

平成 24 (2012) 年度
知床世界自然遺産地域
ヒグマ個体数推定のための解析業務
報告書



平成 25 (2013) 年 3 月
環境省 釧路自然環境事務所
公益財団法人 知床財団

目次

報告書概要	1
1. はじめに	3
2. カメラトラップ調査のデータ解析	3
3. 専門家からの意見聴取	14
4. カメラトラップ調査の有効性の検討	20
5. まとめ	24
6. 参考資料	24

報告書概要

事業名

平成 24 年度知床世界自然遺産地域ヒグマ個体数推定のための解析業務

事業の背景・目的

「知床半島ヒグマ保護管理方針」を策定した知床では、より精度の高いヒグマの生息個体数の推定が求められている。平成 24 年度に釧路自然環境事務所では、ヒグマの保護管理に資するデータを得ることを目的にヒグマ個体数推定のためのカメラトラップ調査を実施しており、本業務ではその調査データの解析と専門家からの意見聴取を行い、カメラトラップ調査の有効性や改善点について検討を行った。

事業実施体制

本調査は、環境省からの請負事業として公益財団法人知床財団が実施した。

事業の手法と概要

1) カメラトラップ調査のデータ解析

環境省釧路自然環境事務所より貸与されたカメラトラップ調査の動画データの解析を行った。

2) 専門家からの意見聴取

ヒグマの生息個体数推定のためのカメラトラップ調査について、有効性や改善点を検討するため専門家 2 名から意見聴取を行った。

3) カメラトラップ調査の有効性の検討

1)、2) の結果を踏まえ、ヒグマの個体数推定に向けたカメラトラップ調査の改善点や有効性について検討を行った。

事業結果

解析の結果、ヒグマはカメラトラップ 15 箇所中 9 箇所で撮影されていた。撮影されていた動画は各カメラで 0～67 本、のべ 316 本だった。ヒグマがカメラトラップを訪れた回数（イベント数）は各地点で 0～10 回、計 45 回であった。個体識別できたイベントは 45 回中 24 回で、単独ヒグマ 2 頭、親子 2 頭ヒグマ 3 組、親子 3 頭ヒグマ 1 組の計 6 組 11 頭が確認された。

調査データの解析と専門家からの意見聴取の結果から、カメラトラップの設置方法や個体識別の方法等について検討が必要、加えて精度の高い個体数推定を実施するためには相当な努力量を要すると考えられた。

今後の予定

—

1. はじめに

知床は平成 17 年に世界自然遺産に登録されており、同年度より専門家からなる知床世界自然遺産地域科学委員会が設置され、当該地域の自然環境の把握や科学的なデータに基づいて海域と陸域の統合的な管理に関する助言を得ている。

平成 22 年度から、知床に高密度に生息するヒグマの保護管理について検討するため、知床半島ヒグマ保護管理方針検討会議を上記科学委員会の下に立ち上げた。平成 23 年度には「知床半島ヒグマ保護管理方針」を釧路自然環境事務所、北海道森林管理局、北海道、斜里町、羅臼町は策定し、本管理方針に基づいたヒグマ対策を実施している。

科学的な根拠に基づくヒグマの保護管理を推進するうえで、知床半島におけるヒグマの生息個体数を推定することは重要であるものの、現在は捕獲個体数をもとにした大まかな推定に留まっており、今後はより精度の高い手法が求められている。

そのため、環境省釧路自然環境事務所では、平成 24 年度にヒグマの個体数推定のためカメラトラップ調査を試験的に実施した。本業務では、今後のヒグマの保護管理に資する情報を得ることを目的に、カメラトラップ調査データの解析と専門家からの意見聴取を行い、カメラトラップ調査の有効性や改善点について検討を行った。

2. カメラトラップ調査のデータ解析

1) 解析対象データ

解析には環境省釧路自然環境事務所より貸与されたデータを用いた。解析したデータは、平成 24 年度に遺産地域内の 15 箇所にカメラトラップ（自動撮影カメラ 2 台と誘引餌）を約 1 カ月間設置して撮影されたデータである。

解析データ

データの種類：自動撮影カメラの動画データ

データの量：長さ 30 秒の動画 1416 本

撮影日：平成 24 年 11 月 8 日～12 月 12 日

撮影場所：斜里町幌別一岩尾別地区および羅臼町ルサ地区

＊貸与されたデータの一部に静止画像があったが、ヒグマが写っていないため解析からは除外した。

2) 解析方法

動画の解析は、動画再生ソフトを用いてヒグマ撮影の有無を確認し、ヒグマが撮影されている動画については、斑紋撮影・側面撮影の有無、ヒグマの構成、標識の有無といった個体識別のためのポイントを確認した。ヒグマがカメラトラップを訪れてから立ち去るまで連続して撮影された動画を独立したひとつのイベントとし、斑紋の形状や大きさ、体色や体のサイズ、ヒグマの構成、標識の有無などの情報を基にして、イベント毎にヒグマの個体識別を行った。動画の再生には、動画再生フリーソフト GOM Player (<http://www.gomplayer.jp/>) を用いた。

胸部斑紋については、撮影の質を「カメラトラップ調査の手引き」に準じて 3 段階で評価し、ヒグマを立姿に誘導して胸部の斑紋全体を正面から鮮明に撮影できた場合を A、A よりも劣るものの概ね斑紋全体が撮影できた場合を B、体勢が傾いていて撮影角度がある、斑紋が不鮮明、斑紋の一部しか撮影できなかった場合を C とした（親子の場合は親を対象）。また、斑紋撮影と同様に側面撮影の質も 3 段階、側面からヒグマの体全体を鮮明に撮影できた場合を A、A よりも劣るものの概ね体全体を撮影できた場合を B、体の一部しか撮影できなかった場合を C として評価を行った。

ヒグマが撮影されていた場合の確認項目

- ・斑紋撮影（立姿）の有無（有の場合は 3 段階で評価）
- ・側面撮影の有無（有の場合は 3 段階で評価）
- ・ヒグマの構成（単独／親子）
- ・標識有無（耳タグや首輪など）
- ・誘引餌消失の有無

3) 解析結果

ヒグマ撮影の状況

動画を解析した結果、ヒグマはカメラトラップ 15 箇所中 9 箇所で撮影され、6 箇所ではまったく撮影されなかった。ヒグマが撮影されていた動画は各カメラで 0～67 本、のべ 316 本であり、ヒグマがカメラトラップを訪れた回数（以下、イベント数とする）は各調査地点で 0～10 回、計 45 回であった。各カメラトラップの撮影状況とイベント数を表 1・図 1 に取り纏めた。ヒグマが撮影されていた動画数やイベント数はカメラトラップの設置地点や設置位置（正面・側面）によって大きく異なった。最もイベント数が多かった調査地点は No.12 で、イベント 10 回に対して 110 本の動画が撮影された。

表 1 各カメラトラップの撮影状況とイベント数

地点	ヒグマが撮影されていた動画数			イベント数
	正面	側面	計	
No.1	6	5	11	3
No.2	0	0	0	0
No.3	9	16	25	4
No.4	3	8	11	4
No.5	16	14	30	4
No.6	0	0	0	0
No.7	14	23	37	8
No.8	0	0	0	0
No.9	0	0	0	0
No.10	0	0	0	0
No.11	23	16	39	7
No.12	43	67	110	10
No.13	11	11	22	1
No.14	16	15	31	4
No.15	0	0	0	0
	141	175	316	45

