

# 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

# 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

## 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。

### 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。

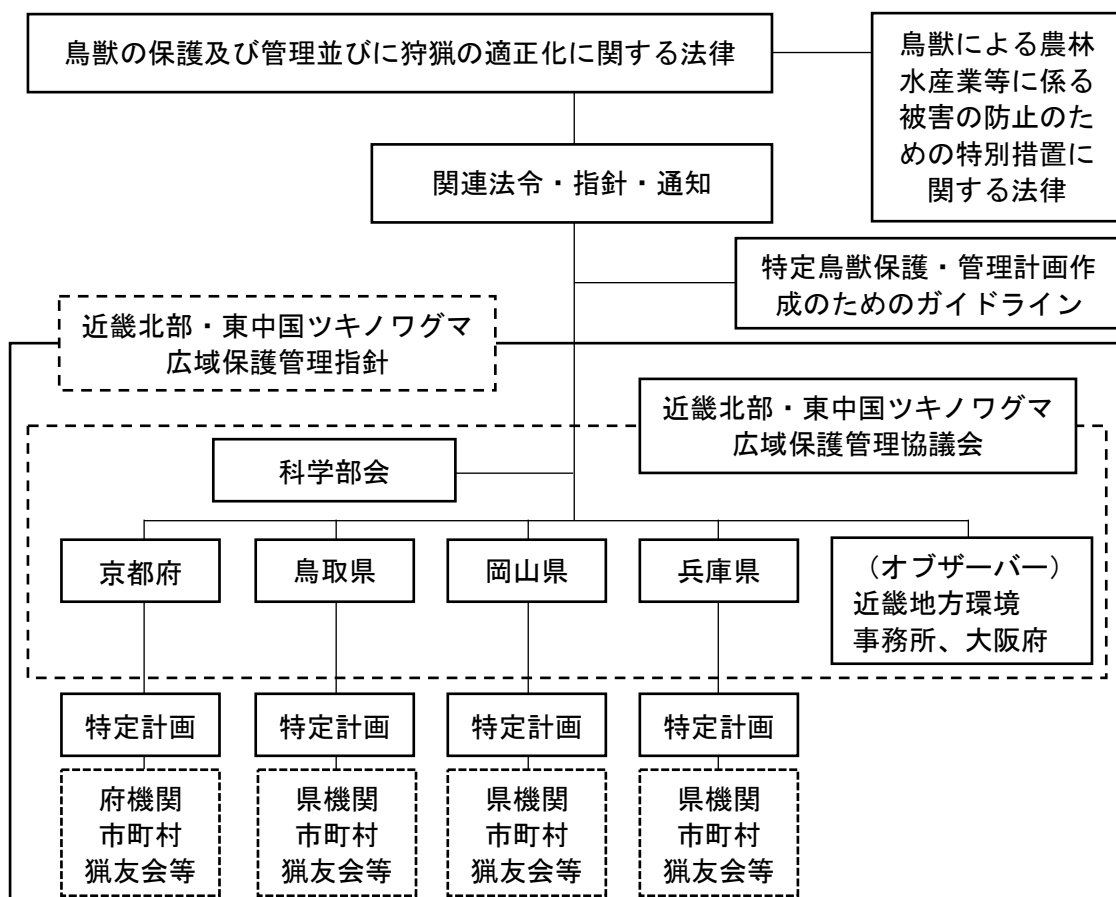


図1 関連法令等と近畿北部・東中国ツキノワグマ広域保護管理指針及び協議会の構成

## 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）と由良川以东（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-市川以东（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-土師川以东（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。

