

熊本県林業研究・研修センター研究報告 No. 48-3

## シカ生息モニタリング調査技術の活用に関する研究

平成30年度～令和2年度

川中 守

園田 美和

## 要 旨

ニホンジカの捕獲対策を講じる森林内において、ニホンジカの行動を把握するために有効と思われる3つの手法（空中センサス、ライトセンサス、カメラトラップ）を用い、ニホンジカの行動把握と得られたデータの活用方法について検証を行った。

空中センサスによるニホンジカの行動把握では、赤外線カメラを搭載したドローンで、日中、一定の撮影・飛行条件下で個体識別が可能であることがわかったものの、上空が閉鎖されている森林での調査には課題が残った。ライトセンサスによるニホンジカの行動把握では、被害発生地域の生息密度を算出することができ、捕獲対策の前後に実施することで効果検証資料への活用の可能性がある。また、調査時に目撃した地点の位置情報は、シカの生活拠点に近い可能性があり、捕獲対策の実施区域選定の基礎資料としての活用も見込まれる。カメラトラップによる行動把握では、センサーカメラの設置場所を決定するために実施する事前の痕跡調査において、ある一定程度の知識が必要であるが、得られた調査データからニホンジカの撮影頻度を算出することができ、捕獲対策の実施区域選定の基礎資料として3つの手法の中で最も有効であると見込まれる。さらに、捕獲対策前から捕獲対策終了後の一定期間、データを取得し続けることにより、捕獲対策の効果検証資料への活用も有用と考えられる。

## はじめに

本県では、ニホンジカの生息数の増加や生息域の拡大により、造林木の剥皮や枝葉採食被害による木材価格の低下、下層植生の消失等による森林の公益的機能の低下など様々な問題が生じており、ニホンジカによる森林・林業被害の軽減は喫緊の課題となっている。

一方で、被害対策にあたっては、糞粒法という手法を用い、県全域におけるニホンジカの生息密度、生息頭数の推定、生息分布の変化を把握したうえで、熊本県森林・林業・木材産業基本計画や鳥獣保護管理事業計画を策定し、各種施策を講じている。

被害対策のうち捕獲対策を実施する森林内は、季節や森林施業など様々な要因によって環境が変化し、それに伴い、ニホンジカの行動も変化している。捕獲対策では、ニホンジカの行動を把握したうえで捕獲実施区域を選定することが、高い捕獲効率に繋がると考えられる。

このため、被害発生森林内（狭域）において、ニホンジカの生息モニタリング調査で有効と思われる既存の簡易な調査手法を用い、狭域の環境変化に伴うニホンジカの行動を効率的に把握した捕獲対策の実施区域選定や効果測定への活用の可能性について「シカ生息モニタリング調査技術の活用に関する研究」で検証した。

## 第1章 空中センサス

### 1 はじめに

近年、林業分野においても、森林資源のデジタル管理や植栽地での苗木運搬など、ドローンを活用した作業の省力化や軽労化を図る取り組みがなされている。ドローンによる空撮での行動把握の可能性について検証した。

### 2 調査方法

#### (1) 試験地

試験地は、糞粒法の調査地点と生息密度を考慮し、熊本県水俣市湯出及び猿渡地域内（熊本県水俣市湯出及び猿渡地域内の猿渡鬼岳国有林、湯出鬼岳国有林及び県有林正千山団地内）に設定した（図-1）。当該地は、鹿児島県境で標高約500～700mに位置する。ニホンジカによる森林被害は、本県で平成12年度から毎年度実施しているシカ森林被害調査報告書によると、平成17年度に初めて確認され、平成29年度以降、増加傾向にある。ニホンジカの生息密度は、本県が定期的実施しているシカ生息状況調査報告書によると、平成18年度から調査地の対象となり、1～5頭/km<sup>2</sup>以内の密度で推移していたが、令和元年度、鬼岳周辺（当試験地内にある糞粒法調査地点）で30頭/km<sup>2</sup>程度の高い生息密度となっている（図-2）。



図-1 試験地位置図



図-2 シカ生息密度図（芦北地域）  
出典：令和元年度（2019年度）熊本県シカ生息状況調査業務報告書

#### (2) 調査方法

赤外線カメラを搭載したドローンで、試験地内にある調査路線（図-3）上空を、日中、1m/sで空撮し、ニホンジカの行動把握の可能性を検証した。なお、当該飛行は目視外飛行となることから、一般財団法人熊本県ドローン技術振興協会に依頼した（写真-1）。



写真-1 空撮検証状況

#### ・調査期間

2021年1～3月

・ 調査路線

路線A : 3.82 km

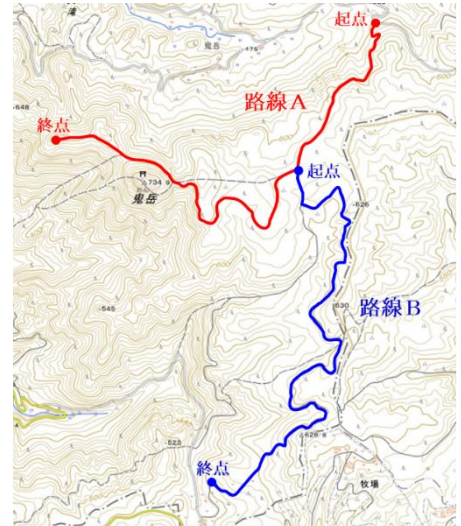
路線B : 4.00 km

3 結果と考察

複数回の空撮を踏まえ、赤外線カメラを搭載したドローンにより、日中、ニホンジカの識別が可能となる条件は次のとおりである。

- ・ 空撮高度 : 20~30m
- ・ 赤外線カメラ測定温度帯 : 0°C~30°C
- ・ 感知温度の表示色 : 感知温度が低いものは灰色、高いものは橙色で表示 (写真-2)。
- ・ 空撮速度 : 1m/s
- ・ 空撮時間 : 最大 20 分

