

課題名	4D-1103 支笏洞爺国立公園をモデルとした生態系保全のためのニホンジカ捕獲の技術開発
課題代表者名	吉田 剛司 (酪農学園大学 環境共生学類 教授)
研究実施期間	平成23～25年度
累計予算額	107,702千円(うち25年度33,139千円) 予算額は、間接経費を含む。
本研究のキーワード	捕獲手法、捕獲効率、シカ管理計画、生物多様性保全、高密度のニホンジカ、季節移動の追跡、合意形成、国立公園、生息密度、モニタリング

研究体制

- (1)環境条件にあった管理手法の選定(条件抽出)((独)森林総合研究所)
- (2)シャープシューティングを円滑に実施するための体制整備に関する検討(体制整備)(岐阜大学)
- (3)島嶼生態系における推定母集団を利用した捕獲効率に関する研究(捕獲効率)(東京農工大学)
- (4)大量捕獲におけるニホンジカの行動学的研究(行動と動物福祉)(北海道大学)
- (5)季節移動の追跡と生物多様性保全のための個体数管理(個体数管理)(酪農学園大学)

研究概要

1. はじめに(研究背景等)

野生動物の適切な管理、特にニホンジカ(以下、シカ)の効果的な捕獲技術開発を通じた生物多様性保全は、国内の生態系保全において最重要課題の一つとなっている。シカの採食圧が原因となり国内での自然生態系への被害は深刻である。貴重な生態系を維持するための自然管理や国立公園におけるシカ管理では、科学的な根拠に基づいた効果的な捕獲が必要であり、その際には生態系への影響を排除した捕獲罠のデザインや給餌などが重要な要素となる。シカの生息情報に関しては、北海道では東部地域の研究実績が多いが、西部地域での研究実績はなく、特にシカ個体群の激増のソースとなっている支笏地域での研究は皆無である。

そこで支笏洞爺国立公園をモデルとして、シカの季節移動を解明するための行動追跡を実施し、さらに捕獲のための適切な条件抽出と体制整備を検討する。また国内では個体数管理に必要となる技術開発が急務であり、各種の捕獲技術の捕獲効率を検討する実践的な研究提案を行うに至った(図1)。



図1 研究背景模式図

2. 研究開発目的

シカによる生態系被害は深刻であり、その対応策として culling(カリング: 効果的な駆除)による個体数管理が注目されている。シカは国立公園や鳥獣保護区において高密度に生息し、生物多様性保全の大きな課題となっている。本研究では、「条件抽出」、「体制整備」、「捕獲効率」、「行動と動物福祉」、「個体数管理と季節移動」の5つをサブテーマとして、支笏洞爺国立公園をモデルとした有効な実践研究からシカの捕獲技術の開発を試みた。

3. 研究開発の方法

(1) 環境条件にあった管理手法の選定(条件抽出)

支笏洞爺国立公園内の洞爺湖中島と支笏湖畔において、シカ個体群密度管理を想定した試験捕獲を行った。捕獲に際しては、シカの生態、地形や気象など物理的な制約に加え、人の入り込み状況など国立公園や観光地に付随した社会的な制約を考慮して計画、実施し、捕獲成績と効率から捕獲方法の適否を検証した。洞爺湖中島では精度の高い生息数モニタリングの観測値(サブテーマ3と共同)を基に、2012年3月時点の約280頭から2014年3月時点の50頭に生息数を減少させることを目標とした。捕殺には、装薬銃を用いた忍び猟的な狙撃、待ち伏せ狙撃、湖上からの移動狙撃、囲い罠、追い込み罠、ドロップネット、くくり罠を採用した。支笏湖畔では積雪期にシカが集結し、雪崩や交通事故の誘発リスク、植生衰退、土壌流出などの諸問題が地元で懸念された。そのため、越冬個体群を対象に今後の密度管理方法を探ることを目的として捕獲を試行した。

(2) シャープシューティングを円滑に実施するための体制整備に関する検討(体制整備)

支笏湖畔の国道453号沿いの斜面にての「流し猟式シャープシューティングによるシカの捕獲」を試行した。シャープシューティングとは、一定レベル以上の技能を備えた専門的・職能的捕獲技術者の従事を前提とする、銃器を用いた捕獲体制の総称のことである。地域住民や関係諸機関との合意形成のもと、高効率かつ安全で、人道性や他の野生生物に配慮した捕獲を達成するため、実施に先立ち「使用する銃や非中毒性装弾の性能の数値化」、「実施する場所や時期・方法等の検討」、「地元自治体ならびに関係行政機関との情報交換と調整」を行い、その経緯や結果を記録した。

(3) 島嶼生態系における推定母集団を利用した捕獲効率に関する研究(捕獲効率)

シカの効率的な捕獲を実現するためには、生息数に即した捕獲方法の選択が重要である。そこで確度の高い生息数が把握可能な調査地において捕獲手法選択のシナリオを検討することによって、効率的な捕獲手法の実用化を図ることを目的とした。2011年度は調査地での生息密度と過去のシカの捕獲効率を関連付けて捕獲手法を検討およびシカへの誘引餌の効果を検証した。2012年度は捕獲実験により捕獲効率を算出した。2013年度は生息数未知の地域において、スポットライトカウント法とカメラトラップ法を利用して、生息数(生息数指標)を算出し、最適な捕獲手法・捕獲時期・時間帯を評価した。

(4) 大量捕獲におけるニホンジカの行動学的研究(行動と動物福祉)

シカを効果的に誘引できる飼料についてカフェテリア方式で比較し、シカの行動を観察して検証した。また、シカの個体数を効率的に減少させるには、オスではなくメスの捕獲が欠かせないため、一般に家畜の保定に利用される連動スタンションを用いたメスのみを捕獲する装置の開発と改良を行った。支笏地域で実施した国道封鎖型の流し猟式シャープシューティング事例では、有効活用と動物福祉に配慮した捕獲方法と残滓回収方法を検討した。

(5) 季節移動の追跡と生物多様性保全のための個体数管理(個体数管理)

国立公園内の支笏湖周辺にてフリーレンジ(徒歩にて搜索し出会ったシカを狙撃する手法)と囲い罠を利用してシカの生体捕獲を実施した。生体捕獲した全43頭のうち31頭のシカにGPS首輪(LOTEK社製のIridium Track M2DとGPS4500S)を装着し、季節移動を追跡した。GPSの測位頻度は3時間毎もしくは6時間毎、Iridiumのデータ送信頻度は18時間に1回に設定した。さらに、支笏湖北側斜面のシカの分布状況を詳細に把握するため、ロードセンサスとカメラトラップ法を実施した。また、シカによる生態系影響を把握し生物多様性保全を実現するため、洞爺では糞虫・鳥類、支笏では森林・高山植物・水草を対象としたシカによる生態系影響を測る生物多様性指標を開発した。

4. 結果及び考察

(1) 環境条件にあった管理手法の選定(条件抽出)

洞爺湖中島では218頭を捕殺して推定56頭とほぼ目標値に達することができた(達成率97.4%)。密度低下と忌避学習により捕獲効率は低下し、目標密度まで到達させるためには状況に応じてさまざまな捕獲方法を組み合わせる必要があった。

支笏湖畔では高密度越冬地は急傾斜でアクセスが悪いなど立地の制約が大きく、方法の選択の余地は乏しかった。観光スポット至近で行ったドロップネットによる捕獲では、捕殺個体1頭あたりに要した労力でみた捕獲効率は28人・時間と小さくなかったが、18人・時間程度に軽減可能であり、捕獲行為自体による観光や地元経済への負担を強いることなく実施できた。

両地域とも越冬期のシカの分布が前年と変わったことで捕獲が進まなかった地点があった。物理現象やマクロなシカの季節分布などは制御不可能な事象であり、地域それぞれの状況にも応じてシカの密度操作を達成するためには、なるべく多くの捕獲方法を用意し組み合わせること、膨大な作業量になるため専従者を配置できるような体制を整えることが重要である。

(2) シャープシューティングを円滑に実施するための体制整備に関する検討(体制整備)

支笏湖畔は「幹線道路沿いに位置し地域住民や観光客が頻繁に利用・通行する場所」であり、先行事例のある富士山国有林や知床国立公園とは、社会的背景が根本的に異なる。そのため本研究の成果により、同様な条件にある他の国立公園等で流し猟式シャープシューティングを計画する際の実践的な先行事例を創出することができた。リストアップされている「情報交換と調整が必要な関係諸機関」やそれら機関から得られたアドバイス等も、他地域における極めて有用な参照情報となる。

また、シカの警戒心が低い状態で捕獲を行うことの有利性も明示され、警戒心を高めずに捕獲を続けるための体制的諸条件についても考察することができた。これらの条件は、「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」の改正案で言及された「認定鳥獣捕獲等事業者制度」に関わる認定条件としても流用が可能と考えられた。

(3) 島嶼生態系における推定母集団を利用した捕獲効率に関する研究(捕獲効率)

捕獲手法は高密度の場合には捕獲効率が高い罠、低密度の場合には錯誤捕獲の可能性やシカへの動物福祉に配慮し、シャープシューティングを選択することが効率的であると考えられた。また、誘引餌はビートパルプの誘引効果が高かった。しかし、ビートパルプはクマなど他種を誘引する可能性があることから、自生の植物による誘引が好ましいと考えられる。捕獲効率は冬に実施した過去の捕獲効率よりも明らかに低かった。この原因は各季節での異なる餌資源量と罠への高い警戒心が挙げられる。スポットライトカウント法は広域スケールを対象とし、重点的に捕獲する必要のある高密度地域を選定すること、カメラトラップ法はシカの生息密度の季節変動や活動時間帯を明らかにすることに対し効果的であった。以上から、シカの密度区分や捕獲時期、誘引餌、活動時間帯により選択される捕獲手法は異なり、それぞれに応じた捕獲手法を選択することで効率的なシカの捕獲が可能であることが明らかになった。

(4) 大量捕獲におけるニホンジカの行動学的研究(行動と動物福祉)

飼料についてカフェテリア方式で比較検証した結果、夏季はあっぺんコーンが最も誘因効果が高く、積雪直後はスタアした青草ゲージが効果的であり、冬季間はグラスサイレージのロールの効果が高かった。グラスサイレージは入手しやすく使いやすいが、グラスサイレージには牧草種子が残存している可能性があり、新たな植物種の侵入の問題がある。その点でコーンの細切サイレージは嗜好性がさらに高く、また翌年に発芽する可能性はあるものの生育できないので効果的だろう。

本来は家畜の頸部を挟んで安定させる止め具である連動スタンションを活用することで、オスを排除してメスのみを捕獲することは可能だと判断された。ただし、スタンション間隔、地上高、プロテクトフェンスに改良の余地があり、さらにスタンション可動部と重量の関係も今後の検討課題である。

支笏地域の国道封鎖型の流し猟式シャープシューティングでは、動物福祉に配慮して射撃距離や射撃部位、半矢個体の対応などの捕獲体制を考案した。また、クレーンを装備したトラックと市販のフレキシブルコンテナバッグ(化学繊維で織られた吊り上げ用ベルトの付いた袋)を併用することにより、景観を損なうことなく捕獲場所から残滓を迅速かつ効率的に搬出できることが明らかとなった。捕獲したシカの効果的な処理として残渣物は堆肥化処理に大きな可能性が見いだせた。

(5) 季節移動の追跡と生物多様性保全のための個体数管理(個体数管理)

支笏湖畔を越冬地としていた多くのシカは、4月下旬から5月にかけて春の季節移動を行い、11月中旬から12月にかけて秋の季節移動を示した。1年を通じて追跡できた24頭のうち春の季節移動は3頭が

札幌市に、1頭が北広島市に、17頭が恵庭市に、2頭が千歳市にし、定住型は1頭であった。そして、多くの個体は森林を夏季の生息地として利用していた。一方で、札幌市に移動した2頭は都市近郊の農地やゴルフ場を利用しており、支笏湖畔を越冬地とする個体群の一部はアーバンディアと呼ばれる都市適応型のシカであることが示された。秋の季節移動では再び支笏湖畔に戻ることが示された。とくに越冬地の支笏湖北側斜面では最大頭数817.5頭/km²のシカがロードセンサスで観察され、その99.6%がメスと仔であり、カメラトラップ法の結果と合わせると1月～3月に出現頭数が多いことが判明した。

また、シカによる生態系影響の測る指標として、洞爺地域では過剰に増えたシカが糞虫の個体数の増加に寄与し、オープンランドを好むマエカドコエンマコガネなどの糞虫を増加させていた。一方で、鳥類においては林床植生の喪失・改変により下層植生の密な低木林や林縁環境を好んで営巣するエゾセンニュウやコルリ、ウグイス、アオジの減少が示唆された。支笏地域では湖畔で確認された全42種の樹木のうち19種に樹皮剥ぎの被害が確認でき、特に日射量の高い支笏湖北側斜面にて深刻な被害が発生していた。樽前山においてガンコウランなど高山植物、ママチ川においてバイカモといった水草への採食や踏み荒らしによる被害も確認され、これらの生物はシカが低密度の状態におけるシカ管理の目標や評価の指標として有用であることが示唆された。

洞爺・支笏ともに行政機関や地元による連携体制を確立し、罫資材の搬入から残滓搬出に至るまでの捕獲計画を実現できた。こうした複数の組織による統合的な広域管理は今後の日本のシカ管理においても必要不可欠であり、他の国立公園でも同様の体制を構築する必要があることが示唆された。

5. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

支笏地域にて国道では日本初の道路封鎖型の流し猟式シャープシューティングを実現したことにより、使用する銃の性能の数値化、場所と時期の検討、地元自治体ならびに関係行政機関との合意形成、試験捕獲の実施と成果、残滓搬出方法の検討等をサブテーマ2・サブテーマ4・サブテーマ5と共同で実践的に行ったことで、同様な条件にある他の多くの国立公園等で流し猟式シャープシューティングを計画するにあたっての、再現性と汎用性を備えた絶好の参照事例を提示することができた。

また、新たな捕獲技術の開発として、ウシ用の連動スタンションを応用した捕獲装置を考案し、メスのみを捕獲することが可能であることを示した。

捕獲目標の達成には複数の捕獲方法を組み合わせる必要があること、また精度の高い生息数モニタリングを並行することで達成率を示すことが重要である。捕獲手法の選定や評価には生息数や季節移動のデータが必要であるが、本研究では個体識別の必要のないカメラトラップ法を、生息密度を確度が高く推定されているシカ個体群に応用し、実際に間引きの操作実験を行って、生息数推定の精度と確度を検証することができた。支笏地域では、越冬地の発見や季節移動の解明といった新たな知見を得ることができた。また、従来では捕獲技術の開発において、効率性等の評価を実施者の経験に頼ることが多かったが、本研究プロジェクトにより、捕獲技術の開発に並行して生態系モニタリングや地域との合意形成を行うことで、捕獲技術の開発における科学的な評価を可能にした。

昆虫・鳥類・植物といったさまざまな分類群や、森林・高山・河川といったさまざまな景観における、シカの生態系影響を測る生物多様性指標を整理することができた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

本研究プロジェクトの働きかけにより、2012年2月に「洞爺湖中島エゾシカ対策協議会」が再設立され、環境省のみならず森林管理局、北海道、洞爺湖町、壮瞥町、地域の観光関連機関、NPOを主体とした連携体制を確立し、洞爺湖中島のシカ管理が大きく前進するきっかけをつくった。これら洞爺での取り組みは、森林管理局にて国有林におけるシカ対策の取り組みに関する代表事例として紹介された。本研究プロジェクトにより洞爺湖中島に生息するシカの低密度化に成功した。今後は、関係機関による低密度化を維持するため、環境省洞爺湖自然保護官事務所で低密度の維持を目的とした捕獲支援及び生態系回復のモニタリング事業を行うこととしているほか、地元の洞爺湖町にも、モニタリングを並行しながら複数の捕獲手法を組み合わせる本課題の成果を還元し、同町によるエゾシカ農業被害対策のための捕獲に取り入れられている。また、農林水産省監修の「改訂版・野生鳥獣被害防止マニュアル」にも、本研究により整理されたシャープシューティングの体制論が掲載された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

支笏地域にて試行した「道路封鎖型の流し猟式シャープシューティング」において、捕獲試験後に国土交通省をはじめとした関係組織へヒアリングをしたところ、このような道路周辺での捕獲の継続に意欲を示しており、本研究プロジェクトによって開発された捕獲技術の事業化に向けて進展が見込まれる。この支笏事例をもとに作成した「道路封鎖型の流し猟式シャープシューティング」のマニュアルを広く配布する予定であり、他の国立公園等で流し猟式シャープシューティングを行う際には、格好の先行事例として参照されることが予想される。さらに2014年度に可決される見込みの「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」にて言及されている「認定鳥獣捕獲等事業者制度」の認定基準として、本研究で整理された「(捕獲に)従事する者や団体が備えるべき技能者集団としての条件」が参照される可能性がある。

洞爺湖中島における「洞爺湖中島エゾシカ対策協議会」の設立事例は、複数の関係組織が連携するシカ管理のモデルケースである。今後はこうした行政の枠を超えた連携体制の重要性が各地で認識され、実施されていくと考えられる。

6. 研究成果の主な発表状況

(1) 主な誌上発表

<査読付き論文>

- 1) 山本さつき、鈴木馨、松浦友紀子、伊吾田宏正、日野貴文、高橋裕史、池田敬、吉田剛司、鈴木正嗣、梶光一：哺乳類科学, 53, 2, 321-329 (2013)
「ニホンジカ(*Cervus nippon*)における捕獲に伴うストレスの生理学的評価」
- 2) 松浦友紀子、高橋裕史、荒木奈津子、伊吾田宏正、池田敬、東谷宗光、村井拓成、吉田剛司：森林防疫, 62, 6, 29-34 (2013)
「森林囲いわなと銃器を組み合わせた捕獲手法の有効性」
- 3) 鈴木正嗣、八代田千鶴：水利科学, 58, 9-20 (2014)
「シカ捕獲事業における体制論と手法論～シャープシューティングをめぐる考え方の整理～」
- 4) 日野貴文、吉田剛司：哺乳類科学, 54, 1, 171-174 (2014)
「国立公園・鳥獣保護区におけるシカ管理の川上から川下まで—統合的なシカ管理体制の構築—」
- 5) 赤羽俊亮、日野貴文、吉田剛司：日本応用動物昆虫学会誌 (印刷中)
「エゾシカの高密度化が食糞性コガネムシ群集に与える影響」

(2) 主な口頭発表(学会等)

- 1) 吉田剛司、立木靖之、日野貴文、義久侑平、伊吾田宏正、高橋裕史、松浦友紀子、梶光一、赤松里香、近藤誠司：日本哺乳類学会2012年度大会 ポスター発表 (2012)
「イリジウム型GPS首輪によるニホンジカのモニタリングと情報ツールとしての運用の可能性」
- 2) 日野貴文、義久侑平、吉田剛司、立木靖之、赤松里香：日本哺乳類学会2012年度大会 ポスター発表 (2012)
「支笏湖周辺におけるエゾシカの季節移動と移動経路」
- 3) 池田敬、高橋裕史、吉田剛司、伊吾田宏正、松浦友紀子、日野貴文、角田裕志、梶光一：野生生物保護学会第18回大会 ポスター発表 (2012)
「エゾシカの捕獲技術法の効率比較-洞爺湖中島での検証-」
- 4) 赤羽俊亮、日野貴文、吉田剛司：日本生態学会第60回全国大会 ポスター発表 (2013)
「エゾシカ*Cervus nippon yesoensis*の長期高密度化が食糞性コガネムシの多様性にどのような影響を与えるか?—高密度地域洞爺湖中島と湖畔の森林を比較して—」
- 5) 日野貴文、宮木雅美、吉田剛司、山舗直子：第124回日本森林学会大会 ポスター発表 (2013)
「リター蓄積量を介したエゾシカの落葉採食がもたらすワラジムシ類への間接効果」
- 6) 上原裕世、川路則友、梶光一、吉田剛司：日本景観生態学会第23回大会 ポスター発表 (2013)
「エゾシカの高密度化により植生構造が改変された洞爺湖中島におけるヤブサメの生息地選択」
- 7) 高橋裕史、松浦友紀子、村井拓成、池田敬、東谷宗光、日野貴文、吉田剛司：第29回霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 口頭発表 (2013)
「支笏湖畔の人気温泉旅館でシカを捕獲する」
- 8) 松浦友紀子、高橋裕史、伊吾田宏正、池田敬、東谷宗光、梶光一、日野貴文、吉田剛司：第29回霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 ポスター発表 (2013)
「シカ個体数調整のための捕獲手法の評価」

- 9) 東谷宗光、松浦友紀子、伊吾田宏正、高橋裕史、池田敬、吉田剛司、梶光一：第29回日本霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 ポスター発表 (2013)
「餌資源制限下において、子ジカは母親の影響をどれだけ受けるのか？」
- 10) 池田敬、松浦友紀子、高橋裕史、吉田剛司、村井拓成、梶光一：第29回霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 ポスター発表 (2013)
「カメラトラップ法を用いた密度推定手法のニホンジカ個体群への実用性」
- 11) 村井拓成、日野貴文、吉田剛司、義久侑平、立木靖之、赤松里香：第29回霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 口頭発表 (2013)
「気候によるニホンジカメスの行動圏面積の変化一年間および季節内における要因の解析」
- 12) 日野貴文、吉田剛司、鈴木正嗣、若松徹、石名坂豪、常田邦彦：第29回霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 ミニシンポジウム (2013)
「国立公園・鳥獣保護区におけるシカ管理の川上から川下まで一統合的なシカ管理体制の構築」
- 13) 上原裕世、玉田克巳、川路則友、吉田剛司：日本鳥学会2013年度大会 ポスター発表 (2013)
「エゾシカの生息密度が異なる地域における森林性鳥類の囀り消長」
- 14) T. YOSHIDA, T. MURAI, R. YOSHIDA and H. TAKAFUMI: International Mammalogical Congress, Belfast, (2013)
“National parks and wildlife refuges as hotspots of Sika deer”
- 15) T. MURAI, H. TAKAFUMI, Y. TACHIKI and T. YOSHIDA: International Mammalogical Congress, Belfast, poster (2013)
“Climate factors influencing home range size of Sika deer at different spatiotemporal scales”
- 16) H. TAKAFUMI, K. AOTANI, A. MATSUMOTO and T. YOSHIDA: International Association for Ecology, London, United Kingdom (2013)
“Coarse woody debris in stream create the refugia habitats for endangered aquatic plants from sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) impacts”
- 17) 鈴木正嗣：第19回「野生生物と社会」学会篠山大会 (2013)
「野生動物の捕獲体制を考える～伝統狩猟と管理捕獲の役割～(コメンテーター)」
- 18) 鈴木正嗣：森林野生動物研究会第46回大会公開シンポジウム (2013)
「これからの狩猟と管理捕獲に求められるブレイクスルー」
- 19) 近藤穂高、上田宏一郎、近藤誠司：北海道畜産草地学会第2回大会 (2013)
「冬季の野生エゾシカの飼料環境が反芻胃壁構造に及ぼす影響」
- 20) 松本明日、日野貴文、吉田剛司：日本生態学会第61回大会 ポスター発表 (2014)
「エゾシカ(*Cervus nippon yesoensis*)による樽前山の高山植生被害地点の特定」

7. 研究者略歴

課題代表者：吉田 剛司

京都府立大学大学院修了、(財)自然環境研究センター研究員、現在、酪農学園大学環境共生学類教授

研究分担者

- 1) 高橋 裕史
北海道大学大学院修了、現在、(独)森林総合研究所関西支所生物多様性研究グループ主任研究員
- 2) 鈴木 正嗣
北海道大学大学院修了、現在、岐阜大学応用生物科学部教授
- 3) 梶 光一
北海道大学大学院修了、北海道環境科学研究センター科長、現在、東京農工大学大学院農学研究院教授
- 4) 近藤 誠司
北海道大学大学院修了、現在、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター教授、フィールド科学センター長
- 5) 吉田 剛司
同上

4D-1103 支笏洞爺国立公園をモデルとした生態系保全のためのニホンジカ捕獲の技術開発**(1) 環境条件にあった管理手法の選定 (条件抽出)**

(独) 森林総合研究所

関西支所 主任研究員

北海道支所 研究員

高橋裕史

松浦友紀子

平成23～25年度累計予算額：17,440千円（うち、平成25年度予算額：5,936千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

支笏洞爺国立公園内の洞爺湖中島と支笏湖畔において、シカ個体群密度管理を想定した捕獲を行った。捕獲に際しては、シカの生態、地形や気象など物理的な制約に加え、人の入り込み状況など国立公園や観光地に付随した社会的な制約を考慮して計画、実施し、捕獲成績と効率から捕獲方法の適否を検証した。

洞爺湖中島では精度の高い生息数モニタリングの観測値（サブテーマ3と共同）を基に、2012年3月時点の約280頭から2014年3月時点の50頭に生息数を減少させることを目標とし、218頭を捕殺して推定56頭とほぼ目標値に達することができた（達成率97.4%）。捕殺には、装薬銃を用いた忍び猟的な狙撃、待ち伏せ狙撃、湖上からの移動狙撃、囲いわな、追い込みわな、ドロップネット、くくりわなを採用した。密度低下と忌避学習により捕獲効率は低下し、目標密度まで到達させるためには状況に応じてこれらの方法を組み合わせる必要があった。

支笏湖畔では積雪期にシカが集結し、雪崩や交通事故の誘発リスク、植生衰退、土壌流出などの諸問題が地元で懸念されている。そのため、越冬群を対象に今後の密度管理方法を探ることを目的として捕獲を試行した。高密度越冬地は急傾斜でアクセスが悪いなど立地の制約が大きく、方法の選択の余地は乏しかった。観光スポット至近で行ったドロップネットによる捕獲では、捕殺個体1頭あたりに要した労力でみた捕獲効率は28人・時間と小さくなかったが、18人・時間程度に軽減可能であり、捕獲行為自体による観光や地元経済への負担を強いることなく実施できた。

両地域とも越冬期のシカの分布が前年と変わったことで捕獲が進まなかった地点があった。物理現象やマクロなシカの季節分布などは制御不可能な事象であり、地域それぞれの状況にも応じてシカの密度操作を達成するためには、なるべく多くの捕獲方法を用意し組み合わせること、膨大な作業量になるため専従者を配置できるような体制を整えることが重要である。

[キーワード]

高密度のニホンジカ、密度管理、達成率、モニタリング、総合的捕獲

1. はじめに

北海道の石狩、胆振、後志の境界に位置する支笏洞爺国立公園では、個体数が増加したシカによる被害が深刻化し、効果的な対策の実施が急務である。しかし、シカの捕獲は困難な作業であり、適切な戦略を立案する必要がある。一方で全国的に共通する問題として、例えば行政施策として捕獲を促進する際に、他地域で捕獲実績のあった方法を適用条件の考慮が不十分なまま導入したり、年度ごとに一つの新規項目しか導入できなかつたりなどして、十分な成果を上げられない状況が散見される。捕獲の効果を上げるためには、シカの行動や生息環境、従事者や社会状況など、空間的・時間的に変化する制約に対応する必要がある、そのためにはモニタリングを通じた状況把握、様々な状況に応じられるオプションの用意とその臨機応変な選択、実施が求められる。

2. 研究開発目的

これまでに様々な捕獲技術開発が行われてきた洞爺湖中島^{1,2,3)}をモデル地として、刻々と変化する状況に合わせて捕獲方法を選択、組み合わせ、目標密度に誘導する過程を実証的に示す。また今後対策が必要な支笏湖周辺域において捕獲を試行し、実施可能な手法を示す。

3. 研究開発方法

生息密度管理の一環として捕獲を実施する際には、シカの生息状況、社会的制約、必要捕獲頭数、地理的制約等を考慮し、適切な方法を選択、組み合わせる必要がある（図(1)-1）。これは、いつでも、どこでも、誰が実施する場合であっても、共通すべき手順であり、それぞれの制約の具体的な事項が地域によって異なっている。一方、これら諸条件にあうよう捕獲手法を選択するには、捕獲技術の長短所を理解しておく必要がある。そこで、本課題において開発または試行錯誤を経たものを含め、現行法下で用いられる既存の捕獲技術の長短所を整理した（表(1)-1）。これらを基に、モデル地とした洞爺湖中島、支笏湖周辺域について、それぞれの制約条件を具体的に抽出し、捕獲計画を立案、実施、結果を検証した。



図(1)-1 シカの捕獲手法の選定の際に考慮すべき項目

表(1)-1 現行法下でこれまでエノシカ密度管理に実用・試行されている捕獲技術の長短所

捕獲技術	長所	短所
装薬銃による捕獲	<ul style="list-style-type: none"> ・捕殺個体の選択が可能 ・誘引不要（ただし誘引により効率向上） ・別個の止めさし（殺処分）過程/装備が不要 	<ul style="list-style-type: none"> ・発砲可能な場所と時間に制約 ・資格/許可等の取得/維持コストが大きく原則個人負担（猟銃・空気銃所持許可証、猟銃用火薬類等譲受許可証、第一種銃猟狩猟免許など）
巻き狩り	<ul style="list-style-type: none"> ・伝統的手法であり、普及している → 行政界をまたいだ（広域）有害捕獲などでも用いられている 	<ul style="list-style-type: none"> ・走っている個体を撃つため射手は高度な射撃技術が必要 → 失中、半矢が生じやすい → 忌避学習を促進、肉資源の品質低下
高精度の狙撃	<ul style="list-style-type: none"> ・即死させることが可能（前提） → 捕獲個体への負荷を最小化 → 捕獲個体の有効活用に最適 → 動物福祉上最適 → 周辺個体の忌避学習を最小化 	<ul style="list-style-type: none"> ・射手は高い狙撃技術と強い理性が必要 ・車上や船上から移動狙撃の場合は、とくに綿密な事前協議、合意形成が重要 → 一般の交通制限など新たな社会経済的コストを要する場合あり
わなによる捕獲	<ul style="list-style-type: none"> ・夜間や発砲できない場所での捕獲が可能 ・資格/許可等の取得/維持コストが小さい（わな猟狩猟免許など） 	<ul style="list-style-type: none"> ・わなの資材と設置のコスト ・稼働期間中の見回り/監視が必要 ・くくりわなを除き誘引が必要 ・止めさし技術の習得/依頼が必要
監視下でわな作動	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲個体の選択（錯誤捕獲回避）が可能 ・速やかな止めさしが可能 → 周辺個体の忌避学習を緩和 → 捕獲個体への負荷を緩和 	<ul style="list-style-type: none"> ・監視コスト（設備、労力）が大きい
わな作動の自動化	<ul style="list-style-type: none"> ・監視労力が不要 	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲対象種の選別が困難（一部可能） ・装置の初期投資が大きい ・止めさしまでの時間がかかる → 周辺個体の忌避学習リスク → 捕獲個体の負荷を増大
くくりわな （脚くくりわな）	<ul style="list-style-type: none"> ・資材費、設置労力が桁違いに小さい → 中/低密度でも有効 ・監視不要 ・誘引不要（ただし誘引により効率向上） 	<ul style="list-style-type: none"> ・経験に基づく設置技術が反映されやすい ・止めさし技術の習得/依頼が必要 ・錯誤捕獲のリスクがある ・捕獲個体の損傷リスクが高い ・捕獲個体が捕食者を誘引するリスクがある
箱わな	<ul style="list-style-type: none"> ・少人数での設置が可能 ・監視不要 	<ul style="list-style-type: none"> ・密度管理の手段としては情報不足
囲いわな （誘引型、追い込み型）	<ul style="list-style-type: none"> ・高密度下で同時多数捕獲が可能 装薬銃との組み合わせで ・捕殺個体の選択（非対象個体の放逐）が可能 ・安全かつ速やかに止めさしが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・シカの分布が変わると誘引・追い込みとも困難 ・追い込み（勢子）の人手（追い込み型）
ドロップネット	<ul style="list-style-type: none"> ・高密度下で同時複数捕獲が可能 ・比較的警戒されにくい ・止めさしが比較的容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置場所の制約が大きい ・監視が必要 ・捕獲個体の損傷リスクが高い
誘引を併用する捕獲 給餌	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲機会の増加、捕獲効率の向上 ・最も容易な誘引手段 	<ul style="list-style-type: none"> ・誘引のコスト ・系外エネルギーや（国内）外来種の導入リスク ・対象外の種を誘引するリスク
餌場の創出	<ul style="list-style-type: none"> ・伐採跡の草地や防護柵の開放などであれば、施業/遷移の過程との位置づけが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・餌の量や質の制御が困難
疑似餌 ⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・給餌場を認知させる段階では有効 	<ul style="list-style-type: none"> ・長期間の誘引効果は期待できない
模型（デコイ） ⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・対象の同種のみを誘引/足止め 	<ul style="list-style-type: none"> ・入手が難しい
音声 ⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・対象の同種のみを誘引/足止め 	<ul style="list-style-type: none"> ・繁殖期のオスなど特定の季節や性別に限定
4) 竹田・檀上(2013)		

(1) 洞爺湖中島における個体数調整捕獲

洞爺湖中島では長期にわたって高密度のシカの影響により、植生の衰退が進行し、森林の更新が停滞、一部ではエロージョンが発生している。そのため、地元関係者からなる洞爺湖エゾシカ対策協議会において、森林の更新を回復することを目的として、2012年3月時点の生息数277頭から2014年3月時点で50頭にする暫定的な密度削減目標が設定され、本プロジェクトで捕獲を担当することが合意された。

単純に出生と自然死亡が釣り合っている場合には、 $277-50=227$ 頭が2年間の捕殺目標数と考えることができる。中島ではこれまでに生態研究のための生体捕獲法の検討¹⁾、間引き（人為移出）を目的とした同時捕獲数100頭超の生体捕獲³⁾、装薬銃を用いた20頭程度の学術捕殺⁵⁾などの実績があるが、設定した目標密度を達成したことはない。同じ場所で同じわなを使って捕獲を繰り返すと捕獲数は徐々に減少傾向を示すことから²⁾、方法を限定することなく、様々な捕獲方法を用意しておく必要が想定された。

中島における捕獲の制約として具体的には下記の事項があげられる。

- ・観光地であり、4月下旬から11月上旬までの間は観光客が出入りすることから、この時期は観光汽船運行時間外のみ捕殺が可能であった。
- ・林道がなく自動車を利用できないため、徒歩または船を使用して実施した。
- ・捕獲の許可要件として捕殺個体は回収のうえ島外へ搬出し適切に処分することとされたため、搬出用の船を借上げる必要があった。これら個体は地元の協力により搬出後焼却処分された。
- ・2013年5月までは同時並行課題があり、捕殺を回避すべき個体が存在したため、選別的な捕殺が必要であった。そのため、捕獲効率の評価はそれ以降に可能となった。

これらの制約と、シカの生息状況等、現地の状況を把握しながら、捕殺手法の計画、修正、実行、検証を繰り返した。とりわけ安全対策については地元関係者と事前に協議し、可能な限りの対策を講じた。とくに銃器を用いる場合、事前に地域への通達、安全看板（必要に応じて監視員）の設置を行い、下見および狙撃シミュレーションを複数回実施し、射撃範囲を設定した上で捕殺を実施した。射手は、中島の地形に精通している森林総合研究所研究員2名（銃所持歴16年のライフル射手1名、銃所持歴3年のショットガン射手1名）と酪農学園大学教員1名（銃所持歴16年のライフル射手）が担当した。狙撃の際には、射手の他にスポッター（射手をサポートする観測手のこと）が必ず同行し、安全管理をダブルチェックし、シカの行動や群れサイズ、捕獲の結果を記録した。銃器を用いた手法としては、忍び猟的狙撃、船を利用した移動狙撃、待伏せ狙撃を実施した。また、囲いわな⁶⁾、くくりわな、森林用ドロップネット⁷⁾も用いた。

