

Environment Research and Technology Development Fund

環境省環境研究総合推進費終了研究等成果報告書

釧路湿原にて超高密度化状態となったシカの管理を
成功させる戦略と戦術
(4-1405)

平成26年度～平成28年度

Strategy and Tactics for Management of Hyper-abundant Deer
in Kushiro Wetland

酪農学園大学
地方独立行政法人北海道立総合研究機構
釧路公立大学

平成29年5月

環境省
総合環境政策局総務課環境研究技術室
環境保健部環境安全課環境リスク評価室
地球環境局総務課研究調査室

釧路湿原にて超高密度化状態となったシカの管理を成功させる戦略と戦術

(4-1405)

I. 成果の概要	・ ・ ・ ・ ・	i
1. はじめに（研究背景等）		
2. 研究開発目的		
3. 研究開発の方法		
4. 結果及び考察		
5. 本研究により得られた主な成果		
6. 研究成果の主な発表状況		
7. 研究者略歴		
II. 成果の詳細		
（1）時空間利用と植生・土壌環境への影響評価 （酪農学園大学）	・ ・ ・ ・ ・	1
要旨	・ ・ ・ ・ ・	1
1. はじめに	・ ・ ・ ・ ・	2
2. 研究開発目的	・ ・ ・ ・ ・	3
3. 研究開発方法	・ ・ ・ ・ ・	3
4. 結果及び考察	・ ・ ・ ・ ・	1 6
5. 本研究により得られた成果	・ ・ ・ ・ ・	6 1
6. 国際共同研究等の状況	・ ・ ・ ・ ・	6 2
7. 研究成果の発表状況	・ ・ ・ ・ ・	6 2
8. 引用文献	・ ・ ・ ・ ・	6 6
（2）生物多様性保全を可能とする広域個体群管理 （（地独）北海道立総合研究機構）	・ ・ ・ ・ ・	6 9
要旨	・ ・ ・ ・ ・	6 9
1. はじめに	・ ・ ・ ・ ・	6 9
2. 研究開発目的	・ ・ ・ ・ ・	6 9
3. 研究開発方法	・ ・ ・ ・ ・	7 0
4. 結果及び考察	・ ・ ・ ・ ・	7 7
5. 本研究により得られた成果	・ ・ ・ ・ ・	1 0 3
6. 国際共同研究等の状況	・ ・ ・ ・ ・	1 0 4
7. 研究成果の発表状況	・ ・ ・ ・ ・	1 0 4
8. 引用文献	・ ・ ・ ・ ・	1 0 5
（3）地域住民・市町村での情報共有および協働による 湿原保全と個体数管理手法の検討 （釧路公立大学）	・ ・ ・ ・ ・	1 0 7
要旨	・ ・ ・ ・ ・	1 0 7
1. はじめに	・ ・ ・ ・ ・	1 0 7
2. 研究開発目的	・ ・ ・ ・ ・	1 0 7
3. 研究開発方法	・ ・ ・ ・ ・	1 0 7
4. 結果及び考察	・ ・ ・ ・ ・	1 1 0
5. 本研究により得られた成果	・ ・ ・ ・ ・	1 1 9
6. 国際共同研究等の状況	・ ・ ・ ・ ・	1 2 0
7. 研究成果の発表状況	・ ・ ・ ・ ・	1 2 0
8. 引用文献	・ ・ ・ ・ ・	1 2 1
III. 英文Abstract	・ ・ ・ ・ ・	1 2 2

課題名 4-1405 釧路湿原にて超高密度化状態となったシカの管理を成功させる戦略と戦術

課題代表者名 吉田 剛司（酪農学園大学 農食環境学群環境共生学類 野生動物保護管理学研究室）

研究実施期間 平成26～28年度

累計予算額 109,695千円（うち平成28年度：34,706千円）
予算額は、間接経費を含む。

本研究のキーワード ニホンジカ、湿地、湿原、生態系影響、捕獲、地域と生物多様性保全、
シャープシューティング

研究体制

- (1) 時空間利用と植生・土壌環境への影響評価（酪農学園大学）
- (2) 生物多様性保全を可能とする広域個体群管理（（地独）北海道立総合研究機構）
- (3) 地域住民・市町村での情報共有および協働による湿原保全と個体数管理手法の検討（釧路公立大学）

研究概要

1. はじめに（研究背景等）

日本国内のみならず、北半球では有蹄類の高密度化がHyper Abundant（超高密度）の域に達しており、シカ類による生物多様性への影響が懸念されている。これまでシカ類の採食による影響は、森林生態系で主に報告されてきたが、日本国内のみならず海外でも湿地生態系（湿原）での研究報告が極めて少ない。さらにニホンジカ（以下、シカ）の個体数管理に関連する取り組みは、国内各地で模索されている。しかしシカは鳥獣保護区や国立公園など個体数管理が困難な生態系に集中する傾向にあり、北海道東部に位置する釧路湿原でも超高密度状態のシカ対策が早急に必要とされている。シカの管理は、場当たりの対策でなく、戦略と戦術の立案が必要となる。そこで本研究では、超高密度となったシカの管理を成功するために、5 W1H（WHAT：なにを、WHY：なぜ、WHERE：どこで、WHO：誰が、WHEN：いつ、HOW：どのようにして）を明確にして釧路湿原でのシカの管理を成功に導く（図1）。

4-1405 釧路湿原にて超高密度化状態となったシカの管理を成功させる戦略と戦術

【研究代表機関：酪農学園大学】



図1 本研究の体制

2. 研究開発目的

釧路湿原は日本最大の湿地であり、その生態系サービスの重要性は非常に高い地域である。しかし釧路湿原においても年間を通じて国立公園内と国立公園周辺にシカが超高密度に分布している。湿原でのシカの超高密度化は植生のみならず生態系の物質循環に影響を及ぼすことが予測され、早急に適切なシカ管理のもと湿地の機能、価値を持続的に維持する必要がある。しかし、人のアクセスが困難な湿原中央部に生息するシカの季節移動と日周行動は不明であり、どのような場所でいつシカを捕獲すれば良いかを検討する基礎的な情報が不足している。また、タンチョウ等の希少種に影響を与えずにどのようにシカ捕獲を実施するかも課題である。さらに、シカや希少鳥類といった生物学的な条件だけでなく、公園利用者との調整や地域協働といった社会的な条件を考慮することも、釧路湿原でのシカ管理を進める上で必要不可欠である。そこで本研究では、シカ管理の5W1Hを明確にするために（1）**時空間利用と植生・土壤環境への影響評価**によりシカの生態系影響を解明し、さらにGPS首輪発信機を用いた移動パターンと生息地利用を追究した。また広域管理の実現にむけて（2）**生物多様性保全を可能とする広域個体群管理**にて希少鳥類の湿原利用状況を解明するとともに、釧路湿原でのシカ管理のため生態系回復の指標を確立した。これら研究開発を通じて、シカ管理の戦略と戦術を立案し、地域でシカ管理を成功させるための管理体制の構築にむけて（3）**地域住民・市町村での情報共有および協働による湿原保全と個体数管理手法の検討**を実施した（図2）。

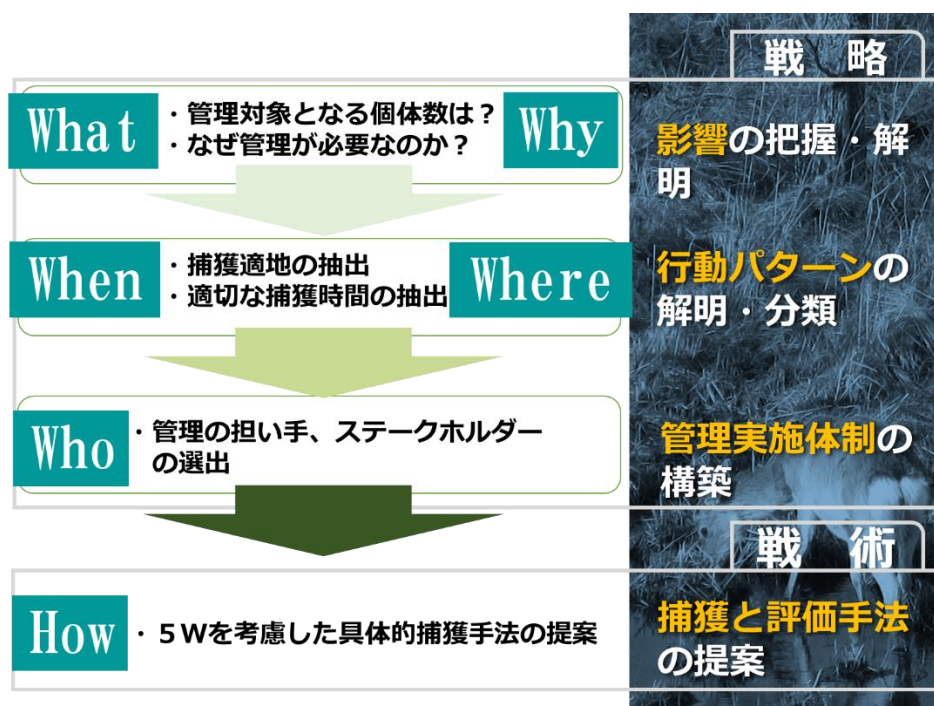


図2 5W1Hの明確化とシカ管理の戦略と戦術の関係

3. 研究開発の方法

（1）時空間利用と植生・土壤環境への影響評価

シカが超高密度に生息する釧路湿原において、シカの季節移動と日周行動を追跡し、シカの踏み荒らしや糞による過剰な施肥効果を含んだシカ - 植生 - 土壤の物質循環に対するシカの生態系影響について明確にした。また捕獲適地を特定し、捕獲適地においてどの時間に捕獲すれば捕獲効率が良くかつ希少鳥類に影響がないかを検討するために32頭のメス成獣にGPS首輪型発信機を装着して季節移動と日周行動を解明した。さらに、シカの湿原生態系への影響をモニタリングする手法として、小型無人航空機（Unmanned aerial vehicle：以下、UAV）を利用した手法について検討した。以上の情報を踏まえ、釧路湿原におけるシカ管理の戦略と戦術について提案した。

（2）生物多様性保全を可能とする広域個体群管理

広域の管理計画、希少種保全に配慮した捕獲及び植生保護の手法を提案するために、狩猟統計解析と航空機調査による広域のシカの分布・密度構造の解明を試みた。さらにシカ排除柵を用いた湿原植生にシカの高密度化が及ぼす影響把握手法を確立した。釧路湿原に広く分布するタンチョウの状況をシカ管理の観点で明確化するために直接観察や自動撮影カメラによるタンチョウの湿原の利用状況を把握

した。

(3) 地域住民・市町村での情報共有および協働による湿原保全と個体数管理手法の検討

ラムサール登録湿地でもある釧路湿原での住民参加型の湿地保全研究を地域協働による個体数管理手法について、地域ワークショップの開催によってシカ管理に積極的な住民参加を結びつけ、「生態系維持回復事業」と「エゾシカ広域捕獲推進モデル事業」への住民参加を促した。

4. 結果及び考察

(1) 時空間利用と植生・土壌環境への影響評価

シカが超高密度に生息する釧路湿原において、シカの季節移動と日周行動を追跡し、シカの踏み荒らしや糞による過剰な施肥効果を含んだシカ - 植生 - 土壌の物質循環に対するシカの生態系影響について明確にできた。特にヌタ場では土壌貫入試験の結果、土壌硬度が低下していることを解明した。また捕獲適地を特定し、捕獲適地においてどの時間に捕獲すれば捕獲効率が良くかつ希少鳥類に影響がないかを検討するために32頭のメス成獣にGPS首輪型発信機を装着し、季節移動を追跡したところ、約85%のシカが釧路湿原を年中の生息地として利用しており、湿原内部でのシカの捕獲が絶対条件となることが証明できた。明確な戦略として、WHAT（なにを：シカを）、WHY（なぜ：どのような影響があって）、WHERE（どこで：場所）、WHEN（いつ：季節や時間）、WHO（誰が：広域管理）である5Wを明確にし、戦術となるHOW（どのようにして）を提案した。本研究の成果は、釧路湿原生態系維持回復事業の基盤情報として利活用し、今後は釧路湿原より季節移動にて国立公園外に移動する個体群は広域管理にて捕獲し、一方で囲い罠やシャープシューティング（サブテーマ（1）詳細版を参照）など様々な方法にて湿原内での効果的な捕獲を遂行するにあたり、本研究にて方針（戦略）を立案し、手法（戦術）を提示した。

(2) 生物多様性保全を可能とする広域個体群管理

釧路湿原及び周辺地域において2015～2017年の3年間調査研究を実施し、冬季のシカの分布・密度構造に顕著な年変動があることが明らかになった。釧路湿原のシカの生息密度は平均約7.8頭/km²であり、湿原全体の越冬個体数は約2,000頭であると推定した。さらに湿原植生に及ぼすシカの影響を短期的に把握する手法として食痕指標種6種／属を用いた簡易調査、及び中・長期的手法として排除柵を用いた詳細調査（植生指標種16種／属を選定）を確立した。さらにタンチョウの冬季湿原内部と給餌場間の移動、湧水地や小河川のねぐらとしての利用、飛来する時間帯等の行動を明らかにした。今後は、本研究で提案したユニット別の広域管理、生物多様性に配慮した捕獲戦術及び植生保護手法について、環境省北海道地方環境事務所 釧路自然環境事務所が実施する釧路湿原生態系維持回復事業との連携強化が期待される。

(3) 地域住民・市町村での情報共有および協働による湿原保全と個体数管理手法の検討

釧路湿原におけるシカ管理に向けて、住民参加型湿地管理の視点からステークホルダーを抽出し、今後の対策における意見・要望を集約した。その結果、国立公園・ラムサール条約湿地におけるシカ個体数調整に対する賛同と、具体的な対策に対する要望をまとめることが出来た。地域では、釧路湿原でのシカの個体数管理が周辺農地の食害削減に貢献することが期待されている。釧路湿原関連4市町村すべてでの情報共有が必要であることが確認され、既存のネットワークや自治体ごとの手法を活用し、情報提供が可能であることが判明できた。また今後は湿原関連自治体を越えた、より広域での情報共有・協働の必要性が示唆された。

5. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

国内では個体数の増加したシカによる生態系影響が顕著であるが、湿地生態系でのシカの生態系影響に関する研究は乏しかった。本研究ではヤナギタコウギやカラフトダイオウなど希少性の高い植物種に食害が確認され、釧路湿原でのシカ管理が急を有することが科学的に証明できた。

また湿地でのシカ対策は主にシカ柵設置による被害防除が中心であり、シカの捕獲を戦略的に検討した研究はなく、日本最大の湿原である釧路湿原国立公園にて湿原生態系の保全に向けた科学的な調査研究は、国内の湿地におけるシカの個体数管理、さらには海外での湿地生態系におけるシカ類管理の戦略的なモデルの基礎となる研究成果を導くことになった。

釧路湿原のシカの管理には、シカの個体数の把握が重要となる。広大な釧路湿原では、個体数調査は困難を極めるが、本研究では、ヘリコプターセンサスにより冬季のシカの越冬個体数の推定に成功した。さらに戦略的な対策を講じるには、正しい戦術（例：捕獲方法）を練る必要があり、そのためにはシカの季節移動や日周行動を把握する必要がある。釧路湿原にて、本研究にて32頭のシカにGPS型首輪発信機を装着したことで、これまで全く不明であった湿原におけるシカの移動について詳細な情報を整備することに成功した。多くのシカは冬季に集中するために、夏季には季節移動で湿原外に移動すると推測されていたが、本研究の結果、釧路湿原のシカは湿原内にて夏季も冬季も生息する個体が多いことが判明した。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

環境省北海道地方環境事務所釧路自然保護事務所（以下、釧路事務所）が主催する釧路湿原エゾシカ対策検討会議検討委員会において、本研究成果を軸に釧路湿原のエゾシカ対策が議論された。釧路事務所が策定した釧路湿原生態系維持回復事業の計画立案に多くの研究成果が組み込まれた。本研究にて釧路湿原のシカは、湿原内のみで季節移動し、多くが湿原内にて年中に生息することが解明でき、釧路湿原の生態系維持回復にむけての戦略的なシカ管理が検討されることとなった。

釧路事務所発注業務である平成26年、27年、28年度釧路湿原国立公園エゾシカ捕獲手法検討調査業務と本研究で連携・協働により調査研究を進めてきた。本研究では、湿原内部（右岸堤防と道道1060号）にて生体捕獲を実施し、環境省事業では湿原外（達古武）にて生体捕獲を実施した。この結果、本プロジェクト（32機）と環境省事業（12機）にて計44機のGPS首輪型発信機を装着し、国内での最大数のニホンジカの追跡プロジェクトを行政と連携して実施することに成功した。

本研究では、釧路市・釧路町・標茶町・鶴居村といった釧路湿原を有する市町村と多くのワークショップを開催し、環境省の国立公園管理業務のみならず、湿原周辺でのニホンジカ捕獲を戦略的に実施するための枠組みを構築できた。特に釧路湿原でのニホンジカの捕獲を地域の利害関係者に共有の課題として幅広く広めることに成功した。

<行政が活用することが見込まれる成果>

環境省が主体となり生態系維持回復計画に基づき釧路湿原の保全の検討を進める。平成29年度より本研究の成果をもとに捕獲の検討と実践する予定となっている。本研究で算出した個体数管理の最低限の捕獲目標数を年間400頭とし、今後は生態系維持回復事業において目標と対象地域、本研究で提案したユニットでの管理体制を検討していく。本プロジェクトと釧路湿原国立公園エゾシカ捕獲手法検討調査業務の連携にて、約66%の個体は湿原内に留まることが推測でき、今後は、釧路湿原内にてシャープシューティング、大型囲い罠、小型囲い罠を用いて約260頭を釧路湿原内にて捕獲しなければ釧路湿原の生態系は維持できない。また約140頭の捕獲は、夏季に湿原の周辺市町村に現行の捕獲圧を継続して広域にての対策を講じていくことを関係者と協議を既に始めている。

さらに本研究で設置したニホンジカ防護柵（植生保護柵）は、釧路事務所にて活用して継続してモニタリングする予定であり、釧路湿原の生態系維持回復事業に直結した本研究成果の活用も見込まれる。

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) 稲富佳洋、日野貴文、島村崇志、長雄一、宇野裕之、吉田剛司：湿地研究（印刷中）
「釧路湿原国立公園の異なる植生タイプにおけるニホンジカの採食の影響評価」

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) 上原裕世、橋本寛治、吉田遼人、吉野智生、松本文雄、吉田剛司：酪農学園大学紀要．自然科学編（2016）
「釧路市丹頂鶴自然公園におけるUAVを用いたタンチョウ *Grus japonensis* モニタリングの記録」

(2) 主な口頭発表（学会等）

- 1) T. YOSHIDA, H. TAKAFUMI, R. YOSHIDA, T. MURAI, M. SATOH, Y. TERAOKA, Y. TACHIKI : The Wildlife Society annual conference, USA, 2014

“Deer Wars In Hokkaido, Japan -misunderstanding of Management Caused Hyper-abundant Deer In Protected Area”

- 2) 上原裕世、日野貴文、長雄一、宇野裕之、小林聡史、五十嵐守、高杉麻莉子、河田庄平、吉田剛司：日本景観生態学会第25回北九州大会（2015）
「タンチョウの越冬分布の空間的特徴の把握」
- 3) 吉田剛司、日野貴文、吉田遼人、佐藤温貴、五十嵐守、村井拓成、立木靖之、赤松里香：日本景観生態学会第25回北九州大会（2015）
「釧路湿原で超高密度となったエゾシカの捕獲適地は存在するか？一日周行動と季節移動から解明したシカ捕獲の難しさー」
- 4) R. YOSHIDA, H. TAKAFUMI, T. MURAI, Y. TACHIKI, R. AKAMATSU, T. YOSHIDA : The Vth International Wildlife Management Congress, Japan, 2015
“Predicting Time and Location for Effective Sika Deer Culling in Marsh Ecosystem.”
- 5) T. YOSHIDA, H. TAKAFUMI, R. YOSHIDA, H. UEHARA, A. SATO, T. MURAI, Y. TACHIKI, R. AKAMATSU : The Wildlife Society 22nd Annual Conference, Canada, 2015
“Seasonal and daily movements of Sika deer in Kushiro, Japan’s largest marshland: proof of concept for implementing night shooting.”
- 6) H. UEHARA, H. TAKAFUMI, Y. OSA, T. YOSHIDA : The Wildlife Society 22nd Annual Conference, Canada, 2015
“Population increase and changes in habitat use of red-crowned crane caused by intensive supplemental feedings in eastern Hokkaido.”
- 7) Y. INATOMI, Y. OSA, H. UNO, M. UENO, S. KOBAYASHI, H. TAKAFUMI, T. YOSHIDA : The Vth International Wildlife Management Congress, Japan, 2015
“Changes in Density and Habitat Selection of Sika Deer during Winter in Kushiro-Shitsugen National Park”
- 8) 稲富佳洋、日野貴文、島村崇志、長雄一、吉田剛司、宇野裕之：日本湿地学会第7回大会（2015）
「指標種を用いた湿原植生に及ぼすニホンジカ影響評価手法の検討」
- 9) 吉田剛司：森林野生動物研究会第48回大会 公開シンポジウム「改正鳥獣法と野生生物保全の現場」（2015）
「シカとヒトの共存を目指して：現場からみた鳥獣保護管理法」
- 10) 吉田遼人、日野貴文、五十嵐守、村井拓成、立木靖之、赤松里香、吉田剛司：野生生物と社会学会第21回大会（2015）
「釧路湿原のシカはいつ・どこで捕獲したらいいのか？」
- 11) 上原裕世、長雄一、宇野裕之、小林聡史、河田庄平、日野貴文、吉田剛司：ヒトと動物の関係学会第22回学術大会（2016）
「冬季一斉調査データが証明する給餌によるタンチョウの分布偏向」
- 12) 吉田剛司、日野貴文、吉田遼人、上井達矢、五十嵐守、佐藤温貴、村井拓成、立木靖之、赤松里香、小林聡史、島村崇志、長雄一、稲富佳洋、上野真由美、宇野裕之：日本生態学会第63回大会（2016）
「湿原におけるシカの季節移動と日周行動を解明し効果的な管理を目指す」
- 13) 小林聡史、吉田剛司、日野貴文、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、長雄一、上野真由美：日本湿地学会（2016）
「釧路湿原保全とシカ管理におけるステークホルダーの役割」
- 14) 小林聡史、吉田剛司、日野貴文、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、島村崇志、長雄一、上野真由美：ラムサールシンポジウム2016（2016）
「釧路湿原におけるシカ管理手法を探る」
- 15) 日野貴文、吉田遼人、五十嵐守、佐藤温貴、村井拓成、立木靖之、赤松里香、橋本寛治、小川健太、金子正美、吉田剛司：第 127 回日本森林学会大会（2016）
「釧路湿原におけるエゾシカによる湿性林の生息地利用」
- 16) 吉田剛司、上原裕世、日野貴文、吉田遼人、佐藤瑞奈、佐藤温貴、五十嵐守、村井拓成、赤松里香、立木靖之、島村崇志、長雄一、上野真由美、稲富佳洋、宇野裕之、小林聡史：日本湿地学会（2016）
「少しは解明できたかも？根釧地域の湿地に生息するエゾシカの季節移動」
- 17) 上原裕世、橋本寛治、吉田遼人、吉野智生、松本文雄、吉田剛司：日本湿地学会（2016）

- 「少しは安くできるかも？湿原におけるタンチョウモニタリングに向けたUAV活用の試行」
- 18) 金子命、保原達、日野貴文、中谷暢丈、稲富佳洋、島村崇志、宇野裕之、吉田剛司：日本陸水学会（2016）
「釧路湿原におけるシカの環境攪乱が栄養塩動態に及ぼす影響」
- 19) 吉田遼人、日野貴文、佐藤温貴、上井達矢、五十嵐守、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、上野真由美、小林聡史、村井拓成、赤松里香、立木靖之、吉田剛司：日本景観生態学会（2016）
「日本最大の湿原でエゾシカに44個もGPS首輪を付けてみた！！」
- 20) 橋本寛治、吉田遼人、日野貴文、村井拓成、立木靖之、赤松里香、吉田剛司、金子正美：日本景観生態学会（2016）
「北海道におけるUrban Deerが利用する景観構造の特性」
- 21) 齋藤薫香、日野貴文、吉田遼人、佐藤温貴、橋本寛治、村井拓成、赤松里香、立木靖之、吉田剛司：日本景観生態学会（2016）
「釧路湿原の植生および牧草の植生指数の差異とエゾシカの利用度の関係」
- 22) M. HAUGEN, R. YOSHIDA, H. UEHARA and T. YOSHIDA：日本景観生態学会（2016）
“In search for Sika deer (*Cervus nippon*) sharpshooting zones in Kushiro Shitsugen National Park—シカ (*Cervus nippon yezoensis*) の聖地である釧路湿原国立公園での堤防道路を用いたSSゾーン抽出—”
- 23) 上原裕世、橋本寛治、吉田遼人、吉野智生、松本文雄、吉田剛司：日本景観生態学会（2016）
「釧路市丹頂鶴公園におけるUAVを用いたタンチョウモニタリングの試行」
- 24) 吉田遼人、佐藤温貴、齋藤薫香、菅野 慎、橋本寛治、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、上野真由美、小林聡史、村井拓成、赤松里香、立木靖之、吉田剛司：日本哺乳類学会（2016）
「夏季と冬季の生息環境の違いによってエゾシカの行動圏は変化するか？」
- 25) 佐藤温貴、吉田遼人、日野貴文、村井拓成、立木靖之、吉田剛司：日本哺乳類学会（2016）
「北海道における利用環境別GPS首輪のデータ取得率検証」
- 26) 島村崇志、稲富佳洋、西川洋子、宇野裕之、日野貴文、宮木雅美、吉田剛司：第63回日本生態学会大会（2016）
「長期植生モニタリングデータを用いた釧路湿原におけるシカの影響評価」
- 27) 小野理、宇野裕之、稲富佳洋、長雄一、日野貴文、吉田剛司：景観生態学会第26回大会（2016）
「釧路湿原におけるシカの生息地選択」
- 28) 宇野裕之：景観生態学会第26回大会（2016）
「野生動物管理—シカの管理とタンチョウの保全」
- 29) 稲富佳洋、宇野裕之、長雄一、上野真由美、島村崇志、日野貴文、吉田剛司、村井拓成、立木靖之、赤松里香：日本湿地学会2016年度大会（2016）
「釧路湿原国立公園におけるニホンジカの冬期の生息地選択に及ぼす積雪の影響」
- 30) 島村崇志、稲富佳洋、日野貴文、宇野裕之、吉田剛司：日本湿地学会2016年度大会（2016）
「釧路湿原の植生に対する柵を用いたニホンジカの影響評価」
- 31) Y. INATOMI, H. UNO, Y. OSA, M. UENO, T. HINO, T. YOSHIDA, T. MURAI, Y. TACHIKI and R. AKAMATSU: The Wildlife Society's 2016 Annual Conference, 2016
“Effect of climate condition on winter habitat selection of sika deer in Kushiro-Shitsugen National Park, Japan”
- 32) H. UNO, Y. OSA, Y. INATOMI, M. UENO, H. UEHARA, H. TAKAFUMI and T. YOSHIDA: The Wildlife Society's 2016 Annual Conference (2016)
“Population management of sika deer with consideration for conservation of red-crowned crane in and near Kushiro-Shitsugen National Park, northern Japan
- 33) R. YOSHIDA, H. TAKAFUMI, A. SATO, T. KAMII, M. IGARASHI, H. UEHARA, H. UNO, Y. INATOMI, M. UENO, S. KOBAYASHI, T. MURAI, R. AKAMATSU, Y. TACHIKI and T. YOSHIDA : The Wildlife Society 23rd Annual Conference, USA, 2016
“Habitat use and seasonal movements of sika deer in the Japan's largest wetland ecosystem, Kushiro-shitugen, Hokkaido.
- 34) 菅野慎、佐藤温貴、吉田遼人、上原裕世、日野貴文、宇野裕之、赤松里香、村井拓成、立木靖之、吉田剛司：日本生態学会（2017）
「釧路地方におけるエゾシカは禁猟とされた「時」と「場所」を知っている？」
- 35) 吉田剛司：ヒトと動物の関係学会（2017）

「都市と野生動物—そのかかわりと対応— 1. 都市に現れた野生動物とのかかわり方—シカ、クマ、イノシシ：都市と都市近郊でのニホンジカ—新しい野生動物管理の必要性—

- 36) 更科美帆、吉田遼人、日野貴文、佐藤温貴、村井拓成、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、上野真由美、小林聡史、赤松里香、立木靖之、吉田剛司：ヒトと動物の関係学会（2017）

「釧路湿原国立公園のエゾシカは人との境界線を知っている？」

- 37) S. KANNO, H. TAKAFUMI, H. UNO, R. AKAMATSU, T. MURAI, Y. TACHIKI, and T. YOSHIDA : International Mammalogical Congress 12, AUSTRALIA, 2017

“Sika deer (*Cervus nippon*) identify hunting zones in Kushiro, Japan?”（アブストラクト審査済み）

- 38) T. YOSHIDA, M. SARASHINA, H. TAKAFUMI, R. YOSHIDA, S. KANNO, R. AKAMATSU, Y. TACHIKI, Y. INATOMI, and H. UNO : International Mammalogical Congress 12, AUSTRALIA, 2017

“Movement and habitat use of Sika deer in Japan’s largest wetland”（アブストラクト審査済み）

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) 宇野 裕之

北海道大学大学院修了、現在、(地独)北海道立総合研究機構環境・地質研究本部 環境科学研究センター自然環境部 研究主幹

- 2) 小林 聡史

北海道大学大学院修了、現在、釧路公立大学経済学部教授

4-1405 釧路湿原にて超高密度化状態となったシカの管理を成功させる戦略と戦術

(1) 時空間利用と植生・土壌環境への影響評価

酪農学園大学

農食環境学群環境共生学類	野生動物保護管理学研究室	教授	吉田 剛司
	環境GIS研究室	教授	金子 正美
	狩猟管理学研究室	准教授	伊吾田 宏正
	生態系物質循環研究室	准教授	保原 達
	環境空間情報学研究室	准教授	小川 健太

<研究協力者>

酪農学園大学

農食環境学群環境共生学類	実践野生動物学研究室	助教	上原 裕世
	ポスドクフェロー	日野 貴文 (平成26～27年度)	
		更科 美帆 (平成27年度)	

平成26～28年度累計予算額：75,809千円（うち平成28年度：23,757千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

釧路湿原は日本最大の湿原であり、その多くは国立公園に指定されている。近年、国内各地でニホンジカ（以下、シカ）の個体数増加は著しく、釧路湿原でもシカは高密度を超え、もはや超高密度状態と推測できる。しかし国内外を問わず、湿原や湿地で高密度化したシカ類の生態系への影響は不明瞭である。シカが超高密度に生息する釧路湿原において、シカの季節移動と日周行動を追跡し、シカの踏み荒らしや糞による過剰な施肥効果を含んだシカ - 植生 - 土壌の物質循環に対するシカの生態系影響について明確にし、ヌタ場では土壌貫入試験の結果、土壌硬度が低下していることを解明した。また捕獲適地を特定し、捕獲適地においてどの時間に捕獲すれば捕獲効率が良くかつ希少鳥類に影響がないかを検討するために32頭のメス成獣にGPS首輪型発信機を装着し、季節移動を追跡したところ、約85%のシカが釧路湿原を年中の生息地として利用しており、湿原内部でのシカの捕獲が絶対条件となることが証明できた。さらに、シカの湿原生態系への影響をモニタリングする手法として、小型無人航空機（Unmanned aerial vehicle：以下、UAV）を利用した手法について検討した。

アクセスが困難な場所が多い湿原でシカ管理を実施するには、明確な戦略として、WHAT（なにを：シカを）、WHY（なぜ：どのような影響があつて）、WHERE（どこで：場所）、WHEN（いつ：季節や時間）、WHO（誰が：広域管理）である5Wを明確にし、戦術となるHOW（どのようにして）を提案することが必要である。

本研究の成果は、釧路湿原生態系維持回復事業の基盤情報として利活用し、今後は釧路湿原より季節移動にて国立公園外に移動する個体群は広域管理にて捕獲し、一方で囲い罠やシャープシューティングなど様々な方法にて湿原内での効果的な捕獲を遂行するにあたり、本研究にて方針（戦略）を立案し、手法（戦術）を提示した。

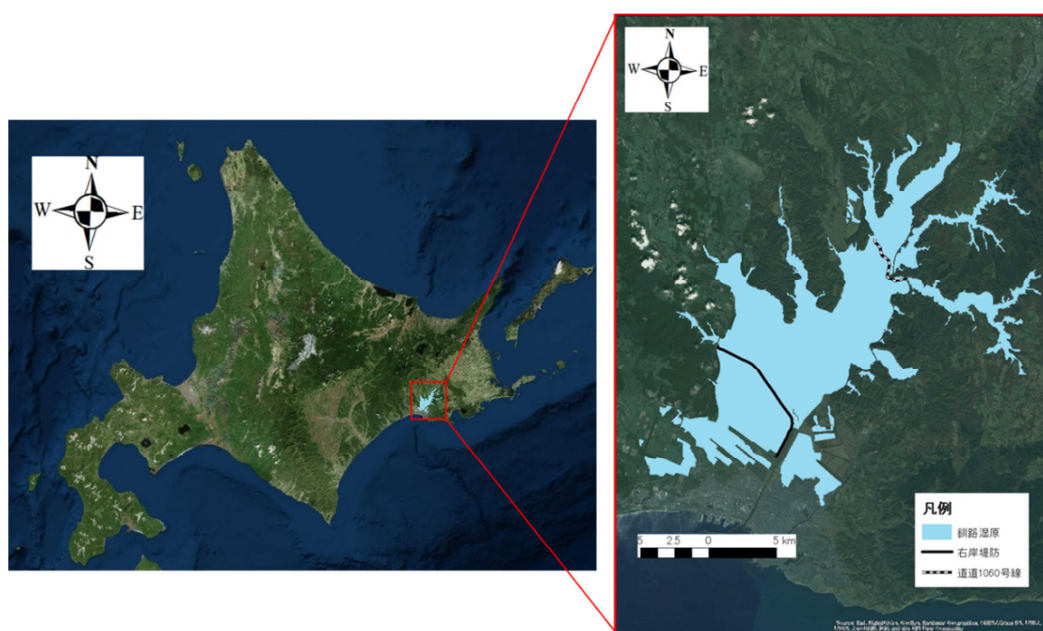
[キーワード]

ニホンジカ、湿地、湿原、生態系影響、捕獲、地域と生物多様性保全、シャープシューティング

1. はじめに

北半球において、有蹄類の高密度化はHyper Abundant（超高密度）の域に達している。日本でも、シカ類が狩猟圧の少ない鳥獣保護区や個体数管理が困難な生態系に集中しており、特に森林生態系への影響が報告されている。北海道東部に位置する釧路湿原国立公園は、日本最大の湿地を有する国立公園である（図(1)-1）。釧路湿原国立公園でも、年間を通じて国立公園内外に超高密度にエゾシカ（以下、シカ）が分布している。

大型草食獣の高密度化は、物質循環の遅延や促進などのさまざまな影響を与える^{1),2),3),4)}。特に、湿原植生は踏圧に非常に弱く、湿原の裸地化⁵⁾、乾燥化、優占群落の移行など⁶⁾、いくつかの報告が挙げられている。釧路湿原においても、高密度に生息するシカの踏圧による湿原植生への影響が予測されるため、シカの適切な個体数管理の必要がある。しかし、釧路湿原に生息するシカの行動については不明な点が多く、捕獲可能な場所に出没するかも不明であった。また、高密度化したシカによる湿地への生態系影響については世界的にも事例が少なく、高密度化したシカによる湿原への影響についての解明が必要である。さらに、釧路湿原にはタンチョウ等の希少鳥類が生息しており、希少鳥類への影響を考慮したシカの捕獲も課題である。



図(1)-1 釧路湿原の位置図

北海道東部に位置する釧路湿原は、国内で最も広大な面積を誇る湿原であり、国立公園に指定されている。

2. 研究開発目的

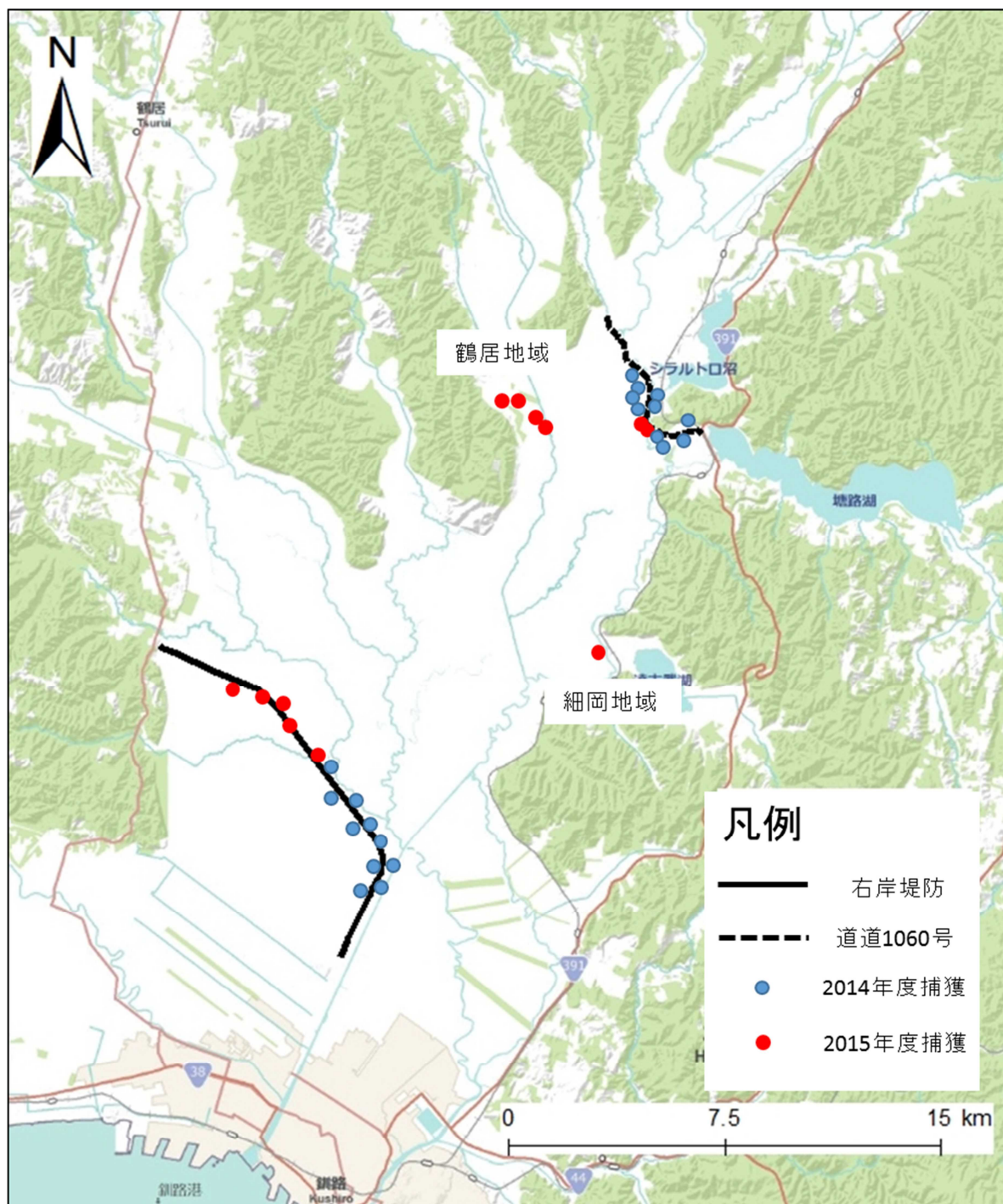
シカが超高密度に生息する釧路湿原において、シカの季節移動と日周行動を追跡し、シカの踏み荒らしや糞による過剰な施肥効果を含んだシカ - 植生 - 土壌の物質循環に対するシカの生態系影響について明確にする。また捕獲適地を特定し、捕獲適地においてどの時間に捕獲すれば捕獲効率が良くかつ希少鳥類に影響がないかを検討する。さらに、シカの湿原生態系への影響をモニタリングする手法として、小型無人航空機（Unmanned aerial vehicle：以下、UAV）を利用した手法について検討する。以上の情報を踏まえ、釧路湿原におけるシカ管理の戦略と戦術について提案する。

3. 研究開発方法

（1）時空間利用の解明に向けたハビタット解析

1) GPS発信機の装着と行動追跡

シカの生体捕獲及びGPS発信機（Lotek社製）の装着は釧路湿原における広域管理を目的とし、2014年10月～11月及び2015年10月に右岸堤防道路周辺、2015年2月及び2016年3月にコッタロの道道1060号線周辺、2016年2～3月に鶴居地域、2016年3月に細岡地域で行った（図(1)-2、3）。また、個体数管理の観点からメスの行動圏の把握が重要であると考え、メス個体を対象に捕獲を実施した。GPS発信機の測位間隔は基本測位間隔を3時間とし、日周行動をより詳細に把握するため1ヶ月のうち3日間は1時間間隔で測位することとした。



図(1)-2 釧路湿原におけるシカの生体捕獲実施場所
 夏季は右岸堤防道路、冬季は道道1060号と鶴居地域及び細岡展望台周辺にて生体捕獲を実施した。



図(1)-3 生体捕獲したシカに耳標とGPS発信機（Iridium型）を装着した様子
捕獲作業によるシカへの影響を最小限にするため、シカに目隠しをして作業を実施した。

2) 季節移動パターンと生息地利用の解明

a. 生体捕獲及び解析に利用するデータ

釧路湿原を利用するシカ個体群の捕獲を実施するのに適した時期・時刻・場所を明らかにすることを目的として、2014年度及び2015年度の期間に右岸堤防道路の周辺において生体捕獲した15個体、コッタロ地域において生体捕獲した12個体、鶴居地域で生体捕獲した5個体の合計32個体のシカについて、1年間のGPSデータをもとにシカの季節ごとの生息環境を把握し、さらに季節ごとの生息地利用の解析を試みた。生息地利用の解析に利用したGPSデータは2015年12月19日から2016年12月5日までとした。シカの生息地を変化させる要因として積雪が最も関係していることを考慮し、1ヶ月以上連続して積雪深が確認された2015年12月19日から2016年3月22日を【冬季】とし、積雪深が連続して確認されなかった2016年3月23日から2016年12月5日までを【夏季】とした。積雪深のデータはアメダス鶴居観測所を用いた。土地利用として、環境省第7回自然環境保全基礎調査（以下、植生図）を用いて、ヨシクラスやツルコケモモなどの湿原植生を【湿原】、湿性林、広葉樹林、針葉樹林などの樹木を【森林】、牧草地、右岸堤防道路、農耕地を【牧草地・農耕地】、【ササ群落】、市街地や造成地などを【市街地】、開放水域、裸地、オオヨモギ群落などを【その他】として合計6つに分類した。

b. 季節ごとの生息地環境

季節ごとのシカの生息地環境を明らかにするため、GPS発信機を装着したシカの生息環境を【1年を通して国立公園内で生息】、【冬季に国立公園内で生息】、【夏季に国立公園内で生息】の3つに分類した。ただし、一定期間以上国立公園内で生息している個体を国立公園内で生息している個体とした。また、それぞれの生息環境ごとのモータリティー発生数を算出し、モータリティー（死亡個体）の内訳も記録した。

c. 衛星リモートセンシングを用いた積雪被覆と季節移動開始日の関係

アメダスデータより、季節移動に重大な影響を示すと考えられる12月の降雪について、全体的な傾向の把握と釧路湿原中心部に隣接する釧路観測所で1cm以上の降雪量があった日の抽出を行った。次に抽出した大雪日の前後の積雪被覆データとGPSデータから得たシカのGPSデータをプロットし、対応関係について総合的な考察を行った。

アメダスデータから日別に降雪量合計及び最深積雪を取得した。米国National Snow and Ice Data CenterからMODIS/Terra Snow Cover Daily L3 Global 500m Grid、Version 6（以下、積雪被覆データ）を取得した。積雪被覆データはNASAのTerra衛星から中分解能撮像分光放射計（MODIS）により取得されたセンサーデータを元に作成されており、積雪によるアルベド（1～100）、陸地、海域、内水域、雲等の分類結果とエラーや分類不能等の情報がピクセルごとに記録されている。本研究では、積雪によるアルベドが観測された範囲を積雪被覆域とした。全ての空間情報データの測地系は測地成果2000（JGD2000）、ユニバーサル横メルトルカル図法（UTM）ゾーン55Nを投影法として用いた。また、解析に用いた衛星画像の地上解像度は463.3127mであった。

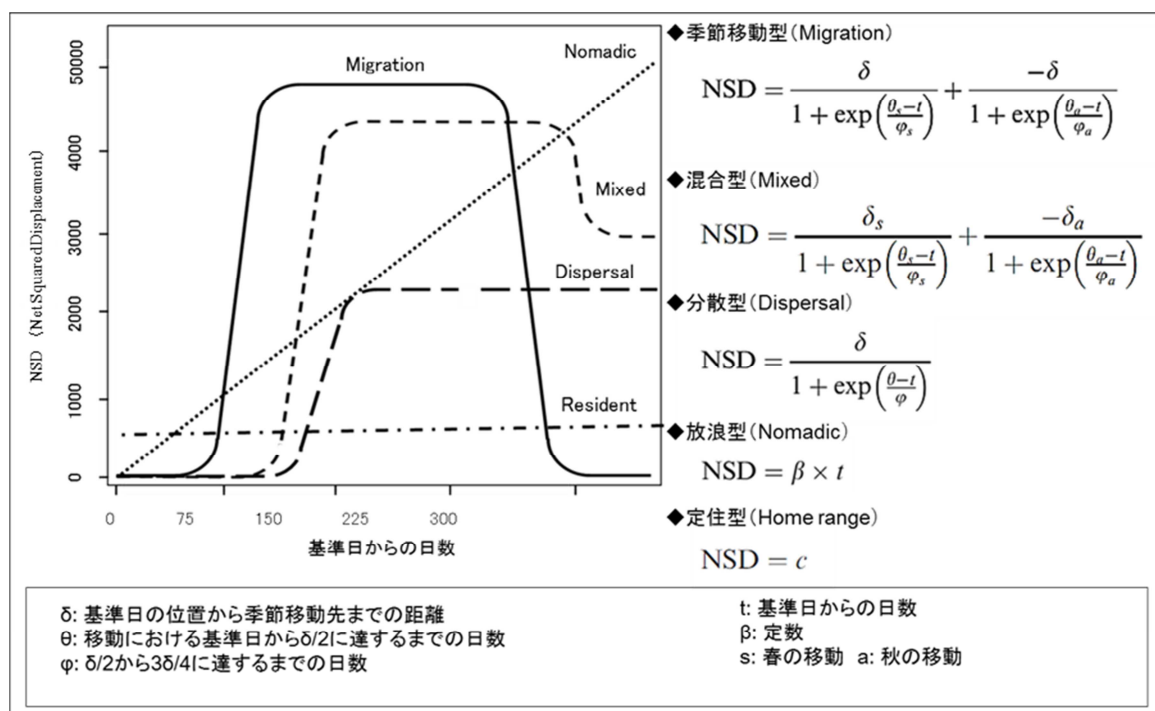
d. 季節移動

NSD（法基準日の位置からの距離：Net Squared Displacement）とOverlap法を組み合わせ季節移動パターンの判別を行った。なお本研究における季節移動の定義は、NSD法とOverlap法の定義をもとに“普段の移動と比較して最も長い距離の移動が季節的に往復した状態でみられ、かつ移動期間により分けられる夏と冬の期間において行動圏が重複せず、さらに初年の冬と翌年の冬の行動圏が重複する”とした。

NSD法により移動パターンを判別するために、取得したシカのGPSデータから1日1ポイント（正午）を抜粋し、統計解析ソフトR（ver. 3.2.4、R development Core Team）を用いてNSD（基準日の位置情報との直線距離の2乗）を基準日以降の全ての位置情報について算出した。算出したNSDをBunnefeld et al. (2011)⁷⁾とCagnacci et al. (2016)⁸⁾の定義に従い季節移動型（Migration）、非定型移動（less-stereotyped）、混合型（Mixed）、分散型（Dispersal）、放浪型（Nomadic）、定住型（Home range）の5つのモデル式に当てはめ、最も当てはまりの良いパターンを選択した（図(1)-4）。モデル選択の基準として、Börger and Fryxell (2012)⁹⁾にならいConcordance Criterionを用いた。モデル式への当てはめは、minpack.lmパッケージ（ver. 1.2-0）のnls.lm関数を使用した。

NSD法において季節移動型と判別された個体に対してOverlap法を適用し、確実に季節移動型と推定できる個体を抽出した。1年間の位置情報からNSD法によって区別された夏と冬の行動圏の間の移動期間を除外し、移動期間によって分割される3期間をそれぞれ、初年の冬（冬1）、夏、翌年の冬（冬2）とした。そして、それぞれの期間における行動圏を1日8ポイントの位置情報を使用してadehabitatパッケージ（ver. 1.8.17）を用いてKernel密度推定法により推定し、各行動圏同士の重複度の指標としてBhattacharyya's affinity index（Bhattachayya 1943）¹⁰⁾を算出した。そして、Cagnacci et al. (2016)⁸⁾に基づき冬の行動圏と夏の行動圏の重複度（冬1 vs 夏、夏 vs 冬2）が閾値（15%）未満かつ、冬1と冬2の行動圏の重複度（冬1 vs 冬2）が50%以上ならば、季節移動型と判定し、これらの条件を1つでも満たさない場合を非定型移動（Less-Stereotype）に分類した。これらの解析により、各個体の1年間の移動パターンを季節移動型、非定型移動、混合型、分散型、放浪型、定住型に分類した。ただし、混合型に該当する個体はなかった。

NSD法とOverlap法により季節移動型と判定された個体について、NSD法のモデル式より、春、秋それぞれの移動開始日、移動終了日を推定した。



図(1)-4 シカの季節移動型の分類方法

季節移動型(Migration)、非定型移動(Less-stereotyped)、混合型(Mixed)、分散型(Dispersal)、放浪型(Nomadic)、定住型(Home range)の5種のモデル式にあてはめ、最も当てはまりの良いパターンから季節移動型を選択した。

