

捕獲に基づく知床半島3町のヒグマ個体群動態推定及び動向予測について

道総研 環境科学研究センター 間野 勉

はじめに

捕獲に基づく Mano *et al.* (準備中) の個体群動態推定手法により、1991年～2014年の期間の知床半島ヒグマ保護管理方針の対象地域（斜里町、羅臼町、標津町）（以下知床半島3町地域と呼称）のヒグマ個体群動態について推定し、今後の動向を予測した。

用いたデータは以下のとおり。

捕獲数：下表のとおり。

表 1. 1991～2014年の斜里、羅臼、標津の3町におけるヒグマ捕獲数

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
オス	10	6	6	8	5	6	3	9	7	12	3	16	14	12	24	15	18	19	25	14	29	32	11	15
メス	5	3	2	1	2	6	4	9	10	4	5	7	2	1	8	8	10	14	6	8	17	38	7	4
合計	15	9	8	9	7	12	7	18	17	16	8	23	16	13	32	23	28	33	31	22	46	70	18	19

年齢構成：上記捕獲数で記載した期間、地域における性別年齢構成（図1）

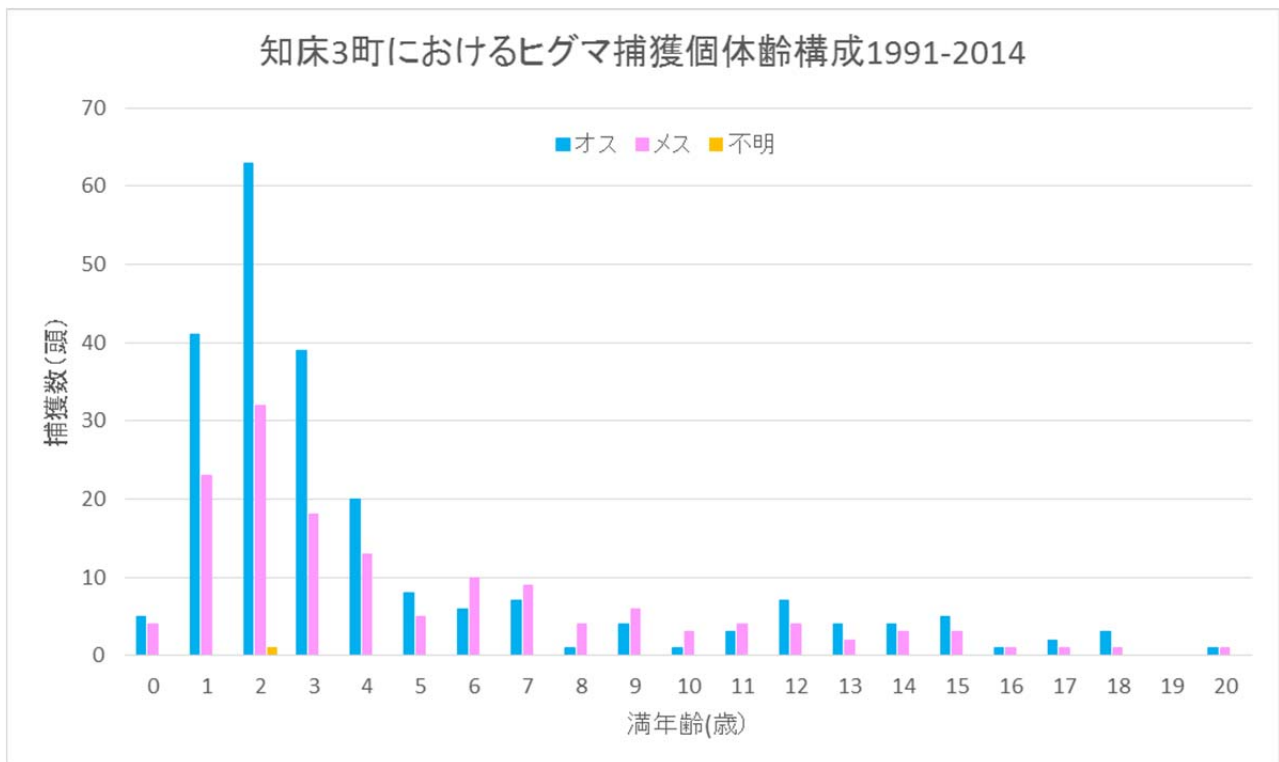


図 1. 1991～2014年に斜里、羅臼、標津の4町で捕獲されたヒグマの年齢構成

繁殖パラメータ：

初産年齢：満6歳、平均産子数：1.8頭、初期性比：50:50、平均出産間隔：2.6（2.3）年、

生存パラメータ：

自然死亡率：幼獣 35%、亜成獣、成獣 5%（雌雄同じ）

計算機実験の条件：

条件 1) 個体群から成獣個体 (>=6 歳) が絶滅しない

条件 2) $N_{f2012} \leq 443$ (2012 年時点でのメスの個体数が 443 頭 (上ノ国におけるメスの密度 95%信頼上限値 $0.327 \text{ 頭/km}^2 \times \text{対象地域の森林面積 } 1,355 \text{ km}^2$) 以下である

条件 3) 計算期間 (1990~2014 年) における個体数動向は不明 ($N_{f1990} < 2 \times 443$)

各種パラメータの不確実性を考慮して計算を実施した。

計算結果

