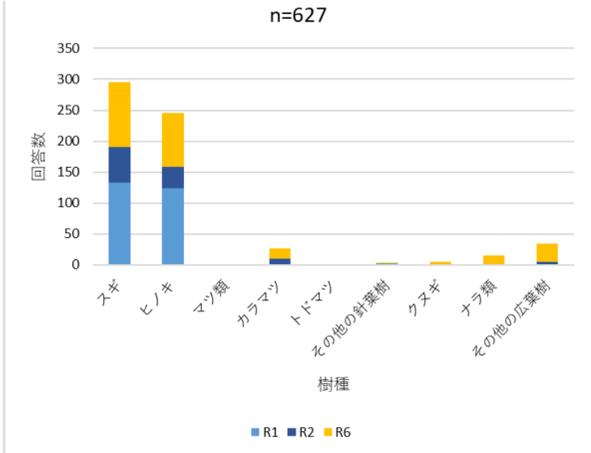
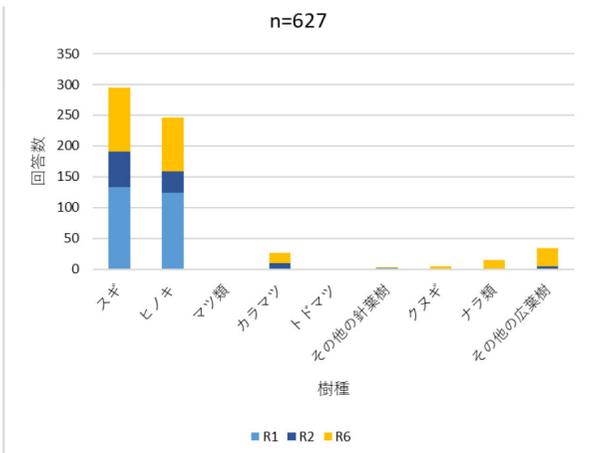


ページ・箇所	正	誤
<p>p.19</p> <p>16行目</p>	<p>月 14 日とした。</p> <p>4.3.2 分析方法</p> <p>収集データを樹種別・区画別に整理し、分析に必要な項目が未回答であるデータや外れ値を含むデータを除外した上で、既存データに補完し分析した。具体的には、令和2年度において構築された予測モデル式を用いて、既存データ及び本調査で収集した新規データを用いてパラメータの再推定、予測モデルの精度検証を実施した。</p> <p>なお、既存データの調査においては、林齢の条件がないなど本調査の調査方法と異なる点があったが、対象外のデータを除外することなく使用することとした。</p> <p>4.3.3 調査及びデータ分析結果</p> <p>アンケートの回答数は、Microsoft Forms による提出が 168 件、ワードファイルによる提出が 141 件、合計 309 件であった。</p> <p>そのうち、有効サンプル数および予測モデル作成に使用したサンプル数は以下のとおりとなった。</p> <p>●本調査で収集し、分析に使用したサンプル数                  有効サンプル数：261                  防護柵破損の予測モデル作成に使用したサンプル数：<b>255</b>                  スギの植栽木被害の予測モデル作成に使用したサンプル数：98                  ヒノキの植栽木被害の予測モデル作成に使用したサンプル数：86</p> <p>以下に、令和元年度、令和2年度及び本調査で収集したデータの分布を示す（図4-1～4-11）。</p>  <p>図4-1 被害樹種に対する回答の分布</p>	<p>月 14 日とした。</p> <p>4.3.2 分析方法</p> <p>収集データを樹種別・区画別に整理し、分析に必要な項目が未回答であるデータや外れ値を含むデータを除外した上で、既存データに補完し分析した。具体的には、令和2年度において構築された予測モデル式を用いて、既存データ及び本調査で収集した新規データを用いてパラメータの再推定、予測モデルの精度検証を実施した。</p> <p>なお、既存データの調査においては、林齢の条件がないなど本調査の調査方法と異なる点があったが、対象外のデータを除外することなく使用することとした。</p> <p>4.3.3 調査及びデータ分析結果</p> <p>アンケートの回答数は、Microsoft Forms による提出が 168 件、ワードファイルによる提出が 141 件、合計 309 件であった。</p> <p>そのうち、有効サンプル数および予測モデル作成に使用したサンプル数は以下のとおりとなった。</p> <p>●本調査で収集し、分析に使用したサンプル数                  有効サンプル数：261                  防護柵破損の予測モデル作成に使用したサンプル数：<b>256</b>                  スギの植栽木被害の予測モデル作成に使用したサンプル数：98                  ヒノキの植栽木被害の予測モデル作成に使用したサンプル数：86</p> <p>以下に、令和元年度、令和2年度及び本調査で収集したデータの分布を示す（図4-1～4-11）。</p>  <p>図4-1 被害樹種に対する回答の分布</p>

