

3 植栽木被害及び防護柵破損の予測モデル作成のための調査結果

(1) 令和2年度の調査結果

基本統計量データの集計にあたり、調査の結果得られた有効サンプルサイズを以下に示す。

●昨年度事業における調査

有効サンプルサイズ：260

●新規調査

有効サンプルサイズ：103

うち、地理的偏りを解消するための調査：18

うち、林齢の偏りを解消するための調査：85

●継続調査

有効サンプルサイズ：134

●予測モデルの作成に使用した2年度分のサンプルサイズ

防護柵の破損予測モデル：254

スギの被害予測モデル：134

ヒノキの被害予測モデル：110

下図に、令和元年度及び令和2年度事業で収集された調査票によるデータの分布を示す。青色が令和元年度、オレンジ色が令和2年度のデータを示す。

サンプルサイズが必ずしも全サンプルサイズと一致しないものがあるが、これは調査票の一部の質問項目に対して無回答であったものも含めているためである。

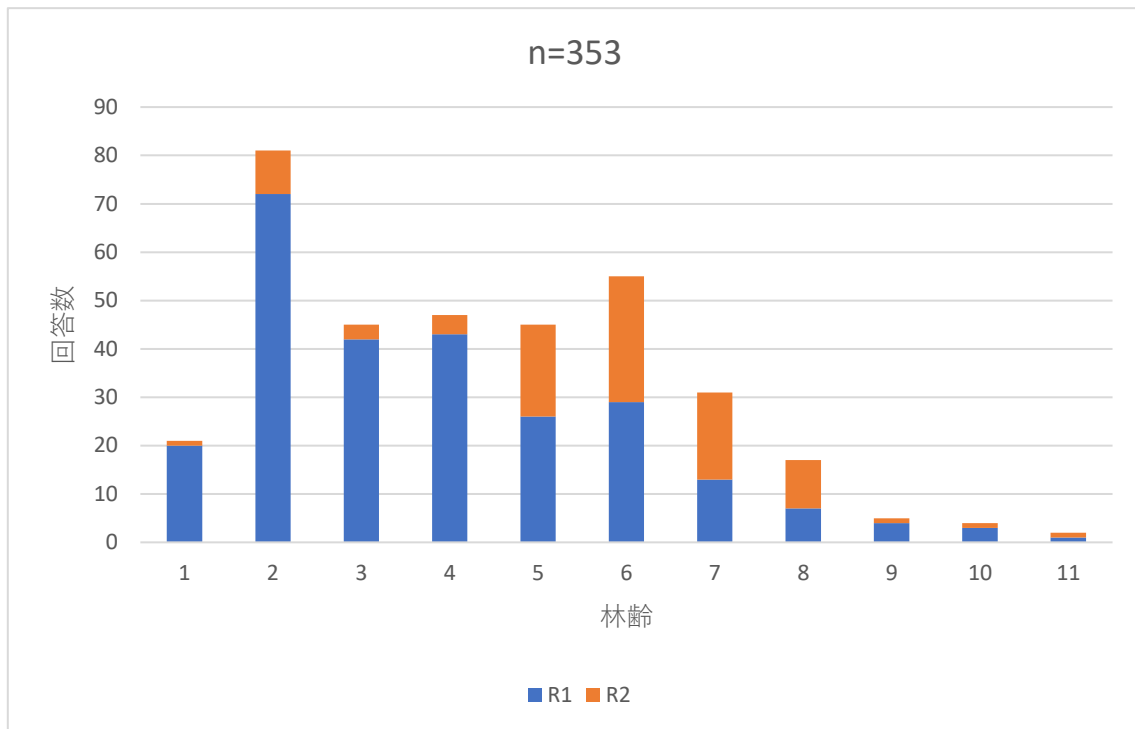


図 3－1．林齢に対する回答の分布

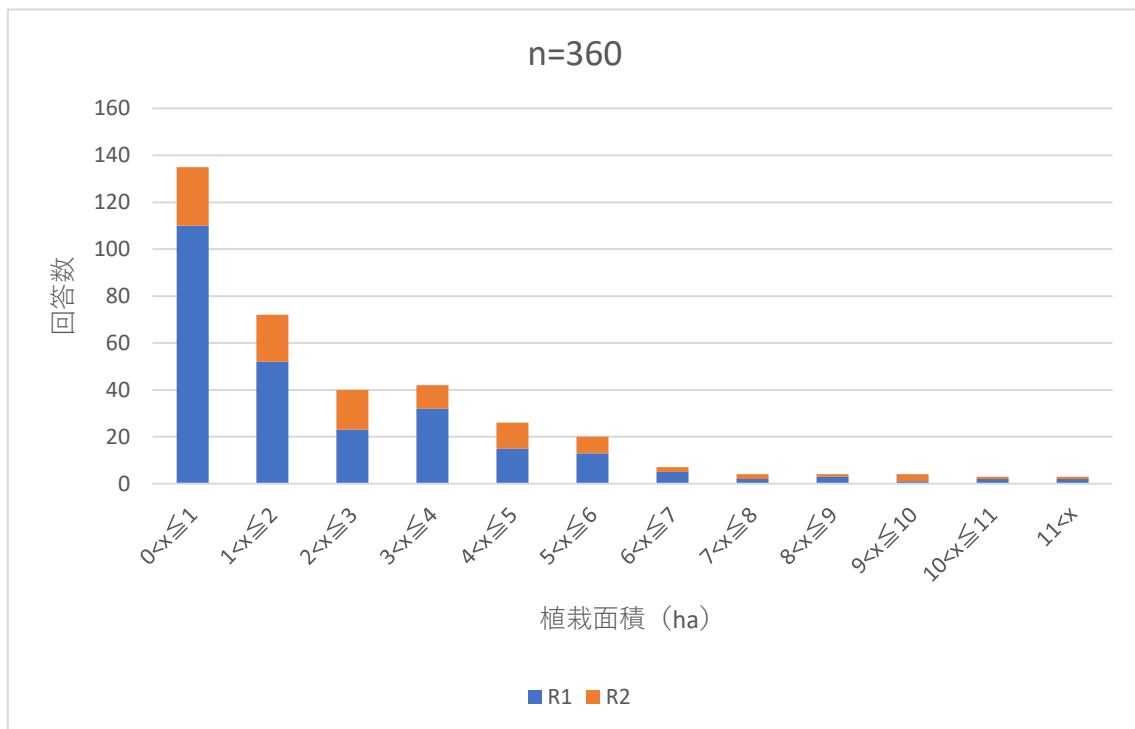


図 3－2．植栽面積に対する回答の分布

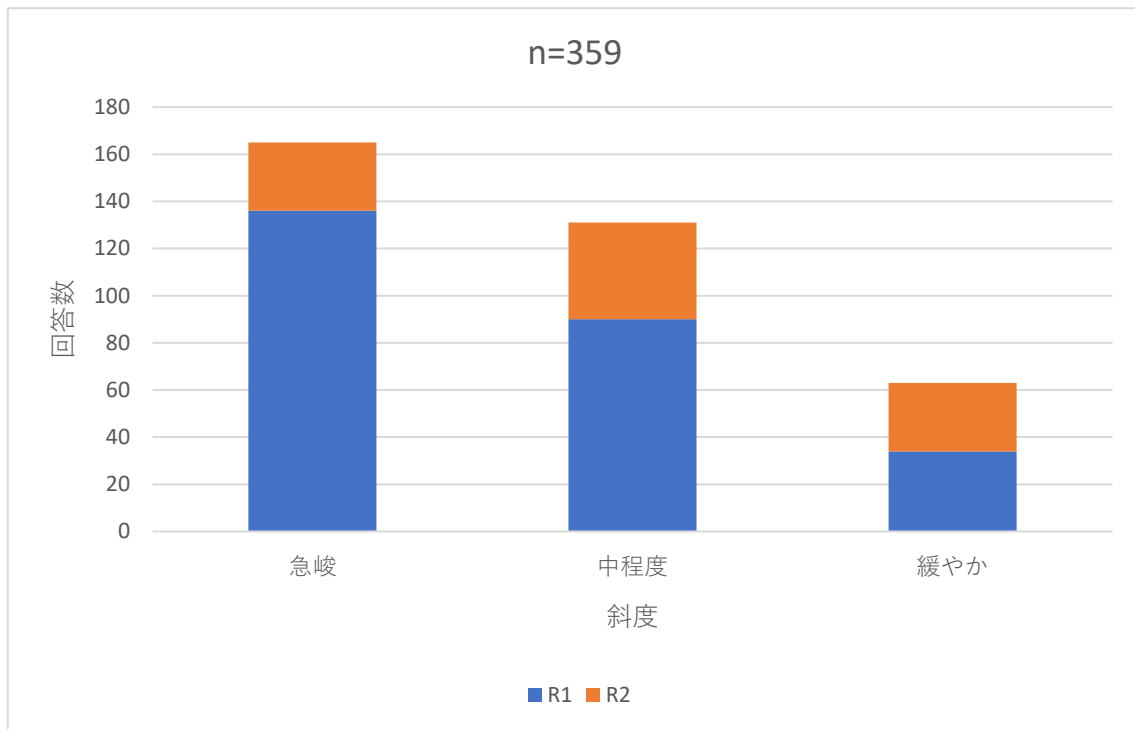


図 3－3．斜度に対する回答の分布

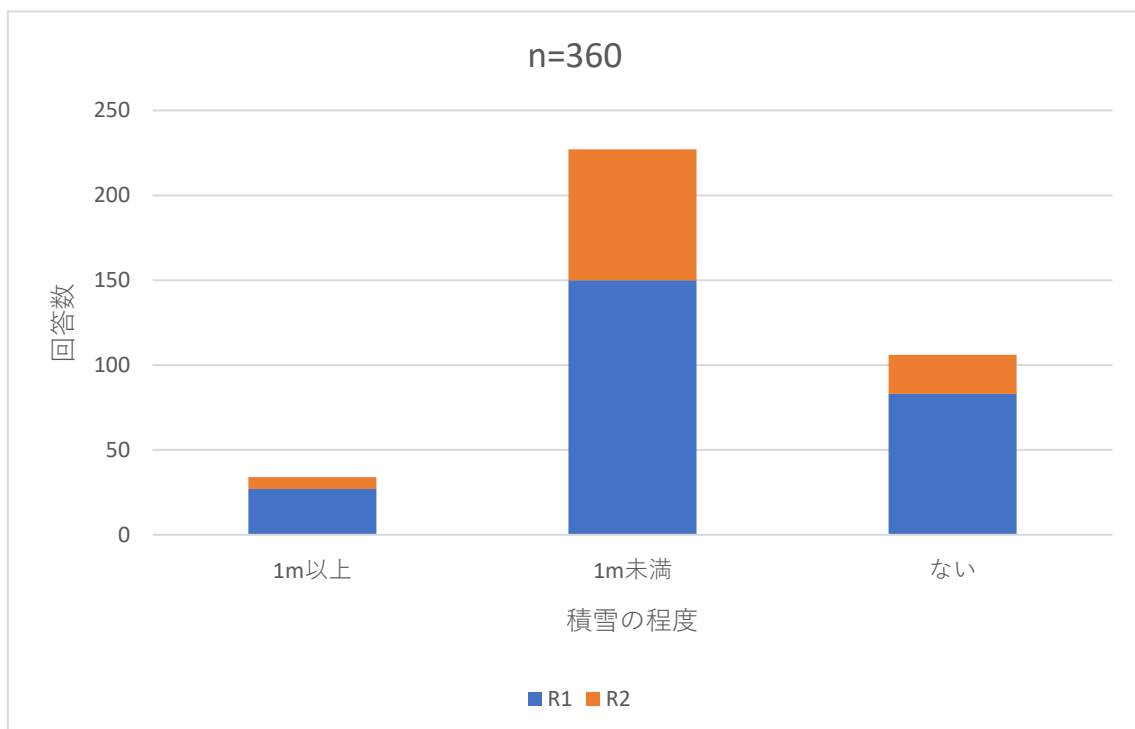


図 3－4．積雪の程度に対する回答の分布

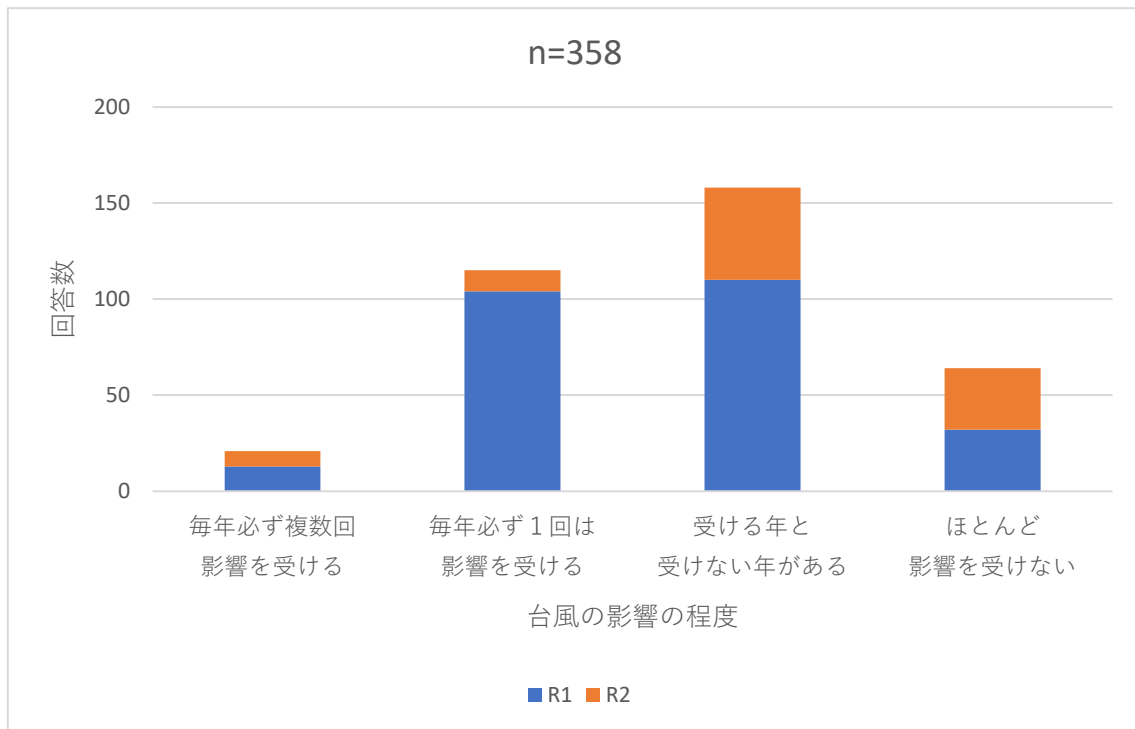


図3-5. 台風の影響の程度に対する回答の分布

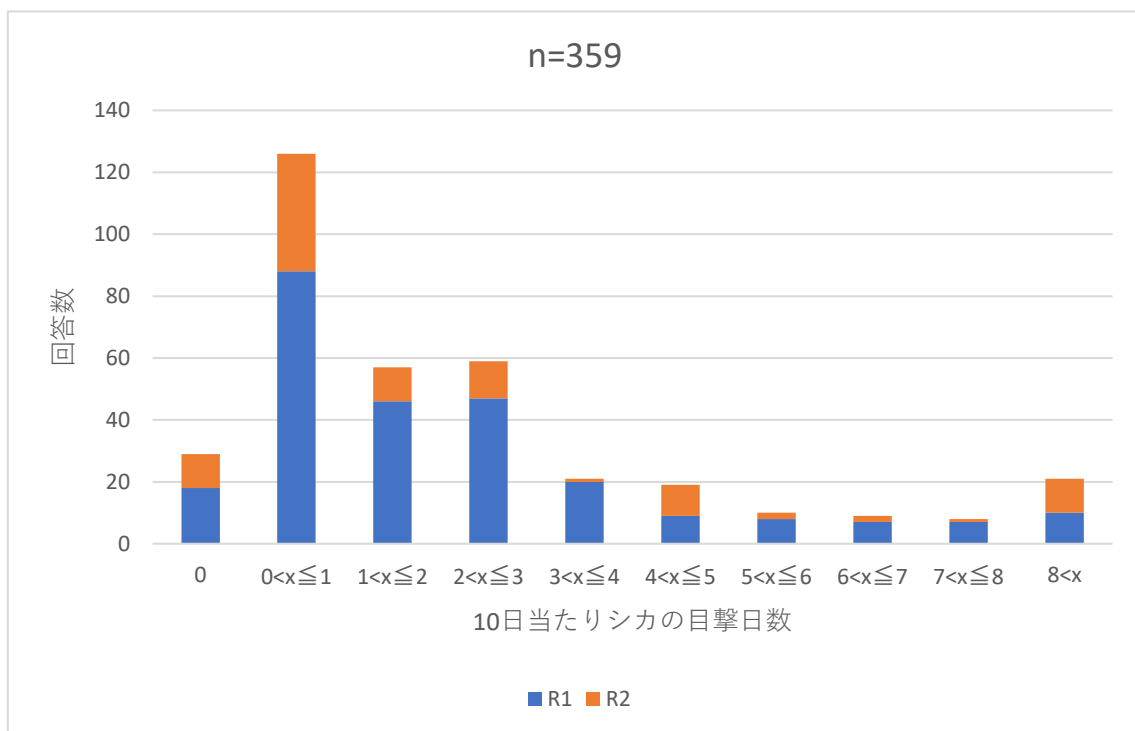


図3-6. 10日当たりシカ目撃日数に対する回答の分布

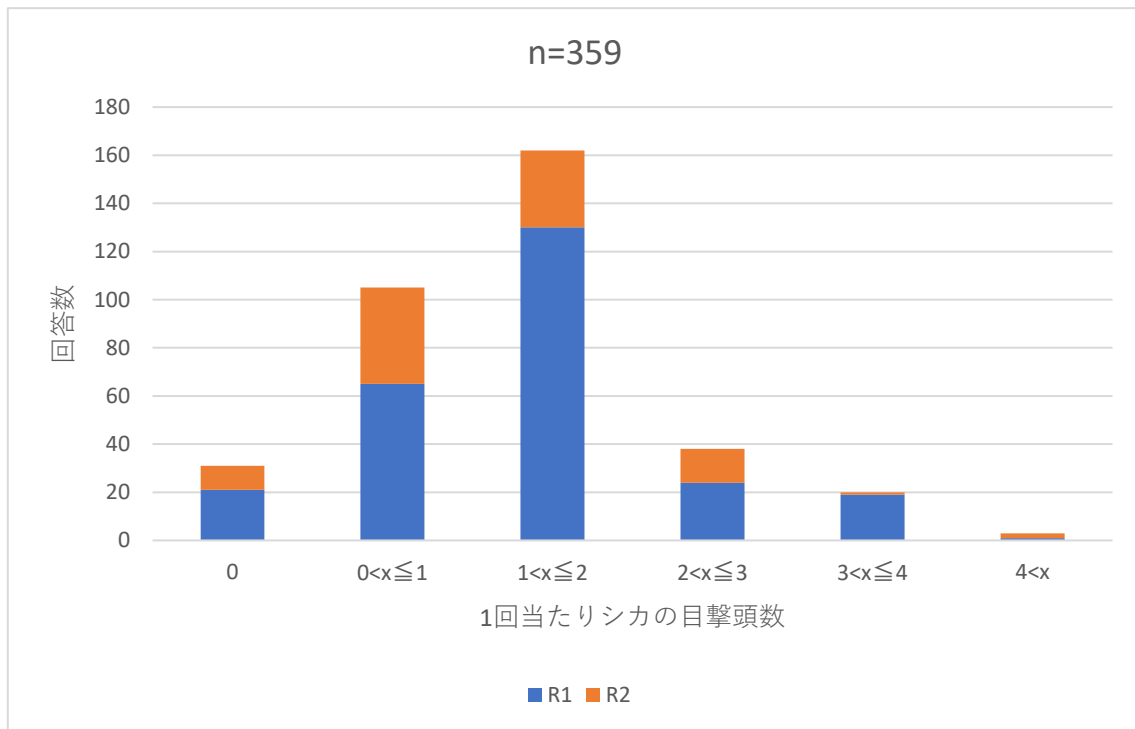


図 3 - 7. 1 回当たりシカ見撃頭数に対する回答の分布