平均出産間隔を 2.3 年とした場合と 2.6 年とした場合の個体数推定結果について、2014 年の値を表 2 に、1990 年の値を表 3 にそれぞれ示した。出産間隔にもよるが、2014 年時点で雌 320 頭、雄 240 頭、合計 560 頭程度、また 1990 年時点では雌 150 頭、雄 100 頭、合計 250 頭程度が生息するという推定結果となり、「160803」バージョンより大幅下方修正となった。また、出産間隔 2.6 年では 10 回に 1 回、2.3 年でも 17 回に 1 回程度の有効試行が得られ、より無理の少ない人口動態パラメータの組み合わせと考えられた。

表 2. 知床半島 3 町出産間隔別 2014 年個体数推定結果

平均出産 間隔(年)	動向	メス		オス			合計	
		N	95%CI	N	95%CI	N	95%CI	
2.3	不明	325	± 230	245	± 222	570	± 452	
2.6	不明	320	± 225	239	± 215	559	± 440	

表 3. 知床半島 3 町出産間隔別 1990 年個体数推定結果

平均出産 間隔(年)	動向	メス		オス			合計	
		N	95%CI	N	95%CI	N	95%CI	
2.3	不明	143	± 67	108	± 50	251	± 117	
2.6	不明	168	± 79	126	± 59	294	± 138	

160803 バージョンと比較して、今回の推定が個体数推定値の下方修正、誤差幅の拡大という結果になった理由は、以下のとおりである。前回の推定では動態プログラム N_{f1990} 初期値の不確実性の設定で、本来は設定値(443 頭) ± 100% とすべきところを ± 50% としていたため、初期個体数が 222~665 頭の範囲に限定されていた。このため、 N_{f1990} の分布の最高値に近い値 (表 3) に限られた計算結果となり、推定値の誤

差幅も狭く、また高個体数水準のみの最も楽観的なシナリオが選択されたものと結論づけた。

今回の再計算による新たな個体数動向を見ると、平均値で1990年の250~300頭から2014年には550~580頭程度に増加したが、2014年現在の個体数水準の確度は低く、下限は110頭程度から上限は1,000頭まで大きな幅がある(表2, 図2)。なお、信頼幅は正規分布を仮定して単純に1.96σで示してある。