正

誤

表4-1 柵の破損予測モデル内のパラメータの扱い方

パラメータ	今年度の調査票での回答方法	予測モデル内での扱い方
造林地の平均斜度	択一式 ・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	下記の3段階に区分し、数値として使用 ・緩やか(20度未満) ・中程度(20度以上 30度未満) ・急峻(30度以上)
最大積雪量	なし(国土数値情報よりデータ取得)	積雪1m以上、1m未満、なしの3段階に区分し、数値として使用
台風の影響	択一式 ・毎年必ず複数回影響を受ける ・毎年必ず1回は影響を受ける ・影響を受ける年と受けない年がある ・ほとんど影響を受けない	4段階の数値として使用
シカが目撃頭数	数値を記入	両者を積算した値を使用
シカが目撃日数		

表4-1 柵の破損予測モデル内のパラメータの扱い方

パラメータ	今年度の調査票での回答方法	予測モデル内での扱い方
造林地の平均斜度	択一式 ・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	下記の3段階に区分し、数値として使用 ・緩やか(20度未満) ・中程度(20度以上 30度未満) ・急峻(30度以上)
最大積雪量	なし(国土数値情報よりデータ取得)	積雪1m以上、1m未満、なしの3段階に区分し、数値として使用
台風の影響	択一式 ・毎年必ず複数回影響を受ける ・毎年必ず1回は影響を受ける ・影響を受ける年と受けない年がある ・ほとんど影響を受けない	4段階の数値として使用
シカが目撃頭数	数値を記入	両者を積算した値を使用
シカが目撃日数		

モデルの精度検証のため、Leave-One-Out 交差検証法を行った結果を図4-12に示す。

モデルの精度検証のため、Leave-One-Out 交差検証法を行った結果を図4-12に示す。

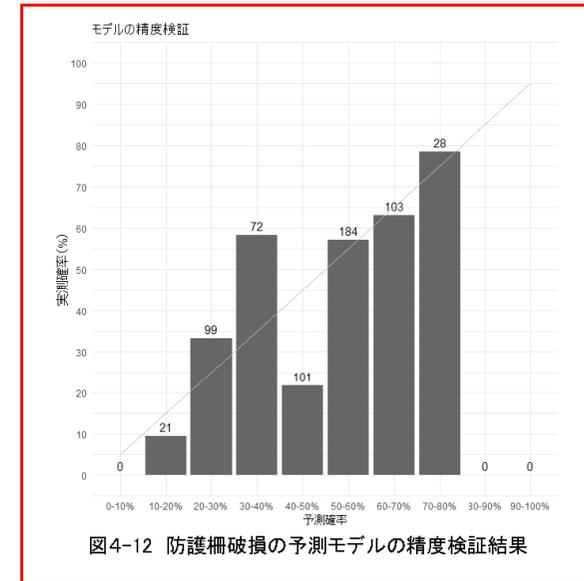
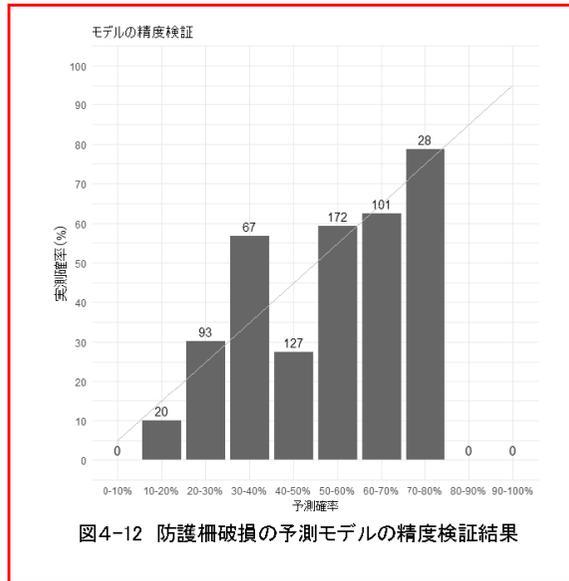


図4-12

図4-12 防護柵破損の予測モデルの精度検証結果

図4-12 防護柵破損の予測モデルの精度検証結果

図4-13

正

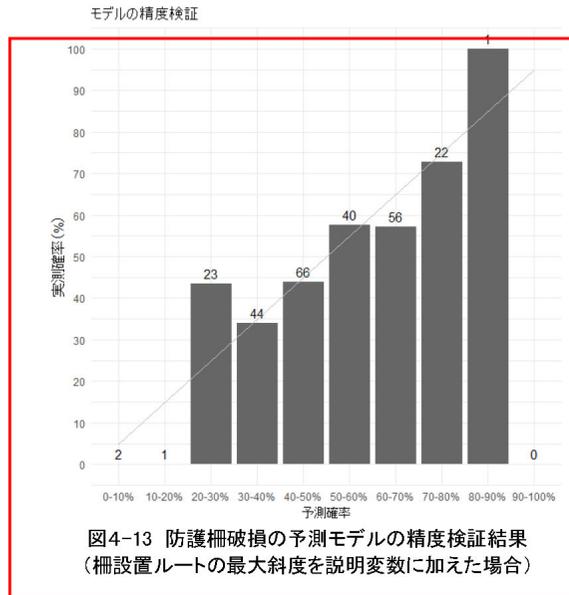


図4-13 防護柵破損の予測モデルの精度検証結果 (柵設置ルート最大の斜度を説明変数に加えた場合)