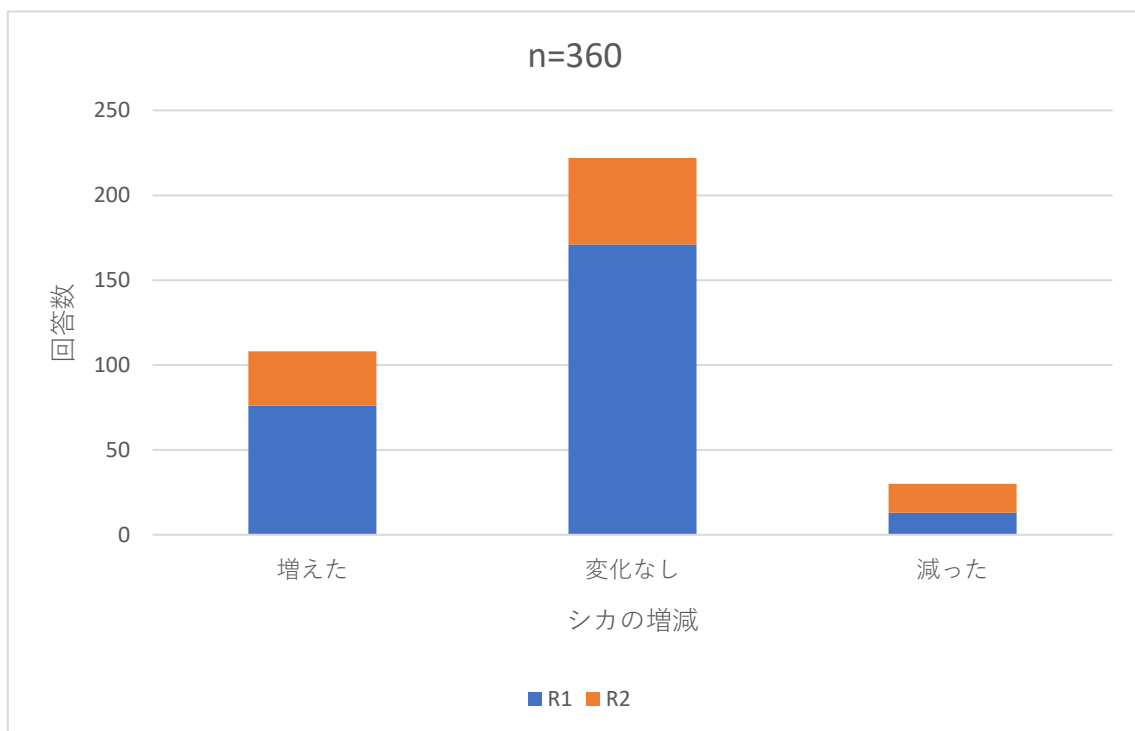


図 3 - 8. シカの増減に対する回答の分布

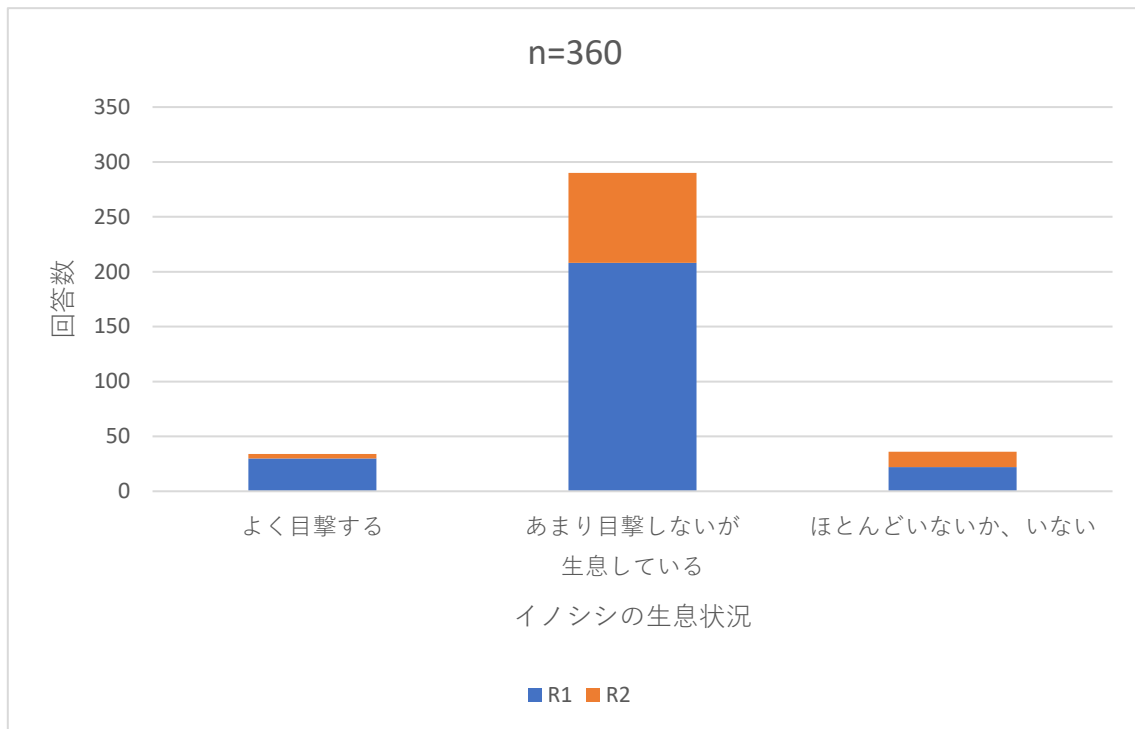


図 3－9. イノシシの生息状況に対する回答の分布

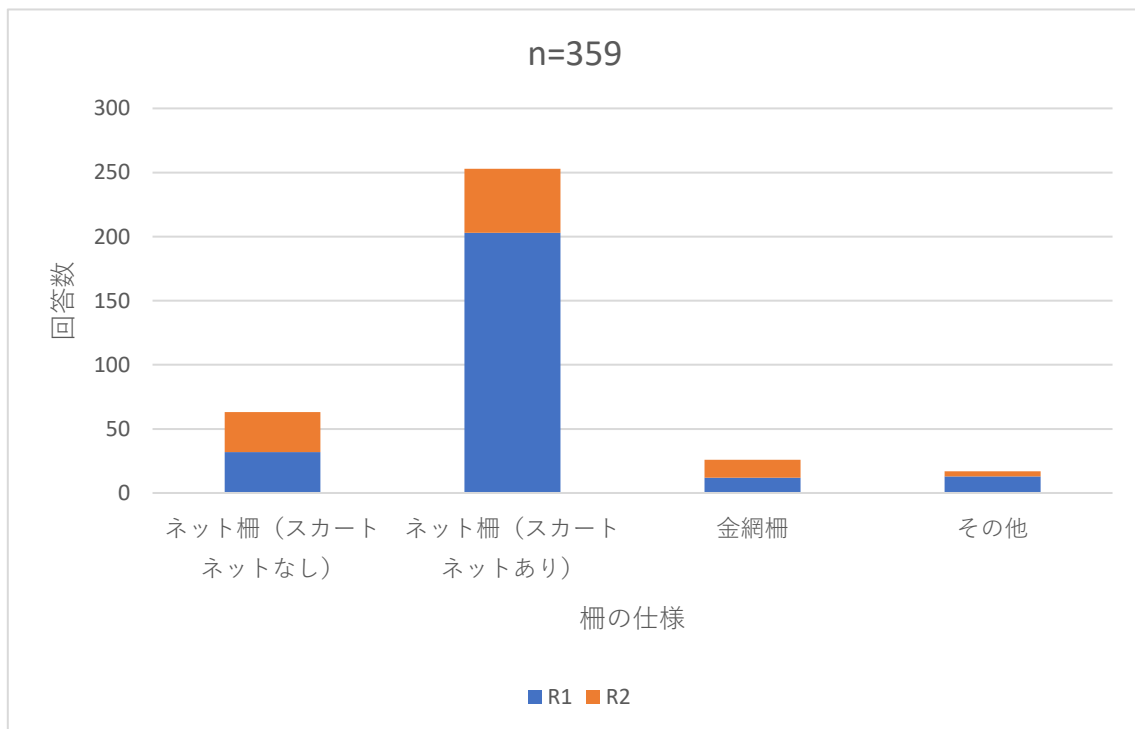


図 3－10. 柵の仕様に対する回答の分布

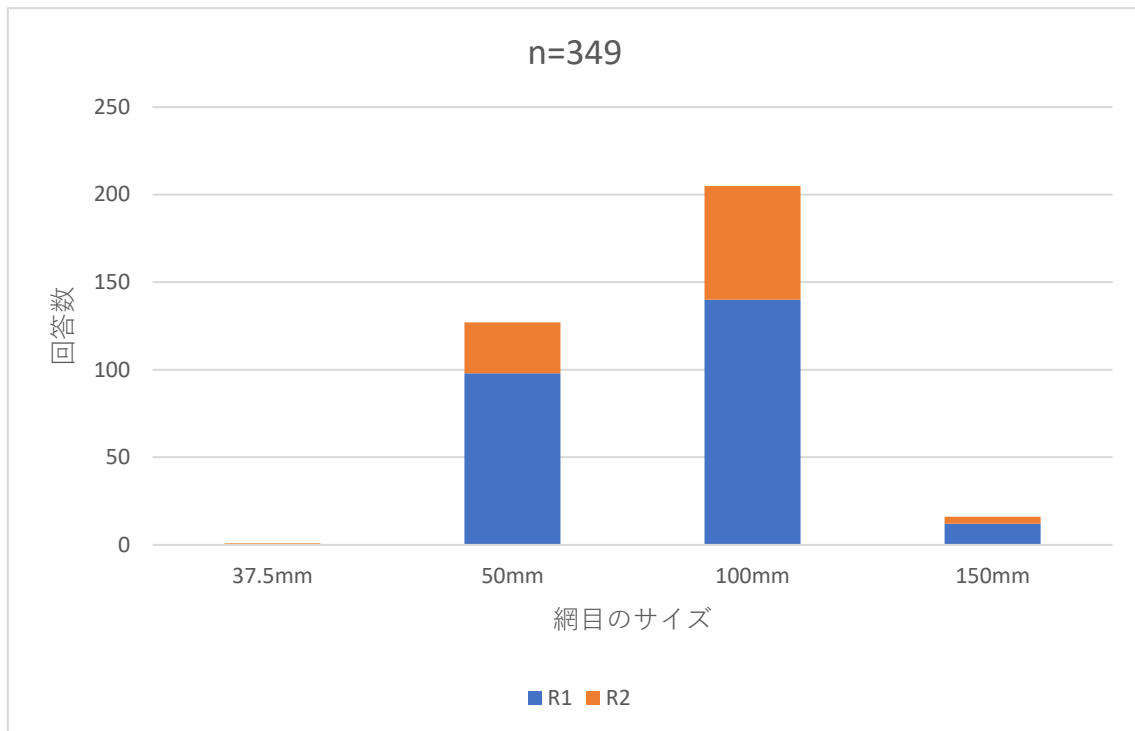


図 3 -11. 柵の網目のサイズに対する回答の分布

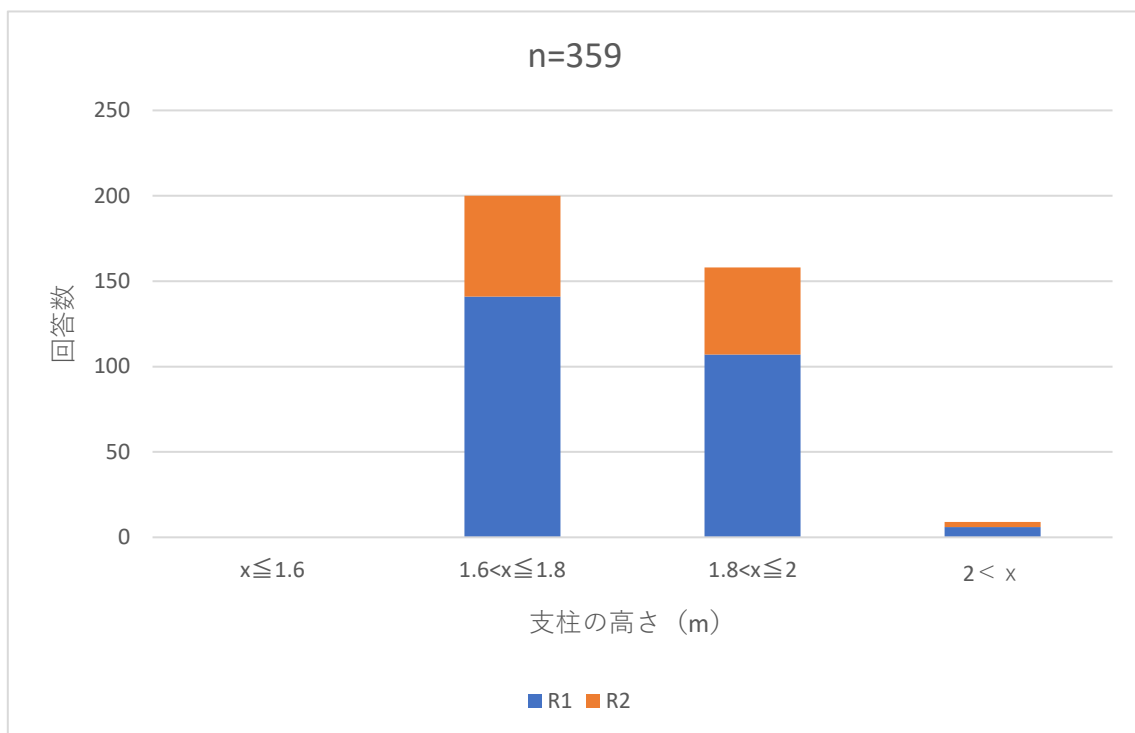


図 3 -12. 柵の支柱の高さに対する回答の分布

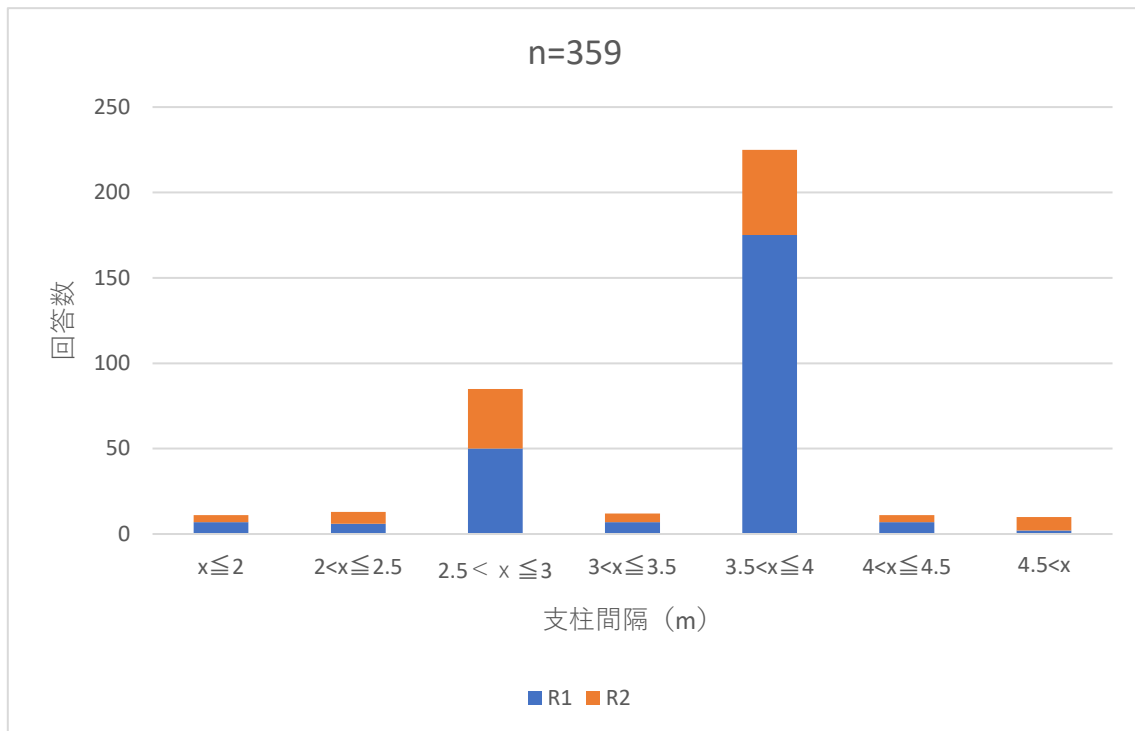


図 3 - 13. 柵の支柱間隔に対する回答の分布

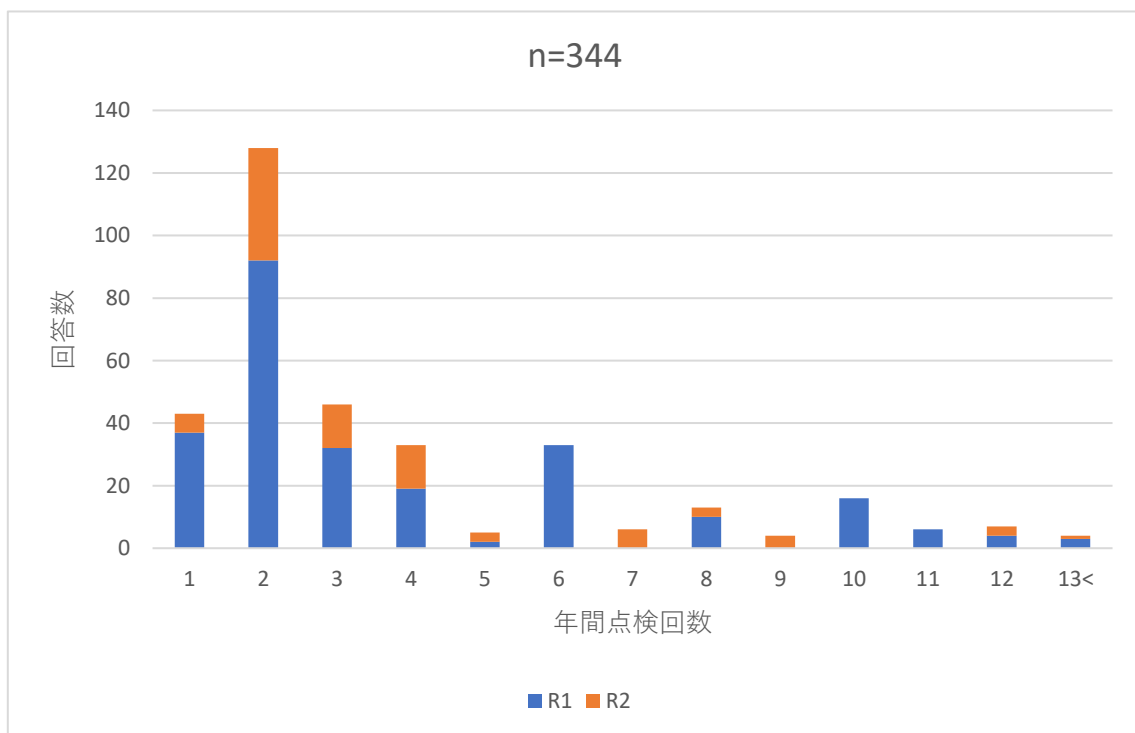


図 3 - 14. 柵の年間点検回数に対する回答の分布

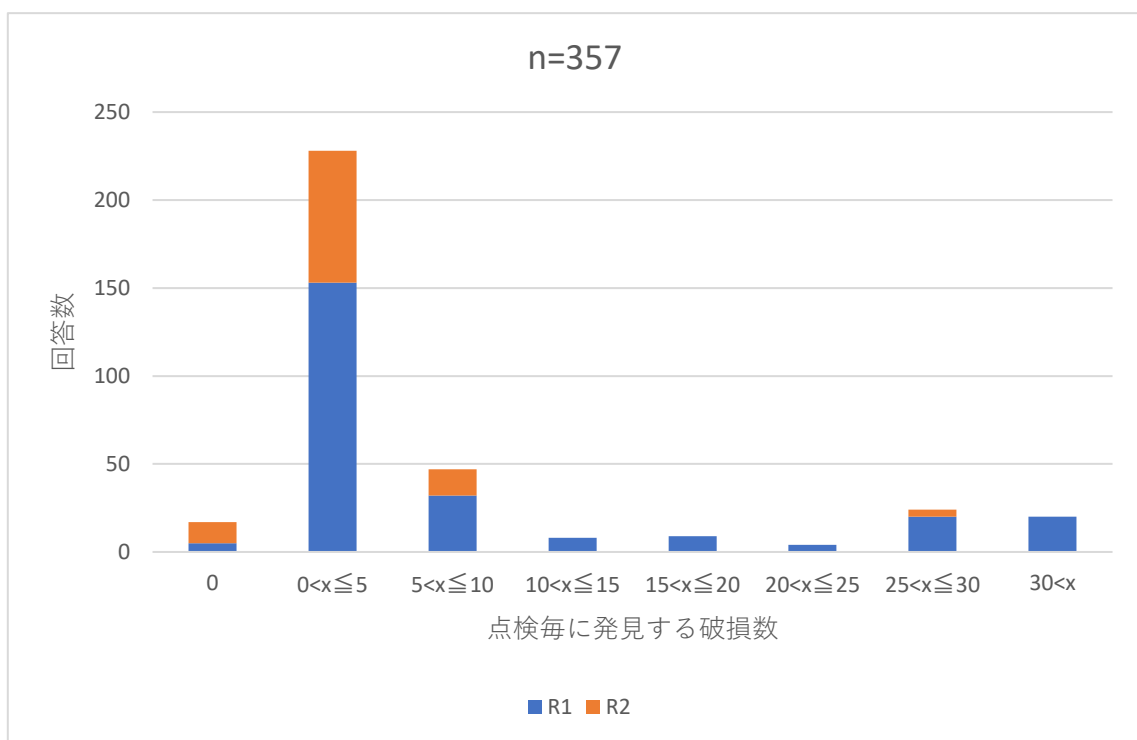


図 3 - 15. 点検毎に発見する破損数に対する回答の分布

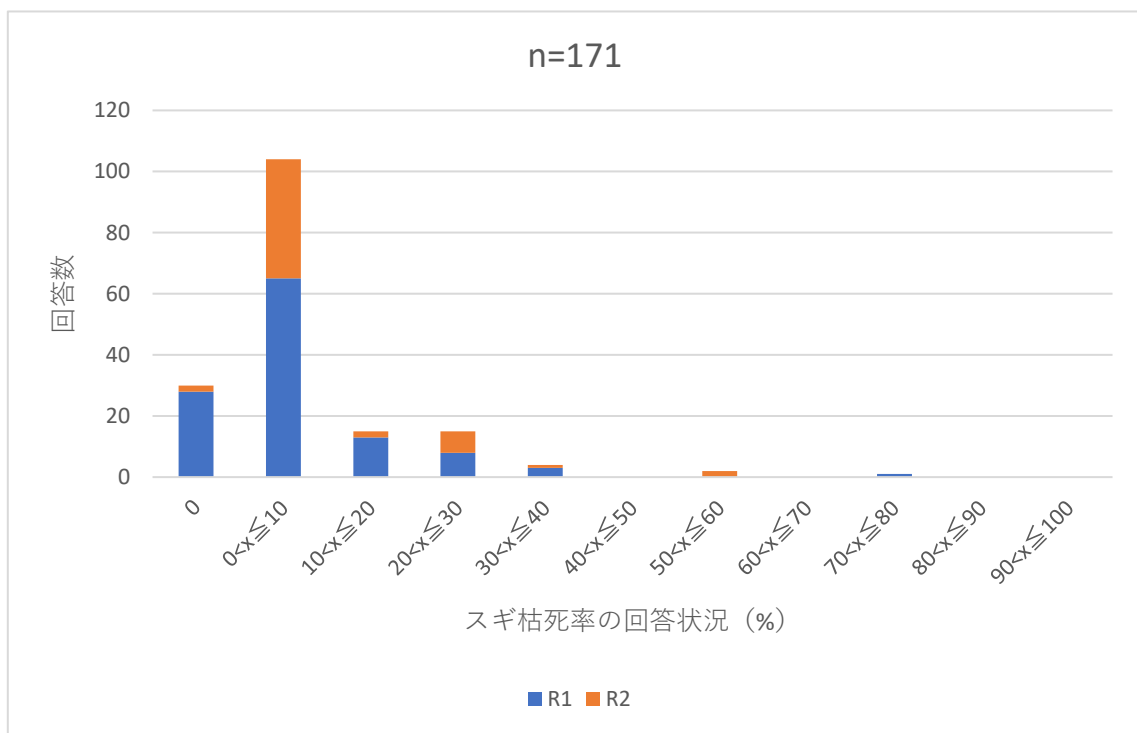


図 3 - 16. スギの累積枯死率に対する回答の分布

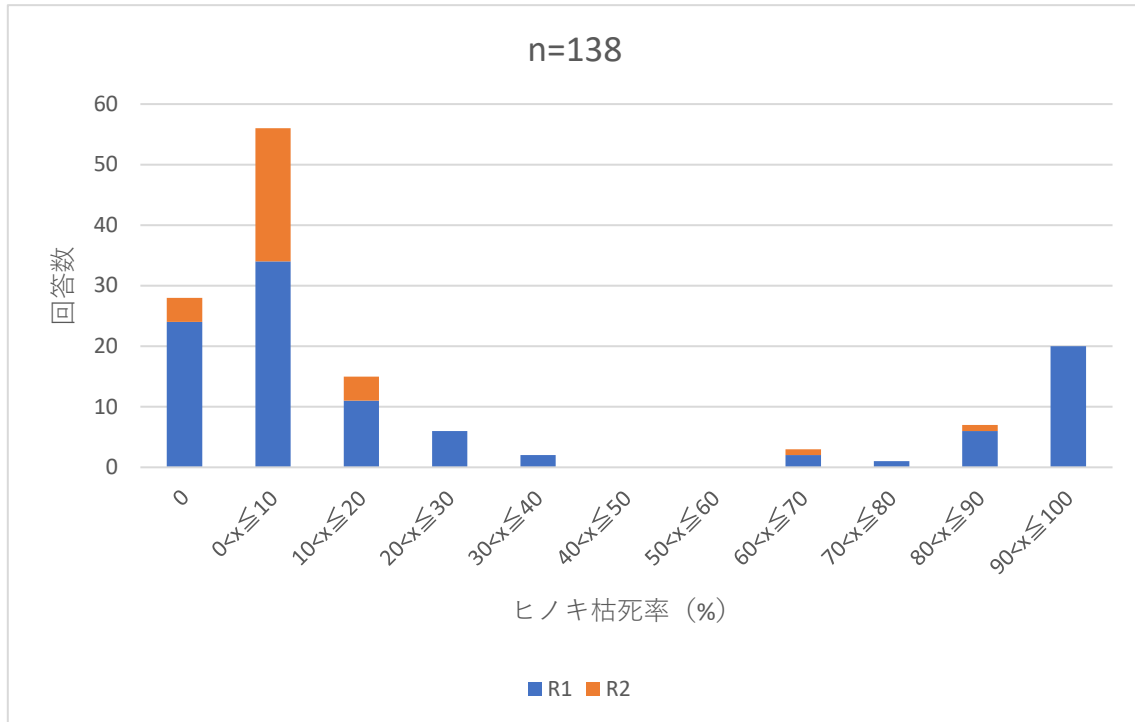


図 3-17. ヒノキの累積枯死率に対する回答の分布

全体を通して、令和元年度の調査結果と令和 2 年度の調査結果に分布の差異はみられなかった。したがって、予測モデルの作成に際し、両年度のデータを総合したものを使用することができると判断した。

新規調査の結果、林齢の偏りは、7 年生までの造林地のサンプルサイズでそれぞれ 30 サンプルを上回り、十分に偏りが解消できたと考えられた。一方で、積雪の多い地域の造林地からは回答が少なく、積雪が 1 m 以上の造林地のデータは十分に得られなかった。