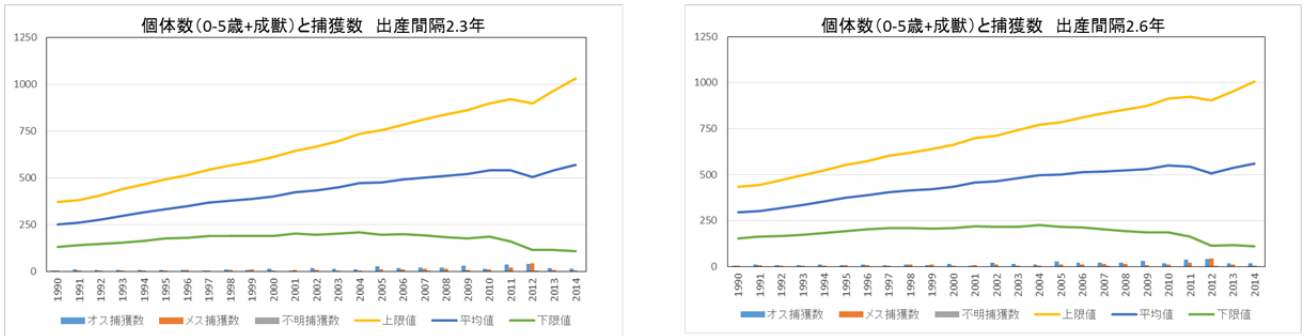


図2. 平均出産間隔2.3年(左)、2.6年(右)とした条件下での個体数動向。上限、下限はそれぞれ95%信頼区間を示す。

様々な雌の捕獲数に基づく将来予測

平均出産間隔2.6年と2.6年とした条件で、知床半島3町地域における個体群動態の将来予測を行い、2021年時点での個体数推定値と絶滅確率を、道東・宗谷地域全域における結果と共に表4に示した。平均出産間隔にかかわらず、年間雌捕獲数15頭(幼獣、亜成獣、成獣全てを含む)では絶滅確率は5%未満であったが、それ以上では5%を超えた(表4)。

表4. 様々な年間雌捕獲数による2021年時点における予想個体数と絶滅確率。
2010~2014年の平均捕獲数が左端の列(桃色セル)。絶滅確率が5%以上の場合は朱書きした。

道東・宗谷(1990→2012動向不明)

年間メス捕獲数	112	130	140	150	160	170	180	200
N_{f2021}	2,604	2,457	2,317	2,310	2,148	2,104	2,012	1,812
N_{m2021}	1,572	1,534	1,488	1,520	1,423	1,435	1,388	1,295
N_{2021}	4,176	3,991	3,805	3,830	3,571	3,539	3,400	3,107
絶滅確率(%)	0.9	1.5	2.4	2.8	3.5	5	5.6	7.4

知床3町村(1990→2012動向不明、平均出産間隔2.6年)

年間メス捕獲数	15	20	25	30
N_{f2021}	354	298	256	210
N_{m2021}	270	225	189	158
N_{2021}	624	523	445	368
絶滅確率(%)	3.2	8.8	15.5	19.5

知床3町村(1990→2012動向不明、平均出産間隔2.3年)

年間メス捕獲数	15	20	25	30
N_{f2021}	387	326	290	225
N_{m2021}	304	252	220	174
N_{2021}	691	578	510	399
絶滅確率(%)	2.9	8.2	11.3	22.5

表5. 道東・宗谷地域及び知床3町地域における雌捕獲数上限案と2021年時点の予測個体数(平均出産間隔2.6年)

地域名	N ₂₀₁₄	2010-14年間雌捕獲数	2017-21年間雌捕獲上限数(案)*	左列捕獲時のN ₂₀₂₁ 平均値**	計画期間総雌捕獲上限数(案)
④道東・宗谷	3,800	112	170	3,500	850
④-1知床3町	550	18	15	620	75

**推定個体数は平均値. 十の位以下切り捨て.

これまでの計算結果の修正

2015年12月に示した2012年までの捕獲実績に基づく解析では、清里、中標津を加えた5町の知床半島ユニット地域における2012年時点の個体数が、個体数の減少を仮定した場合を除き870頭程度であった。しかし、この計算も初期値の設定に今回と同様の問題があったことから、高い値に限定された初期値に基づく過大評価であったことが判明した(付表参照)。正しい仮定に基づき再計算した結果は表6、7のとおりである。1990年には雌200頭、雄150頭、合計350頭程度が生息し、2014年までの25年間で、個体数はほぼ倍増の雌450頭、雄350頭、合計800頭程度に達しているものと想定されるが、推定値の確度は低い(表6、7)。