本課題で行った捕獲は、鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律に定められた学術研究としての捕獲許可（平成23年度胆振第216～220号、平成24年度胆振221～235号、平成25年度胆振第4～21号）を、また、わなを使用する場合には自然公園法に定められた工作物新築の許可（環北地国許第120629004号、同第1311251号）および土地所有者である後志森林管理署の承認を得て実施した。捕獲の許可要件として、捕殺個体はすべて島外に搬出し、しかるべく処理することが付せられた。そのため、捕殺個体の湖上輸送のために船舶の借上げ、島内の捕獲地点から湖岸まで人力による荷役、急傾斜地での荷役や小型船舶での運搬が可能な状態に解体、梱包する作業が必要となった。他の資機材等の運搬も含め、湖上輸送には洞爺湖町および地元NPOのUWクリーンレイク洞爺湖に、また捕殺個体の処分には洞爺湖町に多大なご支援ご協力をいただいた。このよう

な捕獲個体の処分に係る経費について、船舶での運搬にはシカのサイズや天候にもよるが1隻あたり3～5頭で2万円を要した。湖畔への搬送後は、洞爺湖町職員による洞爺湖町公用車を用いての室蘭にある処分場への搬出（行程片道約30km）、処分場での処分の全てにおいて洞爺湖町の協力のもと実施したため、経費の算出は容易でないが小さくなかったことは確実である。

（2）支笏湖地域における捕獲の試行

支笏湖畔では積雪期にシカが集結し、樹皮剥ぎによる樹木の枯損、小径木やササ類の消失など、森林の更新の阻害や植生の衰退が顕在化している。加えて、草本類の根の掘り起しによる土壌流出、落石の誘発リスク、頻繁なシカの道路横断による交通事故誘発リスクや、シカが急傾斜地積雪上を移動することによる雪崩誘発リスク（事例あり⁸⁾）などの諸問題が地元で懸念されている。これらはシカの過増加が問題化している地域にあっては共通しており、諸問題を緩和するためには冬期の過度の集中を緩和する必要がある。本課題においては、今後の密度管理に向けて実施可能な捕獲を試行し、問題点を探ることとした。

これまでに判明した支笏湖周辺域におけるシカの生態として、積雪期に支笏湖北岸ポロピナイから南東岸モラップにかけての南～西向き斜面に集中し、1～2月にピークを迎えること、春から秋には、支笏湖東側から千歳市街付近にかけてと、南東側から苫小牧市街付近にかけて広く分布、烏柵舞付近で相対的に高密度となっていること、同地域における秋のスポットライトカウント発見率は、2007-08年と比べて3倍程度増加、生息密度上昇を示唆（以上サブテーマ1、3）、千歳川以北の北岸越冬個体の一部について、夏も越冬地付近にとどまる定住型と、遠くは札幌市街地まで移動する季節移動型の個体が存在すること（サブテーマ5）などがあげられる。

問題を緩和するためには問題が発生する時期と場所で対応する必要があることから、越冬群を捕獲対象とした。サブテーマ5により得られた知見から、札幌都市部出没対策としても有効であると考えられた。一方で、千歳川以南の南東岸で越冬する個体は北東岸個体と移動様式が異なる可能性もあるため、南東岸個体の生態調査も必要であり、南東岸では選別捕獲を試行した。

人の活動など社会的制約として、北岸（丸駒）と東岸（支笏湖温泉）の温泉入浴施設への観光客と、対象域湖畔全域に釣人は通年で入り込みがある。また、ポロピナイ（休憩所）とモラップ（キャンプ場）に集客施設があり、これらは冬期間閉鎖されているものの、施設周辺では歩くスキーやスノーシューによる散策の入り込みがある。したがって、これら近隣では、装薬銃の使用やくりわなは回避すること、また、わなも監視下で捕獲し、速やかに殺処分することが求められる。

立地に起因する制約として、越冬斜面、とりわけ北東岸の支笏湖温泉～ポロピナイ間の国道（453号）沿道は、急傾斜地が多く地質が脆弱であり、安全にわなを設置、捕獲できる場所もアクセスもほとんどない。北岸では道道730号丸駒線沿道数地点に箱わなまたはドロップネット、南東岸ではモラップ山南側に囲いわな、ドロップネット、箱わなの設置候補地が見いだされた。

以上から、北岸では丸駒温泉付近の閉鎖林道で森林用ドロップネットを採用、南東岸ではモラップ山南側人工林内で囲いわなで生体捕獲を並行、北東岸では国道453号線を封鎖しての移動狙撃の可能性をさぐることにした（サブテーマ2参照）。なお、支笏湖周辺域はヒグマの生息域であることから、ヒグマの冬眠期間中に越冬群を捕獲対象とするのは合理的といえた。

4. 結果及び考察

(1) 洞爺湖中島における個体数調整捕獲

1) 捕獲手法の選択と捕獲効率

洞爺湖中島において捕獲を実施するうえでの制約に応じて、採用した対策の概要を表(1)-2に、実際に行った捕獲方法を以下に示す。

表(1)-2 洞爺湖中島のエゾシカ密度操作のための捕獲にかかる制約条件とその対策事例	
【捕獲の目的と目標】	
・森林の更新の回復を図るため、2012年3月時点約280頭から暫定的に2014年3月時点50頭まで個体数削減する。	
【密度操作開始前のシカの生態】	
・島嶼(閉鎖系)のため通年生息しており、局所的な分布には季節性、日周期性あり。	
・植生が衰退し餌不足な状態にあり、比較的誘引しやすい。	
・5月から9月にかけて主に朝夕に大島中央部の草原を餌場として利用し、採食群を形成。	
・積雪が深い時期には大島の南側斜面に集中傾向。	
→	積雪期に南側で大量捕獲実績のある大型囲いわな、夏の早い時期に草原で囲いわなを試行する。草原では冬を除きアインキャプチャーによる捕獲実績はある
【立地に起因する制約】	
・島嶼であるため、人員、資機材、捕獲個体の運搬に制約がある。ただし遊覧船が通年定期運行しており、時化ていなければ和船が可能。	
→	湖上輸送は、資機材と人員の一部は遊覧船利用可、他は運搬用船舶借上げ必要。
→	島内に道路はなく、基本は人力、遊歩道区間の一部は小型運搬車使用可。
・対岸までの距離は最短約2km、湖岸に岩礁・暗礁あり、水面も入射角次第で跳弾発生。	
→	跳弾防止、安土確保のため発砲方向に制限(湖岸方向への発砲回避)。
・地形、林冠に応じた湖上・湖岸からの見通しは、落葉期はかなりよい。	
→	わなの設置地点を湖上からの死角に制限。
【人の活動など社会的制約】	
・国立公園内かつ観光地であり、季節・時間帯により不特定多数の人の入り込みと景観に対して配慮が必要。	
→	発砲時間を遊覧船運行時間外に制限。
→	囲いわなの設置地点を遊歩道から遠ざけ規模縮小。
→	くくりわなの稼働期間を入り込みが無いまたは把握しきれない季節に制限。
→	捕獲個体の解体は遊歩道から死角となる場所で入り込みのほぼない時間帯に制限。
→	湖上移動狙撃では速やかに搬出するため解体熟練者を招へい。
【考慮すべき他の生物】	
・錯誤捕獲や対象外の誘引が問題となる他種、捕食者は生息していない。	
【調査項目間の調整】	
・2013年5月末までは、識別個体追跡のため、選択的捕殺と非対象個体の損傷回避が必要(追跡期間終了にともない解除)。	
→	装薬銃と囲いわなが適合、箱わなは不確実、ドロップネットとくくりわなは不可。
→	囲いわな(追い込みわな)は、十分な広さを確保し、柵への衝突を防止する。
・生息数モニタリング(トラップカメラデータ)への影響(捕獲地点への誘引や忌避)を軽減する必要。	
→	くくりわなは、他の方法による捕獲効率が低下した後の手段として使用し、またカメラから一定程度距離をとって配置(捕下にともない解除)。
・追い出しセンサスにおける勢子と追い出されたシカの活用。	
→	2013年に誘引を想定した囲いわなを追い込みわなとして流用したが失敗。
→	2014年は低密度下での誘引がどのように影響するか不明であり、センサスデータの継続性・信頼性を損ねないため、誘引し、センサス終了地点に追い込みわなを配置。
【採用した捕獲と結果】	
・2013年5月末までは、夏期の草原と積雪期の南側斜面で囲いわな、発砲範囲と方向を制限した忍び猟的狙撃と待伏せ狙撃を実施。	
→	比較的効率よく捕獲できた。囲いわなと装薬銃を併用した捕獲選択的な捕殺と放逐を安全かつ容易に実施できた。
・2013年6月以降、発砲範囲と方向を制限した忍び猟的狙撃と待伏せ狙撃、湖上からの移動狙撃、ドロップネット、くくりわな、道を適宜使用。	
→	推定生息密度20頭/畝下回る頃から捕獲機会が減少し、新たな方法を探り入れる必要が生じた。くくりわな、湖上からの狙撃は有効であったが、忌避学習された。
1) 梶ら(1991); 3) 高橋ら(2004); 2) 高橋ら(2002); 6) 松浦ら(2013)。	

a 忍び猟的狙撃

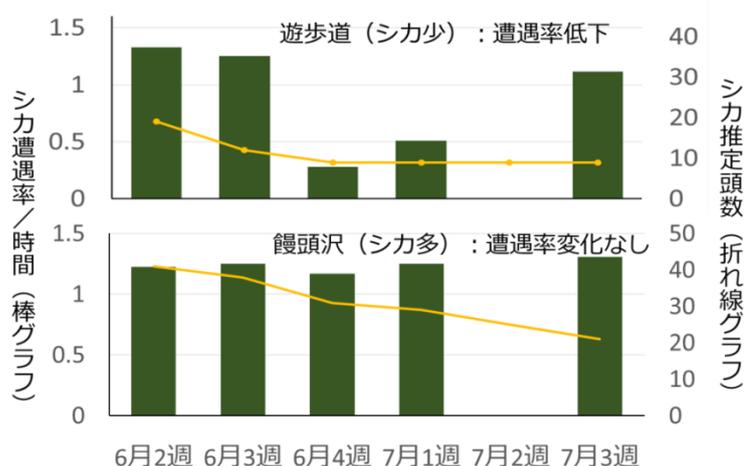
島内の遊歩道を歩きながらシカを探索し、発見したら忍び寄って狙撃を行った(図(1)-2)。1射手1スポッターを1パーティーとした。群れの全滅は目的とせず、頭部もしくは胸部狙撃を基本

とした。射程は100m以内とし、それ以上の距離の場合は発砲しなかった。1日1-3パーティーで行い、66頭を捕獲した。射手一人あたりの捕獲頭数は0.49頭/時間、捕獲作業員（射手およびスポッター）一人当たりの捕獲頭数は0.21頭/時間であった。狙撃成功率（捕殺数/発砲対象群数）は、ライフル銃で93.8%、ショットガンで70.0%であった。捕殺した個体のうち、1発で倒れた割合はライフル銃で96.7%、ショットガンで75.0%であり、成功率はライフル銃の方が高く、1発で倒せる割合も高かった。餌付けの併用も可能であるが、必ずしも誘引を必要としないため、準備にかかる日数が少なく済む手法と言える。

シカとの遭遇率は、捕獲の繰り返しにより変化した。遭遇率の変化を個体数（推定）の異なる区域で比較した結果、シカの少ない場所では3回目の捕獲で遭遇率が有意に低下したものの、比較的シカが多い場所では遭遇率に変化は見られなかった（図(1)-3）。シカの少ない場所においても、捕獲の間隔をあけることで、遭遇率は上昇したため、遭遇率の低下は個体数の低下に伴うものではなく、銃による捕殺リスクを学習したシカの存在によるものと考えられた。



図(1)-2 忍び猟的狙撃による捕獲



図(1)-3 忍び猟的狙撃における遭遇率の変化
推定生息数が多い場所では遭遇率が低下しない

b 船による移動狙撃

和船から湖岸のシカを探索し、発見したらエンジンを停止して船上から（図(1)-4）もしくは上陸して狙撃を行った。2射手、1スポッター、1操船者を1パーティーとした。射手はライフル射手に限定した。群れの全滅は目的とせず、胸部狙撃を基本とした。射程は100m以内とし、それ以上の場合は発砲しなかった。無風もしくは弱風の時のみ実施した。随時餌付けによる誘引を実施した。1日1パーティーで行い、47頭を捕獲した。射手一人あたりの捕獲頭数は0.84頭/時間、捕獲作業員（射手、スポッター、操船者）一人当たりの捕獲頭数は0.39頭/時間であった。狙撃成功率（捕殺数/発砲対象群数）は90.4%、そのうち1発で倒れた割合は91.5%であった。これらの値は忍び猟的狙撃より低く、安定しにくい船上からの狙撃による影響と考えられた。捕獲サイト間の移動が容易であり、シカの出没次第で多数頭の捕獲が可能であったが、風いでいないと実施ができないため、天候に左右される手法であった。

捕獲効率は他の手法に比べて高かったものの、繰り返し捕獲によりシカとの遭遇率や捕獲効率

は低下し、夜間の出没が増える傾向があった。高い狙撃成功率にもかかわらず、群れの全滅を目的としなかったことから、忍び猟的狙撃同様銃の危険を学習したシカの増加が原因と考えられた。船を利用した捕獲は、島嶼や沿岸部に限定した捕獲手法であるが、車から移動しながらシカを探して狙撃する手法（例えばモバイルカリング）と捕獲時の注意点には共通点があり、捕獲に際してのシカの行動についても本課題の事例が参考になるとと思われる。



図(1)-4 船を利用した移動狙撃（左）は、捕殺個体の回収が容易（右）

c 待伏せ狙撃

ブラインドを設置し、周辺に来るシカを待伏せして狙撃した。餌付けによる誘引も併用したが、もともとシカの出没が多い場所を中心に待伏せ地点を設定した。1射手1スポッターを1パーティーとした。群れの全滅は目的とせず、頭部もしくは胸部狙撃を基本とした。射程は150m以内とし、それ以上の場合は発砲しなかった。本方法により21頭捕獲したが、以下の記述は捕獲効率が算出可能な2013年6月以降の結果を示した。1日1パーティー、ライフル射手が行い、7頭を捕獲した。射手一人あたりの捕獲頭数は0.26頭/時間、捕獲作業員（射手とスポッター）一人当たりの捕獲頭数は0.13頭/時間であった。狙撃成功率（捕殺数/発砲対象群数）は100%であり、そのうち1発で倒れた割合は85.7%であった。シカが出没すれば高確率で捕獲が可能であるが、出没がない場合待機にかかる人的コストが高くなる手法であった。

d 囲いわな（銃器による止め刺し）

2か所に周囲長約150mの囲いわなを設置して捕獲を実施した。1か所は、2012年8月に、シカが夏期に餌場として利用している島中心部の草原（約7 ha）の北西側林縁付近に設置した。当初は餌となる草本群落を大きく囲う予定であったが、観光地としての景観、施工の労力と期間等などの制約から、遊歩道から遠い位置で規模は小さくすることとなり、また囲いを設置するのに適した微地形等から嗜好性の低いフッキソウの群落を主に囲う配置となった。もう1か所は、冬期にシカが集まり誘引しやすく、かつ立木を利用して設置が容易なトドマツ人工林内で、2012年12月に行った（図(1)-5）。わな内に囲い込んだ個体は、銃器（ライフルとショットガン）を用いた止め刺し⁶⁾を行い、または同時並行課題との兼ね合いから麻酔下で安楽殺または放逐した。2基のわなにより

71頭を囲い込んだが（複数回捕獲された個体の2回目以降を除く）、大半を放逐し、26頭を捕殺した。このうち19頭は銃器により安全かつ速やかに止め刺しをすることができた。わな稼働日当たりの捕獲（囲い込み）頭数は3.2頭であった。囲いわなの設置には人手がかかるが、銃器により止め刺しを行うことで、生体捕獲や麻酔下での安楽殺の場合に必要な収容部（麻酔するための狭い区画）が不要となるため、わなの構造を簡素化することができた。また、狭い収容部に多数の個体、とくに枯角をもつオスを密集させずにすむため、放逐する個体の損傷も防止することができた。誘引が容易な時期や場所であれば、銃器による止刺しを前提とした囲いわな捕獲は有効な手法になりうると考えられた。

2014年2月に同様の構造物を設置した際は、同程度の規模の囲いわなを約20人日で設置可能であった。この年は積雪が少なく、目隠しとなる幕の裾処理のために雪を集める必要があったため、積雪の状態によってはこれより省力での設置が可能になると考えられた。



図(1)-5 囲いわな内のシカ

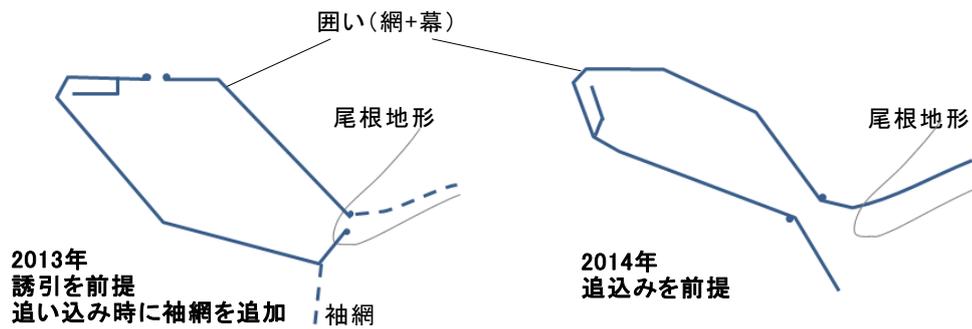
e 追い込みわな

追い込みわなは、囲いわなの入口まで誘導するための袖網を配置し、勢子がシカを囲いの中まで追い込んで捕獲する方法とされる¹⁾。2013年と2014年の3月に、生息数全数調査（サブテーマ3）のための追い出しセンサスに合わせて、センサスの終了地点に追い込みわなを設置して追い込み捕獲を試行した。

2013年3月には、2012年12月に設置した囲いわなに袖網（網のみ、長さ約100m）を付加して使用した（図(1)-6）。わな入口付近まで20頭以上のシカを誘導することができたが、2頭しかわなの中まで追い込みきれなかった。これは、餌付けによる誘引のみを前提とした囲いの配置であったことから、追い込まれたシカの動きに対応できていなかったためと考えられた。具体的には、入口が尾根上に配置されたために追い込み最終局面でシカの位置が勢子の位置より高く、シカに対する勢子の圧力が充分にかからなかったこと、追われて逃走するシカの動線と入口の向きが合致していなかったこと、躊躇なく進入させるには入口が小さすぎたことなどが考えられた。そこで、

2014年にはこれらの問題を解消するような配置に改めた（図(1)-6）。

追い込みは、30名ほどの勢子が横一列にラインを作り、斜面のシカをわなの方へ追い込んだ（図(1)-7）。追い込みは2回実施したものの、わな入口付近まで誘導できた個体が少なく、追い込めた個体はわずか合計3頭であった。この理由としては、密度操作の進行により中島全体の生息数が推定で2013年3月の38%程度まで減少していたこと、わなまで追い込むには難しい斜面に分布が偏っていたこと、積雪が少なくシカの動きが早かったため、勢子同士の間隔が広くわなから離れた場所でラインを抜かれた例が多かったことなどが考えられた。本手法の成否は、シカの分布や積雪の状態に左右されると考えられ、設置コストに見合う効率が得られるかについてはまだ検証が必要である。



図(1)-6 2013年の囲いわなと2014年の追い込みわなの平面模式図



図(1)-7 追い込み時の勢子の様子
占冠村役場 中島辰男氏提供

f くくりわな

跳ね上げ式およびねじりバネを使用した縦引き方式の2タイプのくくりわなを使用した。全てのわなにより戻しおよび締め付け防止金具を装着し、ワイヤーの直径は4mm、輪の直径は12cmとした。くくりわなは銃器による捕獲効率が低下した2013年10月以降に実施した（図(1)-8）。見回りは1日1回、1-3名程度で実施し、27頭のシカを捕殺した。月別捕獲数は、9月に3頭、10月に7頭、11月に16頭、3月に1頭であった。1日あたり19.6個のわなを設置したところ、わな1基1日あたりの捕獲頭数は平均0.06頭と算出された。月別の捕獲効率は、9月が0.04頭、10月が0.08頭、11月が0.06頭であり、繰り返し捕獲による効率の低下は見られず、むしろ効率は上昇した。くくりわなの場合、作業者の技術が捕獲効率に大きく影響することが考えられ、技術の向上に伴い効率が上昇したと考えられた。ただし、銃による捕殺に比べて捕獲効率は低いことから（分母は異なるため単純に比較は困難であるが）、多くの頭数を捕獲する際には適さない可能性があり、設置や見回り体制を整える必要が考えられた。3月は積雪に伴いシカの行動が変化したことから、捕獲効率が低下した可能性があった。



図(1)-8 くくりわなで捕獲された個体。右前肢がかかった

g その他

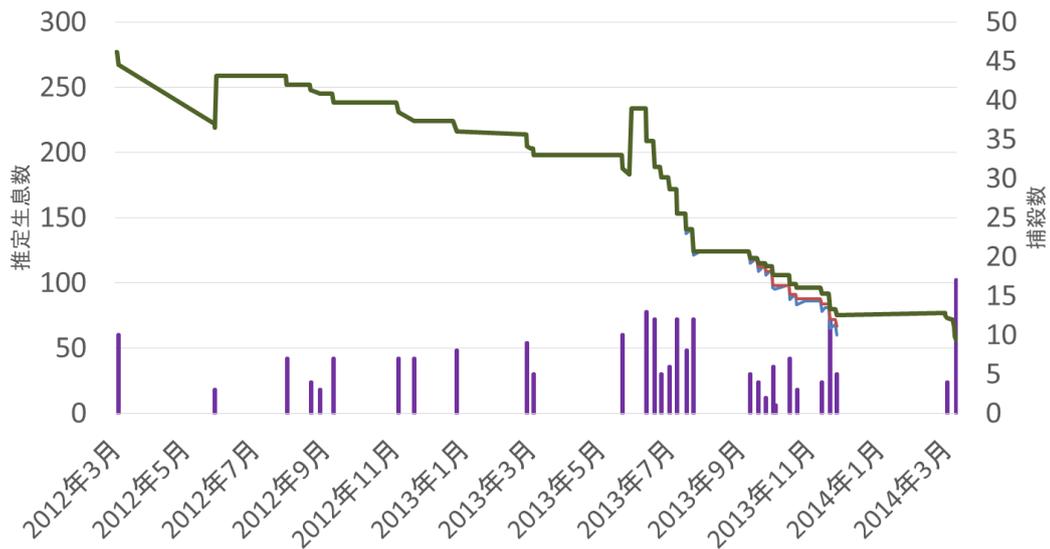
上記以外に実施した方法により25頭を捕殺した。試行錯誤的に実施したため効率の評価が難しく、詳細は割愛する。立木を利用したドロップネット5頭、地形を利用した追込み狙撃等10頭を含む。

2) 捕殺頭数および推定生息数の推移

捕殺作業は2012年3月から2014年3月にかけて計30回110日間行い、218頭を捕殺した。その結果、開始時点（推定生息数277頭）の78.7%にあたる個体数を減らし、終了時点の推定生息数を56頭にすることができた。捕獲個体の内訳はオス84頭、メス134頭であり、61.4%をメスが占めた。捕獲個体のうち9頭は0歳、それ以外は1歳以上であった。毎年3月に実施している追い出しセンサスの結果（サブテーマ3）と、捕殺頭数、自然死亡数、出生数から推定した生息数の推移を図(1)-9に示した。自然死亡数は実際に発見した死体数を用いた。また出生数は、2012年まで実施していた生体捕獲および捕殺個体から得られた妊娠率（60.7%、東谷未発表データ）を6月1日の推定メス数に乗じて算出した。6月1日以降に捕殺された妊娠メスについては、生まれるはずだった新生子も死亡したとして算出した。また泌乳個体については、次の3つの仮設を設定し、それぞれで個体数を推定した。

- ① 全泌乳個体の新生子が死亡
- ② 次の交尾期が始まる10月15日までに捕殺された泌乳個体の新生子が死亡
- ③ 授乳への依存度が高い7月31日までに捕殺された泌乳個体の新生子が死亡

その結果、③の推定値と2014年3月の追い出しセンサスの観察値がほぼ同じ値を示し、7月31日までに母ジカが死亡した新生子は死亡する可能性が高いことが明らかになった。この時期は地域によって異なる可能性もあるが、妊娠個体だけではなく、出産後の泌乳個体の捕獲も個体数調整には有効であると考えられた。



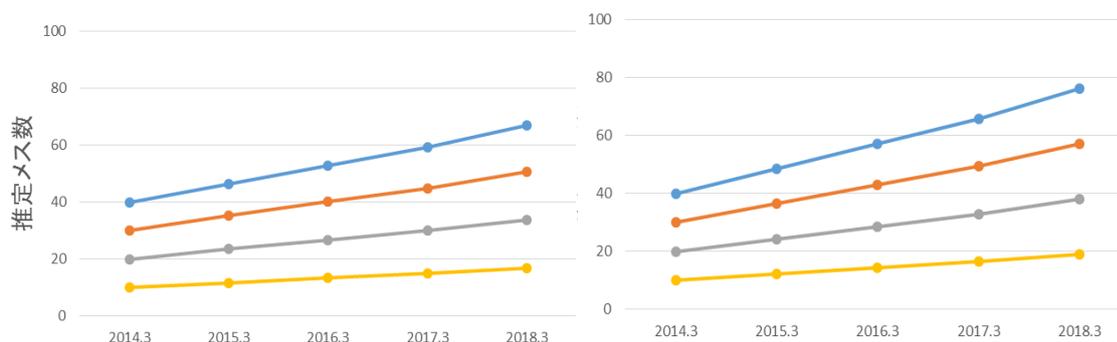
図(1)-9 推定生息数（折れ線グラフ）と捕殺数（棒グラフ）の推移
推定生息数は3つの仮定に基づく推移を示した

(2) 低密度実現および維持のための提言

1) 生息数シミュレーションと必要捕獲数

2014年3月に達成できた密度 (11.2km²) を維持するためには、毎年増加する分の個体数を捕獲する必要がある。2014年3月の追い出しセンサスの観察内訳から、捕殺終了時点でオスが最低限16頭生存していると推定された。そのため、56頭と推定されている生息数のうち、多ければ40頭のメスがいることになる。そこで、メス数を40頭から10頭とした場合 (=初期値) の、メス数の推移をシミュレーションした (図(1)-10)。その際、新生子の初期死亡率は、膣挿入型電波発信器を用いた新生子追跡により明らかになった、同地域における初期死亡率 (53.8%⁹⁾) を用いた。また、初産齢 (2歳)、新生子性比 (1:1) についても捕殺個体の分析データを用いた⁹⁾。妊娠率は今後栄養状態の回復により変化することが予想されるため、60%–100%の場合の推移もシミュレーションした。また2014年3月時点で生存しているメスはすべて繁殖可能な2歳以上と仮定した。

その結果、初期値40頭の場合、5年間でメス数は67頭 (妊娠率60%) から86頭 (妊娠率100%) に増加した。高質個体群ではほぼ100%の妊娠率となることがわかっており、中島においても妊娠率が100%になった場合は5年間でメス数が倍になる可能性が示唆された。実際、2014年3月に捕殺した2歳以上のメスでは高い妊娠率が確認されている。この結果に基づき、密度を維持するために必要な捕獲数を推定すると、例えば初期値40頭の場合には、オスメス込みで12頭 (妊娠率60%) から22頭 (妊娠率100%) を毎年捕殺する必要があると試算された。



図(2)-10 2014年3月以降のメス数の推移シミュレーション。初期値を10頭から40頭に設定し、初期死亡率53.8%、初産齢2歳、新生子性比1:1、妊娠率は60% (左) と80% (右) と仮定

2) 低密度化および低密度維持における捕獲手法の選択

高密度下では、同じ手法を繰り返しても捕獲効率が低下しにくく、どの捕獲法を用いてもある程度の頭数を捕獲することが可能であることが示唆された。ただし、低密度になるほど捕獲は難しくなり、同一手法の繰り返しにより捕獲効率やシカとの遭遇率が低下した。高密度下では様々な個体が存在しているが、低密度になるに従い特定の手法に対するリスクを学習した、警戒心の強いシカが残っている状況が作り出されている可能性があった。そのため、低密度を実現するためには、状況に応じて複数の手法から選択する必要があることが明らかになった。低密度を維持するためにも同様の注意が必要になると考えられる。

また、捕獲作業に従事した日数110日間の作業内容は、狙撃実施、わな稼働と一部撤去、捕獲個

体処理などを含むが、この他の現場作業だけでも、わなの設置場所の絞り込みや設計・設置、発砲可能範囲の検討などのための下見、誘引のための給餌、誘引状況把握のためのカメラの設置、メンテナンスなどのべ50日以上を要している。さらに、小さな島とはいえ島の内陸部から湖岸まで、50～80kgある捕獲個体を搬出するには、それも屈強な体力を有する者でも1頭あたり2～3人・時間を要した。

これらの状況から、具体的な手法の提案としては、下記の通りである。

- ・ シカが高密度に生息する状況においてはどの手法でも捕獲は比較的容易であるが、多数頭捕獲するためには、銃器使用が可能な環境下では、銃を用いた捕殺手法（忍び猟的狙撃、移動狙撃等）によりある程度のまとまった頭数の捕獲が可能である。また、囲いわなの設置に適した森林があり、かつ多数のシカの誘引が可能な場所では、大型囲いわなと銃器を組み合わせた捕獲手法が適している。この方法は、発砲範囲を事前に設定することが可能なため、銃器の使用が制限されるような地域でも実施できる可能性がある。
- ・ シカが低密度になるにしたがい、手法の選択の幅は狭くなる。捕獲の間隔を一定期間ずつ空けることで、銃器により少数頭ずつ継続して捕獲することができると期待される。また、夜間に捕獲可能なくくりわなやドロップネットが有効になると考えられる。低密度下では、頻繁に捕獲手法の評価を行い、状況を把握しながら適宜手法を変更させる必要がある。つまり、低密度を実現するためには、特定の万能な捕獲手法は存在せず、各地域に応じて状況を判断し、対応しなくてはならない。

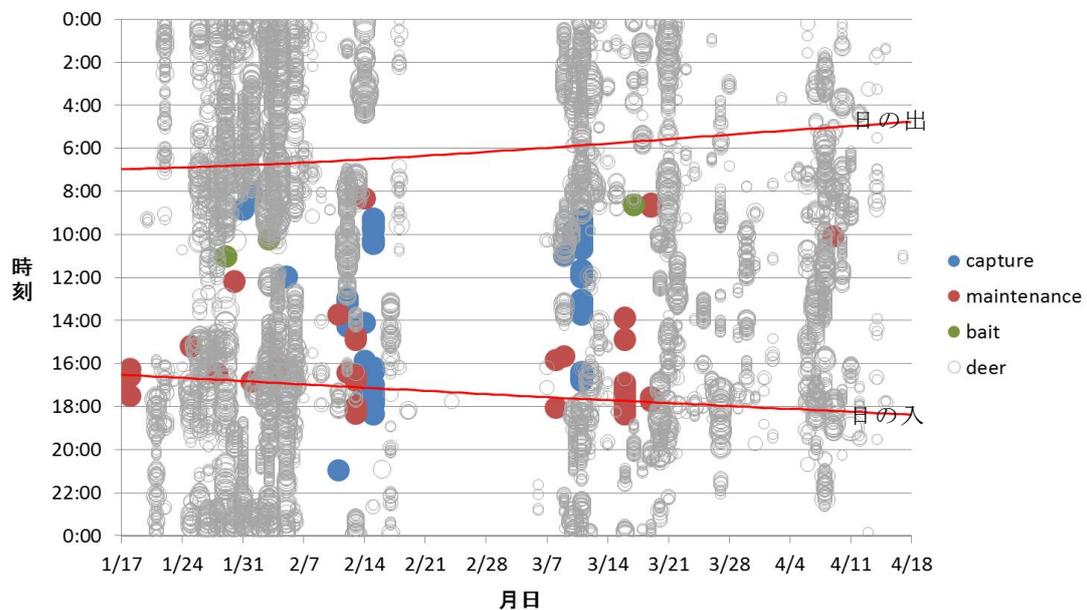
今回の結果から、各捕獲手法における捕獲効率を比較する際は、対象とする個体数密度を明確にする必要があることが明らかになった。また、今回の個体数調整は課題間をまたいで6名のコアメンバーが中心となり、ほぼすべての捕獲に参加していた。そのため、これらのメンバーはシカの探索、捕獲、解体、搬出といった一連の作業に十分訓練されている「捕獲専門家」としての知識と技術を兼ね備えた人材であると言える。低密度実現は片手間ではできず、今回のように専門的な知識と技術を持つ人間が全力で集中的に捕獲に関わらないと捕獲目標の達成は難しい。さらに、どの程度専門性がある人間が関わるかで、捕獲効率は変化すると考えられることから、捕獲に関わる情報は可能な限り発信し、全体的に手法を評価する必要があると考えられた。

(3) 支笏湖地域における捕獲の試行

支笏湖周辺域において捕獲を実施するうえでの制約に応じて、採用した対策の概要を表(1)-3に、実際に行った捕獲方法を以下に示す。

1) 観光施設至近における捕獲の試行

丸駒では前年以前のシカ分布について定量的な情報はなく、わなの設置場所を絞り込んでから自動撮影カメラによるモニタリングを開始し、誘引状況を把握しながらわなを稼働させた。わな設置後からシカは撮影され、給餌後は日中にも頻繁に撮影されたことから(図(1)-11)、機会が得られそうな間は日中に稼働することとした。



図(1)-11 丸駒林道の捕獲地点におけるシカの誘引状況

灰色の○の位置がシカの撮影された時刻、○の大きさが同時に撮影された頭数(1~12)

