

令和7年度  
野生鳥獣による森林被害状況の  
把握・試算手法等の検討調査事業  
報告書

令和8年3月  
株式会社 一成



## 目 次

1. 業務概要	1
2. 野生鳥獣による森林被害発生事例の収集	2
2-1 目的	2
2-2 実施方法	2
2-3 アンケート調査の結果	3
3. CPUE（捕獲効率を示す指標）及びSPUE（生息密度を示す指標）のデータの収集並びに取り纏め	10
3-1 目的	10
3-2 実施方法	10
3-3 データの収集結果	11
3-4 CPUE・SPUEデータの課題	12
4. 既存の事例データへ位置情報付与	13
4-1 位置情報を付加した事例数	13
4-2 位置情報の付加方法	14
5. 造林木の被害予測モデルの作成	15
5-1 目的	15
5-2 実施方法	15
5-3 収集した各データの確認	21
5-4 柵設置造林地における被害予測モデル式の検討結果	30
5-5 忌避剤使用造林地における被害予測モデル式の検討結果	34
6. 柵の破損レベルの予測モデルの改善検証	39
6-1 目的	39
6-2 実施方法	39
6-3 収集した各データの確認	44
6-4 柵の破損レベルの予測モデル式の検討結果	51
7. モデル検討のまとめ	56
7-1 対策方法の選択について	56
7-2 リスク予測の活用と課題	57
8. 検討委員会等の開催	60
8-1 検討委員会における委員の決定	60
8-2 検討委員会の開催	60
8-3 報告会の開催	61
9. 参考	71
9-1 アンケート調査票	71
9-2 出典一覧	75



## 1. 業務概要

### (1) 業務名称

令和7年度野生鳥獣による森林被害状況の把握・試算手法等の検討調査事業

### (2) 業務目的

近年における野生鳥獣の食害等による森林への被害の深刻化は、森林所有者にとって人工林の主伐・再造林などの経営意欲の低下を招き、また、被害を受けた森林では、本来有する公益的機能の発揮に影響を与える恐れが発生している。

しかし、南北に長くさまざまな気候区分に分かれている日本列島において、加害鳥獣の生息密度の違いなどによる地域的なバラつきや、予防対策の有無及びその方法・程度が、被害の発生率にどのように影響するかについては十分明らかになっていない状況であり、新たな地域での被害も発生する傾向にある。

また、このような様々な状況下での森林被害を、定量的に把握するための情報は十分と言えず、なお蓄積する必要がある。

そのため、鳥獣による森林被害のデータを状況別に収集するとともに、既存データと合わせて分析、検証し、被害の発生率を明らかにしてリスクを定量的に示す手法を検討することを目的とする。

### (3) 業務内容

- (1) 野生鳥獣による森林被害発生事例の収集
- (2) CPUE（捕獲効率を表す指標）及びSPUE（生息密度を示す指標）のデータの収集並びに取り纏め
- (3) 森林被害の発生率のモデル作成、検証等
- (4) 検討委員会等の開催

### (4) 実施機関

機関名：株式会社 一成

所在地：〒675-1217兵庫県加古川市上荘町薬栗27番地の1

連絡先：Tel. 079-428-0682 Fax. 079-428-2427

### (5) 実施期間

自：令和7年6月20日（金）

至：令和8年3月13日（金）

## 2. 野生鳥獣による森林被害発生事例の収集

### 2-1 目的

被害対策を実施した造林地における被害拡大の検証のため、シカに対する忌避剤について、アンケート調査により事例を収集する。

### 2-2 実施方法

- 調査手法：アンケート調査（WEBフォームを基本）
- 対象者：国有林、森林整備センター、都道府県・市町村、森林組合等
- 対象造林地：忌避剤を使用したことのある10年生以下の幼齢造林地
  - ※ 忌避剤を使用している造林地は、侵入防止柵を設置している造林地と比較してシカの生息密度が小さい地域であると予想される。幅広く回答を得るため、調査依頼先は地域を絞らず、全都道府県を対象とした。
  - ※ アンケートへの回答方法は、WEBフォームを基本としたが、アクセスができない場合などは、アンケート調査票（Word）による回答も併用した。

#### (1) アンケート調査票等の作成

アンケート調査実施にあたり、以下の文書等を作成した。

- 依頼文  
(森林組合連合会向け、森林組合向け、都道府県向け、森林整備センター向け及び、森林管理署等向け)
- WEBフォーム（Googleフォーム）
- アンケート調査票（Wordファイル）

#### (2) アンケート調査票等の配布

アンケート調査票は、対象者ごとに以下のとおり配布した。

##### ① 森林組合等

沖縄県を除く全国43の森林組合連合会及びひょうご森林林業協同組合連合会に対し、アンケート調査への協力及び地区内の忌避剤を使用したことのある造林地が所在する森林組合に対してアンケートを回付することを依頼した。なお、沖縄県は、森林組合連合会に依頼した際、「沖縄県ではシカはほとんど生息しておらず、回答ができない。」と告げられたことから、対象外とした。東京都森林組合及び大阪森林組合に対しては、受託者から直接連絡を取り、回答を依頼した。