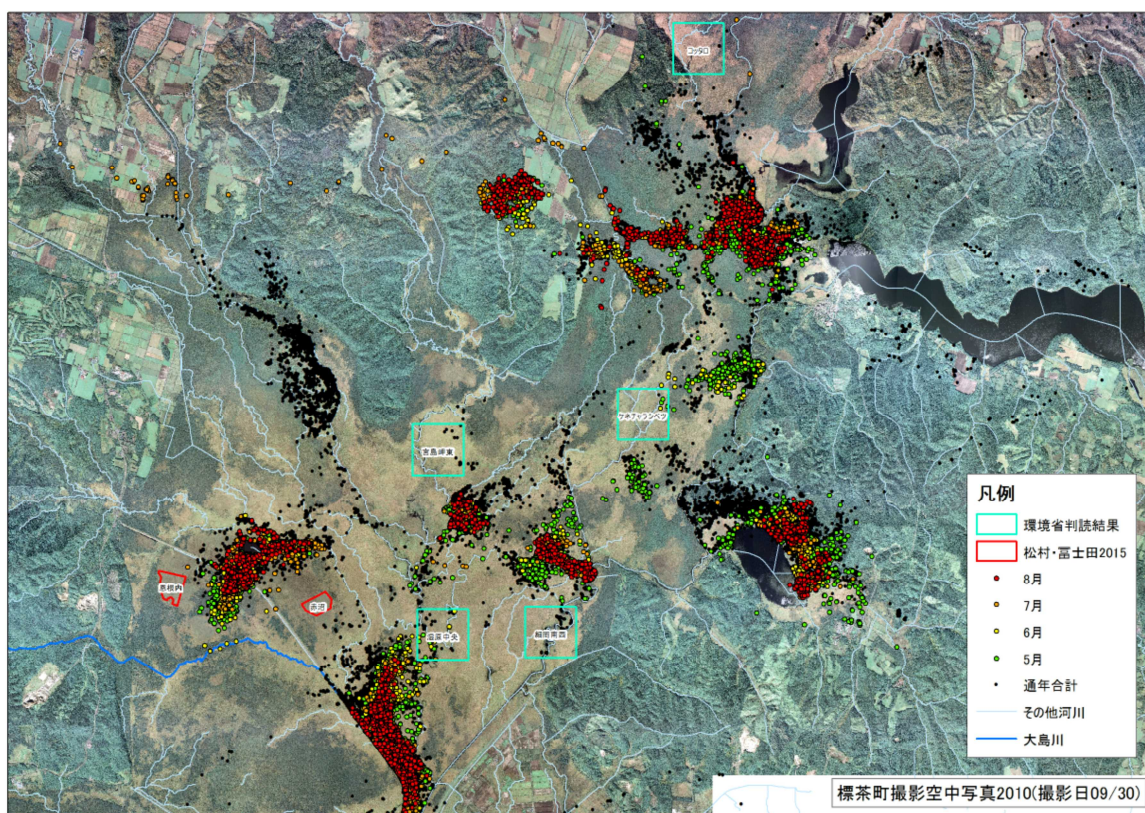
e. 季節ごとの生息地利用

シカの生息地利用を明らかにするため、まず釧路湿原国立公園の土地利用の割合を算出し全体の土地利用を把握した。ついで季節ごとに【湿原内で生息している個体】、【湿原外で生息している個体】に分類し、a-LoCoH（100%行動圏）を用いて¹¹⁾、それぞれの個体ごとに土地利用の割合を算出した。シカの生息地利用の季節変化を把握するためにManlyの方法を用いた¹²⁾。Manlyの方法は利用可能性データと利用度から予想される期待値と一致しているか χ^2 検定を用いて全体の仮設検定を行い、資源選択性指数（wi）を算出し、Boferroniによって補正する（wi±SE）解析方法である。wi±SE>1の場合は選好性があると判断して【+】とし、wi±SE<1の場合は選好性がないと判断し【-】とした。また、wi±SEが1をまたぐ場合は【有意差無し】とし、利用可能性データがない場合は【0】とした。a-LoCoH（100%行動圏）と植生図を重ね合わせそれぞれの土地利用の面積を算出したものを利用可能性データとし、GPS発信機から取得した測位情報を利用度とした。ただし、冬季または夏季において解析時にデータが不十分であり解析不可能な個体は生息地利用の解析から除外した。

（２）植生への影響評価

１）シカ道の定量的な評価のための判読手法の開発

シカの個体数や行動範囲の経年変化を知るうえで複数時期の航空写真を用いたシカ道の抽出は有効な手段として活用されているが（図(1)-5）¹³⁾、シカ道の判読作業には非常に時間がかかり、広域の場合は複数名が分担して作業を行う必要がある。しかし、シカ道の判読結果には個人差が存在するため、複数名で作業を分担して実施する場合には、シカ道の有無や延長の判定にも個人差が出る可能性がある。そこで、シカ道判読を行うにあたり、どのような手法が望ましいかについて検討を行った。



図(1)-5 鉤路湿原において過去にシカ道判読が実施された場所
村松・富士田（2015）¹³⁾より改変。

従来GISソフトウェア上に航空写真を表示し、シカ道をトレースしてシカ道を判読する方法が用いられることが多かった。しかし、GISソフトウェアへの習熟が求められるとともに、ディスプレイを長時間注視しながら集中力を保つことが難しいという課題があった。そこで、下記のようなアナログな判読手法とデジタルデータへの変換方法を試行した。

- 手順1. 航空写真（図(1)-6）をA3サイズに印刷
- 手順2. 印刷した写真をラミネート加工
- 手順3. ラミネート上をマジックでトレース
- 手順4. スキャナでトレースをデジタル化

手順5. 座標付与

手順6. 二値化し、GISソフトウェアでラインとして自動抽出

手順7. 複数判読結果を統合し、多数決等により客観的判読結果を作成

個人差を把握することを目的とし、手順1～7に沿って、学生を被験者として約20名にラミネート加工した航空写真を与え、その写真から読み取れるシカ道をマーカーで記入させた(写真(1)-1)。



図(1)-6 シカ道判読講習会にて個人差を把握するために使用した航空写真



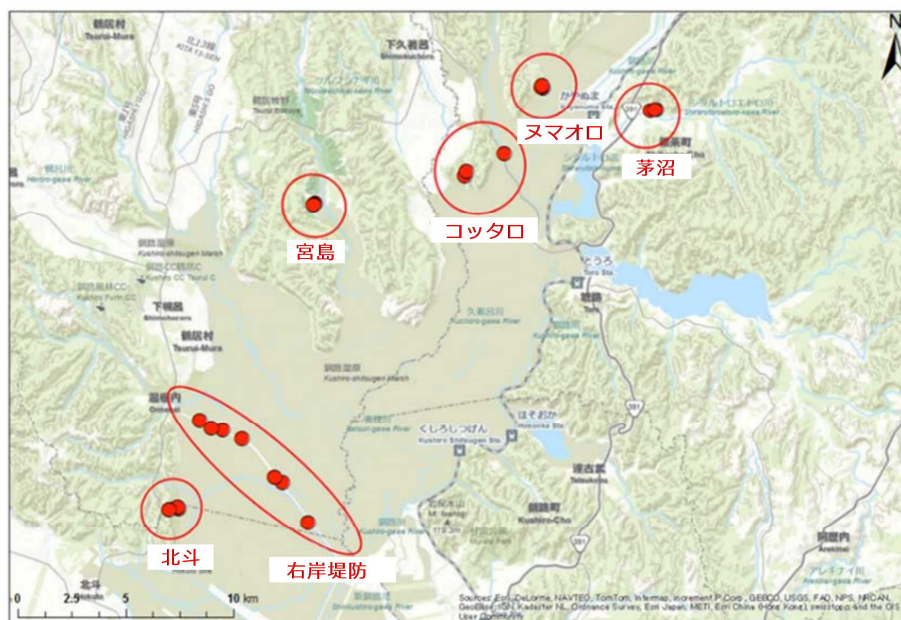
写真(1)-1 シカ道判読講習会の様子

2) 植生への影響調査

シカによる植生への影響を把握するため、サブテーマ2と連携して、2014年の積雪期前の11月にシカ排除柵（以下、柵）を用いた野外操作実験を実施した。釧路湿原内外の6地域22地点（北斗3地点、茅沼3地点、ヌマオロ3地点、コッタロ3地点、宮島3地点、右岸堤防7地点）を選定し（図(1)-7）、全地点に柵（幅2m×奥行き2m×高さ2m）を1基ずつ設置した（図(1)-8）。調査地域の植生タイプは、右岸堤防が「高層湿原」、「低層湿原」、「湿性林」の3タイプで、残りの5地域は、それぞれに「低層湿原」、「湿性林」、「広葉樹林」の3タイプが含まれる。

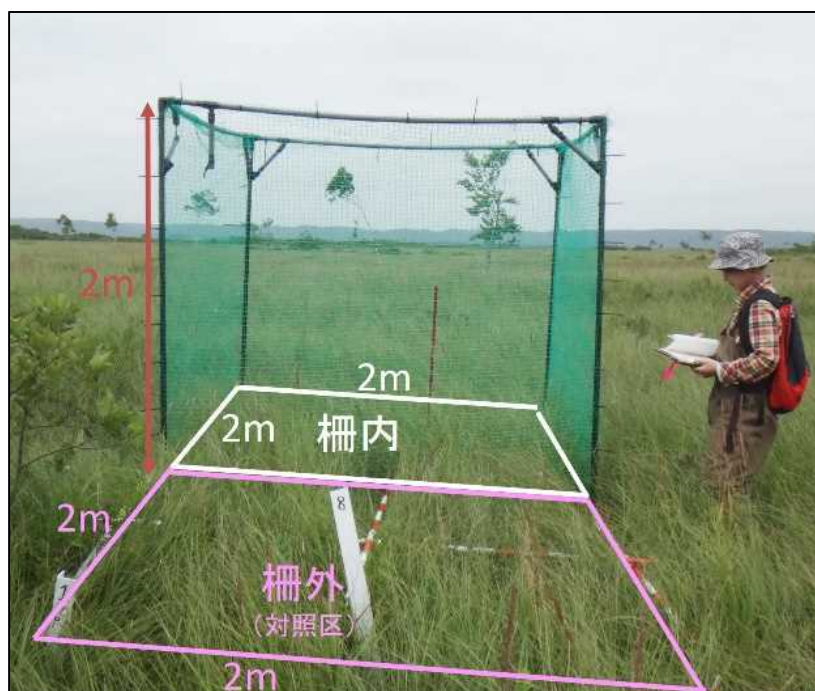
シカによる植生への影響評価は、柵内外に設定した調査区に出現種の現存量の指標を用いて比較することにより行った。調査区サイズは、柵内外ともに2m×2mとした（図(1)-7）。植生調査は、各調査区をさらに1m×1mの4小区画に分けて行ない、小区画毎に出現種の被度(%)、最高草高(cm)、シカに採食された個体数（以下、全体食痕数）を記録した。現存量の指標には、被度と最高草高の積を cm^3/cm^2 の単位に換算したバイオマス指数：BioMass Index（以下、BMI）を用いた¹⁴⁾。草高の測定が難しい藓苔類や地衣類等にはBMI算出時に便宜的に草高を1cmとして与えた。柵内外の比較は、柵内と柵外をそれぞれ4小区画からなる2群落とし、指標種分析（INSPAN）¹⁵⁾により行った。INSPANの結果、5%水準で有意となった種は柵内と柵外の群落を識別する種であることから、これらの種を「標徴種」とした。標徴種が得られた場合は柵内外が異なる群落であることを意味する。柵内の標徴種である場合は、シカの採食圧や踏圧が排除されたことにより、その種が柵外よりも柵内で増加したことを示す。一方、柵外の標徴種が得られた場合は、柵内でその種が減少したことを示す。

なお、植生調査は2015年及び2016年の8月上旬に行い、解析には統計解析ソフトR（ver.3.3.2）¹⁶⁾を用いた。



図(1)-7 シカによる土壌と植生への影響把握を目的とした野外操作実験のための地域別シカ排除柵設置地点

背景の地図データ：Esri, HERE, DeLorme, TomTom, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community



図(1)-8 シカ排除柵と調査区の設定状況

(3) 土壌への影響評価

シカの個体数の増加が土壌に対してどのような影響を与えているのかについて、土壌と土壌溶液の栄養塩特性、および土壌物理特性の状態に着目し調査した。釧路湿原の北斗、宮島、茅沼、右岸堤防、大島川ヌタ場1及びヌタ場2の計6ヶ所のサイトにおいて、各サイト内で環境の差異に応じて広葉樹林、湿性林、湿原（低層湿原、高層湿原のいずれかを選択）、ヌタ場の5タイプに分類した植生プロットを設けた。

1) 試料採取

各種試料採取は2016年8月に行った。

a. 土壌試料

全ての植生プロットのシカ柵内と外で試料が3繰り返しずつとなるように採取を行った。大島川については、シカ柵が設置されていないため、ヌタ場とヌタ場周辺で試料が3繰り返しずつとなるように採取を行った。採取手順としては、表面のリターを除去し、均質的になった土層からスコップを用いて15cm × 15cm × 5cmの大きさに採取し、ユニパックに保存して研究室に持ち帰った。採取したサンプルは計84点となった。持ち帰った土壌は50℃で1週間乾燥させた。

b. 土壌溶液試料

広葉樹林以外の全ての植生プロットにおいて、シリンジに土壌溶液採取用の樹脂を取り付けたものを土壌に直接差し込み、土壌溶液を吸い上げた。1ヶ所で3回繰り返しを行い、採取した土壌

溶液は40点となった。採取した試料は、0.45 μ mのフィルターにかけ、100mlのポリ瓶に保存し、研究室に持ち帰り、-20℃で冷凍保存した。

c. 植物試料

植生タイプを代表し、かつ比較的多くのサイトで確認される植物種を採取した。広葉樹林のプロットではミヤコザサ、湿性林及び低層湿原、高層湿原のプロットではヨシとミゾソバをシカ柵及びヌタ場の周辺で採取することとした。地上部の葉のみを3株以上から採取し、コンポジットしたものを1試料とした。採取後、現地においては自然乾燥をし、研究室に持ち帰った後に50℃の条件下で100時間以上乾燥処理を行い保存した。

d. シカ糞試料

大島川ヌタ場2において、新鮮な糞塊から約10粒の糞試料を採取した。採取後、現地において自然乾燥をし、研究室に持ち帰った後に50℃の条件下で100時間以上乾燥処理を行い保存した。

2) 土壌試料化学分析

a. 可給態リン酸

湿原の現状での栄養状態を把握するため、可給態リン酸量を測定した。土壌分析法のトルオーグ法を用いて、CaやMgに固定されたリンを可給態リン酸として評価し測定した。9.996Lの超純水に硫酸アンモニウム30gを加え攪拌し、4mLの5N硫酸を加え攪拌しこれを抽出液とした。土壌試料4gに対して抽出液を80mL加え30分振盪後、濾過し、濾液を得た。また、5N硫酸400mLに特級モリブデン酸アンモニウムを4g加えた溶液130mLに、アスコルビン酸1.7gを超純水100mLに溶かした溶液を60mL加え、攪拌したのち、酒石酸アンチモニルカリウム270mgを超純水100mLに溶かした溶液を10mL加え攪拌したものを発色液とした。土壌試料から得た濾液1mLに超純水4mLを加え攪拌した後、発色液1mLを加え再度攪拌し、15分静置した後、吸光光度計（V-630、日本分光社製）で吸光度を710nmに設定し測定した。

b. アンモニア態窒素および正味の窒素無機化速度

植物成長に多量に必要な窒素分については、植生タイプ別土壌の窒素蓄積量および窒素無機化に関わる微生物活性を比較するために、室内土壌培養法によるアンモニア態窒素および正味の窒素無機化速度を測定した。土壌培養は、土壌環境分析法¹⁷⁾を参考とし、現地での土壌水分状況に合わせて好気培養と嫌気培養の2つを行った。なお、それぞれの培養方法については、詳細を以下に述べる。

広葉樹林プロットにおいて採取した全ての土壌試料は、土壌表面の冠水がみとめられなかったため、森林土壌の窒素無機化特性を調べる際に用いられる好気培養を行うこととした。まず、100 mLポリ瓶のヘッドスペースを確保するように乾燥土壌を10 g入れ、そこに空気穴を開けたパラフィルムで蓋をした。培養は25℃に設定したインキュベータ（CI-610、Advantec）内で32日間静置した。現地での水分条件と同様とするため、土壌を圃場容水量（体積含水率）50%時の重量となるように土壌水分を調整し、培養期間中この水分が保たれるよう、適宜減少した水分を超純水により補った。抽出は、室内培養前後の土壌で共通した次の手順で行った。土壌試料2 gを100 mLポリ

瓶に入れ、そこに2M KClを40 mL加え、200 rpmの振盪速度で60分間振盪した。その後、セルローズ濾紙 (No.5B, Advantec) を用いて濾過したものを抽出溶液とした。抽出溶液中の無機態窒素 (アンモニア態窒素および硝酸態窒素) はオートアナライザー (Auto AnalyzerⅢ型、BLTEC) を用いて計測した。なお、アンモニア態窒素は培養前の値を使用し、正味の窒素無機化速度については、培養前後のアンモニア態窒素および硝酸態窒素濃度の差分によって求めた。

湿性林、低層湿原、高層湿原プロットにおいて採取した全ての土壌試料は、土壌表面が冠水しているため、水田土壌の窒素無機化特性を調べる際に用いられる湛水保温静置培養法を行うこととした。諸培養条件は好気培養時の条件に従った。ただし、培養期間中は嫌気環境を擬似的に再現するために、100 mLポリ瓶超純水を加えてヘッドスペースを無くした状態で容器を完全に密閉した。室内培養前の土壌については、好気培養と同様の手順で抽出作業を行った。室内培養後の抽出作業については、ヘッドスペースを満たしている超純水を取り出した後、ポリ瓶内に残った土壌試料を全て取り出し、そこに2M KClを50 mL加え、振盪器を用いて200 rpmの振盪速度で60分間振盪した。その後、セルローズ濾紙 (No.5B, Advantec) を用いて濾過したものを抽出溶液とした。培養前後で得られた抽出溶液中の無機態窒素については、好機培養と同様にオートアナライザーを用いて計測した。その後、好気培養時と同様の手順でアンモニア態窒素および正味の窒素無機化速度を求めた。

c. 窒素安定同位体比

窒素無機化特性で用いた土壌試料と同じものを使用し、各プロットにおけるシカ柵外の3繰り返し分をコンポジットして、各プロットで1つの分析用試料とした。大島川のみ、ヌタ場とヌタ場周辺でそれぞれ3繰り返し分をコンポジットして、1つの分析用試料とした。乾燥土壌試料を乳鉢を用いて粉末にした。その後NCアナライザー (NC22F、往化分析センター社製) を用いて全炭素、全窒素濃度を測定し、全窒素濃度から算出した適正な試料ごとの重さ1.97~18.67mgをスズ箔に包み、京都大学生態学センターにて元素分析計 (FLASH 2000、Thermo Scientific社製) 及び連結型安定同位体比質量分析計 (DELTA V ADVANTAGE、Thermo Scientific社製) を用いて測定した。

d. 土壌溶液試料化学分析

土壌と同様に湿原の栄養状態を把握するため、冷凍保存していた土壌溶液を解凍し、イオンクロマトグラフ法を用いて各種イオン類を測定した。土壌溶液中の各種イオン濃度は、イオンクロマトグラフィー (IC25 ion chromatography、Dionex社製) を用いて測定した。

3) 土壌硬度

シカによる踏圧と土壌硬度の関連性について明らかにするため、貫入試験による土壌硬度の測定を行った。土壌硬度の測定は、北斗、右岸堤防、大島川ヌタ場に存在する全植生プロットのシカ柵内外及びヌタ場内外それぞれの地点において、コーンペネトロメーター (KS-221、関西機器製作所) を用いて、ランダムで3回ずつ貫入試験を行った。なお、測定土壌深度は右岸堤防をのみ30cm、他のサイトでは60cmで土壌硬度計測を行った。

（４）シカの効果的な捕獲の検討

道路を利用したシカの捕獲手法の一つに、専門の狙撃手が複数のシカを仕留めるシャープシューティング（以下、SS）が挙げられる。国立公園でのシカ管理においては、知床国立公園や支笏洞爺国立公園などでSSを実施した事例がある。右岸堤防は、堤防整備のための未舗装道路であるが、一般車両の往来が制限されているため、SSの実現の可能性がある。そこで、右岸堤防周辺の環境を考慮したSS実施の可否について評価した。

また、狩猟以外の手法として罠による捕獲が挙げられる。罠による捕獲は設置、見回り、回収と様々なコストがかかるが、昨今ではWebカメラの発展により、見回り等の人為的コストの削減効果が期待されている。しかし、Webカメラを使用するには電波の感度の確認が必要である。そこで、右岸堤防および道道1060号におけるLTE電波の感度検証を実施した。

1）シカの出没状況の解明と射撃適地の抽出

SSでは、射撃を学習して警戒心の高まったスレジカを発生させないよう確実な捕獲が求められる。出没する群れの頭数の情報が重要となり、群れサイズが大きすぎるとSSには不向きである。

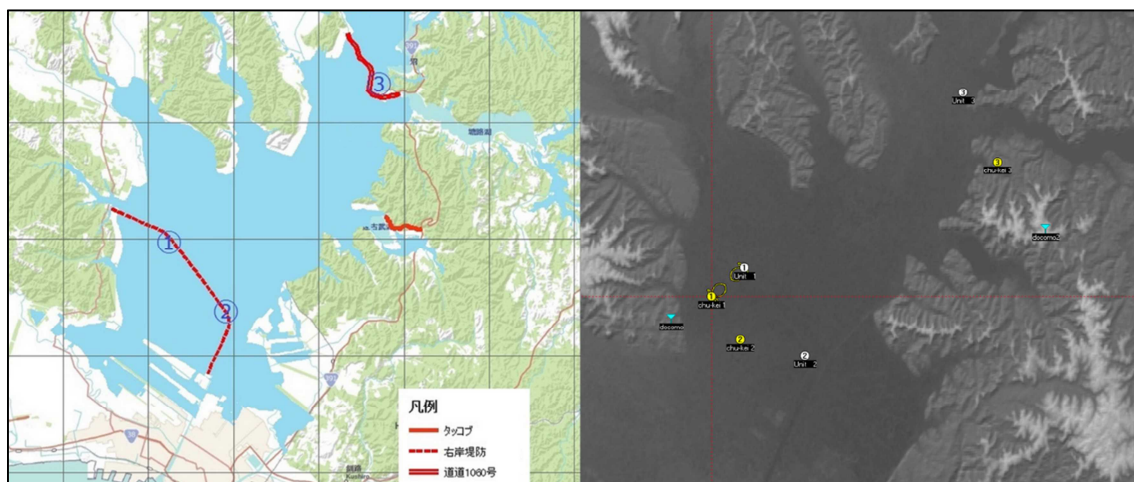
そこで、右岸堤防にてシカの時間帯ごとの出没傾向と個体数を明らかにすることを目的とし、2016年5月より月に1回右岸堤防にてロードカウントおよびライトセンサスを実施した。時間帯によるシカの出現頻度の変化を検証するために深夜、正午、日の出、日の入りの4つの時間帯を設定した。出没したシカの記録の際、捕獲個体の回収を考慮して射程距離を100mと想定し、100m以内でシカが見られた場合は射程圏内、それ以外を射程圏外として記録した。スレジカの発生を考慮し、出没時の群れの最大サイズは3頭以下として集計した。

さらに、OpenStreetMapを利用して航空写真から堤防沿い及び堤防から100mまでの範囲について、射撃の際に死角となる湿性林のポリゴンを作成した。また、人の利用がある範囲を踏査し、射程範囲から除外すべきエリアを抽出した。

2）罠捕獲に向けた電波状況の確認

大型囲い罠を想定した際に近年利用されるWebカメラの電波状況の確認を行った。Webカメラにより、現地に行くことなく罠内の状況を確認することが出来るため、見回り等の人為的コストの削減に繋がる。そのためWebカメラの活用は、右岸堤防及び道道1060号沿いにおけるシカの罠捕獲に有用であると考えられる。

そこで、右岸堤防と道道1060号沿いにおけるLTE電波状況のシミュレーションを実施した。衛星から測定された高低差と地形を元に電波の広がり方を計算することが出来るフリーソフトRadio Mobileを使い、電波の指向性と範囲を計算した（図(1)-9）。



図(1)-9 釧路湿原にて電波状況を確認した位置図

電波状況を確認した地点（左）。右岸堤防で2ヶ所、道道1060号で1ヶ所の計3ヶ所にて実施した。右図はdocomoの電波基地局、番号がそれぞれの検証地点の中継器の設定箇所。

3) 罠捕獲に向けた餌の誘引効果の検証

湿原内でシカの捕獲を実施する際には、捕獲時の安全性及び搬出効率を考慮する必要がある、釧路湿原を流れる新釧路川の右岸堤防付近での捕獲が最適と考えられる。また、右岸堤防の法面では、法面に栽植された牧草へのシカによる食害が顕著であり、被害対策の面から考慮しても、右岸堤防での捕獲は重要である。さらに、シカを捕獲するには効率性を考慮して罠を用いた手法が最も効果的であると考えられる。そこで、2017年2月11日～3月5日にかけて、罠による捕獲に向けてシカの餌への誘引効果を検証した。

罠を用いた捕獲場所として最適であると考えられる右岸堤防と新釧路川の間に位置する土砂堆積場にて、ビートパルプペレット、圧片大麦、鉍塩、人工芝を使用し、検証を実施した。なお、土砂堆積場は周辺をハンノキ林からなる湿性林に囲まれており、現地調査によりシカが寝床として利用していることがわかっている。

土砂堆積場の中心部にて、ビートパルプペレット、圧片大麦、鉍塩、人工芝を設置し、自動撮影カメラ（LTI Acorn Lt15210A、OLDBOYS OUTDOORS社製）にてシカが誘引される様子を調査した。ビートパルプと圧片大麦は40cm×60cm×20cmのトロ箱に約8kg入れ、風で飛ばないように土嚢袋に雪を詰めて重石とした。鉍塩はビートパルプペレットと圧片大麦の間に設置し、人工芝は雪が溶けて土が見えている場所に設置した。ビートパルプペレット、圧片大麦は最初の6日間毎日、その後はおおむね3日ごとに見回りを実施し、適宜餌を追加した。自動撮影カメラは、インターバルを30秒とし、静止画の後に動画が撮影されるように設定し、土砂堆積場の餌箱付近に3ヶ所、周辺のシカ道付近に4ヶ所仕掛けた。

4) タンチョウのモニタリングの手法検討

釧路湿原国立公園には、希少種であり国の特別天然記念物に指定されているタンチョウが生息している。特に、湿原内部へのアクセスが可能な右岸堤防では、GPS発信機を装着したシカの利用度が高く選択的に利用されている可能性が示されており、2015年度の研究結果より捕獲適地の候

補地とされていたが、春季にタンチョウの繁殖行動が確認されていた。したがって、シカの捕獲による希少鳥類の繁殖行動への影響を回避する必要がある。

タンチョウの繁殖期間は3月末～8月と長期にわたり、特に営巣場所の選定、営巣、産卵、抱卵ステージにおける警戒心が非常に高い。したがって、捕獲実施予定地において、事前に予定地周辺におけるタンチョウの在不在の確認が重要となる。そこで、UAVを用いた上空からのタンチョウ個体数モニタリングを試行し、希少鳥類に配慮したシカ捕獲の実現に向けたモニタリング手法の検討を実施した。

タンチョウのUAVに対する警戒行動を観察するため、釧路湿原丹頂鶴自然公園（以下、自然公園）において飼育されている個体のうち、つがい形成から営巣、産卵、抱卵のステージを迎えた2つがいと、造巣期を終えた産卵前の1つがいの計3つがい6個体を対象とした。2016年4月17日～18日にかけて、UAV（Phantom 2 vision+、DJI社製）に内蔵されたカメラにて静止画を撮影した。撮影された画像より、個体の確認を行った。UAVの離着陸はタンチョウから見えない位置で実施した。UAVは離陸後に高度を100mまで上昇させ、高度を維持したまま撮影対象となるつがいの上空を飛行させながら静止画を撮影した。同時に、手元の操縦用小型モニター（iPad mini 2、液晶画面7.9インチ）にてリアルタイムでタンチョウの確認が可能か検証した。撮影画像は、パソコンモニター（13.3インチ）にて確認した。タンチョウの警戒行動は、UAVの操縦者とは別の観察者によって、双眼鏡を用いて目視によりUAV飛行中のタンチョウの様子を観察した。

なお、自然公園は湿地帯の一面に位置するため、内部の植生は釧路湿原の景観に類似しており、ヨシや低草本、湿性林が生育し、疑似的な採餌環境として細い河川が引き込まれている。4月以降は9時～18時まで開園されているため、モニタリングの試行では来園者による攪乱の影響を除外するために、開園前の6時～9時の間に実施した。

4. 結果及び考察

（1）時空間利用の解明に向けたハビタット解析

1) GPS発信機の装着と行動追跡

右岸堤防で15個体、道道1060号で12個体、鶴居地域で4個体、細岡地域で1個体の計32個体を生体捕獲し、GPS発信機を装着した（表(1)-1）。なお、右岸堤防で捕獲した1個体については、GPS発信機を装着後直ぐに死亡したため、合計個体数からは除外している。

各個体のGPS発信機の測位率を算出したところ、多くの個体が100%データを取得できていた。多くの個体で測位率が高かった要因として、釧路湿原では平坦な地形が多く、沢地形などの衛星の感度を妨げる地形的な要因が少ないことが考えられる。

表(1)-1 釧路湿原にて生体捕獲したシカの捕獲地点及び個体情報

個体No.	耳標	捕獲地点	捕獲日	雌雄	体重(kg)	追跡期間	測位率	備考
1	R1	右岸堤防	2014/10/8	メス	92	2019/1/2	81%	装着後死亡
2	R2	右岸堤防	2014/10/8	メス	102	2016/12/5	100%	
3	R3	右岸堤防	2014/10/10	メス	70	2016/6/17	100%	
4	R4	右岸堤防	2014/10/13	メス	86	2016/9/17	100%	
5	R5	右岸堤防	2014/10/15	メス	94	2016/12/5	100%	
6	R6	右岸堤防	2014/10/15	メス	80	2016/12/5	100%	
7	R7	右岸堤防	2014/10/16	メス	97	-	-	
8	R8	右岸堤防	2014/10/16	メス	90	2016/12/5	100%	
9	R11	右岸堤防	2014/11/11	メス	96.4	2015/1/8	100%	
10	R10	右岸堤防	2014/11/11	メス	85.2	2016/12/5	100%	
11	R9	右岸堤防	2014/11/10	メス	84	2016/12/5	100%	
12	R12	道道1060号	2015/2/12	メス	69	2016/12/5	100%	
13	R13	道道1060号	2015/2/13	メス	84	2016/12/5	100%	
14	R14	道道1060号	2015/2/17	メス	72	2016/12/5	100%	
15	R15	道道1060号	2015/2/17	メス	63	2016/12/5	100%	
16	R16	道道1060号	2015/2/18	メス	96.5	2016/12/5	100%	
17	R17	道道1060号	2015/2/18	メス	52	2016/12/5	100%	
18	R18	道道1060号	2015/2/18	メス	70	2016/12/5	100%	
19	R19	道道1060号	2015/2/18	メス	69	2016/12/5	100%	
20	R20	道道1060号	2015/2/19	メス	67	2016/12/5	100%	
21	B25	道道1060号	2015/2/19	メス	81	2015/5/10	100%	
22	R21	右岸堤防	2015/10/28	メス	91	2016/12/5	100%	
23	R22	右岸堤防	2015/10/28	メス	75	2016/12/5	100%	
24	R23	右岸堤防	2015/10/28	メス	80	2016/5/14	100%	
25	R24	右岸堤防	2015/10/29	メス	72	2016/12/5	100%	
26	R25	右岸堤防	2015/10/29	メス	86	2016/12/5	100%	
27	R27	鶴居地方	2016/2/14	メス	66	2016/12/5	100%	
28	R28	鶴居地方	2016/3/3	メス	65.8	2016/11/7	100%	
29	R29	鶴居地方	2016/3/4	メス	67.2	2016/12/5	100%	
30	R30	鶴居地方	2016/3/7	メス	69	2016/12/5	100%	
31	R31	細岡地域	2016/3/9	メス	75	2016/12/5	100%	
32	R52	道道1060号	2016/3/15	メス	48	2016/12/5	98%	
33	R53	道道1060号	2016/3/28	メス	78	2016/12/5	100%	

2) 季節移動パターンと生息地利用の解明

a. 季節ごとの生息地環境

32個体の生息環境の個体数と割合について、【1年を通して国立公園内で生息】する固体が27個体（84.4%）、【冬季に国立公園内で生息】する固体が2個体（6.3%）、【夏季に釧路湿原国立公園内で生息】する固体が3個体（9.4%）となった（表(1)-2）。【1年を通して国立公園内で生息】する個体のモータリティー数は9個体（33.3%）となり、内訳は首輪の脱落が5個体、通信不能が3個体、自然死亡が1個体となった（表(1)-3）。【冬季に国立公園内で生息】する固体のモータリティー数は2個体（100%）で、1個体は夏季に国立公園外から別海町の陸上自衛隊矢臼別演習林付近へ移動後に通信不能となり、1個体は釧網線付近で発生していることから事故死の可能性が考えられる。【夏季に国立公園内で生息】する個体のモータリティー数は3個体（100%）となり、2個体

が冬季において湿原外へ移動した後に一般狩猟及び鳥獣対策によって死亡、1個体は首輪の脱落によるものであったと考えられる。

1年を通して国立公園内で生息する個体が多く、また国立公園外では死亡や通信不能となる割合が100%であることから、国立公園という生息環境がシカにとって捕獲リスク回避のために重要な生息地であると考えられる。

シカの自然繁殖率は約20%と報告されている¹⁸⁾。シカの個体数管理のみならず、1年を通して国立公園内のみで生息する個体の個体数管理を実施する必要性が示唆された。そのため、釧路湿原国立公園を保全していくためには、冬季または夏季に国立公園内で生息するシカの個体数管理のみならず、1年を通して国立公園内のみで生息する個体の個体数管理を実施する必要性が示唆された。

表(1)-2 季節ごとの生息環境を変化させるシカの個体数と割合

	1年を通して国立公園内のみ利用	冬季のみ国立公園内で生息	夏季のみ国立公園内で生息	合計
個体数	27 (84.4%)	2 (6.3)	3 (9.4%)	32.0
モタリティー数	9 (33.3%)	2 (100%)	3 (100%)	14 (43.8%)

表(1)-3 モータリティー個体数の内訳

	1年を通して国立公園内のみ利用	冬季のみ国立公園内で生息	夏季のみ国立公園内で生息	合計
一般狩猟および鳥獣対策による死亡数	0	0	2	2
自然死亡数	1	0	0	1
事故死数	0	1	0	1
首輪脱落数	5	0	1	6
通信不能数	3	1	0	4

b. 衛星リモートセンシングを用いた積雪被覆と季節移動開始日の関係

2014年度から2016年度の降雪量及び最大積雪深の推移を図(1)-10、図(1)-11に示す。観測所によつての違いは見られるものの、全体的な傾向は同じであると考えられる。2014年度の12月は記録的な大雪にあったが、2015年度の12月は他年に比べて少雪であった。釧路観測所での降雪があった日をみると2014年は20cm以上が1日、2016年は10cm以上が2日、2015年度は1cm以上の降雪量を観測した日は3日あったが、5cm以上となった日はなかった。表(1)-4より2014年12月17日、2015年12月22日、2016年12月9日及び22日をそれぞれ降雪日としてその前後6日間での積雪被覆データとシカのGPSデータの比較を行った。

図(1)-12にアメダス観測所と釧路湿原（赤枠）の位置を示す。湿原内に観測点がないため、釧路観測所を代表とした。2014年度は観測所のデータより降雪日を12月17日とした（図(1)-13）。衛星画像で灰色の領域は曇りであり、釧路湿原の大部分は直接確認できないが、15日16日の状況からほぼ無積雪状態であったと推認できる。GPS発信機の位置データをみると、15日から17日までは湿原を東西に走る右岸堤防周辺に位置していたが、18日から一部個体を除き移動を開始し、20日までは宮島岬・キラコタン岬方面に北上していることが確認できる。

2015年度は観測所のデータより降雪日を12月22日とした（図(1)-14）。2015年度12月は少雪であり、この日も3cmしか降雪がなかった。衛星画像では広い範囲で積雪被覆が確認できたが、シカの位置データにはほとんど大きな違いが見られなかった。2016年度は観測所のデータより降雪日を12月9日及び22日とした（図(1)-15、16）。

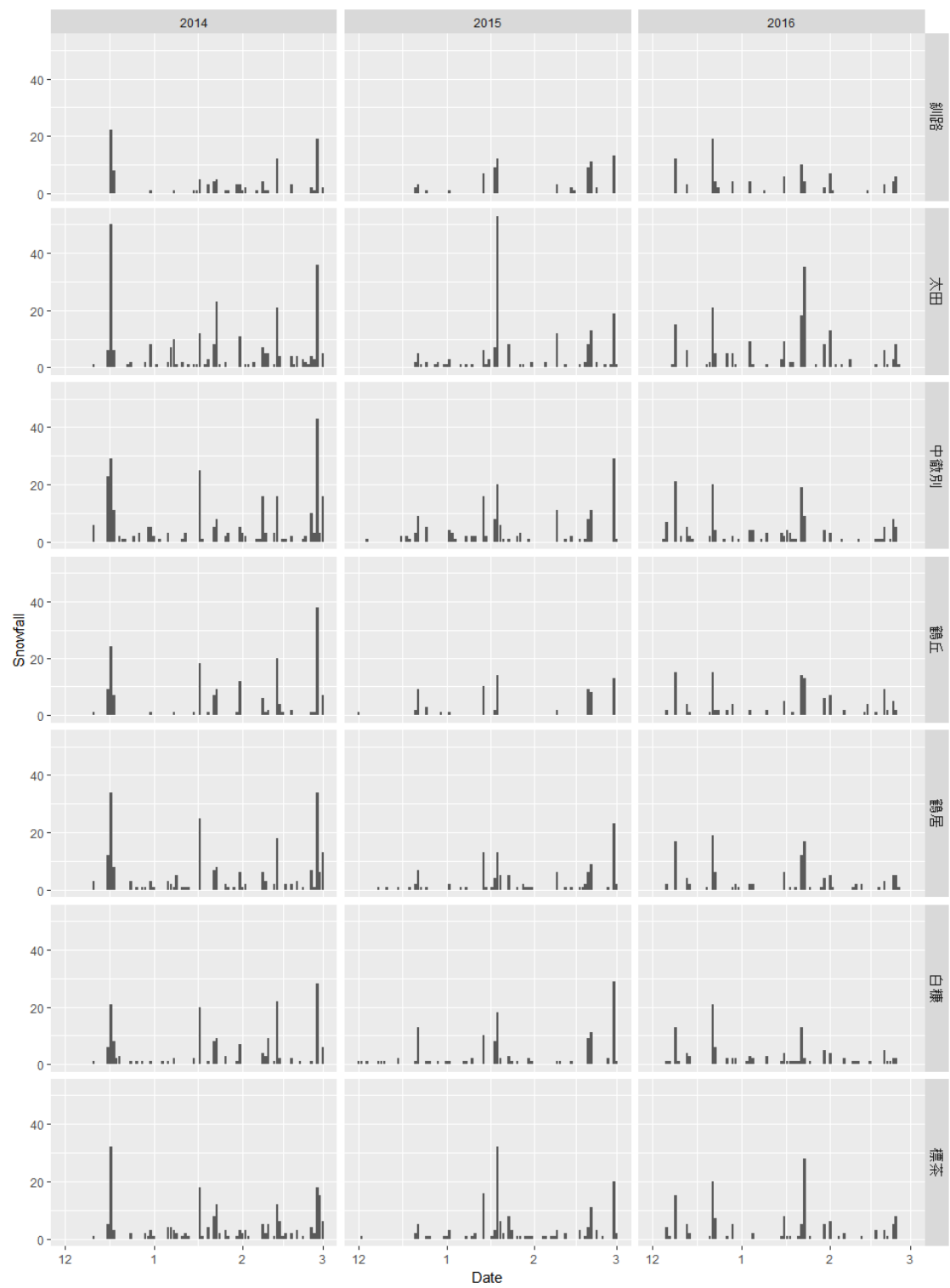
9日の積雪は12cmであった。2015年度同様、衛星画像では広い範囲で積雪被覆が確認できたが、シカのGPSデータにはほとんど大きな違いが見られなかった。22日の降雪では積雪被覆での変化は見られなかったが、右岸堤防周辺のシカの位置は2014年同様に宮島岬・キラコタン岬方面へ北上しているのが確認できる。

以上の結果から降雪量が多い際に移動を行い、降雪量が少ない際は移動が小さいまたは行わないことが確認された。これは積雪深が浅ければシカが地面を掘り返すことができ、積雪が餌を採取する際の障害とならないために移動する必要がなかったと推察できる。

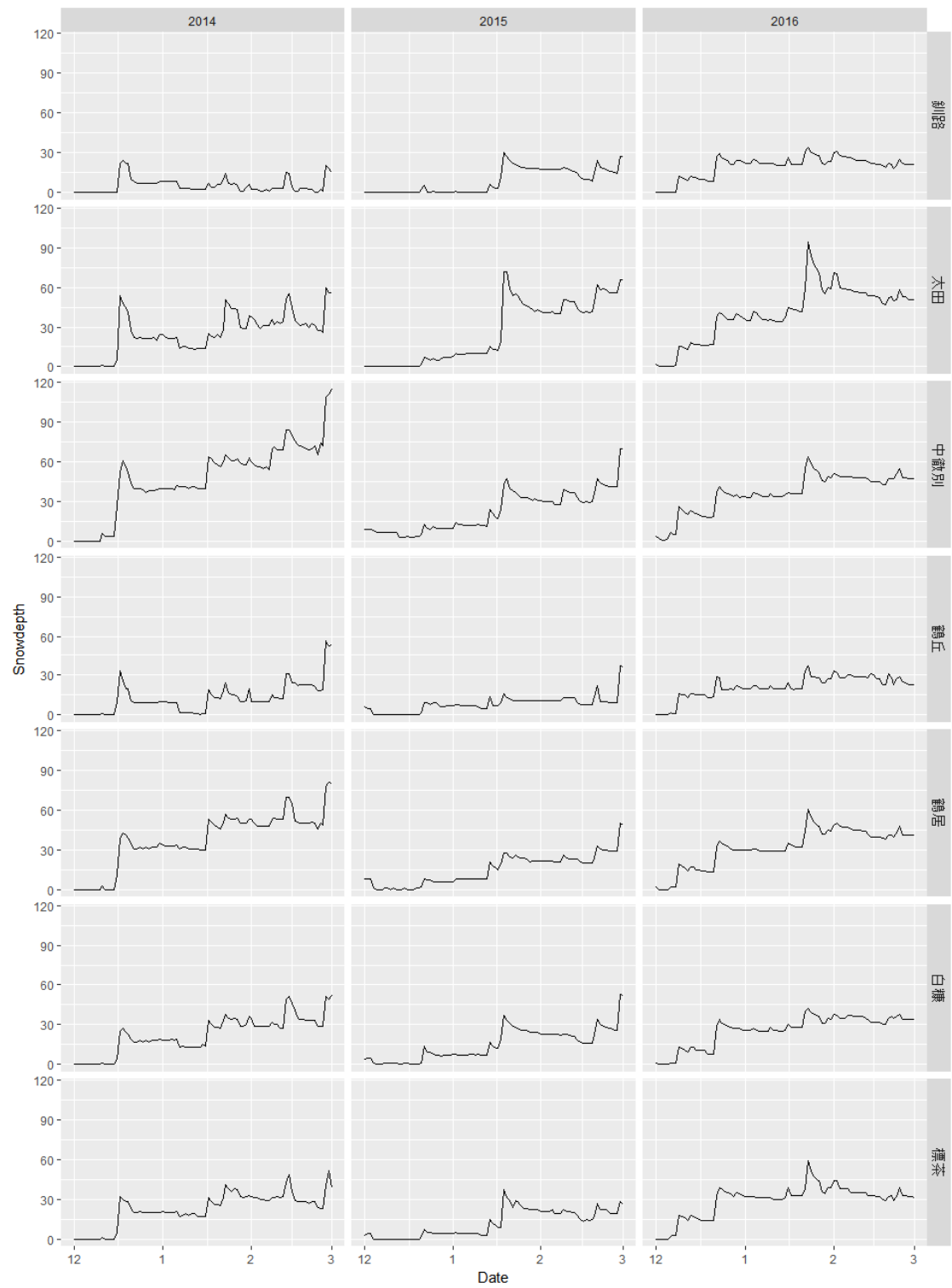
積雪量の把握することによってシカの行動を予測することが出来るため、シカ捕獲の戦略戦術の選択を行えることが明らかとなった。より定量的な降雪・積雪情報を整備することによって、さらなる高精度な予測を行えると考えられる。

表(1)-4 釧路観測所での降雪日と積雪深

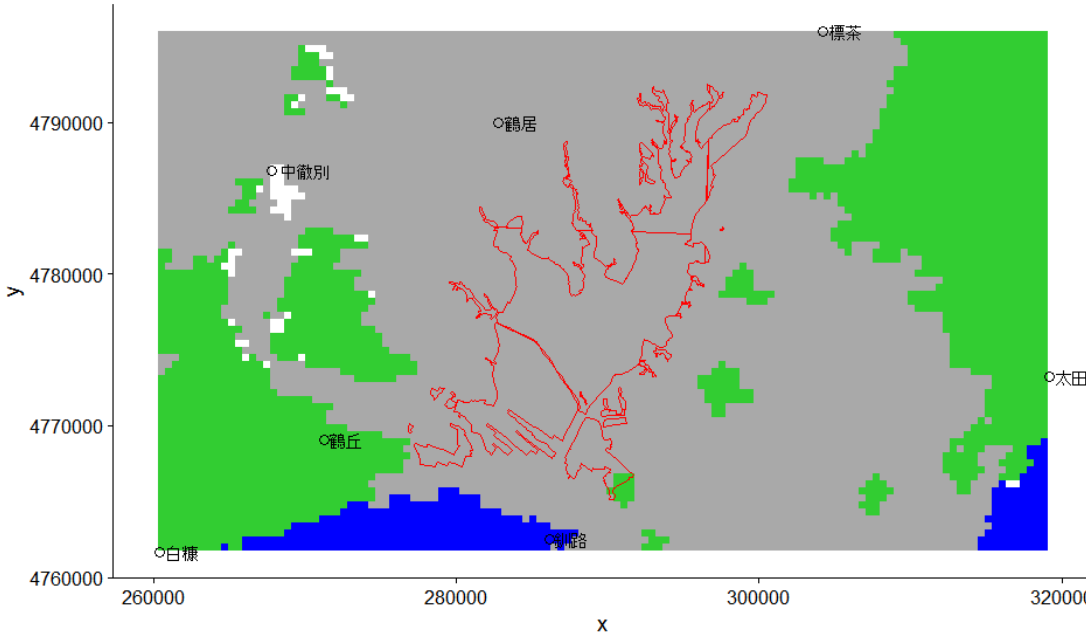
date	snowfall	snowdepth
2014-12-17	22	22
2014-12-18	8	24
2014-12-31	1	8
2015-12-21	2	2
2015-12-22	3	5
2015-12-25	1	1
2016-12-09	12	12
2016-12-13	3	12
2016-12-22	19	27
2016-12-23	4	29
2016-12-24	2	26
2016-12-29	4	24



