

令和3年度ICT技術等を利用した効果的なエゾシカ捕獲モデル等作成事業 報告書 詳細版

1. 事業の目的

エゾシカによる農林業被害軽減等のため、北海道森林管理局では平成26年度からエゾシカの捕獲事業を実施しており、一定の効果をあげているが、依然として農林被害額は高い状態であり、市町村等からの捕獲実施の要望も多い。

このような事態の打開に向けて、北海道森林管理局としても引き続き積極的な捕獲を実施していくところであるが、そのためには捕獲事業の効率化が重要となる。効率的な捕獲には、事前調査による捕獲地選定が必要不可欠であるが、エゾシカの生態について専門的な知識を持つ職員に限りがあることから、簡易で客観的なデータから調査候補地を選定し、さらには捕獲手法を決定する『エゾシカ捕獲事業作成マニュアル』が必要である。

本事業は、客観的なデータと簡易な調査から捕獲地を選定し、地域の状況に合わせた捕獲方法を決定するまでの『エゾシカ捕獲事業作成マニュアル』作成を目的としている。

事業概要

- ・事業名：令和3年度ICT技術等を利用した効果的なエゾシカ捕獲モデル等作成事業
- ・事業箇所：北海道森林管理局管内の国有林。ただし、自動撮影カメラによるエゾシカ生息調査は後志森林管理署管内の国有林とする（図1-2）。
- ・履行期間：令和3年7月3日～令和4年3月25日
- ・発注者：北海道森林管理局
- ・受託者：特定非営利活動法人EnVision環境保全事務所

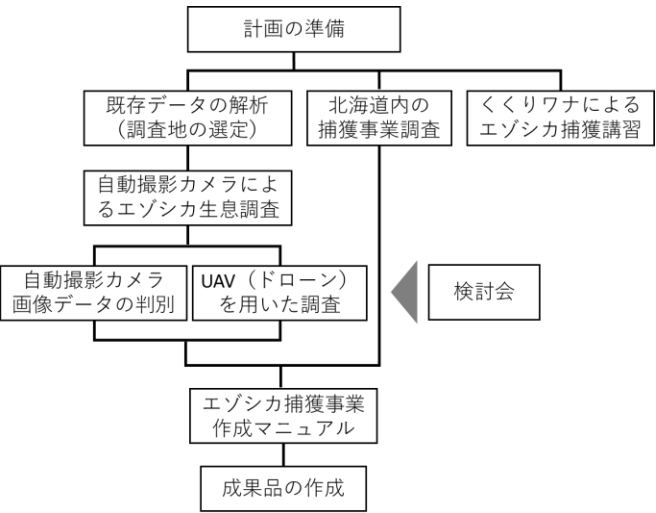


図1-1 事業の流れ



図1-2 事業箇所
(自動撮影カメラによるエゾシカ生息調査)

2. 既存データの解析及び調査地の選定

北海道森林管理局管内全域を対象に、エゾシカ簡易影響調査とエゾシカ痕跡調査のデータ及び北海道庁の捕獲数データをGIS情報として整理した（表2-1）。

簡易影響調査と冬期痕跡調査は過去5年分を使用した。捕獲数のデータは、過去3年分について5kmメッシュを単位として、それぞれ捕獲数の総計、国有林での捕獲数、狩猟及び許可捕獲による捕獲数、冬期（12-3月）の捕獲数、メスの捕獲数に区分して整理した。

表2-1 GIS情報として整理したデータ

項目	年度	区分
簡易影響調査	R元-R3 (3年分)	点数 0-12
		点数 13-32
		点数 33-52
		点数 53-100
冬期痕跡調査	H28-R2 (5年分)	痕跡あり 痕跡なし
捕獲数 (5kmメッシュ)	H29-R元 (3年分)	捕獲数総計
		国有林での捕獲数
		狩猟による捕獲数
		許可捕獲による捕獲数
		冬期（12-3月）捕獲数 雌の捕獲数

2. 既存データの解析及び調査地の選定

整理した情報を視覚的に分かりやすく表示することを目的に、ArcGIS Onlineのダッシュボード機能を用いてデータベースを作成した（図2-1）。

データベースでは北海道森林管理局の管内全域を対象とし、シームレスの地図に5kmメッシュごとの捕獲数と簡易影響調査や痕跡調査が表示され、任意の5kmメッシュをクリックすると、該当メッシュの捕獲数の情報がポップアップで表示される（図2-2）。また、地図の表示範囲に含まれる担当区の捕獲数の情報が、表として示され、表の中から担当区を指定してクリックすると、担当区単位の捕獲数情報がグラフ表示される（図2-3、図2-4）。

簡易影響調査や痕跡調査の結果とあわせて地図上に表示することで、対象とする担当区や地域周辺の捕獲の状況と、エゾシカによる森林への影響の強さや越冬地としての可能性を総合的に把握することができる。