式1と比較して式2の検証結果が、予測確率と実測確率が同値となるものが多いことから、より精度が高いことがうかがえる。より客観的にモデルの精度を評価するために、AIC (赤池情報量基準) を比較した。AICとは、下記の式で表される指標であり、使用データへの適合度及びモデルの柔軟性を評価するもので、一般的には、AICが低いモデルの方が、適合度及び柔軟性が高いとされる。

$$AIC = -2\log L + 2k$$

logL: 最大対数尤度 (モデルがデータを説明できている度合を示す指標)  
k: 推定するパラメータ数 (モデルがどれだけ複雑かを示す指標)

AICについては、式1が 1195.633、式2が 522.1865 であり、式2の方がデータへの適合度及び柔軟性が高いことが示された。

今後、より汎用性の高いモデルを構築するためには、斜度や積雪量などの絶対値を伴う変数については、実測されたデータや、今年度の積雪量のように一律の基準で収集されたデータを用いることが望ましい。モデルの過適合を防ぐため、新たなデータを用いた精度検証を継続的に実施し、モデルの一般化性能を高める必要がある。そのため、データ収集項目については、予測する指標に影響を及ぼす要因を適切に反映できるよう、継続的な検討が必要である。

9行目

誤

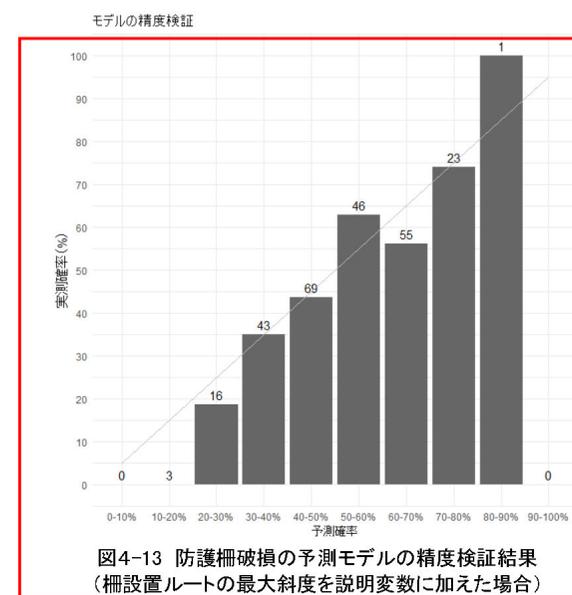


図4-13 防護柵破損の予測モデルの精度検証結果 (柵設置ルート最大の斜度を説明変数に加えた場合)

式1と比較して式2の検証結果が、予測確率と実測確率が同値となるものが多いことから、より精度が高いことがうかがえる。より客観的にモデルの精度を評価するために、AIC (赤池情報量基準) を比較した。AICとは、下記の式で表される指標であり、使用データへの適合度及びモデルの柔軟性を評価するもので、一般的には、AICが低いモデルの方が、適合度及び柔軟性が高いとされる。

$$AIC = -2\log L + 2k$$

logL: 最大対数尤度 (モデルがデータを説明できている度合を示す指標)  
k: 推定するパラメータ数 (モデルがどれだけ複雑かを示す指標)

AICについては、式1が 1194.215、式2が 523.5935 であり、式2の方がデータへの適合度及び柔軟性が高いことが示された。

今後、より汎用性の高いモデルを構築するためには、斜度や積雪量などの絶対値を伴う変数については、実測されたデータや、今年度の積雪量のように一律の基準で収集されたデータを用いることが望ましい。モデルの過適合を防ぐため、新たなデータを用いた精度検証を継続的に実施し、モデルの一般化性能を高める必要がある。そのため、データ収集項目については、予測する指標に影響を及ぼす要因を適切に反映できるよう、継続的な検討が必要である。