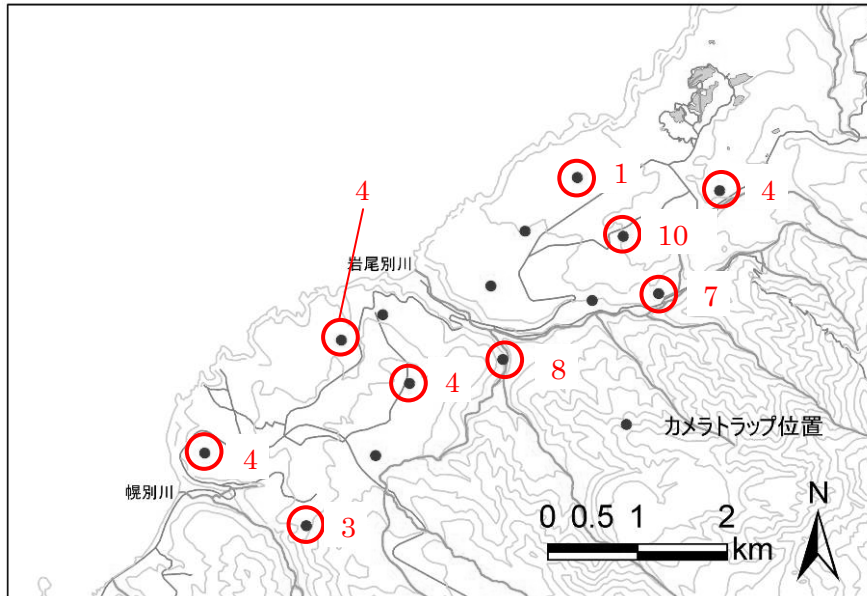


図1 各調査地点のイベント数

赤丸がイベントのあった調査地点、数字がイベント数を示す

斑紋撮影・側面撮影の状況

立姿に姿勢誘導し胸部の斑紋撮影が行えたのは45回のイベント中23回（成功率51%）であった。撮影の質はAが6回、Bが7回、Cが10回であり、斑紋全体が正面から鮮明に撮影できたAの割合は13%（6/45）であった。また、側面の写真撮影が行えたのは45回のイベント中28回（成功率62%）であった。撮影の質はAが7回、Bが4回、Cが17回であり、ヒグマの側面全体が鮮明に撮影できたAの割合は16%（7/45）であった。

個体識別結果

個体識別できたヒグマの識別ポイントと出現回数を表2に取り纏めた。個体識別ができたイベントは45回中で24回（成功率53%）であった。個体識別できたヒグマは単独ヒグマが2頭、親子2頭ヒグマが3組、親子3頭ヒグマが1組の計6組11頭であった。

表2 個体識別できたヒグマの識別ポイントと出現回数

	識別のポイント	出現回数
単独 A	胸部斑紋・耳タグあり	15 回
親子 B	子が1頭、親子ともに胸部斑紋あり、子の胸部斑紋と体色から判別	3 回
親子 C	子が2頭、親に胸部斑紋・耳タグ痕跡あり	2 回
親子 D	子が1頭、親に胸部斑紋なし、子に胸部斑紋あり	2 回
親子 E	子が1頭、親に胸部斑紋なし、子に胸部斑紋あり	1 回
単独 F	体サイズ大、胸部斑紋あり	1 回
		計 24 回

■単独A

単独ヒグマ A は出現回数が 15 回で最も多く出現した。単独 A は特徴的な胸部斑紋を持ち、左耳に生体捕獲された際に装着された耳タグ（オレンジNo.93）がある（写真 1）。夜間の撮影で耳タグの番号や色が読み取れない場合にも、胸部斑紋をもとに比較的容易に個体を識別することができた。出現箇所は岩尾別川上流と岩尾別川以東のカメラトラップ計 4 箇所であった（図 2）。



写真 1 自動カメラで撮影された単独 A

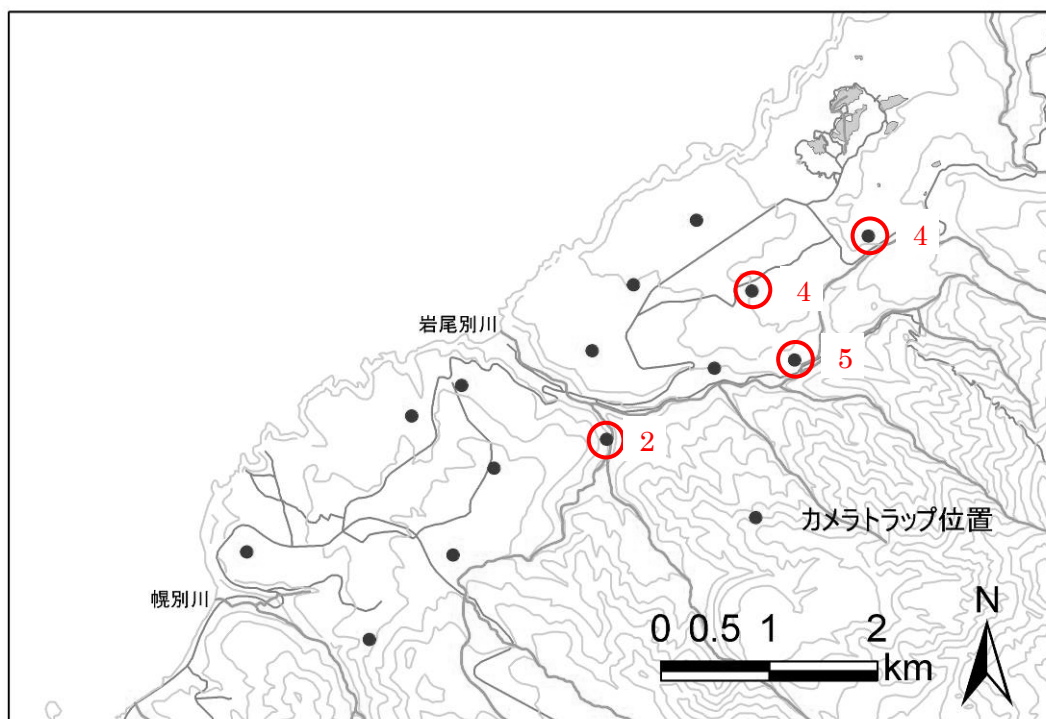


図 2 単独 A の出現位置と出現回数

赤丸が出現位置を赤数字が出現回数を示す

■親子B

親子ヒグマ B は出現回数が 3 回で 2 番目に多く出現した。親子 B は親子ともに胸部斑紋を持ち、親の立姿の胸部斑紋撮影には失敗しているものの、子の特徴的な胸部斑紋が撮影されており他の親子と識別することができた（写真 2）。出現箇所は幌別台地上のカメラトラップ 1 箇所であった（図 3）。

