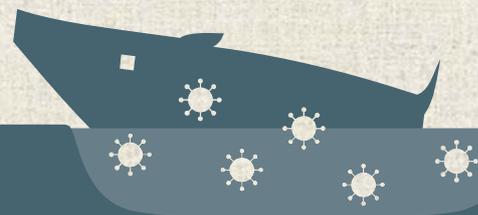
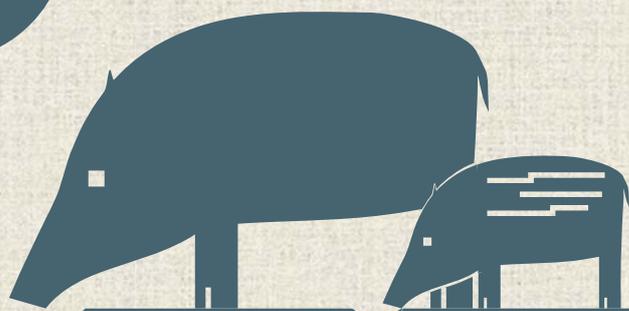


独立行政法人 環境再生保全機構 環境研究総合推進費 4G-2001

イノシシの個体数密度  
およびCSF感染状況  
の簡易モニタリング  
手法の開発



成

果

報

告

集

# 目次

はじめに	1
解説1) イノシシの生活史と繁殖特性	2
解説2) 豚熱 (CSF) についての基礎知識	4
研究・開発の背景と課題	5
<b>イノシシの個体数変動の簡易モニタリング手法の開発</b>	
サブテーマ1 (兵庫県立大学・岐阜大学)	
● 簡易密度指標の開発	6
● 広域生息密度推定のためのデータ収集・分析	8
● イノシシの密度とCSFの拡散スピード	10
● CSF収束後の生息密度変化 (岐阜県の事例)	12
● 島嶼における生息密度の特徴 (愛媛県の事例)	13
<b>環境DNA技術を用いたCSFの簡易サーベイランスシステムの開発</b>	
サブテーマ2 (国立環境研究所)	
● 環境試料からのCSFウイルス検出方法の開発と低コスト化	14
● 捕獲個体試料 (切断尾) を活用したCSFウイルス検出方法の開発	15
<b>CSF発生地域を想定したイノシシ個体群の管理・モニタリングの手法開発</b>	
サブテーマ3 (岐阜大学)	
● GPS首輪の行動追跡に基づくCSF対策における重点エリアの抽出	16
● イノシシの誘引狙撃を目的とする誘引手法と実施要件・推奨装備の明確化	18
● 深層学習を用いたモニタリング手法の効率化	20
<b>新規分布拡大地域における捕獲対策の効果検証</b>	
サブテーマ4 (愛媛大学)	
● 地域協働型野生動物管理OODAループの構築と実装	22
● イノシシの捕獲に係る情報管理システムの開発	23
● 島嶼におけるイノシシの繁殖実態と捕獲戦略	24
● 地域協働型野生動物管理OODAループ構築マニュアル (概要)	26
<b>マニュアル一覧</b>	28
<b>研究体制</b>	

# はじめに

2018年に岐阜県で26年ぶりに豚熱（CSF）が発生し、関係者はこれまでのイノシシ管理の考え方では対応できない事態に直面しました。今回のCSF発生と感染拡大の状況は、26年前のCSF流行時と大きく異なった点があったからです。それは、当時と比べるとイノシシの生息数の急増と分布拡大が進んでいたという点です。1990年代までは、イノシシは西日本を中心に低密度で生息していましたが、2000年以降分布拡大が進み、明治以降、絶滅状態であった東北・北陸にまで到達し、農林業被害のほか、市街地出没、人身事故など様々な軋轢が全国的な課題となっていました。

イノシシに関する研究は、主に農業被害防止の観点から進められてきたことから、科学的に信頼できる生息密度の情報は得られていませんでした。今回のCSF発生により、改めて疾病対策を行う上でもイノシシの生息密度や行動学的観点の情報の重要が認識されました。今後は、イノシシをめぐる感染症が発生した時に備えて、個体数管理に求められるデータを収集しておくことが必要です。

本研究課題は、個体数の急増とCSF発生というイノシシをめぐる緊急の課題に対応するための基盤整備を目的に立案されました。本研究の目的は大きく2つあります。第一にイノシシの生息密度とCSFウイルスの浸潤状況を広域で把握するための簡易モニタリング手法の開発です。第二に課題地域においてエビデンスのある捕獲戦略とCSF蔓延防止戦略を構築していくための生態学的、社会的要件を明らかにすることです。

環境DNA技術や深層学習による技術の発展、自動撮影カメラの性能向上と低価格化など最新の技術や知見を活かして、研究を推進してきたことが本研究の特徴です。また、社会実装することを視野に入れて進めてきたことから、多くのマニュアルを整備しました。巻末に示したマニュアル等を活用していただくことで、イノシシ管理に必要な基盤情報を毎年モニタリングすることが可能となります。イノシシは、獣畜共通感染症が多く確認されている野生動物で、近年では、イノシシや豚に固有と考えられてきた疾病が、他の野生動物にも感染を引き起こしていたことも確認されています。豚熱に限らず様々な疾病管理の観点からも、イノシシの動向を抑えておくことが必要です。ただし、イノシシの個体数や疾病に関する研究は、緒に就いたばかりですので、常に最新情報を追加して、より精度を上げていく努力も今後必要と考えられます。

本報告書は、手法論を現場に実装するために、開発した研究内容を平易にまとめたものです。行政関係の方々を中心に活用いただければ幸いです。詳しい報告書は、Webサイトをご参照いただきますようお願い申し上げます。

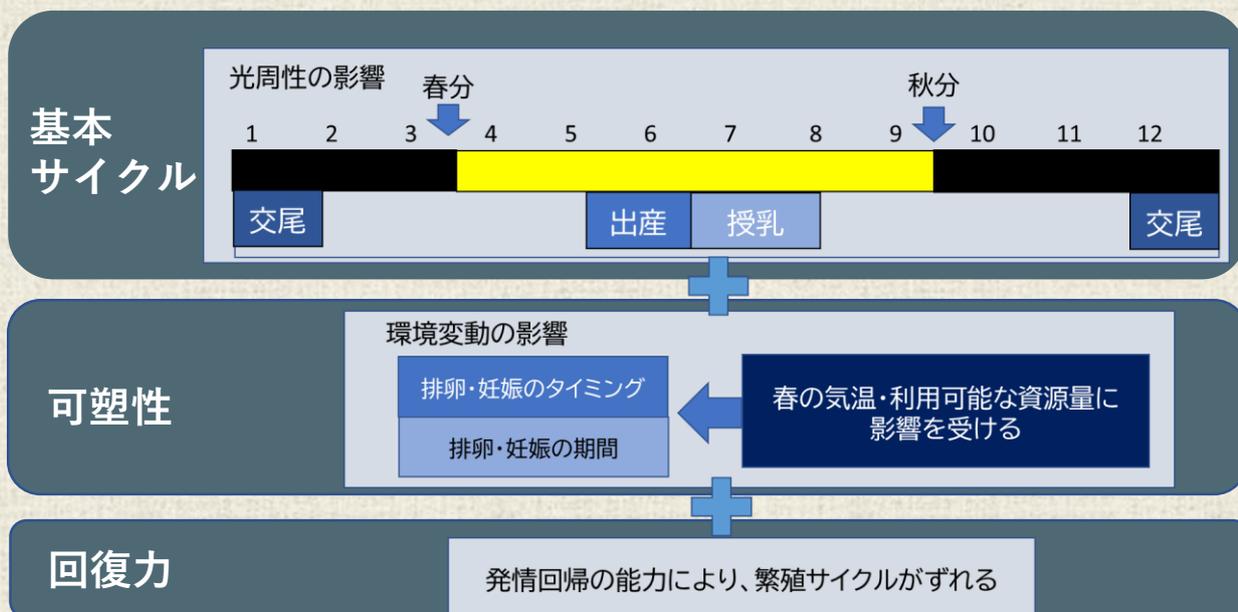
本研究を進めるにあたり、多くの関係者のご理解・ご協力をいただきましたことを改めて御礼申し上げます。

研究代表者 横山 真弓（兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 教授）

# 解説1 イノシシの生活史と繁殖特性

- イノシシは、あらゆる環境で生活できる万能動物と言われており、ユーラシア大陸に広く生息し、体重は大きいもので300kgほどになるものもいる。
- ニホンイノシシは大陸と比較すると小型で、通常は成獣オスで体重80-130kgほどである。落葉広葉樹林を好む傾向にあるが、北海道以外で生息できない場所はないと言われるほど環境適応能力が高い。
- イノシシは12-2月に交尾期、4-6月に産する季節繁殖性であり、温帯地域に生息している他の有蹄類と同様に光周性\*により繁殖が制御されている。つまり、秋に昼と夜の長さが変化することで、性腺刺激ホルモンに影響を与えるメラトニンの分泌が変化し、発情が起こる。
- ヨーロッパイノシシでは、温帯地域に生息する他の有蹄類と異なる点が2つ指摘されている (Brogi et al. 2022) 。
  1. 第一に、光周性による影響に加えて、「春の気温」と「利用可能な資源量」という環境要因が、「繁殖のタイミング」や「繁殖期間の長さ」に影響している点であり、熱帯地域のイノシシ類が有する特徴\*\*をも兼ね備えている。ただし、環境変動の影響により、繁殖時期が遅れたり長くなったりするものの繁殖期が終わるころにはほぼすべての成獣は妊娠しており、繁殖の機会を逃さないメカニズムを獲得しているといえる。
  2. 第二に妊娠・出産などの失敗による「発情回帰」があり、秋の出産が報告されている。

## イノシシの季節繁殖性と環境の影響



\* 光周性：日照時間（日長）の変化に対して生物が示す反応のこと。脊椎動物では、繁殖や渡り、換毛、代謝などを制御していることが知られている。

\*\* 熱帯のイノシシ類は環境要因である雨期が繁殖に影響を与えることが報告されている。

- 前述の2つの特徴から、見かけ上、繁殖期間が長くなることで、通年繁殖の印象を与える場合があるが、ヨーロッパイノシシ、ニホンイノシシともに、秋の出産は稀な事例であることが報告されている。ただし、本報告にもあるように、温暖な地域では、秋に生まれた個体が生き残りやすい現象が確認されている (P25)。

- ヨーロッパイノシシの産子数(成獣)は高緯度ほど増加することが報告されている (Bywater et al. 2010)。日本では、成獣の平均産子数は、兵庫県で4.3頭(北緯34度)(Tsuji et al. 2013)、愛媛島嶼4.9頭(北緯33度:本研究)であり、ヨーロッパより高い傾向にある。

- 交尾時期と出産期のピークは、ヨーロッパで11月と4月、日本では1月上旬と6月上旬と報告されている。

- 温帯地域、熱帯地域の有蹄類の両方の特徴を有するヨーロッパイノシシの繁殖特性は、生態的擾乱や環境変化に対するために獲得した能力と考えられ、可塑性と回復力を有していると言われている。ニホンイノシシについては十分な研究事例はないが、類似の特徴を有していると考えられる。

- ニホンイノシシは、本報告書に記載されている通り、短期的には、CSFにより個体数が減少するが、個体数を容易に回復させる繁殖能力を持つため、疾病管理のためには、個体数の増減傾向を常にモニタリングし、低密度管理のための個体数管理手法を導入することが必要である。



写真 オスがメスにマウントする行動(2017年4月11日撮影)動画からの切り出し

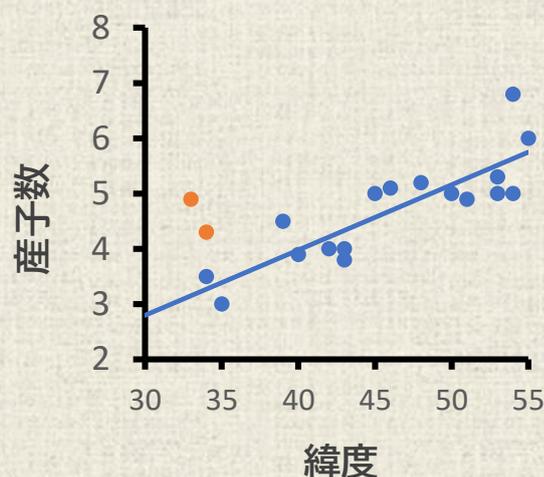


図 ヨーロッパイノシシの緯度と産子数の関係。Bywater et al. (2010) からイメージ図を作成し(●)、国内の情報(●)を付加した。

## 参考文献

Brogi, R., Merli, E., Grignolio, S., Chirichella, R., Bottero, E., & Apollonio, M. (2022). It is time to mate: population-level plasticity of wild boar reproductive timing and synchrony in a changing environment. *Current Zoology*, 68, 371–380

Bywater, K.A., Apollonio, M., Cappai, N. & Stephens, P.A. (2010). Litter size and latitude in a large mammal: the wild boar *Sus scrofa*. *Mammal Review*, 40: 212–220

Tsuji, T., Yokoyama, M., Asano, M. & Suzuki, M. (2013). Estimation of the fertility rates of Japanese wild boars (*Sus scrofa leucomystax*) using fetuses and corpora albicans. *Acta Theriologica*, 58:315–323

