刻、場所、捕獲方法について町内放送を行い、作業時間中半径 200 m 以内の地域住民を退去させた。この個体は、31 kg の成獣メスで過去に捕獲された記録はなく、歯の摩滅状況や削痩、白髪の状態から老齢個体と推定された。その後の解剖により、皮下に複数の膿瘍、肝臓の白斑、腋窩リンパの肥大、歯肉の陥没などが確認され、老衰による自然死亡の手前の状態であったと判断された。

図 6. 2021 年 10 月 31 日 (日) に人家ウッドデッキに侵入したツキノワグマの状態
左) 1 日目の状態。伏臥位で目をあけた状態　右) 2 日目の状態で横臥位となり動かない状態。いずれも住民撮影。

３．クマ出没対応の現状の体制

森林動物研究センターでは、毎年県、市町等の鳥獣対策担当職員への獣害対策基礎研修において、クマに関する基本的な知識や出没対応についての研修会を実施している。これらは頻繁に起こる集落周辺のカキを中心とした誘引物管理や有害捕獲・錯誤捕獲対応、人身事故防止対応を主とした研修会である。出没が多くなると想定される年には、出没対応に慣れていない県農林振興事務所や市町への研修会も別途開催している。しかし、少数案件である住居集合地等への侵入対応については、鳥獣担当者への研修は行ってこなかった。

そこで、森林動物研究センターでは、クマが人の生活圏で徘徊あるいは、何らかの要因で住居集合地等に入り込み拘束されずに留まっている状況に対して、2018 年に「現場にフリーなクマがいる場合」をまとめた (章末資料 1)。また主な出没地となる 2 つの農林振興事務所がそれぞれ主催して、関係する市町、警察、森林動物研究センターとの打ち合わせ会議を行った。また、その後、森林動物研究センターと農林振興事務所は、主な出没地域の 3 つの警察署に対して、個別に対応協議の場を持つなど今後の対応について議論を行ってきた。

しかし、今回示した 2021 年の事例 2 のように、極めて危険で予測不能な状況の住居地への侵入に対して、長時間にわたって「警職法」が発令されず、対応が遅れた事例が発生した。事後の検証では、クマが列車事故等による打撲により動けなくなっていたものの、徐々に回復し動き出す可能性も示唆された。人家侵入で明らかな衰弱で動けない状況を確認できた時以外は、何らかの刺激で動き出す可能性も高かった。事例 2 のような場合は、多くの住民の安全を守るために速やかな「警職法」の発令が必要である。

また、現場では麻酔銃を使用しての対応の要望が多く寄せられる。しかし、麻酔銃の特性として、①麻酔が効果を発揮し、不動化状態になるには最低 10 分以上の時間を要する②麻酔銃は射程距離が短く、確実に命中させるためには至近距離 (10 m 位) まで接近する必要がある、③成獣のクマでは 2 発以上の投薬器を命中させる必要があるため、フリーなクマへの

連続投薬は不可能である、などの課題が挙げられた。森林動物研究センターでは、麻酔銃はあくまでも、錯誤捕獲等わなでクマが拘束されていることを条件に使用している。これらの事例から改めて、関係者には麻酔銃の限界を十分に認識してもうための努力が必要であることが明らかとなった。緊急を要する現場で、法の解釈や議論による適切な措置の遅延などが生じないように、可能な対応方法の判断を早めるための事前準備が必要であると考えられた。

４．今後の課題

今回の事例にあるように、人家や倉庫などの建物内や敷地内への侵入の多くは、老齢個体もしくは交通事故等による衰弱個体により発生していた。ただし、その状況は、事例によりさまざまで、フリーなクマに接近して観察可能な事例は限られる。たとえ外見から動けない状況と判断され麻酔銃を用いた対応を行う場合でも、万が一の緊急事態のための対応が必要となることから、「現に動いていないが、動き出す可能性の高い状況」でも住居集合地では、「警職法」の発令が必要な場面は多いと考えられた。

2019 年以降は、年に 2、3 件住居集合地等への侵入があり、対応が難しい案件に直面する機会が増加している。そのため、頻繁に発生する事案として、関係者間で改めて対応を検討する機会が必要である。また、事例 5 の第一報にあった「住居近くのカキの実を食べていた」という情報は 2 週間前の情報であり、当日のクマの話とは別の件であることが、事後になってわかった。現場では様々な情報が錯綜し、対応者に正確な情報が伝わらないことを示すものであった。そのため、人家等への侵入時には、現場に最初に入る市町職員や警察官等へ必要な情報のチェックリストを作成するなど正確な情報伝達のための改善が必要である。

麻酔銃の使用にあたっては、捕獲完了後もしくはそれに相当する状況、もしくは「警職法」による命令がある場合に限って使用可能であることを事前協議で周知する必要がある。

今回の事例は、結果として「鳥獣保護管理法」に基づく麻酔銃使用や「警職法」による住居集合地での発砲命令が適切に発令されたため、大きな事故を回避することができたが、限られた人材のなかでかろうじて対応しているのも事実である。休日対応を余儀なくされることもあったが、技術のある関係者が当日対応できないことも想定した体制を検討することが重要である。さらに章末資料 2 に示すように、ツキノワグマの出没対応には様々な状況があり、兵庫県では日常的に対応を行うための体制を整えてきてはいるものの、2021 年のように対応数が多くなり、危険案件も増加してきているため、クマとの適切な共存に向けた体制の強化が必要である。

謝辞

危険で厳しい現場対応にご尽力いただいた方々に御礼申し上げます。また、関係者から貴重な映像写真等の資料提供を受けました。

引用文献

兵庫県 (2003) ツキノワグマ保護管理計画. 兵庫県, 神戸

環境省 (2016) 住居集合地域等における麻酔銃の取り扱いについて―市街地や集落に出没した野生鳥獣への対応のために. 環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護管理室

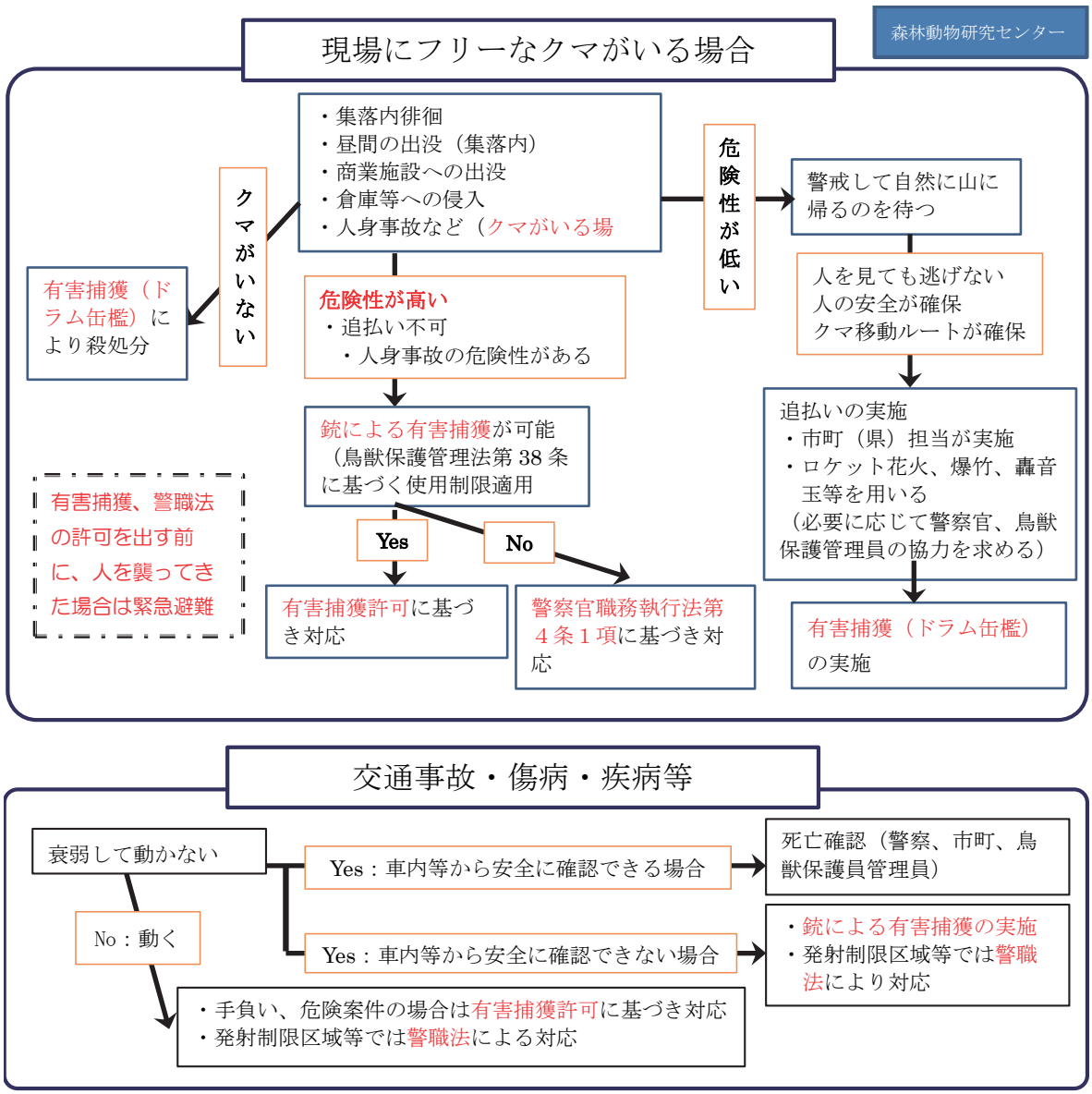
環境省 (2017) 特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン (クマ類編・平成 28 年度). 環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護管理室

坂田 宏志, 岸本 康誉, 関 香奈子 (2011) 兵庫県におけるツキノワグマの生息動向と個体数の推定. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 3: 26–38

高木 俊 (2022) 兵庫県における捕獲再捕獲法を基にしたツキノワグマの個体数推定の経緯. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 63–78

横山 真弓, 野口 和人, 廣瀬 泰徳 (2022) ツキノワグマの捕獲個体モニタリング体制の構築. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 49–62