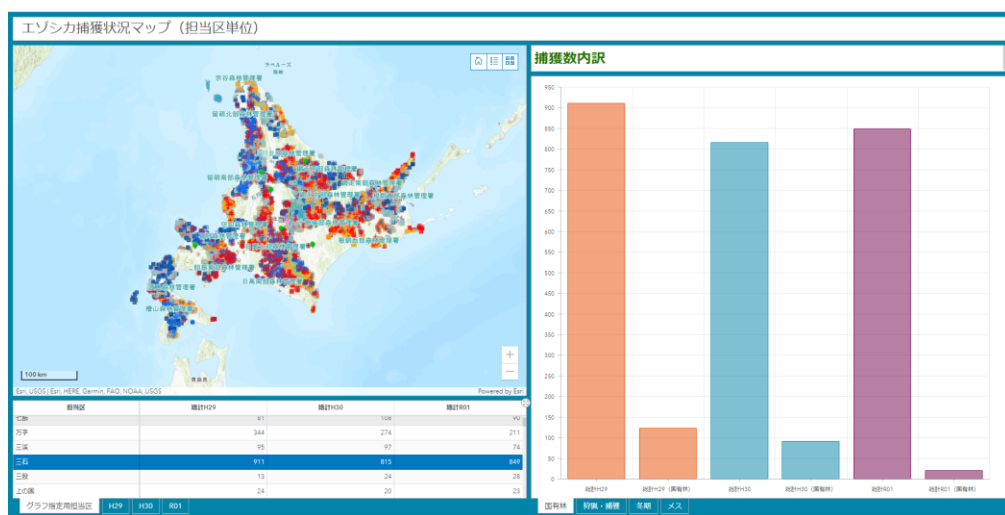


図2-1 データベースの外観と構成要素

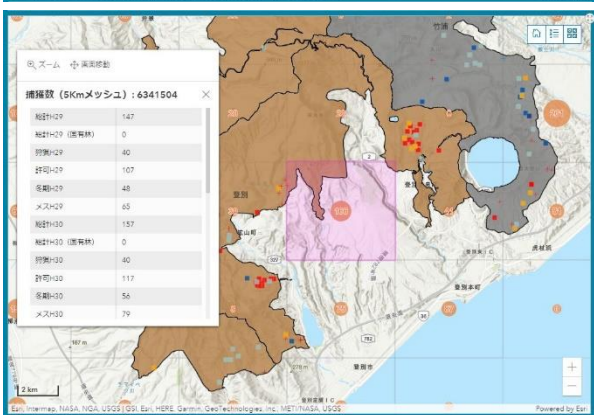
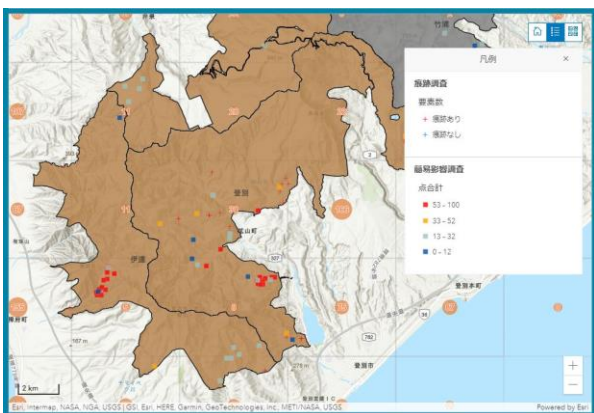


図2-2 地図の拡大表示例

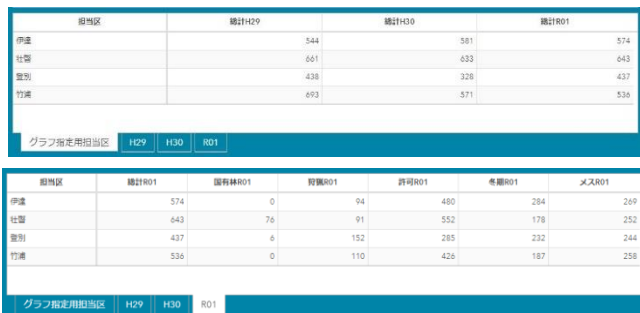


図2-3 表の表示例

上) 過去3か年度の担当区の捕獲数
下) 各年度の担当区の捕獲数の詳細



図2-4 グラフの表示例

右) 狩猟と許可捕獲の捕獲数
左) 冬期（12-3月）の捕獲数

2. 既存データの解析及び調査地の選定

整理した情報をもとに、後志森林管理署管内の自動撮影カメラ調査の調査地を選定した。自動撮影カメラ調査では、管内のエゾシカの生息状況を広く把握すること、捕獲事業の適地である越冬地を把握することを目的としている。そのため、調査地は担当区を基準に管内から広く選定することとし、エゾシカが越冬している可能性が高い場所を優先的に選定することとした。

参考として、担当区ごとに狩猟と許可捕獲の平均捕獲数、痕跡調査での痕跡確認の有無、簡易影響調査の評価点を整理し（表3-2）、さらに後志森林管理署より、林道の不通箇所や森林整備事業等で調査実施が困難な場所の情報を取得し、それらの情報をもとに調査地として適した場所を林道単位で選定した。

表2-2 担当区ごとの平均捕獲数、痕跡調査の結果及び簡易影響調査の評価点

担当区	平均捕獲数			痕跡調査		簡易影響調査
	計	狩猟	許可捕獲	秋	冬	推定平均評価点
	H29-R01					H30-R02
倶知安	4.1	1.9	2.2	○		9.4
京極	1.8	0.6	1.2	○		14.7
喜茂別	8.2	2.2	5.9	○		22.0
留寿都	25.9	1.4	24.4	○		19.3
岩内	19.2	7.5	11.7	○		8.6
共和	11.4	2.3	9.1	○		8.9
泊	2.9	2.5	0.4	○		5.5
神恵内	3.1	3.1	0.0	○		5.3
黒松内	1.0	0.0	1.0	○		3.9
寿都	6.4	2.6	3.8	○	○	5.3
永豊	3.1	2.8	0.3	○		3.0
元町	1.6	0.8	0.9	○		3.6
登別	86.5	36.3	50.2	○	○	37.5
伊達	47.0	9.1	38.0	○	○	35.1
壮瞥	70.4	8.9	61.6	○		26.8
大滝	44.8	3.7	41.1	○	○	29.7

