

知床国立公園におけるヒグマの保護管理の 近年の進展と課題

山中正実¹・増田泰²・石名坂豪²

1. 099-4113 北海道斜里郡斜里町本町 49-2, 斜里町立知床博物館 ✉masami-y@apost.plala.or.jp 2. 099-4356 北海道斜里郡斜里町岩字別 531, 知床財団

知床国立公園とその周辺部では、1995年からヒグマ *Ursus arctos yesoensis* (以下クマとする) の目撃が急激に増加していった。それに伴って人の生活や公園利用との間の軋轢も増加してきている。公園内での問題の多くは、人に対して馴化したクマが日常的に道路や遊歩道に出現することに起因する公園利用者の安全管理、および、公園内に存在する漁業番屋への被害に関するものであった。一方、公園外でも人に対する警戒心に欠ける個体の出没が増加し、市街地や農耕地へのクマの出没による地域住民の安全対策や経済的な被害に関する問題が大きくなりつつある。これらへの対応は、主に地元の斜里町、羅臼町、及び両町によって設立された知床財団によって長年行われてきた。2005年の知床の世界自然遺産登録を契機に、環境省によるクマの保護管理の取り組みもはじまった。2012年には知床世界自然遺産地域管理計画の付属計画として知床半島ヒグマ保護管理方針がはじめて公式に策定された。2010年代に入ると過去にはなかったレベルの大量出没やそれにとまなう駆除の急増がみられるようになり、今計画の見直しが必要とされている。

はじめに

知床半島は北海道東部からオホーツク海に約70 kmにわたって突き出しており、主稜線を挟んで西側は斜里町、東側は羅臼町の行政管轄で、東側の基部の一部だけが標津町に属する。面積のほとんどは斜里羅臼両町で占められおり、斜里町に約12,000人、羅臼町に約54,000人が生活している。斜里町の人口の約90%は農耕地が広がる基部の平野部に集中している。半島部には中央付近のウトロ地区に約1,200人が居住しているが、公園観光の宿泊拠点になっており、夏の最盛期には一日あたり4,000人前後の観光客が滞在する。羅臼町は平地が限られており、海岸に沿って細長く住民居住地がのびた構造になっている(図1)。知床半島の中央部から先は国立公園に指定されており、国立公園とさらにその周辺を含む陸域と海域は、世界自然遺産にも登録されている。

知床では1990年代中盤からクマの人に対する馴化の現象が見えはじめた。クマの馴化とその管理に関する課題と解決策は、前回2005年のシ

ンポジウム「知床・イエローストーン—野生をめぐる2つの国立公園の物語」でも議論された(McCullough et al. 2006)。当時は、1980年代にイエローストーン国立公園が既に到達していた、食物条件付けなしに馴化したクマが車道沿いや遊歩道に頻繁に現れる段階(Gunther & Wyman 2008)に、ちょうど知床国立公園も変わった時期であった。その後、馴化したクマの出現頻度はさらに高まり、公園利用者の安全管理は難しさを増してきた。また、公園内ではクマを観察することを望む利用者と、クマへの接近を防止しようとする野生動物管理担当者の軋轢も激しくなってきた。公園外の市街地へのクマの侵出の問題も大きくなりつつある。さらに2010年代に入って、過去のレベルを大きく上回る大量出没や駆除が発生した。本報告では、過去から今日に至る経過とさまざまな対策や調査研究の変遷について、2005年のシンポジウム以降の情報も追加して概観し、今後の課題と展望を検討する。

知床のヒグマの保護管理の歴史的な経過

1. 1980年代初頭以前

1964年に知床国立公園は指定された。この時期はクマの保護管理の施策はほぼ何もなかった時代である。狩猟規則は存在していたが、猟期の定めがあるだけで捕獲頭数の制限はなかった。国立公園の先端部と稜線部が北海道庁により鳥獣保護区に指定されていたが、公園全体の50%ほどにすぎず、他では公園内でも狩猟が可能であった。

1966年からは、クマを撲滅させることを目的に、北海道庁が全道的に春グマ駆除を奨励した。この駆除では残雪期の最もクマを獲りやすい時期に、無制限に捕獲することができた (Mano 1998; 間野 2008)。春グマ駆除は鳥獣保護区内でも許可され、半島先端部まで広く狩猟者が入り込んだ。

記録が残っている1975年から1981年までの7年間では、狩猟と駆除を合わせて斜里町と羅臼町で計136頭、年平均19頭のクマが捕獲された (図2)。しかし、当時は捕獲報告が十分には行われていなかった。また、報告は狩猟者の居住地別に記録され、どこで捕獲したかは明確ではなかった。したがって記録にみられるよりも、実際の捕獲圧は高かったものと推察される。

この時期は、知床半島におけるクマの調査研究が本格的にはじまった幕開けの時期でもある。1979年から2年間、北海道庁によって行われた知床半島自然生態系総合調査がその最初であり、参加した北海道大学ヒグマ研究グループや知床博物館によって基礎的な研究が開始された。これらの調査でクマの捕獲状況や食性、生活史の一部が明らかにされた (青井 1981; 山中・青井 1988)。

2. 1982年から1990年代前半

この時期は知床のクマの保護管理が大きく進展した。1982年には、知床鳥獣保護区は国設となり、国立公園のほぼ全域と周辺地域まで大幅に拡大された。だが春グマ駆除は依然として鳥獣保護区内でも制度的に可能であった。しかし、猟友会斜里分会は国立公園内での春グマ駆除の自粛の方針を打ち出し、公園の西側では春グマ駆除は行われなくなった。さらに、1990年には、道庁が北海道全

域で春グマ駆除を中止した。さらに、1985年には狩猟における箱ワナの使用が禁止され、1992年にはくりワナの狩猟も禁止された (Mano 1998; 間野 2008)。これらの措置は知床半島全域で捕獲圧を大幅に低下させた。

さらに半島西側では、斜里町によって自然トピアしれとこ管理財団 (2003年に知床財団と改称、以下は知床財団と呼ぶ) が1988年に創立された。斜里町と財団はクマに電波標識を装着する調査を開始し (山中ら 1995)、活動パターンや生息地利用が明らかになり、狩猟や駆除で捕獲される個体から詳細なデータが蓄積されるようになった。また、監視の目が届きにくかった公園内で日常的に活動が行われるようになったことで、それまでしばしば情報があつた密猟も1993年に発覚した1件を最後に収束した。

当時、日本全国、クマ対策とは駆除措置だけであった。しかし、斜里町と財団は1993年に北米で使用されていた花火弾とゴム弾の輸入に成功し、問題が発生している現場からクマを殺すことなく追い払う試みを日本で初めて開始した。追い払いや誘引物の除去など総合的な手法を組み合わせたクマ対策が始まったのである。これらさまざまな情勢の変化を反映して、1990年代中盤までは捕獲数が少ない時期が続いた (図2)。1987年以降1994年までの8年間でみると、狩猟と駆除を合わせた年平均捕獲数は8.4頭、特にこの間の斜里町の駆除に限ってみれば、年平均1.3頭にすぎなかった。

なお、この時期に知床半島で最後の死亡事故と負傷事故が発生した。1985年4月に羅臼町では春グマ駆除のハンターが、手負いにしたメス成獣に逆襲されて死亡した。これが知床最後の死亡事故である。1986年には国立公園内の斜里町岩尾別で、サケマスふ化場の職員が0才の子を連れたメス成獣に突然遭遇して襲われ負傷した。この事故が知床の最期の負傷事故である。知床では他に1974年に斜里町のハンターが死亡、1980年には羅臼町のハンターが負傷する事故があった。少なくとも1960年代以降、事故はこの4件だけであり、ハンター以外では1人の負傷事故しかない。

3. 1990年代後半

人に対して馴化したクマが出現しはじめた。また、さまざまなクマ問題が一気に顕在化していったのもこの時期である。斜里町内では、それまで年間50件以下であったクマの目撃件数が、1995年から突然200件を超えて急激に増えはじめた。1995年から1997年の3年間では年平均227件、1998年以降2000年代中盤までは400-600件に達した(図3)。初期の段階では目撃の多くは2-3頭の特定の個体が頻繁に出現することによるものだったが、1998年以降、馴化はさらに複数の個体へと拡大していった。

斜里町と知床財団は、ゴム弾と花火弾の使用に加え、犬も使った追い払いを頻繁に行い、クマが人の近くに出てこないように忌避学習付けを行った。この間、問題発生現場からクマを殺すことなく効果的に追い払う技術が日本で初めて確立され(葛西2011)、現場でのクマの行動のコントロールが可能となった。

知床で最大の観光地である知床五湖では、遊歩道が閉鎖される事態が1995年に初めて発生した。クマがしばしば現れ、遊歩道のそばで草本などの自然の餌を食べる状態が頻繁にみられはじめたのである(岡田2005)。その後1990年代後半から2000年代を通じて閉鎖の頻度は年々高まり、知床五湖の安定的な利用の確保を望む観光事業関係者と、国立公園や歩道の管理者である環境省・北海道庁、そして現場の安全対策を担っていた斜里町や知床財団の間で、その後10年以上にわたって続く議論と試行錯誤がここからはじまったのである。

1998年には、初めて公園利用者によるクマへの餌やりが報告された。道路脇でアリなどを採食していた個体に餌が投げ与えられたのである。この個体は生け捕りの上で奥地に移動放獣されたが翌春にはもどってきて、最終的にはウトロ地区の市街地に侵入して捕殺された(山中2001)。これは知床における移動放獣を伴う忌避学習付けの試みの最初の事例であった。

公園内の海岸には季節的に漁業者が生活する番屋が散在しているが、1990年代後半には番屋へク

マが侵入して内部を破壊する事件が頻発した。番屋の被害は1995年から1999年までに29件が発生し(山中2006)、その多くはゴミや食料の不十分な管理に起因していた。

国立公園に隣接する斜里町ウトロ地区の市街地への侵入が顕在化したのも1990年代後半からである。市街地の内部にまでクマが侵入する事例が、多い年には10件を超えるようになった(山中2006)。同様の例が羅臼町でも発生しはじめた。

ウトロ地区では、1995年頃からクルーザー型の小型観光船による遊覧がはじまった。小型船は海岸に近寄ることができるため、海辺を歩くクマの姿を高い確率(90%以上)で見ることのできることで人気を博しはじめた。2000年代に入ると乗客は急増、運航する船も増えた。現在毎年10万人近い人々がクマの観察を楽しむようになっている。

4. 2000年代

この時期、クマをめぐる問題への対策が強化された。2005年に知床は世界自然遺産に登録されたが、その準備段階からそれまでクマの保護管理にあまり関与してきていなかった環境省も積極的に取り組みはじめた。