資料 1



【連絡体制】

農林事務所→森林動物研究センター、鳥獣保護管理員
↑
目撃者→**市　町**→関係区長、捕獲班（猟友会）
↑　↓
目撃者→警　察

【現地対応】

市町、警察、農林事務所、捕獲班（猟友会）関係区長等
鳥獣保護管理員、（必要に応じて森林動物研究センター）

【有害捕獲対応】

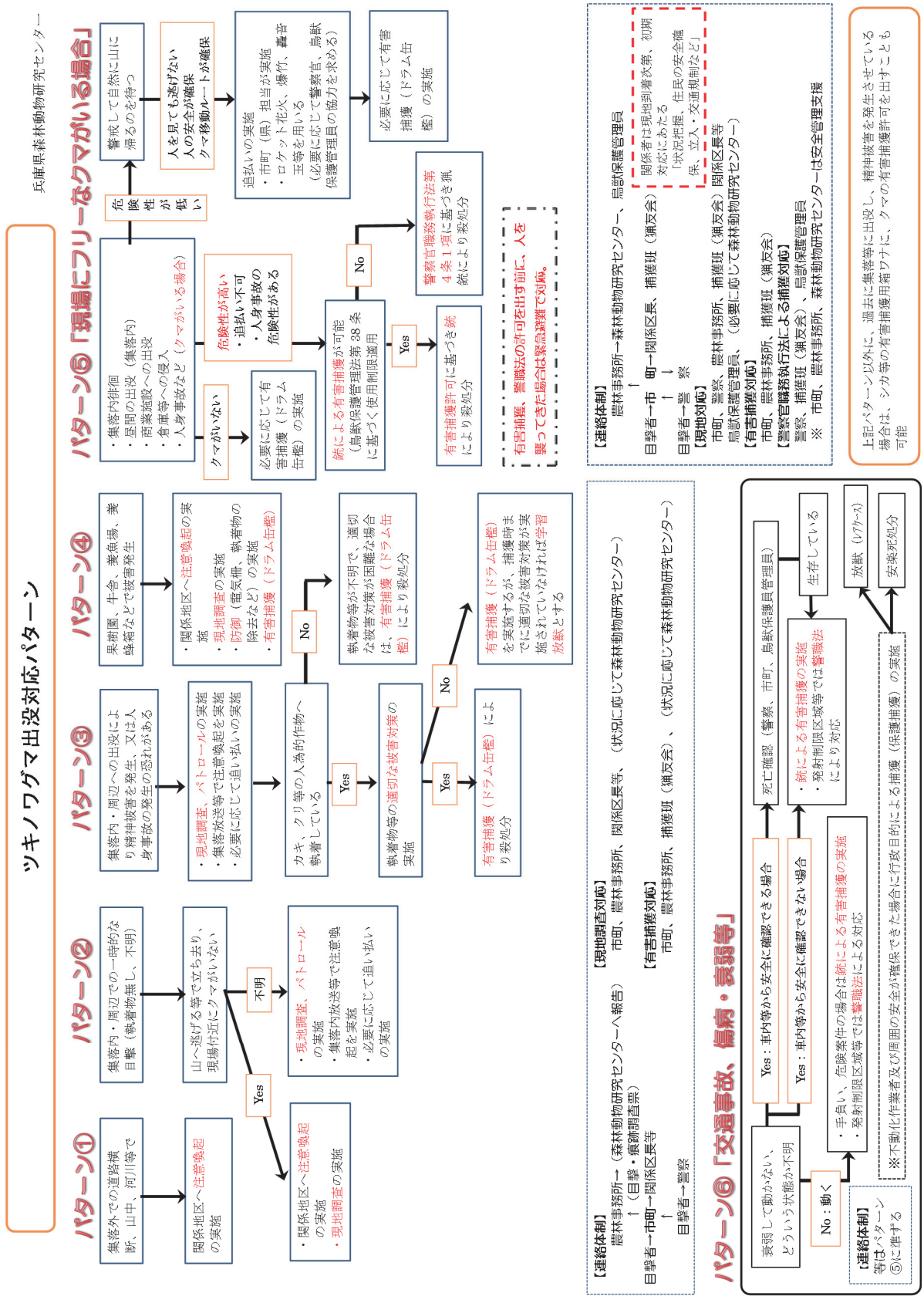
市町、農林事務所、捕獲班（猟友会）

【警察官職務執行法による捕獲対応】

警察、捕獲班（猟友会）、鳥獣保護管理員
※　市町、農林事務所、森林動物研究センターは安全管理支援

関係者は現地到着次第、初期対応にあたる
「状況把握、住民の安全確保、立入・交通規制など」

資料 2


兵庫県森林動物研究センター
ツキノワグマ出没対応パターン
パターン①
集落外での道路横断、山中、河川等で
関係地区へ注意喚起の実施
パターン②
集落内・周辺での一時的な目撃（執着物無し、不明）
山へ逃げる等で立ち去り、現場付近にクマがいない
Yes
不明
・関係地区へ注意喚起の実施
・現地調査の実施
・現地調査、パトロールの実施
・集落内放送等で注意喚起を実施
・必要に応じて追い払いの実施
パターン③
集落内・周辺への出没により精神被害を発生、又は人身事故の発生の恐れがある
・現地調査、パトロールの実施
・集落放送等で注意喚起を実施
・必要に応じて追い払いの実施
カキ、クリ等の人為的作物へ執着している
Yes
No
執着物等の適切な被害対策の実施
Yes
No
有害捕獲（ドラム缶檻）により殺処分
執着物等が不明で、適切な被害対策が困難な場合は、有害捕獲（ドラム缶檻）により殺処分
パターン④
果樹園、牛舎、養魚場、養蜂箱などで被害発生
・関係地区へ注意喚起の実施
・現地調査の実施
・防御（電気柵、執着物の除去など）の実施
・有害捕獲（ドラム缶檻）
有害捕獲（ドラム缶檻）を実施するが、捕獲時までに適切な被害対策が実施されていなければ学習放獣とする
パターン⑤「現場にフリーなクマがいる場合」
・集落内徘徊
・昼間の出没（集落内）
・商業施設への出没
・倉庫等への侵入
・人身事故など（クマがいる場合）
危険性が低い
警戒して自然に山に帰るのを待つ
人を見ても逃げない
人の安全が確保
クマ移動ルートが確保
危険性が高い
・追払い不可
・人身事故の危険性がある
クマがいない
必要に応じて有害捕獲（ドラム缶檻）の実施
追払いの実施
・市町（県）担当が実施
・ロケット花火、爆竹、轟音玉等を用いる
（必要に応じて警察官、鳥獣保護管理員の協力を求める）
必要に応じて有害捕獲（ドラム缶檻）の実施
銃による有害捕獲が可能（鳥獣保護管理法第 38 条に基づく使用制限適用
No
Yes
警察官職務執行法第 4 条 1 項に基づき銃により殺処分
有害捕獲許可に基づき銃により殺処分
有害捕獲、警職法の許可を出す前に、人を襲ってきた場合は緊急避難で対応。
【連絡体制】
農林事務所→森林動物研究センター、鳥獣保護管理員
↑
目撃者→市　町→関係区長、捕獲班（猟友会）
↑　↓
目撃者→警　察
【現地対応】
市町、警察、農林事務所、捕獲班（猟友会）関係区長等
鳥獣保護管理員、（必要に応じて森林動物研究センター）
【有害捕獲対応】
市町、農林事務所、捕獲班（猟友会）
【警察官職務執行法による捕獲対応】
警察、捕獲班（猟友会）、鳥獣保護管理員
※　市町、農林事務所、森林動物研究センターは安全管理支援
関係者は現地到着次第、初期対応にあたる
「状況把握、住民の安全確保、立入・交通規制など」
上記パターン以外に、過去に集落等に出没し、精神被害を発生させている場合は、シカ等の有害捕獲用箱ワナに、クマの有害捕獲許可を出すことも可能
【連絡体制】
農林事務所→（森林動物研究センターへ報告）
↑（目撃・痕跡調査票）
目撃者→市町→関係区長等
↑
目撃者→警察
【現地調査対応】
市町、農林事務所、関係区長等、（状況に応じて森林動物研究センター）
【有害捕獲対応】
市町、農林事務所、捕獲班（猟友会）、（状況に応じて森林動物研究センター）
パターン⑥「交通事故、傷病・衰弱等」
衰弱して動かない、どういう状態か不明
No：動く
【連絡体制】
等はパターン⑤に進める
・手負い、危険案件の場合は銃による有害捕獲の実施
・発射制限区域等では警職法による対応
Yes：事内等から安全に確認できる場合
Yes：事内等から安全に確認できない場合
死亡確認（警察、市町、鳥獣保護員管理員）
・銃による有害捕獲の実施
・発射制限区域等では警職法により対応
生存している
放獣（リアース）
安楽死処分
※不動化作業者及び周囲の安全が確保できた場合に行政目的による捕獲（保護捕獲）の実施

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14：122–132　2022
特集：「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

第　8　章

兵庫県におけるツキノワグマにみられた *Hepatozoon ursi* および *Dirofilaria ursi* の感染と乳腺癌事例

大田 康之[1*]・石川 修司[1]・野口 和人[1]・片山 淳之介[1]
[1]兵庫県森林動物研究センター

要　点

- 兵庫県に生息するツキノワグマの肺で、原虫 *Hepatozoon ursi* の感染が確認された。
- *Hepatozoon ursi* の感染は、年齢、性別に特異性はなく、兵庫県内の東中国地域個体群、近畿北部地域個体群で感染が確認されたおそらく初めての事例である。
- *Dirofilaria ursi* は、全ての個体で寄生しており、肺の血管内に多数のミクロフィラリアがみられた。
- 乳腺癌（単純癌）を形成している個体が 1 例みられた。
- ツキノワグマの肝臓で、ラングハンス巨細胞を伴う肉芽腫性炎がみられたが、抗酸菌、細菌、カビの関与は否定されたが原因の特定には至らなかった。

Keywords: 単純癌、肉芽腫性炎、原虫、線虫、ミクロフィラリア、ラングハンス型巨細胞

Case reports on *Hepatozoon ursi* and *Dirofilaria ursi* infections and breast adenocarcinoma in Japanese black bear from Hyogo Prefecture, Japan

Yasuyuki Ohta[1], Shūji Ishikawa[1], Kazuhito Noguchi[1], Junnosuke Katayama[1]
[1] Wildlife Management Research Center, Hyogo

Abstract: We reported *Hepatozoon ursi* infections in the lungs of Japanese black bears from Hyogo Prefecture, Japan. The infections did not show age- or sex-specificity. This may be the first report of *H. ursi* infections in the eastern Chūgoku and northern Kinki populations of Japanese black bear in Hyogo Prefecture. All 10 bears were infected by *Dirofilaria ursi*, and many microfilariae were observed in the pulmonary blood vessels. Granulomatous inflammation with Langhans giant cells in the liver was observed in two bears. The factor causing inflammation was not determined, and tests for acid-fast bacterium, bacterium, and fungi were negative. Breast adenocarcinoma was observed in one bear.

