

## 令和 3 年度渥美半島野生イノシシ生息調査結果（速報）

### 1 概要

渥美半島の野生イノシシを根絶させるためには、科学的・客観的なデータに基づいた効果的な野生イノシシの捕獲を促進する必要があることから、令和元年度から渥美半島において、生息分布、推定個体数の算出等のため、自動撮影カメラ等を使用した調査を実施している、

### 2 調査方法

#### (1) 自動撮影カメラ調査（静止画）

- ・生息状況の指標である撮影頻度(R A I)算出等のため、実施。
- ・2ヶ月に1回以上の頻度で撮影データを回収し、月ごとの撮影頻度を算出している。

#### (2) 自動撮影カメラ調査（動画）

- ・R E S Tモデルによる生息密度推定のため、実施。
- ・2ヶ月分の撮影データを元に生息密度を推定している。

#### (3) フィールドサイン（痕跡）調査

- ・広域スケールでの相対的な生息密度の違いを評価するため、実施。
- ・9月、11月、1月に実施予定。

### 3 調査結果（速報）

2021年6月末から9月始めにかけて実施した自動撮影カメラ調査（動画）の結果からR E S Tモデルを元に推定した大山山塊における生息頭数は121頭であった（推定値の幅は12～337頭（95%信用区間））。

## REST モデルによる生息密度推定結果（速報）

渥美半島の大山において、REST モデル (Nakashima et al., 2018) によるイノシシの生息密度推定を実施した。本資料はその速報値（6 月末設置、9 月回収分のデータ）を報告するものである。

### ※ REST モデルについて

REST (Random Encounter and Staying Time) モデルとは、個体識別ができない動物の生息密度を推定するためのモデルである (Nakashima et al., 2018)。ある検出範囲  $s$ 、調査期間中における生息密度  $D$  の動物の累積滞在時間  $DsH$  は、カメラの撮影頻度の期待値  $E(Y)$  と、カメラ前の滞在時間の期待値  $E(T)$  の積で表される。

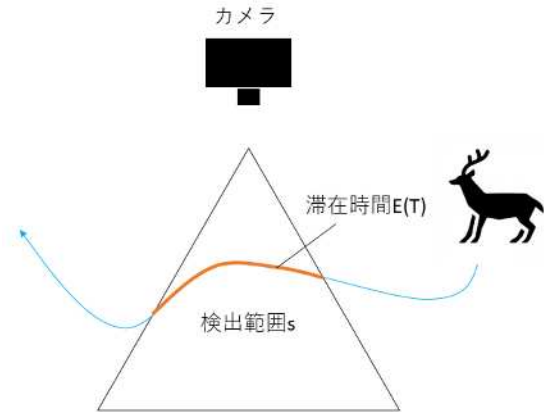
$$DsH = E(Y) \cdot E(T)$$

つまり、生息密度  $D$  は、

$$D = E(Y) \cdot E(T) / (sH)$$

で表され、撮影頻度とカメラ前の移動速度から推定することができる。

動物の移動速度は従来把握することが難しかったが、近年センサーカメラ機能が発展し、センサーカメラの動画撮影モードにより把握することができるようになり、頑健性のある生息密度の推定が可能となった。



# 1. 自動撮影カメラの設置

## 1.1. 使用カメラの設定

自動撮影カメラは、Browning社のDark Pro Xを使用した(写真 1-1、表 1-1)。自動撮影カメラは動画撮影モードとし、24時間連続作動とした。また、検出範囲内に長時間滞在する個体がいることを考慮し、一度撮影した直後も即撮影可能となるよう設定した。