シロザケとカラフトマスが自然産卵を行う川が3本集中するルシャ地区は、魚を捕食するクマが集まる地域として知られていたが、多数の写真家や報道関係者が入り込んで野生動物を追い回すことが問題になっていた。環境省は「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」に基づいて、2001年にこの地域の1,156 haを「特別保護指定区域」に指定した。これにより指定区域内の写真撮影や車輛の乗り入れなどが禁止された。

知床五湖では利用者とクマを物理的に隔離した自由利用の高架木道と、安全対策と過剰利用の抑制のためにコントロールされた地上歩道の2つの利用に分けるシステムが関係者の間で合意され、2006年から環境省によって高架木道の建設がはじまった。地上歩道の入口には必ず通過しなければならぬゲート施設を設け、その中で安全対策の知識を得るためのレクチャーが行われることになった。地上歩道は変化するクマの活動性に応じ

て、季節ごとに以下の3つの異なる運用がされることになった。

- レクチャーの受講と訓練されたガイドの引率が義務。1グループの人数は10人以下
- レクチャーの受講は義務だが、ガイドの引率とグループの人数制限の義務なし。
- レクチャーの受講は推奨されるが、義務の項目なし。

このシステムは自然公園法に基づく「利用調整地区制度」で法的に担保された。高架木道とレクチャー施設は2010年に完成し(図5)、翌2011年からシステムが稼働開始した。2001年にこのアイデアが提起されてから実現まで実に10年の歳月が費やされた。

世界遺産登録を契機に、斜里町が設立していた知床財団に羅臼町が共同設立者として2006年に加わった。クマを含む野生動物の保護管理を知床財団を通じて両町が連携して統合的に行う仕組みが作られた。

一方、公園利用地域や公園外の住民居住地域へのクマの出没は増加の一途をたどった。継続的に記録されていた斜里町でみると、2004年までの年間400-500件レベルから、2005年以降600-800件の目撃が常態化した(図3)。

公園に隣接するウトロ地区では、クマの侵入の増加に加え、市街地内に100頭をこえるエゾシカが定住するようになった。そのシカを市街地内でクマが捕食する事態まで発生するようになった。これに対して、斜里町は2001年からクマの侵入を防ぐ電気柵の設置を開始した。その後、金属製のフェンスに通電させたワイヤーを併設して、シカとクマの両方を排除する柵でウトロの市街地の主要部分全体を囲う工事が2007年までに完成し(増田2009)、市街地へのクマの侵入が激減した(葛西2011)。

5. 2010年代現在

2012年には「知床半島ヒグマ保護管理方針」が知床世界自然遺産地域管理計画の付属計画として環境省らによって定められた(釧路自然環境事務所ら2012)。ヒグマの行動圏の広がりやを考慮して、

遺産地域外も含めた斜里・羅臼・標津の3町の全域を対象とする広域計画とされた。その目的は以下の3点である。

- 地域住民の生活と産業を守ること。
- 国立公園利用者の安全と良質な自然体験の場を確保すること。
- 世界遺産の価値の1つである陸域と海域の物質循環について、サケ科魚類を捕食することで貢献するクマの生活様式と個体群を現行水準で維持する。

目的実現の方策は以下のようなものである。

- 人とクマとの危険な遭遇を防ぎ、馴化を回避する措置をとること。人為的な食物に餌付いたクマが危険な行動をとるようになることを防ぐこと。
- 渡島半島で用いられているヒグマの行動区分(間野2008)、つまり、人に対するクマの行動と、そのクマの人為的な食物の採餌、人やその財産所有物に対する加害の履歴に基づく区分を参考に作成された「行動段階」(表1)を判定して対応方針を検討すること。
- 計画地域を、国立公園の地種区分や公園利用者の多寡、人の居住や生業活動の有無や密度などによってゾーニングを行い、それぞれにおけるクマへの許容度を定め、「行動段階」と合わせて対応方針を決定すること。
- 暫定的な個体数推定であるメス150頭に基づき、5年間の計画期間中の5才以上のメス成獣の人為的な死亡を30頭以下にする。
- 計画の実行結果をモニタリングし、順応的に見直しを図ること。

管理計画は定められたが、クマの出現状況は2000年代とは大きく異なる様相をみせはじめた。斜里・羅臼両町におけるクマの目撃件数は、2000年代は800-900件で推移していたが、2011年には1,000件をこえ、2012年には2015件、2015年には1,798件に達し、過去になかったレベルの大量出没が発生した(図3, 4)。

斜里町ウトロ地区では市街地を囲う柵の2007年の完成後、沈静化していた市街地への侵入が再び増えてきた。これらの特徴は柵が設置されてい

ない海側の道路や海岸線からの侵入であった。羅臼でも住宅地への侵入が増加してきた。羅臼町では2011年から2015年にクマの侵入を防ぐ電気柵を総延長9.3 kmにわたって設置したが、海岸線に沿って長くのびる住民居住地のまだ一部である。

2012年と2015年の大量出没の際には、住宅地での出没が斜里町ウトロでは50件、羅臼町では152件発生した。これらの内19件はゴミを食べたもの、9件は干し魚を食べたもの、9件は羅臼町の水産加工場で十分に管理されていない廃棄物を食べたものであった。これらに伴い、2012年には61頭が駆除され(狩猟と事故を入れると67頭が死亡)、羅臼町内の駆除は45頭で記録が残っている1975年以来過去最多であった。2015年には51頭が駆除され(狩猟と事故を入れると68頭が死亡)、斜里町内の駆除は34頭で過去最多であった(図2)。

国立公園内では、2011年から稼働を開始した新利用システムによって、知床五湖の問題がほぼ収束した。代わってクローズアップされてきたのは、道路沿いのクマと人に関する問題である。車や自転車などを追いかけたり、時には車に手をかけたり叩いたりといった例が目立ってきた。2015年だけでも車に関する事例が10件、自転車とバイクに関するものがそれぞれ2件発生した。

道路沿いで最も深刻な問題は、クマを見るために集まってくる人々に関するものである(図6)。サケ・マスを捕食しにクマが現れる河川沿いでも同様の問題が生じる。近距離でくり返し人とクマが接触することを回避して、クマの馴化が進行しないようにするという現在の管理方針と集まっている人々との間に軋轢が生じるのである。人前に出たクマはすみやかに追い払うのが方針であるが(小平ら2006)、クマを観察することを望んでいる人々の中には、追い払うことを理解しない人もしばしばいる(増田2009)。クマに近づかないように、立ち去るようという指導に従ってもらえない場合もある。この問題は1990年代後半から続いているが、最近は深刻さを増している。特にカメラマンの中には、激しく抗議してくる人も珍しくない。クマへの人の接近を止めさせる法的手立て

はない中(山中2006)、現場の対応を担う知床財団の職員は、お願いベースの指導をするしかなく、追い払いを徹底して人への馴化を防ぐという方針を完全に遂行することはできない。年間1,000回あまりにものぼる緊急出動が行なわれているが、クマの馴化の防止と忌避学習付けは成功していない。

川の河口周辺で行われるサケ・マス釣りとはクマとの問題も大きくなりつつある。川には魚を求めてクマも頻繁に現れるが、釣り場に執着する釣り人の中には、退避するようという指導に従わない人もおり、クマと釣り人の接触が日常的に継続する。さらに、食料や釣り上げた魚の管理が不徹底なため、クマに奪われる事件も頻発している。人のところに行けば食物がある、多少脅しつければ奪うことができるという学習によって、食物条件付けされた危険な馴化へとエスカレートするおそれがある。

知床岬へと海岸を歩くトレkkerや知床連山の登山者など、知床の原生地域に立ち入る人々とクマに関する危険事例も2010年代に入って増加してきている。テントを破られたり、至近距離で威嚇突進を受けたりといった危うい事件が、2010年以降6年間で少なくとも9件報告された。これらの地域はクマの密度が非常に高い。事前のレクチャー受講や食料保管のためのフードコンテナの持参の義務づけなどを検討しなければならない時期にきている。

2003年以降2009年までの7年間1件だけだった公園内の番屋への被害が、2010年代には再び発生してきた。2010年から2012年には羅臼側の番屋で毎年被害が発生した。計7件の内4件はゴミと魚の管理が不十分なために発生した。一方、半島西岸の斜里町の農耕地では作物への被害の増加が目立ってきている。

2010年代は調査研究で新たな進展がみられた。知床財団、知床博物館、北海道大学獣医学部の共同で、知床のクマの遺伝子を広域的に分析するとともに、出産数やその間隔、産まれた子の生残、クマの移動分散や栄養状態などを多角的に調べる研究が2011年から開始された。

図7は、成長の過程で移動分散しやすい亜成獣(2-4才)について、2007年から2014年に斜里側で人為的に死亡した35頭の遺伝子分析を行い、母グマが判明した19頭について推定出生地からどこに移動して死亡したかをマトリックスで表示したものである。用いた地域区分は図1に示した。その個体が0歳の時に生息していた地域や、母グマが遺伝子から特定できた場合には母グマの生息地域や死亡した地域を、その個体の出生地と仮定した。

図7上図のマトリックス右上(白抜き)は斜里側の中で北から南へ移動したことを示し、左下(白抜き)は斜里側の中での南から北への移動を示す。中央の斜めの網掛けは出生地から移動せずに死亡したものである。下図は同様に羅臼側から斜里側への移動を示す。上図の斜里側のAW, BW, CW地区から斜里側の南方(BW, CW, DW)に移動した10頭中9頭はオスであった。一方、移動しなかった7頭中5頭はメスであった。

図8は2007年から2014年に羅臼側で人為的に死亡した亜成獣52頭について遺伝子分析を行い、母グマが判明した29頭について推定出生地からどこに移動して死亡したかを表示したものである。図8上図のマトリックス右上(白抜き)は、斜里から羅臼側へ北から南へと移動したことを示し、左下(白抜き)は斜里側から羅臼側の南から北への移動を示す。中央の斜めの網掛けは南北移動せず、斜里側から山を越えて東隣の羅臼側へ移動して死亡したものである。下図は同様に羅臼側の中での南北移動を示す。まず、母親が判定できた29頭中22頭は斜里側から羅臼側への移動個体だった(上図)。また、斜里側からの22頭中19頭は、斜里側先端部AW地区から主稜線を越えて羅臼側へ行ったものだった。その19頭のうち17頭もがオスであった。

この調査では分析したサンプルの約半数が母親不明(出生地不明)であり、すべての移動分散パターンが明らかになったわけではない。しかし、まずいえるのは、オスの亜成獣はメスに比べて広く分散し、その過程で多くは人為的に死亡しているということである。また、斜里側ではオスの亜

成獣を中心として、半島西岸をそのまま南方へ分散する大きな流れが確実に存在すること示している。つまり、国立公園内から境界を越えて、市街地がある公園外の南部への移動の流れである。一方、羅臼側では半島先端部西岸の斜里町側から、羅臼町北部へ移動する流れが間違いなく存在するということがいえる。