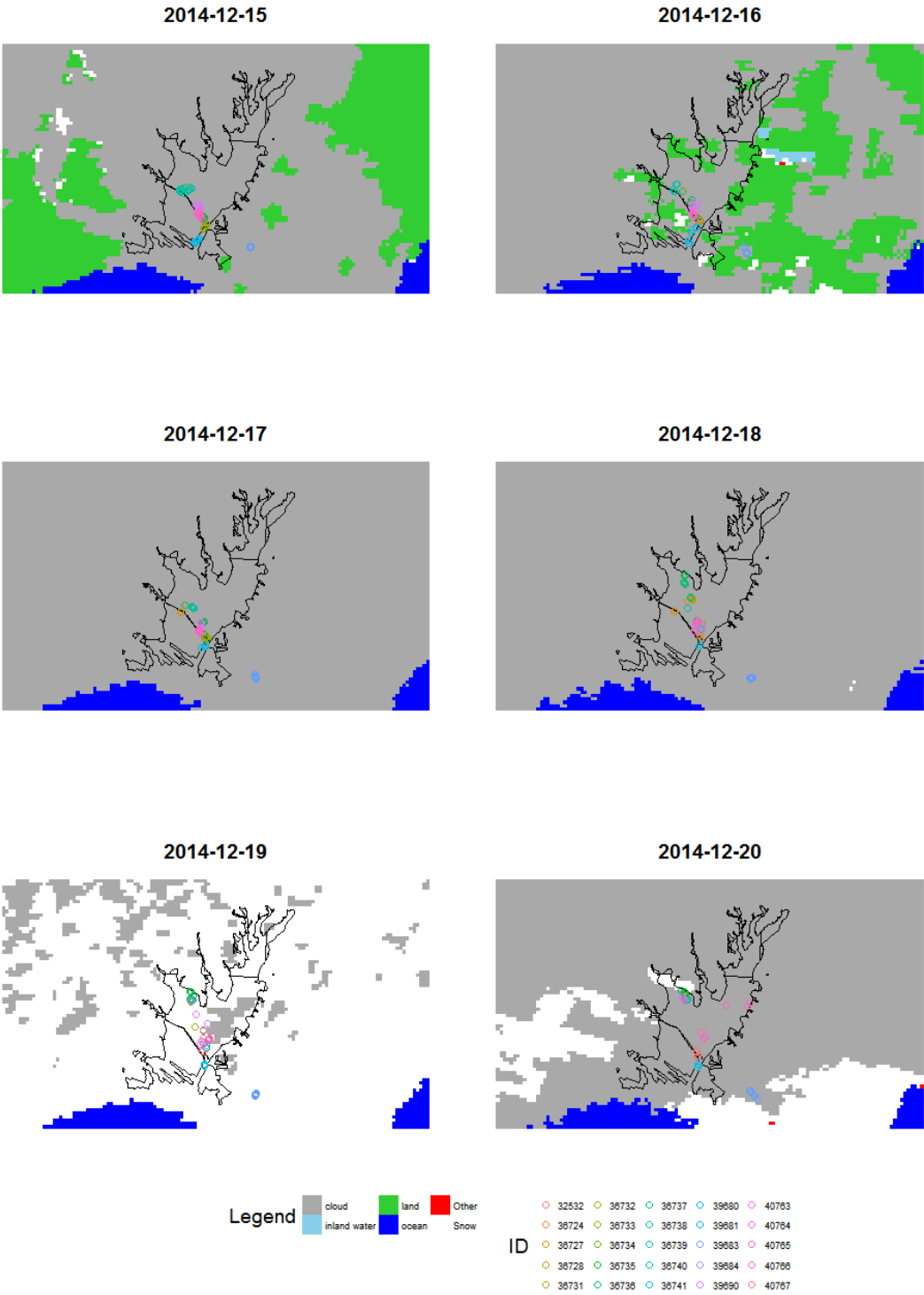
図(1)-10 年度別降雪量



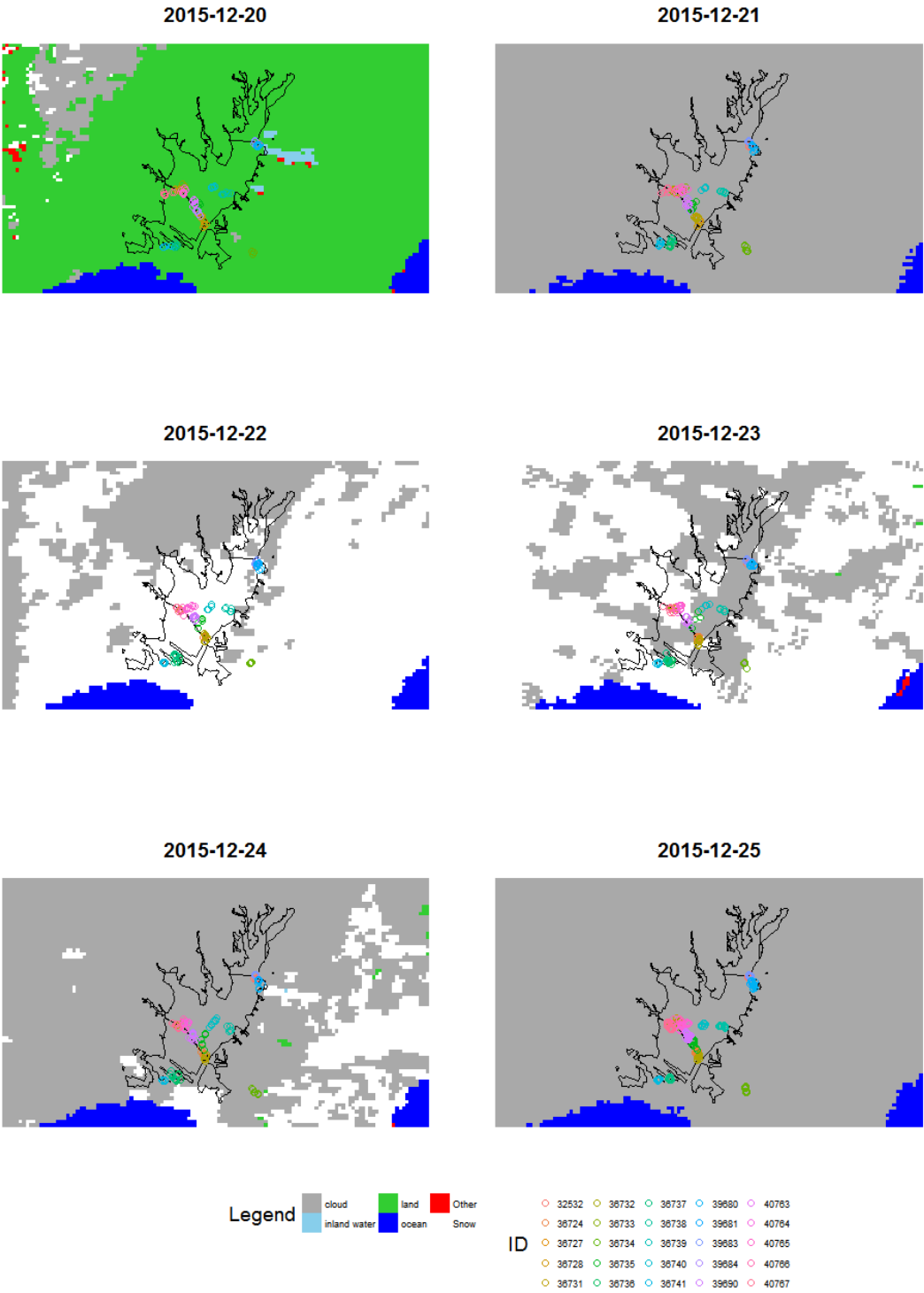
図(1)-11 年度別最積雪深



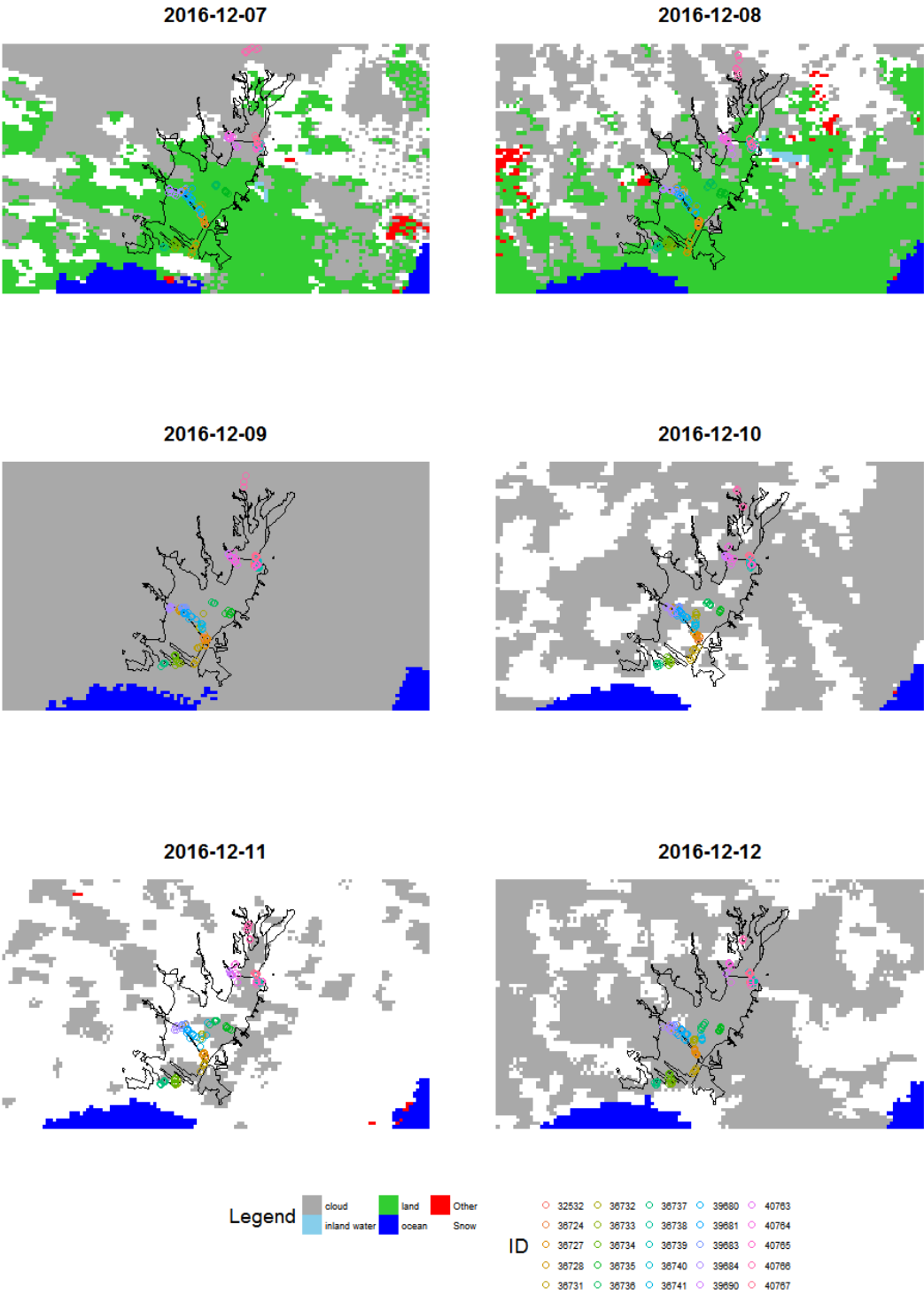
図(1)-12 アメダス観測所及び衛星画像範囲



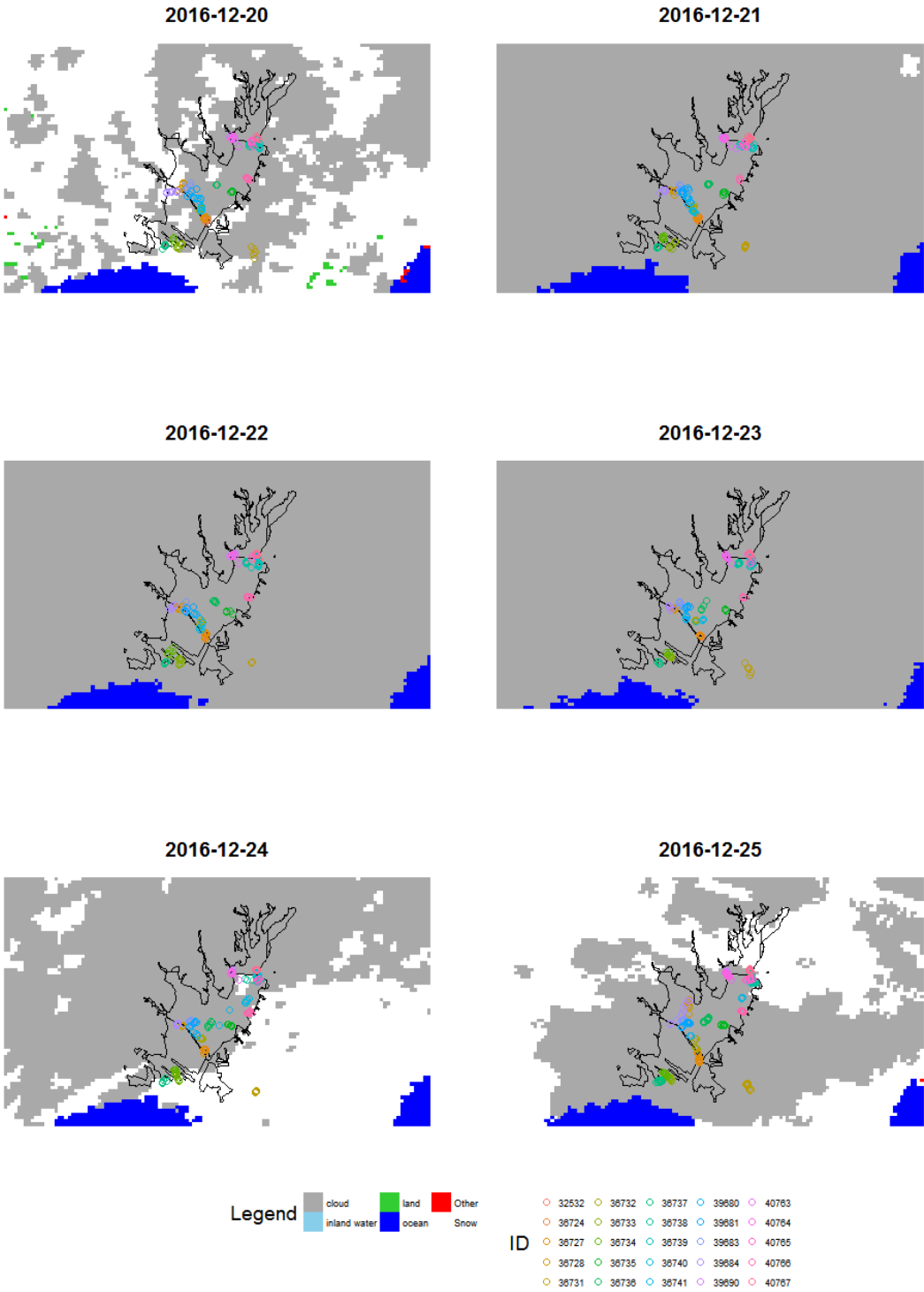
図(1)-13 2014年度降雪日前後の積雪被覆



図(1)-14 2015年度降雪日前後の積雪被覆



図(1)-15 2016年度降雪日前後の積雪被覆1



図(1)-16 2016年度降雪日前後の積雪被覆2

b. 季節移動

捕獲された場所によって個体の年間の移動範囲は異なり、その移動範囲はほとんど重なっていない(図(1)-17)。1個体が湿原の中と外を季節移動あるいは非定型移動していた。残りの個体は、湿原内で一年中定住、もしくは湿原内で季節移動あるいは非定型移動していた(図(1)-18)。右岸堤防や道道1060号では多くの個体が湿原内で一年中生息していたが、非定型移動や定住型など複数の移動パターンが見られた(表(1)-5)。右岸堤防で捕獲した1個体が季節移動しており、この個体は釧路町の住宅街や採石場の周囲の森林に移動していることが明らかとなった。

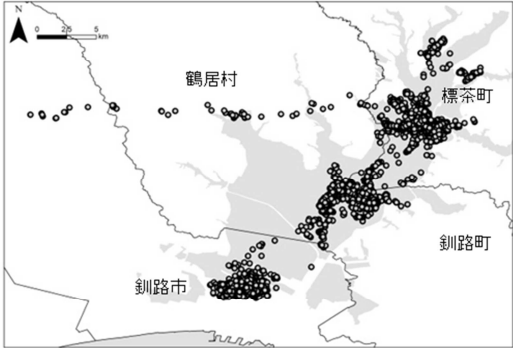
本研究により行動追跡した2つの捕獲場所の個体は、一部個体の位置が重複しているが、ほとんどの位置情報は重ならなかったため、それぞれ異なる個体群だと推測される。さらに、同じ捕獲場所であっても定住型と季節移動型など明らかに異なる移動パターンの個体があり、ある季節は同所的に生息しているが別の季節には離れて生息する別のサブ個体群だと考えられる。

本研究ではNSD法とOverlap法を当てはめることにより、釧路湿原に生息するシカの季節移動パターンについて定量的に判別することができた。右岸堤防や道道1060号では多くの個体が非定型移動や定住型であり、湿原内に一年中生息していることが明らかとなった。ほとんどの個体が1年を通して湿原内に生息する理由としては、湿原内は鳥獣保護区で狩猟圧がかからず、さらに湿原内はシカが採食可能な高さに植物量が豊富であるためと考えられる。

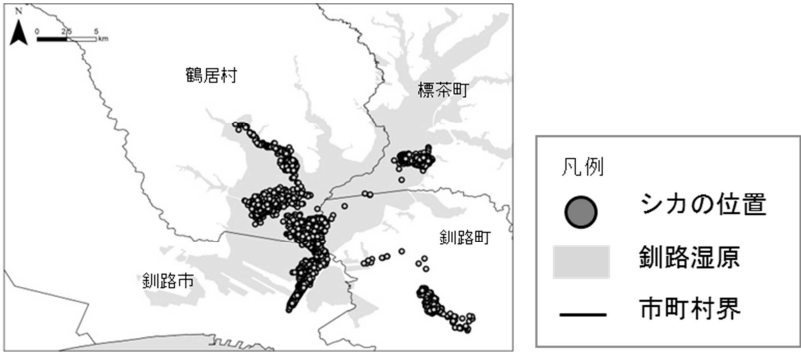
平均季節移動開始日については、個体間のばらつきが大きく、融雪日や降雪日から1ヶ月前後して、季節移動していた。右岸堤防にて捕獲した個体の春の季節移動では、融雪日からの1ヶ月程度過ぎてから移動していた。秋の季節移動では、降雪の約1ヶ月後に季節移動が起きていた。

有蹄類が季節移動をする要因としては、捕食リスクの回避仮説^{19),20)}、栄養価の高い餌資源の獲得仮説^{21),22),23)}、個体数密度に伴う個体間の社会的干渉の回避仮説²⁴⁾がある。本研究の右岸堤防及びコッタロにて捕獲された季節移動型の個体は、餌資源の獲得仮説が当てはまると考えられる。右岸堤防の季節移動個体について、右岸堤防は堤防の維持のために法面に牧草が植栽されており、夏季に多数のシカが植栽された牧草を採食しているところが観察されている。牧草はヨシなどの自然植生と比較して高栄養でニホンジカは牧場を生息地としてよく利用するため^{25),26)}、右岸堤防に夏に季節移動している個体は牧草を採食するために季節移動している可能性がある。

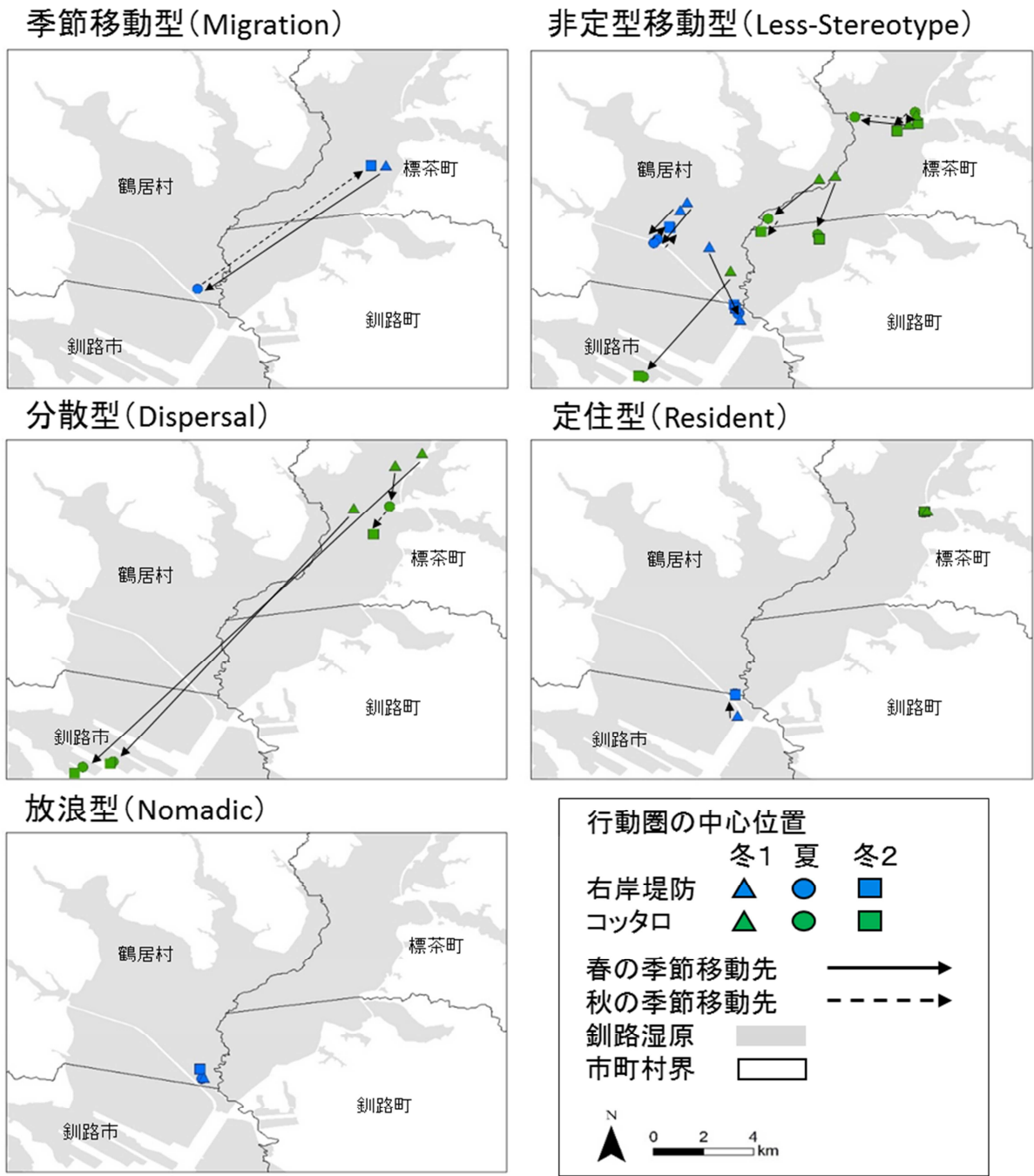
a) コッタロ



b) 右岸堤防



図(1)-17 釧路湿原におけるシカの捕獲場所別の年間移動範囲



図(1)-18 釧路湿原におけるシカの捕獲場所別の季節移動パターン

表(1)-5 釧路湿原におけるシカの捕獲場所別の季節移動パターンごとの個体数

捕獲場所	湿原の内外の両方を利用					湿原内のみを利用				
	季節移動型	非定型移動	分散型	放浪型	定住型	季節移動型	非定型移動	分散型	放浪型	定住型
右岸堤防 (n=8)	1	0	0	0	0	1	4	0	1	1
コッタ口 (n=9)	0	0	0	0	0	0	5	3	0	1

2015年3月～2016年3月の期間を追跡・解析した。混合型に該当する個体はなかった。

c. 季節ごとの生息地利用

釧路湿原国立公園は湿原（32.6%）と森林（58.0%）で構成されており、牧草地・農耕地（2.2%）、ササ群落（1.7%）、市街地（0.5%）、その他（5.1%）がモザイク状になっている（表(1)-6）。湿原内で生息しているシカの行動圏においても季節に関係なく、湿原（冬季；75.87%、夏季；56.31%）と森林（冬季；18.37%、夏季；34.05%）を利用する面積割合が高くなっており、次いで牧草地・農耕地（冬季；3.26%、夏季；6.94%）、ササ群落（冬季；0.04%、夏季；0.07%）、市街地（冬季；0.26%、夏季；0.51%）、その他（冬季；2.19%、夏季；2.11%）となっていた（表(1)-7）。同様に湿原外で生息するシカの行動圏面積は1個体ずつのみであるが、湿原（冬季；34.00%、夏季；19.85%）と森林（冬季；44.11%、夏季；62.94%）を利用する面積割合が高くなっており、次いで牧草地・農耕地（冬季；4.24%、夏季；15.81%）、ササ群落（冬季；5.47%、夏季；0.14%）、市街地（冬季；5.80%、夏季；0.50%）、その他（冬季；6.39%、夏季；0.76%）となっていた（表(1)-8）。湿原外で生息する個体の夏季の湿原と牧草地・農耕地の利用面積割合には大きな差は見られなかった。

湿原内に生息するシカは季節に関係なく湿原に選好性がなかった（表(1)-9）。冬季においてシカは森林、牧草地・農耕地、ササ群落を選好的に利用し、夜間には市街地を選好していた。夏季においてシカは昼間に森林やササ群落を選好的に利用し、夜間に牧草地・農耕地、ササ群落、市街地を選好的に利用していた。湿原外で生息するシカは冬季にササ群落に依存し、昼間に森林を利用していた。夏季では昼間に森林、夜間に牧草地・農耕地を選好的に利用していた（表(1)-10）。

湿原内で生息するシカはそもそも狩猟圧を回避するため湿原で生息しており、さらに身を隠すため森林で生息していると考えられる。また、餌資源の確保のため牧草地・農耕地、ササ群落、市街地を選好的に利用していると考えられる。しかし、生息地利用として選好性がない湿原は行動圏では高い割合を占めていることから、湿原生態系への影響も今後拡大していくと推測される。

表(1)-6 釧路湿原国立公園の土地利用の割合

	割合 (%)
湿原	32.6
森林	58
牧草地・農耕地	2.2
ササ群落	1.7
市街地	0.5
その他	5.1

表(1)-7 湿原内で生息する個体の100%行動圏で算出された季節ごとの土地利用別の面積割合 (%)

	湿原内で生息	
	冬季(n=21)	夏季(n=25)
	平均(最小 - 最大)	平均(最小 - 最大)
湿原	75.87 (24.33 - 94.66)	56.31 (8.08 - 83.77)
森林	18.37 (2.09 - 68.34)	34.05 (6.74 - 85.81)
牧草地・農耕地	3.26 (0.00 - 11.73)	6.94 (0.00 - 18.28)
ササ群落	0.04 (0.00 - 1.55)	0.07 (0.00 - 0.74)
市街地	0.26 (0.00 - 2.24)	0.51 (0.00 - 2.35)
その他	2.19 (0.00 - 2.25)	2.11 (0.08 - 5.97)

表(1)-8 湿原外で生息する個体の100%行動圏で算出された季節ごとの土地利用別の面積割合 (%)

	湿原外で生息	
	冬季(n=1)	夏季(n=1)
湿原	34.00	19.85
森林	44.11	62.94
牧草地・農耕地	4.24	15.81
ササ群落	5.47	0.14
市街地	5.80	0.50
その他	6.39	0.76

表(1)-9 Manlyの資源選択指数により示された湿原内で生息するシカの季節及び時間帯ごとの生息地利用

$w_i \pm SE > 1$ は+、 $w_i \pm SE < 1$ は-、 $w_i \pm SE$ が1をまたぐ場合は有意差無し(表中の空欄)、利用可能なデータがない場合は0とした。

	湿原内で生息			
	冬季(n=21)		夏季(n=25)	
	昼間	夜間	昼間	夜間
湿原	—	—	—	—
森林	+	+	+	—
牧草地・農耕地	+	+	—	+
ササ群落	+	+	+	+
市街地		+		+
その他	—	—	—	—

表(1)-10 Manlyの資源選択指数により示された湿原外で生息するシカの季節及び時間帯ごとの生息地利用

$wi \pm SE > 1$ は+、 $wi \pm SE < 1$ は－、 $wi \pm SE$ が1をまたぐ場合は有意差無し（表中の空欄）、利用可能なデータがない場合は0とした。

	湿原外で生息			
	冬季(n=1)		夏季(n=1)	
	昼間	夜間	昼間	夜間
湿原	—	—	—	—
森林	+	—	+	—
牧草地・農耕地	0	—	—	+
ササ群落	+	+	0	0
市街地	—	—	0	0
その他	—			0

（2）植生への影響評価

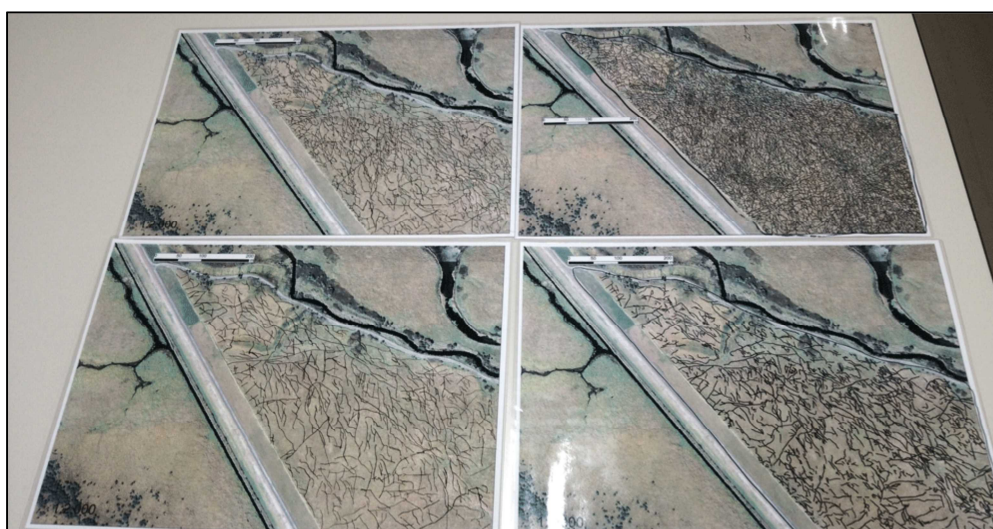
1）シカ道の定量的な評価のための判読手法の開発

学生が読み取りをした結果を次図に示す（図(1)-19）。個人により読み取りの密度が異なるが、多数が判読している場所は、明確に「シカ道」と判定できる特徴があることも確認できた。

また、デジタル化については、特に問題はなく、スキャナでの読み取り後、ベクトル化については、ArcGISの一機能であるArcScanを使用して問題なく行うことができた（図(1)-20）。

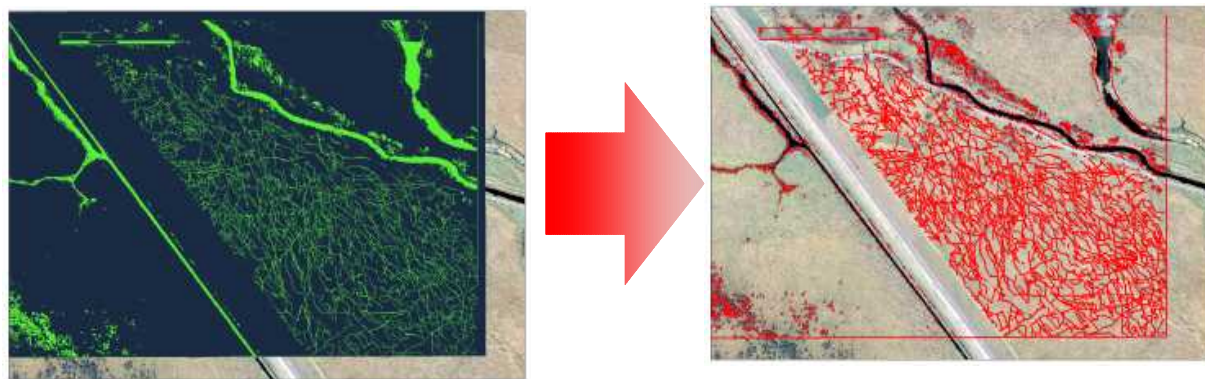
シカ道の判読に要した時間は当初1時間程度と想定していたが、実際に学生に聞き取りしたところ15分～9時間程度と様々であった。

複数の学生の判読結果を比較することにより、より客観的なシカ道データを作成する方法が開発できたと考えられる。一方で、航空写真の線状構造が全てシカ道であるとは断定できず、一部は水路や他の動物の獣道である可能性は否定できない。それを確認するためにはUAVや現地調査等による高解像度の写真の活用が必要と考えられる。



図(1)-19 シカ道の判読結果の例

4人の学生がそれぞれシカ道を判読し、油性ペンを用いてシカ道をなぞった。黒い線がシカ道。同じ航空写真を使用しても、4人それぞれに結果が異なる。



図(1)-20 手書きしたシカ道をデジタル化、ベクトル化するイメージ

2) 植生への影響調査

植生調査結果について、付表(1)1～4に示すとともに、植生タイプ別の柵内外の平均BMIを図(1)-21に示した。ここでは、BMIが0.5以上あった種を記載した。柵外は現状の植生を反映しており、高層湿原では、ムジナスゲ、ヤチヤナギ、トマリスゲなどが、低層湿原では、ヨシ、イワノガリヤス、ツルスゲなどが優占していた。湿性林の調査区は、主にハンノキ林（一部ヤチダモを含む）の林床にあり、低層湿原と比較的共通する出現種が多かったが、カブスゲの割合が高かった。広葉樹林の林床植生は、ミヤコザサが優占し、わずかにアキタブキやアキカラマツが混生する単純な構成であった。いずれの植生タイプにおいても2015年から2016年にかけて柵外の種組成に大きな変化がなかったことから、この期間内では環境条件やシカによる影響量に大きな変化はなかったと考えられる。

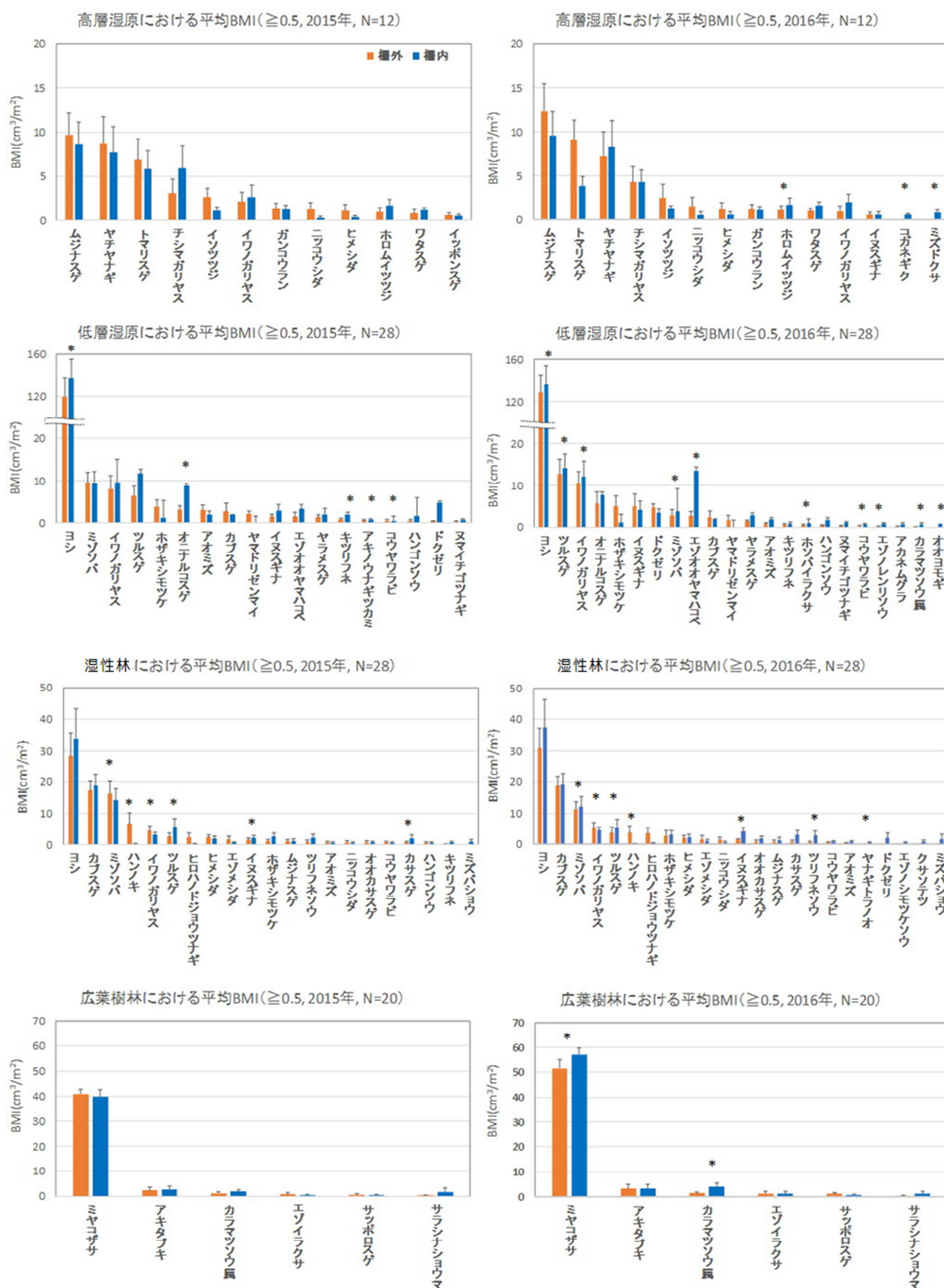
INSPANにより各調査区から得られた2015～2016年の標徴種を表1に示すとともに、図(1)-21にも併せて記載した。高層湿原の調査区では、2015年は標徴種が得られず、2016年も3調査区のうち2調査区からは標徴種が得られなかった。シカの影響が場所により異なることや、シカの影響を2年程度排除しても高層湿原の植生は変化しにくいことが示唆された。2016年は1調査区からコガネギク、ホロムイツツジ、ミズドクサが標徴種として得られた。高層湿原では食痕株の確認数は少なかったが、無数のシカ道が確認されており、シカの利用頻度は高いと考えられる。現地調査及び環境省北海道地方環境事務所釧路自然環境事務所（2016）²⁷⁾により食痕が確認されたコガネギクとホロムイツツジは採食圧と踏圧からの解放により、食痕が確認されていないミズドクサについては踏圧からの解放により、それぞれ柵内で増加したと考えられる。高層湿原では、他の植生タイプに比べて植生が変化しにくいことが示唆された。今後の継続した調査によりさらに標徴種が得られる可能性がある。

低層湿原の調査区では、標徴種として21種が抽出された（表(1)-11）。このうち18種が柵内の標徴種であり、うち14種はこれまでに食痕が確認されている。右岸堤防の調査区では特にエゾオオヤマハコベが柵内で顕著に増加し、柵外ではほとんどみられない開花が、柵内では多数確認されたことから（図(1)-22）、シカの採食圧による影響が種子繁殖にまで及んでいると考えられる。ヨシとコウヤワラビについては柵内の標徴種となった調査区と柵外の標徴種となった調査区がみられた。調査地の中では北斗で標徴種が多かったことから、同じ植生タイプでもシカの利用頻度に

は場所による違いがあることが示唆された。低層湿原は、シカの利用頻度が高く、柵設置から1年の2015年でも標徴種が10種得られたことから、シカの影響によって変化しやすい植生タイプであると考えられた。

湿性林の林床では、15種の標徴種が抽出された。このうち9種が柵内の標徴種で、うち8種でこれまでに食痕が確認されている。柵外の標徴種として、ミゾソバやハンノキなど6種が確認された。ミゾソバは食痕確認株数が全出現種の中で最も高かったため、柵内で増加すると予想されたが、茅沼の湿性林では柵外の標徴種となった。調査地の中では茅沼の標徴種が多く、この地域の湿性林の利用頻度が高いことが示唆された。湿性林も低層湿原と同様に、採食圧が高く、シカの影響によって変化しやすい植生タイプであると考えられた。

広葉樹林の林床からは、2016年になって北斗、ヌマオロ、コッタロから合わせて3種の柵内の標徴種が得られた。植生変化の速度が低層湿原や湿性林よりも遅いことが示唆された。広葉樹林では、ミヤコザサ以外の植物が全体的に少ないため、種子供給の面で変化に時間を要していることが推察された。



図(1)-21 植生タイプ別のシカ排除柵内外のBMIの比較 (左列: 2015年、右列: 2016年)
 BMIはバイオマス指数を示し、BMIが0.5以上あった種を表記した。標徴種に*印を付して併せて記載した。エラーバーは標準誤差を示す。

表(1)-11 指標種分析 (INSPAN) により各調査区から得られた標徴種 (赤字) を選定した (本文参照)。

植生タイプ 調査地	高層湿原						低層湿原						湿地林						広葉樹林					
	右岸堤防						宮島						右岸堤防						北斗					
調査区番号	02	02	05	05	17	17	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	02	02	02	02	02	03
標徴種\調査年(20xx)	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16
コガネギク																								
ホロムイツツジ																								
ミスドクサ																								
アキノウナギツガミ																								
オオヨモギ																								
ツルスゲ																								
カラマツソウ属																								
ホソバイラクサ																								
ヤナギトラノオ																								
エゾノレンリソウ																								
エゾオオヤマハコベ																								
オニナルコスゲ																								
イワノガリヤス																								
イヌスギナ																								
カサスゲ																								
ミヤコザサ																								
ヨシ																								
ミゾソバ																								
コウヤワラビ																								
キツリフネ																								
ツリフネソウ																								
ハンノキ																								
エゾイヌゴマ																								
ツリガネニンジン																								
オオバセンキュウ																								
クサレダマ																								
エゾシロネ																								
コケ類																								
ヒメシダ																								
アオウキクサ																								
ツボスミレ																								
ナガボノシロフレモコウ																								
ヒメナミキ																								
ヤマブキシユウマ																								

赤字または青字はいずれかの調査区でBMI≥0.5であった標徴種
太字は食痕が確認された種
● 柵内の標徴種(BMI≥0.5) ▲ 柵外の標徴種(BMI≥0.5)
○ 柵内の標徴種(BMI<0.5) △ 柵外の標徴種(BMI<0.5)



図(1)-22 右岸堤防の調査区P11（低層湿原）における柵外（左）及び柵内（右）の比較
エゾオオヤマハコベの開花（白い花）が柵内でのみ多数確認された。

付表(1)-1 高層湿原における各調査地の種組成（右岸堤防）

調査地名		右岸堤防															
調査区番号		P02				P05								P17			
調査年		2015				2016				2015				2016			
柵内外		外		内		外		内		外		内		外		内	
調査区サイズ		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m	
出現種	項目	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均
		高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度
		(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)
ムジナスゲ		95	23.8	75	22.5	70	27.5	92	20.8	68	20.0	70	16.3	70	30.0	82	18.3
デシマガリヤス		91	10.3	115	21.3	85	12.5	84	12.0	90	1.0	85	2.5	90	4.8	85	4.0
ヤチヤナギ		53	10.3	30	12.0	40	6.8	38	8.8	50	43.8	53	51.3	52	43.8	48	51.3
トマリスゲ		96	9.5	70	8.8	85	25.0	55	10.8	61	3.8	50	1.8	57	7.8	55	1.8
ニッコウシダ		50	8.5	32	2.5	60	11.0	35	5.8					18	+		
ヒメシダ		55	7.5	37	3.3	40	10.5	38	6.0	22	+			14	+	10	+
イソツツジ		35	2.3	20	2.3	30	1.3	24	3.3	33	1.8	30	1.5	30	1.0	32	2.3
ナガボノシロワレモコウ		50	2.0	33	1.3	35	+	41	2.8					35	28.8	23	15.0
イワノガリヤス		70	+	109	3.0	67	+	87	2.8	100	7.0	115	4.8	70	4.5	93	4.3
コガネギク		10	+	35	2.0	15	+	17	1.8	40	+	60	+	23	+	59	1.5
ワタスゲ		50	+	50	1.8	40	2.5	60	2.5	70	+	72	1.8	30	+	65	1.8
コツマトリソウ		4	+	7	+	10	+	3	+	10	+	10	+	5	+	15	+
サギスゲ		60	+			50	2.5									7	+
ハンノキ		80	+			10	+										
イッポンスゲ		45	+							70	2.8	65	2.8	57	+	50	1.8
コケ類			1	+		1	+	1	1.0	1	1.3	1	+	1	1.5	1	+
ミズゴケ類				1	+			1	1.3	1	1.3	1	9.0	1	2.0	1	9.0
ガンコウラン				8	+			21	+					25	20.0	20	20.0
地衣類						1	+	1	+					1	7.3	1	8.0
イヌスギナ										60	2.8	60	1.5	83	2.8	78	2.5
ホロムイソツジ										30	+	33	8.0	20	1.0	48	9.5
ミズドクサ										75	+	80	2.0	56	+	93	2.8
ハンゴンソウ										50	+	15	+	40	+	25	+
アキノウナギツカミ										35	+	35	+	18	+	39	+
ホソバアカバナ										40	+			10	+	44	+
ドクゼリ										30	+			20	+		
オオアワダテソウ										36	+						
エゾシロネ										15	+						
ヤナギトラノオ										7	+						
マンネングサ属の一種										1	+						
エゾオオヤマハコベ												30	+				
ヒメシャクナゲ														20	2.0	15	3.3
モウセンゴケ														15	+	17	+
ツルコケモモ														10	+	5	+
最高高さ・全体被度		96	72.5	115	61.3	85	72.5	92	66.3	100	81.3	115	91.3	90	82.5	93	89.5
出現種数		15		13		14		13		22		16		19		17	
食痕確認種数		0		0		1		0		1		0		0		0	

注1) 出現種数に藓苔類・地衣類は含まない。 注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。 注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。

注4) 植生調査は1m × 1mの小区画単位で行った。最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

付表(1)-2-1 低層湿原における各調査地の種組成（北斗・茅沼・ヌマオロ）

調査地名	北斗								茅沼								ヌマオロ							
調査区番号	01								01								01							
調査年	2015				2016				2015				2016				2015				2016			
棚内外	外		内		外		内		外		内		外		内		外		内		外		内	
調査区サイズ	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m	2m × 2m
項目	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度
出現種	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)
ヨシ	180	21.3	190	24.3	170	28.8	175	24.3	280	90.0	265	95.8	250	90.0	290	91.3	220	32.5	230	65.0	230	52.5	230	78.0
カブスゲ	83	21.3	70	18.8	75	21.3	65	21.3									50	8.8	60	5.3	60	4.0	65	5.0
ホザキシモツケ	150	21.3	138	6.3	150	27.0	125	6.8									10	+						
イヌスギナ	110	8.8	108	22.0	120	27.5	113	24.5									60	+			79	1.5		
イワノガリヤス	147	5.5	115	2.8	130	2.8	137	4.3	122	5.0	130	+	130	12.5	120	+	110	1.3	135	20.5	120	6.3	120	8.3
ハンゴンソウ	116	2.8	154	5.3	130	1.8	140	6.3									110	+	210	2.3	145	+	190	2.5
コガネギク	57	2.8	80	3.0	60	1.3	80	2.5																
エゾノレンリソウ	95	1.5	110	1.5	80	+	115	2.3	25	+			98	1.0			110	+	135	+	30	+	160	2.5
ミゾソバ	65	1.0	70	+	70	+	93	2.8	110	9.8	165	9.5	80	1.8	110	10.8	120	21.3	120	12.0	110	11.3	120	10.0
ヨブスマソウ	78	1.0			75	+	35	+																
ナガボノシロウレモコウ	38	+	70	2.8	55	+	80	1.8																
ツルスゲ	135	+	110	2.8			125	1.8	90	3.3	130	2.0	80	2.8	170	5.0								
カラマツソウ属	37	+	100	2.5	70	+	117	4.8																
オオヨモギ	30	+	75	2.5			170	4.0																
ツリガネニンジン	16	+	66	1.5	13	+	101	2.3																
ニッコウシダ	37	+	63	1.3			15	+									23	+						
ナガバツメクサ	50	+	41	+	45	+	45	+	30	+	20	+	40	+			40	+	30	+	35	+	35	+
エゾナミキ	58	+	40	+	80	+	70	+									77	+	90	+	100	+	90	+
サウギキョウ	86	+	25	+	76	+	93	+																
マイヅルソウ	12	+	14	+	10	+	10	+																
ホソバイラクサ	23	+	33	+	60	+			70	+	160	2.0	130	1.8	165	4.5	180	+			190	+	50	+
エンコウソウ	18	+	20	+	13	+			40	+	40	+	35	+	70	3.5							10	+
エゾシロネ	69	+	30	+	37	+			20	+					48	+			85	1.3	60	+	55	1.0
コケ類	1	+	1	+																				
ホソバノ ヨツバムグラ	33	+			30	+	20	+	46	+	60	+	60	+	102	+	50	+	35	+	90	+	89	1.3
ホソバアカバナ	50	+			70	+	70	+																
オオバセンキョウ	41	+			27	+																		
エビガライチゴ	23	+																						
スマレ属の一種	12	+																						
エゾメシダ			50	1.8	55	+	50	1.8											35	+			57	+
エゾイヌゴマ			110	1.5	65	+	77	2.5																
アキノウナギツカミ			110	1.1	57	+	77	1.5	67	+	110	+	55	+	110	1.0	147	2.0	85	4.3	100	+	80	1.0
ドクセリ			40	+	30	+	10	+	43	+	65	+	80	2.6	84	1.3	45	+	39	+	70	+	88	+
オオヤマフスマ			18	+	10	+	15	+	30	+														
ヌマイチゴツナギ			117	+			120	+									100	1.3	150	2.8	150	1.3	155	4.5
エゾトリカブト			119	+			121	+																
ムジナスゲ			85	+			90	+																
アオミズ			10	+					40	31.3	40	15.0	35	2.3	36	7.3	40	22.5	20	35.0	25	15.0	23	31.3
ミミコウモリ			44	+																				
チシマガリヤス					50	+	57	1.8																
ヒメナミキ					40	+			13	+			38	+			40	+			70	+	130	1.8
ハンノキ					13	+																		
コウヤワラビ							65	1.0												65	4.5		63	3.0
ツボスミレ							13	+									30	+			34	+	15	+
チシマカニツリ							128	+																
ヒメシダ									35	5.3			70	3.8										
ツリフネソウ									63	1.3	78	+	54	+	53	+	30	+	40	+				
クサレダマ									90	+			120	1.1										
ゴキヅル									143	+					110	+								
ヤマメスゲ									80	+					110	+								
アオウキクサ									1	+							1	20.3	1	5.8	1	10.8	1	6.8
ヤチダモ									5	+									3	+				
コシロネ													74	+							55	+		
ヤマドリゼンマイ																	135	11.5			135	10.0		
キツリフネ																	43	+	45	1.5	50	+	65	+
ヤナギトラノオ																	28	+	60	1.3			82	1.3
アカネムグラ																	93	+	80	1.0	105	+	140	2.0
キツネノボタン																			45	+				
ミズハコベ																			2	+				
クサソテツ																					55	+		
オオバタネツケバナ																					3	+		
最高高さ・全体被度	180	78.8	190	85.0	170	83.8	175	86.3	280	96.0	265	97.3	250	95.3	290	95.5	220	67.0	230	87.5	230	74.5	230	88.8
出現種数	28		32		31		34		22		12		17		14		25		24		25		24	
食痕確認種数	2		0		2		0		2		0		0		0		1		0		1		0	

注1) 出現種数に藓苔類・地衣類は含まない。 注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。 注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。

注4) 植生調査は1m × 1mの小区画単位で行った。最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

付表(1)-2-2 低層湿原における各調査地の種組成（コッタロ・宮島）

調査地名		コッタロ								宮島							
調査区番号		01								01							
調査年		2015				2016				2015				2016			
柵内外		外		内		外		内		外		内		外		内	
調査区サイズ		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m	
出現種	項目	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均
		高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)
ヨシ		250	50.0	240	43.8	265	46.3	250	51.3	230	65.0	270	63.8	280	70.0	280	66.8
ツルズゲ		65	+	110	+	114	+	118	+	125	52.5	140	63.8	120	73.8	135	67.5
アカネムグラ		7	+							60	+						
ミゾソバ						138	+			145	4.0	120	5.3	112	2.3	53	+
アオミズ										45	27.0	30	15.0	33	7.0	40	13.8
ドクゼリ										90	3.0	200	19.3	240	14.3	190	14.0
アオウキクサ										1	2.5	1	1.3	1	1.8	1	+
ホソバノ ヨツバムグラ										73	+	90	1.0	74	1.5	94	+
ホソバアカバナ										115	+	40	+	35	+	13	+
ナガバツメクサ										35	+	30	+	35	+	20	+
ヒメナミキ										45	+	30	+	50	+		
イヌスギナ										90	+	80	+				
コケ類										1	+			1	2.5		
エゾイヌゴマ										60	+			85	+		
ヤチダモ										4	+						
ヤラメスゲ											100	+		97	+	100	1.0
ミツガシワ											10	+				27	+
エゾシロネ											15	+					
ヤナギトラノオ														60	+		
タマミクリ														50	+		
ヒメタヌキモ														1	+		
最高高さ・全体被度		250	72.5	240	51.3	265	63.8	250	71.3	230	94.8	270	96.5	280	96.3	280	94.5
出現種数		7		8		6		6		14		14		15		11	
食痕確認種数		0		0		1		0		0		0		1		0	

注1) 出現種数に蘚苔類・地衣類は含まない。 注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。
注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。
注4) 植生調査は1m × 1mの小区画単位で行った。最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

付表(1)-2-3 低層湿原における各調査地の種組成（右岸堤防）

調査地名		右岸堤防															
調査区番号		P07								P13							
調査年		2015				2016				2015				2016			
柵内外		外		内		外		内		外		内		外		内	
調査区サイズ		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m	
出現種	項目	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度
		(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)
ヨシ		240	30.8	300	35.0	270	25.0	285	41.3	260	41.3	270	41.3	250	36.3	205	47.5
ハンノキ		140	20.3	120	1.3	120	10.0	110	+	160	18.0	5	+	160	8.1	7	+
ツルスゲ		125	18.0	150	28.8	100	37.5	128	31.3			90	+			123	2.0
ムジナスゲ		80	11.8	90	8.3	80	8.3	130	6.8	140	+	55	+	90	+	100	+
ヒメシダ		70	8.5	88	7.0	65	9.5	85	6.5	50	23.8	60	13.8	50	22.5	75	21.3
エゾメシダ		110	7.3	93	2.3	75	11.3	97	3.3								
イヌスギナ		105	3.3	110	5.5	94	3.5	126	4.0	100	6.0	100	6.5	100	2.8	110	14.5
オオバセンキュウ		90	1.5							35	+	60	+			9	+
アキノウナギツカミ		65	1.0	90	1.0	60	+	70	1.3	70	+	105	+	72	+	60	+
イワノガリヤス		120	+	158	1.3	170	1.0	135	1.3	150	10.5	130	3.3	155	11.5	143	6.3
アカネムグラ		55	+	80	+	98	+	135	1.0	65	+			76	+		
コガネギク		70	+	100	+	40	+	118	1.0								
ミゾソバ		80	+	60	+	70	+	19	+	75	4.5	100	8.0	80	3.5	90	7.5
ツボスミレ		8	+	13	+	10	+	10	+	25	+			21	+		
ホソバノヨツバムグラ		50	+	30	+	20	+			43	+	40	1.5	33	+	58	1.0
エゾイヌゴマ		40	+	85	+	45	+										
ヒメナミキ		30	+	10	+	23	+										
コツマトリソウ		7	+	3	+	6	+										
ハンゴンソウ		50	+			72	+	59	+								
エゾシロネ		35	+			12	+			3	+	30	+			50	+
オオヤマフスマ		40	+			30	+										
ミズドクサ		70	+														
コウヤワラビ				40	1.0			55	1.5	40	4.5	60	+	50	2.5	45	3.0
コケ類				1	+	1	+			1	+	1	1.0	1	1.0	1	+
タデギボウシ				20	+			40	1.0	10	+	20	+	30	+	25	+
ツリフネソウ						33	+	20	+								
ヤナギトラノオ						20	+	30	+								
ドクゼリ						12	+			30	+	120	+	40	1.0	160	6.3
ミズゴケ類						1	+										
チシマガリヤス								50	+								
ヤラメスゲ										120	1.0			110	1.3		
ナガボノシロワレモコウ												28	+			80	1.3
最高高さ・全体被度		240	77.5	300	83.0	270	80.0	285	80.5	260	62.5	270	63.3	250	62.5	205	63.3
出現種数		22		19		23		19		17		16		15		16	
食痕確認種数		0		0		0		0		6		0		2		0	

注1) 出現種数に蘚苔類・地衣類は含まない。 注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。
注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。
注4) 植生調査は1m × 1mの小区画単位で行った。最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