写真 1-1 使用するセンサーカメラと設置風景

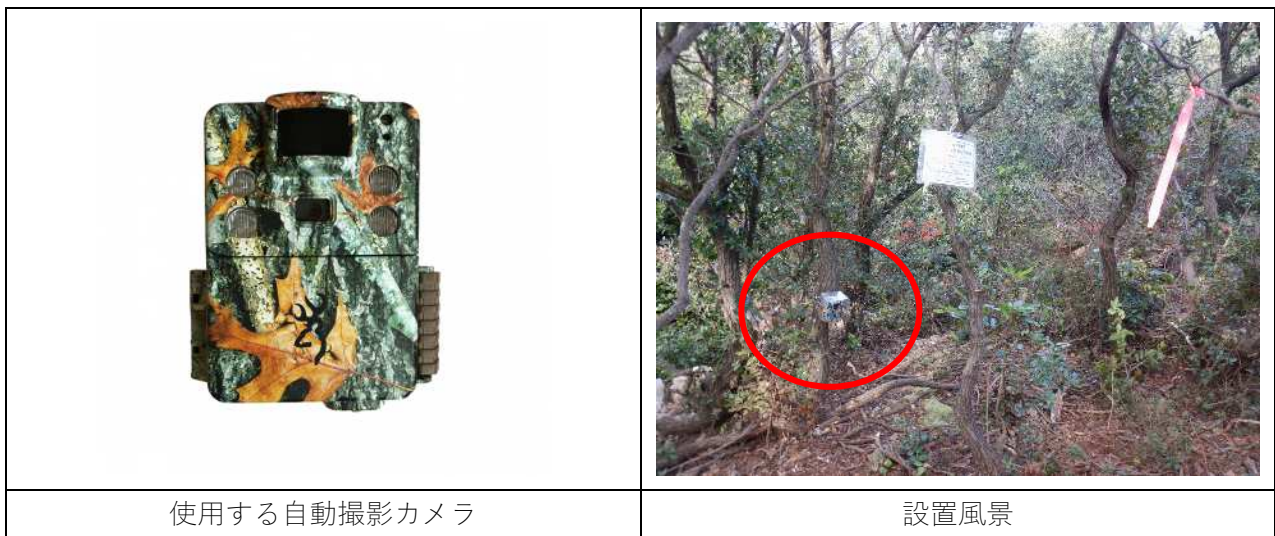


表 1-1 自動撮影カメラの仕様

モデル	ダークプロ X
トリガースピード (秒)	0.22秒
リカバリータイム	静止画 0.6秒/動画 1.5秒
画素数 (万画素)	1000/2000
動画解像度 (px)	1600×900
フレームレート (fps)	30fps
画角 (FOV)	55°
センサー反応距離 (m)	最長24m
センサー反応範囲 (°)	確認中
夜間撮影 (赤外線)	850nm赤外線 (ノーグロー)
フラッシュ照射距離 (m)	24m
スケジュール機能	あり (タイムラプスモードのみ)
タイムラプス機能	あり (5秒~60分)
インターバル (デレイ機能)	あり (5秒~60分)
サイズ	約110×93×80 (mm)
重さ (g) ※カメラ本体のみ	約300g
バッテリー	単3電池 (アルカリ or リチウム) × 6本
外部電源ポート	あり (12V)
記録媒体 (SD/SDHC/SDXC カード)	最大512GB
動画撮影時間	昼間: 5秒~2分 夜間: 5秒~20秒
モニター (インチ)	あり データ再生可
メニュー言語	英語
メーカー保証期間	購入日より1年間

## 1.2. 自動撮影カメラの設置条件

自動撮影カメラを設置する際には、イノシシ及び検出範囲の大きさを考慮し、地上から約 0.5～1.0m の高さに固定し、注意看板を近くに設置した。また、センサーカメラ前に有効撮影範囲となる三角形を設定した（図 1-1）。自動撮影カメラの設置位置を GPS で記録するとともに、設置状況、撮影方向の写真を撮影した。調査にあたり、動物の行動への影響をなくすため、動画撮影を行い三角形の位置を記録後、三角形を撤去した。

