

令和6年度野生鳥獣による森林被害状況や
森林整備実態の把握・対策手法の検討に関する調査委託事業
報告書

令和7年3月
林 野 庁

目次

1	業務の背景・目的	1
2	業務の期間	1
3	鳥獣害対策の優先度調査	2
3.1	業務の目的	2
3.2	業務の実施方針	2
3.3	調査及びデータ分析	2
3.3.1	調査方法	2
3.3.2	分析方法	3
3.3.3	調査及びデータ分析結果	3
3.4	考察	15
3.4.1	植栽直後の防護の必要性が高い	15
3.4.2	被害対策への支援の必要性	15
3.4.3	立木被害に対する補償の必要性	16
3.4.4	アンケート調査の課題と改善策	16
4	被害の発生率の検証	17
4.1	業務の目的	17
4.2	業務の実施方針	17
4.3	調査及びデータ分析	17
4.4	予測モデルの作成	25
4.5	考察	34
5	省力的な調査手法の検討、現地検証	36
5.1	業務の目的	36
5.2	文献調査	36
5.3	現地検証	36
5.4	まとめ	53
6	検討委員会の議事内容	55
6.1	第1回検討委員会	55
6.2	第2回検討委員会	60
7	次年度以降に向けた提案	66
巻末資料1	鳥獣害に対する行政支援検討にかかる調査票	67
巻末資料2	幼齢造林地におけるシカ被害対策実施状況調査票	72
巻末資料3	予測モデルのパラメータの推定結果	75
巻末資料4	成林可能性予測シートの入力画面	78
巻末資料5-1	文献調査結果一覧	79
巻末資料5-2	文献調査結果	81

1 業務の背景・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、森林被害の定量的把握にはコストがかかるため、被害を客観的に把握するための情報が足りていない状況となっている。

そのため、鳥獣害に対するリスクのデータを状況別に収集するとともに、省力的な森林被害状況の把握手法もあわせて検討を行うことで、幼齢造林地において合理的な防除手段が選択可能となることを目的とする。

2 業務の期間

令和6年7月24日から令和7年3月10日まで

3 鳥獣害対策の優先度調査

3.1 業務の目的

被害の発生率の検証を行うにあたり、森林における野生鳥獣による加害性や被害対策の需要などから、優先度の高い獣種等の情報を、広く収集し分析することを目的とする。

3.2 業務の実施方針

鳥獣害別の林業被害の実情を基に、影響力が強いものを把握し優先的に対策すべきものを検討するため、アンケート調査を行い、収集したデータ及び既存データとともに分析する。

3.3 調査及びデータ分析

3.3.1 調査方法

(1) 調査の実施方針

人工林の森林所有者を対象としたアンケートによる調査を実施することとし、対象者の一部は、都道府県及び森林組合において任意に抽出いただくこととした。

対象者の抽出に当たっては、人工林面積が大きく、加害鳥獣が生息し、鳥獣による森林被害が発生している森林所有者を優先するよう依頼することとした。

抽出数については、サンプルサイズが統計上有意となる 1,100 前後の回収数となるよう算出して設定することとした。

また、アンケートの回答方法は、ウェブフォームを基本とすることとした。

(2) アンケートの対象者

アンケートの対象者は、森林組合及び組合員、都道府県及び市町村とした。

(3) アンケート調査票（巻末資料 1）の作成

アンケート実施にあたり、依頼文（森林組合連合会向け、森林組合向け及び都道府県向け）、ウェブフォームによる入力画面、ウェブフォームにおける記入例及び調査票（ワードファイル）を作成した。

(4) アンケート調査票の配布

アンケートは対象者ごとに以下のとおり配布した。

① 森林組合及び組合員

調査は、森林（林業協同）組合連合会を介して実施することとし、以下のとおり受託者が直接、調査協力を依頼した。

全国 44 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連絡を取り、アンケートへの協力及び地区内の森林組合 2 組合を選定し、アンケート回付することを依頼した。また、森林組合からは、個人、法人、企業等の組合員の中から 30 者を選定し、回付することを依頼した。なお、静岡県、和歌山県、岡山県及び熊本県については、森林組合連合会の意向を受けて、4 被害の発生率の検証に

係るアンケート調査と同時に各県最大 5 組の森林組合に対して受託者が直接連絡を取り、回答、30 者の組合員の選定及び回付を依頼した。東京都森林組合及び大阪府森林組合に対しても同様に依頼した。