##### ② 都道府県及び市町村

全国47都道府県に対し、アンケート調査への回答及び忌避剤を使用したことのある造林地が所在する市町村への回付を依頼した。

### ③ 森林整備センター

全国の整備局及び水源林整備事務所に対し、アンケート調査の回答を依頼した。

### ④ 森林管理署等

全国の森林管理署（支署、事務所）に対しアンケート調査の回答を依頼した。

## (3) アンケート調査の実施期間

■ 令和7年9月26日～11月14日

※ 当初10月31日を期限としていたが、有効回答が少なかったことから、期間を2週間延長した。

## 2-3 アンケート調査の結果

### (1) 回答数

■ 149件      うち、有効回答数・・・69事例

※ 1つの回答に、植栽樹種が異なる区域がある場合は、樹種ごとに1事例とした。

※ 忌避剤を使用していない事例や枯死率が分からない事例は除外した。

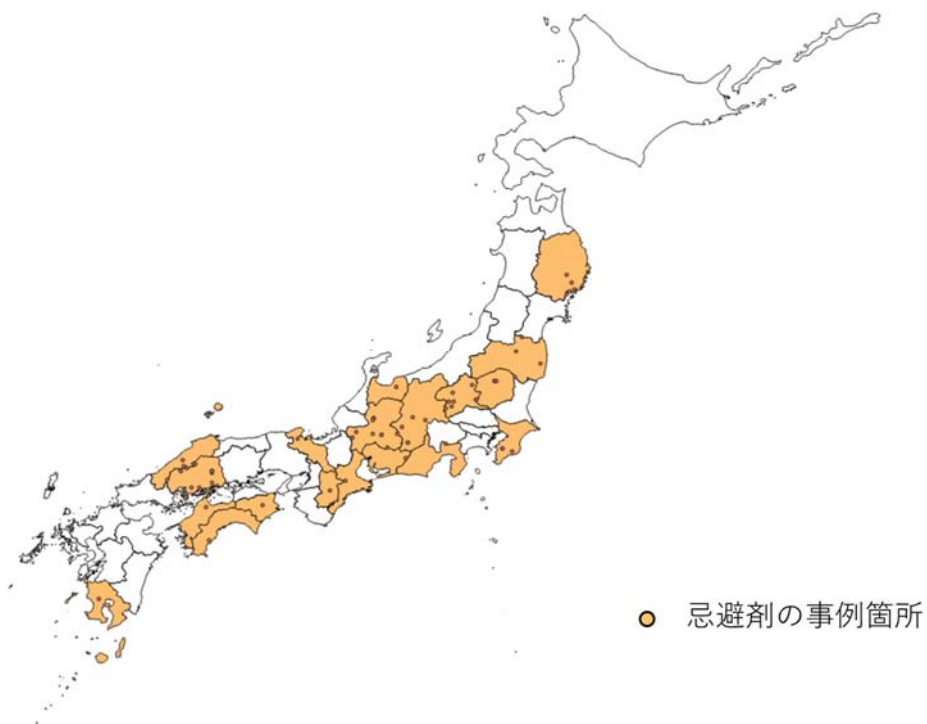


図 2-3-1 忌避剤の事例を収集できた都道府県

(2) データの分布について

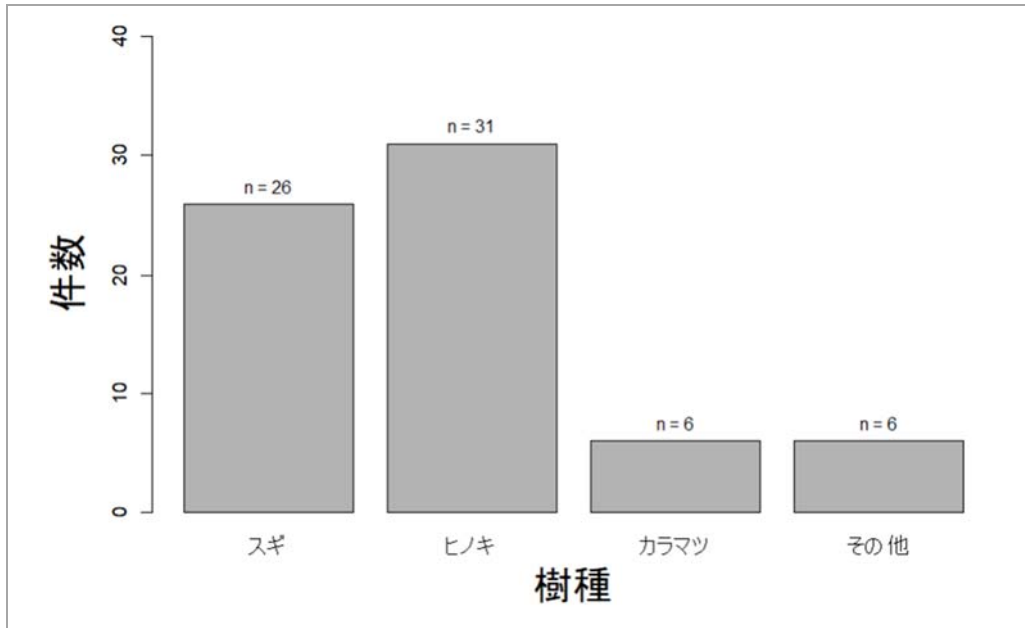


図 2-3-2 被害樹種に対する回答の分布

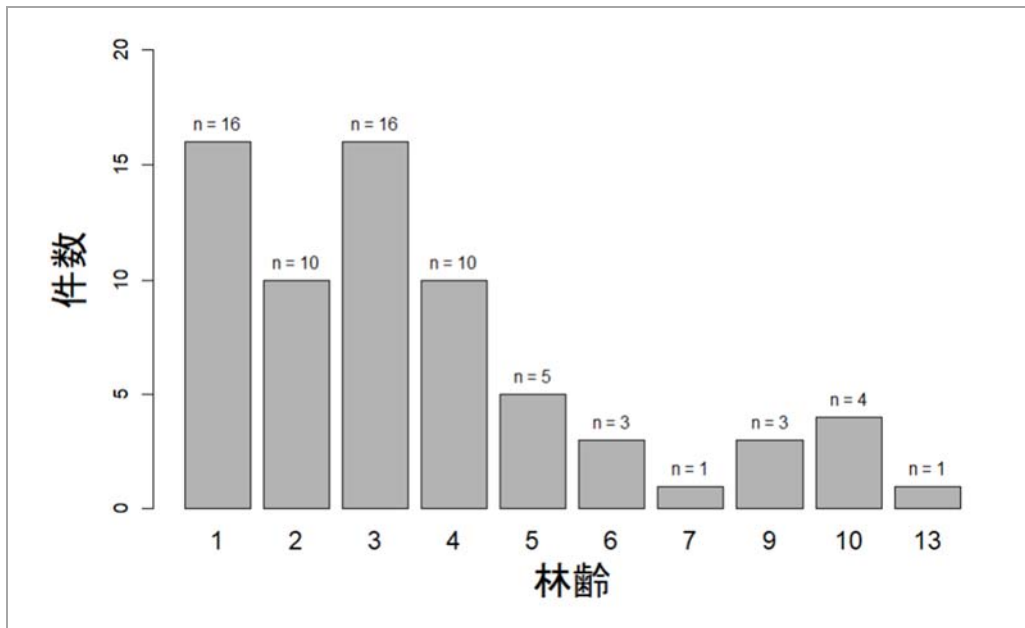


図 2-3-3 林齢に対する回答の分布

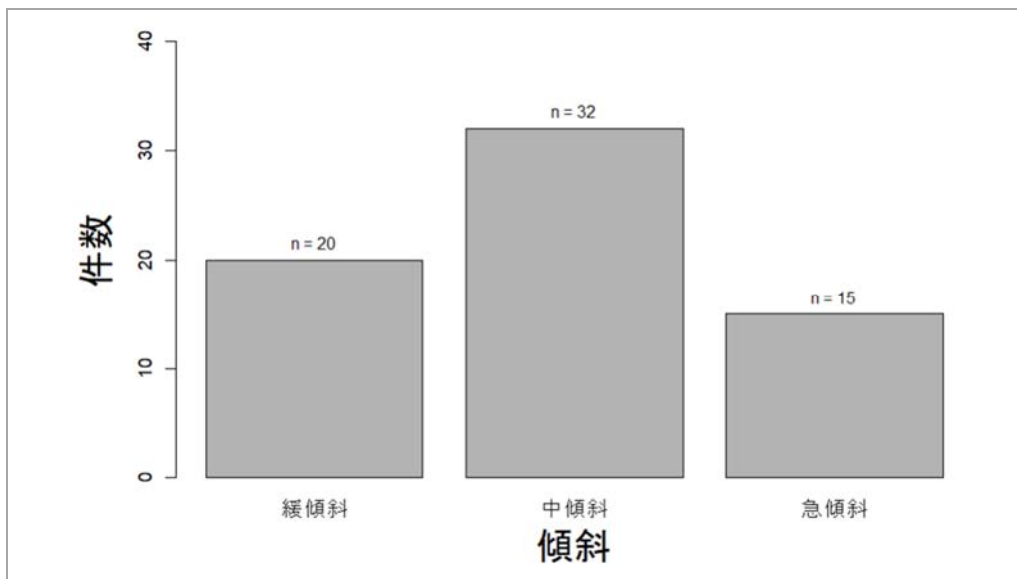


図 2-3-4 平均傾斜に対する回答の分布

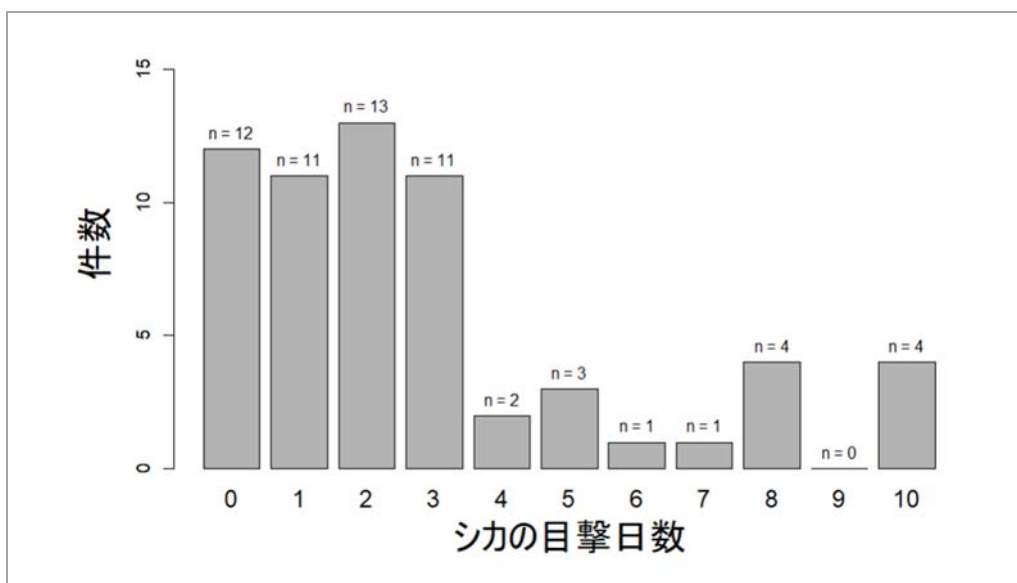


図 2-3-5 シカを目撃頻度に対する回答の分布

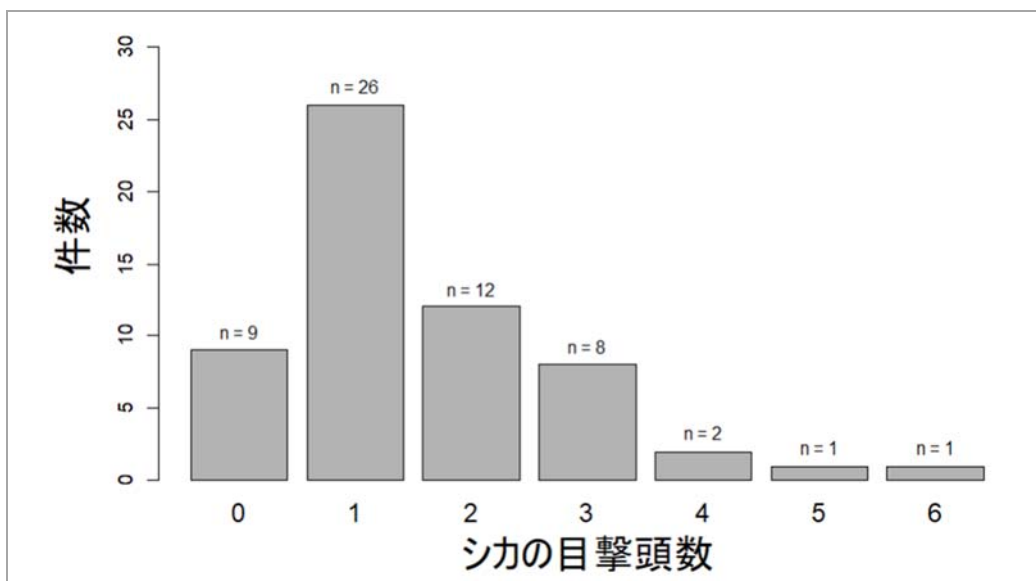


図 2-3-6 シカの見撃頭数に対する回答の分布

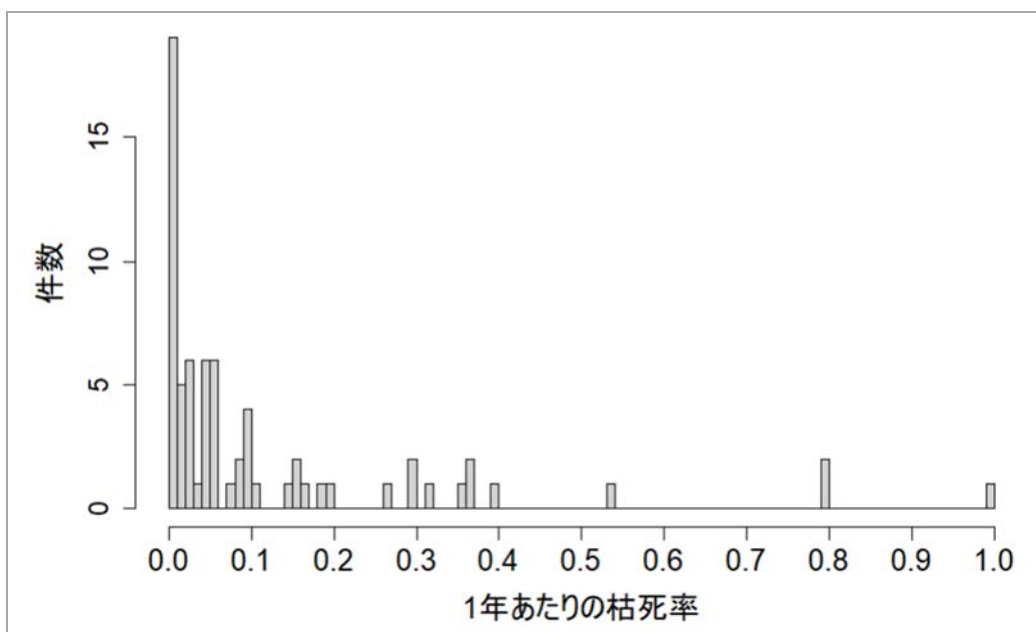


図 2-3-7 1年あたりの枯死率に対する回答の分布

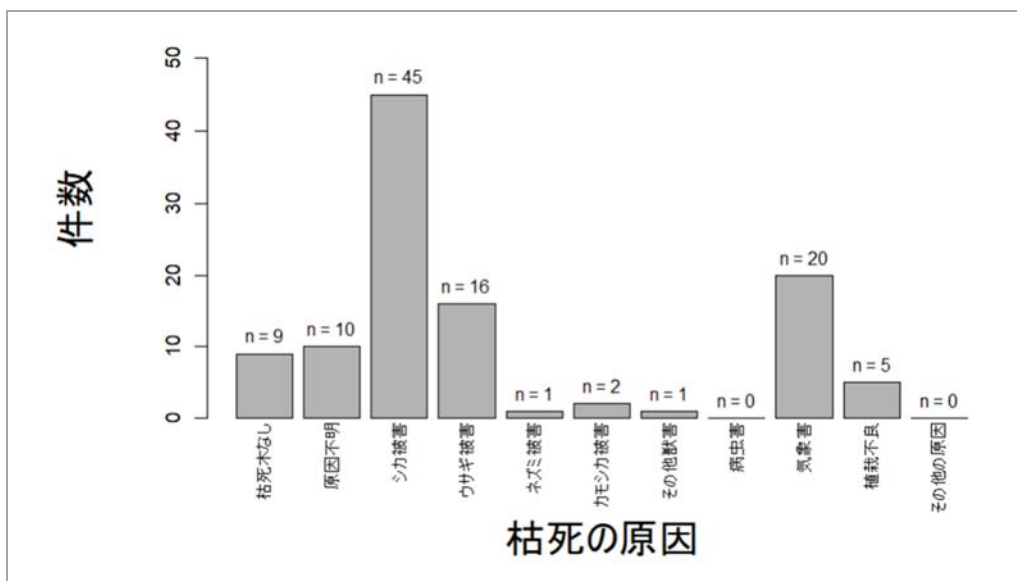


図 2-3-8 枯死の原因に対する回答の分布

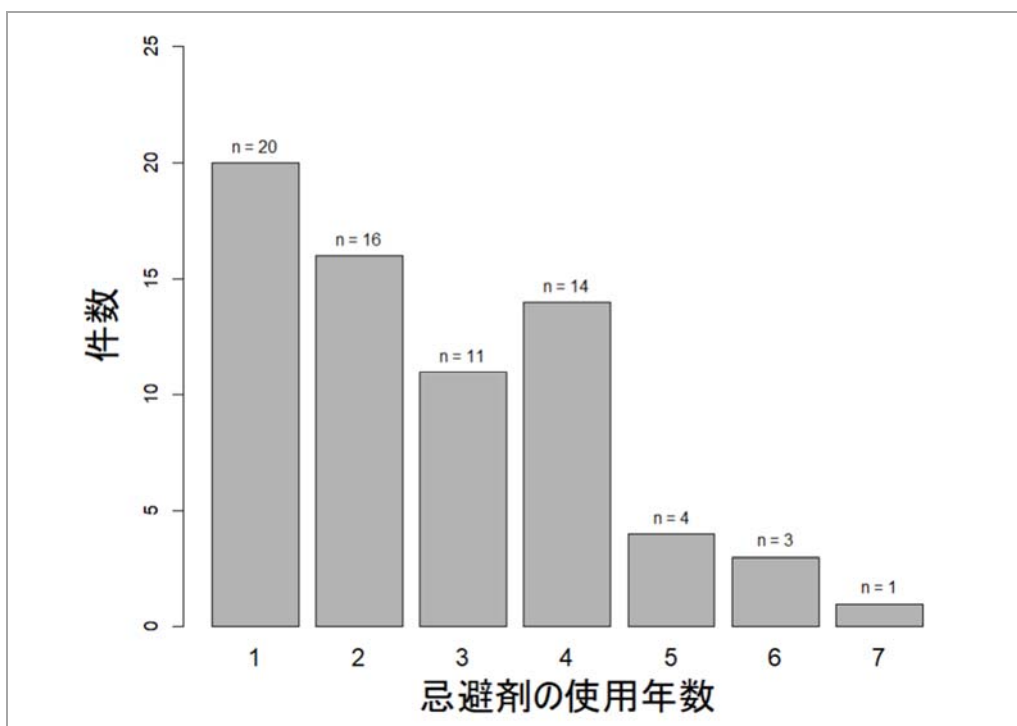


図 2-3-9 忌避剤の使用年数に対する回答の分布

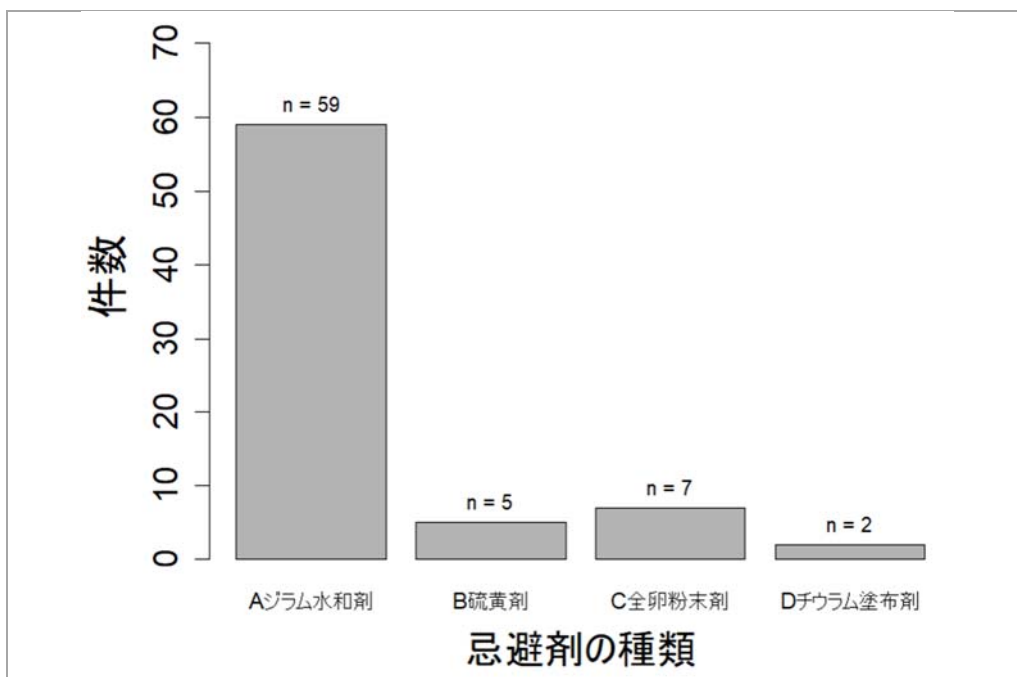


図 2-3-10 使用した忌避剤の種類に対する回答の分布

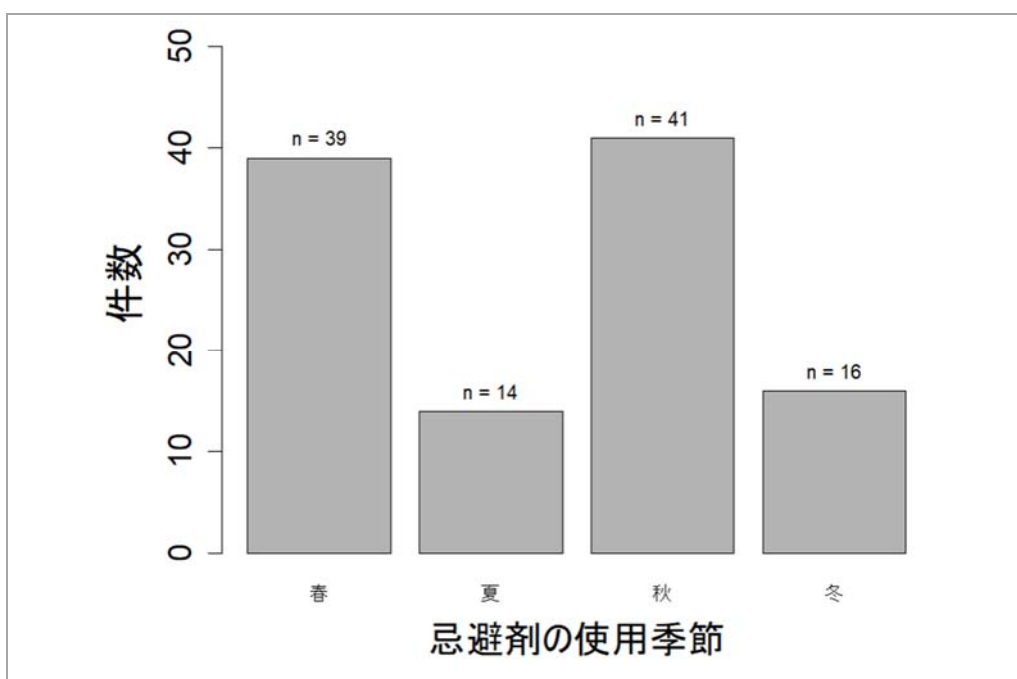


図 2-3-11 忌避剤の使用季節に対する回答の分布

※ 3～5月を春、6～8月を夏、9～11月を秋、12～2月を冬として集計

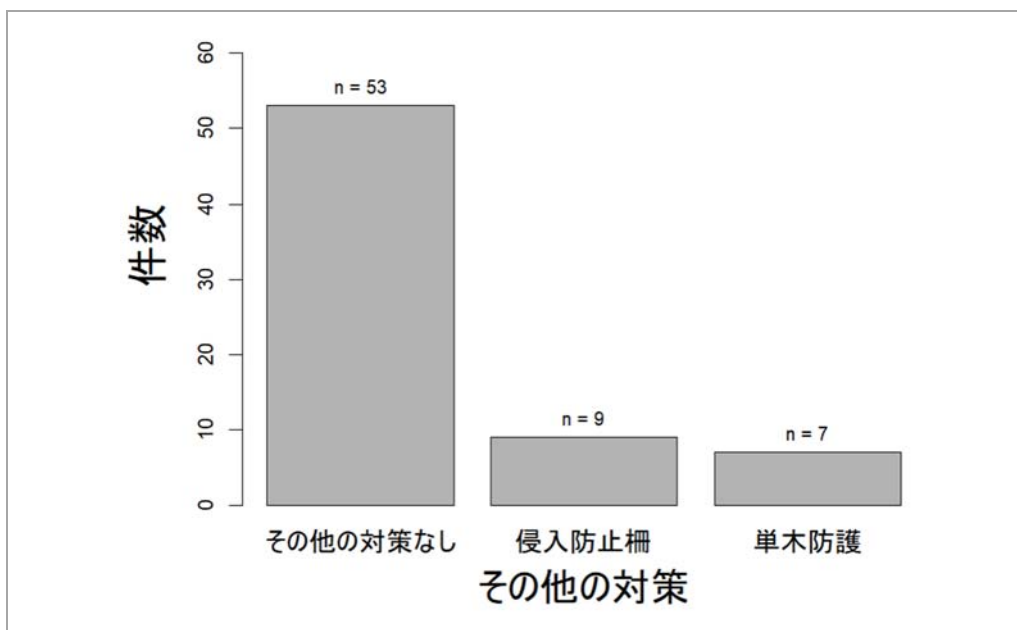


図 2-3-12 忌避剤以外の対策に対する回答の分布

### 3. CPUE（捕獲効率を示す指標）及びSPUE（生息密度を示す指標）のデータの収集並びに取り纏め

#### 3-1 目的

狩猟者による狩猟期間中の記録を集計整理し算出した、シカ及びイノシシに関するCPUE及びSPUEのデータを収集し、GeoPackage形式データとしてとりまとめ、予測モデル式の改善検証に活用する。

#### 3-2 実施方法

##### (1) 収集データ

各都道府県へ、シカ及びイノシシに関する以下のデータの提供を依頼した。

■ 令和元年度、5年度、6年度における以下のデータ

- ・ CPUE及びSPUEデータ（データ算出済みの都道府県）
- ・ CPUE及びSPUEデータの元となる、出猟カレンダー等のデータ（データ未算出の場合）

■ 平成28年度以降のCPUE及びSPUEデータ算出状況

※モデルの運用にあたっては、植栽実施前のデータを取得し使用することとなることから、これまでにアンケートを実施した年の前年のデータを収集した。

##### (2) データのとりまとめ方法

収集した各年度のデータについて、以下の方法にてとりまとめを行った。

###### ① データ算出済みの都道府県について

地域ごとの野生動物の生息状況をモデルに反映できるよう、メッシュごとにデータが算出済みだった都道府県について、銃猟・わな猟別に、CPUE及びSPUEデータをとりまとめた。

なお、全国でデータ条件を統一するため、CPUE及びSPUEデータの算出式については、表3-2-1に示す算出方法を採用した。そのため、出猟者数やわな設置日数等のデータを用いていないことが確認されたデータについては、CPUE及びSPUEの算出が不可として整理した。

###### ② データ未算出の都道府県について

メッシュ単位で算出が可能な都道府県のデータについて、表3-2-1の算出方法を使用して、銃猟・わな猟別に、CPUE及びSPUEデータを算出した。

なお、①と同様、出猟者数やワナ設置日数・基数のデータが収集されていない場合は、算出不可として整理した。

表 3-2-1 CPUE、SPUEの算出方法

種類	算出式
CPUE (銃猟)	CPUE = 捕獲数 ÷ (出猟者数 × 日数)
CPUE (わな猟)	CPUE = 捕獲数 ÷ (わな設置日 × 基数)
SPUE (銃猟)	SPUE = 目撃数 ÷ (出猟者数 × 日数)
SPUE (わな猟)	SPUE = 目撃数 ÷ (出猟者数 × 日数)

### 3-3 データの収集結果

シカ及びイノシシのCPUE、SPUEデータを収集した結果、対象年度のいずれかにおいて、メッシュごとに算出済み、または算出可能であった件数は以下のとおりである。

#### 【シカ】

- メッシュごとに算出済み or 算出可能 21件 / 47都道府県
- 算出不可 26件 / 47都道府県

#### 【イノシシ】

- メッシュごとに算出済み or 算出可能 22件 / 47都道府県
- 算出不可 25件 / 47都道府県

#### ※ 算出不可とした主な理由

- ・ 出猟カレンダー等の記録を収集していない
- ・ R 5年度、R 6年度のデータはR 7年度に算出中
- ・ 出猟者数や、わなの設置日数・基数が不明
- ・ メッシュごとのデータが提供不可

### 3-4 CPUE・SPUEデータの課題

- ・ 県によって算出済み・未算出のばらつきがあり、さらに算出済みの県の中にも、出猟者数やワナ設置日数などのデータを用いずに算出されている場合もあり、全国一律の条件で算出されていなかった。
- ・ 出猟カレンダーなどの情報を収集していない県もあり、算出自体が困難な場合もあった。
- ・ モデル式を作成し、実際に運用していくうえでは、説明変数として用いるデータについて、「一定間隔で更新されるデータ」であることと、「全国統一の条件で計測等されたデータ」の2点が重要となる。そのため、本事業においては、CPUE・SPUEデータは使用しない方が望ましいと考えられる。
- ・ 本事業では、野生動物の生息密度を表す指標として、野生動物の存在確率データ（※1）及びシカ密度分布図（※2）を検討した。

#### ※1

Morosawa, T., Iijima, H., Kawamoto, T., Kanno, T., Araki, R., and Oka, T. (2026) “Large ungulates will be present in most of Japan by 2050 owing to natural expansion and human population shrinkage.”, *Scientific Reports*, 16, 7550.

<https://doi.org/10.1038/s41598-026-38177-4>

#### ※2 環境省 本州以南のニホンジカ密度分布図（令和4（2022）年度）

#### 4. 既存の事例データへ位置情報付与

令和6年度までに収集された事例について、以下のとおり位置情報を付加した。

##### 4-1 位置情報を付加した事例数

造林地の林小班等が分かる事例について位置情報を付加した。(表 4-1-1のとおり)

なお、過年度までに収集された全事例(824件)について、位置情報が付加可能か確認した。

表 4-1-1 位置情報を付加した事例数

	令和2年度データ	令和6年度データ
事例数	430事例	394事例
既に位置情報が付加されていた事例 (うち、位置情報を修正・削除した事例)	0事例 (0事例)	250事例 (修正24事例 削除3事例)
新たに位置情報を付加した事例	394事例	2事例
位置情報が付加できた事例	394事例	249事例

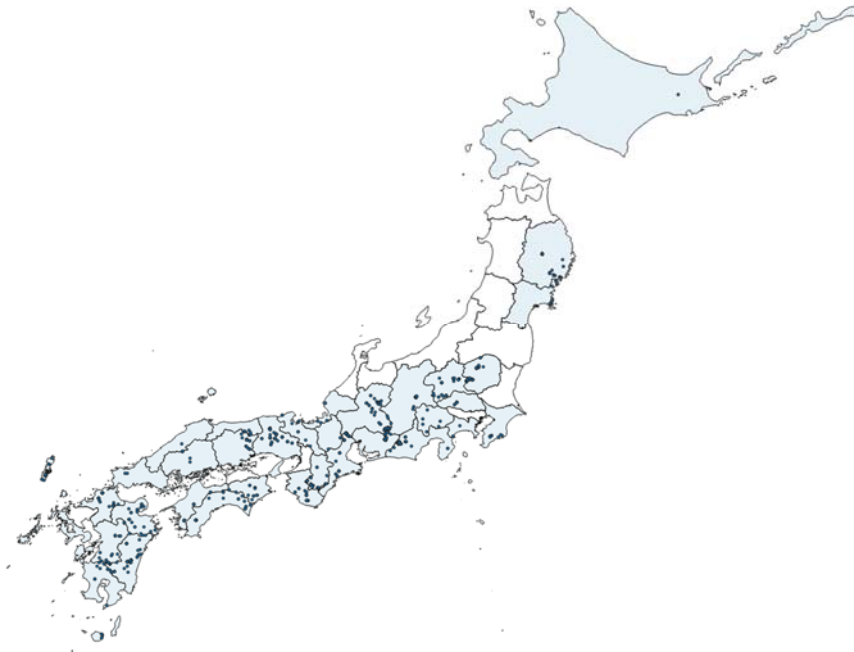


図 4-1-1 位置情報を付加した結果

## 4-2 位置情報の付加方法

### ① R2年度国有林野データ

#### 【手順】

- ・ 事例のある都道府県内の国有林GISデータを取得し、属性テーブルを確認。
- ・ 事例データ (CSVデータ) 内の国有林名および林小班名を国有林GISデータの属性テーブルと同一になるよう整理。
- ・ 国有林名、林小班名等を基準に、GISを使用して、国有林GISデータと事例データを結合。
- ・ 造林地の中心点は、国有林GISデータの林小班のポリゴン内部の代表点 (内部保証点) として、緯度経度を付加した。

### ② R2年度民有林データ (森林整備センター、森林組合、都道府県、市町村のデータ)

#### 【手順】

- ・ 施業番号が記載されている造林地のうち、施業図が添付されていた事例について、図面や航空写真などを参考に中心点の緯度経度を付加した。

### ③ R6年度データ

#### 【手順】

- ・ 事例データを確認し、以下に記載の緯度経度を修正した。
  - 60進法の表記となっている事例は、10進法表記に修正
  - 平面直角座標系 (X, Y座標) の座標値を、緯度経度に修正
  - 小数点の位置が誤っている事例を正しく修正
  - 緯度と経度が逆に記載されている事例を正しく修正
- ・ 事例データ (CSVデータ) をGIS上に表示し、市街地や海上に表示された事例については、以下の通り修正した。
  - 国有林の場合は、国有林GISデータを確認し位置情報を修正
  - 民有林の場合は、記載された林小班名を参考に、都道府県のHPに公開されている森林計画図を確認し、位置情報を修正
- ・ 以下のデータは位置情報を削除した。
  - 明らかに位置情報とは異なる数値が記入されており、林小班名の記載がない事例は、位置情報を削除
  - 位置情報が誤って記載されており、林小班名にも多数の造林地が記載されている事例は、正しい中心点が不明のため位置情報を削除

## 5. 造林木の被害予測モデルの作成

### 5-1 目的

既存の防護柵設置造林地と今年度収集した忌避剤使用造林地データそれぞれについて、現地調査が不要な要素のみで構成した被害予測モデルを作成し、防除効果について鳥獣害対策別（侵入防止柵及び忌避剤）に比較する。