2月下旬から3月上旬はカメラの不調と操作ミスにより撮影が途絶えた

表(1)-3 支笏湖周辺域のエゾシカ密度操作のための捕獲にかかる制約条件とその対策

【地元における問題意識】	
<ul style="list-style-type: none"> ・頻繁なシカの道路横断による交通事故誘発リスク。 ・シカが急傾斜地積雪上を移動することによる雪崩誘発リスク(事例あり⁸⁾)。 ・草本類の根の掘り起しによる土壌流出、落石の誘発リスク。 ・樹皮剥ぎによる樹木の枯損、小径木やササ消失など、植生の衰退、更新の阻害。 	
【捕獲の目的と目標】	
<ul style="list-style-type: none"> ・仮の目的(案)として、上記問題点を緩和するため、冬期の過度の集中を緩和し、交通事故や落石・雪崩のリスクを軽減するとともに、植生の維持を通して景観および生物多様性を保全する。 ・本課題においては、今後の密度管理に向けて実施可能な捕獲を試行し、問題点を探ることとする。 	
【本プロジェクトで判明したシカの生態】	
<ul style="list-style-type: none"> ・積雪期に支笏湖北岸ポロピナイから南東岸モラップにかけての南～西向き斜面に集中、1～2月にピーク(サブテーマ1) ・春から秋には、支笏湖東側(水明)から千歳市街付近(紋別)にかけて、南東側(丸山)から苫小牧市街付近(高丘～糸井)にかけて広く分布、烏柵舞付近で相対的に高密度(サブテーマ1、3)。 ・同地域における秋のスポットライトカウント発見率は、2007-08年と比べて3倍程度増加、生息密度上昇を示唆(サブテーマ1)。 ・千歳川以北の北岸越冬個体の一部について、夏も越冬地付近にとどまる定住型と、遠くは札幌市街地まで移動する季節移動型(サブテーマ5)。 ・上述の問題点は越冬斜面で顕著(サブテーマ1、5)。 	
	→ 問題を緩和するためには問題が発生する時期と場所に対応する必要から、越冬群を捕獲対象とする。得られた知見から札幌都市部出没対策としても有効。
	→ 千歳川以南の南東岸で越冬する個体は北東岸個体と移動様式が異なる可能性もあるため、南東岸個体の生態調査も必要であり、南東岸では選別捕獲を試行する。
【立地に起因する制約】	
<ul style="list-style-type: none"> ・越冬斜面、とりわけ北東岸(支笏湖温泉～ポロピナイ)の国道(453号)沿道は、急傾斜地が多く地質が脆弱であり、安全にわなを設置、捕獲できる場所もアクセスもほとんどない。 	
	→ 北岸では道道730号丸駒線沿道数地点に箱わなまたはドロップネット、南東岸ではモラップ山南側に囲いわな、ドロップネット、箱わなの設置候補地あり。
	→ 北東岸では道路を封鎖しての移動狙撃の可能性(サブテーマ2)。
【人の活動など社会的制約】	
<ul style="list-style-type: none"> ・温泉入浴施設に観光客、対象域湖畔全域に釣人が、通年で入り込みあり。 ・冬期閉鎖ながらポロピナイ(休憩所)とモラップ(キャンプ場)に集客施設あり。 ・これら施設周囲でまれに歩くスキーやスノーシューの散策跡あり。 	
	→ くくりわなは回避、装薬銃は南東岸の囲いわな止めさしで利用可能性あり。
【考慮すべき他の生物】	
<ul style="list-style-type: none"> ・ヒグマの生息域である。 	
	→ ヒグマの冬眠期間中に越冬群を捕獲対象とするのは合理的。
【採用した捕獲と結果】	
<ul style="list-style-type: none"> ・北岸では、丸駒温泉付近の閉鎖林道で森林用ドロップネット⁷⁾を採用。 	
	→ 捕獲行為自体による観光や地元経済への負担を強いることなく、効率よい捕獲を実施できた。今後の実証、発展応用の余地があるものと考えられた。
<ul style="list-style-type: none"> ・南東岸では、モラップ山南側人工林内で囲いわなで生体捕獲を並行。 	
	→ 原因不明ながら前年同時期と分布が異なりシカがほとんどいなかった。越冬斜面定点カウント期間中最大値の41%に相当する7頭を捕獲したが、いずれも子ジカであったため殺処分とした。
<ul style="list-style-type: none"> ・北東岸では、国道453号沿道の移動狙撃。 	
	→ サブテーマ2参照
8) 竹内・山田(2005) ; 7) 高橋ら(2013)	

表(1)-4 2013年1～3月に北海道支笏湖畔の丸駒温泉付近において森林用ドロップネットを用いて実施した捕獲の作業工程別労力と成績。

作業行程	労力 (人・時間)	回数	総労力 (人・時間)
【地元合意形成】(2013年4月～)			
自然保護官1回、関係者会議説明2回、施設挨拶1回 (研究代表者、事務連絡窓口1名、現場担当者2名)	8	4	32
国有林1回 (研究代表者、事務連絡窓口1名)	2	1	2
【予備調査】(2013年4月～)			
候補地下見、設置点絞り込み	6	2	12
利用状況モニタリング	1	5	5
【わな設置】			
給餌 2012/12/19～2013/3/17 89日間のうち	2	9	18
設置 2013/1/17			16
撤去 一部2013/3/21、最終2013/4/9			4
【わな稼働】			
稼働 12日間で58.5時間			
待機 (搬出・計測・採材のため各回概ね4-5人)			250
捕獲後の再設置 最短1人・時間	不定	6	9
改良調整と再設置 (不完全作動対策)	不定	15	53
【捕獲成績】			
機会 17回42頭 (成♀14、1才♀1、1才♂3、0才24)			
作動 9回24頭			
確保 16頭 (成♀5、1才♀1、1才♂1、0才9)			
作動後逃走 6回8頭			
不完全作動 8回18頭			
同時最大捕獲数 3頭 (5頭以上は見送り)			
【捕獲個体の取扱】			
不動化・標識・放逐 (放逐後に死亡、回収)	1.5	1	1.5
止めさしと網はずし	0.5	15	7.5
計測と採材	1	16	16
解体	1	16	16
搬出 (焼却場の受付時間に合わせて)	3-4	9	30
合計			472
【上記のうち削減可能な労力】			
改良調整と再設置 (不完全作動対策)	不定	15	53
不完全作動により無駄になった待機時間			71
強風のため捕獲機会を得る見込みが薄かった待機時間			42
小計			166
合計から差し引き			306
現地までの往復移動時間、各作業の事前の準備作業の労力を含まない			

丸駒林道で森林用ドロップネットを用いて実施した捕獲の現地作業工程と工程別労力、捕獲成績を表(1)-4に示す。稼動時間12日間のべ58.5時間に、17回のべ42頭の捕獲機会（網下に4頭以内）が得られ、9回の作動で16頭を捕獲、うち6回で8頭が逃走、8回は不完全作動により機会を逸した。これらに要した現地作業労力は472人・時間にのぼり、捕獲個体1頭あたりにかかった労力は29.5時間となった。労力には資機材の調達や調整、積み込み、人員の移動時間は含まないことから、実際に必要なすべての作業には、さらに大きな労力を要している。ただし、わなは寒冷積雪地で初めて使用したタイプであり、調整不足等による不完全作動解消のために要した改良調整と再設置の労力、不完全作動により結果として無駄になった待機時間は、今後は削減可能な労力と見込める。また、ネットが大きく揺れるような風（ビューフォート風力階級5「葉のある灌木がゆれはじめる。池や沼の水面に波頭がたつ。」程度）があると捕獲機会が得られなかったことから、風が強いときには待機を中止するなどして労力を軽減することも可能と考えられる。これらの労力166人・時間を軽減できていた場合には、306人・時間（1頭あたり19人・時間）となった。逆に、誘引状況は良好で捕獲機会が比較的高頻度で得られたことから、高密度越冬群を対象とした捕獲を実施する場合には、少なくともこの程度の労力は要するものと考えられる。

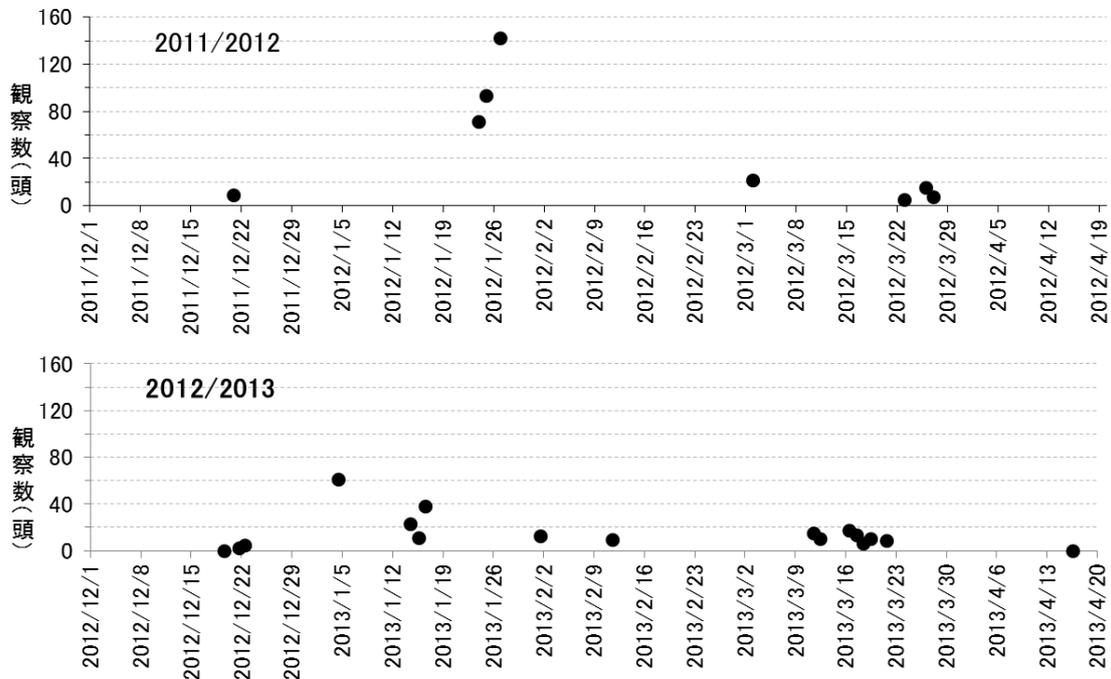
観光施設至近の閉鎖林道においてドロップネットを用いた捕獲では、来訪者からの苦情や問い合わせなどもなく静穏に実施でき、今後の実証、発展応用の余地があるものと考えられた。今回は温泉旅館の駐車場の一角を無償で使わせていただいたが、来訪者が増える週末に重なる捕獲作業を回避すれば、国道の一時閉鎖に伴うような捕獲行為自体によって派生する地域の社会的・経済的負担もなく、敷居の低い捕獲手法となることが期待される。

2) 生体捕獲を並行した試行

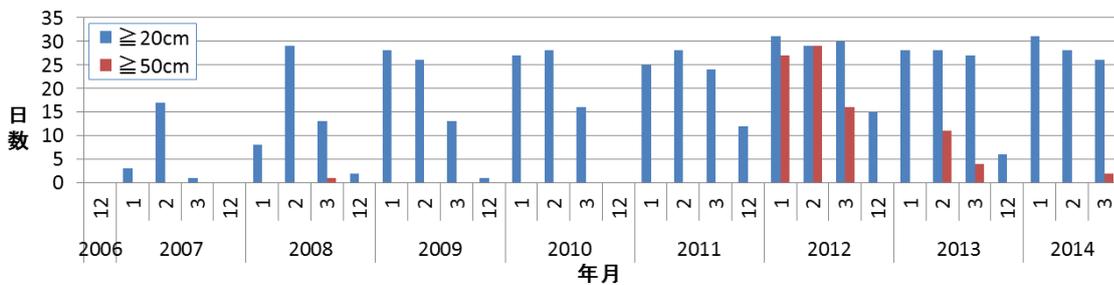
モラップ南麓の囲いわなを用いた捕獲では、3日間稼働で7頭が捕獲された。期待されたほどの捕獲数には至らなかった。

モラップ山南西斜面のシカ分布状況の指標として、同斜面中心部付近から南南西約1000m地点のモラップ山キャンプ場入口付近において、定点カウントを行った。2011年12月から2012年3月にかけての積雪期には1月下旬に最大142頭が数えられ（図(1)-12上）、わなを設置できそうなモラップ山南麓の人工林内まで約500m、20頭程度の誘引が可能と判断した。捕獲を試行する2012/2013には、1月上旬に61頭が数えられたものの、囲いわなを設置した1月中旬以降には最大で17頭であった（図(1)-12下）。このような低い観察数をもたらした要因として、囲いわなの設置とその後の存在、維持・給餌作業や、定量的な記録はないものの2012/2013に頻繁に見られた湖岸の釣り人の入り込みなどが、シカの分布に影響した可能性を否定できない。しかし、観察斜面の高標高域の分布まで継続的に変えてしまうほどの強度の攪乱要因になったとは考えにくい。一方、気象庁気象観測積雪データの閲覧可能な最寄地点（東方約23km、千歳アメダス）のデータによると、2006/2007以降、12月1日から3月31日までの日最深積雪深が50cmを越えた日数は、2012/2013に72日、2013/2014に15日、他の5期は0～2日であり（図(1)-13）、2012/2013には例年よりも積雪が深い日が持続していた。積雪は局所的に大きな変異があるものの、支笏湖畔で越冬する集団の分布域でも同様の傾向があったならば、2012/2013には例年以上に越冬集団の分布が集中していた可能性とともに、短期的な情報から想定した期待捕獲数や捕獲手法、場所、時期が結果としては最適ではなかったことも指摘される。したがって、予測をたてるうえで参考にする情報は、単年・短期間より複数年・長期

間に基づくことが望ましいのは当然であるが、次の対象期間の積雪やそれに応じたシカの分布を事前に正確に予測するのは困難であることから、想定を幅広くしておき、対応可能なオプションを複数用意しておくことが望ましい。



図(1)-12 モラップ山南西斜面のシカ定点観察数の推移 視界不良により観察数ゼロの日を除く



図(1)-13 気象庁アメダス（千歳市）による最深積雪深各階級の日数

同庁過去の気象データ検索 (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>) より作図

以上から、効果的な捕獲を達成するためには、地域によらずモニタリングによる状況把握に努めながら、臨機応変に対応できる捕獲手法のオプションを複数用意しておくこと、そして十分に訓練された者が専従できるような体制が必要であることが示された。本成果の一般化・汎用化は、個別技術の応用よりも、地域の実情を踏まえて細やかに対応していくべきとの考え方に本質がある。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

計画期間中に目標生息密度をほぼ達成した事例を構築し、達成には複数の方法を組み合わせる必要があること、また精度の高い生息数モニタリングを並行することで達成率を示した。

明確にされにくい狙撃の技術レベルに関わる評価の具体例について、指標となりうる狙撃成功率や、1発で倒れた割合を示した。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

地元の洞爺湖町農業振興課には捕殺個体の搬出で協力をいただいた一方、モニタリングを並行しながら複数の捕獲手法を組み合わせる本課題の成果を還元し、同課によるエゾシカ農業被害対策のための捕獲に取り入れられている（北海道新聞、2014年4月18日朝刊、「シカ駆除 先進手法で」）。

<行政が活用することが見込まれる成果>

個別の捕獲技術のどれが優れているのかではなく、それぞれの長短所を理解し、現場の状況に応じて組み合わせるべきとの考え方、また、そのためには生息状況のモニタリングが重要であることが示され、今後の行政のシカ管理に活かされることが予想される。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 松浦友紀子、高橋裕史、荒木奈津子、伊吾田宏正、池田敬、東谷宗光、村井拓成、吉田剛司：森林防疫, 62, 6, 29-34 (2013)
「森林囲いわなと銃器を組み合わせた捕獲手法の有効性」

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 高橋裕史、松浦友紀子、村井拓成、池田敬、東谷宗光、日野貴文、吉田剛司：第29回霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 口頭発表 (2013)
「支笏湖畔の人気温泉旅館でシカを捕獲する」
- 2) 松浦友紀子、高橋裕史、伊吾田宏正、池田敬、東谷宗光、梶光一、日野貴文、吉田剛司：第29回霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 ポスター発表 (2013)

「シカ個体数調整のための捕獲手法の評価」

- 3) 東谷宗光、松浦友紀子、伊吾田宏正、高橋裕史、池田敬、吉田剛司、梶光一：第29回日本
 霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 ポスター発表 (2013)

「餌資源制限下において、子ジカは母親の影響をどれだけ受けるのか？」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 朝日新聞（平成26年4月8日、朝刊、32頁、「『エゾシカ減らせ』作戦成功 洞爺湖中島」）

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) 梶光一、小泉透、大泰司紀之、坪田敏男、鈴木正嗣：哺乳類科学, 30, 2, 183-190 (1991)
 「ニホンジカの大量捕獲方法の検討」
- 2) 高橋裕史、梶光一、吉田光男、釣賀一二三、車田利夫、鈴木正嗣、大沼学：哺乳類科学, 42,
 1, 45-51 (2002)
 「シカ捕獲ワナ アルパインキャプチャーの改良」
- 3) 高橋裕史、梶光一、田中純平、浅野玄、大沼学、上野真由美、平川浩文、赤松里香：哺乳
 類科学, 44, 1, 1-15 (2004)
 「囲いワナを用いたニホンジカの大量捕獲」
- 4) 竹田謙一、檀上理沙：森林防疫, 62, 6, 23-28 (2013)
 「視覚音声等の刺激を用いた給餌場へのシカ誘引誘導技術の開発」
- 5) M. UENO, C. NISHIMURA, H. TAKAHASHI, K. KAJI and T. SAITOH: Acta Theriologica, 52, 2,
 119-128 (2007)
 “Fecal nitrogen as an index of dietary nitrogen in two sika deer *Cervus nippon* populations”
- 6) 松浦友紀子、高橋裕史、荒木奈津子、伊吾田宏正、池田敬、東谷宗光、村井拓成、吉田剛
 司：森林防疫, 62, 6, 29-34 (2013)
 「森林用囲いわなと銃器を組み合わせた捕獲手法の有効性」
- 7) 高橋裕史、芝原淳、野崎愛、井上巖夫、境米蔵、西村義一、小泉透：森林防疫, 62, 6, 35-42
 (2013)
 「森林用ドロップネットを用いたニホンジカの捕獲」

- 8) 竹内政夫、山田知充：北海道の雪氷, 24, 46-49 (2005)
「鹿が起こしたか？支笏湖畔の雪崩」
- 9) 東谷宗光：酪農学園大学修士論文, pp92 (2014)
「餌資源制限下におけるエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の出産に関わる繁殖特性」

(2) シャープシューティングを円滑に実施するための体制整備に関する検討（体制整備）

岐阜大学

教授

鈴木正嗣

准教授

角田裕志

平成23～25年度累計予算額：6,543千円（うち、平成25年度予算額：1,663千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

本研究では、支笏湖畔の国道453号沿いの斜面にて「流し猟式シャープシューティングによるシカの捕獲」を試行した。地域住民や関係諸機関との合意形成のもと、高効率かつ安全で、人道性や他の野生生物に配慮した捕獲を達成するため、実施に先立ち「使用する銃や非中毒性装弾の性能の数値化」、「実施する場所や時期・方法等の検討」、「地元自治体ならびに関係行政機関との情報交換と調整」を行い、その経緯や結果を記録した。

支笏湖畔は「幹線道路沿いに位置した地域住民や観光客が頻繁に利用・通行する場所」であり、先行事例のある富士山国有林や知床国立公園とは、社会的背景が根本的に異なる。そのため本研究の成果により、同様な条件にある他の国立公園等で流し猟式シャープシューティングを計画する際の実践的な先行事例を創出することができた。リストアップされている「情報交換と調整が必要な関係諸機関」やそれら機関から得られたアドバイス等も、他地域における極めて有用な参照情報となる。

また、シカの警戒心が低い状態で捕獲を行うことの有利性も明示され、警戒心を高めずに捕獲を続けるための体制的諸条件についても考察することができた。これらの条件は「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」の改正案で言及された「認定鳥獣捕獲等事業者制度」に関わる認定条件としても流用が可能と考えられた。

[キーワード]

合意形成、シャープシューティング、人道性、鉛中毒、認定鳥獣捕獲等事業者

1. はじめに

シャープシューティングについては手法論的な説明と体制論的な説明とが混在し、ともすれば誘引狙撃法（給餌等により誘引した個体を狙撃する手法）と混同される状況が続いていた。本研究においても当初、シャープシューティングを手法論的に説明してきたが、各地での適用事例や成果、実践経験を踏まえ、「一定レベル以上の技能を備えた専門的・職能的捕獲技術者の従事を前提とする、銃器を用いた捕獲体制の総称。給餌などにより動物を特定の場所に誘引し、原則として中枢を狙撃する誘引狙撃法は、シャープシューティングに適した方法の一つとされる。高い捕獲効率の継続やスマートディアの出現予防等を実現させるための科学的な配慮が必須とされる。」¹⁾と整理し、あくまでも体制論的呼称として整理・明確化するに至った。

一方、富士山国有林や知床国立公園で行われている「流し猟式シャープシューティング」のことを「シャープシューティング」と呼ぶような混同も見受けられる。流し猟式シャープシューティングとは、道路上を車両で移動しながら全滅可能な小群に対して捕獲を行う、シャープシューティングの一形態であると定義することができるだろう。この手法は、元々道路沿線にシカが集合しやすい場所などの、道路沿線への餌付け誘引が容易である場所において効率的なものであり、本研究対象地もこの手法の適地であると考えられる。

なお、道路上を車両で移動しながら捕獲する手法（必ずしもシャープシューティングにこだわらない）を「モバイルカリング」と呼ぶことがある。流し猟式シャープシューティングはモバイルカリングの一形態でもあると定義できるが、用語としては区別して使用すべきであろう。

米国の国立公園や離島、都市近郊域等では、シャープシューティングとしての体制的条件を整え、個体数削減事業を効果的に展開している²⁾。国内においても、既に富士山国有林や知床国立公園で行われた事業により、その効率性が確認されている^{3, 4)}。しかし、体制整備のプロセスや手法の選択等は当該地域の社会的・生物学的な実情を踏まえつつ行わなければならない。支笏湖畔は、富士山国有林や知床国立公園とは異なり、「幹線道路沿いに位置し地域住民や観光客が頻繁に利用・通行する場所」であり、この条件は屋久島など他の国立公園等の条件と共通する部分が多い。したがって、支笏湖畔での流し猟式シャープシューティングによる試験捕獲の実施は、他地域での導入を検討する際の参照事例として、極めて汎用性と有用性に富むと考えられる。

2. 研究開発目的

本研究にて試験捕獲を行う目的は、支笏湖畔における効率的な個体群管理の実践例を示すだけでなく、「地域住民や観光客が頻繁に利用・通行する地域」における流し猟式シャープシューティングの参照事例を全国に提示することである。そこで、捕獲に至るまでのさまざまなプロセス（生物学的な情報収集や銃器等の性能検査、地域住民や関係諸機関との情報共有と合意形成など）を解析・記録し、それを通じて、人による利用頻度が高い他の国立公園等での高効率捕獲に必要な体制や連絡調整手順を具体化することとした。また、2014年度に可決される見込みの「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」の改正（改正後は「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」となる見込みである）を念頭に、捕獲の担い手に求められる諸条件の明確化も目指した。

3. 研究開発方法

(1) シャープシューティングに使用する銃の性能の数値化

米国イリノイ州ウィル郡では、シャープシューティングの従事者として認定されるには、一定以上の射撃技能と性能の高いライフル銃を有していることが条件となる⁵⁾。日本でも、富士山国有林で行われた流し猟式シャープシューティングにおいて、「射撃技能と適切なライフル銃との組み合わせ」が高効率捕獲を達成する上での勝因と認識された事例も存在する³⁾。そこで、シャープシューティングに耐え得る「ライフル銃と装弾」の要件の明示を目的に、既にシャープシューティングで使用され成果を上げている銃と装弾について、その命中精度や弾道性能を数値化した。さらに、複数の種類の装弾を当該銃から発射し、相性の有無と程度を検討した。使用した銃は、Leupold社のVXIII Long Range Scope (6.5-20 x 40mm) のスコープを装着した、米国レミントン社製の「モデル700バーミント (26インチ銃身)」である。米国でのシャープシューティングでは、一般に口径. 223 Remingtonが使用されるが、本実験では性能が近似している口径6mmBRを選択した。その理由は、日本の法律では口径. 223 Remingtonは狩猟での利用が禁止されていることから、弾頭や薬莖の入手が困難であったためである。実験は、釧路総合射撃場においてベンチレスト射撃として実施した。なお、使用した弾頭はすべて鉛を含まない非中毒性（非鉛製弾頭の総称であり英語ではnon-toxicと表記される）の製品とした。

(2) シャープシューティングを行う場所と時期の検討

試験捕獲を行う場所と時期は、サブテーマ5（酪農大）により得られた「シカの出没状況や移動状況、集中場所やそれらの経時的変化」に関わる情報ならびに地元自治体や地域住民の要望にもとづき「国道453号線沿いの斜面にて2月の下旬」と定めた。また、その適否を検証するために、同国道沿い斜面を対象に、捕獲シミュレーションを兼ねた個体数カウントを実施した。シミュレーションにおいては、出没個体数のみならず、狙撃が可能と判断される個体数、それらの個体までの距離を記録した。

(3) 地元自治体ならびに関係行政機関との合意形成

試験捕獲の実施に先立ち、関係行政機関（警察や道路管理者など）や他の諸機関、地域住民（観光関連組織を含む）との協議を重ね、情報の交換と共有に努めた。国道453号は札幌と苫小牧を結ぶ主要な幹線道路の一つであり、極めて交通量が多いためである。関係行政機関等の選択にあたっては、一般社団法人北海道開発技術センターならびに先行事例を経験している環境省釧路自然環境事務所や公益財団法人知床財団等からのアドバイスを受けた。

(4) 試験捕獲の実施と成果等の活用

試験捕獲は2月下旬の2日間（時間帯は6:30～8:00の早朝）に実施し、合計12頭を捕獲することができた。その手順の整理と成果に基づき「道路封鎖型の流し猟式シャープシューティングの有効性」を確認するとともに、その際の体制や方法を支笏地域ならびに他の国立公園等における「個体数調整のモデル案」として提示した。なお、実施にあたっては、銃器の取り扱いや通行止めなど安全管理には最大限配慮し、他地域で適用する際の安全管理基準となるよう留意した。

4. 結果及び考察

(1) シャープシューティングに使用する銃の性能の数値化

表(2)-1に使用した3種類の装弾の詳細を示す。前述のとおり、これらはいずれも鉛を含まない非中毒性の弾頭を装着したものである。100mの距離における集弾性能（同一標的に5発を撃ち込み弾痕の中心点間の最大値として測定）は、TSX装弾で平均19.6mm、Varmint Grenade装弾で平均10.6mmと算出された（図(2)-1）。TSX装弾とVarmint Grenade装弾の集弾性能には、有意差（ $P \leq 0.05$ ）が認められた。また、E-Tip装弾の集弾性能はシカの脳の大きさを超える271mmに達し、使用した銃との組み合わせではシャープシューティングには不適切なことも確認された。シャープシューティングでは、シカの脳の大きさや屋外射撃での不安定性を考慮し、ベンチレスト射撃では100mでも直径20mm以内に集弾可能な銃の使用が望ましいと考えられる。上記の結果により、シャープシューティングに使用するにあたっては、銃の性能のみならず、当該銃における装弾との相性にも配慮が必要なことが確認された。なお、今回の集弾性能の結果は、あくまでも使用した銃との相性の問題であり、弾頭本来が有する精度を反映したものではないことを付記しておく。

表(2)-1 実験に使用した3種類の装弾

使用した弾頭の銘柄	弾頭重量 (grain)	火薬の銘柄	火薬量 (grain)
Barnes社TSX	85	Hodgdon社VAEGET	30
Barnes社Varmint Grenade	62	Hodgdon社VAEGET	31
Nosler社E-Tip	90	Hodgdon社VAEGET	29



図(2)-1 Varmint Grenade装弾により100mの距離で14.5mmの集弾性能が確認された標的（撃ち込み数は5発）

さらに、最も集弾性能に優れていたVarmint Grenade装弾については、射程距離を変えて弾道学的解析を行った。その結果、100mの距離でほぼ狙点どおりの高さを通じた弾頭は、150mの距離で約3.7cm、200mの距離で約13.3cm下がった地点に着弾していた（表(2)-2）。このデータは、市販の弾道ソフトウェア（Sierra社Infinity Ballistic Software Version 6）で描いた弾道表（表(2)-3）ならびに弾道曲線（図(2)-2）と近似していた（ソフトウェアの結果は理論値であり、射撃時点の気象条件等により実測値とは必ずしも一致しない）。その結果、銃口部分の弾頭速度は秒速873.6m、中間弾道（放物線を描く弾道の最高地点）は80m前後と想定された。この中間弾道の数値（80m）は、米国でシャープシューティング法を確立させたDr. DeNicola（White Buffalo、Inc.代表理事）のアドバイスと合致しており、今回のVarmint Grenade装弾はシャープシューティングに適することが証明された。また、40mから120mの範囲での弾頭通過地点は、狙点の上下1cm以内に収まっていた。これは、40mから120mまでの距離であれば狙点を修正することなくシカの脳に命中させられることを示している。また、20mや140mでも弾道の低下は2cm台におさまり、わずかな修正で脳への着弾が可能なが確認された。

脳への着弾は動物の意識を瞬時に喪失させ⁶⁾、非中毒性弾頭の使用は猛禽類に対する鉛中毒のリスクを排除できる。したがって本実験で採用した装弾の使用は、シャープシューティングとしての高効率捕獲の達成に貢献するのみならず、「人道性」や「他の野生生物への配慮」との並立も可能とすることが確かめられた。

表(2)-2 Barnes社Varmint Grenade装弾における弾道の実測値（平均値）

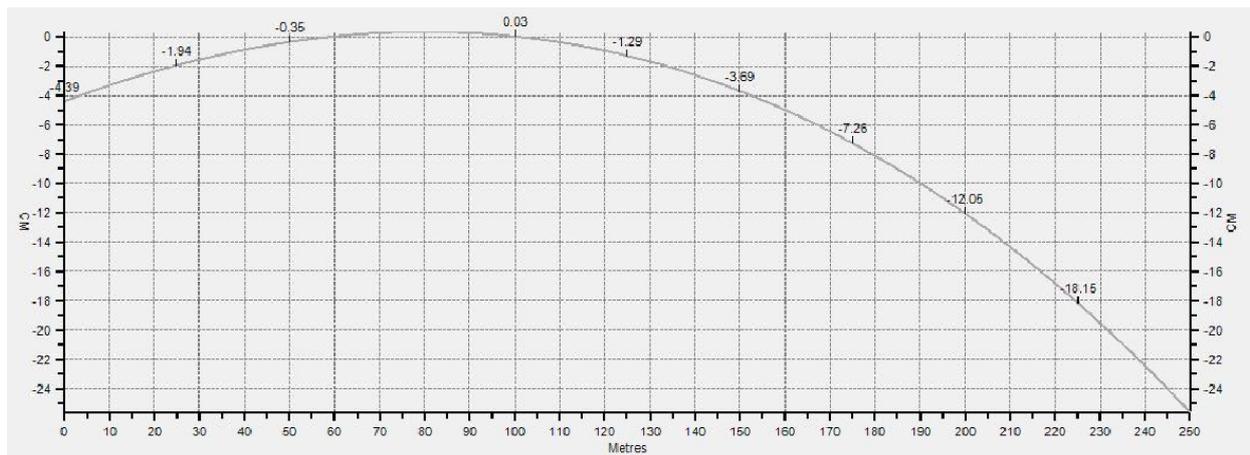
射程距離	100m	150m	200m
狙点からの距離 ※	+0.01cm	-3.68cm	-13.31cm

※ 狙点より上の場合は「+」、狙点より下の場合は「-」と付記した。

表(2)-3 Barnes社Varmint Grenade装弾で得られた弾道表

射程距離(m)	弾頭速度(m/秒)	狙点からの距離 ※(cm)
0	873.6	-4.39
20	847.1	-2.36
40	828.1	-0.88
60	809.4	+0.03
80	791.0	+0.35
100	772.8	+0.03
120	754.8	-0.94
140	737.1	-2.60
160	719.6	-4.98
180	702.3	-8.12
200	685.3	-12.05

※ 狙点より上の場合は「+」、狙点より下の場合は「-」と付記した。



図(2)-2 Varmint Grenade装弾のデータをもとに、弾道ソフトウェア（Sierra社Infinity Ballistic Software Version 6）で描いた弾道表（弾頭通過地点は80m付近で最高位となり、この地点が中間弾道となることが示されている）

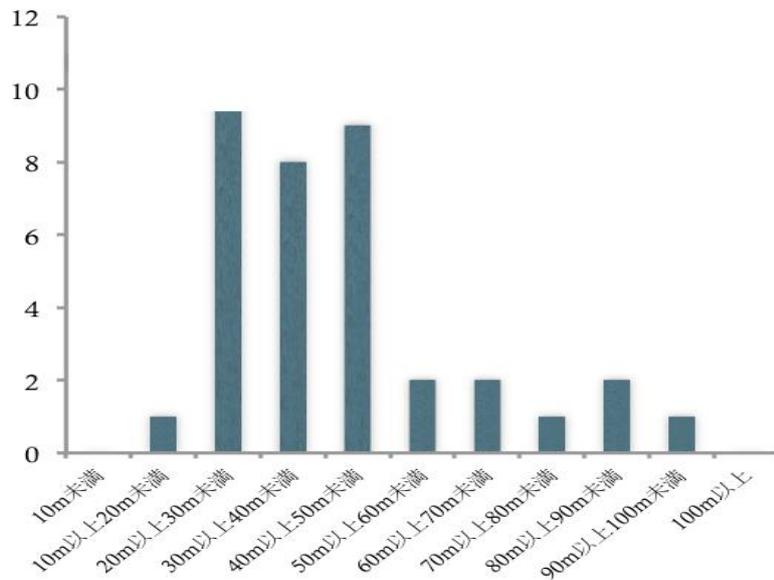
（2）シャープシューティングを行う場所と時期の検討

国道453号沿いの斜面においては、サブテーマ5（酪農大）によって明らかとなった出現状況や季節移動様式、地形等の条件から、斜面に出現しているシカを狙撃する方式が最も効率的と考えられた。そして、狙撃方法については下記の3種が想定された。

- 国道を通行止めにし、車両からの狙撃による方法
- 国道は通行止めせず、覆道の上から狙撃する方法
- 船舶を用い、湖上から狙撃する方法

しかし、国土交通省等への聞き取りの際、「そもそも覆道は雪崩多発地点に設置されており、そこで待機することは極めて危険である」との指摘を受けた。また、捕獲に適した国道の区間は約7.3kmにおよぶが「覆道が設置されている区間」は1.5kmの範囲にとどまり、この部分のみでは全体の20.5%以下しか捕獲圧をかけられないことも判明した。湖上からの狙撃については、冬期は悪天候が多く船舶も出港を控えていることも地元への聞き取りにより明らかとなった。そのため、本研究による試験捕獲では、「国道を通行止めにし、車両からの狙撃による方法」を採用することとした。道路を通行止めにする方法は知床国立公園等での前例も存在し、必ずしも不可能な案件ではないと判断されたためである。

捕獲シミュレーションを兼ねた個体数カウントは、実際の捕獲時期に相当する平成24年2月28日に実施した。このときに100m以内の距離で確認できた総確認頭数は60頭に達したが、24頭については落石防止柵の裏にいる等の理由により狙撃不可能と判断された。したがって、狙撃可能な頭数は36頭（総確認頭数の60%）であった。また、36頭の狙撃可能個体のうち、その75%は20m以上50m未満の距離にあった（図(2)-3）。これにより、（1）で明らかにしたVarmint Grenade装弾の使用により、わずかの狙点調整のみで、全個体の脳への狙撃が可能であることを示された。