## 解説2 豚熱（CSF）についての基礎知識

- 豚熱（Classical swine fever）：RNA型ウイルス、フラビウイルス科ペスチウイルス属
- 2018年に岐阜県で確認された豚熱ウイルスは、かつて国内で蔓延したウイルス型とは異なり、中国やモンゴル等で分離されたウイルスと近縁であったことが報告されている。
- 最初に養豚場で発生したウイルスは、CSFに感染した野生イノシシ由来のウイルスが農場に侵入した可能性が高いとされている。今後は海外からのウイルスの侵入やさらに強毒性とされるアフリカ豚熱（ASF）などの侵入リスクに備えたイノシシ対策が求められている。
- CSF、ASFともに豚及びイノシシが感受性動物で、年齢や性別に関係なくすべての発育段階において発症する。感染は罹患動物との直接接触の他、鼻汁や排泄物の飛沫・付着物との間接触により起こる。症状は酷似していることから症状から区別することは困難である。
- 野外で罹患した野生イノシシは、多くが水路等水辺などで発見されている（写真）。成獣、幼獣ともに発見されている。極端に痩せる症状は、見られないこともある。
- CSFウイルスは高温に弱いため、65.5℃で30分間又は71℃で1分間の加熱で死活できる（加熱調理でウイルスを死活させるための温度基準）。
- 酸性や強アルカリ域でもCSFウイルスは不安定になるため、消石灰等のアルカリ消毒剤や次亜塩素酸ナトリウムのほか、エタノールや逆性石鹼で消毒できる。
- 低温で湿度が高い環境では、比較的長く生存する。糞尿等の中における生存期間については、室温（20℃）では数日から2週間と言われている。

### ウイルスの種類

ウイルスは単独で増殖できないので、動物の細胞に侵入し増殖します。人はDNAとRNAどちらも持つが、ウイルスはどちらか一方のみを持つ

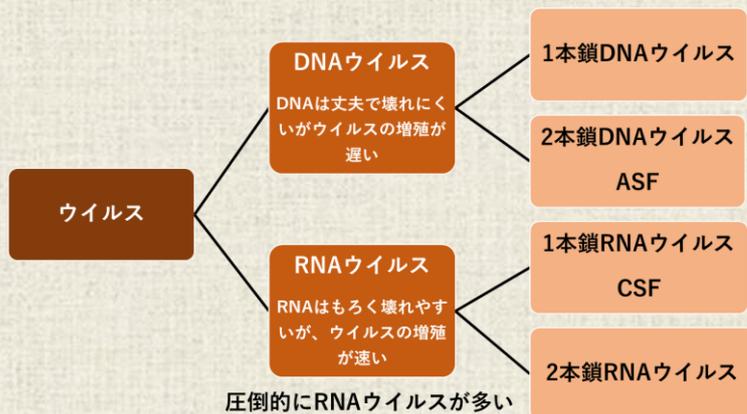


写真 豚熱に罹患し、衰弱していた個体  
人為的環境では水路などで発見されることが多い

### 参考）アフリカ豚熱（African swine fever : ASF）

DNA型のウイルス、アスファウイルス科アスフィウイルス属  
強毒性であり致死率が高いため、国内に侵入した場合、養豚業への影響が甚大であると考えられている。アフリカ大陸のサハラ砂漠以南に棲息するイボイノシシなどの野生動物がダニに吸血されることで感染が広がる。近代化に伴い、欧州から家畜として豚が導入されたことによってウイルスが変異し、致死率100%に達する感染症となった。アジアで初めて発生したのは、2018年の中国で発生したものであるが、その後アジア各地で発生している。

# 研究・開発の背景と課題

## ● 背景と目的

イノシシは近年個体数が急増、農業被害や都市出没の問題に加えて、獣畜共通感染症CSF（豚熱）も発生し、個体数管理が急務です。しかし、イノシシの生息状況や感染症の有無を調査するにはコストと労力がかかるため、広域的に把握されていません。そのため、対策優先地の選定や対策効果も不明な状況です。本研究では、イノシシの生息状況とCSFの発生状況の新たな簡易モニタリング調査の開発することを第一の目的としました。さらに、簡易手法をCSF発生地域と新規分布地域に実装し、生息状況から判断されるイノシシの効果的な個体数管理手法、CSF拡散防止手法の開発を第二の目的としました。

## ● 研究の内容

本研究では、簡易手法の開発とその実装研究を行うため、4つのサブテーマを設定しました。サブ1では、イノシシの密度指標として開発された痕跡調査を簡便化・低コスト化する手法を開発します。サブ2では、CSFウイルスを環境DNA技術により、河川水や糞から発見する方法を開発します。サブ3では、CSFが発生した地域で、イノシシの行動等から効果的な対策地域の抽出や具体的手法を開発し、サブ1、2の簡易手法を実装しながら、効果を検証の方法論を構築します。サブ4では、イノシシ対策に経験のない新規分布拡大地で、効果的な対策手法を浸透させるための社会実装を行います。

## ● 研究概要のイメージ図



# 簡易密度指標の開発

- ・イノシシの密度指標として掘返し痕跡が有効であるが、不定形である痕跡を記録するのは難しく、調査労力が大きい
- ・掘返し痕跡を全て数え上げるのではなく、調査区画内の痕跡を「あり」・「なし」で記録する**簡易密度指標を開発**
- ・調査者への負担が少なく、**既存のシカ糞塊密度調査と同時に実施可能**
- ・広域におけるイノシシの生息状況の把握や、年次調査によるモニタリングに有効な方法である

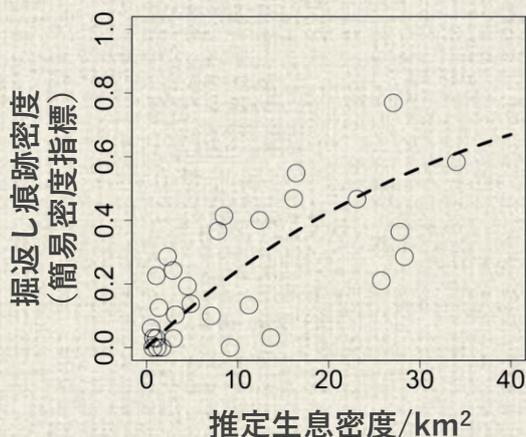
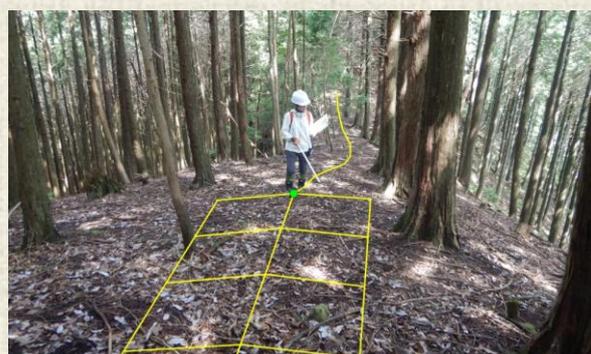
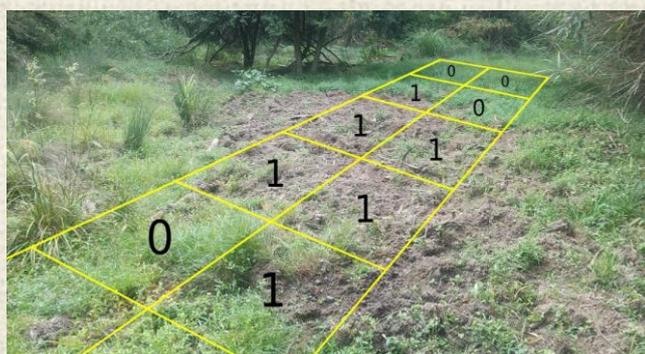
## ● イノシシの掘返し痕跡とは

- ・イノシシの掘返し痕跡は、土壌動物や植物などのエサを探索する行動によって生じる
- ・成獣だけでなく、幼獣も掘返しを行う
- ・広範囲に面的に広がっていたり、長く連続したり、局所的であったりと、掘返しの形状は様々



## ● 簡易密度指標

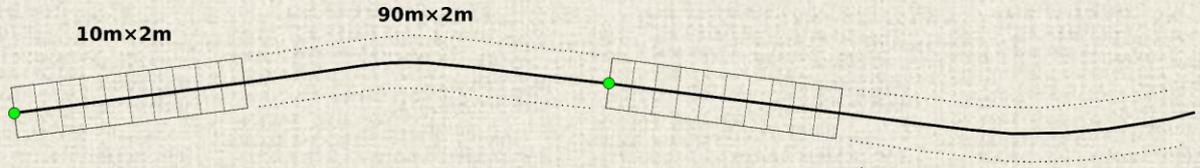
5km程度の調査ルートに約50区画を設定し、調査区画内の痕跡を「あり」・「なし」で記録する簡易密度指標を開発



シカ糞塊密度調査と同時に実施可能

## ● 掘返し痕跡調査と注意点

調査は100m単位の区画を10mと90mに分け、左右1mの幅をとり、開始地点から10mは20個の1m四方区画のマスとして「0」「1」で記録し、残りの90mでは90m×2mの範囲で痕跡の有無を記録



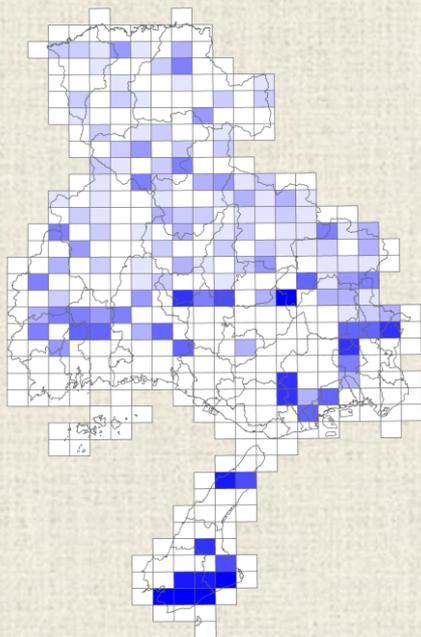
掘返し痕跡の検出に影響する要因として、季節、環境、気象があげられる

- ①季節：掘返しは採餌行動であるため、季節によって異なるエサの時空間分布の影響を受ける  
⇒年次調査や、地域で比較する場合は、調査時期を統一することが望ましい
- ②環境：掘返しの分布は生息地利用を反映する一方、掘返しが形成・維持されやすい環境を反映  
⇒調査が特定の環境に偏らぬよう、大きいスケールで調査ルートを設置
- ③気象：掘返しは時間とともに自然に消失する一方で、台風などの強風によって消失が加速  
⇒強風を伴う気象現象があった場合は、1週間から3週間あけて調査を実施



9月15日に長径54cmの新しい痕跡を発見したが、19日の台風により、22日には消失していた

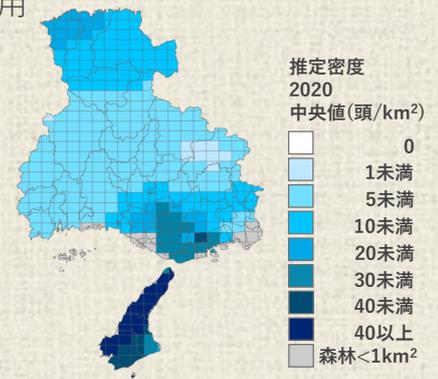
## ● 簡易密度指標を用いた生息状況の把握



- ・掘返し痕跡の密度から生息密度を正確に推定することは困難だが、生息状況の地域的傾向の把握に役立つ
- ・年次調査により経年変化がモニタリング可能
- ・自動撮影カメラと組み合わせて、広域スケールでの生息密度の推定に活用

簡易密度指標  
(広域の密度指標)

自動撮影カメラ  
による生息密度推定  
(局所の生息密度)



## 参考文献

- Higashide, D., Kuriyama, T., Takagi, S., Nakashima, Y., Fukasawa, K., Yajima, G., Kasada, M. & Yokoyama, M. (2021). Effectiveness of signs of activity as relative abundance indices for wild boar. *Wildlife Biology*, 2021(4), wlb.00869.