(2) 植栽木被害及び防護柵破損の予測モデルの作成

防護柵破損および枯死率の予測モデルの作成について、当初は一般化線形混合モデル（GLMM）を予定していたが、作成されたモデルでは十分な予測精度が得られなかった。団地ごとにランダム効果を仮定した場合でモデルの残差が小さくなったため、同じ団地で新しく予測を行う場合と比較して、別の団地で新しく予測を行う場合の精度が低くなってしまうと考えられた。団地ごとにシカの被害の程度のバラつきが大きい可能性や、調査を行った組織ごとに調査方法が異なるためにデータがバラついている可能性がある。

そこで、予測の不確実性を考慮しつつも別の造林地での意思決定が可能になるよう、確率予測モデルを作成することとした。確率予測モデルでは、具体的な破損率や枯死率の数値を出力する代わりに、防護柵の破損レベルや植栽木の被害レベル（それぞれ低・中・高の3水準）に当てはまる確率を出力する。

● 破損レベルの予測モデルの作成

調査票の質問項目のうち、破損レベルの予測モデルへの使用を検討した変数は下表のとおりである。得られたデータの構造から、モデルへ組み込む際の変数の処理や使用の有無について検討し、下表のように決定した。

説明変数	調査票への記入方法	処理内容	予測モデルへの使用
造林地の平均斜度	択一式	処理なし	使用
最大積雪量	択一式	『積雪あり』と『積雪なし』の2水準に再分類	使用
台風の影響	択一式	『1年に1回以上影響がある』と『影響は1年に1回未満』の2水準に再分類	使用
シカの目撃頭数	数値を記入	両者を積算	使用
シカの目撃日数	数値を記入		
イノシシの生息状況	択一式	処理なし	不使用

※イノシシの生息状況は、3水準の選択肢のうち、真ん中の水準である『あまり目撃しないが生息している』に回答が大きく偏っており、回答の差をモデルに反映することが不可能であると判断したため、説明変数から除外した。

最終的に R のコマンドラインに入力したモデル式は以下のようになった。

$$\text{破損レベル} \sim \text{造林地の平均斜度} + \text{最大積雪量} + \text{台風の影響} \\ + \text{シカの目撃頻度} \times \text{シカの目撃日数}$$