### 5-2 実施方法

#### (1) 作成するモデル式

- 侵入防止柵を使用した造林地において、造林木の被害率を予測するモデル式
- 忌避剤を使用した造林地において、造林木の被害率を予測するモデル式

#### (2) 検討したモデル式の種類

- 多項ロジットモデル
  - ・ 3つ以上のカテゴリーデータから1つを選ぶ行動を分析する統計手法。
  - ・ 過年度事業において検討されたモデルである。
- 順序ロジットモデル
  - ・ 順序のある3つ以上のカテゴリーデータを分析する統計手法。
- ベータハードルモデル
  - ・ 0か否かの発生過程と、0でない場合の割合データ（0～1）の大きさを二段階で分析する統計手法。
- 0過剰ベータモデル
  - ・ 0～1の割合データのうち、0が過剰に含まれる場合に、0の発生過程と連続値の過程を分けて扱う統計手法。

### (3) モデル式の検討手順

#### ① 柵設置造林地におけるモデル式について

##### ■ モデル式の種類を検討

(2) に示した各モデルについて、過年度に作成されたモデルを参考に、スギおよびヒノキに区分して当てはめを行い、推定結果およびモデルの適合状況を比較した。

その結果、スギについては、多項ロジットモデルでは推定が安定せず、ベータハードルモデルについても推定精度が十分ではなかった。一方で、順序ロジットモデルではおおむね説明可能なモデルを構築することができた。

ヒノキについては、多項ロジットモデルおよび順序ロジットモデルのいずれにおいても概ね説明可能な結果が得られたが、ベータハードルモデルでは推定精度が十分ではなかった。

以上の結果から、枯死率のような割合データを直接扱うベータモデルよりも、枯死率をカテゴリー化して扱うモデルの方が、比較的安定した推定結果が得られる傾向が確認された。これは、枯死率データがアンケート調査に基づくものであり、調査条件が必ずしも統一されていないことが影響している可能性が考えられる。

なお、0 過剰ベータモデルについては、枯死率データにおける 0 の分布状況を確認し適用可能性を検討した。その結果、0 は特定の条件に偏って発生している傾向は見られず、また過剰に出現している状況でもなかったことから、本分析では当てはめの対象から除外した。

##### ■ 「データの特性」を考慮し順序ロジットモデルを採用

枯死率データは順序を有する区分データであり、特にスギにおいて順序ロジットモデルでのみ推定が安定したことから、本検討では順序ロジットモデルを採用することとした。

##### ■ 樹種の扱いについて

過年度業務では、スギとヒノキでデータの傾向が異なると整理されていたことから、本年度においても当初は樹種別にモデルの検討を行った。

その結果、推定係数の値には一定の差が認められたものの、今年度オープンデータ等から収集した各環境データを用いて柵設置造林地における枯死率との関係を再確認したところ、枯死率の傾向に樹種間で大きな差があるとは言えなかった。

また、樹種を統合して再推定を行った結果、各説明変数の係数の符号に変化はなく、モデルの解釈においても問題はなかった。樹種を統合することでサンプル数を確保でき、推定の安定性向上が期待できることから、本年度はスギとヒノキを統合したモデル式を採用し、樹種は説明変数として検討することとした。

## ② 忌避剤使用造林地におけるモデル式について

### ■ モデル式の種類を検討

柵設置造林地におけるモデル式の検討結果では、枯死率のような割合データを目的変数とするベータハードルモデルや0過剰ベータモデルでの説明が困難であった。このため、忌避剤使用造林地におけるモデル式の検討においては、多項ロジットモデル及び順序ロジットモデルの2種類について当てはめの検討を行った。

### ■ 「データの特性」及び「モデル形式の一貫性」を考慮し順序ロジットモデルを採用

多項ロジットモデル及び順序ロジットモデルについて当てはめを行った結果、いずれのモデルにおいても説明可能な結果となった。一方、柵設置造林地におけるモデル式の検討において、枯死率が順序をもつデータであるという特性を踏まえて順序ロジットモデルを採用することとしたため、忌避剤についても同様に、順序ロジットモデルを採用することとした。

## (4) 順序ロジットモデルの推定方法

- ・ モデルの推定には、Rの「VGAM」パッケージを使用した。
- ・ リンク関数にはlogit関数を用いた累積ロジットモデルを採用した。
- ・ 各しきい値に対する説明変数の効果は共通とする比例オッズ仮定 (parallel = TRUE) を採用した。
- ・ 実数の説明変数については、標準化を行った。
- ・ 各しきい値  $j$  に対して、累積確率  $P(Y \geq j+1)$  のロジットを推定した。(reverse=TRUE)
- ・ 本モデルは、順序カテゴリー変数  $Y$  に対して、次式で表される。

$$(式) \quad \log \frac{P(Y \geq j+1)}{P(Y \leq j)} = \alpha_j + (\beta_1 \times X_1 + \beta_2 \times X_2 + \dots + \beta_i \times X_i)$$

### 【記号の説明】

$P()$	: 確率
$Y$	: 目的変数 (枯死レベルの低・中・高)
$j$	: カテゴリの区切り (低/中の境界=1、中/高の境界=2)
$\alpha_j$	: 切片 (しきい値)
$\beta_i$	: 説明変数の係数
$X_i$	: 説明変数

## (5) 目的変数

本モデルでは、枯死レベル（造林木の枯死率を「低」「中」「高」の3水準に区分したカテゴリデータ）を目的変数とした。枯死レベルは、1年あたりの枯死率について、以下の通り区分した。

- 1%未満の場合を被害レベル「低」
- 1%以上5%未満の場合を被害レベル「中」
- 5%以上の場合を被害レベル「高」

なお、令和6年度モデル式における区分（3%未満を「低」、3%以上10%未満を「中」、10%以上を「高」）ではサンプル数が「低」に偏り、「中」が少ない状況だったため、一部カテゴリの推定が不安定になる可能性があった。そのため、推定の安定性を確保するため、カテゴリごとにサンプル数が偏らないよう、区切り値を上記のとおり調整した。

## (6) 説明変数の検討

説明変数の選択にあたり、現地調査が不要な要素の候補となる説明変数を検討した。（表 5-2-1及び表 5-2-2）

候補となる説明変数の選択にあたっては、「一定間隔で更新されるデータ」であることと、「全国統一の条件で計測等されたデータ」であることを考慮した。

なお、柵設置造林地の検討においては、道路からの距離についても説明変数として検討したが、被害との明確な関係は確認されなかった。当該指標の作成には一定のデータ処理を要することから、運用面も考慮し、忌避剤を使用した造林地のモデルでは検討対象から除外した。

表 5-2-1 説明変数の取り扱い（その1）

要因	種類	柵/忌	検討した説明変数	取得元	検討理由
野生動物指標	イノシシの指標	両	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2025年の存在確率</li> <li>・2050年の存在確率</li> </ul> 地球温暖化シナリオごとに2種類ずつ (5 kmメッシュデータ)	Morosawa et al., 2026	野生動物による柵の破損以外の理由で、造林木の枯死に影響する度合いを検証するため
	シカの指標	両	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2025年の存在確率</li> <li>・2050年の存在確率</li> </ul> 地球温暖化シナリオごとに2種類ずつ (5 kmメッシュデータ)	Morosawa et al., 2026	
		両	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シカ生息密度推定値</li> </ul> (5 kmメッシュ)	環境省	
気象	最深積雪	両	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最深積雪の平年値</li> </ul> (1 kmメッシュデータ)	国土数値情報	積雪による柵の破損以外の理由で、造林木の枯死に影響する度合いを検証するため
	降水量	両	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平均降水量の平年値</li> </ul> (1 kmメッシュデータ)	国土数値情報	造林木に対する大雨や強風の影響を検証するため
	風速	両	<ul style="list-style-type: none"> <li>・林内の強風分布</li> </ul> (約5 kmメッシュデータ)	森林保険センター 及び 森林総合研究所の共同研究	
立地環境	造林地の斜度	両	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平均/最大傾斜</li> </ul> (250mメッシュデータ)	国土数値情報	傾斜による柵の破損以外の理由で、造林木の枯死に影響する度合いを検証するため

表 5-2-2 説明変数の取り扱い（その2）

要因	種類	柵/忌	検討した説明変数	取得元	検討理由
	森林面積	両	・周囲の森林面積 (1 kmメッシュデータ)	国土数値情報	シカ生息指標以外で、シカの採食行動などに影響すると考えられるため
	道路からの距離	柵	・道路からの距離 (林道除く)	国土数値情報 (道路データより算出)	シカの生息指標以外で、シカの行動や造林地への接近しやすさなどに影響すると考えられるため
植栽木 情報	樹種	両	・樹種 (スギ/ヒノキ)	アンケート調査	樹種や苗高が、枯死率に影響すると考えられるため
	苗高	両	・植栽時の苗高	アンケート調査	
対策	柵の破損数	柵	・年間の柵破損数 (柵100mあたり)	アンケート調査	柵の破損数が枯死率に影響すると考えられるため
	忌避剤の使用年数	忌	・忌避剤の使用年数	アンケート調査	忌避剤使用年数が枯死率に影響すると考えられるため