赤外線カメラを搭載したドローンにより日中の空撮が可能であるが、空撮によりシカを識別するには、ドローンを毎秒1mで飛行させる必要がある。今回の検証では、空撮が可能な区域は操作地点から最大500m程度で、地形や森林の樹高によっては、通信が遮断され思うように飛行距離が伸びず(表-1, 2)、1路線あたりの検証は約4時間程度の時間を要した。



出典 : 地理院地図

図-3 調査路線図



写真-2 感知温度検証画像

調査路線	空撮数(回目)	飛行時間(分)	空撮地点(起点からの距離)(m)	飛行距離(m)	直線距離(m)	備考
			0			起点
A	1	15	177	177	98	
	2	20	470	293	274	
	3	18	710	240	202	
	4	21	946	236	200	
	5	17	1,130	184	163	
	6	14	1,320	190	175	
	7	25	1,630	310	230	
	8	18	1,820	190	174	
	9	11	2,060	240	202	
	10	23	2,430	370	241	
	11	25	2,840	410	295	
	12	18	3,060	220	185	
	13	19	3,320	260	215	
	14	23	3,820	500	500	終点

表-1 飛行距離・直線距離  
(調査路線A)

調査路線	空撮数(回目)	飛行時間(分)	空撮地点(起点からの距離)(m)	飛行距離(m)	直線距離(m)	備考
			0			起点
B	1	16	340	340	241	
	2	23	775	435	213	
	3	21	955	180	157	
	4	9	1,270	315	251	
	5	19	1,520	250	227	
	6	7	1,720	200	182	
	7	13	2,050	330	195	
	8	15	2,290	240	194	
	9	5	2,450	160	135	
	10	26	2,650	200	117	
	11	26	3,080	430	116	
	12	14	3,300	220	172	
	13	20	3,650	350	267	
	14	15	4,000	350	255	終点

表-2 飛行距離・直線距離  
(調査路線B)

また、ドローンの目視外飛行は航空法の許可が必要であるとともに、飛行操作者に高度な技術が要求されるため、開空率が低い森林内の路線上空でドローンからの空撮によってニホンジカの行動把握を行うことは、残念ながら課題が多く難しいと考える。

今後は、ドローンの特性を考慮し、上空開空率の高い植栽地及びその周辺での活用の可能性を検証する必要がある。



写真-3 赤外線カメラの空撮画像

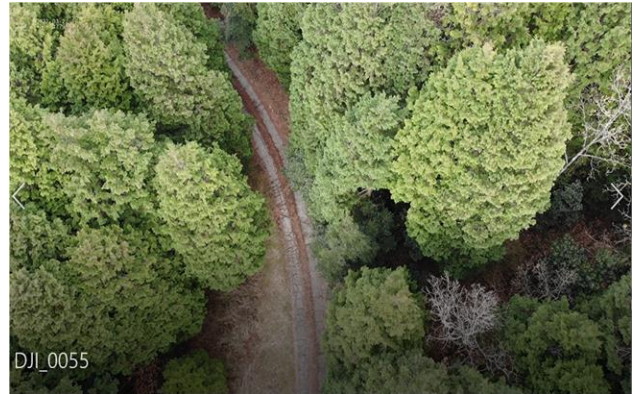


写真-4 通常の写真画像

例えば、防鹿柵の点検箇所の把握や新植地周辺における捕獲実施区域の選定に要する事前調査業務の省力化への活用である。本県では、植栽地の外周に、ニホンジカから植栽木を守るための防鹿柵を設置していることが多く、防鹿柵の点検・管理が課題となっている。植栽地の面積が大きくなれば、防鹿柵の点検延長も長くなり、管理の負担が大きくなる。植栽地周辺に出没する個体は、防鹿柵内の植栽木を摂食するために侵入を試み、防鹿柵を破損させる可能性が高いと考えられ、優先して捕獲する加害個体となる。今後、新植地周辺での識別への活用について検討していくこととする。

写真-5 赤外線カメラ空撮画像  
(植栽地周辺)

## 第2章 ライトセンサス

### 1 はじめに

ニホンジカの行動把握に用いる簡易的な手法で知られているライトセンサスを用い、被害発生森林内(狭域)におけるニホンジカの行動把握や、得られたデータから捕獲実施区域の選定及び対策効果検証への活用の可能性を検証した。

### 2 調査方法

#### (1) 試験地

第1章-2-(1)のとおり

#### (2) 調査方法

夜間、調査路線(図-3)を時速10km以下でトラックを走行させ、トラック荷台からスポットライトで正面、左側面、右側面の3方向を照らし、次の調査項目について調査した(写真-6)。

##### ・調査項目

ニホンジカの見撃数(頭)

見撃地点(起点からの距離)(m)

トラックからニホンジカまでの距離(m)

トラック進行方向とニホンジカ目撃方向の角度差

・調査路線

路線A：3.82 km

路線B：4.00 km

・調査資材

レーザー距離計 (Bushnell) 1台

充電式スポットライト (FATMAX) 4台

コンパス (iPhone アプリ)

・調査期間

2020年7月～2021年6月

時期(4)×路線(2)×時間帯(2) 計16回

・調査実施時間帯

20時、調査効率の良い時間帯 (以下に示す検証結果による)



写真-6 ライトセンサス

### 3 結果と考察

はじめに、実施時間帯の検証にあたり、当該調査路線沿いに設置したセンサーカメラの2019年11月15日から2020年3月31日までの撮影データをもとに、調査効率の良い時間帯について検証した。当該地域に設置したセンサーカメラ22台分(試験18台、予備4台、計22台)より得られたデータから各時間帯におけるニホンジカの撮影回数を図-4に示す。