表6. 知床半島5町出産間隔別2014年個体数推定結果

平均出産 間隔(年)	動向	メス		オス			合計	
		N	95%CI	N	95%CI	N	95%CI	
2.3	不明	465	± 357	365	± 346	830	± 703	
2.6	不明	452	± 345	353	± 335	805	± 680	

表7. 知床半島5町出産間隔別1990年個体数推定結果

平均出産 間隔(年)	動向	メス		オス			合計	
		N	95%CI	N	95%CI	N	95%CI	
2.3	不明	191	± 98	144	± 73	335	± 171	
2.6	不明	227	± 121	170	± 90	397	± 211	

個体数及び個体群動態推定の課題

初期値設定の過誤により、知床半島地域における高個体数水準かつ高精度の推定結果が得られているものと勘違いをしていたが、2014年現在で最小値は総数130頭程度から最大1,500頭まで大きな幅があ

り、精度の高い個体数水準について関する推定値を得られない限り、雌の捕獲数についても保守的な規制をせざるを得ないものと考えられる。

図3は、平均出産間隔2.6年の1000回の有効計算機実験結果の最小値を0%として、5%、25%、50%（中央値）、75%、95%、100%（最大値）の経年変化を示したものである。独立した手法による動向のモニタリングを実施することで、これらの動向の中から最もあてはまりの良いものを探ることで、推定の精度を上げることが期待される。また、ある時点における高精度の個体数推定が実施できれば、計算機実験における初期値の範囲を限定することにより、高精度の動態推定が可能になるだろう。