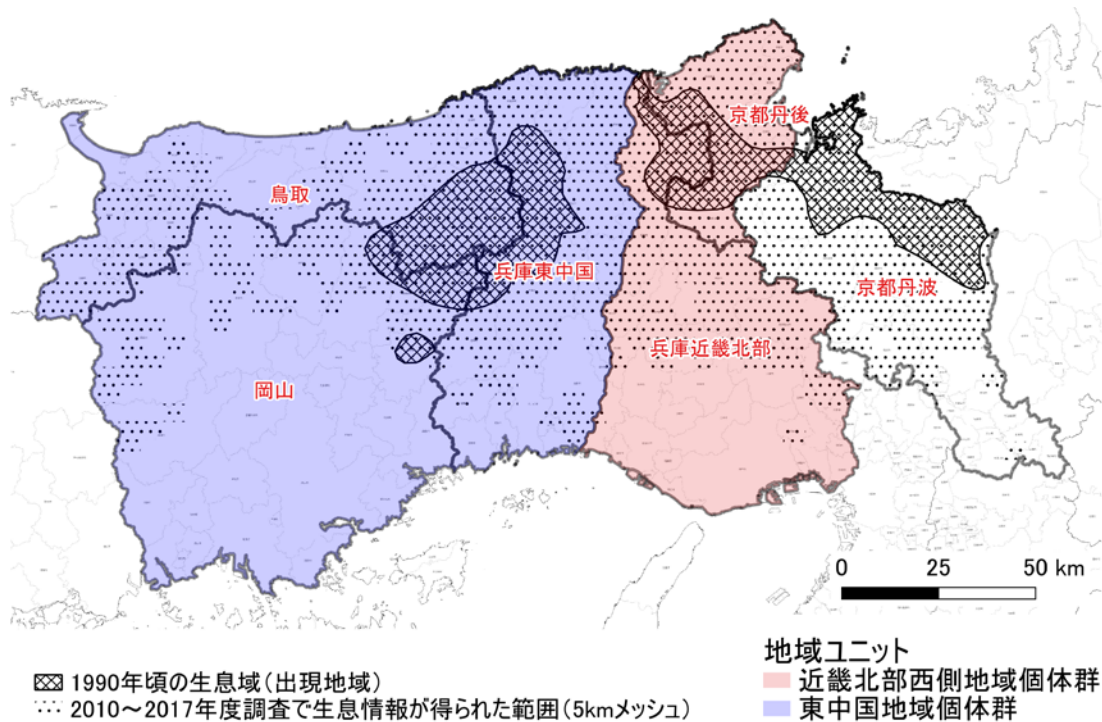


図2 本指針におけるツキノワグマの地域個体群の区分および5つの管理ユニット。4府県における1990年頃の生息域（自然環境研究センター 1993）および近年の生息域（平成30年度中大型哺乳類分布調査に基づく）も示す。（背景：地理院タイル）

## (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。

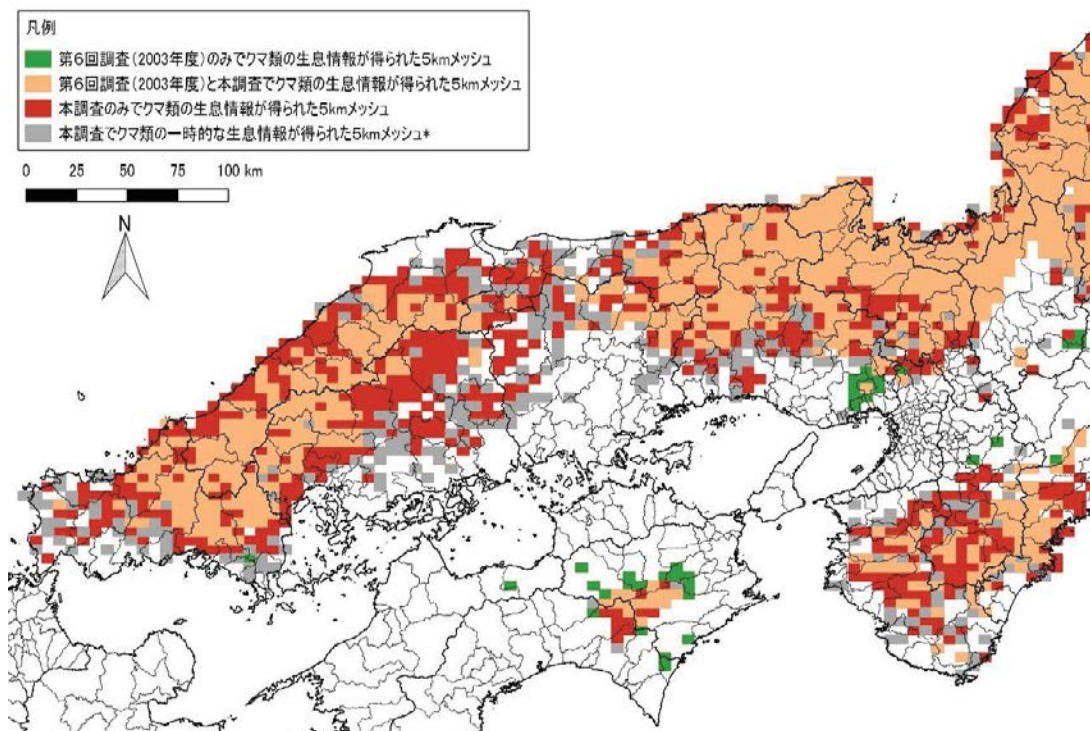


図3 近畿北部地域個体群、東中国地域個体群及び近隣府県におけるツキノワグマの生息状況  
(出典：平成30年度中大型哺乳類分布調査)

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のないよう、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。