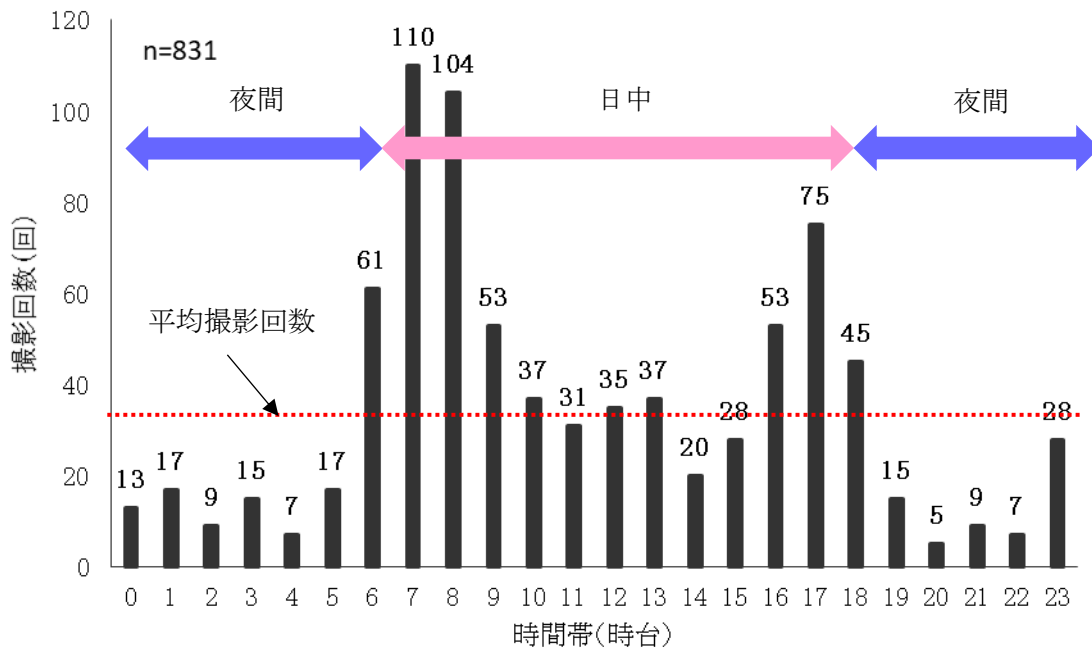


図-4 シカ撮影回数 (カメラトラップデータ)

2019年11月15日から2020年3月31日までの期間における日の出の時刻は6～7時の間、日の入りの時刻は17～18時の間であった。ニホンジカの撮影回数は、6～9時台、16～18時台に平均撮影回数よりも高い値となっていた。ライトセンサスは夜間に実施することを考慮し、効率の良い時間帯は日没1時間後という仮説を立て、検証した結果を図-5に示す。7～9月、10～12月、1～3月は、日没1時間後が20時に比べ目撃数が多かった。一方、4～6月は、日没1時間後と20時の目撃数が同程度となってい

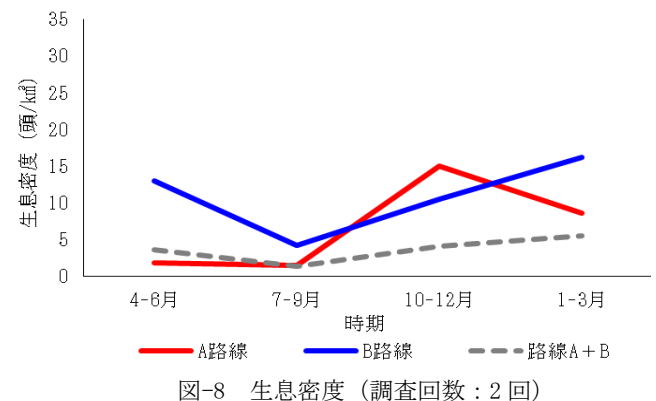
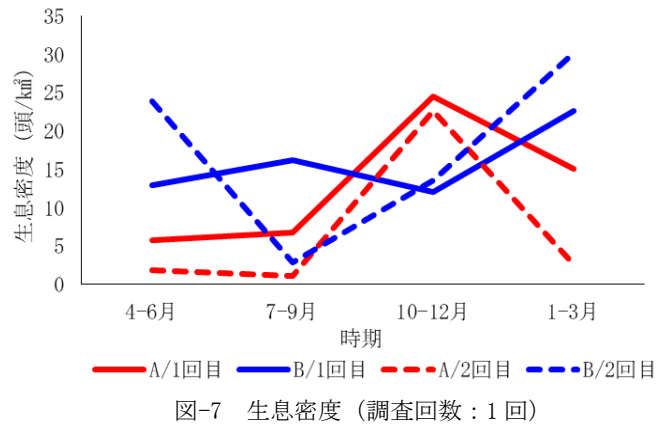
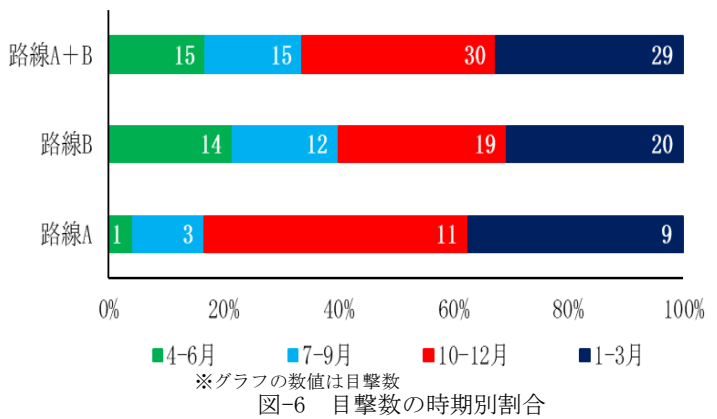
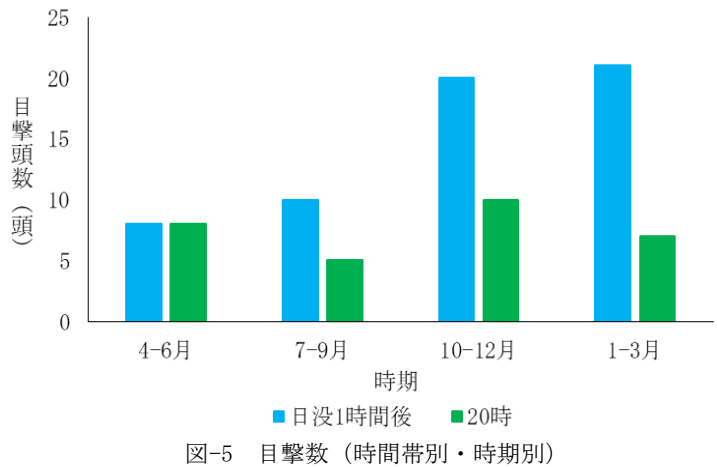
るが、当時期は日没1時間後と20時が同時刻となる。今回の検証では、日没1時間後がライトセンサスを実施する効率の良い時間帯と考えられる。

