

森林公園内におけるイノシシの生息密度推定

浜松学芸中学校・高等学校
探究自然科学 2年 鈴木伊織 他6名

1. はじめに

近年、日本国内では、一部の野生動物の分布域が急激に拡大し、農業被害や人身被害の発生、交通事故の増大など、人間活動との軋轢が問題となっている(大橋 2021)。野生動物による農業被害は経済的な損失をもたらすだけでなく、営農意欲の減退や耕作放棄の原因にもなるなど、営農活動の持続性にも深刻な影響を及ぼしている(桑原ほか 2010)。全国で集計される野生鳥獣による被害金額は 2016 年度に 172 億円弱であり、ピーク時の 200 億円から次第に減少傾向にあるとされる(農林水産省 2017)。しかし、農村部では依然として、野生鳥獣による農が急激に拡大し、農業被害や人身被害の発生、交通事故の増大な



図 1. 森林公園内のイノシシ.

ど、人間活動との軋轢が問題となって業被害は深刻であるとの声が大きく、以前は被害がなかった地域に新たに被害が発生している事例も増えていると考えられる(山端ほか 2018)。

静岡県においてはイノシシ *Sus scrofa* による農作物被害が特に深刻化しており、被害量・被害金額についてはニホンジカ *Cervus nippon* に次いで 2 位、被害面積においてはもっとも被害を与えている。イノシシやニホンジカの個体数の増加は、全国的にみられる現象である。環境省(2020年)の報告によると、昭和 53 年度から平成 30 年度までの 40 年間で、ニホンジカの分布域は約 2.7 倍に拡大、イノシシの分布域は約 1.9 倍に拡大していることが示され、全国的にニホンジカ及びイノシシの分布域が拡大している。その他にも、野生動物による市街地出没や CSF(豚熱)など様々な問題を抱えている。そこで、環境省・農林水産省ではイノシシの個体数を平成 25 年より 10 年間で半減させることを目標に掲げているが、捕獲戦略を立てる上で必要になる個体数モニタリングの仕組みが脆弱である。そこで、近年新たな個体数指標として自動撮影カメラを用いた個体数密度推定方法が提唱された(兵庫県立大学自然・環境科学研究所森林動物系監修 2020)。REST モデルは、トレイルカメラの動画撮影機能を用い、動物がカメラの前に滞在していた時間をパラメータとして個体数密度を推定する新たなモデルである。捕獲の必要がないため、捕獲制限のある公園内でも個体数の推定ができ、資格なども不要となるため高校生でも容易に調査をすることができる。

本研究では、森林公園内におけるイノシシの生態を調査すると同時に、静岡県立森林公園に生息するイノシシに REST モデルの適応を図ることで、生息密度を算出し、客観的な資料になりうるか検証することを目的とする。

2. 調査地

静岡県浜松市浜北区にある静岡県立森林公園を調査地として、本研究を行った。森林公園内には、アカマツ *Pinus densiflora* のを主体とする明るい林、コナラ *Quercus serrata* やクヌギ *Quercus acutissima* の落葉樹林、スギ *Cryptomeria japonica* やヒノキ *Chamaecyparis obtusa* の整備された人工林、スダジイ *Castanopsis sieboldii* やタブノキ *Machilus thunbergii* やアラカシ *Quercus glauca* などの常緑広葉樹の高木が樹冠を覆った暗い森など多様な植生がみられた。また、園内には、小さな尾根や谷が連続し小さな沢が幾筋も流れている地形、大きな谷の底を小さな沢が流れており沢

沿いには沼田場（動物が水浴び、泥浴び、塩分補給などの目的で使用する水場）がみられる地形、下床植生がシダ類に覆われた緩やかな丘など多様な地形がみられ、哺乳類の生態調査に最適な環境であった。