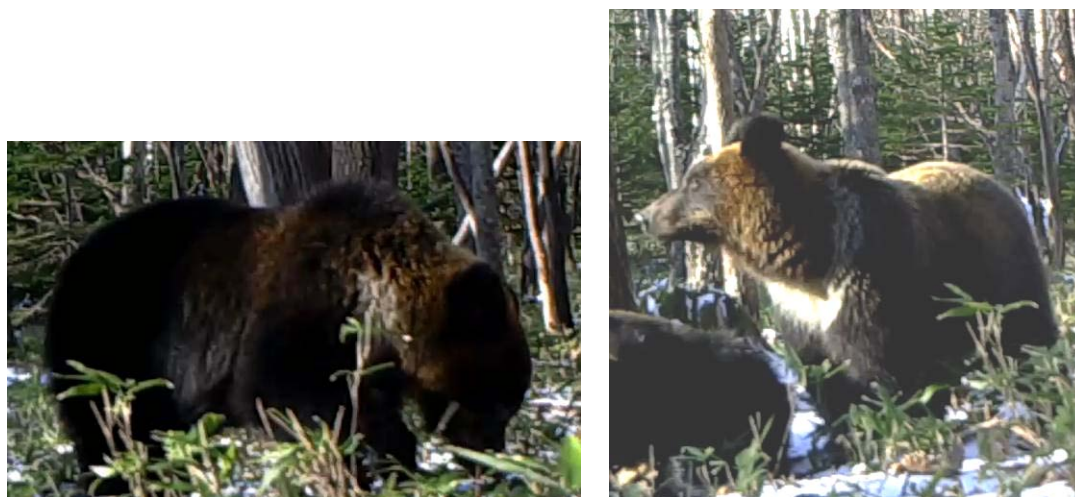


写真 2 自動カメラで撮影された親子 B

左：側面からも確認可能な胸部斑紋を持つ親

右：頭部が金色で特徴的な胸部斑紋を持つ子

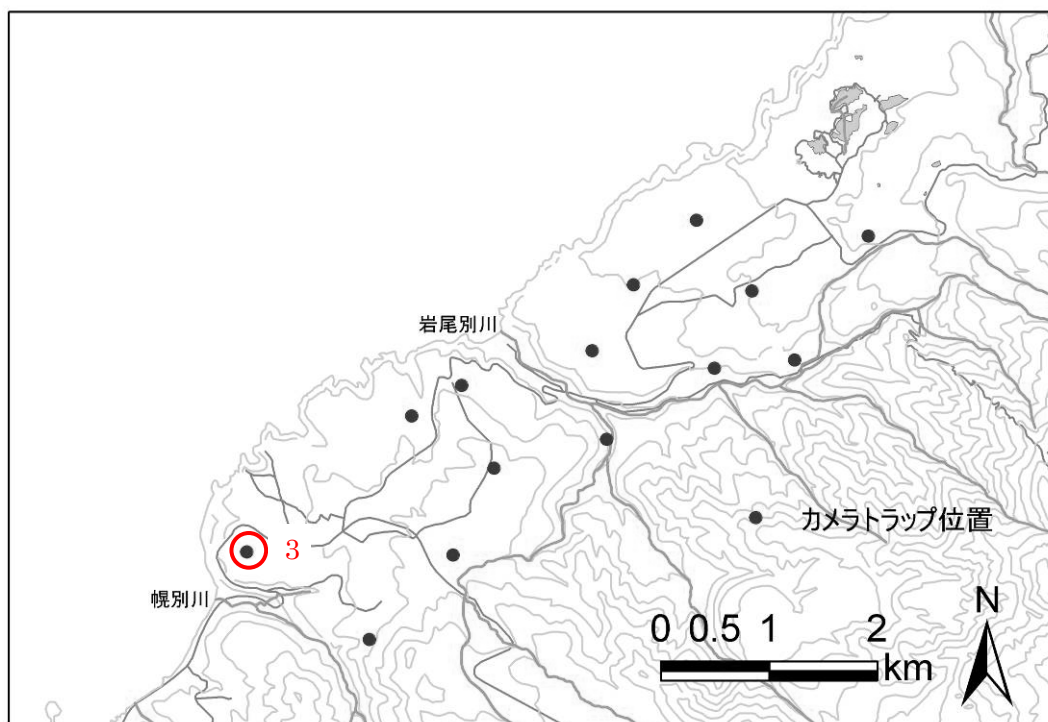


図 3 親子 B の出現位置と出現回数

■親子C

親子3頭ヒグマCは出現回数が2回であった。親子Cは親が左右に分かれたV字の胸部斑紋を持ち、左耳に耳タグの痕跡があり他の親子と識別することができた（写真3）。出現箇所は幌別台地上と岩尾別台地上のカメラトラップ計2箇所であった（図4）。



写真3 自動カメラで撮影された親子Cの親ヒグマ

左：正面から胸部を撮影した画像、右：左耳に残された耳タグの痕跡

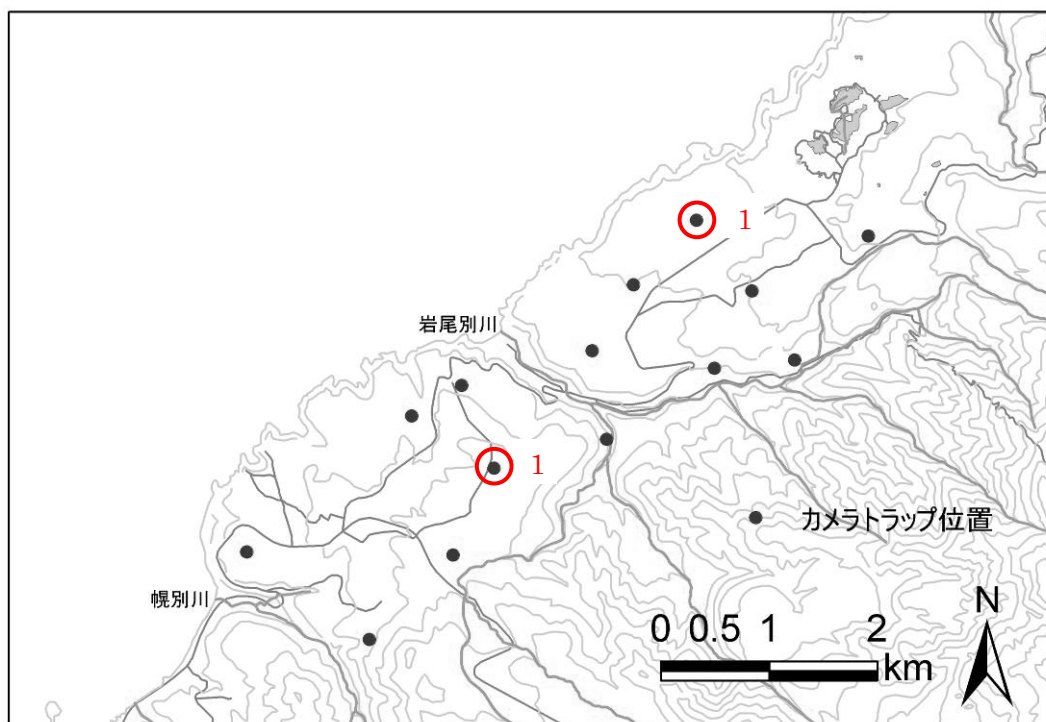


図4 親子Cの出現位置と出現回数

■親子D

親子2頭ヒグマDは出現回数が2回であった。親子Dは親に胸部斑紋がないものの、子に左右分かれた小さな胸部斑紋があり他の親子と識別することができた(写真4)。出現箇所は岩尾別台地上のカメラトラップ計2カ所であった(図5)。