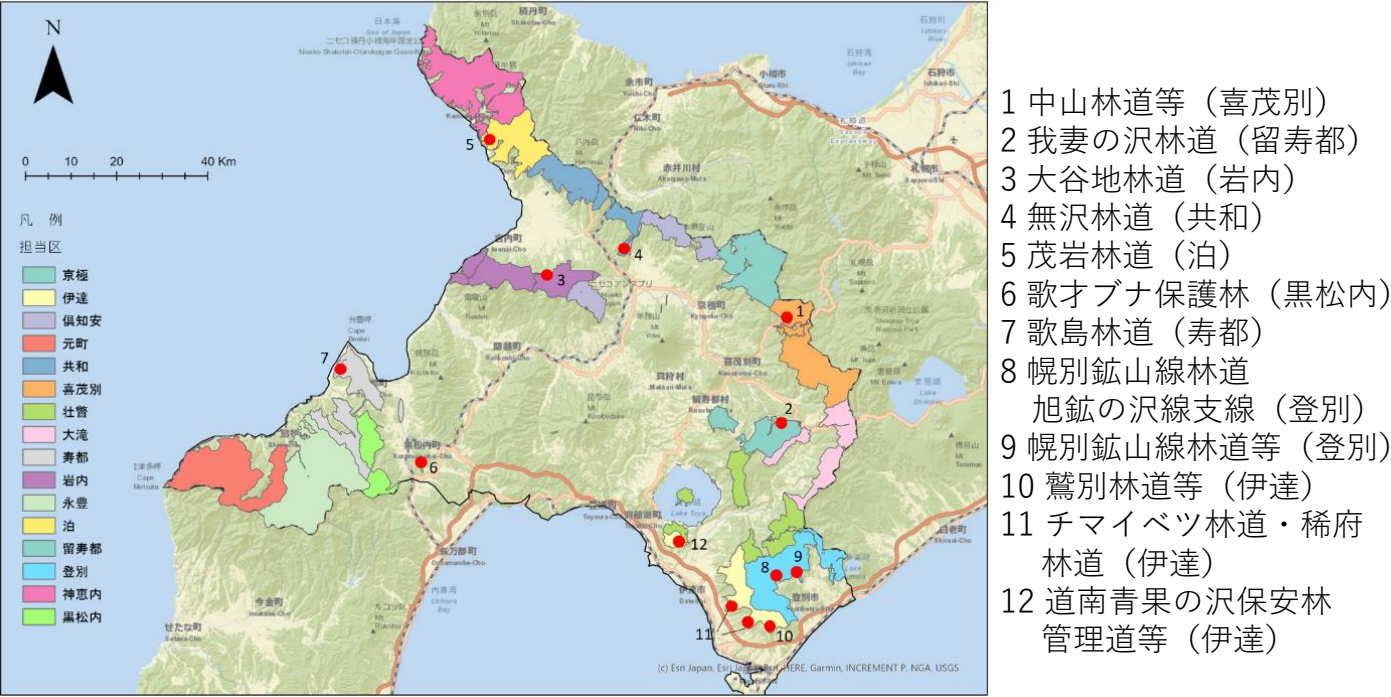


図2-5 選定した調査地位置図

3. 自動撮影カメラによるエゾシカ調査

7月下旬から8月中旬にかけて、調査地12カ所の林道沿いに自動撮影カメラを各2-6台、計67台設置した(図3-1、写真3-1)。カメラの設置方法は、「森林管理者のためのエゾシカ調査の手引」(以下「調査の手引き」とする)に従った。

自動撮影カメラは、非通信型カメラが15台とWeb経由でデータを取得するIoTカメラを52台使用した。IoTカメラは携帯電話の通信エリア圏内に設置し、点検頻度を抑えることを目的にバッテリーボックスも併設した。11月にカメラの点検を行い、非通信型カメラを回収し、IoTカメラについては高さを変更するなど冬期仕様にして設置を続けた。