考察と課題への展望

1. 追い払いによる忌避学習付けの限界

表2は、2012年から4年間に記録された知床財団のスタッフに対するクマの反応を、知床半島ヒグマ保護管理方針の「行動段階」別に示したものである。1,614回の対応のうちクマ側の反応は行動段階1のものが圧倒的に多いことが分かる。即ち、人間の存在を回避しようとし、行動段階1の馴化したクマが既に大勢を占めているという現実、知床は直面している。

人間との無害な出会いを繰り返すことによって、人は脅威ではないと学習し、警戒行動や逃走行動をとらなくなるのが馴化であり(Herrero et al. 2005)、その回避のためには人とクマが出会わないようにするか、人との出会いの大部分でクマが不快な思いをするよう痛めつけ、追い払い続けるかしなければならない。それはいずれも困難といわざるを得ない。公園内では多様な広範な場所でクマと人が出会っている。それらの場面すべてに駆け付けて追い払うことは不可能である。多くのクマが既に馴化していて対象が多すぎることを、追い払われることをよしとしないカメラマンなど非協力的な人々はクマがいても通報してくれないことなども、忌避学習付けによる馴化の防止や馴化した個体の再学習の成功を困難にしている。

それでもなお、追い払いを徹底して忌避学習付けの効果を向上させようとするなら、以下のような項目のいくつかを実現しなければ改善は望めないだろう。

- 写真撮影や釣りなども含め、法的根拠を持って規制することができる制度。
- 現場担当者が強制力を持って公園利用者の行

動を管理する権限の付与。

- イエローストーン国立公園のように、クマとの間にとるべき距離の規則の制定。
- 車輛の自由な乗り入れを禁止して、シャトルバスに乗り換えるシステムの広域的配置。

これらについて、法的強制力を持たせることや利害関係者の理解を得ることは現状ではむずかしいが、現行の手法で多少とも効果を上げようとするならば真剣に検討せざるを得ない。

2. 人に対するクマの馴化は阻止できるのか

先行して1980年代に、現在の知床と同様の状況を迎えたイエローストーンでは、既にさまざまな試みを経てきている。立入禁止区域の設定は十分機能しなかった。そこに監視スタッフがいないければ、人々は立入禁止を無視してしまったのである。また、くり返し追い払われるクマは係員やその車を覚えて、係員からは逃げるが公園利用者は無視したり、威嚇弾の間合いを学んでしまった。移動放獣も含めて馴化を防ぐあらゆる対策は失敗に終わった (Gunther & Wyman 2008)。

また、Haroldson & Gunther (2013) は道路沿いには良質な餌があって他には乏しく、栄養欲求の強い場合、追い払いの不快感を上回るメリットがあればクマは道路に執着し、効果はなかったと報告した。これは餌が不足する夏期に、追い払われてもなお道路法面でアリをあさり続けるクマや、草本が豊富なウトロ市街地の海岸段丘斜面にくり返し侵入するクマの状況を説明できる報告かもしれない。エゾシカによる採食圧で夏の餌となる草本の資源量が落ち込んでいる知床では、市街地は魅力的な餌場となっているのかもしれない。

試行錯誤の末、イエローストーンでは1990年からクマを追い払う対策を止め、集まる人々の方を管理する方針へと転換した。その結果、イエローストーンの象徴であるクマの観察機会の提供と事故防止の両立に成功している。一方で人の管理には多大な労力をかけている (Gunther & Wyman 2008; Haroldson & Gunther 2013)。

知床において今後どのような方針をとるべきかは慎重な検討を要する。現在の追い払いを基本と

する対策に展望は見えずらい。持続的な忌避学習付けの成功は望めないとしても、少なくともクマをその場から立ち去らせるために追い払いを続けるのか。もしそうであれば、多少とも効果を上げ、労力も軽減するために、前記4項目のような法的強制力を持った措置のいくつかの実現が欠かせないだろう。しかし、公園利用者の理解を広く得ることは難しいかもしれない。野生生物に興味を持ち、その嘆賞を望む一般市民は、本来協力者として知床の保護に連帯してもらわなければならない人々である。広く理解を得るための努力が今以上に必要となる。

あるいは、追い払いを止めてイエローストーンのように人側の管理に力を注ぐ方向を模索するならば、予想される相当な労力を覚悟しなければならない。人を管理するには、これまでのお願ベースではなく権限も必要となる。また、イエローストーンのように道路沿いのどこでもクマを許容して、人の管理に徹するということはできないだろう。過度な馴化をさせないように、クマを観察しても良い場所を定め、クマに近づかないように観察させるための法的担保も必要となる。この場合も前記4項目のような措置のいくつかを組み合わせることが必須である。また、住民居住圏が国立公園に接している知床では、ゴミや食料管理、住宅地への侵入対策の強化も合わせて必要だ。

たとえ追い払いを続けるとしても、市街地周辺のクマへの効果的な忌避学習付けが見込めない現状では、それらの措置が同じく必要である。

3. クマ観察地の設定の検討

追い払いによる対策を今後とも徹底していくのであれば、観察を望む人々を誘導できる代替え地がなければ理解されづらいであろう。北米では、一般市民にクマ観察の機会を提供するために公的に運営されている保護区がいくつかある。アラスカ州魚類野生動物局が管理するマクニール川野生動物保護区が最も有名な例である (Aumiller & Matt 1994)。実態を知らないままの過剰な恐怖心からなかなか共存対策が進まないのは北米でも共通のことであり、アラスカ州はヒグマの実態を伝える環境教育の場として維持管理している。

知床国立公園では漁業者とクマが驚異的な共存関係を築いているルシャ地区(山中2006)が候補地となろう。代替地という位置付けばかりでなく、全国で拡大するクマ問題の解決を進めるために、クマの実像を知る場としても積極的に活用して良い。観察地の設定が馴化を拡大するという懸念があるかもしれないが、この地では漁業者とクマが近接して互いに無視し合う関係が既にあり、観察者が行っても行かなくても状態は変わらない。しかし、今以上に馴化を進行させて、羅臼町やウトロ地区の住民居住地へのクマの出没を増加させないために、観察者の行動管理の徹底(Aumiller & Matt 1994)や、人の姿を見せないような障壁の整備など、運用方法の工夫が不可欠である。

4. 食物条件付けの徹底的予防

馴化、即危険ではなく、馴化は人に対する寛容性を高める。クマによる事故で最も多い突発的な遭遇に驚いたクマの自己防衛行動による攻撃(早稲田・間野2011)が少なくなる面がある(Herrero et al. 2005)。つまり人との遭遇に際して激しく反応しない側面があるのだ。知床ほど高い頻度で人とクマの遭遇が発生している地域で、過去30年間事故が一切発生していないのは、対策努力によるばかりではないだろう。一方、食物条件付けされた馴化個体は非常に危険である(Herrero 1985)。馴化個体は人が活動している地域にも警戒心なく近づくことで、そこにゴミなどの人為的な食物が放置されていると食物条件付けされやすいという面がある。知床では馴化した個体が食物条件付けされないための対策が極めて大きな課題である。

幸い知床では故意の餌付けは稀であり、過去に3回の報告しかない。うち2回は未遂に終わっている。だが、公園内の少数の宿泊施設、漁業番屋や釣り場、公園隣接地の住民生活圏に、十分に管理されていない人為的な食物が常時存在している。これまでもクマがそれらを食べてしまって被害を拡大させた例がたびたび報告されており、極度の食物条件付けに至る前に駆除し続けて、かろうじて事故を回避しているのが実態である。

以下のような点を徹底的に改善する施策を進め

ていくべきであろう。

- 一般住宅や番屋のゴミや食料の保管の厳格化。住宅地のゴミステーションのクマ被害防止用のものへの政策的な転換。
- 干し魚について、電気柵の使用や高所に吊すなどの工夫でクマに盗られない構造の干し場へ改良すること。
- 食物条件付けの大きな原因になっている水産加工場の廃棄物の保管管理を徹底すること。

これらを改善していかなければ、あらゆる対策努力は無駄になってしまう。一方、これらの問題を解決できれば大きな成果が期待できる。長野県軽井沢町では、ツキノワグマ *Ursus thibetanus japonicus* が市街地に日常的に入り込んで多くの問題を引き起こしていたが、すべてのゴミステーションをクマ被害防止のために設計されたものに交換していき(樋口2005)、現在は市街地のクマ問題をほとんど収束させることに成功した(玉谷私信)。2013年から地元観光協会主導で行われた「知床餌やり禁止キャンペーン」は大きな前進であった。ゴミについても意識改革を進める運動を、観光客にも地域住民に向けても進めることが望まれる。

5. 地域の防衛力強化

国立公園がある限り、図7、8に示したように、クマの密度が高い公園内からウトロ地区や羅臼地区に亜成獣が移動分散してくる流れは今後も絶えることはないであろう。クマが生息する背後の森林と住宅地を隔てる電気柵などの物理的な障壁作りは強化せざるを得ない。長距離にわたるフェンスの維持管理は、地区ごとに自主管理するなどの工夫が必要である。

シカの採食圧で植生が大きなダメージを受けている現状では、市街地背後や内部の草本群落がむしろクマの魅力的な餌場になってしまっている現実がある。そのような場所はクマのコリドーや潜む場にもなるため、刈り払ってクマが利用できないようにする努力も欠かせない。

6. 普及教育: 当事者意識と寛容性の醸成

クマを引き寄せて自ら問題を創り出さないため

の知恵を、地域住民自身が身に付けることも必要だ。当事者意識を持ってリスク管理を行うことができる地域づくりのための普及活動が強化されるべきである。それほど難しくなくいくつかの点に注意さえすれば、クマの生息地に近接した地域でも安全な暮らしは可能である。知床でみられるクマの寛容性に対して、住民側も正しい知識を身に付けて、冷静に対応する必要がある。地域住民がクマの実像を学ぶことができる機会をルシャ地区などで提供できる仕組みを作る必要があろう。

7. 個体数評価とモニタリング体制構築の必要性

2012年と2015年のような大量出沒は、餌資源が多様で豊富な知床ではないだろうと考えられていた。しかし現実には発生し、多数の個体を駆除せざるを得ない事態となった。これらの年には複数の個体の餓死も確認され、0才の子グマの生残率は大幅に低下した。長期的に高密度が続くエゾシカの採食圧の影響で、春から初夏の餌になっていた草本の資源量が大きく低下していること、クマの8月の重要な餌であるカラフトマスの遡上が遅れたことが要因である可能性が高い。2回の大量捕獲が短い間隔で続いた結果、5年間でメス成獣の捕獲30頭以下という管理計画の目標は守れない可能性が高い。今改めて精度の高い個体数評価と、今後継続的にモニタリングを行う体制作りが必要となろう。