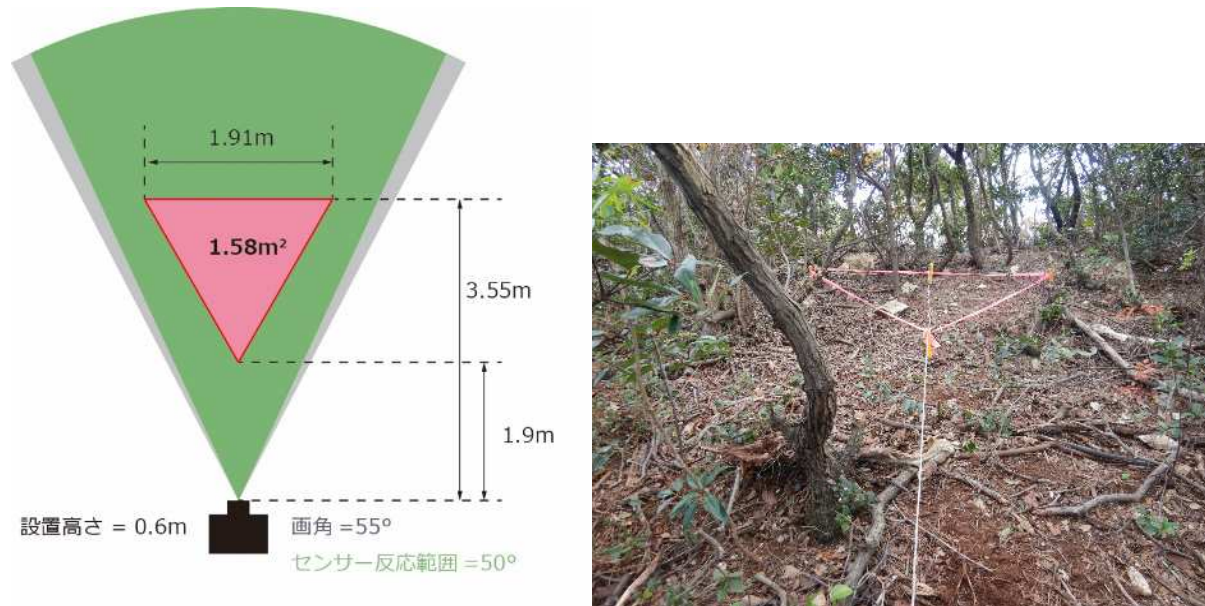


図 1-1 自動撮影カメラの設置条件（左：模式図、右：現地での設置状況）

## 1.3. 設置台数、位置、期間

調査範囲内の自動撮影カメラの設置台数は 20 台とし、1 回/2 ヶ月程度の頻度でデータを回収し、整理した。大山では分断柵により 4 程度のユニットに分けられるため、1 ユニットあたり 5 台ずつ設置した。設置位置は大山山塊とし（図 1-2）、並行して実施するフィールドサイン調査の調査ライン（図 1-2 の 1～9 のルート）から 20m バッファを発生させ、その範囲内に GIS を用いてランダムに調査地点を配置することで設定した。