付表(1)-3-1 湿性林における各調査地の種組成（北斗・茅沼・ヌマオロ）

調査地名		北斗								茅沼								ヌマオロ							
調査区番号		02								02								02							
調査年		2015				2016				2015				2016				2015				2016			
調査区サイズ		外		内		外		内		外		内		外		内		外		内		外		内	
項目	調査区サイズ	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均
		高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)	高さ (cm)	被度 (%)
出現種																									
ミソソバ		140	43.8	128	40.0	95	36.3	127	41.3	110	35.0	102	6.0	98	26.3	70	3.5	70	11.5	70	8.8	60	7.5	82	5.0
カブスゲ		75	20.0	65	28.8	70	27.5	75	30.0	100	42.5	80	21.5	80	42.5	58	20.5	70	33.8	80	48.8	70	45.0	80	50.0
アオミズ		33	4.8	30	2.3	18	2.5	23	5.8	25	1.5	10	+	20	+	8	+	17	1.0	10	1.3	10	1.5	4	+
イワノガリヤス		160	4.5	165	2.3	144	10.8	130	3.3	72	+	140	5.8	78	+	155	4.8	75	6.6	140	2.8	85	+	170	2.8
ホザキシモツケ		125	3.3	116	3.0	110	7.0	158	4.0			100	+			71	+	160	1.5	180	3.0	130	+	183	3.3
ツルスゲ		120	1.5			100	+					35	+												
イヌスギナ		120	1.3			90	2.3			40	+	102	2.8	100	1.0	122	7.5	64	+	90	1.3	70	1.0	100	1.3
コケ類		1	1.0	1	+	1	2.0	1	1.0	1	+	1	+	1	2.0			1	4.0	1	2.3	1	10.5	1	1.8
キツリフネ		43	+	90	4.8	28	+	50	2.3																
ナガバツメクサ		50	+	25	+	70	1.0	35	+	50	+			43	+			30	+	20	+	23	+	50	+
ヒメナミキ		19	+	23	+			28	+	64	+			34	+			40	1.0	60	1.5	25	+	50	1.0
コウヤワラビ		10	+			20	+			25	+			40	+	50	1.3	60	6.5	85	3.8	50	4.8	80	5.5
ホソバライクサ				119	2.5	77	+	120	1.8																
オオバセシキユウ				32	+			50	+																
エゾメシダ						12	+			45	+	70	1.0	50	+	83	3.3	55	6.5	60	3.0	50	5.0	80	2.8
ヒロハノドジョウツナギ										155	11.8	140	+	124	20.3	125	1.5								
ヨシ										210	6.5	210	8.3	250	21.3	263	9.5	270	9.5	250	9.5	250	10.0	265	11.5
アオウキクサ										1	5.8			1	1.0										
クサレダマ										54	1.5														
カサスゲ										140	1.3	130	9.5	100	+	120	11.8							140	+
エゾシロネ										45	+	58	2.8	52	+	60	3.0	35	+	45	+	43	1.5	39	+
クサソテツ										48	+	70	2.5			70	7.5	30	1.0	15	+	35	1.5	70	1.8
ヤナギトラノオ										55	+	76	1.8	50	1.0	100	4.5	58	+			58	+		
ツリフネソウ										48	+	75	+	35	+	73	1.3	33	+	50	+	30	+	90	+
ホソバノヨツバムグラ										40	+	20	+	54	+	30	+	50	+	65	+	30	+	43	+
ドクゼリ										17	+			16	+			50	+	60	2.5	40	+	150	3.0
ツボスミレ										20	+			15	+			28	+	25	+	16	+	35	+
チシマカニツリ										150	+			130	+										
ナガボノシロワレモコウ										60	+			38	+										
オオトボシガラ										110	+							100	+	120	+				
ミズバショウ											90	6.3	12	+	92	12.5									
オオカサスゲ										100	2.5	70	+	118	6.5			110	4.8	130	1.8	110	5.5	130	5.8
ニッコウシダ										57	1.3					50	+								
ヒメシダ										40	1.3					50	+								
エゾナミキ										85	+			90	+	122	+								
ミヤマニガウリ										116	+														
カラコギカエデ										30	+														
エゾオオヤマハコベ														33	+										
オオバタネツケバナ														5	+										
ハンゴンソウ																		120	3.5	148	2.3	70	1.8	155	2.0
カラマツソウ属																		110	2.1	70	+	80	2.5	50	+
エゾイヌゴマ																		48	+	56	+	83	1.0		
エゾノシモツケソウ																		25	+	40	+	44	+	75	1.0
ヤチダモ																		10	+	13	+	10	+	10	+
ハンノキ																		65	+			53	2.8		
オオヤマフスマ																		15	+			10	+		
コガネギク																		20	+						
エンコウソウ																		5	+						
ハルニレ																		5	+						
ヤマドリゼンマイ																				50	1.3			25	+
エゾノレンリソウ																						74	+		
最高高さ・全体被度		160	67.5	165	71.3	144	68.8	158	76.3	210	79.3	210	69.5	250	90.3	263	75.0	270	66.3	250	81.3	250	72.5	265	82.5
出現種数		11	10			12	10			23	24			26	21			30	25			27	24		
食痕確認種数		1	0			2	0			1	0			5	0			4	0			1	0		

注1) 出現種数に藓苔類・地衣類は含まない。 注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。 注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。

注4) 植生調査は1m×1mの小区画単位で行った。最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

付表(1)-3-2 湿性林における各調査地の種組成（コッタロ・宮島）

調査地名		コッタロ								宮島							
調査区番号		02								02							
調査年		2015				2016				2015				2016			
掘内外		外		内		外		内		外		内		外		内	
調査区サイズ		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m	
項目		最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)
出現種																	
カブスゲ		78	53.8	95	43.8	70	65.0	80	46.3	70	26.3	75	46.3	70	36.3	68	48.8
ミゾソバ		70	2.8	90	3.0	90	15.0	92	12.0	90	22.5	95	37.5	60	12.5	78	21.3
カサスゲ		130	2.5	130	2.0	128	5.0	130	7.3								
ニッコウシダ		60	1.8	54	5.0	45	1.8	50	5.8	50	8.5	35	1.5	60	17.5	50	3.8
エンコウソウ		32	1.0	40	5.0	34	2.8	45	5.8								
アオミズ		32	1.0	15	1.8	21	1.3	13	1.8	25	21.3	25	13.8	17	13.5	26	20.8
エゾメシダ		40	1.0			60	1.8	35	+	25	+					45	1.0
エゾノシモツケソウ		53	+	55	1.5	54	1.3	125	3.8								
ツリフネソウ		45	+	90	1.5	28	+	78	1.5	88	10.0	115	16.8	56	7.3	78	26.3
ヒメナミキ		50	+	3	+	54	1.5			3	+						
ホソバイラクサ		70	+	65	+	102	+	86	1.3								
コケ類		1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	3.0	1	+
アキノウナギツカミ		80	+	10	+	62	+	20	+								
ヤブマメ		40	+	30	+	36	+	20	+								
オオバセンキュウ		25	+	15	+	17	+	50	+								
トラノオシダ		5	+	10	+	12	+	20	+								
ヤチダモ		12	+	8	+	9	+	12	+								
オオトボシガラ		120	+	130	+			127	+								
タニソバ		14	+	2	+												
オオバタネツケバナ		2	+														
キツリフネ				100	+	22	+	90	1.3								
ツボスミレ				35	+	4	+	3	+			3	+				
ホソバノ ヨツバムグラ				30	+	34	+	35	+								
ナガバツメクサ				30	+			47	+								
オオヤマフスマ				25	+			20	+								
ウマノ ミツバ				15	+			15	+								
エゾシロネ				20	+			8	+								
ホザキシモツケ				20	+					155	2.5	150	5.8	148	8.0	135	7.0
シラネワラビ				40	+												
ハナタデ				10	+												
ツルネコノメソウ				6	+												
イワノガリヤス						90	+			125	5.8	165	3.3	100	5.3	138	6.5
ハンゴンソウ						25	+										
シソ科の一種						13	+										
カラマツソウ属								75	+								
イヌスギナ										80	1.3	90	1.0	100	2.0	110	1.8
ヨシ										160	1.3	240	+	150	6.3	202	2.0
クロミノウグイスカグラ										56	+	70	1.3	60	2.0	45	2.5
クサレダマ										71	+	40	+	80	+		
コウヤワラビ										25	+			20	+		
ノリウツギ										25	+			20	+		
ドクゼリ												20	+			20	+
ヤナギトラノオ														36	+	71	+
ハンノキ														23	+		
最高高さ・全体被度		130	61.3	130	63.8	128	78.8	130	77.5	160	70.0	240	90.8	150	77.0	202	90.5
出現種数		19		28		22		24		15		13		15		13	
食痕確認種数		1		0		2		0		7		0		6		0	

注1) 出現種数に蘚苔類・地衣類は含まない。 注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。
注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。
注4) 植生調査は1m × 1mの小区画単位で行った。最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

付表(1)-3-3 湿性林における各調査地の種組成（右岸堤防）

調査地名		右岸堤防															
調査区番号		P 07								P 13							
調査年		2015				2016				2015				2016			
柵内外		外		内		外		内		外		内		外		内	
調査区サイズ		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m	
出現種	項目	高さ	平均	高さ	平均	高さ	平均	高さ	平均	高さ	平均	高さ	平均	高さ	平均	高さ	平均
		(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)
		240	30.8	300	35.0	270	25.0	285	41.3	260	41.3	270	41.3	250	36.3	205	47.5
ヨシ		140	20.3	120	1.3	120	10.0	110	+	160	18.0	5	+	160	8.1	7	+
ハシノキ		125	18.0	150	28.8	100	37.5	128	31.3			90	+			123	2.0
ツルスゲ		80	11.8	90	8.3	80	8.3	130	6.8	140	+	55	+	90	+	100	+
ムジナスゲ		70	8.5	88	7.0	65	9.5	85	6.5	50	23.8	60	13.8	50	22.5	75	21.3
ヒメシダ		110	7.3	93	2.3	75	11.3	97	3.3								
エゾメシダ		105	3.3	110	5.5	94	3.5	126	4.0	100	6.0	100	6.5	100	2.8	110	14.5
イヌスギナ		90	1.5							35	+	60	+			9	+
オオバセンキュウ		65	1.0	90	1.0	60	+	70	1.3	70	+	105	+	72	+	60	+
アキノウナギツカミ		120	+	158	1.3	170	1.0	135	1.3	150	10.5	130	3.3	155	11.5	143	6.3
イワノガリヤス		55	+	80	+	98	+	135	1.0	65	+			76	+		
アカネムグラ		70	+	100	+	40	+	118	1.0								
コガネギク		80	+	60	+	70	+	19	+	75	4.5	100	8.0	80	3.5	90	7.5
ミゾソバ		8	+	13	+	10	+	10	+	25	+			21	+		
ツボスミレ		50	+	30	+	20	+			43	+	40	1.5	33	+	58	1.0
ホソバノヨツバムグラ		40	+	85	+	45	+										
エゾイヌゴマ		30	+	10	+	23	+										
ヒメナミキ		7	+	3	+	6	+										
コツマトリソウ		50	+					59	+								
ハンゴンソウ		35	+			12	+			3	+	30	+			50	+
エゾシロネ		40	+			30	+										
オオヤマフスマ		70	+														
ミズドクサ				40	1.0			55	1.5	40	4.5	60	+	50	2.5	45	3.0
コウヤウラビ				1	+	1	+			1	+	1	1.0	1	1.0	1	+
コケ類				20	+			40	1.0	10	+	20	+	30	+	25	+
タチギボウシ						33	+	20	+								
ツリフネソウ						20	+	30	+								
ヤナギトラノオ						12	+			30	+	120	+	40	1.0	160	6.3
ドクゼリ						1	+										
ミズゴケ類								50	+								
チシマガリヤス										120	1.0			110	1.3		
ヤラメスゲ												28	+			80	1.3
ナガボノシロワレモコウ																	
最高高さ・全体被度		240	77.5	300	83.0	270	80.0	285	80.5	260	62.5	270	63.3	250	62.5	205	63.3
出現種数		22		19		23		19		17		16		15		16	
食痕確認種数		0		0		0		0		6		0		2		0	

注1) 出現種数に藓苔類・地衣類は含まない。注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。
注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。
注4) 植生調査は1m × 1mの小区画単位で行った。最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

付表(1)-4-1 広葉樹林における各調査地の種組成（北斗・茅沼・ヌマオロ）

調査地名		北斗								茅沼								ヌマオロ							
調査区番号		03								03								03							
調査年		2015				2016				2015				2016				2015				2016			
柵内外		外		内		外		内		外		内		外		内		外		内		外		内	
調査区サイズ		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m	
項目	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	
	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	高さ	被度	
	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	
出現種																									
ミヤコザサ	59	62.5	62	62.5	70	58.8	80	70.0	95	52.5	77	42.5	98	77.5	99	76.3	80	62.5	79	57.5	95	77.5	88	75.0	
ヤマドリゼンマイ	34	2.5			43	5.5																			
カラマツソウ属	33	+	55	+	23	+	15	+	55	+	53	+	80	2.1	63	2.0	99	6.5	94	9.8	93	6.6	110	16.8	
ヤチダモ	8	+	9	+	11	+	10	+					14	+			10	+	17	+	15	+	12	+	
アザミ属の一種	2	+	8	+	10	+																			
オオアマドコロ	20	+	14	+																	35	+			
ヤマハギ	14	+	6	+																					
ハエドクソウ	2	+	4	+																					
ツルウメモドキ	9	+			11	+																			
ササバギンラン	20	+																							
ミズナラ	10	+																							
ハリギリ			8	+	4	+																			
不明実生3			7	+	4	+																			
ヤマブドウ			7	+																					
ニシキギ			6	+																					
エンレイソウ属の一種			2	+																					
イタヤカエデ					10	+																			
不明実生2					7	+																			
マイヅルソウ					4	+																			
不明実生1					3	+																			
シソ科の一種						11	+																		
シナノキ						11	+																		
アキタブキ									70	17.5	59	25.0	80	21.5	86	22.5									
ホザキシモツゲ									52	1.3	43	+	66	1.3	37	1.0									
スズラン									16	+			18	1.0	18	+			24	+					
ヤマブキシヨウマ													30	+											
ヒメイズイ													20	+											
サツボロスゲ																	47	6.8	41	5.3	60	13.8	45	8.5	
サラシナショウマ																	47	2.5	155	6.3	60	2.5	125	5.3	
ムカゴイラクサ																	63	1.3			20	+			
コンロンソウ																	31	+	30	1.0	60	+	60	+	
コシアブラ																	10	+	15	1.0			20	+	
ハルニレ																	13	+	11	+	6	+	15	+	
キツリフネ																	68	+	10	+	13	+			
ヨブスマソウ																	22	+							
ハナタデ																	13	+							
エゾイラクサ																	5	+							
キクムグラ																			18	+					
ウマノミツバ																			17	+					
ツリフネソウ																			12	+					
ミゾソバ																			12	+					
ミヤマスマレ																			3	+					
オオバナノエンレイソウ																					34	+			
ホソバナ ヨツバムグラ																							12	+	
最高高さ・全体被度	59	65.0	62	62.5	70	60.0	80	70.0	95	67.5	77	55.0	98	87.5	99	88.8	99	72.5	155	72.0	95	82.5	125	85.0	
出現種数		11		12		12		5		5		4		8		5		13		15		11		9	
食痕確認種数		0		0		0		0		1		0		1		0		1		0		1		0	

注1) 出現種数に藓苔類・地衣類は含まない。 注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。 注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。

注4) 植生調査は1m × 1mの小区画単位で行った。 最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

付表(1)-4-2 広葉樹林における各調査地の種組成（コッタロ・宮島）

調査地名		コッタロ								宮島							
調査区番号		03								03							
調査年		2015				2016				2015				2016			
櫛内外		外		内		外		内		外		内		外		内	
調査区サイズ		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m		2m × 2m	
項目		最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)	最高 高さ (cm)	平均 被度 (%)
出現種																	
ミヤコザサ		107	47.5	90	70.0	80	50.0	90	72.5	73	52.5	69	52.5	75	62.5	80	57.5
コンロンソウ		15	+	5	+												
ヤチダモ		8	+			13	+			8	+			15	+		
ヤマブキショウマ		21	+			17	+										
ヤマブドウ		15	+			10	+										
スゲ属の一種		13	+			10	+										
キハダ		3	+													13	+
ヤブハギ				11	+	6	+	9	+								
カラマツソウ属				10	+			12	+					10	+	75	4.5
アザミ属の一種				3	+			10	+			12	+			121	2.0
ミヤマシゲシダ				12	+												
サラシナショウマ				4	+												
ミミコウモリ						10	+										
エゾイラクサ										118	3.8	135	1.3	140	5.0	198	3.3
ツリフネソウ										44	1.0	68	1.8	33	1.0	35	+
ヨブスマソウ										51	+	3	+	100	1.3		
ハルニレ										7	+	8	+	15	+	13	+
マユミ										4	+	15	+	10	+	12	+
レンブクソウ										7	+	12	+	6	+		
ミミナグサ										4	+	2	+				
アオミズ										9	+			5	+	6	+
ウマノミツバ										26	+			55	+		
ハナタデ										18	+			17	+		
オトギリソウ										5	+			23	+		
エゾニワトコ										7	+			10	+		
エゾノタチツボスミレ												7	+	4	+	53	+
キツリフネ												72	+			43	+
ヤマザクラ												8	+			29	+
シロザ												78	+				
ハシドイ														11	+	8	+
イネ科の一種														40	+		
ナンバンハコベ														34	+		
ミヤママタタビ(実生)														6	+		
ハンゴンソウ														3	+		
エンレイソウ属の一種																30	+
エゾスグリ																7	+
オオバコ																7	+
最高高さ・全体被度		107	47.5	90	70.0	80	50.0	90	72.5	118	57.5	135	52.5	140	62.5	198	59.5
出現種数		7		7		7		4		14		14		20		16	
食痕確認種数		0		0		0		0		0		0		2		0	

注1) 出現種数に藓苔類・地衣類は含まない。 注2) “+”は平均被度が1%未満を示す。
注3) 赤字は、シカによる食痕が確認された種と調査区を示す。
注4) 植生調査は1m×1mの小区画単位で行った。最高草高は4小区画の最高値を、平均被度は4小区画の平均値を記載した。

(3) 土壌への影響評価

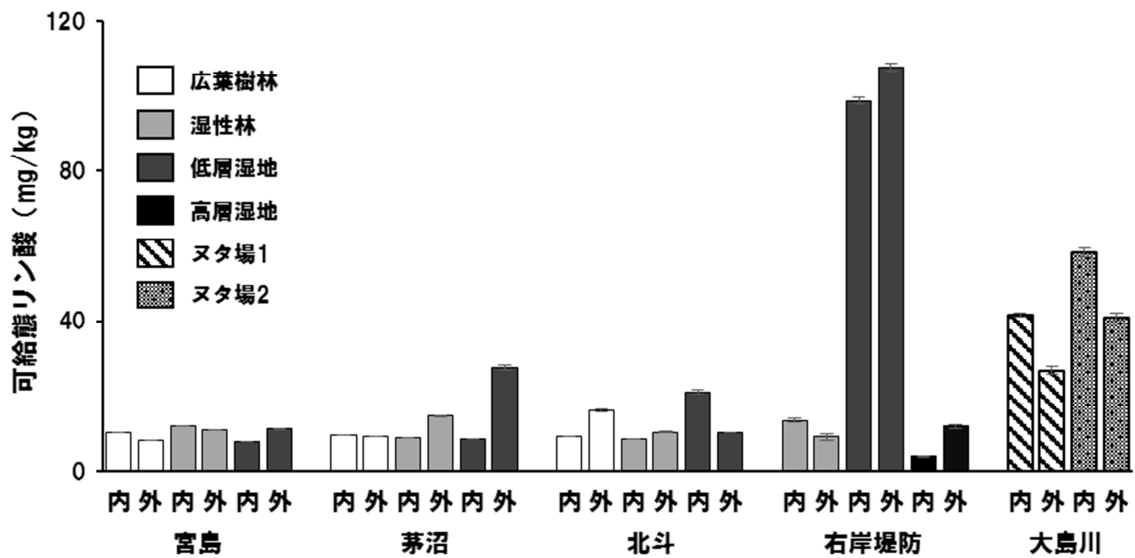
1) 釧路湿原の栄養塩特性

図(1)-23に植生タイプ別にみた土壌の可給態リン酸蓄積量を示す。可給態リン酸蓄積量は、ほとんどのプロットにおいて 3.93~27.60 mg/kgの範囲であった。一方で、右岸堤防の低層湿原プロットにおいては、シカ柵内外共に他プロットに比べて明らかに高い値(98.08および107.73 mg/kg)を示し、同じ植生タイプでも地域によって蓄積量が大きく異なることがわかった。また、大島川ヌタ場1及びヌタ場2では、シカの利用頻度が高いと考えられるヌタ場内においてヌタ場外よりも、可給態リン酸蓄積量が上昇する傾向にあった。次に、植生タイプ別にみた土壌のアンモニア態窒素蓄積量を図(1)-24に示す。アンモニア態窒素は、ほとんど調査地域で植生プロットに関わらず、2.17~9.47 mg/kgの範囲で分布していたが、大島川のヌタ場内では高くなる傾向にあった。特にヌタ場1では69.09 mg/kgと最大値を示した。図(1)-25に植生タイプ別にみた土壌の正味の窒素無機化速度を示す。正味の窒素無機化速度は、右岸堤防の低層湿原プロットシカ柵外で2.59 mg/kg/dayと最大値を示したが、他の地域でも近似した値を示した。しかしながら、宮島地域では植生プロットに関わらず、0.39~0.75 mg/kg/dayの範囲を示し、他地域に比べて低くなる傾向にあった。

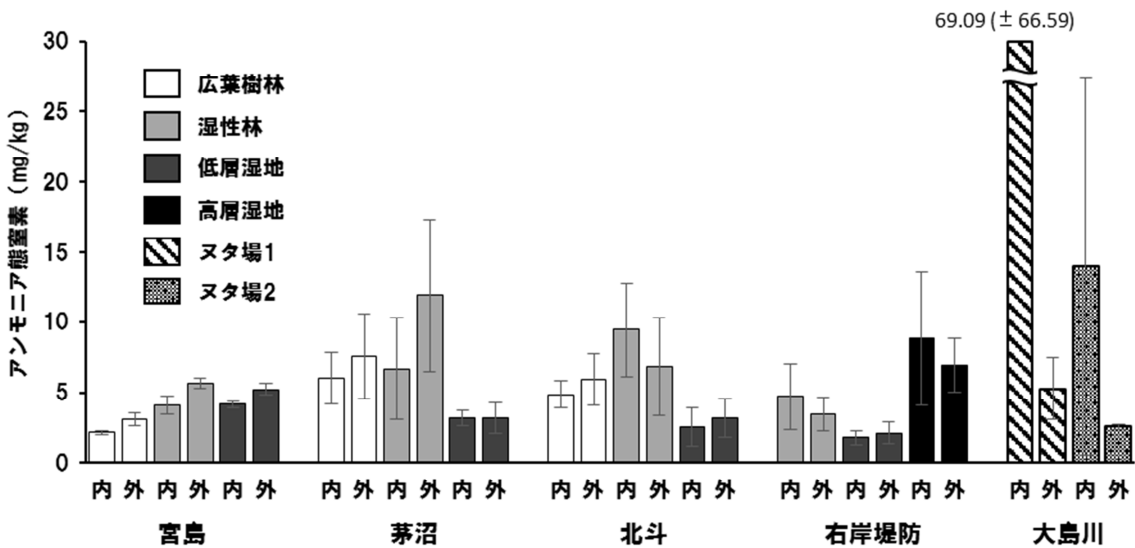
土壌溶液中の各種イオン濃度の結果を表(1)-12に示す。特に栄養塩類である NH_4^+ と NO_3^- に着目して述べる。 NH_4^+ については、大島川ヌタ場1で1.84 mg/Lと最大値を示し、それに次いでヌタ場2で0.52 mg/Lの値を示した。その他のプロットは0.50 mg/L以下であった。 NO_3^- については、全てのプロットにおいて検出限界以下(<0.05mg/L)を示した。以上のことから栄養塩類はいずれのプロットにおいても低濃度で分布していることがわかった。

窒素安定同位体比の結果を表(1)-13に示す。土壌の窒素安定同位体比は、右岸堤防の低層湿原で6.95 ‰と最大値を示し、他のプロットでは-0.73~2.35 ‰の範囲内で分布していた。植物試料の窒素安定同位体比を種別にみていくと、ミヤコザサでは、0.00~0.41 ‰と0付近を示した。ミゾソバは、宮島及び右岸堤防の低層湿原で高くなる傾向にあった(それぞれ10.08 ‰、6.91 ‰)。ヨシについても、宮島及び右岸堤防の低層湿原で高くなる傾向にあった(それぞれ6.96 ‰、6.26 ‰)。シカ糞試料の窒素安定同位体比は5.44 ‰を示した。

これらのことから、広域的にはシカによる影響は土壌栄養塩濃度に顕著に現れるレベルではないことが示唆された。しかしながらヌタ場では、土壌中及び土壌溶液中の NH_4^+ が高濃度で検出された。したがって、釧路湿原内においてシカによる利用が集中している局所には影響があることが示唆された。湿原は森林などの陸域生態系とは違って水域でつながっているという特徴があるため、今後ヌタ場などが増加してゆくことで、シカによる影響は釧路湿原広域に広がっていく可能性があることが考えられた。また、本研究の窒素安定同位体比の結果から、シカ糞の $\delta^{15}\text{N}$ 値は5.44‰とミヤコザサ以外の植物試料と近い値だったことが明らかとなった。このことから、シカの糞が窒素源となり植物の $\delta^{15}\text{N}$ 値を上昇させている可能性があることが示唆された。一方で、シカが $\delta^{15}\text{N}$ 値の高い植物を採食したことによって糞の $\delta^{15}\text{N}$ 値が高まった可能性も考えられることも留意したい。



図(1)-23 各調査サイトにおける可給態リン酸(n=3、エラーバーはSEを示す)



図(1)-24 各調査サイトにおけるアンモニア態窒素 (n=3、エラーバー及び () 内の数値は SEを示す)

表(1)-12 土壤溶液中の各種イオン濃度 (n=3、括弧内の数字はSEを示す)
 表中の“N.D.”は未検出を示す (検出限界値は $\text{NH}_4^+ < 0.02\text{mg/L}$ 、 $\text{NO}_3^- < 0.05\text{mg/L}$)。

調査地域		植生タイプ	Cation (mg/L)								Anion (mg/L)						
			Na ⁺		NH ₄ ⁺		K ⁺		Mg ²⁺		Ca ²⁺		Cl ⁻		NO ₃ ⁻		SO ₄ ²⁻
宮島	湿性林	6.56	(0.06)	0.03	(0.03)	0.46	(0.07)	1.84	(0.10)	7.80	(0.51)	3.30	(0.60)	N.D.	N.D.	0.29	(0.11)
	低層湿原	6.67	(0.36)	N.D.	(0.02)	0.59	(0.21)	1.82	(0.08)	6.80	(0.24)	2.91	(0.33)	N.D.	N.D.	0.29	(0.08)
茅沼	湿性林	6.50	(0.52)	0.42	(0.29)	1.08	(0.09)	1.70	(0.25)	10.78	(1.56)	2.78	(0.11)	N.D.	N.D.	0.14	(0.01)
	低層湿原	14.92	(0.38)	0.03	(0.06)	1.33	(0.51)	3.89	(0.03)	13.09	(0.04)	6.61	(0.51)	N.D.	N.D.	1.58	(0.37)
北斗	湿性林	10.66	(0.71)	0.50	(0.19)	0.30	(0.01)	0.64	(0.13)	2.99	(0.34)	2.76	(0.25)	N.D.	N.D.	0.08	(0.01)
	低層湿原	10.68	(3.42)	N.D.	N.D.	0.25	(0.07)	2.88	(0.96)	5.95	(1.40)	10.88	(6.11)	N.D.	N.D.	0.11	(0.01)
右岸堤防	湿性林	20.34	(2.79)	N.D.	(0.01)	0.26	(0.16)	1.50	(0.08)	2.15	(0.08)	11.48	(1.98)	N.D.	N.D.	0.13	(0.10)
	低層湿原	5.38	(0.38)	0.03	(0.04)	0.32	(0.12)	2.89	(0.43)	8.65	(1.18)	1.16	(0.33)	N.D.	N.D.	1.08	(0.38)
	高層湿原	2.04	(0.13)	N.D.	(0.03)	0.07	(0.02)	0.98	(0.13)	3.31	(0.43)	1.49	(0.05)	N.D.	N.D.	0.03	(0.02)
大島川	ヌタ場1	11.35	(0.47)	1.84	(0.90)	0.79	(0.25)	1.40	(0.17)	6.74	(0.95)	5.51	(0.15)	N.D.	N.D.	1.89	(1.61)
	周辺	12.04	(0.97)	N.D.	(0.03)	0.28	(0.14)	1.28	(0.40)	3.19	(0.68)	1.77	(0.04)	N.D.	N.D.	0.14	(0.07)
	ヌタ場2	11.03	(0.90)	0.52	(0.02)	0.49	(0.03)	1.89	(0.49)	8.44	(1.90)	6.18	(2.29)	N.D.	N.D.	0.36	(0.14)
	周辺	12.54	(1.02)	N.D.	N.D.	0.52	(0.10)	1.52	(0.41)	3.87	(1.81)	3.53	(0.34)	N.D.	N.D.	0.33	(0.06)
	葦直下(30cm)	13.98	-	N.D.	-	0.89	-	3.93	-	10.03	-	6.06	-	N.D.	-	0.60	-

表(1)-13 各種試料の窒素安定同位体比

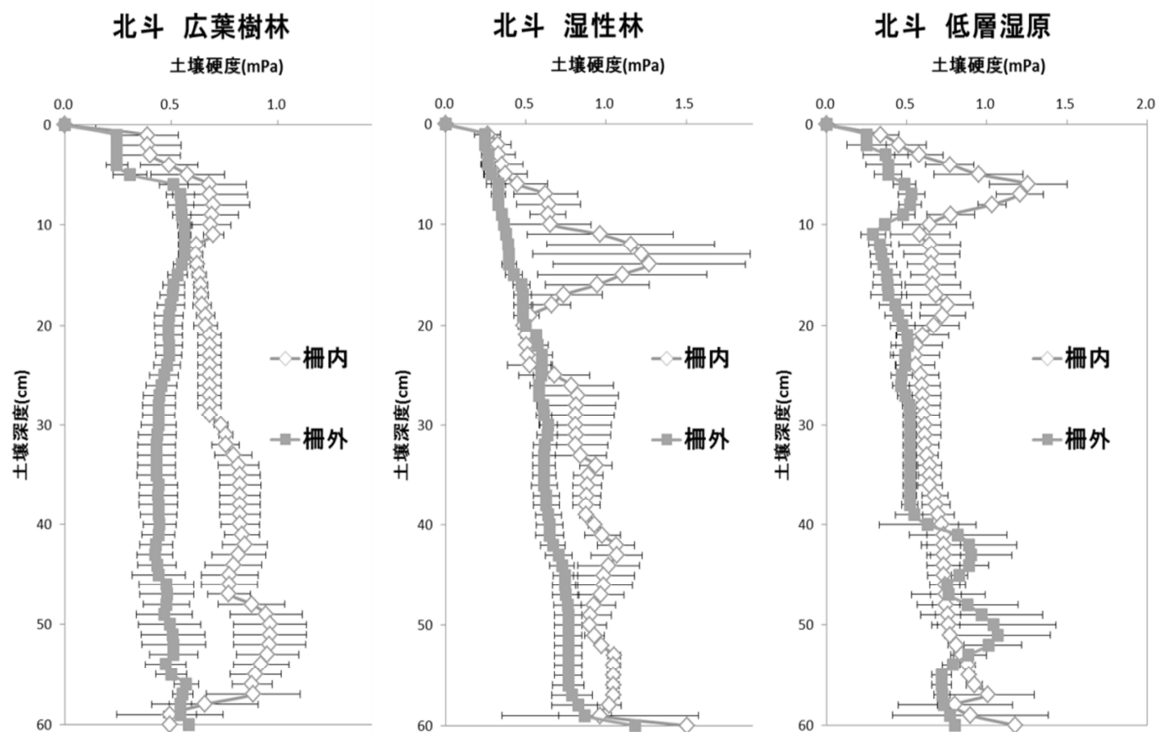
“－”は試料が採取できなかったことにより測定できなかったものを示す。

調査地域	植生タイプ	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)				
		ミヤコザサ	ミゾソバ	ヨシ	シカ糞	土壌
宮島	広葉樹林	0.00	－	－	－	2.26
	湿性林	－	2.63	3.50	－	0.34
	低層湿原	－	10.08	6.26	－	0.78
茅沼	広葉樹林	0.41	－	－	－	2.36
	湿性林	－	－	4.15	－	0.50
	低層湿原	－	－	2.92	－	0.44
北斗	広葉樹林	0.19	－	－	－	1.60
	湿性林	－	5.04	2.75	－	0.97
	低層湿原	－	5.51	5.31	－	2.10
右岸堤防	湿性林	－	4.41	5.25	－	-0.73
	低層湿原	－	6.91	6.96	－	5.95
大島川	ヌタ場1	－	－	－	－	1.73
	周辺	－	2.26	3.84	－	1.13
	ヌタ場2	－	－	－	5.44	1.01
	周辺	－	0.02	3.33	－	0.25

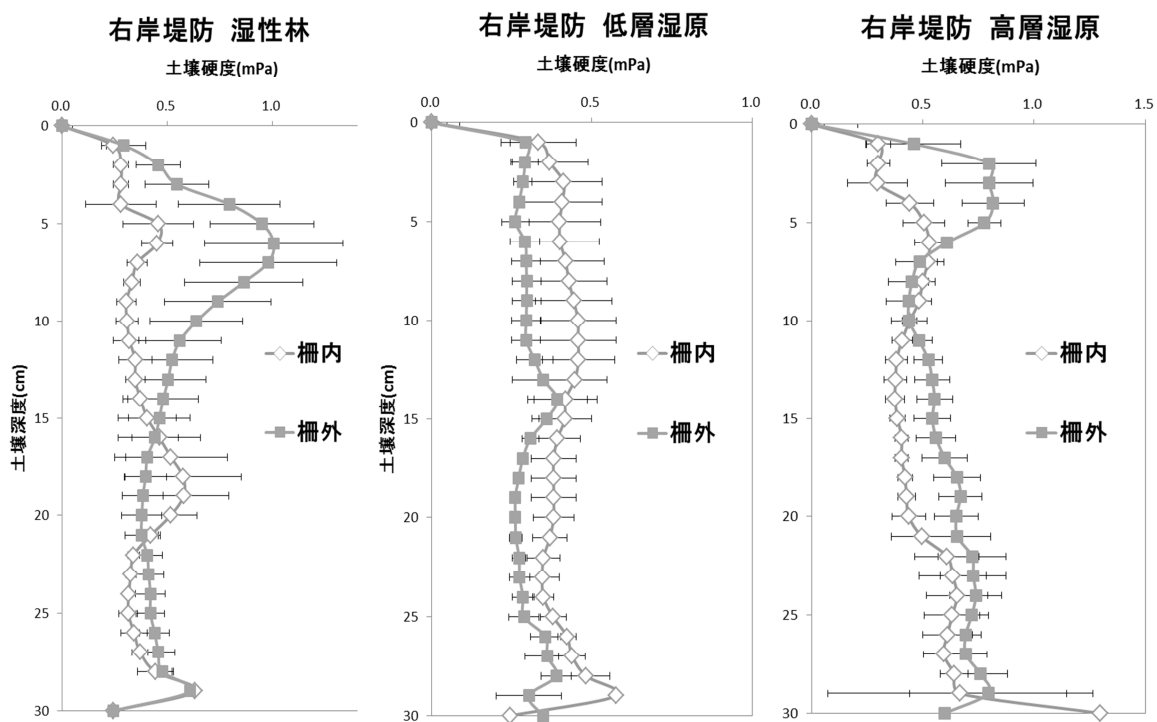
2) 土壌硬度

貫入試験による土壌硬度の測定結果を図(1)-26、27、28に示す。北斗地域では、いずれの計測地点においてもシカ柵外の土壌硬度が低い値を示した。いずれの植生プロットでも土壌硬度は表層から約5cm～10cmにかけて急激に上昇した。また、鉛直方向に向かって上昇する傾向にあった（図(1)-26）。右岸堤防では、湿性林及び高層湿原の柵外において土壌硬度が高い値を示した。一方で、低層湿原では柵内の方が高くなった。また、右岸堤防においても土壌硬度は表層から約10cmの間に大きく上昇し、鉛直方向に向かって値が高くなる傾向がみられた（図(1)-27）。大島川ヌタ場では、1地点目を除いてヌタ場内で土壌硬度が低くなる傾向にあった。また、ヌタ場とその周辺の土壌硬度は、本調査で貫入試験を行った全測定地点の中でも特に低い値を示した（図(1)-28）。

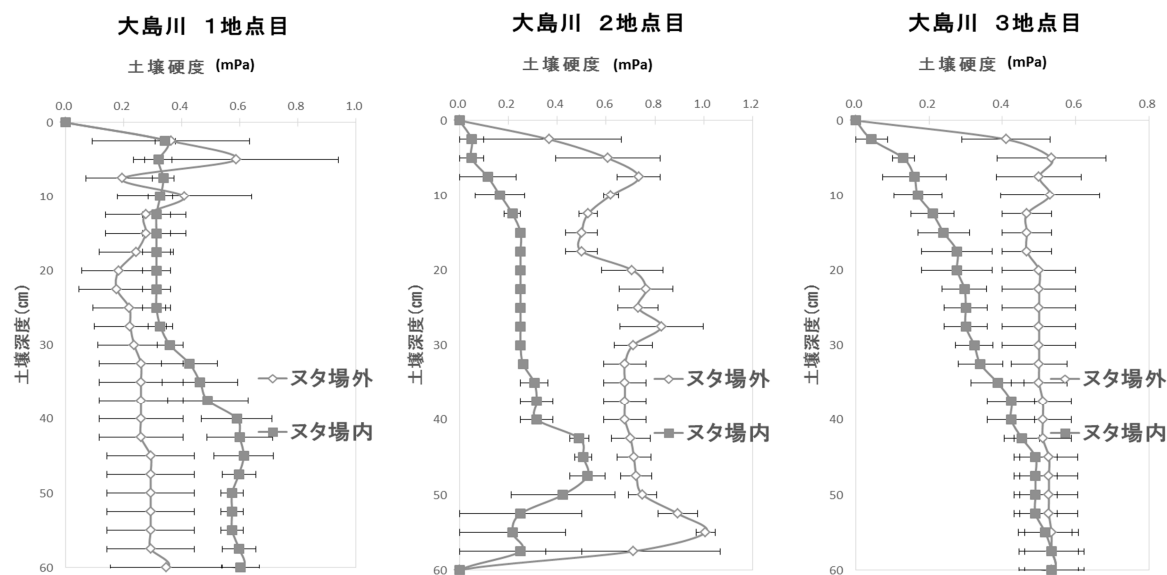
本研究の結果より、湿原ではシカによる踏圧を受けることで、土壌硬度は必ずしも上昇せず、ヌタ場のように影響を強く受けているにも関わらず、土壌硬度が低下している場所も存在していることが認められた。特にシカの影響下で土壌硬度が低下していた要因として、「泥濘化」と「植物量の減少」の2つの要因が湿原生態系で顕在化した可能性が考えられる。土壌水分量が多い土壌や水はけの悪い土壌で発生しやすく、土壌と水が混ざることによって硬度が軟化する現象である。湿原の土壌は常に水に浸かっている状態であり、土壌水分量が非常に高いことから「泥濘化」が発生しやすい環境であると思われる。特にヌタ場では、他の調査サイトと土壌硬度を比べても低い値を示していることから、ヌタ場は「泥濘化」が発生しやすい環境であり、シカの踏圧によって「泥濘化」が進行したことで、踏圧を受けているにも関わらず土壌硬度が低下したと考えられる。また、シカ柵内で表層から約5cm～10cmにかけて急激に土壌硬度が上昇している傾向が多くみられた。これはエゾシカによる影響を受けていない土壌は、植物遺骸、植物根が密に絡まって層のような状態になっており、この層がコーンペネトロメーターの貫入を阻害した可能性が考えられる。調査を行ったほぼ全てのシカ柵外においては、植物種数や被度がシカ柵内に比べて少なくなっている。そのため、シカによる採食や踏圧によって植物遺骸、植物根が減少又は消失することで、コーンペネトロメーターの貫入が容易になり、土壌硬度が低下した可能性がある。



図(1)-26 北斗地域における土壌硬度の鉛直変化（黒点：シカ柵内、白抜き：シカ柵外）



図(1)-27 右岸堤防地域における土壌硬度の鉛直変化（黒点：シカ柵内、白抜き：シカ柵外）



図(1)-28 大島川ヌタ場における土壌硬度の鉛直変化（黒点：ヌタ場内、白抜き：ヌタ場外）

（４）シカの効果的な捕獲の検討

1) シカの出没状況の解明と射撃適地の抽出

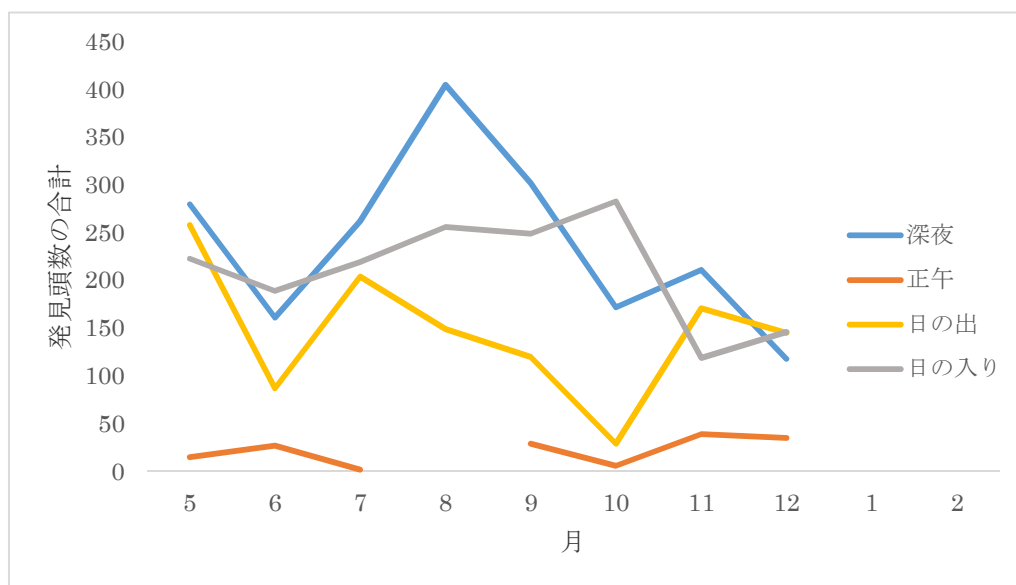
図(1)-29に月ごとおよび時間帯ごとのシカの出現総数を、図(1)-30に月ごとおよび時間帯ごとの射撃圏内における3頭以下の群れ数を示す。出現数は夏季から秋季にかけて増加していき冬季には減少する傾向がみられた。しかし、右岸堤防は冬季の除雪が行われなため1月と2月のセンサスを実施できなかったため正確な評価は出来なかった。

時間帯別の結果では、右岸堤防におけるシカの出現頻度は2015年度に実施したGPS首輪を用いた利用度の算出結果（図(1)-31）と同様に正午にはほとんど右岸堤防付近で確認されず、深夜や日没の夜間帯にかけて多く出現することが明らかとなった。GPS首輪による追跡とNDVIの結果とセンサスの出現頻度の結果より、夏季から秋季の夜間帯は右岸堤防の法面に吹き付けられた牧草などの餌資源に多く集まる傾向があり、冬季になると積雪に法面が覆われてしまうため集まらなと考えられる。また右岸堤防は、河川管理のための巡回車や徒歩による一般者の利用が多いため、右岸堤防のシカは正午などの日中は人間活動を避けて活動している可能性がある。

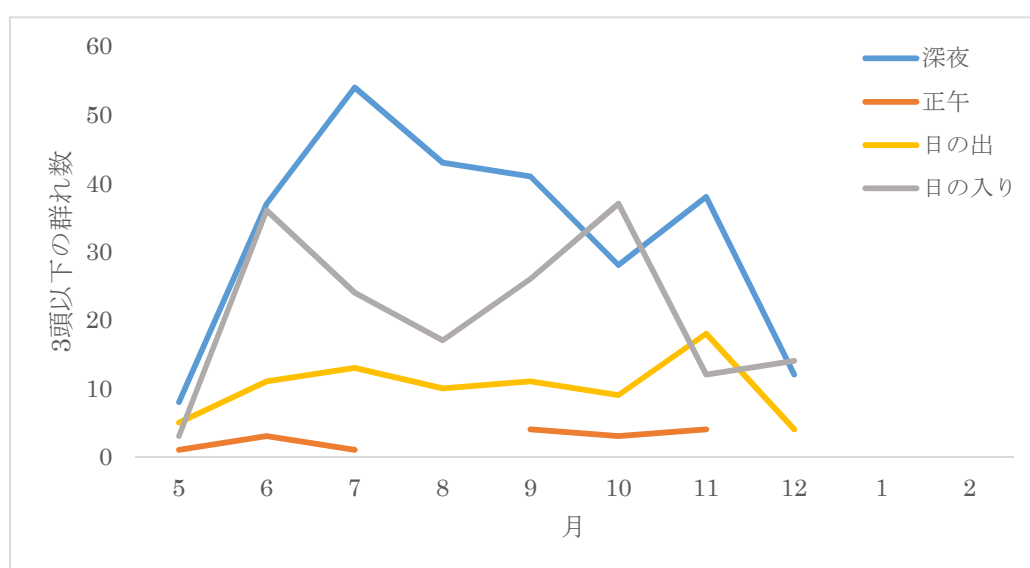
射撃圏内における3頭以下の群れの出没数は、深夜と日の入りの時間帯に多く、日の出と正午は通年で低い結果となった。これらの結果より、右岸堤防においてSSを実施する際には夏季の夜間帯が望ましいと考えられる。しかし、今回の結果ではSSの条件として射撃距離しか考慮していないため、実際には樹木やタンチョウなどの希少種の存在や、群れ間の距離などにより射撃不可能

な可能性も考えられるため、優先すべきは罠による捕獲であると考えられる。

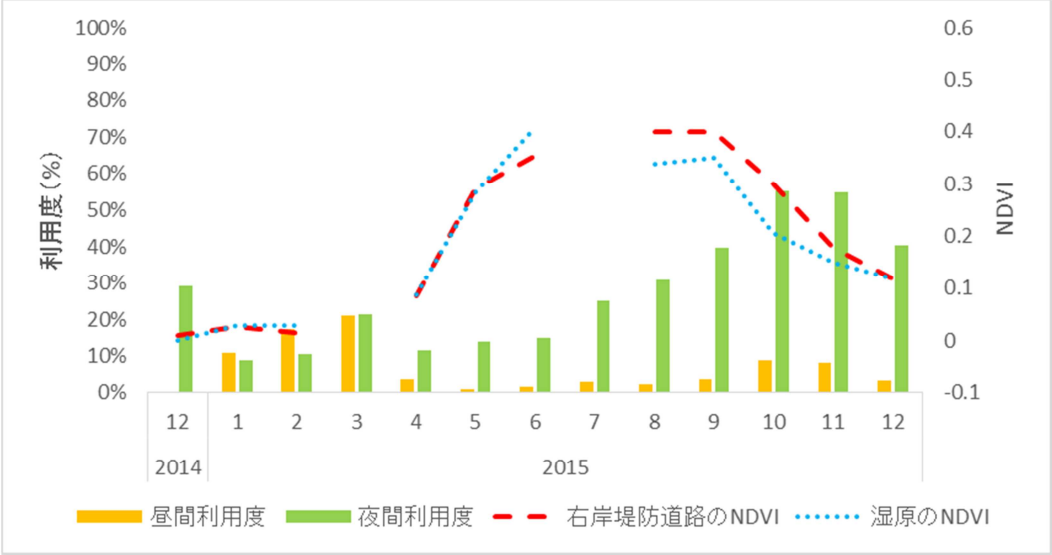
右岸堤防周辺の人利用状況については、右岸堤防の北西部に温根内ビジターセンターがあり、湿原内に向けて木道が整備されている。したがって、右岸堤防から木道が目視可能なエリアを射程範囲から除外すべきエリアとした。また、右岸堤防の南東部にはサケ・マス捕獲場が隣接しており、新釧路川を挟んで左岸堤防も接近することから、サケ・マス捕獲場より南部も除外エリアとした（図(1)-32）。



図(1)-29 5月から2月までの深夜、正午、日の出、日の入りの時間帯において実施したロードカウントおよびライトセンサスにより確認されたシカの合計頭数
8月の正午はシカが確認されなかった。



図(1)-30 ロードカウントおよびライトセンサスにより確認されたシカの内、SSの射程圏内である100m以内において確認された3頭以下の個体数で構成された群れの数
8月と12月の正午は3頭以下の群れが確認されなかった。



図(1)-31 GPS首輪による位置情報と右岸堤防のポリゴンから2014年12月から2015年12月までの1年間の日中と夜間における利用度（2015年度委託業務報告書より転載）
NDVIを右岸堤防と湿原で算出し図示した。空白部分は雲などの影響でNDVIが算出できなかった時期である。

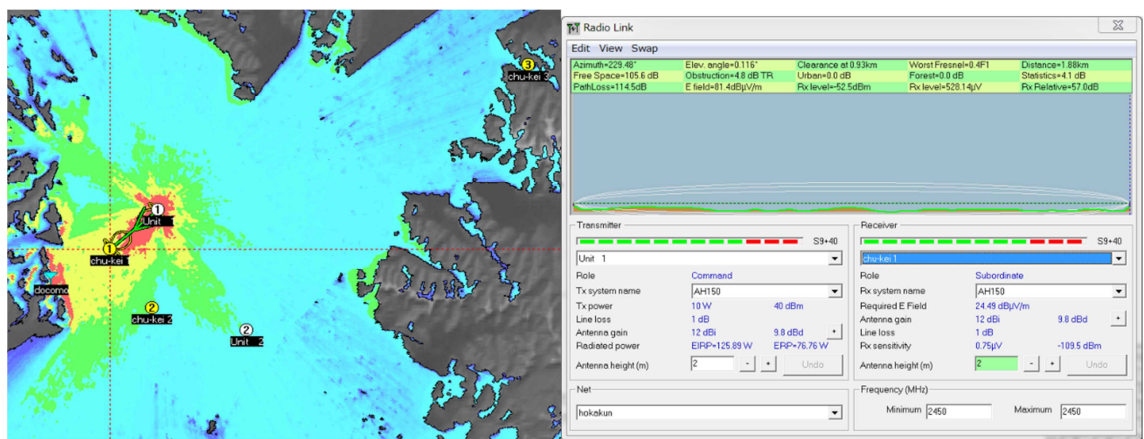


図(1)-32 オープンストリートマップによって抽出した右岸堤防において射撃可能な範囲
緑のパッチ状が湿性林、赤枠が人の利用が多く射撃不可能な範囲を示す。①は恩根内ビジ
ターセンターの遊歩道が湿原内にあること、②は新釧路川を挟んで対岸に左岸堤防があり
人がいる可能性があること、③は一般道に近いことなどの理由から射撃不可能な範囲と判
断した。

