

令和5年度
山形県ニホンジカ生息状況調査業務
報告書

令和6年3月

目 次

1. はじめに.....	1
2. 業務概要.....	2
2.1. 業務名.....	2
2.2. 目的.....	2
2.3. 業務履行期間.....	2
2.4. 業務履行場所.....	2
2.5. 業務項目.....	2
2.6. 業務工程.....	2
2.7. 業務内容.....	3
2.7.1 ボイストラップ調査.....	3
2.7.2 カメラ調査.....	4
3. ボイストラップ調査.....	5
3.1. 調査方法.....	5
3.2. 調査地.....	6
3.3. 調査日程.....	12
3.4. 解析方法.....	12
3.5. 調査結果.....	13
3.6. 考察.....	17
4. カメラ調査.....	19
4.1. 調査方法.....	19
4.2. 調査地.....	20
4.3. 調査日程.....	24
4.4. 解析方法.....	25
4.5. 調査結果.....	26
4.5.1 カメラ稼働状況.....	26
4.5.2 撮影状況.....	28
4.5.3 シカの地域別撮影状況.....	30
4.5.4 RAIの経年変化.....	33

4.6. 考察.....	34
5. 総合考察.....	36
6. 引用文献.....	37

1. はじめに

ニホンジカ (*Cervus nippon*:以下、シカとする) は有史以前から日本に生息し、かつては北海道から九州まで広く分布していたが、多雪地の東日本では明治時代以降、暫時絶滅していた。その背景には明治時代以降の狩猟圧の高まりや土地利用の拡大があると言われている。山形県においては、「(旧) レッドデータブックやまがた・動物編」(平成 15 年 3 月発行) において、シカを「EX (絶滅種)」に位置付けており、その理由を「本県では古い時代から生息していたことは確実であるが、1919 年(大正 8 年)の捕獲が最後の記録で、以後信頼できる生息情報は得られず絶滅したものと判断される。」としていた。しかし、近年は目撃件数や捕獲数が増加し、県内での定着・繁殖の可能性が高い状況となっている(山形県 2020)。

このため、山形県ではシカを第二種特定鳥獣に指定し、「山形県ニホンジカ管理計画」により、シカの生息状況を低密度でかつメスの少ない状態(遅滞相の段階)に抑え、生息域の拡大及び生息数の増加の抑制を図ることを基本的な目標とし、モニタリング調査及びそれに基づいた捕獲等の管理に取り組むこととしている。

しかし、近年になって分布が回復し始めた山形県では、シカの個体数が少ないため、スポットライトカウント、糞塊法といった従来のモニタリング手法による生息状況把握は困難な状況にある。そこで、山形県森林研究研修センターでは、カメラトラップに加え、カメラよりも広範囲をカバーでき、検知力の高い手法とされるボイストラップ法による生息把握技術の実証事業(当初はラッティングコール調査)を平成 28 年度より実施してきた。ボイストラップ法は、山形大学が開発した手法であり、howl と呼ばれる「秋季にオス個体が定着しナワバリを形成した際に発せられる鳴き声」と、moan と呼ばれる「一定数以上のメスが流入し、それらを囲い込んだ際にオスが発する鳴き声」の検知により、オスの分散や個体群の繁殖段階を把握するものである。

本事業は、これらの経緯を踏まえ、過年度と同様の方法で調査を継続し、比較検討を行うことで県内のシカの動向をモニタリングし、今後の管理に資するものとするを目的に実施した。

2. 業務概要

2.1. 業務名

業務委託名：令和5年度山形県ニホンジカ生息状況調査業務

2.2. 目的

本業務は、山形県ニホンジカ管理計画においてモニタリングに位置付けられている内容である。ボイストラップ調査では、シカの侵入時期から定着時期への移行を把握するための繁殖期の鳴き声の状況調査を、平成29年度から実施してきたカメラ調査では、生息動向調査を実施し、報告書を作成することを目的とした。

2.3. 業務履行期間

業務履行期間：令和5年5月31日（水）から令和6年3月8日（金）まで

2.4. 業務履行場所

業務履行場所：山形県内一円

2.5. 業務項目

業務項目は表 2-1 のとおりとした。

表 2-1 業務項目

工種・種目・細別	単位	数量
(1) 打合せ協議	式	1
(2) ボイストラップ調査	式	1
(3) カメラ調査	式	1
(4) 報告書とりまとめ	式	1

2.6. 業務工程

業務工程は表 2-2 のとおりとした。ただし、工程に変更が生じる場合は、適宜担当職員と連絡を取り、協議した。

表 2-2 業務工程表

項目	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	備考
(1) 打合せ協議	■										
(2) ボイストラップ調査											
設置				■							50か所
見回り				■	■						2回
撤去					■	■					
(3) カメラ調査											
設置	■										8台3地域
見回り		■		■							2回
撤去					■	■					
(4) 報告書とりまとめ											
データ整理			■	■	■	■	■	■			
報告書作成							■	■	■	■	

2.7. 業務内容

2.7.1 ボイストラップ調査

(1) 方法

調査は、江成ら（2020）に準じて実施した。ARUs（Autonomous Recording Units:自立型録音機）は Wildlife Acoustics 製 SongMeter SM4（以下、SM4）を使用し、1 サイトに1 台、立木の高さ 1.5m 付近に括り付けた。SM4 の記録媒体は 32GB の SD カードを1 台につき2 枚使用した。発注者の保有する SM4 の総数が設置か所数に満たないため、1 サイトにおける調査期間を2 週間とし、全調査地を3 つのサイクルに分けて調査した。また必要に応じて、設置状況の確認を実施した。

なお、moan の判別については、特に専門的な知識が必要になるため、ボイストラップの研究の開発者である山形大学江成教授にデータを一部提供し、正しく判別できているか確認することとした。ただし、今年度については 3.5 調査結果に示すように moan の確認がなかったため、担当職員と相談の上、結果として江成教授に確認はしなかった。

(2) 調査地

50 か所程度（詳細は3 章に示す）

(3) 調査時期

9 月～10 月（咆哮頻度が多い時期）

(4) 報告書とりまとめ内容

- ア 確認された howl 及び moan
- イ 総合的な分析

(5) 物品の借用

Wildlife Acoustics 製 SongMeter SM4 を 45 台 (SD カード (2 枚/1 台) 32GB85 枚) を発注者より借用した。物品は委託業務完了報告書提出の際までに発注者に返却することとした。

2.7.2 カメラ調査

(1) 方法

調査地に TREL10J-D 相当のカメラ (標準設定 撮影モード: 静止画、連続撮影: 3 枚、センサーレベル: 低、撮影間隔: 30 秒) を一地域あたり 6~8 台設置し、撮影を行い、撮影データの同定を行った。必要に応じて、設置状況の確認を実施した。

(2) 調査地

小国町綱木箱ノ口、鶴岡市山五十川、遊佐町小野曾の 3 地域 (詳細は 4 章に示す)

(3) 調査時期

6 月~10 月

※ただし、今年度はボイストラップ調査に合わせ、6 月~11 月とした (4 章で詳述)。

(4) 報告書とりまとめ内容

- ア RAI (100 日当たり) の算出及び過去のデータとの比較
- イ ボイストラップ調査結果との関連性の分析
- ウ 総合的な分析
- エ ニホンジカ目撃情報一覧 (様式第 5 号)

(5) 物品の借用

5 台借用した。委託業務完了報告書提出の際までに返却することとした。

3. ボイストラップ調査

3.1. 調査方法

調査は、江成ら（2020）に準じて実施した。ARUs（Autonomous Recording Units:自立型録音機）はWildlife Acoustics製SongMeter SM4（以下、SM4）を使用し（図 3-1）、1サイトに1台、立木の高さ1.5m付近に括り付けた（図 3-2）。SM4の記録媒体は32GBのSDカードを1台につき2枚使用した。発注者の保有するSM4の総数が設置か所数に満たないため、1サイトにおける調査期間を約2週間とし、全調査地を3つのサイクルに分けて調査した。また必要に応じて、設置状況の確認を実施した。

SM4の設定は以下のとおりとした。

- ・ 録音設定
 - サンプリングレート：24000Hz
 - Left and Right Gain：16dB
 - Left and Right Preamplifier Gain：26dB
- ・ SM4 WAVファイル圧縮
 - 使用しない
- ・ 録音スケジュールの設定
 - SM4 Configurationソフトウェアを使用
- ・ 録音時間帯
 - 日没1時間前～日の出まで
 - （シカの鳴き声頻度は、日没後、夜中、日の出前に高いピークが存在する）



図 3-1 使用機材 (Wildlife Acoustics 製 SM4)

※山形県みどり自然課より借用



図 3-2 現地での設置状況

3.2. 調査地

調査地は、過年度調査と同様に、原則として令和2年度に選定された20市町村51か所を基に、現地の状況、土地使用許諾等から発注者が47か所を選定した。過年度の調査では、これらの調査地を地域毎に分けて3サイクルで実施していた(山形県森林研究研修センター 2020, 2021, 2022)。しかしこの場合、1地域1サイクルのみの実施となり、地域によっては9月のみのデータとなっていた。サイクルをまたいで長期間設置されていた地域もあったが、4市町のみであった。シカの繁殖期は一般的に9月下旬～11月頃であり、オスの咆哮もこの時期にあたる。従って地域的に調査が9月で終了した場合は、音声を撮り逃がす可能性があると考えられた。そこで発注者と協議し、調査期間中に地域的な空白が生じないように、それぞれのサイクルにおいて調査地を分散させることを目的に、以下のように調査設計の修正を提案し、了承を得た。なお、本調査においては、サイクルをセッションと称する。

- ・1セッション2週間×3セッションとする
- ・調査期間は9月中旬～11月とする
- ・原則的に過年度調査地を踏襲する
- ・1セッションあたり25か所とし、セッション毎に近隣に移設することで、最終的に過年度と同等の50か所で実施する
- ・各セッションでは、過年度調査地における市町村(旧市町含む)から1か所以上選定する

以上の調査設計で実施するため、最終的に発注者が50か所を選定した上、セッション毎に実施地を配分した(表3-1)。全調査地点を図3-3に、セッション毎の調査地点を図3-4～図3-6に示す。設置状況写真は資料編に示した。