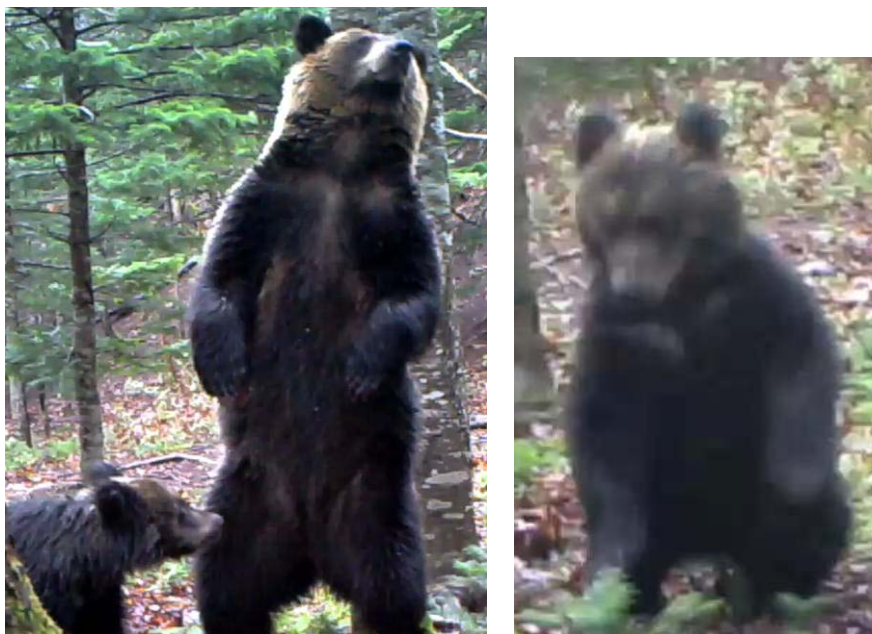


写真4 自動カメラで撮影された親子D

左：胸部斑紋を持たない親、右：左右分かれた小さな胸部斑紋を持つ子

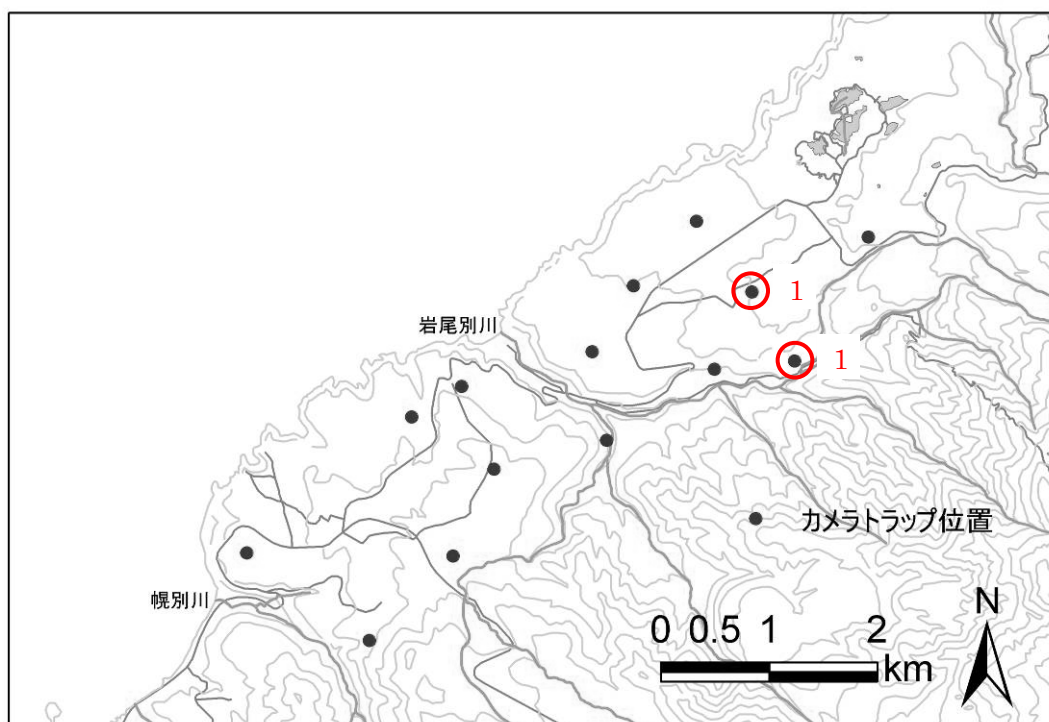


図5 親子Dの出現位置と出現回数

■親子E

親子2頭ヒグマEは出現回数が1回であった。親子Eは親に胸部斑紋がないものの、子に特徴的な太いV字の胸部斑紋があり他の親子と個体識別することができた（写真5）。出現箇所は幌別川上流のカメラトラップ1箇所であった（図6）。



写真5 自動カメラで撮影された親子E

左：胸部斑紋を持たない親、右：V字の胸部斑紋を持つ子

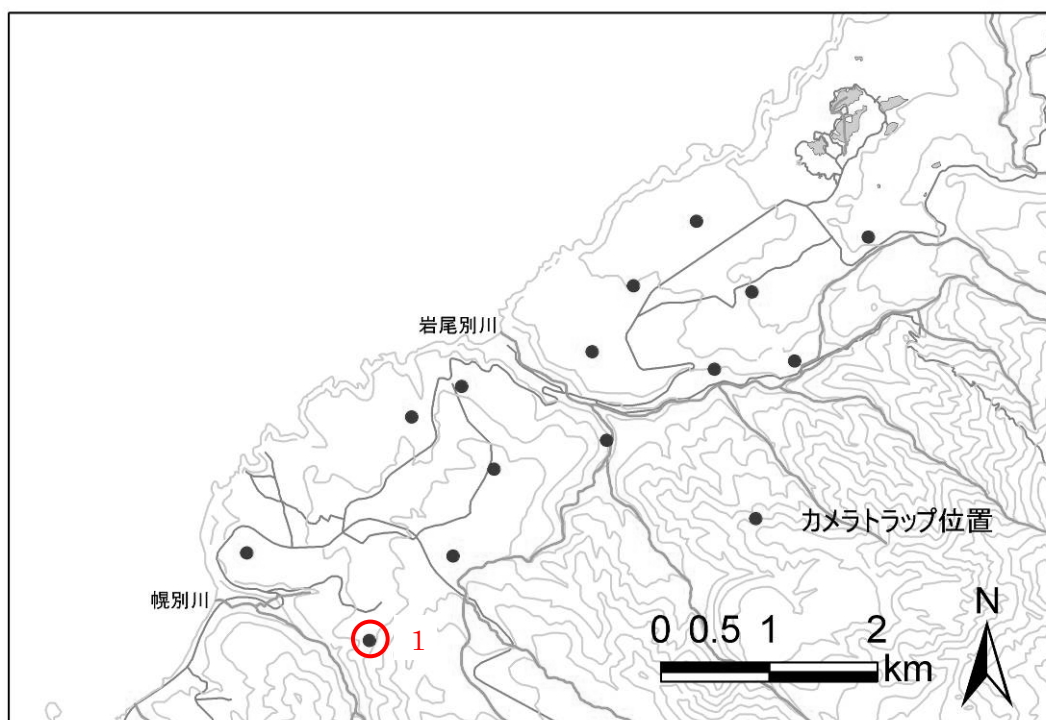


図6 親子Eの出現位置と出現回数

■ 単独 F

単独 F は出現回数が 1 回であった。単独 F は、立姿の胸部斑紋撮影には失敗したものの、体サイズが明らかに大きく、胸部斑紋を持つ個体が他にいなかったことから個体識別することができた(写真 6)。出現箇所は岩尾別川上流のカメラトラップ 1 箇所であった(図 7)。