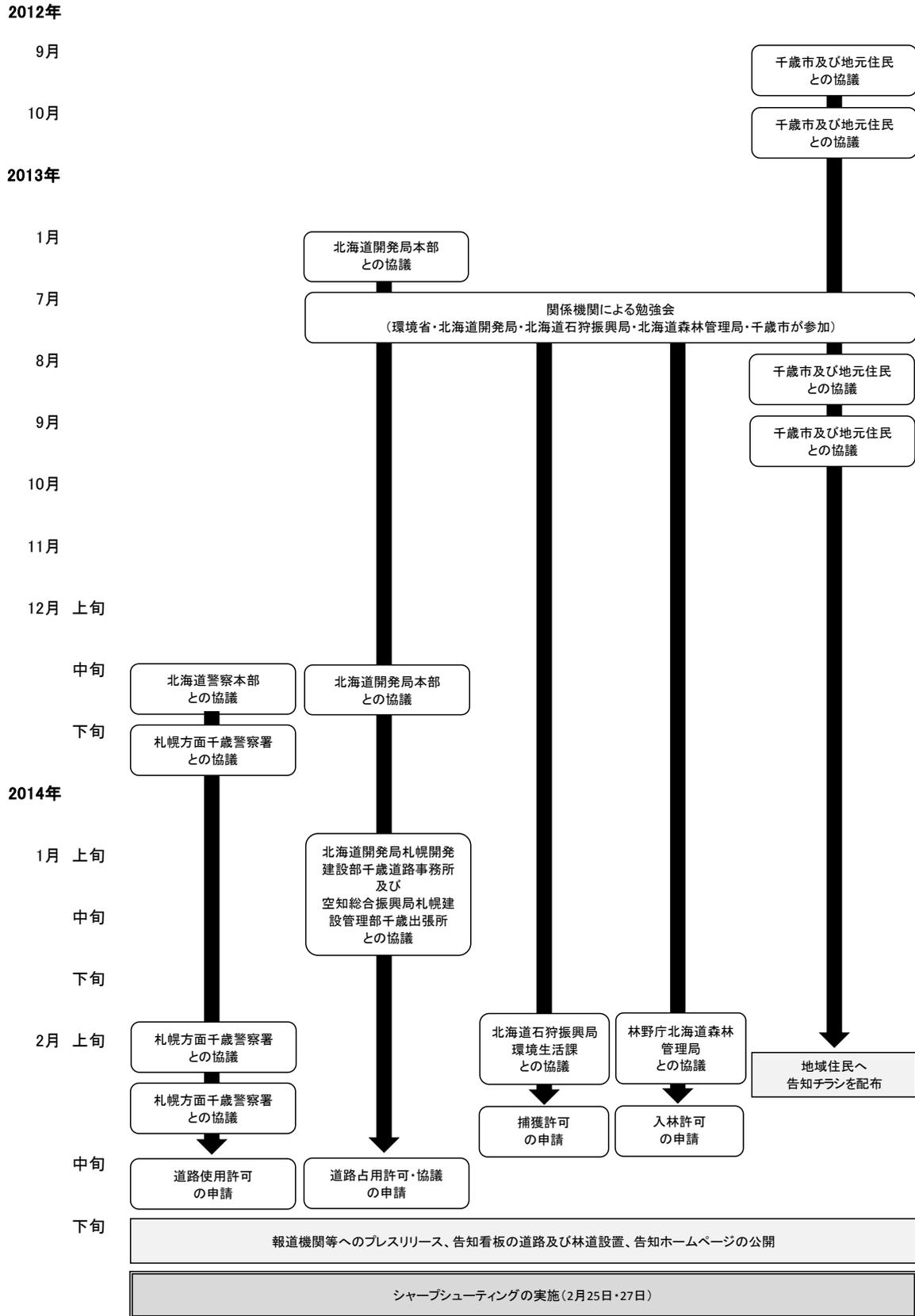
図(2)-3 狙撃可能と判断された36頭までの距離を示すヒストグラム

(3) 地元自治体ならびに関係行政機関との合意形成

実施にあたっては、関係行政機関（警察や道路管理者など）や地域住民との総計33回（ただし、細かな電話連絡などは除く）におよぶ協議を重ねて住民合意を得つつ関連法律との整合性をもたせた（表(2)-4、図(2)-4、図(2)-5）。これらの協議により、住民の意識ならびに公道における流し猟式シャープシューティングの実施に関わる法的問題と必要なプロセスを確認することができた。

表(2)-4 支笏湖畔での流し猟式シャープシューティングに関して協議を行った関係組織一覧と協議回数

組織名	内容	協議回数
北海道警察 本部	実施に向けた協議	1
北海道警察札幌方面千歳警察署 交通第一課/生活安全課	実施に向けた協議、道路使用許可の申請	3
北海道警察釧路方面本部	知床先行事例のヒアリング	1
北海道開発局 本部	実施に向けた協議	2
北海道開発局 札幌開発建設部 千歳道路事務所	実施に向けた協議、道路占用協議(国道)の申請	1
空知総合振興局 札幌建設管理部 千歳出張所	実施に向けた協議、道路占用協議(道道)の申請	1
釧路総合振興局 釧路建設管理部 中標津出張所	知床先行事例のヒアリング	1
石狩振興局 保健環境部 環境生活課	鳥獣捕獲許可の申請	1
千歳市 農業振興課/観光振興課	実施内容の説明、地元住民協議のセッティング	2
千歳市 消防署警備課	実施内容の説明、緊急車両対応の確認	1
千歳市 危機管理課	実施内容の説明、登山者対応の確認	1
北海道森林管理局	入林許可の申請	1
支笏湖自治振興会	合意形成、実施内容の説明、	4
周辺地元住民	合意形成、実施内容の説明	1
環境省 北海道環境地方事務所	実施内容の説明	3
環境省 支笏湖自然保護官事務所	実施内容の説明	3
環境省 釧路自然環境事務所	知床先行事例のヒアリング	1
環境省 支笏湖ビジターセンター	実施内容の説明、マスコミ対応の確認	1
支笏湖北側斜面、国道453号沿いでのシカ捕獲に関する勉強会 (北海道開発局・森林管理局・千歳市・環境省・石狩振興局)	実施に向けた協議	1
千歳山岳会	実施内容の説明、登山者対応の確認	1
雪崩専門家	雪崩対策のヒアリング	1
公益財団法人 知床財団	知床先行事例のヒアリング	1
総計		33



図(2)-4 支笏湖畔での流し猟式シャープシューティングに関する協議のスケジュール



図(2)-5 千歳市および支笏湖自治振興会との協議風景

公道での銃器を使用した捕獲は規制されているが、警察からは法律上は鳥獣保護法の許可にもとづき公道での捕獲が認められることを確認した。ただし、実施にあたっては安全性の確保の観点から警察の権限による通行止め措置が必要とのことであった。また、捕獲の際に道路を利用するために、鳥獣保護法に基づく捕獲許可のほかに道路使用許可の申請（窓口での手渡しが必要となる）が求められた。さらに、国道の通行止めは社会的に大きな影響を与えることから、実施を広く周知するための告知看板や電光掲示板（図(2)-6）を道路に設置するため、道路使用許可とは別に道路管理者へ道路占用許可が必要となった。

千歳市の協力のもと実現した地元との協議では、地元から捕獲に対して強い要望が得られ実施計画に対する具体的な要望も寄せられた。例えば、支笏で毎年1月中旬から2月中旬に開催されている氷濤まつり以降の期間（2月下旬～）で、早朝の日の出とともに1時間半程度（旅館のチェックアウトに重ならない時間）の実施であれば、最も観光への影響が低いというアドバイスも受けた。北海道開発局や北海道警察との協議の際には、「地元の合意」に関する確認が強く求められた。これに対しては、上記のとおり事前に地元との協議を済ませていたため、以降の説明の際には図(2)-7のスライドを用意し対応した。

なお、銃器を使用する捕獲であることを踏まえ、警察からは安全管理等の観点から以下を徹底するよう指導があった。

- 射撃地点においては、必ずバックストップの存在を確認すること
- 捕獲時以外は銃にカバーを装着し、操作等ができないようにすること
- 装填は発砲の直前に行うこと
- 装弾ならびに空薬莢の管理を徹底すること
- 監視員を配置し、関係者以外の立ち入りを防止すること



図(2)-6 捕獲作業を周知するための告知看板(左)と電光掲示板(右)

すり合わせをすべき社会的課題① 地域住民や地元関係諸機関の意識や利害関係

- ・ エゾシカの増加に対する危機感は極めて強く、捕獲を忌避する意向はない(むしろ「すぐに事業的捕獲を始めて欲しい」とのスピード感を期待)
- ・ 森林管理署からは、許可申請にあたっては「見張りや看板等による安全管理」をしてもらえれば、特段の問題はないとの見解が得られた(捕獲予定地域で伐採事業等が行われる場合は調整したいとのこと)
- ・ 国道沿いでの捕獲案についても、特段の反論や問題提起はなかった
- ・ ただし、血液や死体が目につくことは厳に避けるべきとの指摘があった
- ・ 地元猟友会も、国道沿い斜面での「巻き狩り」による捕獲を行ったことがあるが、30頭ほどの成果に留まった(それ以外の場所での捕獲も行われているが、従来型の方法では限界があることも明らかになった)
- ・ 氷瀑まつり開催中の実施は避けねばならず、市民や観光客に向けた広報が必要との指摘があった(シカを見て喜ぶ観光客もいるため、エゾシカによるリスクを伝えるチラシ等を作成)

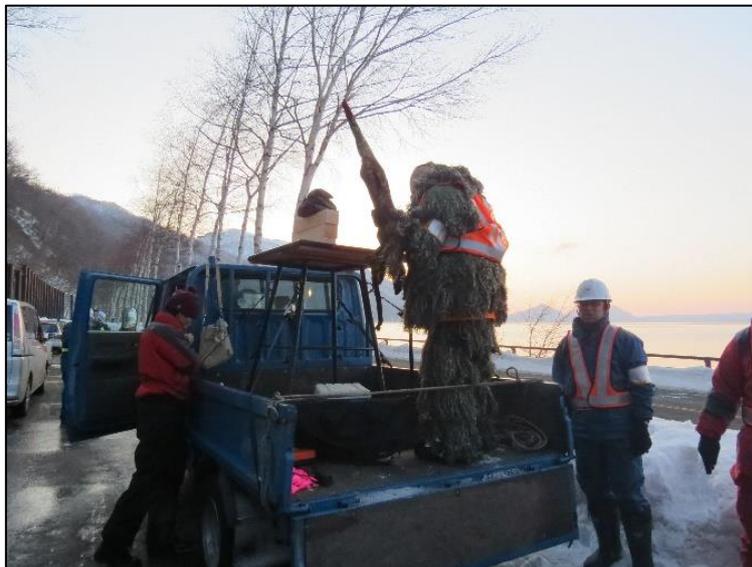
図(2)-7 「地元の合意」が得られていることを強調するために用意したスライド

(4) 試験捕獲の実施と成果等の活用

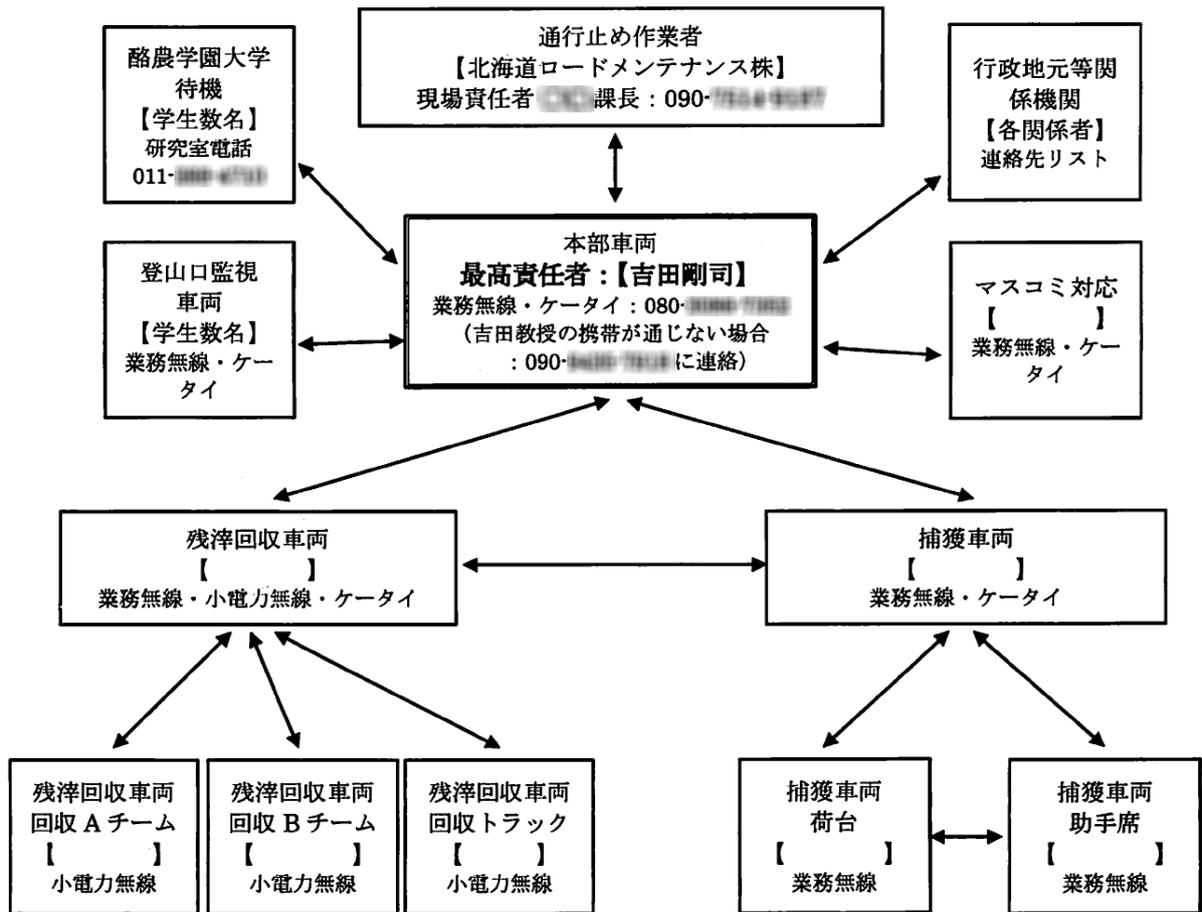
支笏湖北側斜面国道453号の一部区間を通行止めとし(図(2)-8)、流し猟式シャープシューティングを実際に実施してシカの捕獲を試みた。射手は捕獲車両(トラック)の荷台に乗り(図(2)-9)、狙撃の際には荷台に設置した射撃台に銃を委託し発砲した。捕獲実施期間は、地元の要望にもとづき2014年2月25日と27日の2日間(時間帯は6:30～8:00の早朝)とした。なお、安全管理を徹底し、統制のとれた捕獲作業を実現するため、図(2)-10に示す指揮系統図を作成し情報伝達のルートと責任の所在とを明確化した。とくに射手においては、トラックに同乗する「捕獲車両責任者」の指示に従うことを徹底した。



図(2)-8 通行止め地点に立つ2名の監視員



図(2)-9 トラック荷台上の射手と射撃台



図(2)-10 研究代表者（吉田剛司教授）を最高責任者として作成した指揮系統・連絡体制図
 （【 】内にはそれぞれの「持ち場」の責任者の氏名が入る）

また、安全確保と捕獲効率向上を目的に、下記の内容で「射撃可能範囲」、「狙撃の対象としない個体」、「狙撃の優先順位」の3点を定めた。

- 射撃可能範囲
 - 雪崩の危険のある谷や沢の部分では撃たない（捕獲個体の回収に危険がともなうため）
 - 跳弾や落石の危険のある岩場では撃たない
 - 道路と平行する可能性のある車両の前方や後方に向けては発砲しない
 - 稜線の近くにいる個体は撃たない
 - 捕獲個体回収車のいる方向ならびにその方向の斜面に向けては発砲しない
- 狙撃の対象としない個体
 - 枝などが密生している場所にいる個体
 - 走っているなどにより撃ちにくいと判断される個体
- 狙撃の優先順位
 - 斜面下方の個体から撃つ（上方のシカを先に撃つと、倒れた個体が滑落し下方の個体を驚かせ逃走を誘発するため）
 - 他の個体や捕獲車両の方向を見ている個体から撃つ
 - 親あるいは優位の個体から撃つ
 - オスが複数いる場合には、若い個体から撃つ

実施した流し猟式シャープシューティング試験により、2日間で計12頭を捕獲した。とくに射撃範囲の拡大と残滓搬出過程の迅速化に改善を加えた2日目は、約10分で1頭のシカを捕獲することができ、高い捕獲効率を上げることができた。また、12頭のうち8頭は1発のみの発砲で脳への命中で即倒させることができ、前述の「高効率捕獲」、「人道性の確保」、「他の野生生物への配慮」の3要件すべての達成が可能であることが実証された。なお、試験捕獲により判明したシカの反応は下記のとおりであった。

- 知床国立公園等の先行事例にしたがい、発砲の対象とするのは3頭以下の小群と決めていた。しかし、3頭以下に見えても見落としが少なからずあり、発砲音により多数のシカが立ち上がる例が多かった。
- ただし、立ち上がったシカが即座に走って逃走するような場面は観察されず、2頭目以降の狙撃は困難ではなかった。また、近くにいた他の群れも同様な反応であった。
- 狙撃個体から数十 m 離れていた群れも、特段の警戒を示すことはなかった。ただし、標高の高い場所を支笏湖温泉の方向に向かいゆっくりと移動する群が、複数確認された。これが発砲によるものなのか、早朝の時間帯に普通に見られる行動なのかは検証の必要がある。
- 捕獲と回収の終了後も、通常通りのシカの出現が観察された。

上記の4項目は「シカの警戒心が低い状態での捕獲」の有利性を明確に示している。逆に言えば、高効率捕獲を達成・維持するためには、「警戒心の低い状態を保つ」よう配慮し、下記の体制やプロセスに関わる事項を採用しつつ作業を行う必要がある。これにより、1回当たりの捕獲数は限られていても、繰り返し行うことで高効率捕獲の維持が可能になると考えられた。ただし、これらの妥当性については追加試験等により検証の必要性があることは言うまでもない。

- 地域住民や関係諸機関の意向や関連する法制度、シカの行動や反応、生息環境の状況等を含む生物学的・社会的な知識と現場感覚、調整能力を有する「コーディネーター」を置く必要性が示された。
- この「コーディネーター」は、地域や関連諸機関等との連絡調整を行うのみならず、とくに銃器を使用するにあたっての安全管理の徹底に対応する必要がある。
- 射手は、使用する銃器や装弾の性能を熟知しているのみならず、上記のコーディネーターの指示に従って行動し、指揮系統が明確化された統制のとれた捕獲を実施することが不可欠である。
- 多数のシカが密集している地点での発砲は原則として避けるべきだが、「数頭が分散している群」では撃ちやすい1~2個体を撃つこととし、必ずしも群の全頭捕獲は目指さなくても問題がない可能性がある。
- ただし、そのような場合は、捕獲車両は発砲地点に長く留まることはせず、命中を確認した後は速やかに移動する。
- 数十m離れて「数頭が分散している群」を発見した場合は、同様の撃ち方を繰り返す。
- 連日行うことは避ける（空けるべき日数は今後の検討課題となる）。
- 捕獲実施後は、警戒心昂進の兆候を検知するためのモニタリングを行う必要がある。
- もし、警戒心が高まったことを示唆する兆候が認められた場合は、その時点で捕獲は停止し、状況の推移を見守る。
- 警戒心の更新を防ぐための「柔軟な計画の修正」は不可欠であり、それを可能にする従事体制を確立する必要がある。

上記の10項目を完備・達成のためには、従事する者や団体が「技能者集団」として一定の条件を備えていることが不可欠となる。この必要条件については、本研究の結果ならびに須藤（2012）⁷⁾、DeNicola（2013）⁸⁾、鈴木（2013）⁹⁾に基づいて整理し、鈴木・八代田（2014）¹⁾により次の6項目として整理・公表済みである。この6項目は、「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」の改正案で言及された「認定鳥獣捕獲等事業者制度」に関わる認定条件としても流用可能と考えられる。

- 野生動物の生物学的・管理学的な知識と技術を有し、捕獲のみならず生息環境や捕獲個体等に関わる包括的なモニタリング・解析が可能である。
- 当該地域の野生動物・生態系管理全般に責任を持ち得る能力と熱意とを有している。
- 射手においては、弾道学に関する正確な知識を有するとともに、一定レベル以上の射撃技能を体得し、必要な装備も備えている。

- 捕獲等にもなって生じたシカの行動や誘引状況の変化に応じ、戦略や戦術を臨機応変に修正・転換できる。
- 計画的かつ統制がとれたチームプレーを監督（コーディネート）し遂行できる。
- 人の生命・財産に関わる安全性の確保を最優先した計画立案や判断が可能である。

今回の試験により、とくにシカの警戒心の低い国立公園等においては、短時間の間にまとまった数の捕獲が可能であることが示された。ここで改めてクローズアップされる課題は、捕獲した個体の処理体制（出口管理）の在り方である。

現時点では、全国的に捕獲の従事者が処理をも担う状況が一般的である。しかし、捕獲個体の処理には多大な手間を要するため、主たる目的である個体群管理に割くべき時間と労力が割かれてしまう可能性が懸念される。現に、今回の試験捕獲においては、捕獲体制が整えられていないことを考慮し、1日の最大捕獲数を10頭以内に制限していた。また、この手間への配慮から捕獲努力を手控え、捕獲数のリミッターとして機能してしまう恐れも否めない。したがって、捕獲従事者が捕獲自体に専念できる体制が必要であり、出口管理については「別途ではあるが同時進行」の考え方で体制整備を進めるべきと考えられる。先行的に高効率捕獲を達成している知床国立公園ならびに富士山国有林では、それぞれ「シカ肉を扱う食肉処理施設による回収」や「国有林内での埋設処理」として出口管理を導入し、捕獲作業に関わる者の負担を排除している。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究は、「シャープシューティングによる高効率捕獲」を達成するために必須の4プロセス（シャープシューティングに使用する銃の性能の数値化、シャープシューティングを行う場所と時期の検討、地元自治体ならびに関係行政機関との合意形成、試験捕獲の実施と成果等の活用）を実践的に行った。流し猟式シャープシューティングによる高効率捕獲の例として、知床国立公園や富士山国有林における先行事例があるが、これらは人の利用頻度の低い時期や場所で行われたものである。一方、本研究を行った支笏湖畔は「幹線道路沿いに位置し地域住民や観光客が頻繁に利用・通行する場所」であり、このような条件下での実践ならびに報告としては日本では初めてである。したがって、同様な条件にある他の多くの国立公園等で流し猟式シャープシューティングを計画するにあたっての、再現性と汎用性を備えた絶好の参照事例を提示することができた。

また、欧米においては捕獲に使用する銃器や装弾ならびに弾道等の科学的検索は、野生動物管理学の一分野として確立している。しかし、日本における銃関連の情報や評価には、一般狩猟者の感覚的な判断にもとづき流布しているものが少なくない。鉛中毒の原因となる散弾やライフル弾頭についても同様であり、非科学的な情報や先入観によりこれらの使用は忌避される傾向にある。本研究では、「捕獲の効率性と人道性が可能であること」を科学的に実証したことから、今後の非中毒性弾頭の普及の一助になると考えられる。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

農林水産省の生産局が監修し、平成26年3月に刊行された「改訂版・野生鳥獣被害防止マニュアル」の62～63ページに、本研究により整理されたシャープシューティングの体制論が紹介された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

2012年3月の広島県三原市主催の「三原市有害鳥獣対策マイスター養成講座・市民向け講演会／狩猟者の役割と野生動物の保護管理～三原市の狩猟者の現状と今後～」、2013年2月の九州森林管理局が主催した九州森林環境シンポジウム「増えすぎたシカによる危機と捕獲・利活用を考える」、2011～2013年10月の兵庫県が実施した「鳥獣害対策マイスター育成スクール」、2013年12月の林野庁平成25年度補助事業「森林環境保全総合対策事業費・森林被害対策事業（野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業）」により開催された講演会、2014年1月の奈良県北部農林振興事務所らが主催した「第18会北和の農を考えるつどい」といった全国各地のイベントで、本研究により整理したシャープシューティングの手法・体制論に関する普及啓発をすでに行っており、今後各地のシカ管理においてシャープシューティングが浸透していくと思われる。

また、「人の入り込みや利用頻度の高い国立公園等で実施する流し猟式シャープシューティング」を想定して作成したマニュアルを広く配布する予定である。このマニュアルには、採用すべき体制、役割分担、必要な人員ならびにその人数や備えておくべきスキル、事前に連絡調整と情報共有を行うべき諸機関などを含めることになる。そのため、他の国立公園等で流し猟式シャープシューティングを行う際には、格好の先行事例として参照されることが予想される。

2014年度に可決される見込みの「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」にて言及されている「認定鳥獣捕獲等事業者制度」の認定基準として、本研究で整理された「（捕獲に）従事する者や団体が備えるべき技能者集団としての条件」が参照される可能性がある。

非中毒性装弾の普及にあたって、その具体的性能（命中精度や弾道）の説明に本研究で数値化された情報が使われる可能性がある。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 鈴木正嗣、八代田千鶴：水利科学, 58, 9-20 (2014)

「シカ捕獲事業における体制論と手法論～シャープシューティングをめぐる考え方の整理～」

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 鈴木正嗣：酪農ジャーナル, 66, 44-45 (2013)

「ワイルドライフマネジメントの視点から野生動物との共存を考える（前編）」

- 2) 鈴木正嗣：酪農ジャーナル, 66, 46-47 (2013)

「ワイルドライフマネジメントの視点から野生動物との共存を考える（後編）」

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 品川千種、亀井利活、宮津直倫、栗林稔、國廣能央、早川大輔、森一生、八代田千鶴、近藤誠司、秦寛、浅野玄、鈴木正嗣：第18回野生生物保護学会宇都宮大会（2012）
「シャープシューティングによるニホンジカの捕獲事例」
- 2) 鈴木正嗣：第29回日本霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会（2013）
「統合的なシカ管理を担う団体のあるべき姿～技術論から体制論へ～」
- 3) 鈴木正嗣：第19回「野生生物と社会」学会篠山大会（2013）
「野生動物の捕獲体制を考える～伝統狩猟と管理捕獲の役割～（コメンテーター）」
- 4) 鈴木正嗣：森林野生動物研究会第46回大会公開シンポジウム（2013）
「これからの狩猟と管理捕獲に求められるブレイクスルー」
- 5) 鈴木正嗣：第29回日本ペストロロジー学会大会シンポジウム（2013）
「わが国における野生鳥獣管理の現状と課題」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 読売新聞（2013年3月25日、全国版、21頁、「被害83億円 被害対策本腰」）
- 2) 読売新聞（2014年2月18日、朝刊、「シカ捕獲へ国道封鎖 支笏湖北部の6キロ」）
- 3) 北海道新聞（2014年2月19日、朝刊、「国道止めエゾシカ捕獲 酪農大など25日、27日に支笏湖畔」）
- 4) 朝日新聞（2014年2月21日、朝刊、「国道使いエゾシカ捕獲 支笏湖畔 斜面でわな設置できず」）
- 5) 千歳民報（2014年2月22日、「支笏でエゾシカの調査捕獲 国道453号を25日、27日通行止め」）
- 6) 千歳民報（2014年2月25日、「エゾシカ学術捕獲 官学連携 支笏湖 個体管理へ」）
- 7) NHK ネットワークニュース北海道（2014年2月25日、支笏流し猟式シャープシューティングについて3分ほど紹介）
- 8) HTB イチオシ（2014年2月25日、支笏流し猟式シャープシューティングについて1分ほど紹介）
- 9) 北海道新聞（2014年2月26日、朝刊 千歳版、「支笏湖畔の国道封鎖しシカ捕獲 食害減へ地元は期待」）

- 10) 北海道新聞（2014年2月26日、朝刊、「シカ捕獲初日は2頭 国道封鎖作業始める」）
- 11) 北海道新聞（2014年2月28日、朝刊 千歳版、「効果的なシカ捕獲実証 最終日は成果10頭」）
- 12) 北海道新聞（2014年2月28日、朝刊、「エゾシカ捕獲 最終日は10頭 支笏湖畔」）
- 13) 毎日新聞（2014年2月28日、朝刊、「酪農学園大など国道から狙撃 効率的捕獲を証明」）
- 14) 千歳民報（2014年2月28日、「手法を工夫、1時間で10頭 対策のモデルケースに」）

（6）その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) 鈴木正嗣、八代田千鶴：水利科学，58，9-20 (2014)
「シカ捕獲事業における体制論と手法論～シャープシューティングをめぐる考え方の整理～」
- 2) A. J. DENICOLA and S. C. WILLIAMS: Human-Wildlife Conflict, 2, 28-33 (2008)
“Sharpshooting suburban white-tailed deer reduces deer-vehicle collisions”
- 3) 大橋正孝：哺乳類科学，53，174-177 (2013)
「革新的なシカ捕獲をめざして（小泉透）：富士山南西麓森林内でのニホンジカの誘引狙撃」
- 4) 山中正実、石名坂豪、増田泰：哺乳類科学，53，174-177 (2013)
「革新的なシカ捕獲をめざして（小泉透）：知床世界自然遺産地域におけるエゾシカ個体群管理のための公道道路を利用したシャープシューティング法の適用について」
- 5) The Forest Preserve District of Will County: (2010)
“2010-2011 sharpshooting deer management program logistical plan
(<http://www.reconnectwithnature.org/FileManager/DeerManagementLogisticalPlan2010.pdf>)”
- 6) American Veterinary Medical Association: (2013)
“AVMA guidelines for the euthanasia of animals: 2013 edition
(<https://www.avma.org/KB/Policies/Documents/euthanasia.pdf>)”
- 7) 須藤明子：野生動物管理のための狩猟学、朝倉書店、98-107 (2013)
「カワウにおける個体群管理のための捕獲」
- 8) A. J. DENICOLA: 野生動物管理のための狩猟学、朝倉書店、88-98 (2013)
「野生動物管理における専門的・職能的個体数調整と狩猟」
- 9) 鈴木正嗣：平成25年野生鳥獣における森林生態系への被害対策技術開発事業・第二回合同会議要旨集、(株)野生動物保護管理事務所・群馬県 (2013)
「手技・手法論から体制論に向けての「意識改革」の必要性」

(3) 島嶼生態系における推定母集団を利用した捕獲効率に関する研究 (捕獲効率)

東京農工大学

教授

梶 光一

准教授

鈴木 馨

平成23～25年度累計予算額：11,279千円（うち、平成25年度予算額：3,590千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

過剰となったシカの効率的な捕獲を実現するためには、生息数に即した捕獲方法の選択が重要である。そこで、本研究では確度の高い生息数が把握可能な調査地において捕獲手法選択のシナリオを検討することによって、効率的な捕獲手法の実用化を図ることを目的とした。2011年度は調査地でのシカの生息密度と過去の捕獲効率を関連付けて、効果的な捕獲手法およびシカの誘引餌について検証した。その結果、捕獲手法は高密度の場合には捕獲効率が高い囲い罠を、低密度の場合には錯誤捕獲の可能性やシカへの動物福祉に配慮し、シャープシューティングを選択することが効率的であると考えられた。また、誘引餌はビートパルプの誘引効果が高かった。しかし、ビートパルプはクマ等を誘引する可能性があることから、自生の植物による誘引が好ましいと考えられる。2012年度は捕獲実験により捕獲効率を算出したところ、冬に実施した過去の捕獲効率よりも明らかに低かった。この原因は各季節での異なる餌資源量と罠への高い警戒心が挙げられる。2013年度は生息数未知の地域において、スポットライトカウント法とカメラトラップ法を利用して、生息数（生息数指標）を算出し、最適な捕獲手法・捕獲時期・時間帯を評価した。スポットライトカウント法は広域スケールを対象とし、重点的に捕獲する必要のある高密度地域を選定すること、カメラトラップ法は、シカの生息密度の季節変動や活動時間帯を明らかにすることに対し効果的であった。以上から、シカの密度区分や捕獲時期、誘引餌、活動時間帯により選択される捕獲手法は異なり、それぞれに応じた捕獲手法を選択することで効率的にシカを捕獲することが可能であることが明らかになった。

[キーワード]

捕獲手法、捕獲効率、生息密度、活動パターン

1. はじめに

近年、全国各地でシカの生息数増加や分布拡大により、シカによる生態系被害やシカと人間との軋轢の増加が問題となっている。特に国立公園では、シカと人間の軋轢の増加や過度の採食圧による希少植物の減少・地域絶滅と森林生態系の攪乱などの問題が生じている。このため、国立公園などの自然保護区においてシカの大量捕獲が必要であるが、生物多様性の保全と利用が目的の国立公園内においてシカを捕獲する際には、希少生物や絶滅危惧種を含む他の生物種や森林生態系への影響を考慮すると同時に、観光客等の利用者に配慮した上で、より効率的な捕獲技術を開発する必要がある。また、効率的に捕獲を実施する上で、生息数に応じた捕獲手法を確立することは重要な検討課題である。そのため、本研究では確度の高い生息数が把握可能な洞爺湖中島（以下、中島）において、捕獲シナリオの検討を行い、その手法を支笏地域に適用することで実用化に向けた検討を行った。

2. 研究開発目的

(1) 目標生息数へ誘導するためのシナリオの検討

シカを効率的に間引くためには、生息密度や生息状況に応じた適切な捕獲手法を検討する必要がある。そのため、シカの生体捕獲や間引きが継続的に実施されてきた中島における長期データを利用し、異なる捕獲手法による捕獲効率を比較した。また、効果的な捕獲に必須である誘引餌の誘引効果を検討するために、季節ごとに餌の種類によるシカの誘引効果を検証した。さらに、各捕獲手法と誘引餌が他の生物種や生態系に与える影響についても検討を行った上で、最適な捕獲手法をシカの密度と関連付けて検討した。

(2) 捕獲実験による捕獲効率の算出と支笏地域への応用の検討

(1)で検討した捕獲手法から、中島で囲い罠とシャープシューティングによる捕獲を実施して、捕獲効率を算出し、目標頭数達成のための捕獲シナリオを作成した。中島で作成したシナリオを支笏地域へ適用するために支笏地域で囲い罠による捕獲を実施して、他地域への応用の検討を行った。

(3) 支笏地域での捕獲実験と他の国立公園への応用

支笏地域においてスポットライトカウント法とカメラトラップ法を利用し、シカの密度推定を実施した。また、自動撮影カメラの撮影時間からシカの活動パターンを算出した。以上の結果から、捕獲効率を高めるための最適な場所や時期、時間帯を考察し、他の国立公園への適用を検討した。

3. 研究開発方法

(1) 目標生息数へ誘導するためのシナリオの検討

比較する捕獲手法は、大型囲い罠（1984年、2001～03年、2004年、2005年）、アルパインキャプチャー（2009～11年）、箱罠（2009～11年）の3種類の捕獲罠と銃捕獲（麻醉銃：2009～11年および、銃捕殺：2004～05年）とした。捕獲効率は1日当たりの捕獲頭数として算出した。

誘引餌はビートパルプ（計5回）と乾燥牧草（計4回）の2種類を使用し、種類別に誘引効果を比較した。誘引餌はアルパインキャプチャーに利用しており、1日当たりの捕獲頭数を比較に利用した。また、誘引効果は季節で異なることが考えられ、捕獲季節ごとでの誘引効果を検証するために、GPS首輪を装着した個体の捕獲後の通常の行動圏を75%Kernel法により算出した。捕獲後1週間以内は捕獲罠への忌避や餌への誘引効果などがシカの行動への影響を与えると考えられるため、2週目から3週目の測位点を利用して行動圏を算出した。行動圏の算出には、2010年11月のメス2頭、2011年5月のオス2頭、2011年10月のメス3頭および、オス1頭の計8頭（メス：5頭、オス3頭）のデータを用いた。

（2）捕獲実験による捕獲効率の算出と支笏地域への応用の検討

中島の捕獲調査の結果から、生息密度が高密度の場合、囲い罠が有効であり、低密度の場合、箱罠や銃捕獲が有効であることが示唆された。そのため、2011年3月時点の推定生息密度が高密度である中島（45.4頭/km²）では、目標生息数へ誘導させる初期の段階に囲い罠（図(3)-1）を利用することを選択し、捕獲計画を立案するために捕獲効率（1日当たりの捕獲頭数）を算出した。