3. 方法

調査は2021年5月と6月の春季の8週間と、8月と9月の夏季の8週間の合計16週間行った。森林公園内に、各調査地点の間隔がそれぞれ500mの距離をとって、100×100mの調査地点を3つ設置した（図2）。調査地点1は小さな尾根や谷が連続する地形で沢が幾筋も流れており、植生はスダジイを主体とする照葉樹林であった。また、比較的に入家や交通量の多い道路に接した地点であった。調査地点2は、大きな谷を含む地形で谷底を小さな沢が流れており、沢沿いには沼田場（動物が水浴び、泥浴び、塩分補給などの目的で使用する水場）がみられ、スダジイやクスノキ *Cinnamomum camphora* を主体とする照葉樹によって全面を覆われた地点であった。調査地点3は、アカマツを主体とした林で、下床植生はシダ類に覆われた緩やかな丘であった。

各調査地点内の5か所に撮影ポイントを設け、各調査地点内の撮影ポイント5か所のうち3か所にローテーションさせてカメラを設置した。合計9台のカメラは毎週設置場所が交換され、撮影ポイントごとに撮影期間が均一になるように配慮した。但し、8月の調査からは、コロナ対応のため部活動が制限されたことにより、作業効率化のために自動撮影カメラの台数を増加し総数15台になった。そのため、自動撮影カメラは調査期間中同じ撮影ポイントに設置され、ローテーション作業は不要になった。各撮影ポイントは安全に考慮しつつ、調査地点内に均等になるように分布させた。撮影には自動撮影カメラ TREL10J-D/TREL18J-D/TREL30J-C を撮影時間10秒インターバル5秒の設定で用いた（図3）。野生動物が撮影された場合は、種名、個体数、体サイズ（成獣・幼獣）、撮影日時、撮影場所、行動のようすを記録し、撮影頻度（カメラ1台を100日設置したときの撮影枚数）を算出して評価した。

RESTモデルの適応に際して、各撮影ポイント内に設置されたカメラの画角内に一辺2mの正三角形の撮影範囲を設けた（図4）。撮影範囲はカメラ設置の際指標杭を用いて標識した。撮影された動物種の撮影範囲内での滞在時間を算出するために、画面描画ソフト（ペンワークス3）を用いて、パソコン画面上に撮影範囲をマーカーした（図5）。野生動物が撮影範囲内に侵入した時間と退出した時間は、動画再生ソフト（VLC media player）の拡張機能（Time V3.2）をもとに画面上に表示された時刻（1/1000秒単位）から計測し、撮影範囲内の滞在時間とした。その後、算出された数値を（1）式のRESTモデルによる生息密度推定式に代入して、調査地点ごとの生息密度を推定した。

公園内において実地調査をもとに環境（施設・照葉樹林・アカマツ林）、地形（尾根・谷）ごとに6つに分類し、インターネット上で国土地理院HPの電子Webのツール機能をもとに各環境・地形ごとの面積を算出した（図6）。この数値に環境ごとに推定した生息数密度を代入し、公園全体における哺乳類の生息数密度を推定した。