2つ目に、調査時期の検証を行った。各路線の総目撃数における時期別の目撃数の割合を図-6に示す。調査路線A、Bともに、10~12月、1~3月の目撃数の割合が多く、10~12月と1~3月の目撃数の割合は、過半数を超える結果となり、時期によって変動していることがわかった。今回の結果を考慮し、ライトセンサスによる捕獲対策の効果検証を行う場合、捕獲対策の前後の同時期の調査結果を比較することで信頼性の高い効果検証が可能と考えられる。

3つ目に、得られたデータからライントラセクト法により生息密度を算出し、調査回数数の検証を行った。生息密度の算定式は次のとおりである。

$$\text{生息密度 (頭/km}^2\text{)} = \frac{\text{発見頭数 (頭)}}{\text{有効観測幅 (垂直距離 \cdot km) \times 2 \times 走行距離 (km)}}$$

当該地の生息密度を図-7、図-8に示す。各路線各1回毎の調査結果から算出した生息密度では、時期や路線毎の傾向は見られなかった。調査路線A、Bで実施した各2回分の調査結果から算出した生息密度は、4~6月から7~9月にかけて概ね減少傾向、7~9月から10~12月にかけて増加傾向となり、概ね同じような傾向が見られた。「森林管理者のためのエゾシカ調査の手引き」(地方独立行政法人北海道立総合研究機構環境科学研究センター林業試験場, 2007) (以下、エゾシカ調査の手引き) では、同コースを4日間(4回)繰り返すとあり、今回の結果からも、1回の調査で生息密度を算出することは好ましくないと考える。今後、当該調査を現場に普及する場合、2~4回の調査回数毎の生息密度を算出し、調査回数の詳細な検証を重ねて行くことも有用と考える。



最後に、調査結果をもとに捕獲実施区域の選定を行った。ニホンジカを目撃地点（図-9, 10）は直近の生息拠点に近い可能性が高いと考えられ、時期毎の目撃地点を可視化することにより、捕獲実施区域の選定が可能と考える。捕獲の実施時期を考えた場合、10～12月がニホンジカの繁殖期（交尾時期）であり、メスのニホンジカを捕獲することにより個体数増加の抑制に繋がるものの、当時期は、調査路線の起点から終点まで満遍なく目撃があり、調査路線内で捕獲実施区域の絞り込みが難しかった。次に、実施時期として有効と考えられるメスのニホンジカの妊娠期で、かつ、出産前の時期にあたる1～3月における路線A、Bの目撃地点は、図-9中のa、図-10中のb、cである。これを地図上に可視化すると図-11のとおりとなる。また、10～12月及び1～3月以外の時期における実施時期についても検討した。その結果、7～9月の時期も有効と考えられた。7～9月は、前年度に生まれた個体の体重が増え、個体によっては10月以降、交尾・妊娠の可能性があると考えられる。7～9月の目撃地点（図-9中のd、図-10中のe、f）を図-11に示す。地図上に目撃地点を図示することにより、捕獲時期ごとにおける捕獲実施区域選定の基礎資料としての活用が有効であると考えられた。

