

第 7 章

ツキノワグマにおける捕獲理由の違い及び 忌避条件付けの有無と土地利用の関係

関香菜子・横山真弓・坂田宏志・森光由樹・斎田栄里奈・室山泰之

要 点

- ・有害捕獲で忌避条件付けされた個体と、錯誤捕獲で忌避条件付けされていない個体の放獣後の行動を比較した。
- ・放獣個体の性別や放獣時期、放獣した年の堅果類の豊凶などによって、放獣後の行動が異なるかどうかについても、分析を行なった。
- ・有害捕獲で忌避条件付けされた個体は、錯誤捕獲で忌避条件付けされていない個体よりも、人里周辺の利用頻度が高かった。
- ・堅果類が豊作の年の 9 月と 10 月に捕獲された個体は、放獣から日数が経つにつれて人里周辺の利用頻度が高くなった。
- ・堅果類が凶作の年の 11 月に捕獲された個体は、放獣から日数が経つにつれて人里周辺の利用頻度が低くなった。
- ・これらの結果から、ツキノワグマの放獣後の行動は、忌避条件付け放獣の影響より捕獲までの履歴の影響の方が大きいことが示唆された。そのため、ツキノワグマの人里周辺の利用を防ぐためには、被害を継続的に発生させ、人里を利用するのに馴れてしまった個体を作らないことが重要な課題であると考えられた。

key words : GPS 首輪 有害捕獲 錯誤捕獲 人為的環境 一般化線形混合モデル

1. はじめに

クマ類の保護管理の現場では、個体数の保全と被害軽減の両立が求められており、これらの解決に向けた対策の一つとして、忌避条件付け放獣が位置づけられている。この方法は、学習放獣とも呼ばれ、人里を忌避することをクマに学習させるために行われている。具体的には、人の生活圏に出没したクマを捕獲し、カプサイシンスプレーの噴射や花火弾、ゴム弾などの嫌悪刺激を与えた後（忌避条件付け）、放獣する方法である。

忌避条件付け放獣は、ヒグマ (*Ursus arctos*) やアメリカクロクマ (*Ursus americanus*) においても実用化がされている (Rauer *et al.* 2003; Leigh & Chamberlain 2008)。ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) と近縁のアメリカクロクマにおける事例では、捕獲場所から放獣場所までの距離が長いほど捕獲地点に回帰しにくいという報告や (Rogers 1986)、犬などを使用することによって、与える嫌悪刺激を大きくした方が捕獲地点に回帰しにくいという報告がある (Leigh & Chamberlain 2008; Beckmann *et al.* 2004)。

海外での研究事例は数多いが、日本の森林環境では、捕獲場所から長距離移動して放獣するのは困難であることや、集落と森林がモザイク状に分布した土地利用になっていることから、海外で行なわれている方法をそのまま適用することは難しく課題が多い。実際に、これまで、放獣後の個体の行動を追跡し、人里周辺への回帰の有無を調査した事例がいくつか報告されているが（中西ほか 2007; 小山ほか 2007; 横山 2007）、放獣方法やその結果はさまざまであり、検証すべき課題は数多く残っている。

兵庫県では、2003年からツキノワグマによる被害の軽減・防止と個体群の絶滅回避を目標とした「ツキノワグマ保護管理計画」を策定し施行している。この計画では、ツキノワグマの出没時における対応区分の一つとして、忌避条件付け放獣を挙げている。

忌避条件付けは、被害が継続的に発生し、人由来の餌資源に執着、もしくは人慣れが進行していると判断され捕獲された有害捕獲個体を放獣する際に行われる。イノシシの捕獲を目的に仕掛けられたわなに捕獲された錯誤捕獲個体の場合は、原則的に忌避条件付けは行われないが、人家周辺での捕獲や、精神被害を含む被害を発生させている可能性が高いと判断された場合は、忌避条件付けが行われる（兵庫県 2009）。

そこで本研究では、忌避条件付けをして放獣した個体に発信器を装着して行動追跡することによって、忌避条件付け後の行動を明らかにすることを目的とした。また、錯誤捕獲で忌避条件付けをされていない個体の行動と比較し、忌避条件付けによって、人里への出没が忌避条件付けをされていない個体と同じ程度まで減少するかについても検討した。さらに、放獣個体の性別（オス・メス）や放獣時期、放獣した年の堅果類の豊凶などによって、放獣後の行動が異なるのかについても、分析を行なった。これらの結果にもとづいて、ツキノワグマの人里への出没を防ぐためのより効果的な対策を提案する。

