

血縁関係に着目したツキノワグマの適正な保護管理に向けた研究

山本 俊 昭

日本獣医生命科学大学 獣医学部 獣医保健看護学科 獣医保健看護学応用部門・准教授

日獣生大研報 68, 40-44, 2019.

はじめに

近年、森林環境の変化などに伴い、サル・イノシシ・シカ・ツキノワグマといった大型野生動物の分布域が拡大し、これらの動物による農林業被害が全国的に大きな問題となっている。平成 29 年度だけでも農業被害額は 150 億円に達しており、高齢者が農林業に従事する割合の多い中山間地域では、地域社会の崩壊の引き金ともなっている。このような事態を受け、国では 1999 年に鳥獣保護法を改正し、科学的かつ計画的な保護管理を行うべく、「特定鳥獣保護管理計画制度」を創設した。このことに鑑みても、日本において野生動物の保護管理政策を確立することが喫緊の課題となっている。政策を実施する立場の各自治体では、これを受け、様々な取り組みが行われはじめており、防護柵の設置、個体数調整、巡視員による追い払いなど各種の被害対策が特定計画に基づき実施されている。しかしながら、これまでの対応をみると、未だ科学的な知見に基づいた対策でないのが現状であり、理論的見地に立った適正かつ合理的な管理方法の確立が急務となっている。

本研究の対象種であるツキノワグマ *Ursus thibetanus* も、全国各地で深刻な被害を発生させており、大きな社会問題となっている。ただし、本対象種は、農作物被害や人身被害の軽減を目的とした個体数管理を必要とするだけでなく、他方では、個体数の減少および絶滅が懸念される地域では保護の対象でもある。すなわち、個体群の絶滅と被害の発生という二つの相反するリスクを最小化する「リスク管理」が必要となっている。そこで、適正なリスク管理を行うためには、個体数の情報および行動特性などツキノワグマの生態学的知見が不可欠であり、その前提として詳細な調査研究が必要であることは言うまでもない。しかしながら現状では、生態的特性に基づいた知見が不足しており、バランスのとれた方策が提案されていない。多くの場合では、有害駆除が選択されており、その結果、個体数の減少および絶滅の恐れが懸念されている。そこで、これまで私の研究は、1) 血縁関係（遺伝的要因）と行動様式の関連性を解明すること、2) 餌資源の多寡（環境要因）と行動様式の関連性を解明することを重点的に行い、ツキノ

ワグマにおけるリスク管理方法の確立するために不可欠な科学的根拠を提言することを目的としている。

主な調査は、長野県の東端に位置する浅間山麓周辺の地域で行っている。標高は 600~2500m の範囲であり、植生はカラマツ林を中心の針葉樹に、クリ (*Castanea crenata*)・ミズナラ (*Quercus crispula*)・コナラ (*Quercus serrata*) の広葉樹が混在している。年間降水量は 1000~1500mm と多く、冬の積雪は 30cm を超えることがほとんどない。年間平均気温は 8 度前であり、夏季の平均気温は 20 度前後であり、日本有数の避暑地として有名である。これまでツキノワグマの捕獲は、NPO 法人ピッキオが中心となって環境省および長野県の許可を受け、蜂蜜や蜂の巣等を誘因物としたドラム缶檻によって行っている (図 1a)。捕獲した個体は麻酔 (1:1 combination of Tiletamine and Zolazepam, 100 mg/ml) をかけたのち、生殖器によって性別を行って行っている (図 1b)。また、全長、体重等の外部測定を行い、年齢査定のため小臼歯を抜歯している。また、遺伝子解析、ホルモン解析および安定同位体解析を行うために、体毛も採取している。計測後には、発信器を装着し、放獣を行っている。放獣後は八木アンテナを用いて発信器の場所を追跡し、三角測量法 (White and Garrott 1990) によって位置の特定を行っている。この手法による誤差推定は事前に行われており、およそ 84m であった (Yamamoto et al. 2012)。すべての個体は、有害駆除や発信機の脱落、自然死によって追跡が中断されるまで継年的に追跡が行われている。これまでの研究ではこれら捕獲作業および追跡調査によって得られたデータを基に解析を行ってきた。本文では、これまでに発表してきた概要を記載することとする。詳細に関しては論文を見ていただければ幸いである。