回収した撮影データは、画像判別ソフトを用いてエゾシカが撮影されている画像(写真3-2)を抽出し、撮影日時、シカの頭数、撮影頻度を算出した。

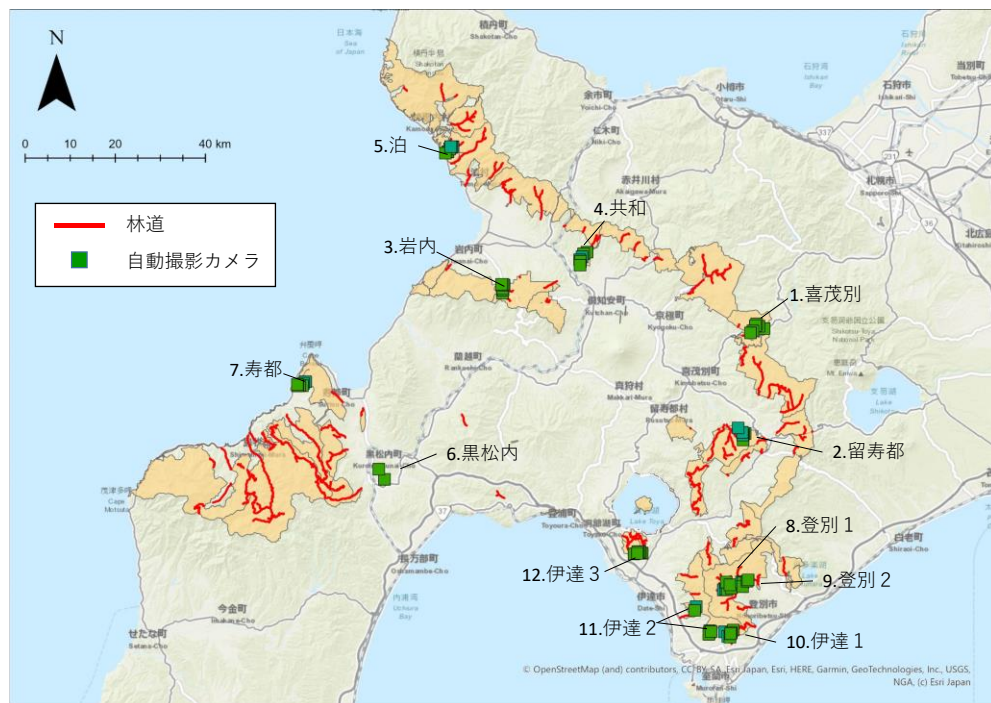


図3-1 自動撮影カメラによるエゾシカ調査 カメラ設置地点



写真3-1 カメラ設置状況



写真3-2 エゾシカが撮影された画像

令和3年度ICT技術等を利用した効果的なエゾシカ捕獲モデル等作成事業 報告書 詳細版

3. 自動撮影カメラによるエゾシカ調査

収集した撮影画像のうち、6587枚でエゾシカが撮影されていた。冬に継続して設置したIoTカメラについては2月16日時点のデータを使用した。撮影頻度は月ごとに算出し、8-11月を夏・秋、12-2月を冬に区分して整理した。調査地ごとの季節別の撮影結果を表3-1と図4-2に示す。

夏・秋は8カ所の調査地で撮影頻度が0.5を越えており、最も高い喜茂別では1.83であった。登別担当区と伊達担当区では冬も撮影頻度が高い値を示しており、特に登別1と登別2では撮影頻度が1.0を越えていた。また、寿都と泊でも撮影頻度は低いもののエゾシカが越冬していることが確認されており、今後の推移に注意が必要である。

表3-1 調査地ごとの季節別撮影頻度一覧

調査地 番号	調査地	夏・秋 (8-11月)			冬 (12-2月)			全体		
		枚数	稼働台 日数	撮影頻度 (枚/日)	枚数	稼働台 日数	撮影頻度 (枚/日)	枚数	稼働台 日数	撮影頻度 (枚/日)
1	喜茂別	1150	630	1.83	4	468	0.01	1154	1104	1.05
2	留寿都	489	714	0.68	6	312	0.02	495	1010	0.49
3	岩内	195	732	0.27	0	468	0.00	196	1200	0.16
4	共和	132	672	0.20	2	358	0.01	134	1050	0.13
5	泊	317	594	0.53	15	234	0.06	334	914	0.37
6	黒松内	7	210	0.03	0	156	0.00	7	386	0.02
7	寿都	592	604	0.98	39	312	0.13	634	1018	0.62
8	登別1	724	580	1.25	349	312	1.12	1073	897	1.20
9	登別2	326	468	0.70	320	312	1.03	646	784	0.82
10	伊達1	608	692	0.88	152	312	0.49	760	1016	0.75
11	伊達2	673	696	0.97	148	390	0.38	821	1092	0.75
12	伊達3	224	708	0.32	109	468	0.23	333	1182	0.28
	計	5437	7300	0.74	1144	4102	0.28	6587	11653	0.57