受付日：2022 年 2 月 14 日、受理日：2022 年 3 月 3 日
* 責任著者：大田 康之　✉Yasuyuki_Oota@pref.hyogo.lg.jp
〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野 940　兵庫県森林動物研究センター

Keywords: granulomatous inflammation, Langhans giant cells, microfilaria, Nematoda, Protozoa, simple carcinoma

１．はじめに

兵庫県に生息するツキノワグマ（*Ursus thibetanus japonicus*、以下クマ）は、絶滅が危惧されていたことから、1996 年から県によって狩猟捕獲が禁止されてきた。2015 年当初の推定生息数が中央値で 800 頭を超え、絶滅の危機を脱するまでに増加したと判断されたことから、条件付きで狩猟が 20 年ぶりに解除された（野口ほか 2022)。その後、2019 年当初の推定生息数が 800 頭未満に減少したことを受けて 2020 年度から狩猟を再び禁止しているが(野口ほか 2022)、狩猟による捕獲が許可されていた間、捕獲個体の一部が食肉として利用された可能性がある。一方、クマによる人身被害等を防除するため有害鳥獣捕獲許可に基づき捕獲された個体については、2019 年まで全て研究材料として県が回収し調査する体制となっていたが、オスのモニタリングデータが十分に蓄積したことと捕獲数の増加を受けて 2019 年 9 月より捕獲個体の回収・解剖をメスに限定することとなり、オスについては捕獲現場での計測などの後、捕獲者による有効活用が可能となった（横山ほか 2022)。2020 年から捕獲個体の一部が食肉として利用されている。

野生鳥獣の肉は、ジビエ料理として観光の目玉になるなど食肉としての利用が盛んになっている反面、飼料や健康状態を管理して衛生的に生産される家畜の肉とは異なる。野外で生息するために採食物が一定ではないことや、人獣共通伝染病を保有している可能性がある。消費者の知識不足により適切な処理をしないまま食すことで、旋毛虫（トリヒナ）や肺吸虫などの寄生虫をはじめ、病原性大腸菌、サルモネラ属菌などによる食中毒事例等が全国的に発生している（厚生労働省 2016)。野生鳥獣の食肉利用について、国は「野生鳥獣肉の衛生管理に関する指針」（厚生労働省 2014; 以下、ガイドライン）を、県では「鳥獣処理加工指導要領」（兵庫県 1983; 以下、県要領）を制定し、捕獲から運搬、処理、加工、調理、販売、消費の各過程で、衛生的な取り扱いの推進を図っている。

本章では、有害捕獲された個体に対して、解剖時に異常のみられた組織の病理組織検査を実施したところ、ガイドラインでの異常や廃棄対象となる所見がみられたので報告する。

２．材料と方法

2020 年 6 月から 2021 年 10 月までに有害捕獲後に殺処分された 10 個体（表 1）を対象に、解剖時に主要臓器である肝臓、心臓、腎臓、肺、脾臓を中心に付属リンパ節、腫瘤などの病変を目視で検索した。肉眼所見がみられた場合はその部位を、見られなかった場合は臓器の実質、間質が入るように組織を採材した。20%中性緩衝ホルマリン溶液で組織を固定後、パラフィン包埋し、定法により連続切片を作製、ヘマトキシリン・エオジン染色（以下、HE 染色)を実施し光学顕微鏡で観察した。病原体の確認のために、細菌の関与が疑われた事例につい

ては、細菌の菌体を染めるメチレンブルー染色（以下、MB 染色)、抗酸菌を得意的に染めるチールネルゼン染色（以下、TN 染色)、カビなどの真菌を染める過ヨウ素酸シッフ反応（以下、PAS 反応)、腫瘍病変に対しては、転移の可能性や良性悪性などの性質を調べる必要があるために、線維素を染めるマッソントリクローム染色（以下、MT 染色)、リンタングステン酸ヘマトキシリン染色（以下、PTAH 染色）を実施した。染色の方法は月刊 Medical Technology (1988) に従った。なお原虫が確認された場合は、哺乳類に広く感染し、人獣共通伝染病であるトキソプラズマかどうかを、虫体を得意的に染色する免疫染色（酵素抗体法）で確認した。

表 1. 検体としたツキノワグマの詳細

検体番号	捕獲場所	捕獲年月	性別	推定年齢 ※1	体重(kg)	全長(mm)	個体群名 ※2
1	養父市	2020/6	オス	9	47.3	1180	H
2	養父市	2020/8	メス	1	7.4	640	H
3	養父市	2020/8	オス	8	64.9	1230	K
4	豊岡市	2020/9	メス	8	86.4	1430	K
5	朝来市	2020/9	オス	12	42.6	980	H
6	養父市	2020/9	オス	5	54.6	1180	K
7	豊岡市	2020/9	メス	12	84.0	1280	K
8	豊岡市	2020/9	メス	8	70.9	1140	H
9	養父市	2021/7	メス	24	41.9	805	H
10	香美町	2021/10	メス	11	53.1	1110	H

※1　年齢査定は第一小臼歯の歯根部位を薄切、ヘマトキシリン染色を実施し、年輪をカウントした

※2　H：東中国地域個体群　K:近畿北部地域個体群

３．結果と考察

検体としたツキノワグマのうち 1 個体については幼獣（1 歳）であるが、他は 5 歳以上の成獣であり、最も老齢のものは 24 歳であった（表 1)。病理解剖・組織所見の概要を表 2 に示す。

表 2. 病理解剖・組織所見

検体番号	解剖所見			病理組織所見			
	外貌	頸部～胸部	肝臓	腫瘤	肺		肝臓
					線虫	原虫	
1	著変なし	線虫＋	鋸屑肝	―	幼虫＋	＋	肉芽腫性炎
2	著変なし	線虫＋	著変なし	―	幼虫＋	＋	著変なし
3	著変なし	線虫＋	著変なし	―	幼虫＋	＋	著変なし
4	著変なし	線虫＋	鋸屑肝	―	幼虫＋	＋	肉芽腫性炎
5	著変なし	線虫＋	著変なし	―	幼虫＋	＋	著変なし
6	著変なし	線虫＋	著変なし	―	幼虫＋	＋	著変なし
7	著変なし	線虫＋	著変なし	―	幼虫＋	－	著変なし
8	著変なし	線虫＋	著変なし	―	幼虫＋	＋	著変なし
9	著変なし	線虫＋	著変なし	―	幼虫＋	＋	著変なし
10	胸部腫瘤	線虫＋	著変なし	乳腺癌	幼虫＋	＋	著変なし

異常のみられなかった臓器は省略。鋸屑肝は、肝臓表面に形成した微小で多数の白斑の総称で、病理組織検査では多発性巣状壊死等。

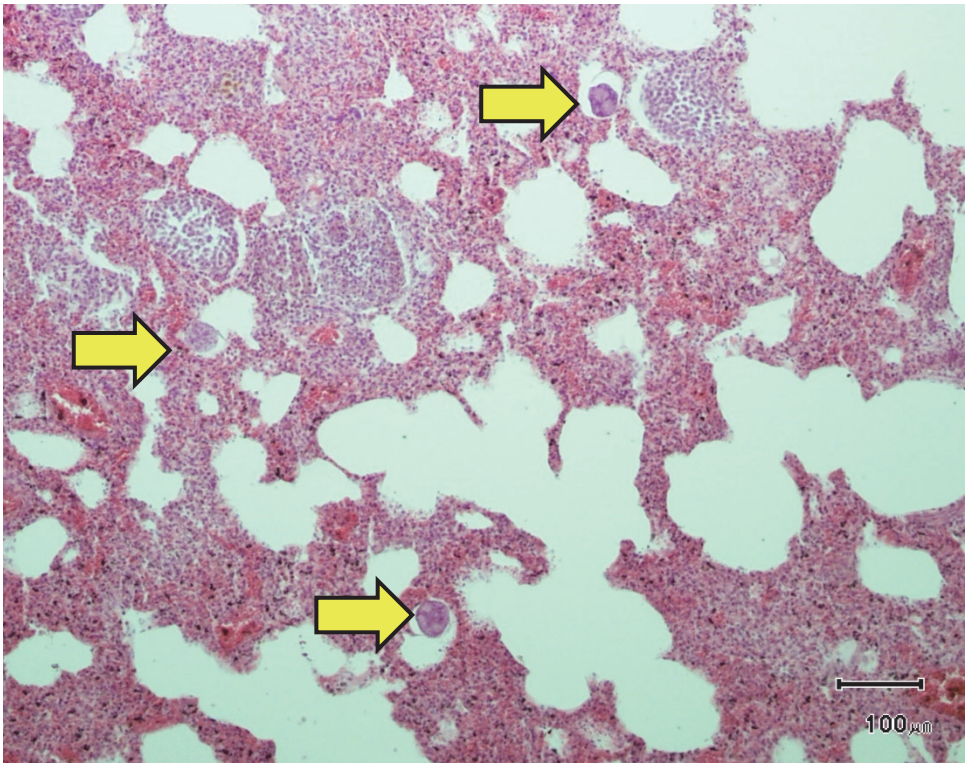
（1）ヘパトゾーン *Hepatozoon ursi* 感染事例

解剖所見では 10 個体すべてにおいて肺に顕著な異常はみられなかったが、病理組織検査において 10 個体中 9 個体で原虫様の寄生虫を確認した（図 1a,b)。食肉に利用することを想定し、トキソプラズマを否定するために免疫染色を実施したところ陰性であった。確認されたシゾントの形状と大きさ（46.5 ± 14.9 × 43.5 ± 14.2 µm; 長径×短径, 平均±SD)、組織への病変形成が乏しい点が、ヘパトゾーンの一種 *Hepatozoon ursi* と一致したことから、同寄生虫の感染事例と考えられた（Kubo et al. 2008)。

ヘパトゾーンは、マダニなどの吸血動物が媒介する原虫であり、哺乳類や鳥類など様々な

動物を中間宿主とする。一般的にはイヌに感染した場合の犬ヘパトゾーン症が知られている。ヘパトゾーン症の症状は、ヘパトゾーンの発育によって生じる組織侵襲に対する発熱、疼痛などである。ただし、ヘパトゾーンの種により病原性が異なる。人への感染は起こらないと考えられている。クマに感染するヘパトゾーンである *H. ursi* は、感染するとシゾントからメロゾイトを放出し、増殖する。シゾントの大きさは 45.7 ± 4.6 × 42.7 ± 4.5 µm (長径×短径, 平均±SD) であり (Kubo et al. 2008)、東日本で広く分布していることが確認されている (Masatani et al. 2021)。今回、兵庫県内の両地域個体群においてはおそらく初めて *H. ursi* が確認された。

(a)



(b)

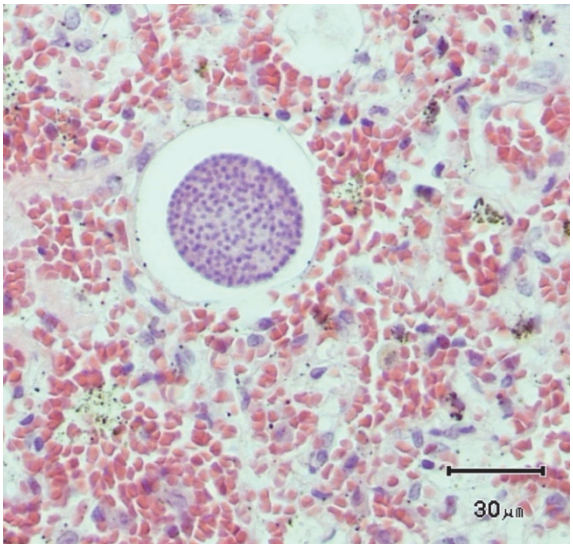


図 1. *Hepatozoon ursi*
(a) 肺胞内のシゾント (矢印) (検体 No. 2; 弱拡大, HE 染色)。軽度の間質性肺炎がみられるが、生活に問題はない。
(b) シゾントの拡大写真 (検体 No. 10; 強拡大, HE 染色)