※ 「柵/忌」の列について、「両」は柵設置、忌避剤使用の両モデルにおいて検討。

「柵」は柵設置造林地のモデルにおいて検討。

「忌」は忌避剤使用造林地のモデルにおいて検討。

### 5-3 収集した各データの確認

#### (1) 各データの分布

モデル式を当てはめるため、事前に各データの分布を確認した。

##### ① 1年あたりの枯死率の分布

- ・ 1年あたりの枯死率は、0が多く、0～1の間でばらつきも大きい分布である。

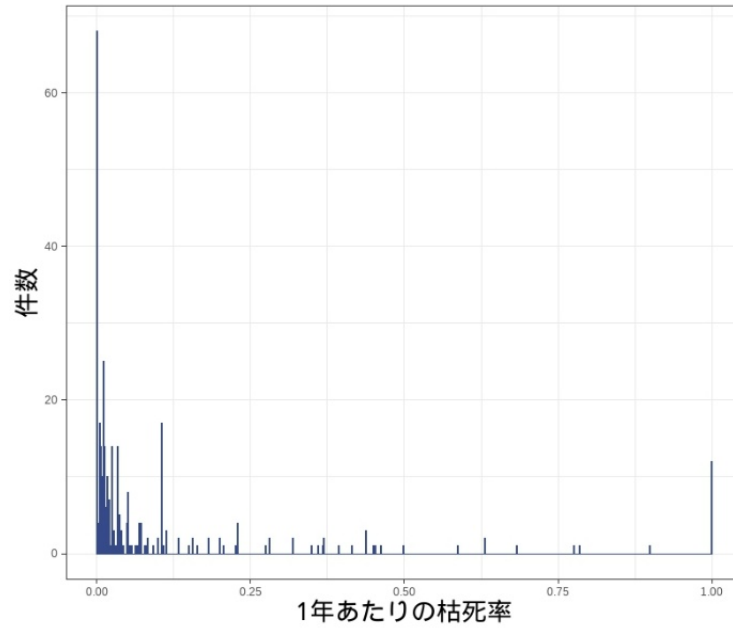


図 5-3-1 1年あたりの枯死率の分布

## ② シカ生息密度と対策方法との関係

### 【柵を設置した造林地】

- ・ シカ生息密度の高い地域に多い傾向にある。

### 【忌避剤を使用した造林地】

- ・ 生息密度が高い地域に少ない傾向にある。

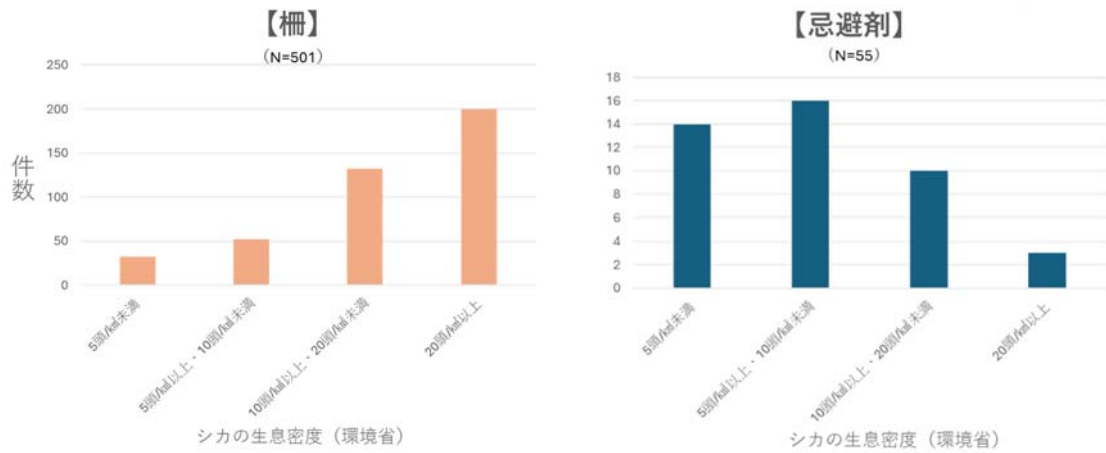


図 5-3-2 シカ生息密度と対策方法との関係

## ③ 各対策と枯死率との関係

- ・ 平均や中央値を比較した場合、忌避剤の方が枯死率が高い傾向にある。
- ※ サンプル数が大きく異なるため、単純な比較は難しい。

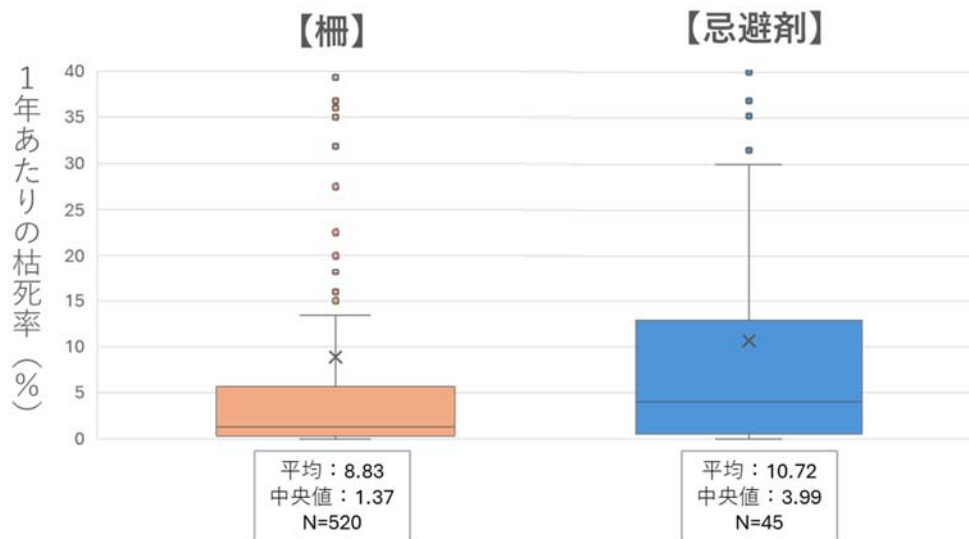


図 5-3-3 各対策と枯死率との関係

④ シカ生息密度と枯死率の関係

【柵を設置した造林地 及び 忌避剤を使用した造林地】

- ・ いずれの対策でも、シカ生息密度が高い地域では、枯死率が高くなる傾向にある。

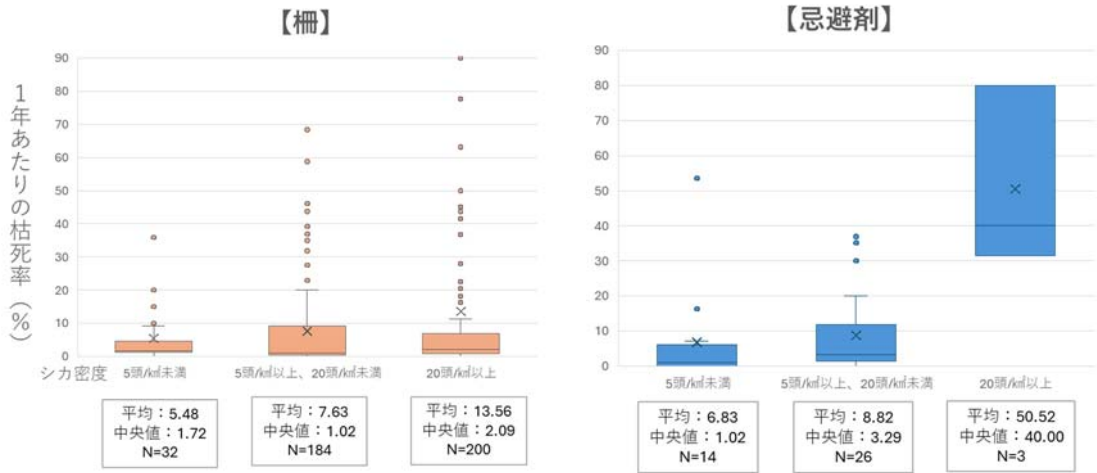


図 5-3-4 シカ生息密度と枯死率の関係

⑤ 最深積雪と枯死率との関係

【柵を設置した造林地】

- ・ 積雪のない地域で枯死率が高い事例が多く見られ、積雪量が増加するにつれて枯死率が低下する傾向が確認された。

【忌避剤を使用した造林地】

- ・ 中程度の積雪がある地域で枯死率が高い傾向であった。

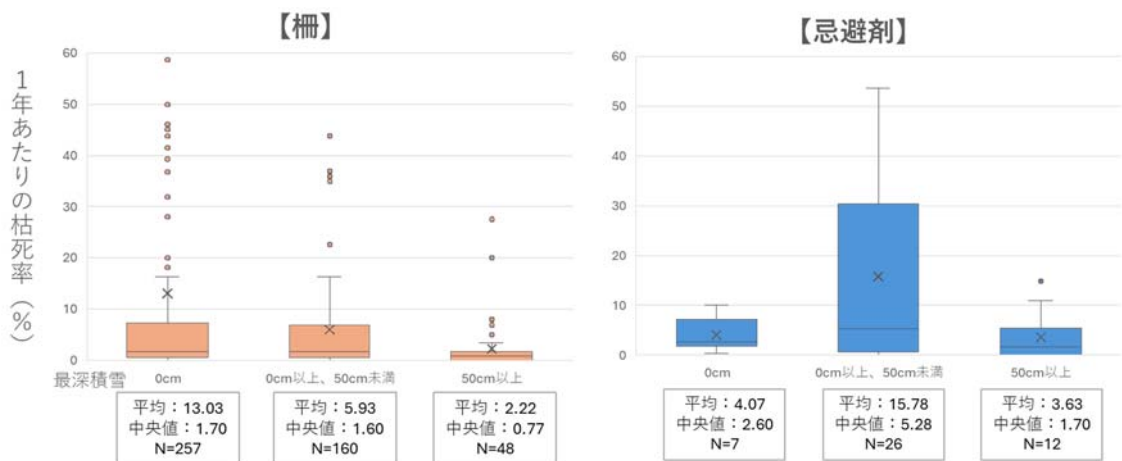


図 5-3-5 最深積雪と枯死率の関係

## ⑥ 平均傾斜と枯死率との関係

### 【柵を設置した造林地】

- ・ 平均値を比較すると、平均傾斜が急な箇所ほど、枯死率が低くなる傾向にある。
- ・ 中央値を比較すると、平均傾斜が急な箇所ほど枯死率が高くなる傾向にある。

### 【忌避剤を使用した造林地】

- ・ 平均傾斜が急な箇所ほど枯死率が低くなる傾向にある。

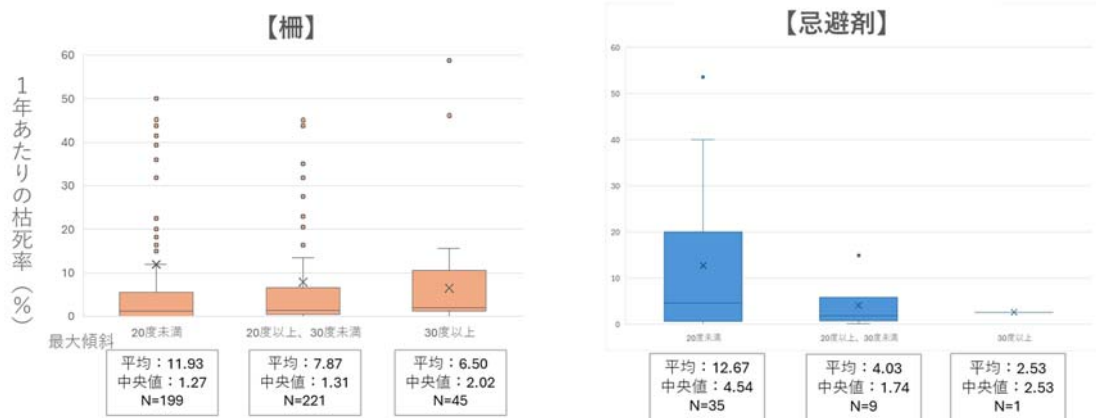


図 5-3-6 平均傾斜と枯死率の関係

## ⑦ 最大傾斜と枯死率との関係

### 【柵を設置した造林地】

- ・ 最大傾斜が急な箇所ほど、枯死率が高くなる傾向にある。
- ・ 特に、最大傾斜が30度以上の箇所で、枯死率が極端に高い造林地が多く見られた。

### 【忌避剤を使用した造林地】

- ・ 傾斜が急な箇所ほど枯死率が低くなる傾向にある。

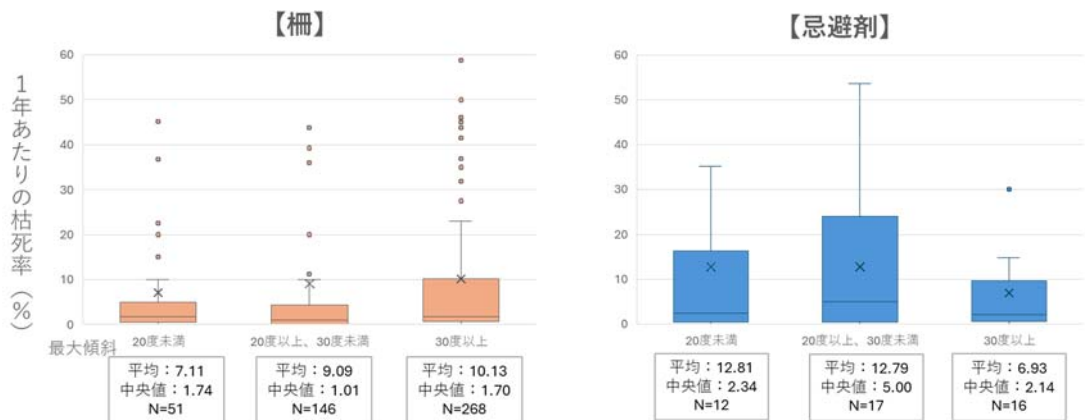


図 5-3-7 最大傾斜と枯死率の関係

### ⑧ 樹種と枯死率との関係

【柵を設置した造林地 及び 忌避剤を使用した造林地】

- ・ いずれの対策でも、ヒノキに比べて、スギの方が枯死率が低い傾向にある。

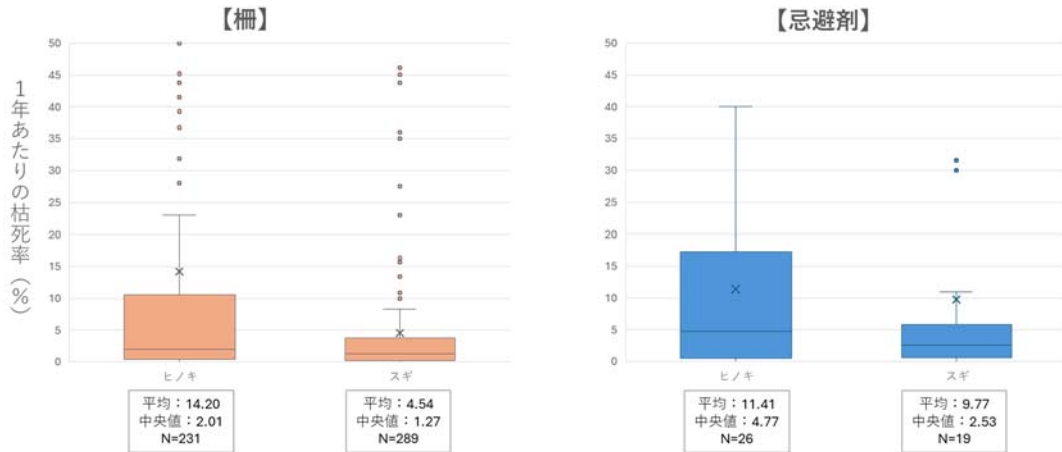


図 5-3-8 樹種と枯死率の関係

### ⑨ 苗高と枯死率との関係

【柵を設置した造林地 及び 忌避剤を使用した造林地】

- ・ いずれの対策でも、植栽時の苗高が高い方が、枯死率が低い傾向にある。
- ・ 特に、苗高が高い場合、忌避剤のみでも枯死率が低い傾向にある。

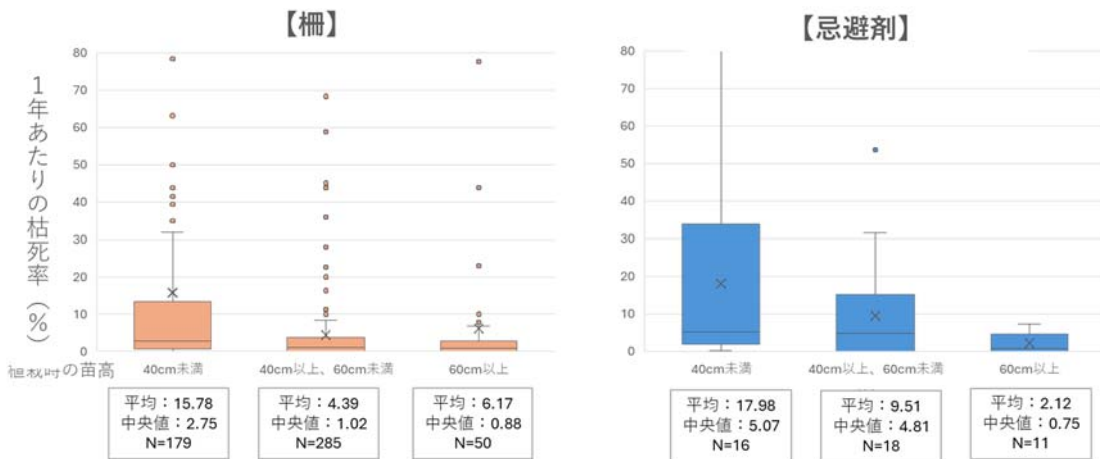


図 5-3-9 苗高と枯死率の関係

⑩ 柵の破損数と枯死率との関係

- ・ 1年あたりに発見する柵の破損数が多い箇所では、枯死率が高い傾向にあった。

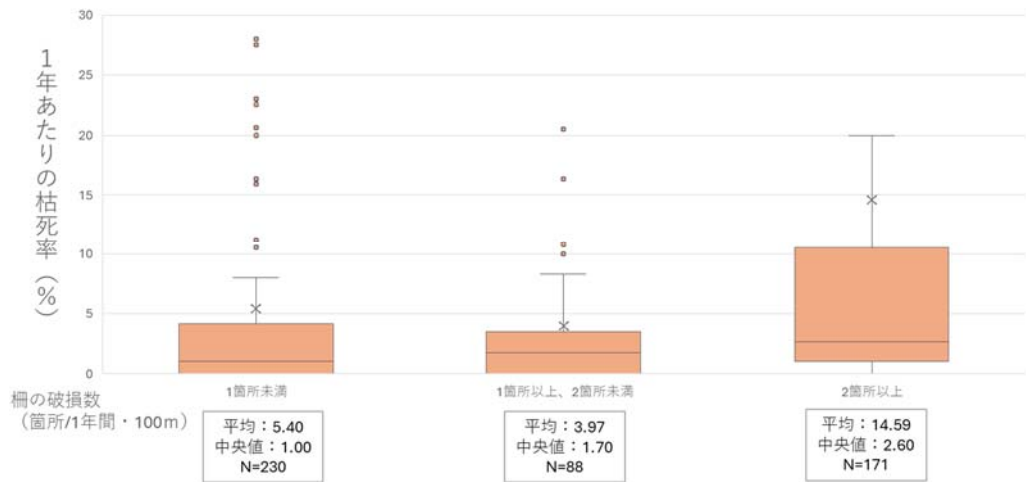


図 5-3-10 柵の破損数と枯死率の関係

⑪ 忌避剤の使用年数と枯死率の関係

- ・ 平均値では、使用年数が2～3年で、枯死率が高い傾向であった。
- ・ 中央値では、使用年数が多い方が、枯死率は低い傾向であった。

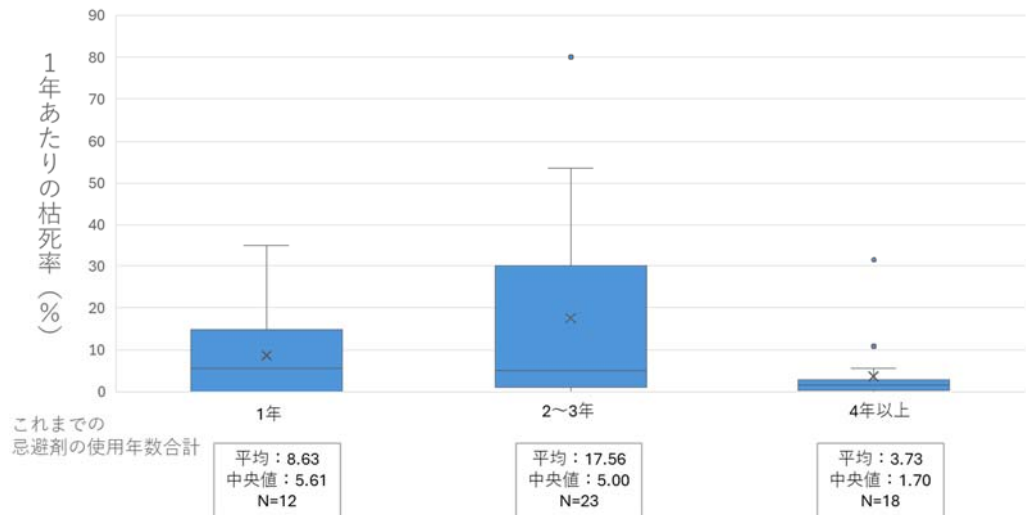


図 5-3-11 忌避剤の使用年数合計と枯死率の関係

## (2) 多重共線性の確認

### ① 柵設置造林地におけるモデル式の多重共線性

相関係数及び分散拡大係数（VIF）を用い、各説明変数の多重共線性の確認を行った。

相関係数では、最大でも傾斜と森林面積の0.33であり、一般に多重共線性が懸念されるとされる水準（ $|r| \geq 0.7$ ）には達していなかった。（表 5-3-1）

また、分散拡大係数（VIF）では、すべての変数で1.5未満であり、一般的な基準（VIF < 5）を十分に下回っていた。

相関係数及び分散拡大係数の結果より、多重共線性の影響は小さいと判断される。（表 5-3-2）

### ② 忌避剤使用造林地におけるモデル式の多重共線性

相関係数及び分散拡大係数（VIF）を用い、各説明変数の多重共線性の確認を行った。

相関係数では、最大でも積雪と降水量の0.52であり、一般に多重共線性が懸念されるとされる水準（ $|r| \geq 0.7$ ）には達していなかった。（表 5-3-3）

分散拡大係数（VIF）では、すべての変数で2未満であり、一般的な基準（VIF < 5）を十分に下回っていた。

相関係数及び分散拡大係数の結果より、多重共線性の影響は小さいと判断される。（表 5-3-4）

表 5-3-1 相関係数（柵設置造林地における被害予測モデルに使用したデータ）

	シカ 存在確率	イノシシ 存在確率	最深 積雪	降水量	風速	平均傾斜	森林面積	道路からの 距離	樹種	苗高	柵の破損数
シカ 存在確率	1.00	0.12	0.06	0.10	-0.26	0.02	0.12	0.09	0.09	-0.04	0.02
イノシシ 存在確率	0.12	1.00	-0.15	0.17	0.05	0.22	0.07	0.06	-0.10	0.05	0.12
最深積雪	0.06	-0.15	1.00	-0.29	0.27	-0.08	0.01	0.02	-0.05	0.01	0.04
降水量	0.10	0.17	-0.29	1.00	-0.32	0.25	0.20	0.10	-0.13	0.03	-0.16
風速	-0.26	0.05	0.27	-0.32	1.00	0.04	-0.20	0.02	-0.05	-0.07	0.05
平均傾斜	0.02	0.22	-0.08	0.25	0.04	1.00	0.33	0.32	-0.21	0.04	0.17
森林面積	0.12	0.07	0.01	0.20	-0.20	0.33	1.00	0.08	-0.02	0.00	0.11
道路からの距離	0.09	0.06	0.02	0.10	0.02	0.32	0.08	1.00	-0.08	0.07	0.05
樹種	0.09	-0.10	-0.05	-0.13	-0.05	-0.21	-0.02	-0.08	1.00	-0.03	0.02
苗高	-0.04	0.05	0.01	0.03	-0.07	0.04	0.00	0.07	-0.03	1.00	0.11
柵の破損数	0.02	0.12	0.04	-0.16	0.05	0.17	0.11	0.05	0.02	0.11	1.00

表 5-3-2 分散拡大係数（柵設置造林地における被害予測モデルに使用したデータ）

シカの 存在確率	イノシシ 存在確率	最深 積雪	降水量	風速	平均傾斜	森林面積	道路から の距離	樹種	苗高	柵の破損数
1.16	1.15	1.22	1.38	1.38	1.45	1.22	1.13	1.08	1.03	1.12

表 5-3-3 相関係数（忌避剤使用造林地における被害予測モデルに使用したデータ）

	シカ 生息密度	イノシシ 存在確率	最深 積雪	降水量	風速	平均傾斜	森林面積	樹種	苗高	忌避剤の使用年数
シカ 存在確率	1.00	0.31	-0.05	0.15	0.09	0.07	0.15	-0.10	-0.09	-0.22
イノシシ 存在確率	0.31	1.00	0.17	0.17	0.12	-0.11	0.04	-0.06	0.02	0.12
最深積雪	-0.05	0.17	1.00	0.52	0.30	0.11	0.12	-0.23	-0.12	0.05
降水量	0.15	0.17	0.52	1.00	0.03	0.29	0.22	-0.21	-0.20	-0.14
風速	0.09	0.12	0.30	0.03	1.00	0.05	0.01	-0.03	-0.07	0.18
平均傾斜	0.07	-0.11	0.11	0.29	0.05	1.00	0.44	-0.14	-0.04	0.08
森林面積	0.15	0.04	0.12	0.22	0.01	0.44	1.00	0.02	-0.04	-0.02
樹種	-0.10	-0.06	-0.23	-0.21	-0.03	-0.14	0.02	1.00	0.17	-0.11
苗高	-0.09	0.02	-0.12	-0.20	-0.07	-0.04	-0.04	0.17	1.00	0.25
忌避剤の使用 年数	-0.22	0.12	0.05	-0.14	0.18	0.08	-0.02	-0.11	0.25	1.00

表 5-3-4 分散拡大係数（忌避剤使用造林地における被害予測モデルに使用したデータ）

シカの 生息密度	イノシシ 存在確率	最深 積雪	降水量	風速	平均傾斜	森林面積	樹種	苗高	忌避剤の使用年数
1.33	1.27	1.69	1.71	1.23	1.42	1.3	1.18	1.15	1.32

## 5-4 柵設置造林地における被害予測モデル式の検討結果

### (1) 各説明変数の選択 (AIC比較結果)

はじめに、候補となる11種類の変数のうち、野生動物に関する変数を除いた9種類の説明変数を対象としてすべての説明変数を入れたモデルを構築した。(式 1) 次に、このフルモデルから説明変数を一つずつ除外したモデルを順次作成し、各モデルの赤池情報量規準 (AIC) を比較した。(表 5-4-1)

AICが改善 (低下) する場合当該変数の除外を採用し、改善しない場合には変数を維持したモデルを作成した。(式 2) 改善モデルでも、説明変数を一つずつ除外したモデルを順次作成したが、それ以上のAICの改善は認められなかったため、改善モデルを基本モデルとした。(表 5-4-2)

なお、降水量についてはAICの差が小さく ( $\Delta$ AICが2未満)、モデル適合度に大きな差は認められなかったため、解釈の簡便さを考慮して除外した。

最後に、得られた基本モデルに対して野生動物に関する変数を追加したモデルを構築し、AIC等の指標を用いてモデル適合度の変化を比較した。(表 5-4-3) その結果、野生動物の指標を追加しても、モデル適合度の明確な改善は確認されなかった。

傾斜データについては、「平均傾斜」「最大傾斜」の双方で上記手順を検討した。その結果、両者は同様の傾向を示したが、一貫して「平均傾斜」を含むモデルの方がAICが低かったため、本報告書では「平均傾斜」を用いた結果のみ示した。

なお、本モデルでは、造林木被害の発生過程として、野生動物による柵の破損を経て侵入が生じることを想定している。「年間の柵破損数」を既に説明変数として組み込んでいるため、野生動物の指標を採用しなくても、野生動物の影響は柵破損数により一定程度説明ができていていると考えられる。

**式 1**  
 枯死レベル ～  
 最深積雪 + 降水量 + 風速 + 平均傾斜 + 森林面積 + 道路からの距離  
 + 樹種 + 苗高 + 柵の破損数

表 5-4-1 式 1から1変数ずつ除外した場合のAIC

除外した変数	AIC
式 1	763.83
最深積雪	<u>767.95</u>
降水量	765.15
風速	763.27
平均傾斜	<u>771.24</u>
森林面積	<u>766.94</u>
道路からの距離	761.88
樹種	761.84
苗高	<u>779.41</u>
柵の破損数	<u>778.37</u>

※ 採用した変数のAICに下線を記載。

**式 2**  
 枯死レベル ～  
 最深積雪 + 平均傾斜 + 森林面積 + 苗高 + 柵の破損数

表 5-4-2 式 2から1変数ずつ除外した場合のAIC

除外した変数	AIC
式 2	759.70
最深積雪	763.65
平均傾斜	765.47
森林面積	763.51
苗高	776.61
柵の破損数	777.85

表 5-4-3 野生動物指標を追加した場合のAIC

追加した変数	AIC
基本モデル	759.70
2025年イノシシ存在確率 RCP2.6シナリオ	758.93
2050年イノシシ存在確率 RCP2.6シナリオ	760.29
2025年イノシシ存在確率 RCP8.5シナリオ	760.93
2050年イノシシ存在確率 RCP8.5シナリオ	760.63
2025年シカ存在確率 RCP2.6シナリオ	760.52
2025年シカ存在確率 RCP8.5シナリオ	760.49
2050年シカ存在確率 RCP2.6シナリオ	760.52
2050年シカ存在確率 RCP8.5シナリオ	760.68
シカの生息密度 (過去1年分)	760.89
シカの生息密度 (過去3年平均)	761.24
シカの生息密度 (過去4年平均)	761.68

## (2) 係数推定の結果

式 2に記載の説明変数の組み合わせを最良モデルとして採用し、その係数結果を表 5-4-4に示す。係数の推定結果が正の場合は、説明変数の値が大きいほど枯死レベルが高いことを示しており、負の場合は、説明変数の値が大きいほど枯死レベルが低くなることを示している。

積雪が多いほど、また、周囲の森林面積が狭いほど、枯死率は低くなる傾向であった。一方、傾斜が急なほど枯死率は高くなる傾向であった。

植栽時の苗高が高いほど、枯死率は低くなる傾向であった。また、柵の破損数が多いほど、枯死率は高くなる傾向であった。

表 5-4-4 係数の推定結果

	係数推定結果
切片 1	0.7015 ***
切片 2	-1.0161 ***
最深積雪	-0.2388 *
平均傾斜	0.3057 **
森林面積	-0.2528 *
苗高	-0.8409 ***
柵の破損数	0.6201 ***

## (3) 精度の検証

式 2のLeave-One-Out交差検証法の結果を図 5-4-1に示す。

横軸はモデルによって枯死レベル「高」が出現すると予測された確率、縦軸は予測された確率となった枯死レベル「高」が実際に出現していた割合である。描画されている斜めの直線は、縦軸と横軸が同値となる線であり、棒グラフの先端がこの線上に乗っているほど、予測精度が高いことを示す。棒グラフの上に記載されている数字は、その確率が予測された回数を示す。