2) 罟捕獲に向けた電波状況の確認

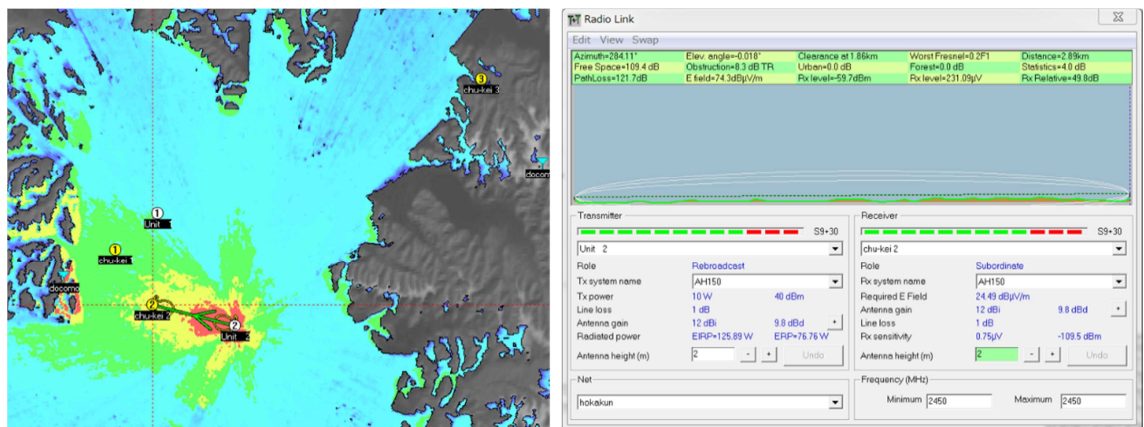
検証の結果、釧路湿原は湿原内に基地局がないため湿原の内部に入るほど電波状況が良くないことが確認出来た（図(1)-33、34、35）。電波基地局から電波の届く範囲は2～3kmであり、2つの基地局の境であり電波の届く範囲がぎりぎりであると不安定になりやすく繋がりにくくなる傾向がある。右岸堤防と道道1060号は、両方ともに基地局エリア内であるが基地局からは遠い。しかし、LTEエリア（800MHz）は距離と障害物に強いため、中継器を設置することで十分実用性があると考えられる。

以上の結果より、右岸堤防及び道道1060号におけるwebカメラを用いた罟捕獲は、検証地点①（図(1)-33）と②（図(1)-34）においては実現可能性が高く、検証地点③（図(1)-35）では実現が困難であることが明らかとなった。



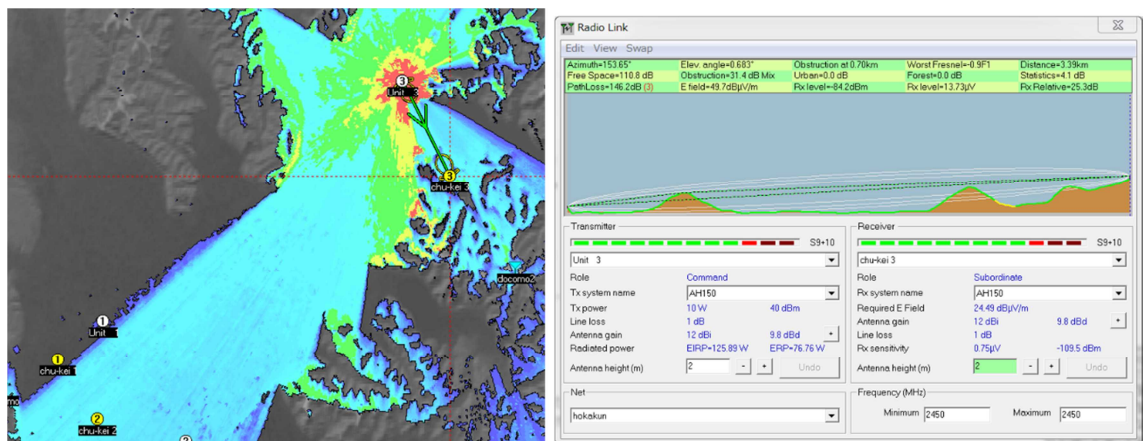
図(1)-33 右岸堤防①地点での電波の検証結果

中継器方向に対して高い指向性を示し、基地局に向けて強い電波があることが予測された。しかし、実際は樹木があるエリアのため、アンテナの支柱の高さを出すなどの工夫が必要になる。



図(1)-34 右岸堤防②地点での電波の検証結果

基地局からの距離が約6kmと離れており、南方にある市街地用の基地局からの影響もあるため、電波の混線が起こりえる。また、樹木の影響を受けることも予想される。



図(1)-35 道道1060号の③地点での電波の検証結果

右図の衛星からの観測した起伏を見ると、丘陵地が多く、電波が遮られやすくなっている。また、シミュレーションには反映されていないが、周辺に鉄道が通っており電波中継が非常に難しいことが予想される。

3) 罾捕獲に向けた餌の誘引効果の検証

2017年2月11日に誘引餌を設置し、シカが餌箱から採食する行動を撮影できたのは4日後の2月15日であった。期間中は、最大26頭のシカが確認された（図(1)-36、37）。最初に採食が確認されたのは圧片大麦のみであり、翌日、餌箱は空になっていた。ビートパルプへの採食は、圧片大麦の餌箱が空になった日に確認され、自動撮影カメラで撮影された画像では、圧片大麦が空になった後にビートパルプを採食し始めたことが明らかとなった。その後、圧片大麦、ビートパルプの両方が設置後1晩で空になるようになった。一方で、鉱塩への積極的な採食は確認できなかったが、圧片大麦とビートパルプがなくなった後に鉱塩を舐める個体がいることが明らかとなった。人工芝への反応は特になく、期間中に1個体、人工芝のにおいを嗅ぐ行動を示した個体がいたのみに留まった。このことから、餌付くまでには4日ほど時間がかかり、誘引餌としては圧片大麦が特に有効であると考えられる。

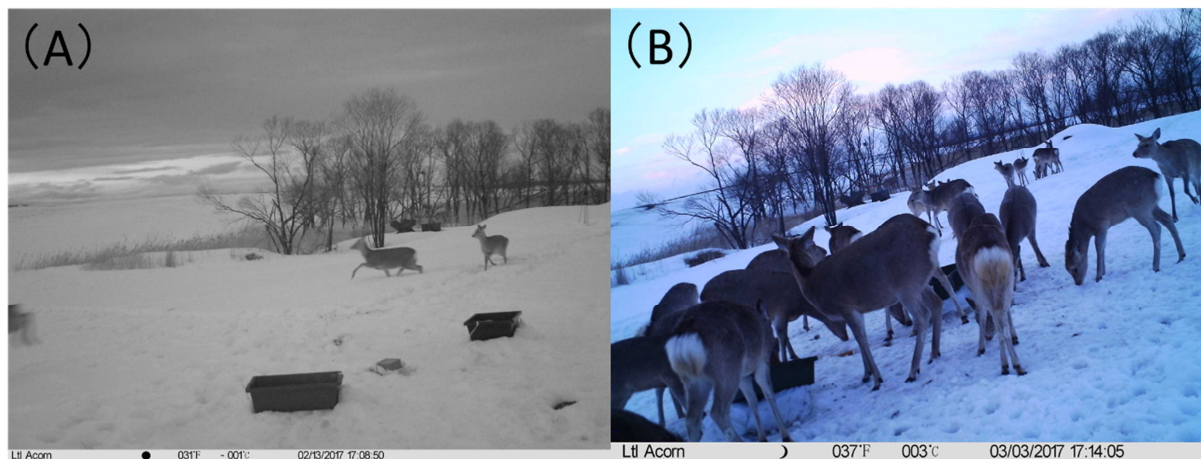
他の動物への影響として、自動撮影カメラに撮影された動物種を確認したが、誘引餌に誘引されている動物はシカとカラスのみであり、他の動物種への混獲等の影響はないと考えられる。

自動撮影カメラにより得られた画像から1時間ごとの最大撮影頭数を把握したところ、14時～17時ごろに個体数のピークがあることが判明した（図(1)-38）。

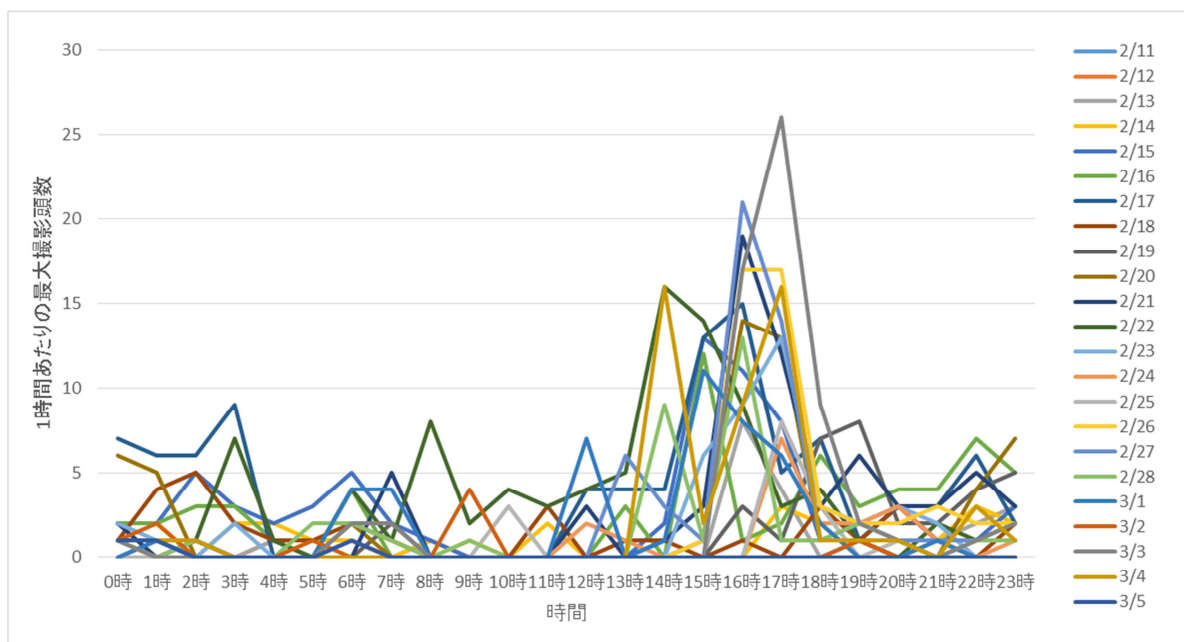
	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
2/11										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
2/12	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/13	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	4	0	0	0	1	2	3
2/14	2	2	0	2	2	1	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	2	0	0	1	3	2
2/15	2	2	5	3	2	3	5	2	1	0	0	0	0	0	2	13	11	8	1	1	3	1	1	3
2/16	2	2	3	3	1	0	4	0	0	0	0	0	0	3	0	12	1	2	6	3	4	4	7	5
2/17	7	6	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	13	15	5	7	1	3	3	6	2
2/18	1	4	5	2	1	1	2	1	0	0	0	3	0	1	1	0	1	0	3	1	3	1	0	2
2/19	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	7	8	2	2	4	5
2/20	6	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	13	1	1	0	0	4	7
2/21	2	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	0	1	3	19	12	3	6	3	3	5	3
2/22	1	1	1	7	1	0	4	1	8	2	4	3	4	5	16	14	9	3	4	1	0	2	1	2
2/23	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	13	3	2	3	2	0	0
2/24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	7	2	2	3	1	0	1
2/25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	8	3	0	1	0	1	1
2/26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	17	17	3	2	2	3	2	2
2/27	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	1	21	14	1	2	1	1	1	1
2/28	1	0	1	0	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	9	1	13	1	1	2	1	0	1	1
3/1	0	1	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	7	0	1	11	8	6	2	0	0	1	0	0
3/2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3/3	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	17	26	9	2	1	0	1	2
3/4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2	9	16	1	1	1	0	3	1
3/5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0												

図(1)-36 自動撮影カメラにて撮影された1時間ごとの最大撮影頭数及び作業時間帯

図中の黄色はシカが撮影された時間帯、灰色は作業時間帯、オレンジ色は作業時間帯であってもシカが撮影された時間帯を示す。2月11日と3月5日の空欄は餌箱の設定前と設定後を示す。



図(1)-37 餌付け地点にて自動撮影カメラで撮影されたシカ
 (A)2017年2月13日17時ごろに撮影された3頭のシカ。餌箱には近づかず、通過するのみである。(B)2017年3月3日14時ごろに撮影された24頭のシカ。



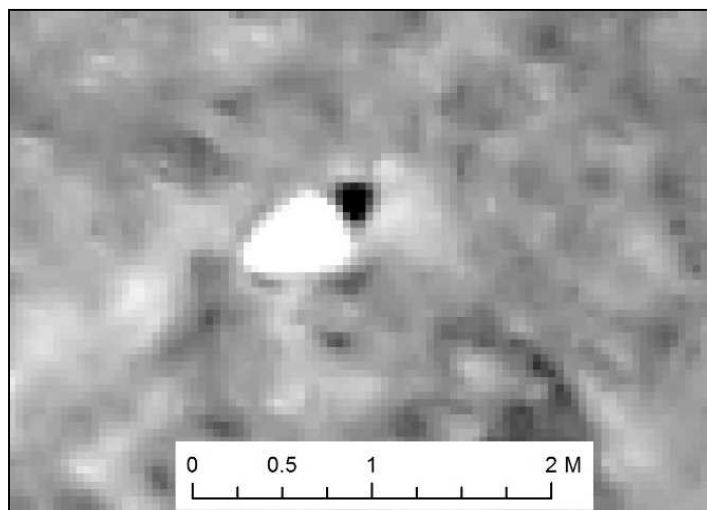
図(1)-38 1時間ごとの最大撮影頭数

4) タンチョウのモニタリングの手法検討

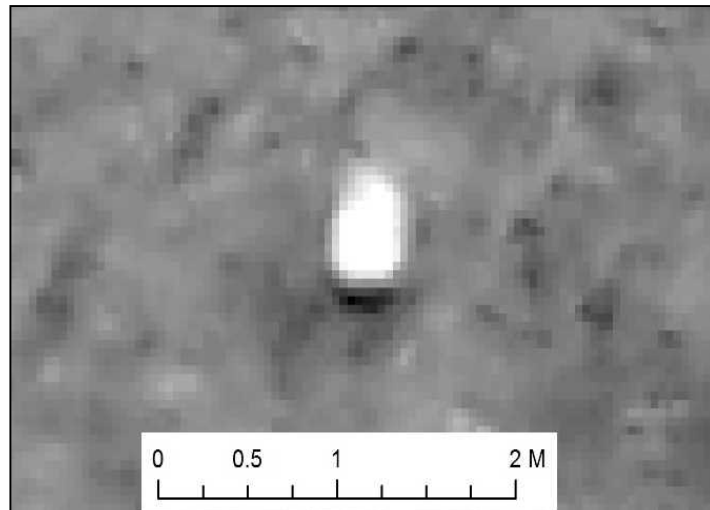
UAVで撮影した静止画より、高度100mからタンチョウを識別できることを確認した（図(1)-39）。特に4月中旬は、まだヨシや湿性の低草本が枯れているため、タンチョウの体色である白を鮮明に識別することが可能であった。しかし、湿性林下の個体については輪郭が不鮮明になった（図(1)-40）。また、高度50mにて撮影した静止画では、より鮮明にタンチョウの姿を確認できたが（図(1)-41）、湿性林下の個体については識別が困難であった（図(1)-42）。UAVの飛行高度に対するタンチョウの反応について、初日は常にUAVの動向を注視する個体が居たものの、2日目には高度30mで飛行させても3個体は関心を全く示さなくなった。

警戒行動の大きさに個体差はあるものの、高度100mであれば過度なストレスを与えずにUAVを用いて高所からのタンチョウのモニタリングが可能であることが示された。ただし、高度50mで撮影した静止画であっても、湿性林下のタンチョウが不鮮明であったことから、より解像度の高いカメラを用いる必要がある。さらに、手元のモニターで確認できるリアルタイムの中継映像よりタンチョウのモニタリングを試みたが、通信速度の関係から表示映像の画質が荒く、タンチョウの個体は確認できなかった。

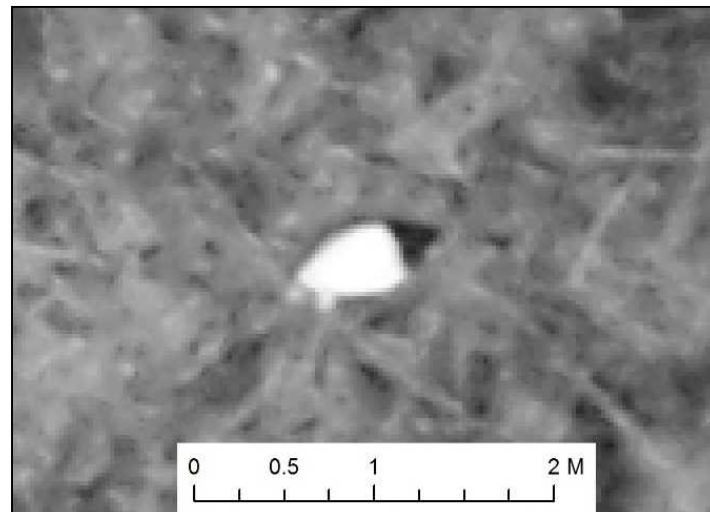
シカの捕獲実施予定地においては、事前にタンチョウの在不在を確認するモニタリング手法として、確実にタンチョウにストレスを与えないよう、高度100mにてUAVを飛行させ、撮影した静止画あるいは動画のデータを別のモニターで確認することが有効である可能性が示された。ただし、撮影画像による個体の確認は、用いるカメラの解像度に強く依存するため、高解像度のカメラが内蔵あるいは着脱可能なUAVを用いる必要がある。



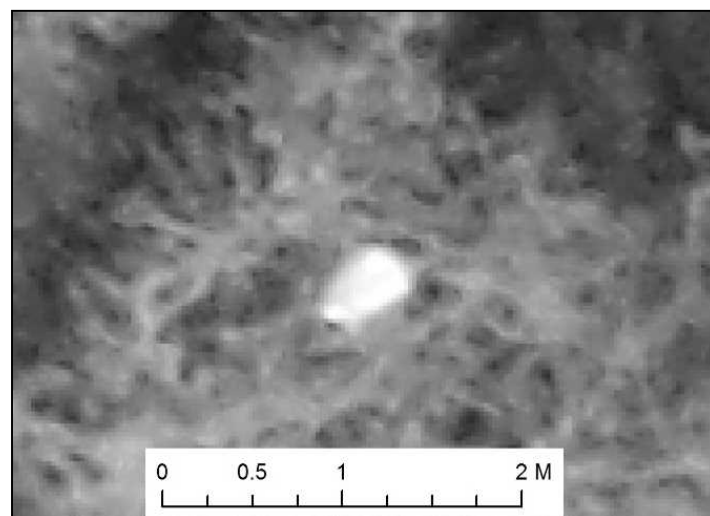
図(1)-39 高度100mから撮影したタンチョウの姿（低草本内）



図(1)-40 高度100mから撮影したタンチョウの姿（湿性林内）
低草本内で確認された個体に比べて、輪郭が不鮮明である。



図(1)-41 高度50mから撮影したタンチョウの姿（低草本内）



図(1)-42 高度50mから撮影したタンチョウの姿（湿性林内）

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究では、これまでほとんど報告されてこなかった、湿原生態系におけるシカの環境攪乱に伴う土壌の化学および物理的特性の変化に着目し、基礎的な知見の把握を行った。また、シカの採食圧による湿原植生への影響を明らかにした。超高密度化したシカによる湿原生態系への影響について明らかにした研究は国内ではほとんどなく、本研究は湿原生態系保全のための研究として意義が大きい。

また、32個体のシカに最新のGPS発信機を用いた行動追跡により、釧路湿原国立公園に生息するシカはほとんどが1年を通して湿原内を利用することが示された。世界的にも湿原を利用する有蹄類の行動に関する研究事例は少なく、本研究により湿原を利用するシカの季節移動パターンや生息地利用が明らかとなった科学的な意義は非常に大きい。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

2016年12月14日に実施された環境省釧路自然環境事務所主催の「釧路湿原エゾシカ対策検討会議」において、本研究の成果の一部が示された。本研究の成果は、次年度から開始される釧路湿原国立公園生態系維持回復事業の策定に活用された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

本研究により、釧路湿原の複数の地域における栄養塩特性および土壌微生物の窒素無機化ポテンシャルの解析を通して、シカの環境攪乱に対する湿原環境の応答の一端が明らかとなった。これらの結果は、今後、釧路湿原における環境攪乱の影響評価や湿原環境の適切な保全管理の方法を策定していく上で重要な知見となる。

また、積雪量を把握することによってシカの行動を予測することが出来るため、シカ捕獲の戦略戦術の選択を行えることが明らかとなった。より定量的な降雪・積雪情報を整備することによって、さらなる高精度な予測を行えると考えられる。航空写真からシカ道を判読する手法において、アナログ作業とデジタル変換を組み合わせることにより、効率的なシカ道判読方法を開発することができた。シカ道の判読における標準的な手法になりうるアプローチを開発したことにより、今後、過去の航空写真を用いてより客観的な個体数増減に関する情報の取得を可能とし、シカ管理に関する政策判断に貢献できると考える。

本研究では、GPS発信機を用いた行動追跡により、釧路湿原国立公園では1年を通して国立公園内で生息する個体が多いことが明らかとなった。シカの自然繁殖率から考慮すると、釧路湿原の保全のためには、冬季または夏季に国立公園内で生息するシカの個体数管理を実施するとともに、1年を通して国立公園内のみで生息するシカの個体数管理を実施していく必要性が示された。湿原内には希少種タンチョウが生息するが、UAVを用いたモニタリングが有効であり、シカの捕獲実施予定地では事前にタンチョウをUAVにて確認することで捕獲が実施可能であると考えられる。

湿原内に生息するシカの具体的な個体数管理の戦略・戦術としては、右岸堤防における部分的なシャープシューティングの実施、大型及び小型囲い罠による捕獲が有効と考えられ、これ

らの捕獲には専門的な知識を有する捕獲専門員を採用することが望まれる。

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

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 上原裕世、橋本寛治、吉田遼人、吉野智生、松本文雄、吉田剛司：酪農学園大学紀要. 自然科学編（2016）

「釧路市丹頂鶴自然公園におけるUAVを用いたタンチョウ *Grus japonensis* モニタリングの記録」

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) T. YOSHIDA, H. TAKAFUMI, R. YOSHIDA, T. MURAI, M. SATOH, Y. TERAOKA, Y. TACHIKI : The Wildlife Society annual conference, USA, 2014
“Deer Wars In Hokkaido, Japan -misunderstanding of Management Caused Hyper-abundant Deer In Protected Area”
- 2) 上原裕世、日野貴文、長雄一、宇野裕之、小林聡史、五十嵐守、高杉麻莉子、河田庄平、吉田剛司：日本景観生態学会第25回北九州大会（2015）
「タンチョウの越冬分布の空間的特徴の把握」
- 3) 吉田剛司、日野貴文、吉田遼人、佐藤温貴、五十嵐守、村井拓成、立木靖之、赤松里香：日本景観生態学会第25回北九州大会（2015）
「釧路湿原で超高密度となったエゾシカの捕獲適地は存在するか？一日周行動と季節移動から解明したシカ捕獲の難しさー」
- 4) R. YOSHIDA, H. TAKAFUMI, T. MURAI, Y. TACHIKI, R. AKAMATSU, T. YOSHIDA : The Vth International Wildlife Management Congress, Japan, 2015
“Predicting Time and Location for Effective Sika Deer Culling in Marsh Ecosystem.”
- 5) T. YOSHIDA, H. TAKAFUMI, R. YOSHIDA, H. UEHARA, A. SATO, T. MURAI, Y. TACHIKI, R. AKAMATSU : The Wildlife Society 22nd Annual Conference, Canada, 2015
“Seasonal and daily movements of Sika deer in Kushiro, Japan’s largest marshland: proof of concept for implementing night shooting.”
- 6) H. UEHARA, H. TAKAFUMI, Y. OSA, T. YOSHIDA : The Wildlife Society 22nd Annual

Conference, Canada, 2015

“Population increase and changes in habitat use of red-crowned crane caused by intensive supplemental feedings in eastern Hokkaido.”

- 7) 吉田剛司：森林野生動物研究会第48回大会 公開シンポジウム「改正鳥獣法と野生生物保全の現場」（2015）
「シカとヒトの共存を目指して：現場からみた鳥獣保護管理法」
- 8) 日野貴文、吉田遼人、佐藤温貴、五十嵐守、吉田剛司、村井拓成、立木靖之、赤松里香：日本湿地学会第7回大会（2015）
「湿原のシカは一年中湿原に生息しているのか？—釧路湿原におけるGPS首輪装着個体の追跡—」
- 9) 吉田遼人、日野貴文、五十嵐守、村井拓成、立木靖之、赤松里香、吉田剛司：野生生物と社会学会第21回大会（2015）
「釧路湿原のシカはいつ・どこで捕獲したらいいのか？」
- 10) 上原裕世、長雄一、宇野裕之、小林聡史、河田庄平、日野貴文、吉田剛司：ヒトと動物の関係学会第22回学術大会（2016）
「冬季一斉調査データが証明する給餌によるタンチョウの分布偏向」
- 11) 吉田剛司、日野貴文、吉田遼人、上井達矢、五十嵐守、佐藤温貴、村井拓成、立木靖之、赤松里香、小林聡史、島村崇志、長雄一、稲富佳洋、上野真由美、宇野裕之：日本生態学会第63回大会（2016）
「湿原におけるシカの季節移動と日周行動を解明し効果的な管理を目指す」
- 12) 日野貴文、吉田遼人、五十嵐守、佐藤温貴、村井拓成、立木靖之、赤松里香、橋本寛治、小川健太、金子正美、吉田剛司：第 127 回日本森林学会大会（2016）
「釧路湿原におけるエゾシカによる湿性林の生息地利用」
- 13) 吉田剛司、上原裕世、日野貴文、吉田遼人、佐藤瑞奈、佐藤温貴、五十嵐守、村井拓成、赤松里香、立木靖之、島村崇志、長雄一、上野真由美、稲富佳洋、宇野裕之、小林聡史：日本湿地学会（2016）
「少しは解明できたかも？根釧地域の湿地に生息するエゾシカの季節移動」
- 14) 上原裕世、橋本寛治、吉田遼人、吉野智生、松本文雄、吉田剛司：日本湿地学会（2016）
「少しは安くできるかも？湿原におけるタンチョウモニタリングに向けたUAV活用の試行」
- 15) 金子命、保原達、日野貴文、中谷暢丈、稲富佳洋、島村崇志、宇野裕之、吉田剛司：日本陸水学会（2016）
「釧路湿原におけるシカの環境攪乱が栄養塩動態に及ぼす影響」
- 16) 吉田遼人、日野貴文、佐藤温貴、上井達矢、五十嵐守、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、上野真由美、小林聡史、村井拓成、赤松里香、立木靖之、吉田剛司：日本景観生態学会（2016）
「日本最大の湿原でエゾシカに44個もGPS首輪を付けてみた！！」
- 17) 橋本寛治、吉田遼人、日野貴文、村井拓成、立木靖之、赤松里香、吉田剛司、金子正美：日本景観生態学会（2016）
「北海道におけるUrban Deerが利用する景観構造の特性」
- 18) 齋藤薫香、日野貴文、吉田遼人、佐藤温貴、橋本寛治、村井拓成、赤松里香、立木靖之、吉

田剛司：日本景観生態学会（2016）

「釧路湿原の植生および牧草の植生指数の差異とエゾシカの利用度の関係」

- 19) M. HAUGEN, R. YOSHIDA, H. UEHARA and T. YOSHIDA：日本景観生態学会（2016）

“In search for Sika deer (*Cervus nippon*) sharpshooting zones in Kushiro Shitsugen National Park—シカ (*Cervus nippon yesoensis*) の聖地である釧路湿原国立公園での堤防道路を用いたSSゾーン抽出—”

- 20) 上原裕世、橋本寛治、吉田遼人、吉野智生、松本文雄、吉田剛司：日本景観生態学会（2016）

「釧路市丹頂鶴公園におけるUAVを用いたタンチョウモニタリングの試行」

- 21) 吉田遼人、佐藤温貴、齋藤薫香、菅野 慎、橋本寛治、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、上

野真由美、小林聡史、村井拓成、赤松里香、立木靖之、吉田剛司：日本哺乳類学会（2016）

「夏季と冬季の生息環境の違いによってエゾシカの行動圏は変化するか？」

- 22) 佐藤温貴、吉田遼人、日野貴文、村井拓成、立木靖之、吉田剛司：日本哺乳類学会（2016）

「北海道における利用環境別GPS首輪のデータ取得率検証」

- 23) R. YOSHIDA, H. TAKAFUMI, A. SATO, T. KAMII, M. IGARASHI, H. UEHARA, H. UNO, Y.

INATOMI, M. UENO, S. KOBAYASHI, T. MURAI, R. AKAMATSU, Y. TACHIKI and T.

YOSHIDA：The Wildlife Society 23rd Annual Conference, USA, 2016

“Habitat use and seasonal movements of sika deer in the Japan’s largest wetland ecosystem, Kushiro-shitugen, Hokkaido.”

- 24) 菅野慎、佐藤温貴、吉田遼人、上原裕世、日野貴文、宇野裕之、赤松里香、村井拓成、立木

靖之、吉田剛司：日本生態学会（2017）

「釧路地方におけるエゾシカは禁猟とされた「時」と「場所」を知っている？」

- 25) 吉田剛司：ヒトと動物の関係学会（2017）

「都市と野生動物—そのかかわりと対応— 1. 都市に現れた野生動物とのかかわり方—シカ、クマ、イノシシ：都市と都市近郊でのニホンジカ—新しい野生動物管理の必要性—」

- 26) 更科美帆、吉田遼人、日野貴文、佐藤温貴、村井拓成、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、上

野真由美、小林聡史、赤松里香、立木靖之、吉田剛司：ヒトと動物の関係学会（2017）

「釧路湿原国立公園のエゾシカは人との境界線を知っている？」

- 27) S. KANNO, H. TAKAFUMI, H. UNO, R. AKAMATSU, T. MURAI, Y. TACHIKI, and T.

YOSHIDA：International Mammalogical Congress 12, AUSTRALIA, 2017

“Sika deer (*Cervus nippon*) identify hunting zones in Kushiro, Japan?” （アブストラクト審査済み）

- 28) T. YOSHIDA, M. SARASHINA, H. TAKAFUMI, R. YOSHIDA, S. KANNO, R. AKAMATSU,

Y. TACHIKI, Y. INATOMI, and H. UNO：International Mammalogical Congress 12, AUSTRALIA,

2017

“Movement and habitat use of Sika deer in Japan’s largest wetland” （アブストラクト審査済み）

（3）知的財産権

特に記載すべき事項はない

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 「シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議」 (2014年9月1日、釧路市)
- 2) 「シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議」 (2014年10月30日、釧路市)
- 3) 「シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議」 (2015年2月14日、釧路市)
- 4) 一般公開シンポジウム「釧路湿原におけるシカ管理と希少生物保全の両立」 (2014年12月10日、釧路市生涯学習センター まなぼっと、聴衆70名)
- 5) “Strategy and Tactics for Deer Management in Wetlands.”
The Vth International Wildlife Management Congress, Japan, 2015
(July-30, 2015, Sapporo Convention Center, approximately 30 visitors)
- 6) 吉田剛司：くらしのセミナー 基調講演「エゾシカと共存する社会の姿とは～北海道の野生生物問題を考える～」 (2016年12月7日、北海道立消費生活センター、聴衆80名)
- 7) 国際ワークショップ「湿原保全のためのシカ管理 ―希少鳥類との共生を考える―」 (2015年8月2日、釧路市生涯学習センター まなぼっと、来場者数約70名)
- 8) 「シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議」 (2016年2月13日、釧路市)
- 9) 一般公開シンポジウム「釧路湿原の今と、未来に向けた戦略展開―生態系維持回復のためのニホンジカ管理―」 (2016年10月9日、札幌国際ホール、来場者数121名)
- 10) サテライトシンポジウム「どうする！エゾシカ、どうなる？釧路湿原―釧路湿原にて超高密度化したシカの管理を成功させる戦略と戦術―」 (2016年12月11日、釧路市生涯学習センター まなぼっと、来場者数81名)
- 11) ワークショップ「どうする？釧路湿原とシカ管理 in 鶴居村―釧路湿原におけるシカ調査報告会―」 (2017年2月14日、鶴居村総合センター、来場者数21名)
- 12) 「シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議」 (2017年2月14日、鶴居村総合センター)
- 13) ワークショップ「どうする？釧路湿原とシカ管理 in 標茶町―釧路湿原におけるシカ調査報告会―」 (2017年2月16日、標茶町開発センター、来場者数41名)

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 釧路新聞 (2014年11月27日、「GPSで追跡調査 エゾシカ季節移動個体 達古武～標津川北」)
- 2) 北海道新聞 (2014年12月13日、道東版、27頁、「タンチョウ営巣地シカの通り道増加 シンポで報告」)
- 3) 釧路新聞 (2014年12月14日、10頁、「3月 エゾシカー斉捕獲 釧路 ボランティアハンター募集」)
- 4) 北海道新聞 (2015年8月3日、「シカ「年400頭とる必要」 釧路 湿原の食害対策で講演」)
- 5) 北海道新聞 (2015年8月5日、道東版、14頁、「野鳥保護へシカ管理 モリス氏英国の事例紹介」)
- 6) 北海道新聞 (2015年8月7日、道東版、「釧路湿原のシカ60キロ移動 酪農大助教の調査で判明」)
- 7) 北海道新聞 (2016年12月12日、道東版、11面、「湿原のエゾシカ どう管理 釧路公立大など3機関 3年間の調査報告」)
- 8) 釧路新聞 (2016年12月13日、15頁、「エゾシカの動向など報告 釧路でシンポ 5氏が調査研

究成果」)

- 9) 釧路新聞 (2016年12月16日、14頁、「エゾシカの行動追跡 釧路湿原対策検討会議 調査内容を報告」)
- 10) 日本経済新聞 (2017年2月14日、39面、「酪農学園大など研究 釧路湿原のエゾシカ「500頭 捕獲必要」20年で倍増 生態系維持へ」)
- 11) NHK北海道のニュース・気象情報 (2017年2月15日、研究成果について5分ほど紹介)

(6) その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

- 1) J. PASTOR, B. Dewey, R. J. Naiman, P. F. McInnes and Y. Cohen: Ecology, 74, 2, 467-480 (1993)
“Moose browsing and soil fertility in the boreal forests of Isle Royale National Park”
- 2) A. K. KNAPP, J. M. BLAIR, J. M. BRIGGS, S. L. COLLINS, D. C. HARTNETT, L. C. JOHNSON and E. G. TOWNE: BioScience, 49, 1, 39-50 (1999)
“The keystone role of bison in North American tallgrass prairie”
- 3) R. D. BARDGETT and D. A. WARDLE: Ecology, 84, 9, 2258-2268 (2003)
“Herbivore mediated linkages between aboveground and belowground communities”
- 4) F. J. SINGER and K. A. SCHOENECKER: Forest Ecology and Management, 181, 1, 189-204 (2003)
“Do ungulates accelerate or decelerate nitrogen cycling?”
- 5) 日野貴文、吉田剛司：哺乳類科学、54、1、171-174 (2014)
「生態系維持回復事業制度に基づく国立公園における統合的なシカ管理の現状と課題. 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－」
- 6) 星一彰：造園雑誌、48、4、276-280 (1984)
「尾瀬湿原における環境創造」
- 7) N. BUNNEFELD, L. BÖRGER, B. VAN MOORTER, C. M. ROLANDSEN, H. DETTKI, E. J. SOLBERG and G. ERICSSON: Journal of Animal Ecology, 80, 2, 466-476 (2011)
“A model - driven approach to quantify migration patterns: individual, regional and yearly differences”
- 8) F. CAGNACCI, S. FOCARDI, A. GHISLA, B. VAN MOORTER, E. H. MERRILL, E. GURARIE, M. HEURICH, A. MYSTERUD, J. LINNELL, M. PANZACCHI, R. MAY, T. NYGARD, C. ROLANDSEN and M. HEBBLEWHITE : Journal of Animal Ecology, 85, 1, 54-68 (2016)
“How many routes lead to migration? Comparison of methods to assess and characterize migratory movements”
- 9) L. BÖRGER and J. FRYXELL (Eds. J. CLOBERT, M. BAGUETTE, T. BENTON): Dispersal ecology and evolution, Oxford University Press, 222-230 (2012)
“Quantifying individual differences in dispersal using net squared displacement”
- 10) A BHATTACHAYYA: Bulletin Calcutta Mathematical Society, 35, 1, 99-109 (1943)
“On a measure of divergence between two statistical population defined by their population

distributions”

- 11) W. M. GETZ, S. FORTMANN-ROE, P. C. CROSS, A. J. LYONS, S. J. RYAN and C. C. WILMERS:
PloS one 2, 2, e207 (2007)
“LoCoH: Nonparametric kernel methods for constructing home ranges and utilization distributions”
- 12) B. F. MANLY, L. L. MCDONALD, D. L. THOMAS, T. L. MCDONALD and W. P. ERICKSON:
Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 221 pp (2002)
“Resource Selection by Animals”
- 13) 村松弘規、富士田裕子：植生学会誌、32、1-15 (2015)
「エゾシカが釧路湿原の高層湿原植生に及ぼす影響」
- 14) 高槻成紀：麻布大学雑誌、19、1-4 (2010)
「野生動物生息地の植物量的評価のためのバイオマス指数について」
- 15) M. DUFRÊNE and P. LEGENDRE : Ecological Monographs, 67, 345-366 (1997)
“Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach”
- 16) R CORE TEAM: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2016)
“R: A language and environment for statistical computing”
- 17) 日本土壤肥料学会：博友社、427pp (1997)
「土壤環境分析法」
- 18) K. KAJI, H. OKADA, M. YAMANAKA, H. MATSUDA and T. YABE: Journal of Wildlife
Management, 68, 4, 889-899 (2004)
“Irruption of a colonizing sika deer population”
- 19) M. HEBBLEWHITE and E. H. MERRILL: Oecologia, 152, 2, 377-387 (2007)
“Multiscale wolf predation risk for elk: does migration reduce risk?”
- 20) K. S. WHITE, N. L. BARTEN, S. CROUSE and J. CROUSE: Ecology, 95, 1, 225-237 (2014)
“Benefits of migration in relation to nutritional condition and predation risk in a partially migratory
moose population”
- 21) R. BISCHOF, L. E. LOE, E. L. MEISINGSET, B. ZIMMERMANN, B. VAN MOORTER and A.
MYSTERUD: American Naturalist, 180, 4, 407-424 (2012)
“A Migratory Northern Ungulate in the Pursuit of Spring: Jumping or Surfing the Green Wave?”
- 22) J. M. FRYXELL and A. R. E. SINCLAIR: Trends in Ecology & Evolution, 3, 9, 237-241 (1988)
“Causes and Consequences of Migration by Large Herbivores”
- 23) M. HEBBLEWHITE, E. MERRILL and G MCDERMID: Ecological Monographs, 78, 2, 141-166
(2008)
“A multi-scale test of the forage maturation hypothesis in a partially migratory ungulate population”
- 24) A. MYSTERUD, L. E. LOE, B. ZIMMERMANN, R. BISCHOF, V. VEIBERG and E. MEISINGSET:
Oikos, 120, 12, 1817-1825 (2011)
“Partial migration in expanding red deer populations at northern latitudes - a role for density
dependence?”
- 25) H. TSUKADA, M. FUKASAWA and T. KOSAKO: Grassland Science, 54, 1, 45-51 (2008)
“Is cattle grazing an effective deterrent against sika deer (*Cervus nippon*) intrusion into pastures?”

26) 高槻成紀：保全生態学研究、6、1、45-54 (2001)

「シカと牧草：保全生態学的な意味について」

27) 環境省北海道地方環境事務所釧路自然環境事務所：pp.1-130 (2016)

「平成27年度釧路湿原国立公園エゾシカによる植生への影響調査業務」

（２）生物多様性保全を可能とする広域個体群管理

（地独）北海道立総合研究機構環境・地質研究本部

環境科学研究センター自然環境部	研究主幹	宇野裕之
	主査（湿原保全）	島村崇志
	研究主任	稲富佳洋
道東地区野生生物室	室長	長 雄一
	研究主任	上野真由美

平成26～28年度累計予算額：29,470千円（うち平成28年度：9,477千円）

予算額は、間接経費を含む。

〔要旨〕

釧路湿原及び周辺地域において2015～2017年の3年間調査研究を実施し、冬期のエゾシカの分布・密度構造に顕著な年変動があることを明らかにした。生息密度は平均約7.8頭/km²であり、湿原全体の越冬個体数は約2,000頭であると推定された。また、湿原植生に及ぼすエゾシカの影響を短期的に把握する手法として食痕指標種6種／属を用いた簡易調査、及び中・長期的手法として排除柵を用いた詳細調査（植生指標種16種／属を選定）を確立した。さらに、希少種（タンチョウ）について、冬期湿原内部と給餌場間の移動、湧水地や小河川のねぐらとしての利用、飛来する時間帯等の行動を明らかにした。成果をもとに、ユニット別の広域管理、生物多様性に配慮した捕獲戦術及び植生保護手法について提案を行った。

〔キーワード〕

生息密度、湿原植生、食痕指標種、タンチョウ、広域管理

1. はじめに

北海道東部地域のエゾシカ（以下、シカ）個体群は1980～1990年代に爆発的に増加し、それに伴い農林業被害や森林植生への影響が深刻化した。釧路湿原及びその周辺部に生息するシカも高密度化し、周辺市町村における農林業被害やシカによる交通事故などの軋轢が顕在化している。しかし、湿原内はアクセスが困難であり、シカの分布・密度、シカが湿原植生に及ぼす影響などは十分には把握されていない。また、湿原にはタンチョウなどの希少鳥類が生息しているが、湿原における行動や生息地利用には不明の点が多い。平成28年4月に策定された「釧路湿原生態系維持回復事業計画」に基づく科学的なシカ管理を行うためには、シカの分布密度構造やタンチョウの生息状況を明らかにし、湿原植生に及ぼす影響把握手法を確立する必要がある。

2. 研究開発目的

本研究では、広域の管理計画、希少種保全に配慮した捕獲及び植生保護の手法を提案するために、1）狩猟統計解析と航空機調査による広域のシカの分布・密度構造の解明、2）シカ排除柵等を用いた湿原植生に及ぼす影響把握手法の確立、3）直接観察や自動撮影カメラによるタンチョウの湿原の利用状況の把握、を目的とした。

3. 研究開発方法

(1) 広域のシカの分布・密度構造

釧路湿原及びその周辺地域における1970年～1980年代のシカの生息状況については、文献調査を行った(表(2)-1)。次に、釧路総合振興局管内(以下、釧路地域)のシカの長期的な生息状況の推移を評価するため、1955～2012年の釧路地域の許可捕獲数及び全道の許可捕獲数に占める釧路地域の割合等を算出した(図(2)-1)。さらに、近年の生息状況を把握するため、狩猟が可能な区域(可猟区)において約5km×4.6kmで区切られた117メッシュ(以下、5kmメッシュ)を対象に、狩猟者1人1日あたりの目撃数(以下、SPUE)について調べた。1994年～2000年、2000年～2006年及び2006年～2012年の3期間に分割し、それぞれ2000年/1994年、2006年/2000年、2012年/2006年のSPUEの相対比を各期間の増加率として比較した(図(2)-2)。

また、越冬期のシカの分布・密度構造を把握するため、2015年2月17日～19日、2016年2月16日～18日及び2017年2月7日～8日に、ヘリコプター(アエロスぺシャルAS-350B型、図(2)-3)を用いた目視カウントを行った。調査は、Gasaway et al. (1986)¹⁾及びUno et al. (2006)²⁾の方法に従って実施した。まず、地図上で1区画が面積10～30km²になるよう調査地全体を20ユニットに分割し、そのうち2015年と2016年は14ユニット(調査面積は約208.7km²)、2017年は9ユニット(同約145.8km²)を選択して調査を実施した(図(2)-4及び表(2)-3)。さらに、2017年には捕獲適地選定のための基礎資料を得るため、道道クチヨロ原野塘路線(5.0km)及び右岸堤防(11.1km)沿線の観察調査を行った(図(2)-9)。

標準調査として、一つの調査ユニットに対し10～30分かけ、すなわち1km²当たり1～2分かけて調査した。主に沢沿いを飛行し、飛行速度は時速約80～100km、対地高度約150mを目安とした。搭乗員は操縦士1名、全地球測位システム(GPS)操作者1名、調査員2名(左右各1名)、記録者1名の合計5名であった。ヘリコプターの飛行経路及び発見したシカの群れの位置をGPSで記録した。記録者は、調査開始・終了時刻、GPSの番号、発見頭数及び群れ構成[オス1歳以上、メス1歳以上、幼獣(0歳獣)、識別不明]、調査中の気象条件等を記録した。強度調査については、標準調査終了後すみやかに調査ユニットの面積を半分以下にして、調査努力量を約2倍(2～4分/km²)かけて行った。強度調査及び捕獲適地調査の飛行速度は時速約40～50km、対地高度は約150mを目安とした。

航空機調査による見落とし率は、針葉樹の被覆率などによる生息地固有の見落とし率(SCF_c)と観察条件(積雪被度や調査者の経験など)による見落とし率(SCF_0)から成り、 SCF_c は定数だと考えられる¹⁾。相対密度の年次変化を把握する目的のためには、 SCF_c は無視することが可能であり、 SCF_0 のみを推定することとした²⁾。 SCF_0 はGasaway et al. (1986)¹⁾に従い以下のように求めた。

$$SCF_0 = (\text{強度調査による発見頭数} / \text{標準調査による発見頭数}) + (\text{小サンプルサイズによる偏りの補正}) \quad \dots \quad (1)\text{式}$$

$$SCF_0 = \frac{\sum_k w_k}{\sum_k v_k} + \frac{n_0 s_{wv}^2}{(\sum_k v_k)^2} - \frac{n_0 (\sum_k w_k) s_v^2}{(\sum_k v_k)^3}$$

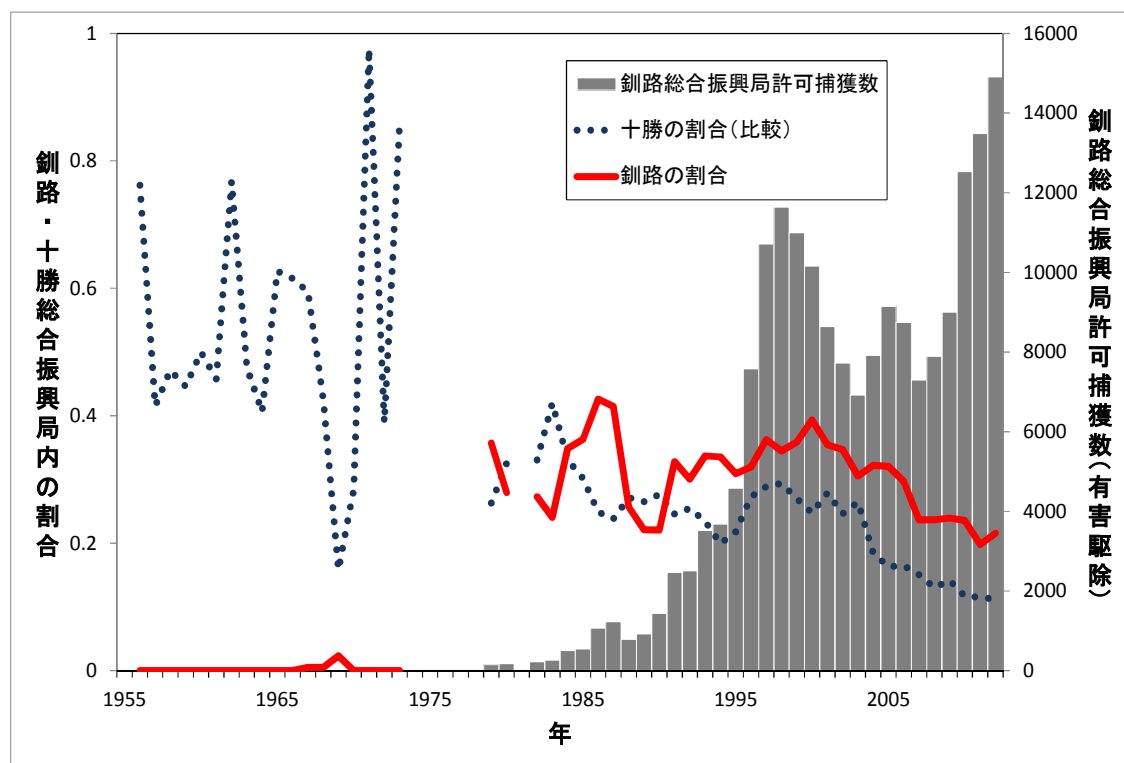
$$s_{wv}^2 = \frac{\sum_k w_k v_k}{n_0 - 1} - \frac{\sum_k w_k (\sum_k v_k)}{n_0 (n_0 - 1)}$$

$$s_v^2 = \frac{\sum_k v_k^2}{n_0 - 1} - \frac{(\sum_k v_k)^2}{n_0 (n_0 - 1)}$$

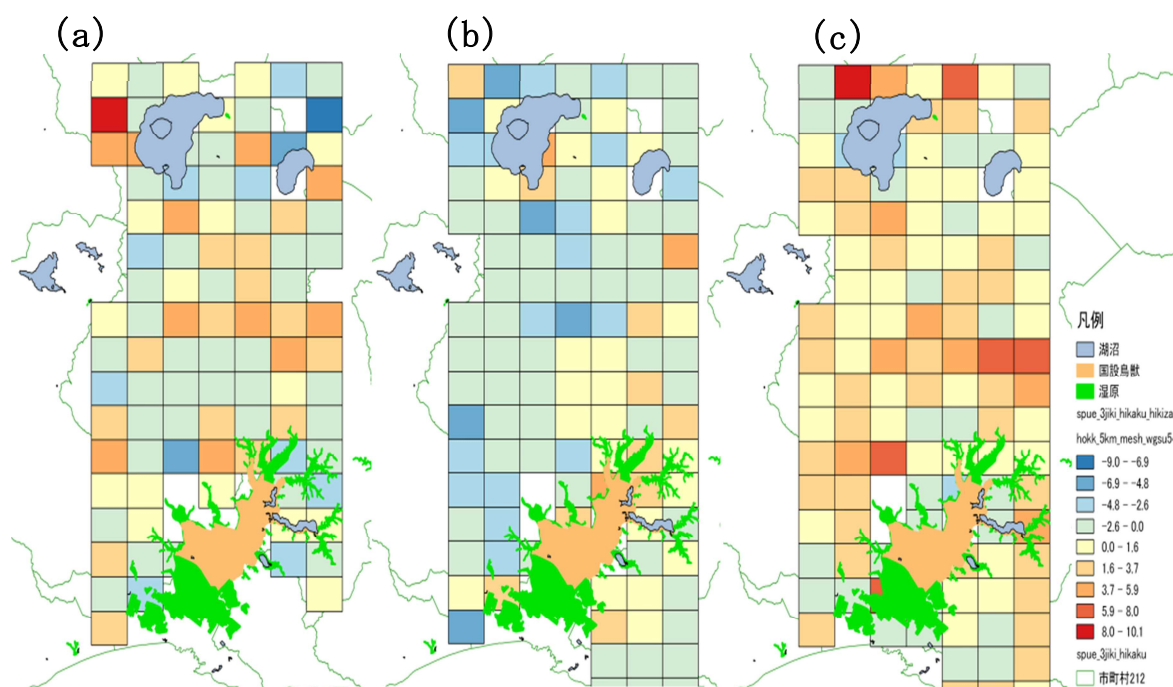
ここで、 n_0 は強度調査を実施したプロット数（調査ユニット数）、 w_k は k 番目のプロットの強度調査によるシカの発見頭数、 v_k は標準調査による発見頭数を表している。小サンプルサイズの偏りの補正には、Cochran（1977）³⁾の比推定量の算出を参考に用いている。