また、中島では、間引き後の目標頭数（密度）（50頭（10頭/km²））を設定しているため、その達成のために、2012年度の推定生息数を基に、囲い罠とシャープシューティングを実施して捕獲効率を求め、捕獲シナリオを作成した。なお、2012年度の4月以降の生息数は、2012年3月の生息数調査結果を基に、その後の自然死亡数、出産率（2012年の秋季の子連れ率から推定）、2012年度の捕獲数を利用して推定した。囲い罠による捕獲実施時のシカの生息密度は84.0頭/km²であった。捕獲数は1回目に46頭、直後に実施した2回目に21頭であった¹⁾。これらのデータを用いて冬季の囲い罠による捕獲効率を推定した。

（3）支笏地域での捕獲実験と他の国立公園への応用

生息数調査未知の地域におけるシカの生息密度推定に適した手法を検討するために、スポットライトカウント法（以下、ライト調査）とカメラトラップ法（以下、カメラ調査）を支笏地域で実施した。ライト調査は2012年と2013年の5月、10月の日没後に計4期間（1ルート3回の繰り返し）実施した。ライト調査は支笏湖周辺に総延長118.2kmの7つのコースで実施した（図(3)-2）。シカを発見した時には、発見時刻と頭数、発見距離などを記録した。また、発見距離はルート上と最初に発見された場所までの距離を計測した。ライト調査による密度推定はDistance ver. 6.0を用いて以下の式（式1）で算出した²⁾。

$$D = n / 2L \times ESW \cdots \text{式1}$$

n は総発見頭数、 L はカウントルートの距離（km）である。 ESW （Effective stripe width : m）は発見頭数とカウントルートからの発見距離の関係を4つの関数に当てはめた。その後、最もAIC値の低い関数モデルで算出された ESW をその場合の値とした。算出された ESW から各林道における推定密度と相対的密度指標（頭数/10km）を計算した。推定密度や相対的密度指標は、道立林業試験場（2004）³⁾や梶ら（2006）⁴⁾の生息密度区分から評価した。

カメラ調査は2012年6月～2013年11月に支笏湖東岸約1,000haで実施した。カメラ調査はライト調

査の結果から中密度と区分された地域で実施した。調査地は32個のメッシュに区切り、各メッシュに1台設置し、計30個の自動撮影カメラを設置した（図(3)-3）。カメラはシカ道やシカの痕跡がある作業道に設置した。本調査は1か月当たりの撮影枚数から撮影率を算出した。また、中島におけるカメラ調査から、標識個体がカメラの前に最大50分滞在していたため、Watts et al. (2008)⁵⁾を参考にし、重複カウントを可能な限り除去するために、本研究では1時間以内に撮影された写真は重複可能個体として解析から除外した。推定密度はRandom Encounter Model（以下、REM）を利用して算出した。REMはガス分子間での衝突率を説明したモデルを適用し、動物とカメラ間での撮影率に応用し、密度を推定する方法である（式2）⁶⁾。

$$D = gy/t \times \pi / vr (2 + \theta) \dots \text{式2}$$

ここで D は動物の密度、 g は1枚の写真当たりのシカの群れサイズ、 y/t は1か月当たりの撮影率、 v はシカの移動速度、 r と θ はカメラの検知半径と検知角度を示している。シカの移動速度は本調査地周辺で捕獲し、GPS首輪を装着した13頭のメスジカから推定した。各月の移動速度は装着個体の平均速度を利用した。各月の群れサイズは各月における1枚当たりの平均群れサイズを利用した。同時に、推定密度と性・齢クラスの関係を調べるために、各月での1日当たりのメスとオス、仔ジカの撮影頻度（1か月の総撮影頭数/1日/1台）を算出した。

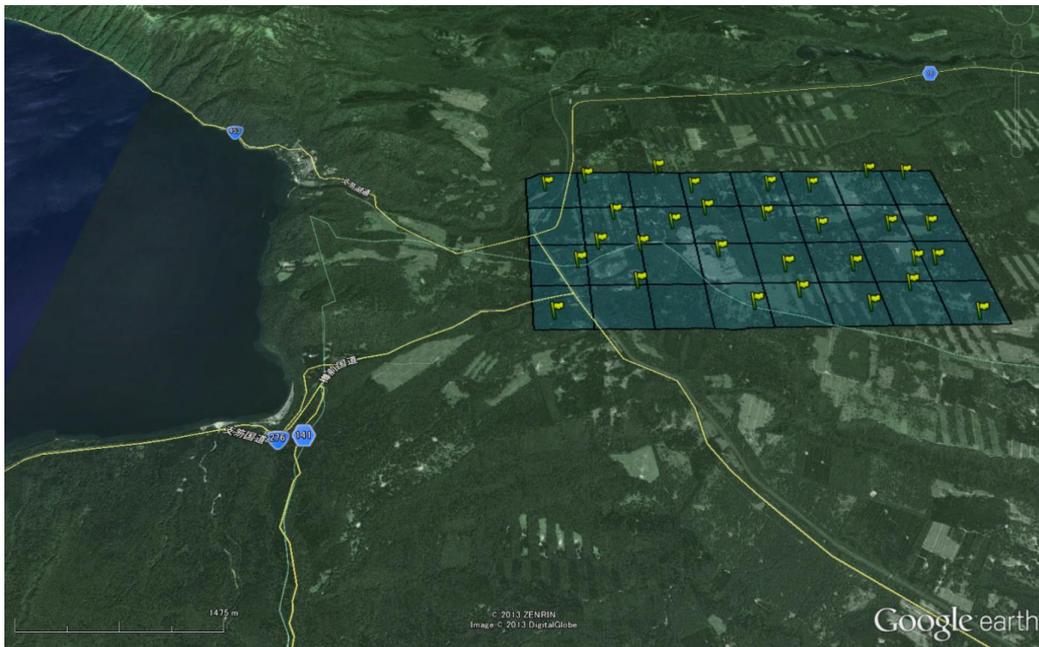
活動パターンは、①日中と夜間の撮影頻度（撮影頭数/1時間/1台）の比較、②各季節における1時間当たりの撮影頻度（撮影頭数/1台）から、日ごとと季節ごとの活動性の評価を行った。日ごとの活動量の評価は、撮影時間と日の出日の入り時間から各撮影を日中（日の出～日の入り）と夜間（日の入り～日の出）に区分し、1か月ごとの撮影頻度を算出した。なお、法律により、日中は銃が使用可能な時間帯、夜間は銃が使用不可能な時間帯に相当する。活動量の季節性の評価は、1時間ごとの総撮影頭数、1日ごとで1時間当たりの撮影頻度から、各季節における1時間当たりの撮影頻度を比較して行った。なお、季節を春4-6月、夏7-9月、秋10-11月と定義した。



図(3)-1 2012年8月、9月に北海道洞爺湖中島で実施した囲い罠の外観写真



図(3)-2 2012年、2013年の5月と10月に支笏湖で実施したスポットライトカウント法のコース（7コース、総延長118.2km）。黄色がスポットライトカウント法のコースを示す



図(3)-3 2012年6月～2013年11月に支笏湖で実施したカメラトラップ法の対象地域（1,000ha）。対象地域は青色の32個のメッシュに区切り、各メッシュの黄色の旗の地点に1台ずつ計30台カメラを設置した。盗難の可能性や、アクセスが不便である点から、2個のメッシュは設置しなかった

4. 結果及び考察

(1) 目標生息数へ誘導するためのシナリオの検討

各捕獲手法における捕獲効率は図(3)-4に示した。囲い罟は最も捕獲効率の高い手法であり、シカの大量捕獲に適した手法であると考えられる。しかし、囲い罟は移動や設置の労力が掛かり、放逐後の死亡率が高く(図(3)-5)、シカへのストレスの高い手法であると考えられる⁷⁾。また、個体を選択的に捕獲することが困難であるため、性や年齢クラスを選択的に捕獲することを目的とする場合は不適な手法である。アルパインキャプチャーは、大きな囲い罟が設置できない場所にも設置可能であるが、捕獲効率は低いため、大量捕獲には適していない。しかし、選択的な捕獲はある程度可能であり、放逐後の死亡率も0%であることから(図(3)-5)、シカへのストレスが低い手法であると考えられる。箱罟は設置・捕獲労力が少なく、大量捕獲の困難な場所での利用ができるといった利点がある。しかし、選択的な捕獲が困難なため、錯誤捕獲の可能性がある。また、放逐後の死亡率が高いことから(図(3)-5)、シカへのストレスが高い手法であると考えられる。銃捕獲は確実に仕留める距離で撃つクリーンキルが可能であるため動物福祉上の問題が起こりにくい。また、餌付けによって群れで訪れた個体を一度に捕獲することが可能であり、選択的な捕獲が可能である。一方で、鳥獣保護法に基づく制限事項が多く、シカの活動が活発とされる夜間での銃の利用は禁止されている。また、捕獲を失敗した場合にスマートディアを出現させてしまうため、それ以降の捕獲が困難になるという欠点が挙げられる。しかし、これらの欠点を解決した場合、シャープシューティングなどの銃捕獲は、低密度地域において最も適した手法となる可能性がある。以上のように、大量捕獲を実施するためには、シカの生息密度に応じて捕獲手法を使い分ける必要がある。つまり、高密度下においては、捕獲効率が最も高い囲い罟を使用し、低密度下では、錯誤捕獲の可能性やシカへの動物福祉に配慮し、銃捕獲によって徐々に捕獲することが効率的であると考えられる。

誘引餌の捕獲効率は、ビートパルプが平均5.0頭/日であるのに対して、乾燥牧草は平均1.4頭/日であり(図(3)-6)、ビートパルプによる捕獲効率が高いことが示された。しかし、ビートパルプは、シカ以外の動物、特に北海道ではヒグマを誘引する恐れがある。行動圏解析の結果は図(3)-7に示した。秋季は捕獲罟設置地点の周辺に分布する個体が誘引された一方で、春季は島の東南部の反対斜面に分布する個体も誘引された。この季節的な違いは、餌資源の違いが考えられる。秋季では、シカの餌資源となる落葉や堅果が豊富に存在するため、誘引効果が低かったと考えられる。一方で、春季は餌が不足しているため、誘引効果が高まり、広範囲のシカを誘引したと考えられる。以上の結果、多くの個体を誘引するためには、餌資源量が制限される冬季や春季が望ましいことが示唆された。しかし、上述のように、乾燥牧草やビートパルプは他の動物に影響を与えるため、国立公園内での使用の是非は慎重に検討すべきである。そのため、自生の植物を用いた誘引餌の利用についても誘引効果を検証する必要がある。

(2) 捕獲実験による捕獲効率の算出と支笏地域への応用の検討

囲い罠による捕獲は2012年8月に2回、9月に1回、12月に1回の計4回実施した。捕獲効率は1日当たり1頭～2.3頭となり、2003年度の捕獲効率（1日当たり27.5～70.5頭）と比較して、著しく低かった。その原因として、餌資源が一番豊富な夏季⁸⁾に実施しており、餌による誘引が困難であった点^{9,10)}、罠への馴化の遅れや短期間での連続使用により、囲い罠への警戒心が高かった点¹¹⁾の2点が挙げられる。

2012年3月のセンサスによる推定生息数（277頭）、その後の自然死亡数（50頭）、推定出産数（40頭）、各月の捕獲頭数（3月：10頭、8月：14頭、9月：7頭、11月：14頭、12月：8頭）に基づくと、2012年12月時点の推定生息頭数は214頭となった（図(3)-8）。その結果、目標頭数（50頭）を達成するためには、164頭を捕獲する必要がある。

2003年度の囲い罠による捕獲効率に基づくと、2013年3月に実施する囲い罠による捕獲では21頭の捕獲が見込まれる。2013年度の自然死亡数を2012年度の半数の25頭と仮定すると、2013年5月の段階で生息は168頭となり、残り118頭捕獲する必要がある。一方で、捕獲努力量は、囲い罠では15人/回に対して、シャープシューティングでは7-8人/回と約半分の労力で実施可能である。したがって、シカが高密度な状況で囲い罠による捕獲を実施し、低密度下でシャープシューティングによる捕獲を実施することが望ましい。囲い罠の実施時期は、2012年度の捕獲結果や先行研究の報告を考慮すると、餌資源の少ない5-6月が適している。

中島では目標頭数に誘導するために、囲い罠を用いて2013年5-6月に60頭を捕獲することを想定していたため、シャープシューティングでは残りの58頭のシカを捕獲する必要がある。2012年度のシャープシューティングによる捕獲効率である7頭/回（3泊4日）を考慮すると月に2回、合計15頭のシカを捕獲することが見込まれ、7月、9月、11月に計6回（2回/月）の試行で45頭の捕獲を目指すこととした。さらに、シャープシューティングを実施しない期間にはドロップネットによる捕獲（5頭/月）を想定して、9月と11月に実施して、合計10頭捕獲することとした。以上の捕獲が成功裏に終了した場合には、中島の生息数は2013年11月に53頭に到達する（図(3)-9）。その後は、銃を用いて毎年10頭程度ずつ捕獲していくことによって、ほぼ50頭を維持することが可能である。

以上の結果に基づき、シカの生息数が増加している支笏湖において囲い罠の実用化の検討を行った。支笏湖での捕獲罠の実用化にあたっては、1) 高密度越冬地の抽出、2) 国立公園であることを考慮し、捕獲作業に伴う環境改変・攪乱の最小化、3) 作業員・通行者などの安全性の確保の3項目を考慮した。以上の3点を踏まえて、捕獲地点は越冬個体の集中地点に近く、国立公園内で、幹線国道や遊歩道に近い場所に設定し（図(3)-10）、越冬個体を対象に移動可能でかつコストを軽減した囲い罠（立木の利用、周囲長60-70m程度）を設置した。また、餌により誘引を実施し、麻醉銃による保定を行った（図(3)-11）。冬季に捕獲を実施する利点として、シカが越冬地に集結し、かつ餌に誘引されやすい点、誘引餌に餌付く可能性のあるヒグマが冬眠している点、植生への影響や交通事故が多い点、観光客が少ない点などが挙げられる。

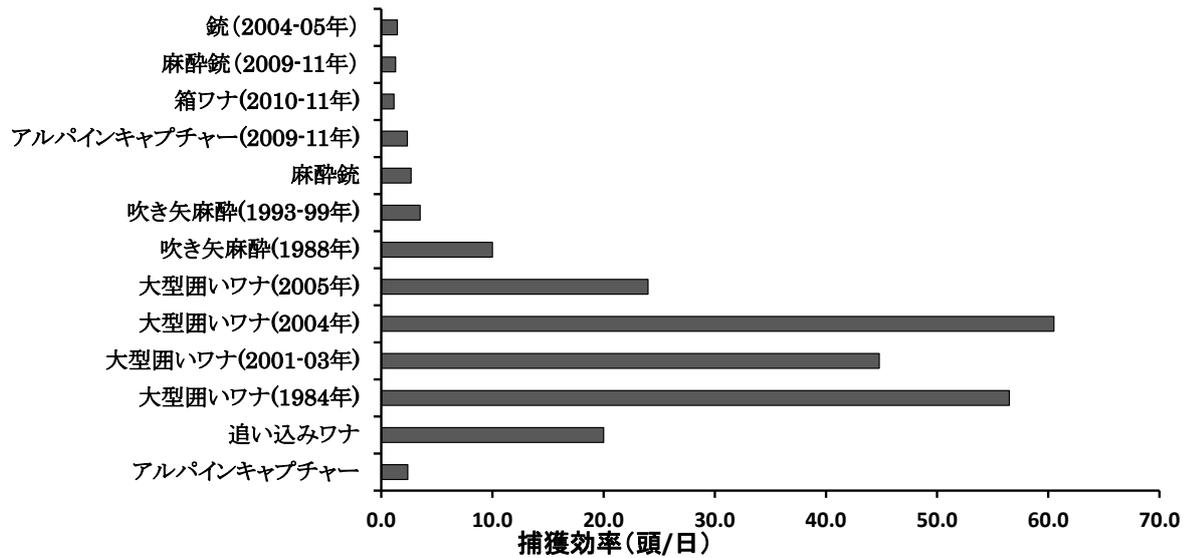
(3) 支笏地域での捕獲実験と他の国立公園への応用

ライト調査による密度指標は各コースで大きく異なり、地域差があることが示唆された（表(3)-1）。調査地全体の相対的密度指標は0.37～24.61頭/10km、推定密度は3.14～23.18頭/km²であった。道立林業試験場（2004）³⁾の基準に基づくと、林道3における相対密度は中密度と評価され、梶ら（2006）⁴⁾の基準に基づくと林道3、4は低中密度と評価された。林道3、4には比較的高い密度でシカが生息していることが示唆されたため、林道3、4を捕獲重点地域と選定することが望ましいと判断した。その結果、詳細スケールでのカメラ調査は捕獲重点地域に選定した林道3、4周辺で実施し、推定密度や活動パターンから最適な捕獲時期・時間帯を検討した。

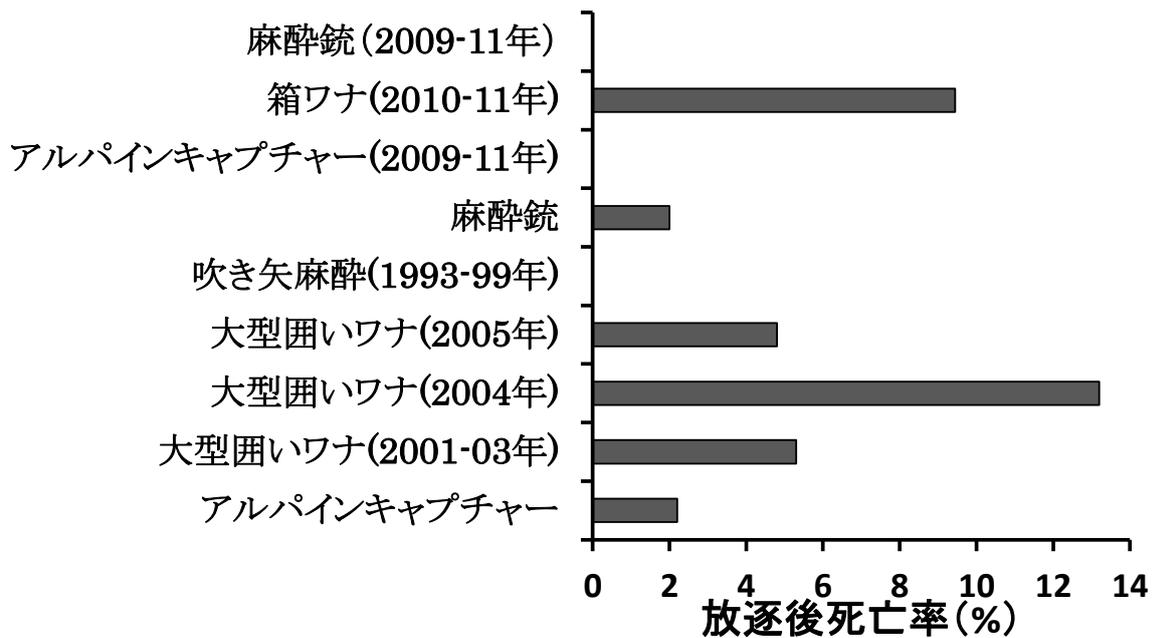
カメラ調査(REM)により2012年6月～2013年11月のシカの平均推定密度は17.6頭/km²であった。REMの推定値は季節変動が大きく、最大は2012年6月の26.8頭/km²、最小は2012年12月～2013年3月の3.0頭/km²であった（図(3)-12）。各月の性・年齢クラスの撮影頻度を図(3)-13に示す。メスの撮影頻度は出産期である6月に増加し、7月に減少する傾向を示し、出産期に推定密度が高くなることが示唆された。また、オスの撮影頻度は繁殖期である10月に増加し、11月に減少する傾向を示し、繁殖期には行動が活発になりオスの推定数を増加させる傾向を示した。全ての性・年齢クラスの撮影頻度は越冬期である12月～3月に急激に減少し、4月以降に増加する傾向を示しており、調査地域は越冬地として利用していないことが示唆された。

活動パターンでは、両年ともに8-9月は夜間の撮影頻度が昼間よりも有意に高かった（図(3)-14）。しかし、夏季に捕獲する場合、行動が活発となる夜間には銃を使用することが不可能なため、夜間でも利用することの可能な罠捕獲などの手法を検討すべきである。しかし、現在検討が進められている鳥獣法改正では夜間発砲を条件付きで認めることが要件にあり、将来的には夜間に効率的に捕獲することが可能となるだろう。一方で、2012年11月、2013年4～6月、10～11月は有意に日中の撮影頻度が高かった（図(3)-15、 $P<0.01$ ）。この結果は春季や秋季に捕獲する場合、シャープシューティングのように銃を使用する捕獲が可能であることを示唆する。また、時間帯の撮影頻度パターンは、春季と秋季では日の出時間帯と日の入り前の時間、夏季では日の出前の時間と日の入り時間帯にシカの活動が活発になることを示唆している（図(3)-16）。2つの結果は、春季と秋季ではシカは日中に活動する割合が高く、銃の使用可能な日の入り前での捕獲が効率を高めることにつながる。一方で、夏季ではシカは夜間に活動する割合が高く、銃以外の手法を利用する場合、日の出前や日の入り前後の時間帯で捕獲することで、効率的な捕獲が可能である。

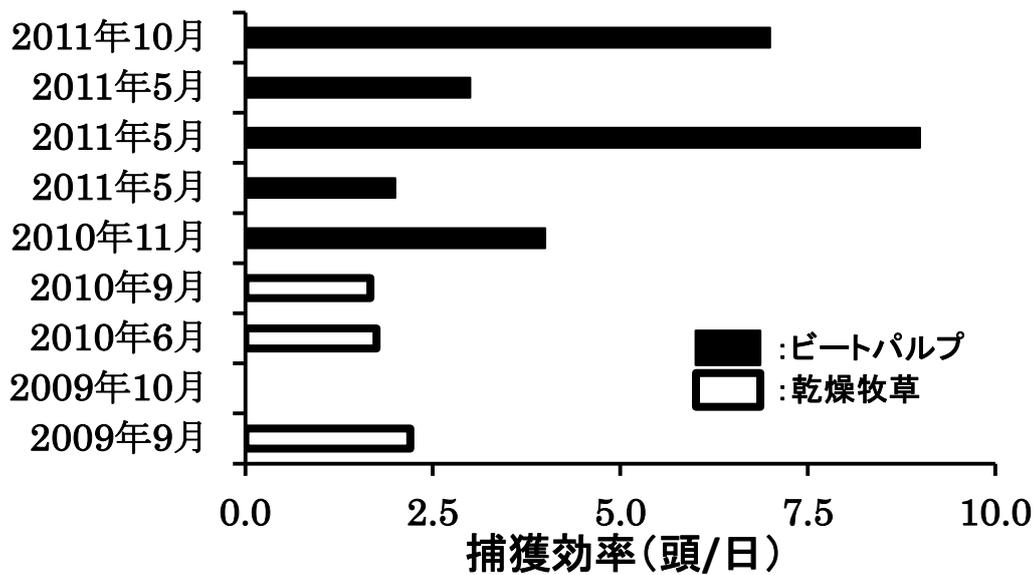
上記の結果は支笏湖だけではなく、他の国立公園でシカの捕獲効率を高めるための最適な捕獲手法、捕獲時期や時間帯を選択することを可能にする。ライト調査は広域にわたるシカの生息数を調査し、重点的に生息数を調整する必要がある地域を選定する。その後、重点地域に自動撮影カメラを設置し、推定密度や日中と夜間の利用パターンを算出し、最適な捕獲時期、時間帯、捕獲手法を選択する。その結果に応じて罠捕獲が選択された場合、罠への馴化が捕獲効率に影響を与えるので、早い段階で罠を設置する。誘引餌を利用する場合、夏季の豊富な餌資源はシカの誘引を低下させ、ヒグマの生息地ではヒグマの誘引可能性を高めるので、十分な検討が必要である。



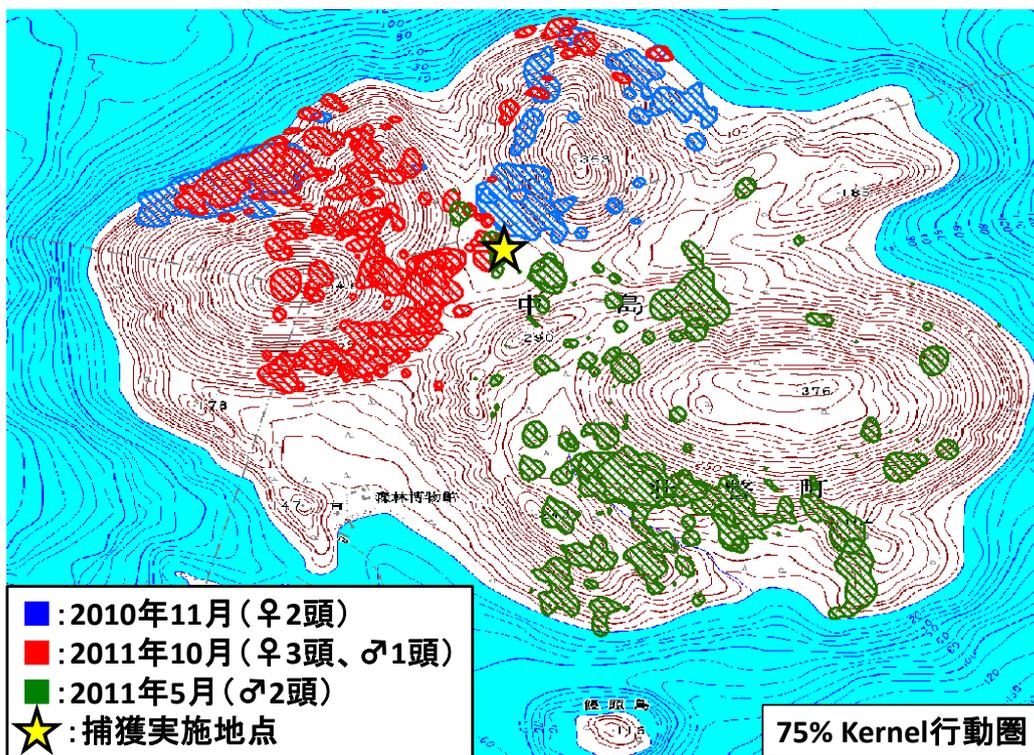
図(3)-4 洞爺湖中島における1984年～2011年の各捕獲手法における、シカ捕獲効率(1日当たりの捕獲頭数)



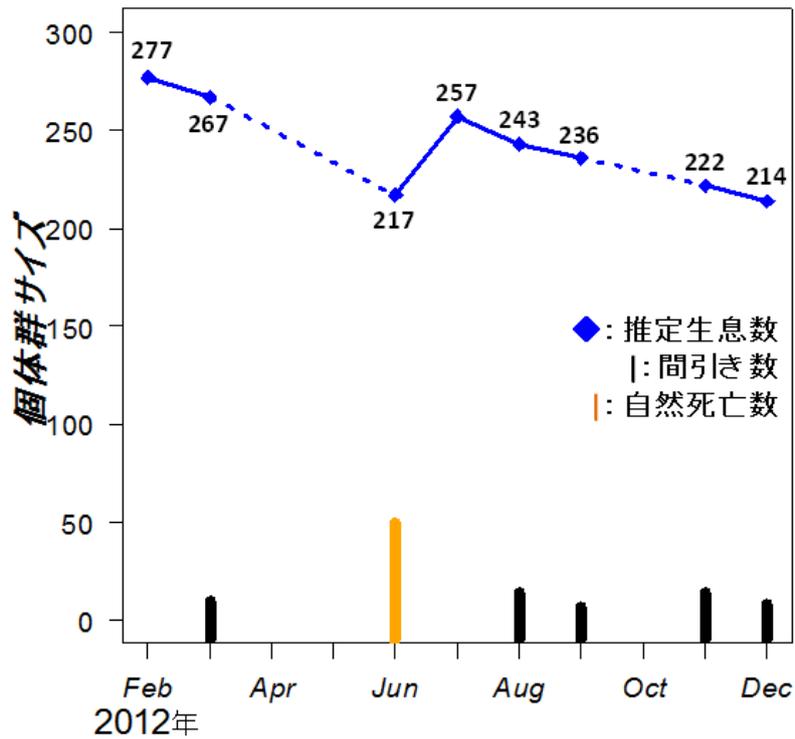
図(3)-5 洞爺湖中島における1984年～2011年の捕獲後に放逐された個体の手法別死亡率



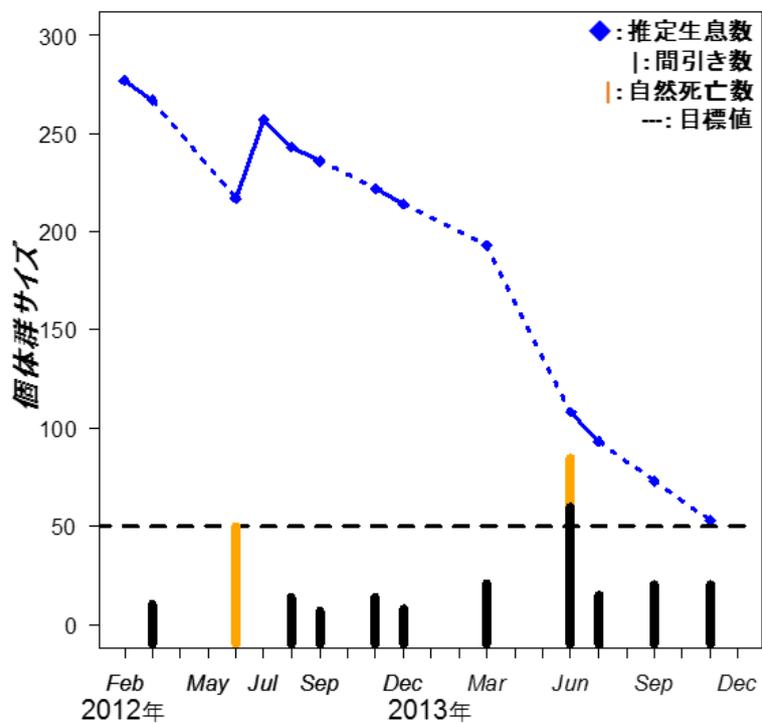
図(3)-6 洞爺湖中島における2009年9月～2011年10月の捕獲における乾燥牧草とビートパルプの捕獲効率の比較（1日当たりの捕獲頭数）。なお、捕獲手法はアルパインキャプチャーを用いた



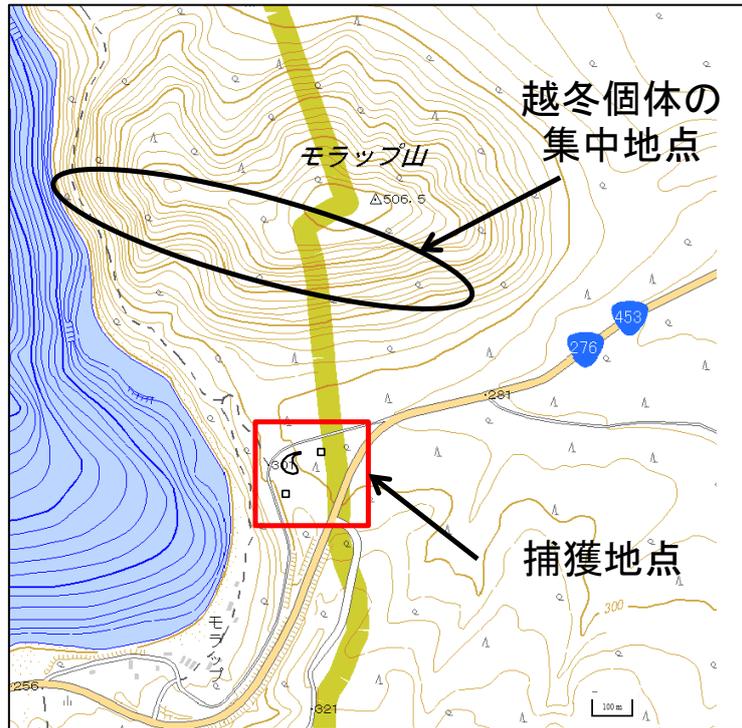
図(3)-7 洞爺湖中島における2010年11月（メス2頭）、2011年5月（オス2頭）、2011年10月（メス3頭、オス1頭）の、捕獲後第2週目から3週目の75%固定Kernel法によって推定された行動圏



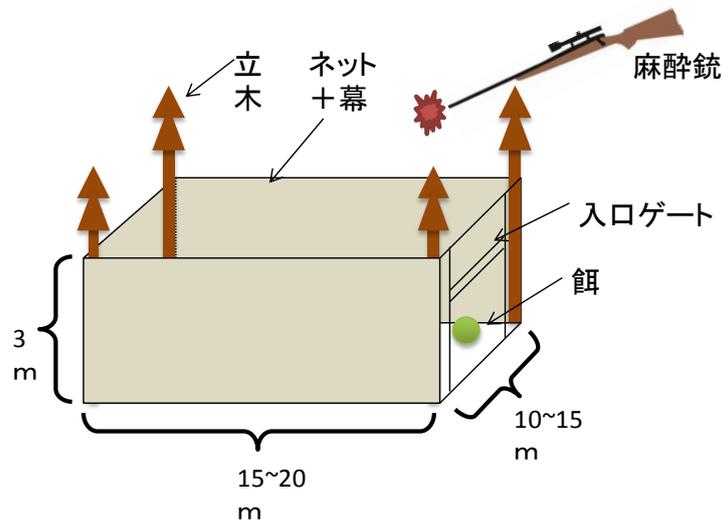
図(3)-8 2012年2月～12月の北海道洞爺湖中島におけるシカの生息数推移。生息数調査、自然死亡個体の回収数、100メス当たりの仔ジカ数、間引き数を基にして推定した



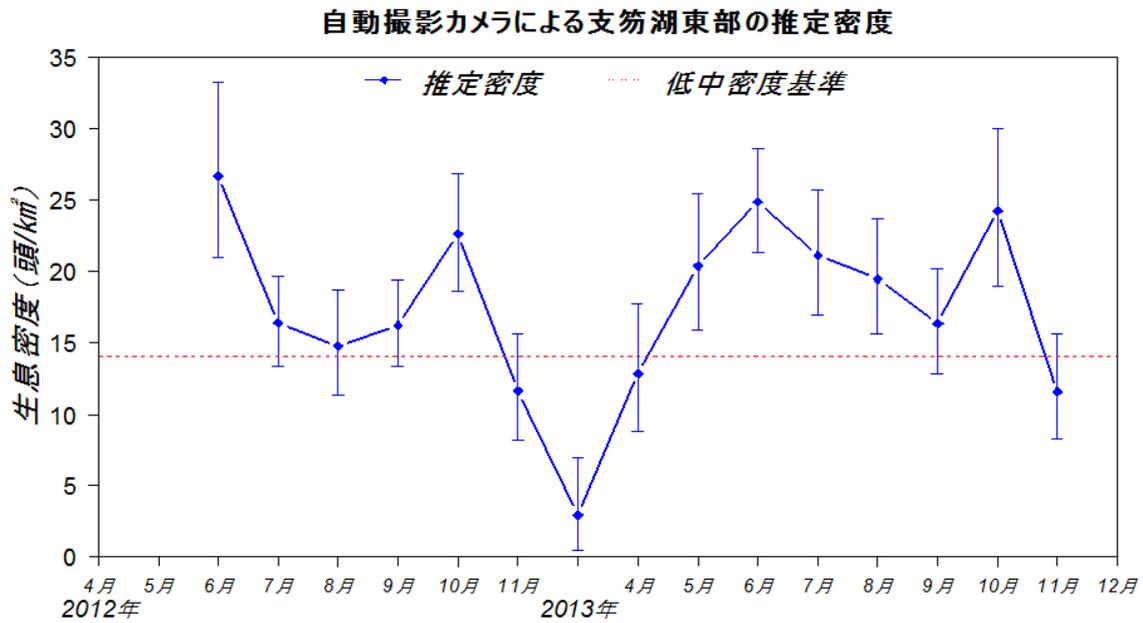
図(3)-9 2012年2月～2013年12月の北海道洞爺湖中島におけるシカの生息数推移。2012年12月の捕獲頭数に、自然死亡個体の回収数、2回の囲い罠捕獲、3回のシャープシューティング、2回のドロップネットにより捕獲目標頭数を考慮した