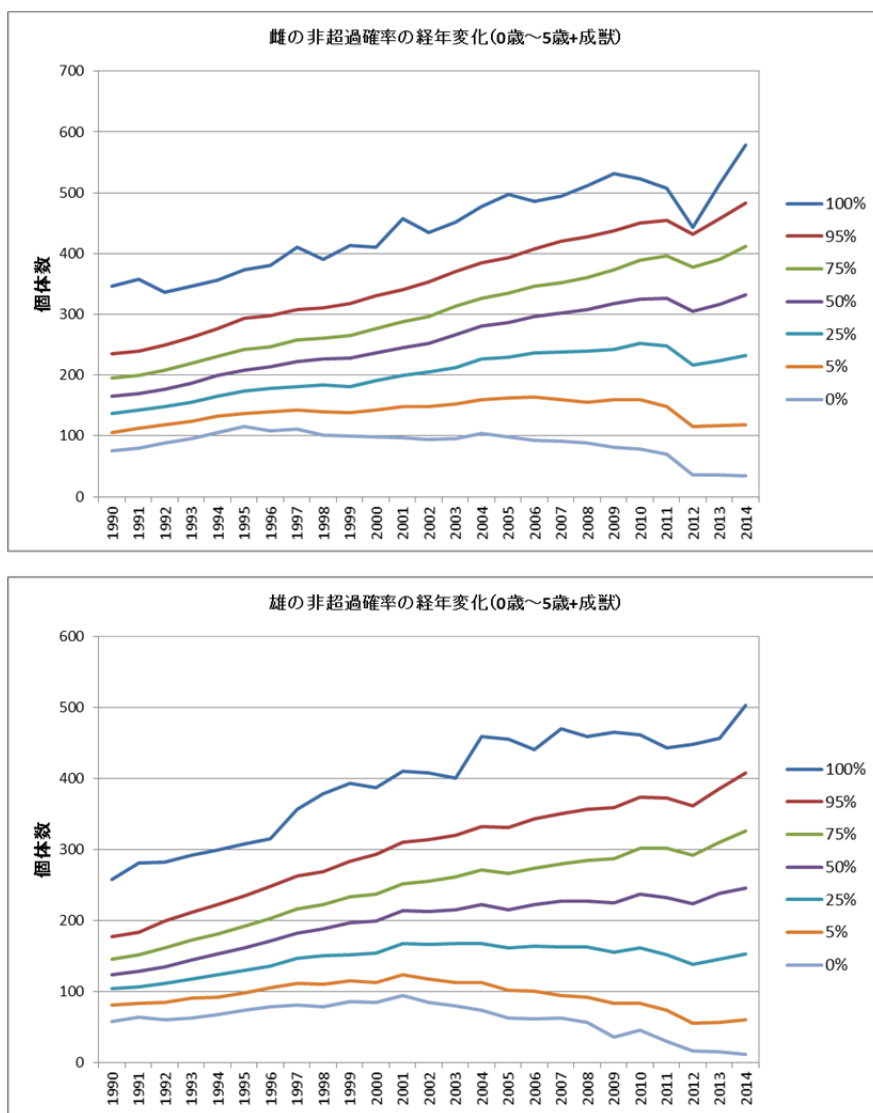


図3. 平均出産間隔2.6年の条件における知床3町地域における1000回の計算機実験の中央値、片側25%、45%、及び50%値の経年変化。

今回分析対象とした3町地域の閉鎖性は担保されていないが、雌が定着的事であることを考慮して雌が対象地域から動かないことを前提とし、雄もこれらの雌から生まれてきたものとして動態を分析している。但し、行動圏の広い雄は周辺地域との移出入が盛んであることから、雄の動向の推定結果は雌と比べて根拠が薄いと考えられる。その意味でも、雌の動向のモニタリングが重要である。

付表. 2015年12月開催の環境省総括会議に提示した2012年までの捕獲データに基づく知床半島ユニット(5町)地域における個体数推定結果(平均出産間隔2.6年を仮定)。初期値の設定ミスにより、過大に算定されている。

表2. 動向別知床半島地域における2012年推定個体数一覧

条件	地域名	動向*	メス		オス		合計	
			N	95%CI	N	95%CI	N	95%CI
①	知床半島	増加	482	± 212	385	± 232	867	± 444
②	知床半島	不明	482	± 218	385	± 216	867	± 434
③	知床半島	~2005増加 2006~減少	394	± 218	313	± 232	707	± 450
④	知床半島	減少	170	± 76	96	± 60	266	± 136

* 1990年代から2010年代にかけての増減を示す

表3. 動向別知床半島地域における1990年推定個体数一覧

条件	地域名	動向*	メス		オス		合計	
			N	95%CI	N	95%CI	N	95%CI
①	知床半島	増加	258	± 86	193	± 66	451	± 152
②	知床半島	不明	252	± 90	189	± 66	441	± 156
③	知床半島	~2005増加 2006~減少	253	± 103	190	± 78	443	± 181
④	知床半島	減少	186	± 42	140	± 32	326	± 74

* 1990年代から2010年代にかけての増減を示す

亜成獣の自然死亡率10%とした場合の知床半島3町のヒグマ個体群動態推定及び動向予測

道総研 環境科学研究センター 間野 勉

はじめに

1991年～2014年の期間の知床半島ヒグマ保護管理方針の対象地域（斜里町、羅臼町、標津町）（以下知床半島3町地域と呼称）のヒグマ個体群動態推定及び動向予測において、以下の指摘に基づき、亜成獣の自然死亡率を10%とした場合の計算結果について示し、2016年8月7日に示した亜成獣の自然死亡率5%とした場合と比較する。

記

8月9日山中メール:気がかりなのは、1才以上の個体の自然死亡率を一律に5%と仮定している点です。1~2才、特に1才の死亡はもっと多いはず。人為的死亡が多いオスは別としても、メス亜成獣は人為的死亡が少ないにも関わらず、集中的にモニタリングを行っているルシャ地区においても、また、ここ2年ほど糞、ヘアトラップ、背擦りトラップ等で広域的にモニタリングを行っている半島全域においても、再確認できるものが少ない状況です。相当自然死が発生していると考えざるを得ません。

計算結果

出産間隔を2.3年とした場合、2014年時点で540±445頭(95%信頼幅、以下同じ)、1990年時点で359±202頭、2.6年とした場合は、2014年時点で529±454頭、1990年時点で425±241頭となり、亜成獣の生存率を95%として計算した場合と比較して、2014年時点ではほぼ同水準、1990年時点では約4割増の水準となった(表1、2)。