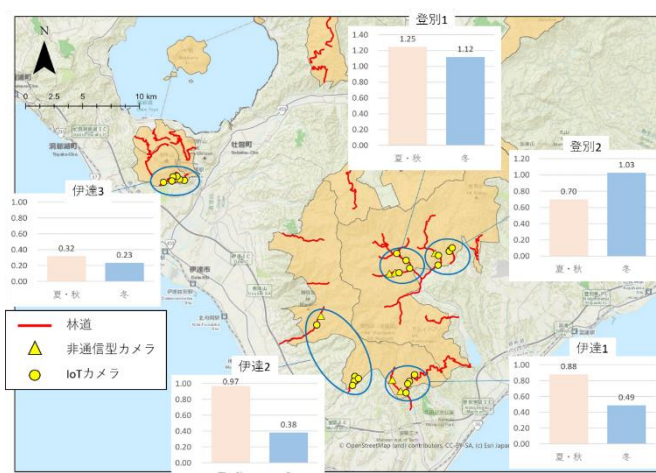
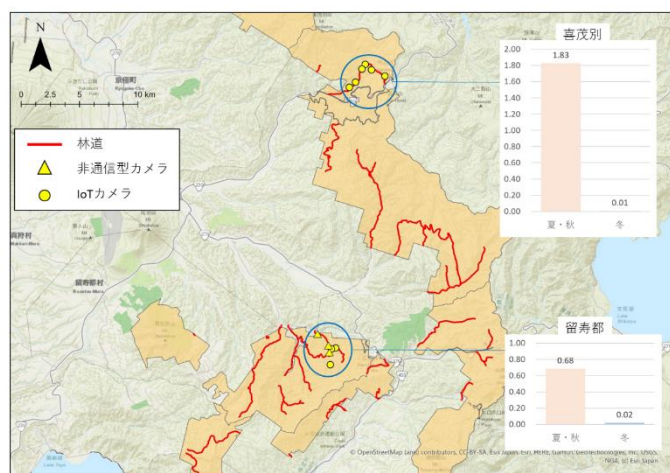
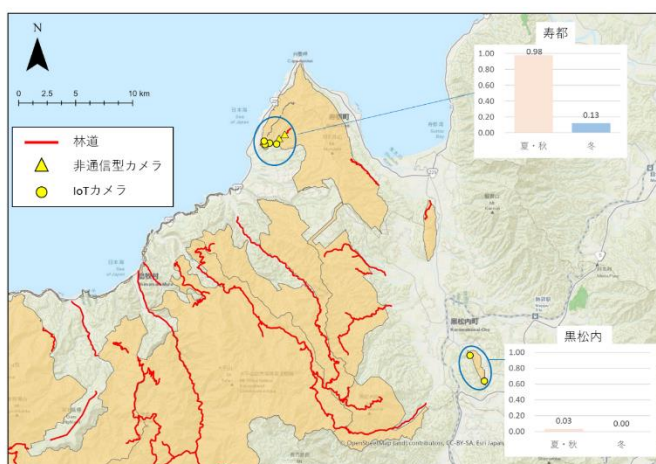
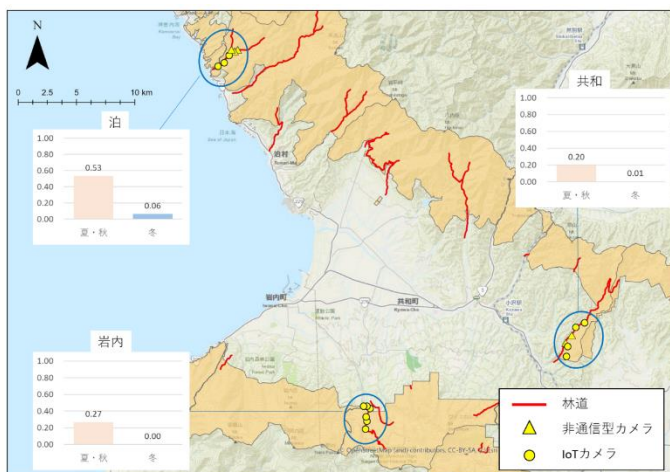


図3-2 調査地ごとの季節別の撮影頻度

4. 自動撮影カメラ画像データの判別

昨年度の業務で開発したAIによるエゾシカ画像判別ソフトについて、画像判別精度の向上を図るとともに、撮影頻度の算出機能を追加する改良を行った。

前年度開発した学習モデルをベースに、画像の分類方法の変更やコピーペースト法で作成した画像（写真4-1）の追加等を実施し、判別精度の向上を図った。判別精度を上げる際には、FN（実際は存在するエゾシカを検出できなかった数）のうち明瞭なシカの見落としを減らすことと、FP（シカでないものを誤ってシカと判別した数）を減らすことに重点を置いた。学習モデル改善の主な経過を表4-1に示す。なお、評価の対象となるテストデータには、前年度の自動撮影カメラ調査で取得した画像6113枚を使用した。

当初、判別精度は0.73（73％）であったが、改良を重ねることで0.80（80％）まで向上した。一方で、シカ等の体の一部が映った画像や教師データに含まれていない対象物（鳥、ウサギ等）の画像については、最後まで判別が困難であった。

表4-1 学習モデル改善の主な経過

学習モデル	改善内容	結果			
		判別精度	TP	FP	FN
Ver.1	昨年度の学習モデル（*） 区分：角あり、角なし、不明、人、車、クマ、キツネ、タヌキ	0.73	2186	350	423
Ver.2.1	区分の変更 区分：シカ・人・車・クマ・キツネ・タヌキ	0.79	2355	344	297
Ver.2.2	区分の変更 区分：シカ・その他	0.79	2351	306	301
Ver.3.1	コピーペースト法 シカ、クマ、キツネ、タヌキ、人の画像各1000枚を追加	0.79	2246	190	406
Ver.3.2	コピーペースト法 背景画像100枚を追加	0.80	2272	172	380

* 昨年度の学習モデルで使用した画像数
シカ：15536枚（角あり：3214枚、角なし：9693枚、不明：2629枚）
人：200枚、車：289枚、クマ：284枚、キツネ：793枚、タヌキ：189枚



写真4-1 コピーペースト法で作成した画像の例

新たな機能として、撮影頻度の算出機能を追加した（図5-1、図5-2）。撮影枚数等はソフトによる判別結果をもとに算出され、カメラの稼働日数は、画像のタイムスタンプをもとに、撮影開始日と撮影終了日を抽出し、その差分から計算されるようにした。

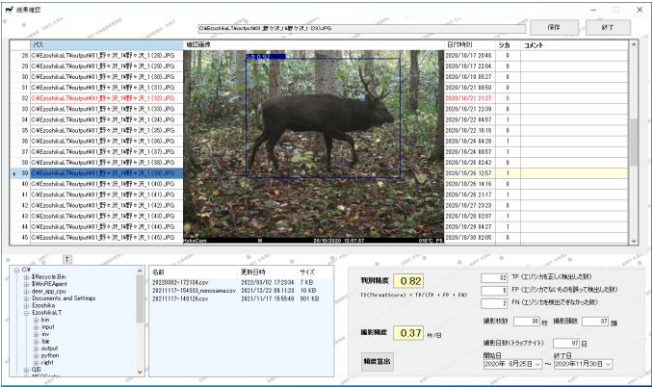


図4-1 解析結果確認の画面

判別精度

0.82

TP (エゾシカを正しく検出した数)