# 広域生息密度推定のためのデータ収集・分析

- 自動撮影カメラを用いた生息密度推定の事業化に向けて、**調査マニュアルを整備**し、県域スケールでの生息密度推定を実施した
- 掘返し等の密度指標と組み合わせることで、カメラの調査労力を省力化した場合でも、地域的な**生息状況を効率的に把握**する手法を開発した

## ● 生息密度推定のための調査マニュアルの整備

- イノシシの生息密度推定に有効性が認められているRandom Encounter and Staying Time (REST) モデル (Nakashima et al. 2018) に適用するためのデータ収集を、都道府県等が事業として実施する上で、調査マニュアルとデータ標準化のためのテンプレートを整備・作成した
- これにより、複数の事業者が調査・分析を実施した際のデータの質の担保や、事後的な分析におけるデータの利用可能性の向上が期待される

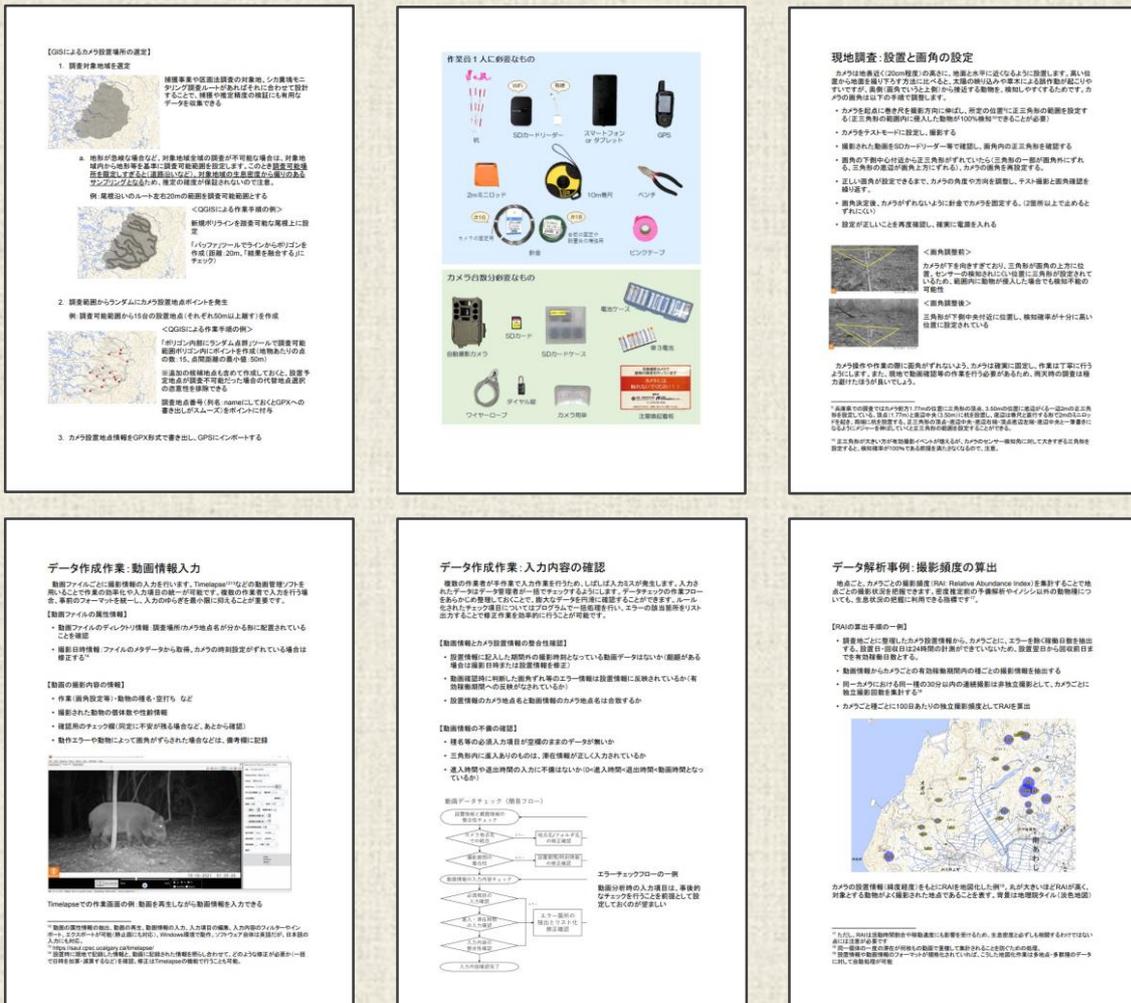


図 調査マニュアルの内容 (抜粋)。調査地設計、調査道具、現地作業、動画分析等の項目についてマニュアルやテンプレートを整備

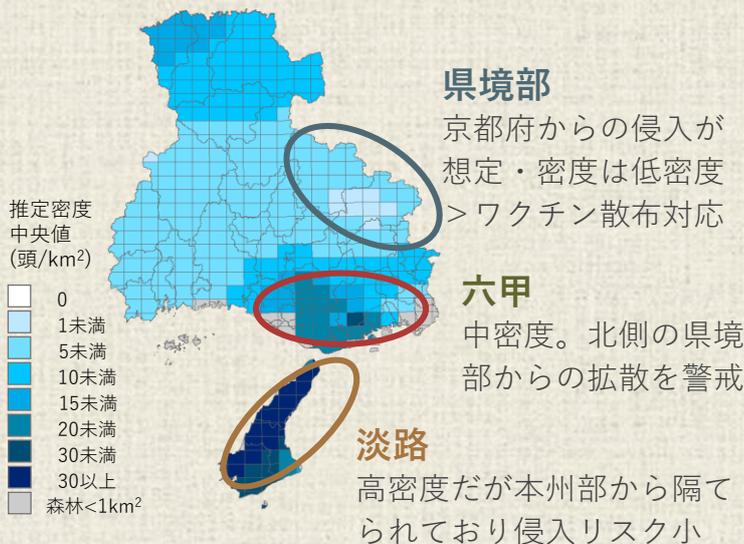
## ● 県域での生息密度推定の実施とCSF対策地域の抽出

### 県域での生息密度推定による生息状況把握

- ・ 県内約30地点において自動撮影カメラ調査（1地点あたり15台）を実施し、空間的な生息状況を把握し、CSF侵入に備えた地域ごとの対策の検討や影響評価に活用した

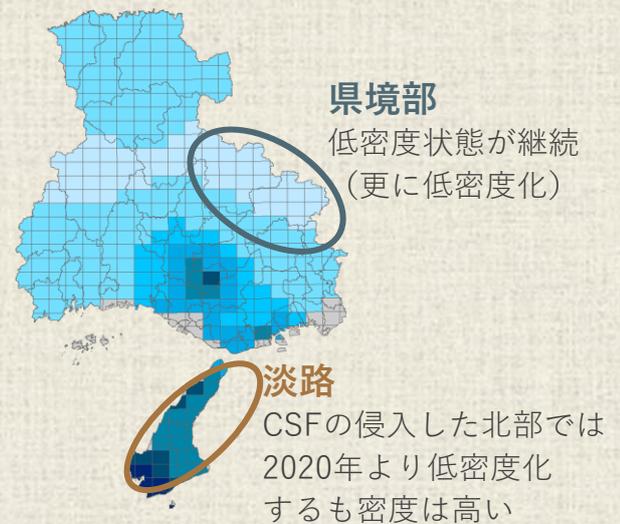
#### 【2020年】 CSF侵入前における推定

京都府でCSF発生が確認され、県境部からCSFの侵入が懸念される段階での推定



#### 【2021年】 CSF侵入段階における推定

2021年3月に京都府との県境部、2021年7月に淡路地域北部でCSFの侵入確認下段階での推定



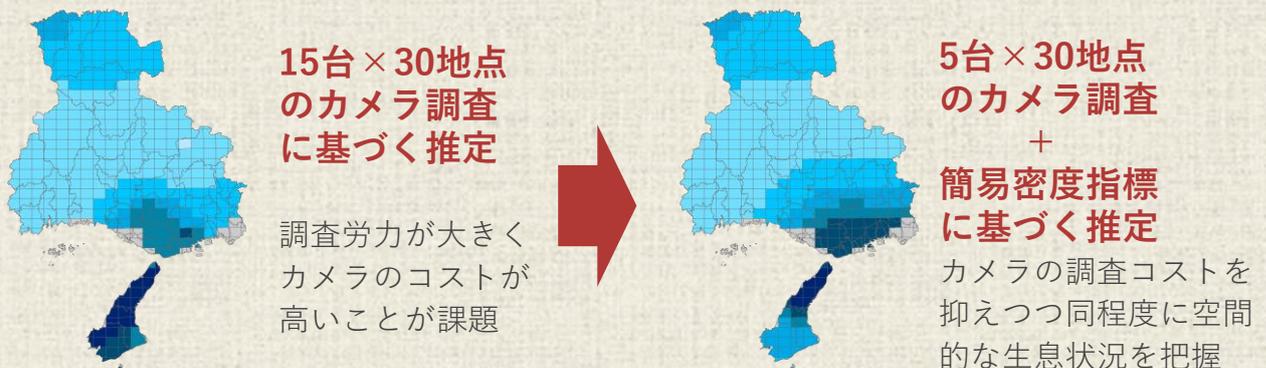
▶ 地域ごとの生息状況把握が可能となり、地域ごとの対策検討に活用

▶ CSF侵入前からのモニタリングにより個体群への影響を評価可能

## ● カメラによる調査努力量の省力化の検討

### 掘返しを用いた簡易密度指標との組み合わせにより広域密度推定を省力化

- ・ 地点あたりのカメラ台数を1/3（15台→5台）に削減した場合でも、簡易密度指標で得られる空間的な密度勾配の情報と合わせて推定を行うことで、15台×30地点で推定した場合と同等の空間的な生息密度の把握が可能



## 参考文献

- Nakashima, Y., Fukasawa, K., & Samejima, H. (2018). Estimating animal density without individual recognition using information derivable exclusively from camera traps. *Journal of Applied Ecology*, 55(2), 735–744

# イノシシの密度とCSFの拡散スピード

- 豚熱の検査には、**抗原（PCR法）**と**抗体（ELISA・中和試験）**がある
- 地域の感染状態を把握するためには**充実した検査数が必要**
- 豚熱のイノシシの**生息密度が高いほど、CSFの拡散スピードが速い**

## ● イノシシの豚熱検査

CSFに関する検査は、豚熱ウイルス（**抗原**）を検出する手法と、ウイルスなどの抗原が体内に入った時に排除する免疫システムの産物である**抗体**を検出する手法がある

### 抗原検査（ Polymerase chain reaction: PCR）

一本鎖RNAをゲノムとするCSFウイルス（抗原）を検出する手法は、DNAに逆転写し、DNAをPCRで増幅し、感染を確認する。従来の手法ではPCRで増幅した後に豚熱ウイルスの存在を確認していたが、最近では多くの検体を短時間で検出するために、PCR増幅過程でリアルタイムに確認する手法や、アフリカ豚熱と同時に検出可能な手法も開発されている（農林水産省2020）  
陽性（感染個体）：PCR(+) 陰性：PCR(-)

### 抗体検査（ Enzyme-linked immuno-sorbent assay: ELISA）

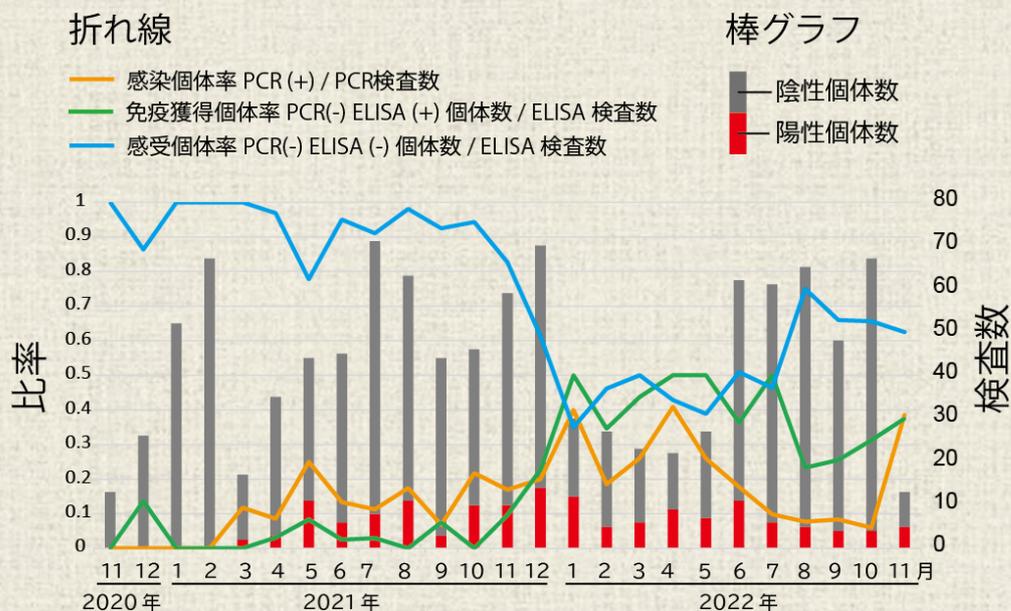
過去の豚熱感染の有無やワクチンによる免疫状態を把握するために実施され、スクリーニング検査としてELISA法（エライザ）、確定検査として中和試験が行われている  
中和試験はほとんどのイノシシで実施されていない