RESTモデルによる生息密度の推定式

$$D = E(Y) \cdot E(T) / sHa \quad (1)$$

D：生息密度

E(Y)：撮影範囲内への進入回数の期待値

E(T)：1回の進入における滞在時間の期待値

s：カメラの撮影範囲（正三角形）

H：調査期間

a：活動時間の割合



図2. 森林公園内の3つの調査地点と合計15か所の撮影ポイント。

※各撮影ポイントは、作業の効率化をはかるために名称を付けた。



図3. 調査に用いた自動撮影カメラ。



図4. 一辺が2mの正三角形をした撮影範囲。



図5. 動画再生ソフトVLC media playerをもとに滞在時間を計測。撮影範囲内にアナグマがいる。

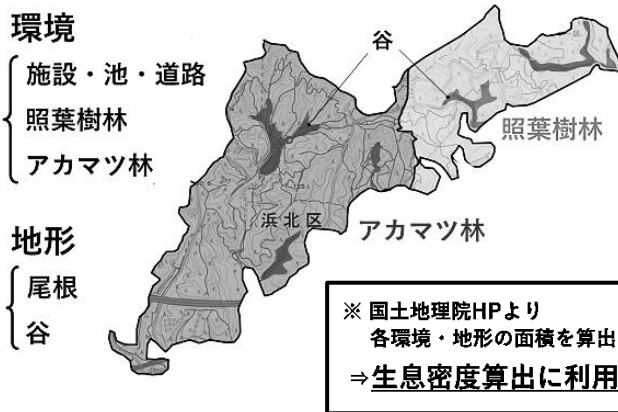


図6. 国土地理院 HP のツール機能をもとに各環境・地形ごとの面積を算出。

5. 結果

(1) 赤外線センサカメラにより確認された動物種

春季には、調査地点1～3で合計14種の哺乳類が合計877回撮影された。特に、イノシシの撮影回数が突出して多く、総計538回に達し、全体の61.3%を占めた(図7-A)。次に、ハクビシンが69回(図7-D)、ニホンカモシカ59回(図7-F)、ニホンジカ41回(図7-E)、ホンダタヌキ38回(図7-B)、ニホンザル *Macaca fuscata* 29回、アナグマ19回、イタチ・テン類13回(図7-G)、ニホンノウサギ13回(図7-C)、ネズミ類10回、ネコ9回、ニホンリス3回、コウモリ類1回の順に撮影回数が多かった。撮影された全15種の哺乳類のうち、ハクビシンとネコの2種が外来種であった。このとき、ニホンイタチ *Mustela itatsi* とホンダテン *Martes melampus melampus* は、体長や体色から種判別できたときもあるが、夜間撮影の場合には種判別が困難であったため、イタチ・テン類としてひとまとめとした。同様に、ネズミ類やコウモリ類は、種同定が困難であったため、ネズミ類やコウモリ類としてまとめた。

また、調査地点1～3で鳥類が合計75回撮影された。撮影回数はキジバト *Streptopelia orientalis* がもっとも多く、地上で採餌活動をしていた。その他には、コジュケイ *Bambusicola thoracicus*、ソウシチョウ *Leiothrix lutea*、アカハラ *Turdus chrysolaus*、ハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* なども確認できた。

各撮影ポイントにおける撮影頻度には、哺乳類種ごとに大きな差がみられた。撮影回数が3回のニホンリスと1回だけのコウモリ類を除く12種について、各撮影ポイントでの撮影頻度を比較した。イノシシは森林公園全域で確認でき、全15撮影ポイントのうち撮影ポイント1-4を除く、14地点で確認できた(図8-A)。特に、撮影ポイント2-1の沼田場周辺で地表を掘返して採食活動をしているのが高頻度で確認され、撮影頻度190.9回/カメラ・日と著しく高かった。次いで、撮影ポイント1-5(88.7回/カメラ・日)と撮影ポイント2-4(85.4回/カメラ・日)が高く、これらの3地点はいずれも照葉樹林のなかの谷地形であった。ハクビシンは合計12地点で撮影され、森林公園全域で確認された(図8-B)。特に、調査地点3の落葉樹林において、撮影頻度が高い傾向がみられた。ニホンカモシカは撮影頻度に偏りがみられ、林冠が開けて低木と草本が疎らに生えた撮影ポイント3-2でもっとも高くなった(図8-C)。ニホンジカは、大きな谷の周囲に急峻な地形がみられた調査地点2で撮影頻度が高い傾向にあり、調査地点1でも確認されたが、調査地点3では全く確認できなかった(図8-D)。ホンダタヌキは、調査地点3において非常に撮影頻度が高かった(図8-E)。一方で、ニホンザルは調査地点1でしか確認できなかった(図8-F)。

春季において撮影回数の多かった5種の哺乳類について、群れサイズを比較した(図9)。イノシシの群れサイズは、平均3.5個体であった。成獣1個体と幼獣12個体が同時に観察されたときには、群れサイズが13個体で最大であった。ニホンザルの群れサイズは、平均2.21個体であった。ニホンジカは1.33個体、ホンダタヌキは1.18個体であった。最大で3個体が同時に観察された。ハクビシンは観察された69回のすべてで単独であったため群れサイズは1.0個体であった。ホンダタヌキは1.18個体であった。