2. 材料及び方法

2-1. 調査地

調査地は、兵庫県本州部である。兵庫県に生息するツキノワグマは、北東部を流れる一級河川である円山川（延長 68km）を境に、東中国個体群と北近畿個体群が生息している。東中国個体群は、兵庫県と鳥取県の境界に位置する氷ノ山（標高 1509.6m）を中心に分布し、北近畿個体群は床ノ尾山系を中心とする兵庫県と京都府の県境にかけて分布している。どちらの個体群も個体数が減少し孤立が進んでいる。その一方で、人身事故や出没による精神的不安、果樹園、養蜂場、民家近くの柿の木への被害などが発生している（兵庫県 2009）。

2-2. 解析データ

ツキノワグマの位置情報と個体情報

2005年から2008年の9月～11月に捕獲されたツキノワグマ14頭のデータを解析対象とした。これらの個体に、放獣後の行動を監視するために、Lotek社製のGPS首輪(GPS4400S)を装着し、2時間おきに測位して位置情報を取得した。14頭のうち9頭は、有害捕獲された個体か、錯誤捕獲されたが有害性が高いと判断された個体で、忌避条件付けが行われた（以

下、有害・忌避条件付け有り個体とする)。また、5頭は、錯誤捕獲された個体で忌避条件付けが行われなかった(以下、錯誤・忌避条件付け無し個体とする)(表1)。忌避条件付けは、放獣場所(捕獲地点と同一市内で人の活動が比較的少ない山中)で行われた。嫌悪刺激としては、檻叩き、爆竹、ロケット花火、轟音玉(動物駆逐煙火)、カプサイシンスプレーを使用し、個体の衰弱度に応じて生存に影響しない範囲で、複数を組み合わせて呈示した(表1)。本解析では、放獣から1カ月以内に得られた位置情報のうち、衛星を4つ以上捕捉して得られた3Dデータのみを使用した。さらに測位誤差を取り除くために、ディファレンシャル補正を行った。

表1 解析対象とした個体の情報

忌避条件付けに使用したスプレーは、カプサイシン(唐辛子)スプレーを指す。

個体ID	捕獲日	雌雄	年齢	堅果類の豊凶	忌避条件付け
有害・忌避条件付け有り					
Y1	2005/11/21	オス	5	豊	爆竹・スプレー
Y2	2006/9/14	メス	11	凶	檻叩き・スプレー
Y3	2006/10/7	オス	5	凶	檻叩き・爆竹・ロケット花火
Y4	2006/10/10	オス	17	凶	檻叩き・爆竹・ロケット花火
Y5	2006/10/10	オス	7	凶	檻叩き・爆竹
Y6	2007/11/16	オス	14	豊	爆竹・轟音玉・スプレー
Y7	2007/11/18	オス	3	豊	爆竹・轟音玉・スプレー
Y8	2008/10/9	オス	3	凶	檻叩き・爆竹・ロケット花火・スプレー
Y9	2008/10/17	メス	16	凶	檻叩き・爆竹・轟音玉・スプレー
錯誤・忌避条件付け無し					
S1	2007/11/22	メス	16	豊	-
S2	2008/9/4	メス	5	凶	-
S3	2008/10/1	メス	3	凶	-
S4	2008/10/10	メス	5	凶	-
S5	2008/10/22	オス	7	凶	-

ブナ科堅果類の豊凶

ブナ科堅果類は秋期のツキノワグマの主要な餌資源であるため(溝口ほか 1996)、その豊凶を環境要因とし分析に加えた。兵庫県森林動物研究センターでは、2005年から毎年9月、コナラ、ブナ、ミズナラを対象に、結実豊凶調査を行っている。各地点では10本の供試木を選び、各供試木を対象として目視により4段階(0, 1, 2, 3)の豊凶度で判定し、それらの豊凶度の平均値をその地点の豊凶指数として算出している(藤木ほか 2011)。本研究では、この値を用いて、豊凶度の平均値以上を豊作、平均値以下を凶作と定義して解析した。

日の出、日の入りの時刻

ツキノワグマによる人里周辺への出没は、夜間に集中して発生するため(山田・上馬 2008)、本研究では「夜間」の位置情報のみを用いて以下の統計解析を行った。「日中」と「夜間」の区分には国立天文台情報センターが発表している日の出、日の入りの時刻を使用し、日の出から日の入りまでを「日中」、日の入りから翌日の日の出までを「夜間」とした。