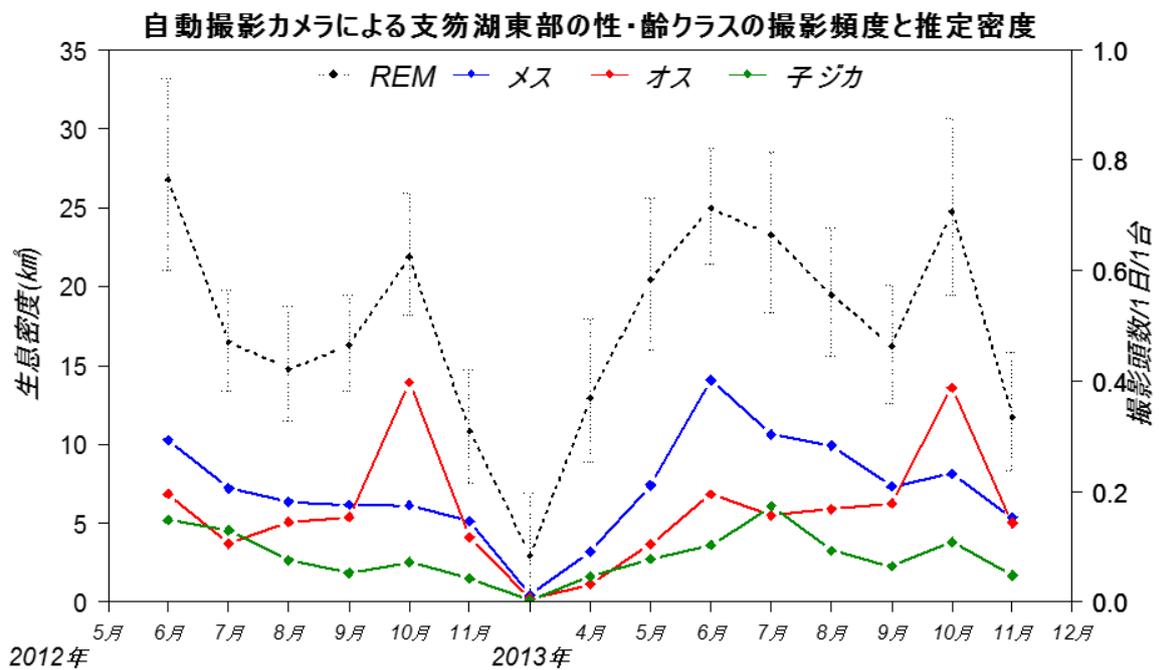
図(3)-10 北海道支笏湖畔での囲い罠設置地点と、越冬個体の集中地点



図(3)-11 北海道支笏湖畔で検討した囲い罠捕獲手法の模式図

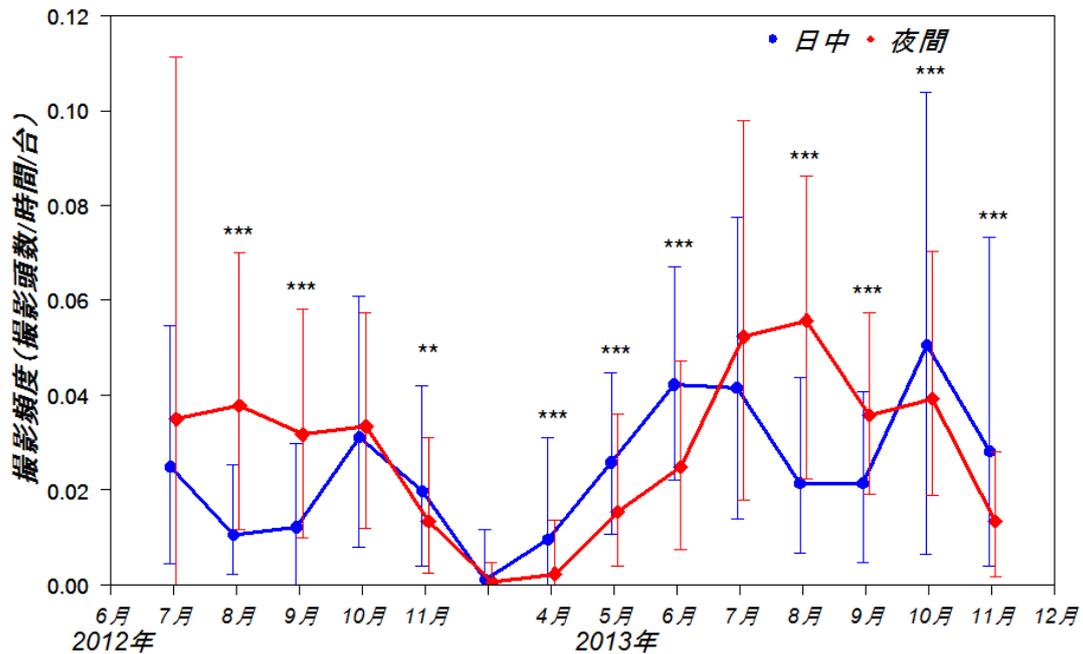


図(3)-12 2012年6月～2013年11月の支笏湖畔における自動撮影カメラから算出した推定密度と95%信頼区間のグラフ。青を推定密度、赤を低中密度基準（梶ら2006）⁴⁾とする



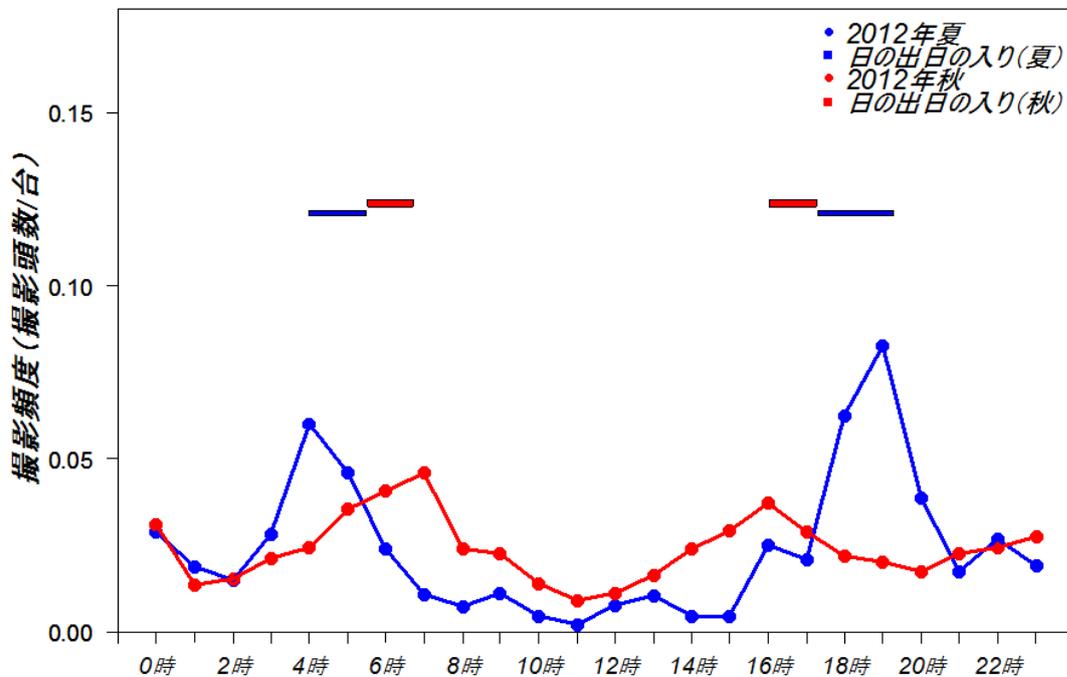
図(3)-13 2012年6月～2013年11月の支笏湖畔における自動撮影カメラから算出した性・齢クラスでの撮影頻度（撮影頭数/1日/1台）と推定密度のグラフ。黒が推定密度、青をメス、赤をオス、緑を仔ジカの撮影頻度とする

日中と夜間におけるエゾシカの撮影頻度パターン



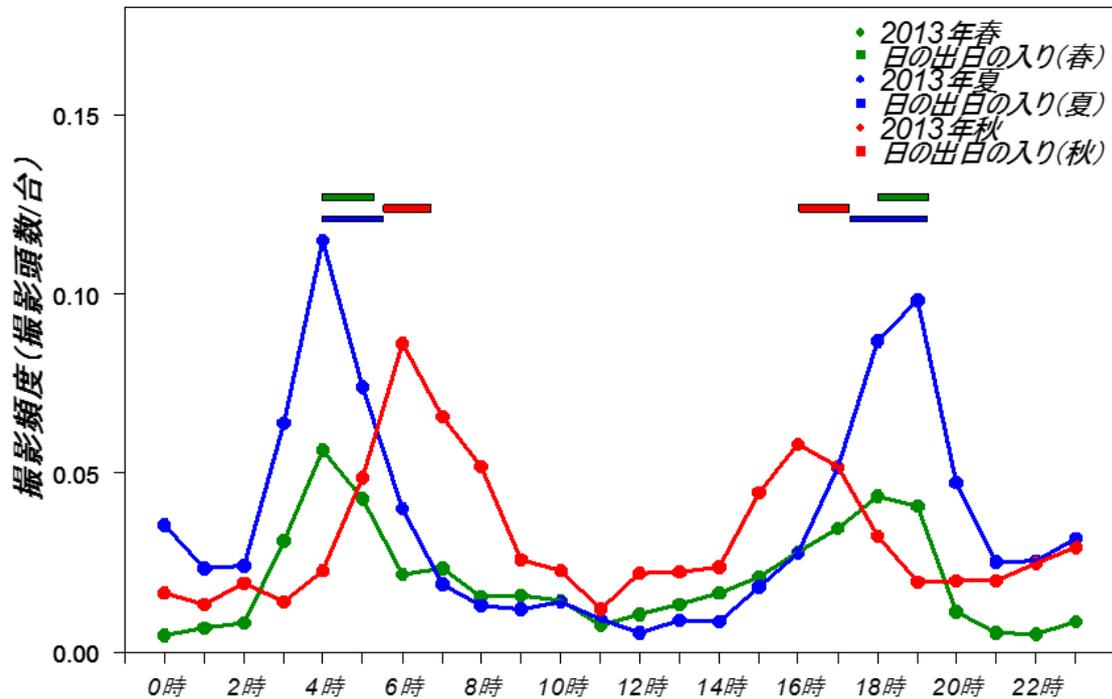
図(3)-14 2012年7月～2013年11月の支笏湖畔における日中（日の出～日の入り）と夜間（日の入り～日の出）のシカの撮影頻度（日中あるいは夜間の総撮影頭数/1時間/1台）パターンのグラフ。青を日中、赤を夜間とする。* : $P < 0.05$ 、** : $P < 0.01$ 、*** : $P < 0.001$

季節間での各時間帯における撮影頻度パターン



図(3)-15 2012年における夏季と秋季のシカの時間帯での撮影頻度（1時間ごとの総撮影頭数/1台）パターンと日の出日の入りのグラフ。青を夏季、赤を秋季とする

季節間での各時間帯における撮影頻度パターン



図(3)-16 2013年における春季と夏季、秋季のシカの時間帯での撮影頻度（1時間ごとの総撮影頭数/1台）パターンと日の出日の入りのグラフ。緑を春季、青を夏季、赤を秋季とする

表(3)-1 支笏湖畔で2012年、2013年の5月と10月に実施したスポットライトカウント法の各コースでの推定密度と相対的密度指標の平均値と最小値、最大値。評価基準に関して、相対的密度指標は道立林業試験場（2004）³⁾、推定密度は梶ら（2006）⁴⁾から区分した

	頭/10km			評価基準	密度			評価基準
	平均	最小値	最大値		平均	最小値	最大値	
①	0.37	0.00	1.87	低	-	-	-	-
②	7.39	5.62	11.35	低	7.41	5.39	11.25	低
③	24.61	19.22	31.76	中	23.18	11.98	31.92	中
④	14.87	8.32	19.48	低	12.59	4.86	22.42	低中
⑤	10.21	8.21	12.35	低	7.25	5.23	9.79	低
⑥	11.85	7.33	20.76	低	9.08	5.07	13.97	低
⑦	3.53	1.23	6.54	低	3.14	1.36	8.46	低
評価基準引用	道立林業試験場(2004)				梶ら(2006)			

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

信頼性の高い生息数調査方法として、標識再捕獲法が知られているが、この方法は多数のシカを捕獲して高い割合で標識装着をする必要があるため、広域に生息するシカでは実用的ではなかった。そのため、本研究では個体識別の必要のないカメラトラップ法（REM）を、生息密度を確度が高く推定されているシカ個体群に応用し、実際に間引きの操作実験を行って、生息数推定の精度と確度を検証した。さらには、開放的な個体群でのREMを適用して、REMの実用化を検討した。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

知床半島のエゾシカや陸上生態系の管理について議論することを目的とした、環境省などの行政や地方自治体、研究機関が参加する「知床世界自然遺産地域科学委員会エゾシカ・陸上生態系ワーキンググループ」において、中島におけるカメラトラップ法（REM）が紹介され、シカ管理における個体数把握手法の選択肢のひとつとして提示された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

これまで地方自治体が行ってきたシカ捕獲は場当たりのな面も多く、定量的な評価に乏しかったが、本研究にて洞爺および支笏地域で進めた捕獲効率に基づく捕獲手法の検討から実施、評価に至るまでのプロセスは、今後の各地域のシカ捕獲のモデルとして活かされていくことが予想される。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 山本さつき、鈴木馨、松浦友紀子、伊吾田宏正、日野貴文、高橋裕史、池田敬、吉田剛司、鈴木正嗣、梶光一：哺乳類科学, 53, 2, 321-329 (2013)
「ニホンジカ (*Cervus nippon*) における捕獲に伴うストレスの生理学的評価」

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表 (学会等)

- 1) 池田敬、高橋裕史、吉田剛司、伊吾田宏正、松浦友紀子、日野貴文、角田裕志、梶光一：
野生生物保護学会第18回大会 ポスター発表 (2012)
「エゾシカの捕獲技術法の効率比較-洞爺湖中島での検証-」
- 2) 池田敬、松浦友紀子、高橋裕史、吉田剛司、村井拓成、梶光一：第29回霊長類学会・日本
哺乳類学会2013年度合同大会 ポスター発表 (2013)
「カメラトラップ法を用いた密度推定手法のニホンジカ個体群への実用性」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催 (主催のもの)

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) 高橋裕史、梶光一、田中純平、浅野玄、大沼学、上野真由美、平川浩文、赤松里香：哺乳類
科学, 44, 1-15 (2004)
「罠いワナを用いたニホンジカの大量捕獲」
- 2) T. A. BOOKHOUT: 740pp, Allen Press, Kansas (1994)
“Research and management techniques for wildlife and habitats”
- 3) 北海道立林業試験場：18pp, (2004)
「エゾシカによる森林被害とその対策」
- 4) 梶光一、宮木雅美、宇野裕之編著：206pp, 北海道大学出版会 (2006)
「エゾシカの保全と管理」
- 5) D. E. WATTS, I. D. PARKER, R. R. LOPEZ, N. J. SILVY and D. S. DAVIS: Journal of Wildlife
Management, 72, 360-366 (2008)
“Distribution and abundance of endangered Florida Key deer on outer islands”
- 6) J. M. ROWCLIFFE, J. FIELD, S. T. TURVEY and C. CARBONE: Journal of Applied Ecology 45,
1228-1236 (2008)
“Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition”
- 7) 山本さつき、鈴木馨、松浦友紀子、伊吾田宏正、日野貴文、高橋裕史、池田敬、吉田剛司、
鈴木正嗣、梶光一：哺乳類科学, 53, 1321-1329 (2013)

- 「ニホンジカ (*Cervus nippon*) における捕獲に伴うストレスの生理学的評価」
- 8) M, MIYAKI and K, KAJI: Ecological Research, 19, 4, 405-409 (2004)
“Summer forage biomass and the importance of litterfall for a high-density sika deer population”
- 9) 梶光一、小泉透、大泰司紀之、坪田敏男、鈴木正嗣：哺乳類科学, 30, 183-190 (1991)
「ニホンジカの大量捕獲方法の検討」
- 10) 大井徹、鈴木一生：日林東北誌, 44, 217-218 (1992)
「シカ生体捕獲器, アルパイン・キャプチャ・システムの試用結果について」
- 11) 高橋裕史、梶光一、吉田光男、釣賀一二三、車田利夫、鈴木正嗣、大沼学：哺乳類科学, 42, 45-51 (2002)
「シカ捕獲ワナ アルパインキャプチャーの改良」

(4) 大量捕獲におけるニホンジカの行動学的研究（行動と動物福祉）

北海道大学

教授

近藤誠司

平成23～25年度累計予算額：4,734千円（うち、平成25年度予算額：1,209千円）
予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

シカを効果的に誘引できる飼料についてカフェテリア方式で比較検証した結果、夏季はあっぺんコーンが最も誘因効果が高く、積雪直後はストアした青草ゲージが効果的であり、冬季間はグラスサイレージのロールの効果が高かった。グラスサイレージは入手しやすく使いやすいが、グラスサイレージには牧草種子が残存している可能性があり、新たな植物種の侵入の問題がある。その点でコーンの細切サイレージは嗜好性がさらに高く、また翌年に発芽する可能性はあるものの生育できないので効果的だろう。

シカの個体数を効率的に減少させるには、オスではなくメスの捕獲が欠かせないため、一般に家畜の保定に利用される連動スタンションを用いたメスのみを捕獲する装置の開発と改良を行った。結果、連動スタンションによるオスを排除したメスのみ捕獲は可能だと判断された。ただし、スタンション間隔、地上高、プロテクトフェンスに改良の余地があり、さらにスタンション可動部と重量の関係も今後の検討課題である。

支笏で実施した国道封鎖型の流し猟式シャープシューティング事例では、有効活用と動物福祉に配慮した捕獲方法と残滓回収方法を検討した。射撃距離や射撃部位、半矢個体（即死することなく負傷した個体）の対応などに注目して捕獲体制を考案した。また、クレーンを装備したトラックと市販のフレキシブルコンテナバッグを併用することにより、景観を損なうことなく捕獲場所から残滓を迅速かつ効率的に搬出できることが明らかとなった。捕獲したシカの効果的な処理として残滓物は堆肥化处理に大きな可能性が見いだせた。

[キーワード]

誘引物質、サイレージの利用、連動スタンションの応用、フレキシブルコンテナバッグの応用

1. はじめに

急激に分布を拡大させ、個体数を増加させているシカに対して、効率的に大量捕獲することが求められている。自然公園内（例：国立公園）や希少な猛禽類の生息地では、発砲による安易な捕獲計画は策定できない。このような状況下では、国内のみならず国際的にも多くのケースで生体捕獲が求められることが多い。また、シカを大量に捕獲すると同時に捕獲したシカの肉や皮を資源として有効活用することが社会的に要求されている。

捕獲にいたるには罠内や射撃ポイントなどの捕獲地点までシカを効果的に誘引しなければならない。さらに、シカはオスを中心に複数のメスからなるハレムによる繁殖行動を有するため、シカの個体数を効率的に減少させるには、オスではなくメスの捕獲が欠かせない。自然度の高い国立公園などでの給餌において、生態系への影響がない餌の選択と餌付け方法の開発が急務である。これまでの捕獲試験で利用されてきた農作物や牧草は外来植物であり、その発芽や間接的な影響を危惧すべきである。捕獲したシカの有効活用を考えるには、動物福祉（アニマルウェルフェア）に配慮した適切な捕殺方法と、衛生上に留意してシカ個体を傷つけないような搬出方法が必要である。特に野生動物に対する動物福祉は欧米においてもその重要性は強く認識されており、ガイドラインなどがしっかりと定まっている¹⁾。

2. 研究開発目的

捕獲罠、流し猟式シャープシューティング、給餌など様々な条件下でのシカの行動変化を調査し、捕獲におけるシカの行動的变化について誘引物質の種類と共に検討し、メスを選択的に捕獲できるシステムを開発する。特に餌付けが難しい夏期から秋期にかけて、効果的に誘引できる誘引餌を追究する。オスを排除してメスのみを選択的に給餌できる技術を、改善を加えながら考案する。さらに動物福祉の観点から捕獲個体の有効活用について適切な捕殺方法や搬出方法について明らかにする。

3. 研究開発方法

(1) カフェテリア方式による誘引餌試験

シカを効果的に誘引できる飼料を明らかにするために、放牧餌、各種濃厚飼料、各種貯蔵粗飼料を対象として、カフェテリア方式で試験を実施した。試験は無積雪期と積雪期に実施し、特にシカの餌が豊富な夏季における誘引効果を検討した。

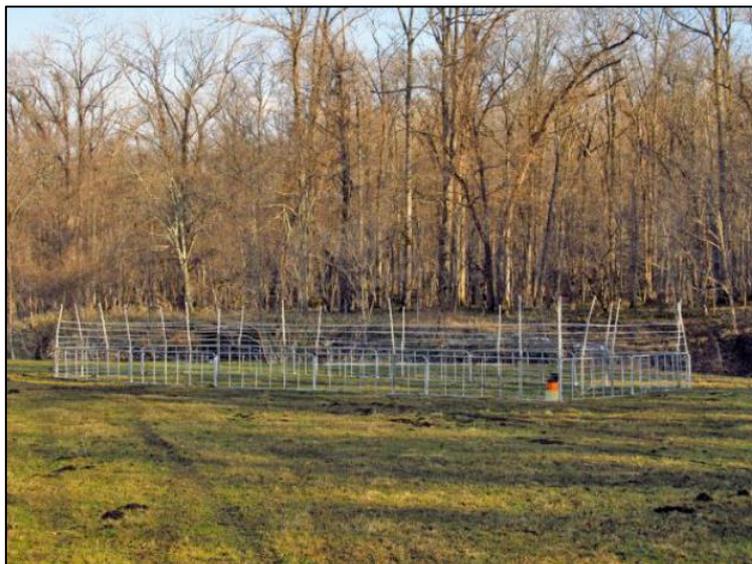
2011年から放牧地内に2×6mのプロテクトケージを数カ所設置した（図(4)-1）。プロテクトケージは林縁部から50m程度離れた。1週間程度プロテクトケージを1箇所開放すると同時に、そこからおよそ5m間隔で穀類（あっぺんコーン、ムギ、燕麦など）およびビートパルプを500gずつ設置した。これらは日中のみ可食になるよう、夜間は放牧草プロテクトケージを閉鎖し、穀類などはコンパネをかぶせた。給餌場所から約50～100m離れた地点にシェルターを設置し、観察できるようにすると同時にVTR撮影を行った。その後、冬にやや劣化し臭気の激しいグラスサイレージョールを積雪上に設置し、シカの採食を観察した。草地でのシカの採食量のプロテクトケージの内外で比較するために、草本（イネ科、マメ科）の草高の差と植被率の変化をプロテクトケージの

内外で比較した。また、生重量や乾物重量も比較した。

夏季における粗飼料での誘引効果について検討するため、各飼料（放牧草、あっぺんコーン、その他飼料）の総採取時間をカフェテリア形式の試験用のプロテクトケージ内で実施し、内部に直線で5m毎にあっぺんコーン、ビートパルプ、ムギ穀粒、割り燕麦を500gごと設置し、餌の配置場所は毎日変化させた。さらに鉄製ネット牧柵と電牧により放牧草餌場にプロテクトケージを設置し、草地でのシカの採食量をケージの内外で比較することにより夏季の放牧地に出没するシカの餌に対する嗜好性を調査した。ケージは約30m²を電気牧柵で囲い、高さは1.2m程度に設定した（図(4)-2）。プロテクトケージは森林を生息地とするシカの通り道となる林縁部分に設置した。



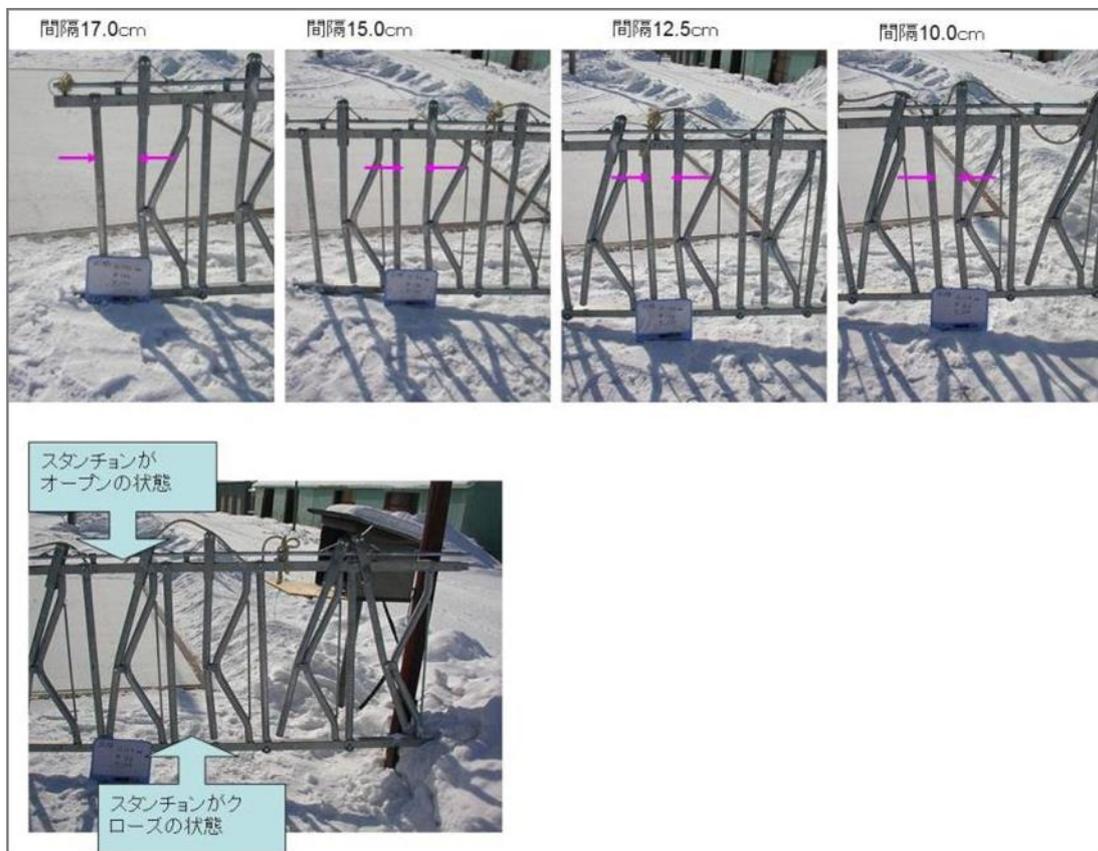
図(4)-1 カフェテリア試験用のプロテクトケージの設置



図(4)-2 完成した電気牧柵によるプロテクトケージ

(2) スタンションを利用したメス捕獲装置

メスのみの捕獲効率を向上させる方法として、スタンションを応用した角がある個体（オス）は捕獲されない罝を開発し、様々な課題を抽出しつつ、改良を加えながら試験実施した。スタンションとは本来は、放し飼いの牛を保定するための器具で、ノッチを起こさなければ動物は自由に頸を出し入れできる。これをシカに応用することで、間隔を調整すると角のあるオスジカは入れない。オープン状態でノッチを起こすと、動物が頸を下げたとたんにクローズし、開かなくなる。本試験では連動式スタンション（長さ3.6m、スタンション数7、通常間隔17cm）を用意し、シカの頸が入り抜けなくなる間隔を測定するために、17.0、15.0、12.5、10.0cmに調整した（図(4)-3）。3月に牧場内で捕獲したシカを雌雄別、体重別に本スタンションに繫留し、スタンションの間隔毎に保定状態を観察した。



図(4)-3 スタンションを応用したメスを選択的に捕獲する罝

(3) 適切な捕殺方法と搬出方法の検討

2013年度に支笏で行われたシカ捕獲（流し猟式シャープシューティング）について、サブテーマ2（岐阜大）と連携しつつ、シカ肉の有効活用と動物福祉に適した捕獲手法を検証した。この支笏での捕獲は観光地としても利用される国道で銃を使用する関係上、1日1時間半という限られた時間で捕獲から残滓回収までの作業を終了させなければならない。

捕獲に関しては捕獲従事者などの安全性にも配慮しつつ、シカを苦しませることなく、確実かつ迅速に安楽殺できるように射撃体制を検討した。具体的には射撃距離や部位、半矢個体（即死することなく負傷した個体）の発生時の対処方法などに着目した。

残滓搬出については、捕獲地点の環境が急斜面かつ落石防止柵を挟んでの作業になり、国道が隣接している。したがって捕獲に大きな影響を与えずに有効活用と動物福祉を考慮しつつ、残滓を中に入れて素早く搬出するためのフレキシブルコンテナバッグ（本来は粉末粒状物の荷物を運搬・保管するための袋状の包材）と残滓を柵越えさせるための荷台にクレーンを装備したトラックを併用することとした（図(4)-4）。

捕獲及び残滓搬出作業の状況を記録するため、射撃車両の荷台に乗るスポッター（射手をサポートする観測手のこと）と、残滓回収班の各リーダーの頭部にウェアラブルカメラ（Sony製、HDR-AS30V）を装着し、また別のスポッターにハンディカメラを持たせて撮影を行った。



図(4)-4 残滓搬出に活用したクレーンを装備したトラック

4. 結果及び考察

(1) カフェテリア方式による誘引餌試験

カフェテリア試験期間中では、延べ21頭が供試場所に出現した。内訳はオス7頭、メス10頭、仔4頭で、単独オスが4回、単独メスが2回、オス3頭群が1回、メス2頭群が1回、メス仔の親子群が4回であった。また、日の出時の出現は8回、日没時の出現は10回で大きな差はなかった。観察期間中あっぺんコーンの誘引力が最も強く、この飼料のみを採食した（表(4)-1）。積雪後ではロールグラスサイレージに良好な嗜好性が観察された（図(4)-5）。牧草はプロテクトケージ内の草は全く採取せずに、ケージ周辺の草のみを採取した。一方であっぺんコーンは非常に高い割合で採食されたが、その他の飼料は実質的には匂いをかいただけであった。

イネ科は草高がケージの外では、約2cm低下し、マメ科は逆にケージ外で増加した（表(4)-2）。おそらくプロテクトケージ内ではイネ科が旺盛であったためと考えられる。一方でマメ科の植被率は約7%低下したことから、マメ科が選択的な採食されたと考える。さらに生産量では、1m²当たりで640g低下した。これは10a当たりでは、640kg（0.6t）の食害に匹敵し、道内での牧草地の平均生収量は10a当たりで3.5tであることから、マメ科を主体に17%がシカに食害されたことになった。

表(4)-1 夏と冬のカフェテリア方式による誘引餌試験の結果

夏の試験			
	放牧草	あっぺんコーン	その他の飼料
採食時間(分)	6.3	19.8	1.7
割合(%)	23	71	6
冬の試験			
	グラス	コーン	ロール
撮影枚数	88	47	29
割合(%)	54	29	18

表(4)-2 草地でのシカの採食量のプロテクトケージの内外で比較（草本の採食圧変化）

		イネ科 草高 (cm)	マメ科 草高 (cm)	イネ科 植被率 (%)	マメ科 植被率 (%)	生産量 (g/m ³)	乾物重量 (g/m ³)
ケージ外	平均	68.92	36.25	66.67	33.33	2373.33	575.50
	SD	4.13	28.38	11.55	11.55	320.83	77.80
ケージ内	平均	71.08	26.33	60.00	40.00	3013.33	730.70
	SD	1.66	5.25	26.46	26.46	300.22	72.80
差		2.17	9.92	6.67	6.67	640.00	155.20
DM含量: 24.25%					t/10a	0.64	0.16



図(4)-5 試験に用いたロールグラスサイレージ

(2) スタンションを利用したメス捕獲装置

連動スタンションによる罠設備について、スタンションの隙間からシカが侵入し、内部で餌を採食するシカが一部確認されていた(図(4)-6)。そこでシカの侵入を防ぐため、プロテクトフェンスを改善し、隙間をふさいだ。さらに地上高の改造を加えた(図(4)-7)。スタンションは1m程度ネットフェンス(牛のパドックゲート用資材)で囲われており、その上に高さ1.7m程度になるように電気柵を張り巡らせた。これによりシカは警戒して首をいれることはなくなり、侵入を防ぐことができた。今後は仔ジカなど様々な大きさのシカに対応するために、スタンションの間隔やスタンションの可動部と重量の関係について改善の検討が必要である。

結果として、間隔が12.5cmでは体重43kgの仔ジカでさえ頭が抜けるが、間隔を10.0cmでは完全に保定できることが判明した(図(4)-8)。また成獣メスの場合は、間隔12.5cmで体重68kgの個体を保定できた。また間隔10.0cmでの保定が間隔は狭いながらも可能であった(図(4)-9)。シカ捕獲用の連動スタンションにはオスジカは角が邪魔をして、当然ながら侵入できなかった。一方で、間隔は狭くとも餌に誘引されたシカは、頭さえ入れば、スタンションの間隔を気にすることなく採餌する。よって体サイズによってスタンションの間隔には大きな差異が生じるが、個体数調整に必要となる捕獲目標である仔ジカと成獣メスを対象とした場合は、スタンションの間隔10.0cm程度が最も効果的であることが判明した。



図(4)-6 隙間から首を入れて誘引物質を採食する仔ジカ



図(4)-7 改造後の連動スタンション



図(4)-8 シカ捕獲用連動スタンションでの実証（仔ジカ体重43kgでの保定実験の例）
間隔12.5cm（左）で体重43kgの仔ジカの頭が抜けてしまうが、間隔10.0cm（右）では完全に保定できている



図(4)-9 シカ捕獲用連動スタンションでの実証（成獣メスジカ体重68kgでの保定実験の例）

(3) 適切な捕殺方法と搬出方法の検討

支笏での流し猟式シャープシューティングでは6人が乗用できる小型トラックに運転手の他、観測者、記録者、スポッターが乗り、荷台に堅固な射撃台を設置して射手が待機した（図(4)-10）。対象個体の発見に伴いスポッターが運転手に停止を指示し、周囲の安全と射撃距離を見極めた上で射撃許可を出し、射手は頭部もしくは頸部を射撃し安楽死させた。こうした体制および方法について、予めガイドラインを作成して、動物福祉に配慮した捕獲方法¹⁾としてマニュアル化した。