おわりに

今、知床の課題の核心は「馴化」である。国立公園、世界自然遺産地域という保護区がある限り、今後もクマの馴化に我々是对応していかなければならないだろう。究極の選択肢もある。「白紙にもどす」選択である。行動段階1の馴化個体を除去して、1980年代初頭のクマと人の関係にまでリセットする事は不可能ではない。そのためには非常に多くの行動段階1を取り除かなければならない。世界遺産になった今、世論はそれを許すだろうか。

クマはめったに見られない状態にもどる。年間10万人もの人を魅了する大きな観光資源になっている現在、それが支持されるだろうか。

元にもどっても、ゴミや食料の管理が改善されなければ、クマとの危険な軋轢はなくなる。また、行動段階1を取り除き続けなければ、馴化の時代へもどっていく。

いずれの道を進むにせよ、知床は変わらなければならぬ。そしてクマとの将来を選択しなければならぬ岐路に立っている。その第一の選択の機会には2017年に迫った知床半島ヒグマ保護管理方針の見直しである。

謝辞

シンポジウム「知床国立公園における野生動物の保全と管理2015」、および、引き続いて行われた「世界遺産地域国際連携事業」による現地視察とさまざまな意見交換を通じて、ともに議論しアイデアをいただいたデール・R・マッカロー博士をはじめ参加された関係者の皆さんに感謝申し上げます。また、シンポジウム企画と取りまとめに尽力いただいた道総研環境科学研究センターの宇野裕之博士、知床博物館の村上隆広博士、および、全体を通じたロジに精力的に活動いただいた知床財団の新藤薫氏に深く感謝する。北海道大学獣医学部の下鶴倫人博士には多数のヒグマのDNA分析を行っていただいた。マッケンジー・リバー・トラストのジョー・モル氏には、北米と北海道の両方のヒグマを知る立場からアドバイス頂くとともに、英文作成に強力な支援を頂いた。NPO法人ピッキオの玉谷宏夫氏には軽井沢のクマ対策の情報を提供いただいた。

なお、本シンポジウムと現地事業の開催にあたり、北海道市町村協会、環境省釧路自然環境事務所、北海道森林管理局知床森林生態系保全センター、公益財団法人知床財団、知床ユネスコ協会のご支援を頂いた。ここに記して御礼申し上げます。

Recent Advances and Challenges in the Conservation and Management of Brown Bears in Shiretoko National Park

YAMANAKA Masami¹, MASUDA Yasushi² & ISHINAZAKA Tsuyoshi²

1. Shiretoko Museum, 49-2 Hon-mach, Shari, Hokkaido 099-4113, Japan ✉masami-y@apost.plala.or.jp 2. Shiretoko Nature Foundation, 531 Iwaubetsu, Shari, Hokkaido 099-4356, Japan

Since 1995, the number of brown bear *Ursus arctos yesoensis* sightings in and around Shiretoko National Park (SNP) have risen dramatically. At the same time bears have become increasingly habituated to human presence, leading to potentially dangerous encounters with visitors and bear-caused damages to area fishing camps in the park. Increasingly, habituated bears appear in agricultural, residential, and business districts, heightening concerns for human safety and impacts on commerce outside the park. In response to these trends, the towns of Shari and Rausu and their combined support of the Shiretoko Nature Foundation (SNF) have led efforts to develop bear management and conservation plans, attracting the collaborative support of the Ministry of Environment. Designation of the Shiretoko peninsula as a UNESCO World Natural Heritage Site (2005) and subsequent development of integrated management plans (2012) have improved the situation. Nonetheless, an unprecedented increase in bear sightings, conflicts and lethal removal of bears after 2010 demand continued update and improvement in approach.

Introduction

The Shiretoko Peninsula extends from northeast Hokkaido approximately 70 kilometers into the Sea of Okhotsk. The west slope of the peninsula defines the town of Shari (population 12,000), the east slope defines the town of Rausu (population 5,400) and a small portion of the base extends into Shibetsu town. Approximately 90% of the people in Shari town are concentrated in an agricultural plain near the base. The settlement of Utoro (population 1,200) is the gateway to SNP's west side, housing approximately 4,000 visitors per day in peak summer season. Residents of Rausu town are concentrated along a narrow strip of coastal plain (Fig. 1). SNP extends from the center of the peninsula to its tip, and a UNESCO World Heritage Site designation overlays a larger area of the land and the near-shore marine environment.

Interest in understanding and responding to conflicts with human habituated bears in the area began in the 1990s. A review of those efforts with comparisons to Yellowstone National Park (YNP) was the subject of a symposium and subsequent report by McCullough et al (2006). A notable increase in roadside and otherwise habituated bears became increasingly apparent, paralleling observations of similar behavior and interactions with humans in

YNP (Gunther & Wyman 2008). In that same time frame a marked increase in human bear interactions led to greater concerns about human safety and quickly outstripped the capacity of local land and wildlife managers to respond accordingly. While conservation and management plans have subsequently been developed and implemented, another notable increase in bear-human interactions, conflicts, and bear deaths after 2010 has continued to put stress on the system. As more park visitors expect to see bears, new tensions have arisen between those expectations and wildlife managers' attempts to harass bears away from roadsides and other areas of potential conflict. The current report describes those trends, conservation and management efforts since the 2005 symposium, and challenges that continue to face area managers, visitors, and residents.

Historical Context

1. Prior to 1980

When SNP was designated in 1964, there was little in the way of park infrastructure, and bear hunting was allowed across much of the peninsula, including about half of the parkland. In 1966 the Hokkaido government promoted the increased harvest of bears with a special spring hunt, allowing hunters to easily

track and kill bears over snow, including those newly emerged or still in dens. While there were some seasonal restrictions, there were no limits on the number bears harvested (Mano 1998, 2008).

Records of bear harvest for Shari and Rausu towns show an average of 19 bears taken in sports and damage control actions each year, totaling 136 bears between 1975 and 1981 (Fig. 2). Given lax reporting oversight, it is likely that these numbers underestimate total harvest. There is also no data available on the distribution of those harvests across the land.

Initial attempts to better understand bears and their ecology began in 1979, when the Hokkaido government sponsored students' and other baseline research on harvests, food habits, and life history as a part of a comprehensive study of the ecology of Shiretoko (Aoi 1981; Yamanaka & Aoi 1988).

2. From 1982 to the mid-1990s

A number of changes to hunting regulations had a significant impact on bears in this decade. In 1982 the Ministry of the Environment greatly expanded the footprint of a more restrictive wildlife protection zone on the peninsula. Although the spring hunt was still technically allowed in these areas, the Shari hunters' association agreed on a self-imposed prohibition, essentially ending the practice inside the park, on the west slope of the peninsula. Spring bear hunts were prohibited throughout Hokkaido in 1990. Further limiting sports hunting pressure, the use of box traps was prohibited in 1985, and the prohibition of snares followed in 1992 (Mano 1998, 2008).

The town of Shari established independent SNF in 1988, and its subsequent live capture and release of radio collared bears contributed greatly to the understanding of bear behavior and movements inside the Park and beyond (Yamanaka et al, 1995). Because this work was recognized and supported by local hunters and residents, research and management partners were able to compile increasingly comprehensive data about bears both from tracking and harvest data. As well, the tracking helped reduce what had been common poaching practices, last known to have happened in 1993.

At this time in Japan, the general approach to bear management was limited to control kills. The town of Shari became a testing ground in 1993 for non-lethal alternatives, including harassing bears away from problem areas with rubber bullets and firecracker shells. With the implementation of these and other measures, the number of bears killed

decreased dramatically. Between 1987 and 1994, combined sport and control harvests declined to an average of 8.4 per year (Fig. 2). Control kills in the town of Shari accounted for an average of only 1.3 bears per year.

Since the 1960s, bear caused human injuries or mortalities have been infrequent in the region. These included a 1974 hunter's death in Shari; a 1980 hunter's injury in Rausu; a 1985 hunter's death in Rausu from a female bear's counter-attack during a spring hunt (the last human mortality for the peninsula); and an injury in 1986 to a salmon hatchery staff member who encountered a sow and cubs at close range (the last injury for the peninsula).

3. Latter half of the 1990s

The latter part of this decade saw a marked increase in the number of bear observations being made in and around the Park. What had been an average of approximately 50 reports per year had more than quadrupled in 1995, with an average of 227 reported observations between 1995 and 1997 (Fig. 3). This escalated further such that between 400 and 600 reports were being made by the end of the decade. It appears that the early rise partially reflected repeated sightings of a few habituated bears, but by the latter years there were increasing indications of far more widespread habituated behavior.

In response to this increased problem, the town of Shari and the Shiretoko Foundation redoubled efforts to harass bears away from areas of potential conflict with people. In addition to using firecracker shells, managers actively pursued bears with trained dogs and implemented other approaches to aversive conditioning, something that was unprecedented in Japan (Kasai 2011). With these new techniques, managers attempted to direct bears away from areas of potential conflict.

In one of the most popular parts of the Park, Goko Lakes, temporary trail closures began in 1995 after bears began to frequent the area to feed on forbs and other natural foods along the trail (Okada 2005). In the years that followed, trail closures became more and more frequent. This prompted more than ten years of discussion and trial and error by representatives of the local tourism bureau, park managers from the Ministry of the Environment, the Hokkaido Government, and field staff from Shari Town and the Shiretoko Nature Foundation, all interested in ensuring visitor safety and regular public access.

In 1998 we received the first confirmed report of a

park visitor feeding a bear that was along a roadside digging for ants. In a preventative move the bear was captured and relocated deep into the mountains, the first such capture-release in Shiretoko. However, the bear returned and continued to exhibit habituated behavior, ultimately entering the settlement of Utoro, where it was killed (Yamanaka 2001).

Fishing camps have been a regular presence on SNP coast for decades, but in the latter 1990s we experienced an outbreak of bears entering camps and causing significant damage. Between 1995 and 1999, twenty nine such occurrences were reported, most related to poorly managed garbage and other attractants. At the same time the number of habituated bears entering the settlement of Utoro and Rausu increased noticeably, with more than 10 reported cases in Utoro each year by the end of the decade (Yamanaka 2006).

Utoro also became the embarkation spot for an increasingly popular tourist attraction, boat tours of the coast designed for wildlife watching. In most cases members of such tours have a 90% chance of seeing a brown bear, and annual participation now approaches 100,000 visitors.

4. After the year 2000

In the lead up to designation of Shiretoko as a World Natural Heritage site, the Japanese Ministry of the Environment began to play a role in the development of integrated wildlife conservation and management plans.

As an example of this effort, the Ministry closed access to an area known to attract many bears during the salmon spawning season. The closure of the Rasha River area (1,156 ha) was intended to end an escalating problem caused by photographers and members of the media who often gathered there, disturbing bears as they approached dangerously close.