植生図

土地利用を把握するために、環境省生物多様性センターの発行する自然環境保全基礎調査「第 2-5 回植生調査重ね合わせ植生図」を使用し、市街地や畑、水田、果樹園など日常的に人が利用するところを「人為的環境」、それ以外を「その他森林」の 2 値に区分した。分類した植生図と得られた位置情報を用いて各ポイントの植生区分を抽出した。なお、これらの作業は GIS ソフト (Esri 社 ArcGIS9.3) を用いて行った。

統計解析

ツキノワグマの位置情報及び個体情報 (捕獲放獣方法・性別・捕獲された月・放獣からの日数)、植生区分、ブナ科堅果類の豊凶、日の出、日の入りの時刻のデータを用いて、ツキノワグマによる夜間の人為的環境利用を、変量効果に個体差を考慮した一般化線形混合モデルにより解析した。人為的環境を利用した地点数を応答変数とし、ツキノワグマの土地利用に影響を与えると考えられた「捕獲放獣方法 (有害・忌避条件付け有り、錯誤・忌避条件付け無し)」、「性別」、「捕獲された月」、「放獣からの日数」、「堅果類の豊凶」、及び「各変数の 2 次までの交互作用」を説明変数とした (表 2)。

放獣からの日数は、放獣 1 日目から 10 日目までを「1 期」、11 日目から 20 日目までを「2 期」、21 日目から 30 日目までを「3 期」と定義した。また、本解析では、「堅果類が凶作の年で、かつ 11 月に捕獲された個体」と「堅果類が豊作の年で、かつ 9 月から 10 月に捕獲された個体」のデータが得られなかった。また、9 月に捕獲された個体のデータが少なかった。このため、利用可能なデータを最大限活用するために「豊凶_捕獲月」の組み合わせ変数を作成した。この変数のカテゴリーは、「凶作年_9・10 月捕獲」と「豊作年_11 月捕獲」の 2 つである。2 次までの交互作用には、組み合わせが得られなかった「豊凶_捕獲月と性別」以外の交互作用を用いた。

誤差構造は二項分布、リンク関数はロジットとして、各変数同士の総当たりでモデルを作成しパラメータの推定を行った。モデルの選択には、赤池情報量基準 (AIC) を使用し、これが最小になるモデルを選択した (丹後ほか 1996)。また、得られたモデルから最小 2 乗平均を算出し人為的環境の利用頻度を推定した。なお、これらの作業は、SAS/STAT9.2 の GLIMMIX プロシジャールを用いて行った (SAS Institute 2008)。

表2 土地利用解析に用いた変数

変数名	分類
捕獲放獣方法	有害・忌避条件付け有り 錯誤・忌避条件付け無し
性別	オス メス
放獣からの日数	1期(1日目～10日目) 2期(11日目～20日目) 3期(21日目～30日目)
豊凶_捕獲月*	凶作_9・10月 豊作_11月

* 堅果類の豊凶と捕獲された月の組み合わせ変数

3. 結果

3-1. GPS による位置情報の取得

放獣から1ヵ月以内に得られた位置情報の分布を図1に示した。兵庫県の北部、但馬地方を中心に情報が得られた。また、日中と夜間の土地利用の割合を図2に示した。人為的環境の利用は、日中が、 $9.0 \pm 9.4\%$ (平均 \pm 標準偏差, 以下同様)、夜間が、 $37.0 \pm 27.0\%$ であり、人為的環境の利用には偏りが見られた (Mann-Whitney U test, $U = 44$, $p = 0.001646$)。

また、夜間の3D測位数とその測位成功率 (3D測位成功数/測位予定数 $\times 100$) を表3に示した。各個体の3D測位数と測位成功率は、最小で35ポイント、 19.4% (個体ID: Y2)、最大で133ポイント、 73.9% (個体ID: Y7)であった。また、全個体の測位成功率は、 $42.2 \pm 18.7\%$ であり、有害・忌避条件付け有り個体は、 $40.9 \pm 17.9\%$ 、錯誤・忌避条件付け無し個体は、 $44.6 \pm 22.0\%$ であり、有意差はなかった (Mann-Whitney U test, $U = 21$, $p = 0.8981$)。