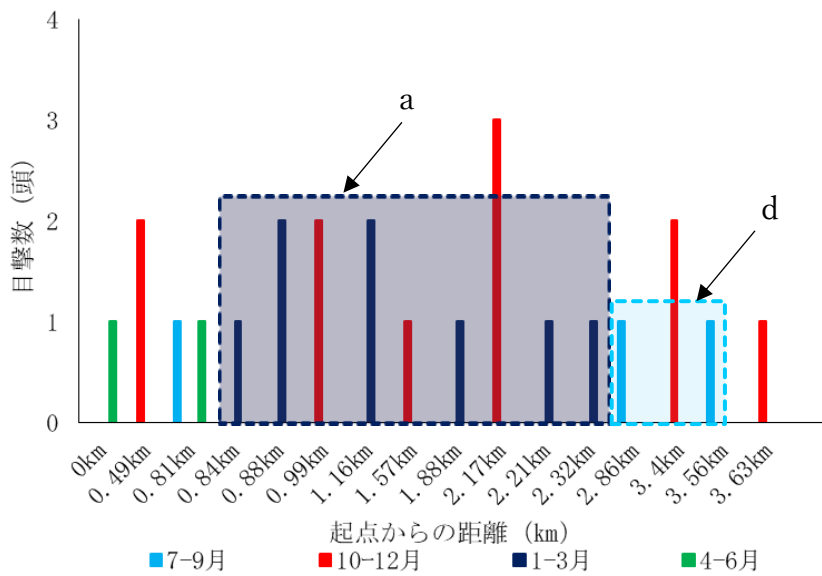


図-9 目撃数と目撃地点の関係（路線A）

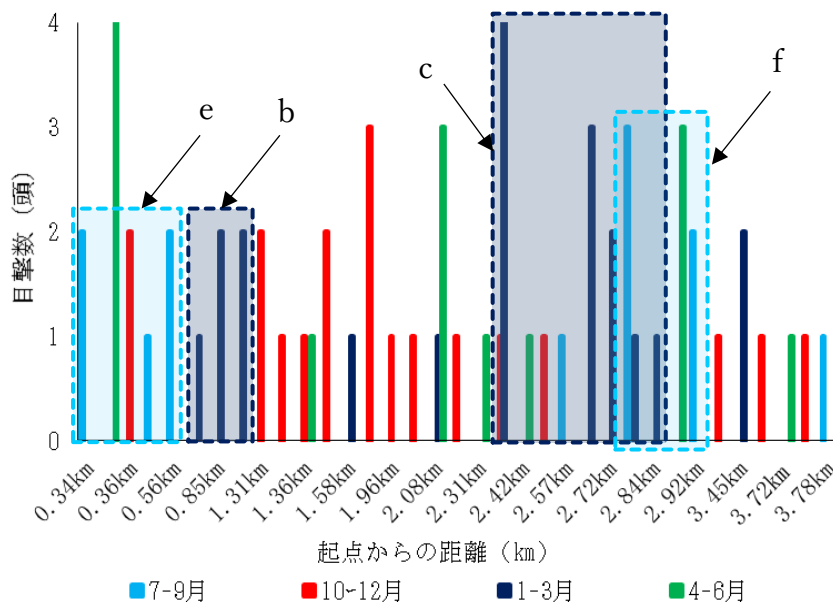


図-10 目撃数と目撃地点の関係（路線B）

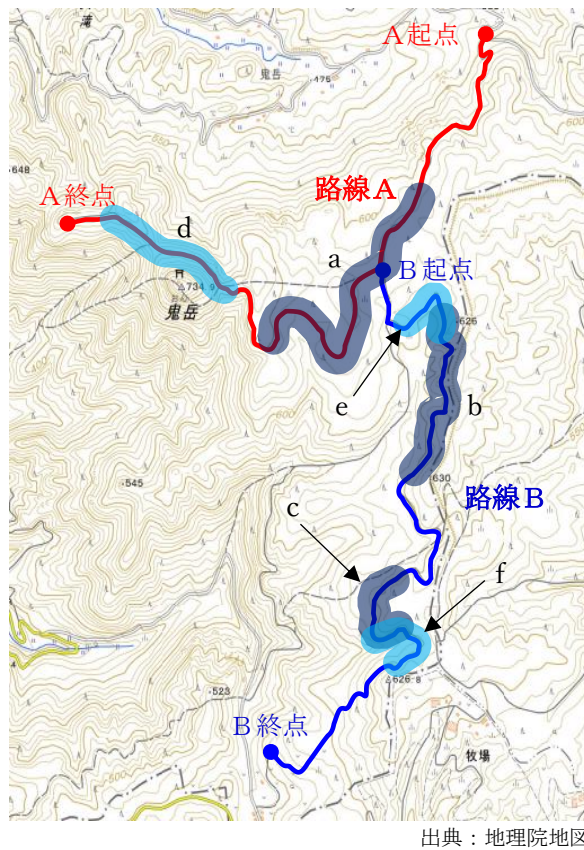


図-11 捕獲実施区域の選定

### 第3章 カメラトラップ

#### 1 はじめに

ニホンジカの行動把握に用いる簡易的な手法で知られているカメラトラップを用い、被害発生森林内（狭域）におけるニホンジカの行動把握や、得られたデータから捕獲実施区域の選定及び対策効果検証への活用の可能性を検証した。

#### 2 試験地と調査方法

##### (1) 試験地

第1章-2-(1)のとおり

##### (2) 調査方法

試験地内にある全ての林道・作業道（総延長 11.8 km）沿いでニホンジカの痕跡（写真-7～10）を調査し、直近の痕跡が多い地点にセンサーカメラを18台設置し（写真-11）、定点観測によりニホンジカの行動を把握した。



写真-7 足跡



写真-8 獣道



・調査路線

路線A : 3.82 km

路線B : 4.00 km

・調査資材

センサーカメラ (HYKE SP2) 22 台

※カメラトラップ 18 台

(路線A : 11 台、路線B : 7 台)

※予備 4 台

・調査期間

2019 年 11 月～2021 年 3 月

・撮影条件

撮影モード : 動画

撮影時間 : 10 秒

撮影間隔 : 60 秒

撮影画素 : 1280×720 ピクセル



写真-9 立木の剥皮



写真-11 カメラトラップ

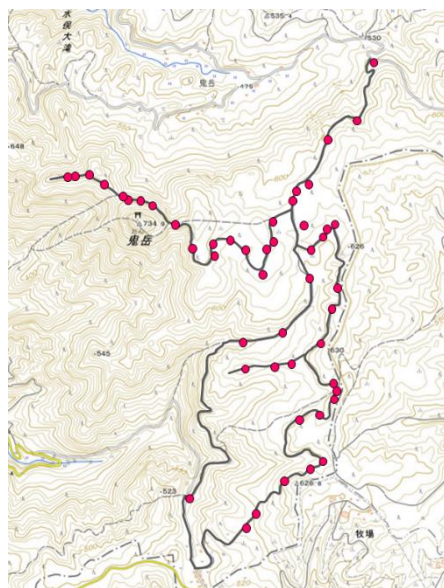


写真-10 糞

### 3 結果と考察

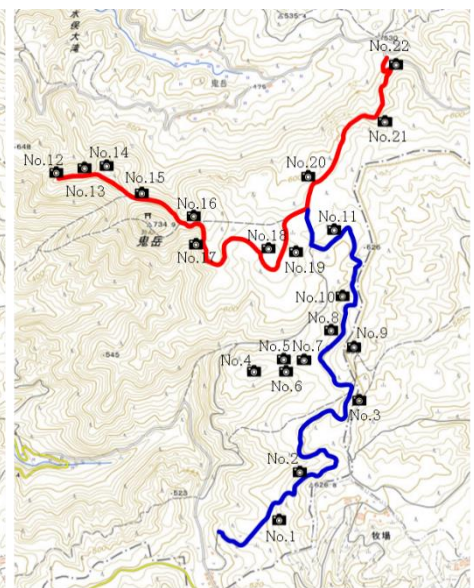
ニホンジカの痕跡を確認した地点を図-12 に示す。痕跡が確認された地点のうち、直近の痕跡が多い地点を抽出し、一定の間隔で調査路線に満遍なくセンサーカメラを設置した (図-13)。

次に、カメラトラップにより得られたデータから撮影頻度を算出した。撮影頻度の算出式は次のとおりである。



出典：地理院地図

図-12 痕跡位置図



出典：地理院地図

図-13 センサーカメラ位置図

$$\text{撮影頻度(枚/日)} = \frac{\text{シカ撮影枚数 (枚)}}{\text{自動撮影カメラの稼働日数 (日)}}$$

シカ撮影枚数は、撮影間隔が 5 分以内のものは同一個体の可能性が高いと考え、1 枚目のデータのみカウントし、残りは撮影枚数から除外した。自動撮影カメラの稼働日数は、エゾシカ調査の手引きに基づき、センサーカメラの設置、データ回収日は稼働日数から除外した。路線A、Bの撮影頻度 (図-14, 15) をもとに、捕獲実施区域の選定の可能性を検証した。複数月に亘り撮影頻度が 1 回/日以上となっていたセンサーカメラは、路線Aでは No. 13 および No. 15、路線Bでは No. 2、No. 3 および No. 11 であった。