表 3-1 令和5年度ボイストラップ調査地

トラップ No.	市町村	設置場所	作業日	設置高 (cm)	植生	環境	備考	トラップ設置セッション		
								1st	2nd	3rd
1	山形市	① 山寺	9月11日	150	H	平地		●		
2		② 上切畑	9月26日	150	G	斜面下部			●	
3	上山市	① 菖蒲 ワラビ畑	9月15日	150	G	斜面下部		●		
4		② 菖蒲 林道入口	9月29日	150	G	平地	河川付近		●	●
5	天童市	① 下萩野戸	10月10日	150	A	平地				●
6		② 天童高原	9月26日	150	A	急斜面			●	
7	山辺町	玉虫沼	9月14日	150	A,G,C	谷下部		●		
8	寒河江市	① 慈恩寺 公園付近	9月11日	150	A	急斜面	ササ 2m	●		
9		② 田代 TASSYO 地内	10月10日	150	A,G	平地				●
10	河北町	① 引竜ため池 付近	9月11日	150	A,G	平地		●		
11		② 田ノ頭ため池 付近	9月26日	150	A,G	尾根の終わり			●	
12	西川町	森林研究研修センター試験林	9月28日	150	A,C	平地			●	●
13	朝日町	風切山	9月29日	150	A	緩斜面			●	●
14	大江町	① やまさ一べ地内	9月14日	150	A,H	斜面下部の平地		●		
15		② 大山自然公園	10月12日	150	A	斜面中部				●
16	東根市	① 射撃場付近	9月11日	150	A,C	斜面の平地		●		
17		② 一の沢池付近	9月26日	150	G	斜面下部の平地	近くに沢		●	●
18	尾花沢市	林道刈安線	9月12日	150	G	尾根		●	●	●
19	大石田町	① 次年子 牧場付近	9月11日	150	A,G	緩斜面		●		
20		② 田沢 ダム付近	9月26日	150	A,G	平地			●	●
21	新庄市	① 金沢 山屋薬師堂裏	9月12日	150	G	平地		●		
22		② 陣峰市民の森	10月11日	150	A,G	平地				●
23	金山町	① 金山小学校裏 林道	9月12日	150	G	斜面中部		●		
24		② 遊学の森展示館近く	9月27日	150	A,G	平地			●	●
25	最上町	前森牧場付近	9月12日	150	A,H	斜面の平地		●	●	●
26	大蔵村	合海カヤノ	9月12日	150	G	平地		●	●	
27	鮭川村	① 京塚 水田横の森林	9月12日	150	G	斜面		●		
28		② 中渡 建物裏	9月27日	150	A,G	平地			●	●
29	南陽市	① スカイパーク	10月13日	150	A	斜面上部				●
30		② 萩 市有林	9月29日	150	A,D	斜面上部			●	
31	高島町	高島財産区	9月14日	150	G	平地		●	●	●
32	川西町	大舟 ダム付近	9月14日	150	C,G	斜面中部	近くに牧草地	●	●	●
33	長井市	① 21世紀不伐の森	10月13日	150	G	平地				●
34		② 二重坂	9月14日	150	A	斜面下部の平地		●	●	●
35	小国町	綱木箱口	9月14日	150	A	斜面下部		●	●	●
36	白鷹町	① 上の台キャンプ場	9月14日	150	G,H	斜面下部の平地		●		
37		② ふるさと森林公園	10月12日	150	A	斜面上部				●
38	鶴岡市 (旧羽黒町)	① 手向 市有林	9月15日	150	G	斜面中部		●		
39		② 桜が丘	9月28日	150	G	斜面上部			●	
40		③ たらきのき代 銀杏畑	10月12日	150	A	平地				●
41	鶴岡市 (旧榑引町)	① 天狗森 林道横	9月15日	150	G	斜面上部		●		
42		② 板井川 勝地の杉	9月28日	150	G	平地			●	
43	鶴岡市 (旧温海町)	山五十川県営林	9月13日	150	G	斜面上部		●	●	●
44	酒田市 (旧八幡町)	① 草津 家族旅行村	9月13日	150	A	河川沿い斜面上部		●		
45		② 北青沢	9月27日	150	G	斜面下部の平地			●	●
46	酒田市 (旧松山町)	① 眺海の森 防火池	10月11日	150	A,G	斜面下部	溜池付近			●
47		② 成興野 林道横	9月28日	150	G	尾根上の平地			●	
48	酒田市 (旧平田町)	① 山谷新田 三上神社	9月13日	150	G	平地		●		
49		② 中野俣 作業道終点	9月27日	150	A	斜面上部	沢付近		●	
50	遊佐町	吹浦	9月13日	150	G	平地		●	●	●
セッション計								25	25	25

植生凡例：A:落葉広葉樹林 B:常緑針葉樹林 C:マツ林 D:伐採跡地 E:スギ・ヒノキ幼齢林（草本繁茂）
F:スギ・ヒノキ若齢林 G:スギ・ヒノキ成林（樹冠閉鎖）

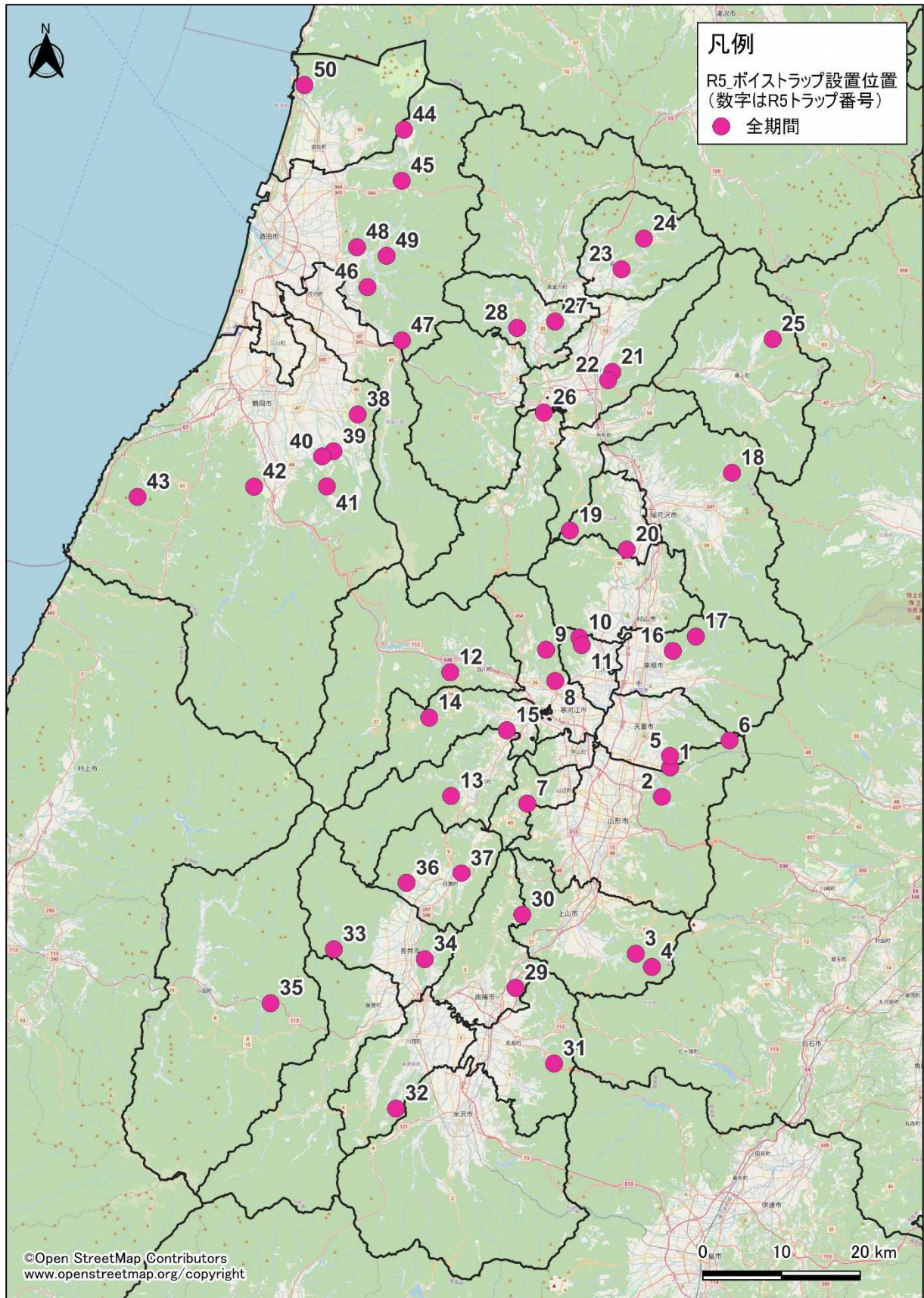


図 3-3 令和 5 年度ボイストラップ調査位置（全期間）

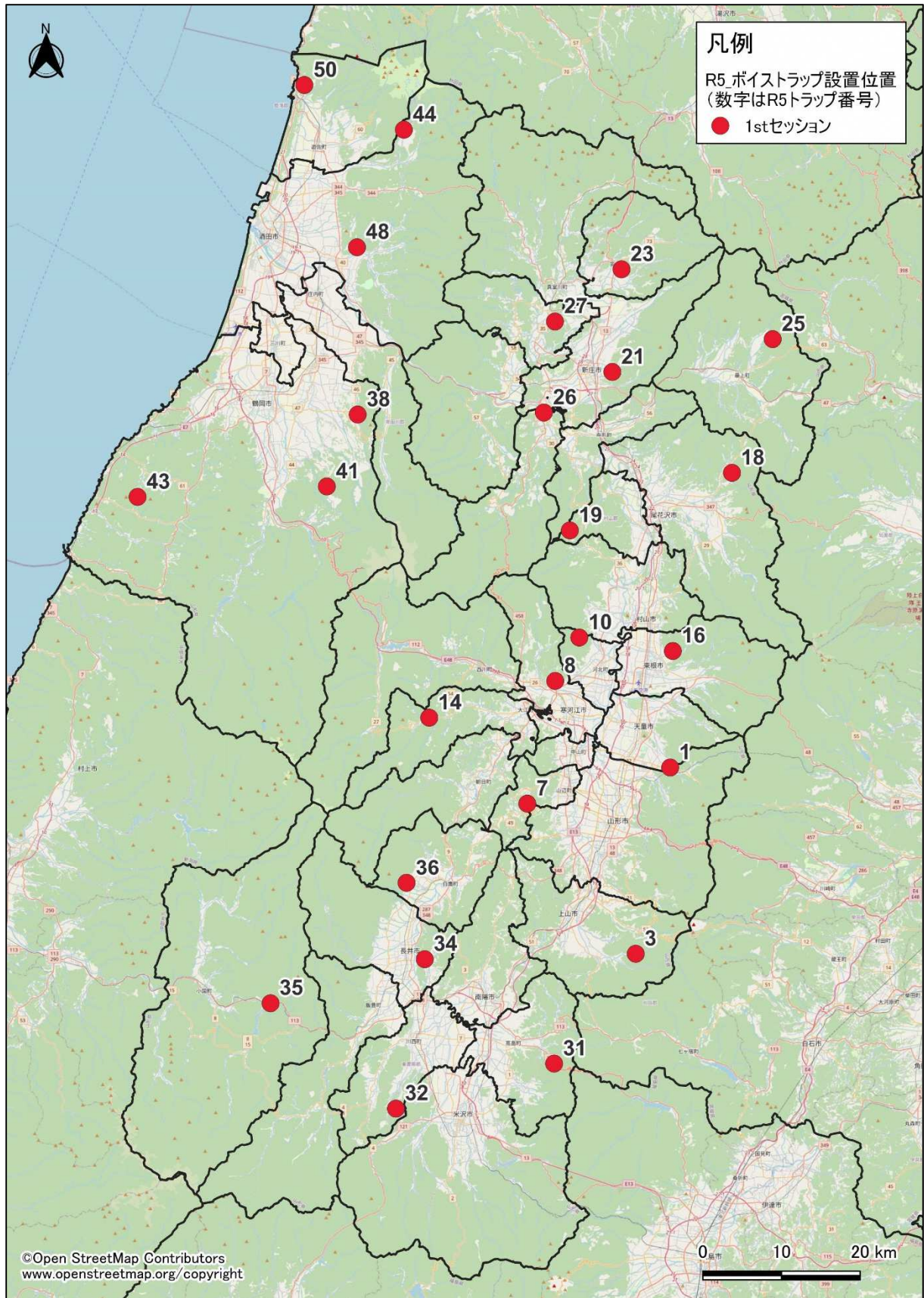


図 3-4 令和 5 年度ボイストラップ調査位置 (1st セッション)