また、残滓搬出にクレーンを装備したトラックとフレキシブルコンテナバッグを活用した。フレキシブルコンテナバッグにシカを入れる際は、後にトラックのクレーンで吊り上げることを考慮して、後ろ足を外に出すように頭から中に入れた（図(4)-11）。フレキシブルコンテナバッグは軽く丈夫であり、残滓を入れた状態で斜面からすべり降ろしてもシカ残滓自体に大きな傷や汚れが付かず、衛生面でシカ肉の有効活用を考える上で有用であった。このままフレキシブルコンテナバッグに入れた状態で処理施設に運搬可能な点も利便性が高い。観光地でのシカ捕獲では血痕を極力捕獲現場に残さないことが求められる。フレキシブルコンテナバッグは急所を撃たれた残滓やその残滓から出る血などを外部に露出させることなく運搬できることも、大きなメリットである（図(4)-12）。トラックはフレキシブルコンテナバッグと相性がよく、クレーンの玉掛けには特殊な講習が必要だが、そうした人材さえいれば比較的簡単にクレーンを用いてトラックの荷台に残滓を載せることが可能であった（図(4)-13）。



図(4)-10 トラックの荷台に射撃台を固定する捕獲班



図(4)-11 シカ残滓をフレキシブルコンテナバッグに入れる作業の様子(ウェアラブルカメラによる撮影)



図(4)-12 クレーンで吊り上げたフレキシブルコンテナバッグ。中に捕獲個体が収納されているが、血液など汚染物は封じ込まれている



図(4)-13 クレーン付トラックに積み込まれる捕獲個体が収納されたフレキシブルコンテナバッグ。極めて短時間で処理できる

支笏の捕獲例では、食肉活用にも十分応用可能なシカの適切な捕殺と迅速な残滓搬出が実現できた。しかし、これ以上に大量に捕獲するとなると食肉利用ではなく堆肥化という活用方法も選択肢として考えられる。厳冬期でも添加したエスパス菌により良好な堆肥化が進行し、結果的にシカ80頭分が高さ1.5m、直径5m程度の堆肥となり、残滓の有効利用に効果的であることが示されている（図(4)-14）。こうした多様な観点に基づく有効活用を想定し、シカの捕殺方法や搬出方法を考えていく必要がある。



図(4)-14 シカ残渣のエスパス菌による堆肥化試験

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

シカの誘引物質としてあっぺんコーンは効果が高いことを確認した。しかし、この飼料は他の哺乳類(キツネやクマなど)や鳥類なども誘引する可能性が高い。そこで粗飼料を主体とした誘引物質を検討した結果、グラスサイレージが効果的であったが、環境への牧草侵入の可能性がありコーンサイレージが適切であることが明らかとなった。

また、家畜にて使用される器具を野生動物であるシカの捕獲に応用するという新しい取り組みによって、ウシ用の連動スタンションを応用した捕獲装置を考案し、メスのみを捕獲することが可能であることを示した。体格の異なるメス個体を捕獲するためにはさらに検討が必要なことが示唆され、今後も家畜に関する技術がシカ捕獲に活かされる機会は多いと思われる。

国立公園などの特定の場所での銃による捕獲にはクレーンを装備したトラックと市販のフレキシブルコンテナバッグの活用が極めて有効なことが明らかとなった。そして、動物福祉を考慮した安楽死のために正確な射撃を可能とする設備や体制を明示した。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

支笏で実施した国道を封鎖しての流し猟式シャープシューティングについて、野生動物関係行政機関だけでなく道路行政機関にも成果の広報・普及に努めた。

<行政が活用することが見込まれる成果>

本研究で国道封鎖型の流し猟式シャープシューティングを実施した付近では、過去に千歳市主体の一般ハンターを用いた巻き狩りによるシカの有害駆除が行われたことがあるが、残滓回収に要する膨大な労力に耐えられず、以降はその場所では捕獲は実施されてこなかった。今回、地形と道具を最大限活用し、捕獲方法と残滓回収方法を工夫することで効果的な捕獲を実現した。したがって、研究論文やマニュアルを通じてこの事例が、今後の支笏地域だけでなく国内の各地域にて、シカの捕獲を計画する行政の悩みの種であった残滓搬出に対する大きな活路となることが期待される。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 近藤穂高、上田宏一郎、近藤誠司：北海道畜産草地学会第2回大会（2013）
「冬季の野生エゾシカの飼料環境が反芻胃壁構造に及ぼす影響」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) American Veterinary Medical Association (2007) AVMA Guidelines on Euthanasia of Animals :2013 Editions. <https://www.avma.org/kb/policies/documents/euthanasia.pdf>

(5) 季節移動の追跡と生物多様性保全のための個体数管理（個体数管理）

酪農学園大学

教授	吉田剛司
教授	宮木雅美
教授	赤坂 猛
准教授	伊吾田宏正

<研究協力者>

酪農学園大学 ポスドクフェロー 日野貴文

平成23～25年度累計予算額：67,706千円（うち、平成25年度予算額：20,741千円）
 予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

国立公園内の支笏湖周辺にてフリーレンジ（徒歩にて捜索し出会ったシカを狙撃する手法）と囲い罠を利用してシカの生体捕獲を実施した。生体捕獲した全43頭のうち31頭のシカにGPS首輪を装着し、季節移動を追跡した。さらに、支笏湖北側斜面のシカの分布状況を詳細に把握するため、ロードセンサスとカメラトラップ法を実施した。また、シカによる生態系影響を把握し、生物多様性保全を実現するため、洞爺と支笏地域の双方で生物多様性に関する調査を実施した。具体的には、洞爺では糞虫・鳥類、支笏では森林・高山植物・水草を対象とした。

GPS首輪による追跡の結果、支笏湖畔を越冬地としていた多くのシカは4月下旬から5月にかけて恵庭市・北広島市・札幌市など周辺市町村へ移動していた。春の季節移動で各地に分散した個体群は秋の季節移動で再び支笏湖畔に戻ることが示された。とくに越冬地の支笏湖北側斜面では最大頭数817.5頭/km²のシカがロードセンサスで観察され、その99.6%がメスと仔であり、カメラトラップ法の結果と合わせると1月～3月に出現頭数が多いことが判明した。

シカによる生態系影響の指標として、洞爺地域では糞虫においてオープンランドを好むマエカドコエンマコガネなどが増加した。一方で、鳥類では下層植生の密な低木林や林縁環境を好んで営巣するエゾセンニュウやコルリ、ウグイス、アオジといった鳥類の減少が示唆された。支笏地域では特に冬期に日射量の高く積雪深が浅い支笏湖北側斜面にて深刻な樹皮剥ぎが発生していた。樽前山にてガンコウランなど高山植物が、ママチ川にて水草の1種であるバイカモが、それぞれ採食や踏み荒らしの被害を確認した。

洞爺・支笏ともに行政機関や地元による連携体制を確立し、罠資材の搬入から残滓搬出に至るまでの捕獲計画を実現できた。こうした複数の組織の連携による統合的な広域管理は今後の日本のシカ管理においても重要であり、他の国立公園でも同様の体制を構築する必要がある。

[キーワード]

季節移動の追跡、国立公園、シカ管理計画、生物多様性保全、地元合意形成

1. はじめに

国内の国立公園ではシカの個体数増加が問題となっており、シカの高密度化は国立公園が有する貴重な生態系にも大きな影響を与え、生物多様性保全の観点から最重要課題の一つとなっている。北海道では東部地域の研究実績は多いが、シカ個体群の増加・分布拡大傾向にある西部地域での研究は乏しい。生物多様性保全のために適正なシカの個体数管理を実現するには、シカの分布状況や季節移動といった生息に関する情報、そして個体数管理の目標となる生物多様性の指標が必要である。これらの生物学的情報の収集だけでなく管理を実現するための地域や行政との連携体制の確立といった社会条件も考慮する必要がある。

2. 研究開発目的

シカの生息に関する知見が乏しい北海道西部地域に属する支笏地域において、シカの季節移動と移動ルートを解明する。また、閉鎖環境でシカが高密度に生息する洞爺湖中島と、開放環境である支笏地域にて、シカによる生物多様性への影響を把握する指標を開発する。具体的には、洞爺湖中島では糞虫と鳥類、支笏地域では森林、高山植物、水草を対象とする。こうした情報を踏まえて、地域の合意形成を含めた、個体数管理計画の提案を行う。

3. 研究開発方法

(1) 季節移動と移動ルートの解明

1) GPS首輪を用いた支笏湖周辺のシカの追跡調査

2012年1月～3月及び2013年2～3月にかけて支笏湖周辺でシカの生体捕獲を実施した。捕獲方法はフリーレンジ（徒歩にて捜索し出会ったシカを狙撃する手法）と囲い罠を利用した。生体捕獲した全43頭のうち31頭のシカにGPS首輪を装着した（図(5)-1、図(5)-2）。このうち12頭にはLOTEK社製のIridium Track M 2D（衛星電話回線を介してデータが随時送信されるタイプ）、19頭にはLOTEK社製のGPS4500S（専用の受信機を利用するタイプ）を使用した。両種類のGPS首輪には自動脱落装置を取り付け、調査期間終了後にGPS首輪が脱落するようにした。GPSの測位頻度は3時間毎もしくは6時間毎、Iridiumのデータ送信頻度は18時間に1回に設定した。季節移動の解析には距離、期間、場所の3つの項目で行った。季節移動の定義は、冬の行動圏と夏の行動圏が重ならない場合とした¹⁾。また、季節移動の距離は冬と夏の行動圏の中心点間の距離とした¹⁾。冬季もしくは夏季の行動圏から外れて冬季もしくは夏季の行動圏にたどり着くまでの期間を季節移動の期間とした。すべての空間解析にはArcGIS（Esri社、ver.10）を用いた。



図(5)-1 使用したGPS首輪（左がGPS4500S、右がIridium Track M 2D）

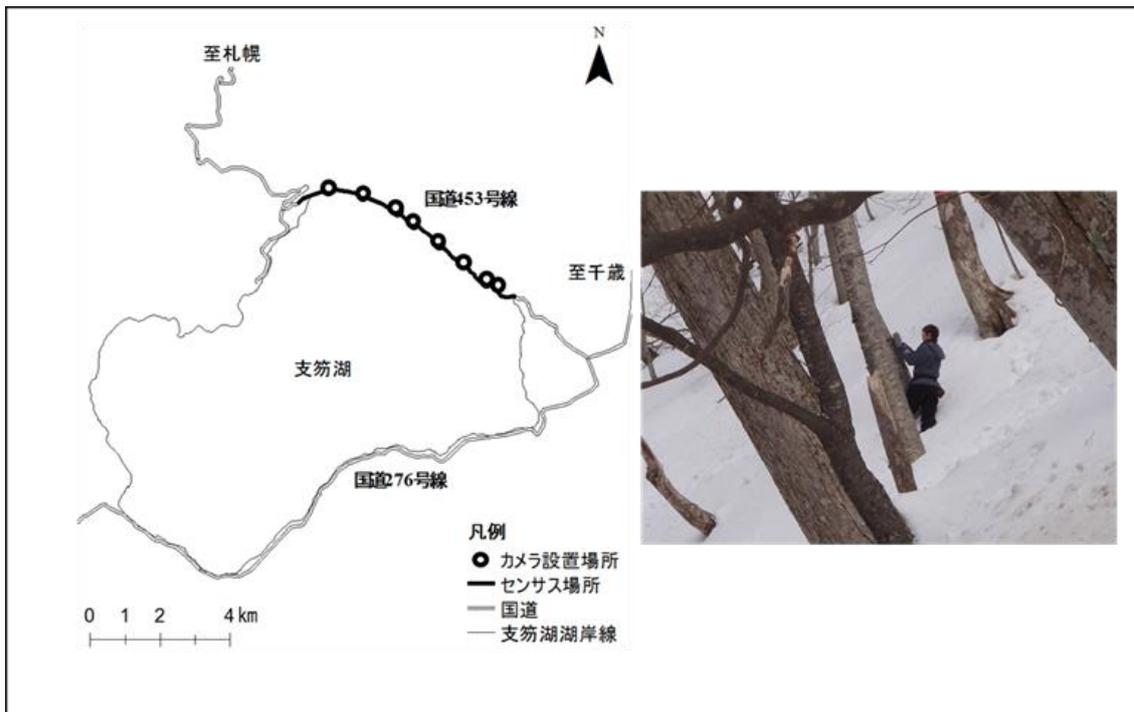


図(5)-2 生体捕獲したシカにGPS首輪を装着する様子

2) ロードセンサス・カメラトラップ法を用いた支笏湖北側斜面のシカ分布の把握

支笏湖北側斜面のシカの分布状況を詳細に把握するため、ロードセンサス（以下、センサス）とカメラトラップ法を実施した（図(5)-3）。センサスは支笏湖畔北側の千歳方面から西方向（丸駒温泉）に向かう国道453号線の約7.7kmで2013年1月14日～4月28日に週1日2回の計32回実施した。センサスは日中（10:00～11:00の間と日の入り2時間前）に実施した。時速約20～30kmで走行する自動車から目視により、群れごとに頭数をカウントし、発見時刻・走行距離・群れサイズ・群れ構成を記録した。なお走行方向左側は支笏湖であるため、カウントは走行方向右側のみとした。ArcGIS（Esri社、ver.9.3及びver.10）を用いて、センサスルート上の可視範囲を解析し、得られた可視範囲面積とセンサスによる発見頭数からシカの個体数密度を割り出した。

カメラトラップ法では2013年1月14日～2014年3月31日にセンサスルート沿いの南向き斜面に、1km間隔に計8台（C.1～C.8）の自動撮影カメラ（Moultrie製 MFH-DGS-D55IR：静止画、検知1回当たりの撮影枚数：1枚、スリープ時間：1分）を国道から約10～30m離れたシカ道のある自然林内に設置した。撮影されたデータは撮影頻度による撮影頻度指標（RAI：Relative Abundance Index）²⁾を用いて、地点ごとの100カメラ日当たりの撮影頻度（撮影枚数／カメラ稼働時間×100カメラ日）を算出した。撮影された個体の重複を避けるため、30分以内に複数枚撮影されたものを1枚として扱った³⁾。



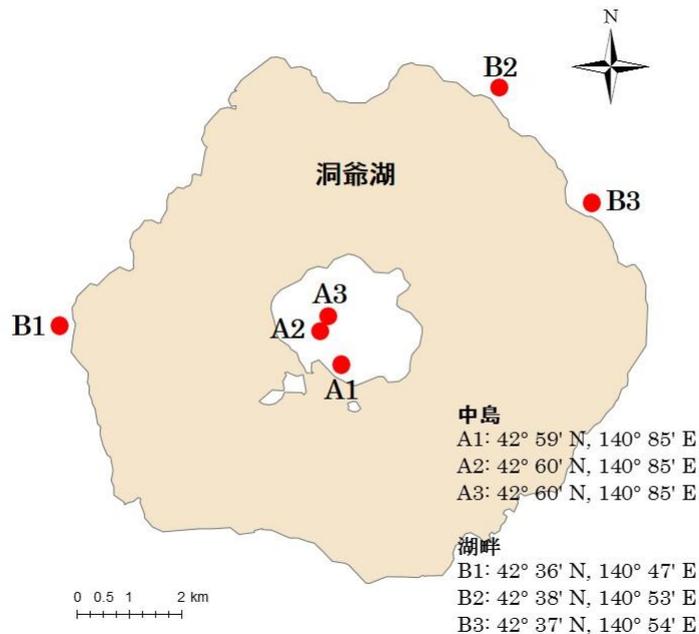
図(5)-3 支笏湖畔林におけるロードセンサス実施ルートと自動撮影カメラの設置地点及び設置風景

(2) 生物多様性指標

1) 糞虫 (洞爺湖中島)

食糞性コガネムシ (以下、糞虫) を採集するため、2012年6月から10月に洞爺湖中島 (以下、中島) と洞爺湖湖畔の森林内各3か所 (A1・A2・A3 と B1・B2・B3) に20m×20mの調査区を設置した (図(5)-4)。糞虫の採集には、牛糞をベイトとした早川式ザルトラップを使用した。トラップは直径22cm、深さ9cmのザルを地面と平行になるように縁まで埋め、園芸用の腐植土を8分目まで入れた上に牛糞 (量は300g) を敷いた。このトラップを調査区の中央と四辺の midpoint、計5か所に置いた。糞虫には昼行性と夜行性の種が存在し、糞設置後1~2日後に糞虫の飛来がピークを迎えるので、トラップの設置から24時間後に回収することにした。回収したサンプルはソーティングして、種同定と個体数の計数を行った。

中島と湖畔で種数、個体数、多様度指数 (Simpson の多様度指数、Shannon-Wiener の多様度指数) を算出し比較した。さらに、両調査地における糞虫群集の種構成を比較するため調査地点ごとの糞虫群集の非類似度を距離測定値として、非計量多次元尺度法 (NMDS) を用いて解析した。



図(5)-4 洞爺湖の全体図及び中島と湖畔に設定した調査区の位置

2) 鳥類（洞爺湖中島）

2013年4月15日～7月31日にかけてシカ高密度地域である中島に6地点、シカ低密度地域である洞爺湖畔地域に3地点の調査地を設けて鳥類相を比較した。各地点の鳥類相は囀りをもとに判断した。そのため、各調査地点において、ICレコーダーを用いてタイマーによる囀りの自動音声録音センサスを行った。録音は鳥類が頻繁に囀りを行う早朝の30分間（5:00～5:30）に実施した。使用した機材はICR-PS004M（SANYO製）で、音声は全てMP3、WAV形式で保存した。機材は防水加工を施し、立木の地上約150cmの高さにロープで固定した。録音された音声は、Windows Media Player（Microsoft社）を用いて等倍速で再生した。さらに音声の聞き漏らしを防止するため、音声を波長状に可視化するフリーソフトであるQuickAudio（tsugi社、ver.2.1）も併用した。

3) 森林（支笏）

樹皮剥ぎ発生の要因として考えられる環境要因のうち日射量に着目し、支笏湖畔の南向き斜面及び北向き斜面においてシカによる樹皮剥ぎと日射量の関係を検証した。支笏湖畔を1kmメッシュで区切り、その中から調査可能な地点である8箇所（北側斜面A～Dと南側斜面E～H）で毎木調査を実施した。50m×4mのベルト状の調査プロットを設定し、調査プロット内にある高さ130cm以上で胸高直径1cm以上の樹木について樹種・胸高直径・樹皮剥ぎ（有無・新旧・被害程度）を記録した。

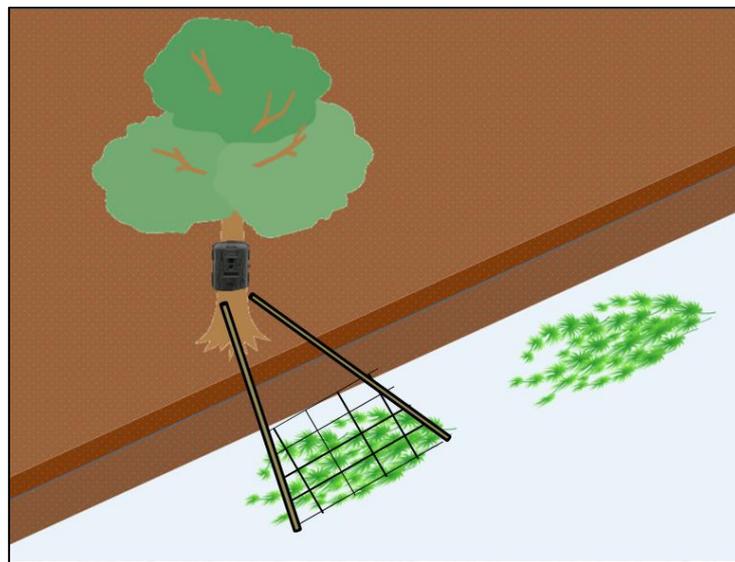
4) 高山植物（支笏）

支笏湖南側に位置する樽前山（標高1,041m）は近年シカを目撃例が徐々に増加していることから、樽前山のシカの利用頻度を明らかにし、樽前山の高山植生を対象としたハザードマップ作成により保全優先度が高い地点を予測した。

樽前山の森林限界（標高約 600m 以上）より高標高域を調査対象区とし、現地調査を行った。はじめに、調査対象区を 109 メッシュ（250m×250m）に分割し、保全優占種の分布域を特定した。保全優先種は「全メッシュの内 10%未満にのみ分布する植物」と定義し、7 種を選定した。選定した植物はエゾオヤマノリンドウ（*Gentianatriflora* var. *japonica*）、オオウメガサソウ（*Chimaphila umbellata*）、コケモモ（*Vaccinium vitis-idaea*）、コメツツジ（*Rhododendron tschonoskii*）、ナガバツガザクラ（*Phyllodoce nipponica* var. *oblong-ovata*）、ノギラン（*Aletris luteoviridis*）、ミヤマアキノキリンソウ（*Solidago virgaurea* var. *leiocarpa*）である。次に現地調査により確認したシカの糞塊の位置情報とメッシュごとの発見数を記録し、シカの利用頻度を算出した。シカの利用頻度は発見したシカの糞塊数を踏査距離で割り、メッシュ単位で算出した（利用頻度＝糞塊発見数（個）/踏査距離（m））。その後、シカの利用頻度と環境要因との回帰分析を行った。選定した環境要因は林縁長、林縁からの距離、平均傾斜角、NDVI である。

5) 水草（支笏）

シカによる水草への影響を明らかにするため、北海道西部支笏湖周辺の千歳市近郊に位置し、湧水起源であり勾配の緩やかな河川であるママチ川を調査地として、そこに生育する水生植物であるバイカモ (*Ranunculus nipponicus* var. *submersus*) を対象に調査を行った。バイカモは北海道のレッドリストにて希少種に選定されており、水質の良好な環境にのみ生育する。本研究ではママチ川に生育するバイカモのパッチを20組10地点選択し、片方にシカがバイカモに近づけないようにするための排除柵を設置し、もう片方には何も設置せず対照区とした(図(5)-5)。設置の際はシカ排除柵自体がバイカモの生育に直接影響を与えないように配慮した。また、バイカモを採食もしくは接近するシカを撮影するため自動撮影カメラ (Ltl Acorn 5210A) を設置した。



図(5)-5 バイカモに対するシカの影響を検証するためのシカ排除柵設置区と対照区の設置模式図

4. 結果及び考察

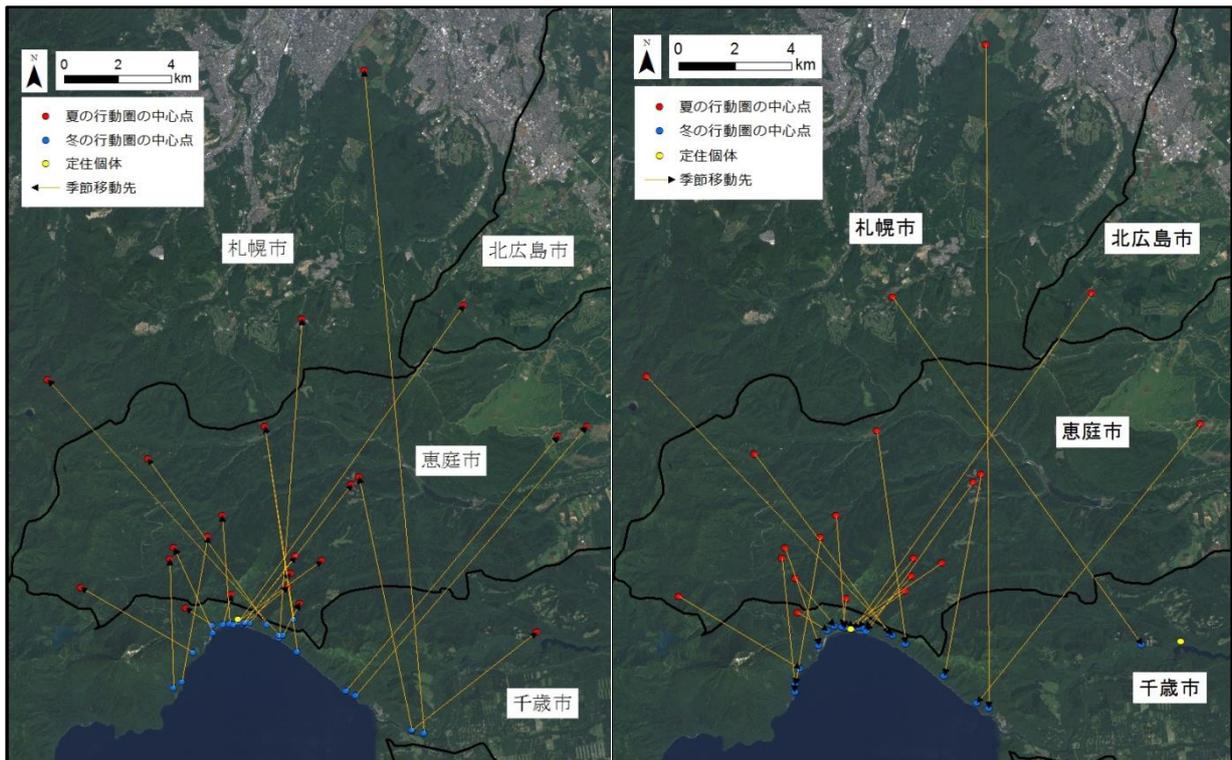
(1) 季節移動と移動ルートの解明

1) GPS首輪を用いた支笏湖周辺のシカの追跡調査

1年を通じて追跡できた24個体のうち、3個体が札幌市に、1個体が北広島市に、17個体が恵庭市に、2個体が千歳市に春の季節移動をし、定住型は1個体であった(図(5)-6)。多くの個体は恵庭市や千歳市の森林を夏季の生息地として利用していた。札幌市に移動した2個体は都市近郊の農地やゴルフ場を利用しており、越冬地として支笏湖畔を利用する個体群の一部がアーバンディアであることが示された。秋の季節移動では、21個体が千歳市の支笏湖畔に再び戻り、1個体は支笏湖畔から5kmほど離れた地域に生息地を変え、2個体は定住型であった(図(5)-6)。春の季節移動で各地に分散していた個体群は秋の季節移動で再び支笏湖畔に戻ることが示された。

支笏越冬個体群の季節移動距離は1.3～20.9kmであった（表(5)-1）。先行研究では、道東の2つの研究で7.2～101km¹⁾及び2.5～42.0km⁴⁾、本州の例では3.2～22.9km⁵⁾、2.5～31.9km⁶⁾と示されている。先行研究の例と比較して支笏湖畔に越冬する個体群は季節移動の距離が短いことが示された。

支笏湖畔を越冬地としていた多くの個体は4月下旬から5月にかけて春の季節移動、11月中旬から12月にかけて秋の季節移動が観測された。季節移動の開始時期は積雪が影響していることが先行研究で考察されており^{1,4)}、支笏湖畔を越冬地とする個体も同様の傾向を示した。



図(5)-6 季節移動後の夏季と冬季の生息地

表(5)-1 季節移動の期間と距離

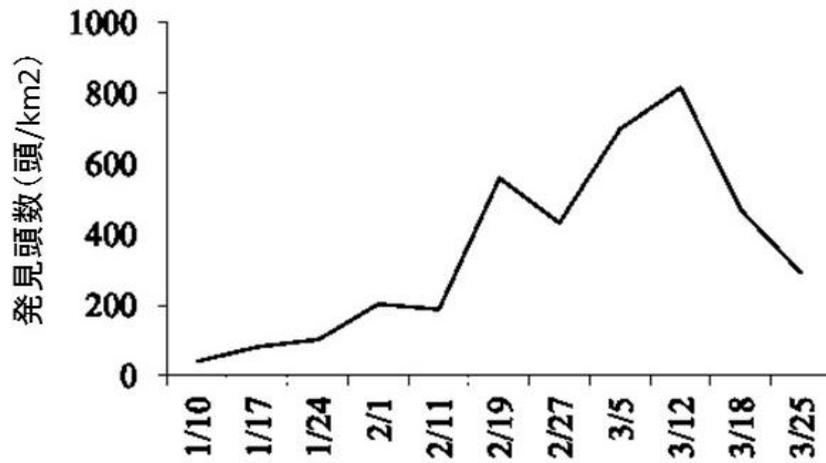
耳標	年齢	春の季節移動		秋の季節移動	
		期間	距離(km)	期間	距離(km)
1	2	5/30-6/5	14.7	11/20-11/23	14.6
2	2	5/1	4.1	11/8	4.1
3	2	4/24-4/25	1.2	11/28-11/29	1.3
4	2	4/27	6.7	11/16	6.5
5	2	4/28	3.3	11/19	3.2
6	1	4/28	1.2	9/28	1.0
12	1	4/24-4/26	5.9	定住型	
15	1	4/19-5/3	9.8	11/19-2/21	8.5
18	2	4/25-4/28	4.2	11/30	4.1
21	3+	定住型		定住型	
23	2	4/27-6/29	20.9	11/28-2/11	18.9
29	3+	4/14-4/21	12.6	GPS首輪の故障	
30	2	4/29-5/20	13.0	12/6-12/18	12.7
31	3+	5/2-6/3	13.2	12/23-12/31	15.3
32	2	5/14	1.4	死亡	
33	2	4/29-5/4	8.0	11/12-11/15	8.0
34	2	4/27-4/30	7.8	12/31-1/3	7.7
35	3+	5/2	2.4	10/31-11/1	2.5
36	3+	5/7-5/9	2.2	12/28	2.2
37	3+	5/2	2.3	11/29	2.3
38	3+	4/14-4/16	12.8	12/29-12/30	12.8
40	3+	4/27-5/19	3.3	12/30	3.7
41	2	5/3-5/28	4.8	12/13-12/16	5.1
42	3+	4/9-5/23	5.1	11/3-11/4	5.4
43	3+	4/24-5/10	4.9	12/31-1/4	4.8

2) ロードセンサス・カメラトラップ法を用いた支笏湖北側斜面のシカ分布の把握

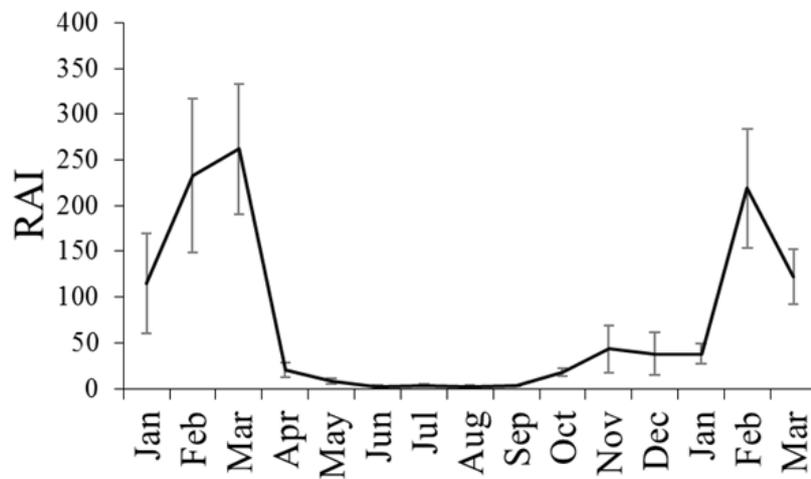
発見頭数は1月10日(40.9頭/km²)から増加していき、2月19日には560.5頭/km²となり、3月12日の昼に最大頭数817.5頭/km²となった(図(5)-7)。その後、3月15日から減少し、以降ほとんどシカは確認されなかった。昼と夕間の発見頭数は有意差が見られなかった(T-検定 $P=0.05$)。群れ構成は、メスと仔が99.6%でオスが0.4%であり、南向き斜面のシカ個体群は、メスと仔で形成されていることがわかった。なおセンサス中にメスと仔の判断が難しい個体が多数回発見されたことから、メスと仔を区別していない。

カメラトラップの結果から、RAI値は2013年1月から3月と2014年2月から3月の期間が高く、2013年の4月～2014年1月の期間が低くなった(図(5)-8)。

シカは支笏湖畔北側を通る国道453号線沿い南向き斜面を、1月から3月の期間に越冬地として利用していることがわかった。南向き斜面が冬期に高密度になる要因として、日当たりが良いため積雪深が低く餌を確保しやすい場所であることがあげられる。南向き斜面のシカ個体群の性構成はメスと仔が多いことから、南向き斜面が個体数管理においては重要な場所であるといえる。



図(5)-7 支笏湖畔北側を通る国道453号線沿い南向き斜面でのシカ個体数密度の時期変化(2013年～2014年)。



図(5)-8 支笏湖畔北側を通る国道453号線沿い南向き斜面のシカの撮影頻度 (RAI) の時期変化(2013年～2014年)。RAI値は8台のカメラによる平均を示す。

(2) 生物多様性指標

1) 糞虫 (洞爺湖中島)

中島では3科6属7種2,060個体、湖畔では2科5属5種291個体の糞虫が採集された(表(5)-2)。採集された糞虫個体数は、中島が湖畔に比べて有意に多かった ($P<0.05$)。一般に糞虫の個体数と糞の主な供給者である哺乳類の個体数は相関があるため^{7, 8)}、中島ではシカが非常に高密度に生息しているので糞虫の個体数も多くなっていると推測される。種数と多様度指数に関しては中島と湖畔で有意な差はなかった。

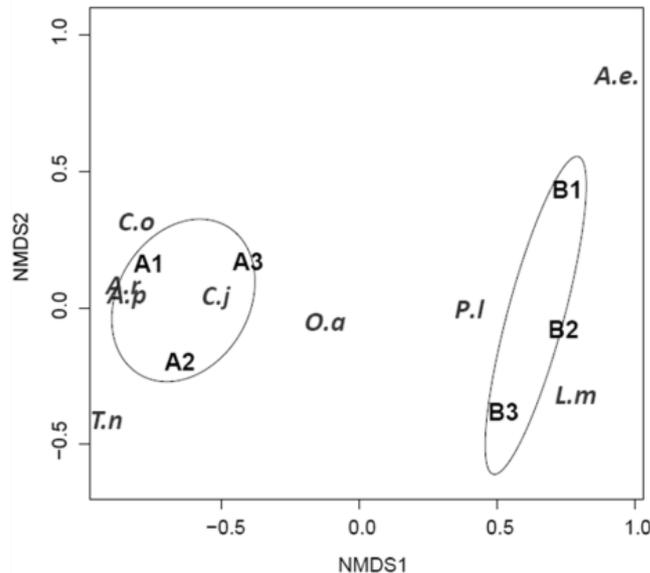
表(5)-2 2012年6月から10月に洞爺湖中島と洞爺湖湖畔で採集された調査プロットにおける糞虫種とその個体数(プロットの平均±SE)及び主な生息環境

種名 (学名)	生息環境	中島	湖畔
コブナシコブスジコガネ (<i>Trox nohirai</i>)	森林	0.3±0.3	-
センチコガネ (<i>Phelotrupes laevistriatus</i>)	森林	33.7±11.6	61.3±7.1
ダイコクコガネ (<i>Copris ochus</i>)	草地	2.0±0.8	-
ツノコガネ (<i>Liatongus minutus</i>)	草地・森林	-	3.3±1.5
マエカドコエンマコガネ (<i>Caccobius jessoensis</i>)	草地・森林	431.3±130.1	9.3±2.2
クロマルエンマコガネ (<i>Onthophagus ater</i>)	草地・森林	212.0±36.3	22.7±4.8
コマグソコガネ (<i>Aphodius pusillus</i>)	草地	4.0±0.5	-
マグソコガネ (<i>Aphodius rectus</i>)	草地	3.3±0.3	-
オオフトホシマグソコガネ (<i>Aphodius elegans elegans</i>)	草地	-	0.3±0.3
合計(±SE)		686.6±58.0	96.9±10.0