### 抗原検査と抗体検査の組み合わせで、地域の感染状態が分かる（下図）

	PCR+	PCR-
ELISA+	陽性	免疫獲得
ELISA-	陽性	感受個体

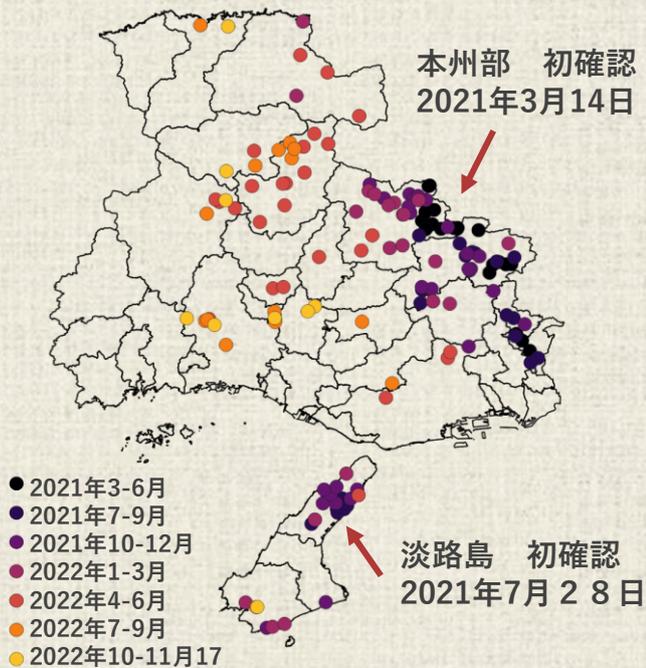
### 例：兵庫県の1か月ごとの感染状態

感染を終息させるために、免疫獲得個体の比率（緑線）を上昇させることが重要  
そのためには、効果的な経口ワクチン散布が必要→P17へ



## ● イノシシが高密度（淡路島）と低～中程度（本州部）を比較

### 陽性イノシシの確認場所と時期



### 既存研究

・野生イノシシの個体群は豚熱に感染すると、生息密度が減少することが報告されている。また生息密度が高いと、感染個体が確認される期間が長くなる

- ・豚熱の拡散を抑制するためには生息密度を低くする必要があるが、どの程度影響するかは不明
- ・データとして、**生息密度と拡散速度の関係を兵庫県で分析した**

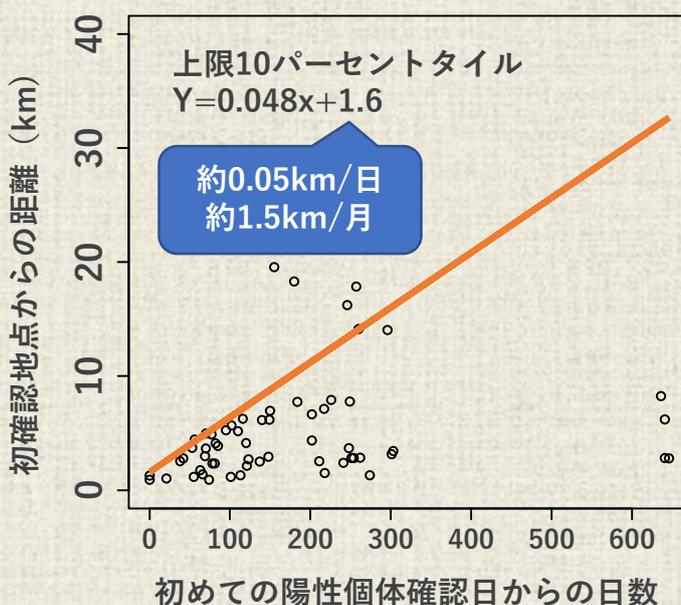
### 方法

・生息密度が低～中程度（1-10個体/km<sup>2</sup>）の本州部（初確認2021年3月14日～2022年1月13日）と、高密度（20-40個体/km<sup>2</sup>）の淡路島（初確認2021年7月28日～2022年1月13日）を対象。それぞれの陽性個体の初確認地点からの距離と日数を比較した

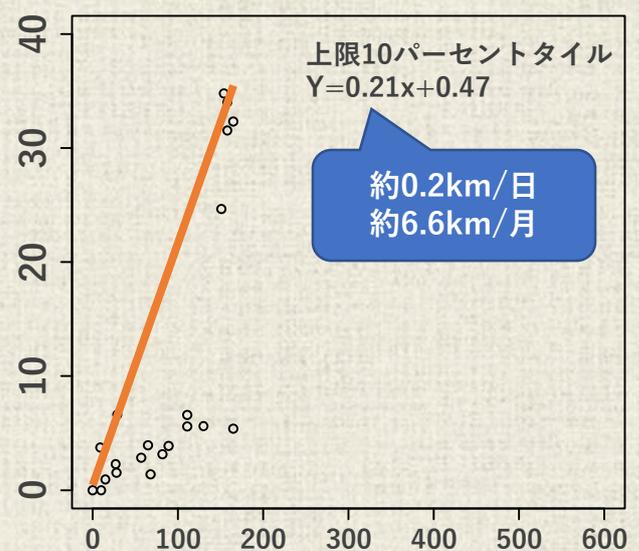
### 感染速度（初確認地点からの距離と日数）の比較

- ・低～密度の地域よりも、高密度の方が、約4倍拡散速度が速い可能性がある

#### 低～中密度：兵庫県の本州部



#### 高密度：淡路島



### 参考文献

- 農林水産省. (2020). 豚熱に関する特定家畜伝染病防疫指針(令和4年12月23日一部変更)  
[https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/katiku\\_yobo/k\\_bousi/attach/pdf/index-8.pdf](https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/katiku_yobo/k_bousi/attach/pdf/index-8.pdf)
- 栗山武夫・大田康之. (in press). 兵庫県における2022年末までの豚熱の拡大の概要.  
兵庫ワイルドライフモノグラフ15号

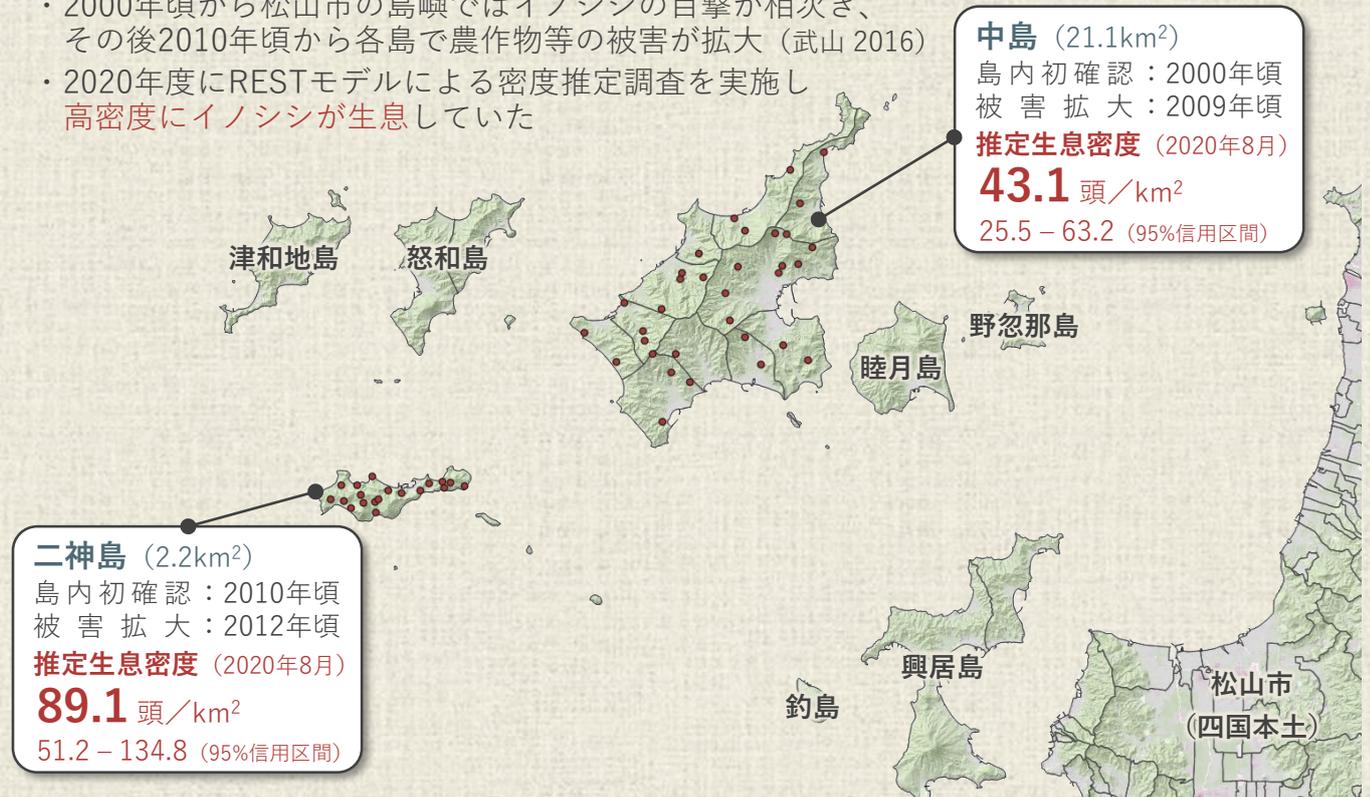


# 島嶼における生息密度の特徴（愛媛県の事例）

- ・これまで生息していなかった島にイノシシが定着し高密度化
- ・組織的な捕獲を継続しているが密度低減には至っていない

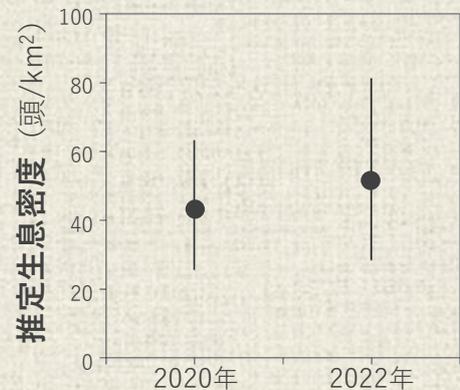
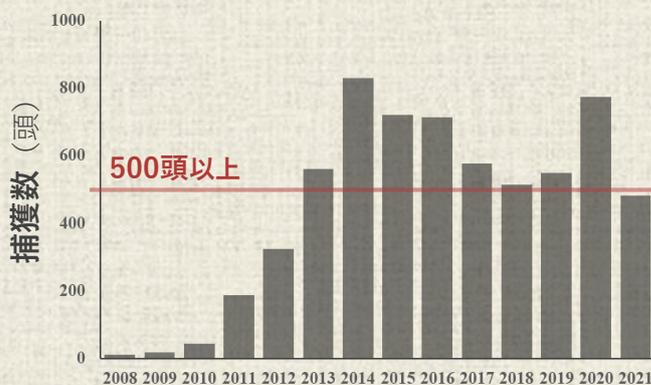
## ● 中島と二神島におけるイノシシの定着と推定生息密度

- ・2000年頃から松山市の島嶼ではイノシシの目撃が相次ぎ、その後2010年頃から各島で農作物等の被害が拡大（武山 2016）
- ・2020年度にRESTモデルによる密度推定調査を実施し、高密度にイノシシが生息していた



## ● 2020年と2022年のイノシシ推定生息密度の比較（中島）

- ・両年とも島内の35地点（図中赤丸）に自動撮影カメラを設置し、8月に得られたデータからRESTモデルを用いた生息密度推定を実施
- ・中島では毎年度500頭（約25頭/km<sup>2</sup>）以上のイノシシ捕獲を組織的に継続しているが、両年の推定生息密度に大きな違いはなく、密度の低減には至っていないものと考えられる



## 参考文献

- 武山絵美. (2016). 瀬戸内海における海を越えたイノシシの生息拡大プロセス-愛媛県松山市全有人島を対象とした聞き取り調査に基づく考察. 農村計画学会誌, 35(1), 33-42.

# 環境試料からのCSFウイルス検出方法の開発と低コスト化

- ・イノシシが生息している場所から採取した水（環境水）からCSFウイルスを検出する方法を開発

## ● 現行のCSFウイルス検査方法とその問題点



現行のCSFウイルス検査のサンプリングでは  
個体の捕獲・捕獲後に追加の作業が必要

- ▶ 捕獲できなければ検査を実施できない
- ▶ 追加の作業が煩雑なため検体数の確保が困難
- ▶ 感染拡大を防ぐため、迅速な検査が必要
- ▶ 簡便かつ安価な方法であることが望ましい

CSFウイルスとイノシシの生態を  
生かした新たなウイルス検出法  
を開発する必要がある

## ● CSFウイルスとイノシシの特徴的な生態

イノシシはぬた場での泥浴びや水浴びを好み、環境中にウイルスを排出している  
CSFウイルスは血液や扁桃だけでなく、イノシシの体表からも排出される (Oki et al. 2022)