（２）クマフィラリア症 *Dirofilaria ursi* 感染事例

10 個体全ての解剖所見で糸状虫 *Dirofilaria ursi* を頸部、胸部に確認した。肺の病理組織検査においても、10 個体全ての肺の血管内、あるいは血管から脱出した幼虫であるミクロフィラリア（以下、mf）を確認した（図 2a,b）。

D. ursi は、1941 年に日本のツキノワグマでの感染報告がある糸状虫であり、サシバエが中間宿主である。サシバエの吸血時に、mf がクマの血管内に侵入、発育に適した皮下組織や脂肪組織等に移動後、発育、産卵をするが、クマへの病原性は乏しいと考えられている（石井 1998）。人への感染も知られているが（Yamada et al. 2017）、フィラリア症は一般的に吸血昆虫による媒介によるものであり、食肉を通じた感染は認められていない。

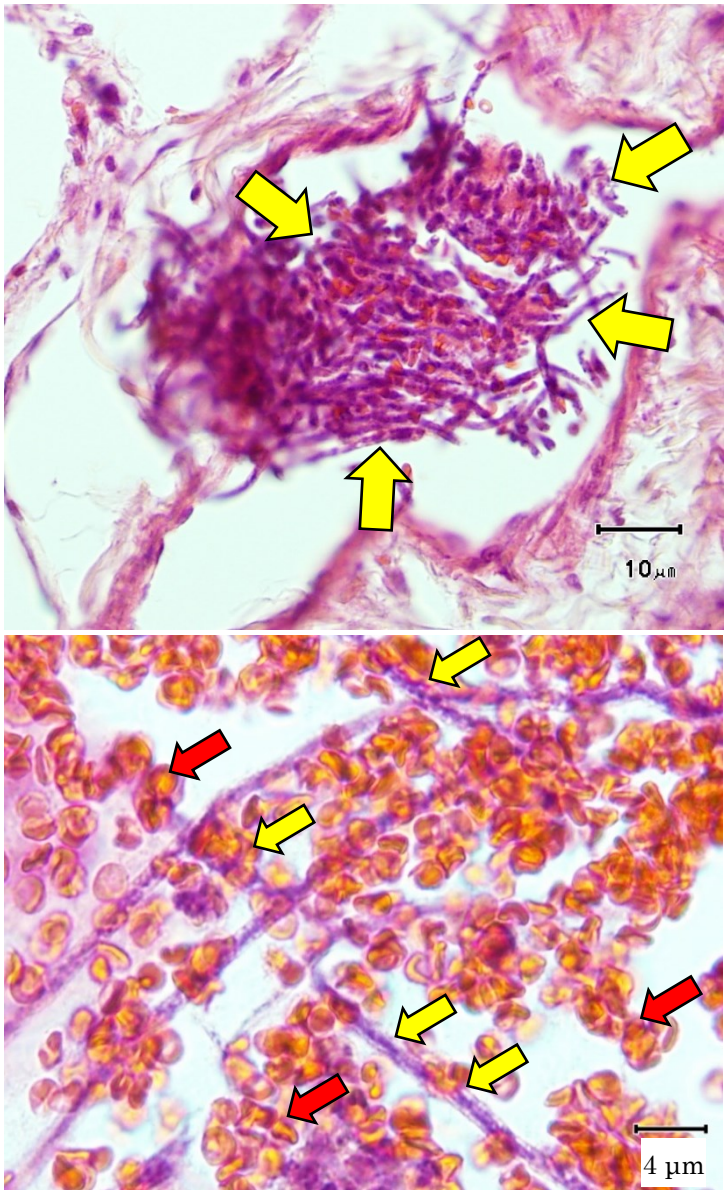


図 2. *Dirofilaria ursi*　(a) 肺の血管内胞内にある多数のミクロフィラリア（黄色矢印；検体 No. 10；強拡大, HE 染色）。(b) 血管内の複数のミクロフィラリア（黄色矢印、赤矢印は赤血球；検体 No. 10；強拡大, HE 染色）。

（３）肝臓における肉芽腫性炎

10 検体のうち 2 例（検体 No. 1 および No. 4）の肝臓において、解剖所見で肝臓表面に多数の小型の白斑、いわゆる「鋸屑肝」がみられた。病理組織検査を実施したところ、ラングハンス型巨細胞を伴う多発巣状性の肉芽腫性炎を確認した（図 3a–c)。

肉芽腫性炎は、家畜伝染病では、抗酸菌の原因による牛の結核病やヨーネ病、豚の抗酸菌症や、サルモネラ症など、一般的に病原性の強い病原体に対する反応性の炎症像である。ラングハンス型巨細胞は、白血球の一つであるマクロファージが融合し核が馬蹄形に配列したもので、肉芽腫性炎などで出現する（日本獣医病理学専門家協会 2010; 日本獣医病理学会 2013)。今回、炎症の原因となる病原体を特定するために MB 染色、TN 染色、PAS 反応を実施したところ、全て陰性であり、細菌、カビなどの病原体の関与は否定されたが、病変形成している原因の特定には至らなかった。

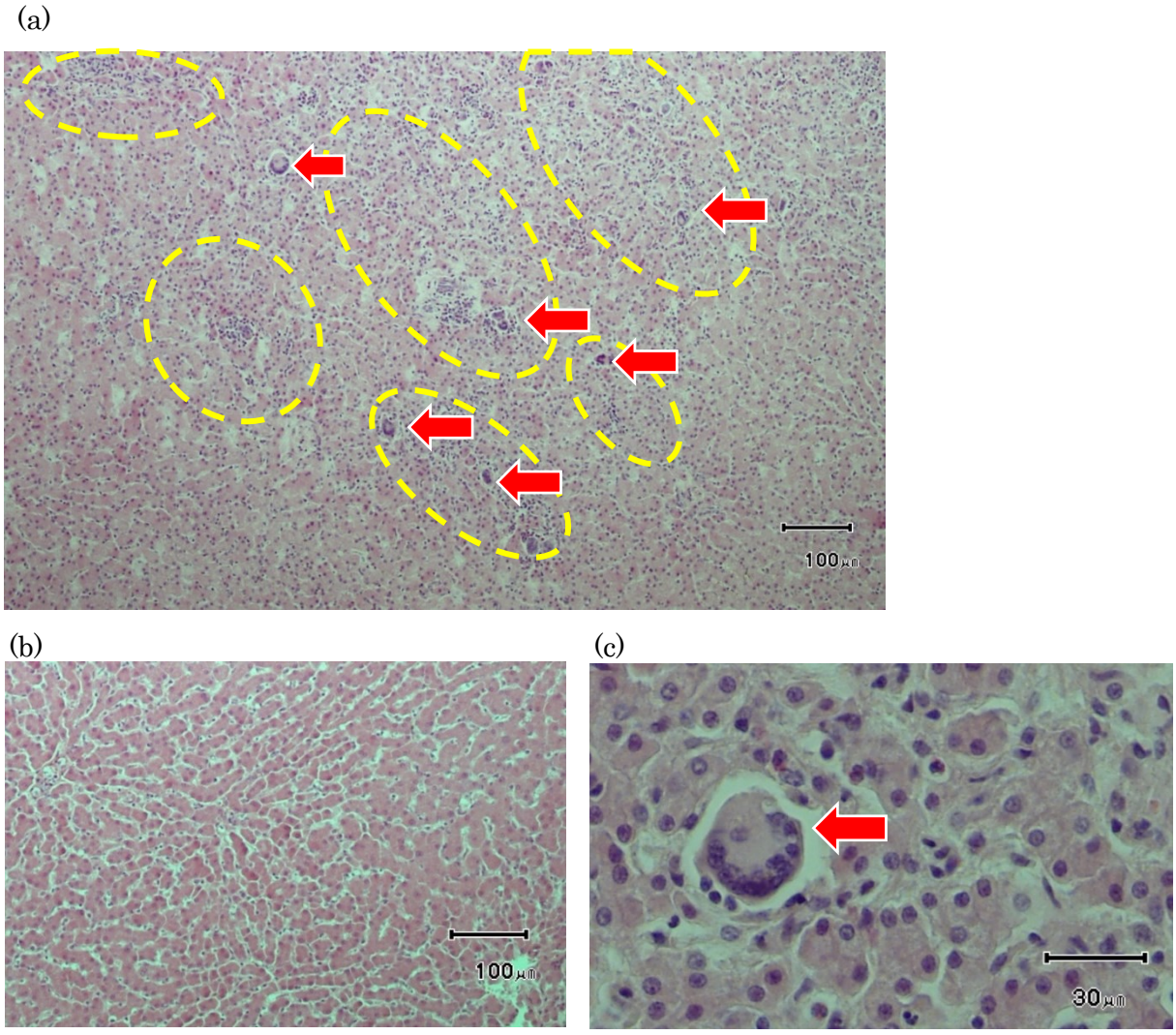


図 3. (a) 多発巣状性の肉芽腫性炎（黄色破線内: 炎症反応, 赤色矢印: ラングハンス型巨細胞; 検体 No. 1)。(b) 炎症の見られない正常な肝臓（対照; 検体 No. 5)。(c) ラングハンス型巨細胞（検体 No. 1; 強拡大, HE 染色）

今回は、肉芽腫性炎が人獣共通伝染病の病原体が引き起こしたものかを、肝臓、心臓、腎臓、脾臓、肺などの主要臓器を中心に検索した（農林水産省消費・安全局 2016)。その結果 2 例の肉芽腫性炎は肝臓に限局し、下痢がみられなかったことから、既知の人獣共通伝染病の関与はないと考えられた。病理組織所見で異常のみられた 2 例は、年齢、全長、体重から発育に問題がなかったと考えられること、病変が肝臓に首座し限局性であることから、肝臓の病変が病原体による死の転帰をとるものではなく、加齢などのよる免疫の低下によるものである可能性が疑われた。

（４）右胸部にみられた孤発性の乳腺癌

検体 No. 10 の外貌所見で胸部の体表面に腫瘤がみられた（図 4a,b)。右側前方の乳頭付近において、直径 10 cm 程度の円形腫瘤を形成し、皮膚は開裂し、内側は白色～赤褐色の組織で構成されていた。内部は乳白色の液体が軽度に付着していた。

解剖したところ、腫瘤は皮膚まで浸潤性に増成しており、皮膚との剥離は困難であったが、胸腔側の組織とは癒着もなく、容易に剥離できた。内腔は乳頭状から人差し指大状の複数の組織で構成されていた（図 4b)。他の乳頭には異常はみられなかった。腫瘤に近接する乳房上リンパと思われるリンパ節は約 6 × 6 × 12 cm（短径×長径×太さ）で限局性に腫大しており、割面は充実性であった。他の主要臓器に著変は見られなかった。