行動様式に関する研究成果

初めに掲載された行動様式に関する論文は 2003 年から 2008 年までの 6 年間における雌 17 個体の行動圏を詳細に解析したものである (Yamamoto et al. 2012)。電波発信器の位置情報を基に行動様式を解析した結果、年間行動圏のサイズは $10.11 \pm 7.00 \text{ km}^2$ であることが明らかになった。

また、同一個体で年ごとの行動圏面積の変化率を比較すると、2004年は行動圏の面積がやや縮小する傾向が認められ、2004年では餌資源の堅果類が他の年度に比べて豊富であったことが関連していると考えられた。最も興味深い結果としては、同一個体内における年間行動圏の移動距離（中心点の距離）および重複率が 1.09 ± 0.91 km および

0.44 ± 0.16 であり、夏と秋の行動圏の移動距離は 1.38 ± 1.49 km、重複率は 0.51 ± 0.20 であったことである。このことから、雌ツキノワグマの特性として季節および年度によって大きな移動がなく、定着性が高いことが示唆された。

現在では、餌資源の空間的な分布と行動様式との関連性に着目して研究を現在行っている。GIS（地理情報システム）を用いて餌資源の空間分布を把握し、行動面積および形などがどのように影響を受けているのかを研究している（図2）。特に、ブナ科堅果類（ミズナラ、コナラ、クリ）の結実量調査を重点的に行い、2014年から2018年に長野県軽井沢町および周辺地域の78地点で調査を行っている。結実量データを用いてクリギング法による空間補完を行い、各年度における結実量の空間分布を推定したのが図2である。これら空間的な餌資源の分布がツキノワグマの行動様式にどのような影響を及ぼしうるのかを解明することが近年の課題である。本研究の成果は、餌資源に応じたツキノワグマの保護管理方法を検討する上でも重要な情報となりうる。

冬眠行動に関する研究

電波発信器による個体の追跡によってツキノワグマがいつ、どこで、どの程度の期間にわたり冬眠しているのかを明らかにすることが可能である（図3）。それら冬眠行動と環境要因との関連を示したのがYamamoto et al.(2016)である。日本に生息するツキノワグマの冬眠期間は、緯度の高い地域では5-6ヶ月であるのに対して、緯度の低い地域では1カ月程度と地域差がある。さらには、台湾に生息するツキノワグマは冬眠しないことも知られている（Hwang and Garshelis, 2007）。また、同一地域であっても年度によって冬眠するタイミングが大きく異なることも報告されている（Kozakai et al. 2009）。したがって、冬眠



図 1. 長野県軽井沢町における捕獲風景。 a) ドラム缶罠に捕獲されたツキノワグマに対し麻酔を投与する場面 b) 麻酔がかかったツキノワグマから採血を行い、発信器を装着している場面