夏季には10秒の動画で合計479回撮影され、全13種の哺乳類が撮影された。特にニホンジカの動画撮影回数は突出して多く、春季の41回から総計201回に急増した。一方で、イノシシの撮影回数は94回に過ぎず、春季の538回と比較して著しく減少した。以下、ハクビシンは51回、ホンダタヌキ21回、アナグマ17回、ノネコ17回、イタチ・テン類15回、ニホンカモシカ8回、ネズミ類7回、ニホンザル5回、ニホンノウサギ3回、ニホンリス3回の順に撮影動画数が多かった。

その他、鳥類が合計35回撮影された。キジバトは春季と同様に地上で採餌活動をしていた。また、アオサギ *Ardea cinerea* は沢沿いで採餌活動をしており、カケス *Garrulus glandarius* は堅果を採食していた。さらに、ノスリ *Buteo japonicus* がアズマヒキガエル *Bufo japonicus formosus* を捕食捕していたところが撮影された。

(2) イノシシの生息密度

REST モデルを用いてイノシシの生息密度を算出するために、イノシシの活動時間と森林公園内の各環境・地形ごとの面積を算出した。

まず、撮影頻度を分析すると、イノシシの活動時間は 15:00~8:00 で、1日のうち 2/3 の時間であった(図 10)。この数値をもとに、REST モデルによりイノシシ生息密度を算出した。次に、国土地理院 HP の電子 Web ツール機能より面積を算出すると、照葉樹林の尾根地形は 0.429km^2 、照葉樹林谷地形は 0.131km^2 、アカマツ林尾根地形は 1.402km^2 、アカマツ林谷地形は 0.094km^2 であった(表 1)。

これらの値をもとに、REST モデルの算出式(1)に代入し、イノシシの生息密度を算出した。春季における森林公園全体のイノシシ生息密度は 5.3 個体/ km^2 となった(表 1)。森林公園内の植生や利用状況をもとに環境を照葉樹林、アカマツ林、施設・道路の 4 つに、地形を谷と尾根の 2 つに分類した。イノシシの生息密度は照葉樹林の谷で 45.0 個体/ km^2 と最大であった。一方で、照葉樹林の尾根で 7.4 個体/ km^2 、アカマツ林の谷で 5.5 個体/ km^2 、アカマツ林の尾根ではわずか 1.4 個体/ km^2 に過ぎなかった。