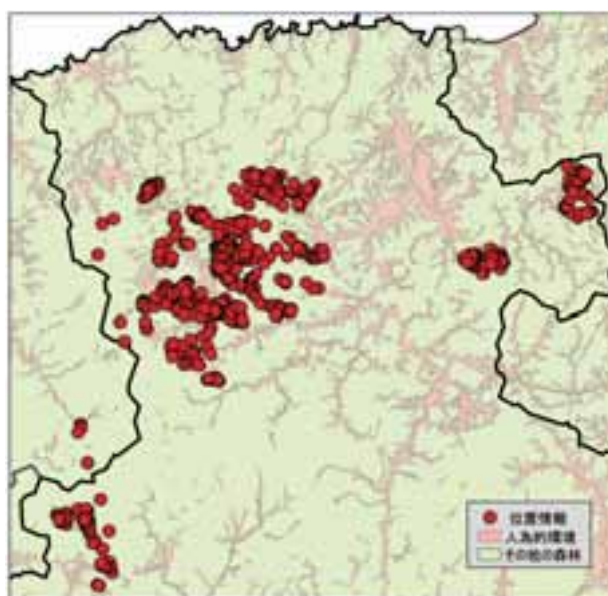


図1 GPS 装着個体の位置情報の分布 (放獣から1ヵ月以内)

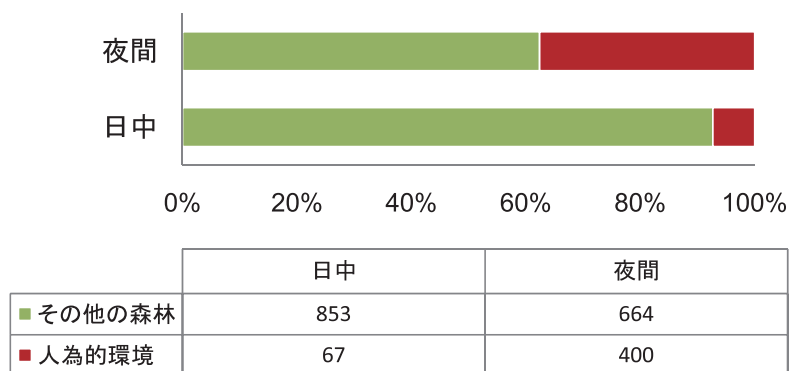


図2 日中・夜間別の土地利用の割合

日中・夜間別で、放獣から1ヵ月以内の土地利用（その他の森林と人為的環境利用）の割合を示した。数字は、得られた位置情報数を示す。

表3 各個体の3D測位成功数と測位成功率（夜間）

個体 ID	測位成功数	測位成功率*
有害・忌避条件付け有り		
Y1	52	28.9%
Y2	35	19.4%
Y3	56	31.1%
Y4	42	23.3%
Y5	74	41.1%
Y6	133	73.9%
Y7	82	45.6%
Y8	111	61.7%
Y9	78	43.3%
合計	663	40.9%
錯誤・忌避条件付け無し		
S1	119	66.1%
S2	36	20.0%
S3	39	21.7%
S4	100	55.6%
S5	107	59.4%
合計	401	44.6%

* 測位成功率 = (測位成功数 / 測位予定数) × 100

3-2. 選択されたモデル

AIC が最小となったモデルは、説明変数に「捕獲放獣方法」、「堅果類の豊凶_捕獲された月」、「放獣からの日数」、「豊凶_捕獲月と放獣からの日数の交互作用」を用いたモデルであり、「性別」は選択されなかった。また、検定の結果、上記 4 つの変数が 5%有意水準において有意であった（表 4）。

表 4 選択されたモデルの固定効果のタイプⅢ検定の結果

変数名	分子の自由度	分母の自由度	F 値	P
放獣方法	1	1046	4.19	0.041
豊凶_放獣月	1	1046	5.23	0.0224
放獣からの日数	2	1046	3.68	0.0256
豊凶_放獣月 * 放獣からの日数*	2	1046	15.66	<.0001

* 堅果類の豊凶_放獣された月と放獣からの日数の交互作用

捕獲放獣方法

「捕獲放獣方法」の違いによる、人為的環境の推定利用頻度の平均値と標準誤差を図 3 に示した。有害・忌避条件付け有り個体的人為的環境の利用頻度は、 $29.6 \pm 10.4\%$ （平均 \pm 標準誤差、以下同様）、錯誤・忌避条件付け無し個体は、 $7.7 \pm 4.9\%$ と推定され、有害・忌避条件付け有り個体の方が人為的環境の推定利用頻度が高かった。