写真 6 自動カメラで撮影された単独 F

かろうじて胸部に斑紋があることを確認できる

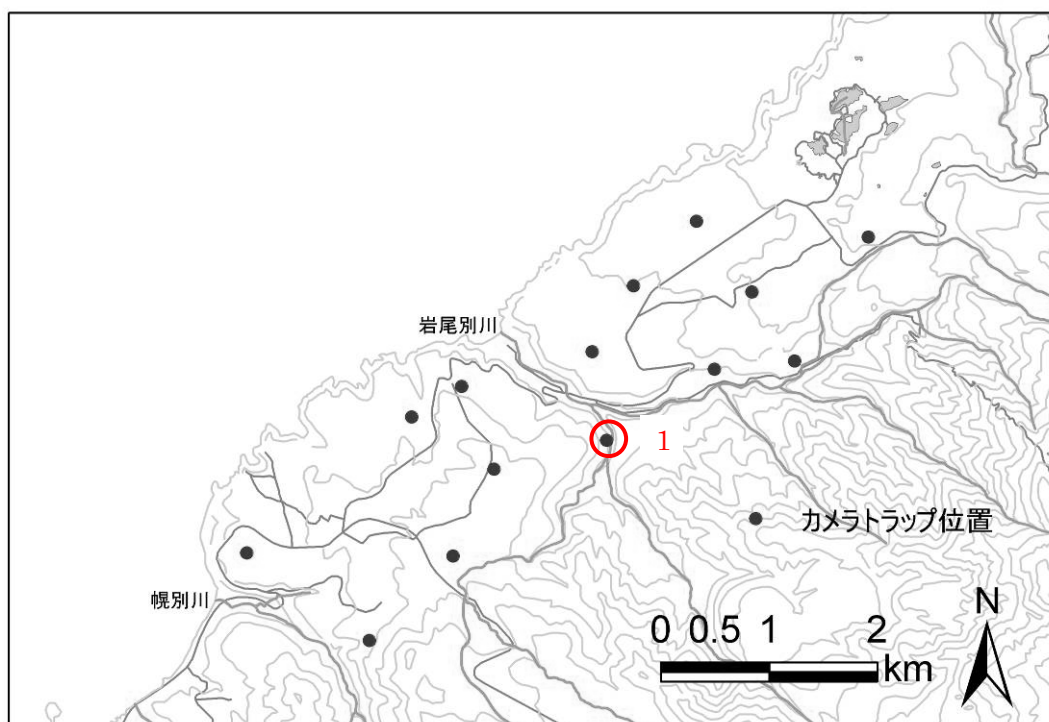


図 7 単独 F の出現位置と出現回数

誘引餌の消失

誘引餌の消失が記録されたのは、イベント 24 回中 9 イベントであった。いずれのイベントもヒグマの個体識別に成功しており、誘引餌の消失に関わった回数が最も多かったのは単独 A で 7 回、次いで親子 B、親子 C が各 1 回であった。特定のヒグマが誘引餌の消失を繰り返し発生させていることが明らかとなった。

生息個体数の推定

空間明示型標識再捕獲モデルを用いたヒグマの個体数推定を行うためには、調査の対象面積やカメラトラップの設置箇所数を適切に設定する必要がある。過去の先行事例を見ると、北上山地では 80 箇所にカメラトラップを設置して調査を行っており、道南地区におけるヘアトラップ調査では、250 km²にヘアトラップを約 50 箇所設けて調査を行っている。本調査は、14 km²にカメラトラップを 14 箇所設置して調査を行ったが、調査の対象面積や調査地点数はヒグマの生息個体数を推定するには極端に少なく、個体数推定に供するデータとしては不適と考えられた。精度の低い推定値を提示することは、注目度の高い知床においては危険と考えられたため、本調査では親子 4 組を含む計 11 頭という数字以外にモデルを用いたヒグマの生息個体数（モデルで算出されるのは密度）の推定を行うことはしなかった。

3. 専門家からの意見聴取

ヒグマの生息個体数推定のためのカメラトラップ調査の有効性や改善点を検討するため、ヒグマの生態や遺伝子解析に関する専門家である釣賀一二三氏（道立総合研究機構環境科学研究センター）とカメラトラップを用いた個体数推定法に関する専門家である東出大志氏（早稲田大学人間科学学術院）の2名から意見聴取を行った。釣賀氏は道南地区においてヒグマの個体数推定を目的にしたヘアトラップ調査（*）を行っており、東出氏は東北地方においてツキノワグマの個体数推定を目的にしたカメラトラップ調査を行い、環境省の環境研究総合推進費により調査手法のマニュアルを作成している。

*ヘアトラップ調査：有刺鉄線のワナを設置し、採取された体毛のDNA 個体識別に基づき生息数を推定する手法

釣賀氏からの意見聴取

日時：平成 25 年 3 月 13 日（水）18：00～21：00

場所：湯の川観光ホテル（函館市）

東出氏からの意見聴取

日時：平成 25 年 3 月 6 日（水）13：30～17：10

場所：早稲田大学人間科学部（埼玉県所沢市）

1) ヒグマの外見上の特徴による個体識別の可否

- ・知床のヒグマにおける胸部斑紋の出現率や形のバリエーションについて、狩猟個体や駆除個体などからデータを集めておくといいたろう。また、クマ牧場などの飼育個体で、斑紋による個体識別に関する予備調査を実施することも勧める。（東）
- ・ヒグマのカメラトラップ調査において、胸部斑紋以外の特徴も組み合わせることで個体識別を実施することは、短期間（同じ季節の間）であれば問題ないだろう。（東）
- ・カメラトラップ調査の場合、乳部分の毛ずれや陰部の撮影結果をもとに性別判定できる可能性がある。（釣）
- ・ヒグマの大きさを把握して個体識別に活用してはどうか。角材を固定する立木にスケールを入れ、画角内にその立木を入れて撮影を行えばヒグマの大きさを把握することができる。（釣）
- ・海外も含めて、カメラトラップ調査によりヒグマの個体数を推定した事例はない。ヒグマの場合、ヘアトラップ調査（DNA 分析）による個体識別に基づく個体数推定が多い。（東）

2) カメラトラップ1箇所に設置する適正な自動撮影カメラの数

- ・正面のカメラで胸部斑紋を撮影し、側面のカメラで体色を撮影するという2台のカメラを用いた調査手法はヒグマの個体識別に有効であろう。夜間の動画が白黒になってしまいヒグマの体色が識別できない点については、白黒動画に階調補正をかけ、色を

識別することを検討してはどうか。(釣)

- ・胸部斑紋の撮影の可否に関して、自動撮影カメラの設置台数は関係ないだろう。現状のカメラトラップの設計(カメラトラップ1箇所カメラ1台だが餌の置き方を工夫している)でも斑紋撮影は十分に行えるはず。ただし、1箇所設置するカメラの台数が多いほど、体型データ(体格・栄養状態など付加的な評価に使用可能なデータ)等の取得チャンスは増えるだろう。(東)
- ・仮に調査地点に2台の自動撮影カメラを設置するならば、胸部斑紋を斜め上と斜め下の2方向から撮影するように設置する方法も考えられる。(東)

3) カメラトラップの設置箇所等の条件の違いによる誘引状況の違い

- ・ヘアトラップ調査では夏以降に取った毛の歩留まり(遺伝子解析を行った際の成功率)が悪いため、調査期間は初夏までとしている。また、秋はヒグマの食性が堅果に偏ることが予想される。特定の場所にクマが集中するような時期に調査を行うと、調査結果に何らかの影響が出ることが懸念される(個体数推定に使用するモデルがそのような状況を前提としていないため)。カメラトラップ調査でも調査時期は重要である。調査はヒグマが安定的に生息する時期(生息地内にヒグマがまんべんなく広がっているような時期)に行うとよいだろう。(釣)
- ・トラップの設置場所の環境による誘引状況の違いは無いだろう。人が出入り可能な場所ならばヒグマも出入りする。(釣)
- ・北上山地における調査では、人工林内へのカメラトラップ設置は避けた。理由は造林木を傷つけないためである。大体似たような環境の場所に全てのカメラトラップを設置した。(東)