- ▶ 環境中に排泄されたCSFウイルスを高感度に検出できないだろうか？
- ▶ 体表面からウイルスを検出することでサンプリングを簡便化できないだろうか？

## ● 環境水からのCSFウイルス検出法の開発



- ▶ 既存の機器を利用して遺伝子増幅と濃縮・ウイルス検出が可能
- ▶ 従来のフィルターを用いた方法よりも安価かつ迅速にウイルスを濃縮

➡ CSFウイルスが定着しているモデル地域の水場2か所から実際にウイルスを検出

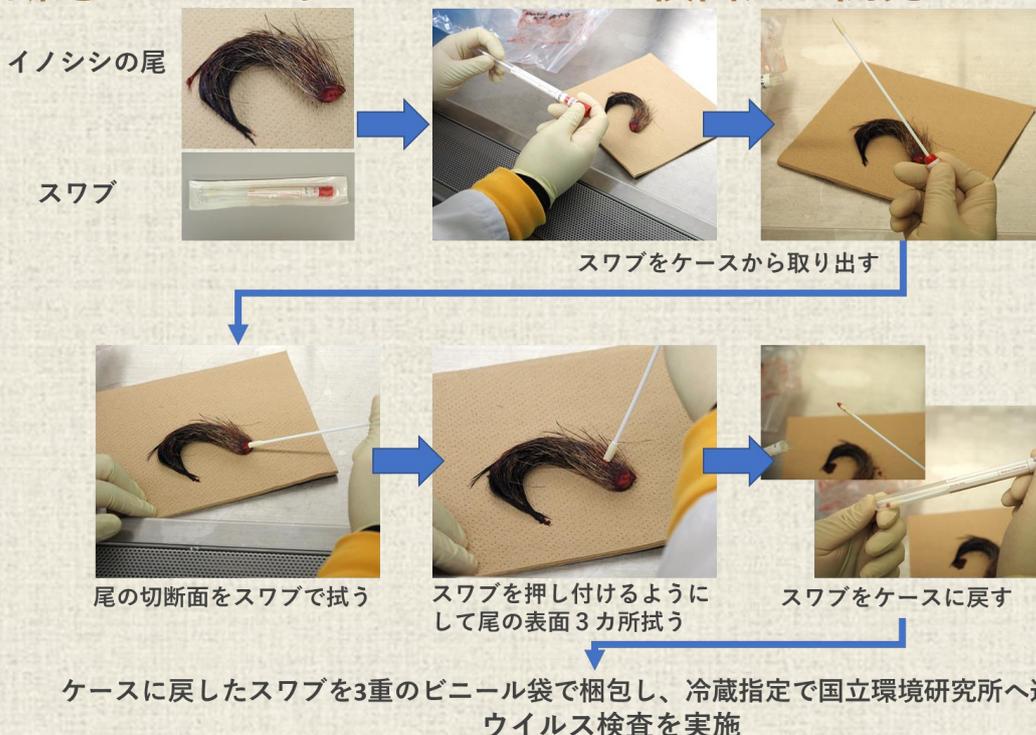
## 参考文献

- Oki, M., Ikezawa, M., Nishi, T., Fukai, K. & Yamada, M. (2022). Immunohistochemical analysis of the distribution of classical swine fever (CSF) viral antigen in boar-pig hybrids and pigs four weeks after infection. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 84(1), 48–52

# 捕獲個体試料（切断尾）を活用したCSFウイルス検出方法の開発

- ・切断尾を利用して、CSFウイルスを高精度に検出する手法を開発し、捕獲個体での有効性を確認

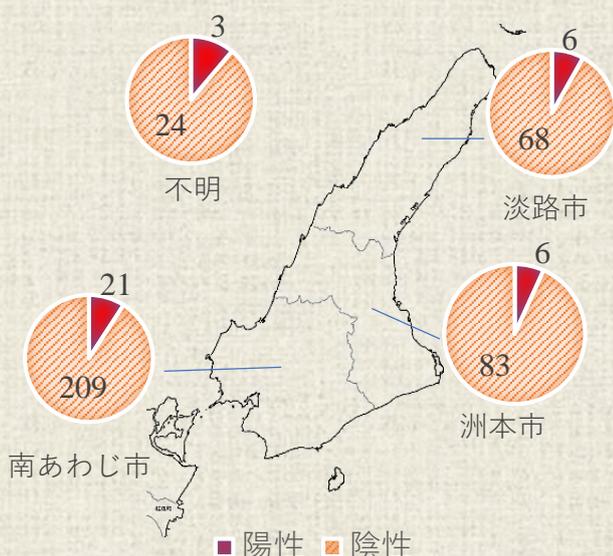
## ● 切断尾スワブからのCSFウイルス検出法の開発



- ▶ 検証の結果、スワブを用いた方法の精度は従来法と同等（感度100%、特異度98.9%）

これらの方法を利用することで、豚熱未発生地域において、**豚熱侵入早期に陽性個体を検出できる**手法を確立した

## ● モデル地域（兵庫県淡路島）のイノシシの切断尾スワブを用いたCSFサーベイランス



サンプルの由来地域	サンプル数	陽性率
淡路市	74	8.1
洲本市	89	9
南あわじ市	220	12.3
不明	27	14.8
合計	420	10.7

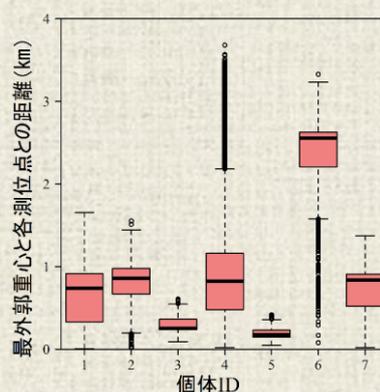
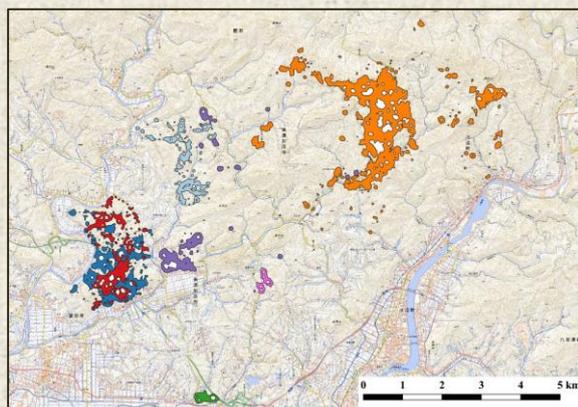
- ▶ 淡路島の島内全域のイノシシにCSFウイルスが浸潤していることが確認された
- ▶ 切断尾スワブは実際に**短期間に大量の検体（1ヶ月で420検体）**を収集可能

# GPS首輪の行動追跡に基づくCSF対策における重点エリアの抽出

- ・GPS首輪を利用してイノシシの**行動圏**や**移動距離**を把握
- ・個体差や追跡期間の影響も考えられるが、**比較的狭い範囲**を利用
- ・日中と夜間におけるイノシシの生息地利用の特徴を示した
- ・イノシシは時間帯や人間活動に応じて生息場所を変化させた
- ・イノシシによる**経口ワクチンの摂食率に及ぼす影響**を調査
- ・**事前給餌**や**繰り返し散布**を実施した結果、摂食率が増加

## ● 行動圏調査

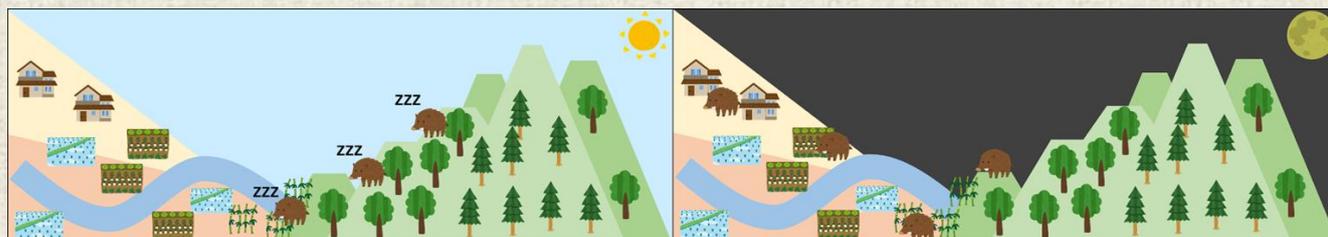
- ・亜成獣・成獣（7個体）の行動圏面積は0.32～28.51km<sup>2</sup>であり、兵庫県（0.39～9.47km<sup>2</sup>）や島根県（0.81～1.32km<sup>2</sup>）の事例と比較すると、個体差が大きい
- ・各個体における行動圏の重心と各測位点の平均距離は0.26～2.55km
- ・Podgórski et al. (2018)の結果も踏まえると、半径4km以内で感染が起こる可能性



▶ 広範囲の対策ではなく、狭い範囲での集中的な対策が効果的

## ● 生息地利用

- ・広葉樹林や竹林は、休息時でも、活動時でも選択的に利用
- ・人為的環境（人工構造物や耕作地）に対して、イノシシは休息時にはその周辺を忌避し、活動時には選択的に利用
- ・休息時では急斜面、活動時には緩やかな斜面を選択



※日中（左図）は休息時、夜間（右図）は活動時におけるイノシシの利用環境を示す

▶ 休息時（日中）と活動時（夜間）の利用場所に応じた捕獲計画の立案が必要

## ● 経口ワクチン摂食調査 (Ikeda et al. 2022)

- ・ 事前給餌の実施地点や2回目の散布イベント、イノシシ密度が高い地点で、高い摂食率
- ・ イノシシが選択的に利用する環境は摂食率とは無関係
- ・ 冬季では積雪や凍結のため、事前給餌や散布イベントの効果が低い
- ・ 他種による餌や経口ワクチンの摂食がイノシシによる経口ワクチン摂食率の低下の一因となっており、Sage et al. (2011) と同様の結果が得られた

項目	事前給餌	散布イベント	イノシシ密度	広葉樹	竹林	斜度	市街地からの距離
夏季	正の効果			関係なし			負の効果
冬季					負の効果		
春季	正の効果			関係なし			

イノシシによる経口ワクチンの摂食率を高めるために、

- ▶ 環境よりも餌を認識させた上での経口ワクチン散布が効果的
- ▶ イノシシの生息密度を把握し、高密度地域への計画的な散布が必要

## ● 重点エリアでの対策

< 拡散防止 >

- ▶ 陽性個体発見地点の4km圏内に給餌地点を確立、経口ワクチンを散布し、流出前段階でのイノシシへの早急な摂食が必要

< 養豚場でのCSF発生防止 >

- ▶ 養豚場から4km圏内で集中的な捕獲を実施し、養豚場周辺への陽性イノシシの侵入を防止

< 散布地点・捕獲地点 >

- ▶ 日中の休息地点周辺における餌の散布が、イノシシのみを効果的に誘引できる可能性  
→ 広葉樹や竹林の急斜面付近での集中的なワクチン散布や捕獲が重要



## 参考文献

- Ikeda, T., Higashide, D., Suzuki, T., & Asano, M. (2022). Efficient oral vaccination program against classical swine fever in wild boar population. *Preventive Veterinary Medicine* 205, 105700.
- Podgórski, T., Apollonio, M., & Keuling, O. (2018). Contact rates in wild boar populations: Implications for disease transmission. *Journal of Wildlife Management* 82 (6), 1210-1218.
- Sage, M., Hubert, P., & Rossi, S. (2011). Evaluation of bait acceptance by wild boar and non-target species-test of different distribution modalities and seasonal variations-implication for oral vaccination efficiency against classical swine fever virus. *Julius-Kühn-Archiv* 432, 213-214.

# イノシシの誘引狙撃を目的とする誘引手法と実施要件・推奨装備の明確化

- ・ニホンジカでの高効率捕獲を達成した誘引狙撃法のイノシシへの適用可能性を検証
- ・誘引狙撃を目的とする給餌による誘引プロセスを明確化
- ・誘引狙撃（夜間の実施を含む）を安全・効率的に実施するための条件や装備を明示

## ● 圧片コーンを用いて給餌によるイノシシの誘引を試行

- ・岐阜県内の山林（生息密度が2~4頭/km<sup>2</sup>と推定される地域内）にて、米国の野生化ブタでの基準（圧片コーンを1頭あたり1日2kg）を参考に、2022年の夏期に毎日6kgの給餌を実施
- ・イノシシの出没状況は、給餌期間を通じ2台の自動撮影カメラにより記録

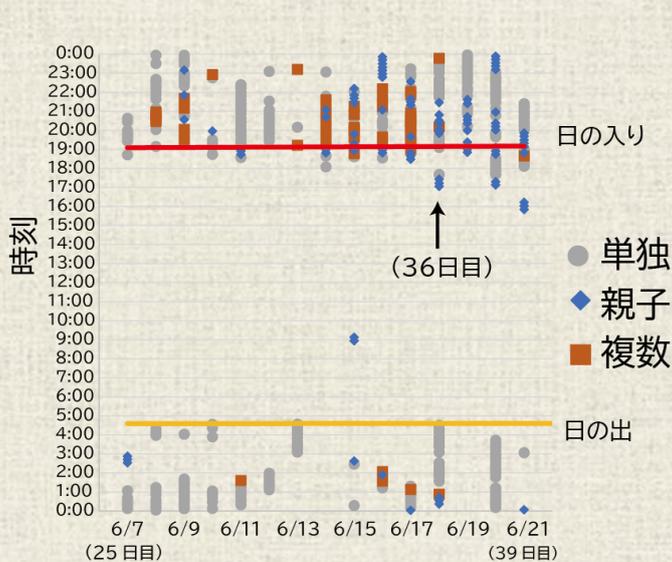


## ● 圧片コーンに対するイノシシの嗜好性は高く、誘引狙撃の適用が可能な「日中の安定的な誘引」を達成

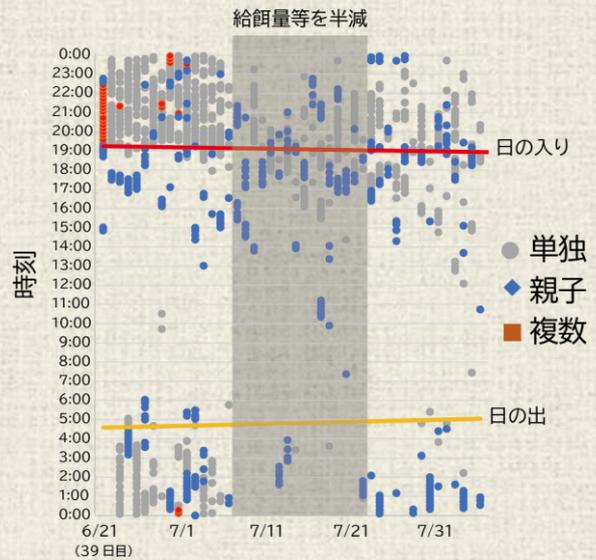
- ・ただし、イノシシが餌の存在を認識するには数日間を要し、認識後もすぐ摂食を始めるとは限らない
- ・摂食を始めても、当初は餌に対して警戒し、完食せずに引き上げていた