図4-14

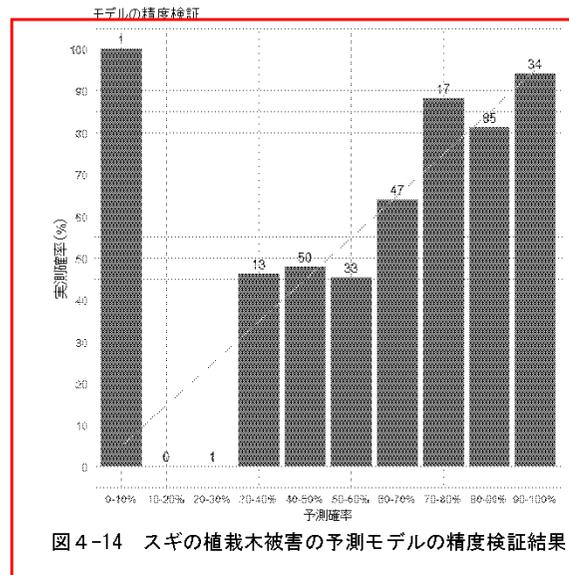
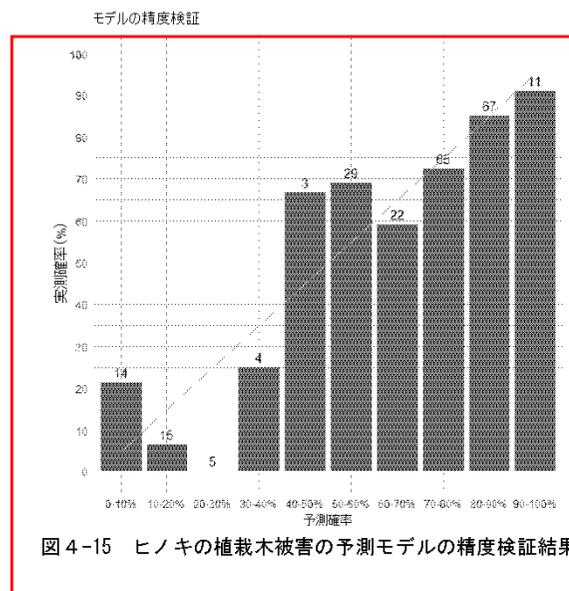
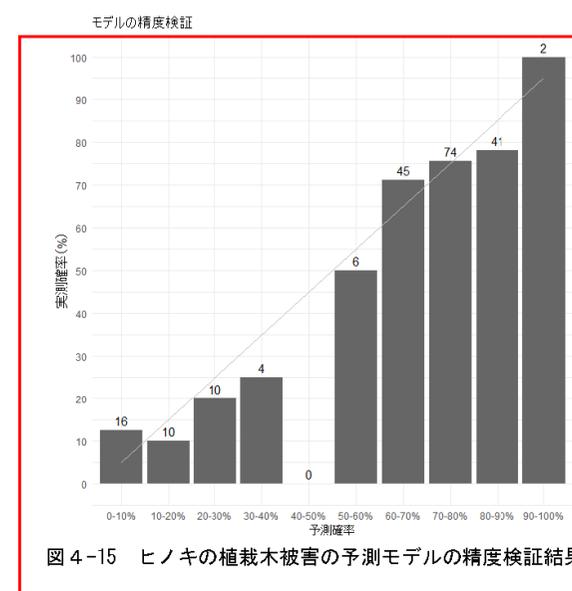
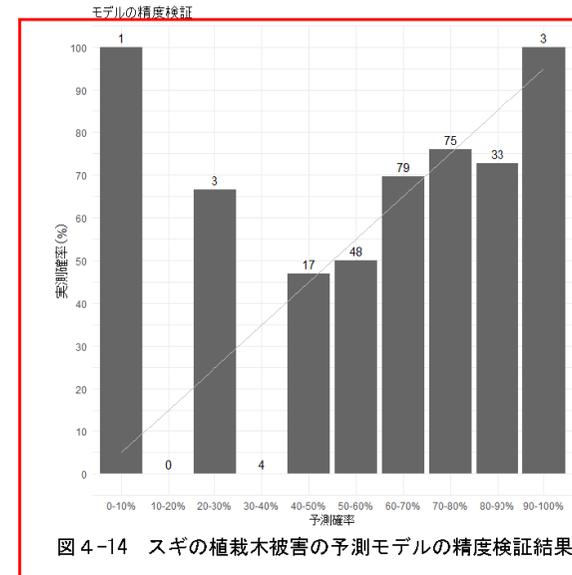


図4-15



正

誤



p.31

2行目

スギ、ヒノキともに、昨年度と比較して同等の精度が確認された。スギの被害予測モデルにおいては、予測確率が0～30%のもの、ヒノキの被害モデルにおいては、予測確率が20～30%のものについて、実際の出現頻度との差が大きくなったが、該当する予測の回数が少ないことから、正確な精度評価とは言えない可能性がある。それ以外の予測確率については、概ね予測確率と実際の被害レベルの出現頻度が一致しており、高い予測精度を有するモデルであると考えられる。