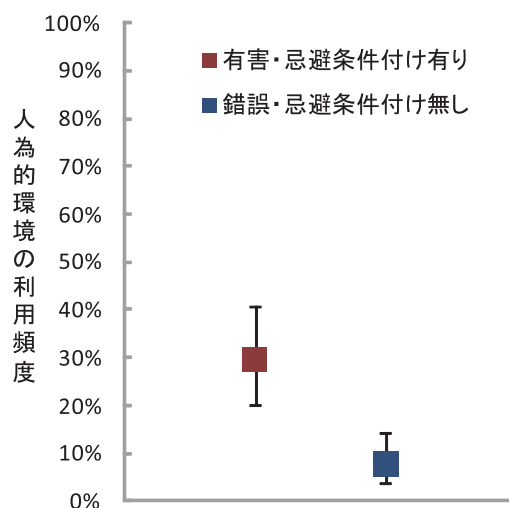


図 3 捕獲放獣方法の違いによる人為的環境の推定利用頻度の違い

人為的環境の推定利用頻度の平均値と標準誤差を示す。有害・忌避条件有り個体は、錯誤・忌避条件無し個体に比べて、人為的環境の推定利用頻度が高かった。

堅果類の豊凶_捕獲された月と放獣からの日数

「豊凶_捕獲月」と「放獣からの日数」の違いによる、人為的環境の推定利用頻度の平均値と標準誤差を図 4 に示した。凶作年の 9 月 10 月に捕獲された個体は、人為環境の利用頻度が、1 期が $15.2 \pm 6.2\%$ 、2 期が $45.9 \pm 11.5\%$ 、3 期が $44.8 \pm 11.6\%$ と推定され、1 期に比べ 2 期

と3期の利用頻度が高くなっていった。一方、豊作年の11月に捕獲された個体の利用頻度は、1期が $9.3\pm 6.5\%$ 、2期が $6.3\pm 4.7\%$ 、3期が $4.8\pm 3.6\%$ と推定され、1期から3期にかけて減少する傾向にあった。

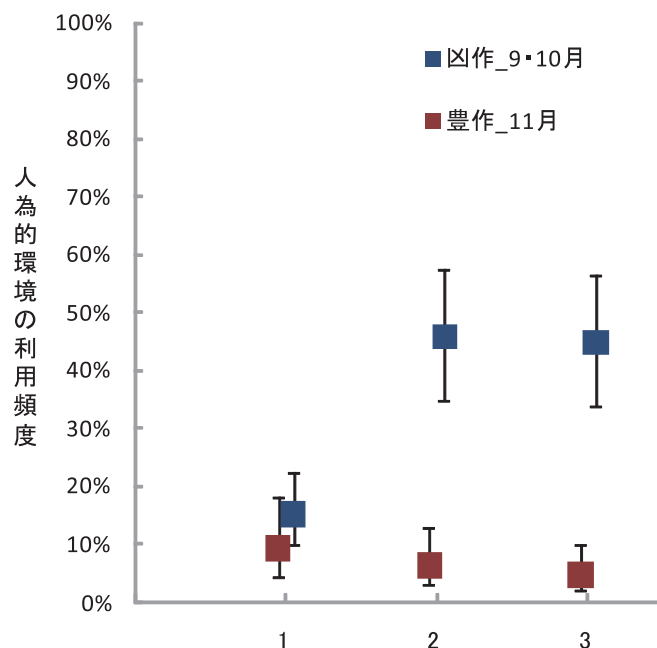


図4 堅果類の豊凶及び捕獲月と放獣から日数の違いによる人為的環境の推定利用頻度の違い

人為的環境の推定利用頻度の平均値と標準誤差を示す。凶作年の9月10月は、放獣からの日数が経つに連れて利用頻度は増加したが、豊作年の11月は減少した。

4. 考察

4-1. 測位率

GPSの測位成功率は、林冠の被度に影響を受け、被度が高くなると減少することが知られている (Jiang *et al.* 2008; 宇野ほか 2002; Yamazaki *et al.* 2008)。つまり、各植生の被度の違いによって、それぞれの植生で得られた位置情報の測位成功率に差が生じている。そのため、個体の土地利用を分析しようとした場合、林冠の被度が低く、測位成功率が高い特定の植生は過大評価に、林冠の被度が高く、測位成功率が低い特定の植生は、過小評価になる恐れがある。今回解析に用いた個体も、3D測位成功率が平均して40%程度と比較的低い値であったため、被度の影響があったと考えられた。しかし、本研究では、有害・忌避条件ありと錯誤・忌避条件無しの測位成功率を比較したところに差は見られなかった。そのため、人為的環境とそれ以外の植生の測位成功率には、大きな違いはないと考えられた。

4-2. 性別

クマ類の放獣後の行動については、メスとオスで捕獲場所への回帰性に差がみられる (Landriault *et al.* 2009)、メスは自らの行動圏への定着性が強い (Blanchard & Knight 1991) など、雌雄差があることが報告されている。しかしながら、本解析では、AICが最小