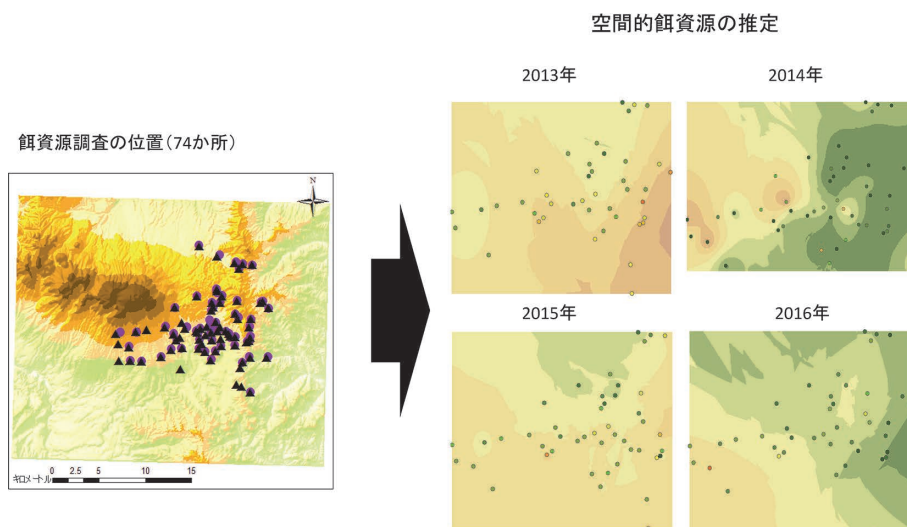


図 2. 長野県軽井沢町周辺の調査地における餌資源データを用いた空間的餌資源の推定

行動に対して様々な要因が影響していることは考えられるが、これまでツキノワグマにおいて冬眠入りおよび明けに関する研究がほとんど行われていない。冬眠行動は、出産や子育ても関連しており、効果的な保護管理を行う上でも冬眠行動を理解することは重要である。そこで、1999年から2012年にかけて調査された雌26頭66回、雄26頭40回の冬眠入り日、雌26頭56回、雄18頭25回の冬眠明け日のデータを用いて一般化線形混合モデル (GLMM) による解析を行い、冬眠行動に影響を与える要因を調べた。その結果、雌雄ともに共通要因として冬眠の入り日では、11月の平均気温およびミズナラの豊凶程度がモデル選択され、冬眠明け日では3月の平均気温がモデル選択された。さらに、雌では出産の有無が冬眠入りおよび明けに強く関連していることが示された。雄では、冬眠明けに対して前年のミズナラ量が関連しており、豊作であった翌年は早く冬眠明けすることが明らかになった。雌雄間では、冬眠入りのタイミングには大きな違いがなく、冬眠明けにおいては、雄、非出産メスそして出産メスの順番であり、期間としては約1ヵ月間の違いが見られた。近年では、親と子は少なくとも2年間は共に冬眠することから血縁関係による冬眠場所の学習についても解析している。

遺伝子解析に関する研究

位置情報から行動様式に関する研究を行っている一方、捕獲された際に採取した体毛を用いて遺伝子解析を行い、各個体間の血縁関係を調べており、血縁関係と行動様式を調べることを試みている。これまで700頭近くの個体から遺伝子抽出を行い、各個体間の血縁関係を明らかにしてきた。その中でも、2013年に発表した複数父性 (multiple paternity) を紹介する (Yamamoto et al. 2013)。クマ類の雌は着床遅延と呼ばれる特徴的な繁殖形態を持っている (坪田 1998)。これは、初夏に交尾をして受精した受精卵はすぐに着床せず数ヶ月の間子宮腔を漂い、冬眠に入る前に着床するという現象である。雌は一度に1-3頭の仔グマを産む。繁殖期には複数の雄と交尾をするため、アメリカクロクマなどでは仔グマが複数頭産まれた場合、仔グマの父親が異なる事例 (multiple paternity) が報告されている

(Schenk et al.1995)。しかしながら、ツキノワグマでは野外における繁殖生態はほとんど分かっておらず、複数の雄親の仔が産まれる可能性を検討した研究はこれまで行われていない。そこで Yamamoto et al.(2013) は、2009年に捕獲された母親および2頭の仔グマから採取された体毛を用いて父子判定を行い、ツキノワグマにおける複数雄との繁殖に関して検討した。その結果、仔グマの1個体の父親は父親候補の1個体と遺伝型の不適合がないという結果が得られたのに対して、同じ父親候補を用いて2頭目の仔グマと遺伝子型を照らし合わせて見たところ、3つの遺伝子座において不適合となった。すなわち、2頭の仔グマの父親は異なる個体であることが考えられ、雌は繁殖期に複数の雄と交尾していることが示唆された。これら行動の要因の一つには、雌親による子殺しの回避のために行っているのではないかと考えられた。本研究成果はメディアにも取り上げられた (図4)。