In 2006 the Ministry funded construction and management of a gateway and elevated boardwalk in the popular Goko Lakes region. The site now funnels visitors through a welcome center, allowing for orientation lectures and additional information about bear behavior before visitors then enjoy the 800 m boardwalk that keeps them safely above any possible encounter with bears. Depending on the season and level of bear activity observed, more adventurous hikers can access trails through the surrounding forest and meadows via one of the following requirements:

- Mandatory orientation lecture and guided fee

hike for groups of 1–10 people

- Mandatory orientation lecture and optional guided fee hike for groups of unlimited size
- Optional orientation lecture offered

The ability to implement such visitor restrictions is based in Natural Parks law, and the idea was proposed as early as 2001, but the process of development, funding, and implementation took a full decade, coming to fruition in 2011 (Fig. 5).

Similarly spurred by designation of the World Natural Heritage site, the town of Rausu became a full partner in the SNF, allowing for a better integrated, comprehensive approach to the conservation and management of brown bears and other wildlife of the region.

Throughout this period, the increase in bear sightings both in the Park and in neighboring towns continued unabated. By 2004 it was common to have 400–500 reports annually, and this increased to between 600 and 800 in the years that followed in the Shari Town area (Fig. 3).

Residents of Utoro regularly encountered bears but also more than 100 sika deer that began to frequent the area. Bear predation on deer increased, and motivated the placement of electric fencing beginning in 2001, and then an extensive network of chain-link fencing with electric wires at the top. By 2007 the system of fencing had enveloped the landward side of the town (Masuda 2007), and the observations of bears decreased significantly (Kasai 2011).

5. 2010 and Beyond

The extent of bear movements well beyond the Park and World Heritage site drove the development of an integrated conservation and management planning effort by the Ministry of the Environment and many local partners (Kushiro Nature Conservation Office 2012). The plans that arose attended to the following objectives across Shari, Rausu and Shibetsu towns:

- The lives and economic livelihoods of people in the region need protection.
- Visitors to the region should be offered a safe, rich experience in nature.
- As a critical nexus between the marine and terrestrial environments called out as key components of the Natural Heritage site, the brown bear–spawning salmon relationship will remain a fundamental measure of ecosystem health.

To achieve these objectives, the following action

steps were developed:

- Manage bear–human interactions to discourage bear habituation to people, with particular emphasis on eliminating any opportunities for food conditioning.
- Develop classifications of bear behavior (Table 1) that are based in an understanding of bear movements and behaviors related to food resources and interactions with humans and food attractants (Thus builds on an approach developed for the Oshima region in southern Hokkaido; see Mano 2008).
- Develop a system for characterizing acceptable bear behaviors across management zones with reference to the level of human activity and related factors.
- Monitor the bear population to ensure a population goal of 150 reproductive females, with no more than 30 adult female (5 yrs +) mortalities over a 5 year period.
- Adapt conservation and management plans according to regular monitoring.

Despite the implementation of these actions, bear sightings and interactions have continued to increase dramatically. From 800–900 reports in the early 2000s, reported observations rose to over 1,000 by 2011, with more than 2000 reported in 2012 and nearly 1,800 reported in 2015 (Fig. 3, 4).

During this time bear human interactions in both Shari and Rausu residential areas increased accordingly, despite the placement of fencing previously described for Shari and implemented in Rausu beginning in 2011. Bears have found their way into towns along coastal roads and the narrow coastline itself.

In 2012 and again in 2015 there was an eruption of conflicts with bears in Utoro and residential areas of Rausu. Of a total reported 202 incidents, 19 cases were related to garbage, 9 cases were related to seafood drying racks, and 9 were related to poorly managed effluent from a seafood processing facility. In 2012 as a consequence of these conflicts, 61 bears were killed (another 6 died in accidents and sports harvests). The 45 bears killed in Rausu was a record tally not seen since 1975. In 2015 a total of 51 bears were killed in management actions, with another 17 killed in accidents and sports harvests. The 34 bears killed in Shari last year were another record harvest (Fig. 2).

In the National Park, the implementation of the visitor management system at Goko Lakes appears to

be having the desired effect, with little to no trouble between people and bears. Conflicts now are more common along roadsides, especially where bears have begun to confront motorists who gather at bear jams to view them. This has led to some emboldened bears leaning on or chasing vehicles. Ten such reports were made in 2015, including two involving a motorcycle and cyclists.

The escalating situation between photographers and roadside bears parallels the situation at salmon spawning streams accessible by roads. While our general response to such situations, has been to ask people to back away and harassing bears away from the area (Kohira et al. 2006), some visitors do not understand and are not supportive of the rationale for such aversive conditioning (Masuda 2009). Lacking clear legal basis for more stringent enforcement of visitor restrictions (Yamanaka 2006), wildlife managers can only appeal for people's support and then do their best to discourage bears from such habituated behaviors. However, the scale of the problem, with well over 1,000 interactions annually, exceeds the capacity of SNF staff to respond in all cases, a critical need for success in such behavior management programs.

Interactions between bears and salmon anglers have also increased, including some anglers who give little attention to guidance about behavior. Opportunities for bears to associate anglers with human food and discarded fish are growing, and the chance that such food conditioning will occur is an increasingly risky reality.

Backcountry travel along the coast and along the spine of the peninsula's mountains has also increased, leading to more encounters between people and bears in areas of particularly high population density. Since 2010 there have been 9 reports of tents being damaged or bluff charges by bears. We have reached the point where a systematic backcountry orientation and the mandatory use of bear-proof food containers should be considered.

In contrast to the period between 2003 and 2009, when only 1 case was recorded, the period from 2010–2012 saw an uptick in the number of incidents involving bears at fishing camps along the Rausu coast. In 4 of 7 reports, inattention to garbage or proper care of harvested seafood contributed to the problem. At the same time, however, bears have caused increasing amounts of damage to agricultural crops on the west slope of the peninsula in Shari.

More significant investments in bear research were made after 2010. In a collaborative among Shiretoko

Museum, SNF, and the School of Veterinary Medicine at Hokkaido University, a wide ranging study of bear genetics was carried out alongside studies of bear movements, food habits, maternity, and cub survival. Figure 7 builds from a sample of 34 sub-adult (age 2–4 yr) bears that suffered human-caused mortality between 2007 and 2014 in Shari town. DNA sampling allowed for the determination of probable place of birth for 19 of those individuals. Probable birthplace was estimated from site-based observations of cubs of the year or mother's mortality sites for known offspring.

In Fig. 7 the upper right of the matrix describes movements from north to south on the Shari or western slope of the peninsula. The matrix lower left describes movements from south to north on the western slope. The diagonal center portion of the matrix shows individuals that did not appear to move from their probable birthplace before dying. The lower matrix describes the same patterns for bears moving from Rausu town, or the eastern slope of the peninsula, to Shari town.

For Shari the matrix shows that 9 out of ten bears moving north to south (from AW, BW, CW to BW, CW, DW) were males. Of the 7 bears that did not appear to move from their probable place of birth, 5 were female.

Fig. 8 builds from a sample of 52 sub-adult bears that suffered human-caused mortality in Rausu town. DNA sampling allowed for the determination of probable place of birth for 29 individuals. The upper right portion of the matrix shows bears that moved from Shari to Rausu trending north to south, while the lower left shows bears that moved from Shari to Rausu on a south to north trajectory. The diagonal central part of the matrix shows bears that crossed directly across the mountain from Shari to Rausu before their deaths. The lower matrix in Fig. 8 shows the movements of bears within Rausu along a north south axis.

Twenty two of the 29 individuals made movements from Shari to Rausu. Of those 22 individuals, 19 originated in the outermost part of the peninsula (AW) and crossed over the ridgeline from Shari to Rausu. Seventeen of those individuals were male.

In this study we were unable to determine maternal relationships and thus probable place of birth for nearly half of the sample and we were not able to fully clarify the distribution pattern between natal sites and mortality sites. However, the data demonstrates that sub-adult male bears are more likely

to disperse and therefore become more vulnerable to human caused mortality. It is also apparent that sub-adult bears on the western slope often move from the tip and center of the peninsula, the heart of the National Park, in a southerly direction toward human settlements where they again are subject to high risk of mortality. We also observe a clear pattern of bears at the furthest reach of the peninsula crossing the divide west to east into Rausu.

Reflections on Observations and Challenges

1. The limits of aversive conditioning

Table 2 shows the bear response to SNF staff between 2012 and 2015, segregated by bear behaviors defined in the Management Plan for Brown Bears in the Shiretoko Peninsula. It is apparent that the majority of the bears in these 1,614 responses were exhibiting Type BC1, or habituated behavior. This clearly describes the current situation at Shiretoko, where a large number of bears do little to avoid contact with people.

Habituated bears are those that have had repeated encounters with humans with no harm, reinforcing the sense that humans do not represent a threat, and thus reducing caution or avoidance behaviors (Herrero et al. 2005). To work against that development, managers face the option of either ensuring that bears and people rarely meet, or giving the bear a painful experience through harassment when such encounters occur. Given the size of the Park, and the wide distribution of both bears and people, responding to all such encounters quickly becomes impractical. This limitation is exacerbated by the fact that so many bears are already habituated, management staff resources are limited, and uncooperative photographers and others neither report encounters nor behave in ways to reduce them. In short, preventing such habituated behavior or teaching habituated bears to avoid people through harassment techniques is proving to be extremely difficult.

Recognizing those limitations, the following guidelines are suggested to maximize the impact of selective use of harassment and other aversive conditioning techniques:

- Establish legally enforceable restrictions to manage wildlife photography, angling, and similar pursuits
- Give clear management authority to managers for enforcing park visitor management practices
- Establish a “minimum distance” regulation between people and wildlife, like that used in YNP

- Develop a shuttle bus system and prohibit private car use across much of the Park

Implementing such recommendations with legal support and even getting the understanding and cooperation of the people that are the source of many of these challenges will not be easy. But in order to make deliberate progress in the reduction of conflicts between people and bears, these are steps that we must pursue.

2. Can habituation of bears be kept in check?

In the 1980s, YNP faced a situation similar to that of Shiretoko today. They tried establishing No Entry zones in parts of the park, but found that unless park staff were present to enforce the restriction, visitors would ignore the prohibition. Repeated attempts at aversive conditioning through harassment ended in bears that learned to ignore park visitors, but recognized and avoid Parks personnel and their vehicle, keeping distance just beyond the effective range of rubber bullets. Even the early attempts to relocate problem bears ended with no improvements in the situation (Gunther & Wyman 2008).

Further, Haroldson & Gunther (2013) reported that roadside vegetation and other foods were often far superior to that found elsewhere, making it both counter-productive and ineffective to discourage bears away from roads with harassment. This could very well explain why brown bears, even when harassed, return to the roadways in Shiretoko where they find abundant ant colonies, or along the coastal slopes in Utoro where fresh vegetation is abundant. As overabundant sika deer have eliminated palatable forbs from many areas of the peninsula, the relative abundance of such natural foods in towns have made them a destination for hungry bears.

