

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

山形県森林研究研修センター

1. 事業の目的および実証内容

近年になってニホンジカ（以下、シカ）の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、直接観察や痕跡発見が難しい。このため、スポットライトカウント、糞塊法といった従来の個体数モニタリング手法による個体把握は困難な状況にある。また、これまでの監視事業の結果から、県内のシカの分布には濃淡があり、カメラトラップでの調査が有効な地域と実施不可能な地域があることが分かってきた。

カメラトラップ調査が実施不可能な地域では、カメラよりも広範囲をカバーでき、検知力の高い手法の適用が必要と考えられ、近年、山形大学が開発したボイストラップ法による個体把握を実施してきた。その中では、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声」に着目し実施してきたが、シカ定着が懸念される地域が出始めており、もう1種類の鳴き声で、「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」である moan の検知による繁殖段階把握も必要と考えられる。繁殖を早急に察知し、必要な捕獲を遅滞なく開始することで爆発的な増加を抑制するため、本事業では、ボイストラップ調査技術を現場段階で実証し、分布最前線でのシカの管理に寄与する技術の確立を目的とする。

今年度の事業では、令和2年度、3年度に引き続き、目撃が少ない地域でのボイストラップモニタリングの有効性について考察を行った。また、カメラトラップ調査が可能であり、平成29年度から継続してカメラ調査を実施している3箇所の調査地において、自動撮影カメラとボイストラップを併せて設置し、カメラによる撮影頻度指標（以下、RAI）の値と録音されたシカ咆哮の種類について比較を行い、それらの関係について考察を行った。

2. 調査方法

（1）ボイストラップ調査

調査地は、原則として令和2年度に選定した20市町村51箇所とし、その中で、調査期間中に災害、工事、森林伐採等で調査困難と判断した5箇所は調査地から除外した。それらに、自動撮影カメラ調査地内である7箇所を追加し、全53箇所で調査を実施した（図1）。

調査は、江成ら（2020）に準じて実施した。ARUsはwildlife acoustics製Song Meter SM4（以下、SM4）を使用し（写真1）、1サイトに1台、立木の高さ1.5m付近に括り付ける形で設置した（写真2）。SM4の記録媒体は32GのSDカードを1台

につき2枚使用した。録音に係る設定は以下のとおり。サンプリングレート:24000 Hz, Left and Right Gain:16 dB, Left and Right Preamp Gain:26dB。また, SM4 WAV ファイル圧縮について本調査では使用しなかった。録音スケジュールの設定には SM4 Configurator ソフトウェアを使用した。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とされるため, 録音スケジュールは「日没1時間前～日の出まで」とした。さらに, 保有する SM4 の総数が設置箇所数に満たないことから, 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(表1)。

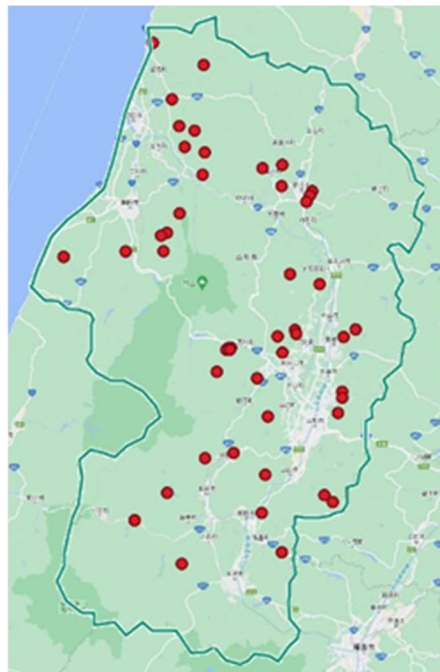


図1 令和4年度調査位置



写真1 使用したARUs (SM4)



写真2 設置状況

表1 録音スケジュール

市町村名 (旧市町村含む)	設置 箇所数	録音 開始日	録音 終了日
旧八幡町	2		
旧平田町	3		
旧松山町	2		
旧羽黒町	3	9.10	9.25
旧櫛引町	2		
新庄市	3		
鮭川村	3		
山形市	2		
上山市	2		
天童市	1		
山辺町	1		
寒河江市	2		
河北町	2		
大江町	2		
大石田町	2	10.8	10.23
東根市	2		
南陽市	2		
高畠町	1		
川西町	1		
長井市	1		
白鷹町	2		
西川町	4		
遊佐町	2		
鶴岡市	3	9.10	10.23
小国町	2		