※『～』は左辺が右辺をパラメーターにもつ確率分布に従うことを表す

作成したモデルの、Leave-One-Out 交差検証法による結果を図 3-18 に示す。

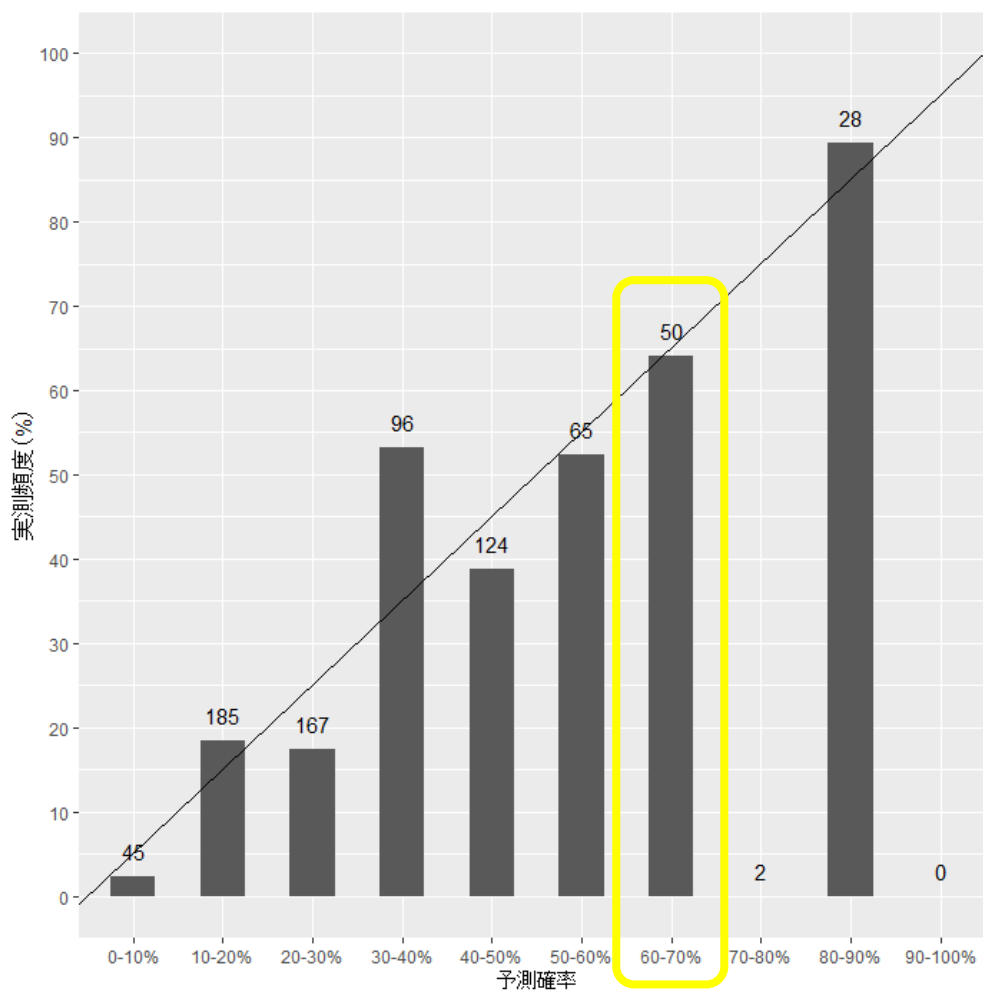


図3-18. 防護柵の破損レベルの予測モデルの精度検証結果

横軸がモデルによってある破損レベルが出現すると予測された確率、縦軸が予測された確率となった破損レベルが実際に出現していた割合である。例えば、60～70%の確率で出現すると予測された破損レベルが、実際には64%程度出現していることを表す（図3-18の黄色枠部分）。描画された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、予測の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。予測された回数が少ないものについては正確な精度を把握することができないが、それ以外については概ね線上に乗っていた。

以上の結果から、本事業で作成した防護柵の破損レベルの確率予測モデルは、実用性の高いモデルであると言える。

● 被害レベルの予測モデルの作成

調査票の質問項目のうち、被害レベルの予測モデルへの使用を検討した変数は下表のとおりである。得られたデータの構造から、モデルへ組み込む際の変数の処理や使用の有無について検討し、下表のように決定した。

説明変数	調査票への記入方法	処理内容	予測モデルへの使用
柵の破損率	数値を記入	100mの防護柵に、1年あたりに生じる破損数を算出	使用
植栽面積	数値を記入	処理なし	不使用
植栽密度	数値を記入	処理なし	不使用
苗木の樹高	数値を記入	処理なし	使用
シカの日撃頭数	数値を記入	両者を積算	不使用
シカの日撃日数	数値を記入		
頂芽被害の有無	択一式	処理なし	使用
樹皮剥ぎの有無	択一式	処理なし	使用
矮小化の有無	択一式	処理なし	使用