(2) 予測モデルの改良

より精度の高いモデルの作成のため、式3における「頂芽食害の有無」、「樹皮剥ぎの有無」、「矮小化の有無」について、表4-4に記載した組合せで式から除外した改良モデル式を作成した(式3-1～3-7)。式3-1～3-7のパラメータ推定には、令和元年度、令和2年度、令和6年度の収集データを使用した。

表4-4 改良モデル式において式3から除外した説明変数

	式3から除いた説明変数
式3-1	矮小化の有無
式3-2	樹皮剥ぎの有無
式3-3	頂芽食害の有無
式3-4	矮小化の有無、樹皮剥ぎの有無
式3-5	矮小化の有無、頂芽食害の有無
式3-6	樹皮剥ぎの有無、頂芽食害の有無
式3-7	矮小化の有無、樹皮剥ぎの有無、頂芽食害の有無

それぞれの改良モデル式の AIC を比較した結果、スギの植栽木被害の予測モデルについては、既存モデル式より低いAICを示すモデル式はなかった。一方、ヒノキの植栽木被害の予測モデルについては式3-2が最も低い値となり、これらのモデル式が従来のモデル式と比較して、データへの適合度及び柔軟性が高いと示された(表4-5)。

**削除**

●ヒノキの植栽木被害の予測モデルの改良式(式3-2)  
被害レベル～柵の破損率+苗木の樹高+頂芽食害の有無+矮小化の有無

13行目

式3-1

スギ、ヒノキともに、昨年度と比較して同等の精度が確認された。スギの被害予測モデルにおいては、予測確率が0～10%および20～30%のものについて、実際の出現頻度との差が大きくなったが、該当する予測の回数が少ないことから、正確な精度評価とは言えない可能性がある。それ以外の予測確率については、概ね予測確率と実際の被害レベルの出現頻度が一致しており、高い予測精度を有するモデルであると考えられる。

(2) 予測モデルの改良

より精度の高いモデルの作成のため、式3における「頂芽食害の有無」、「樹皮剥ぎの有無」、「矮小化の有無」について、表4-4に記載した組合せで式から除外した改良モデル式を作成した(式3-1～3-7)。式3-1～3-7のパラメータ推定には、令和元年度、令和2年度、令和6年度の収集データを使用した。

表4-4 改良モデル式において式3から除外した説明変数

	式3から除いた説明変数
式3-1	矮小化の有無
式3-2	樹皮剥ぎの有無
式3-3	頂芽食害の有無
式3-4	矮小化の有無、樹皮剥ぎの有無
式3-5	矮小化の有無、頂芽食害の有無
式3-6	樹皮剥ぎの有無、頂芽食害の有無
式3-7	矮小化の有無、樹皮剥ぎの有無、頂芽食害の有無

それぞれの改良モデル式の AIC を比較した結果、スギの植栽木被害の予測モデルについては式3-1、ヒノキの植栽木被害の予測モデルについては式3-2が最も低い値となり、これらのモデル式が従来のモデル式と比較して、データへの適合度及び柔軟性が高いと示された(表4-5)。

●スギの植栽木被害の予測モデルの改良式(式3-1)  
被害レベル～柵の破損率+苗木の樹高+頂芽食害の有無+樹皮剥ぎの有無

●ヒノキの植栽木被害の予測モデルの改良式(式3-2)  
被害レベル～柵の破損率+苗木の樹高+頂芽食害の有無+矮小化の有無

p.32

表4-5

1~4行目

図4-16

表4-5 被害予測モデルの各式の AIC

	スギの被害予測モデル	ヒノキの被害予測モデル
式3	429.5150	353.5182
式3-1	430.2706	372.9826
式3-2	430.5766	351.3259
式3-3	465.2303	360.5151
式3-4	430.8190	370.7969
式3-5	467.2420	386.3060
式3-6	463.5072	357.0884
式3-7	468.2281	383.0515

ヒノキの植栽木被害の予測モデルにおける式3-2の Leave-One-Out 交差検証法による結果を図4-17に示す。この図からも、改良モデル式の予測精度が一定の水準を示すことが伺えた。

削除

表4-5 被害予測モデルの各式の AIC

	スギの被害予測モデル	ヒノキの被害予測モデル
式3	447.0156	327.8848
式3-1	444.3282	335.9401
式3-2	448.0438	324.6278
式3-3	448.3632	328.9588
式3-4	448.8865	344.9568
式3-5	446.0083	337.4333
式3-6	449.1451	325.8514
式3-7	468.2281	383.0515

スギの植栽木被害の予測モデルにおける式3-1の Leave-One-Out 交差検証法による結果を図4-16に、ヒノキの植栽木被害の予測モデルにおける式3-2の Leave-One-Out 交差検証法による結果を図4-17に示す。これらの図からも、従来のモデル式3と比較して改良モデル式の予測精度が高いことが伺えた。