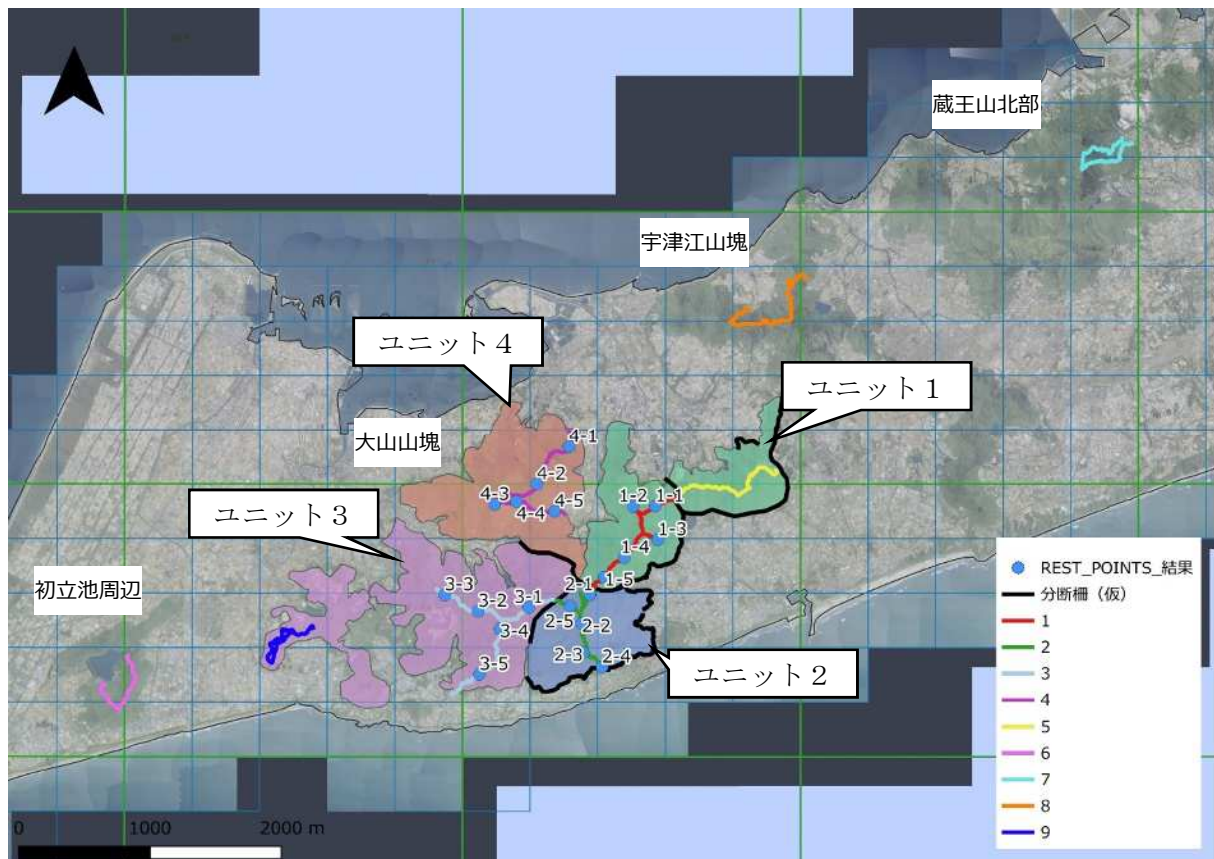


図 1-2 大山山塊におけるカメラ設置位置及びフィールドサイン調査ルート

表 1-2 カメラの設置情報

カメラ番号	経度	緯度	設置日	回収日	日数
1-1	137.1606	34.62164	2021/6/30	2021/9/2	64
1-2	137.1565	34.62159	2021/6/30	2021/9/2	64
1-3	137.1611	34.61650	2021/6/30	2021/9/2	64
1-4	137.1549	34.61375	2021/6/30	2021/9/2	64
1-5	137.1513	34.61079	2021/6/30	2021/9/2	64
2-1	137.1486	34.60808	2021/6/30	2021/9/2	64
2-2	137.1471	34.60370	2021/6/30	2021/9/2	64
2-3	137.1473	34.59928	2021/6/30	2021/9/2	64
2-4	137.1508	34.59705	2021/6/30	2021/9/5	67
2-5	137.1449	34.60640	2021/6/30	2021/9/5	67
3-1	137.1373	34.60616	2021/6/30	2021/9/5	67
3-2	137.1279	34.60557	2021/6/30	2021/9/5	67
3-3	137.1217	34.60807	2021/6/30	2021/9/5	67
3-4	137.1319	34.60290	2021/6/30	2021/9/5	67
3-5	137.1282	34.59592	2021/6/30	2021/9/4	66
4-1	137.1447	34.63074	2021/6/30	2021/9/5	67
4-2	137.1388	34.62501	2021/6/30	2021/9/5	67
4-3	137.1310	34.62187	2021/6/30	2021/9/5	67
4-4	137.1350	34.62233	2021/6/30	2021/9/5	67
4-5	137.1421	34.62084	2021/6/30	2021/9/4	66