After repeated failures in management approaches at Yellowstone, things changed dramatically after 1990, when they ended their program of harassing bears and instead focused their attention on the management of people that gathered to watch them. As a result, management shifted to promoting viewing opportunities for grizzly bears as an icon of the Park while successfully addressing bear-human conflicts at the same time. Of course managing people still requires a tremendous amount of work (Gunther & Wyman 2008; Haroldson & Gunther 2013).

The question of how to approach bear management in Shiretoko in the future is a weighty question that must be considered. It is difficult to see the prospects of the current approach to harassment when

it is apparent that its effectiveness is limited, so is it advisable to continue such a practice just to move a bear from a place we don't want it to be? If so and we want it to be more effective and less of a drain on resources, then the four recommendations noted above and the legal authority to carry them out are a prerequisite. However, it is difficult to imagine getting the understanding and cooperation of park visitors for such changes. It is critical that we earn the support of those in the general public who care for wildlife and appreciate the value of these efforts. More investment in outreach to those communities is surely warranted.

On the other hand, if we are to back away from the current approach of harassing bears and instead implement a system like that in Yellowstone, we must resolve to providing managers in the field the clear authority to enforce regulations. This would be a significant change from the current situation which allows them only to ask for visitors' cooperation. Of course it is impractical to think that a Yellowstone like allowance of bears on any road at any time would work in Shiretoko. Rather, we might establish areas that appropriate for bear viewing and ensure that staff could be present to enforce a minimum distance regulation to prevent problems.

Some combination of the four recommendations for the Park noted above is essential. At the same time the fact that SNP adjoins a populous town demands similarly deliberate approaches to garbage management and other means of preventing incursions by bears into residential areas. And if harassment of bears away from the town is not well supported, then alternative means of conflict prevention must be embraced.

3. Considerations for establishing bear viewing areas

If we are to reduce the effort put into harassment as a management tool, we must somehow provide opportunities for people to view bears elsewhere in order to maintain their understanding and support. In North America there are several public spaces that are managed to provide bear viewing opportunities. The most famous of these places is McNeil River State Game Sanctuary, a wildlife preserve managed by the state of Alaska Fish and Game Department (Aumiller & Matt 1994). In America as well there is still a common element of fear of bears based on ignorance of their reality. The state manages the Sanctuary as a site for environmental education to address that need.

There is an opportunity to establish such a viewing area near the fishing camps of Rusha River, where fishermen and bears have established a mutual respectful distance (Yamanaka 2006). Rather than considering it an exception to the rule, we have the opportunity to proactively use the site as a learning and teaching place about the real bear, and in the process contributing to progress in the resolution of bear–human conflicts across the country. Of course there may be some concern about the potential for contributing further to the habituation of bears in the park. However, given the current situation that has developed relative the fishermen, one could say that the bears there are already habituated. That said, it would be important to develop ways to tightly manage visitor behavior (Aumiller & Matt 1994) and hide viewers from the bears in order to prevent the development of bad habits that could spill out into other places in the Park or adjoining communities.

4. A thorough approach to food management

Rather than representing a danger, habituated behavior simply means that bears show a greater tolerance of people. Herrero et al (2005) suggest that it may even reduce the risk of the most common dangerous interaction between people and bears, a defensive attack during a surprise encounter (Waseda and Mano 2011). That is to say that it may lessen the alarm or perceived threat a bear feels in a surprise close encounter. Given the high density of people and bears here, it is hard to believe that management actions alone are the reason there have been no injuries over the last 30 years from a bear human encounter in Shiretoko.

At the same time, bears that become food conditioned can be particularly dangerous (Herrero 1985). Habituated bears that make their way unconcerned into human inhabited areas are more likely to encounter unsecured garbage or other sources of human foods. There is a great need for the development of a management policy that would prevent such a dangerous progression from habituated to food-conditioned bears in Shiretoko. Fortunately deliberate feeding of bears in Shiretoko appears to be rare, with only three known reports, two of which appeared to end without consequence. However, given the dispersed fishing camps, sport fishing spots and a few small lodges scattered within the Park, as well as the closeness of towns to the Park, there are ample opportunities for bears to secure human foods. In cases where bears begin to exhibit food

conditioned behavior, the animal has been removed in a control kill action, but such a response seems little more than dodging an accident.

Improvements upon the current situation can be made with the following steps:

- Provide for better management of food and garbage for residences and fishing camps. Develop a program to provide bear proof dumpsters in residential areas.
- Prevent access to drying fish and other seafood by developing racks that are out of reach or protected with electric fencing
- Ensure better management of waste products from seafood processing facilities, a major source of attractants currently.

Without progress along these lines, other management approaches described previously will be moot. If progress on these fronts is made, we can expect successes as shown elsewhere. For example in the resort town of Karuizawa in central Japan, Asiatic black bears *Ursus thibetanus japonicus* had frequently caused problems until the town moved to a system of bear proof dumpsters (Higuchi 2005). Since that time, reports of problems with bears have decreased dramatically (Tamatani personal communication).

In 2013 the local tourism bureau sponsored a very successful public information campaign to discourage people from feeding bears. We hope that similar outreach efforts to both residents and visitors to the area can raise awareness of the need to manage garbage with equal care.

5. Regional defensive measures

As illustrated in Figures 7 and 8, the immediacy of the Utoro and settlements in Rausu to the Park ensures that we will likely continue to see a movement of sub-adult bears into human inhabited areas. Continued use of physical barriers like electric and chain-link fences will certainly be warranted. Consideration should be given to sharing maintenance of such extensive systems on a regional, perhaps neighborhood by neighborhood basis.

As native forbs and other preferred foods have been reduced by overabundant deer, brown bears have increasingly found good food resources along roadsides and exposed slopes adjacent to towns. Because these areas can become movement corridors or resting places, mowing and other approaches to maintenance should be undertaken.

6. Education and Outreach: Encouraging a sense of ownership and tolerance

Local residents must be encouraged to learn about living with bears without inviting problems. It is important that such outreach cultivates an owned sense of risk management throughout the region. With attention to a few simple points, living safely in bear country is possible. In keeping with the tolerance of people shown by bears in Shiretoko, it is essential that people be well-informed and respond to bears with a tolerant presence of mind. This effort can be furthered by establishing a site like at Rurua river, where people could come to know the true Hokkaido brown bear.

7. The importance of population monitoring and assessment

When an abnormally high number of bears were observed in 2012 and again in 2015, it was puzzling that such an outbreak would occur in food-rich Shiretoko. However the impacts were real and for numerous bears there were no options but to remove them from the population. In several cases bears were discovered to have died from starvation, and the survival rate for cubs of the year declined dramatically. Overabundant deer significantly reduced the availability of important spring and early summer plant foods, and a one-month delay in the return of pink salmon both appear to have contributed to the severe food limitations. Given a close repeat of such heavy mortality, it is likely that we exceeded the management goal of no more than 30 adult female deaths in a five year period. It is particularly important that we redouble our efforts and develop a robust population monitoring and assessment program.

Final Thoughts

At the core of Shiretoko's challenge lies the concept of habituation. As long as Shiretoko remains a protected area with recognition as a National Park or a World Natural Heritage Site, we will be dealing with habituated bears in the future. We also have an ultimate choice - one of the "clean slate" variety. We could choose to turn the clock back to 1980, to when habituated bears were rare and in fact bears were rarely seen. That would require the removal of a great many Type BC1 habituated bears. Given the region's current status as a World Natural Heritage Site, and the fact that 100,000 plus visitors arrive annually with hopes of seeing a bear, would such a return be well received?

Even if we did turn back the clock, without better attention to food and garbage management, the

risk of dangerous conflicts with bears would continue. And it would require constant attention and response to prevent the return of Type BC1 bears.

Regardless of the path we ultimately choose, the situation at Shiretoko is in need of change. We are standing at the crossroads of decision for our future with bears. The first step towards a decision comes in less than a year, when the Management Plan for Brown Bears in the Shiretoko Peninsula comes up for review.

Acknowledgments

I extend my deepest gratitude to Dr. Dale McCullough, and to all those who inspired and participated in the Symposium on the Wildlife Conservation and Management in Shiretoko National Park, 2015; Sharing Experience and Knowledge from Yellowstone, Sikkote-Aline and Shiretoko and, the associated World Heritage Area International Cooperation Project. Special thanks also to Dr. Hiroyuki Uno, from the Hokkaido Environmental Science Research Center, and Dr. Takahiro Murakami from the Shiretoko Museum for their leadership in symposium planning and compiling of manuscripts. Deep gratitude also thanks also to Miss Kaoru Shindo of the Shiretoko Nature Foundation who was an enthusiastic host. DNA analysis provided by Dr. Michito Shimozuru of Hokkaido University.

Mr. Joe Moll is gratefully acknowledged for providing both perspective on North American and Hokkaido brown bears and assisting with editing.

Thanks to Mr. Hiroo Tamatani of NPO Picchio for providing information on Asiatic black bear management in Karuizawa.

The Hokkaido Association of Local Governments; The Ministry of the Environment Kushiro Nature Conservation Office; Forestry Agency Shiretoko Forest Ecosystem Conservation Center; Shiretoko Nature Foundation; and the Shiretoko UNESCO Association all contributed significant resources for this effort. I am forever grateful for that support.

References

- Aoi T. 1981. Brown bears in the Shiretoko Peninsula. In: Division of Nature Conservation, Hokkaido (ed.), Report for the investigations on the Shiretoko Peninsula Ecosystem. pp. 126-144. Division of Nature Conservation, Hokkaido, Sapporo. (in Japanese) —青井俊樹, 1981. 知床半島におけるヒグマについて. 北海道生活環境部自然保護課(編), 知床半島自然生態系総合調査報告書(動物篇). pp. 126-144. 北海道生活環境部自然保護課, 札幌.