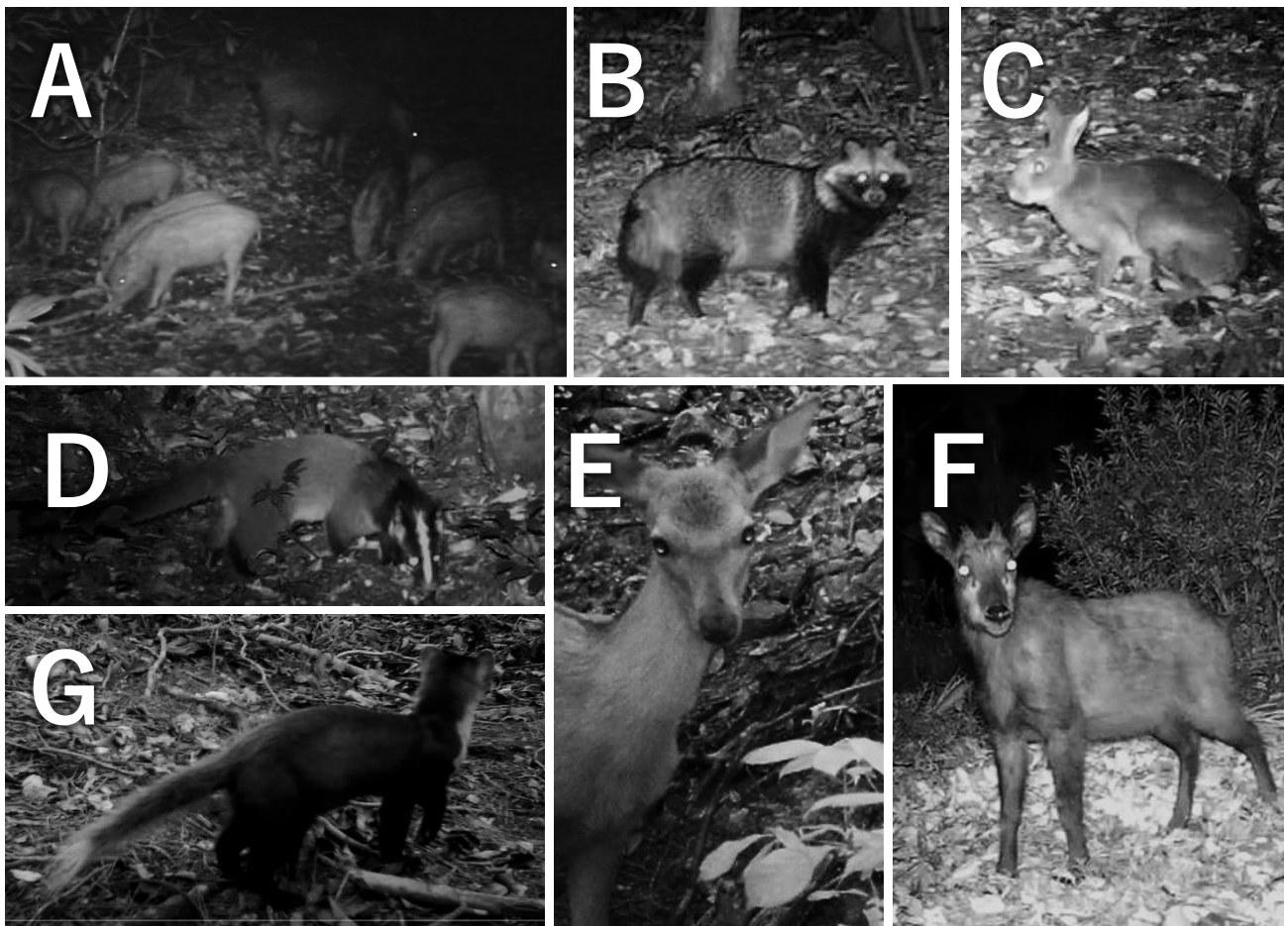


図 7. 自動撮影カメラによって撮影された哺乳類. イノシシの群れ (A). ホンドタヌキ (B). ニホンノウサギ (C). ハクビシン (D). ニホンジカ (E). ニホンカモシカ (F). テン (G).