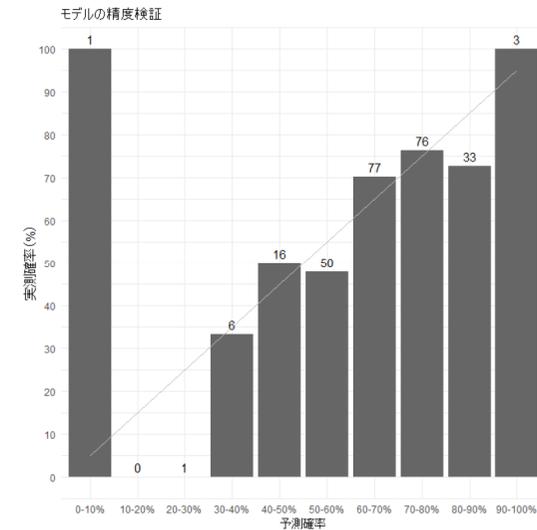
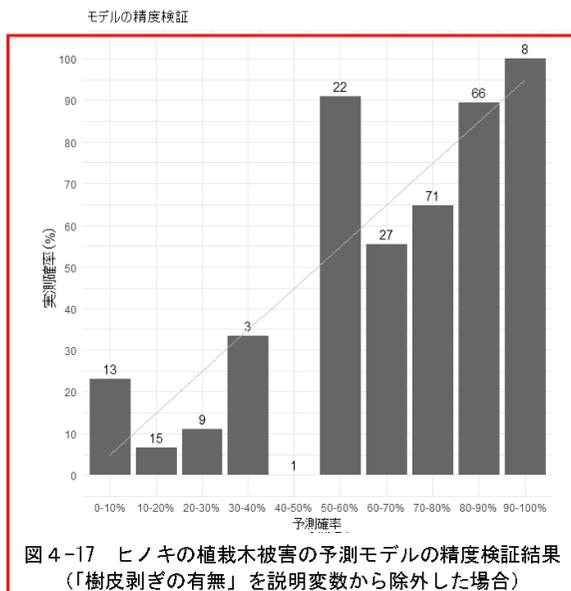


図4-16 スギの植栽木被害の予測モデルの精度検証結果  
 (「矮小化の有無」を説明変数から除外した場合)

図4-17

正



また、今年度の調査では、新たに植栽木への被害として「角こすりの有無」に関する質問項目を追加したが、回答があったサンプル数は、スギについて2サンプル、ヒノキについて1サンプルにとどまり、モデルの説明変数とするのに十分なサンプル数が得られなかった。

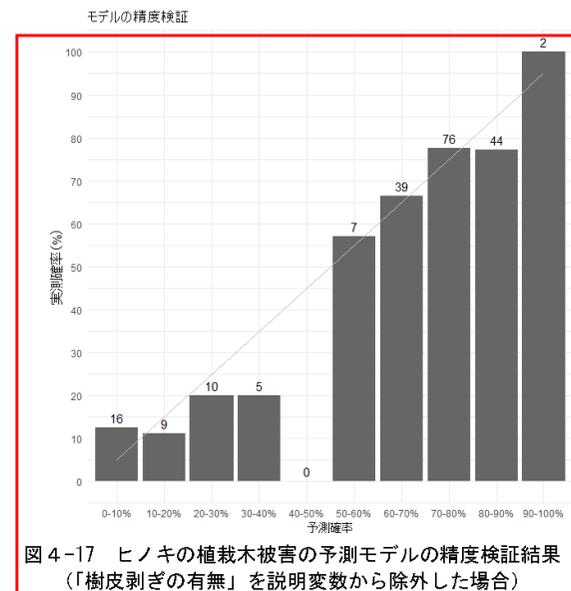
今後、予測モデルの精度向上のためには、引き続き柵の破損率や枯死率に関するデータの偏りを解消できるようなデータ収集に努めるとともに、被害レベルへの寄与を評価し、説明変数への採用の可否を検討する必要がある。加えて、スギ及びヒノキ以外の樹種についても、被害予測モデルを作成する必要があるれば、今後もデータ収集を継続することが望ましい。

#### 4. 4. 3 成林可能性予測シートの作成

上記の4. 3. 1および4. 3. 2で作成した予測モデルをもとに、成林可能性予測シートを作成した。本シートはExcelファイルで作成されており、植栽計画、近隣の造林地の状況、植栽する造林地の環境の情報を入力すると、防護柵破損の予測レベルおよび植栽木被害の予測レベルが出力される(巻末資料4)。