図 5-4-1では、予測確率70-80%のものを除き、概ね斜めの直線に棒グラフの先端が重なっていることが示された。

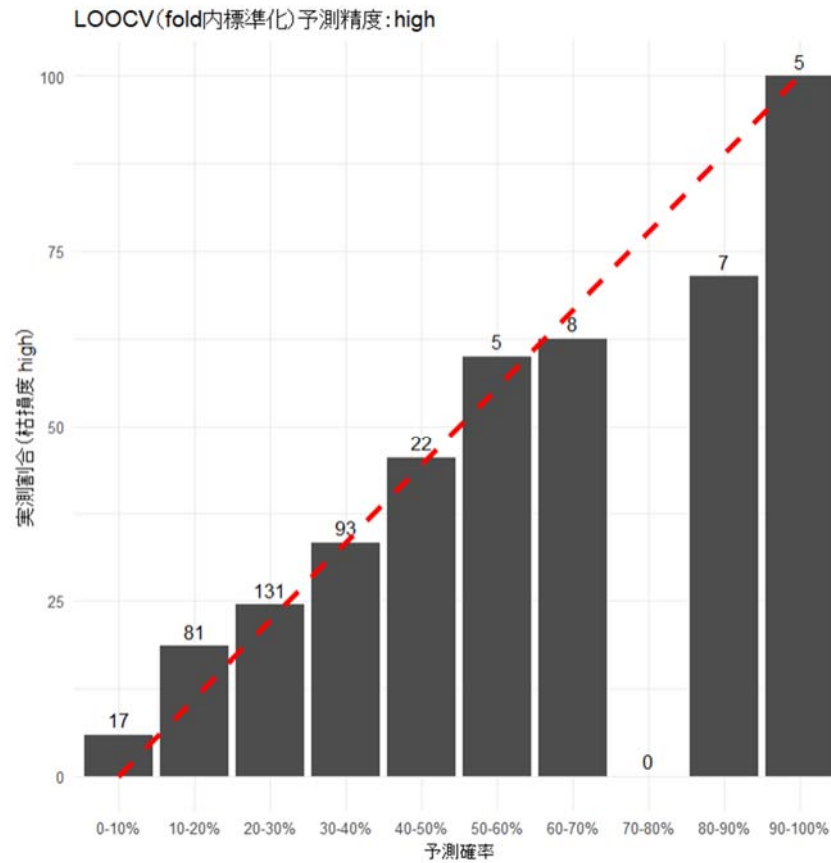


図 5-4-1 Leave-one-out交差検証法の結果  
(柵設置造林地における枯死レベル「高」の場合)

## 5-5 忌避剤使用造林地における被害予測モデル式の検討結果

### (1) 各説明変数の選択 (AIC比較結果)

はじめに、候補となる10種類の変数のうち、野生動物に関する変数を除いた9種類の説明変数を対象としてすべての説明変数を入れたモデルを構築した。(式 3)

次に、このフルモデルから説明変数の一つずつ除外したモデルを順次作成し、各モデルの赤池情報量規準 (AIC) を比較した。(表 5-5-1)

AICが改善(低下)する場合には当該変数の除外し、改善しない場合には変数を維持した。その結果、植栽時の苗高のみ、除外してもAICは改善しなかったため、苗高のみを説明変数とするモデルを基本モデルとした。(式 4)

なお、忌避剤の使用年数についてはAICの差が小さく ( $\Delta$ AICが2未満)、モデル適合度に大きな差は認められなかったため、解釈の簡便さを考慮して除外した。

基本モデル (式 4) に対して野生動物に関する変数を追加したモデルを構築し、AIC等の指標を用いてモデル適合度の変化を比較した。(表 5-5-2) その結果、環境省のシカデータを用いた場合に、最もAICが低下し、モデルの適合度が改善した。(式 5)

**式 3**

枯死レベル ～

最深積雪 + 降水量 + 風速 + 平均傾斜 + 森林面積 +  
樹種 + 苗高 + 忌避剤の使用年数

表 5-5-1 フルモデルから1変数ずつ除外した場合のAIC

除外した変数	AIC
式 3	118.53
最深積雪	116.53
降水量	116.76
風速	116.53
平均傾斜	117.33
森林面積	116.54
樹種	115.10
苗高	<u>120.66</u>
忌避剤の使用年数	119.14

※ 採用した変数のAICに下線を記載。

**式 4**

枯死レベル ～ 苗高

表 5-5-2 野生動物指標を追加した場合のAIC

追加した変数	AIC
式 4	108.76
シカの生息密度（過去1年分）	<b>105.89</b>
シカの生息密度（過去3年平均）	105.64
シカの生息密度（過去4年平均）	106.35
2025年イノシシ存在確率 RCP2.6シナリオ	110.46
2025年イノシシ存在確率 RCP8.5シナリオ	110.22
2050年イノシシ存在確率 RCP2.6シナリオ	110.58
2050年イノシシ存在確率 RCP8.5シナリオ	110.08
2025年シカ存在確率 RCP2.6シナリオ	110.75
2025年シカ存在確率 RCP8.5シナリオ	110.75
2050年シカ存在確率 RCP2.6シナリオ	110.75
2050年シカ存在確率 RCP8.5シナリオ	110.74

※ 環境省のシカ生息密度について、過去1年分、3年分平均、4年分平均を検討したが、AICを比較した結果、大きな違いはなかったことから、過去1年分を採用。

**式 5**

枯死レベル ～ 苗高 + シカ生息密度

## (2) 係数推定の結果

式 5に記載の説明変数の組み合わせを最良モデルとして採用し、その係数結果を表 5-5-3に示す。係数の推定結果が正の場合は、説明変数の値が大きいほど枯死レベルが高いことを示しており、負の場合は、説明変数の値が大きいほど枯死レベルが低くなることを示している。

植栽時の苗高が高いほど、枯死率は低くなる傾向であった。また、シカの生息密度が高いほど、枯死率が高くなる傾向であった。

表 5-5-3 係数の推定結果

	係数推定結果
切片 1	1.0063 **
切片 2	-0.3392
苗高	-1.0688
シカの生息密度	0.8142 .

## (3) 精度の検証

式 5のLeave-One-Out交差検証法の結果を図 5-5-1に示す。

横軸はモデルによって枯死レベル「高」が出現すると予測された確率、縦軸は予測された確率となった枯死レベル「高」が実際に出現していた割合である。描画されている斜めの直線は、縦軸と横軸が同値となる線であり、棒グラフの先端がこの線上に乗っているほど、予測精度が高いことを示す。棒グラフの上に記載されている数字は、その確率が予測された回数を示す。

図 5-5-1では、予測ができていない確率帯もあり、今後も精度の向上について、検討が必要である。忌避剤の事例については、モデル式に使用できたサンプル数が50程度と少なかったため、今後も事例収集の必要がある。

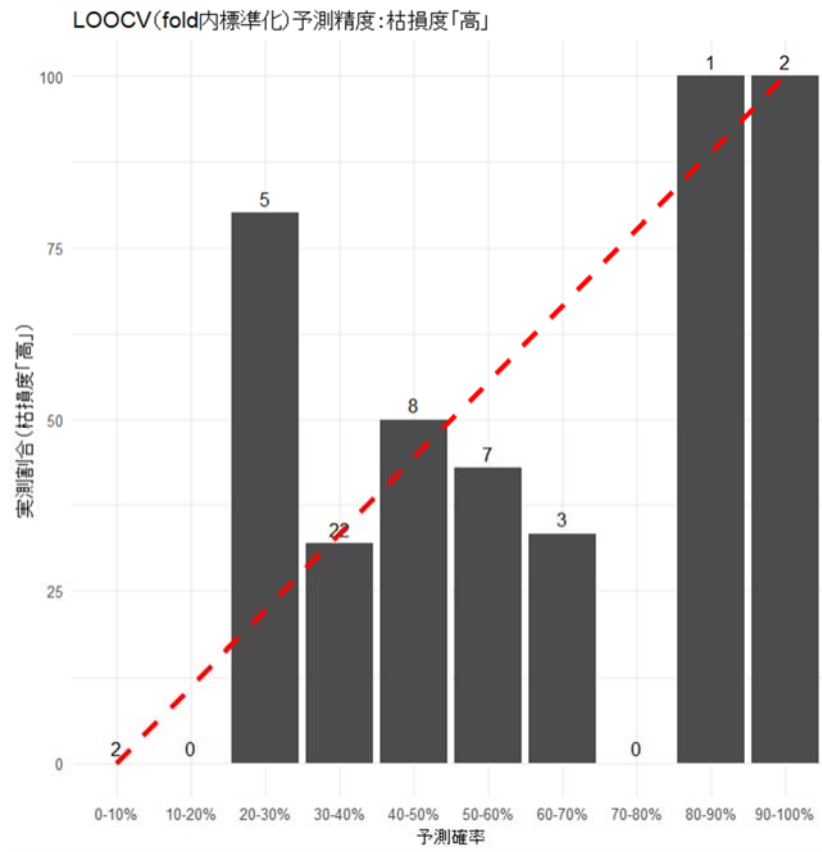


図 5-5-1 Leave-one-out交差検証法の結果  
(忌避剤使用造林地における枯死レベル「高」の場合)

## 6. 柵の破損レベルの予測モデルの改善検証

### 6-1 目的

令和6年度に作成された柵の破損レベルの予測モデルについて、各説明変数を全国一律で収集可能なデータ等に置き換え、予測モデルの精度を検証し、改善する。

### 6-2 実施方法

#### (1) 既存モデル式

本事業において改善するモデル式を式6に示す。

#### 式6

破損レベル ～

$$\begin{aligned} & \text{造林地の平均斜度} + \text{柵設置ルート最大の斜度} + \text{最大積雪量} \\ & + \text{台風の影響} + \text{シカが目撃日数} \times \text{シカが目撃頭数} \end{aligned}$$

- ・ 破損レベルは、「低」「中」「高」の3水準に区分し、1年間に発見する柵100mあたりの破損数が1未満である場合を破損レベル「低」、1以上2未満である場合を破損レベル「中」、2以上である場合を破損レベル「高」としている。
- ・ モデルの作成には、多項分布を仮定した一般化線形モデル(多項ロジットモデル)を適用し、Rの『VGAM』パッケージの『vglm』関数を用いてモデルフィッティングを行っている。

(2) 追加・置き換えする説明変数

既存のモデル式に追加・置き換え予定の要素及び各使用データの詳細については、以下の表 6-2-1及び表 6-2-2のとおりである。

計画では、各CPUE、SPUEデータを追加、置き換え予定であったが、3-4で記載したとおり、全国一律のデータとなっていないため、シカやイノシシの存在確率 (Morosawa et. al., 2026) や、シカ密度推定値 (環境省) を検討した。

表 6-2-1 追加・置き換えする説明変数 及び 検証状況

説明変数の追加・置換	
追加	イノシシ存在確率 (Morosawa et. al., 2026)
	侵入防止柵の点検回数
	侵入防止柵の種類 (ネット / 金網)
置換	地形の傾斜 → DEMより算出した平均 / 最大傾斜 (国土数値情報)
	台風被害情報 → 年合計降水量平年値 (国土数値情報) 林内の最大風速予測 (森林保険センター/森林総合研究所)
	最大積雪量 → 最深積雪平年値 (国土数値情報)
	シカの目撃頻度 → シカ生息密度推定値 (環境省) シカ存在確率 (Morosawa et. al., 2026)

表 6-2-2 追加・置換する説明変数の取り扱い

要因	種類	検討した説明変数	取得元
野生動物指標	イノシシの指標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2025年の存在確率</li> <li>・ 2050年の存在確率</li> </ul> 地球温暖化シナリオごとに2種類ずつ (5 kmメッシュデータ)	Morosawa et. al., 2026
	シカの指標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2025年の存在確率</li> <li>・ 2050年の存在確率</li> </ul> 地球温暖化シナリオごとに2種類ずつ (5 kmメッシュデータ)	Morosawa et. al, 2026
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ シカ生息密度</li> </ul> (5 kmメッシュデータ)	環境省
対策	柵の点検回数	点検回数	アンケート調査
	柵の種類	柵の種類 (ネット/金網)	アンケート調査
立地環境	造林地の斜度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平均/最大傾斜</li> </ul> (250mメッシュデータ)	国土数値情報
気象	降水量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 年合計降水量の平年値</li> </ul> (1 kmメッシュデータ)	国土数値情報
	風速	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 林内の強風予測</li> </ul> (約5 kmメッシュデータ)	森林保険センター 及び 森林総合研究所の 共同研究
	最深積雪	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 最深積雪の平年値</li> </ul> (1 kmメッシュデータ)	国土数値情報

### (3) 検討したモデル式の種類

#### ■ 多項ロジットモデル

- ・ 3つ以上のカテゴリーデータから1つを選ぶ行動を分析する統計手法。
- ・ 過年度事業において検討されたモデルである。

#### ■ 順序ロジットモデル

- ・ 順序のある3つ以上のカテゴリーデータを分析する統計手法。

#### ■ 負の二項回帰モデル

- ・ 分散が平均より大きいカウントデータ（0以上の整数）を分析する統計手法。  
※ 今回予測する、柵の破損数のデータは、0が多くばらつきも大きいカウントデータである。

#### ■ 0過剰負の二項回帰モデル

- ・ ゼロが異常に多い過分散カウントデータを分析する統計手法

### (4) モデル式の検討手順

#### ■ モデル式の種類を検討

(3)に記載した各モデルについて当てはめを行い、推定結果および適合状況を比較した。

その結果、スギでは①多項ロジットモデル、②順序ロジットモデル、③負の二項分布モデルでは、概ね説明可能なモデル式を構築できた。

④0過剰負の二項回帰モデルについては、枯死率における0の分布状況を確認し適用可能性を検討した。その結果、0は特定条件に偏って発生している傾向は確認されず、過剰に出現している状況でもなかったことから、当てはめ対象とはしなかった。

- 「データの特性」及び「モデル形式の一貫性」を考慮し、順序ロジットモデルを採用  
いずれのモデル式でもおおよそ同様の傾向が確認された。柵の破損データは順序を持つデータであることに加え、造林木の被害予測モデルにおいて順序ロジットモデルを採用していることから、モデル形式の一貫性を考慮し、柵の破損モデルについても順序ロジットモデルを採用した。

## (5) 順序ロジットモデルの推定方法

以下に示したとおり、造林地の被害予測モデル式と同様の方法にて推定を行った。

- ・ モデルの推定には、Rの「VGAM」パッケージを使用した。
- ・ リンク関数にはlogit関数を用いた累積ロジットモデルを採用した。
- ・ 各しきい値に対する説明変数の効果は共通とする比例オッズ仮定 (parallel = TRUE) を置いた。
- ・ 実数の説明変数については、標準化を行った。
- ・ 各しきい値  $j$  に対して、累積確率  $P(Y \geq j+1)$  のロジットを推定した。(reverse=TRUE)
- ・ 本モデルは、順序カテゴリー変数  $Y$  に対して、次式で表される。

$$(式) \quad \log \frac{P(Y \geq j+1)}{P(Y \leq j)} = \alpha_j + (\beta_1 \times X_1 + \beta_2 \times X_2 + \dots + \beta_i \times X_i)$$

### 【記号の説明】

P ( )	: 確率
Y	: 目的変数 (柵破損レベルの低・中・高)
j	: カテゴリの区切り (低/中の境界= 1、中/高の境界= 2)
$\alpha_j$	: 切片 (しきい値)
$\beta_i$	: 説明変数の係数
$X_i$	: 説明変数

## (6) 目的変数

本モデルでは、破損レベル (1年間に発見する柵100mあたりの破損数を「低」「中」「高」の3水準に区分したカテゴリーデータ) を目的変数とした。

破損レベルは、1年間に発見する柵100mあたりの破損数に応じて、以下の区分とした。

- 0.5未満の場合を破損レベル「低」
- 0.5以上2未満の場合を被害レベル「中」
- 2以上の場合を被害レベル「高」とした

なお、令和6年度のモデルにおける区分 (1未満を「低」、1以上2未満を「中」、2以上を「高」) ではサンプル数が「低」や「高」に偏り、「中」が少なかった。モデル推定の安定性を確保するため、カテゴリーごとに同程度のサンプル数となるように区切り値を調整した。

### 6-3 収集した各データの確認

#### (1) 各データの確認

モデル式を当てはめるため、事前に各データの分布について、グラフから読み取れる傾向を確認した。

##### ① 1年間に発見する柵100mあたりの破損数の分布

- ・ 1年間の破損数（100mあたり）は、0が多く、ばらつきの大きい分布である。

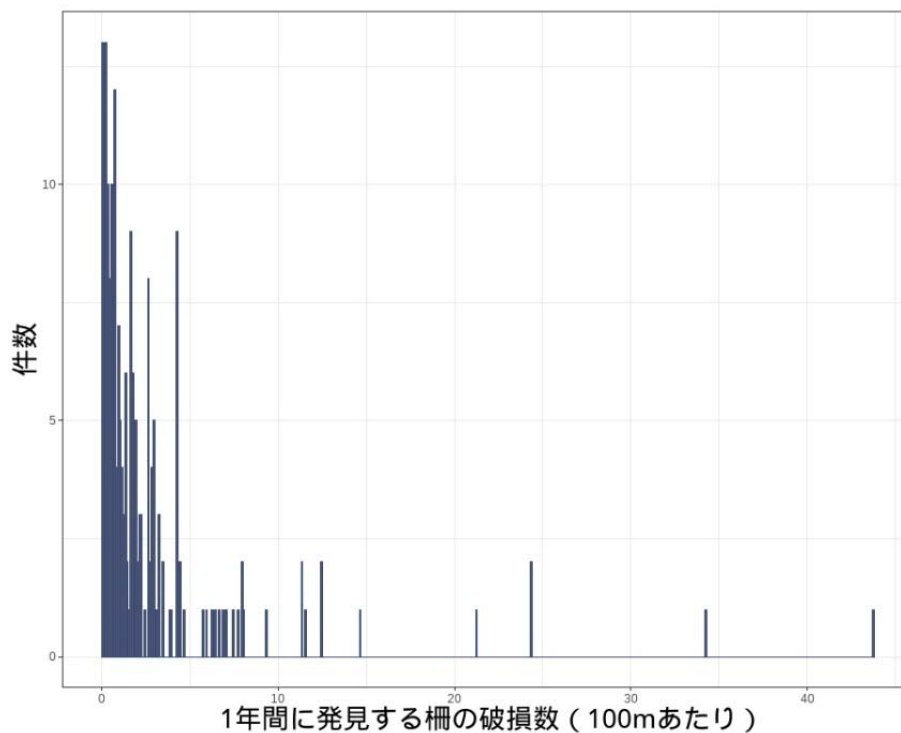


表 6-3-1 1年間に発見する柵100mあたりの破損数の分布

## ② 柵の点検回数と柵の破損発見数の関係

- 点検回数が多いほど、柵の破損の発見は増加する傾向にある。

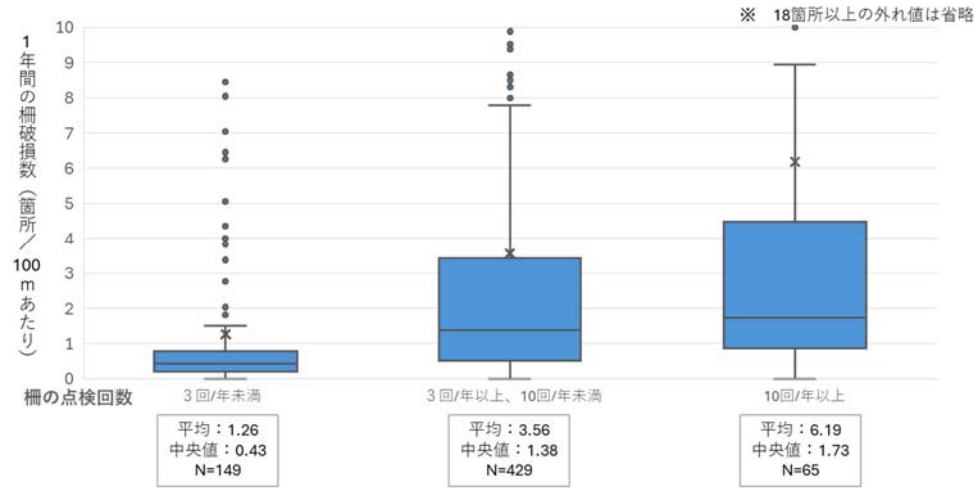


表 6-3-2 柵の点検回数と破損発見数の関係

## ③ シカ生息密度と柵の破損発見数との関係

- 中央値では、シカ生息密度が高い造林地で柵の破損発見数は増える傾向にある。
- 平均値では、シカ生息密度が中程度の場合、柵の破損発見数が増える傾向にある。

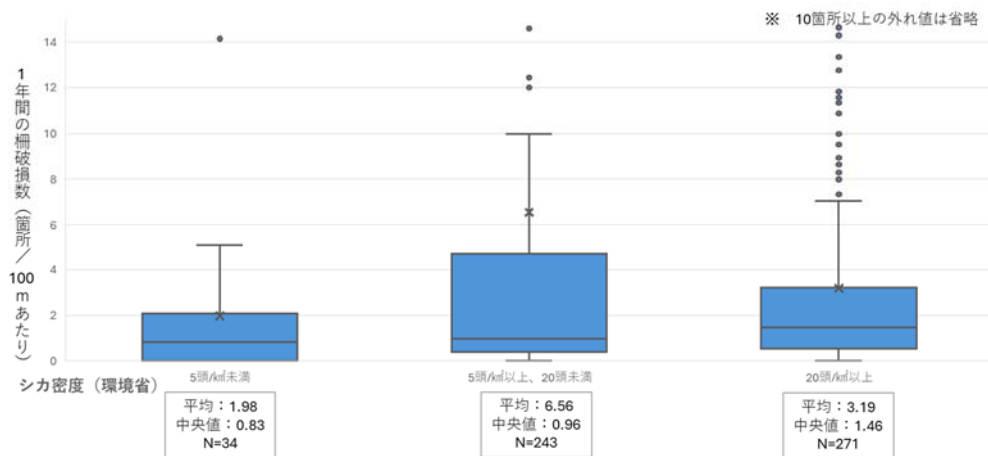


表 6-3-3 シカ生息密度と破損発見数の関係

#### ④ 最深積雪と柵の破損発見数との関係

- ・ 中央値では、各積雪間で、大きな差は見られない。
- ・ 平均値では、積雪が中程度の地域で柵の破損発見数が極端に増える造林地が多く見られた。一方、積雪が深い地域では、柵の破損発見数は減少傾向にある。