となったモデルには、「性別」が含まれていなかった。この理由として以下の二つの可能性が考えられる。一つめは、放獣後の行動には雌雄差がないということ、もう一つは、サンプル数の少なさや偏りがあるということである。本解析では、有害・忌避条件有りの個体数がオス7頭、メス2頭だったのに対し、錯誤・忌避条件無しの個体数はオス1頭、メス4頭であり、雌雄のサンプル数に捕獲放獣方法で偏りが見られた。そのため、雌雄による人為的環境利用の違いを十分に説明しきれずに、「性別」を含んだモデルが選択されなかった可能性がある。したがって、捕獲放獣方法と性別の違いによる人為的環境の利用については、サンプル数を増やして、今後さらに検討する必要がある。

4-3. 人為的環境利用

捕獲放獣方法

忌避条件付けは、放獣個体を再び人の生活圏に出没させないことを目的に行われている。しかし本研究では、有害捕獲され忌避条件付けされた個体の人為的環境の利用頻度は、錯誤捕獲で忌避条件付けをしなかった個体の利用頻度より高く、同程度の水準にはなっていなかった。このような結果になった理由として、以下の可能性が考えられた。

一つめは、忌避条件付けには、ツキノワグマに人為的環境の利用を抑制する効果はないという可能性である。本研究では、同じ状況で捕獲した個体に対して、忌避条件付けをした場合としなかった場合を比較していないため、忌避条件付けによる行動の違いそのものについては検証していない。また、現行の管理捕獲による対応の中では、忌避条件付けをする前の行動と忌避条件付け後の行動を比較することはできず、忌避条件付けによる行動変化が起きたかどうかは不明である。したがって、忌避条件付けの効果そのものについては、今後の検証が必要である。

二つめの可能性は、すでに人為的環境への執着が著しく高い状況にある個体に対して行った場合、一度の忌避条件付けだけでは、錯誤捕獲され忌避条件付けなしで放獣された個体の水準にまで、人里周辺の利用を抑制する効果がないという可能性である。現行の手法では、集落への出没による精神被害も含め、人為的環境への執着が著しくなった個体に対し、有害捕獲が許可され、忌避条件付け放獣を行っている。本研究の結果は、人為的環境に執着が増した個体に対しては、一度の忌避条件付けだけでは、人為的環境の利用を大幅に抑制する効果はなく、放獣後の行動は、忌避条件付け放獣の影響より捕獲までの履歴の影響の方が大きい可能性を示唆していた。このように、忌避条件付け後の行動が、放獣前の個体の履歴に影響されることは、ヒグマやアメリカクロクマにおいて報告されている（中西ほか 2007; Beckman *et al.* 2009）。

現行の忌避条件付け放獣の手法では、初めて捕獲された個体が、どの程度人為的環境に執着しているのかは、判別できない。しかし、忌避条件付けを行った個体が、その後集落周辺で確認されなくなり、山中及び森林内にとどまったケースも報告されている（横山ほか 2008）。そのため、出没初期に忌避条件付けを実施できた場合と、集落への執着が強くなって行動修正が難しくなった個体に実施した場合とで、結果が異なる可能性があると考えられた。

餌資源への執着と放獣からの日数

凶作年の9月10月に捕獲された個体と豊作年の11月に捕獲された個体では、放獣後の人為的環境の利用頻度に違いが見られた。これは、各時期の餌資源への執着の違いによるものだと考えられる。

凶作年の9月10月は、人為的環境の利用頻度が、1期に比べ2期や3期の方が高かった。ツキノワグマは9月ごろから冬眠に向け食欲が増大する時期に入り、堅果類を中心とした果実を利用し、脂肪蓄積を行った後に冬眠期に入る。そのため、堅果類が凶作となった年の秋期(9月-10月)は、餌資源への執着が1年を通して最も強い時期であり、また、堅果類の豊作年の同時期と比べても強くなると考えられる。よって、凶作年の秋期に放獣された個体は、餌資源を求め再び人為的環境を利用する結果となったと考えられた。また、この時期に放獣された個体の1期の人為的環境の利用頻度が、他の時期に比べて低かったのは、放獣後に捕獲場所から山中に移動していることと、捕獲放獣による人為的な影響が一時的に表れていることが影響していると考えられた。