表(2)-1 1970年～1980年代における釧路湿原内及びその周辺のエゾシカ生息状況

文献名	エゾシカの生息に関する記載（抜粋）
釧路市立郷土博物館(1975) ⁴⁾	エゾシカは湿原周辺の雑木林で比較的容易に生息が確認される。エゾシカは生息数の増加が見られ、宮島崎、キラコタン崎では林道で足跡を頻繁にみかけ、姿の目撃も稀にある。エゾシカは牧草地によく出現しており、好んで牧草地において採食するようになったとも考えられる。冬期、湿原が凍結するとエゾシカの湿原への侵入がみられる。エゾシカはキタコタン崎突端の南の湿原に広がるヤチハンノキ林中に足跡が認められている。冬芽等を食べるために行動していると思われる。
釧路圏振興協議会(1976) ⁵⁾	エゾシカは音別町の一部を除いては、釧路管内では禁猟である。そのためエゾシカは年々増加しており、釧路管内の生息数は阿寒山系を中心に1,500頭程度生息するといわれる。阿寒の山沿いでは国道沿いにエゾシカが出現することも稀でない。エゾシカの増加に伴い、年間20頭以上が交通事故による死亡している。
北海道(1983) ⁶⁾	調査結果概要：右岸堤防道路(温根内ビジターセンター～サケマス捕獲場)においてライトセンサス法ではエゾシカは観察されなかったが、日中の踏査においてエゾシカの痕跡が確認された。
近藤(1993) ⁷⁾	1989～1992年に調査した結果、エゾシカは周辺丘陵地では生息密度が高い。また、川沿いに進出したハンノキ林に沿って湿原内に夏冬問わず数多くの生息が見られる。湿原中央部まで痕跡が見られたが、少数頭であった。チルワツナイ川沿いにはヤチハンノキが湿原内に侵入しているのに合わせて河川沿いに多頭数侵入し、湿原内へのハンノキ林の張り出しに沿って進出が予想された。冬期間の湿原内への進出が見られ、足跡は相当数あるものの、エゾシカの姿を見ることはなく、ササを求めて周辺段丘面へ移動するのではないかと考えられる。



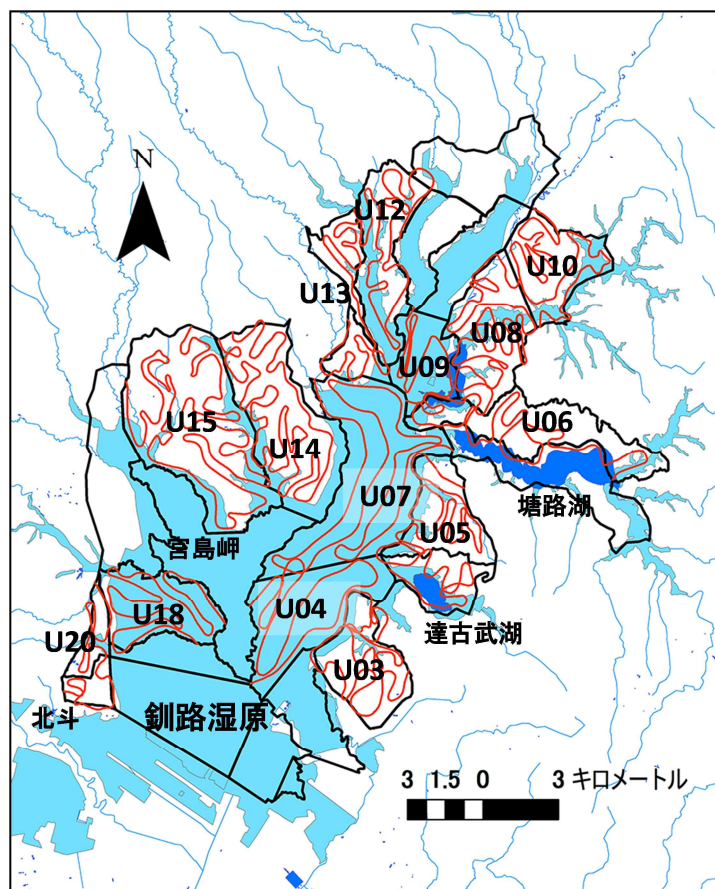
図(2)-1 1955年～2012年の釧路総合振興局における許可捕獲数（有害駆除を含む）及び釧路・十勝総合振興局の許可捕獲数が全道の許可捕獲数に占める割合（北海道資料から作成）



図(2)-2 釧路湿原周辺の可猟区における狩猟者一人一日当たりの目撃数（SPUE）の増加率
(a) 1994～2000年、(b) 2000～2006年、及び (c) 2006～2012年。



図(2)-3 調査に使用したヘリコプター（アエロスペシャルAS-350B型）



図(2)-4 調査ユニット及び標準調査の飛行経路
黒線が調査ユニットの境界、赤線が飛行経路（2015年）を示す。

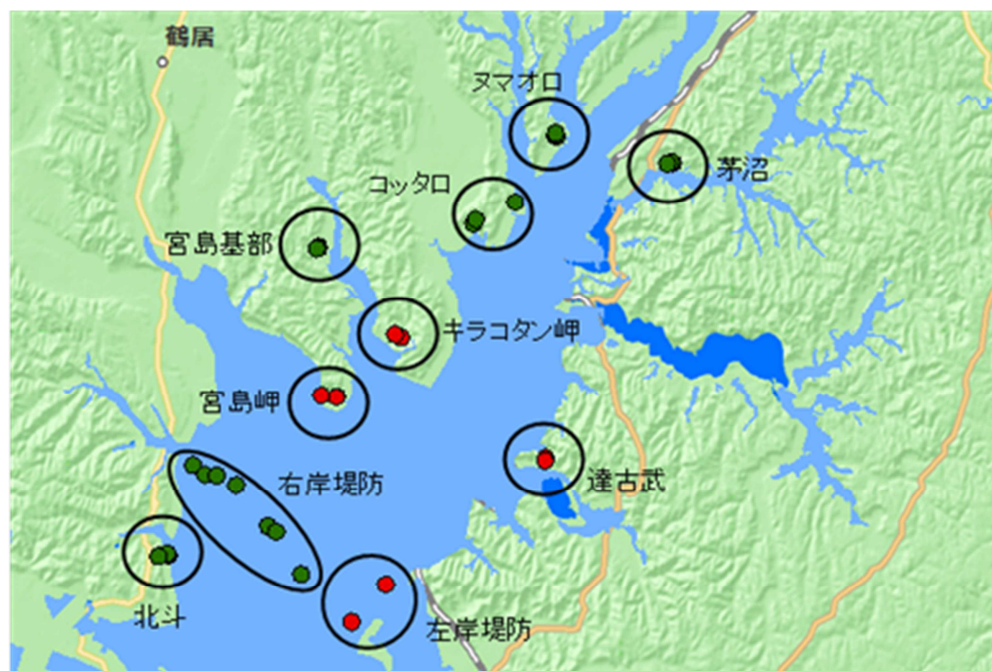
（２）湿原植生に及ぼす影響把握手法の確立

１）詳細調査

シカが湿原植生に及ぼす影響を把握する手法を確立するため、サブテーマ1におけるシカ排除柵による植生への影響調査（以下、詳細調査）のデータを用いて「植生指標種」の抽出を試みた。

簡便なモニタリングのため、植生指標種には、調査区内である程度の現存量を持って出現する種が望ましいと考えられる。よって、①植生タイプ別の平均BMI（バイオマス指数：サブテーマ1参照）が柵内または柵外で0.5以上の種（1m×1mの調査区における被度1%・高さ50cmの植物種に相当）かつ、②指標種分析（INSPAN）により2015年または2016年に各調査区で標徴種（サブテーマ1参照）となった種の中から、③生活型等の検討を行い「植生指標種」として抽出した。

抽出した植生指標種の過去の動態について、6地域のうち長期モニタリング調査結果のある右岸堤防において検討を行った。長期モニタリング調査は、北海道立総合研究機構環境科学研究センターが1997年～2014年にかけて概ね2年ごとに行った調査で、調査地点は本研究で柵を設置した7地点（図(2)-5）と同一の場所である。植生タイプ、調査区名、調査区数は、それぞれ「高層湿原」がP02、P05、P17の3区、「低層湿原」がP01、P11の2区、「湿性林」がP07、P13の2区であり、各調査区には、草本層の植生調査を行うために1m×3mの方形区を設定し、1m×1mの小区画ごとに出現した植物種の被度（%）と最高草高（cm）を記録し、平均BMIを算出した。調査は、2015年及び2016年の8月上旬に実施した。



図(2)-5 調査区の位置と地域名

緑丸は2015年と2016年に実施した調査区を示し、赤丸は2016年に設定した調査区を示す。

2) 簡易調査

簡易調査は、詳細調査と同様に各年の8月上旬に実施した。2015年は、詳細調査を実施した6地域22カ所の調査区で実施し、2016年は、左岸堤防（低層湿原、湿性林）、宮島岬先端部（低層湿原、湿性林、広葉樹林）、キラコタン岬（湿性林、広葉樹林）、達古武（湿性林、広葉樹林）の調査区を加えた10地域31カ所の調査区で実施した（図(2)-5）。

2015年の簡易調査では、釧路湿原の植生調査に関する文献や図鑑で情報収集を図るとともに、各調査区を踏査し、シカの採食を定量的に把握しやすい食痕指標種の候補（以下、指標候補種）を選定した。指標候補種の選定に当たっては、①食痕の判別が容易な種または属（以下、種）であること、②同定が容易な種であること、③サイズが大きく発見しやすい種であることを考慮した。次に、各調査区の任意の点から幅2m、長さ50mの帯状区を北斗、茅沼、コッタロ、ヌマオロ及び宮島では2本、右岸堤防では1本ずつ設定し、帯状区に生育する指標候補種の全個体について、食痕の有無を記録した。ただし、いずれかの指標候補種が50個体に到達した場合には調査を終了した。いずれの場合も起点から調査終了地点の距離を記録し、調査面積（m²）、各指標候補種の生育密度（全個体数 / 調査面積）、食痕率（食痕あり個体数 / 全個体数）を算出した。さらに、指標候補種から食痕指標種を選定するために、詳細調査によって算出した全体食痕数と簡易調査の食痕率との関係をGLMMによって解析した。目的変数は各調査区における全体食痕数、説明変数は各帯状区における指標候補種別の食痕率を調査区ごとに集計した値とした。ランダム効果は植生タイプ、オフセット項は方形区の調査面積とし、目的変数の確率分布はポアソン分布に従うと仮定した。モデルの選択は赤池情報基準量（AIC）を用いて行った。GLMMの計算にはRパッケージ“lme4”のglmer関数を使用した⁸⁾。ここでは5カ所以上の調査区で出現した指標候補種を解析の対象とした。

2016年の調査では、2015年の簡易調査で選定した食痕指標種を対象として各調査区に2m幅の帯状区を3本設定し、帯状区に生育する指標候補種の全個体について、食痕の有無を記録した。ただし、いずれかの指標候補種が50個体に到達した場合、若しくは帯状区が50mの長さになった時点で調査を終了した。次に、各地域における影響の違い、植生タイプによる影響の違い、食痕指標種による嗜好性の違いを評価するために、一般化線形モデル（GLM）を用いて解析した。目的変数は食痕の有無、説明変数は地域名、各調査地の植生タイプ及び食痕指標種の種類とした。確率分布は二項分布に従うと仮定し、モデルの選択には赤池情報基準量（AIC）を用いた。また、地域名の係数、植生タイプの係数、食痕指標種の係数の有意性を評価するために多重比較を行った。

（3）タンチョウの湿原利用状況の把握

1) 既存の分布調査の地図化

環境省及び北海道が実施している「タンチョウ越冬分布調査」（以下、一斉カウント）の釧路総合振興局管内部分について、地理情報システム（QGIS2.16、ArcGIS10.4を使用）を用いて、釧路総合振興局全体の空間スケールにおけるタンチョウの生息状況の把握を行った。

地理情報システム（以下、GIS）への入力に関しては、酪農学園大学と協力して行った。まず、2003年度から2013年度までの釧路総合振興局管内の一斉カウント（12月と1月の2回実施）に関して、その確認位置を観察数等の調査票情報とともにコンピュータに入力した。釧路総合振興局管内を5倍メッシュ（環境省の自然環境保全基礎調査2次メッシュを4分割したもの、約5.0×4.6km）に

区分し、メッシュごとにタンチョウ観察総数を集計した。さらに11年間を前期（2003年度～2007年度まで）と後期（2008年度～2013年度まで）に分けて、それぞれの観察数の平均値を算出し、前後期の差を算出した。なお、12月の一斉カウントに関しては、給餌活動が本格化する前で、夏の分布域全体にタンチョウが分散しており、全数カウントが困難であることから、今回の解析には用いていない。

2) タンチョウの分布及び行動様式の把握

シカ捕獲候補地であるコッタロ湿原及び釧路川右岸堤防周辺を重点調査対象として、以下の現地調査を実施した。

a. コッタロ湿原

まず、定点観察として、コッタロ湿原展望台等の見晴らしが良い場所を選定し、2015年1月～2月、2016年2月～3月に定点観察を行った。タンチョウの位置情報は地図上に記録し、後日、ポイント情報として電子化した。また、2015年1月～2月、2015年12月～2016年3月に湿原内の湧水地及び小河川沿いを踏査、足跡等の痕跡をハンディGPSにて記録した。これらのGIS情報を地図化し、環境省釧路自然環境事務所から提供された釧路湿原内における湧水地の位置情報及び河川の経路情報と、各タンチョウ観察位置との距離を算出した。さらに、タンチョウの飛来時刻等を確認するために、茅沼駅前給餌場、茅沼温泉給餌場、コッタロ展望台に、それぞれ3台、2台、4台の自動撮影カメラを設置し、行動様式の把握を行った。設置期間は、茅沼駅前給餌場で2015年12月～2016年5月及び2016年11月～2017年3月、茅沼温泉給餌場で2016年2月～5月及び2016年11月～2017年3月、コッタロ展望台で2015年1月～2017年3月であった。この時、カメラから飛来場所まで距離があるため、茅沼駅前及び茅沼温泉の各給餌場（餌箱を中心に撮影）では5分間、コッタロ展望台（河川や湿地等の広範囲を撮影）では1分（2015年度）あるいは5分（2016年度）のインターバル撮影モードとした。得られたタンチョウの観察数を時刻別に集計し、画像当りの撮影個体数を算出した。茅沼温泉のカメラにおいては、足環付きの標識個体（以下、「リング付き個体」）が識別可能なので、その個体に関しても、画像当りの観察回数の平均値を算出した。また、コッタロ展望台に設置したカメラ4台のうち、道道クチャロ原野塘路線周辺を広域撮影しているカメラ1台について、エゾシカの頭数を10個体単位でカウントした。なお、茅沼駅前では、2016年12月より給餌活動が休止されたため、今回の解析からは除いた。

b. 釧路川右岸堤防

車及び徒歩によるカウント調査として、釧路川右岸堤防上にコースを設定し、2015年1月～2月及び2015年7月～2016年12月において、2ヶ月間に1回以上、調査を実施した。前項同様にタンチョウ等の希少鳥類の位置情報をポイント情報として電子化した後、湧水地の位置情報及び河川の経路情報と、各タンチョウ観察位置との距離を算出した。

3) シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議の開催による専門家意見集約

タンチョウ等の希少鳥類の生息に配慮してエゾシカ捕獲を実施するため、希少鳥類の研究や保全に関わる専門家を招聘し、意見集約を行うとともに、釧路公立大学（サブテーマ3）と連携し、

地域でのエゾシカ管理に関わる保全関係者のネットワーク構築を図ることを目的として、シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議を2014年9月1日、同10月30日、2015年2月14日、2016年2月13日及び2017年2月14日に計5回開催した。専門家としては、釧路市動物園、釧路市立博物館、日本野鳥の会釧路支部、日本野鳥の会鶴居・伊藤タンチョウサンクチュアリ、NPO法人タンチョウ保護研究グループ、(株)猛禽類医学研究所、NPO法人タンチョウコミュニティの関係者に参画いただいた。

4. 結果及び考察

(1) 広域のシカの分布・密度構造

1970年～1980年代におけるシカの釧路湿原内の利用は時空間的に限定的であり、宮島岬やキラコタン岬などで痕跡が頻繁に観察された一方、湿原内への侵入は冬期に限定されていた(表(2)-1)。1980年以前の全道の許可捕獲数に占める釧路地域の割合は非常に低く、捕獲数がある程度生息数を反映していると仮定すると十勝地域よりもシカの生息数が少なかったと考えられた(図(2)-1)。湿原周辺の117メッシュのSPUEの増減数は1994年～2000年と2000年～2006年ではあまり変わらなかったが、2006年～2012年で多くのメッシュで増加傾向が認められた(図(2)-2)。2000年/1994年、2006年/2000年及び2012年/2006年SPUEの相対比の平均値はそれぞれ1.33、1.03、1.77であった。釧路圏振興協議会(1976)⁵⁾によると、湿原周辺の森林や牧草地、隣接する阿寒町(現釧路市阿寒町)では多数のシカが確認され、年々増加していると述べられており、1980年代は釧路地域においてシカの駆除数が増加し始めた時期である。これらのことから、釧路地域(特に阿寒山系)では1980年代にシカが増加し始め、釧路湿原周辺では2000年代以降、顕著に増加したことが示唆された。

航空機調査の調査ユニット及び標準調査の飛行経路の例を図(2)-4に示した。強度調査を2015年と2016年は各5ユニット、2017年は3ユニットで実施した(表(2)-2)。各ユニットにおける発見率補正係数は0.364～2.923であった。2015年のU18、2016年及び2017年のU06では標準調査より強度調査で観察頭数が少なかった。このことは時間差によるユニット外への群れの移動や頭数の多い群れの見落としによるものと考えられた。この3ユニットでは見落としがなかったと仮定して、(1)式による見落とし率 SCF_0 の算定を行ったところ2015年：**1.727**、2016年：**1.622**、2017年：**1.185**と推定された。標準調査では年により19%～73%の見落としが生じていると考えられた。この見落とし率を用いてユニット別の密度を推定した(図(2)-6及び表(2)-3)。2015年にはU04、U06、U07、U09で密度が10.2～16.6頭/km²と高く、一方、U18、U20で1.9～2.4頭/km²と低密度であることがわかった(図(2)- 6a)。14ユニットの平均値±標準誤差は**7.8±1.2**頭/km²であった。2016年は全体的に観察頭数が少なく、U05、U12、U14、U15、U20の推定密度は1.0頭/km²未満であった(図(2)- 6b及び表(2)-3)。14ユニットの平均値±標準誤差は**2.6±0.9**頭/km²であった。2017年には再びU06、U07、U09で密度が高い傾向を示し、特にU07では**14.4**頭/km²と推定された(図(2)- 6c及び表(2)-3)。9ユニットの平均値±標準誤差は**9.3±3.0**頭/km²であった。標茶町における1994年2月の推定生息密度は平均**3.2**頭/km²であったと報告されており⁹⁾、シカの生息数は1994年と比較すると2015年で約2.5倍、2017年で約2.9倍に増加したと考えられた。

2016年の推定密度はU10とU18を除くと全ての調査ユニットで著しく低下した。この越冬期の生息密度の年次変化は、シカの季節移動様式の変化に起因すると考えられた。釧路のアメダスデー

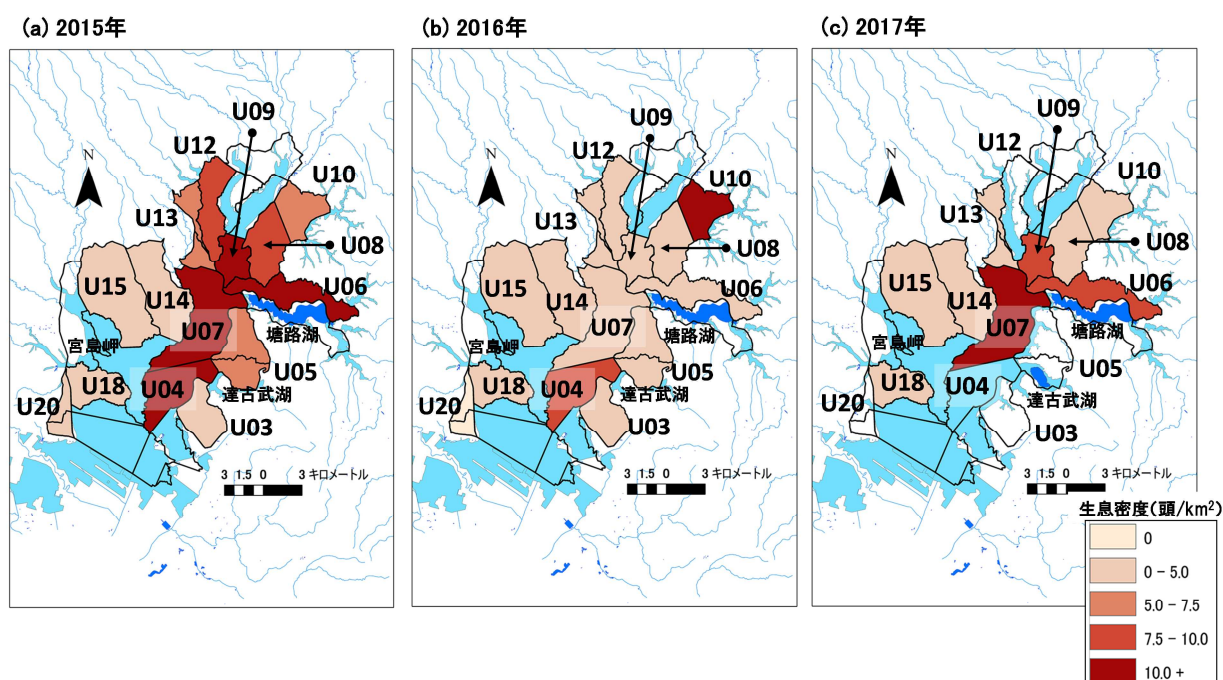
タ (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>) によれば、2015年（2014年11月1日～調査日前日の2015年2月16日）の降雪量は合計**81cm**、2016年（2015年11月1日～2016年2月15日）は**55cm**であったのに対して、2017年（2016年11月1日～2017年2月6日）は**82cm**となり、2015年と2017年はほぼ同様の降雪量であった。また、調査期間中の上空からみた積雪の被覆率は、2015年及び2017年は90～95%であったのに対して、2016年は40～60%であり地面（下層植生）が広範囲にみられた。降雪量が少なかったこの年には、U15などの鶴居村の牧草地が露出しており、牧草を採餌している群れが観察された（2016年2月18日）。また、GPS首輪装着個体の追跡調査（サブテーマ1参照）では、2016年には季節移動を行わず夏の生息地周辺で越冬する事例が観察されている。過去のVHF発信機を用いたテレメトリ研究においても、冬期の生息地への**執着性**（site fidelity）は、夏期と比較して低いことが報告されている^{10),11)}。これらのことから積雪条件によって、シカの季節移動様式が変化し、越冬地の生息密度に年変動が生じると考えられた。釧路湿原では、11月から2月までの降雪量が80cm前後で積雪の被覆率が90～95%ぐらいの年（2015年あるいは2017年）には、越冬期の密度が高まり、湿原中央部を利用する個体が多くなることが明らかとなった（図(2)-7）。降雪量が50～60cm、積雪の被覆率が40～60%の年（2016年）には密度が低下し、農地（主に夏の生息地）周辺を利用する個体が多くなると考えられた。今後、シカの生息地の選択性などについて環境条件とともに解析する必要がある。

観察個体の識別不明個体を除く、「メス1歳以上の個体数」に対する「オス1歳以上の個体数」の割合（以下、性別割合）を図(2)-8に示した。2015年には、周辺のU10やU20でオスの割合が高い一方、湿原中央のU04、U06やU07ではメスの割合が高かった（図(2)- 8a）。2016年にはオスが観察できないユニット（性別割合が0）が14ユニット中10ユニットでみられ、オスの割合は全般的に低かった（図(2)- 8b）。2017年にはU10及びU13でオスの割合が高い傾向を示した一方、U06やU07ではメスの割合が高かった（図(2)- 8c）。個体数管理において生息密度を低下させたい場合、メス1歳以上を中心に捕獲する必要がある。そのため計画を立案する際には性別割合を調べ、メスの割合が高いユニットにおける捕獲を優先させるべきだと考えられる。

湿原内を通る道道クチョロ原野塘路線と右岸堤防沿線の飛行経路及び群れ発見地点を図(2)-9に示した。2017年2月7日午後には7群28頭、2月8日午前には12群73頭、右岸堤防では2月8日に19群178頭をカウントした。道道クチョロ原野塘路線については、午前と午後の時間帯で出没状況は若干異なるが、ほぼ全域で群れを観察した（図(2)- 9a）。右岸堤防では、大島川と幌呂川の合流点以南でシカの群れが多く見られ（図(2)- 9b）、道路法面で採餌している個体を観察した。右岸堤防法面が冬期間の重要な餌資源（牧草など）の供給地となっていることが示唆された。

表(2)-2 釧路湿原周辺地域で強度調査を実施した調査ユニット、観察頭数及び発見率補正係数

調査年	調査ユニット	調査面積 (km ²)	観察頭数		発見率補正 係数 (B/A)	代表植生
			標準調査 (A)	強度調査 (B)		
2015	U07東	13.8	165	309	1.873	湿原・ハンノキ林
	U09西	4.7	61	64	1.049	湿原・ハンノキ林
	U13南	3.6	23	57	2.478	落葉広葉樹林
	U15西	14.7	49	78	1.592	落葉広葉樹林
	U18南	6.0	11	4	0.364	湿原・ハンノキ林
2016	U04東	12.0	46	67	1.457	湿原・ハンノキ林
	U06東	8.2	16	14	0.875	落葉広葉樹林
	U10東	5.8	46	72	1.565	落葉広葉樹林
	U15西	14.7	8	23	2.875	落葉広葉樹林
	U18南	6	13	38	2.923	湿原・ハンノキ林
2017	U06西	5.8	49	40	0.816	落葉広葉樹林
	U10西	5.3	16	28	1.750	落葉広葉樹林
	U15東	15.7	18	52	2.889	落葉広葉樹林

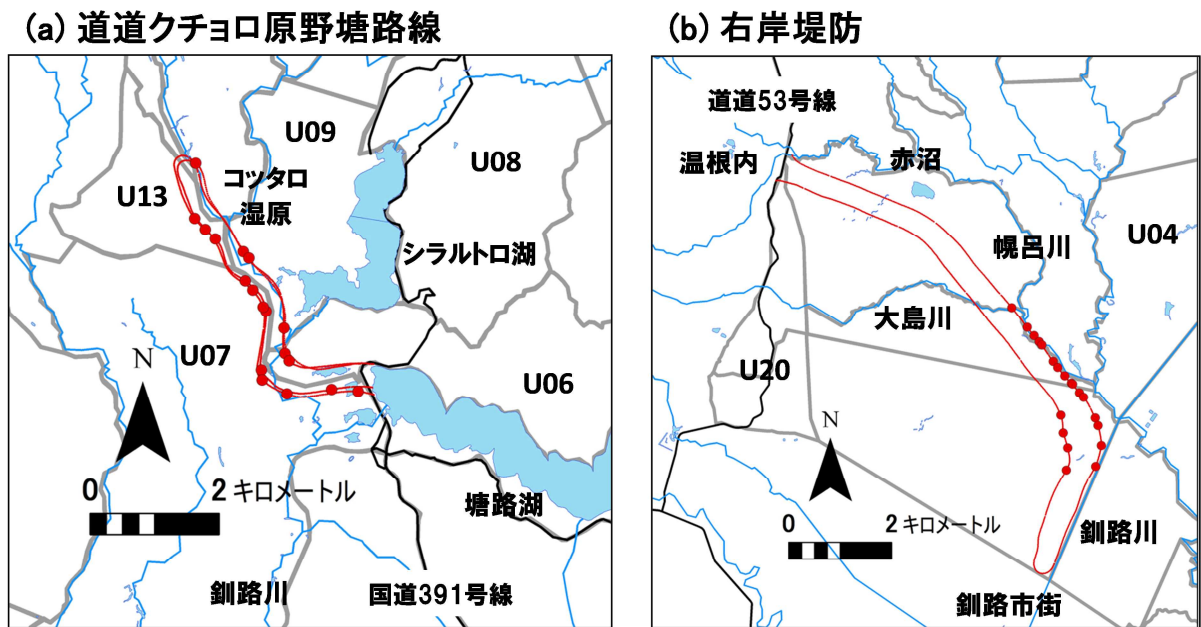
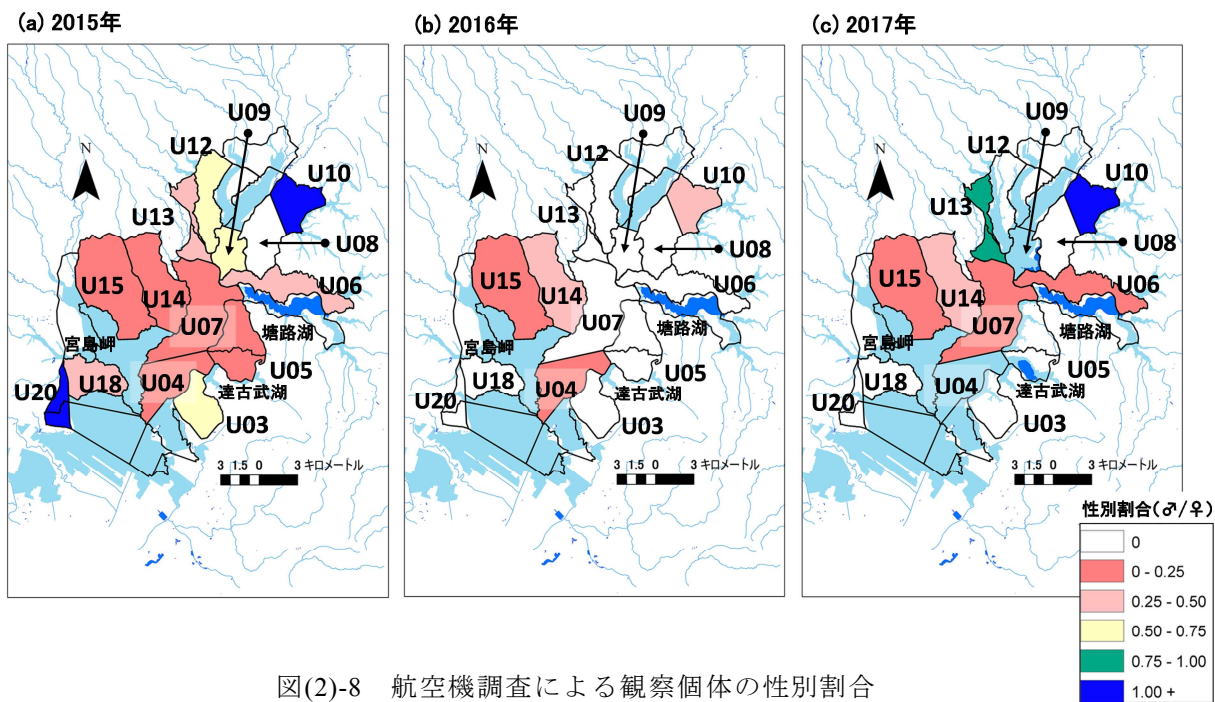
図(2)-6 航空機調査による調査ユニット別のエグシカの推定生息密度
(a) 2015年、(b) 2016年及び(c) 2017年。

表(2)-3 釧路湿原地域における2015年と2016年の観察頭数及び推定生息密度の比較

調査ユニット	調査面積 (km ²)	2015		2016		2017 ^{a)}	
		頭数 (n)	密度 ^{b)} (n/km ²)	頭数 (n)	密度 ^{b)} (n/km ²)	頭数 (n)	密度 ^{b)} (n/km ²)
U03	11.2	30	4.6	10	1.4	—	
U04	16.0	120	13.0	85	8.6	—	
U05	16.8	70	7.2	4	0.4	—	
U06	14.4	85	10.2	28	3.2	102	8.4
U07	27.0	260	16.6	29	1.7	328	14.4
U08	14.0	69	8.5	20	2.3	4	0.3
U09	7.7	61	13.7	9	1.9	64	9.8
U10	11.1	45	7.0	76	11.1	16	1.7
U12	13.3	70	9.1	4	0.5	—	
U13	8.4	32	6.6	8	1.5	9	1.3
U14	21.2	50	4.1	3	0.2	54	3.0
U15	30.4	68	3.9	16	0.9	68	2.7
U18	11.6	16	2.4	17	2.4	3	0.3
U20	5.6	6	1.9	0	0.0	—	
合 計	208.7	982		309		648	

a) 2017 年は調査飛行時間の制限から U03～U05、U12 及び U20 は調査対象外とした

b) 見落とし率 SCF_0 は 1.727 (2015 年)、1.622 (2016 年)、1.185 (2017 年) を用いた。図(2)-7 湿原中央部で雪を掘って採食するエゾシカの群れ (2015年2月)
写真上部がハンノキ林、赤矢印がエゾシカ個体を示す。



（２）湿原植生に及ぼす影響把握手法の確立

１）詳細調査

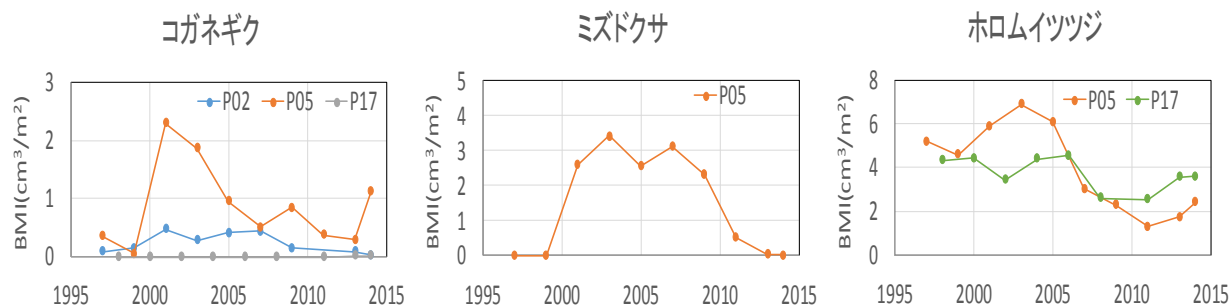
INSPANによる解析の結果、全植生タイプから34種の標徴種が得られた（サブテーマ1の表(1)-11参照）。柵内でのみ標徴種となった種が23種と多くを占め、シカ影響を排除することにより、これらの種が柵内で増加したことが明らかとなった。一方、柵内で減少したことを示す柵外の標徴種が8種、調査区によって柵内または柵外の両方で標徴種となった種が3種確認された。

得られた34種の標徴種のうち、植生タイプ別の平均BMIが柵内または柵外で0.5以上あり、2015年または2016年に標徴種となった種は、サブテーマ1の表(1)-11の赤字または青字で示した22種であった。この中で、ハンノキについては、右岸堤防の柵外調査区に一個体生育していた稚樹の影響で抽出されたため、植生指標種からは除外した。また、柵内外両方の標徴種となった4種は、場所によって反応が異なったため、植生指標種には不適であると考えられた。このうちミゾソバは、一年草であり累積的なシカの影響を受けにくいと考えられるため、シカの影響による現存量の変化を示す長期的な植生指標種としては不適であると考えられた。同様に一年草のキツリフネ及びツリフネソウも植生指標種から除外した。最終的に、高層湿原から3種、低層湿原から10種、湿性林から7種、広葉樹林から2種、全体で16種の植生指標種を選定することができた（サブテーマ1の表(1)-11参照）。これらの種を組み合わせることにより、詳細調査のモニタリングをより簡便かつ効率的に実施することが可能となり、シカの影響により劣化した湿原植生の回復について評価できると考えられる。

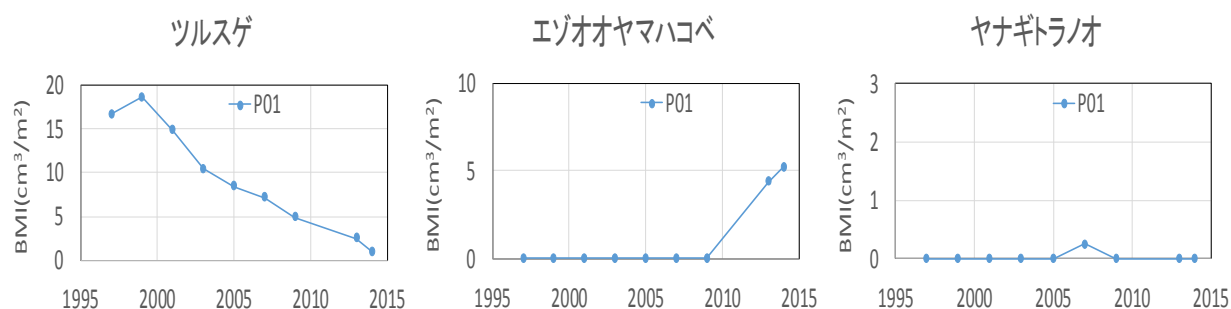
長期モニタリング調査結果のある右岸堤防の調査区から植生指標種の過去の動態を抽出した（図(2)-10）。高層湿原の3調査区では、植生指標種となったコガネギク、ミズドクサ、ホロムイツツジが出現しており、いずれの種もBMIは、概ね2000年以前が低く、2000～2007年にかけて高くなり、2007年以降に再び低下する傾向を示した。これは、釧路総合振興局管内の広域のシカ密度構造において、シカ密度が2000～2006年にかけて低下していた結果と一致した。低層湿原では、調査区P01において植生指標種であるツルスゲが経年で減少した。一方、エゾオオヤマハコベは増加し、ヤナギトラノオに大きな変化はみられなかった。湿性林では、イワノガリヤスが高層湿原の植生指標種の動態と同様の変化を示したが、ツルスゲには増加傾向がみられ、他の植生指標種に大きな変化は認められなかった。柵がない場所での植生変化は、シカによる影響と気象や水位などシカ以外の環境条件の影響が重なって生じる。そのため、一概に植生指標種を用いて過去の増減傾向を評価することはできないが、高層湿原ではシカ密度との関連性が示唆された。

今後もシカによる湿原植生への影響を中長期的に評価していく際には、柵を利用しシカの影響と環境条件を区別してモニタリングを実施していく必要がある。

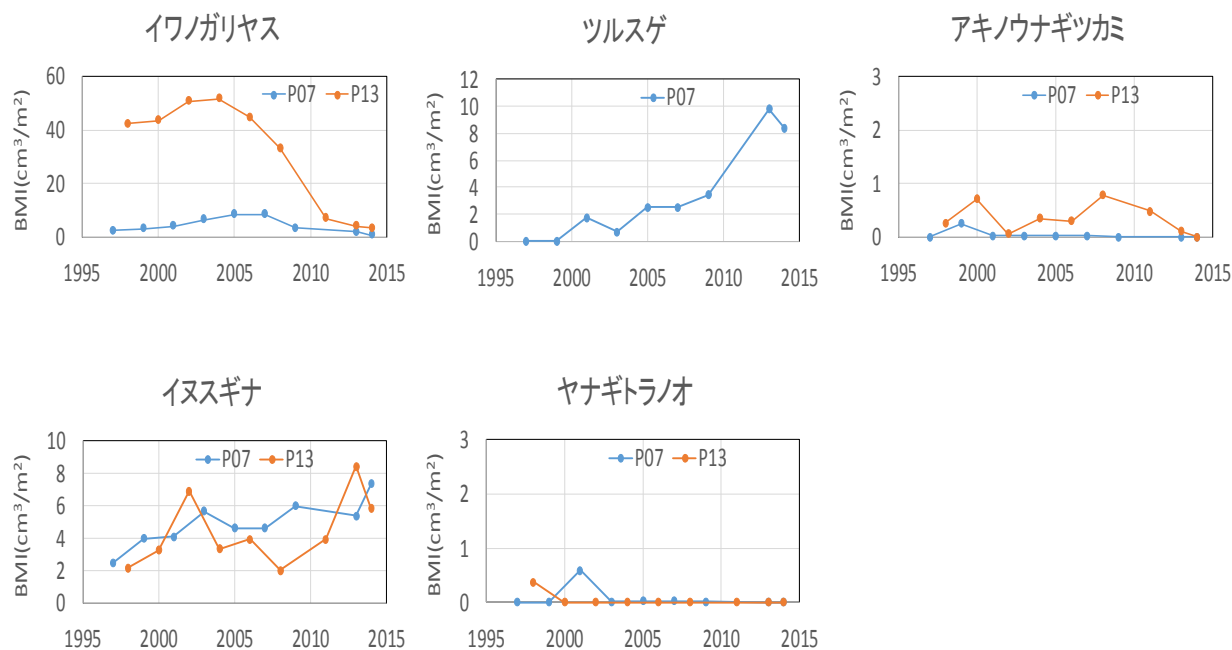
a) 高層湿原



b) 低層湿原



c) 湿性林



図(2)-10 右岸堤防における長期モニタリング調査区内（1997-2014年）での植生指標種の動態

2) 簡易調査

a. 指標候補種の選定

事前の文献調査及び踏査の結果、高層湿原で2種、低層湿原で13種、湿性林で7種、広葉樹林で8種、複数の植生タイプに重複して生育した種を除き合計16種の指標候補種を選定した（表(2)-4）。ハルカラマツ、アキカラマツ、エゾカラマツ及びカラマツソウ、ヤナギトラノオとクサレダマ、エゾシロネとシロネは区別するのが困難であったが、それぞれサイズや外部形態などの生育特性は似ており、シカの嗜好性に大きな違いはないと考えられることから、それぞれカラマツソウ属、オカトラノオ属、シロネ属として解析した。低層湿原に出現したヤナギタウコギは、北海道と日本のレッドデータブックにおいてそれぞれ絶滅危惧種¹²⁾及び絶滅危惧II類¹³⁾に指定されており、9個体中4個体が採食されていた（図(2)-11）。ヤナギタウコギは種子繁殖に大きく依存する1年生草本なので、開花個体に対する採食は個体群の存続に大きな影響を及ぼすと考えられる。高層湿原では他の植生タイプと共通の指標候補種を設定できなかった（表(2)-4）。



図(2)-11 シカによって採食されたヤナギタウコギ
図中の矢印は採食痕を示す。

表(2)-4 各植生タイプにおける指標候補種の個体数、生育密度及び開花個体数

指標候補種	帯状区数				個体数				生育密度(個体数/m ²)				開花個体数			
	Bg	Fn	Sf	Bf	Bg	Fn	Sf	Bf	Bg	Fn	Sf	Bf	Bg	Fn	Sf	Bf
ヤチヤナギ	3				150				3.39				0			
コガネギク	3				19				0.43				2			
ミゾソバ		11	12	3		497	668	28		3.13	7.60	0.17		100	108	0
カラマツソウ属		2	5	10		55	31	338		1.41	1.08	1.09		1	1	0
ツリフネソウ		4	6	1		77	70	11		1.96	2.41	0.13		37	21	0
キツリフネ		3	3	3		44	17	108		1.53	0.85	1.07		2	1	3
ホザキシモツケ		4	7	3		97	13	105		1.54	0.48	1.19		49	0	0
オカトラノオ属		5	3			18	15			0.09	1.27			8	1	
サワギキョウ		2	1			23	9			1.15	0.32			7	0	
オオヨモギ		2		1		18		1		0.46		0.01		0		0
ヨブスマソウ		1		2		1		6		0.07		0.06		0		0
シロネ属		4				82				0.46				47		
アカネムグラ		3				71				0.38				6		
エンコウソウ		1				15				1.47				0		
ヤナギタウコギ		1				9				1.55				2		
チシマアザミ				3				11				0.06				0
合計	6	43	37	26	169	1007	823	608	3.82	3.89	9.36	1.96	2	259	132	3

Bgは高層湿原, Fnは低層湿原, Sfは湿性林, Bfは広葉樹林を示す。

b. 食痕指標種の選定

2015年の詳細調査の結果、高層湿原と広葉樹林で食痕を確認したのは、それぞれコガネギクの1個体とカラマツソウ属の8個体だけだったのに対し、低層湿原ではイワノガリヤスなど7種で40個体の食痕を確認し、湿性林ではミゾソバやツリフネソウなど13種185個体の食痕を確認した（表(2)-5）。湿性林の出現種数は低層湿原と同程度であったが、他の植生タイプに比べて食痕を確認した種が多様で、その個体数も多かった（表(2)-5）。

選定した指標候補種のうち5カ所以上の調査区で出現したミゾソバ、カマラツソウ属、ツリフネソウ、キツリフネ、ホザキシモツケ及びオカトラノオ属について、全体食痕数と食痕率との関係を解析した結果、いずれの指標候補種も食痕率を含むモデルがAICの低いモデルとして選択されたため、全体食痕数と指標候補種の食痕率は正の相関を示すことが明らかとなった（表(2)-6）。これらの結果は、全種の食痕を調査対象としなくても特定の植物種、すなわち食痕指標種の食痕を調査すれば、シカの採食圧とその影響を定量的に評価できることを示唆している。

Augustine and deCalesta (2003)¹⁴⁾は、①嗜好性が高く、②耐性のない形態的特徴を有する種が指標種として適していることを述べている。本研究の指標候補種は、シカによる食痕を確認できた種のみを選定していることから、不嗜好性植物は含まれておらず、いずれの種も嗜好性は比較的高かったと考えられる。一方で、耐性のない形態的特徴を有する指標候補種には、エンコウソウが該当するものの、エンコウソウだけでは分布域が限られており、釧路湿原全域を評価するのは困難である。釧路湿原の全域を評価するためには、形態的な特徴を考慮するよりも、できるだけ調査地に広く分布し、現存量が多い数種を指標種として選定すべきである。従って、生育密度が高く、全体食痕数と正の相関を示したミゾソバやカラマツソウ属、キツリフネ、ツリフネソウ及びホザキシモツケは、釧路湿原における採食の影響を簡便に評価するための食痕指標種として有効だと考えられる。これらのうち、木本類であるホザキシモツケは冬期も採食され、食痕の発生した季節が他種と異なるため、適正に影響を評価できない可能性が考えられる。コガネギクは、高層湿原以外の植生タイプでは確認できなかったが、生育密度が高く、帯状区外では食痕数も多かったため、食痕指標種として適していると考えられる。

これらの結果から、本研究ではミゾソバ、カラマツソウ属、キツリフネ、ツリフネソウ、オカトラノオ属及びコガネギクの6種を食痕指標種として選定した（図(2)-12）。

表(2)-5 詳細調査における各植生タイプの採食された維管束植物種とその個体数(2015年)

植生タイプ	方形区数	採食された種	採食された個体数
高層湿原	3	コガネギク	1
低層湿原	7	アオミズ, イワノガリヤス, コガネギク, ドクゼリ, ホザキシモツケ, ミゾソバ, ヨシ	40
湿性林	7	アキノウナギツカミ, オオカサスゲ, カサスゲ, カブスゲ, クサレダマ, コウヤワラビ, ツリフネソウ, ドクゼリ, ノリウツギ, ハンノキ, ホザキシモツケ, ミゾソバ, ヨシ, 不明種	185
広葉樹林	6	カラマツソウ	8

地衣類, コケ類は除く。

表(2)-6 各調査区の全体食痕数を目的変数とした一般化線形混合モデル（GLMM）によるパラメーターの推定値とモデル選択

パラメーター	係数		AIC	ΔAIC
	切片	食痕率		
ミゾソバ				
食痕率	-0.74	3.82	310.8	
Nullモデル	-0.38		366.9	56.1
カラムツソウ属				
食痕率	-0.38	5.66	198.3	
Nullモデル	0.23		204.8	6.5
ツリフネソウ				
食痕率	-0.36	3.43	75.8	
Nullモデル	-0.21		99.8	24.0
キツリフネ				
食痕率	-6.44	21.08	154.4	
Nullモデル	7.46		155.0	0.6
ホザキシモツケ				
食痕率	0.11	0.74	226.5	
Nullモデル	0.31		238.2	11.7
オカトラノオ属				
食痕率	0.38	1.34	59.4	
Nullモデル	0.68		66.3	6.9



図(2)-12 2016年に選定した食痕指標種

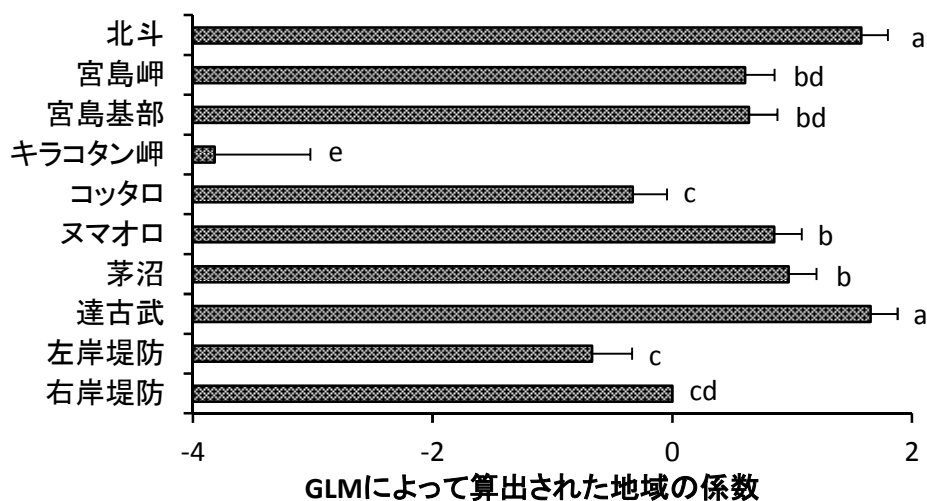
左上：ミゾソバ、中央上：キツリフネ、右上：ツリフネソウ、左下：コガネギク、中央下：オカトラノオ属、右下：カラムツソウ属。

c. 食痕指標種を用いたシカの影響評価

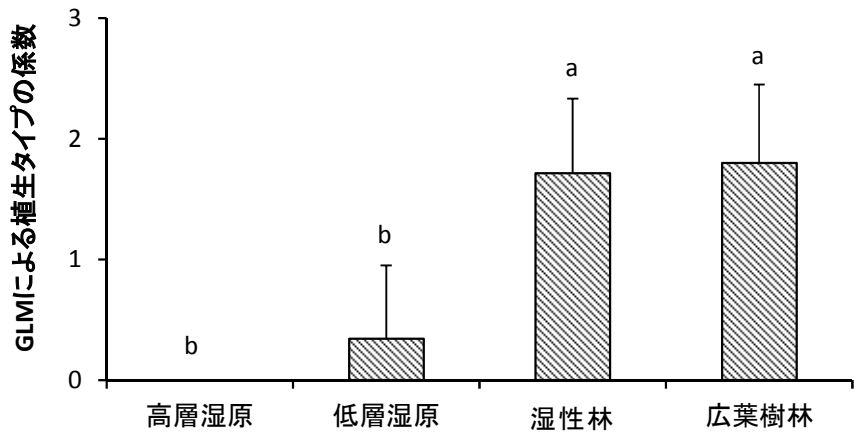
GLMの結果、地域名、植生タイプ及び食痕指標種を含むモデルのAICが最も低かったため、シカが植生に及ぼす影響は、地域や植生タイプによって異なり、食痕指標種の嗜好性は種によって異なることが示唆された（表(2)-7）。GLMによって算出された各地域の係数は、キラコタン岬で最も低く、次いで左岸堤防、コッタロが続き、達古武及び北斗の係数が顕著に高かった（図(2)-13）。冬期に実施した航空機調査では、コッタロ周辺の生息密度は北斗周辺や右岸堤防周辺よりも高かったことから、冬期と夏期でシカの利用する地域が大きく異なることが示唆された。また、GLMによって算出された植生タイプの係数は、高層湿原や低層湿原に比べ広葉樹林及び湿性林で有意に高かった（図(2)-14）。航空機調査では、冬期間のシカは湿原植生や広葉樹林を選択的に利用していたことから、冬期と夏期で選択する植生タイプは変化することが示唆された。さらに、GLMによって算出された食痕指標種の係数から、ミゾソバに比べてキツリフネの嗜好性は低く、オカトラノオ属の嗜好性が高いことが示唆された（図(2)-15）。