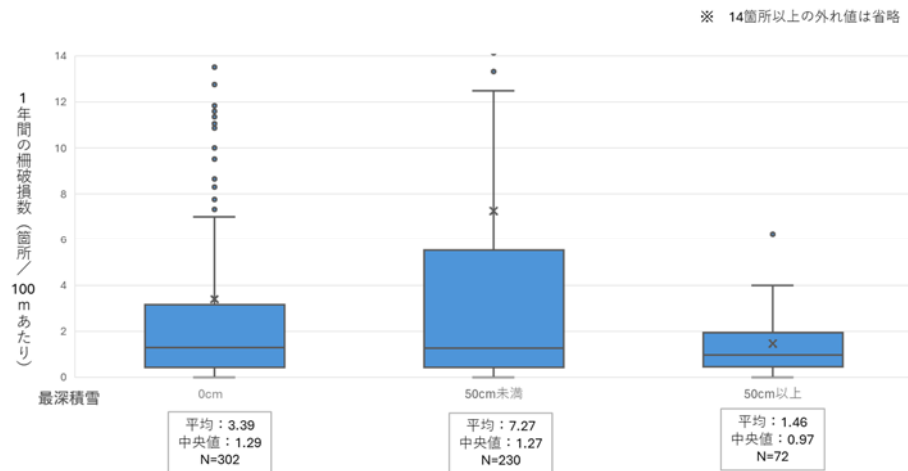


表 6-3-4 最深積雪と破損発見数の関係

#### ⑤ 降水量と柵の破損発見数との関係

- ・ 中央値では、各降水量で、大きな差は見られない。
- ・ 平均値では、降水量が多いほど、減少傾向にある。

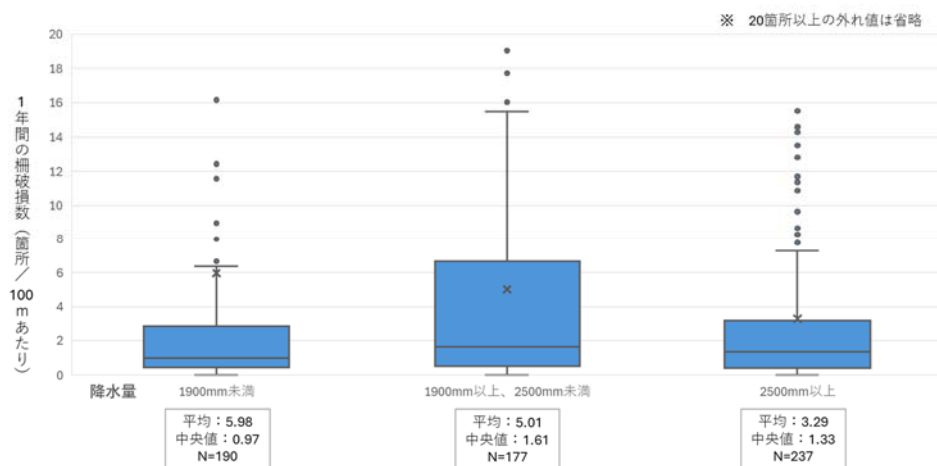


表 6-3-5 降水量と破損発見数の関係

### ⑥ 風速と柵の破損発見数との関係

- ・ 中央値では、各風速で大きな差は見られない。
- ・ 平均値では、風速が速い地域ほど、柵の破損数が多い傾向にある。

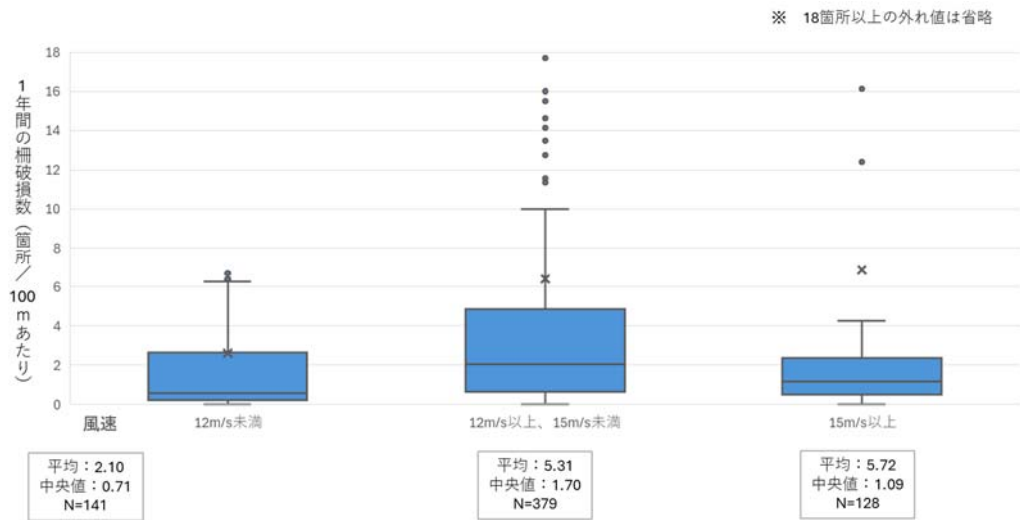


表 6-3-6 風速と破損発見数の関係

### ⑦ 最大傾斜と柵の破損発見数との関係

- ・ 傾斜が急な地点では、中央値、平均値ともに、柵の破損発見数は増加傾向にある。

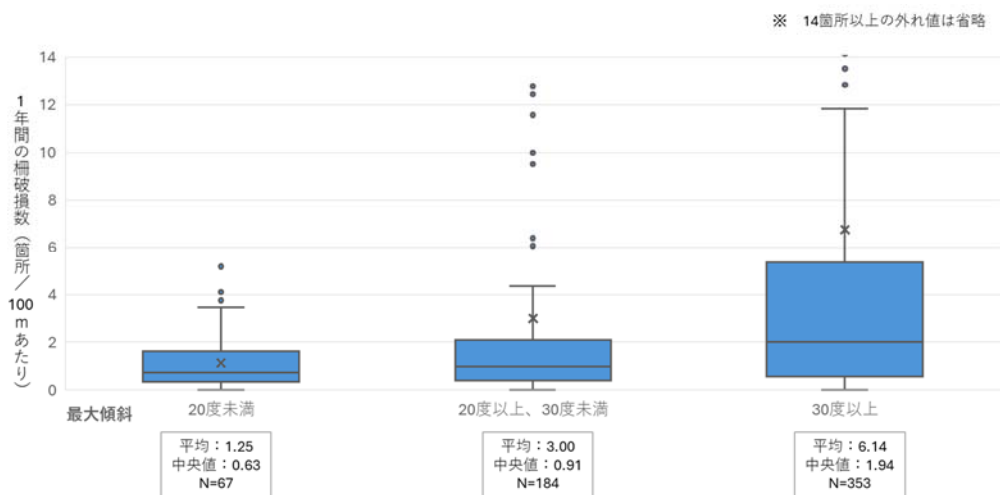


表 6-3-7 最大傾斜と破損発見数の関係

⑧ 柵の種類と柵の破損発見数との関係

- ・ 金網柵と比べて、ネット柵の方が、柵の破損数が多い傾向にある。
- ※ サンプル数が大きく異なるため、単純な比較は難しい。

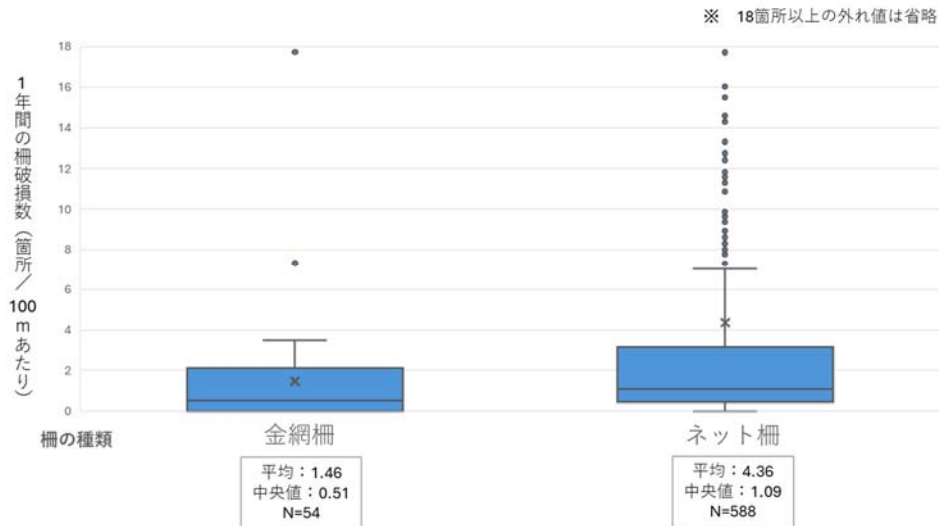


表 6-3-8 柵の種類と破損発見数の関係

⑨ 【柵の種類別】シカの生息密度と柵の破損発見数との関係

- ・ 金網では、シカの生息密度が高くなるほど、柵の破損が増える傾向にある。
- ・ ネット柵の平均値では、シカの生息密度が高くなるほど、柵の破損が増える傾向にある。中央値では、シカの生息密度が中低の場合、柵の破損が増える傾向にある。

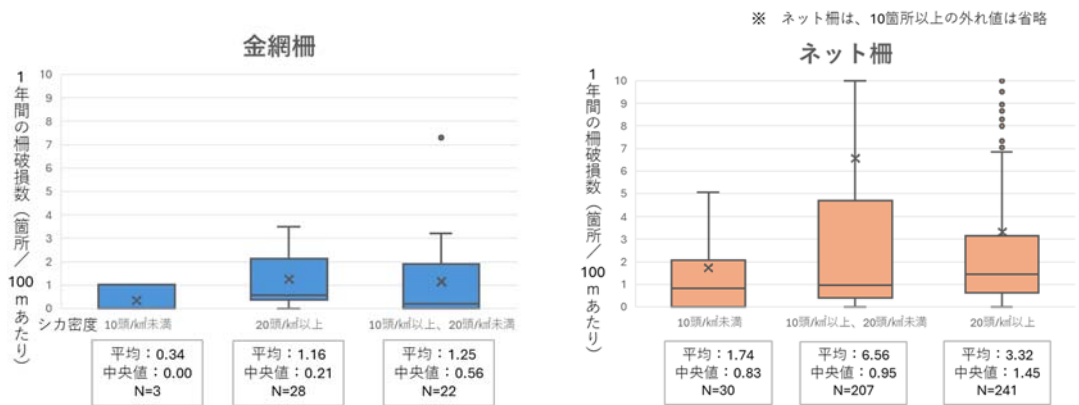


表 6-3-9 【柵の種類別】シカの生息密度と破損発見数の関係

⑩ 【柵の種類別】最大傾斜と柵の破損発見数との関係

- ・ 金網では、傾斜に関係なく柵の破損は少ない傾向にある。
- ・ ネット柵では、傾斜が急な箇所で、柵の破損が増える傾向にある。

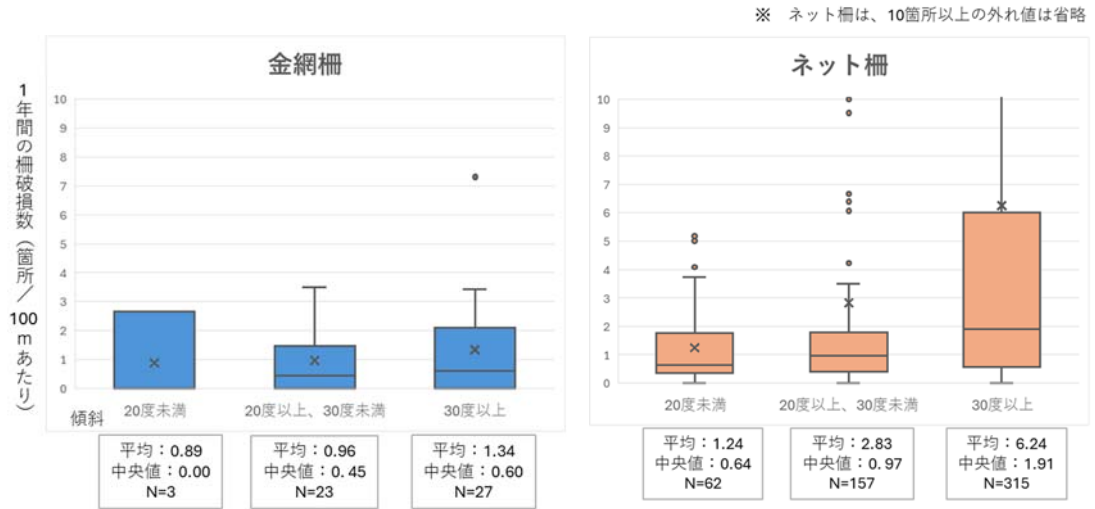


表 6-3-10 【柵の種類別】最大傾斜と破損発見数の関係

⑪ 【柵の種類別】最深積雪と柵の破損発見数との関係

- ・ 金網では、積雪が中程度の場合で、柵の破損数が多い傾向にある。
- ・ ネット柵では、積雪が中程度の地域で、柵の破損数が多い造林地が増える傾向にある。一方、積雪が多い地域では、柵の破損数は少ない傾向であった。

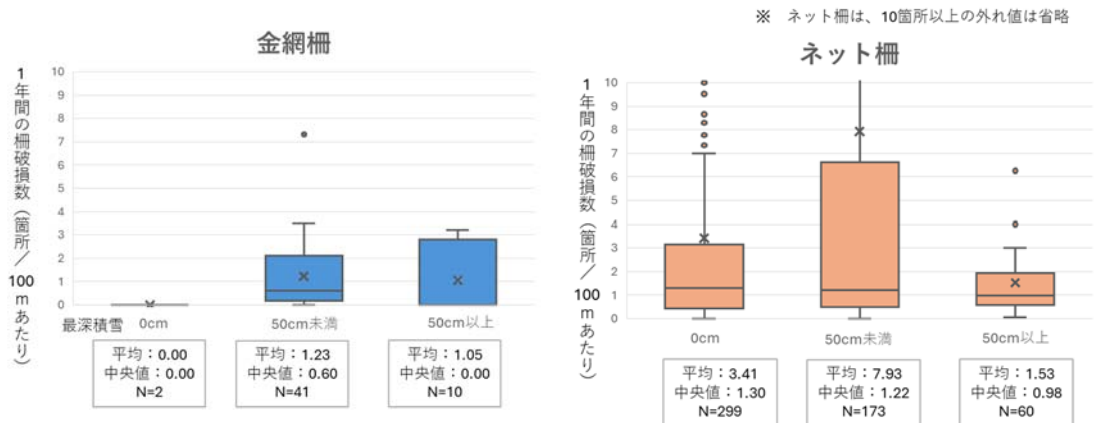


表 6-3-11 【柵の種類別】最深積雪と破損発見数の関係

(2) 多重共線性の確認

相関係数及び分散拡大係数（VIF）を用い、各説明変数の多重共線性の確認を行った。

相関係数では、最大でもイノシシの存在確率とシカの生息密度の0.32であり、一般に多重共線性が懸念されるとされる水準（ $|r| \geq 0.7$ ）には達していなかった。（表 6-3-12）

また、分散拡大係数（VIF）では、すべての変数で1.5未満であり、一般的な基準（VIF < 5）を十分に下回っていた。

相関係数及び分散拡大係数の結果より、多重共線性の影響は小さいと判断される。（表 6-3-13）

表 6-3-12 相関係数

	イノシシ 存在確率	点検 回数	柵の 種類	最大 傾斜	降水量	風速	最深 積雪	シカの 生息密度
イノシシ 存在確率	1.00	0.07	-0.08	0.23	0.15	0.06	-0.28	0.31
点検回数	0.07	1.00	-0.02	-0.03	0.07	0.13	-0.15	0.03
柵の種類	-0.08	-0.02	1.00	-0.02	-0.13	0.26	0.18	-0.03
最大傾斜	0.23	-0.03	-0.02	1.00	0.18	0.02	-0.10	0.09
降水量	0.15	0.07	-0.13	0.18	1.00	-0.30	-0.29	-0.08
風速	0.06	0.13	0.26	0.02	-0.30	1.00	0.24	0.08
最深積雪	-0.28	-0.15	0.18	-0.10	-0.29	0.24	1.00	-0.03
シカの生 息密度	0.31	0.03	-0.03	0.09	-0.08	0.08	-0.03	1.00

表 6-3-13 分散拡大係数（VIF）

イノシシ 存在確率	点検回数	柵の種類	最大傾斜	降水量	風速	最深 積雪	シカの 生息密度
1.28	1.07	1.10	1.09	1.23	1.28	1.26	1.13

## 6-4 柵の破損レベルの予測モデル式の検討結果

### (1) 各説明変数の選択（AIC比較結果）

令和6年度に作成された式6を基に、表6-2-2に記載した要素のうち、野生動物の指標を除いた変数について、追加・置き換えし、式7のモデルを構築した。

次に、フルモデルから、説明変数を一つずつ除外したモデルを順次作成し、各モデルの赤池情報量基準（AIC）を比較した。（表6-4-1）

AICが改善（低下）する場合には当該変数の除外を採用し、改善しない場合には変数を維持したモデルを作成した。（式8）改善モデルでも、説明変数を一つずつ除外したモデルを順次作成したが、それ以上のAICの改善は認められなかったため、改善モデルを基本モデルとした。（表6-4-2）

なお、傾斜データについては、「平均傾斜」「最大傾斜」の双方で上記手順を検討した。その結果、両者は同様の傾向を示したが、一貫して「最大傾斜」を含むモデルの方がAICが低かったため、本報告書では「最大傾斜」を用いた結果のみ示した。

最後に、得られた基本モデルに対して野生動物に関する変数を追加したモデルを構築し、AIC等の指標を用いてモデル適合度の変化を比較した。（表6-4-3）その結果、環境省のシカの生息密度を追加することで、モデル適合度が大幅に改善したため、式9を最良モデルとした。