一方で、豊作年の11月に捕獲された個体は、放獣からの日数が経つにつれて人為的環境の利用頻度が減少していた。この時期は、堅果類が豊作の年であったため、森林内に餌資源が十分にあり、人為的環境へ出沒する必要がない状況であったことが大きな要因と考えられた。また、この時期は、冬眠に向けて活動が不活発になり始める時期でもある。さらに、兵庫県では、豊作年、凶作年ともに11月から12月にかけての目撃件数は減少傾向にある(図5)。これらを合わせると、11月以降に捕獲された個体は、放獣後人為的環境を利用する可能性が低いと考えられた。

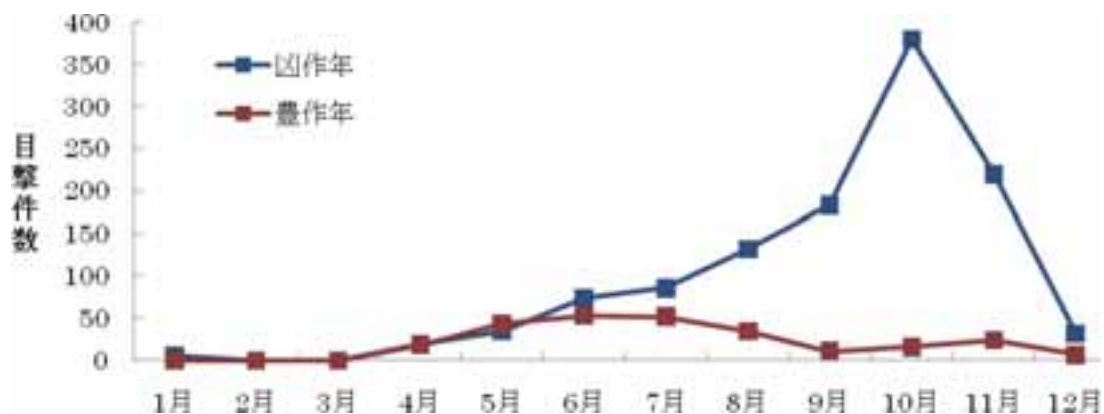


図5 堅果類の豊凶による目撃件数の増減

兵庫県で収集されている、2005年から2008年までのツキノワグマの目撃情報の月次変化を示す。豊作年、凶作年ともに11月から12月にかけての目撃件数は減少傾向にある。

4-4. 管理への提言

現行の忌避条件付けの課題

現行の忌避条件付けは、人里への出沒を繰り返し、被害を継続的に発生させた有害捕獲個体と錯誤捕獲個体に対して行われている。本研究は、そのような個体に対して、一度だけ行なわれる忌避条件付けの有効性は限定的であり、忌避条件付け放獣後の個体が再び人の生活

圏に出没する状況を改善できるかどうかは、放獣前の個体がどの程度人里を利用していたかに強く影響されることを明らかにした。このことは、ツキノワグマの人里への出没を抑制するためには、人里に出没する個体を捕獲して対応するだけではなく、ツキノワグマを人為的環境に執着させない状況を構築しなければならないことを示唆している。具体的には、人為的な餌資源に執着したり、人馴れしたりするのを未然に防ぐため、ツキノワグマの出没を確認したら放置せず、出没初期に人家周辺の柿の木の管理などの誘引物の除去や電気柵等による侵入の防除、追い払い等の対策を強化し、人為的環境に馴れた個体を作らないような対策を行うべきである。

兵庫県をはじめ、ツキノワグマの個体数が少ないとされている西日本では、有害捕獲個体に忌避条件付けを行う体制が構築されつつある。その反面、誘引物管理など地域住民と協力して取り組む必要のある施策を実施するための体制作りは十分でない。しかし、試験的に行われた柿の木の管理などにより、ツキノワグマの集落内侵入を著しく減少させた事例も報告されている（鈴木ほか 2011）。したがって、このような集落環境管理を支援する体制を構築することが、ツキノワグマに人里を利用させないための対策としての重要なポイントになると考えられる。

また、忌避条件付け放獣については、検証すべき課題が多く残っている。西日本では、一度目の有害捕獲では忌避条件付け放獣を行うが、再度出没が繰り返された場合は捕殺している（兵庫県 2009; 鳥取県 2007）。二度目の捕獲までの期間が数年経過していても、同様の措置を取っている。しかし、忌避条件付け前後の行動の変化の把握や、その効果の持続性、効果的な忌避条件付けの手法など、明らかにされていないことは多い。忌避条件付けの学習が成立する条件（一度で学習するか、複数回必要か）や、それぞれの場合の効果の程度も明らかにする必要があり、今後の研究が必要である。