- Aumiller L. D. & MATT C. A. 1994. Management of McNeil River State Game Sanctuary for viewing of brown bears. *International Conference on Bear Research and Management* 9: 51–61.
- Gunther K. A. & Wyman T. 2008. Human habituated bears, the next challenge in bear management in Yellowstone National Park. *Yellowstone Science* 16: 35–41.
- Haroldson M. A. & Gunther K. A. 2013. Roadside bear viewing opportunities in Yellowstone National Park: characteristics, trends, and influence of whitebark pine. *Ursus* 24: 27–41.
- Herrero S. 1985. Bear attacks: Their causes and avoidance. 287pp. Winchester Press, New Jersey, USA.
- Herrero S., Smith T., Debruyen T. D., Gunther K. & Matt C. A. 2005. Brown bear habituation to people: Safety risks and benefits. *Wildlife Society Bulletin* 33: 362–373.
- Higuchi H. 2005. Don't attract bears, from a forest of bear. *Green Power* 322: 24–25. (in Japanese) — 樋口洋. 2005. 人の住むエリアに引き寄せない グマの棲む森から. *グリーン・パワー* 322: 24–25.
- Kasai S. 2011. Brown bear management in the Shiretoko Peninsula. In: Tsubota T. & Yamazaki K. (eds.), *Bears in Japan*. pp. 327–332. Tokyo Univ. Press, Tokyo. (in Japanese) — 葛西真輔. 2011. 知床半島における保護対策への取り組み. 坪田敏男・山崎晃司 (編著), *日本のクマ*, pp. 327–332. 東京大学出版会, 東京.
- Kohira M., Okada H. & Yamanaka M. 2006. Controlled exposure: Demographic trends, dispersal patterns, and management of brown bear in Shiretoko National Park. In: McCullough D. R., Kaji K. & Yamanaka M. (eds.), *Wildlife in Shiretoko and Yellowstone National Parks: Lessons in wildlife conservation from two World Heritage Sites*. pp. 238–242. Shiretoko Nature Foundation, Hokkaido.
- Kushiro Nature Conservation Office, Hokkaido Forest Management Bureau, Hokkaido Government, Shari Town & Rausu Town (eds.), 2012. Management plan for brown bear in the Shiretoko peninsula. 14 pp. Kushiro. (in Japanese) — 環境省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 (編). 2012. 知床半島ヒグマ保護管理方針. 14 pp. 釧路.
- Mano T. 1998. Harvest history of brown bears in the Oshima Peninsula, Hokkaido, Japan. *Ursus* 10: 173–180.
- Mano T. 2008. Population management: brown bears. In: Takatsuki S. & Yamagiwa J. (eds.), *Mammalogy in Japan* 2. pp. 347–368. Tokyo Univ. Press, Tokyo. (in Japanese) — 間野勉. 2008. 個体群と管理: ヒグマ. 高槻成紀・山際寿一 (編著), *中大型哺乳類・霊長類 日本の哺乳類* 2, pp. 347–368. 東京大学出版会, 東京.
- Masuda Y. 2009. The current status and challenges of brown bear. In: Shiretoko Museum (ed.), *Nature Conservation in Shiretoko*. Shiretoko library 10. pp. 88–97. The Hokkaido Shimbun Press, Sapporo. (in Japanese) — 増田泰. 2009. ヒグマの現状と課題. 斜里町立知床博物館 (編), *知床の自然保護*. しれとこライブラリー10, pp. 88–97. 北海道新聞社, 札幌.
- McCullough D. R., Kaji K. & Yamanaka M. (eds.), 2006. *Wildlife in Shiretoko and Yellowstone National Parks: Lessons in wildlife conservation from two world heritage sites*. 315 pp. Shiretoko Nature Foundation, Hokkaido.
- Okada H. 2005. Coexistence with brown bears. In: Sako H., Taniguchi T., Yamanaka M. & Okada H. (eds.), *Shiretoko as it really is*. pp. 99–129. The Asahi Shimbun Press, Tokyo. (in Japanese) — 岡田秀明. 2005. ヒグマと生きる. 佐古浩敏・谷口哲雄・山中正実・岡田秀明 (編著), *知床の素顔*, pp. 99–128. 朝日新聞社, 東京.
- Waseda K. & Mano T. 2011. Brown bear management. In: Tsubota T. & Yamazaki K. (eds.), *Bears in Japan*. pp. 303–326. Tokyo Univ. Press, Tokyo. (in Japanese) — 早稲田宏一・間野勉. 2011. ヒグマの保護管理. 坪田敏男・山崎晃司 (編著), *日本のクマ*, pp. 303–326. 東京大学出版会, 東京.
- Yamanaka M. 1988. Brown bear. In: Ohtsishi N. & Nakagawa H. (eds.), *Aimals of Shiretoko: vertebrate fauna in their natural state and their conservation in the Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan*. pp. 181–223. Hokkaido Univ. Press, Sapporo. (in Japanese with English summary) — 山中正実・青井俊樹. 1988. ヒグマ. 大森司紀之・中川元 (編著). *知床の動物: 原生的自然環境下の脊椎動物群集とその保護*. pp. 155–180. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- Yamanaka M., Okada H., Masuda Y., Tsuruga H. & Kaji K. 1995. Quality and quantity of brown bear habitats in Shiretoko Peninsula. In: Agency of Science and Technology (ed.), *Landscape ecological studies of watershed management focusing on conservation of unexploited ecosystems*. pp. 122–130. (in Japanese) — 山中正実・岡田秀明・増田泰・釣賀一二三・梶光一. 1995. 知床半島におけるヒグマの生息環境とその規模に関する研究. 財団法人北海道森林技術センター (編), *平成6年度科学技術庁委託調査研究報告: 自然度の高い生態系の保全を考慮した流域管理に関するランドスケープエコロジー的研究*, pp. 122–130. 財団法人北海道森林技術センター, 札幌.
- Yamanaka M. 2001. Who did kill Sausage? In: Shiretoko Museum (ed.), *Mammals in Shiretoko* 2. Shiretoko library 3. pp. 56–59. The Hokkaido Shimbun Press, Sapporo. (in Japanese) — 山中正実. 2001. ソーセージを殺したのは誰だ. 斜里町立知床博物館 (編), *知床の哺乳類* 2. しれとこライブラリー 3, pp. 56–59. 北海道新聞社, 札幌.
- Yamanaka M. 2006. Social and political problems related to wildlife and park management in Shiretoko National Park. In: McCullough D. R., Kaji K. & Yamanaka M. (eds.), *Wildlife in Shiretoko and Yellowstone National*

Parks: Lessons in wildlife conservation from two World Heritage Sites. pp. 286–291. Shiretoko Nature Foundation, Hokkaido.

表1. 知床半島ヒグマ保護管理方針におけるヒグマの行動段階区分. **Table.1.** Management plan classifications of brown bear behavior in the Shiretoko Peninsula.

行動段階 Type	人に対するクマの行動 Bear's behavior toward people	人為的な食物の採餌や被害 Outcome of the behavior
BC0	人との遭遇を避ける, 出会うと逃げていく Bear avoids people	被害なし, 人為的食物を食べていない Bear receives no food reward and causes no damage
BC1	人を避けない, 逃げていかない Bear does not avoid people	被害なし, 人為的食物を食べていない Bear receives no food reward and causes no damage
BC2	行動段階0, または1と同じ Bear may or may not avoid people	被害あり, または, 人為的食物を食べた Bear damages property or obtains human foods
BC3	人につきまとう, または, 積極的に攻撃する Bear follows or attacks people	行動段階1, または2と同じ Bear may or may not cause damage or obtain food

表2. 2012–2015年にクマ管理スタッフによって記録された地域別のクマの行動段階. **Table.2.** Staff reports of bear behavior across management zones, 2012–2015.

クマ管理ゾーン Bear Management Zone	行動段階 (斜里町側) Reports by behavior observed, Shari Town					行動段階 (羅臼町側) Reports by behavior observed, Rausu Town				
	BC0	BC1	BC2	BC3	Total	BC0	BC1	BC2	BC3	Total
1 原生地域, わずかに番屋あり. Backcountry area with a few fishing camps	0	2	0	0	2	1	1	0	0	2
2 定住者不在, 少数の番屋がある. 森林, 山岳地域で登山道がある. Mountain and forested areas with trails. No residents, but scattered fishing camps.	5	69	6	0	80	1	5	1	0	7
3 利用者が多い観光地, 道路沿い, 番屋が多く少数の定住者もいる. Frontcountry, road side, many fishing camps, and areas with a few residents	15	862	5	0	882	2	115	2	0	119
4 小規模な集落がある農耕地や漁業地域 Crop lands and areas with harvest and processing of fish and marine products; small settlements	3	97	7	0	107	2	53	0	0	55
5 多くの定住者がいる市街地 Settlements with many residents	2	12	3	0	17	6	296	41	0	343
合計 Total	25 (2.3%)	1,042 (95.8%)	21 (1.9%)	0 (0%)	1,088	12 (2.3%)	470 (89.3%)	44 (8.4%)	0 (0%)	526

図1. 知床半島における土地利用, 及び, 国立公園・世界遺産登録地の位置 (山中2006を改変). **Fig. 1.** Land use and the boundaries of Shiretoko National Park and the World Heritage Site on the Shiretoko Peninsula (Modified from Yamanaka 2006).

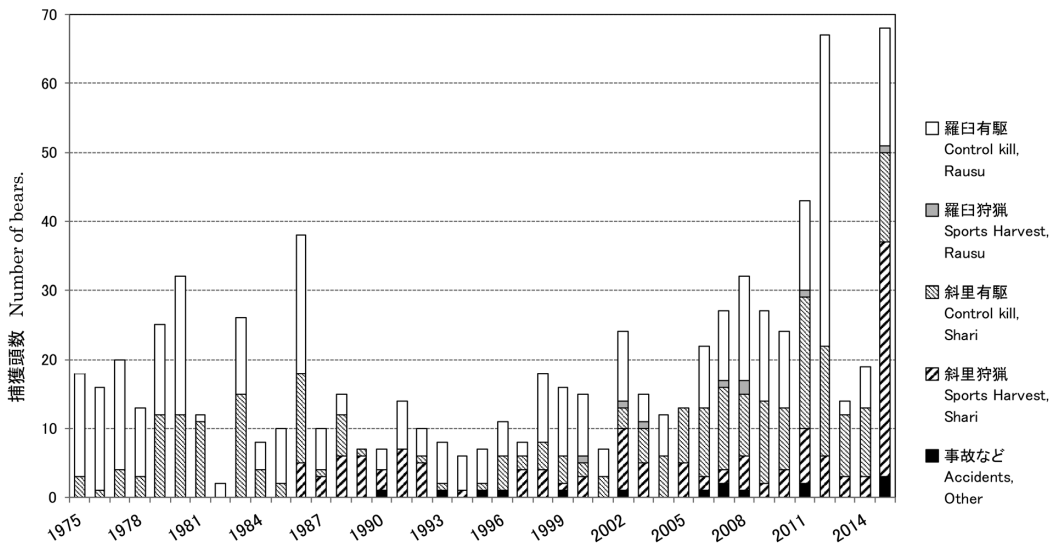
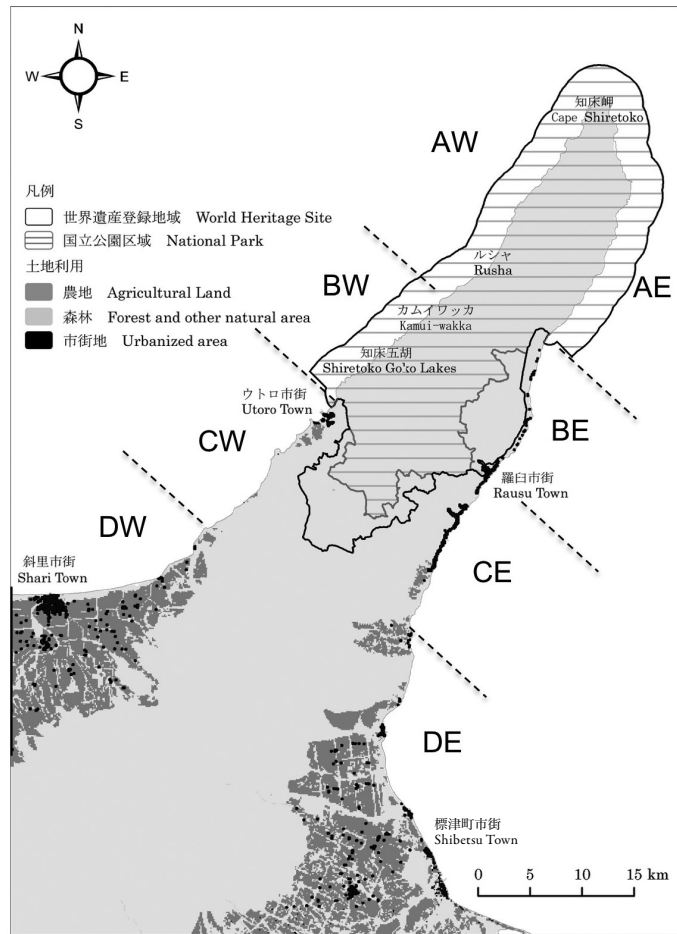