その後、多くの個体の血縁関係を明らかにし、日本哺乳類学会では繁殖生態に関する研究を発表してきた。ツキノワグマの繁殖生態を直接観察することは難しく、不明な点が多い。たとえば、野外においてどのような個体どうしが交尾に至っているのか、その時の年齢はいくつであるのかなどを示した研究は非常に少ない。これら基礎的な繁殖の情報を得るため、浅間山麓周辺を含めた長野県で捕獲された594個体から得られた体毛および血液を用いて遺伝子解析を行い、両親の推定を行った。その結果、両親を特定できた組み合わせは34組であった。雌親の平均年齢は7.3±3.4歳であり、雄親では7.8±3.1歳であった。雄個体の性成熟は2-3歳であることがこれまで報告されているが、本研究で示された繁殖した雄親の多くは8歳以上であったことから、野外においてメスを巡るオス間競争が起きていることが示唆された。一方、雌親は交尾期の年齢が3歳の個体が見られたことから、雌の初産は4歳であることが野外において確かめられた。また、雌個体の最高齢は18歳であったことから、高齢個体でも出産可能であることが示唆された。これら繁殖に関わる基礎的な情報が血縁関係を調べていくことによって解明されており、国際誌への投稿に向けて準備しているところである。



図 3. ツキノワグマが冬眠した環境。発信器が付いている個体では、どこで冬眠したかを追跡することが可能である。



図 4. 複数父性に関して発表した論文を取り上げていただいた新聞

今後の展望

近年の森林環境や社会構造の変化は、野生動物の分布域や行動パターンに影響を与え、人との軋轢も増加している。ツキノワグマは、農作物被害や人身被害の軽減が望まれているが、個体数密度や繁殖力が低く、捕獲圧に対して脆弱な一面を持っている。すなわち、本種の保護管理には、個体群の絶滅と被害の発生という二つの相反するリスクを最小化する「リスク管理」が求められている。長野県軽井沢町周辺では、20年以上にわたってNPO法人ピッキオの協力のもとツキノワグマの調査を行っており、個体の成長、分散、冬眠などに関する情報が蓄積されてきた。今後もNPO法人ピッキオと共同研究を進め、野外調査を行うとともに、遺伝学や統計学の手法を駆使してデータの解析にあたっていき、効果的な保護管理方法の確立にも寄与するために成果を発表していきたいと考える。また、これら多くの個体数かつ長期的研究の成果は、動物の社会性の進化を理解することに大きく貢献することが期待されている。

謝 辞

本稿で紹介した研究は、NPO法人ピッキオの方々および長野県軽井沢町のご協力なくして遂行することはできなかった。また、獣医保健看護学専攻保全生物学研究分野に在籍し、卒業論文の課題として多くの学生が取り組んでくれたことで、たくさんの成果が得られた。ここに心より感謝申し上げる。

引用文献

Hwang, M.H. and Garshelis D.L (2007) Activity patterns of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in the Central Mountains of Taiwan. *Journal of Zoology* 271: 203-209.

Kozakai C., Yamazaki K., Nemoto Y., Nakajima A., Koike S., and Kaji K. (2009) Behavioral study of free-ranging Japanese black bears II: How do bears manage in a food shortage year? *FFPRI Scientific Meeting Report* 4: 64-66.

Schenk A and Kovacs K.M. 1995. Multiple mating between black bears revealed by DNA fingerprinting. *Anim. Behav.* 50: 1483-1490.

Yamamoto, T., Tamatani, H., Tanaka, J., Yokoyama, S., Kamiike, K., Koyama, M., Seki, K., Kakefuda, S., Kato, Y., Izawa N. (2012) Annual and seasonal home range characteristics of female Asiatic black bears in Karuizawa, Nagano Prefecture, Japan. *Ursus* 23(2) 218-225.

Yamamoto, T., Tamatani, H., Tanaka, J., Kamiike, K., Yokoyama, S., Koyama, M., Kajiwar M. (2013) Multiple paternity in Asian black bear *Ursus thibetanus* Ursidae, Carnivora using microsatellite analysis. *Mammalia* 77(2): 215-217

Yamamoto, T., Tamatani, H., Tanaka, J., Oshima, G., Mura, S and Koyama, M (2016) Abiotic and biotic factors affecting the denning behaviors in Asiatic Black bears *Ursus thibetanus*. *Journal of Mammalogy* 97(1): 128-134.

White G. and Garrott R. A. (1990) Analysis of wildlife
Radio-tracking Data. Academic Press, San Diego, 383 pp.