撮影頻度が1回/日以上のセンサーカメラ5台のうち、No. 15は2020年8月から12月の4ヶ月間に亘り撮影頻度5回/日以上、No. 11は2020年4月から10月までの7ヶ月間に亘り撮影頻度が0.8~1.6回/日で推移、No. 2は2020年10月から2021年3月までの6ヶ月間に亘り0.9~1.4回/日で推移していた。この結果を踏まえ捕獲実施区域を選定する場合、路線AではNo. 13、およびNo. 15、優先順位は撮影頻度の高い順にNo. 15、No. 13、路線Bでは、No. 2、No. 3およびNo. 11、優先順位は撮影頻度が1回/日±0.3の数値となっていた期間が長い順にNo. 11、No. 2、No. 3となる。2021年3月の調査終了時後、翌月から捕獲対策を講じる場合は、路線AではNo. 15、路線BではNo. 2が最優先区域となる。このように撮影頻度から捕獲実施区域の選定が可能であり、捕獲対策の基礎資料としての活用が期待できる。

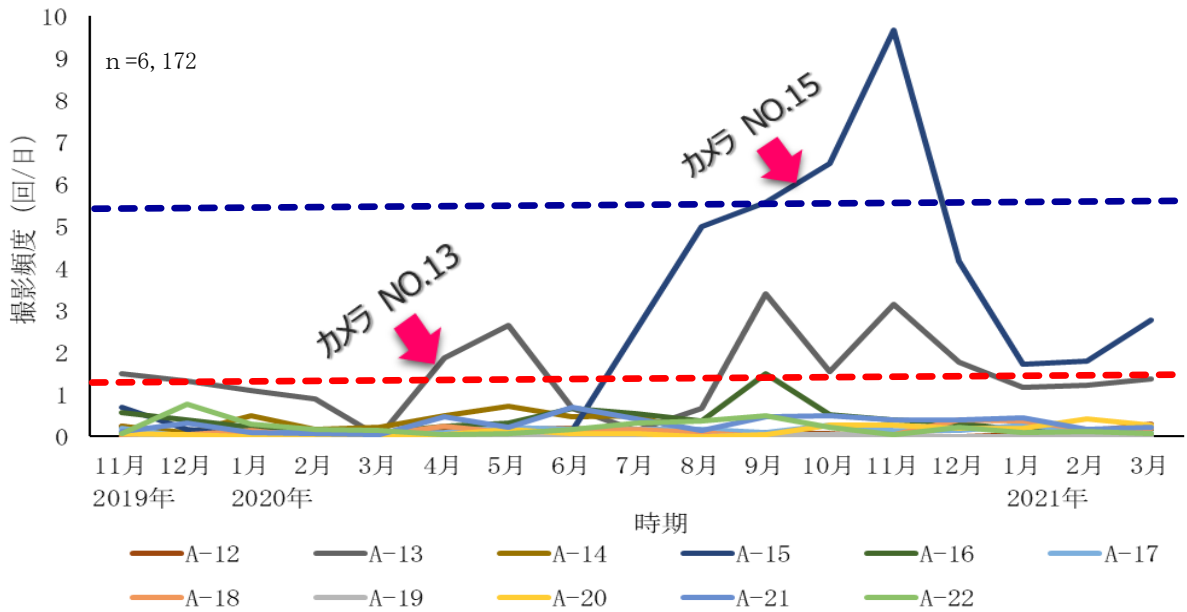


図-14 撮影頻度 (路線A)