## 2. 生息密度の推定

### 2.1. データベースの整理

イノシシが撮影されたデータのうち、有効撮影範囲で撮影されたデータを採用し、有効撮影範囲内に滞在した時間を記録した。一つの動画に複数頭撮影された場合は、それぞれの滞在時間を記録した。

### 2.2. モデルの検討

#### (1) 対象期間、範囲

モデルの対象期間は、カメラ設置日（令和3年6月30日）からカメラ回収日（令和3年9月2～5日）の64～67日間とした。

また、対象範囲は、大山山塊の森林（面積は表 2-1）とした。なお、森林面積は GIS 上で算出した。

表 2-1 対象範囲の森林面積

ユニット	面積 (km <sup>2</sup> )
1	2.80
2	2.71
3	5.51
4	4.82
全体	15.84

#### (2) モデルの構造

REST モデルは以下の式によって表わされる。

$$\text{有効撮影範囲内の撮影頻度の期待値 } i[\text{頭/台日}] = \frac{\text{有効撮影範囲面積}[\text{km}^2] \times \text{撮影期間 } i[\text{秒}] \times \text{生息密度}[\text{頭/km}^2]}{\text{平均滞在時間}[\text{秒}]}$$

$i$  は各自動撮影カメラを示す。

撮影期間は、イノシシの活動時間割合を考慮し、調査期間のうちの半分が活動時間と仮定した。

平均滞在時間は各ユニットのカメラごとで異なることを仮定した。

有効撮影範囲内の撮影頻度は、平均  $\mu$  のポアソン分布に従うことを仮定し、平均  $\mu$  は平均  $\mu_{\log}$ 、精度（分散の逆数） $\tau$  で 0 以上の正規分布に従うことを仮定した。すなわち、有効撮影範囲内の撮影頻度の期待値は  $\mu_{\log}$  となる。平均滞在時間の算出についてはイノシシの滞在時間が平均  $\lambda$  の指数分布に従うことを仮定した。これらを各ユニットに適用した。

なお、コードは資料末尾に参考資料として示した。

### (3) 事前分布

モデルのパラメータの事前分布を表 2-2 に示した。事前分布設定の基本的な考え方に沿い、恣意的な情報が入らないように、広範囲から数値を選択できるような幅広い事前分布を用いた。

表 2-2 推定モデルに用いた変数とその事前分布

パラメータ名		事前分布
平均滞在時間	$\lambda$	一様分布 (0~100)
生息密度	$\rho$	半正規分布 (平均 0、精度 0.01)
有効撮影範囲内の撮影頻度の期待値の精度	$\tau$	一様分布 (0~0.01)

### (4) サンプリング回数及び収束判断

推定は、マルコフ連鎖モンテカルロ法により行った。サンプリング回数については、最初の 5 万回はサンプリングせず、次の 5 万回のうち 5 回に 1 回サンプリングし、計 10,000 回のサンプリングを行った。この計算を 3 本鎖で行った。

収束判定は、有効サンプルサイズと Rhat 統計量により判定した。有効サンプルサイズについては、その値が 100 以上になることを基準とした。Rhat 統計量については、1.1 以下になることを基準とした。

これらの解析は、R4.1.1 及び JAGS 4.3.0 を用いた。

## 3. 結果と考察

### (1) 収束判定

有効サンプルサイズは 100 以上、Rhat 統計量は 1.1 以下となり、十分な収束が得られたと判断した。

### (2) 平均滞在時間、生息密度及び生息頭数の推定結果

各ユニットにおける平均滞在時間及び生息密度の推定結果を表 3-1、生息頭数の推定結果を表 3-2、過年度の推定値と合わせ、生息密度の変化を図 3-1 に示す。

各ユニットの平均滞在時間は各ユニット中央値で 8.57、0.91、10.04、9.48 秒と推定された。生息密度は、各ユニット中央値で 6.27、1.47、10.67、8.24 頭/km<sup>2</sup>と推定された。