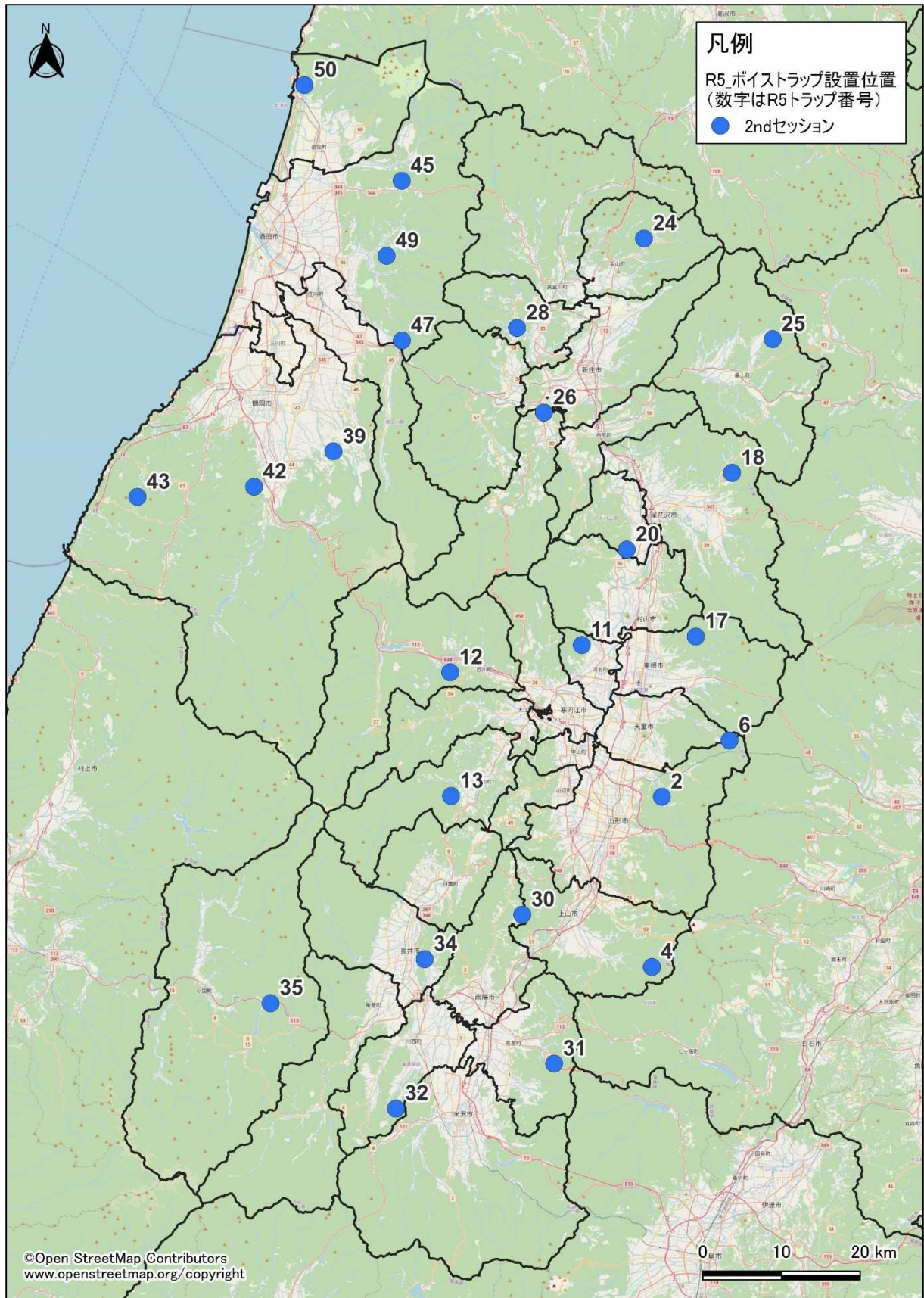


図 3-5 令和 5 年度ボイストラップ調査位置 (2nd セッション)

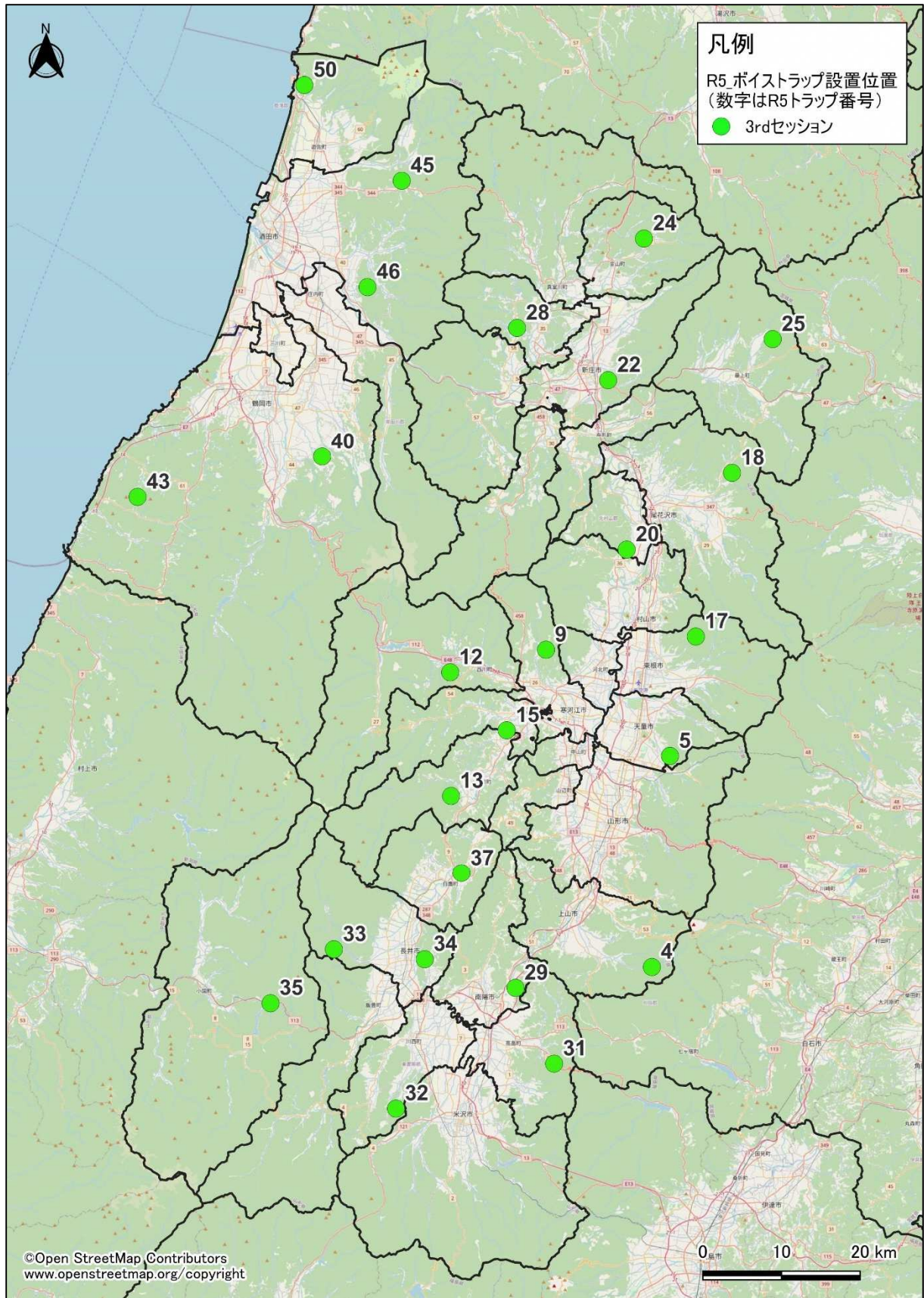


図 3-6 令和 5 年度ボイストラップ調査位置 (3rd セッション)

3.3. 調査日程

ボイストラップ調査の実施日程を表 3-2 に示す。調査はシカの咆哮が盛んな期間をカバーするよう、9月中旬～11月とした。

表 3-2 令和5年度ボイストラップ調査実施日程

	1stセッション	2ndセッション	3rdセッション
設置	2023/9/11～15	2023/9/26～29	2023/10/10～13
回収	2023/9/26～29	2023/10/10～13	2023/10/30～11/2

3.4. 解析方法

回収した音声データは、音声解析ソフトウェア Kaleidoscope Pro version5.6.3 を使用して解析した。解析手法は江成ら (2020) に従い、同報告の電子付録 2,3,4 (「howl」「howl_w」「moan」「alert」の音声サンプル) を分類器 (classifier) として、Kaleidoscope Pro のクラスター解析により「howl」「howl_w」「moan」「alert」に分類した。なお、「howl_w」は遠方で発せられた弱音の howl であり、鳴き声の種類としては howl である。「alert」は一音節から成る警戒声である。クラスター解析は、音声波形を統計的類似性からクラスターに分類し、さらに各クラスター間の類似性を統計的に適合度の高いものから TOP1 MATCH、TOP2 MATCH、TOP3 MATCH として示すものである。その際、分類器と適合度が高い場合には「howl」「howl_w」「moan」「alert」のそれぞれが示される。

録音データに検出対象の出現頻度が乏しい場合は特に、第一種過誤 (偽陽性;録音データから鳴き声でない音声を誤って検出してしまう) が生じやすい (Miller *et al.* 2014) とされることから、クラスター解析後、音声波形の目視及び音声の聞き取りによりスクリーニングを実施した。スクリーニングでは、TOP1 MATCH、TOP2 MATCH、TOP3 MATCH それぞれにおいて「howl」「howl_w」「moan」に分類されたすべてのファイルを検証した。なお、「alert」については、主に成獣メスが発することが知られているが、オスも発することがあること、PAM (Passive Acoustic Monitoring; 受動的なモニタリング手法) では検知率を高めることが難しく、その有効性に懸念があることから (江成ら 2020)、過年度同様解析対象としなかった。