録音データからのシカ音声自動検出には、ソフトウェア Kaleidoscope Pro version5.3.8 を使用した。手法は江成ら（2020）に従うとともに、同報告の電子付録 2,3,4 を使用した。自動検出後、波形の目視および音声の聞き取りによりスクリーニングを実施した。スクリーニングは、第一種過誤発生による調査効率の低下を避けるため、第1段階として「TOP1 MATCH」が howl, howl_w に該当した音声ファイルについて、全調査地を対象に実施した。その後、第2段階として、調査開始以降 howl が継続して確認されている調査地（山形2, 河北2, 東根1, 川西1）、および自動撮影カメラとの比較を行う3調査地を対象に、moan のスクリーニングを実施した。

(2) 自動撮影カメラ調査

調査は、平成 29 年度から継続調査を実施している、遊佐町小野曾、鶴岡市山五十川、小国町綱木箱ノ口の 3 地域で実施した (図 2)。撮影スケジュールおよび各調査地のカメラ稼働台数は表 2 のとおりである。カメラは TREL10J-D を使用し、設定は、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 秒とした。撮影データの同定は、森林研究研修センターにおいて行い、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。また、撮影頻度の経年変化をみるため、調査地ごとに下記の式から RAI (100 日当たり) を算出した。

$$\text{RAI} = \text{シカ撮影回数} / \text{カメラ稼働台数} / \text{カメラ稼働日数} * 100$$



図 2 カメラ調査位置図

表 2 カメラ調査スケジュールおよび稼働台数

設置箇所	撮影開始日	撮影終了日	カメラ稼働台数
遊佐町	6月10日	10月14日	8
鶴岡市	6月20日	10月17日	6
小国町	6月13日	10月21日	8

3. 結果と考察

(1) 音声検出結果と目撃が少ない地域のボイストラップモニタリングの有効性

録音結果の詳細を表 3、表 4 に、調査結果を市町村別に可視化した結果を図 3 に示す。本年度は、これまでの調査において初めて、鶴岡市で moan が確認された (表 3、図 3)。また、7 市町村 8 調査地において howl が確認された (表 4、図 3)。

Howl が確認された 8 調査地のうち、5 調査地 (川西 1、東根 1、山形 2、河北 2、

寒河江 1) では、令和 2~3 年度の調査においても howl が確認されており (図 3, 図 4), 複数年にわたりオス個体が定着し, ナワバリ形成の動きを見せていることが示唆される。また, howl 確認数は, 以下のように増加傾向を見せている。①川西 1: R2 2 回 → R3 3 回 → R4 11 回, ②東根 1: R3 1 回 → R4 7 回, ③山形 2: R2 4 回 → R3 50 回 → R4 28 回, ④河北 2: R2 14 回 → R3 調査なし → R4 22 回, ⑤寒河江 1: R3 1 回 → R4 3 回。これらの地域で moan は確認されなかったが, 次年度以降も特に注意が必要な調査地である。

また, 2 調査地で新たに howl が確認された (山形 1, 南陽 1) (表 4, 図 3)。このうち, 山形 1 は, 調査開始から継続して高頻度で howl が確認されている山形 2 調査地と直線距離にして約 4km の位置にある。このことから, 山形 2 を中心とする地域一帯で, シカ個体の増加や定着, 繁殖に向けた動きが進んでいる可能性があり, 特に注意が必要である。また, 南陽 1 についても, 現在の咆哮確認頻度は低いものの, 周辺市町村では継続して howl が確認されていることから, 次年度以降 howl を中心に継続して調査が必要と考えられる。

さらに, 鶴岡市においては moan が確認され, 通常, moan は一定数以上のメスが流入し, それらの囲い込みが始まっている可能性を示す。ボイストラップ法開発者である山形大学農学の江成教授に, 鶴岡調査地の moan の確認を依頼したところ, 今回録音された 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 1 種として moan を発した可能性があることが指摘された。該当調査地は, 自動撮影カメラも併せて設置されているが, 今後もモニタリングの最重要地域として moan の確認を継続するとともに, カメラでのメス, 幼獣の確認を行う必要がある。

以上のように, 目撃が少ない地域の中から調査地を選定し, ボイストラップ調査を令和 2 年度以降進めてきた結果, シカの咆哮を確実に捉えることができていること, また, それらの確認頻度の増減を基に, 今後のモニタリングの留意点や対策の方向性を検討する参考データが得られていることから, 目撃が少ない地域において, ボイストラップモニタリングは非常に有効であり, 今後も活用を進めていくべきであると考えられた。ただし, 現在は音声録音機器が少なく, 調査を県内で 2 巡させるため, 録音スケジュールが 9 月上旬からの設定となっている。9 月上旬は, シカの咆哮頻度が少ないことが指摘されており, 結果が過小評価されやすいことが課題である。全県調査に必要な機材数を十分に確保した上で, 調査は 9 月中下旬~10 月中下旬にかけて実施するのが望ましいと考えられる。