腫瘍は、乳腺組織の著しい増成がみられた（図 5a,b)。乳腺細胞では有糸分裂増が多数みられ、浸潤性に化生している部分や、表面では潰瘍を形成しているところもみられた。結合組織の顕著な増成はなかったことから（図 5c,d)、本症例は乳腺癌（単純癌）と診断した。乳腺癌は乳腺組織にみられる腫瘍で、コンパニオンアニマルであるイヌ、ネコではよく見つかる腫瘍であるが、家畜や野生動物での報告は少ない（日本獣医病理学会 2007)。

本事例の乳腺癌は限局性であったが、異形成が高く悪性腫瘍と考えられた。隣接する著しく腫大したリンパ節をはじめ、腹腔臓器、胸腔臓器を調べたところ、転移巣はみられなかったことから、リンパ節の腫大は、連続的な腫瘍に対する反応性変化と考えられた。

図 4. (a) 外貌所見（検体 No.10）

(b) 腫瘤表面（腫瘤切除、洗浄後）

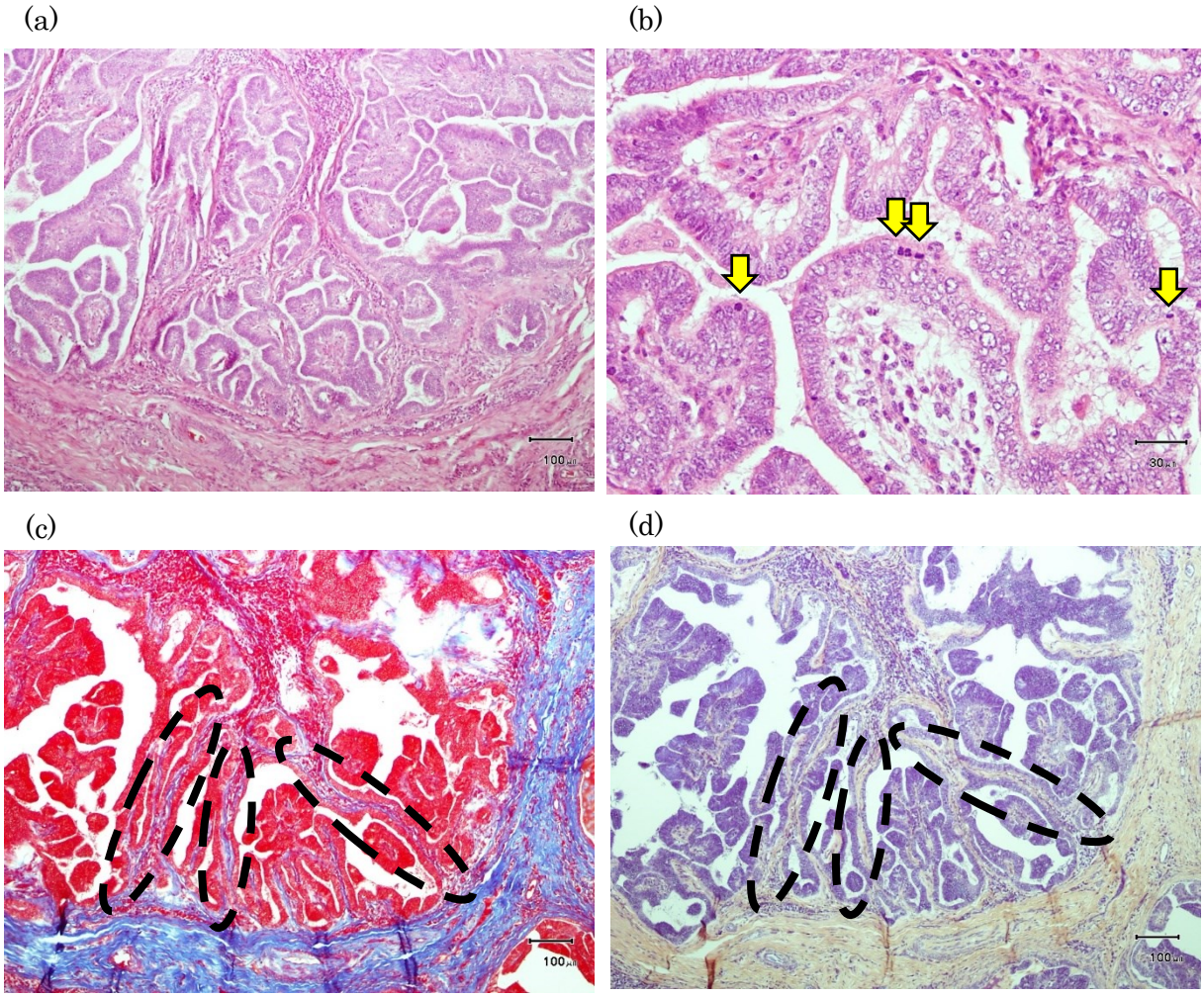


図 5. 乳腺癌

(a) 乳腺細胞が腫瘍性に増殖しているため不均一な配列になっている（検体 No.10; 弱拡大, HE 染色）

(b) 腫瘍細胞の活発な細胞分裂のために出現した多数の有糸分裂像（矢印）。正常ではほとんど観察されない（図 4a の別視野; 強拡大, HE 染色）

(c) 腫瘍化した乳腺周囲の線維化は乏しい（破線部）。（図 4a と同部位; 弱拡大, MT 染色）

(d) 腫瘍化した乳腺周囲の線維化は乏しい（破線部）。（図 4a,c と同部位; 弱拡大, PTAH 染色）

４．クマ肉の処理に関する注意点

H. ursi は、本調査の 10 検体中 9 例で確認されたため、感染率が高いと考えられる。しかし、肺の解剖所見をみると、特異的な病変はみられないことから、食肉業者がガイドラインに沿って実施する解体前後の検査で *H. ursi* 寄生を疑い、排除することが困難であると考えられた。また、*D. ursi* はすべての個体で確認され、感染率が高いと考えられ、成虫、幼虫を含めた寄生虫のみの排除は困難であると考えられた。ガイドラインにおける内臓廃棄の判断は「内臓に異常が認められない場合も、微生物及び寄生虫の感染のおそれがあるため、可能な限り、内臓については廃棄することが望ましい」としている。今回確認した *H. ursi* および *D. ursi* は、食肉を介した人への感染はないと考えられるが、人への影響が不明であることから、肺は廃棄すべきであると考えられた。家畜の肺では切り分けて焼いて食べたり、コロッケなどへの増量材としての利用されている。クマの肺は食用に利用する機会が少ないと考えられるが、万一、クマ肉を食用として利用する場合は十分な加熱処理が必要であると考えられた。

1 例で乳腺癌を確認した。ガイドラインでは、「筋肉内の腫瘤について、肉眼的に全身性の腫瘍との区別が困難であることから、筋肉を含めた全部廃棄すること」となっていることから、今回の乳腺癌の事例は、個体全てを食肉利用しない全部廃棄に該当すると考えられた。

国は牛肉の生食の規格基準を 2011 年に設けるとともに（厚生労働省 2011）、牛肝臓および豚肉について生食用としての提供を禁止する規格基準を設定し（厚生労働省 2012, 2015）、食肉や内臓を生食することの危険性の周知、加熱処理について指導を進めている。これに関連し、野生鳥獣肉を食する場合も十分な加熱処理の必要性と、加熱前の食肉からの他の食材への交差汚染防止のために、調理器具を使い分けるなどの管理についても注意を呼びかけている。今回報告した寄生虫は、食肉を介した感染の可能性は低いと考えられたが、人への病原性は不明であった。野生鳥獣の肉は、未知のさまざまな病原体に汚染されている可能性があるため、生食はせずに、加熱処理を徹底する必要があるとともに、処理についてもガイドライン、県要領の順守が必要であると考えられた。

謝辞

本検査を実施するにあたり、*H. ursi* および *D. ursi* の同定、トキソプラズマの免疫染色と助言をいただきました東京大学大学院農学生命科学研究科の播谷亮先生、特殊染色を実施していただいた姫路家畜保健衛生所の寺一美奈子氏に深謝いたします。

引用文献

月刊 Medical Technology(編) (1988) 染色法のすべて：カラー版. 医歯薬出版, 東京

兵庫県（1980）と畜検査員必携（Ⅰ).

兵庫県（1983）鳥獣処理加工指導要領.

石井俊雄（1998）獣医寄生虫学・寄生虫病学. 講談社, 東京

厚生労働省（2011）生食用食肉（牛肉）の規格基準設定に関するＱ＆Ａ. https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/dl/110928_01.pdf

厚生労働省（2012）牛の肝臓の基準に関するＱ＆Ａ. https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/dl/120627_01.pdf

厚生労働省（2014）野生鳥獣肉の衛生管理に関する指針（ガイドライン) .

厚生労働省（2015）豚の食肉の基準に関するＱ＆Ａ. https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzenbu/150602hp.pdf

厚生労働省（2016）クマ肉による旋毛虫（トリヒナ）食中毒事案について. https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzenbu/0000150377.pdf

Kubo M, Uni S, Agatsuma T, Nagataki M, Panciera RJ, Tsubota T, Nakamura S, Sakai H, Masegi T, Yanai T (2008) *Hepatozoon ursi* n.sp. (Apicomplexa: Hepatozodidae) in Japanese black bear (*Ursus thibetanus japonicus*). Parasitology International, 57: 287–294

Masatani T, Kujima I, Tashiro M, Yamauchi K, Fukui D, Ichikawa M, Harasawa R (2021) Molecular detection of filarial nematode parasites in Japanese black bears (*Ursus thibetanus japonicus*) from Iwate Prefecture, Japan. Journal of Veterinary Medical Science, 83(2): 208–213

日本獣医病理学専門家協会(編) (2010) 動物病理学各論第 2 版. 文英堂出版, 東京

日本獣医病理学会(編) (2013) 動物病理学総論第 3 版. 文英堂出版, 東京

日本獣医病理学会(編) (2007) 動物病理カラーアトラス. 文英堂出版, 東京

野口 和人, 廣瀬 泰徳, 石川 修司, 高木 俊, 横山 真弓 (2022) 兵庫県におけるツキノワグマの生息・被害状況と管理政策の概要. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 30–48

農林水産省消費・安全局(監修) (2016) 病性鑑定マニュアル第 4 版. 全国家畜衛生職員会,東京

Yamada M, Shishito N, Nozawa Y, Uni S, Nishioka K, Nakaya T (2017) A combined human case of *Dirofilaria ursi* infection in dorsal subcutaneous tissue and Anisakis simplex sensu stricto (ss) infection in ventral subcutaneous tissue. Tropical Medicine and Health, 45: 1–6