3.5. 調査結果

音声解析の結果、1stセッションでは鶴岡市（旧温海町）と東根市の2市で、2ndセッションでは山形市、西川町、朝日町、東根市、大蔵村、川西町、鶴岡市（旧温海町）、鶴岡市（旧櫛引町）、遊佐町の8市町村（旧区分では9市町村）で、3rdセッションでは天童市、朝日町、東根市、川西町、酒田市（旧八幡町）、鶴岡市（旧温海町）、遊佐町の7市町でオスジカの鳴き声を確認された。鳴き声の種類は、すべて howl もしくは howl_w であり、moan の確認はなかった。そのため、担当職員と相談の上、今年度は江成教授に確認を行わなかった。

howl は3回程度連続で発せられることが多いが、クラスター解析では1声毎にファイルが分割される。そのため、記録されたトラップ、日時を確認し、連続している場合はまとめて1回とした。また、集計に際しては howl と howl_w は区別せず、合計した。セッション毎の howl 確認結果を表 3-3～表 3-5 に示す。大半は1～2回の記録であったが、2ndセッションの鶴岡市（旧温海町）では17回、3rdセッションの遊佐町で13回記録された。また、市町村別の確認状況を図 3-7 に示した。主に県中部の鶴岡市から山形市にかけて確認された。そのほか、海沿いの遊佐町での確認もあった。

表 3-3 ボイストラップによる howl 確認の詳細 (1st セッション:9/11~/29)

市町村	トラップ No.	日付	時間	CallNo.	計
東根市	16	9月17日	5:11:16	1	
	16	9月17日	22:41:48	2	2回
鶴岡市 (旧温海町)	43	9月15日	0:27:32	1	
	43	9月15日	5:11:22	2	2回

表 3-4 ボイストラップによる howl 確認の詳細 (2nd セッション:9/26~10/13)

市町村	トラップ No.	日付	時間	CallNo.	計
山形市	2	10月6日	23:32:48	1	
	2	10月9日	22:08:43	2	2回
西川町	12	10月10日	20:07:09	1	
	12	10月10日	21:00:50	2	2回
朝日町	13	9月30日	2:27:49	1	
	13	10月3日	0:54:36	2	
	13	10月3日	21:20:49	3	
	13	10月3日	22:43:20	4	
	13	10月3日	23:13:42	5	
	13	10月4日	0:59:02	6	6回
東根市	17	10月2日	2:25:07	1	1回
大蔵村	26	10月2日	20:43:42	1	1回
川西町	32	10月1日	3:29:36	1	
	32	10月3日	23:24:50	2	2回
鶴岡市 (旧温海町)	43	9月29日	3:00:05	1	
	43	9月29日	17:09:45	2	
	43	9月29日	17:55:17	3	
	43	9月29日	23:44:46	4	
	43	9月29日	23:54:39	5	
	43	9月29日	23:57:16	6	
	43	9月30日	0:04:40	7	
	43	9月30日	0:16:01	8	
	43	9月30日	0:31:47	9	
	43	9月30日	1:31:42	10	
	43	9月30日	4:19:42	11	
	43	9月30日	16:32:18	12	
	43	9月30日	17:15:12	13	
	43	10月2日	0:55:11	14	
	43	10月2日	3:00:52	15	
	43	10月2日	4:00:40	16	
	43	10月2日	4:08:29	17	17回
鶴岡市 (旧櫛引町)	42	10月4日	1:26:06	1	1回
遊佐町	50	9月27日	18:48:50	1	
	50	10月8日	23:13:19	2	2回

表 3-5 ボイストラップによる howl 確認の詳細 (3rd セッション:10/10~11/2)

市町村	トラップ No.	日付	時間	CallNo.	計
天童市	5	10月11日	17:56:59	1	
	5	10月12日	4:44:19	2	2回
朝日町	13	10月14日	19:46:40	1	
	13	10月14日	20:05:23	2	2回
東根市	17	10月13日	17:36:50	1	1回
川西町	32	10月17日	2:46:11	1	
	32	10月17日	2:59:12	2	
	32	10月17日	3:19:00	3	
	32	10月24日	20:44:30	4	
	32	10月24日	22:00:15	5	
	32	10月24日	22:46:45	6	
	32	10月25日	5:31:52	7	
	32	10月28日	18:22:13	8	8回
酒田市 (旧八幡町)	45	10月19日	23:35:24	1	
	45	10月20日	0:01:52	2	2回
鶴岡市 (旧温海町)	43	10月16日	21:44:09	1	
	43	10月18日	22:11:51	2	
	43	10月18日	23:58:15	3	
	43	10月24日	17:04:06	4	
	43	10月27日	22:28:48	5	
	43	10月27日	22:54:51	6	
	5	10月12日	4:44:19	7	7回
遊佐町	50	10月13日	3:01:12	1	
	50	10月13日	4:07:50	2	
	50	10月13日	17:24:34	3	
	50	10月14日	3:41:52	4	
	50	10月14日	5:39:00	5	
	50	10月15日	0:58:23	6	
	50	10月15日	5:41:06	7	
	50	10月18日	17:40:38	8	
	50	10月19日	21:40:15	9	
	50	10月24日	17:44:50	10	
	50	10月26日	2:48:27	11	
	50	10月27日	4:16:11	12	
	50	10月27日	4:35:02	13	13回

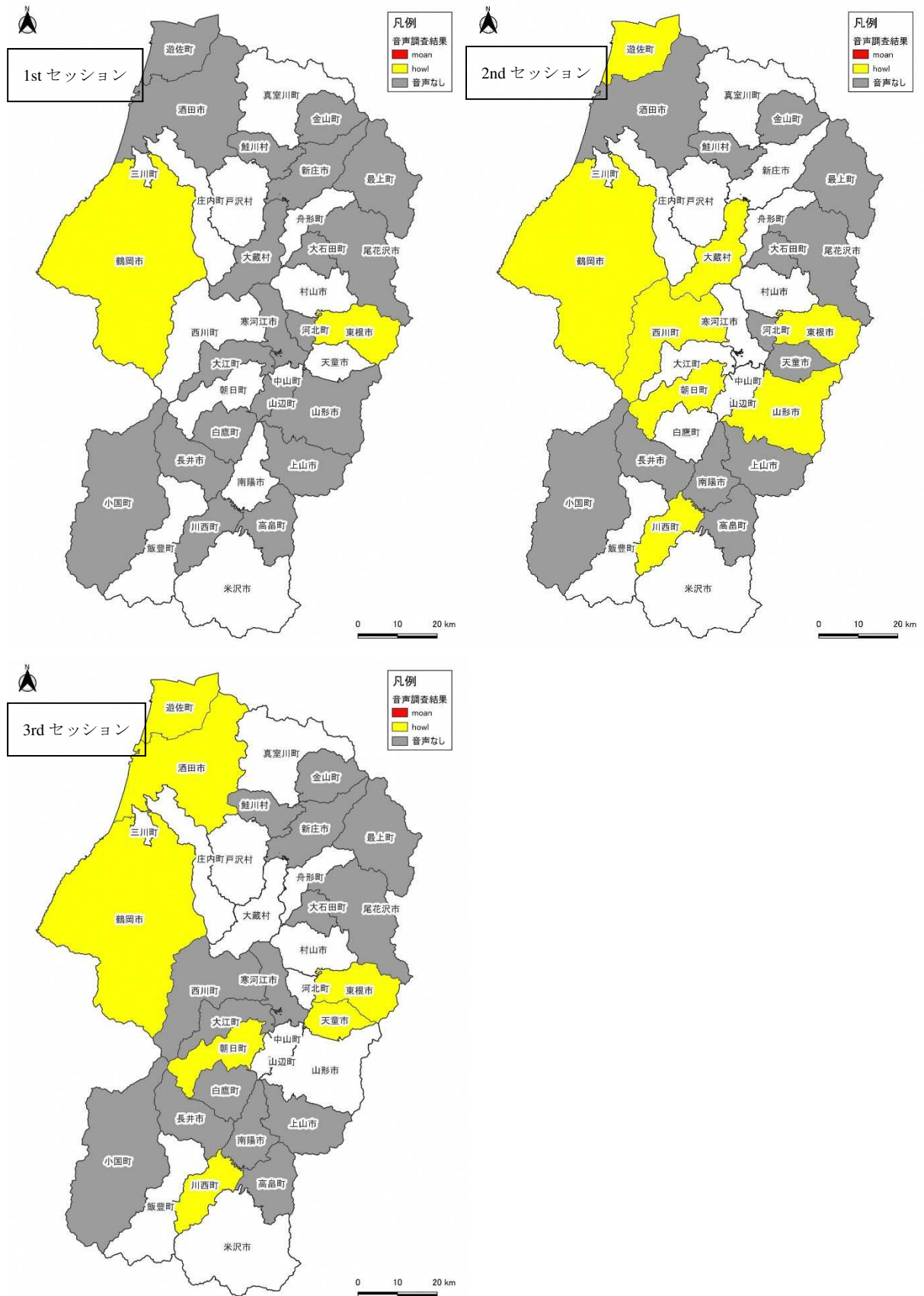


図 3-7 令和 5 年度調査におけるセッション毎のシカ音声確認結果

図 3-8 に howl が確認された時期を、図 3-9 に時間を示す。howl は 9 月中旬から確認されたが、10 月中旬が最も多く、10 月下旬には減少した。ただし、10 月下旬でも 10 回以上の確認があり、11 月も引き続き鳴いていると推測される。声が発せられていた時間は、日の出前の 4 時台、日没直後の 17 時台と、22 時～24 時が多かった。