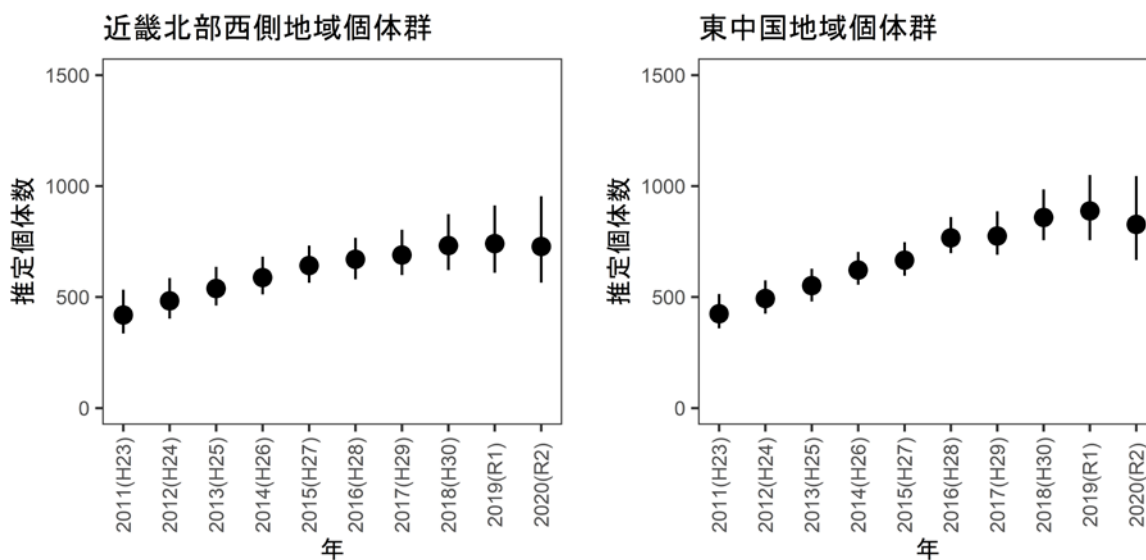


図4 近畿北部地域個体群西側及び東中国地域個体群の年次別ツキノワグマ推定生息数（中央値及び95%信用区間を示す）

### (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ヤ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。

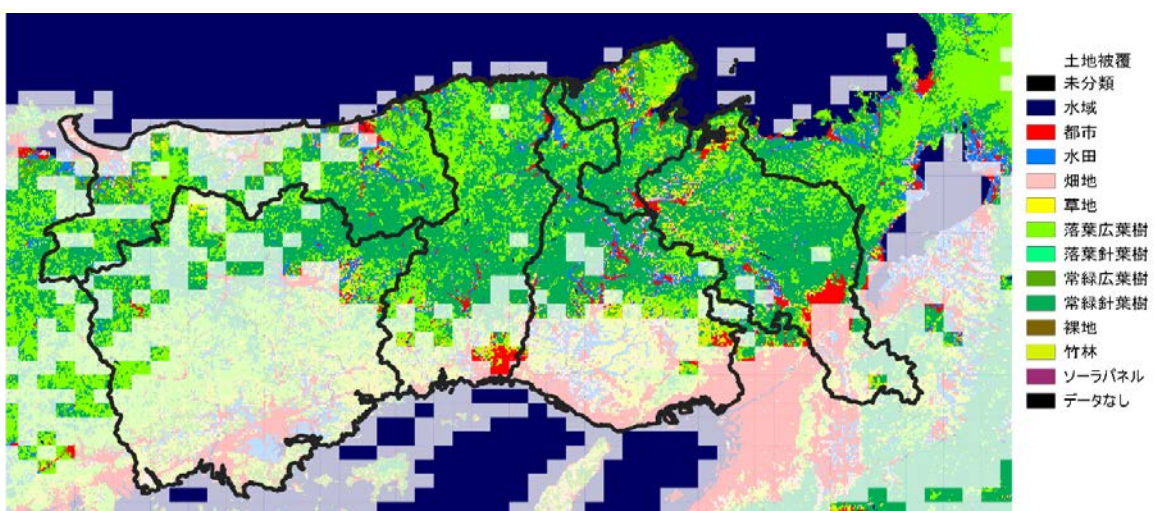


図5 ツキノワグマ生息域(白い網掛け部を除く範囲)における土地被覆。生息域は平成30年度中大型哺乳類分布調査(一時的なものを除く生息情報の得られたメッシュ)に、土地被覆の分類は日本域高解像度土地利用土地被覆図(Ver.21.03、JAXA)に基づく