表(2)-7 植生指標種における食痕の有無を目的変数とした一般化線形モデル（GLM）におけるベストモデル

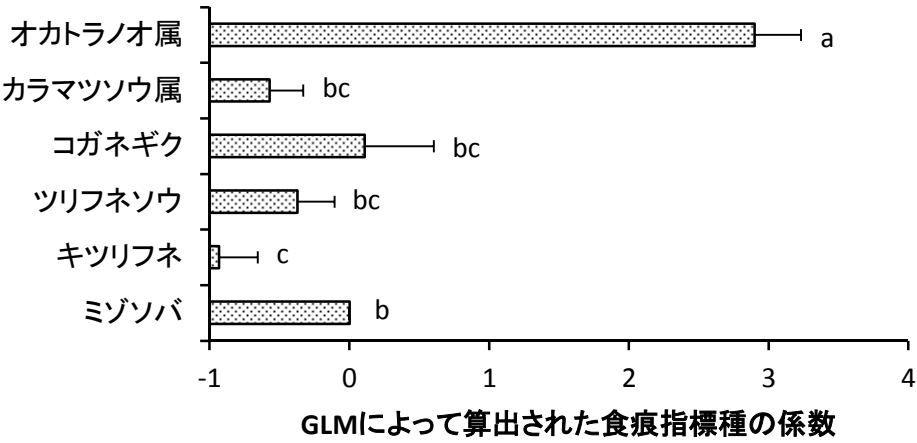
説明変数の種類	AIC	Δ AIC
地域名、植生タイプ、食痕指標種	2766.9	0
地域名、食痕指標種	2860.9	94.01
地域名、植生タイプ	2869.8	102.89
地域名	2931.3	164.37
植生タイプ、食痕指標種	2961.2	194.22
植生タイプ	3017.4	250.48
食痕指標種	3064.9	298.01
Nullモデル	3129.3	362.36



図(2)-13 一般化線形モデル（GLM）によって推定された地域の係数
右岸堤防を0とした場合の相対値を示す。エラーバーは標準誤差を示す。



図(2)-14 一般化線形モデル（GLM）によって推定された植生タイプの係数
高層湿原を 0 とした場合の相対値を示す。エラーバーは SE を示し、異なるアルファベット間には有意差があることを示す。



図(2)-15 GLM によって推定された食痕指標種の係数
ミゾソバを 0 とした場合の相対値を示す。エラーバーは標準誤差を示し、異なるアルファベット間には有意差があることを示す。

（３）タンチョウの湿原利用状況の把握

１）既存の分布調査の地図化

タンチョウは、釧路市阿寒町や鶴居村の大給餌場に集中して飛来していた（図(2)-16）。また、釧路湿原南部においては（図(2)-16の黒丸内）、調査自体が行われていないことが分かった。さらに前期と後期を比較したところ、大給餌場でも、鶴居村の伊藤・鶴居タンチョウサンクチュアリ、釧路市音別町及び標茶町では増加している一方で、同じ鶴居村鶴見台では減っていた（図(2)-17）。

また、釧路総合振興局管内において釧路湿原を含む湿原域の多くは、冬期のタンチョウに関して調査自体が未実施なエリアであり、現地調査による飛来確認が不可欠であることが明確となった。

２）タンチョウの分布及び行動様式の把握

1月あるいは2月にタンチョウの生息が確認出来た地域は、北斗・茅沼・ヌマオロ・コッタロ・宮島岬（鶴居村久著呂）・釧路川右岸堤防（鶴居村温根内）の主に湿原の周縁部であった。つまり、周縁部においては、冬期でも湧水により凍結していなければタンチョウが飛来すると考えられる。このうち、コッタロ湿原及び釧路川右岸堤防については、以下に記述する。

a. コッタロ湿原

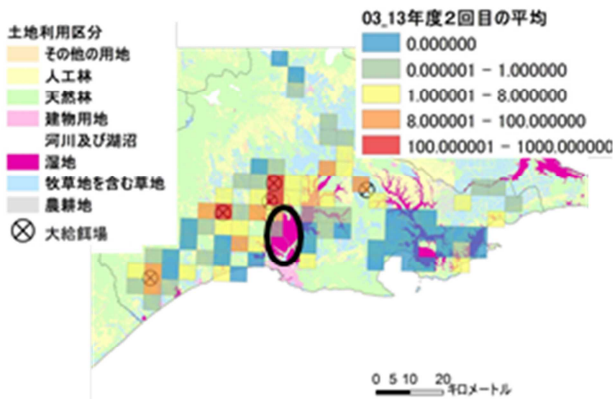
2015年1月から2月において湧水地あるいは小河川内におけるタンチョウの飛来を直接観察あるいは足跡により複数箇所確認し、さらには近隣の小給餌場及び採餌場所と湿原内との個体の行き来が確認された。このため、2016年度はコッタロ展望台からの定点観察を重点的に行った。その結果、2016年2月8日の日没及び2月9日夜明けにおいて、茅沼温泉給餌場を利用するタンチョウ家族（リング「T 6 9」つきを含む成鳥2個体幼鳥1個体）が、コッタロ展望台周辺の小河川の同じ場所に長時間滞在することを確認した（図(2)-18）。睡眠行動を観察したので、その場所は「ねぐら（夜間睡眠を行う小河川あるいは湧水地）」と判断された。さらにコッタロ展望台における定点観察及び踏査により、湿原内に2016年2月で4～6家族が飛来していると推察された。ただし、エゾシカの捕獲適地と考えられるコッタロ湿原中央部の道道クチョロ原野塘路線周辺では、飛来頻度が高くなく、冬期においては湿原中央部にタンチョウ利用確率の低い地域が存在すると考えた。このため、コッタロ湿原の道道クチョロ原野塘路線周辺でのタンチョウの飛来動向に関しての空間解析を行った（図(2)-19）。図中に示した赤い四角をエゾシカ捕獲候補地とし、この四角内において、12月から3月の間のタンチョウ確認位置及び足跡の発見位置を抽出し、湧水地及び河川距離との関係を図(2)-20に示した。その結果、118ポイント中116ポイント（98%）が、湧水地から200m以内あるいは河川から200m以内で発見された。従って、捕獲候補地内における河川から200m、湧水地から200mのバッファを発生させることで、タンチョウの利用確率が高いエリアを抽出することが可能だと考えられた（図(2)-21）。その結果、河川及び湧水地がない道道西側には利用確率が低いエリアがあることが示された。

コッタロ展望台下（ねぐら周辺）及び茅沼温泉給餌場のカメラ画像による月別のタンチョウの平均確認数を示した（図(2)-22a及び図(2)-22b）。同時に道道クチョロ原野塘路線周辺での月別のエゾシカ平均確認頭数について図(2)-22cに示した。2016年2月に、コッタロ展望台下でのタンチョウの確認数がピークを示したが、3月には減少し、5月には確認されなかった。ただし、次のシー

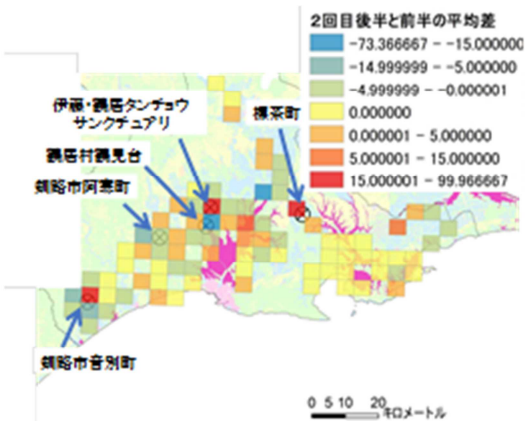
ズンにおいては、10月から12月までしか確認できず、2017年1月～3月においてはコッタロ展望台下を「ねぐら」として利用しなくなった（図(2)-22a）。茅沼温泉給餌場においては、カメラ設置直後の2016年2月には、コッタロ湿原で「ねぐら」を形成する家族を含めたタンチョウの飛来があったが、給餌場としての利用は3月までであり、4～5月は確認されなくなった（図(2)-22b）。2016年度では、タンチョウの茅沼温泉給餌場への飛来が11月から見られ、確認数のピークが2017年2月前後であることがわかった（図(2)-22b）。エゾシカの確認頭数は、2016年1月から3月にかけて多くなったが、4月には急減した。夏期にはほとんど確認されず、秋以降増加する傾向が示された（図(2)-22c）。

コッタロ展望台下における月別確認数をもっとも多かった2016年2月について、リング付き個体を含む家族（幼鳥を入れて3個体）に対する時刻別平均確認数を図(2)-23aに示した。その結果、朝方7時あるいは8時にピークを示し、9時あるいは10時以降は確認数が減少した。この時刻前後に「ねぐら」からタンチョウは離れ、給餌場等の採餌場所へ移動すると推測された。茅沼温泉採餌場での画像により識別されたリング付き個体の時刻別平均確認数を図(2)-23bに示した。午前から午後にかけて確認数が増加し、日没直前にピークを示す傾向があり、図(2)-23aと対応関係にあったことから、ねぐら－給餌場間の移動様式を明確することができた。2月のエゾシカの確認頭数は朝方で少なく、日没にかけて増加する傾向が見られた（図(2)-23c）。

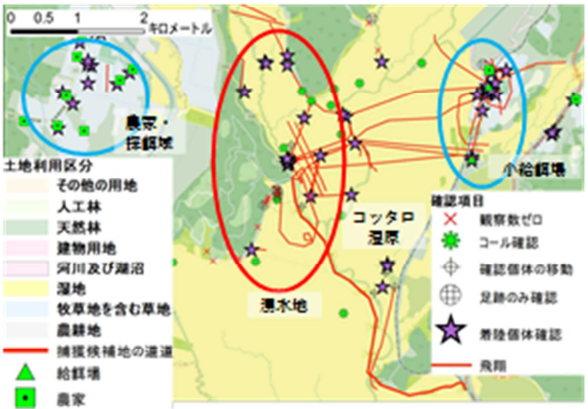
2016年12月から2017年3月までのリング付き個体の時刻別平均確認数を図(2)-24に示した。リング付き個体は、茅沼温泉給餌場に12月から飛来しており、特に2017年2月の日没前後16時での確認数は約0.23（図(2)-24c）と、2016年2月の約0.07（図(2)-23b）から3倍に増加した。



図(2)-16 2003年度～2013年度タンチョウ
一斉カウント1月調査の5kmメッシュの平均
観察数



図(2)-17 タンチョウ一斉カウント1月
調査の前後期の平均値の差

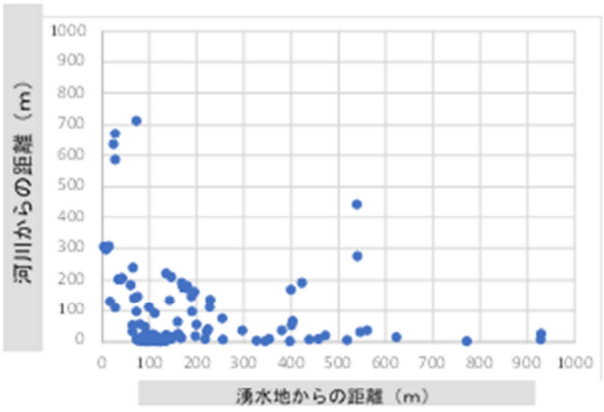


図(2)-18 2016年12月～3月におけるタン
チョウの分布

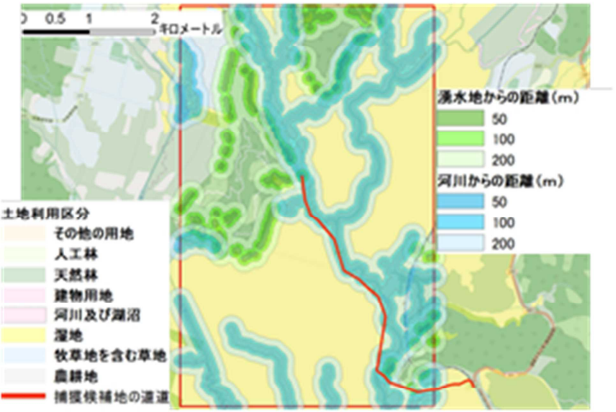


図(2)-19 コッタロ湿原のエゾシカ捕獲候補
地内におけるタンチョウの飛来動向の空間
解析

太い赤線がエゾシカ捕獲候補地である道
道クチャロ原野塘路線



図(2)-20 湧水地及び河川からタンチョウ
確認位置までの距離

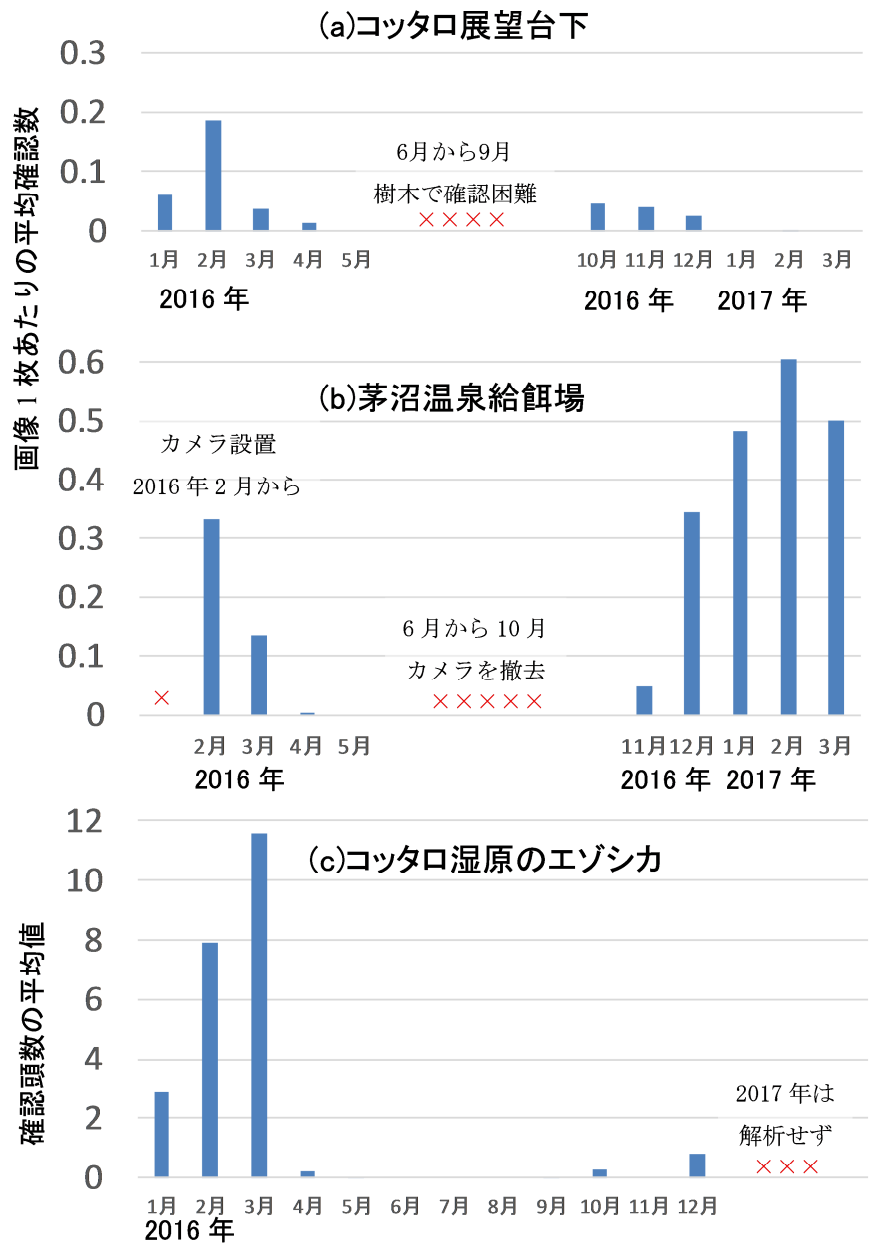


図(2)-21 コッタロ湿原エゾシカ捕獲候補
地内でのタンチョウの利用確率の高い場
所の抽出

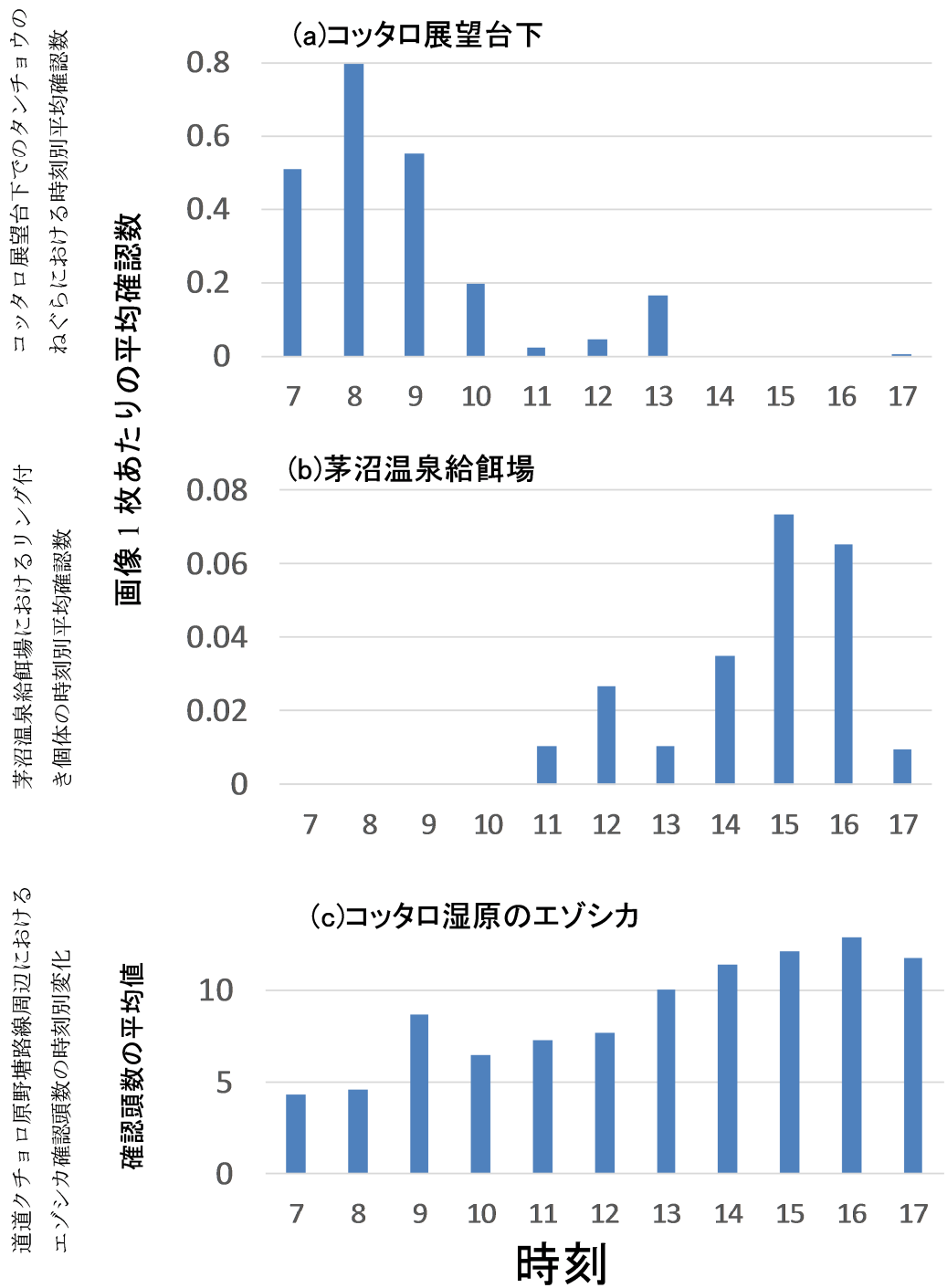
コッタロ展望台下でのタンチョウの
ねぐらにおける月別平均確認数

茅沼温泉給餌場におけるタンチョウの
月別平均確認数

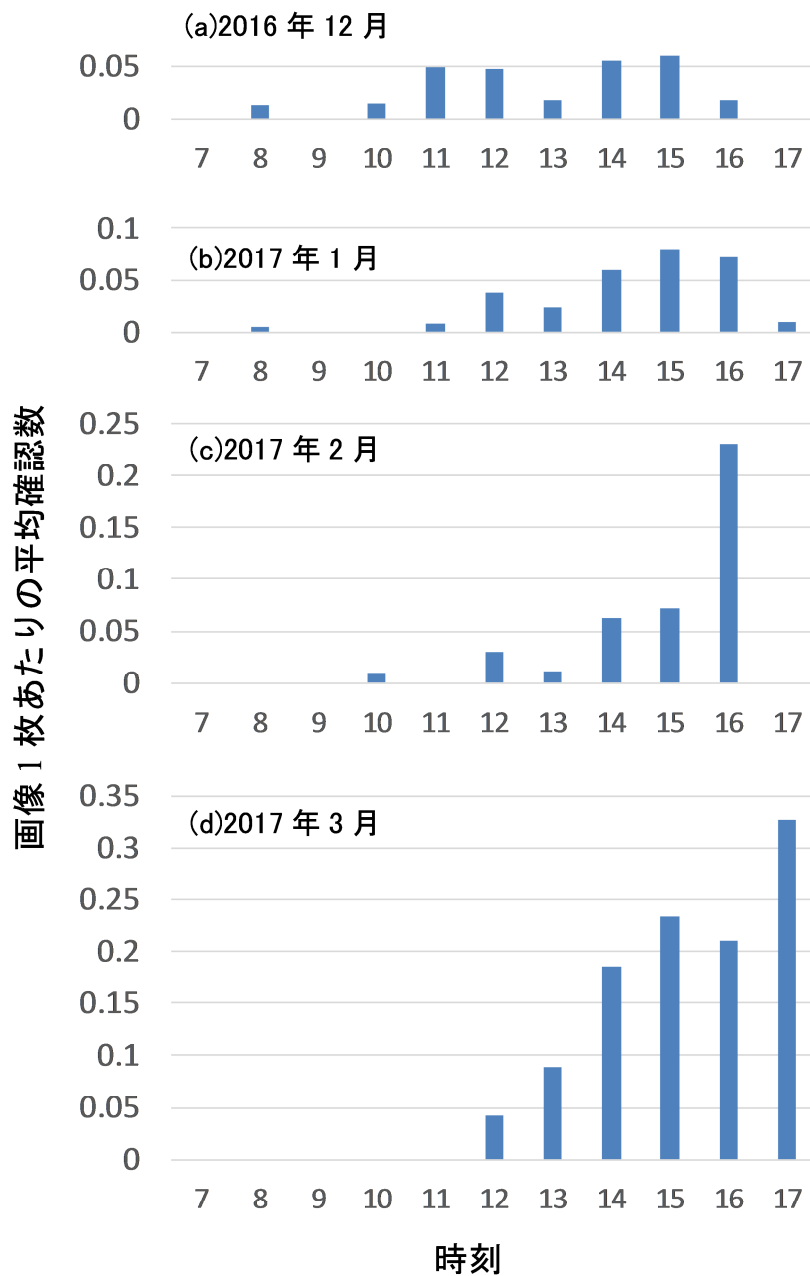
道道クチョロ塘路原野線周辺にお
けるエゾシカ確認頭数の月別変化



図(2)-22 2016年1月～2017年3月における(a)コッタロ展望台下及び(b)茅沼温泉給餌場におけるタンチョウの月別平均確認数、(c)道道クチョロ塘路原野線周辺におけるエゾシカの確認頭数の月別変化



図(2)-23 2016年2月における(a)コッタロ展望台下でのねぐら及び(b)茅沼温泉給餌場におけるリング付き個体を含む家族の時刻別平均確認数、(c)道道クチョロ塘路原野線周辺におけるエゾシカの確認頭数の時刻別変化



図(2)-24 コッタロ湿原を利用するリング付き個体を含む家族の茅沼温泉給餌場における時刻別平均確認数、(a) 2016 年 12 月、(b) 2017 年 1 月、(c) 2 月及び(d) 3 月

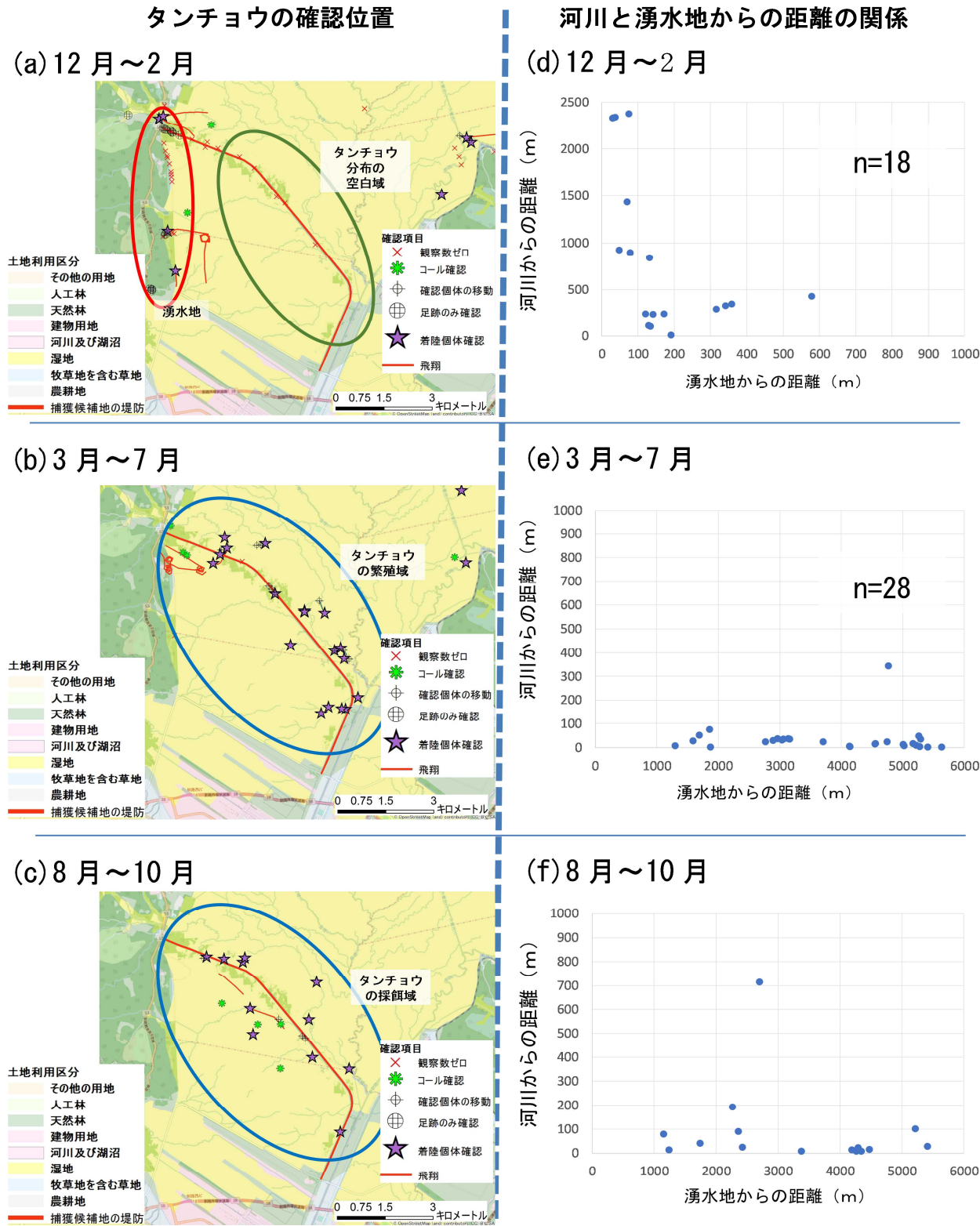
b. 釧路川右岸堤防

釧路川右岸堤防周辺では、最大9個体のタンチョウの飛来を確認した（表(2)-8）。ただし、冬期においては湿原周縁部の湧水地でタンチョウの飛来が見られるものの、湿原中央部は完全に凍結するため、タンチョウの観察記録がなかった（図(2)-25a）。また、3月23日には湿原中央部を含む全域で最大9個体を確認したところから、その時期（営巣直前）にはテリトリー防衛のため、飛来し積極的に姿を現しているものと考ええる。3月から7月までは（テリトリー形成期及び造巣期、抱卵期、育雛前期）、エゾシカ捕獲地候補である右岸堤防全域が「繁殖域」とであると判断され（図(2)-25b）、おおむね5番が繁殖していると推察された。夏期においては営巣場所から親鳥及び雛が離れないため、観察数が少ない場合もあったが、雛が飛翔できるようになる7月までは、湿原内への立ち入りには細心の注意が不可欠と考える。さらに8月以降においても、右岸堤防全域でタンチョウが観察されているため、引き続き「採餌域」として利用されていることが確認された（図(2)-25c）。

次にGIS情報を用いて12月から2月までの右岸堤防周辺のタンチョウ確認位置と湧水地及び河川との距離の関係を示した（図(2)-25d）。これによると、その期間にタンチョウが観察された18ポイントのうち、湧水地から500m以内に17ポイントがみられた（94%）。また、3月から7月までのタンチョウ繁殖期では、28ポイントのうち27ポイント（96%）が河川から100m以内で観察されたことがわかった（図(2)-25e）。ただし、この時期には湧水地近くでの現地調査を行っていないため、湧水地との距離関係は検出されなかった。さらに8月から10月においても、15ポイントのうち14ポイント（93%）で観察されたタンチョウは河川から100m以内を利用していた（図(2)-25f）。冬期におけるタンチョウの利用確率が高いエリアとして、エゾシカ捕獲候補地内の湧水地を中心に500mのバッファーを発生させた（図(2)-26a）。12月～2月における釧路川右岸堤防周辺での捕獲作業に関しては、ほとんどのタンチョウの飛来が湧水地周辺と考えられるので、特に2月の解氷期においては攪乱防止に配慮が必要である。さら3月～10月でのタンチョウの利用確率の高いエリアとして、河川を中心に200mバッファーを発生させた（図(2)-26b）。3月～10月においては、河川環境が営巣及び採餌環境として利用確率の高いエリアと考えられるため、捕獲前のタンチョウ確認作業として、ドローン等を用いて重点的に行う必要性があろう。

表(2)-8 釧路川右岸堤防におけるタンチョウ最小確認数

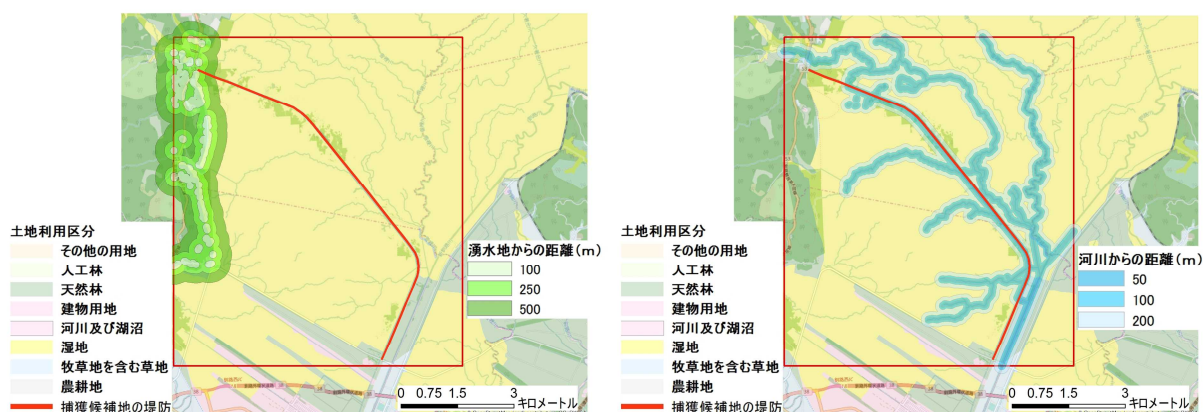
年月日	開始時間	終了時間	目視数	コールのみ	足跡のみ	最小確認数	備考
2015年1月9日	9時34分	14時21分	0	0	0	0	徒歩、下流側半分
2015年2月25日	9時38分	14時30分	3	0	0	3	徒歩、上流側半分
2015年7月23日	10時02分	11時52分	0	0	0	0	
2015年9月17日	10時15分	12時30分	2	1	0	3	
2015年10月22日	10時20分	11時30分	7	2	0	9	ドローン試験飛行
2015年10月29日	9時53分	12時12分	5	2	0	7	
2015年12月10日	10時28分	12時32分	0	0	0	0	カメラメモリー交換
2016年2月12日	11時16分	16時23分	0	0	2	2	
2016年3月23日	9時27分	13時19分	9	0	0	9	
2016年6月6日	11時22分	15時01分	5	0	0	5	
2016年7月12日	10時01分	14時56分	2	0	0	2	
2016年8月1日	10時00分	15時00分	4	0	0	4	植生区調査
2016年10月20日	10時00分	12時50分	5	0	0	5	
2016年12月14日	9時38分	11時08分	0	0	0	0	



図(2)-25 釧路川右岸堤防周辺での(a) 12月～2月、(b) 3月～7月、(c) 8月～10月におけるタンチョウ確認位置、及び(d) 12月～2月、(e) 3月～7月、(f) 8月～10月での湧水地及び河川からの距離

(a) 12月～2月

(b) 3月～10月



図(2)-26 冬期及び春期から秋期での右岸堤防エゾシカ捕獲候補地内でのタンチョウの利用確率の高い場所の抽出

(a) 12月～2月、(b) 3月～10月。

3) シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議の開催による専門家意見集約

以下の項目について、会議出席者からの提言内容及び、その提言に対して、今後検討すべき対策についてまとめた（表(2)-9）。

a. エゾシカ捕獲一般

前項までで述べたタンチョウの湿原利用状況を見る限りにおいては、釧路湿原内でのエゾシカ捕獲は、場所と時期を選ぶことで可能であるという意見が大勢を占めた。ただし、捕獲はなるべく短期間かつ少人数で行い、さらに一般狩猟ではなく、専門家による許可捕獲であるべきとの意見があった。また、肉等の有効活用を優先すると、捕獲数が限定されるので切り離して考えるべき、との意見も出された。詳細なエゾシカ捕獲手法が決定前であることから、希少鳥類保全地域連絡会議と同様なメンバーにより、再度詳細な手法検討を行うことに対して反対意見は出なかった。このことから、コッタロ湿原及び釧路川右岸堤防周辺におけるエゾシカ捕獲に関しては、希少鳥類保全専門家あるいは関係者との合意形成への道筋はついたものとする。

b. 夜間捕獲

タンチョウの夜間行動を把握すれば、釧路川右岸堤防での銃器を使つての夜間捕獲も可能であろうとの意見が出された。夜間は「ねぐら」に移動するため、堤防周辺に存在しない可能性がある。ただし、釧路川右岸堤防周辺においては、「ねぐら」位置が不明であるため、体系的な自動撮影カメラの設置あるいはドローン調査（後述）等を検討すべきと考える。

c. 囲いわな

囲いわなに関しては、餌をサイレージ等にするすることで、タンチョウの誘引を防ぐことが可能であり、上部に網（屋根）がないので、タンチョウはわな外に出ることが可能で影響は少ないとの意見が大勢を占めた。さらに、くくりわなに関してもタンチョウの後肢が通るサイズでなければ、混獲の可能性は小さいとの意見が出された。このため、囲いわな等のわなを湿原内での捕獲手法の一つとして活用すべきと考える。

d. 残滓の回収

エゾシカ残滓の回収を見合わせることは、ヒグマを誘引し、人間に対してきわめて危険な状況

を作り出し、キツネ・タヌキ等をも誘引し、湿地生態系を攪乱するとの意見が大勢を占めた。さらにオジロワシ・オオワシの残滓への過度な依存は負の要因となる、との意見も出された。このため、エゾシカ残滓の回収を見合わせることに對しては、さらなる検討や影響評価につながる調査研究が必要であろう。

e. ドローン調査

ドローン調査のタンチョウへの影響は少ないとの意見でほぼ一致した。また、ドローンは、タンチョウの採餌個体あるいは営巣地、ねぐら等の確認作業へ適用可能との意見があった。しかしながら、捕獲前にドローンを運用することで、エゾシカが学習してドローンから逃避する可能も指摘された。ドローン調査を継続し、タンチョウのみならずエゾシカの反応も見ていく必要がある。

f. 普通種モニタリング

草原性鳥類等の普通種へのモニタリングが必要との意見が出された。湿原生態系回復へのエゾシカ捕獲実施の効果測定項目として位置づけられるため、その実施を検討すべきと考える。

表(2)-9. シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議の専門家提言

検討項目	提言内容	検討すべき対策
A. エゾシカ捕獲一般	○釧路湿原内でのエゾシカ捕獲は、場所と時期を選ぶことで可能である。 ○捕獲は、なるべく短期間かつ少人数で実施 ○一般狩猟ではなく、専門家による許可捕獲 ○肉等の有効活用を優先すると、捕獲数が限定されるので切り離して考えるべき ○実施前に希少鳥類の専門家を交えて手法検討	●コッタロ湿原及び釧路川右岸堤防での専門家による捕獲の検討及び実施
B. 夜間捕獲	○タンチョウの夜間行動を把握すれば、釧路川右岸堤防での銃器による夜間捕獲等が可能 ○夜間は「ねぐら」に移動するため、堤防周辺に存在しない可能性あり	●釧路川右岸堤防における自動撮影カメラ設置 ●「ねぐら」調査の実施検討
C. 囲いわな	○餌をサイレージ等にすることで、タンチョウの誘引を防ぐことが可能 ○囲いわなは上部に網がないので、タンチョウは外に出ることが可能 ○くくりわなに関してもタンチョウの混獲の可能性小	●コッタロ湿原及び釧路川右岸堤防での囲いわな及びくくりわなの実施
D. 残滓の回収	○ヒグマを誘引し、人間に対して危険 ○キツネ・タヌキ等を誘引し、湿地生態系を攪乱 ○オジロワシ・オオワシの残滓への過度な依存は負の要因	●エゾシカ残滓の生態系への影響評価手法の開発
E. ドローン調査	○タンチョウへの影響小 ○タンチョウの採餌個体あるいは営巣地等の確認作業へ適用可能 ○エゾシカが学習し、ドローンから逃避する可能あり	●ドローン調査の継続
F. 普通種モニタリング	○草原性鳥類等の普通種へのモニタリングが必要 ○湿原生態系回復へのエゾシカ捕獲実施の効果測定	●モニタリングの検討

(4) 管理計画

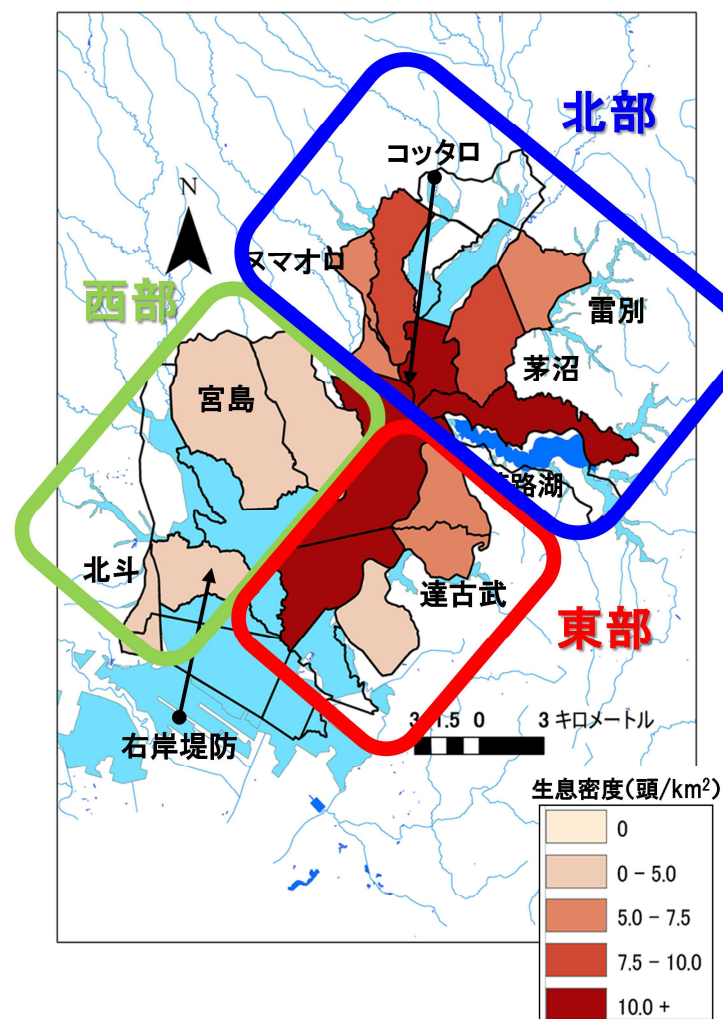
1) ユニット別管理

14ユニットを調査した2015年の航空機調査の結果から、調査範囲(208.7km²)の個体数は約1,600頭±540頭(±95%信頼区間)と推定された(表(2)-10)。周辺の森林部を含む釧路湿原全域ではおよそ2,000頭が越冬していると推測される。ただし、2016年及び2017年の結果から明らかなように積雪条件等によって越冬数は変動することに注意が必要である。航空機調査の調査ユニットを基に、図(2)-27のとおり3つの管理ユニット(東部、北部及び西部エリア)に区分して越冬期の密度及び個体数を推定した(表(2)-10)。捕獲がない場合の年増加率を20%¹⁵⁾と仮定すると、個体数を減少させるための年間の捕獲目標数は、東部エリアで150頭以上、北部エリアで130頭以上、西部エリアで50頭以上、合計330頭以上と設定することができる。なお、推定個体数や捕獲目標数については現時点では目安であり、今後新しい情報等を含めて精査する必要がある。東部エリアでは主に達古武地域、北部エリアではコッタロ地域(道道クチョロ原野塘路線を含む)、西部エリアでは北斗～宮島地域(右岸堤防を含む)で個体数管理の具体的な実行計画を策定すべきだと考えられた。また、北部エリアではオスの割合が高い雷別(U10)を避けて、塘路(U06)や茅沼(U09)周辺で捕獲を優先すべきである。

東部エリアで環境省が実施したGPSを装着した個体の追跡記録によると、冬期間、達古武地域を利用していた個体が、夏期には標津町・別海町・標茶町など広域に移動したことが判明している¹⁶⁾。このような広域に季節移動している個体を対象にした場合は、釧路湿原内でのシカ管理だけでは不十分であり、釧路総合振興局及び根室振興局を含む広域連携の管理が重要になる。釧路総合振興局及び根室振興局における地域連絡協議会等において情報共有を図るとともに、国(環境省や北海道森林管理局)、北海道及び市町村が連携した対策が必要だと考えられる。

表(2)-10 管理ユニット別のエゾシカの推定密度及び推定個体数
2015年調査結果をもとに推定。

管理 ユニット	調査 ユニット	調査面積 (km ²)	推定密度 (±95%CI)	推定個体数 (±95%CI)
東部 エリア	U03	71.0	10.4 (±8.6)	738 (±611)
	U04			
	U05			
	U07			
北部 エリア	U06	68.9	9.2 (±2.7)	634 (±186)
	U08			
	U09			
	U10			
	U12			
西部 エリア	U13	68.8	3.0 (±1.7)	206 (±117)
	U14			
	U15			
	U18			
全 域		208.7	7.8 (±2.6)	1,628 (±543)



図(2)-27 広域の管理ユニット試案（生息密度は2015年の推定結果）

2) 生物多様性に配慮した捕獲戦術

サブテーマ1によって、道道クチョロ原野塘路線及び右岸堤防沿線で越冬しているシカ個体を追跡した結果、一年中湿原内を利用している個体の割合が多いことが判った。このことから、この地域で越冬しているシカを捕獲し密度を低下させることは、生物多様性保全に大変有益である。

本研究では、タンチョウの湿原利用の実態の一部を解明した。タンチョウは冬期、湧水地や小河川を主にねぐらとして利用しており、午後の時間帯は湿原外に人為的に設置された給餌場周辺を主に利用している。このことから、冬期は場所（湧水地周辺を避ける）と時間帯（夜間～午前中を避ける）を住み分けることにより、タンチョウに配慮した捕獲戦術を立てることが可能である。捕獲実施前にはドローン等を用いて銃弾が届く範囲内でのタンチョウの有無を確認することで、さらに安全な捕獲が可能になると考えられる。また、釧路川右岸堤防周辺、特に湿原中央域では冬期においてタンチョウの利用確率の低いエリアが存在することがわかったため、その時期

の捕獲は十分に可能だと考えられた。今後の課題としては、コッタロ湿原あるいは釧路川右岸堤防周辺とは異なる地域でも同様の傾向があるのか、把握することが必要である。春～秋期は、タンチョウは繁殖や採餌のため広域に湿原を利用していたことから、この時期の捕獲には主に混獲がないワナ等を検討することや時間帯における飛来動向の把握が重要と考える。

3) 植生保護手法

植生を緊急避難的に保護するためには、シカ排除柵が有効である。全国各地でその事例があるが北海道内では、阿寒国立公園の森林¹⁷⁾や知床国立公園の海岸草原¹⁸⁾でシカ排除柵の効果が明らかになっている。シカ排除柵は、シカの採食圧や踏圧から物理的に湿原植生を保護することができるため、ヤナギタウコギなどの絶滅リスクが高い希少植物やシカの影響を受けやすい脆弱な植生を緊急的に保護するのに有効な手法である。

シカ排除柵の設置によってシカの影響を環境条件の影響と区別して評価できる点も重要である。本研究では、シカ排除柵を用いた詳細調査によって植生指標種を抽出した。植生指標種は、シカによる現存量の変化を簡便に評価することができる種であるため、湿原植生に及ぼす中期的なシカの影響を評価するのに適していると考えられる。また、植生指標種を利用した簡便な柵内外の比較により、シカによる影響を受け劣化していた植生が回復していく状況を把握することが可能であると考えられる。

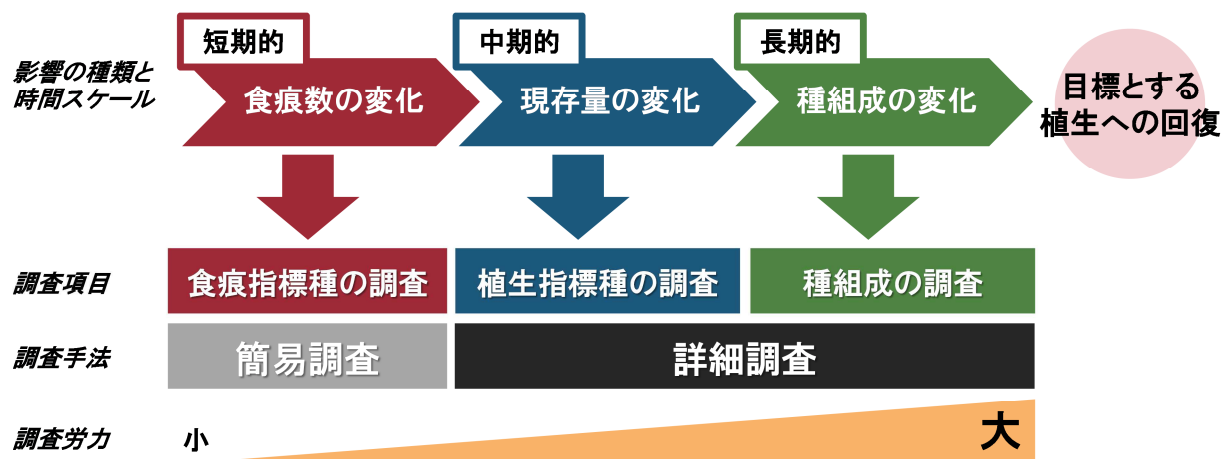
さらにシカ排除柵を用いた詳細調査では、各調査区の種組成（全出現種）を明らかにすることで、現在の植生と目標とする植生との比較ができるため、シカ管理の長期的な達成度を評価することが可能である。しかし、各調査区の種組成を調査するためには、植物の同定に関する専門的な知識が求められるとともに、調査労力も大きいため、多数の調査区を同一年に実施するのは困難である。種組成の変化は、累積的な採食圧の大きさや種間競争に依存し、長い年月をかけて長期的に変化すると考えられるため、少ない箇所数をローテーションで調査し、数年に一度評価するとともに、植生指標種の構成にフィードバックして見直しを行っていく必要がある。

植生を保護するために広域的にシカ排除柵を設置することは困難であり、シカ個体数を許容可能な水準に管理する必要がある。捕獲による密度の低減を図るとともに植生への影響の変化を把握することが重要であり、本研究では簡易調査によって食痕指標種を選定した。全植物種を対象とした詳細調査と食痕の頻度が同様の傾向を示した植物種を食痕指標種として選定していることから、全植物種を調査対象としなくても特定の植物種を選定すれば、シカの採食圧とその影響を定量的に、かつ簡便に評価できることを示唆している。また、食痕の判別が容易であること、種の同定が容易であること、サイズが大きく発見しやすいことを考慮して食痕指標種を選定しているため、調査労力を軽減できるだけでなく、調査者間のバイアスを少なくできる。さらに、簡易調査はシカ排除柵や標識杭など工作物の設置を必要としないため、法規制等により立入や工作物の設置が困難な地域においても調査することが可能な汎用性の高い調査手法だと考えられる。選定した食痕指標種はいずれも生育密度が高く、釧路湿原に広く分布することから、釧路湿原の広い範囲においてシカの影響を評価できる手法だと考えられる。

簡易調査では、草本類に対するシカの直接的な採食状況を評価しているため、その年の生育期におけるシカの影響を評価できる手法だと考えられる。このような短期的なシカの影響評価は、シカ対策実施後の効果測定や重点的な植生保護地域の早期検出などに活用できると考えられる。

一方、簡易調査では、高層湿原や低層湿原における直接的な採食の影響は小さいことが示唆された。しかし、これらの植生タイプでは踏圧によるシカ道の拡大や裸地化が顕著なため、植生の詳細調査と併せ、空中写真を用いた画像解析や土壌調査によって踏圧の影響を評価することが必要だと考えられる。

様々な時間スケールで生じるシカの影響を評価するために、本研究では、種組成の把握も含めた詳細調査、植生指標種を調査の対象とする詳細調査、食痕指標種を用いた簡易調査を提案した（図(2)-28）。一つの調査区にかかる労力は手法によって異なるので、それぞれの手法の実施間隔を変えればより効率的にモニタリングすることが可能となるだろう（表(2)-11）。本研究では、釧路湿原において16種の植生指標種と6種の食痕指標種を選定した（表(2)-12）。湿原によって生育する植物やシカの生息状況は異なるため、他の湿原における適切な指標種は釧路湿原で選定したものとは異なることが予想される。しかし、植生指標種や食痕指標種を選定するための解析方法や考え方は、他の湿原でも適用できることから、今後様々な湿原のモニタリングに普及し活用することが期待できる。



図(2)-28 植生に及ぼすシカの影響の種類とその時間スケール、調査項目、調査手法及び調査労力の概念図

表(2)-11 シカの影響を評価するための湿原植生モニタリング実施体制の一例

モニタリングの種類		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目
詳細調査	種組成の調査	5年かけて全ての調査区を調査 (5年ローテーション)						
	植生指標種の調査	3年かけて全ての調査区を調査 (3年ローテーション)						
簡易調査	食痕指標種の調査	毎年調査						
シカ排除柵による緊急防除		必要に応じて随時調査						