図2. 1975-2015年に知床半島の斜里町と羅臼町で人為的に死亡したヒグマの頭数. **Fig. 2.** Human-caused bear mortalities in Town of Shari & Rausu, Shiretoko Peninsula, 1975-2015.

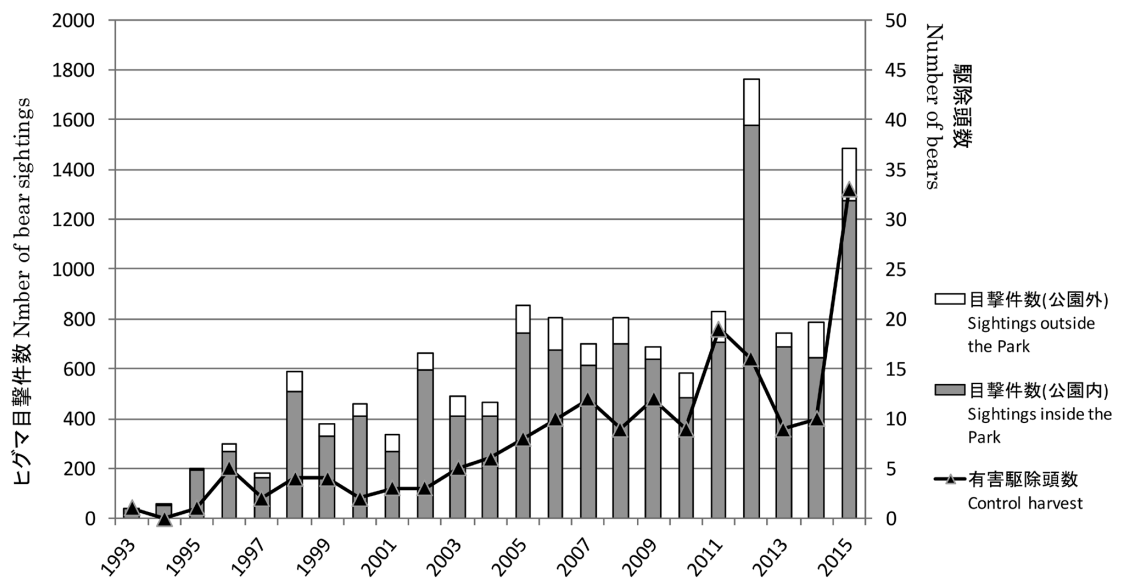


図3. 1993-2015年の斜里町におけるヒグマの目撃件数と駆除頭数の推移. Fig. 3. Bear sightings and management removals of bears in Shari Town area, west slope of the Shiretoko Peninsula, 1993-2015.

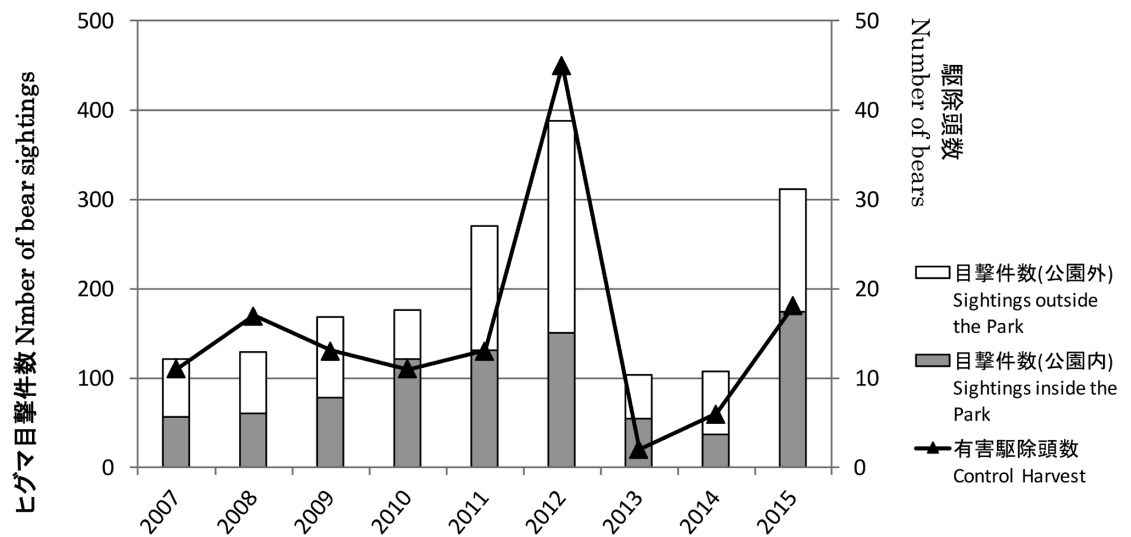


図4. 2007-2015年の羅臼町におけるヒグマの目撃件数と駆除頭数の推移. Fig. 4. Bear sightings and management removals of bears in Rausu Town area, east slope of the Shiretoko Peninsula, 2007-2015.



図5. 知床五湖の利用者は、自由に入ることができるクマ対策用の電気柵も備えた高架木道と、季節やクマの活動状態に応じて事前レクチャーの受講やガイドの引率を義務づけられる地上歩道の利用を選択できる。この新しいシステムはクマとの遭遇や過剰利用の問題のために2011年から始まっている(写真提供: 環境省釧路自然環境事務所)。

Fig. 5. An elevated walkway with electric fencing along its base provides visitors safe, easy access to views of the Goko Lakes region. Depending on the season and level of bear activity, more adventurous hikers can use ground trails after a mandatory orientation or at times a mandatory guide. This visitor management system was initiated in 2011 in response to increased use and human–bear encounters.

図6. カメラマンたちはしばしば道路沿いのヒグマに接近しすぎる。**Fig. 6.** Photographers frequently approach bears to dangerously close distances.



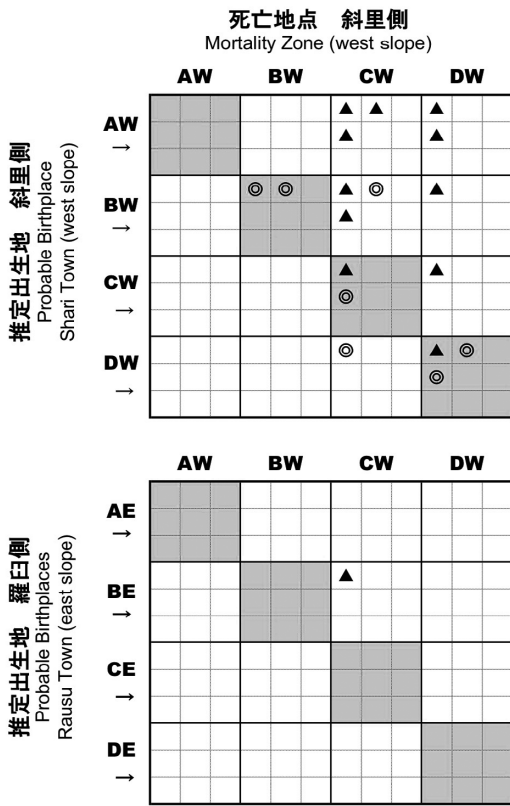


図7. 2007-2014年に知床半島斜里町側で人為的に死亡した19頭の亜成獣(2-4才)の推定出生地と死亡地点。▲はオス, ◎はメスを示す。地区記号は図1を参照。 Fig. 7. Probable birthplaces of 19 sub-adults (2-4 years old) which suffered human-caused mortality in Shari Town, the western slope of the Shiretoko Peninsula, 2007-2014. ▲: males, ◎: females. Zone codes described in Fig. 1.

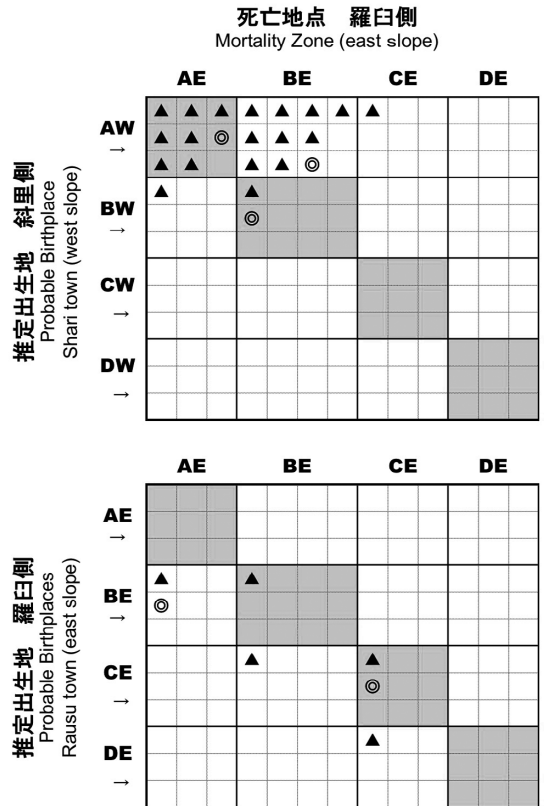


図8. 2007-2014年に知床半島羅臼町側で人為的に死亡した29頭の亜成獣(2-4才)の推定出生地と死亡地点。▲はオス, ◎はメスを示す。地区記号は図1を参照。 Fig. 8. Probable birthplaces for 29 sub-adults (2-4 years old) that suffered human-caused mortality in Rausu Town, the east slope of the Shiretoko Peninsula, 2007-2014. ▲: males, ◎: females. Zone codes based on Fig. 1.