32

FP (エゾシカでないものを誤って検出した数)

5

FN (エゾシカを検出できなかった数)

2

撮影枚数

36 枚

撮影頻度

0.37 枚/日

頻度算出

撮影頻度の算出式

$$Ts(ThreatScore) = TP / (TP + FP + FN)$$

撮影日数(トラップナイト)

97 日

開始日

2020年 8月25日

終了日

2020年 11月30日

図4-2 新たに追加した撮影頻度の算出機能

5. UAV（ドローン）を用いた調査

冬のエゾシカの生息状況を調査する手法としてUAV(以下「ドローン」とする)の活用方法を検討した。調査にはDJI社製ファントム3 professionalを使用した。予備調査ではエゾシカの雪上の足跡が対地高度（以下「高度」）によってどの程度判別できるかを検証し、本調査ではその結果を踏まえ、動画によるエゾシカの探索および静止画撮影によるエゾシカの足跡確認により、エゾシカの生息状況の把握を試みた。

<予備調査>



写真5-1 高度によるエゾシカの足跡の写り方の違い
左) 高度50m 中) 高度75m 右) 高度100m

樹林等がない開放地であれば高度100mでも明瞭なシカ道は識別可能であったが、高度50mで撮影した画像では、よりはっきりとシカ道を識別することができ、画像を拡大することで他の動物（ウサギ・キツネ等）の足跡も識別できた。

<本調査>

自動撮影カメラの設置地点7ヶ所にそれぞれ長さ300m×幅50mの調査プロットを設定した。プロットは、なるべく平坦な地形で、エゾシカが利用しやすい環境（常緑針葉樹林、広葉樹林、水場等）を含めた。最初に手動飛行により動画撮影をした。広範囲を俯瞰するために、カメラは概ね45度傾けて撮影した。次に、高度約50mで自動飛行を行い、静止画により調査プロットの範囲全体を撮影した。静止画はカメラを真下に向けて撮影した。各調査プロットで撮影された動画から目視にてエゾシカを判別した。また、静止画は重複が少ない画像10枚を抽出し、エゾシカの足跡の有無を目視で判別した。

表5-1 ドローンによるエゾシカ生息状況調査の結果

調査日	担当区	調査地	自動撮影カメラ調査 撮影頻度（1月）	動画 エゾシカ確認	静止画 足跡確認
令和4年2月8日	登別	幌別鉱山線林道旭鉱の沢支線	6.81枚/日（No.42）	有	10/10枚中
令和4年2月9日	伊達	幌別林道	0.39枚/日（No.52）	有	10/10枚中
	伊達	幌別・鶯別線保安林管理道	1.94枚/日（No.55）	有	10/10枚中
	登別	幌別鉱山線林道	4.65枚/日（No.47）	無	10/10枚中
	登別	幌別鉱山線林道	0.97枚/日（No.46）	無	10/10枚中
令和4年2月25日	留寿都	我妻の沢林道	0.00枚/日（No.12）	無	0/10枚中
	喜茂別	中山林道	0.00枚/日（No.6）	無	0/10枚中



写真5-2 ドローンで確認されたエゾシカ

自動撮影カメラ調査によりエゾシカが確認されていた5地点のうち、3地点で動画撮影によりエゾシカの生息が確認できた（写真5-2）。また静止画による撮影では、全5地点で、抽出した10枚すべての画像から足跡を確認できた。一方、自動撮影カメラ調査でエゾシカの生息が確認できなかった2地点では姿や足跡を確認できなかった（表5-1）。

5. UAV（ドローン）を用いた調査

ドローンによる調査をさらに補足する技術として、衛星画像による冬のエゾシカの生息状況の把握を試行した。使用した衛星画像を図5-1に、仕様を表5-2に示す。

解像度2mのマルチスペクトル画像と解像度0.5mのパンクロマティック画像を使用し、両者を融合して解像度0.5mのパンシャープン画像を作成した（図5-2）。パンシャープン画像をもとに、目視によりエゾシカの判読を行った。エゾシカの可能性が高いと考えられた画像の箇所については、別時期に撮影された画像（Google Maps Hybrid）をArcGIS Proにて、重ね合わせて表示し比較することで、樹木や岩等との誤認を避けるようにした。

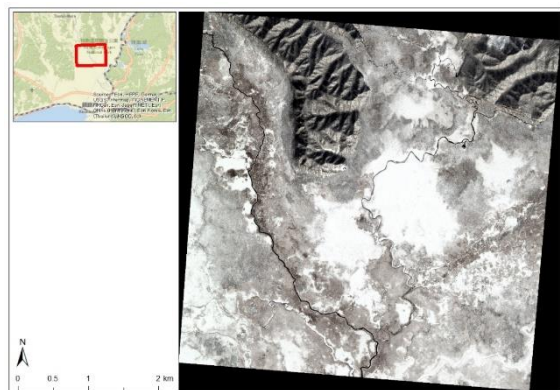


図5-1 使用した衛星画像

表5-2 衛星画像の仕様

項目	内容
撮影日時	2019年2月10日10時20分
撮影範囲	釧路湿原北部の5km×5km
衛星の種類	WorldView-2
プロダクト名	オルソレディ画像
バンド	4バンドバンドル（パンクロ+B+G+R+NIR）
ビット数	16bit
解像度	マルチ（2m） パンクロ（0.5m）
リサンプリング方法	4x4三次量込内挿法
空間参照系	投影法：UTM、 測地系：WGS84