表(2)-12 釧路湿原における植生指標種と食痕指標種

指標種の種類	種（属）名	適用可能な植生タイプ			
		高層湿原	低層湿原	湿地林	広葉樹林
植生指標種	コガネギク	●			
	ホロムイツツジ	●			
	ミズドクサ	●			
	アキノウナギツカミ		●	●	
	オオヨモギ		●		
	ツルスゲ		●	●	
	カラムツソウ属		●		●
	ホソバイラクサ		●	●	
	ヤナギトラノオ		●		
	エゾノレンリソウ		●		
	エゾオオヤマハコベ		●		
	オニナルコスゲ		●		
	イワノガリヤス		●	●	
	イヌスギナ			●	
	カサスゲ			●	
	ミヤコザサ				●
食痕指標種	ミゾソバ		●	●	
	キツリフネ		●	●	●
	ツリフネソウ		●	●	
	コガネギク	●			
	カラムツソウ属		●	●	●
	オカトラノオ属			●	

5. 本研究により得られた成果

（１）科学的意義

釧路湿原及び周辺地域で、広域にわたり詳細な調査を３年間実施し、冬期のシカの分布、密度構造及び生息地利用に顕著な年変動があることを明らかにした。シカ類の採食による影響を定量的に評価するための調査手法は、これまで森林生態系で検討した事例はあるものの、湿地生態系で検討した事例は世界的にも少ない。また、単一の指標種を利用した研究例は多いが、本研究のように複数の指標種を用いた解析事例は限られていること、これまで評価が困難とされた高層湿原において植生指標種を得ることができた。希少種（タンチョウ）については、湿原内部と給餌場間の移動、湿原内の湧水地や小河川をねぐらとして利用していること、飛来する時間帯等を明らかにした。これらの知見は、希少種に配慮したシカの個体群管理、劣化した湿原生態系の現状把握と回復をモニタリングする上で必要不可欠であり、科学的意義は大変大きいと考えられる。

（２）環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

環境省釧路自然環境事務所が主催する「釧路湿原エゾシカ対策検討会議」において本研究成果を提示し、自然公園法に基づく「釧路湿原国立公園生態系維持回復事業」の策定に活用された。

<行政が活用することが見込まれる成果>

「釧路湿原国立公園生態系維持回復事業」に基づくエゾシカ個体数管理の実行計画策定及び植生のモニタリング事業に活用される。さらに、北海道が策定した「北海道エゾシカ管理計画」及び周辺市町村が策定している「鳥獣害被害防止計画」に基づくエゾシカ対策事業に活用される。

本研究の成果をもとに湿原保全に携わる行政機関向けの「湿原保全に及ぼすニホンジカの影響評価に関する調査手引き」を作成中である。この手引きを普及することによって、釧路湿原におけるモニタリング事業だけでなく、シカ対策に悩む日本各地の湿原において新たなモニタリング体制の確立に寄与できると考えられる。

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) 稲富佳洋、日野貴文、島村崇志、長雄一、宇野裕之、吉田剛司：湿地研究（印刷中）
「釧路湿原国立公園の異なる植生タイプにおけるニホンジカの採食の影響評価」

<査読付論文に準ずる成果発表>

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) Y. INATOMI, Y. OSA, H. UNO, M. UENO, S. KOBAYASHI, H. TAKAFUMI, T. YOSHIDA : Vth International Wildlife Management Congress, Japan, 2015
“Changes in Density and Habitat Selection of Sika Deer during Winter in Kushiro-Shitsugen National Park”
- 2) 稲富佳洋、日野貴文、島村崇志、長雄一、吉田剛司、宇野裕之：日本湿地学会第7回大会（2015）
「指標種を用いた湿原植生に及ぼすニホンジカ影響評価手法の検討」
- 3) 島村崇志、稲富佳洋、西川洋子、宇野裕之、日野貴文、宮木雅美、吉田剛司：第63回日本生態学会大会（2016）
「長期植生モニタリングデータを用いた釧路湿原におけるシカの影響評価」

- 4) 小野理、宇野裕之、稲富佳洋、長雄一、日野貴文、吉田剛司：景観生態学会第26回大会（2016）
「釧路湿原におけるシカの生息地選択」
- 5) 宇野裕之：景観生態学会第26回大会（2016）
「野生動物管理－シカの管理とタンチョウの保全」
- 6) 稲富佳洋、宇野裕之、長雄一、上野真由美、島村崇志、日野貴文、吉田剛司、村井拓成、立木靖之、赤松里香：日本湿地学会2016年度大会（2016）
「釧路湿原国立公園におけるニホンジカの冬期の生息地選択に及ぼす積雪の影響」
- 7) 島村崇志、稲富佳洋、日野貴文、宇野裕之、吉田剛司：日本湿地学会2016年度大会（2016）
「釧路湿原の植生に対する柵を用いたニホンジカの影響評価」
- 8) Y. INATOMI, H. UNO, Y. OSA, M. UENO, T. HINO, T. YOSHIDA, T. MURAI, Y. TACHIKI and R. AKAMATSU: The Wildlife Society's 2016 Annual Conference, 2016
“Effect of climate condition on winter habitat selection of sika deer in Kushiro-Shitsugen National Park, Japan”
- 9) H. UNO, Y. OSA, Y. INATOMI, M. UENO, H. UEHARA, H. TAKAFUMI and T. YOSHIDA: The Wildlife Society's 2016 Annual Conference (2016)
“Population management of sika deer with consideration for conservation of red-crowned crane in and near Kushiro-Shitsugen National Park, northern Japan”

（３）出願特許

特に記載すべき事項はない

（４）「国民との科学・技術対話」の実施

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) W. C. GASAWAY, S. D. DUBOIS, D. J. REED and S. J. HARBO: Biological Papers of the University of Alaska No. 22, 108pp (1986)
“Estimating moose population parameters from aerial surveys”
- 2) H. UNO, K. KAJI, T. SAITOH, H. MATSUDA, H. HIRAKAWA, K. YAMAMURA and K. TAMADA: Ecological Research, 21, 624-632 (2006)
“Evaluation of relative density indices for sika deer in eastern Hokkaido, Japan”
- 3) W. G. COCHRAN: John Wiley & Sons, New York, 428pp (1977)
“Sampling Techniques 3rd edition”

- 4) R CORE TEAM: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2016)
“R: A language and environment for statistical computing”
- 5) 釧路圏振興協議会：釧路圏振興協議会、35pp (1976)
「釧路圏の動物とその特徴」
- 6) 北海道環境科学研究センター：北海道環境科学研究センター、164+30pp (1995)
「ヒグマ・エゾシカ生息実態調査報告書Ⅰ 野生動物分布等実態調査（1991～1993 年度）」
- 7) H. UNO and K. KAJI: Mammal Study, 25, 49-57 (2000)
“Seasonal movements of female sika deer in eastern Hokkaido, Japan”
- 8) M. SAKURAGI, H. IGOTA, H. UNO, K. KAJI, M. KANEKO, R. AKAMATSU and K. MAEKAWA:
Mammal Study, 29, 113-118 (2004)
“Female sika deer fidelity to migration route and seasonal ranges in eastern Hokkaido, Japan”
- 9) 北海道：北海道レッドデータブック2001、北海道 (2001)
「北海道の希少野生生物」
- 10) 環境省：ぎょうせい、660pp (2015)
「レッドデータブック2014ー日本の絶滅のおそれのある野生生物ー植物Ⅰ（維管束植物）」
- 11) D. AUGUSTINE and D. DECALESTA: Ecoscience, 10, 472-486 (2003)
“Defining deer overabundance and threats to forest communities: From individual plants to landscape structure”
- 12) 北海道：北海道、15pp (2012)
「シカ保護管理計画（第4期）」
- 13) 特定非営利活動法人EnVision環境保全事務所：14pp+資料 (2017)
「平成28年度釧路湿原エゾシカ対策検討会議運営補助業務報告書」
- 14) 稲富佳洋、宇野裕之、高嶋八千代、鬼丸和幸、宮木雅美、梶光一：保全生態学研究、17、185-197 (2012)
「阿寒国立公園におけるエゾシカ生息密度の低下に伴う林床植生の変化」
- 15) 石川幸男（著）、斜里町立知床博物館（編）：しれとこライブラリー⑩、知床の自然保護、pp.142-173 (2009)
「植物の保護」

（３）地域住民・市町村での情報共有および協働による湿原保全と個体数管理手法の検討

釧路公立大学

経済学部 経営学科

教授 小林 聡史

平成26～28年度累計予算額：4,416千円（うち平成28年度：1,472千円）

予算額は、間接経費を含む。

〔要旨〕

釧路湿原におけるエゾシカ管理に向けて、住民参加型湿地管理の視点からステークホルダーを抽出し、今後の対策における意見・要望を集約した。その結果、国立公園・ラムサール条約湿地におけるシカ個体数調整に対する賛同を得ることができ、また、同時にステークホルダーからの要望をとりまとめることが出来た。湿原内の個体数調整が周辺農地の食害削減に貢献することが期待されている。旧釧路市を含む釧路湿原関連4市町村すべてでの情報共有が必要であることが確認され、既存のネットワークや自治体ごとの手法を活用し、情報提供が可能であることがわかった。また、湿原関連自治体を越えた、より広域での情報共有・協働の必要性が示唆された。

〔キーワード〕

ステークホルダー、住民参加、協働、情報共有

１．はじめに

これまで必要性が指摘されながらも実際にはなかなか連携されることがなかった、自然科学（生態学的アプローチ）と社会科学との統合による住民参加型湿地保全、特に湿地における野生動物管理のあり方を探る。

２．研究開発目的

社会科学（住民参加型湿地保全）の研究アプローチによって地域協働による釧路湿原の自然再生を目指す。地域ワークショップの開催によりシカ管理に積極的な住民参加を結びつけ、「生態系維持回復事業」と「エゾシカ広域捕獲推進モデル事業」への住民参加を促す。

３．研究開発方法

（１）地域ステークホルダーの抽出とシカ管理に対する意見・ニーズの集約

１）地域ステークホルダーの抽出

a. 地域ステークホルダーの抽出（2014-）

- ・インタビュー調査（インフォーマル／フォーマル・インタビューとスノーボール調査応用）
- ・文献調査（世界各地の住民参加型湿地保全の事例からのステークホルダー抽出；日本国内における自然公園[国立公園・国定公園]及びラムサール条約湿地におけるシカ対策協議のステークホルダー抽出）
- ・地域ワークショップにおける意見からのステークホルダー抽出・スノーボール調査応用

2) シカ管理に対する意見・ニーズの集約

a. 地域住民の問題意識と課題 (2014-)

b. 釧路湿原におけるシカ管理に対する地域ニーズの明確化 (2015-)

2014年度は市町村、北海道庁、環境省といった行政をまず重要なステークホルダーとしてとらえ、シカ対策に対する意見を伺うとともに、標茶町の農家の方々から意見を伺った。聞き取り調査は、直接インタビューとともに電話インタビューを併行して実施した。一般市民からの意見募集は、2014年12月に開催されたシンポジウム『釧路湿原におけるシカ管理と希少生物保全の両立』にて、会場内で配布した用紙に意見を記入してもらう形で行った。さらに様々な意見を踏まえ、地域のステークホルダーとして重要だと考えられる観光業従事者及び環境NGOの意見を伺うこととした。

2015年度は、周辺市町村におけるシカの狩猟及び有害獣駆除に従事しているハンターの意見を伺うことを中心に行った。本調査の2015年度中間報告を踏まえ、将来的な釧路湿原及び周辺域におけるエゾシカ個体数調整に対する意見を伺った。標茶町では農家に電話インタビューを継続して試み、意見抽出をすることとした。

(2) 情報共有・協働のための課題抽出と提言

1) 情報共有・協働のための課題抽出

a. 市町村間の情報共有 (2014-)

2014年度は国立公園行政域を抱える釧路市、釧路町、標茶町、鶴居村の行政担当者から意見を伺った。初年度の2014年度は、釧路湿原関連市町村（釧路市、釧路町、標茶町、鶴居村）における従来型の情報共有のあり方を探っていくことを、まず短期目標として設定した。これまでの情報の把握および共有の方法を比較検討するために、最も各市町村のシカ対策担当窓口が把握していると思われる情報、すなわち各市町村内における具体的なシカ被害状況について、情報収集し、担当者に直接インタビューをすることとした。

また本調査の基本課題である国立公園域内でのエゾシカ管理と、広域管理の関係性について関連行政機関と議論していくことにした。また、これらの点については2015年度以降、地元のハンターや環境NGOとの議論にも組み入れていった。

b. シカの広域管理に参画すべき市町村および関係機関の整理および情報共有・協働に向けた課題の抽出 (2015-)

サブテーマ3では、サブテーマ1と2の初年度（2014年度）結果および中間報告を踏まえ、釧路湿原周辺の市町村でシカ被害対策担当者の意見を伺った。初年度及び中間報告の概要説明においては、2015年8月に釧路で開催したワークショップが役立った。

2) 情報共有・協働のための提言

a. 地域住民・市町村におけるシカ管理情報共有のための実施体制提言 (2016)

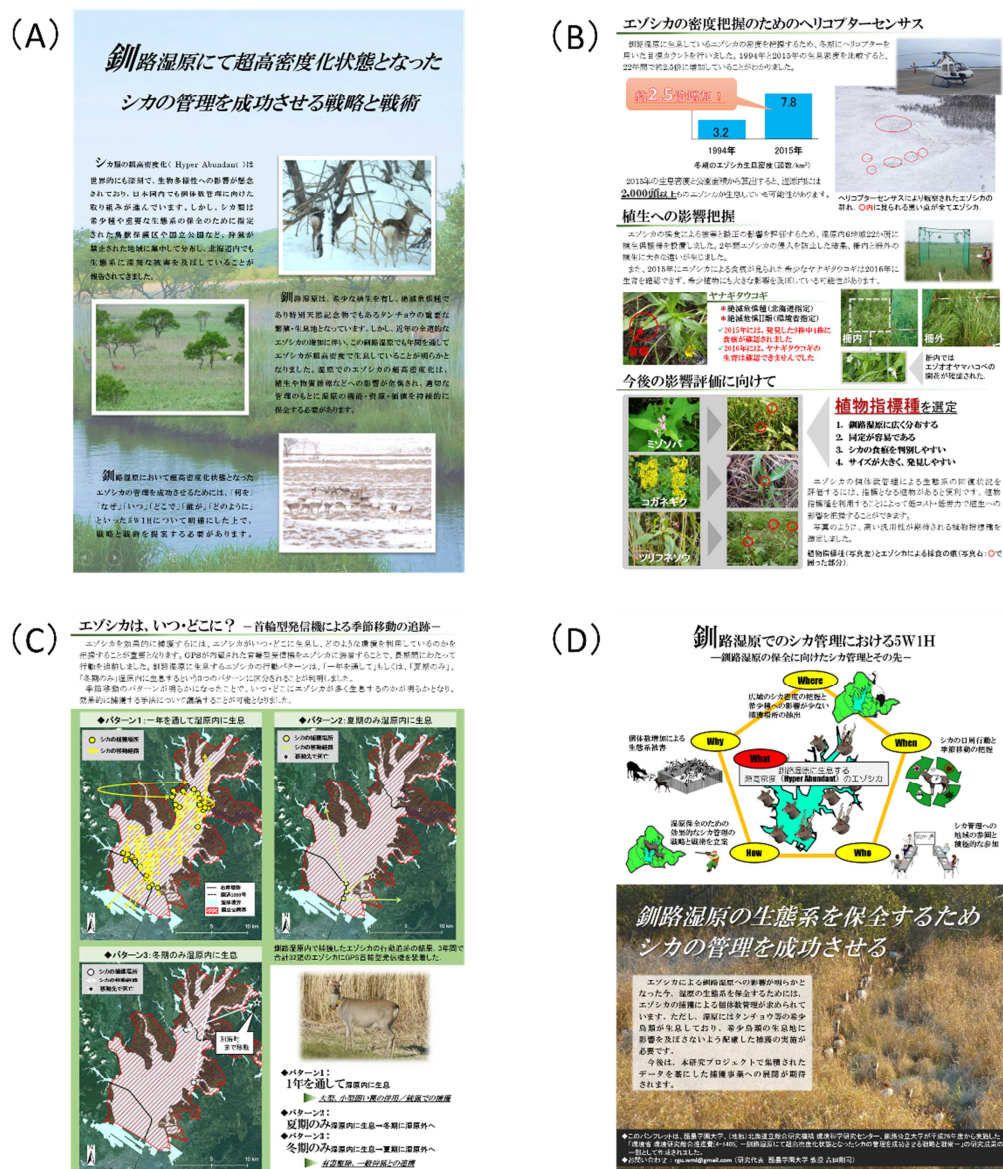
b. 地域住民・市町村との協働による個体数管理の提言（担い手を含める） (2016)

c. 市民参加型のシカ管理モデルの提示 (2016)

2016年度は、①シカ管理の情報共有に向けた実施体制作り、②シカ管理のための協働体制作り、

③住民参加によるシカ管理モデルの提案に向けて、行政、観光業、環境NGO等を中心に意見の収集に努めた。これまでにインタビューを実施した人々に加えて、新たに標茶町・鶴居村の観光業を営む人々、観光協会等から、研究成果の報告概要を説明するとともに今後の取り組み、体制作りについての意見を伺った。

研究成果の報告については電話で伝えることが難しかったため、2016年度は直接面談してのインタビューを中心にしたが、一部電話インタビューも実施した。研究成果の報告にはタブレット型PCを持参してのスライドショー、前半はこれまでのパワーポイントを活用した簡易説明資料を作成し、後半は酪農学園大学チームが作成したパンフレット（A4版4頁）（図(3)-1）を利用した。



図(3)-1 酪農学園大学チームが作成したパンフレット (A4 版 4 頁)

(A) にシカによる問題を表紙に記載し、(B) と (C) に本プロジェクトによる 3 年間の研究成果を記載した。また (D) に本プロジェクトの体制と問い合わせ先を記載した。

4. 結果及び考察

(1) 地域ステークホルダーの抽出とシカ管理に対する意見・ニーズの集約

1) 地域ステークホルダーの抽出

a. 地域ステークホルダーの抽出 (2014-)

初年度2014年度においては以下のような方々及び団体にインタビューを実施した。

- ・ 農家(標茶町／鶴居村) 5名
- ・ 観光業 (標茶町) 2名
- ・ 環境NGO 5名
- ・ 釧路市動物園 1名
- ・ 釧路市立博物館 4名
- ・ JA阿寒 2名
- ・ 釧路猟友会／北海道猟友会釧路管内連絡協議会
- ・ 釧路国際ウェットランドセンター
- ・ 厚岸水鳥観察館／霧多布湿原センター(浜中町)

【釧路市立博物館】

植生、昆虫、水生生物（両生類を含む）、鳥類の担当者がいて、それぞれのネットワークを活用して、シカ個体数調整の手法に関して意見を尋ねることが可能となった。本事業終了後に本格的なシカ個体数調整を実施する場合、釧路市立博物館のネットワークおよび担当者の人脈を活用、また、本事業も今後のネットワーク形成に協力することができると考えられる。

【釧路湿原エゾシカ対策における生物多様性保全への配慮検討会】

「希少鳥類検討会」で議論してきたタンチョウや猛禽類（オオワシおよびオジロワシ）以外で重要な対象としては植生とキタサンショウウオがあげられた。他の昆虫や水生生物については、タンチョウなどと比較して現状では問題性は低いと判断されたが、今後のエゾシカ対策によっては配慮が必要となる可能性が残されている。

二宮（2009）¹⁾は釧路湿原における事例から、「多様な主体の参加と協働によって、生態系を管理するための新しい制度的枠組みの構築が求められている。」ことを指摘し、富田（2010）²⁾は自然再生の現場において「環境と社会の持続的な関係性の構築に社会の多様なステークホルダーによる協働が不可避とされている」ことを示唆しつつも、実際には協働は容易ではないことを指摘している。さらに富田（2014）³⁾は「地域社会からの承認がなければ自然の復元はより広域の政府の施策・予算や専門家などの外的な要因に頼らざるをえなくなる」危険性を指摘している。また、立石（2011）⁴⁾は「抽象化された『市民』『利害関係者』」を科学者と対置することが多いことを問題視している。また、2016年11月に開催された「ラムサールシンポジウム」（松江市）では本プロジェクトの発表に対して、ステークホルダーの範囲に関する質問がよせられた。これらのことから文献調査による、他地域のシカ対策関連ステークホルダーとの比較にも力を注ぐことにした。

釧路公立大学学生に全国の国立公園・国定公園、それらの周辺地域におけるニホンジカの食害発生状況を調べてもらい、勉強会を行った。その結果、24国立公園、30国定公園の内部そして周辺地域においてシカ食害が発生していることが報告された。被害がある場合には対策協議会の設置状況、協議会におけるステークホルダーの比較検討を行った。他地域におけるステークホルダーでは、森林景観が中心の保護区であれば森林組合・森林管理署が参加している。森林総研が参

加している地域もある。また希少植物に食害がみられる地域であれば、特定の植物種を保存する会、植物同好会、あるいは博物館友の会といったグループがステークホルダーになっているところがある。すでに対策が実施されているところでは猟友会が参加する傾向にある。

湿地では尾瀬の場合、土地所有者として東京電力がステークホルダーとして名を連ねている。

ラムサール条約湿地では釧路湿原以外の国内条約湿地49ヶ所のうち、10湿地について湿地内でのシカ被害が報告されている。また、条約湿地周辺部においては13湿地について何らかのシカ被害の報告があった。釧路湿原を含めると、国内の条約湿地50ヶ所中、24ヶ所で湿地内もしくはその周辺においてシカ被害が発生していることになる。環境省（2016）⁵⁾によれば日本国内の湿地の現状について、「『第2の危機』（自然に対する働きかけの縮小による危機）では、ニホンジカによる湿原植生への食害が多く報告された」としている。

これらの結果から釧路湿原におけるシカ対策戦略ステークホルダーを一覧にすると以下のとおりとなる。【 】内は、当初想定していなかったが聞き取り過程において推奨されたものである。

1. 行政機関： 地方自治体（釧路市、釧路町、標茶町、鶴居村）、北海道庁、
環境省、国土交通省、農水省、北海道警察
2. 一次産業： 農家、農業組合／林業経営者、森林組合／【漁業従事者】
3. 観光業： 民宿・ホテル経営者／ガイド／ビジターセンター従事者／【フォトグラファー】
4. ハンターおよび処理業者： ハンター・猟友会／【エゾシカ処理業者】
5. NGO： タンチョウ保護研究グループ／日本野鳥の会、野鳥の会釧路支部
タンチョウ・コミュニティ／NPOトラストサルン釧路／猛禽類研究所
6. 研究者・研究機関： 釧路市立博物館・釧路市動物園／北海道教育大学釧路校・釧路公立大学
7. その他： 釧路湿原自然再生協議会・釧路湿原国立公園連絡協議会

他の地域におけるステークホルダーには企業が含まれる場合がある。いまのところ地元企業として考えられるのは、エゾシカ処理業者であるが、企業CSR／ESGの一環として植林や湿原保全に積極的に協力している企業（地元や圏外の企業を含む）もステークホルダーに入れることが可能だ。現段階では「エゾシカ管理」（あるいは生態系維持回復事業）にすぐに直接参加を促すよりは、自然再生等を通じての間接的な情報提供でも当面は十分だろう。

また、海外事例では国際環境NGOの参画がステークホルダーとして挙げられている。途上国に限らず住民参加型湿地管理のノウハウが乏しい国や地域では、コンサルとして国際環境NGOに、情報公開や住民参加のウォッチドッグ的役割を依頼することが可能だ。2015年度に英国の先進事例を紹介した本調査プロジェクトでは、今後の経過に再度情報交換等を王立鳥類保護協会にコンタクトする、あるいは釧路湿原を危機的状態にあると捉えて、ラムサール条約事務局や国際パートナー機関にアドバイスを求めることも可能と考えられる。

2) シカ管理に対する意見・ニーズの集約

a. 地域住民の問題意識と課題（2014-）

b. 釧路湿原におけるシカ管理に対する地域ニーズの明確化（2015-）

2014年度にインタビューした自治体・関係各機関に加えて、2015年度は（広域）シカ管理等について、以下の方々から具体的な意見を伺った。また、標茶町では農家にランダムでの電話インタビューを試みてもらい、意見抽出に努めた。2015年度は標茶町を対象に58件の電話インタビューを実施した。

2015年度個別インタビュー対象者：

釧路町在住ハンター 1名
 釧路市在住ハンター 4名（猟友会幹部含む）
 釧路市阿寒町在住ハンター 2名；農家兼ハンター 1名
 農家(鶴居村村議会議員) 2名 環境NGO 2名 観光業1名

一般市民向けに開催されたシンポジウムで出された参加者からの意見、聞き取り調査における個別意見、電話インタビューでの要望事項を以下にまとめる：

i) エゾシカ対策全般に対する意見・疑問、また今後への要望

まず、湿原内でエゾシカ個体数調整を実施することが、周辺農家の食害による負担減につながることに期待が多かった。これに関連して、長期的にはシカ肉の有効活用に対する地域ニーズが大きいことも指摘された。

シカ対策のうち防鹿柵については賛否両論があった。武中（2008）⁶⁾はラムサール条約湿地における事例から、「利害関係者間に生じる環境認識の差異を埋め合わせることは決して容易ではない」ことを指摘している。異なるステークホルダーによる異なる意見があることをしっかりと確認することがまず重要となる。

湿原内にハンターが入ることへの危惧も指摘されていた。関連して以下のような意見があった。

- 囲い罠やシカ撃ちで個体数を調整してくれることは良いことだが、一方でシカの死体を放置するなど、マナーの問題もある。放置死体があることがあり、その際は役場の農林課に報告している。農家としては、ハンターや行政に任せるだけでなく、行政の協力を借りながらシカ対策を講じていく必要があると考えている。(農家)

- ハンターのマナーに文句を言いたい。走って農作物を踏まれたりする。(農家)

- シカの駆除、牛がびっくりするからむやみに銃を撃たないで欲しい。(農家)

ii) 湿原内でのエゾシカ対策に関連した意見

法改正に伴って示唆されていた夜間発砲についてはハンターにおいても賛否両論があった。総論としてエゾシカ個体数調整に対する反対の声はなかった。保護区が安全であることをシカ達が学習しているとの示唆が多くみられた。

- 湿原におけるシカの適正頭数はどのくらいと考えたら良いか。(シンポ参加者)

- シカのタンチョウへの影響やシカの捕獲・駆除について、何らかの形で観光事業のようにできれば、一般の方などからの支持が得やすいのではないかと考える。(シンポ参加者)

- シカのように大型の動物がいることは北海道の自然の豊かさを象徴しているとも言える。しかし、最近の観光客は車をシカに囲まれたり、ディアラインを見て「大丈夫なのか?」と疑問を抱く

ようになっている。（観光業）

- シカがいる風景は自然なので共存していくことも重要。（農家）
- 今後やるべきエゾシカ対策としては、まず残滓の問題を解決すべきだ。また、せめて有害駆除だけでも日の出前20～30分に実施できると全く効果が違う。路上発砲は禁止だが、確か作業道ではOKのはずだ。林道での車内発砲がOKになればいいのでは。（ハンター）
- 大きな囲い罟は費用も100万円単位でかかるので環境省がやるにはいいが、町村で続けるのは難しいのではないかな。運び出しやすいことなどメリットは理解できるが、費用が安く継続できるような小さい囲い罟を数多く設置した方がいいのではないかな。効果が薄れたときには移動させるのも容易だろう。（ハンター）
- お金をかけないこと、一度に獲れる数が少なくとも確実に継続していくことが重要と思う。（ハンター）
- 湿原でシカをなんとかしたいなら、白糠で自衛隊がヘリを飛ばしてやってみたいにヘリを利用すれば、もっと効果的ではないかな。空砲でもいい。柵を構えているところに追い込めばかなり効率的に獲れるのではないかな。（猟友会）
- 獲ったシカの内臓を山に置いて行ってもいいように規制緩和すれば、獲る数も増えるのではないかな。（農家兼ハンター）
- 補殺したシカの処理には専門家の協力／育成が欠かせない。処理を考えると生体捕獲が望ましく、箱罟を推進していくべきだ。農家の人たちが免許取得することが難しければ、牧草地に箱罟を設置させてもらい（かかった時の）通報に協力してもらえば良い。専門家グループを派遣して処理する。（環境NGO）
- 地域、行政等が連携する議論は活発だが、ここに企業の力を借りる（企業に期待する役割）可能性はあるのか。（シンポ参加者）

（２）情報共有・協働のための課題抽出と提言

１）情報共有・協働のための課題抽出

a. 市町村間の情報共有（2014-）

2014年度に訪れた機関は以下のとおりである。

- ・釧路市環境政策課、釧路国際ウェットランドセンター
- ・標茶町役場／釧路町役場／鶴居村役場
- ・釧路市阿寒行政センター／JA阿寒
- ・北海道庁環境局エゾシカ対策課／環境省

これら機関に所属する計12名にインタビューし、シカの出現、移動、被害等の実態について現状と課題について質問した。

【釧路市】

阿寒行政センターではシカ被害について情報はあがるが、阿寒地域のどこで被害が多いのかといった詳細については「JA阿寒」にデータ集計を依頼している。

【釧路町】

被害が「遠矢」地域を中心に広がってきているおり、担当者も概況を把握している。牧草や林

業被害以外にも、ダイコン地上部の食害も発生している。2010年（平成22年）度にはJA標茶町釧路町支所で詳細な調査が実施された。また、表に出ている被害以外にも「昆布森」地域では昆布干場を訪れて糞害が発生しており、シカ被害において漁業関係者もステークホルダーに入れることができる。ただし漁業組合では被害は心理的なものとして情報収集はしていない。

【標茶町】

環境省事業でシカ捕獲応援団育成を実施、また牧草地の食害において実際にシカ柵を用いて内部と外部（食害発生域）における牧草の生長を比較することによって被害実態の把握に努めるなど、被害状況の把握にも力を入れている。

【鶴居村】

シカ被害において地域ごとの集計も2013年度から実施している。一番被害の大きい「茂雪裡」地区は、阿寒国立公園から南下してくるシカによる被害が中心と考えられる。一方、鶴居村市街地や、タンチョウサンクチュアリでタンチョウの餌を横取りに出現するシカは、釧路湿原からやってくるものと考えられている。2016年度から鶴居村でライトセンサスも実施している。

三上（2005）⁷⁾は湿地保全における円卓会議で、「行政も一個の利害関係者として議論のテーブルに」つくことを、参加者が求めることを指摘している。行政の置かれている状況についての情報提供が住民参加型湿地保全には欠かせない。

シカの捕獲頭数、被害の状況についてはある程度他市町村の情報も相互に入手されているが、積極的な情報交換のネットワークが機能しているわけではない。また被害の算定手法も地域で統一されているわけではない。一番行政規模として大きな釧路市では、合併によって釧路市に統合された阿寒町で独立した形で被害状況の把握がなされている。また、実働部隊はJA阿寒が担っている。行政としては一体化されているものの、釧路市本庁と阿寒、音別との地理的距離もあり、情報共有がスムーズに行われるよう改善の余地はある。また、鶴居村と標茶町の境界域、そして標茶町と釧路町の境界域においても、それぞれの町村による情報共有のやり方を検討すべきだと考えられる。釧路湿原と周辺部でのシカ個体数調整を進めるにあたって、被害の実態把握に共通の手法を用いる必要性を検討すべきかも知れない。しかしながら、被害対策に比べて、マンパワーを実態把握に割けるかどうか疑問となる。

b. シカの広域管理に参画すべき市町村および関係機関の整理および情報共有・協働に向けた課題の抽出（2015-）

2015年度は以下の機関を訪れて、今後のシカ対策とその課題等について意見を伺った。また、自治体・関連各機関に加えて、2015年度個別インタビュー対象者の方々からもシカの広域管理に関する具体的な意見を伺った。

釧路市環境政策課、釧路国際ウェットランドセンター

標茶町役場／釧路町役場／鶴居村役場

標茶森林組合／別海町役場

釧路市博物館

厚岸水鳥観察館／霧多布湿原センター

日本野鳥の会鶴居伊藤タンチョウサンクチュアリ

タンチョウコミュニティ

トラストサルン釧路

釧路猟友会／北海道猟友会釧路管内連絡協議会

釧路湿原で捕獲、発信器を装着したメスジカの行動範囲から、「広域」のとらえ方に2種類考えられることがわかってきた。すなわち、(1)釧路湿原内で越冬するシカが夏を過ごす(成熟メスの場合は出産)場所を包括する「広域」、及び、(2)シカの生活史を誕生(出産)の2点を基点にとらえて、そこから分散、越冬する地域すべてを包括する総合戦略的な「広域」、である。

釧路湿原を中心に考える本研究の場合はまず(1)の広域から考慮していくべきであろう。その場合、湿原に行政区域を持つ4市町村のうち、(釧路湿原からのシカによると考えられる)農業被害の大きな、標茶町、鶴居村、釧路市阿寒、そして釧路町すべてが広域管理に参画すべきと考えられる。

阿寒・音別地区を除く旧釧路市の位置づけであるが、統計上農業被害という扱いになっていないものの、旧釧路市においてもエゾシカは出没している。

平成25年度はシカ出没の通報が14件あり、そのうち市職員が出動したり、シカ保護を実施した件数が4件あった。公園、学校等にシカが出没したという通報、家庭菜園などの防除網にシカが絡まっているという通報、道路で事故に遭ったという通報等である。

2014年度は18件(うち出動・保護実施が6件)、2015年度は2015年10月20日までで10件(うち出動・保護実施が10件)となっている。場所的には愛国・文苑、昭和・大楽毛、緑ヶ岡、益浦等広範囲にわたっている。

これらの状況を踏まえると、阿寒地区限定ではなく、釧路市全体で参画してもらうことが望ましい。釧路湿原保全の観点からエゾシカ広域管理に参画すべき市町村としては、釧路湿原に行政区域を持つ釧路市、釧路町、標茶町、鶴居村すべてを考慮すべきである。

直接参画以外の市町村への対応：

2015年7月に札幌で開催されたIWMCに参加した王室鳥類保護連盟のDavid Morris氏を釧路市に招聘し、2015年8月に釧路市生涯学習センターにおいて「英国における鳥類保護のためのシカ対策」について報告を行った。

「第一部 国際ワークショップ」とし、「第二部 道東域における湿原保全に関わる関係者会議」では釧路湿原を行政域に持つ4市町村のみならず、道東でもより広域な行政担当者にも参加してもらい、意見交換会を実施した。

別海町や厚岸町、浜中町では直接参画とはならなくとも、観光業同様情報提供の対象として考慮すべきであろう。また、上記「第二部」会議のような機会をできる限り提供すべきと考える。

地域の環境NGOによれば、湿地保全に関しては釧路湿原内や周辺丘陵地における植林、またタンチョウの個体数センサス等、これまでも市民参加によるボランティア活動は行われてきた。広域のシカ管理に対しては狩猟(生体捕獲を含む)ではリスク管理も必要で、一般市民にボランティアを呼びかけるのは難しいのではという危惧もある。

しかしながら、狩猟以外の部分に関してはいくつかの取り組みを考えることが可能となる。具

体的には：

- 1) 広域におけるシカ管理の事前及び事後における情報発信・共有への協力
- 2) シカ遺体の回収あるいは回収のためのマーキング等の手伝い
- 3) 個体数調整の際に希少鳥類へ配慮するためのボランティア(定点観測等)

といった案がこれまでの話の中で出されてきた。

また地域ニーズという点では、個体数調整後のシカ肉有効活用についての提言や要望も依然として多い。

2) 情報共有・協働のための提言

a. 地域住民・市町村におけるシカ管理情報共有のための実施体制提言（2016）

主たるインタビュー先：

- ・釧路市環境政策課、釧路国際ウェットランドセンター
- ・標茶町役場／釧路町役場／鶴居村役場
- ・標茶町観光協会／標茶町商工会
- ・鶴居村観光協会
- ・鶴居村観光業者／標茶町観光業／釧路町観光業
- ・標茶高校（教員／高校生）
- ・カヌーガイド／フィッシングガイド（標茶町／釧路町／鶴居村）
- ・フォトグラファー／ナチュラリスト（釧路市／鶴居村／標茶町）
- ・大学教員／大学生（北海道教育大学釧路校／釧路公立大学）
- ・環境NGO（釧路市／標茶町／鶴居村）
- ・環境コンサルタント（神奈川県）

釧路湿原国立公園周辺の自治体に関しては、環境省による「エゾシカ対策会議」、自然再生協議会、釧路湿原国立公園連絡協議会等があり、会合の頻度はシカ管理の実施にあたって十分なほど多くはないものの、すでにネットワークとして構築されているものと見なすことができる。

ここでは地域住民、そしてシカ管理に関連する多様なステークホルダーを対象に、できるだけきめ細かい情報共有ができるよう、今後の実施体制を検討したい。

3年間の調査の中で、具体的な提言に結びつく情報を提供してくれるのが、これまで毎年何らかの形で釧路において開催してきたシンポジウム／ワークショップである。

2014-16年度は毎年度とも、釧路市内の生涯学習センター（「まなぼっと」）において研究チームによるシンポジウムを開催した。そのための広報活動は道東野生生物室から釧路総合振興局に依頼し、釧路市役所にある記者クラブへのチラシ（印刷物）配布という形で実施された。

2017年2月に鶴居村・標茶町におけるワークショップ形式の報告会は、鶴居村では防災無線による案内、標茶町では広報誌及び役場HPでの案内が実施された。

また、鶴居村観光協会によれば協会所属の観光業者は大部分がメールを利用できる環境にあるので、必要があれば協会を通じたメールの一斉配信も可能とのことである。

釧路町では町役場まちづくり推進課広報統計係に対応を相談することができる。釧路町では2016年度現在、カヌー業者のネットワーク事務局があり、関係するカヌー業者への情報提供が可

能とのことである。実際に環境省からこれまでも情報提供があった例がある。

これまでに提案のあった情報共有のための取り組みとしては、上記以外にも以下のような指摘があった。

日時を含めた具体的な実施内容が確定したら、環境省等のホームページでも情報を掲載していただきたい。

釧路湿原にあるビジターセンターでの情報提供としてチラシ、ポスター等の掲示がある。酪農学園大学が作成した報告用パンフレットは、鶴居村・標茶町でのワークショップ参加者に配布するとともに、これまでに一部の標茶町観光業者、塘路エコミュージアムセンター、鶴居村の伊藤タンチョウサンクチュアリ、リニューアルオープンした温根内ビジターセンター等の施設に配布した。

釧路湿原内で銃猟によるシカ個体数調整を実施する場合には、個人や少人数グループで訪れる釣り人への注意喚起のため、釧路市・釧路町・標茶町にある釣具店へも、今後チラシ掲示の依頼をしてみてもどうか、との提案もあった。

※今後の情報提供における注意事項：

- 夏場の夜間でもアマチュアカメラマンが釧路湿原で夜景や星空撮影をする人が少しずつ増えてきている。例えば右岸堤防でも、夜間に一人や少人数で歩くこともあるため、夜間に銃猟を実施する場合、注意が必要ではないか。（観光業）
- 標茶町側では冬季カヌーで塘路～細岡間を利用する（道道1060号沿い）。また、スノーシューを用いたトレッキングもあるので、道道1060号を利用しているガイドには事前に情報提供を。また、大型の囲い罠やシカの死体が目立つのも困るので、全体として景観に留意してほしい。（観光業）
- 茅沼南部は希少昆虫生息地であることに留意してほしい。（観光業）

b. 個体数管理のための地域住民・市町村との協働（2016）

これまで聞き取り調査を実施してきた中で、住民参加のあり方については初年度から意見を収集してきた。

ラムサール条約の住民参加による湿地管理ガイドライン策定過程では、どの段階から参加することが住民参加型湿地管理に望ましいのかという議論があった。湿地における開発計画や管理計画策定に当たっても、計画自体がある程度に詰まってからではなく、計画策定の初期の段階で住民との意見交換が原則となる。この点を踏まえると、調査研究の初年度に市民の意見を聞く機会が設定されたことは、住民参加のあり方として合格点であろう。

2014年度、2015年度の聞き込み調査では、シカ肉の利活用推進を前提に地域でのボランティア活動についても意見が出されていた。シカ肉の有効活用がなされるのであれば、銃猟後のシカ回収作業に地域でボランティアとして取り組むことも可能ではないか、との意見であった（ハンター）。有効活用を前提としないのであれば、現在行われているように釧路市内の広域連合ゴミ焼却処理施設において焼却処理を進めることが考えられる。

一方で、銃猟後死体を放置するという方針もありうるだろう、との指摘もあった。こういった

方針の可能性に対しては、まず観光業関係者は反対であるとの意見が多く出されている（鶴居村観光業・標茶町観光業）。また、2017年2月に実施された「シカ管理における希少鳥類保全地域連絡会議」の場において、キタキツネや野犬などが頻繁に訪れるようになる可能性があり、回収はしっかりと行うことが望ましいとの意見が参加者から出されていた（環境NGO）。

銃猟の場合、そして囲い罠や箱罠、くくり罠における回収作業に地域住民参加の要素を持ち込むべきか否かは、もう少し具体的に個体数調整手法が定まってから議論する場を設けることが望ましい。

将来的な「担い手」育成について、釧路地方には担い手を育成するための機構（枠組み）にすぐにマッチングする組織は、現状ではないと思われる（環境省）。しかしながら札幌、知床、東京から専門家集団がやって来て個体数調整を担うのであれば、その機会を利用して将来的に担い手作りを釧路地域で行えるようにノウハウの蓄積を進めていくべきであろう（標茶町環境NGO）。

トレーニング・ワークショップ（WS）の形で、広く釧路圏内の40代ハンターや若者が参加できるようにするのが端緒となりうる。鈴木（2008）⁸⁾は、獣害対策において「行政依存の対策が実施されてきた地域では、住民自らが主体となった獣害対策に関する知識がほとんどない場合が多い」点を指摘している。

c. 市民参加型シカ管理モデル（2016）

これまで地元の意見として行政担当者、農家、JA、ハンター、猟友会、観光業、ガイド、研究者、環境NGO、地域住民を地域のステークホルダーととらえ情報の共有を図り、今後の対応について意見を集約してきた。2016年度は「市民参加」（地域住民の参加）のあり方についても意見やアイデアを伺った。

様々なシンポジウム・ワークショップを開催することによって、地域住民の意見を伺う機会を作り、釧路公立大学学生による電話インタビューを実施し、キーパーソンには直接インタビューを実施することによって、計画段階（ここでは具体的に「生態系維持回復事業」を実施する前の段階ととらえる）での住民参加＝地域からの意見の集約としてその役目を果たしてきた。

今後は計画実施の段階での住民参加が必要となる。具体的なシカ個体数調整の手法によって、参加の仕方に違いは出てくるだろうが、これまでの話を基に住民参加のあり方を大別すると以下のようになる。

1. 個体数調整への積極的参加
2. 個体数調整は専門家集団に任せ、住民参加によって支援業務を行う。
3. 地域の研究者との協働で実施するモニタリング調査への参加
4. 個体数調整は環境省事業としたまま、シカ肉の利活用を促進する。

まず、「1.個体数調整への積極的参加」だが、右岸堤防で可能性が示唆されている夜間銃猟では、認可された専門家集団が担当しなくてはならず、地域住民による直接参加は難しい。将来的には地元でも対応できるような担い手作りに向けた取り組みも必要とされている。

大型の囲い罠～小型の箱罠の場合、設置、監視（見回り）、捕獲作業、捕殺後の死体回収（補助）、罠の撤収・移動等への無償・有償の参加があり得る。

次に「2.住民参加による支援業務」としては、具体的な個体数調整手法が明確になった段階で、情報発信を支援する、道路閉鎖を実施する場合には出入り口での監視員、捕獲実施の際にタンチョウや猛禽類などの希少鳥類への配慮を手伝う、といった業務内容が考えられる。

「3.モニタリング調査」については今後の検討課題でもあるが、釧路湿原の生物指標となる植物や鳥類といった定期・定点調査、場合によっては周辺農家における食害の相対的増減を目安にするなどの新規取り組みも考えられる。

「4.シカ肉の利活用」については地元からの要望も根強くあるが、個体数調整は環境省事業と線引きをして、その後の有効利用を地域住民・自治体で担当するオプションが考えられる。この場合、死体の回収・処理・移動といったプロセスを環境省、あるいは地域住民・自治体、さらには（地元）企業でどのように役割分担するか、しっかりした事前協議が重要となる。

大都市圏と違い、釧路地域ではボランティアと言っても継続的にマンパワー依存を期待することは難しい。地域の環境NGOが実施しているボランティア活動の中でも、歴史のあるタンチョウセンサス等では持続的な活動が維持されているが、植林活動等の継続が必要な作業でもなかなか人集めは容易ではない。2016年度の植林活動に参加した人々に、シカの死体回収について意見を伺ったが、大学生を含め、有効活用のしっかりとした道筋が整っていなければ、死体回収ボランティアを継続的に期待することは難しいだろうとの意見であった。

夜間銃猟の場合を除き、捕獲作業に地域のハンターが参加することはあり得るだろう。しかし一番若い世代でも40代であり、その世代のハンターは基本的に他の仕事を持った週末ハンターとなる。有償業務としての組み立てを考えるか、あるいは前項トレーニング・ワークショップの一環として位置づけて参加を促す等の配慮が必要だろう。

これまで議論されてきた釧路湿原とその周辺地域におけるシカ管理だが、サブテーマ1とサブテーマ2では、釧路総合振興局と根室振興局を含む広域連携によるシカ管理の必要性が指摘されている。国立公園内、湿原内にとどまらない広域での対応を可能とする住民参加型シカ管理というのは可能であろうか。

これまでの議論の中で出てきた意見やアイデアのうち、比較的容易に広域連携に対応でき、しかも地域住民の参加が必要となる手法に焦点をあててみた。釧路湿原周辺、あるいはより広域を考えた場合においても、周辺農家でシカがよく見られる牧草地に箱罠を設置、シカが捕獲された場合に通報する形で地域住民参加型のシカ管理を実施する方法があり得るだろう。牧草地への箱罠設置協力に対しては、日本ではまだエコファーマー等対象が限られているが、スイスや英国で見られるような環境直接支払型の支援（西尾ほか 2013）⁹⁾を参考に出来る。

詳細については議論が必要だろうが、一定期間多くのシカが出現する地域あるいは農地で移動可能な小型箱罠の設置を実施する。箱罠の設置自体、そして捕獲された場合の処置・回収も自治体や行政の協働で実施することが可能だろう。

5. 本研究により得られた成果

（1）科学的意義

本研究プロジェクトではシンポジウム、検討会、聞き取り調査等の多様なアプローチにより、地域のステークホルダーを整理し、行政・農家・ハンター・環境NGO・観光業といった地域住民が抱えるシカ対策に対する意見や要望を集約することが出来た。この結果、地域と連携したシカ

捕獲体制と地域協働の基盤を提供することが出来た。また、日本国内の野生動物管理における自然科学と社会科学の連携において、ひとつのモデルを提供することが出来た。

（２）環境政策への貢献

＜行政が既に活用した成果＞

標茶町と鶴居村でのシカ対策の協議会を本プロジェクトのワークショップと共催で開催することに成功した。

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

行政組織と地域の多様なステークホルダーとの情報共有・連携体制の基盤を構築することができた。シカ管理における今後の情報共有・連携は、自然公園法に基づく「釧路湿原国立公園生態系維持回復事業」への活用や、他の地域における湿地保全及びシカ個体数管理のモデル事業への活用が期待できる。地域住民からもシカ管理に対して積極的な意見を得ることが出来たため、今後のシカ管理に住民参加を促すために、有用な情報を提供することができる。

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

＜査読付論文に準ずる成果発表＞

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) 小林聡史、吉田剛司、日野貴文、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、長雄一、上野真由美：日本湿地学会（2016）
「釧路湿原保全とシカ管理におけるステークホルダーの役割」
- 2) 小林聡史、吉田剛司、日野貴文、上原裕世、宇野裕之、稲富佳洋、島村崇志、長雄一、上野真由美：ラムサールシンポジウム2016（2016）
「釧路湿原におけるシカ管理手法を探る」

（３）出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

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) 二宮咲子：環境社会学研究、第15号、p.132-138 (2009)
「生態系保全を理念とする法的規制と住民の反応：釧路湿原のウチダザリガニをめぐる環境問題を事例として」
- 2) 富田涼都：環境社会学研究、第16号、p.79-93 (2010)
「自然環境に対する協働における一時的な同意の可能性：アザメの瀬自然再生事業を例に」
- 3) 富田涼都：昭和堂、pp236 (2014)
「自然再生の環境倫理—復元から再生へ」
- 4) 立石裕二：世界思想社、pp312 (2011)
「環境問題の科学社会学」
- 5) 環境省：環境省自然環境局自然環境計画課 (2016)
「生物多様性の観点から重要度の高い湿地」
- 6) 武中桂：環境社会学研究、第14巻、p.139-154 (2008)
「『実践』としての環境保全政策：ラムサール条約登録湿地・蕪栗沼周辺水田における『ふゆみずたんぼ』を事例として」
- 7) 三上直之：環境社会学研究、第11号、p.117-130 (2005)
「環境社会学における参加型調査の可能性—三番瀬『評価ワークショップ』の事例から—」
- 8) 鈴木克哉：環境社会学研究、第14号、p.55-69 (2008)
「野生動物との軋轢はどのように解消できるのか？：地域住民の被害認識と獣害の問題化プロセス」
- 9) 西尾健、和泉真理、野村久子、平井一男、矢部光保：筑波書房、pp171 (2013)
「英国の農業環境政策と生物多様性」

Strategy and Tactics for Management of Hyper-abundant Deer in Kushiro Wetland

Principal Investigator: Tsuyoshi YOSHIDA

Institution: Rakuno Gakuen University
Midorimachi 582, Bunkyoudai, 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: Hokkaido Research Organization, Kushiro Public University of Economics

[Abstract]

Key Words: Sika deer, Wetland, Marsh, Ecosystem Impacts, Capturing, Regional Biodiversity Conservation

Despite being a widespread and important ungulate in wetland ecosystems, scientifically applicable information of sika deer *Cervus nippon* do not exist in Japan. Kushiro Shitsugen National Park (KSNP) is the largest wetland ecosystem in Japan, located at the eastern part of the northernmost island of Japan, Hokkaido. The objectives of this study were to develop tactics and strategies for better management of sika deer in KSNP mainly by understanding deer movements and impacts.

Wetland makes up 94.8% of KSNP (forests 3.4%, grassland 1.6% and urban and suburban 0.2%). Our study monitored deer population by helicopter survey in winters of 2015, 2016, and 2017. Population of deer was significantly affected by snow; however, we counted hyper abundant density with over 2,000 deer in KSNP.

Thirty-two female sika deer were equipped with GPS collars to clarify their seasonal movement and habitat use during snow cover (SC) and non-snow cover (NSC) seasons from October, 2014 to March, 2016. We calculated 50%-core home-range (LoCoH) and determined movement patterns. Deer were primarily crepuscular. We also calculated Manly's selection index, and concluded that wetland was the most-used land type, but deer preferred forest, urban and suburban, and grassland landscapes over wetland during both SC and NSC. Over 85% of deer used only KSNP and never migrated to outside of KSNP. About 28% of deer used KSNP only during SC and hunting season.

In order to examine the effects that deer have on wetland vegetation, we compared biomass index (BMI) within and outside of 22 enclosures. Simultaneously, we recorded

rare plant species that are browsed by deer. Our results also showed that BMI was higher in within enclosures plots. Some species such as *Bidens cernua* were significantly browsed by deer.

The study achieved a goal to develop a strategic and tactical deer management in KSNP. We introduced effective methods to control deer in KSNP for local stakeholders and regional governments by 12 workshops and symposium in Kushiro regions.