式 7

破損レベル ～

柵の点検回数 + 柵の種類 + 最大傾斜 + 降水量 + 風速 + 最深積雪

表 6-4-1 式 7から除外した説明変数

式 7から除外した説明変数	AIC
式 7	869.44
柵の点検回数	<u>910.07</u>
柵の種類 (ネット/金網)	<u>878.66</u>
最大傾斜	<u>884.99</u>
降水量	868.59
風速	867.49
最深積雪	868.78

※ 採用した変数のAICに下線を記載。

式 8

破損レベル ～ 柵の点検回数 + 柵の種類 + 最大傾斜

表 6-4-2 式 8から1変数ずつ除外した場合のAIC

除外した変数	AIC
式 8	865.59
柵の点検回数	910.99
柵の種類	875.24
最大傾斜	881.45

表 6-4-3 野生動物の指標を追加した場合のAIC

追加した変数	AIC
式 8	865.59
シカ生息密度(過去1年分)	<u>840.96</u>
2050年イノシシ存在確率 RCP8.5シナリオ	863.21
シカ生息密度+ 2050年イノシシ存在確率 RCP8.5シナリオ	841.43
シカの生息密度(過去3年平均)	855.66
シカの生息密度(過去4年平均)	855.86
2025年イノシシ存在確率 RCP2.6シナリオ	865.16
2025年イノシシ存在確率 RCP8.5シナリオ	863.76
2050年イノシシ存在確率 RCP2.6シナリオ	866.16
2025年シカ存在確率 RCP2.6シナリオ	865.16
2025年シカ存在確率 RCP8.5シナリオ	864.86
2050年シカ存在確率 RCP2.6シナリオ	864.46
2050年シカ存在確率 RCP8.5シナリオ	864.16

※ 採用した変数のAICに下線を記載。

**式 9**

破損レベル ~ 柵の点検回数 + 柵の種類 + 最大傾斜 + シカ生息密度

## (2) 係数推定の結果

式9に示した説明変数の組み合わせを最良モデルとして採用し、その係数推定結果を表 6-4-4に示す。係数の推定結果が正の場合は、説明変数の値が大きいほど破損レベルが高いことを示しており、負の場合は、説明変数の値が大きいほど破損レベルが低くなることを示している。

傾斜が急なほど、また、シカの生息密度が多いほど、破損レベルは高い傾向であった。

点検回数が多いほど、破損レベルは高い傾向にあった。これは、柵が破損しやすい造林地において、重点的に点検が実施されている可能性が考えられる。また、柵の破損は、水みちや傾斜の転換点など、比較的同一の箇所を繰り返し発生することが多いため、点検回数が多いほど、破損発見→補修を繰り返している可能性も考えられる。

イノシシの影響については、当初、イノシシが柵を破損し、その破損箇所からシカが侵入する可能性を想定していた。実際にイノシシの指標を単独でモデルに追加した場合、モデルの適合度は改善した。しかし、シカの指標と同時に追加すると適合度の改善は認められなかった。このことから、イノシシも一定程度は柵の破損に関与している可能性はあるが、その効果はシカの指標によって説明できる部分が大きく、独立した影響は限定的であったと考えられることから説明変数からは除外した。

表 6-4-4 係数の推定結果

説明変数	係数推定結果
切片 1	0.93272 ***
切片 2	-0.76440 ***
柵の点検回数	0.73771 ***
柵の種類 (ネット柵に対する金網の効果)	-1.13697 **
最大傾斜	0.37071 ***
シカの生息密度	0.48253 ***

## (3) 精度の検証

式9のLeave-One-Out交差検証法の結果を図 6-4-1に示す。

横軸はモデルによって破損レベル「高」が出現すると予測された確率、縦軸は予測された確率となった破損レベル「高」が実際に出現していた割合である。描画されている斜めの直線は、縦軸と横軸が同値となる線であり、棒グラフの先端がこの線上に乗っているほど、予測精度が高いことを示す。棒グラフの上に記載されている数字は、その確率が予測された回数を示す。

図 6-4-1では、予測確率40-50%及び60-70%のものを除き、概ね斜めの直線に棒グラフの先端が重なっていることが示された。

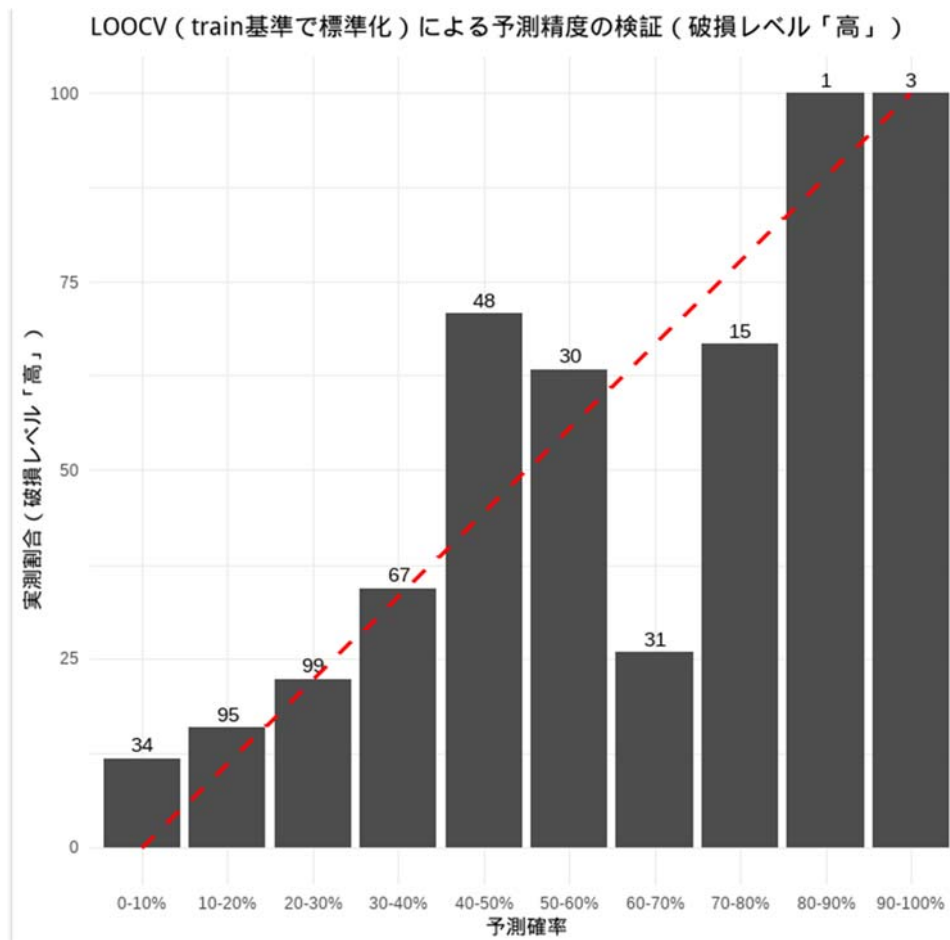


図 6-4-1 Leave-One-Out交差検証法の結果  
(柵の破損レベル「高」の場合)

## 7. モデル検討のまとめ

### 7-1 対策方法の選択について

アンケート調査の結果を基に、被害の発生状況や立地条件との関係を整理し、どのような箇所においてどの対策が有効であるかを検討した。

なお、実際に対策方法を選択する際には、被害低減の効果だけでなく、導入及び維持に要する労力や費用、メンテナンス性、さらには周辺環境への影響などを総合的に検討する必要がある。

#### (1) 柵の設置を検討すべき条件

- ・ シカの生息密度が高い地域（目安：5頭/km<sup>2</sup>以上）
- ・ 積雪が中程度の地域の地域（目安：50cm未満）
- ・ 基本的には、ネット柵より金網柵の方が破損レベルが低い傾向  
↳ 特に、傾斜が急な箇所では、ネット柵が大きく破損する傾向

#### (2) 忌避剤のみも選択肢となる条件

- ・ シカの生息密度が低い地域（目安：5頭/km<sup>2</sup>未満）
- ・ 積雪のない地域や傾斜の急な地域でも、忌避剤のみの使用で枯死率が低い傾向にあったが、サンプル数が少ないため、今後も事例収集を行ったうえで、さらなる検証が必要である。

#### (3) その他の対策：植栽時の苗高を高くする

本事業では、柵や忌避剤等の対策を実施していない事例を収集していないため、苗高そのものの効果と、忌避剤と苗高の相乗効果を明確に区別することはできない。しかし、柵設置造林地及び忌避剤使用造林地のいずれにおいても、苗高が高い条件下で枯死率が低い傾向が確認されたことから、苗高を高めることで枯死率は下がる可能性が示唆された。

## 7-2 リスク予測の活用と課題

### (1) 各モデル式について

本事業で検討した柵設置造林地における被害予測モデル及び柵の破損レベルの予測モデルについては、概ね現場感覚と一致するとともに、ある程度の被害予測が可能なモデル式を構築することができた。

一方、忌避剤の使用箇所については、事例数が50程度と少なく、予測精度も十分とはいえなかった。今後は、予測精度向上のため、シカ密度の高い地域や積雪のない地域の事例を重点的に収集しつつ、その他の地域の事例についても併せて収集し、事例数を100程度まで蓄積する必要がある。また、事例収集に当たっては、忌避剤の使用歴について詳細な調査を行ったものの、枯死率との明確な関係が見られず、使用できないデータも多かった。このため、今後実施する際は、使用歴は参考程度の情報として聞き取るなど、アンケート調査票についても簡素化が必要である。

### (2) 収集した各データに関する考察

#### ① 枯死率について

##### ■ 最深積雪と枯死率の関係

柵を設置した造林地においては、最深積雪が深くなるほど枯死率が減少しており、現場感覚と一致した結果であった。一方、忌避剤を使用した造林地においては中程度の最深積雪において最も高い枯死率となっていた。これは下草が積雪に覆われることにより造林木への採食圧が高まるとともに、積雪により忌避剤の効果が限定的になる可能性が考えられる。また、忌避剤を使用した造林地では、積雪が少ない造林地であっても枯死率が比較的低い傾向にあったことから、積雪条件と防除手法の関係については、今後更なる事例の蓄積と検証が必要である。

#### ② 柵の破損数について

##### ■ 点検回数と破損発見数の関係

柵の破損モデルでは、「点検回数が多い造林地ほど柵の破損数が多い」という結果が得られた。一方、柵設置造林地における被害予測モデルでは、「柵の破損数が多い造林地ほど枯死率が高い」という結果であった。これらを単純に結び付けると、「点検回数が多いほど枯死率が高くなる」という関係が導かれることになる。

一方、本来は、点検回数が多いほど破損箇所の早期発見・補修が可能となり、シカの侵入を防ぐことで枯死率は低下すると考えられる。今回の結果は、破損が生じやすい造林地ほど点検回数を増やしている可能性や、点検回数が多いほど破損を発見する機会が増えるという観測バイアスを反映している可能性が高い。

したがって、今回モデル構築の際に使用した「1年あたりの破損数」ではなく「点検1回あたりの破損数」を指標とするなど、点検頻度と破損発生頻度を切り分けた分析を行う必要があり、今後の検討課題である。

#### ■ 最深積雪と破損発見数の関係

最深積雪が中程度の造林地において、柵の破損数の平均が最も多く、次いで積雪がない造林地、積雪が深い造林地となった。これは積雪が中程度の地域ではシカによる破損と積雪による破損の両方が発生する一方で、積雪がない地域ではシカによる破損のみ、積雪が深い地域ではシカの減少や積雪対策の充実、積雪による点検回数の減少が影響していると考えられる。

#### ■ 降水量と破損発見数の関係

中央値においては各降水量で大きな差はみられなかったものの、平均値では降水量が多いほど柵の破損が減少する傾向がみられた。これは今回使用したデータが、年平均降水量の平均値であったため、局所的な大雨等を考慮していない可能性がある。したがって、局所的な大雨を考慮させた指標による検証を検討する必要がある。

### (3) リスクマップについて

今後、本事業で構築した予測モデルを用いたリスクマップの活用が期待される。リスクマップは、柵の破損および造林木被害の発生確率を空間的に可視化することにより、被害発生リスクの高い地点を事前に把握するが可能となる。これにより、各造林地の特性に応じた対策の選択や管理方法の検討が可能になると考えられる。(リスクマップのイメージ図は、図 7-2-1～図 7-2-4のとおり)

一方で、本モデルの予測については、(2)「点検回数と柵の破損数の関係」に記載したとおり、柵の点検回数と枯死率との関係を十分に説明できていない可能性がある。そのため、今後は追加データの蓄積や変数設定の見直し等を通じて、さらなるモデル精度の向上を図る必要がある。

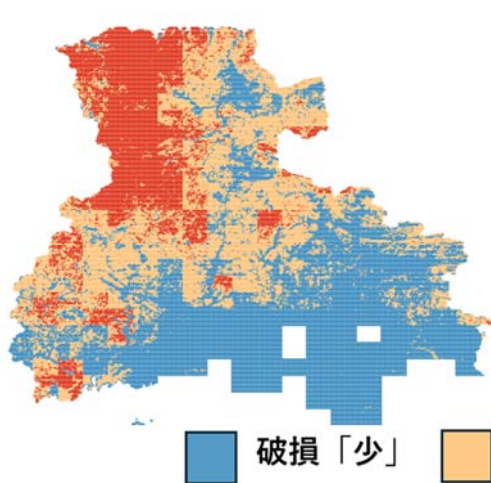


図 7-2-1 柵破損レベルのリスクマップ  
(イメージ)

※ 点検 3 回/年、金網柵の場合

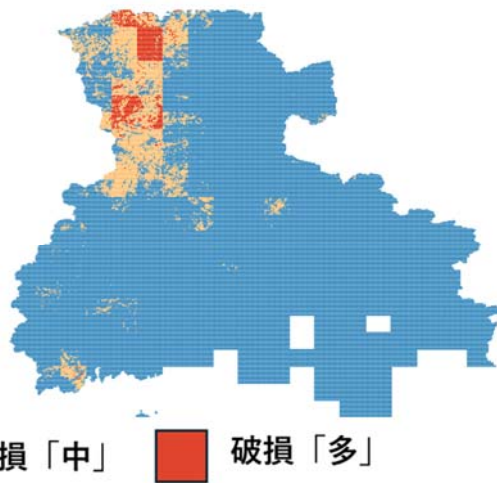


図 7-2-2 柵破損レベルリスクマップ  
(イメージ)

※ 点検 3 回/年、ネット柵の場合

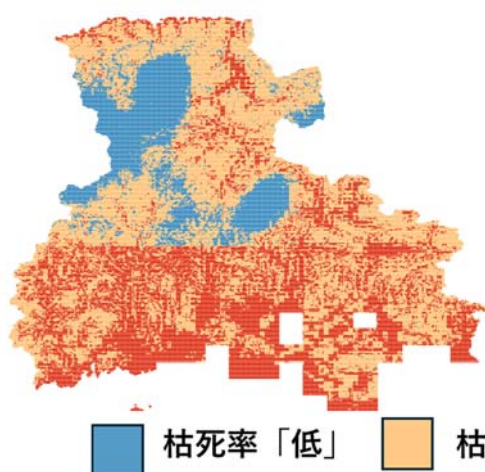


図 7-2-3 枯死レベルのリスクマップ  
(イメージ)

※ 点検 3 回、金網柵、苗高30cmの場合

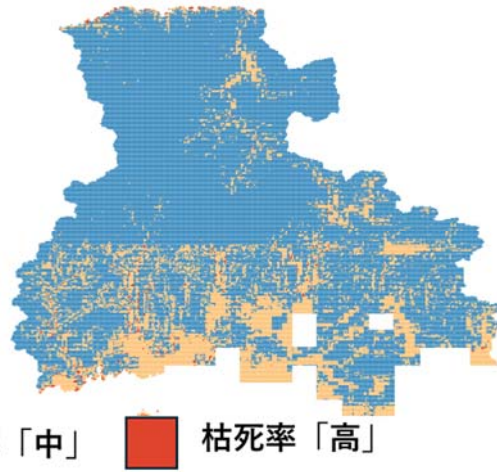


図 7-2-4 枯死レベルのリスクマップ  
(イメージ)

※ 点検 3 回、金網柵、苗高60cmの場合

## 8. 検討委員会等の開催

### 8-1 検討委員会における委員の決定

検討委員会の開催にあたり、以下に記載の委員を選定し、依頼した。

森林鳥獣被害についての学識経験者や研究者 1名

飯島 勇人	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 野生動物研究領域 鳥獣生態研究室
-------	---

損失の観点からリスク管理について知見や経験を有する者 1名

津脇 晋嗣	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林保険センター 保険業務部長
-------	--------------------------------------

### 8-2 検討委員会の開催

各検討委員会の開催状況は、表 8-2-1の通りである。なお、議事概要は p 63以降に示す。

表 8-2-1 検討委員会の開催

検討会	実施日時	方式	議題
第1回	令和7年7月30日(水) 13:30~15:00	オンライン会議 (Teams)	・本業務の方針確認 ・アンケート調査項目 ・モデルの作成方針
第2回	令和7年12月3日(水) 13:30~15:15	オンライン会議 (Teams)	・アンケート調査結果報告 ・柵破損モデル式検証の報告
第3回	令和8年2月6日(金) 10:00~12:00	オンライン会議 (Teams)	・成果のとりまとめについて

### 8-3 報告会の開催

#### (1) 開催概要

報告会は、表 8-3-1のとおり開催した。

表 8-3-1 報告会の開催

実施日時	方式	報告会内容
令和8年2月25日（水） 13：30～15：00	オンライン会議 （Teams）	・ 本事業の成果報告

#### (2) 参加者数及び質問一覧

報告会には、幅広い分野の関係者が参加した。質疑時間では以下に記載の質問に対応した。

##### ① 参加者の所属（参加者 計77名 ※事務局含む）

- ・ 林野庁
- ・ 都道府県、市町村（造林担当、野生鳥獣担当など）
- ・ 森林整備センター
- ・ 森林組合
- ・ 森林保険センター
- ・ 民間企業（森林林業関連）

##### ② 質問

###### 【柵の破損モデルについて】

- ・ 森林被害＝柵の破損 ということか。また、「破損」はどのように定義されているのか。
- ・ 北海道のデータは分析に含まれているか。
- ・ 柵設置してからの経過年数を要素（条件）に加える必要はなかったのか。
- ・ 傾斜はどのように算出したのか。
- ・ 柵を設置していない場所は対象外、破損していない箇所からのシカの侵入は対象外ということか。
- ・ シカの密度が他の環境条件と互いに関わっている可能性はないか。

###### 【被害予測モデルについて】

- ・ 植栽時の苗高が枯死率の低下に関係しているとのことだが、植栽後、例えば2年目に60cm以上に成長すれば被害は概ね抑えられると考えてよいか。どのくらい成長すれば対策をしなくても問題ないかという目安は推定されているか。

###### 【全体について】

- ・ 柵設置造林地における被害予測モデルについて、野生動物の指標は柵の破損数で説明できるとのことだったが、最大傾斜についても被害予測モデルと柵の破損の予測モデルの両方に入っていることについては問題ないのか。
- ・ 今後、具体的にどのように本調査が林野庁で活用されるのか。



第1回検討委員会 議事概要

日時	令和7年7月30日（水） 13:30～15:00	場所	—
業務名	令和7年度野生鳥獣による森林被害状況の把握・試算手法等の検討調査事業	開催方法	オンライン会議（Teams）
検討委員	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 野生動物研究領域 鳥獣生態研究室	飯島 勇人	
	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林保険センター 保険業務部長	津脇 晋嗣	
林野庁	林野庁森林整備部計画課森林保険企画班	久保田 尚子 遠山 博章	
事務局	株式会社 一成	渡辺 雄一郎 埴岡 千尋 大谷 昂	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次第</li> <li>・ 出席者名簿</li> <li>・ 資料1：第1回検討委員会資料</li> <li>・ 別紙1：令和6年度 被害予測モデル・柵破損レベルの予測モデルについて</li> <li>・ 別紙2：令和7年度 被害予測モデルの構成要素（想定）</li> <li>・ 別紙3：忌避剤使用造林地における被害発生状況調査票（案）</li> </ul>		
内容	<p>開会・挨拶</p> <p>（1） 出席者の紹介</p> <p>（2） 挨拶（林野庁 久保田氏）</p> <p>議事</p> <p>（1） 各モデルの作成方針について</p> <p>① 【既存】侵入防止柵破損レベルの予測モデルの改善・検証 （株）一成より資料1 p1～14の説明を行った。</p> <p>➤ 委員からの意見・質疑 （飯島委員）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ モデル式1と式2は基本的に大きな違いはなく、使用するデータセットが異なるだけである。また、式1と式2のAICを比較しているが、（モデルのベースについて）データセットが異なるモデルをAICで比較することはできない。</li> <li>・ 精度の観点から、令和元、2、6年度の全データを用い、不足データは公開データ（DEM等）で補完した上で、式2をベースに改善を進めるとよい。</li> <li>・ 式2の最大斜度については、斜面の上から水や土砂が流れることで破損する場合もあるため、柵が設置されている場所の周辺も含んでとらえた置き換えた最大斜度を採用して問題ないと思う。</li> </ul>		