表 3 確認された moan の詳細

調査地	日	時	回数
山五十川	9.16	23:49:09	2
	9.17	0:49:10	1

表4 確認された howl の詳細

調査地	日	時	回数	調査地	日	時	回数
川西 1	10.12	19:08:07	3	河北 2	10.18	4:07:42	3
	10.12	22:08:13	3		10.19	3:54:20	2
	10.13	3:08:23	2		10.19	4:54:20	8
	10.14	19:05:07	1		10.20	3:11:45	2
	10.16	19:07:18	2		10.20	4:11:47	4
南陽 1	10.18	4:44:47	2	10.20	5:11:51	2	
東根 1	10.13	19:04:08	1	10.22	4:46:47	1	
	10.20	3:07:57	3	寒河江 1	10.16	18:37:04	2
山形 1	10.20	4:07:58	3	山五十川 1	9.23	16:38:00	1
	10.13	3:06:21	2	9.23	2:40:13	2	
	10.13	5:06:25	1	山五十川 2	9.23	16:38:00	2
山形 2	10.8	16:12:00	6	9.23	17:38:03	1	
	10.9	5:12:28	3	9.24	16:36:00	2	
	10.10	18:09:06	1	山五十川 3	9.23	2:40:14	2
	10.10	22:09:14	4		9.23	16:38:00	3
	10.11	1:09:19	3				
	10.11	2:09:22	2				
	10.15	4:37:57	2				
	10.15	5:42:14	3				
	10.16	2:17:42	2				
	10.21	1:55:31	2				