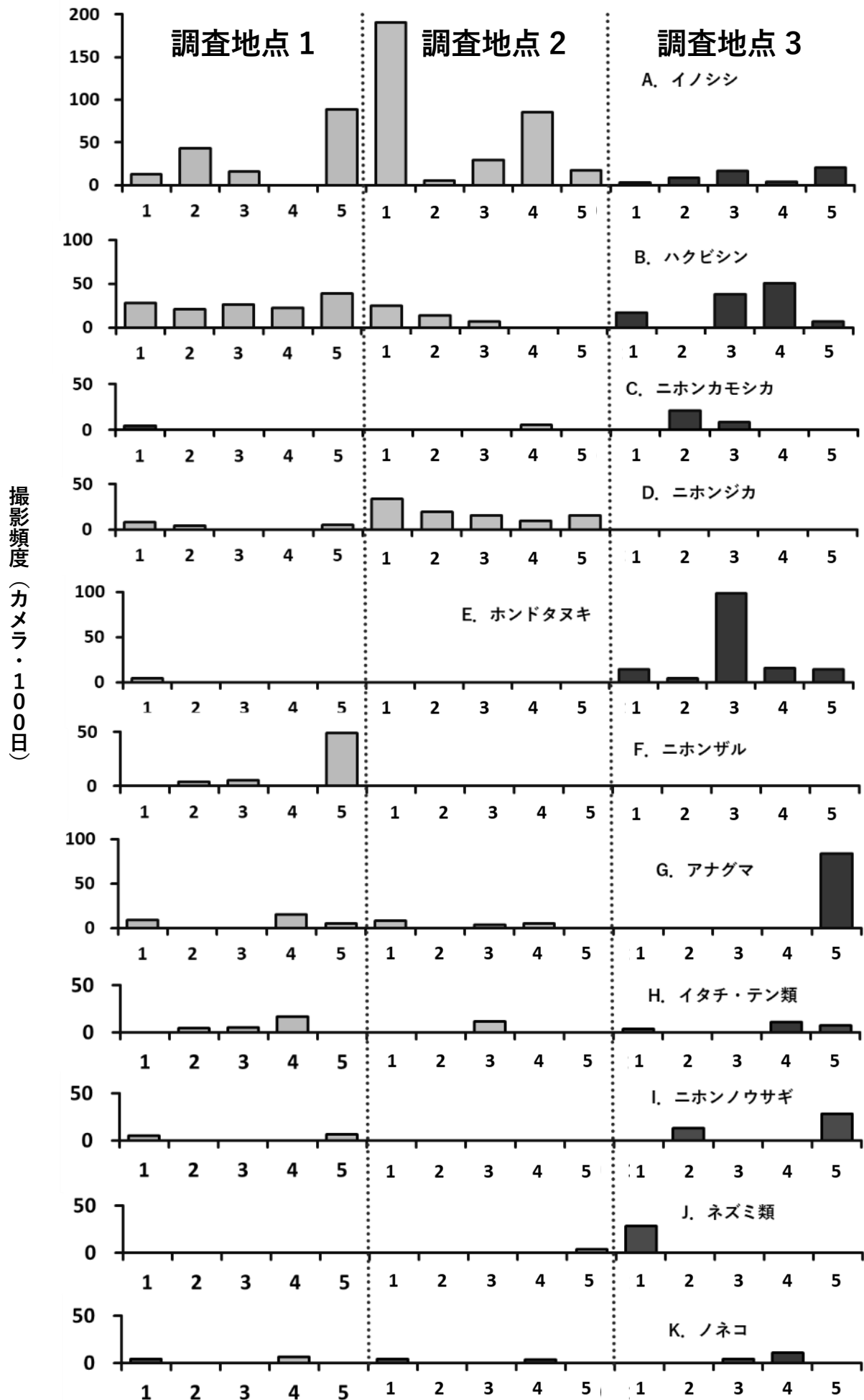


図8. 春季における調査地点1～3の各撮影ポイントにおける哺乳類12種の撮影頻度。横軸の1～5の数字は、図4-Bで示した各調査地点内の撮影ポイントを示す。

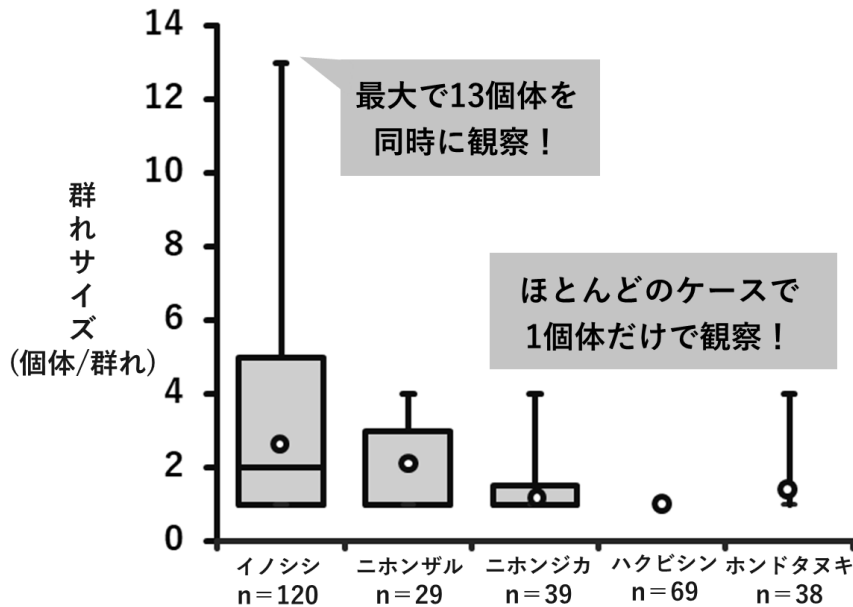


図9. 春季における哺乳類5種の群れサイズ。

6. 考察

(1) 赤外線センサカメラにより確認された動物種

春季には、調査地点1～3で合計14種の哺乳類が合計877回撮影された。特に、イノシシの撮影回数が突出して多く、総計538回に達し、全体の61.3%を占めた。このことから、森林公園内には多種の哺乳類が生息しており、春季にはイノシシが優占していたことが明らかになった。

春季における撮影頻度には、哺乳類種ごとに大きな差がみられた。イノシシは森林公園全域で確認でき、全15撮影ポイントのうち撮影ポイント1-4を除く、14地点で確認できた(図10-A)。撮影ポイント1-4は、川沿いで大きな礫が転がっていた。そのために、イノシシが鼻先で掘り返しをすることができない環境のため、生息が確認できなかったのではないだろうか。特に、撮影ポイント2-1の沼田場周辺や撮影ポイント1-5や2-4で地表を鼻先で掘返して採食活動をしているのが高頻度で確認された。これらの3地点はいずれも照葉樹林のなかの谷地形であった。谷底の落葉が厚く堆積した環境で、イノシシは植物の根や土壌動物を掘り返して採食していたと推定される。