各ユニットにおける生息密度の変化は、ユニット 1 では 11~1 月に増加後、6~9 月に減少した。ユニット 2~4 では、11~1 月に減少後、6~9 月に増加した。ユニット 2~4 については、出産に伴う個体数の増加が影響していると考えられる。また、ユニット 2 の生息密度は、いずれの調査期間においても最も低かった。

生息密度に各ユニットの森林面積を乗じた生息頭数は、各ユニット中央値で 18、4、59、40 頭となった。合計は 121 頭 (95%信用区間 : 12~337 頭) となった。

表 3-1 変数の推定値

変数	ユニット	平均	標準偏差	2.5%	25%	50%	75%	97.5%	Rhat	n.eff
平均滞在時間 (秒)	1	9.13	2.98	4.99	7.04	8.57	10.60	16.47	1.00	30000
	2	0.96	0.31	0.53	0.74	0.91	1.12	1.73	1.00	16000
	3	10.14		8.05	9.29	10.04	10.88	12.75	1.00	30000
	4	9.63	1.47	7.19	8.59	9.48	10.52	12.88	1.00	30000
生息密度 (頭/km <sup>2</sup> )	1	7.26	4.98	0.68	3.53	6.27	9.93	19.52	1.00	12000
	2	2.11	2.30	0.41	1.00	1.47	2.28	9.07	1.00	3200
	3	11.43	6.58	1.32	6.43	10.67	15.52	26.19	1.00	30000
	4	9.27	6.05	0.77	4.55	8.24	12.97	23.39	1.00	13000

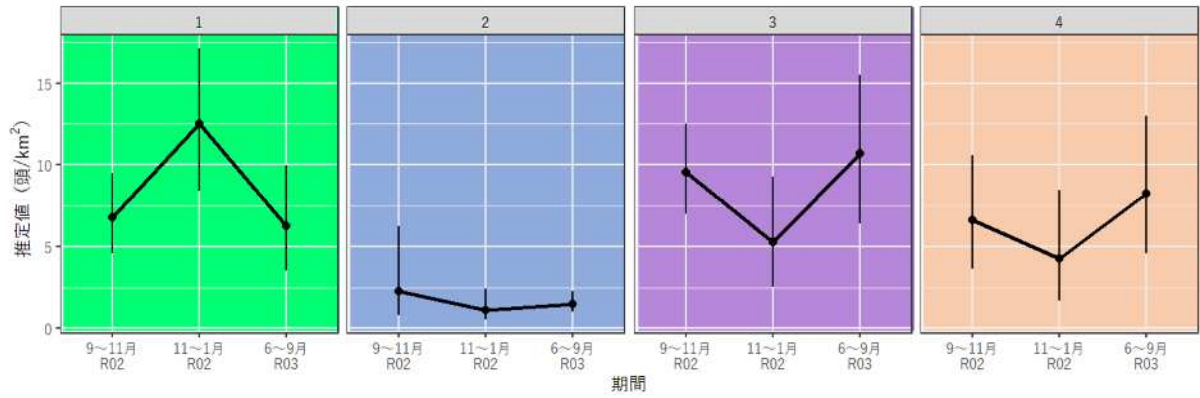


図 3-1 各ユニットにおける生息密度の変化

※ エラーバーは 50%信用区間を示す

表 3-2 生息頭数の推定値

	ユニット	2.5%	25%	50%	75%	97.5%
生息頭数 (頭)	1	2	10	18	28	55
	2	1	3	4	6	25
	3	7	35	59	86	144
	4	4	22	40	63	113
	合計	14	70	121	183	337