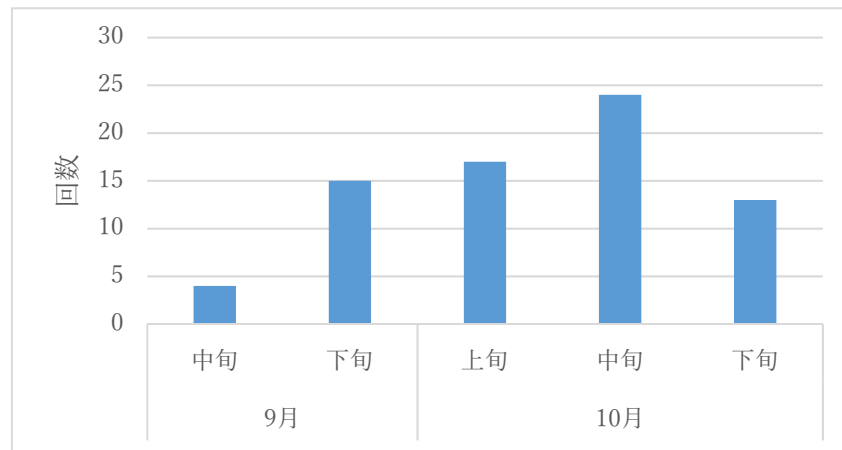


図 3-8 令和 5 年度 howl 確認時期

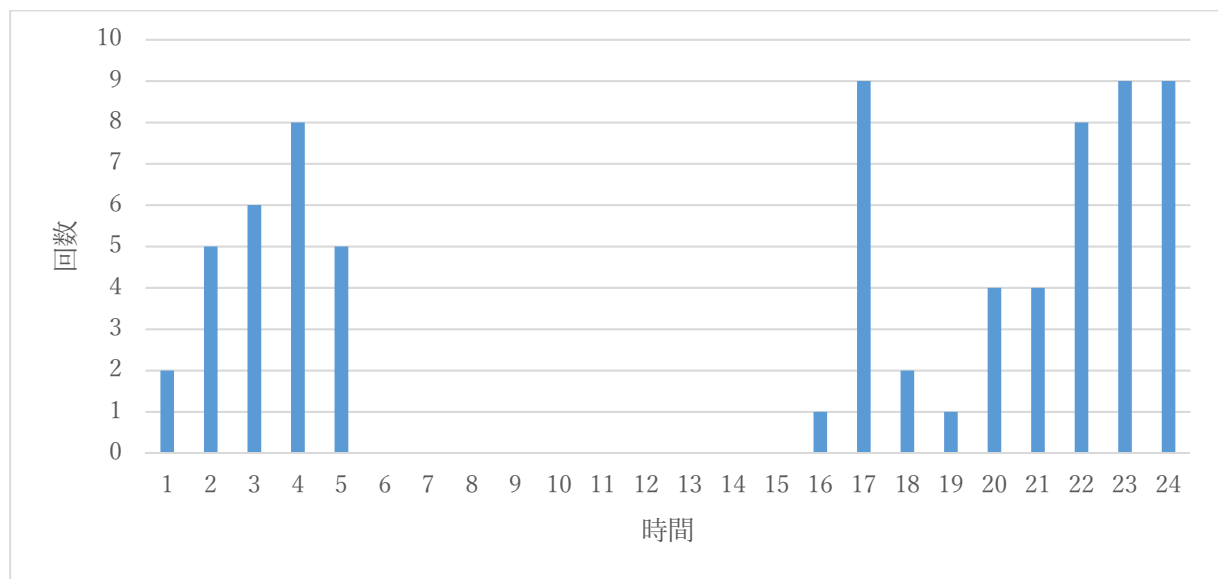


図 3-9 令和 5 年度 howl 確認時間

3.6. 考察

令和 2 年度からの結果を図 3-10 に示す。今年度、天童市、朝日町、大蔵村、遊佐町で初めて howl が記録された。一方、山形市、東根市、川西町は継続的に確認されており、オスの定着が進んでいると考えられる。これらの地域では今後メスの侵入が進む可能性もあり、注視していく必要がある。

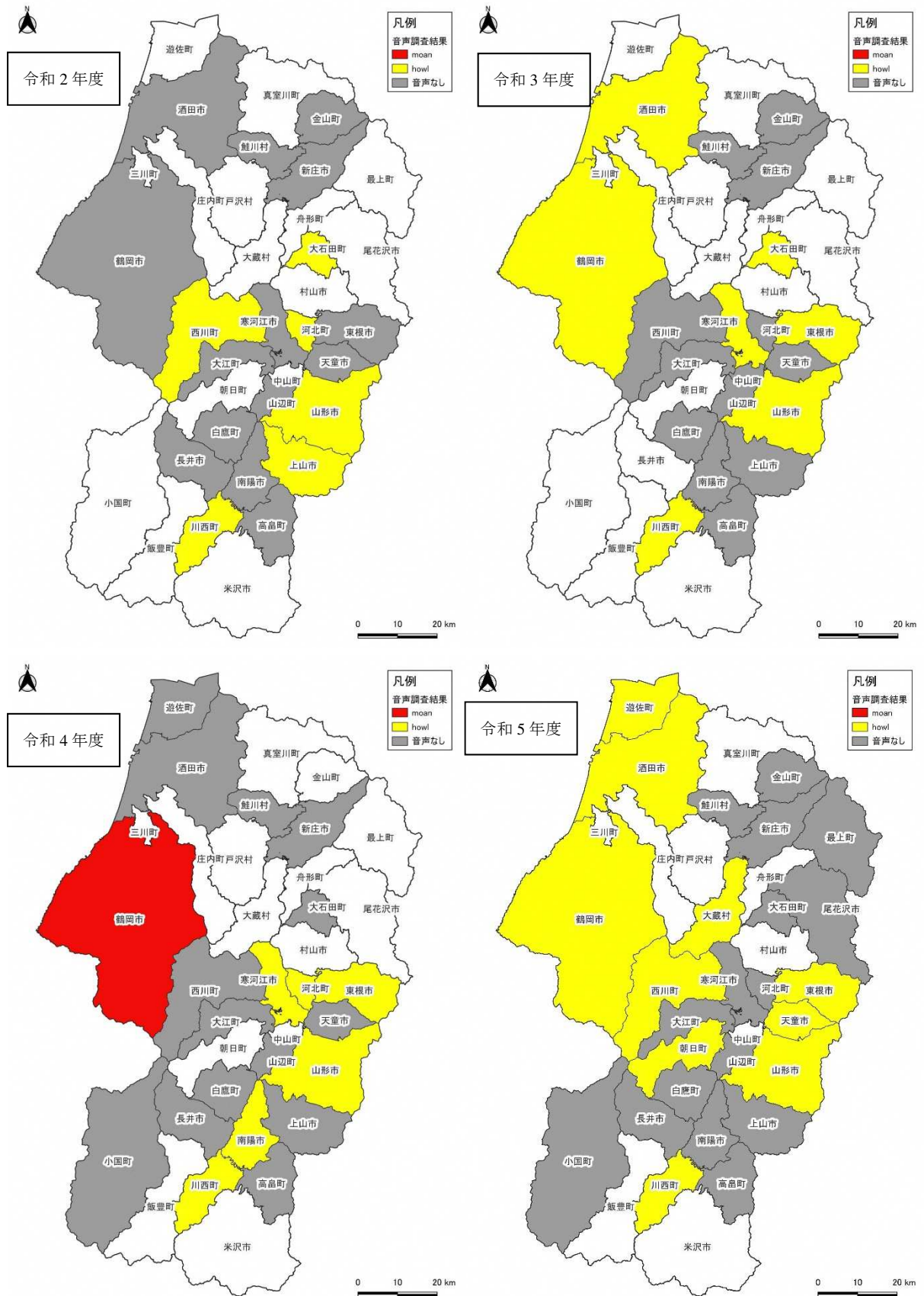


図 3-10 ボイストラップ調査によるシカ音声確認結果の推移 (R2~R5)

4. カメラ調査

4.1. 調査方法

センサーカメラは TREL10J-D 相当のカメラとして SPYPOINT FORCE DARK 及びハイクカム SP2、Agitato A323 の 3 種類を使用した。撮影は静止画とし、1 回のセンサー反応で 3 枚の画像を連続的に撮影した。また、撮影後の無撮影時間（インターバル）は 30 秒とした。ただし、SPYPOINT FORCE DARK は 30 秒の設定ができなかったため 10 秒とし、解析時に 30 秒インターバルに相当するデータを使用することとした。各カメラの設定を表 4-1 に示す。カメラは 5 か月間の設置とし、設置から 1 か月後、3 か月後に点検をした。点検の際には必ず作業前に映り込むようにした。これは後にカメラの稼働状況を判断するためであり、作業が撮影されていない場合は、その時点で稼働していないとして、最後の撮影日までをそのカメラの稼働日とした。

表 4-1 使用したセンサーカメラの仕様と設定

SPYPOINT FORCE DARK	項目	設定
	撮影モード	静止画
	静止画解像度	12Mp
	連続撮影	3 枚
	センサー感度	低
	撮影インターバル	10 秒
	シャッター速度	0.07 秒
	赤外線ライト	ノーグロー
ハイクカム SP2	項目	設定
	撮影モード	静止画
	静止画解像度	12Mp
	連続撮影	3 枚
	センサー感度	低
	撮影インターバル	30 秒
	シャッター速度	0.65 秒
	赤外線ライト	ノーグロー
Agitato A323	項目	設定
	撮影モード	静止画
	静止画解像度	20Mp
	連続撮影	3 枚
	センサー感度	低
	撮影インターバル	30 秒
	シャッター速度	0.1 秒
	赤外線ライト	ノーグロー

センサーカメラの設置状況を図 4-1 に示す。センサーカメラは立木に設置した。なお、センサーカメラで撮影していることを記載した注意喚起看板を、カメラ設置木もしくは付近の立木に取り付けた。すべての地点のカメラ設置状況は資料編に示した。なお、カメラの設置場所は、原則的に過年度に従うこととしたが、現地のけもの道の状況などを見極め、適宜調整した。



図 4-1 センサーカメラ設置状況

4.2. 調査地

調査地は平成 29 年度から継続実施している小国町鋼木箱ノロ、鶴岡市山五十川、遊佐町小野曾の 3 地域とし、小国町に 7 台、鶴岡市に 8 台、遊佐町に 8 台の合計 23 台を設置した。設置地点の詳細を表 4-2 に、位置図をボイストラップ設置位置とともに図 4-2～図 4-5 に示す。

表 4-2 設置したセンサーカメラの位置情報

地域	カメラ地点名	経度 (E)	緯度 (N)
小国町	OGN1	139.838452	38.049106
	OGN2	139.838710	38.048951
	OGN3	139.838103	38.048869
	OGN4	139.837810	38.048789
	OGN5	139.839082	38.047536
	OGN6	139.839111	38.047281
	OGN7	139.839250	38.047084
鶴岡市	TR01	139.644573	38.620552
	TR02	139.646405	38.620695
	TR03	139.646351	38.619759
	TR04	139.647486	38.619688
	TR05	139.647912	38.619777
	TR06	139.647014	38.620405
	TR07	139.647246	38.620681
	TR08	139.645150	38.621051
遊佐町	YZA1	139.887028	39.082520
	YZA2	139.886708	39.083181
	YZA3	139.886797	39.083826
	YZA4	139.887837	39.083866
	YZA5	139.888342	39.084157
	YZA6	139.890001	39.083916
	YZA7	139.891112	39.081114
	YZA8	139.891193	39.081078