#### (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。

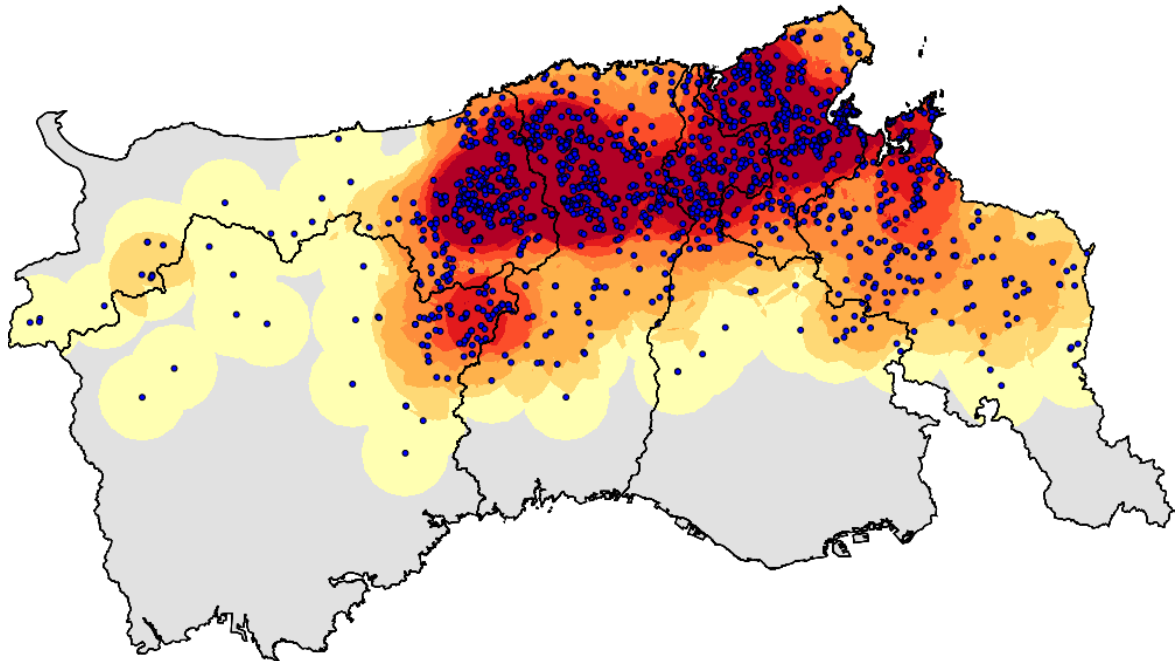


図6 各府県におけるツキノワグマの捕獲位置。平成27年1月から令和2年12月までの各府県における対応記録のうち、緯度経度情報が得られたものに基づいて作図。背景色は周囲10 kmにおける捕獲件数の多さを表し、色が濃い地域ほど捕獲が頻繁に発生している。

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沒が発生し、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

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

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

## 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。

## 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、兵庫県の間山川-市川以西のもの（以下、兵庫東中国）を東中国地域個体群、兵庫県の間山川-市川以东（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-土師川以东のもの（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。

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

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

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、 $\varphi_{kk}$ は管理ユニット*k*に翌年も留まる確率（以下、残留率）、 $\varphi_{kl}$ は管理ユニット*k*から*l*に移動する確率、 $\varphi_{k7}$ 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 $\boldsymbol{\varphi}$ 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。

$$\hat{\varphi}_{kk} = \varphi_{kk} \times \varphi_{young}$$

$$\hat{\varphi}_{kl} = \varphi_{kl} \times \varphi_{young}$$

$$\hat{\varphi}_{k7} = 1 - (1 - \varphi_{k7}) \times \varphi_{young}$$

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。

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

$$\boldsymbol{p}_t = \begin{pmatrix} p_{1,t} & \dots & 0 & 1 - p_{1,t} \\ \vdots & p_{k,t} & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & p_{6,t} & 1 - p_{6,t} \\ 0 & \dots & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

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。

$$\text{logit}(p_{k,t}) = \text{logit}(\mu_p) + \gamma \cdot \text{unit}_k + \gamma \cdot \text{error}_{k,t}$$

$$\gamma \cdot \text{unit}_k \sim \text{Normal}(0, \sigma_{p,\text{unit}}^2)$$

$$\gamma \cdot \text{error}_{k,t} \sim \text{Normal}(0, \sigma_{p,\text{error}}^2)$$

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

$$\text{logit}(\hat{p}_{k,t}) = \text{logit}(p_{k,t}) + \text{logit}(p_{young})$$

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。

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。

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

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。 $\text{logit} \mu_\phi$ 、 $\text{logit} \mu_p$ 、 $\text{logit} p_{\text{young}}$ 、 $\log \mu_{Gr}$ は平均0分散1000の正規分布、 $\sigma_\phi$ 、 $\sigma_{p.unit}$ 、 $\sigma_{p.error}$ 、 $\sigma_{Gr.unit}$ は尺度母数1の半コーシー分布、 $\phi_{\text{young}}$ は0~1の一様分布とした。生存個体のうちの推移確率 $\phi_{kl}/(1 - \phi_{k7})$ 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。