春季には、イノシシは複数個体の幼獣を連れた大きな群れで観察された。また、同時に大きな成獣と比較的小さな成獣が撮影されたこともあった。一頭のイノシシ成獣が12個体も産むとは考えられないことから、イノシシは成獣同士が協力して子育てをしているのではないだろうか。

ハクビシンは合計12地点で撮影され、森林公園全域で確認された。撮影されたハクビシンの個体はすべて単独であったことから、単独性の傾向が強いことが明らかになった。夜間、匂いを嗅ぎながら歩き回っていた。ニホンカモシカは撮影頻度に偏りがみられ、林冠が開けて低木と草本が疎らに生えた撮影ポイント3-2で長時間にわたって、低木の葉や芽を採食していたのが観察された。また、眼下腺を木の枝にこすりつけてにおい付けをしている姿も観察された。

(2) イノシシの生息密度

イノシシの生息密度の推定値は、イノシシの生息密度の推定値が高い値を示した照葉樹林の谷地形の3つの撮影ポイントでいずれも落ち葉が堆積し土壌層が発達していた点が共通していた。イノシシが土壌動物や植物の根が多い場所を選択的に掘り返していた可能性があった。また、イノシシは谷底で長時間採食活動していたために、滞在時間が長くなった結果から生息密度の推定値も大きくなったのであろう。さらに、他の哺乳類種と比較して、イノシシの群れサイズは最大で13個体になるなど極端に大きなものであった。このような要因により、照葉樹林谷地形において、大きな生息密度になったと考えられる。