図 4-2 令和 5 年度センサーカメラ設置地域

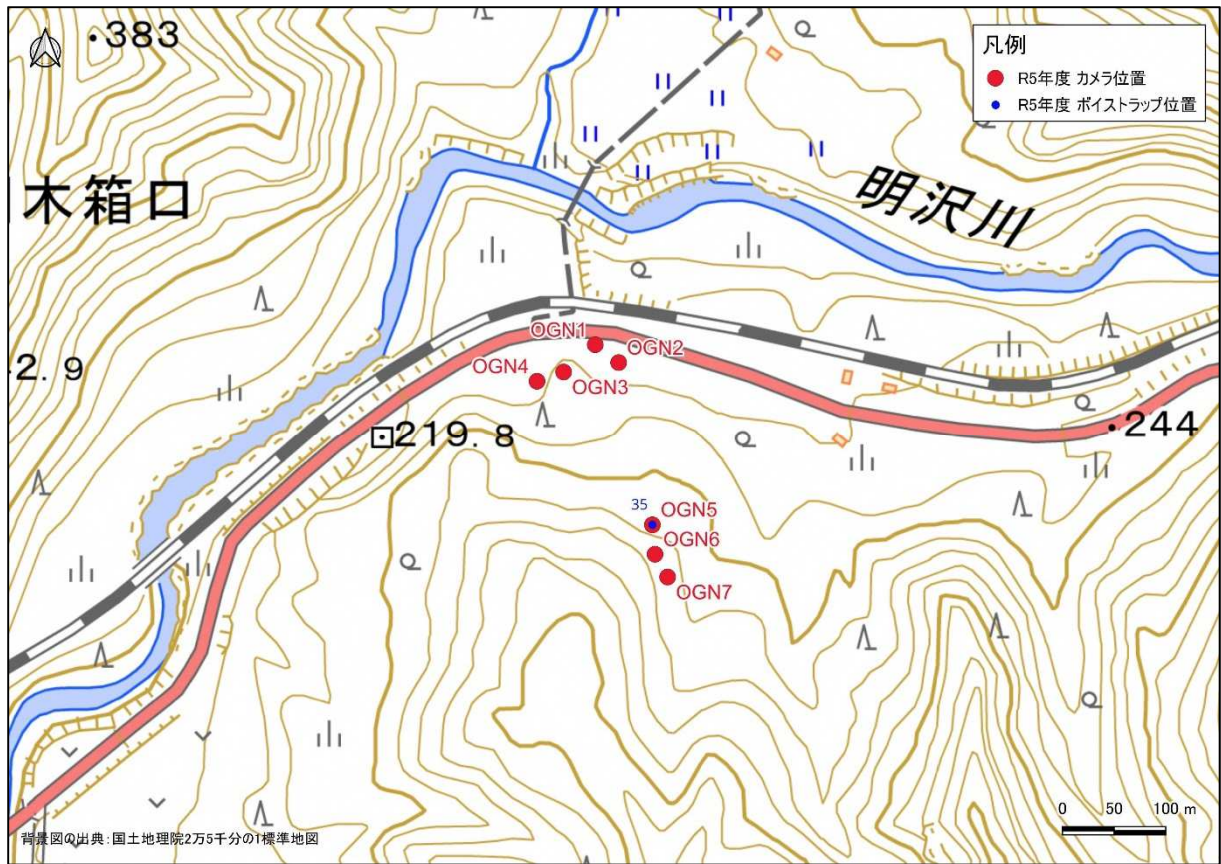


図 4-3 令和5年度センサーカメラ及びボイストラップ設置位置 詳細図 (小国町)

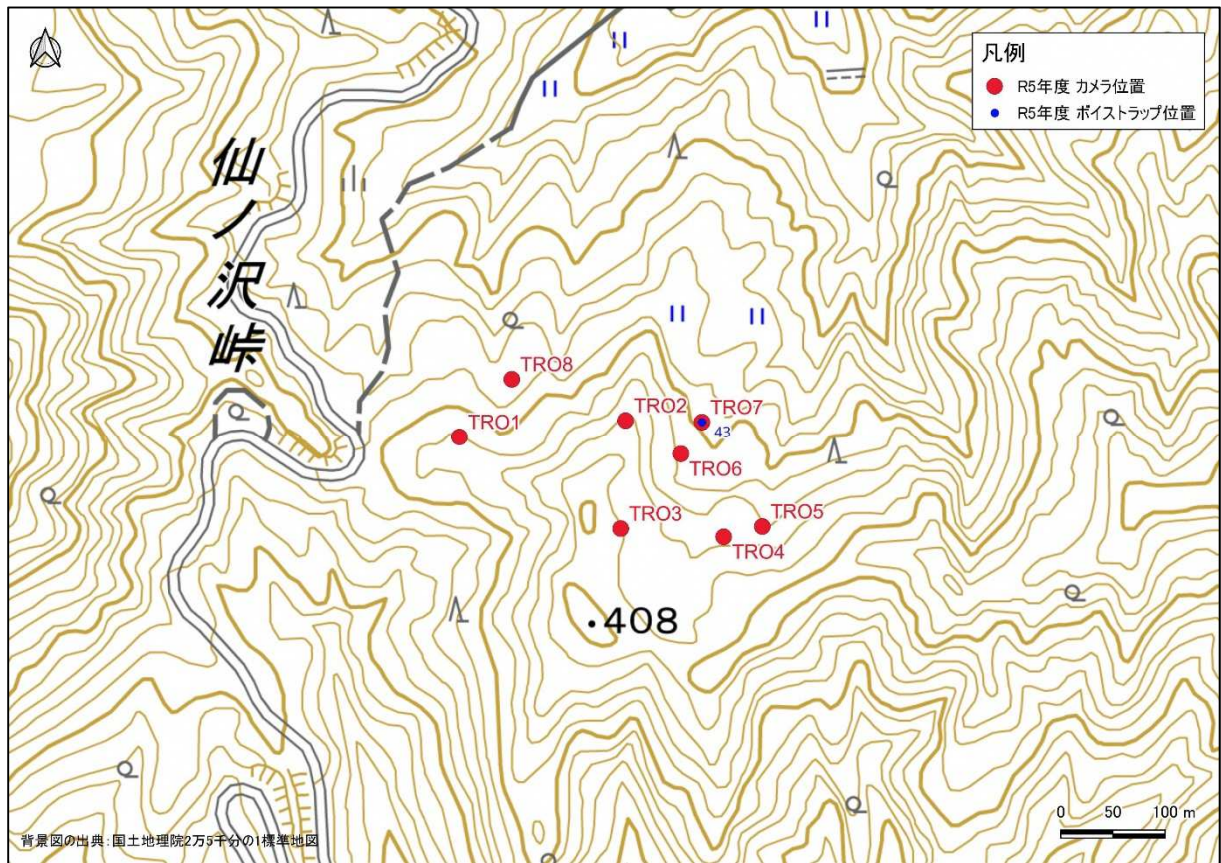


図 4-4 令和5年度センサーカメラ及びボイストラップ設置位置 詳細図 (鶴岡市)

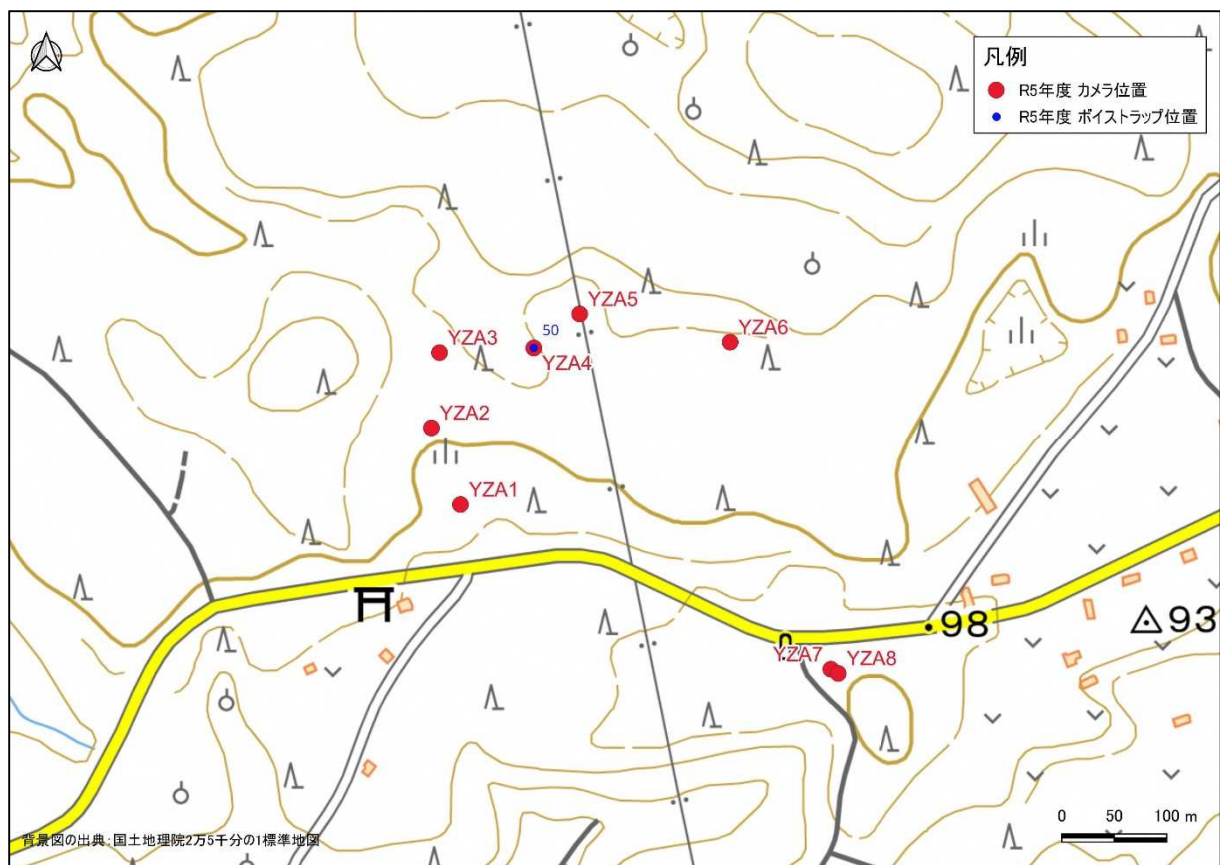


図 4-5 令和 5 年度センサーカメラ及びボイストラップ設置位置 詳細図（遊佐町）

4.3. 調査日程

表 4-3 にセンサーカメラ調査の実施日程を示す。調査は過年度に従って 6 月に設置し、ボイストラップに合わせて 11 月に回収した。途中、7 月と 9 月に 2 回点検を行い、電池と SD カードの交換を行った。

表 4-3 メンテナンス及び SD カード回収日程

実施項目	実施日
カメラの設置	令和 5 年 6 月 8 日, 9 日
メンテナンス・SD カード回収 1 回目	令和 5 年 7 月 20 日
メンテナンス・SD カード回収 2 回目	令和 5 年 9 月 13 日, 14 日
SD カード回収・カメラ撤去	令和 5 年 10 月 30 日, 31 日 令和 5 年 11 月 1 日

4.4. 解析方法

撮影された画像から種の同定を行い、カメラ地点毎に確認種と個体数を記録した。なお、撮影位置が同じかつ撮影時刻が近く、明らかに同一個体と同定されたものは、複数回撮影された場合も撮影回数を1回とカウントした。その判断基準は O'Brien (2003) や塚田ら (2006) に準じ、30分とした。