- ・ (シカの密度指標について) アンケートによる目撃頻度は観察者やタイミングによる変動が大きいいため、より客観的な SPUE を用いる方がよいと考えられる。また、過去の研究では、直近1年より過去4年間の平均 SPUEの方が被害との相関が高い例もあるため、複数年の SPUE データを使用することも検討する価値がある。
- ・ (変数の扱いについて) カテゴリー変数を連続数値として扱うのは、段階間の差が等しいという強い仮定を置くことになり、適切ではない可能性がある。可能な限りオープンデータの連続値を使用し、変数の標準化を行うことで、各変数の影響度を比較しやすくなる。
- ・ (その他) モデル作成時には、説明変数間の相関(多重共線性)がないかを確認する必要がある。
- ・ AIC と Leave-One-Out 交差検証法はどちらも予測精度を評価するための指標値なので、どちらか一方だけで問題ない。

(津脇委員)

- ・ 柵の破損要因として、台風による「風」だけでなく、梅雨期の豪雨の影響も大きいと考えられるため、「雨」の影響も考慮するのであれば説明変数に組み込むのも良いのでは。

(一成)

- ・ 水みち等において、柵が破損することも考えられるため、気象庁等の降水量等のデータによる検証も検討する。

## ② 【被害対策別】 造林木の被害予測モデルの新規作成

株) 一成より、資料1 p15~16、別紙2の説明を行った。

### ➤ 委員からの意見・質疑

(津脇委員)

- ・ モデルの目的変数である「枯死率」には、獣害以外の要因(苗木の質、植栽地の環境など)も含まれるが、その点はどのように考慮するか。

(保険企画班)

- ・ 最低限仕方がない枯死の部分も含めて、枯死率がおおよそどのくらいになるかを求めるものになる。

(飯島委員)

- ・ 原因の厳密な切り分けは難しいが、データとして枯死の主な原因(獣害、各気象害等)や、獣害の場合の加害獣種(シカ、ウサギ等)をアンケートで質問しておく必要があると思う。解析に直接使えなくとも、後

の考察で非常に重要な情報となると考えられる。

(2) 事例収集の実施について

(株) 一成より、資料1 p17、別紙3の説明を行った。

➤ 委員からの意見・質疑

(飯島委員)

- ・ (調査対象の選定) 忌避剤はシカの密度が比較的低い地域で使われる傾向があるため、モデル作成時にデータの偏りによる交絡が生じないように、多様な生息密度の地域から事例を収集するよう配慮が必要であると考えられる。
- ・ (その他) アンケート項目にある忌避剤「ヤシマレント」は製造中止になっている可能性があるので、確認してほしい。
- ・ アンケートで得られた斜度等のデータと、公開データ (DEM 等) を比較検証することも有益だと考えられる。

(3) 報告会の実施について

(株) 一成より、資料1 p18の説明を行った。

委員からの質問・意見は特に無かった。

(4) 今後の予定

(株) 一成より、資料1 p19の説明を行った。

➤ 委員からの意見・質疑

(飯島委員)

- ・ SPUE データは都道府県からの提供に時間がかかる場合があるため、スケジュール管理に注意が必要だと思われる。日程が多少ずれ込むことも想定して動く方が良い。

以上

第2回検討委員会 議事概要

日時	令和7年12月3日（水） 13：30～15：15	場所	—
業務名	令和7年度野生鳥獣による森林被害状況の把握・試算手法等の検討調査事業	開催方法	オンライン会議（Teams）
検討委員	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 野生動物研究領域 鳥獣生態研究室	飯島 勇人	
	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林保険センター 保険業務部長	津脇 晋嗣	
林野庁	林野庁森林整備部計画課森林保険企画班	久保田 尚子 遠山 博章	
事務局	株式会社 一成	渡辺 雄一郎 埴岡 千尋 大谷 昂	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次第</li> <li>・ 出席者名簿</li> <li>・ 資料：第2回検討委員会資料</li> <li>・ 別紙：幼齢造林地におけるシカの忌避剤実施状況 調査票</li> </ul>		
内容	<p>開会・挨拶</p> <p>議事</p> <p>(1) 柵破損モデルの改善・検証 (株) 一成より資料 p1～26の説明を行った。</p> <p>➤ 委員からの意見・質疑 (飯島委員)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ モデルの目的は造林地における破損リスクの見積り、保険料率に活かすことだと考える。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① データ取得が難しくなる処理は避けた方が良い。</li> <li>② 現データに合わせすぎると、汎用性が下がる可能性がある。</li> </ul> </li> <li>・ 点検回数をオフセットに含めた方がよい。ただし、現状のデータ構造（点検1回あたり破損数 × 年間点検回数）に課題があり、さらなる検討が必要。</li> <li>・ ゼロ過剰モデル（Zero-Inflated Model）の検討が必要。地域的に破損ゼロが多くなる可能性を考慮した方が良い。</li> <li>・ 単回帰と重回帰の係数を比較すると、降水量・風速で係数が逆転している。</li> <li>・ 標準化を行うことで係数の影響度が比較しやすくなる。</li> <li>・ 傾斜算出は「半径100m固定」で単純化するのがよいと思う。</li> </ul> <p>(津脇委員)</p>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 傾斜の計算について、1ヘクタールの円の半径に誤りがあるため、再度検討が必要。</li> </ul> <p>(2) CPUE・SPUEデータについて (株) 一成より資料 p27～30の説明を行った。</p> <p>➤ 委員からの意見・質疑 (飯島委員)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境省の密度分布データを使う方向性で問題ない。</li> </ul> <p>(3) アンケート調査結果について (株) 一成より資料 p31～51の説明を行った。</p> <p>➤ 委員からの意見・質疑 (飯島委員)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地点数は少ないが、忌避剤など独自情報が得られている。</li> <li>・ 忌避剤を使用しているところと、それと同様の条件で柵を設置しているところを比較してみると良い。</li> </ul> <p>(4) 造林木の被害予測モデルについて (株) 一成より資料 p52の説明を行った。</p> <p>➤ 委員からの意見・質疑 (飯島委員)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 被害率は「割合」だけで、母数(調査本数)が統一されていないため精度にばらつきがあると考えられる。カテゴリーに分けて情報を粗くした方がうまくまとまる可能性もあるため、順序ロジットモデルを試してみると良い。</li> <li>・ 実数で扱う場合は、ベータ分布を検討するとよい。</li> <li>・ 0データが多く、地域的にも偏っている場合などはゼロ過剰モデルも検討すべきである。</li> <li>・ モデル比較はAICだけでなく、当てはまりや係数解釈可能性を総合的に考慮が必要である。</li> </ul> <p>(5) 今後の予定 (株) 一成より、資料1 p53の説明を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 年明けにモデル作成を進める。必要に応じて委員から助言を受ける。</li> </ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 事業終了後も保険検討にデータを活用予定。データはモデル式の再現のため、QGIS や R コードなどを納品するほか、検討に用いた細かいデータも提出。</li></ul> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

第3回検討委員会 議事概要

日時	令和8年2月6日(金) 10:00~12:00	場所	—
業務名	令和7年度野生鳥獣による森林被害状況の把握・試算手法等の検討調査事業	開催方法	オンライン会議 (Teams)
検討委員	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 野生動物研究領域 鳥獣生態研究室	飯島 勇人	
	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林保険センター 保険業務部長	津脇 晋嗣	
林野庁	林野庁森林整備部計画課森林保険企画班	久保田 尚子 遠山 博章	
事務局	株式会社 一成	渡辺 雄一郎 埴岡 千尋 大谷 昂	
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次第</li> <li>・ 出席者名簿</li> <li>・ 資料：第3回検討委員会資料</li> <li>・ 別紙①～④：各モデル式の目的変数及び説明変数との関係（散布図）</li> </ul>		
内容	<p>開会・挨拶</p> <p>議事</p> <p>(1) 柵破損モデルの改善・検証 (株) 一成より資料 p1~20の説明を行った。</p> <p>➤ 委員からの意見・質疑 (飯島委員)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 順序ロジットモデルと多項ロジットモデルで同様の当てはまりが見られ、要因について解釈可能であることが確認できた。被害レベルが低い方から高い方へ向かう順序性を考慮する点でも妥当である。</li> <li>・ 相関係数が低く（最大0.3程度）、分散拡大係数（VIF）も低いことから、説明変数を全て入れて検証することに統計的な問題はない。</li> <li>・ 懸念点として、モデルに使用している環境省のシカ生息密度データは毎年更新されるものではないため、将来的な保険適用時などに最新の状況を反映できるかという課題はある。</li> <li>・ 現時点のデータへの当てはまりを過度に追求すると、データ依存的なモデルになる。現状のデータで全国的なばらつきを十分に説明できているため、モデルとしては十分である。</li> </ul>		

(2) 造林木の被害予測モデルについて

(株) 一成より資料 p 21～59の説明を行った。

➤ 委員からの意見・質疑

(飯島委員)

<全モデルに共通する事項>

- ・ 将来的に保険適用を考える際、獣害由来の確度が高い枯死のみを対象とする検討も必要である。
- ・ モデル形式の一貫性を重視する観点から、順序ロジットモデルを採用する方針でよいと考える。
- ・ 「最大傾斜」などの変数が、柵破損モデルと被害予測モデルの両方に使われている点については、問題ない。一つの要因（傾斜など）が柵の破損に寄与する場合と、柵の破損とは無関係に直接被害（枯死）に寄与する場合があるため、両方のモデルに変数を組み込むことは統計的にも許容される。実際のデータと推定結果を確認して決定するとよい。

<柵設置箇所の被害予測モデルに共通する事項>

- ・ 柵破損モデルに「野生動物の密度」の効果が入っているが、生物学的には「野生動物が多い→柵が破損する→侵入して枯死させる」という流れである。被害予測モデルにおいて「柵の破損」と「野生動物の密度」の両方を変数に入れるべきか再度検討すると良い。
- ・ スギとヒノキで明らかに食害傾向が異なるのであればモデル式を分けるべきである。一方、ベースの枯死率が違う程度であれば、データを統合し「樹種」を説明変数に加えることでサンプル数を確保する方法もある。生データを確認の上、現場の感覚も重視すると良い。

<忌避剤使用箇所の被害予測モデルに関する事項>

- ・ 忌避剤を使用する場合、柵などは設置しないはずであり、実務的にも稀である。併用データが混ざることによってモデルが不安定になっているため、データ数が少なくても「忌避剤単独」のデータに絞って解析すべきである。
- ・ 忌避剤の使用地域に偏りが無いか（特定の県に集中している等）確認が必要である。地域が偏ると気象条件等と交絡し、推定がうまくいかない原因となる。
- ・ 今回の結果として「シカ生息密度だけが強く効いている」というのは、忌避剤をしていてもシカの生息が多ければ被害が出るという現場感覚と一致しており、結論としては妥当である。

<その他>

- ・ 32 ページ、38 ページ、47 ページ、51 ページの「柵の破損数」は、「造林木の枯死率」の誤記である。

(3) 柵設置箇所と忌避剤使用箇所の被害状況の違いについて  
(株) 一成より資料 p 60～65の説明を行った。

➤ 委員からの意見・質疑  
(飯島委員)

- ・ 成果報告会において「結果」の説明に入る前に提示するのが適切である。モデル解析の前に、「現状ではシカ密度が高い場所ほど柵が選ばれている」といった現場の状況や各変数の関係性を聴衆に理解してもらうための資料として位置づけるべきである。

(遠山係長)

- ・ 平成 30 年度に実施した事業でも、防除方法（単木、忌避剤、防護柵）の選択傾向をまとめていた。当時のデータ（約 7 年前）と今回のデータを比較し、傾向に変化があったかなどを整理すると得られるものがあるかもしれない。過去資料を共有するので確認してほしい。

(4) 今後の予定についてについて  
(株) 一成より資料 p 66の説明を行った。

➤ 委員からの意見・質疑  
(飯島委員)

- ・ 成果報告会の周知について、シカ研究者のネットワークがあるため、URL を共有いただければと思う。

(津脇委員)

- ・ 森林保険センター内でも情報を共有している。

以上

## 9. 参考

### 9-1 アンケート調査票

アンケート調査票は p 71を参照。

## 幼齢造林地におけるシカの忌避剤実施状況 調査票

【調査目的】 シカに対する忌避剤を使用している造林地の被害程度を検証するため。

【調査対象】 本調査は、以下のいずれも満たした造林地が対象です。

- ・平成 27 年度～令和 6 年度の間に植栽した造林地
- ・シカ対策のために忌避剤を使用したことのある造林地

※ 対象造林地が複数ある場合、最低 1 箇所ご回答をお願いします。  
複数ご回答いただける場合、ファイルを分けてご回答をお願いします。

なお、調査によって得られたデータは、本事業の目的のみに使用します。

★の付いた項目は、被害の検証において特に重要な項目です。ご協力をお願いします。

1. 回答者（ご所属）★ \_\_\_\_\_

### 2. 造林地の基本情報について

(1) 造林地の所在地 \_\_\_\_\_ 都道府県 \_\_\_\_\_ 市町村 \_\_\_\_\_

(2) 地名や国有林名など \_\_\_\_\_

(3) 林小班名等 \_\_\_\_\_ 林班 \_\_\_\_\_ 小班 \_\_\_\_\_ 枝番等 \_\_\_\_\_

(4) 造林地の位置情報★ \_\_\_\_\_ 緯度 \_\_\_\_\_ 経度 \_\_\_\_\_

※ 十進法で少数第 6 位までご記入ください。

※ 位置情報は、「地理院地図」や「新たな国有林 GIS（国有林のみ）」により把握できます。（別添、「位置情報の取得方法について」を参照）

※ 造林地のシェープファイルを送付いただける場合、緯度経度は省略できます。

※ 民有林については、造林地図面の送付でも構いません。

シェープファイルや図面は、（株）一成（ ）へ

送付をお願いします。

(5) 造林地の平均斜度

10 度未満

10 度以上 20 度未満

20 度以上 30 度未満

30 度以上 40 度未満

40 度以上

(6) シカを目撃頻度

10 日現場に行ったら、およそ\_\_\_\_日シカを目撃する

目撃した場合の 1 日当たりの合計目撃頭数は\_\_\_\_頭である

(7) 植栽樹種について★

当該造林地は、植栽樹種が単一 → 次ページ【シート①】のみ回答

当該造林地は、植栽樹種が複数 → 樹種別に【シート①】【シート②】を回答

**【シート①】単一樹種 及び 複数樹種（1種類目） 共通**

※ 複数樹種の場合、1種類目は本シート、2種類目は【シート②】へご記入ください。

**3. 植栽木の情報**

(1) 植栽当時の情報（樹種①）

樹種（樹種①）★	植栽完了年月★	平均苗高★	植栽面積	植栽密度
<input type="checkbox"/> スギ <input type="checkbox"/> ヒノキ <input type="checkbox"/> カラマツ <input type="checkbox"/> その他(            )	____年____月	_____ cm	_____ ha	_____本/ha

(2) 現在の状況（樹種①）

調査年月★	枯死率★	主な枯死の原因（複数回答）★	シカ被害の内容 （複数回答）	生存木の 平均樹高
____年____月	____%	<input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 病虫害 <input type="checkbox"/> シカ被害 <input type="checkbox"/> 気象害 <input type="checkbox"/> ウサギ被害 <input type="checkbox"/> 植栽不良 <input type="checkbox"/> その他獣害(            )	<input type="checkbox"/> 頂芽食害 <input type="checkbox"/> 樹皮剥ぎ(食害) <input type="checkbox"/> 矮小化 <input type="checkbox"/> 角こすり	_____ cm

**4. 忌避剤の実施状況について（樹種①）**

(1) 下表内に、各年度に使用した忌避剤「A～F」と使用月をご記入ください。★ 最重要

**<記入方法>** ※ 把握可能な年度のみご記入ください。

- ・「①忌避剤種類」には、各年度で使用した忌避剤「A～F」、使用のない年度は「×」を記入
- ・「②使用した月」には、使用月の数字のみを記入
- ・植栽前の年度や使用したかどうかわからない年度は空欄

**(例) H30年度に植栽した場合**

- ・平成 30～R3年度は「Aジラム水和剤」、R4年度は「B硫黄剤」を使用。
- ・それぞれ年間2回、4月末～5月及び9月に使用。(R5年度以降は使用なし)

	H27	H28	H29	H30	H31/R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
①忌避剤種類				A	A	A	A	B	×	×	×
②使用した月				4-5, 9	4-5, 9	4-5, 9	4-5, 9	4-5, 9			

- ◆忌避剤の種類
- A ジラム水和剤（商品名：コニファー水和剤）
  - B 硫黄剤（商品名：カジランS塗布剤、カジランSフロアブル）
  - C 全卵粉末剤水和剤（商品名：ランテクター）
  - D チウラム塗布剤（商品名：ヤシマレント）※H30 製造販売終了
  - E その他（商品名：\_\_\_\_\_）
  - F 使用した忌避剤は不明

	H27	H28	H29	H30	H31/R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
①忌避剤種類											
②使用した月											

次ページに続きます。

(2)-1 忌避剤以外の対策（樹種①）★

なし 獣害防止柵 単木防護施設 その他（ ）

(2)-2 忌避剤以外の対策の現在の破損状況（(2)-1で「なし」以外を回答した場合）

植栽木がシカ被害を受ける可能性のある大きな破損についてお答えください。

- なし（これまでに大きな破損はない）  
なし（過去にはあったが、現在は補修済）  
あり（未補修）  
不明  
その他（ ）

◆複数樹種の場合は、【シート②】へ

◆単一樹種の場合、質問は以上です。ありがとうございました。

## 9-2 出典一覧

取得データ	使用データ	出典
シカ・イノシシ 存在確率データ	2025年及び2050年における シカ・イノシシの存在確率 (地球温暖化シナリオごと に2種類ずつ)	Morosawa, T., Iijima, H., Kawamoto, T., Kanno, T., Araki, R., and Oka, T. (2026) “Large ungulates will be present in most of Japan by 2050 owing to natural expansion and human population shrinkage.”, Scientific Reports, 16, 7550. <a href="https://doi.org/10.1038/s41598-026-38177-4">https://doi.org/10.1038/s41598-026-38177-4</a>
シカ生息密度推定値	シカ生息密度推定値	環境省 本州以南のニホンジカ密度分布図 (令和4 (2022) 年度)
平年値メッシュデータ (令和4年度)	・最深積雪の平年値 ・平均降水量の平年値	国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト ( <a href="https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G02-2022.html">https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G02-2022.html</a> )
林内の強風分布	・林内の強風	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所及び森林保険センター (2025) 『最新の研究からみた 干ばつ、山火事、強風、大雪と森林の被害』 第5期中長期計画成果34, p. 28. ( <a href="https://www.ffpri.go.jp/pubs/chukiseika/5th-chuukiseika34.html">https://www.ffpri.go.jp/pubs/chukiseika/5th-chuukiseika34.html</a> )
標高・傾斜度 5次メッシュデータ (平成23年度版)	・平均傾斜 ・最大傾斜	国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト ( <a href="https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G04-d.html">https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G04-d.html</a> )
土地利用細分メッシュ (令和3年度)	・森林面積	国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト ( <a href="https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-2021.html">https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-2021.html</a> )
道路データ (平成7年度)	・造林地中心点から、最も近い道路までの距離を受託者により算出	国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト ( <a href="https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gmlold/datalist/gmlold_KsjTmplt-N01.html">https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gmlold/datalist/gmlold_KsjTmplt-N01.html</a> )



令和7年度  
野生鳥獣による森林被害状況の  
把握・試算手法等の検討調査事業  
報告書

令和8年3月  
林野庁

受託者 株式会社 一成  
住所：兵庫県加古川市上荘町薬栗 27-1  
TEL：079-428-0682 FAX：079-428-2427