NMDSによる中島と湖畔の糞虫群集の種構成解析の結果、両調査地の糞虫群集の組成は互いに異なった ($P<0.01$; 図(5)-9)。中島ではマエカドコエンマコガネ (*Caccobius jessoensis*; 以下、マエカド)、コマグソコガネ (*Aphodius pusillus*; 以下、コマグソ)、マグソコガネ (*Aphodius rectus*; 以下、マグソ) の3種により糞虫群集が特徴づけられ、湖畔はセンチコガネ (*Phelotrupes laevistriatus*; 以下、センチ) によって糞虫群集が特徴づけられた。森林性の糞虫がオープンランドに生息域を拡げられず^{7, 9)}、あるいは樹木の減少により森林性の糞虫種がオープンランドを好む種に取って代わられることが¹⁰⁾、先行研究で指摘されている。

中島の糞虫群集を特徴づけた3種のうちコマグソとマグソは主に放牧地で採集され、マエカドは林内にも生息するものの放牧地などのオープンランドにも生息する¹¹⁾。一方で、湖畔の糞虫群集を特徴づけたセンチは森林内の獣糞からよく採集される¹¹⁾。これらのことから、シカの生息密度の違いがもたらす植生改変や糞量の増加が、糞虫群集に影響を与えている可能性が高い。特に

シカの高密度化による植生改変は、草地性の種には正の影響を、森林性の種には負の影響を与え、種構成に変化をもたらすことが示唆された。これらの結果は、シカの高密度化に伴う生態系改変の指標生物として、糞虫群集が有用であることを示唆する。



図(5)-9 NMDSによる中島 (A1-A3) と洞爺湖畔 (B1-B3) の糞虫群集の解析結果。円内は95%信頼区間を示す。(T.n: コブナシコブスジコガネ、P.l: センチコガネ、C.o: ダイコクコガネ、L.m: ツノコガネ、C.j: マエカドコエンマコガネ、O.a: クロマルエンマコガネ、A.p: コマグソコガネ、A.r: マグソコガネ、A.e: オオフタホシマグソコガネ)

2) 鳥類 (洞爺湖中島)

4月15日～7月31日(計108日)において、486時間の音声を録音した。風雨や録音時の記録障害などの雑音により、鮮明な再生が出来なかった約150時間を除く約336時間(約70%)が再生可能であった。中島では34種、湖畔地域では36種の鳥類の囀り音声が確認された。

確認された鳥類種より、エゾセンニュウ (*Locustella fasciolata*) 及びカッコウ (*Cuculus canorus*) についてはシカ高密度地域である中島では確認されず、シカ低密度地域である湖畔地域でのみ確認された。エゾセンニュウは森林性鳥類であり、下層植生の密な低木林や林縁環境を好んで営巣する¹²⁾。したがってシカの採食圧により下層植生の衰退した中島は、それら鳥類の繁殖に適していないため確認されなかったと考えられる。また、カッコウは托卵性鳥類であり、ノビタキ (*Saxicola torquata*) やホオジロ (*Emberiza cioides*)、モズ (*Lanius bucephalus*) など、開けた草原性の鳥類を托卵対象とするが、中島にはこれらの托卵対象種が存在しないため、飛来しなかったと推察される。

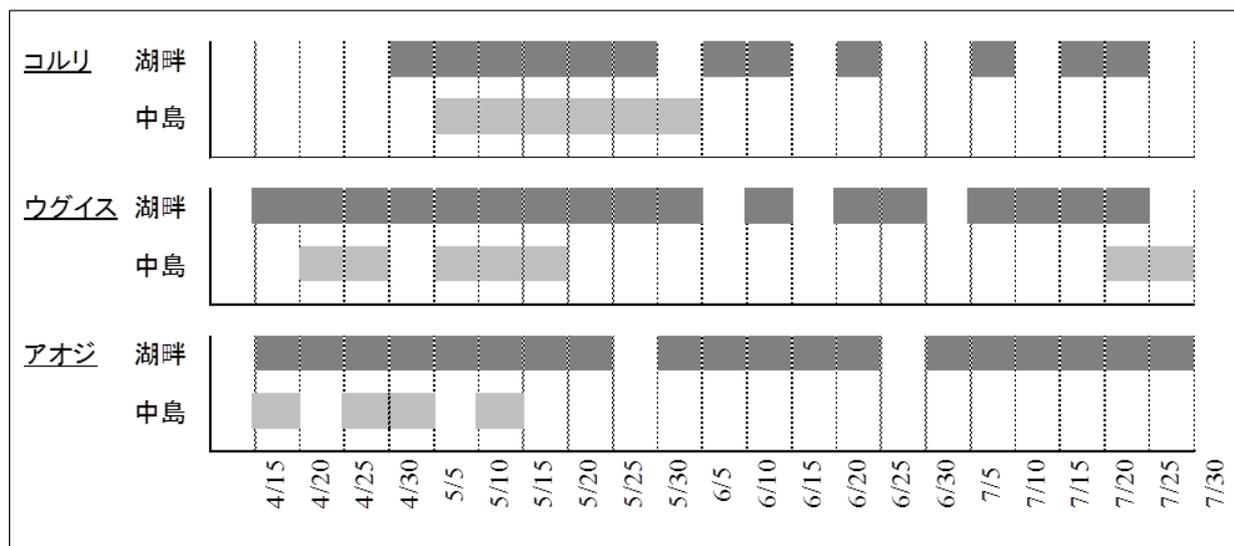
コルリ (*Erithacus cyane*)、ウグイス (*Cettia diphone*)、アオジ (*Emberiza spodocephala*) については、中島と湖畔の両地域で確認されたが(表(5)-3)、ある時期を境に囀りが聞こえなくなる現象が生じた(図(5)-10)。コルリは林道脇などの地上営巣性鳥類であり¹³⁾、林床植生への選択性

が強いことが知られている¹⁴⁾。また、ウグイスはササや高茎イネ科草本を利用して草上に営巣し¹⁵⁾、アオジは森林内の低木層の茂み、林縁から草地に散在する灌木の枝上や陰になった地上に営巣する¹⁶⁾。したがってエゾセンニュウと同様に、これらの営巣環境を選択するコルリ、ウグイス、アオジは繁殖期初期に飛来するものの、下層植生の繁茂が生じない中島から姿を消したと考えられる。

今後は大量捕獲を実施したことでシカ個体数密度低下による植生の回復が見込まれ、それに伴い中島の鳥類相が湖畔地域の鳥類相へと類似していくと考えられる。本研究により中島で観察されなかった種、並びに両地域間で囀り消長が大きく異なった種については、生物多様性回復指標として継続的なモニタリングを実施していく必要がある。

表(5)-3 営巣タイプ別に見た湖畔地域（シカ低密度地域）と中島（シカ高密度地域）における確認種の比較

営巣タイプ	和名	学名	湖畔	中島
托卵性	カッコウ	<i>Cuculus canorus</i>	●	
	ツツドリ	<i>Cuculus saturatus</i>	●	●
地上営巣性	コルリ	<i>Erithacus cyane</i>	●	●
	ヤブサメ	<i>Urosphena squameiceps</i>	●	●
藪・低木営巣性	ウグイス	<i>Cettia diphone</i>	●	●
	エゾセンニュウ	<i>Locustella fasciolata</i>	●	
	エゾムシクイ	<i>Phylloscopus tenellioes</i>	●	●
	センダイムシクイ	<i>Phylloscopus coronatus</i>	●	●
	アオジ	<i>Emberiza spodocephala</i>	●	●

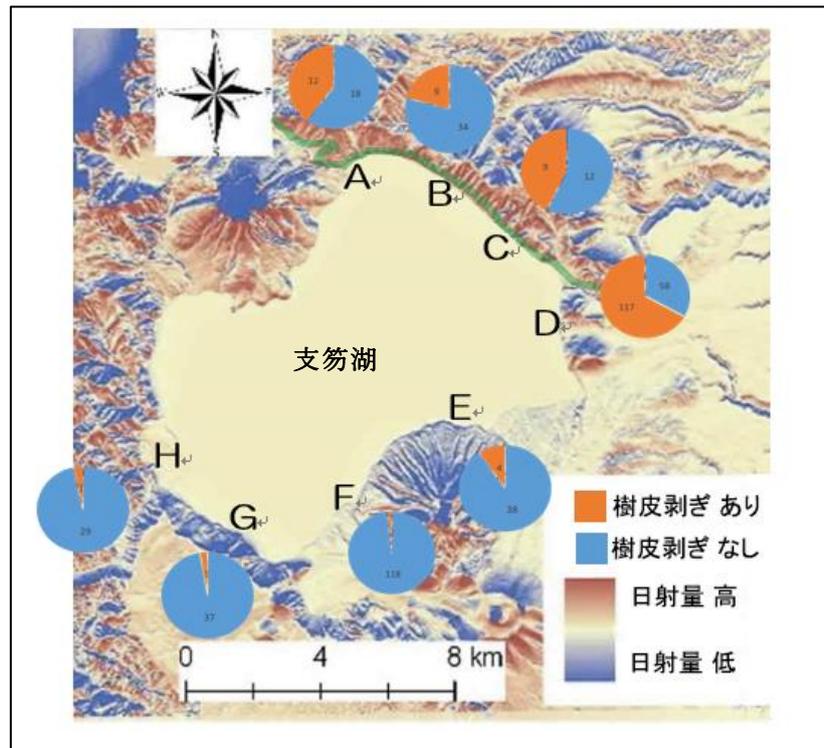


図(5)-10 湖畔地域及び中島におけるコルリ、ウグイス、アオジの繁殖期の囀り消長

3) 森林（支笏）

支笏湖畔で確認された全42種の樹木のうち19種に樹皮剥ぎの被害が確認できた。樹種の係数は、樹種が樹皮剥ぎ発生に与える影響についてアオダモを0として他の種と比較した。また、胸高直径が小さい樹木は樹皮剥ぎが高い傾向がみられた。胸高直径1～10cm範囲内で190本の樹皮剥ぎ被害が発生しており、全体の90%以上が小径木で発生していた。

支笏湖北側斜面の高日射量の調査プロットで樹皮剥ぎ率が高く、樹皮剥ぎと日射量には関係があることがわかった（図(5)-11）。そのため、日射量が高い、すなわち積雪量の浅い地点でシカの利用が集中し、樹皮剥ぎが起こりやすいことが示唆された。



図(5)-11 支笏湖北側斜面（A~D）と南側斜面（E~H）における樹皮剥ぎ発生状況と日射量

4) 高山植物 (支笏)

樽前山の保全優先種の多くは林縁近くに分布していたが、火口付近に分布する個体も存在した。シカによる採食痕がススキ (*Miscanthus sinensis*)、ミヤマハンノキ (*Alnus viridis* subsp. *maximowiczii*)、ダケカンバ (*Betula ermanii*)、イワブクロ (*Pennellianthus frutescens*)、ハイマツ (*Pinus pumila*)、マルバシモツケ (*Spiraea betulifolia*) に確認され、踏み荒らしがガンコウラン (*Empetrum nigrum japonicum* var. *japonicum*)、イソツツジ (*Ledum palustre* subsp. *diversipilosum*) に確認された。最も食害が多く確認された植物はススキであった。しかし、いずれも被害は小規模あるいは少数であった。

シカの利用頻度はメッシュ番号「29、47、70、83、92、99」で特に高く、いずれも林縁を含むメッシュであった。シカの利用頻度と環境要因との回帰分析により、林縁長が利用頻度に正の効果を有意に与えており ($P < 0.01$)、林縁長が長いほどシカの利用頻度が高いことが示唆された。この結果から保全優先種が分布するメッシュにおいて、林縁長が長いほど被害危険度が高いものとし、ハザードマップに示した (図 (5)-12)。ハザードマップより、最も被害危険度が高いと予測された地点はメッシュ番号「108」である。

現時点でのシカによる樽前山の高山植物への影響は低いが、樽前山周辺でシカ密度が増加していることから将来的に植生被害が発生する可能性がある。今後はハザードマップにより保全優先度が高いと判別されたメッシュでのモニタリングが重要である。

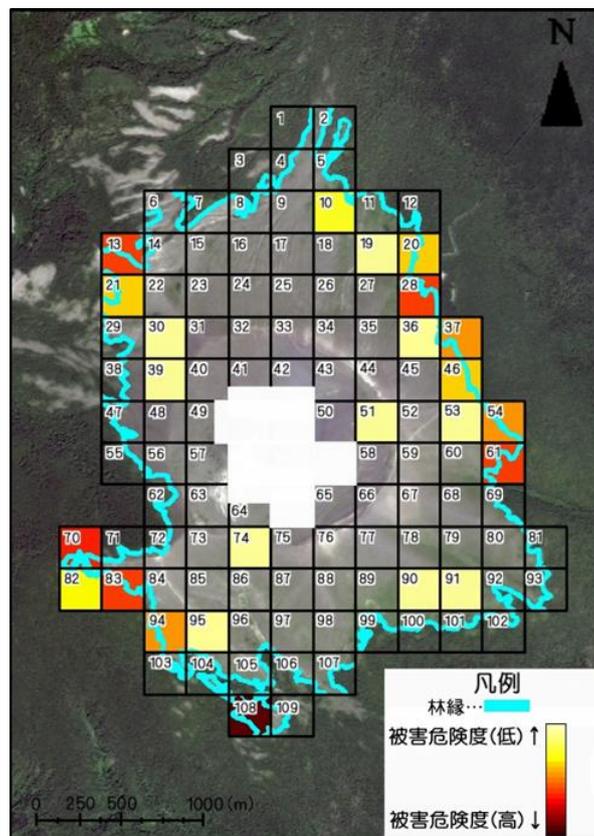
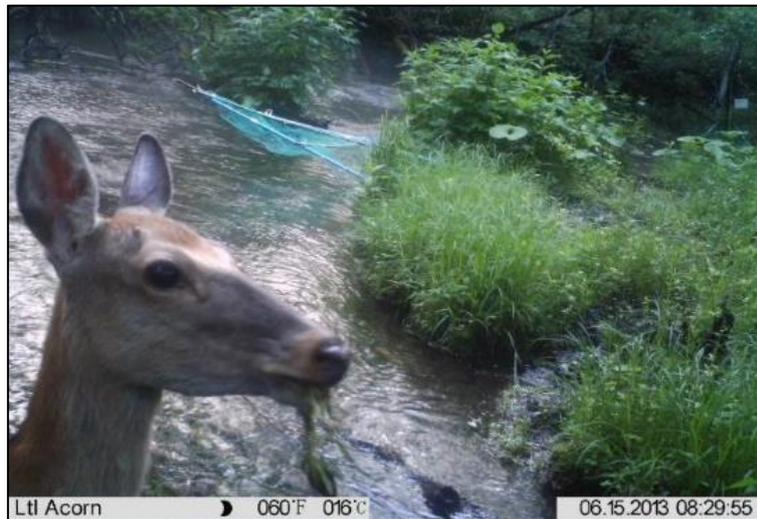


図 (5)-12 樽前山におけるシカ被害予測ハザードマップ

林縁部で被害が発生する可能性が高い。最も被害危険度が高いメッシュは108番。なお、火口 (白枠内) は火山性有毒ガスが噴出しているため侵入不可

5) 水草（支笏）

自動撮影カメラにはシカが河川内のバイカモ付近を歩く様子が頻繁に撮影され、実際にバイカモを口にくわえて採食している写真も撮影された（図(5)-13）。バイカモは植物体を川底に固定できなければ攪乱により容易に流失することが知られ¹⁷⁾、シカの踏み荒らしや採食は大きな攪乱となっていることが考えられる。実際に排除柵を設置したパッチのバイカモの茎は対照区よりも長い傾向が確認され、シカがバイカモの生長を阻害していることが示唆された。このことから支笏地域のシカはママチ川のバイカモの踏み荒らしや採食により生育に影響を与えていることが明らかとなった。したがって、河川においてバイカモがシカへの生態系影響における指標のひとつとして有用であることが示された。



図(5)-13 ママチ川にて自動撮影カメラによって撮影されたバイカモを口にくわえるシカ

(3) シカ管理計画の提案

支笏地域ではシカが支笏湖北側斜面を越冬地とし、春になると季節移動して、一部個体は近接する恵庭市だけでなく、北広島市や札幌市にまで移動した。つまり、支笏湖北側斜面で越冬するシカは複数の市町村をまたぐ広い年間行動圏を持つことが明らかになった。このように複数の市町村にまたがって季節移動するシカを適切に管理するためには、国立公園を有する市町村だけでなく、近隣の市町村を含めた広域管理が重要であり、幅広い地方自治体及び組織が連携する必要がある。

シカ管理に関わる組織において、国立公園の管轄は環境省、国有林の管轄は森林管理局、鳥獣保護区の管轄は北海道といったように多岐にわたる。加えて、罾資材の搬入やシカ残滓の搬出などの捕獲に関わる一連の作業は多大な労力を必要とし、単独の組織だけでは実行することは難しい。こうしたことから、シカ管理計画を策定するうえで関係組織の連携体制の確立が、最初の重要なステップといえる。

洞爺地域では本プロジェクトが先導する形で、環境省、北海道森林管理局、北海道庁、洞爺湖町、壮瞥町、洞爺湖温泉観光協会、地域のNPO、洞爺湖漁業協同組合、洞爺湖汽船株式会社などの関係組織が連携することができ、平成24年2月に「洞爺湖中島エゾシカ対策協議会」を再設立した。そしてその結果、洞爺湖中島での捕獲において、洞爺湖町、地元NPO、汽船会社の協力によって、中島への数トンに及ぶ罾資材の搬入やシカ残滓の搬出が実現できた。また、支笏ではサブテーマ2と4にて実施した流し猟式シャープシューティングに向けて、道路関係行政機関を含めた連携体制が新しく確立された。

シカによる生態系影響を知るための生物多様性指標について、洞爺では高密度からの生態系回復指標として、森林性の糞虫や林床植生を利用する鳥類が適用可能であることが明らかになった。一方で、支笏では低密度からの生態系警戒指標として、冬季にシカ密度が低い場所をリファレンスにした樹皮剥ぎ率の比較、高山植生の保全のためにハザードマップを作成して重点的にモニタリングすべき場所の特定、さらに河川においてはシカの採食圧・踏圧に脆弱な水草を指標とすること、が有効であることが示唆された。また、生態系（森林、高山、河川）によってシカによる影響度合いは異なるため、国立公園におけるシカの生態系影響を把握するにはこれら複数の指標を用いる必要がある。

支笏・洞爺国立公園におけるシカ管理について、シカの個体数を大きく削減できた洞爺湖中島では、今後は協議会のもと適切なシカ個体数を維持し、植生だけでなく糞虫や鳥類といった生態系回復指標をモニタリングすることが求められる。一方、支笏では、森林、高山、河川の生態系警戒指標をモニタリングしつつ、生態系保全に向けて関係機関の連携を活かして計画的な捕獲を議論し始めることが重要である。

今後の日本のシカ管理においても、こうした複数の組織による統合的なシカ管理や生物多様性への影響把握は重要であり、他地域でも本研究で実施したものと同様の体制を構築する必要がある。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

従来では捕獲技術の開発において、効率性等の評価を実施者の経験に頼ることが多かった。本プロジェクトにより、捕獲技術の開発に並行して生態系モニタリングや地域との合意形成を行うことで、捕獲技術の開発における科学的な評価を可能にした。

これまで北海道西部ではシカの個体数が増加していることが報告されていたが、この地域での実態は全く未解明であった。本研究プロジェクトでは、GPS型発信機を多数シカに装着することで、支笏湖畔が越冬地であることと、そこを利用する個体の季節移動の詳細を明らかにした。そして、国立公園だけでなくその近隣地域を含めた統合的なシカ管理の重要性が提示できた。さらに、札幌市や北広島市など市街地に出没するアーバンディア（都市出没型のシカ）の季節移動という新しい知見を得た。国内では、これほど多くのGPS型発信機を使用した事例は初めてであり、広域でのシカ管理には十分な科学的調査が必要であることが実証された。特に今回使用したイリジウム型GPS発信機は国内初の使用事例となり、今後のシカ管理に求められるリアルタイムでの移動追跡技術を確立できた。

また、昆虫・鳥類・植物といったさまざまな分類群や、森林・高山・河川といったさまざまな景観における、シカの生態系影響を測る生物多様性指標を整理することができた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

洞爺湖中島において各種捕獲手法を検証し、実際に洞爺湖中島の個体数を削減していく中でシカの低密度化に向けた総括的な捕獲技術を開発できた。一部の捕獲技術については、洞爺湖町が鳥獣害対策の一環として農耕地で応用しており捕獲成果も上がっている。

本研究プロジェクトの働きかけにより、2012年2月に「洞爺湖中島エゾシカ対策協議会」が再設立され、環境省のみならず農林水産省森林管理局、北海道、洞爺湖町、壮瞥町、地域の観光関連機関、NPOを主体とした連携体制を確立し、洞爺湖中島のシカ管理が大きく前進するきっかけをつくった。実際に協議会の合意のもとに設定した目標頭数近くまで削減できたことは、行政組織が多数参画する協議会にとっても大きな成果である。これらの取り組みは、森林管理局にて国有林におけるシカ対策の取り組みに関する代表事例として紹介された。

また、本プロジェクトにより洞爺湖中島の低密度化に成功した。今後は、環境省洞爺湖自然保護官事務所で低密度の維持を目的とした捕獲支援、及び生態系回復のモニタリング事業を行うこととしているほか、地元の洞爺湖町にも、モニタリングを並行しながら複数の捕獲手法を組み合わせる本課題の成果を還元し、同町によるエゾシカ農業被害対策のための捕獲に取り入れられている。また、農林水産省監修の「改訂版・野生鳥獣被害防止マニュアル」にも、本研究により整理されたシャープシューティングの体制論が掲載された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

支笏地域において、従来の捕獲技術では対応が難しかった、道路周辺、観光地、急斜面の条件下で有効な「道路封鎖型の流し猟式シャープシューティング」を試行した。この捕獲では、国道453号の通行止めを道路管理者・警察などの関係組織と連携することで実施し、現行法でこのよう

な捕獲技術が利用可能であることを示した。捕獲試験後に国土交通省をはじめとした関係組織へヒアリングをしたところ、このような道路周辺での捕獲の継続に意欲を示しており、本プロジェクトによって開発された捕獲技術の事業化に向けて進展が見込まれる。

支笏地域を越冬地とするシカの季節移動や、シカによる森林・高山植物・水草への被害状況などの情報は、今後の支笏地域、そして札幌近郊のシカ管理計画を考えるうえで、管理対象とするシカ個体群の決定、シカによる生態系影響を知るための生物多様性指標として活用されるだろう。そして、これらの情報をもとに、札幌近郊のシカ管理計画も進むと予想される。

洞爺湖中島における「洞爺湖中島エゾシカ対策協議会」の設立事例は、複数の関係組織が連携するシカ管理のモデルケースである。今後はこうした行政の枠を超えた連携体制の重要性が各地で認識され、実施されていくと考えられる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 日野貴文、吉田剛司：哺乳類科学, 54, 1, 171-174 (2014)
「国立公園・鳥獣保護区におけるシカ管理の川上から川下まで一統的なシカ管理体制の構築―」
- 2) 赤羽俊亮、日野貴文、吉田剛司：日本応用動物昆虫学会誌（印刷中）
「エゾシカの高密度化が食糞性コガネムシ群集に与える影響」

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 日野貴文、寺尾愛也、吉田剛司：第11回「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 11, 61-65 (2012)
「交通量の多い国道におけるエゾシカライトセンサスの検討」
- 2) 村井拓成、日野貴文、吉田剛司：酪農学園大学紀要, 37, 49-53 (2012)
「貝殻を用いた餌マーキング調査によるエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の行動範囲の推定」

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) Y. YOSHIHISA, T. HINO, T. YOSHIDA, R. AKAMATSU and Y. TACHIKI：日本生態学会第59回全国大会 ポスター発表 (2012)
“Field testing of sika deer capturing site selection based on camera trapping and browsing intensity”

- 2) 日野貴文、義久侑平、吉田剛司、立木靖之、赤松里香：日本哺乳類学会2012年度大会 ポスター発表 (2012)
「支笏湖周辺におけるエゾシカの季節移動と移動経路」
- 3) 吉田剛司、立木靖之、日野貴文、義久侑平、伊吾田宏正、高橋裕史、松浦友紀子、梶光一、赤松里香、近藤誠司：日本哺乳類学会2012年度大会 ポスター発表 (2012)
「イリジウム型GPS首輪によるニホンジカのモニタリングと情報ツールとしての運用の可能性」
- 4) 上原裕世、玉田克己、梶光一、吉田剛司：日本生態学会第60回全国大会 ポスター発表 (2013)
「エゾシカの高密度化による植生破壊は、ヤブサメの生息地利用に影響を与えるか？」
- 5) 赤羽俊亮、日野貴文、吉田剛司：日本生態学会第60回全国大会 ポスター発表 (2013)
「エゾシカ *Cervus nippon yesoensis* の長期高密度化が食糞性コガネムシの多様性にどのような影響を与えるか？—高密度地域洞爺湖中島と湖畔の森林を比較して—」
- 6) 松本明日、日野貴文、吉田剛司：日本生態学会第60回全国大会 ポスター発表 (2013)
「エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の高山植物に対する採食圧ハザードマップの作成」
- 7) 青谷克哉、日野貴文、吉田剛司：日本生態学会第60回全国大会 ポスター発表 (2013)
「エゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) のハビタット選択の季節変化によってバイカモ類の生育は妨げられるか？」
- 8) 日野貴文、宮木雅美、吉田剛司、山舗直子：第124回日本森林学会大会 ポスター発表(2013)
「リター蓄積量を介したエゾシカの落葉採食がもたらすワラジムシ類への間接効果」
- 9) 上原裕世、川路則友、梶光一、吉田剛司：日本景観生態学会第23回大会 ポスター発表(2013)
「エゾシカの高密度化により植生構造が改変された洞爺湖中島におけるヤブサメの生息地選択」
- 10) T. YOSHIDA, T. MURAI, R. YOSHIDA and H. TAKAFUMI: International Mammalogical Congress, Belfast, (2013)
“National parks and wildlife refuges as hotspots of Sika deer”
- 11) T. MURAI, H. TAKAFUMI, Y. TACHIKI and T. YOSHIDA: International Mammalogical Congress, Belfast, poster (2013)
“Climate factors influencing home range size of Sika deer at different spatiotemporal scales”
- 12) H. TAKAFUMI, K. AOTANI, A. MATSUMOTO and T. YOSHIDA: International Association for Ecology, London, United Kingdom (2013)
“Coarse woody debris in stream create the refugia habitats for endangered aquatic plants from sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) impacts”
- 13) 村井拓成、日野貴文、吉田剛司、義久侑平、立木靖之、赤松里香：第29回霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会 口頭発表 (2013)
「気候によるニホンジカメスの行動圏面積の変化一年間および季節内における要因の解析」
- 14) 上原裕世、玉田克己、川路則友、吉田剛司：日本鳥学会2013年度大会 ポスター発表 (2013)
「エゾシカの生息密度が異なる地域における森林性鳥類の囀り消長」
- 15) 松本明日、日野貴文、吉田剛司：日本生態学会第61回大会 ポスター発表 (2014)
「エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) による樽前山の高山植生被害地点の特定」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

- 1) エゾシカを考える（平成23年9月4日、道新ホール、来場者数約250名）
- 2) 大型哺乳類の管理システムの構築 ～野生生物との共生を目指して～（平成24年1月26日、道新ホール、来場者数約350名）
- 3) 洞爺湖生物多様性フォーラム2012（平成24年3月4日、洞爺湖町役場洞爺総合支所、来場者数約50名）
- 4) 国立公園・鳥獣保護区におけるシカ管理の川上から川下まで一統合的なシカ管理体制の構築—日本哺乳類学会2013年度大会ミニシンポジウム（平成25年9月9日、岡山理科大学、来場者数約50名）
- 5) 日本の野生動物管理の転換点（平成25年9月28日、札幌国際ビル国際ホール、来場者数約130名）
- 6) 洞爺湖生物多様性フォーラム2014（平成26年3月8日、洞爺湖総合センター、来場者数約100名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 北海道新聞（平成23年9月8日、全道版、20頁、「エゾシカ 人間 どう共存 札幌でシンポ」）
- 2) 北海道新聞（平成24年2月3日、全道版、21頁、「野生動物管理 欧州では 共生目指し札幌で国際シンポ」）
- 3) 北海道新聞（平成24年2月11日、全道版、4頁、「洞爺湖中島 エゾシカ7割駆除へ」）
- 4) 室蘭民報（平成24年3月5日、3頁、「洞爺湖生物多様性フォーラム開催」）
- 5) 北海道新聞（平成24年3月5日、札幌圏、30頁、「シカ駆除計画など説明 洞爺湖 酪農大がフォーラム」）
- 6) 北海道新聞（平成24年8月3日、全国版、「エゾシカ増加 洞爺湖中島 野鳥消える」）
- 7) 北海道新聞（平成25年5月25日、夕刊、「支笏湖畔から餌求め季節移動 酪農学園大調査」）
- 8) 北海道新聞（平成25年年10月3日、朝刊、「野生動物どう管理 札幌でシンポ」）
- 9) 毎日新聞（平成26年年1月9日、朝刊、「エゾシカ：支笏湖から札幌へ」）
- 10) 室蘭民報（平成26年3月9日、朝刊、「洞爺湖生物多様性フォーラムが開かれ、現状を学ぶ」）
- 11) 読売新聞（平成26年3月10日、朝刊、「ニホンジカの食害も深刻 場所にあった捕獲法模索」）
- 12) 北海道新聞（平成26年4月2日、夕刊、10頁、「洞爺湖中島 シカ集中駆除で激減」）

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) H. IGOTA, M. SAKURAGI, H. UNO, K. KAJI, M. KANEKO, R. AKAMATSU and K. MAEKAWA: Ecological Research, 19, 169-178 (2004)
“Seasonal migration patterns of female sika deer in eastern Hokkaido, Japan”
- 2) T. G. O'BRIEN, M. F. KINNAIRD and H. T. WIBISONO: Animal Conservation, 6, 131-139 (2003)
“Crouching tigers hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape”
- 3) 塚田英晴、深澤充、小迫考実、須藤まどか、井村毅、平川浩文：哺乳類科学, 46, 1, 5-19 (2006)
「放牧地の哺乳類相調査への自動撮影装置の応用」
- 4) H. UNO and K. KAJI: Mammal Study, 25, 49-57 (2000)
“Seasonal movements of female sika deer in eastern Hokkaido, Japan”
- 5) A. TAKII, S. IZUMIYAMA, T. MOCHIZUKI, T. OKUMURA and S. SATO: Mammal Study, 37, 127-137 (2012)
“Seasonal migration of sika deer in the Oku-Chichibu Mountains, central Japan”
- 6) A. TAKII, S. IZUMIYAMA and M. TAGUCHI: Mammal Study, 37, 331-340 (2012)
“Partial migration and effects of climate on migratory movements of sika deer in Kirigamine Highland, central Japan”
- 7) A. ESTRADA, R. COATES-ESTRADA, A. A. DADDA and P. CAMMARANO: Journal of Tropical Ecology, 14, 577-593 (1998)
“Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico”
- 8) A. ESTRADA and R. COATES-ESTRADA: Biodiversity and Conservation, 11, 1903-1918 (2002)
“Dung beetles in continuous forest fragments and in an agricultural mosaic habitat island at Los Tuxtlas, Mexico”
- 9) M. NUMMELIN and I. HANSKI: Journal of Tropical Ecology, 5, 349-352 (1989)
“Dung beetles of Kibale Forest, Uganda; comparison between virgin and managed forests”
- 10) G. HALFFTER and L. ARELLANO: BIOTROPICA, 34, 1, 144-154 (2002)
“Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape”
- 11) 川井信矢、堀繁久、河原正和、稲垣政志：昆虫文献 六本脚, 197pp (2008)
「日本産コガネムシ上科図説 第1巻 食糞群」
- 12) 永田尚志、日高敏隆（監）、樋口広芳・森岡弘之・山岸哲（編）：180pp, 平凡社, 東京 (1997)
「日本動物大百科 4 鳥類II」
- 13) 田村實、上田恵介：Strix 日本野鳥の会研究報告, 19, 11-20 (2001)
「コルリの繁殖生態」
- 14) 鈴木悌司、斎藤新一郎、斎藤満：林試研報, 21, 95-103 (1983)
「岩見沢地方の天然生落葉広葉樹林における繁殖期の鳥類群集」
- 15) 長野康之、唐木雅徳、上田恵介：日本鳥学会誌, 43, 3-4, 133 (1994)
「メグロ・メジロ・ウグイスの営巣場所選択と一腹卵数」
- 16) 柿澤亮三、小海途銀次郎：238pp, 世界文化社, 東京 (1999)

「日本の野鳥 巢と卵図鑑」

17) 木村保夫、國井秀伸：日本生態学会誌, 48, 257-264 (1998)

「バイカモ (*Ranunculus nipponicus* var. *submersus*) とヒルゼンバイカモ (*R. nipponicus* var. *okayamensis*) のシュートの形態と成長特性の比較」

Developing and Evaluating Capture Methods of Sika Deer for Ecosystem Management in the Shikotsu-Toya National Park

Principal Investigator: Tsuyoshi YOSHIDA

Institution: Rakuno Gakuen University
Midorimachi 582, Bunkyo-dai, Ebetsu-City, Hokkaido,
069-8501, JAPAN
Tel: +81-011-388-4710 / Fax: +81-011-388-4710
E-mail: yoshi-ty@rakuno.ac.jp

Cooperated by: Forestry and Forest Products Research Institute, Gifu University, Tokyo
University of Agriculture and Technology, Hokkaido University

[Abstract]

Key Words: Biodiversity conservation, Capture efficiency, Capture method, Consensus building, Management plan, National park, Monitoring, Over-abundant of Sika deer, Population density, Seasonal migration

Absence of predators may cause deer population to erupt. Ongoing high hunting pressures outside the national parks have also caused a high concentration of deer inside the park. Over-browsing by deer is nowadays considered as a serious environmental issue of national park management of Japan. In Shikotsu-Toya National Park, Hokkaido, Sika deer (*Cervus nippon*) destroyed the natural and cultural landscapes of ecosystem, and became a major threat to biodiversity of the park.

This study, as a role model of wildlife and national park management of Japan, consists of 5 sub-themes: (1) Extraction of environmental conditions for culling, (2) Establishment of social structure for sharpshooting, (3) Seeking effective culling methods, (4) Animal welfare and behavior in culling, (5) Biodiversity management and population control. Each subtheme closely associated with the main theme of the study, "Management of over-abundant deer in the national park."

The Nakajima is 5.2 km² island located at Toya area. With the deer herd in the island having increased over 400 in the past, the only vegetation to grow has been a species of non-palatable plant. This study (sub-theme 1, 3, and 5) controlled deer herd in the island for the first time in 35 years. Although estimated deer population was 277 in the spring of 2012, the study group successfully harvested 218 deer by the spring of 2014. With various culling techniques including coral-trap, sharpshooting, snares, stalking, and drop-net, the study allocated resources of deer management effectively. The study group also led local

governments and residents to build the consensus of deer population control.

The lakeshore of Shikotsu has been damaged by over-grazing of deer. This study surveyed deer population and seasonal migration for the first time (sub-theme 5). In winter, over 600 deer inhabit forest patch along the route 453. Our study based on 31 deer GPS telemetry tracking analyses that proved some of these deer migrate into Sapporo metropolitan area during summer. The study implemented sharpshooting in the area with collaboration of administrative bodies such as MLIT, MAFF, Hokkaido Prefecture, and Chitose City. This study (sub-theme 2, 4, and 5) shut off national route from the traffic for the first time in Japan for this sharpshooting operation.

The study achieved a goal of deer control of Nakajima Island, and introduced an effective sharpshooting method in Shikotsu. These achievements guide to changing of direction in deer management in national parks of Japan.