ニホンジカの撮影頭数については、個体の重複の可能性があることから、延べ撮影頭数として調査地別にとりまとめ比較した。また、カメラ地点や月毎にカメラの稼働日数が異なるため、下記の式より100カメラナイト（以下CN：カメラ1台を1晩かけた場合を1CNと定義したもの）当たりの撮影頻度（RAI: Relative Abundance Index）を求め、経年変化を比較した。さらに、より詳細な撮影頻度の変化を把握するため、月別のRAIも算出した。なお、カメラの故障、電池切れ、SDカードの容量不足による撮影終了や、動物や倒木などにより画角が大きく変わったり、障害物が画面を塞ぐなどにより撮影ができない状態にあった場合は、最後に正常な画角で撮影された日時までを稼働期間とした。

$$\text{RAI} = \text{シカの撮影回数} / \text{カメラ稼働台日数} \times 100$$

4.5. 調査結果

4.5.1 カメラ稼働状況

センサーカメラの点検及び撤去の際に、カメラが動物に落とされている、もしくはカメラの内部スクリーンに異常がみられるなどの症状がいくつか確認された。内部スクリーンの異常は撮影や動作に影響はなかったが、地上に落とされたカメラは浸水しており、継続して使用できないものもあった。その場合は、適宜別の機体に交換した。

表 4-4 にカメラの設置、点検状況及び撮影画像から判断された、各カメラの稼働状況を示す。機体の不調等により非稼働となったものを除き、概ね 144～147CN であった。

表 4-4 センサーカメラ稼働状況

地域	カメラ名	設置～1回目点検			1回目点検～2回目点検			2回目点検～回収			CN計
		開始	終了	CN	開始	終了	CN	開始	終了	CN	
小国町	OGN1	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/14	56	2023/9/14	2023/11/2	49	147
	OGN2	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/14	56	2023/9/14	2023/9/26	12	110
	OGN3	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/14	56	2023/9/14	2023/11/2	49	147
	OGN4	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/14	56	2023/9/14	2023/11/2	49	147
	OGN5	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/14	56	2023/9/14	2023/11/2	49	147
	OGN6	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/14	56	2023/9/14	2023/11/2	49	147
	OGN7	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/14	56	2023/9/14	2023/9/19	5	103
鶴岡市	TR01	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	145
	TR02	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	145
	TR03	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	145
	TR04	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	145
	TR05	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	145
	TR06	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	145
	TR07	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	145
	TR08	2023/6/8	2023/7/20	42	2023/7/20	-	0	2023/9/28	2023/10/31	33	75
遊佐町	YZA1	2023/6/9	2023/7/20	41	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	144
	YZA2	2023/6/9	2023/6/25	16	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	119
	YZA3	2023/6/9	2023/7/20	41	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	144
	YZA4	2023/6/9	2023/7/20	41	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	144
	YZA5	2023/6/9	2023/7/20	41	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	144
	YZA6	2023/6/9	2023/7/20	41	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	144
	YZA7	2023/6/9	2023/7/20	41	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	144
	YZA8	2023/6/9	2023/7/20	41	2023/7/20	2023/9/13	55	2023/9/13	2023/10/31	48	144

4.5.2 撮影状況

センサーカメラで撮影された動物種を表 4-5 に示す。15 種の哺乳類が撮影された。撮影回数が最も多かったのはイノシシの 372 回であり、次いでカモシカの 364 回であった。シカは、明らかな個体の重複を除き、13 地点で合計 172 回撮影された。特に、遊佐町の YZA7 と YZA8 でそれぞれ 70 回と 56 回と、突出して多く撮影された。

表 4-5 センサーカメラで撮影された動物（撮影回数）

	小国							鶴岡								遊佐								総計	
	OGN1	OGN2	OGN3	OGN4	OGN5	OGN6	OGN7	TRO1	TRO2	TRO3	TRO4	TRO5	TRO6	TRO7	TRO8	YZA1	YZA2	YZA3	YZA4	YZA5	YZA6	YZA7	YZA8		
ニホンザル	4	20	7	8	2		1	3	21	11		1	1	7											86
タヌキ	2	1		11	5		2	1	1	6		3		4		3		36	11	14	12		3	115	
キツネ	1	1			1		1										7	1	7				1	20	
テン		3	2		1			2	39	1		1												49	
イタチ								2			2													4	
アナグマ		1						22	2	4	3	3		1				21	6	33	5		1	102	
ツキノワグマ	2	1	1			3	2	1	3	1	2		3	1	1		1	2	1	1	4		1	31	
ハクビシン		19	3	12				10	7	1	1	1		2				1	2	21				80	
イノシシ	1	3						9	1	6	49	18	23	75		1		11	24	20	11	77	43	372	
ニホンジカ	1					1					2	1	3	2			1	14	7	8	6	70	56	172	
カモシカ	3	6	15	4	8	12	8	17	10	25	26	19	24	14	1	33	17	12	53	18	34	3	2	364	
ニホンリス	8																						1	9	
ネズミ類																		1			1			2	
ノウサギ	2	1	5	1	1	1	9	10		3	4	5		17	4		2	2	4		1			72	
ネコ																	1							1	
不明哺乳類				1	1	1	1	2	7	1	1		1	3	1			9	1	3	2	3		38	
ヤマドリ							1	2	10	1		4												18	
カケス									1															1	
カラス		32																						32	
不明鳥類	1						1	3	2					1										8	
総計	25	88	33	37	19	18	26	84	104	60	90	56	55	128	7	37	23	117	110	128	77	176	117	1615	

4.5.3 シカの地域別撮影状況

調査地域別のシカ撮影結果を図 4-6 に示す。各地域におけるシカ撮影回数は、小国町 2 回、鶴岡市 8 回、遊佐町 162 回であった。

小国町では、6 月と 10 月にそれぞれ 1 回撮影され、いずれもオスであった (図 4-7)。6 月の個体は 1~2 尖と見られ、10 月の個体は 4 尖の成熟した個体であった。

鶴岡市では、7 月、9 月、10 月に撮影された。撮影頻度が最も高かったのは 9 月であり、次いで 10 月であった。撮影個体はオス 7 回と性不明個体 1 回であり、オスはすべて 4 尖の成熟個体であった (図 4-8)。

遊佐町では 6 月から 10 月まで毎月撮影された。最も撮影頻度が高かったのは 9 月であり、次いで 10 月であった。撮影回数はそれぞれ 79 回と 56 回で、他の地域より明らかに多かった。撮影個体はオスが 136 回と 8 割を占め、その他メスと当歳がそれぞれ 11 回と 6 回、主に 7 月と 9 月に撮影された (図 4-9)。

小国町で撮影頻度が低い傾向は、令和 4 年度調査の結果と同様であった。一方、鶴岡市と遊佐町は、令和 4 年度は鶴岡市で調査期間を通して撮影頻度が比較的高かったのに対し、今年度は遊佐町のほうが継続的に撮影された。さらに遊佐町では、令和 4 年度の撮影回数が最高で 10 回程度であったのが、今年度は 9 月に 80 回程度まで増加した。遊佐町では令和 4 年度と同様にメスが撮影され、同時に当歳が撮影されたことから、定着化が進んでいると考えられる。ただし、群れの確認はなかった。

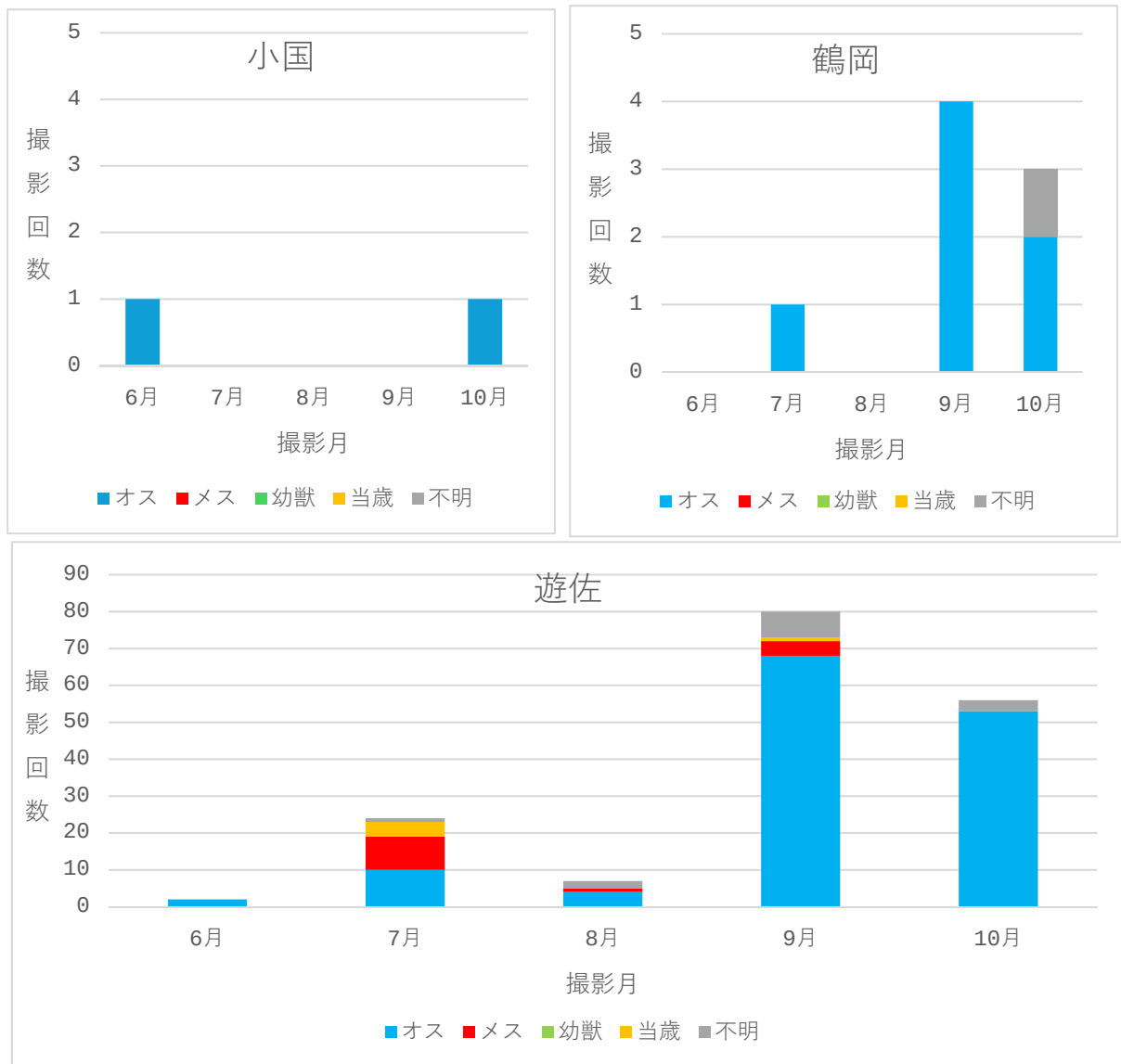


図 4-6 地域別のシカ撮影回数



図 4-7 センサーカメラで撮影されたシカ (小国町)



図 4-8 センサーカメラで撮影されたシカ (鶴岡市)



図 4-9 センサーカメラで撮影されたシカ (遊佐町)