4) 誘引・撮影頻度の向上のための改善点

誘引餌の設置高と固定方法について

- ・撮影された動画を見ると誘引餌の設置位置が高いように感じる。(釣)
- ・誘引餌の設置位置が高い印象を受ける。立っても完全に届かない高さだとクマが認識すると、最初から横の木を使って登ろうとしてしまう(斑紋が写らなくなる)。一番のターゲットのメス成獣が立った時にギリギリ届く高さに合わせてみてはどうか。その場合にオス成獣がどう行動するかは観察が必要である。(東)
- ・極力誘引餌をとられないように、なおかつ誘引餌を手に入れるのに時間がかかるように誘引餌をきちんと固定すること。そうすれば胸部斑紋の撮影機会が増える。(東)
- ・ヒグマはツキノワグマに比べて上半身が重く、木などを手掛かりにしないと直立姿勢を維持するのが難しいように見える。立ってギリギリの高さより、しゃがんだ時に届くくらいの高さにしたほうが良いかもしれない。(東)

ヒグマの動作とカメラトラップの設置方法について

- ・誘引餌に向かってヒグマが立ち上がろうとした際に立木に手をつけるよう、間隔の狭い立木に角材を設置したり、ヒグマが立ちあがる際に手を置けるような角材を別に設

置したりしてはどうか。(釣)

- ・ヒグマの場合、もしかしたら立姿に姿勢誘導するよりも背こすりを誘導したほうが胸部斑紋の撮影機会が多くなるかもしれない。(東)

誘引餌について

- ・新潟県で秋期にカメラトラップ調査を実施したが、ハチミツにクマが誘引されず、十分なデータがとれなかった。秋期よりは夏期のほうが誘引餌（ハチミツ）のニオイがよく揮発して誘引力が高いのではないかと思う。ツキノワグマで春から夏に調査を実施した際は、夏の方がよくクマが撮影された。(東)
- ・カメラトラップの誘引餌はハチミツではなくリンゴでもよい。新潟や秩父では、ハチミツにクマが誘引されにくい事例があった。(東)
- ・ヒグマがハチミツを食べ物としてきちんと認識しているかどうか検討を行う必要がある。また、ハチミツに興味を持っていたとしても、人間のニオイを気にして近づかないというシャイな個体もいるかもしれない。ツキノワグマではそのような事例があった。(東)

5) 公園利用者等への安全面に関する配慮事項

他地域における状況

- ・道南地区では道有林内において、魚の切り身を誘引餌にしたヘアトラップ調査を行っている。誘引餌の魚の切り身はナイロンネットに入れてロープで木から吊るし、簡単にクマに誘引餌を取られないようにしている。ハチミツは誘引効果が低かったため使用していない。春先に地元向けの広報チラシを入れて、現地に看板を設置、さらにバラ線に目印（標識テープ）を装着し注意喚起するという事で道有林事務所から了承を得た。上記のような安全対策を取りながら、平成 13（2001）年頃からヘアトラップ調査を行っているが、これまでに安全面で問題が生じたことはない。(釣)
- ・北上山地のツキノワグマ調査では、住宅の近くや、林道から直接見えるような場所は避けてカメラを設置した。また、周辺で調査を実施していることは様々な手段で周知した。特に地域住民には広報や役場を通じてしっかり周知した。また、地権者には詳しい設置場所を伝えたが、それ以外の人にはカメラトラップの詳細な設置位置を教えることは避けた。調査エリアには国有林は無く、民有地のみであったため、15名の地権者に連絡して設置許可をとった。(東)
- ・岩手県、新潟県、富山県の調査において、餌を使ったクマの誘引について中止を求められた経験は無い。ただし、石川県の白山では、ある調査グループが誘引餌を使うことを禁止され、カメラだけ設置して、結局うまくデータがとれなかったという話を間接的に聞いている。(東)

餌以外の誘引物について

- ・知床で調査を実施する際、公園利用者がいるということで誘引餌を使用した調査の安全面に懸念があるのであれば塗料（ニュークレオソート）を誘引物として使用することを検討してはどうか（誘引餌の代わりに角材にニュークレオソートを塗布する）。

(釣)

- ・クマは針葉樹のニオイを好む。カラマツオイルなども誘引物としてよいかもしれない。
なお、カメラトラップマニュアルに載せた SPF 材は、そもそも針葉樹の材である。(東)

6) より正確な個体数推定を実施するための改善点

本格的なカメラトラップ調査の実施について

- ・知床半島でカメラトラップ調査を行うのであれば、大きく 2 つの方法が考えられる。
1) 知床半島全域に調査地点を設ける、2) ある地区で集中して調査を行い、その情報を基に半島全体のヒグマ個体数を推定するという方法である。2) を選択した場合、調査は最低 40-50 頭のヒグマが個体識別できるようなイメージの面積を対象にする必要がある。(釣)
- ・知床半島にアクセスが困難な場所が多いならば、調査条件の整った、環境の異なる何ヵ所かで調査を行い、環境による密度の違いを明らかにした上で、環境区分に従った外挿を行なって、知床半島全体の密度を算出する方法もやむをえないと考える。(東)

調査スケールについて

- ・ヘアトラップ調査を実施するにあたり、対象面積やヘアトラップの設置箇所数などについて最低限クリアすべきという基準はない。ヘアトラップの設置箇所数が少なければ調査精度が低下する。調査から算出された個体数推定の結果が、管理方針において求められる個体数推定の許容範囲内に収まっているかどうかが重要であろう。(釣)
- ・道南地区のヘアトラップ調査では 3km 四方に 1 箇所程度のイメージで調査地点を設けている。これはメス成獣ヒグマの行動圏の最小値に対応させているイメージである。知床で調査を行う際も、3-4km 四方に 1 箇所の調査地点を設けるイメージがよいのではないか。(釣)
- ・北上山地のツキノワグマ調査では、80 箇所にカメラトラップを設置した。ツキノワグマの行動圏面積を考慮すると、カメラトラップを 2 km 四方に 1 箇所程度配置することが適当と考えられる。行動圏面積の狭いメスに合わせてカメラトラップの設置密度を考慮する必要がある。(東)
- ・空間解析モデルを使用するため、調査地の設定にグリッドは不要である（調査地点をグリッドで区切り、そのグリッド内に必ず調査地点を置かないといけないわけではない）。空間解析モデルを使用する際は、調査地点間（ヘアトラップやカメラトラップの設置箇所間）の距離がばらついていたほうが好ましい。グリッドを作ってその交点に調査地点を設置するという方法は好ましくない。(釣)
- ・北上山地のヘアトラップ調査では約 2000 サンプルを処理し、約 170 頭を個体識別した。解析モデルに入れて推定した個体数の 7 割程度を個体識別したことになる。道南のヘアトラップ調査は約 250 km²に調査地点を約 50 箇所設けている。北上山地や道南での調査スケールを参考に知床での調査スケールを検討するとよいだろう。(釣)
- ・ヘアトラップ調査では DNA 分析により性別判定が行えるため、メスだけを調査対象にして個体数推定することが可能である。カメラトラップ調査で性別判定ができない

場合は、オスを調査対象に含むため、オスの広い行動圏面積にあわせて調査範囲を広く設定する必要が生じる（調査にかかる労力が大きくなる）。（釣）

- ・空間明示型標識再捕獲モデルを用いた解析では、同一個体が複数のトラップを訪問するデータが混ざっていないと、原理的に解析に耐えられない。昨年、福島県が行ったカメラトラップ調査によるツキノワグマの個体数推定業務では、5 km 四方 (25 km²) に 1 台の割合で 20 台のカメラを設置した結果、カメラの密度が低く、同一個体が複数のカメラトラップを訪問した例が無く、モデルへの適合が悪かったという例がある。