※植栽面積および植栽密度は、被害レベルに与える影響が少なく、モデルによって正の影響か負の影響かが定まらなかったため、説明変数から除外した。

※シカの日撃頭数および日撃日数は、被害レベルに与える影響が負の値をとり、合理的なモデルが得られなかったため、説明変数から除外した。

最終的なモデルは下式のようになった。

被害レベル～柵の破損率＋苗木の樹高＋頂芽被害の有無＋樹皮剥ぎの有無＋矮小化の有無

作成したスギの被害予測モデルの、Leave-One-Out 交差検証による結果を図 3-19 に示す。

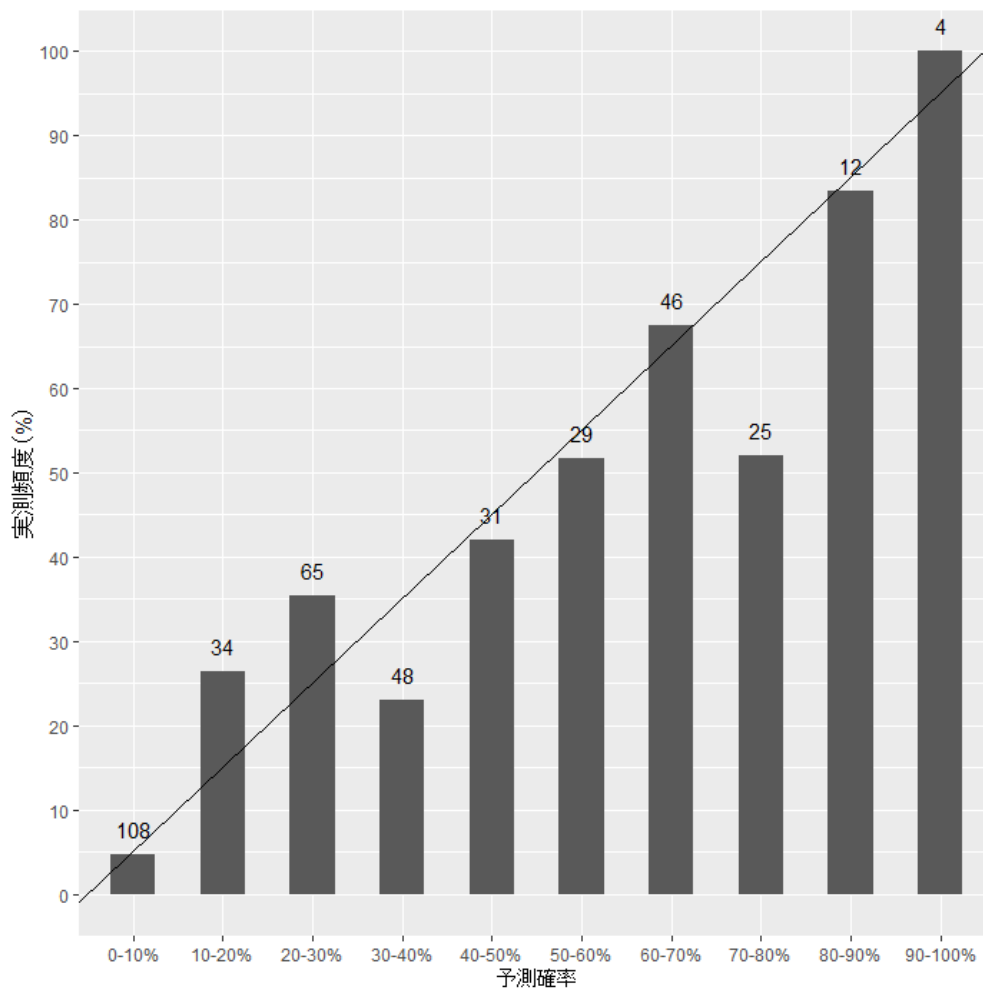


図 3-19. スギの被害レベルの予測モデルの精度検証結果

予測確率は概ね直線に乗っているが、30-40%や 70-80%など比較的予測された確率と実際に出現していた頻度の差が大きいものもあった。

作成したヒノキの被害予測モデルの Leave-One-Out 交差検証による結果を図 3-20 に示す。

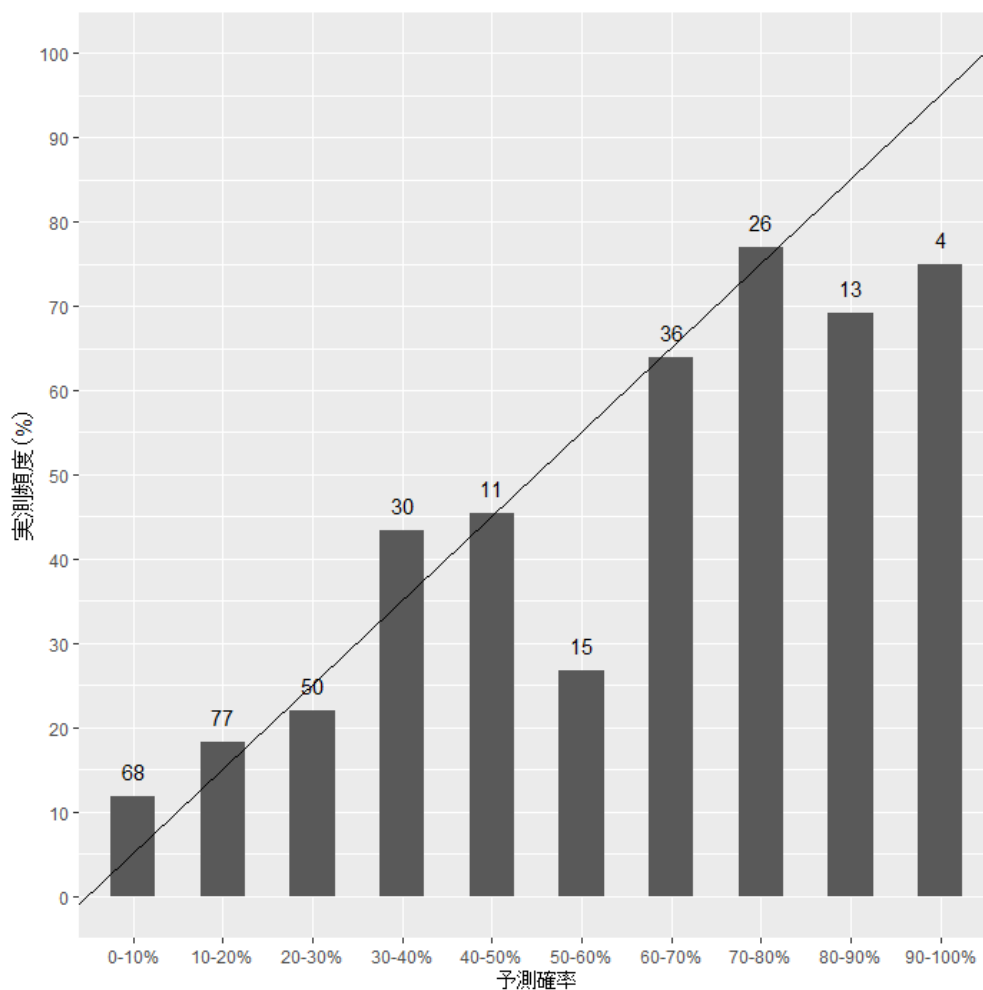


図3-20. ヒノキの被害レベルの予測モデルの精度検証結果

予測確率は概ね直線に乗っているが、予測回数が20に満たないものは、その精度が正確に検証できていないものもあった。これらの結果から、本事業で作成したスギ及びヒノキの被害レベルの確率予測モデルは、概ね実用性の高いモデルであると言える。

(3) 成林可能性予測シートの作成

作成した確率予測モデルをもとに成林可能性予測シートを作成した。このシートはエクセルファイルで作成されており、入力項目に造林計画や調査結果を入力すると、防護柵の破損レベルと植栽木の被害レベルの確率予測が出力される。

予測シートの計算フローを図3-21に示す。

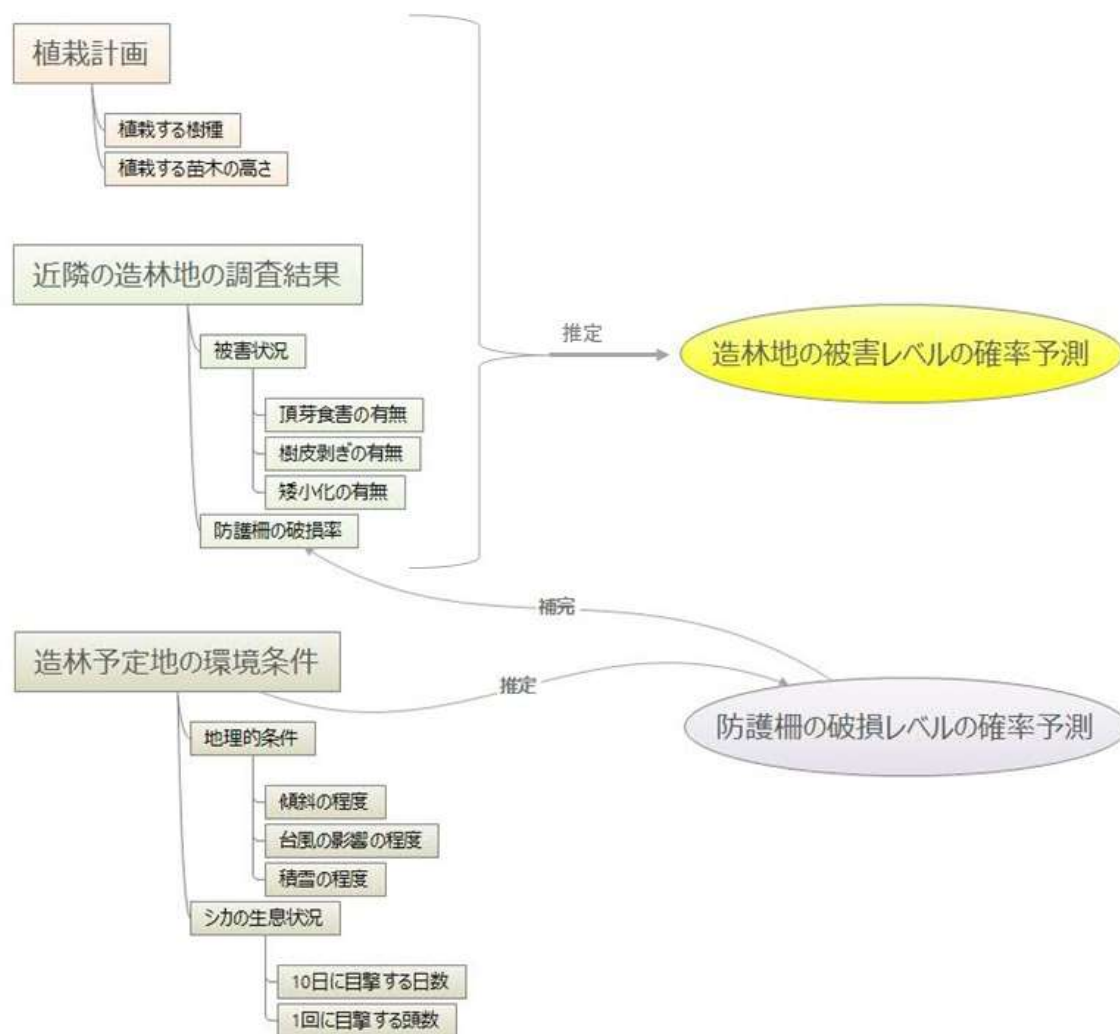


図3-21. 予測シートの計算フロー

入力項目のうち防護柵の破損率は、近隣にすでに防護柵を設置している造林地があって、調査を実施できる場合は調査結果を直接入力することができる。近隣に防護柵がなく破損率が分からない場合は、環境条件を入力することで、破損レベルの予測を行い、算出された破損率が自動で入力される。

入力項目のうち被害状況は、近隣の造林地で頂芽食害・樹皮剥ぎ・矮小化が生じているかを調査して入力し、分からない場合や、現場での調査を省略するときは不明と入力する。

予測シートを使用することによって、新規造林地における防護柵の設置および管理計画の一助とすることができる。この予測シートで検討できる事項は、主に将来発生する可能性のある防護柵の破損箇所数と、植栽する苗木の樹高である。

各変数の予測結果への影響のしかたを把握するため、変数ごとに予測確率がどのように変化するかを図3-22～27にまとめる。注目する変数以外の変数は中央値に固定した上で、注目する変数を変動させた出力結果をグラフにした。

図3-22に、環境要因ごとのシカ目撃頻度による防護柵の破損レベルの確率の変化を示す。シカの目撃頻度が多くなる造林地ほど破損レベルが高いという結果が得られた。シカが高密度である造林地ほど、柵内部に侵入しようとする個体が多くなり、破損が生じやすくなることが原因の1つと考えられた。

環境要因ごとのシカ目撃頻度による防護柵の破損レベルの確率の変化を示す。傾斜は急峻なほど、台風は影響回数が多い方が破損レベルは高くなるという理にかなった結果となった。積雪がある造林地では破損レベルが高くなることが予想されたが、実際の破損レベルの確率増加はわずかであった。

図3-23に、食害の有無ごとの破損箇所数によるスギの被害レベルの確率の変化を示す。破損箇所数は、多いほど被害レベルが高い傾向が得られたが、被害レベル低となる確率は大きく変化せず、被害レベル中から被害レベル高への遷移に大きく影響している結果が得られた。スギ造林地における柵の破損箇所数の低減による被害への効果は、被害レベルの高い造林地で大きいことが示唆された。

図3-24に、食害の有無ごとの苗木の樹高によるスギの被害レベルの確率の変化を示す。苗木の樹高は、高いほど被害レベルが低い傾向が得られた。被害レベル高の造林地であっても、60cm程度以上の苗木を植栽することで被害レベル中に抑えられる可能性が示唆された。スギの被害レベル予測の結果では、樹皮剥ぎと矮小化が生じている場合の被害レベルの変化と比較して、頂芽食害が生じている場合の変化は小さかった。スギはヒノキと比較して頂芽食害に強い樹種である可能性が示唆された。

図3-25に食害の有無ごとの破損箇所数によるヒノキの被害レベルの確率の変化を示す。破損箇所数は、多いほど被害レベルが高い傾向が得られた。スギと異なり、被害レベルが低となる確率にも影響する結果となった。ヒノキ造林地における柵の破損箇所数の低減は、被害レベルに関わらず重要であることが示唆された。

図3-26に、食害の有無ごとの苗木の樹高によるヒノキの被害レベルの確率の変化を示す。苗木の樹高は、高いほど被害レベルが低い傾向が得られたが、被害レベル高となる確率の変化量はスギと比較して小さかった。被害レベルが中の造林地で苗木の樹高を高くすれば、被害レベルを低に抑えられる可能性がある一方で、被害レベルが高の造林地では、苗木の樹高を高くしても被害レベルを抑えることが困難である可能性が示唆された。ヒノキの被害レベル予測の結果では、矮小化が生じている場合の被害レベルの変化が最も大きかった。頂芽食害と樹皮剥ぎでは、頂芽食害が生じている方が被害レベル高になる確率が大きく変化することが示された。