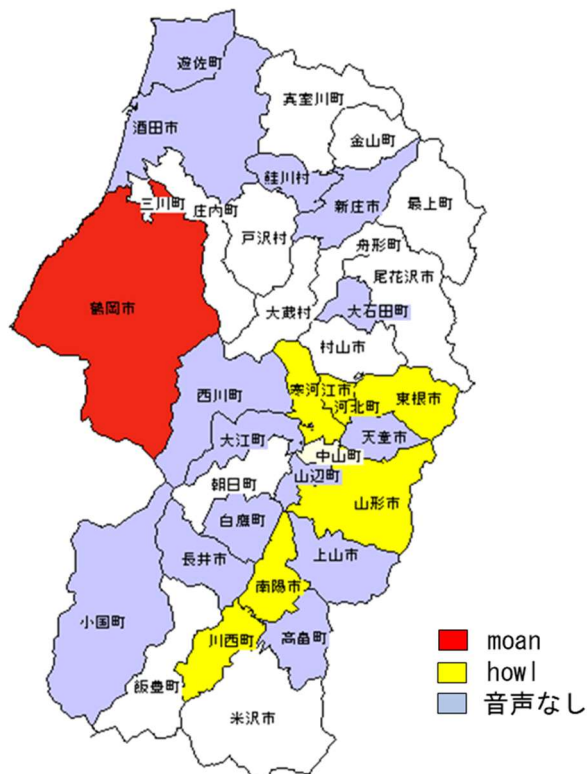


図3 令和4年度 市町村別調査結果

令和2年度

令和3年度

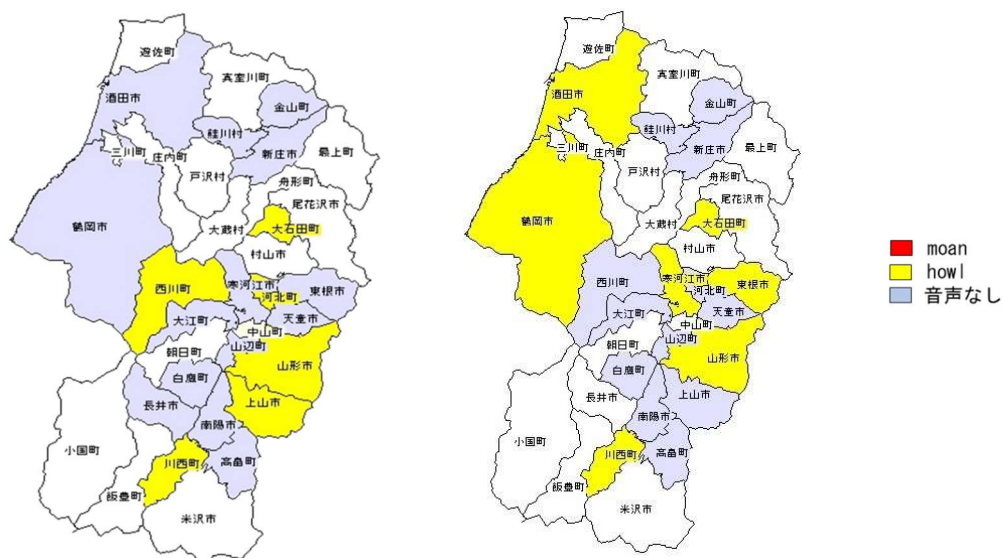


図4 過去の調査における市町村別音声結果

(2) 自動撮影カメラ撮影結果と録音されたシカ咆哮との比較

カメラ撮影結果を図5に示す。各調査地におけるシカ撮影回数は、遊佐町18回、鶴岡市27回、小国町7回であった。

遊佐町において撮影されたシカは、半数程度がオスであったが(図5, 写真3), メスのシカも複数回撮影された(図5, 写真4)。県内でメス個体が撮影される頻度は高くなく、特徴的な結果であった。また、繁殖時期であり、シカの咆哮が確認される秋季(9月~10月)の撮影頻度が最も高かった(図5)。しかし、同一箇所においては、howlもmoanも確認されなかった(図3, 表3, 表4)。秋季にオス, メス両方が確認されている状況のため、今後繁殖の段階へと進む可能性は十分にあると考えられた。

鶴岡市において撮影されたシカは、大半がオスであった(図5, 写真5)。撮影された個体は、角の分岐等から、若いオスではなく成熟した個体が多いと考えられた(写真5)。遊佐町と同様に、秋季(9月~10月)の撮影頻度が最も高く、特に多かった9月は、ボイストラップ調査においてhowl, moanの両方が確認されている。また、他の2調査地と異なり6月のオス個体撮影頻度が高く、シカが定着し、年間を通して生息している可能性が示唆された。

小国町は他の調査地と比較し、調査期間を通してシカが確認されることはなく(図5), 突発的に撮影されている可能性が高いと考えられた。また、秋季の撮影はわずかで、咆哮も確認されなかった(図3, 表4)。

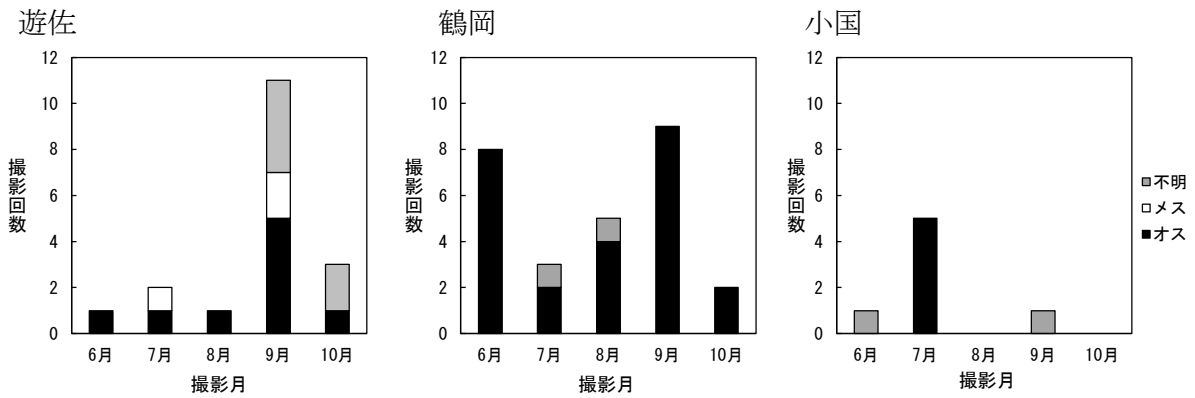


図5 調査箇所別のシカ撮影結果

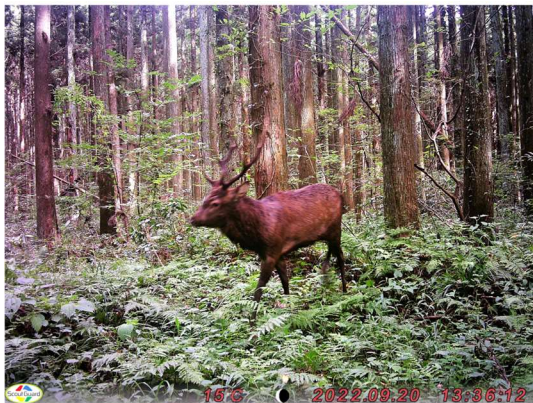


写真3 遊佐町で撮影されたシカ(オス)



写真4 遊佐町で撮影されたシカ(メス)