これまで行われてきた忌避条件付け放獣は、必要以上の捕殺を回避し、個体数の減少に歯止めをかけるという点で、地域個体群の保全に大きく貢献してきた（横山ほか 2008）。しかしながら、その手法の改善は、十分に行われているとはいえない状況にある。今後は、忌避条件付け放獣について基礎的な検討を重ねるとともに、ツキノワグマの保全と管理における忌避条件付け放獣のあり方について、検討していく必要がある。

謝辞

本稿の執筆にあたり、兵庫県立大学自然・環境科学研究所の岸本康誉特任助教には、統計解析、データ整理において、有益なご討論ご助言をいただきました。なお、この研究で利用したデータの一部は、平成 17 年～19 年度科学研究費補助金（若手研究 A17688014）及び、環境省の環境研究総合推進費（D-1003）により実施されました。

引用文献

Blanchard BM, Knight RR 1991 Movement of Yellowstone grizzly bears. *Biological Conservation* 58:41-67.

- Beckmann JP, Lackey CW, Berger J 2004 Evaluation of deterrent techniques and dogs to alter behavior of “nuisance” black bears. *Wildlife Society Bulletin* 32:1141-1146.
- 藤木大介・横山真弓・坂田宏志 2011 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 号, pp.39-49. 兵庫県森林動物研究センター.
- 兵庫県 2009 第 2 期ツキノワグマ保護管理計画. 兵庫県, 30pp.
- Jiang Z, Sugita M, Kitahara M, Takatsuki S, Goto T, Yoshida Y 2008 Effects of habitat feature, antenna position, movement, and fix interval on GPS radio collar performance in Mount Fuji, central Japan. *Ecological Research* 23:581-588.
- 小山克・田中純平・玉谷宏行・樋口洋 2007 学習放獣の効果と課題—軽井沢町を事例として—. JBN 緊急クマシンポジウム&ワークショップ報告書. pp.67-69. 日本クマネットワーク.
- Landriault L, Brown G, Hamr J, Mallory F 2009 Age, sex and relocation distance as predictors of return for relocated nuisance black bears *Ursus americanus* in Ontario, Canada. *Wildlife Biology* 15:155-164.
- Leigh J, Chamberlain MJ 2008 Effects of aversive conditioning on behavior of nuisance Louisiana black bears. *Human - Wildlife Conflicts* 2:175-182.
- 溝口紀泰・片山敦司・坪田敏男・小見山章 1996 ブナの豊凶がツキノワグマの食生に与える影響—ブナとミズナラの種子落下量の年次変動に関連して—. *哺乳類科学* 36:33-44.
- 中西将尚・小平真佐夫・山中正実・岡田秀明 2007 知床国立公園周辺（北海道斜里町）におけるヒグマ忌避学習付けの効果について. JBN 緊急クマシンポジウム&ワークショップ報告書. pp62-66. 日本クマネットワーク（JBN）.
- Rauer G, Kaczensky P, Knauer F 2003 Experience with aversive conditioning of habituated brown bears in Austria and other European countries. *Ursus* 14:215-224.
- Rogers LL 1986 Effects of translocation distance on frequency of return by adult black bears. *Wildlife Society Bulletin* 14:76-80.
- SAS Institute 2008 SAS/STAT9.2 User’s Guide. SAS Publishing, Cary, NC, USA.
- 鈴木克哉・横山真弓・藤木大介・稲葉一明 2011 ツキノワグマの誘引要因としてのカキの木分布様式と対策手法の検討. 「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 号, pp.139-152. 兵庫県森林動物研究センター.
- 丹後敏郎・山岡和枝・高木春良 1996 ロジスティック回帰分析—SAS を利用した統計解析の実際—. 朝倉書店, 245pp.
- 鳥取県 2007 ツキノワグマ保護管理計画～人とツキノワグマとの住み分けによる共存を目指して～. 鳥取県, 25pp.
- 宇野裕之・玉田克己・平川浩文・赤松里香 2002 GPS テレメトリーの測位成功率及び測位精度の評価. *哺乳類科学* 42:129-137.
- 山田孝樹・上馬康生 2008 白山地域のツキノワグマ (*Ursus thibetanus japonicus*) の日周行動と季節的行動様式の変化. 石川県白山自然保護センター研究報告. 35: 35-46

Yamazaki K, Kasai S, Koike S, Goto Y, Kozakai C, Furubayashi K 2008 Evaluation of GPS collar performance by stationary tests and fitting on free-ranging Japanese black bears. *Mammal Study* 33:131-142.

横山真弓 2007 絶滅危惧個体群における学習放獣の事例とその効果について. *JBN 緊急クマシンポジウム&ワークショップ報告書*. pp72-73. 日本クマネットワーク.

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.