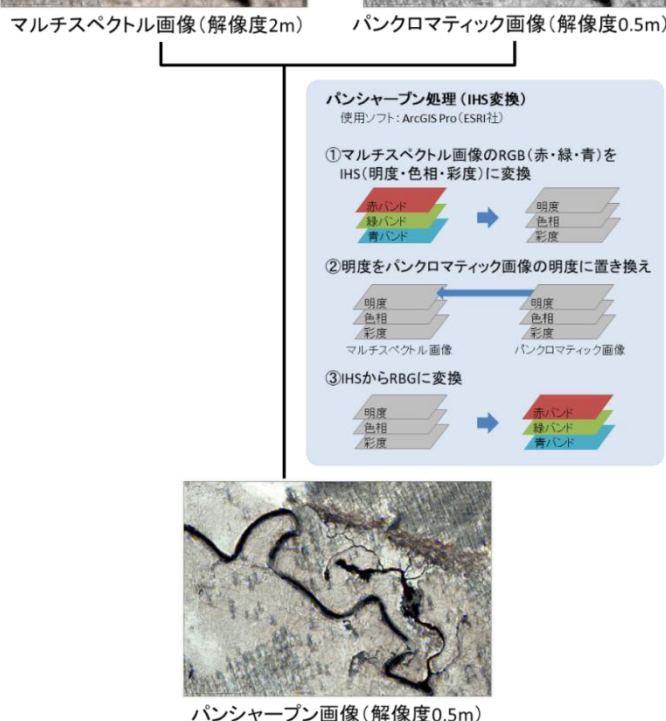
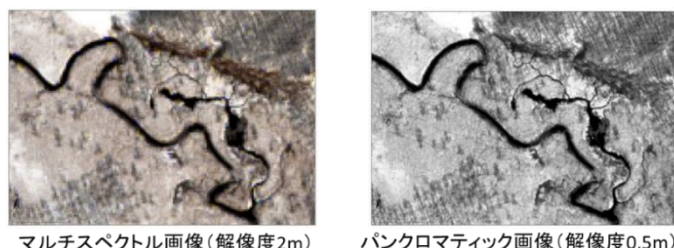


図5-2 パンシャープン画像作成の流れ

画像内から8箇所でエゾシカの可能性が高いと考えられる地点が確認できた（写真5-3）。確認できた場所の環境はいずれも湿原域であり、森林内については樹木との判別が困難であった。

今回は他時期の写真と比較することで、エゾシカの可能性が高いことを示したが、本来であれば地上データ（グランドトルース）と比較することで確証を得る必要がある。現状の精度では、森林内での識別は難しく、今後衛星画像の解像度がさらに向上していくことが望まれる。



図5-3 衛星画像から判別したエゾシカの群れ

令和3年度ICT技術等を利用した効果的なエゾシカ捕獲モデル等作成事業 報告書 詳細版

7. 北海道内の捕獲事業調査

本事業で作成するエゾシカ捕獲事業作成マニュアルの参考資料として、道内の主な捕獲事業のリストを作成した。調査範囲は概ね過去5年以内の捕獲事業とした。

環境省北海道地方環境事務所釧路自然環境事務所、北海道庁水産林務部、同環境生活部に依頼して、各機関が主体となって実施した捕獲事業について、捕獲時期、捕獲場所、捕獲主体（受託者）、捕獲手法、捕獲結果（捕獲頭数）、捕獲個体の処理方法等の情報提供をお願いした。北海道森林管理局が実施した事業についても同様に整理し、受領した情報とあわせて一覧表にまとめた。また、資料の一環として、捕獲事業の受け手となる民間の事業体、及び捕獲個体の受入先となる有効活用施設についての情報も収集・整理した。

表7-1 捕獲事業のリストの一部

年度	事業名	実施主体（委託者）	実施主体（受託者）	市町村	地名	捕獲時期	捕獲手法 (銃器・罠いワナ・箱ワナ・ くくりワナ・その他)	設置数	捕獲数	捕獲個体の処理方法 (有効活用・廃棄・そ その他)
H28	平成28年度森林環境保全整備事業 (特定森林再生事業)	新得町	新得町	新得町	字新得	H28年12月～H29年2月	罠いワナ	1	9	有効活用
H28	平成28年度エゾシカ森林被害防止強化対策事業 (シカによる森林被害緊急対策事業)	石狩地区鳥獣被害対策広域協議会	石狩地区鳥獣被害対策広域協議会	石狩市 当別町	厚田 茂平沢	H29年1月～H29年3月	罠いワナ	2	0	捕獲なし
H28	平成28年度エゾシカ森林被害防止強化対策事業 (シカによる森林被害緊急対策事業)	知内・福島地域エゾシカ被害対策会議	知内・福島地域エゾシカ被害対策会議	福島町 知内町	字福島他6 字小谷石他6	H29年2月～H29年3月	くくりワナ	89	18	廃棄
H28	平成28年度エゾシカ森林被害防止強化対策事業 (エゾシカ森林捕獲加速化事業)	一般財団法人前田一步園財団	有限会社前田一步園林業	釧路市	阿寒町	H29年1月～H29年3月	罠いワナ	2	88	有効活用
H28	釧路管理区道有林管理型エゾシカ捕獲委託業務	釧路総合振興局森林室	厚岸木材工業協同組合	厚岸町 浜中町	字登喜岱 字道有林	H29年1月～H29年3月	モバイルカリング	—	69	有効活用 廃棄
H29	平成29年度エゾシカ森林被害防止強化対策事業 (シカによる森林被害緊急対策事業)	石狩地区鳥獣被害対策広域協議会	石狩地区鳥獣被害対策広域協議会	札幌市 千歳市	南区白川 中央	H29年12月～H30年2月	罠いワナ くくりワナ	2 20	8	廃棄
H29	平成29年度エゾシカ森林被害防止強化対策事業 (シカによる森林被害緊急対策事業)	知内・福島地域エゾシカ被害対策会議	知内・福島地域エゾシカ被害対策会議	福島町 知内町	字福島他5 字小谷石	H30年1月～H30年2月	くくりワナ	127	74	有効活用8頭 廃棄66頭
H29	平成29年度エゾシカ森林被害防止強化対策事業 (エゾシカ森林捕獲加速化事業)	一般財団法人前田一步園財団	有限会社前田一步園林業	釧路市	阿寒町	H29年12月～H30年3月	罠いワナ	2	53	有効活用
H29	網走東部管理区道有林管理型エゾシカ捕獲委託業務	オホーツク総合振興局東部森林室	北見森づくり協同組合	津別町	字二又	H30年2月～H30年3月	罠いワナ	2	1	有効活用
H29	日高管理区道有林管理型エゾシカ捕獲委託業務	日高振興局森林室	日高森づくり協同組合	浦河町	字上件白	H30年1月～H30年2月	モバイルカリング	—	85	有効活用 廃棄