## ● 安定的に出没し、餌が完食されるようになるまでには、10日以上を要した

## ● 「日没前の安定的な誘引」の達成までには、さらに10日あまり（給餌開始から20日以上）の日数が必要であった



**給餌開始後25~39日のイノシシの出没状況**  
 複数個体が出没が確認され、日没時刻前の出没も安定的に観察されるようになってきている。36日目からは日没2時間前から出現していた



**給餌開始後39日以降のイノシシの出没状況**  
 日中の安定的な出没が完全に固定化している。なお、給餌量を半減させた期間も出没状況に変化はなかった

## ● 誘引狙撃の適用に至るまでの誘引プロセスは下の4段階に区分された

- ・日没時刻前の誘引狙撃は、少なくとも「安定期」に入ってから実施する必要がある
- ・夜間の誘引狙撃であれば、開始を「馴化期」まで前倒しでき、給餌コストを削減できる

期間の名称	認識期	馴化期前期	馴化期後期	安定期
出没・行動の状況	餌の摂取ならびに定常的な出没が確認されるようになる期間	給餌日翌朝までの完食が確認されるまでの期間	給餌日当夜の完食と複数成獣の夜間出没が固定化するの期間	日中の出没が定常化する期間
本研究から想定された日数の目安	10日	4日	10日	給餌の開始から25日以降

## ● 誘引狙撃（日中および夜間）のシミュレーションを実施

- ・日没前から日没後にかけての時間帯に給餌地点付近に待機し、イノシシの出没や摂食行動に与える影響を観察
  - ▶イノシシの不在を確認の上、給餌地点から55m離れた地点に設置したブラインド内で待機を開始（イノシシの在不在は通信式の自動撮影カメラにより遠隔的に確認）
  - ▶夜間の発砲を想定したシミュレーションでは、2,000ルーメンの小型スポットライトを照射
  - ▶イノシシの観察は、実射を想定しライフル銃用のスコープを使用
- ・夜間発砲の際の安全確保を目的に、同機種小型スポットライトを人に照射した場面での視認性を確認



- 人が待機した状況においてもイノシシは普段どおりに出没し、摂食を続けた
- この状況は、日没後のスポットライト照射下でも同様だった
- 環境省の「夜間銃猟に係る射撃技能の確認」は50mの距離で行われることから、これを従事者の要件とすることができる



待機に使用したブラインド



日中の太陽光下（左）およびスポットライト照射下（右）で狙いを定めた状況



- 2,000ルーメンの小型スポットライト照射により、75mの距離でも人と動物との識別が可能であった



50m（左）および75m（右）の距離で、2,000ルーメンのスポットライトを照射したデコイ（シカ）と人の像



イノシシの赤外線サーモグラフィ像：この機材の併用により、さらに効率性と安全性を高めることができる

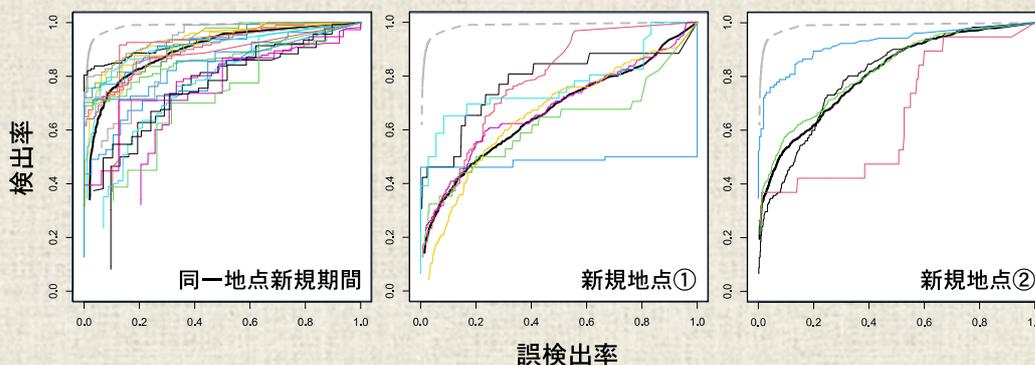
# 深層学習を用いたモニタリング手法の効率化

- ・ 物体検出モデルである **MegaDetector** に国内のカメラトラップ画像を提示したところ、**既存モデルよりも高い精度で動物を検出**
- ・ **MegaDetector** に本研究で構築した種判別モデルを接続することでカメラトラップで収集された**静止画・動画を効率的に判別する作業手続きの環境の構築に成功した**
- ・ **運用のためのドキュメントを公開**（巻末参照）

## ● 既存の深層学習モデルを用いた判別の精度評価

- ・ 既存の深層学習モデルに新規の画像データセットを提示した場合、背景等の影響により学習時の画像データセットと同等の判別精度を担保することは難しい（Beery et al. 2018）
- ・ 本研究既存の動物種判別モデル（安藤ら 2019）は、異なる期間や異なる地点で取得された画像の判別において精度が大きく低下することを確認

### ▶ 既存モデルをそのまま新規データセットに適用するのは困難

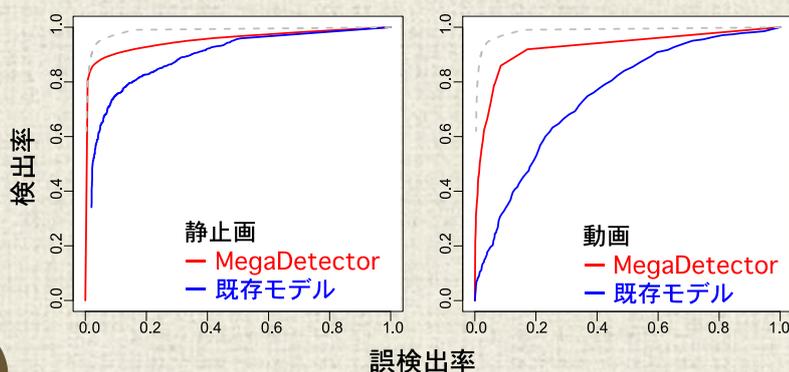


新規画像データセット（同一地点新規期間、新規地点①および②）に対する既存モデル（安藤ら 2019）の動物検出精度。灰色点線は安藤ら(2019)、黒太線はそれぞれの新規画像データセット全体、カラー細線はデータセットに含まれる撮影地点毎のデータセットに対するROC曲線を示す。横軸は誤検出率、縦軸は検出率を示し、曲線がグラフ左上の角に近づくほど精度が高いことを示す

## ● 既存モデルと MegaDetector との検出精度の比較

- ・ MegaDetector（Beery et al. 2019）は高度に汎化した物体（人、動物、車）検出モデル
- ・ MegaDetector と既存モデル（安藤ら 2019）との検出精度の比較において、MegaDetector の検出精度のほうがより高い検出精度を示した
- ・ REST法において取得・使用する動画は画像中央に設定された検出領域に動物が明瞭に出現するため、MegaDetector がこれらの動画において動物を見落とすケースはなかった

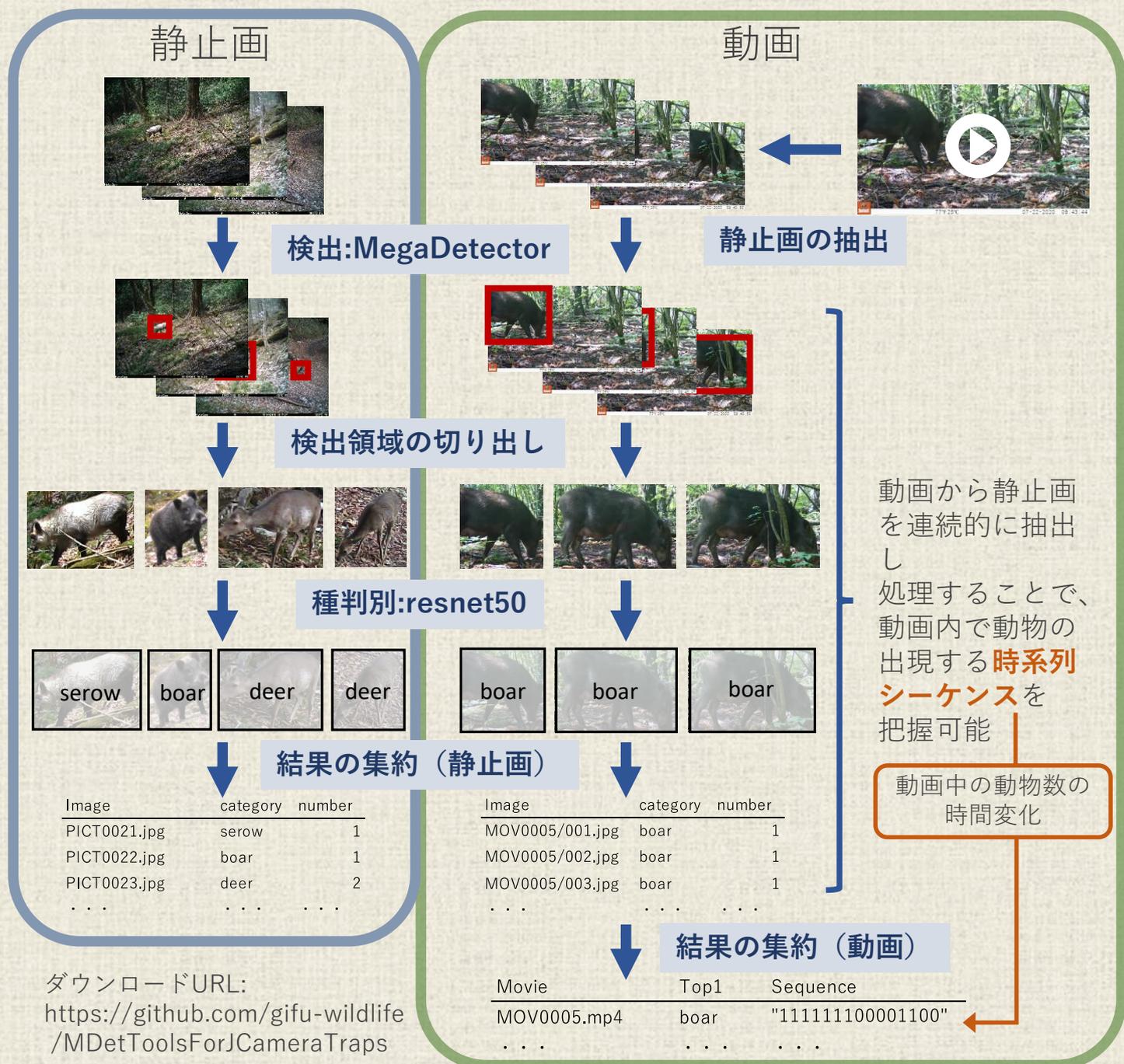
### ▶ MegaDetector を国内のカメラトラップ調査に適用することが可能



## ● 動物の検出・判別モデルからなる作業手続きの環境構築

- ・ Beery et al. (2019)の提案する「汎化された物体検出モデル+地域的にspecificな動物種判別モデル」の組み合わせによるカメラトラップ画像処理を参考に、MegaDetectorと動物種判別モデルを組み合わせた以下の作業手続きの環境を構築

▶環境構築・運用するためのプログラム群およびドキュメントを公開



## 参考文献

- 安藤正規・中塚俊介・相澤宏旭・中森さつき・池田敬・森部絢嗣・寺田和憲・加藤邦人. (2019). 深層学習(Deep Learning)によるカメラトラップ画像の判別. *哺乳類科学*, 59: 49-60.
- Beery, S., Van Horn, G., & Perona, P. (2018). Recognition in Terra Incognita. *Proceeding of the European Conference on Computer Vision (ECCV) 2018*: 456-473.
- Beery, S., Morris, D., & Yang, S. (2019). Efficient pipeline for camera trap image review. *arXiv preprint. arXiv:1907.06772*.