横山真弓, 野口和人, 廣瀬泰徳 (2022) ツキノワグマの捕獲個体モニタリング体制の構築. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 14: 49–62

附録　普及用パンフレット

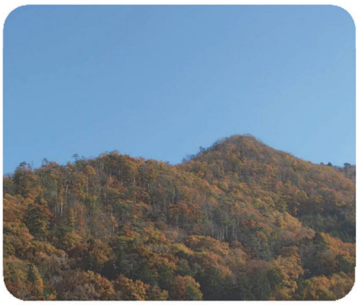
附録 1：知れば共存が見えてくる 兵庫県のツキノワグマ 2017 年度版 …… 134

附録 2：クマ サルを引き寄せている集落の放置果樹対策 …… 138

附録 3：兵庫の野生鳥獣対策シリーズ 2018 ④
ツキノワグマの被害防止 棲み分けによる共存をめざして …… 140

附録１：知れば共存が見えてくる 兵庫県のツキノワグマ 2017 年度版

生息している地域



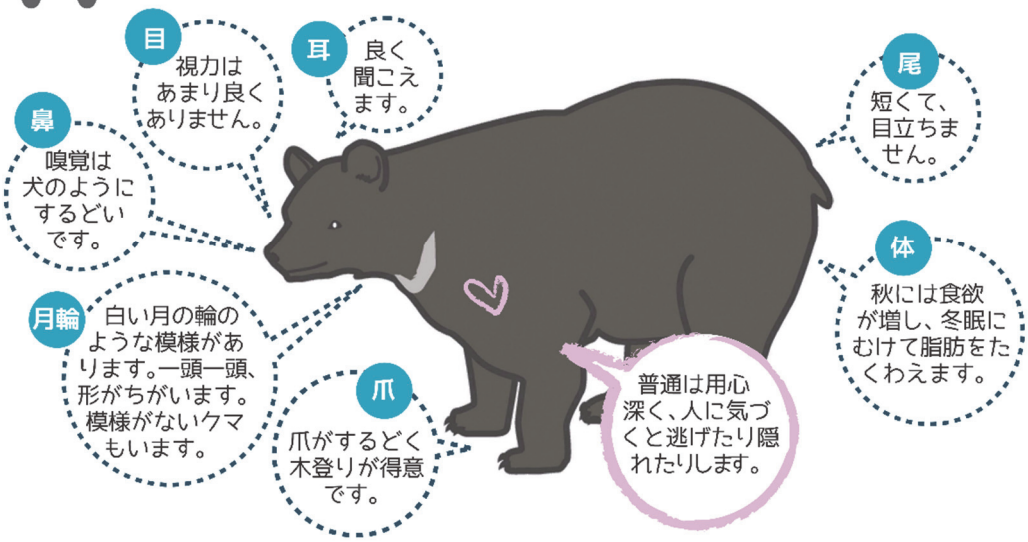
木の実やドングリなどがある広葉樹の森に生息してます。

北海道には「ヒグマ」が、本州には「ツキノワグマ」がすんでいます。

兵庫県では、北部に「近畿北部個体群」と「東中国個体群」の２つの生息地があり、円山川をはさんで分布域が分断化され絶滅が心配されていました。しかし、近年では、絶滅の危機が解消されるまで生息数が回復しています。また、２つの個体群の遺伝的な多様性も上昇してきていることがわかりました。

体の特徴

体重：オスは 60 ～ 150kg　メスは 40 ～ 80kg
体長：110 ～ 130cm　体高：50 ～ 60cm



今、問題になっていること　悪いクマを作らないで！

人里近くにクマが出没するようになると、人身事故の危険性が高くなります。

ツキノワグマは本来、山の中で暮らす動物です。しかし、食べ物を探して動き回っているうちに、人里にカキなどの食べ物があることを覚えると、そこに繰り返し出没するようになります。

解決に向けた取組み　こんな対策が必要です

クマの保全には、被害を防ぐことが最も重要です。クマを人の生活圏から遠ざけ、クマと人の接触を避けることが必要です。

クマがすむ地域の方　クマを人里に引き寄せない

① クマが好きなものを里に置かない

ゴミを野外に置かない

生ゴミはクマを誘引します。屋外に置かないようにする必要があります。

また、田畑への残飯まき、収穫しない作物の放置もクマを引き寄せてしまいます。

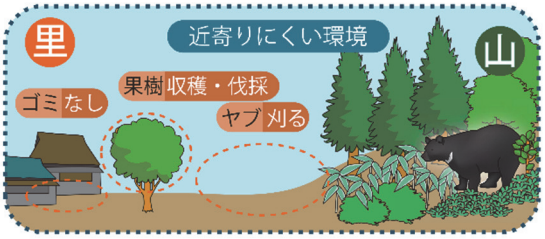
果実は放置しない

クマの好物であるカキやクリは早めに収穫するか、電気柵などで守りましょう。収穫しない不要な場合は、出来るだけ伐採することをお勧めします。

② ヤブは刈り取る

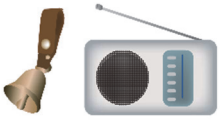
里と山の間にクマが隠れるヤブがなくなると、クマは山から出てきにくくなります。

住居や通路周辺のヤブは刈り取って見通しをよくすることで、遭遇を避けることができます。



クマがすむ森へ入る方　クマとばったり出合わない

① 山へは音の出るものを持っていく



人の気配に気づくと、基本的にクマは人を避けます。鈴やラジオなど人工的な音の出るものを身に付けましょう。雨の日や川沿いは、人間の臭いや物音がクマに伝わりにくいので、大きな音を出しましょう。

② 夕方から朝まで、遭遇事故の危険性が高い

森に暮らすクマは昼行性ですが、人里に下りて活動する時には、夜行性に変わることが知られています。クマが出没している情報が出た場合は、事故の起こりやすい夕方～朝の外出時は注意しましょう。

ツキノワグマ管理計画に基づいた対策

兵庫県では「ツキノワグマ管理計画」を策定し、クマと人間の棲み分けをはかることを目的としたゾーニングによる管理など、科学的な保護管理を進めています。

特定鳥獣管理計画の詳細については、森林動物研究センターのホームページ http//www.wmi-hyogo.jp/plan.html をご参照ください。

人里に出没した時の対応

① 注意喚起・防護・誘引物の除去

地域住民に対し、出没場所へは近づかないなどの注意喚起を徹底し、クマを誘引している原因を取り除く対策をとります。

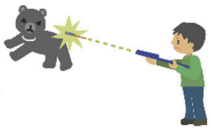
② 追い払い

轟音玉（動物駆逐用煙火）

追い払い

出没した時には、ロケット花火や爆竹、轟音玉などで追払い、人里がこわいと教え込みます。

※追い払いには危険が伴います。
市役所や町役場にご相談ください。



③ 有害捕獲（捕殺）

推定生息数の増加に伴い、集落への出没が増加しており、人身事故等の危険性が高まっています。人の安全の確保のため、有害捕獲による殺処分は避けられません。
そうならないために、「クマを人里に引き寄せない対策」を事前に徹底する必要があります。

被害防除の支援

防護技術支援及び普及啓発

出没現場における誘引物管理や電気柵による防護方法などを普及しています。

遭遇を避けるために必要な知識や対策を普及しています。

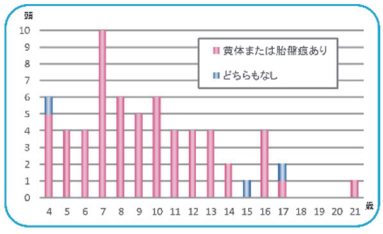
科学的モニタリング

生息動向の把握

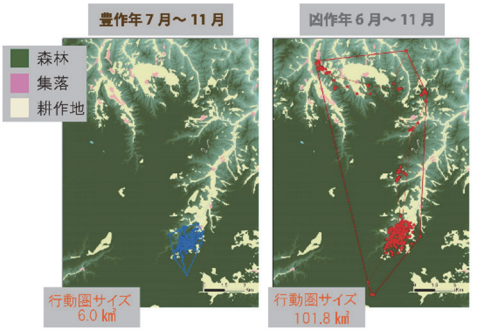
生息状況、繁殖状況、遺伝的多様性の変動を継続的に調査分析しています。また対策の影響を分析します。

繁殖状況

雌のツキノワグマの成獣（4 歳以上 ）63 頭の子宮内の胎盤痕及び黄体を調査した結果、95%が妊娠している可能性が判明し、良好な繁殖状況にあります。



行動調査（同一のメス成獣）



発信機を装着したクマの行動調査結果から、ドングリ類の豊凶等により行動圏を変化させるなど、柔軟に行動する能力が認められています。

ツキノワグマの一年

冬眠 出産

12～4月頃冬眠します。
冬眠中に出産します。

冬眠した木の洞

冬眠にむけてたくさん食べます。
充分に栄養をとることができた
メスだけが妊娠します。

妊娠

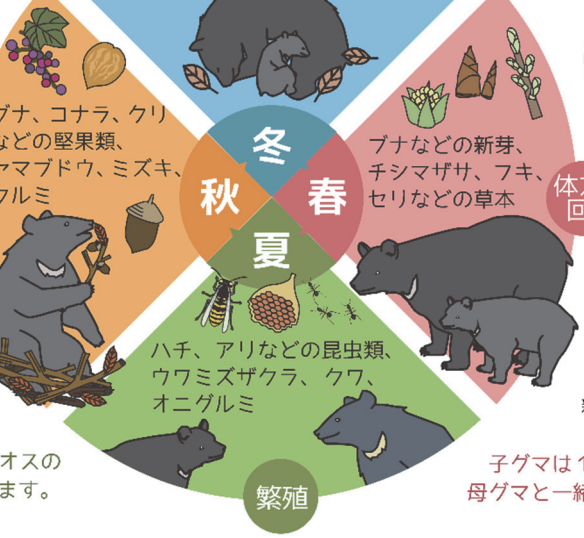
冬眠中は何も食べません。

赤ちゃんグマ

爪あと

クマ棚

親子グマ

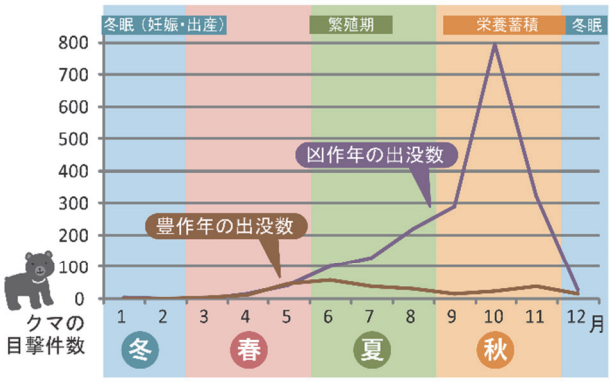


繁殖期になるとオスの
行動範囲が広がります。

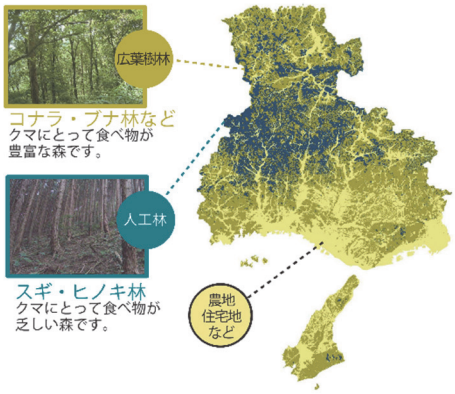
子グマは１歳半頃になるまで、
母グマと一緒にいます。

ドングリとクマの関係

ドングリは動物にとって、栄養価の高い良質な食物です。ドングリなどの木の実は「たくさんなる年（豊作年）」と「あまり成らない年（凶作年）」があります。凶作年にクマの人里への出没が増えます。