（東）

- ・仮にカメラトラップをライン状に配置してしまうと（羅臼町側の国立公園区域内の場合、アクセスの都合上、海岸線沿いに調査地点を配置する可能性が高い）、同一個体が複数のトラップを訪問する確率が低下するのではないか。そのような場合も推定値を出すこと自体は可能だが、誤差幅が非常に大きくなる。（東）

自動撮影カメラについて

- ・今回の調査で使用した自動撮影カメラ（Ltl Acorn 社製 6210MC）は、夜間の動画の画質が非常に悪い印象を受ける。複数機種について自動撮影カメラを試用したが、夜間の動画の画質がいい機種は、Bushnell 社の Trophy Cam や Ltl Acorn 社の 5210A である。（東）
- ・Ltl Acorn 社の 5210A では、夜間の動画でも斑紋撮影品質が良好なものが撮れている。むしろ夜間の方が余計な光の影響を受けにくく品質が良いこともある。（東）
- ・静止画の画質に問題が起きることは少ないが、動画の画質（特に夜間）は、同じメーカーの製品でも後継機種のほうが悪いことがある。また、ひどい時は同じ機種の自動撮影カメラであっても製造ロットによって画質が変わることがある。（東）

7) その他

トラップハッピーの発生について

- ・トラップハッピー（ヒグマが誘引餌に餌付いてしまい何回もトラップにやってくる現象）の発生は防ぎきれない面もあるが、長時間居つかれると困るため、誘引餌の量は少なめにした。（東）
- ・トラップハッピーは解析結果に影響を与える。フリー統計解析環境 R のパッケージとして公開されている“SPACECAP”では、トラップハッピーの有無を入力する項目があり、トラップハッピーの有無を解析要素に加えることが可能である。（釣）
- ・トラップハッピーが発生した場合、そのカメラトラップサイトは閉鎖しても良い。ただし“SPACECAP”で解析する際に、事前に用意する CSV ファイルのセッション数にそのことをきちんと反映させて入力する必要がある。また、SPACECAP の“Trap response”は“present”と入力する。（東）

北上山地のツキノワグマ調査について

- ・北上山地のツキノワグマ調査の実施時期は 6 月から 8 月の 3 カ月間であった。調査が

この時期になった理由は、比較のために同一地点において同時にヘアトラップ調査を実施しており、ヘアトラップとカメラトラップ、両方の見回りを実施していたことが理由として大きい。ヘアトラップ調査では8月以降の採取サンプルで遺伝子解析の成功率が低下することが知られているため、ヘアトラップ調査の適期にカメラトラップ調査の実施時期を合わせた。(東)

- ・北上山地のカメラトラップ調査では、80箇所、3ヵ月間、計80台の自動撮影カメラを設置し、1台が紛失、1台が全壊するトラブルが発生した。ほかにもクマによる自動撮影カメラの破壊はあったが、修理可能なレベルであった。(東)
- ・カメラトラップ調査における、ツキノワグマの個体識別はすべて人間の目によっておこなった(画像解析ソフトを用いたのは予備実験のみ)。人間の目で見るのが結局一番早い。画像が多いと個体識別作業は大変手間がかかるが、遺伝子解析よりは所要時間が短いケースもあるだろう。(東)
- ・SPACECAPによる密度推定は、ある程度の時間が必要である。北上山地の事例では、ノート型パソコンで計算に3日間を要した。(東)

セッション数について

- ・セッション(解析のため調査期間を複数に分割した際の単位、モデルを使用した解析では、データの内容に応じて30日間を3日ずつ10セッション分割したり、5日ずつ6セッションに分割したりする)の数は多い方が良いが、1セッションの期間が短すぎると、クマがトラップに来ていないことが多い。見回りの手間が増えてしまう。餌が取られずに存在するならば、見回り間隔をあけて機械的に日付でセッションを区切ってもよいが、クマが来ると誘引餌をとられてしまうことが多いため、定期的な見回りが必要である。(東)

4. カメラトラップ調査の有効性等の検討

解析結果と専門家からの意見聴取をもとに、ヒグマを対象にしたカメラトラップ調査の有効性や改善点について検討を行った。

1) ヒグマの外見上の特徴による個体識別の可否

カメラトラップ調査は、カメラに撮影されたクマの外見上の特徴（生体標識）から個体識別を行い、その情報をもとに個体数推定を行う調査手法である。そのため、外見上の特徴からヒグマを個体識別できるかどうかは調査の重要なポイントである。

今回の調査では、胸部斑紋の情報に各種情報（構成や体色、体サイズ、耳タグ、子がいる場合は子の胸部斑紋など）を加えて個体識別を行うことで、ヒグマの個体識別が一定程度可能であった。しかし、ほとんど全ての個体が胸部に月の輪紋（胸部斑紋）を持つツキノワグマと異なり、ヒグマは胸部斑紋をもたない個体が一定程度おり、胸部の撮影に成功しても個体識別を行うことができなかったケースがあった（写真7）。カメラトラップ調査の規模を大きくし、より多くのヒグマについて個体識別を行なった場合には、胸部斑紋がなく個体識別の決め手を欠くケースが多発する可能性がある。カメラトラップ調査を進めるうえで、1）ヒグマの胸部斑紋の発現率の調査（胸部斑紋をもたないヒグマがどの程度いるのか）、2）ヒグマの胸部斑紋が個体によってどの程度異なるのかをあらかじめ把握しておく必要がある。また、個体識別率を向上させるため、胸部斑紋以外の生体標識（顔つき、体色など）についても検討を行うことが必要である。



写真7 胸部斑紋がないため同一個体かどうか識別できない単独ヒグマ
左：イベント4-3で撮影、右：イベント12-4で撮影

2) カメラトラップ1箇所に設置する適正な自動撮影カメラの数

カメラトラップ1箇所に設置する適正な自動撮影カメラの数について、釣賀氏からは胸部斑紋の撮影と側面から体色を撮影する目的で2台のカメラを設置する調査手法は有効との意見が出た。東出氏からはカメラトラップ1箇所にカメラ1台の現状のカメラトラップの設計でも胸部斑紋の撮影は十分に行えるとの意見が出た。

今回の調査では、2台のカメラが設置されていたことで個体識別できたケースがあったが、カメラトラップの設置方法が改善されて胸部斑紋の撮影機会が増加すれば、1台のカメラで個体識別に十分な情報を得ることができる可能性もある。カメラトラップ1箇所に設置する適正な自動撮影カメラの数については、カメラトラップの設置方法や個体識別の方法（胸部斑紋以外になにを生体標識として用いるのか）とあわせて検討していく必要があると考えられる。

3) カメラトラップの設置箇所等の条件の違いによる誘引状況の違い

今回の調査では、ヒグマがまったく撮影されない調査地点と繰り返しヒグマが現れる調査地点が生じた。秋期はヒグマがミズナラの堅果やサケマスなど、特定の食物を集中的に採食する時期のため、誘引状況の違いが生じた原因は設置箇所ではなく、調査の時期にある可能性がある。カメラトラップの設置箇所等の条件の違いによる誘引状況の違いを検討するためには、先行事例と同様にカメラトラップ調査を春から初夏にかけて実施することが必要と考えられる。

4) 誘引・撮影頻度の向上のための改善点

誘引餌の設置高と固定方法について

誘引餌の設置高や固定方法を工夫することで、胸部斑紋の撮影機会を増やすことが可能と考えられる。専門家からは、胸部斑紋の撮影機会を増やすため誘引餌を設置する高さを低め（メス成獣が立った時にかろうじて届く程度の高さ）にしてはどうかとの意見が出た。また、ヒグマが誘引餌を手に入れるのに時間がかかるようにして胸部斑紋の撮影機会を増やすため、且つ誘引餌を極力とられないようにするため、誘引餌の固定をよりしっかりしたもの（針金で固定する等）に変更するよう提案を受けた。