8. くくりワナによるエゾシカ捕獲講習

北海道森林管理局職員のかくりワナに対する知識と技術向上を図るため、くくりワナによるエゾシカ捕獲講習を実施した。講習は座学と現地実習を組合せて2日間にわたって行われ、北海道森林管理局及び22森林管理署から75名の職員が参加した。

(1) 座学

日時： 令和3年11月8日

場所： かでる2・7 820研修室

プログラム

- ・エゾシカ捕獲の意義・目的について
- ・エゾシカの立木食害等が天然更新に与える影響について
- ・野生鳥獣捕獲に関連する法令（狩猟・許可捕獲全般）
- ・鳥獣に関する知識等
- ・令和2年度「職員によるくくりワナ」の実施報告
- ・くくりワナの使い方について（室内）
- ・北海道森林管理局職員による有害鳥獣捕獲における安全対策について

(2) 現地実習

日時： 令和3年11月9日

場所： 石狩森林管理署5350林班

プログラム

- ・くくりワナの設置（現地）
- ・止刺しの監督について
- ・IoT 自動撮影カメラの使い方



写真8-1 くくりワナによるエゾシカ捕獲講習の実施状況

9. エゾシカ捕獲事業作成マニュアル

前年度事業で作成した「エゾシカ捕獲地調査マニュアル」をベースとして、今年度事業で得られた成果および検討会での意見等を踏まえ、「エゾシカ捕獲事業作成マニュアル」を作成した。

捕獲事業作成マニュアル 目次

1. 目的
2. 捕獲事業作成の流れ（概論）
3. 捕獲地の選定
 - 3-1 選定の条件
 - 3-2 既存データ
 - 3-3 現地調査
 - 3-3-1 自動撮影カメラ調査
 - 3-3-2 ドローン調査
4. 地理的・社会的条件の検討
5. 捕獲手法の検討
6. 事業の評価（モニタリング）

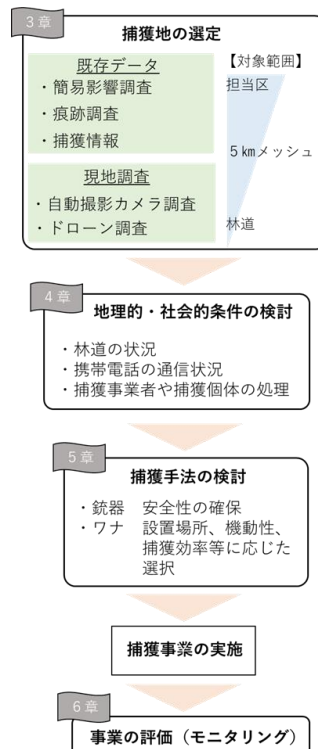


図9-1 捕獲事業作成の流れ

10. 検討会等の実施

事業の実施に先立って第1回検討会を令和3年7月26日に開催した。また、事業の成果を検証するため、第2回検討会を令和4年3月4日に開催した。各検討会には2名の学識経験者にも出席いただき事業への助言や意見をいただいた。

<本事業の成果に対しての主なご意見>

- ・データベースを持続的に運用できるシステムにしていくためには、データを更新していく仕組みが必要。
- ・多雪地域やササが濃い地域での調査手法は課題であり、越冬地かどうかについては、痕跡等の結果もあわせて検証していくことが必要。
- ・IoTカメラと非通信型カメラについて、それぞれの特性を踏まえて使い分けていかなければいけない。
- ・AIによる判別ソフトは、学習していない動物や鳥などを覚えさせていくことが必要。一方で、体の一部しか写っていない場合は、人間が見ても難しいところがあり、今のAIの限界と考えられる。
- ・ドローンによる調査はエゾシカの生息状況の定量的な評価に用いるのは難しい。
- ・ドローンの使い方にはいろいろな目的が考えられる。目的に応じてドローンの使い方や飛ばし方も変わってくるので、それらを整理することが必要。



写真10-1 検討会の実施状況