※ドングリとはブナ、ミズナラ、コナラなどの実の総称です。



ドングリが凶作の年の秋には、クマが人里のカキやゴミなどに引き寄せられ、多く出没することがあります。

豊作の年には、人里での目撃は少なくなります。ただ、初夏は繁殖期のため、行動範囲が広がり、目撃が増えることがあります。

兵庫県
森林動物研究センター
Wildlife Management Research Center, Hyogo
〒669-3842 丹波市青垣町沢野９４０
TEL：0795-80-5500 FAX：0795-80-5506 HP：http://www.wmi-hyogo.jp/

森林動物研究センターでは、クマの生態調査や被害に強い集落づくりの指導・助言を行っています。

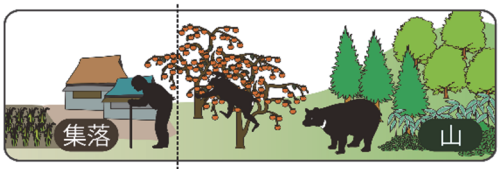
古紙を含んだ紙を使用しています。 28 農Ⓟ2-011A4

附録 2：クマ サルを引き寄せている集落の放置果樹対策

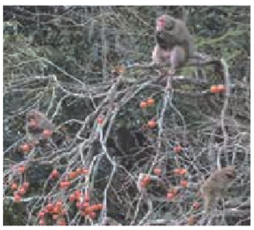
集落内の放置果樹が野生動物を引き寄せています

昔の集落
- 人は山の木を利用
- 柿や栗の実も収穫
- たくさんの人が暮らす

今の集落
- 人は山の木を利用しない
- 柿や栗の実も収穫しない
- 高齢化、過疎化がすすむ



集落にある果樹を昔は人が利用していましたが、今は多くの果樹が収穫されずに放置されています。果樹は品種改良されているため、 山の実りよりも甘くて栄養があります。本来、野生動物たちは山の中を動き回って、食べ物を探していますが、一度集落に出て来て、手っ取り早く食べられるおいしい果樹を知ってしまったら、くり返し出てくるようになります。

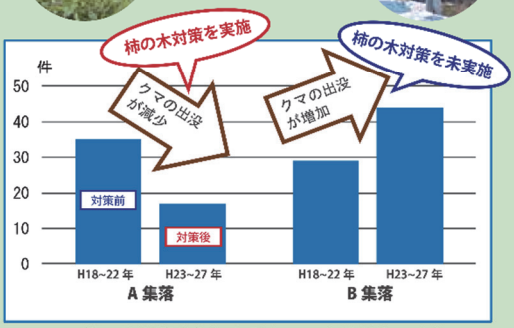


果樹の管理を進めましょう

被害を防ぐためには、防護柵などの対策と併せて、野生動物を集落へ引き寄せてしまう果樹の対策も考える必要があります。

果樹の管理をしっかりすれば、クマなどの出没が減ります！

A 集落では 10 年ほど前に、不要な柿の木を伐採したり、幹にトタンを巻くなどの対策を行ってきました。他の集落と比較しても、クマが利用できる柿の木が少なくなっています。その結果、現在では A 集落へのクマの出没は、以前より少なくなっています。



柿の木対策実施によるクマの出没件数の変化

果樹の管理方法　集落や個人で必要な分だけ育てましょう

所有する果樹が管理不能な場合は、伐採したり、管理しやすい大きさにすることをお勧めします。

木を切る

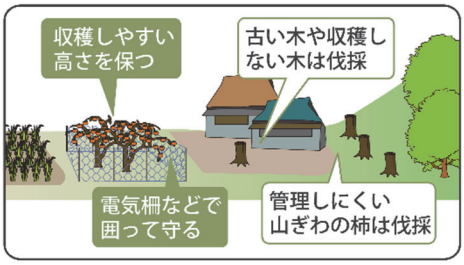
管理できない木など、切ってもよい場合は、思い切って伐採することも必要です。

木を低くする

木を低くすれば、管理も収穫もしやすくなります。

計画的に栽培・収穫

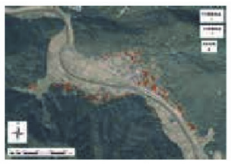
品種にもよりますが、柿の実がおいしいのは、樹齢 30 年頃までです。良い品種の若い木を残して、しっかり防護し、きっちり収穫しましょう。



伐採事例　具体的な取り組みが各地で始まっています

知る　集落で学習会を実施し、集落内の果樹が、野生動物のエサとなっている現状を知ります。

選ぶ　アンケートなどで、伐採してもよい木をリストアップし、計画を立てます。



但馬県民局「クマ出没予防対策モデル事業」より

切る　専門技術を要する作業と、住民の皆さんでできる作業に役割分担するなど、安全性を十分確保したうえで伐採します。伐採後の運搬作業にボランティアを活用する事例もあります。

伐採は危険な作業も含まれるため、技術を有する専門作業員を含んだ数人のチームで行います。

伐採した幹や枝を運びやすいように玉切りにします。

作業場からは、トラックなどに乗せて運搬します。

兵庫県
森林動物研究センター
Wildlife Management Research Center, Hyogo

森林動物研究センターでは野生動物の生態調査や獣害に強い集落づくりの指導・助言を行っています。

〒669-3842　丹波市青垣町沢野940　TEL：0795-80-5500　FAX：0795-80-5506　HP：http://www.wmi-hyogo.jp/

01 農Ⓟ2-013A4

附録 3：兵庫の野生鳥獣対策シリーズ 2018 ④

兵庫の野生鳥獣害対策シリーズ 2018 ④

ツキノワグマの被害防止

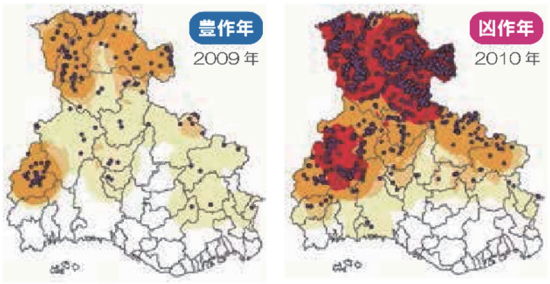
棲み分けによる共存をめざして

ツキノワグマが集落へ出没し、人身被害や農作物被害、生活被害などが問題となっています。その一方、ツキノワグマは「兵庫県版レッドデータブック 2017」において要注目種に選定され、絶滅の危機を解消するまでに生息数が回復しましたが、過度の捕獲が行われないように注意が必要です。兵庫県では人とツキノワグマの棲み分けによる、共存をめざしています。

出没状況　人とクマの遭遇

豊作年と凶作年の出没状況

ドングリやブナなどの山の実りが凶作の年は、人里への出没が増えます。

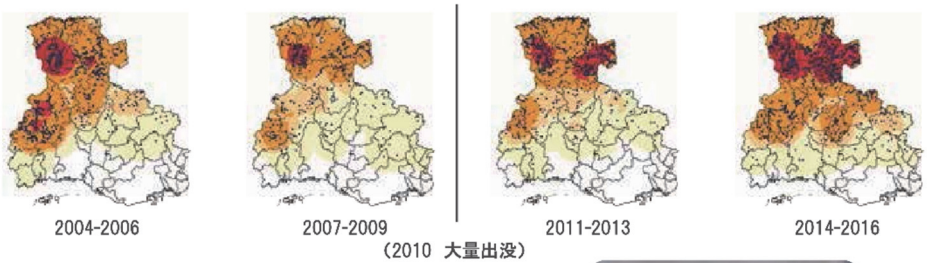


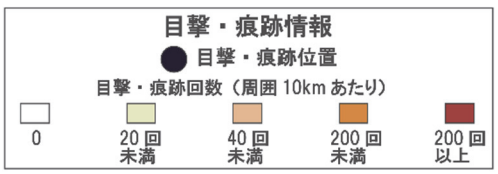
但馬地域と西播地域の山間部が分布の中心です。最近は丹波地域や北播地域、阪神方面への出没も増えており、分布域が拡大しています。

冬眠前の秋に里へたくさん出てくることがあります。また、交尾期の初夏にも行動範囲が広がり夏期での出没が増加しています。

出没状況の変化

目撃件数が増加してきており、これまで目撃や捕獲がなかった地域での報告があるなど、クマの生息地が拡大していると推察されます。





写真提供：橋本敏男氏

被害状況と痕跡

カキ、クリ、ナシ、ブドウ、リンゴなどの果樹や、カボチャやスイカなどの野菜を食害することがあります。牛舎の餌や養蜂巣箱、ニワトリ、倉庫に保管してある食べ物なども被害にあうことがあります。また、樹上にクマ棚を作ったり、樹皮にツメ跡を残します。糞や足跡を残すこともあります。

被害状況

リンゴ食害

ニワトリ食害

牛舎侵入

養蜂巣箱破壊

痕跡

クマ棚

糞

ツメ跡

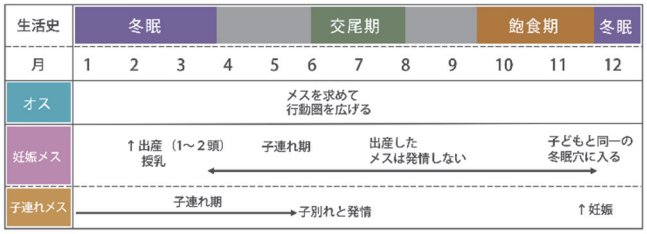
成獣オスの足跡

生活史と出没の関係

生活史

クマの行動が活発になるのは、初夏の交尾期と秋の飽食期です。交尾期は特にオスが行動圏を広げるため、通常クマが出没しないような地域にまで移動することがあります。

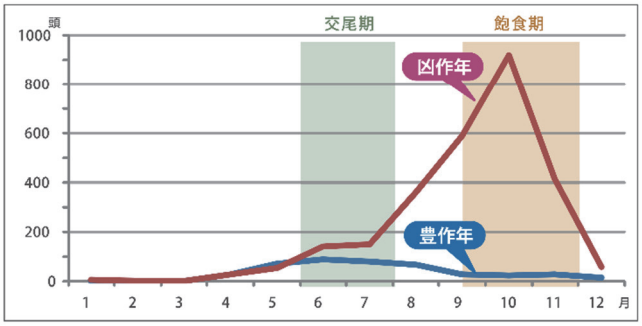
飽食期は、冬眠に備え食欲が増すため、食べ物が大量に得られる場所に長時間滞在し食べ続けます。