入力項目のうち、「防護柵の破損率」は、近隣の造林地に既設の防護柵があり、破損率が明らかになっている場合はその値を直接入力できる。一方、そうした情報がない場合は、植栽する造林地の「地理的条件」、「シカ目の撃頻度」、「柵設置ルート」を入力することで、防護柵破損の予測モデルにより算出された破損率が自動で入力される。

誤



また、今年度の調査では、新たに植栽木への被害として「角こすりの有無」に関する質問項目を追加したが、回答があったサンプル数は、スギについて2サンプル、ヒノキについて1サンプルにとどまり、モデルの説明変数とするのに十分なサンプル数が得られなかった。

今後、予測モデルの精度向上のためには、引き続き柵の破損率や枯死率に関するデータの偏りを解消できるようなデータ収集に努めるとともに、被害レベルへの寄与を評価し、説明変数への採用の可否を検討する必要がある。加えて、スギ及びヒノキ以外の樹種についても、被害予測モデルを作成する必要があるれば、今後もデータ収集を継続することが望ましい。

#### 4. 4. 3 成林可能性予測シートの作成

上記の4. 3. 1および4. 3. 2で作成した予測モデルをもとに、成林可能性予測シートを作成した。本シートはExcelファイルで作成されており、植栽計画、近隣の造林地の状況、植栽する造林地の環境の情報を入力すると、防護柵破損の予測レベルおよび植栽木被害の予測レベルが出力される(巻末資料4)。

入力項目のうち、「防護柵の破損率」は、近隣の造林地に既設の防護柵があり、破損率が明らかになっている場合はその値を直接入力できる。一方、そうした情報がない場合は、植栽する造林地の「地理的条件」、「シカ目の撃頻度」、「柵設置ルート」を入力することで、防護柵破損の予測モデルにより算出された破損率が自動で入力される。

p.75

1行目

4～5行目

表 防護柵破損の  
予測モデル式(式  
1)における係数の  
推定結果

巻末資料3 予測モデルのパラメータの推定結果

vglmでは、基準となるカテゴリ（ここでは破損レベル、被害レベルともに「高」）に対する各カテゴリの対数オッズ比を計算する形で予測が行われる。  
すなわち、

$$\log\left(\frac{P(\text{低})}{P(\text{高})}\right) = \text{切片} + \text{変数1の係数} \times \text{変数1} + \text{変数2の係数} \times \text{変数2} \dots$$

$$\log\left(\frac{P(\text{中})}{P(\text{高})}\right) = \text{切片} + \text{変数1の係数} \times \text{変数1} + \text{変数2の係数} \times \text{変数2} \dots$$

という式で表される。なお、P(X)はXの予測確率である。

下記で、それぞれのモデル式における係数の推定結果を示す。

■防護柵破損の予測モデル

●既存モデル式(式1)

破損レベル～

造林地の平均斜度+最大積雪量+台風の影響+シカの日撃日数×シカの日撃頭数

表 防護柵破損の予測モデル式(式1)における係数の推定結果

変数	係数	
	「低」/「高」	「中」/「高」
造林地の平均斜度	0.736717	0.601435
最大積雪量	0.127051	0.067688
台風の影響	0.571881	0.101311
シカの日撃頻度 (シカの日撃日数×シカの日撃頭数)	-0.011910	-0.002604
切片	-1.334135	-1.352149

●改良モデル式(式2)

破損レベル～

造林地の平均斜度+最大積雪量+台風の影響+シカの日撃日数×シカの日撃頭数  
+柵設置ルート最大の斜度

巻末資料3 予測モデルのパラメータの推定結果

vglmでは、基準となるカテゴリ（ここでは破損レベル、被害レベルともに「低」）に対する各カテゴリの対数オッズ比を計算する形で予測が行われる。  
すなわち、

$$\log\left(\frac{P(\text{中})}{P(\text{低})}\right) = \text{切片} + \text{変数1の係数} \times \text{変数1} + \text{変数2の係数} \times \text{変数2} \dots$$

$$\log\left(\frac{P(\text{高})}{P(\text{低})}\right) = \text{切片} + \text{変数1の係数} \times \text{変数1} + \text{変数2の係数} \times \text{変数2} \dots$$

という式で表される。なお、P(X)はXの予測確率である。

下記で、それぞれのモデル式における係数の推定結果を示す。

■防護柵破損の予測モデル

●既存モデル式(式1)

破損レベル～

造林地の平均斜度+最大積雪量+台風の影響+シカの日撃日数×シカの日撃頭数

表 防護柵破損の予測モデル式(式1)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「低」	「高」/「低」
造林地の平均斜度	-0.7630536	-0.1403966
最大積雪量	-0.0948186	-0.0358496
台風の影響	-0.5976856	-0.4896920
シカの日撃頻度 (シカの日撃日数×シカの日撃頭数)	0.0009315	-0.0003127
切片	1.4199625	0.0480032