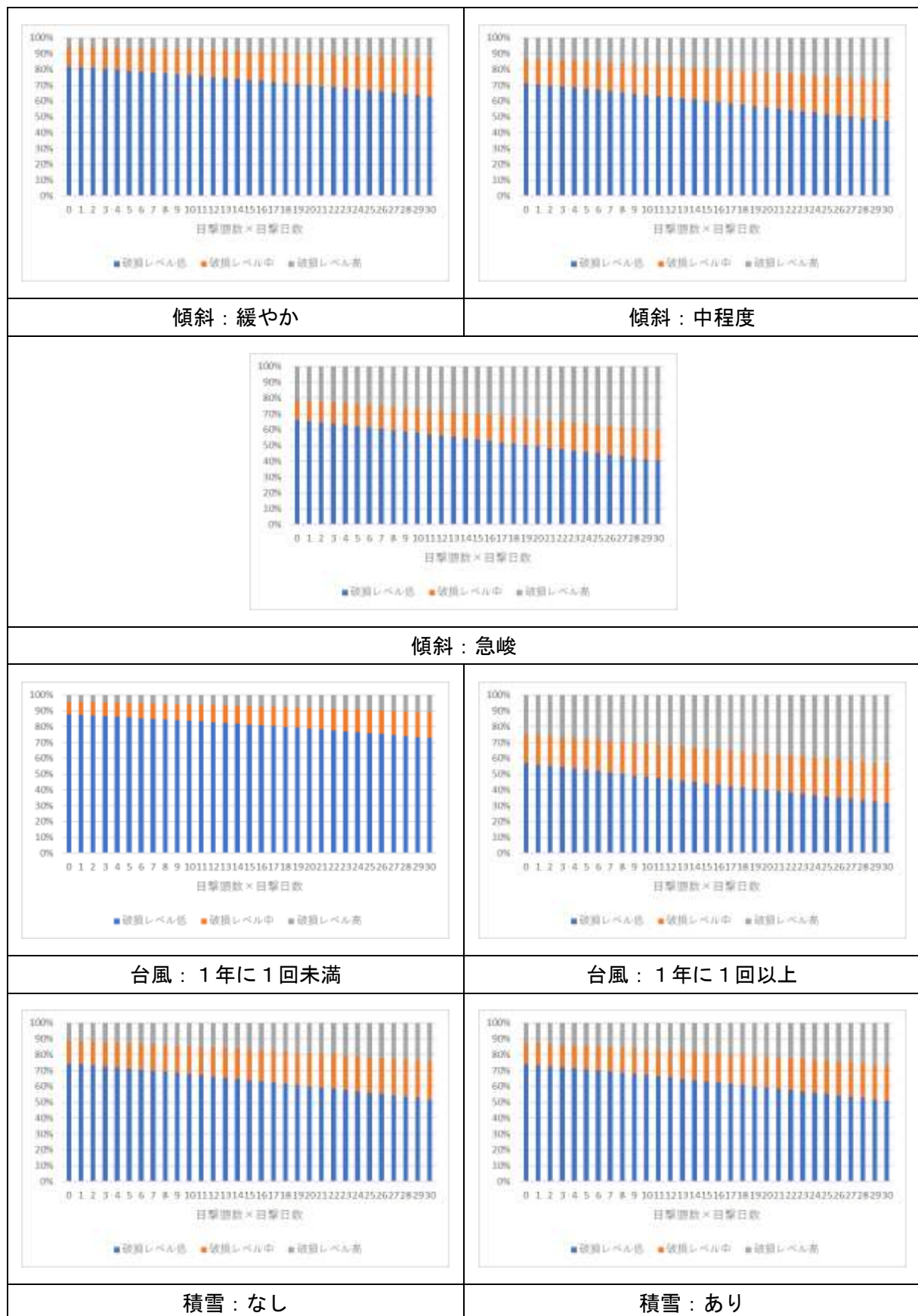


図3-22. 環境要因ごとのシカ目撃頻度による破損レベル確率の変化



図3-23. 食害の有無ごとの破損箇所数によるスギの被害レベル確率の変化

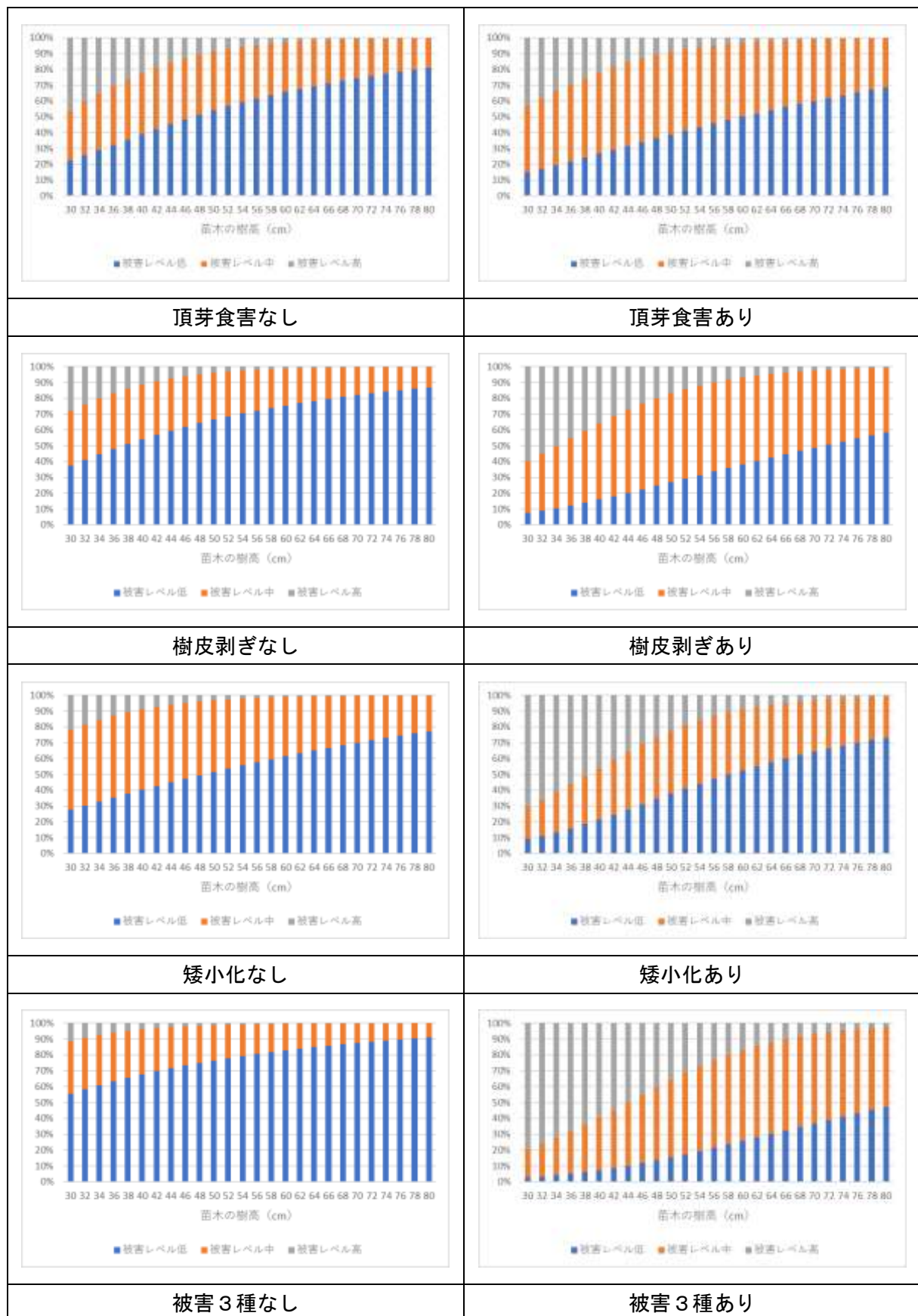


図3-24. 食害の有無ごとの苗木の樹高によるスギの被害レベル確率の変化

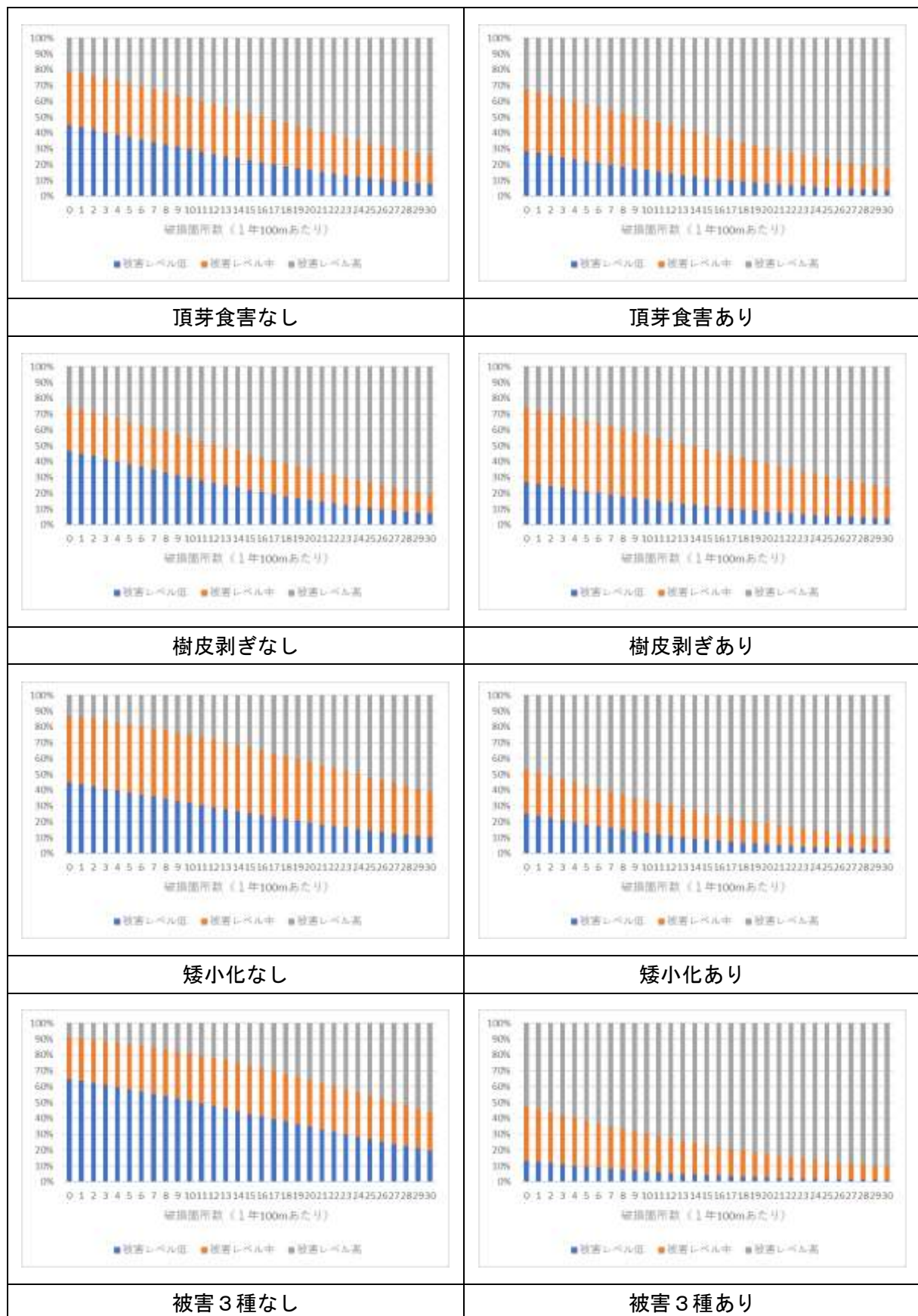


図3-25. 食害の有無ごとの破損箇所数によるヒノキの被害レベル確率の変化

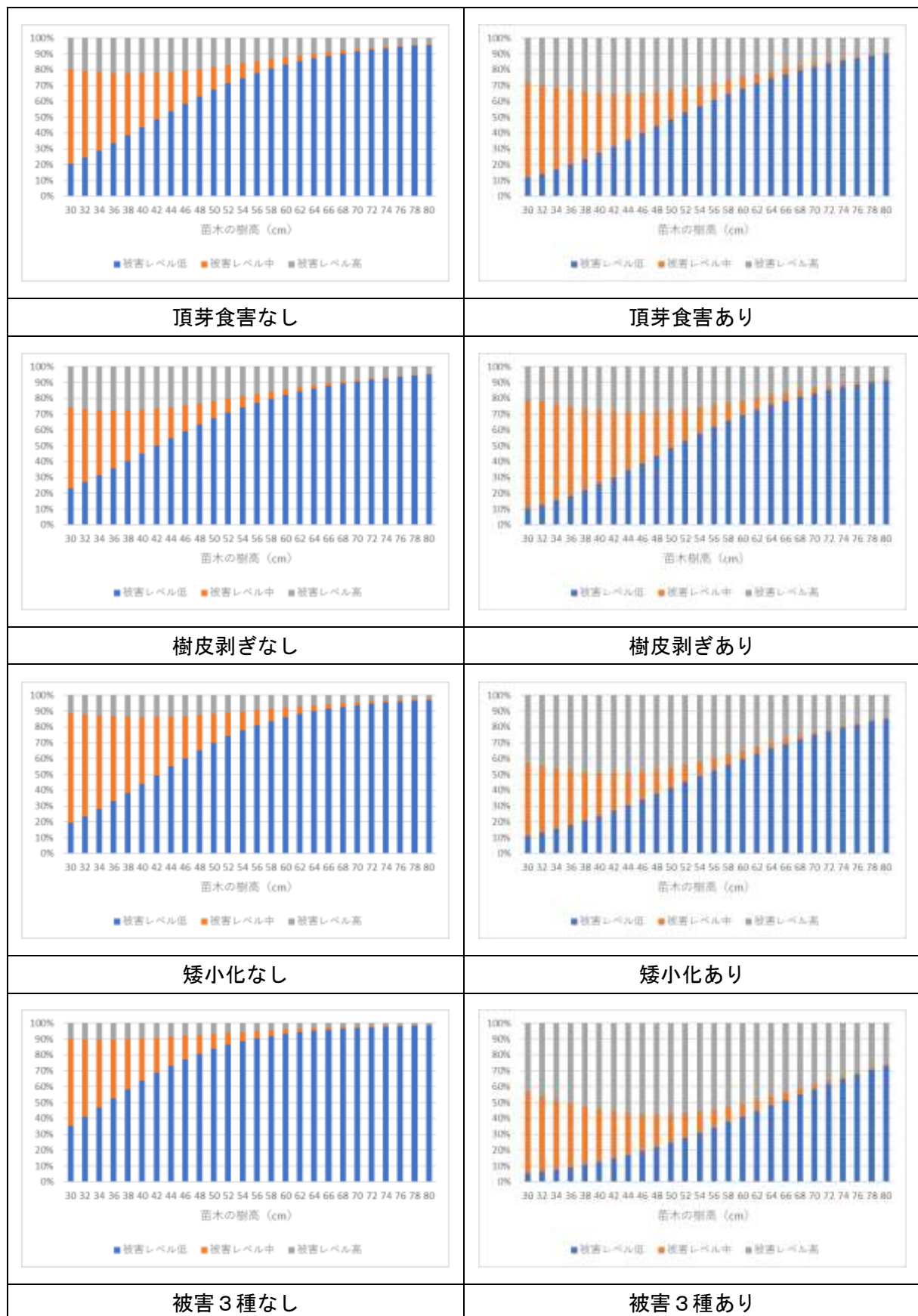


図3-26. 食害の有無ごとの苗木の樹高によるヒノキの被害レベル確率の変化

なお、この予測シートの結果は、あくまでも調査票によって回答が得られたデータの基準値から予測されるものであることに留意する必要がある。調査データにない値を入力（外挿）した場合は、結果の信頼性が大きく低下する。また、出力される被害レベルは、防護柵の管理を行っている造林地における被害レベルである。つまり、防護柵を設置せずに、あるいは設置後に管理せずにいた場合は、出力された被害レベルを上回ることが考えられる。予測シートの作成に使用した造林地における防護柵の点検の程度は、図 3－14 を参考にすること。

4 アンケート調査票の有効性の検討結果

(1) モニタリングデータを用いた調査票の有効性の検討

図4-1にシカを目撃効率（以下、「SPUE」という。）と植栽後1年当たりの枯死率のプロット、SPUEと植栽後1年当たりのプロットを示す。被害レベルの予測モデルの作成時にも明らかになったように、今回得られたデータでは、調査票によるシカ生息状況からは枯死率や被害レベルをうまく説明することができなかった。SPUEを使用した場合であっても、これらをうまく説明することはできなかった（図4-2）。植栽木被害及び防護柵破損の予測モデル作成のための調査から作成した成林可能性予測シートでは、近隣の造林地で発生している被害の種類を入力することによって、シカを目撃頻度がモデルに組み込まれていなくても被害レベルの確率を推定することができる設計となっている。