山の実りと出没

クマが好むドングリや果実が凶作の年には、人里のカキや生ゴミなどに誘引され、夏以降に大量に出没することがあります。

豊作の年には、人里での目撃はほとんどなくなります。ただし、初夏は交尾のため、行動範囲が広がり目撃が増える傾向にあります。



月ごとのクマの目撃件数（2005 年～ 2010 年の合計）

被害対策　出会わない！呼び寄せない！

ばったり出会わないために

❶ 山林に行くときは音の出るものを携行しましょう

山や森林付近の農地に出かけるとき、あるいは夜間に外出するときは、鈴やラジオなど音の出るものを身に付けましょう。とくに雨の日や川沿いは、人間の臭いや物音がクマに伝わりにくいので、大きな音を出しましょう。

❷ 人里でも夕方から朝までの外出は注意しましょう

クマは夕方から早朝にかけて、人里に出没する可能性が高くなります。この時間帯は、カキやクリの木の近くなど、クマがいそうな所に近づかないでください。

悪いクマにさせないために

集落への出没や、農作物被害を放っておくと、クマの行動がエスカレートして、悪いクマになっていきます。

❶ 誘引物の除去

・ゴミを野外に置かないようにしましょう

ゴミ（とくに生ゴミ）はクマを誘引します。屋外に置かないようにしましょう。また、田畑への残飯まき、収穫しない野菜の放置も厳禁です。

・食料は、屋内に収納しましょう

クマは臭いにとても敏感です。屋外や侵入できる納屋などにある食料に気づいて、食べにくる恐れがあります。果物、穀物、ペットフードなどは要注意です。

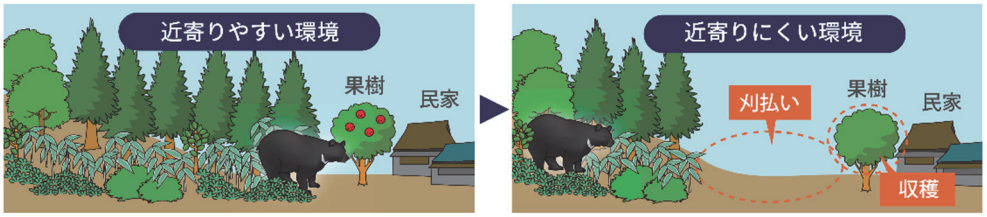
カキの木の伐採

・不要なカキやクリの木は伐採しましょう

収穫しない不要なカキやクリの木は、出来るだけ伐採しましょう。伐採が困難な場合は、防護するか、果実を早めに取り除きましょう。

❷ 環境整備

住居や通路周辺にクマがひそみやすいヤブがある場合は、刈り取って見通しをよくしましょう。



❸ 防護

トタン巻き

クマが登るカキやクリで不要なものは出来るだけ伐採しましょう。切れない木には、幹にトタンを巻きつけ、クマが登れないように防護します。

電気柵

果樹園や養蜂巣箱は、電気柵で守りましょう。クマの侵入ルートがわかっている場合は、周辺のヤブを刈り払い、侵入ルートを横切るように電気柵を張ります。

こんなときに人身事故が起きます

（兵庫県では 1996 年以降 21 回の人身事故が発生しています。）

クマは、通常人を避けて生活する動物ですが、急に出会うと相手に一撃を加え、逃げるという習性があります。大きな爪と牙を持っており、一撃により人が死亡するケースもあります。

❶ 夕刻から早朝の時間帯

クマは日の出、日の入りの時間帯に採食行動が活発になります。夜間は行動が大胆になります。

❷ 食べ物に執着しているとき

クマはたくさんの食べ物を見つけるとその場所に執着し、近づくものに対して威嚇や攻撃をすることがあります。

❸ 人とクマとがはちあわせしたとき

ほとんどの場合、クマは音や臭いによって、人の接近に気づいて逃げます。雨の日や川沿いなど、音や臭いが消される状況で人が急に近づくと、驚いて攻撃することがあります。

もし出会ってしまったら

※相手が野生動物である以上、絶対に安全を確保できる方法はありませんが、一般論として言われている内容を示します。参考にしてください。

クマがこちらに気づいていない → 気づかれないように静かに その場を立ち去る

クマがこちらに気づいている → ゆっくりと後退し その場を立ち去る

大声を出したり、走ったりするのは、かえってクマを興奮させます。落ち着いて状況をよく判断してから、刺激しないように、その場からゆっくり立ち去りましょう。

集落にクマが出没したら

- 周辺の住民に知らせ、近づかないよう安全確保を徹底しましょう。
- クマの出没を、市役所・町役場へ連絡しましょう。
- 夜間にカキの木に登っている場合などは、無理に追い払いはせずに、翌朝クマが山に帰るのを待って、防護対策を行ないましょう。

追い払い 花火、爆竹などで追い払います。危険を伴いますので、市役所や町役場と相談の上、万全の安全を確保して行なってください。状況により森林動物研究センターも追い払いを実施します。

捕　獲 誘引物の除去や防護、追い払いをしても効果が無い場合、人身事故の危険が高い場合、精神的被害が発生している場合は、有害捕獲を行います。有害捕獲の実施については、市役所や町役場に相談してください。

クマの目撃・痕跡情報をお知らせください

人里･山中にかかわらず、クマを目撃したり痕跡を確認した場合は、最寄りの市役所、町役場に連絡をお願いします。対策を検討し、被害を最小限にとどめるために必要です。

皆様からいただいた目撃・痕跡情報は、
森林動物研究センターのホームページで公開しています。

http://www.wmi-hyogo.jp/　　ツキノワグマ目撃情報

兵庫県
森林動物研究センター
Wildlife Management Research Center, Hyogo

森林動物研究センターでは、クマの生態調査や獣害に強い集落づくりの指導・助言を行っています。

〒669-3842　丹波市青垣町沢野940　TEL：0795-80-5500　FAX：0795-80-5506　HP：http://www.wmi-hyogo.jp/

30農Ⓟ2-018A4

おわりに

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14 号では「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」をテーマに、これまでの行政施策と研究成果の振り返りを行いました。過去のモノグラフにおいてクマをテーマとしたものとしては、2011 年に発刊した 3 号「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の現状と課題」以来となります。2011 年当時は、大量出没という大きな課題に直面しつつ、モニタリング体制の構築とデータの収集分析によって、兵庫県のツキノワグマの状況が徐々に明らかになってきた時期と言えます。その後約 10 年の間に、クマと人を取り巻く状況は大きく変化してきました。個体群の保全と被害の抑制の両立は一貫した課題ではありますが、個体数の増加に伴い絶滅の危険性が低くなった一方で、分布拡大や出没の増加への対応の必要性が高まり、有害捕獲の強化や狩猟の再開など保護管理方針の転換期であったと言えます。

兵庫県ではこの変化する状況に対して、徹底的なモニタリングデータの収集と分析を行うことで、生息状況評価に基づく順応的な管理を実施してきました（第 2 章)。個体数推定（第 4 章）や出没予測（第 5 章）については、データ収集と分析が進むことで、かつてに比べてその精度も大きく向上してきました。捕獲個体の増加に対してどのようにモニタリングを行うか（第 3 章)、住宅地への出没の増加にどのように対応するか（第 7 章）といった新たな課題についても、研究者や行政関係者が連携しながら対応してきました。

今回のモノグラフでは、新たな手法に基づく生態解明の検討（第 6 章）や、捕獲個体の病理分析からの症例報告（第 8 章）といった知見も紹介できました。前回のモノグラフで紹介した行動分析や遺伝子分析にも進展が見られており、近い将来その成果を公表・施策へ還元すべく研究を進めています。

第 1 章で紹介した広域管理は始まったばかりの取り組みですが、府県境をまたがるツキノワグマ地域個体群に対する保護管理という、兵庫県単独では達成できない課題への挑戦となっています。兵庫県が培ってきたノウハウや蓄積されたデータは、保護管理の状況が異なる府県が連携しながら進める課題の解決や、地域におけるクマと人との共存を考える上で、役立つものと信じています。

最後になりましたが、査読責任者の山端主任研究員をはじめ論文査読に協力いただいた方々、分析の基盤となった過去からのデータの蓄積にご尽力いただいた方々、兵庫県のツキノワグマの保護管理に尽力くださった全ての方々にこの場を借りて感謝したいと思います。

兵庫ワイルドライフモノグラフ　編集委員会
責任編集者　高木　俊

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14 号

特集「兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理」

2022 年 3 月 31 日　印刷
2022 年 3 月 31 日　発行

編集・発行　兵庫県森林動物研究センター
〒669-3842　兵庫県丹波市青垣町沢野 940
印刷　きくもとグラフィックス株式会社

特集：兵庫県におけるツキノワグマの保護管理の成果と広域管理

兵庫ワイルドライフモノグラフ 14 号　2022 年 3 月

目　次

第 1 章：近畿北部・東中国ツキノワグマ地域個体群の広域管理にむけた取り組み・・・・・・1
高木　俊・横山真弓・廣瀬泰徳・野口和人

第 2 章：兵庫県におけるツキノワグマの生息・被害状況と管理政策の概要・・・・・・・・30
野口和人・廣瀬泰徳・石川修司・高木　俊・横山真弓

第 3 章：ツキノワグマの捕獲個体モニタリング体制の構築・・・・・・・・・・・・・・・49
横山真弓・野口和人・廣瀬泰徳

第 4 章：兵庫県における捕獲再捕獲法を基にしたツキノワグマの個体数推定の経緯・・・・63
高木　俊

第 5 章：兵庫県におけるブナ科堅果の豊凶観測に基づいたツキノワグマの出没予測・・・・79
藤木大介

第 6 章：バイオロギング・ウェアラブルカメラ端末を用いた
野生ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の生態解明の検討・・・・・・・・・・・・・ 94
森光由樹

第 7 章：ツキノワグマによる住居集合地等への侵入対応事例について・・・・・・・・・ 110
横山真弓・廣瀬泰徳・野口和人

第 8 章：兵庫県におけるツキノワグマにみられた *Hepatozoon ursi* および
Dirofilaria ursi の感染と乳腺癌事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・122
大田康之・石川修司・野口和人・片山淳之介

附録　　普及用パンフレット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 133

兵庫県
森林動物研究センター
〒669-3842　丹波市青垣町沢野 940
TEL 0795-80-5500　FAX 0795-80-5506
940 Sawano, Aogaki, Tanba, Hyogo, Japan 669-3842

Wildlife Management Research Center, Hyogo
Wildlife Monograph of Hyogo, No.14

Status of Japanese black bear management in Hyogo Prefecture, Japan and development of a regional management system for bear populations

03 農Ⓟ1-004A4