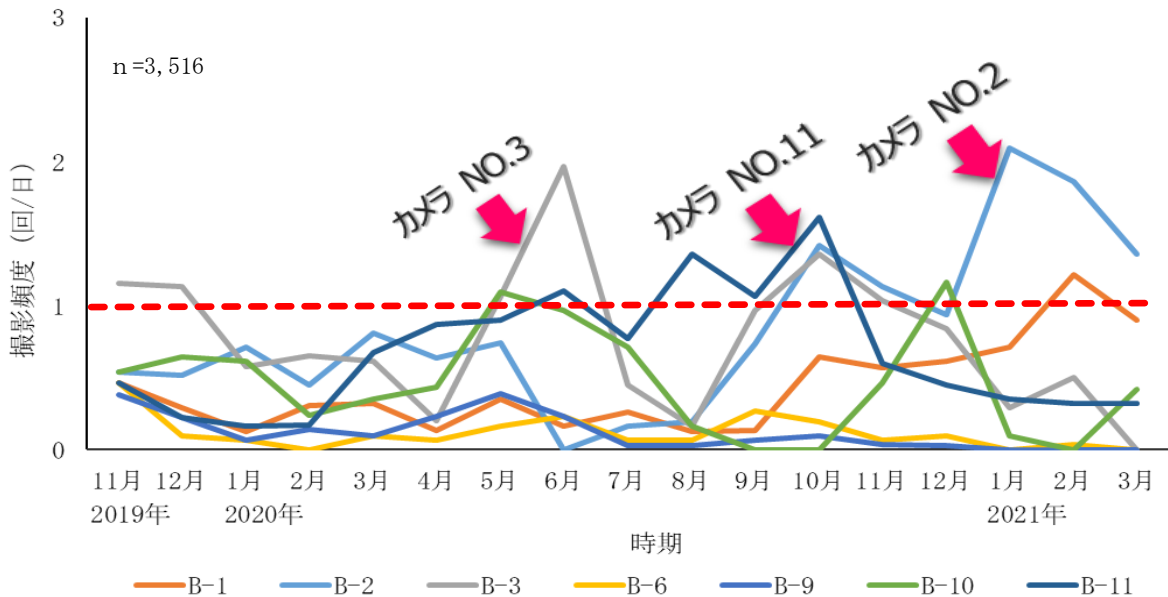
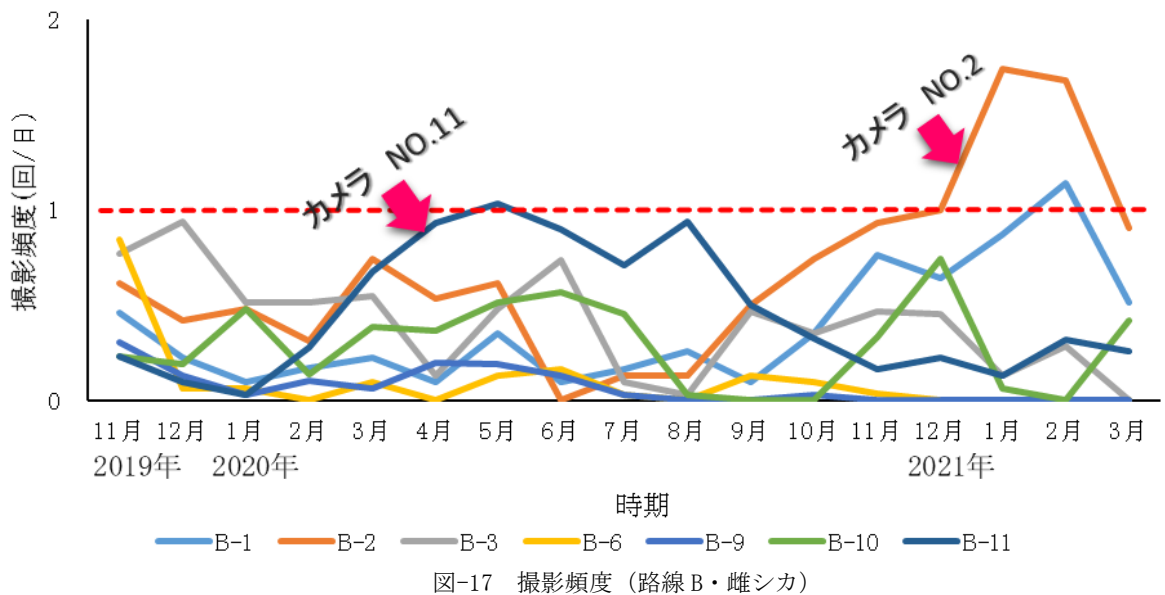
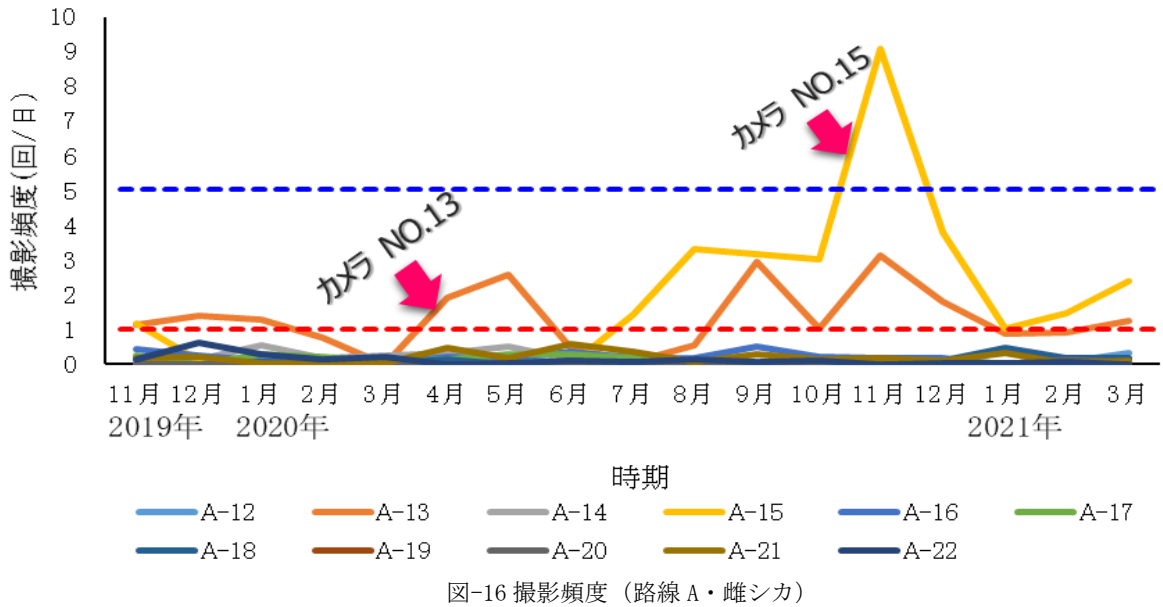


図-15 撮影頻度 (路線B)

シカの個体群管理では、子を生むメスを駆除して次世代を減らすことが有効であり、メスが多い地域の特定は効率的な個体群管理に役立つことが期待される (suzuki et al, 2021) ことから、雌の撮影頻度を算出し、図-16, 17 に示す。今回の調査データでは、調査路線A、Bともに全頭数から算出した

撮影頻度と同様の結果となった。地域によっては、全頭数の撮影頻度と雌の撮影頻度が異なる結果となることも想定される。この場合は、雌の撮影頻度が高い場所から、捕獲実施区域の選定をすることで、生息密度の抑制がより一層期待できるのではないかと考えられる。



今回、カメラトラップで設置したセンサーカメラ 22 台分 (予備含む) の撮影回数は、約 1 年 5 カ月間で 18,797 回となった。カメラトラップでは、撮影回数が増えれば、動画の確認作業の負担も大きくなる。撮影される画像には、風等により木々が揺れることによりセンサーが反応して撮影された映像 (空うち) も含まれ、空うちが増えれば、動画の確認作業の負担をさらに増加させる。カメラトラップでは、空うちを極力抑え、撮影の主目的であるニホンジカの撮影の割合を増やすことが望ましい。今回、カメラトラップで得られたデータから、ニホンジカ撮影回数と空うち回数の関係性を調べてみることにした (図-18、19)。