本研究の春季調査を行った期間には、イノシシ幼獣が多数確認できた。今後、森林公園周辺において

イノシシ生息密度が急増することで、他種の野生動物または森林公園内の植生に影響が生じるだけでなく、さらに人間とのあいだで軋轢が生じるのではないかと懸念される。

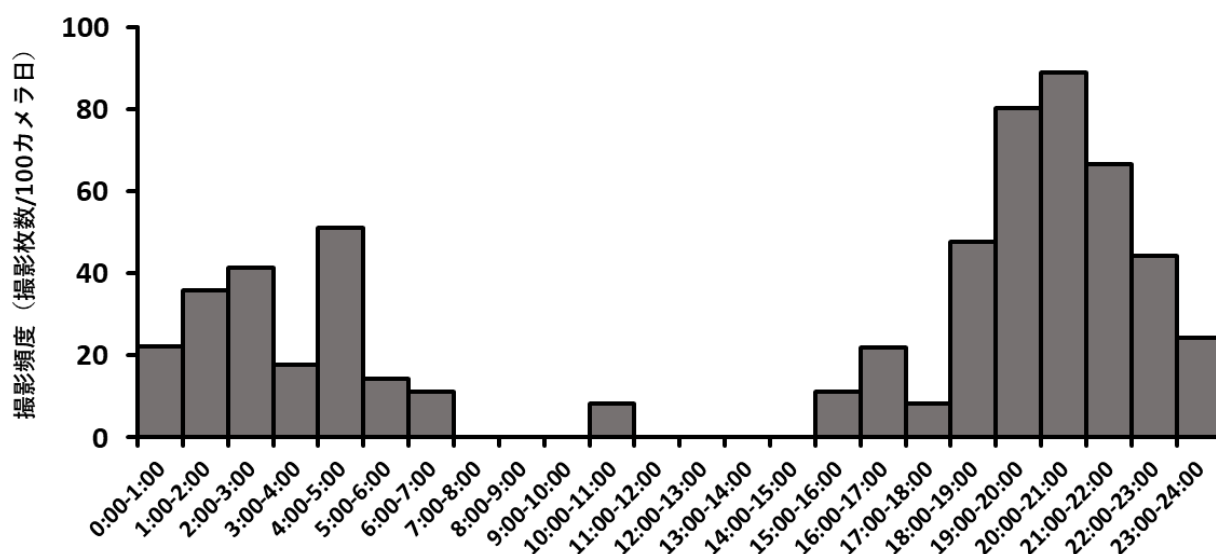


図 10. 春季におけるイノシシの各時間帯での撮影頻度.

表 1. 森林公園内の各環境の面積と春期におけるイノシシの生息密度.

環境	面積 [km ²]	生息密度 [個体/km ²]
照葉樹林尾根	0.429	7.4
照葉樹林谷	0.131	45.1
アカマツ林尾根	1.402	1.4
アカマツ林谷	0.094	5.5
全体	2.15	5.34

7. 引用文献

兵庫県立大学自然・環境科学研究所森林動物系監修(2020) 異質環境下におけるシカ・イノシシの個体数推定モデルと持続可能な管理システムの開発成果報告集.

桑原考史・大橋春香・齊藤正恵・弘重穰・小池伸介・戸田浩人・梶光一(2010) イノシシによる地域農業被害の実態と対策の方向性 — 栃木県佐野市K土地改良区の事例 —. 農業経済研究別冊 2010 年度日本農業経済学会論文集. 305-312.

農林水産省 (2016 年) 全国の野生鳥獣による農作物被害状況について.

http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo2/h28/180119.html.

環境省 (2020 年) 全国のニホンジカ及びイノシシの個体数推定及び生息分布調査の結果について.

<https://www.env.go.jp/press/109239.html>

大橋春香 (2021) 人間の活動領域周辺におけるイノシシの生息地利用様式: 「採餌」と 「危機回避」 のトレードオフに注目して. 哺乳類科学. 61: 2285-294.

山端直人・栗山武夫・高木俊 (2018) 鳥獣害アンケートから見たシカによる農業被害と対策の関係性. 兵庫ワイルドライフモノグラフ. 10: 46-55.

8. 謝辞

本研究は、静岡大学未来の科学者養成スクール FSS および山崎自然科学教育振興会からの資金面での援助により研究が遂行された。この場を借りて、謹んで感謝申し上げます。