●改良モデル式(式2)

破損レベル～

造林地の平均斜度+最大積雪量+台風の影響+シカの日撃日数×シカの日撃頭数  
+柵設置ルート最大の斜度

p.76

表 防護柵破損の予測モデル式(式2)における係数の推定結果

表 防護柵破損の予測モデル式(式2)における係数の推定結果

変数	係数	
	「低」/「高」	「中」/「高」
造林地の平均斜度	1.145601	0.700355
最大積雪量	0.455979	0.427605
台風の影響	0.405181	0.041455
シカの目撃頻度 (シカの目撃日数×シカの目撃頭数)	-0.006691	-0.004328
柵設置ルート最大の斜度	-0.568566	-0.314594
切片	-1.539962	-1.509989

■被害予測モデル

●既存モデル式(式3)

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

表 スギの植栽木の被害予測モデル式(式3)における係数の推定結果

表 スギの植栽木被害の予測モデル式(式3)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「高」	「低」/「高」
柵の破損率	-0.047916	-0.014431
苗木の樹高	-0.042103	0.004850
頂芽食害の有無	-1.054281	-2.421616
樹皮剥ぎの有無	0.987935	0.852386
矮小化の有無	1.416495	0.889491
切片	2.529100	2.614671

表 ヒノキの植栽木の被害予測モデル式(式3)における係数の推定結果

表 ヒノキの植栽木被害の予測モデル式(式3)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「高」	「低」/「高」
柵の破損率	-0.03136	-0.05442
苗木の樹高	0.01876	0.03767
頂芽食害の有無	0.72283	-0.65724
樹皮剥ぎの有無	-0.10239	0.52902
矮小化の有無	-1.49802	-2.56628
切片	-1.01891	0.59750

削除

式3-1

表 防護柵破損の予測モデル式(式2)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「低」	「高」/「低」
造林地の平均斜度	-1.137947	-0.436788
最大積雪量	-0.402702	0.014837
台風の影響	-0.416737	-0.371560
シカの目撃頻度 (シカの目撃日数×シカの目撃頭数)	0.006123	0.002038
柵設置ルート最大の斜度	0.554058	0.242075
切片	1.470677	-0.032894

■被害予測モデル

●既存モデル式(式3)

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

表 スギの植栽木被害の予測モデル式(式3)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「高」	「低」/「高」
柵の破損率	0.030645	-0.016090
苗木の樹高	-0.008544	-0.042348
頂芽食害の有無	0.625136	0.646788
樹皮剥ぎの有無	-0.071201	0.862442
矮小化の有無	-0.328247	0.437587
切片	-1.449529	0.018074

表 ヒノキの植栽木被害の予測モデル式(式3)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「高」	「低」/「高」
柵の破損率	0.091505	0.064941
苗木の樹高	-0.028051	-0.032873
頂芽食害の有無	-0.097551	0.875018
樹皮剥ぎの有無	0.493689	-0.008488
矮小化の有無	2.305010	1.239345
切片	-0.924031	-0.791761

●スギの植栽木被害の予測モデル式(式3-1)

被害レベル～柵の破損率+苗木の樹高+頂芽食害の有無+樹皮剥ぎの有無

p.77

表 スギの植栽木の被害  
予測モデル式(式3-1)に  
おける係数の推定結果

削除

●ヒノキの植栽木被害の予測モデル式(式3-2)  
被害レベル～柵の破損率+苗木の樹高+頂芽食害の有無+矮小化の有無

表 ヒノキの植栽木の被  
害予測モデル式(式3-2)  
における係数の推定結果

表 ヒノキの植栽木被害の予測モデル式(式3-2)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「高」	「低」/「高」
柵の破損率	-0.03124	-0.05647
苗木の樹高	0.01737	0.04272
頂芽食害の有無	0.70045	-0.58413
矮小化の有無	-1.49269	-2.54357
切片	-0.96699	0.46459

表 スギの植栽木被害の予測モデル式(式3-1)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「低」	「高」/「低」
柵の破損率	0.030612	-0.018252
苗木の樹高	-0.008539	-0.044053
頂芽食害の有無	0.605844	0.687183
樹皮剥ぎの有無	-0.155369	1.002849
切片	-1.453724	0.107898

●ヒノキの植栽木被害の予測モデル式(式3-2)  
被害レベル～柵の破損率+苗木の樹高+頂芽食害の有無+矮小化の有無

表 ヒノキの植栽木被害の予測モデル式(式3-2)における係数の推定結果

変数	係数	
	「中」/「低」	「高」/「低」
柵の破損率	0.09166	0.06554
苗木の樹高	-0.02939	-0.03227
頂芽食害の有無	-0.11399	0.88249
矮小化の有無	2.64922	1.23371
切片	-0.79713	-0.82282