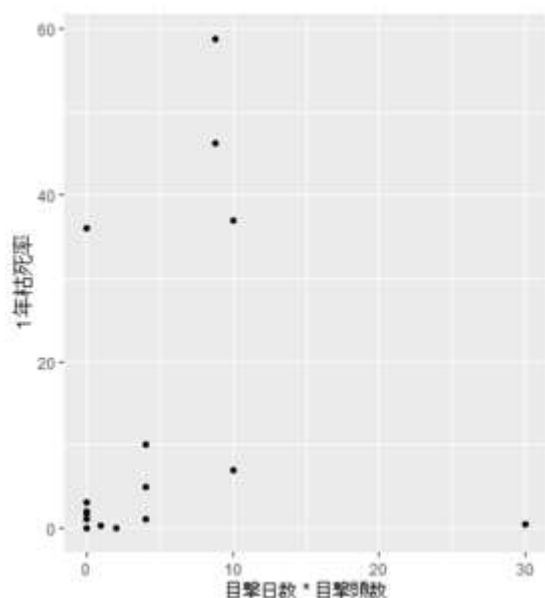


図4-1. 調査票項目におけるシカ目撃頻度と1年あたり枯死率の関係

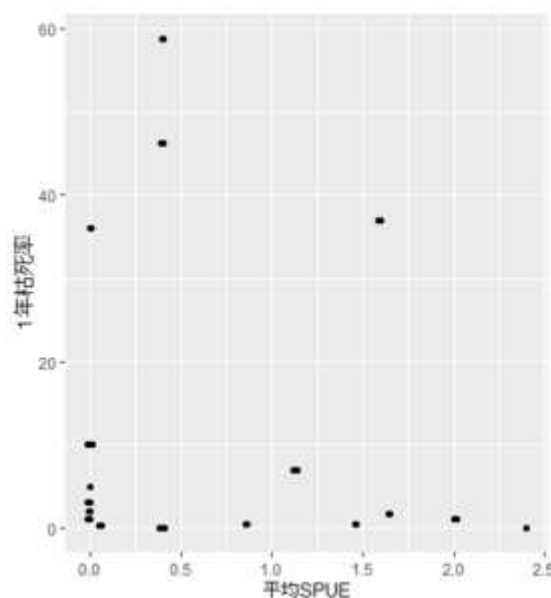


図4-2. 県によるシカ目撃効率と1年あたり枯死率の関係

(2) 島根県における現地調査結果

① 調査地域の現状

島根県のシカは、島根半島部（出雲北山山地）でのみ集団的に生息していたが、近年、中国山地の県境の市町を中心に目撃情報や捕獲数が増加している。低密度ながら、中国山地側の市町の分布の中心は邑智郡邑南町と考えられており、この周辺の市町に分布が拡大しつつある。そこで、邑南町及び隣接する美郷町（図4-3）において、幼齢造林地のシカ被害の発生状況や被害対策の実施状況を調査し、低密度下におけるシカ被害対策のあり方について検討した。



図 4－3 島根県邑智郡邑南町及び美郷町位置図（黄色網掛け区域）

② 調査結果

【邑南町における造林地の状況】

- 平成 21 年植栽の造林地における植栽木の状況（写真 4－1、2）
- ◇ 植栽樹種はヒノキ
- ◇ 防護柵は未設置
- ◇ シカ被害はほとんど確認できない
- ◇ 植栽木の樹高は平均 5 m



写真 4－1. 調査した造林地の遠景



写真 4－2. 植栽木の樹高成長の状況（ポール上端が 2m）

- 平成 29 年植栽の造林地における植栽木の状況（写真 4－3～5）
 - ◇ 植栽樹種はヒノキ
 - ◇ 防護柵は未設置
 - ◇ 樹皮剥ぎ、頂芽食害などのシカ被害が一定割合で発生
 - ◇ 植栽木の樹高は平均 1 m



写真 4－3．樹皮剥ぎの発生状況



写真 4－4．頂芽食害の発生状況



写真 4－5．無被害木の樹高成長の状況

【美郷町における造林地の状況】

- 平成 31 年植栽の造林地における植栽木の状況（写真 4－6、7）
- ◇ 植栽樹種はヒノキ
- ◇ 防護柵はネット柵（スカートネットあり、H=1.8、網目 100mm 角）設置
- ◇ 防護柵の破損は確認できない
- ◇ シカ被害は確認できない
- ◇ 植栽木の樹高は平均 70cm



写真 4－6．調査した造林地の遠景



写真 4－7．植栽木の樹高成長の状況

- 平成 30 年植栽の造林地における植栽木の状況（写真 4－8～11）
- ◇ 植栽樹種はスギ、ヒノキ
- ◇ 防護柵はネット柵（スカートネットあり、H=1.8、網目 100mm 角）設置
- ◇ シカ被害は確認できないが、ノウサギ被害は一部あり
- ◇ 植栽木（スギ、ヒノキ）の樹高は平均 80cm



写真 4－8. 調査地の遠景



写真 4－9. ヒノキの樹高成長の状況



写真 4－10. ノウサギによる食害の発生状況



写真 4－11. 調査地で確認されたノウサギの糞

③ 考察

邑南町では、平成 21 年に植栽された造林地では、シカ被害が確認されず、平成 29 年に植栽された造林地では被害が発生していたことから、この 9 年間にシカの生息密度が高まり、被害を発生させるレベルに達した可能性があると考えられた。また、邑南町では、今後は防護柵を設置しないと植栽木の一部の樹高成長が期待できず、枯死に至る可能性があることが考えられた。一方、美郷町では、植栽木にシカ被害は確認できなかったが、防護柵の防除効果によるものかどうかは分からなかった。

邑南町と美郷町では、シカ対策として防護柵設置を検討すべき地域である可能性が考えられたが、その検証には、美郷町内で防護柵を設置していない造林地との比較が必要である。ノウサギ被害についてはスギで確認されたが、今後の植栽木の枯死発生にどの程度の影響を及ぼすか注視する必要があると考えられた。

本事業で作成したアンケート調査票は、現場をよく知る作業者のシカを目撃頻度や頭数を基にシカの生息密度を把握し、他の環境条件と合わせて情報収集することで、防護柵の破損や植栽木の被害を予測しようとする試みである。したがって、作業者が普段シカを全く目撃していない場合は、シカの生息状況を検出する

ことができない。ここにアンケート調査票の有効性の課題があると考えられた。この課題を解決するためには、現場での目撃頻度や頭数以外の情報を収集する必要がある。

例えば森林整備センターでは、シカの食痕がある植物の種数、下層植生におけるシカの不嗜好性植物の優占度合や植生の被覆状態、近隣人工林のシカ被害状況、の3つの指標を調査し、それぞれの項目の被害度を把握したうえで、講じる防除対策を決定する手法を紹介している（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林整備センター 2020）。このような手法を用いれば、シカを目撃できない低密度地域においても、講ずべきシカ被害の防除対策を意思決定できると考えられる。ただし、低密度下の地域においては、短期間にシカの分布が拡大・個体数が増加し、造林当初は想定していなかった被害が発生するリスクもある。そのため、造林予定地から少し離れた場所での現状を把握することや、講じた防除対策では不十分であることが判明した場合、追加の防除対策を速やかに実施することが必要であると考えられた。

【参考文献】

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林整備センター（2020） シカ
害防除マニュアル～防護柵で植栽木をまもる～（2020年3月版）.

5 防護柵の設置計画策定のための調査結果

(1) 破損地点と地形指標の関係

破損の生じていた地点と、その地点の地形指標（標高・斜度・曲率）の関係を図5-1～3に示す。曲率とは、凸状の地形になっている場所では正の値を、凹上の地形になっている場所では負の値をとる指標である。なお、破損の種類のうち、潜り込み、穴あき、支柱折れ、その他については観察された地点数が少なかったため分析からは除外し、ネット垂れ下がり、ペグ抜け、樹木倒れこみの3つの破損を取り扱った。

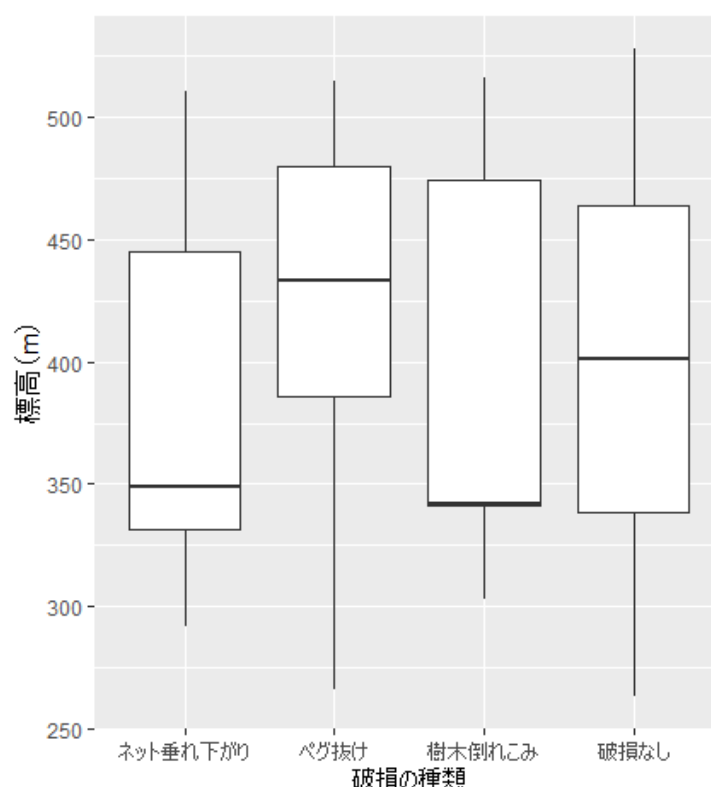


図5-1. 破損の種類と発生地点の標高の関係。箱部分は、上端が第3四分位点を、下端が第1四分位点を表す。箱部分の内側の線は中央値（第2四分位）を表す。箱からのびるひげは、上端が最大値を、下端が最小値を示す。

破損の種類と発生地点の標高の関係を図5-1に示す。ネット垂れ下がりには、破損がなかった地点と比較して標高の低い地点に偏っている傾向がみられた。ペグ抜けは、破損がなかった地点と比較して標高の高い地点に偏っている傾向がみられた。樹木倒れこみは、破損がなかった地点と比較して標高の高い地点に偏っている傾向がみられた。

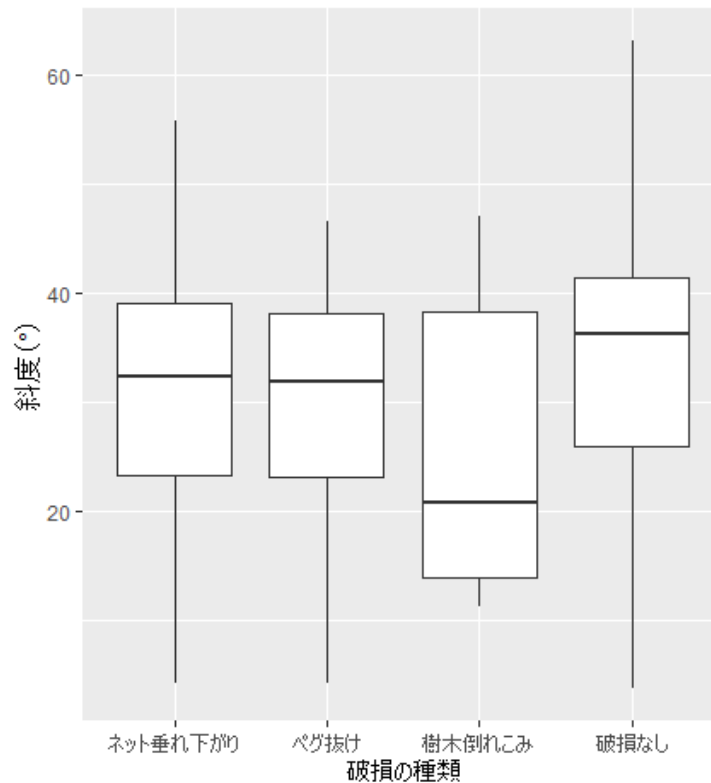


図5－2．破損の種類と発生地点の斜度の関係。箱部分は、上端が第3四分位点を、下端が第1四分位点を表す。箱部分の内側の線は中央値（第2四分位）を表す。箱からのびるひげは、上端が最大値を、下端が最小値を示す。

破損の種類と発生地点の斜度の関係を図5－2に示す。ネット垂れ下がりおよびペグ抜けは、破損がなかった地点と比較して斜度の小さな地点に偏っている傾向がみられた。樹木倒れこみは、破損がなかった地点と比較して斜度の小さな地点に大きく偏っている傾向がみられた。

破損の種類と曲率の関係を図5－3に示す。樹木倒れこみは、破損がない地点と比較して曲率が大きい地点に偏っている傾向がみられた。ネット垂れ下がりおよびペグ抜けについては、大きな差異はみられなかった。

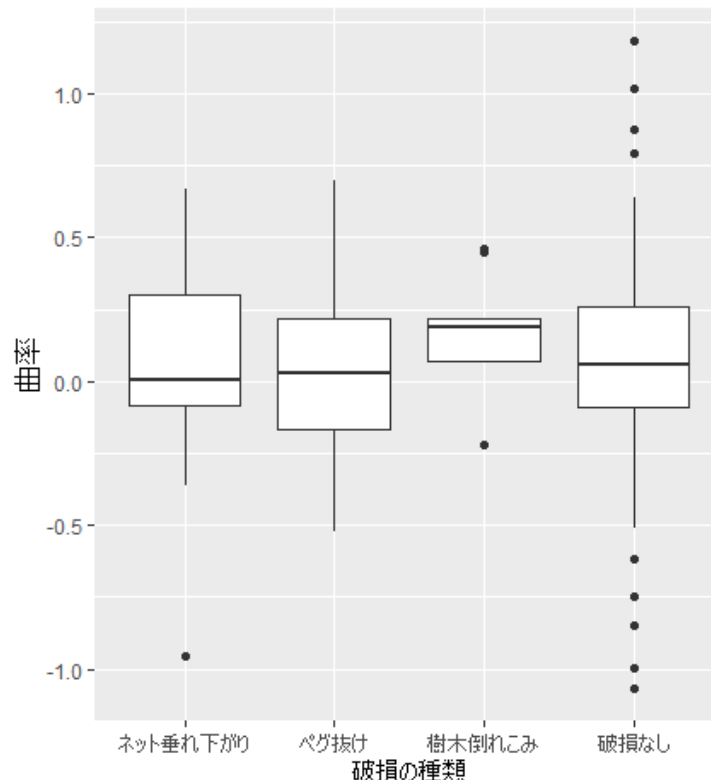


図5－3. 破損の種類と発生地点の曲率の関係。黒い点は外れ値を表す。箱部分は、上端が第3四分位点を、下端が第1四分位点を表す。箱部分の内側の線は中央値（第2四分位）を表す。箱からのびるひげは、上端が外れ値を除いた最大値を、下端が外れ値を除いた最小値を示す。