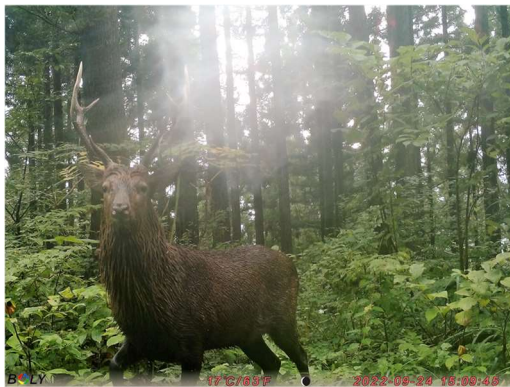


写真5 鶴岡市で撮影されたシカ

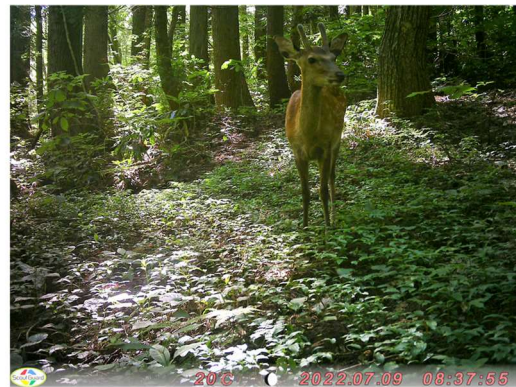


写真6 小国町で撮影されたシカ

以上の結果から、秋季にオス、メス両方がカメラで捉えられた調査地で咆哮は確認されず（遊佐町）、逆に、howl と moan が両方確認された試験地において、カメラでメスは撮影されなかった（鶴岡市）。令和2年策定の「山形県ニホンジカ管理計画（以下、管理計画）」では、モニタリングの実施について、侵入初期の段階Ⅰ、定着初期の段階Ⅱに分けて調査項目を決定しており、段階Ⅰのボイストラップ調査を経て moan が確認された後、段階Ⅱとしてカメラトラップ調査を行うこととしている。しかし、管理計画が策定される以前からカメラトラップ調査を行ってきた上記3調査地は、この調査計画の例外としてカメラ調査を行い、ボイストラップ

調査を行ってこなかった。本調査で示された結果からは、これまでカメラ調査のみを行ってきた上記3調査地においても、ボイストラップ調査を追加することを検討するのが望ましいと考えられた。

次に、RAIの平成29年度から今年度までの推移を表5に示す。遊佐町のRAIは1.93となり、昨年度と比較し減少した。近年の傾向をみると、1未満であった調査当初よりは増加しているものの、約2～2.5程度と一定の値で推移している。鶴岡市の今年度のRAIは、3.75であり、昨年度とほぼ同様の結果となった。3調査地の中では最も高い値であり、ボイストラップの調査結果とも連動していると考えられた。小国町の今年度の値は1未満で、調査開始からこれまで、0～2程度の間で増減しており、現時点で明らかな増減の傾向はみられなかった。

表5 RAIの経年変化

調査年度	遊佐町 小野曾	鶴岡市 山五十川	小国町 網木箱ノ口
H29	0.10	1.90	0.52
H30	0.81	1.18	1.56
R1	3.32	5.13	0.45
R2	1.80	1.01	0.27
R3	2.56	3.77	2.20
R4	1.93	3.75	0.67

カメラによる撮影頻度指標（RAI）の値と録音されたシカ咆哮の種類について比較を行うと、RAIが2未満であった2調査地ではhowlもmoanも確認されなかった。一方、RAIが3.75であった鶴岡では、howl、moanが両方確認されている。ボイストラップ調査法の開発者である山形大学農学の江成教授による、鶴岡調査地のmoanの確認結果では、まだ鳴きなれていないオスのようであるとの見解をいただいた。このため、現時点で、鶴岡調査地はmoanが聞かれ始める初期段階の可能性が高かった。以上のことから、今年度の調査結果を基にしたRAIとシカ咆哮の関係をみると、RAIが約3.5程度でmoanが確認されると推測される。しかし、この結果は単年度調査によるものであり、調査地点も非常に少ないことから、今後の継続調査、多点調査により、さらに精度の高い結果を得る必要がある。それらを行うことで、段階Ⅰのボイストラップ調査～段階Ⅱのカメラ調査、また捕獲の開始時期の判断基準の目安を作成できる可能性がある。

謝辞

ご指導いただきました山形大学農学部 江成広斗 教授、調査地の選定にご尽力いただきました各市町村ご担当者様、土地所有者の皆様がこの場を借りて御礼申し上げます。

引用

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.