表1. 知床半島3町出産間隔別2014年個体数推定結果

平均出産 間隔(年)	動向	メス		オス		合計	
		N	95%CI	N	95%CI	N	95%CI
2.3	不明	306	± 228	234	± 217	540	± 445
2.6	不明	300	± 231	229	± 223	529	± 454

表2. 知床半島3町出産間隔別1990年個体数推定結果

平均出産 間隔(年)	動向	メス		オス		合計	
		N	95%CI	N	95%CI	N	95%CI
2.3	不明	205	± 115	154	± 87	359	± 202
2.6	不明	243	± 138	182	± 103	425	± 241

2016年8月10日

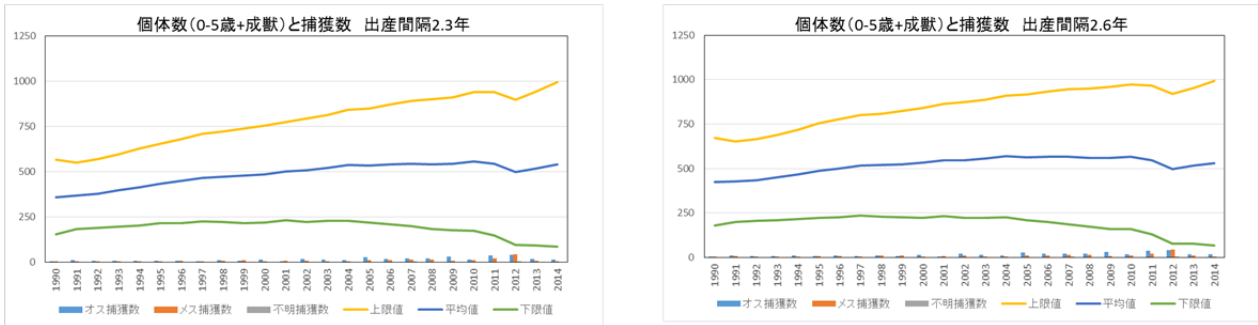


図2. 平均出産間隔2.3年（左）、2.6年（右）とした条件下での個体数動向。上限、下限はそれぞれ95%信頼区間を示す。

これは、「もし死亡率が高い（自然増加率が低い）とすれば、初期個体数は間野さんの結果より多くなるでしょう。初期個体数が多くても、近年の個体数が条件とした上限を超えなくて済むようになるでしょう」とした、8月10日松田メールのとおりである。

様々な雌の捕獲数に基づく将来予測

平均出産間隔2.6年と2.6年とした条件で、知床半島3町地域における個体群動態の将来予測を行い、2021年時点での個体数推定値と絶滅確率を、道東・宗谷地域全域における結果と共に表4に示した。平均出産間隔にかかわらず、年間雌捕獲数15頭（幼獣、亜成獣、成獣全てを含む）でも絶滅確率は5%を超えた（表3）。

表3. 様々な年間雌捕獲数による2021年時点における予想個体数と絶滅確率。
2010～2014年の平均捕獲数が左端の列（桃色セル）。絶滅確率が5%以上の場合は朱書きした。

道東・宗谷（1990→2012動向不明）

年間メス捕獲数	112	130	140	150	160	170	180	200
N_{f2021}	2,604	2,457	2,317	2,310	2,148	2,104	2,012	1,812
N_{m2021}	1,572	1,534	1,488	1,520	1,423	1,435	1,388	1,295
N_{2021}	4,176	3,991	3,805	3,830	3,571	3,539	3,400	3,107
絶滅確率(%)	0.9	1.5	2.4	2.8	3.5	5	5.6	7.4

知床3町村（1990→2012動向不明、平均出産間隔2.6年）

年間メス捕獲数	15	20	25	30
N_{f2021}	270	243	198	165
N_{m2021}	205	181	146	120
N_{2021}	475	424	344	285
絶滅確率(%)	8.3	11.8	18.3	24.1

知床3町村（1990→2012動向不明、平均出産間隔2.3年）

年間メス捕獲数	15	20	25	30
N_{f2021}	302	252	229	178
N_{m2021}	235	192	172	131
N_{2021}	537	444	401	309
絶滅確率(%)	6.5	12.5	15.8	23.5