4.5.4 RAI の経年変化

センサーカメラの台数、稼働状況は調査年度や調査地により異なるため、過年度同様 100CN あたりの RAI を求め、過年度の結果と比較した。今年度は、小国町が 0.21、鶴岡市が 0.73、遊佐町が 14.37 となり、遊佐町が突出して撮影頻度が高くなった(表 4-6)。これは、YZA7 と YZA8 の 2 台のカメラで集中的に撮影された影響が大きい、仮にこの 2 台を除いた場合も RAI は 4.29 となり、他地域より高い結果であった。

表 4-6 令和 5 年度調査結果による RAI

地域	カメラ名	稼働日数計 (CN)	シカ撮影回数	RAI (100CN)
小国町	OGN1	147	1	0.21
	OGN2	110	0	
	OGN3	147	0	
	OGN4	147	0	
	OGN5	147	0	
	OGN6	147	1	
	OGN7	103	0	
計		948	2	
鶴岡市	TRO1	145	0	0.73
	TRO2	145	0	
	TRO3	145	0	
	TRO4	145	2	
	TRO5	145	1	
	TRO6	145	3	
	TRO7	145	2	
	TRO8	75	0	
計		1090	8	
遊佐町	YZA1	144	0	14.37
	YZA2	119	1	
	YZA3	144	14	
	YZA4	144	7	
	YZA5	144	8	
	YZA6	144	6	
	YZA7	144	70	
	YZA8	144	56	
計		1127	162	

平成 29 年度からの推移を表 4-7 及び図 4-10 に示す。小国町は昨年度より減少したが、これまで 0~2 程度で推移しており、大きな変化はなかった。鶴岡市は昨年度の 3.75 から大きく減少し、7 年間で最も低くなった。遊佐町は今年度急増し、すべての年度、すべての地域において突出した結果となった。なお、前述のように特に撮影頻度の高かった 2 台のカメラの結果を除いた場合も 4.29 であり、昨年度から急増していた。

表 4-7 RAI の経年比較

	調査年度						
	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5
小国町 綱木箱ノ口	0.52	1.56	0.45	0.27	2.2	0.67	0.21
鶴岡市 山五十川	1.9	1.18	5.13	1.01	3.77	3.75	0.73
遊佐町 小野曾	0.1	0.81	3.32	1.8	2.56	1.93	14.37

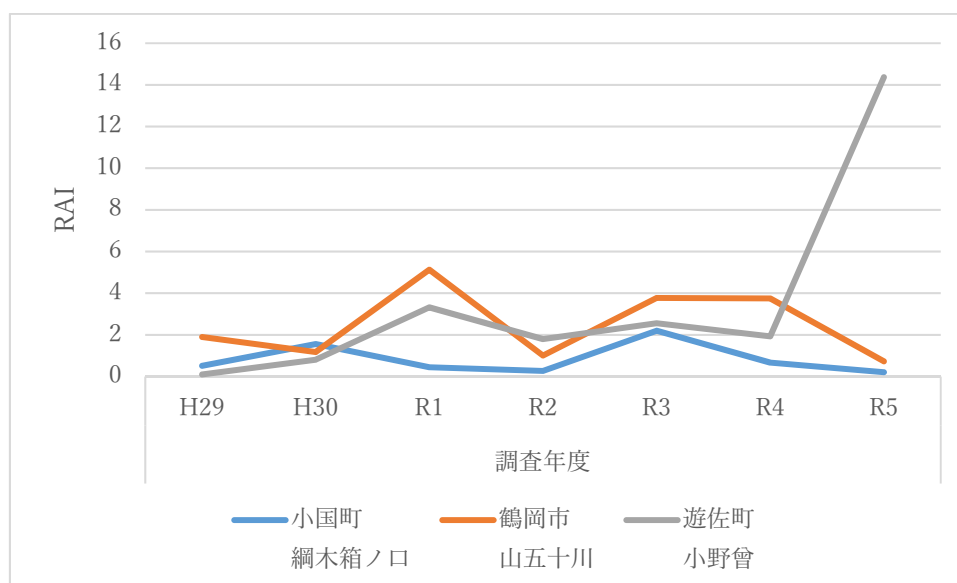


図 4-10 RAI の経年変化

4.6. 考察

<遊佐町のシカの動向>

遊佐町では、7月にメス成獣と当歳が撮影された。近隣で繁殖している状況が考えられるが、まだ確認数は少ない状況であり、詳細は不明である。ただ、今年度初めて howl が記録され、カメラによる撮影回数も急増した。特に秋季のオスの撮影が増加しており、繁殖期の利用環境となってきた状況が窺える。今後の急速な定着が懸念され、動向を警戒する必要がある。

<RAI と moan の関係>

令和4年度の報告では、単年度調査の結果によるため不確実とした上で、RAI3.5程度で moan が確認されると推測した。しかし、今年度遊佐町の RAI は 14.37 であったにもかかわらず moan は確認されなかった。現地に設置したボイストラップは1台であり、また特に秋季の撮影頻度が高かったカメラはボイストラップと幹線道路を挟んだ側の森林内 (YZA7, YZA8) であり、ボイストラップで上手く捉えられなかった可能性が考えられるが、カメラによるメスの確認は7~9月であったことから、季節移動等により繁殖期にはまだメスの定着は進んでいない可能性も考えられ

る。そのため、今後はボイストラップの設置地点及び設置台数を増やすなどの対応により、さらに情報を得る必要がある。

<小国町でのメスの確認及びカメラの設定>

今年度、小国町で使用したセンサーカメラは、機器の仕様上インターバルを30秒に設定できず、10秒に設定した。そこで、撮影条件を他のカメラと揃えるために撮影データから30秒インターバルを再現し、選別して解析に用いた。その結果、小国町ではオスのみの確認となったが、実際は30秒に再現したことで除外されたデータの中にメスの確認があった(図4-11)。分布拡大地域において、メスやこどもの確認など、頻度よりも在、不在データがより重要になる場合、少しでも撮り逃しが生じないように、センサーカメラのインターバル設定はなしとするか、可能な限り短くすることが重要と考えられる。なお、資料編7.3.ニホンジカ目撃情報一覧には、解析に用いた情報とは分けて記載した。



図 4-11 小国町で撮影されたメス成獣

5. 総合考察

山形県ニホンジカ管理計画ではボイストラップ調査により moan が確認された後、カメラトラップ調査を行うこととされている。しかし小国町、鶴岡市、遊佐町の3地域は以前よりカメラトラップ調査を実施していたことから、検証を兼ねて両方の手法を実施している。小国町で確認頻度が低く、遊佐町で高い状況は、ボイストラップ調査とセンサーカメラ調査に共通していた。そのため、いずれの結果もシカの動向を一定程度捉えていると考えられる。しかし、小国町のようにカメラではオスが確認されていても howl の確認がないという状況や、遊佐町のようにカメラではメスが確認されていても moan の確認がない、という状況も生じた。シカの侵入により迅速に対応しなければならない地域については、今後も複数の手法により補完し合いながら状況把握に努めることが望ましい。

昨年度、鶴岡市で moan が初確認され、メスの定着が進んだ可能性が疑われたが、今年度は moan の確認はなく、カメラでもメスの撮影がなかった。また、遊佐町ではメスが撮影されたが、moan の確認はなかった。これらの理由は情報が不足しているため明確なことは不明であるが、1) トラップの設置位置や台数がシカの行動と合致せず、撮り逃した可能性と、2) メスの侵入段階としてはまだ不安定で、調査地での生息にムラがある可能性が考えられる。1) については、シカの行動範囲に対して調査地は小さいため、行動範囲が少しずれるだけでも撮り逃しが起き得る。特に遊佐町では、道路を挟んだ南側の2台のカメラで突出して撮影回数が多かったことから、調査地内におけるシカの利用に偏りがあったことが窺える。また、howl は、1km 程度 (120~740m) 到達するのにに対し、moan の到達距離は 500m 程度 (75~410m) とされ、個体間差も大きいとされていることから (Minami 1998)、1 台の SM4 では捉えきれなかった可能性も考えられる。令和4年度調査においても、鶴岡市での moan の確認については、山形大学の江成教授より、「録音された moan の数が、一般的な調査と比較し非常に少ないこと、また、通常より早い時期 (9 月) に確認されたことから、ボイストラップの位置が縄張りからずれた位置にあった可能性、また、メスの囲い込みではなくオスに対する咆哮の一種として発せられた可能性がある」と指摘されている (山形県森林研究研修センター 2022)。2) については、たとえメスが確認されても季節移動の途中である可能性や、侵入初期であるために利用環境が年により変わることも想定される。実際、遊佐町では、メスの確認は7月~9月で変動しており、個体数も少なく、定着しているとは言えない状況であった。このように、moan の確認は、定着初期への移行を示す指標の一つではあるが、moan 自体もある程度安定して確認できるようになるまで変動する可能性があること、メスの確認がすぐに moan の確認に繋がるものではないことが示唆された。そのため、定着段階を判断するには、単年の結果で判断するのではなく、継続的にモニタリングしていく必要がある。ただし予防的管理の観点では、遊佐町では既に親子の確認があることから、定着判断を待たずに早い段階で対策を進めていく必要があると思われる。そのほか、山形市周辺と、鶴岡市周辺も確認頻度の増加が著しく、特に警戒が必要な地域と考えられる。

6. 引用文献

- 江成広斗, 江成はるか. 2020. ニホンジカの低密度管理の実現を目指したボイストラップ法の有効性. *哺乳類科学* 60 (1) :75-84.
- Miller, D. A., L. A. Weir, B. T. McClintock, E. H. C. Grant, L. L. Bailey, and T. R. Simons. 2012. Experimental investigation of false positive errors in auditory species occurrence surveys. *Ecological Applications* 22: 1665–1674.
- Minami, M. 1998. Vocal Repertoire and the Functions of Vocalization in the Rutting Season in Sika Deer, *Cervus nippon*. Doctoral dissertation at Faculty of Science, Osaka City University, Osaka. 119pp.
- O'Brien, T. G., M.F. Kinnaird and H. T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6: 131-139.
- 塚田英晴, 深澤充, 小迫孝実, 須藤まどか, 井村毅, 平川浩文. 2006. 放牧地の哺乳類相調査への自動撮影装置の応用. *哺乳類科学* 46 (1) :5-19.
- 山形県. 2020. 山形県ニホンジカ管理計画（第二種特定鳥獣管理計画）.
- 山形県森林研究研修センター. 2020. シカ被害対策技術実証事業（シカの鳴き声の音声解析による生息把握技術（ボイストラップ法）の実証・確立）調査結果報告書. 7pp.
- 山形県森林研究研修センター. 2021. シカ被害対策技術実証事業（シカの鳴き声の音声解析による生息把握技術（ボイストラップ法）の実証・確立）調査結果報告書. 5pp.
- 山形県森林研究研修センター. 2022. シカ被害対策技術実証事業（シカの鳴き声の音声解析による生息把握技術（ボイストラップ法）の実証・確立）調査結果報告書. 9pp.