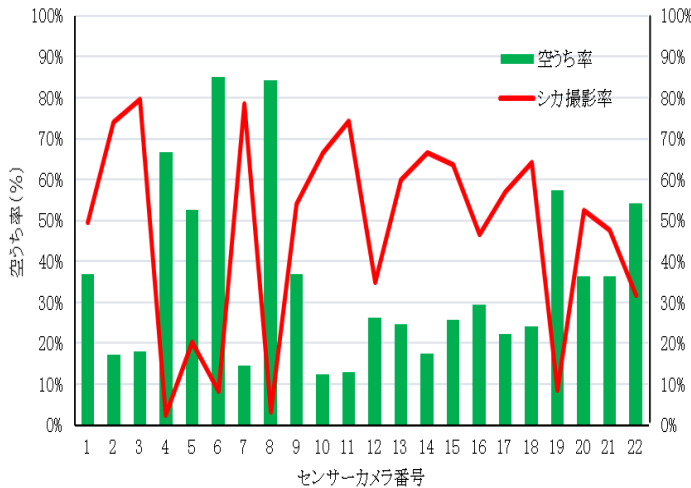


図-18 カメラ毎の空うち率と撮影率

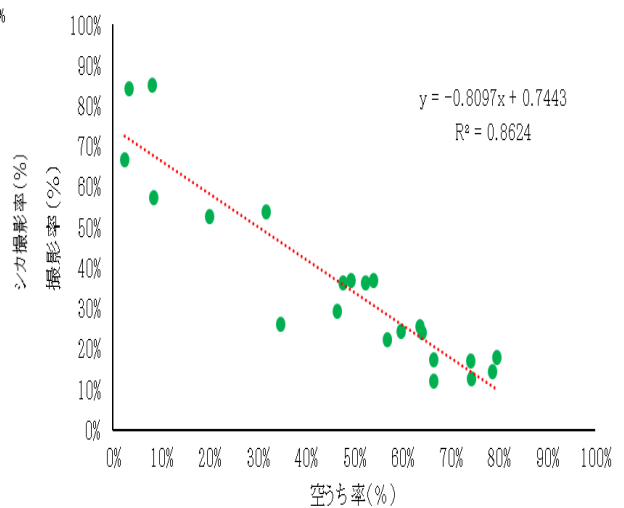


図-19 空うち率と撮影率の相関関係

撮影率は、シカが撮影された回数をセンサーカメラの総撮影回数で除した割合、空うち率は、全ての動物が撮影されなかった回数をセンサーカメラの総撮影回数で除した割合である。今回の検証では、空うち率が高いものはシカの撮影回数も少ない結果となった。下層植生の揺れなどに反応する可能性がある所は、空うちが多く生じ、ニホンジカを撮影する設置場所として不向きな場所が多かったのではないかと考えられる。空うち率が50%を超えるセンサーカメラはNo. 4、No. 5、No. 6、No. 8、No. 19およびNo. 22の6台であった。No. 4、No. 5、およびNo. 8は新植地に向けて設置していたため、下層植生の揺れにセンサーが反応して撮影された回数が多かった。No. 6、No. 19およびNo. 22は林内に向けて設置していたが、林内に風が吹き込む場所であったため、風により灌木が揺れ撮影された回数が多かった(写真-12~15)。



写真-12 カメラトラップ撮影画像 (No. 4)



写真-13 カメラトラップ撮影画像 (No. 6)



写真-14 カメラトラップ撮影画像 (No. 8)



写真-15 カメラトラップ撮影画像 (No. 22)

## 第4章 総合考察

はじめに、空中センサスでは、日中の時間帯に赤外線カメラを搭載したドローンにより、一定の条件下で空撮することでニホンジカの識別が可能である。しかし、今回の検証フィールドのように、上空開空率の低い森林内での活用には課題が多く、実用性は低いと考えられる。今後は、上空開空率の高い新植地等での空撮による活用を検討していきたいと考える。

2つ目のライトセンサスでは、短期間でニホンジカの生息情報を把握することができ、得られたデータから生息密度の推定や、捕獲対策の実施区域の選定などの捕獲対策の基礎資料としての活用が有効であると考えられた。また、捕獲対策の実施の前後にライトセンサスを実施し、得られたデータから算出した生息密度を比較することにより、捕獲対策の効果検証への活用の可能性も期待される。

3つ目のカメラトラップでは、センサーカメラの設置前に実施する痕跡調査において、ある一定程度の知識が必要であるが、3つの調査手法の中で、最もニホンジカの行動をきめ細やかに把握できるものと考えられる。得られた調査データから撮影頻度を算出し、活用することにより、くくりわなによる捕獲実施区域の選定への活用が有用と考えられる。調査期間は、得られた調査データを基に速やかに捕獲対策を実施するのであれば、約1ヵ月程度でも有効であると考えられ、時期による行動変化の把握や、被害対策の効果検証等への活用を考える場合は、長期間の設置が必要と考えられる。

最後に、今回の検証結果を踏まえ、今後は、水俣市と県南広域本部芦北地域振興局と連携を図りつつ、本研究で検証したライトセンサスやカメラトラップにより捕獲実施区域の選定を行い、猟友会の協力を得ながら捕獲の実践、捕獲実施後の効果検証等を行い、本研究成果の実用性を検証こととする。

### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所安田雅俊博士、九州森林管理局、株式会社九州自然環境研究所、水俣市役所をはじめとする多くの関係機関や関係者の皆様から、ご指導、ご協力いただいた。心より御礼申し上げます。

### 引用文献

Suzuki K.K., Oka T., Yasuda M. (in press) Spatiotemporal changes in antlerless proportion of culled Sika deer in relation to deer density. *Journal of Forestry Research*, DOI:<https://doi.org/10.1007/s11676-021-01405-w>

熊本県 (2017) 第2種特定鳥獣 (ニホンジカ) 管理計画

熊本県 (2020) 令和元年度 (2019年度) 熊本県シカ生息状況調査業務報告書

地方独立行政法人北海道立総合研究機構環境科学研究センター林業試験場 (2017) 森林管理者のためのエゾシカ調査の手引き