上記を考慮して、具体的な改善点として、1) 誘引餌を設置する高さを低くする、2) 誘引餌の固定方法をしっかりとしたもの（針金など）に変更することがあげられる。ただし、誘引餌の設置方法を変更することで、ヒグマに誘引餌を取られやすくなりトラップハッピーの増加を生じる可能性があるため、変更には経過観察が必須と考えられる。

ヒグマの動作とカメラトラップの設置方法について

今回の調査から、ヒグマはツキノワグマと比較して立ち上がる動作が苦手なことが示唆された。誘引餌に手を伸ばそうとする際、誘引餌の真下で立ち上がり体を伸ばすことは少なく、角材を固定している立木に手をついて体を伸ばすことが多かったためである（写真8）。同様な意見は専門家からも出た。また、立木に背こすりするヒグマが複数確認された（写真9）。

上記を考慮して、具体的な改善点として、1) カメラの画角の中に角材を固定する立木2本を必ず入れ、立木に手をついて立ちあがる動作や背こすりする動作を撮影できるようにすること、2) 立ち上がる際にヒグマが手をつけるよう低めの位置に角材を追加することがあげられる。



写真8 誘引餌を取ろうとして体を伸ばすヒグマ

成獣個体は立木に手をついて体を伸ばすように動くケースが多い



写真9 角材を固定する立木で背こすりをするヒグマ

背こすりしている間に胸部斑紋を鮮明に撮影することが可能

5) 公園利用者等への安全面に関する配慮事項

専門家からの意見聴取により、各地の誘引餌を用いた調査（ヘアトラップ調査やカメラトラップ調査）では、役場の広報にチラシを入れたり、現地に注意看板を設置したりすることで周辺の住民等へ情報周知し、安全面に配慮していることが明らかとなった。また、道南地区では10年以上前から誘引餌を用いたヘアトラップ調査を行っているものの、これまでに安全面で問題が生じたことはないとの情報も得た。以上のことから知床半島におけるカメラトラップ調査においても、広報チラシや現地への注意看板設置といった安全対策を実施し、誘引餌をヒグマに取られないよう誘引餌の設置方法を工夫す

ることで十分にリスクを軽減することが可能と考えられる。

仮に、公園利用者等の安全を脅かすという懸念から、地権者を含む関係団体から誘引餌を使用した調査の実施について同意が得られない場合には、誘引餌以外の材料でヒグマを誘引する手法を検討する必要がある。専門家からは塗料（クレオソートなど）や針葉樹のニオイ（カラマツオイルなど）がクマを誘引するとの情報を得た。ただし、カメラトラップ調査は誘引物によってクマの姿勢を立姿に誘導して胸部斑紋を撮影する調査手法のため、誘引物の誘引効果が調査結果に大きな影響を及ぼす。東出氏より聞き取った情報の中には、誘引餌の使用が禁止されたためカメラだけを設置し、最終的に十分なデータを取れなかった事例もあった。塗料や針葉樹のニオイをヒグマの誘引物として使用する場合には、それらの物質が十分な誘引効果を持ち、ヒグマを立姿に誘導できるのかを調査する必要がある。

6) より正確な個体数推定を実施するための改善点

本格的なカメラトラップ調査の実施について

空間明示型標識再捕獲モデルを用いたヒグマの個体数推定を行うためには、次の点に留意する必要がある。1) 調査地に適切な密度でカメラトラップを設置すること。モデルを用いた個体数推定を行うためには、同一個体が複数のカメラトラップを訪問している事例が混じっていることが必要である。2) 精度の高い個体数推定を行うためには、全生息個体数の7割程度を識別するイメージで調査対象範囲を設定する必要がある。アクセスの困難な場所が多く、半島全体を調査対象地にできない知床においては、環境の異なる複数個所で調査を行い、その結果を外挿して知床半島全体のヒグマの個体数を算出する必要がある。知床半島の先端部や高山帯は陸路がなく、交通手段が船舶や徒歩に限られる。解析に耐えうる調査面積とカメラ密度でカメラトラップ調査を行うためには、相当の調査努力量を投入する必要があると考えられる。

自動撮影カメラの機種

今回の調査において、立姿に姿勢誘導して胸部斑紋が撮影できたのは51%、さらに斑紋全体を鮮明に撮影できたのは16%に留まった。より正確な個体数推定を実施するためには、個体識別のための胸部斑紋を確実に鮮明に撮影することが重要である。専門家に今回の動画を確認してもらったところ、今回の調査で使用した自動撮影カメラは夜間の動画の画質が非常に悪い印象を受けるとの指摘を受けた。夜間動画の品質が現在よりも向上すれば、個体識別がより行いやすくなると考えられる。カメラトラップ調査を本格的に実施する際は、夜間の動画撮影の品質に注意してカメラの機種選定を行う必要があると考えられる。その際、新しい機種が必ずしも動画の画質がよいわけではないことに留意する必要がある。

5. まとめ

本業務では、カメラトラップ調査のデータ解析と専門家からの意見聴取を行い、ヒグマにおけるカメラトラップ調査の有効性を検討した。ツキノワグマと異なり、ヒグマは胸部斑紋を持たない個体が一定の割合で存在するため、胸部斑紋のみで個体識別を行うことは困難であり、現状では、本格的なカメラトラップ調査を実施したとしても、精度の高いヒグマの個体数推定は困難と考えられる。精度の高い個体数推定を実現するためには、胸部斑紋とそれ以外の生体標識を組み合わせ、外見上の特徴から行う個体識別率を向上させることが必要と考えられる。

仮に個体識別率が向上したとしても、知床半島全体を調査対象にすることは現実的ではないと考えられる。アクセスの困難な場所が多く含まれ、調査に膨大な努力量が必要なためである。現実的な方法としては、調査地として国立公園内や国指定鳥獣保護区内にこだわらず、比較的アクセスの容易な半島基部～中央部を中心に極力広い面積と地点数を確保して調査を実施することが考えられる。たとえば具体的には、アクセスが比較的容易な斜里町真鯉からルシャ付近まで（直線距離約 35 km）、海岸線から一定距離を調査地として設定すれば、釣賀氏より提案があったように 40-50 頭のヒグマを個体識別できるような調査を実施可能と考えられる。ただし、真鯉からルシャ付近まで基本的に道路は海岸に近い低標高域にあり、海岸から離れた中標高域へのアクセスは、知床横断道路や林道等の一部を除けば徒歩に限られるため、調査のためには上記でも相当の努力量を要することに留意する必要がある。

6. 参考文献

- クマ類の個体数推定法の開発に関する研究チーム 2012. 環境省研究総合推進費「クマ類の個体数推定法の開発に関する研究」成果物 クマ類の個体数を調べるヘア・トラップ法とカメラトラップ法の手引き（統合版） 83pp.
- 東出大志 2012. 環境省・環境研究総合推進費 クマ類の個体数推定法の開発に関する研究 カメラトラップ調査マニュアルツキノワグマ胸部斑紋の安定的撮影手法－. 26pp.

平成 24 年度 環境省請負事業

**事業名： 平成 24 年度 知床世界自然遺産地域ヒグマ個体数推定のための
解析業務報告書**

事業期間：平成 25（2013）年 2 月 4 日 - 平成 25（2013）年 3 月 22 日

事業実施者：公益財団法人 知床財団
〒099-4356 北海道斜里郡斜里町岩宇別 531
知床自然センター内

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔A ランク〕のみを用いて作製しています。