# 地域協働型野生動物管理OODAループの構築と実装

・地域主体の捕獲戦略構築・実践において、OODAループが有効

## ● OODAループの構築

- ・地域の捕獲組織によるデータ収集（**Observe**：観察）、研究者によるデータ分析および捕獲目標の提示（**Orient**：方向付け）、地域組織による捕獲戦略の決定（**Decide**：意思決定）、戦略に基づく捕獲（**Action**：実行）の4つのフェーズからなる一連のプロセスを考案し、愛媛県松山市中島地区に実装
- ・データ収集・分析結果に基づく捕獲戦略立案と、戦略に基づく捕獲を実践

### 地域組織によるデータ収集



捕獲個体データをアプリで収集



密度分析用動画データの収集



胎児、血液等のサンプリング

### 戦略に基づく捕獲



罠いワナの新規導入



地区一斉ワナかけ日の追加実施

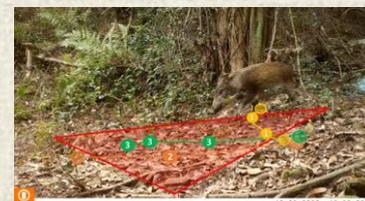
### 地域組織による捕獲戦略の決定

- 捕獲目標頭数の設定  
800頭/年10～11月に廃棄柑橘を用いた罠いワナを新たに導入
- メス成獣捕獲の重点化  
現行に加えて、3月16日以降に4度目の地区一斉ワナかけ日を設定



戦略決定のための話し合い

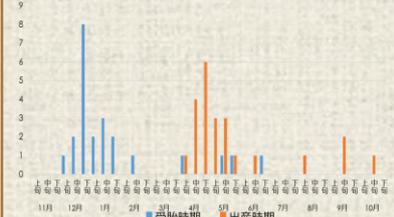
### 研究者によるデータ分析 捕獲目標の提示



RESTモデル：生息密度推定



歯の萌出交換による年齢査定



胎児分析による出生ピーク時期の推定

## ● OODAループ導入の成果

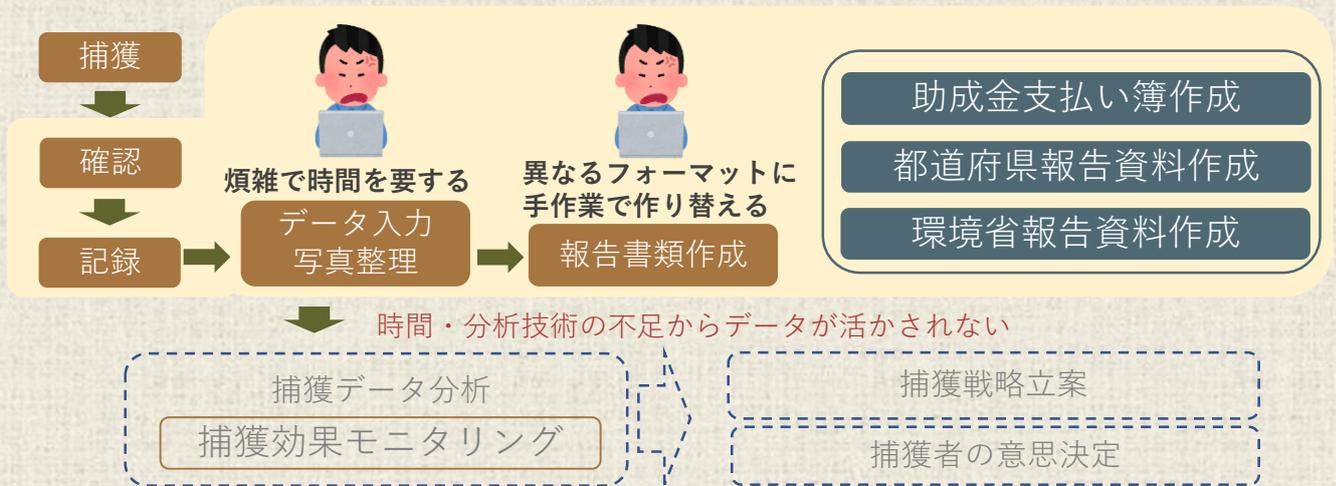
- ・捕獲個体データ分析→新たな捕獲手法の導入による捕獲拡充
- ・密度推定結果→捕獲個体数の目標・計画立案による捕獲モチベーションの向上
- ・胎児サンプリング→出生ピーク時期推定に基づくメス成獣選択的捕獲時期の設定

# イノシシの捕獲に係る情報管理システムの開発

- ・ 捕獲データ入力→収集→報告→管理→分析のプロセスをデジタル化するため、**捕獲データ管理システム：Econnect（イーコネクト）**を開発

## ● 有害鳥獣捕獲データの収集、報告、管理、分析の現状と課題

- ・ 捕獲確認、データ入力、書類作成作業の市町村行政負担が極めて大きい
- ・ **デジタル化**によりデータ入力→収集→報告プロセスを**簡素化**するとともに、一元的で正確なデータ収集を可能にし、**データに基づく捕獲戦略立案**につなげる必要がある



## ● 捕獲情報管理システム：Econnect（イーコネクト）の開発

### Econnect開発のポイント

- ・ 行政書類の自動作成機能を持たせることで、**鳥獣行政の効率化・正確性向上**
- ・ 入力端末にて捕獲データが見られることで、捕獲者による**効率的な捕獲活動を支援**
- ・ データの蓄積により、科学者による**研究・分析**や、その結果に基づく**獣害対策立案**が可能に

区分	4年10月3日更新				
	4月	5月	6月	7月	8月
本県	2	6	4	5	3
宇都宮	3	0	3	2	0
大宮	17	8	14	5	4
小宮	12	2	7	5	0
神奈川	2	5	9	8	6
群馬	0	0	5	3	2
長野	1	4	2	1	1
静岡	1	0	5	1	3
愛知	6	8	12	0	2
岐阜	1	4	8	3	4
石川	7	5	23	9	10
本県合計	52	42	92	42	34
光慈会	0	0	0	0	0
光慈会	0	0	9	9	13
上野原	0	0	0	0	0
都立	0	0	0	0	0
二神	0	0	0	0	0
穂月	0	0	0	0	0
合計	52	42	151	51	47

### 愛媛県松山市中島・元怒和地区にて実装

- ・ 順調にデータが蓄積されている  
中島：650データ（2021.3.16～2022.1.20）  
元怒和：107データ（2021.6.17～2022.1.20）
- ・ 行政担当者の声「作業が格段に簡素化されて素晴らしい」  
「ぜひ継続して使用したい」
- ・ 捕獲確認者・入力者の声「スマホやパソコンの操作は苦手だが、これなら自分でも入力できる」



捕獲個体データ入力作業の様子

# 島嶼におけるイノシシの繁殖実態と捕獲戦略

- ・愛媛県松山市二神島：イノシシの新規移入後10年が経過し、高密度化・高密度現状下で、人の日常生活が脅かされ、無人化を招きかねない現状捕獲では**公的サポートが必要不可欠**
- ・愛媛県松山市中島：繁殖特性に応じて、**メス成獣を選択的・効率的に捕獲する捕獲戦略**を立案

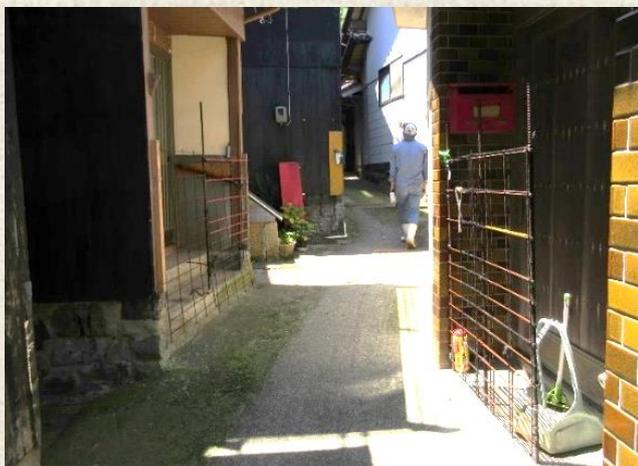
## ● イノシシの新規移入後10年が経過した愛媛県松山市二神島

### イノシシの生息頭数と人口（2020年12月時点）

- ・RESTモデルより、2020年12月時点の生息密度を69.3頭/km<sup>2</sup>（95%信用区間: 43.8 – 109.4）と推定
- ・生息可能面積は1.70km<sup>2</sup>（住宅・柵あり農地等を除く島全体の86%）と推定
- ・生息頭数は人口の1.4倍に相当する**117.8頭**と推定

### 超過疎・高齢化が進む島嶼での捕獲対策

- ・二神島では、**人家や農地へのイノシシの侵入**が容易に起こり、倉庫の損壊や農地・農業施設付近でのイノシシの出産が見られ、**人の安全が日常的に脅かされる**
- ・これに対し、二神島在住の捕獲者は2名であり、**平均年間捕獲頭数は推定生息頭数の12～34%に限られる**



民家玄関前のワイヤーメッシュ柵



ため池の副堤上の出産巣

イノシシのさらなる**生息拡大拠点形成**、および**国土辺縁エリアの無人化を回避**するためにも、**生息頭数「0」を目指す捕獲**が必要不可欠

超過疎・高齢化が進行する島嶼等では、新たな捕獲者を確保することは極めて難しく、島外からの職能的捕獲者の派遣など**公的なサポートが必要**

## 参考文献

- 久保田彩水・武山絵美・東出大志・濱野博幸・政本泰幸・笹山新生・高木俊・横山真弓・小林範之. (2022). 移入後10年が経過した島嶼におけるイノシシの生息実態—愛媛県松山市二神島を対象として—. 農村計画学会論文集. 採択済み.

# ● 愛媛県松山市中島における繁殖特性と捕獲戦略

## 胎児分析に基づく出生ピーク時期の推定

- ・ 2021/4/1～2022/5/20の全捕獲頭数：560頭→うち30kg以上のメス96頭をサンプリング
- ・ 96頭中妊娠が確認された個体は23頭：3月は8頭中7頭が妊娠個体

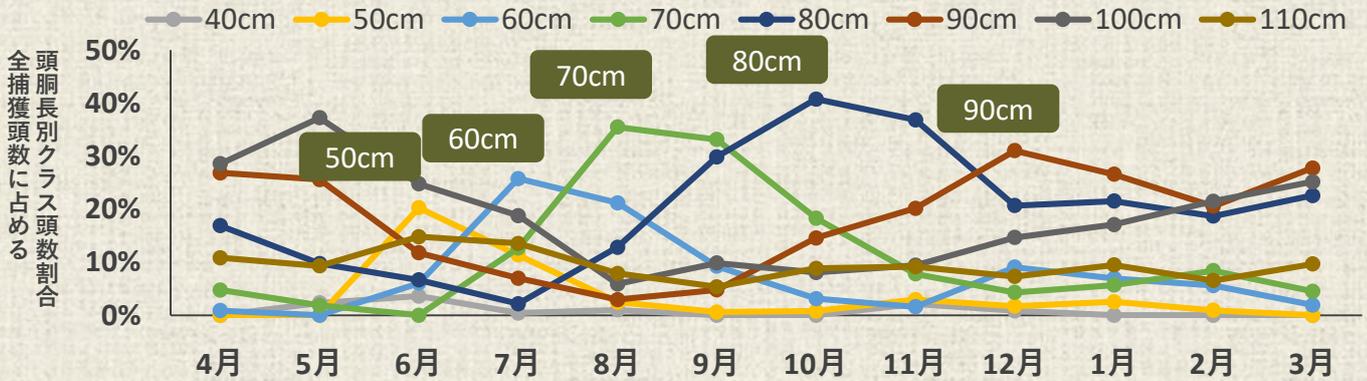


- ・ 妊娠個体の平均胎児数：4.4頭→他地区の研究成果と大きな差は観測されない
- ・ ただし、3歳以上個体の平均胎子数は5.5頭と多い (1才以下：3.0頭、2才：4.6頭)
- ・ 高齢個体を捕り残すことにより、個体群全体の再生産能力が高く保たれている可能性
- ・ 推定された出生ピーク：4月下旬→他地区より1か月ほど早い
- ・ 秋出産が17%ほど確認され、他地域より多かった

出生から梅雨や冬期までの期間が比較的長く、0歳個体の生存率が高い可能性  
 秋子が冬期に捕獲されていることから越冬可能な状況と推定された

## 捕獲個体の頭胴長の変化に基づく成長プロセスの推定

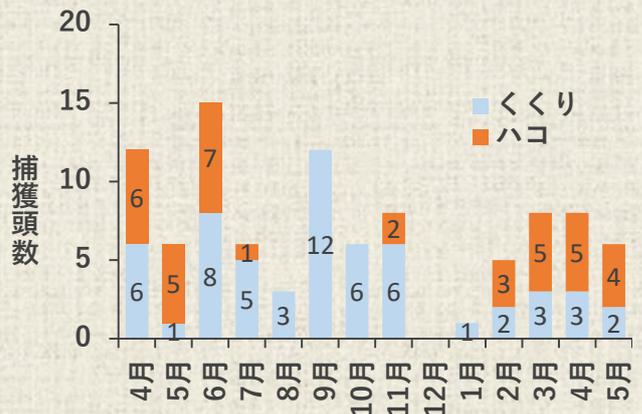
- ・ 2015年度～2019年度の捕獲個体全体に占める頭胴長別個体割合の月変動から、4月末に出生した個体は、その後概ね6月に50cm、7月に60cm、10月に80cmに成長すると推定



捕獲個体の頭胴長データから地域個体群の出生ピーク時期を簡便に推定できる

## 30kg以上メス (96頭) の捕獲方法

- ・ 中島個体群：2～6月頃に箱ワナでメス成獣の捕獲数が多い
- ・ 出産ピーク前後は地域個体群における幼獣の割合が低く、成獣を選択的に捕獲できる
- ・ 出産ピーク前後の2～6月頃に、地域で廃棄される「みかん」を活用し、箱ワナを積極的に活用：効率的なメス成獣捕獲が可能