(2) 破損リスクの地図化の検証

各種類における破損のリスクをモデル化し、リスクマップを作成した。破損リスクの計算モデルに使用する説明変数は、(1)の結果から選択した。すなわち、ネット垂れ下がり、ペグ抜け、樹木倒れこみは標高および斜度、破損なしは標高、斜度および曲率を使用した。

図5－4～7に、調査を行った造林地のうち1造林地の空中写真と、計算されたリスクマップを示す。リスクマップは、リスクが高い地点が濃い赤色になるように表示している。なお、リスクが低い範囲ほど色の変化が大きくなるようにグラデーションを調整し、リスクのある地点を強調して表示するように設定している。

図5－5にペグ抜けのリスクマップを示す。ペグ抜けのリスクは全体的に濃い赤色で、山側に特に高く表れている。現地調査でもペグ抜けは最も多くみられ、尾根や谷、斜面部分に多くみられた。特に尾根部分で頻繁にみられ、ペグが効きにくい土質であったため容易に抜けてしまうような状況が多くみられた。また、谷や斜面部分でも岩盤が露出していたり、ガレ場になっていたりするような場所でもペグ抜けがみられた。

図5－6にネット垂れ下がりのリスクマップを示す。ネット垂れ下がりのリスクは、比較的谷側や谷筋に高く表れている。現地調査では、柵沿いに高低差があり、

ネットの有効高が確保できていない場所や、谷部でネットの裾に土砂堆積物がたまることによって柵が下方向に引っ張られてネットが下がっている場所がみられた。

図5－7に樹木倒れこみのリスクマップを示す。樹木倒れこみのリスクは、尾根に高く表れている。現地調査でも同様に尾根部によくみられた。尾根に痩せた土質が多いことや、風の影響を受けやすいこと、また、谷側は周りに倒れこんでくる樹木が少ないことが影響していると考えられる。

破損の種類に関わらず、全体として尾根筋にリスクが高く表れており、防護柵の設置ルートを調査地点としたことによって、破損のリスクが高いと予測されてしまっていることが考えられる。リスクマップでは、尾根筋からはずれた部分はリスクが低く見えるが、実際は尾根筋の方が破損リスクは低いということに留意する必要がある。その上で、これらのリスクマップは、柵の設置ルートと重ね合わせることで、ルート上で破損が生じやすい場所の把握に有用である可能性が考えられた。図5－8に、防護柵設置ルート上の樹木倒れこみリスクをグラフ化した図を示す。作図には、**QGIS (ver.3.16)** および『**qProf**』プラグインを使用した。防護柵のルート上にある破損リスクの高い部分が、グラフ中にピークとして検出されるため、破損リスクの高い箇所を可視化することができる。このようなグラフ化を行えば、手作業で地図上に設定したルートを **QGIS** に読み込むことで同様のグラフを作図でき、破損リスクの低い防護柵の設置計画を検討するうえで、有効である可能性が示された。



図5－4．調査造林地の空中写真（国土地理院 2004 年以降撮影）

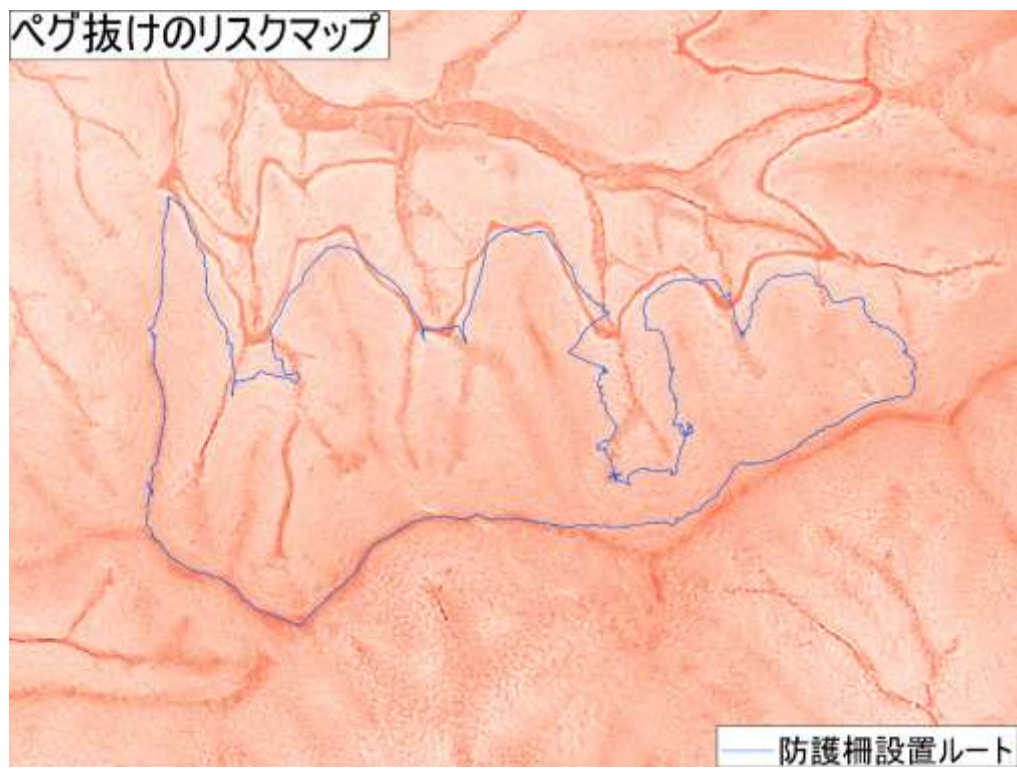


図 5-5. ペグ抜けのリスクマップ



図 5-6. ネット垂れ下がりのリスクマップ



図5－7．樹木倒れこみのリスクマップ

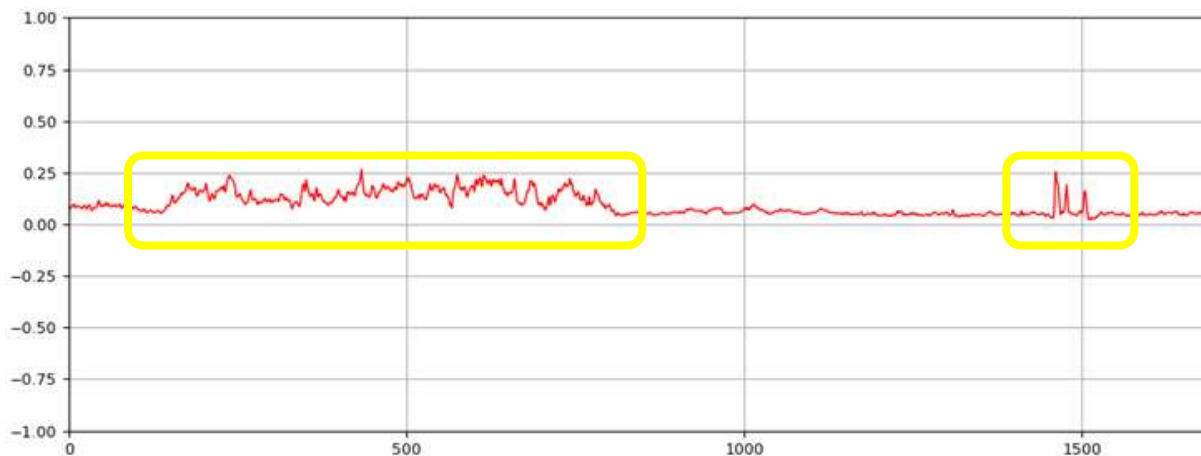


図5－8．GISで作成された柵のルートと樹木倒れこみリスクの関係。横軸は柵破損調査時のスタート地点からの距離、縦軸は予測された樹木倒れこみリスクを表す。黄色枠で囲まれたように、リスクの高い地点が検出される。

(3) 他地域への適用の可能性の検証

兵庫県では、1 m メッシュ単位の高解像度な DEM が利用可能だが、他の都道府県では、このようなデータが整備されている場所は少なく、5 m メッシュのものであれば国土地理院によって整備されている地域が多い。そこで、5 m メッシュ DEM

から算出される地形指標から、破損リスクの高い地形が読み取れるかを検証した。

5m メッシュ DEM を使用して作成した傾斜図を図 5－9 に示す。航空写真や地形図では読み取ることが困難であった谷地形（図 5－10）を検出できた。他地域でも 5m メッシュ程度の解像度の DEM を利用することで、微細な地形を可視化することができ、設置作業や点検作業時に注意を要するポイントの把握には有用であると考えられた。

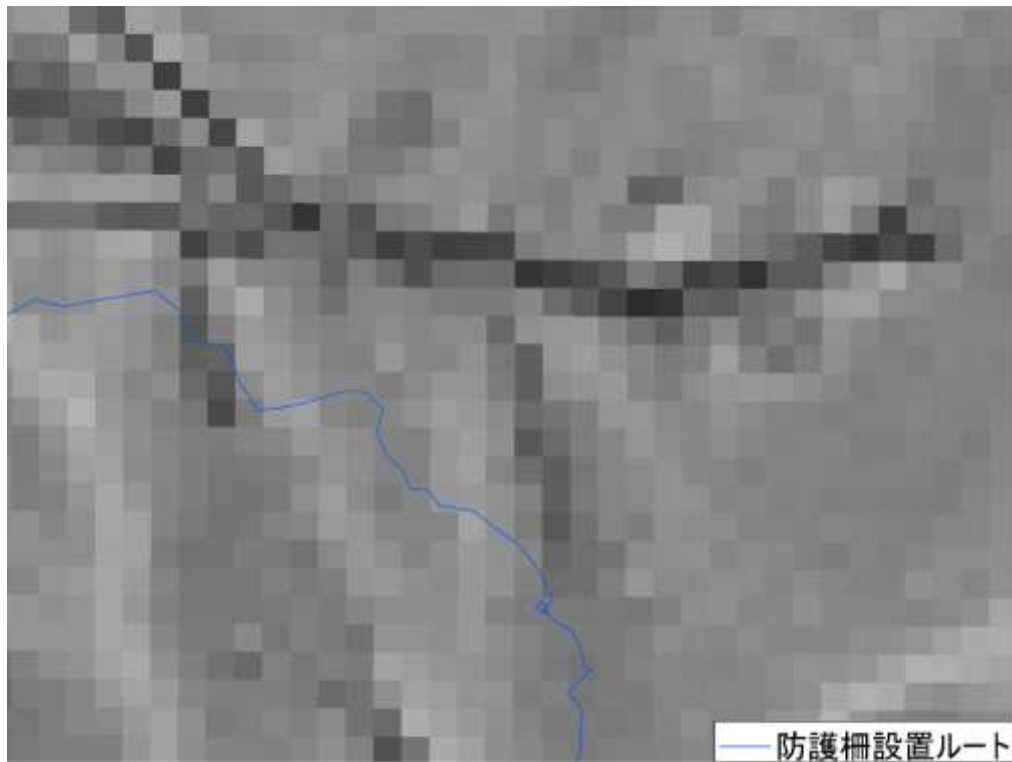


図 5－9. 5m メッシュ DEM による曲率図。画像中央に微細な谷地形が確認できる。



図 5-10. 上図と同区域の地形図。地形図からは谷地形を把握するのは困難。

6 材積によるシカ被害評価の妥当性の検証結果

得られたデータの材積と林分成長表から算出された材積の見込みの関係を図 6 - 1 に示す。

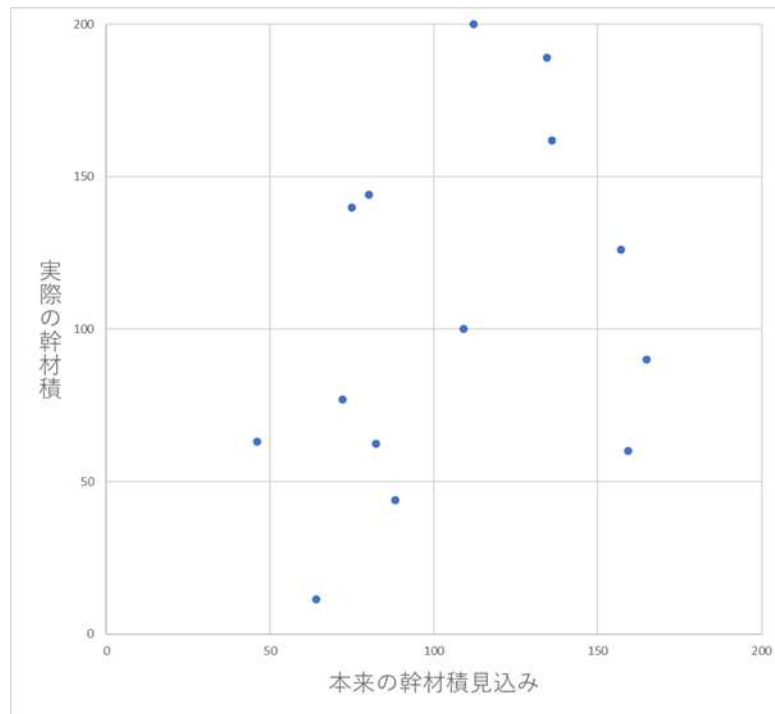


図 6 - 1. 調査造林地における本来の幹材積見込みと実際の幹材積の関係

概ね見込み通りの材積が蓄積されていた。このことから、シカ害が生じていても、ある程度の成長ができた林分であれば、予定通りの材積を得ることが多いと考えられる。したがって、シカ害による材積ベースの損失は、シカ害による影響がほぼなくなる樹高までに生じた成長の遅れに伴う保育費用と補植費用に依存すると考えられた。実際の幹材積が林分材積表における成長見込みより低く見積もられた場合は、シカ害の程度による成長の遅れを評価する基準となる可能性がある。

本事業の調査ではデータを収集していないが、幹材積量に表れない損害として、樹皮剥ぎなどの食害によって材としての価値が下がることも考えられる。より正確なシカ被害の影響を評価するには、シカ害による材価の低下にも着目すべきと考えられる。