捕獲個体の頭胴長データを収集→地域個体群の出生ピークを簡易的に推定可能  
 →推定出生ピーク時期に応じた捕獲戦略の立案が可能に

# 地域協働型野生動物管理OODAループ構築マニュアル（概要）

## ● 地域主体の捕獲体制を構築する方法

自治会代表が構成員となり、**地区主導の捕獲組織**を構築し捕獲を統括

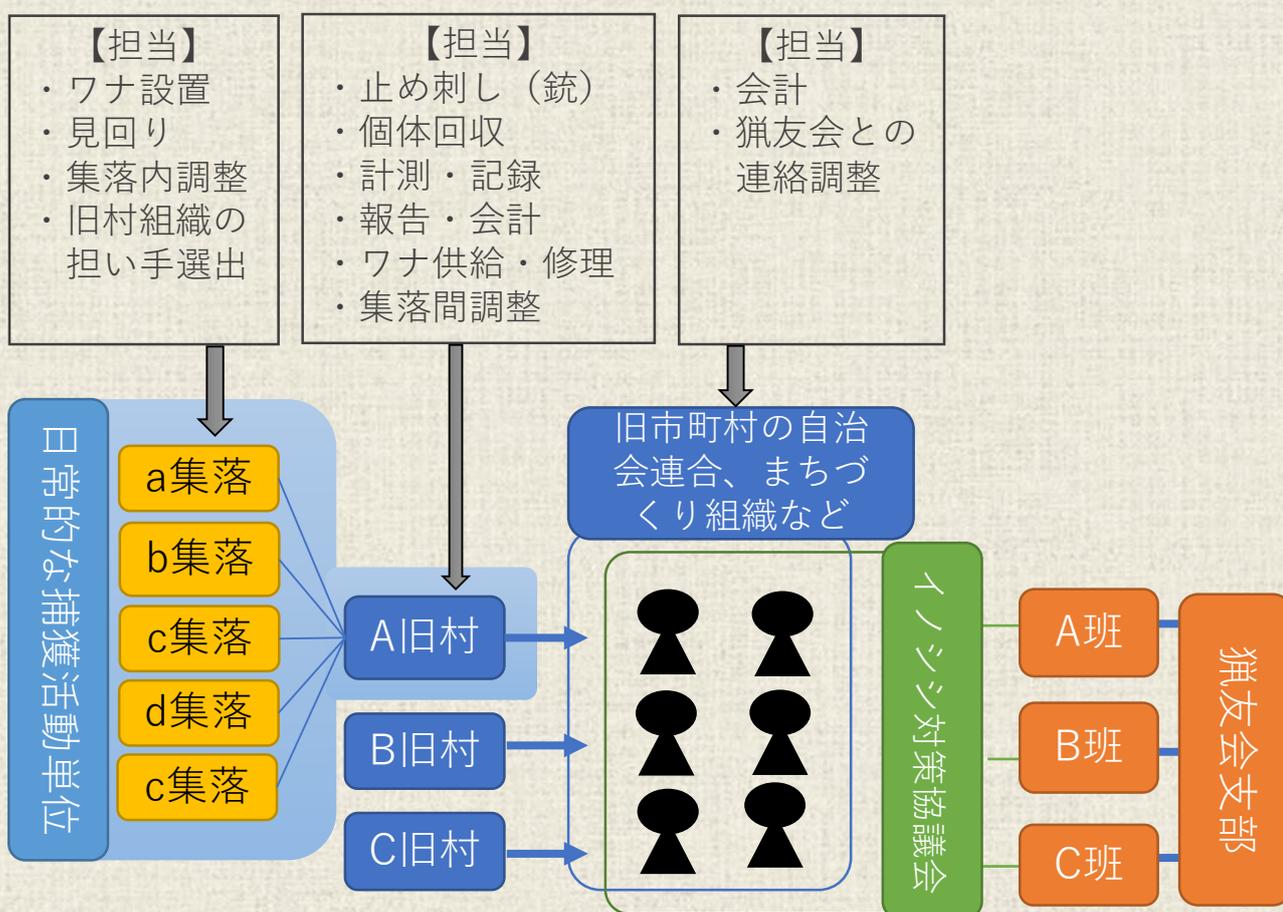
各集落・旧村の代表者からなる**自治会やまちづくり組織を母体**とし、捕獲組織を構築する。ここに猟友会所属の捕獲者等が所属することにより、**捕獲が各集落・旧村の活動であることを明確**にする。このような捕獲組織が、地域の猟友会等既存組織との連絡調整役を担うことで、**円滑な捕獲体制**を構築する

捕獲体制構築のポイント：地域組織－猟友会の2層レイヤー構造の構築

### 集落単位ではなく、旧村単位・旧市町村単位で**広域連携体制**を整える

集落単位では担いきれない捕獲個体の止め刺し、運搬、計測・記録・報告などの作業を、複数集落からなる旧村単位で担う。各集落から担い手を輩出することで、**集落間が連携・協力**する。また、複数旧村からなる旧市町村で協議会を結成することにより、広域協力体制を整える

捕獲体制構築のポイント：集落－旧村－旧市町の3層レイヤー構造の構築



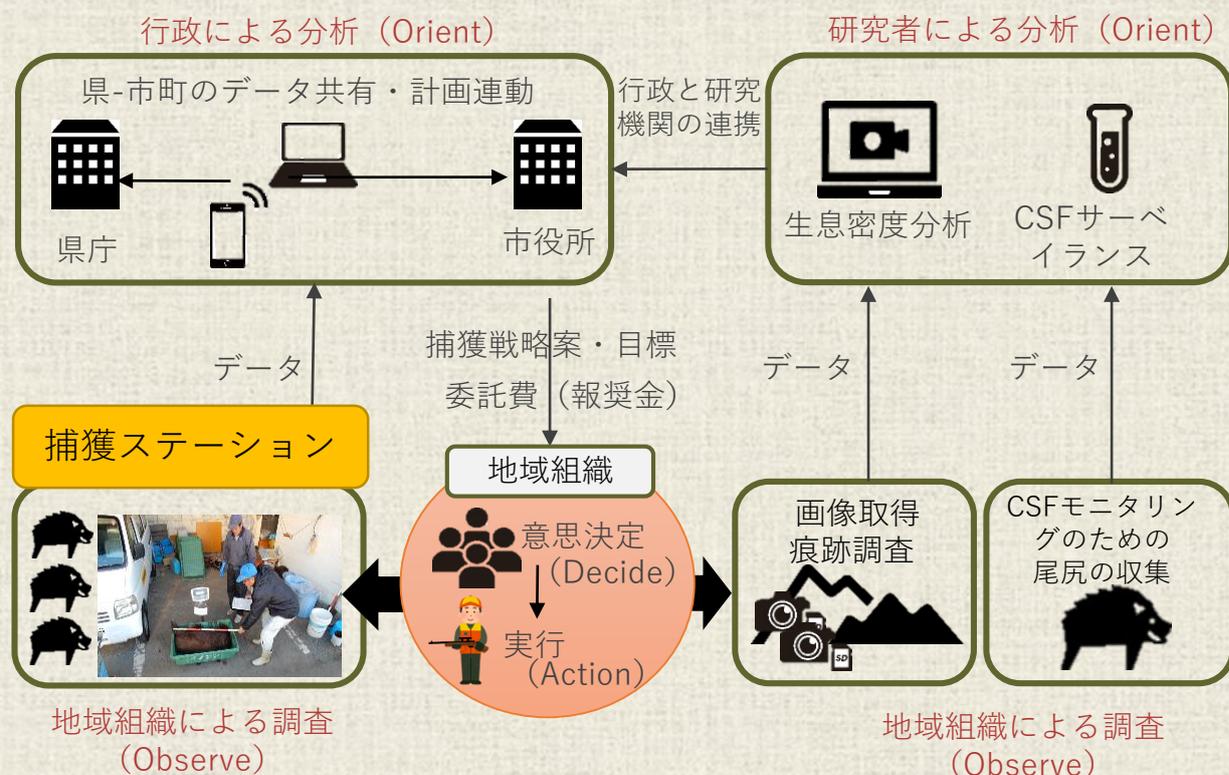
集落：最小の地域コミュニティ。概ね自治会単位に相当  
旧村：昭和の大合併以前に存在した最小の自治体単位。農村地域では概ね小学校区に相当  
旧市町村：平成の大合併以前に存在した最小の自治体単位  
農村地域では概ね中学校区、猟友会支部単位に相当

## ● 地域協働型野生動物管理OODAループの構築方法 OODAループの4つのフェーズ

地域組織によるデータ収集（**Observe**：観察）、生息密度分析にもとづく捕獲目標の（**Orient**：方向付け）、地域組織による捕獲戦略の決定（**Decide**：意思決定）、戦略に基づく捕獲（**Action**：実行）の4つのフェーズからなる一連のプロセスを設計する

\*OODA ループ（ウーダーループ）：「O：Observe（観察）」「O：Orient（方向付け）」「D：Decide（意思決定）」「A：Action（実行）」の繰り返しにより、状況観察から未来を予測し、行動を決定・実行するという一連の意思決定理論。米国の軍事研究家ジョン・ボイドにより提唱

### 地域協働型野生動物管理OODAループ



### OODAループ構築を可能にするためのポイント

- ①複数の集落からなる旧村単位で**捕獲ステーション**を設ける：捕獲個体の集約・データ収集（Observe）および捕獲者コミュニティの構築（Decide、Action）を可能にする
- ②捕獲個体のデータ収集・報告・管理・分析プロセスを**デジタル化**する：正確なデータに基づく**モニタリング**（Orient）と、これに基づく**捕獲戦略立案**（Decide）を可能にする
- ③行政および研究者による分析（Orient）の結果を**速やかに地域組織に伝達**し、組織によるタイムリーな**意思決定**（Decide）を可能にする

### 参考文献

- 武山絵美・金脇慶郎・吉元淳記. (2022). 野生動物の新規分布拡大地域において地域主体の捕獲体制はどのように構築できるのか—海を越えてイノシシが移入した愛媛県中島本島に着目して—. 農村計画学会論文集. 2(1), 17-26.

# マニュアル一覧

<https://sites.google.com/view/hyogowildlife/suishin4g2001>

## ● サブテーマ1：イノシシの個体数変動の簡易モニタリング手法の開発

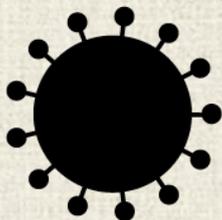


イノシシ簡易密度指標



自動撮影カメラによる密度調査

## ● サブテーマ2：環境DNA技術を用いたCSFの簡易サーベイランスシステムの開発

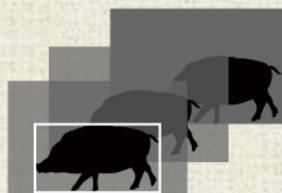


CSF簡易サーベイランス方法

## ● サブテーマ3：CSF発生地域を想定したイノシシ個体群の管理・モニタリングの手法開発



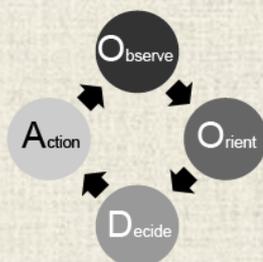
誘引狙撃



種判別モデル

<https://github.com/gifu-wildlife/MDetToolsForJCameraTraps>

## ● サブテーマ4：地域協働型野生動物管理OODAループの構築方法



OODAループ

# 研究体制

独立行政法人 環境再生保全機構 環境研究総合推進費【4G-2001】  
イノシシの個体数密度およびCSF感染状況の簡易モニタリング手法の開発

課題代表者：横山 真弓（兵庫県立大学）

## サブテーマリーダー

サブテーマ1：横山 真弓（兵庫県立大学）  
サブテーマ2：大沼 学（国立環境研究所）  
サブテーマ3：鈴木 正嗣（岐阜大学）  
サブテーマ4：武山 絵美（愛媛大学）

## 研究分担者

サブテーマ1：栗山 武夫（兵庫県立大学） 高木 俊（兵庫県立大学）  
東出 大志（岐阜大学）  
サブテーマ3：安藤 正規（岐阜大学） 池田 敬（岐阜大学）

## 研究協力者

サブテーマ1：杉本 太郎（兵庫県立大学）  
サブテーマ2：鍋島 圭（国立環境研究所）  
サブテーマ3：加藤 邦人（岐阜大学） 寺田 和憲（岐阜大学）  
東出 大志（岐阜大学） 鈴木 嵩彬（岐阜大学）  
サブテーマ4：吉元 淳記（愛媛大学） 久保田 彩水（愛媛大学）

---

独立行政法人 環境再生保全機構 環境研究総合推進費(4G-2001)  
イノシシの個体数密度およびCSF感染状況の簡易モニタリング手法の開発 成果報告集

2023年3月発行

監修・発行

兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 森林動物系

〒669-3842 兵庫県丹波市青垣町沢野940

TEL 0795-80-5500

URL <https://sites.google.com/view/hyogowildlife/suishin4g2001>