② 都道府県及び市町村

発注者から情報提供された全国 47 の都道府県の鳥獣対策関係部署に対し、受託者からアンケート回答を依頼するとともに、3 市町村を選定し、回付することを依頼した。

なお、いずれの回付先も、人工林面積が大きく、加害鳥獣が生息し、鳥獣による森林被害が発生している組合や組合員、また市町村を優先して回付対象とすることを依頼した。

(5) アンケート調査の実施期間

回答依頼は令和 6 年 12 月 4 日より開始し、回答期限は令和 7 年 1 月 14 日とした。

3.3.2 分析方法

林野庁が実施している森林被害報告により収集されている項目（被害が発生した齢級別の林齢、被害面積又は割合）、実施している対策の種類等の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分析した。

3.3.3 調査及びデータ分析結果

(1) アンケートの回収部数及び分析対象数

アンケート回答は、Microsoft Forms による回答が 85 部、ワードファイルによる回答が 18 部の合計 103 部であった。都道府県別の回答内訳数は表 3-1 のとおりであった。

なお、本資料に示す結果は、あくまで今回の調査による結果であり、日本全体の傾向を示すものではないことに留意が必要である。

表3-1 都道府県別の回答数

都道府県	回答数
北海道	0
青森県	1
岩手県	0
宮城県	0
秋田県	0
山形県	3
福島県	3
茨城県	1
栃木県	1
群馬県	0
埼玉県	0
千葉県	4
東京都	1
神奈川県	3
新潟県	1
富山県	2
石川県	4
福井県	0
山梨県	0
長野県	3
岐阜県	2
静岡県	3
愛知県	4
三重県	9

都道府県	回答数
滋賀県	0
京都府	2
大阪府	5
兵庫県	1
奈良県	0
和歌山県	2
鳥取県	2
島根県	2
岡山県	8
広島県	2
山口県	4
徳島県	4
香川県	2
愛媛県	2
高知県	3
福岡県	2
佐賀県	3
長崎県	4
熊本県	3
大分県	4
宮崎県	1
鹿児島県	2
沖縄県	0

(2) 被害内容と林地の再生状況にかかる回答結果

今回のアンケートでは、複数の人工林での被害を回答できる設定としていた。そのため、過去5年以内に鳥獣害を受けた人工林があると回答した64部のうち、複数の人工林で被害があった回答について各獣種・林地ごとにデータを整理した結果、加害獣種を軸とした分析対象データ数は147個となった。

① 加害獣種とその被害面積

本調査における回答数は、全国の統計と矛盾が生じる回答や加害獣種及び被害

面積の記載のない回答を除いて 147 件、合計被害面積は 287.00ha となり、加害獣種ごとの被害に関する回答数と、被害面積の合計値は下記のとおりとなった（表 3-2）。

本調査において被害の回答数及び被害合計面積ともに最も多かったのはシカであり、回答数は 97 件（約 66%）、被害面積は 196.21ha（約 68%）を占めた。次いで、ノウサギによる被害が回答数では 26 件（約 18%）、被害面積では 37.87ha（約 13%）であった。クマによる被害は 46.94ha（約 16%）、イノシシによる被害が 4.30ha（約 1.5%）、サルによる被害が 1.18ha（約 0.4%）、ノネズミによる被害が 0.30ha（約 0.1%）、カモシカによる被害が 0.20ha（約 0.1%）を占めていた。

表3-2 本事業調査による加害獣種ごとの回答数と被害面積

加害獣種	回答数	合計被害面積(ha)
シカ	97	196.21
ノウサギ	26	37.87
クマ	14	46.94
イノシシ	6	4.30
サル	1	1.18
ノネズミ	1	0.30
カモシカ	1	0.20
合計	147	287.00

※回答数は被害面積に回答がなかったものを除く

② 加害獣種ごとの被害時の林齢

加害獣種別に、被害発生時の林齢を表 3-3 及び図 3-1 に示した。シカ、ノウサギ、イノシシによる被害は、1～3 年生の林齢で発生する割合が高く、今回回答があった獣種別の被害林地のうち、シカでは約 65%、ノウサギでは約 88%、イノシシでは約 67%を占めた。一方、クマによる被害は、11 年生以上の林齢で発生していた。

サル及びノネズミによる被害については回答数がそれぞれ 1 件のみであり、1 年生時に被害が発生していた。カモシカによる被害についても回答数は 1 件のみであり、2 年生時に被害が発生していた。

表3-3 加害獣種別の被害時林齢に対する回答数

加害獣種	被害時の林齢										
	1	2	3	4	5	6～10	11～20	21～30	31～40	41～50	51～
シカ	23	29	12	6	6	4	2	1	3	8	4
ノウサギ	13	7	3	0	3	0	0	0	0	0	0
クマ	0	0	0	0	0	0	4	2	4	3	1
イノシシ	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0
サル	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ノネズミ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カモシカ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

※回答数は、被害時の林齢に回答がなかったもの、及び回答内容に誤りがあると考えられたものを除く

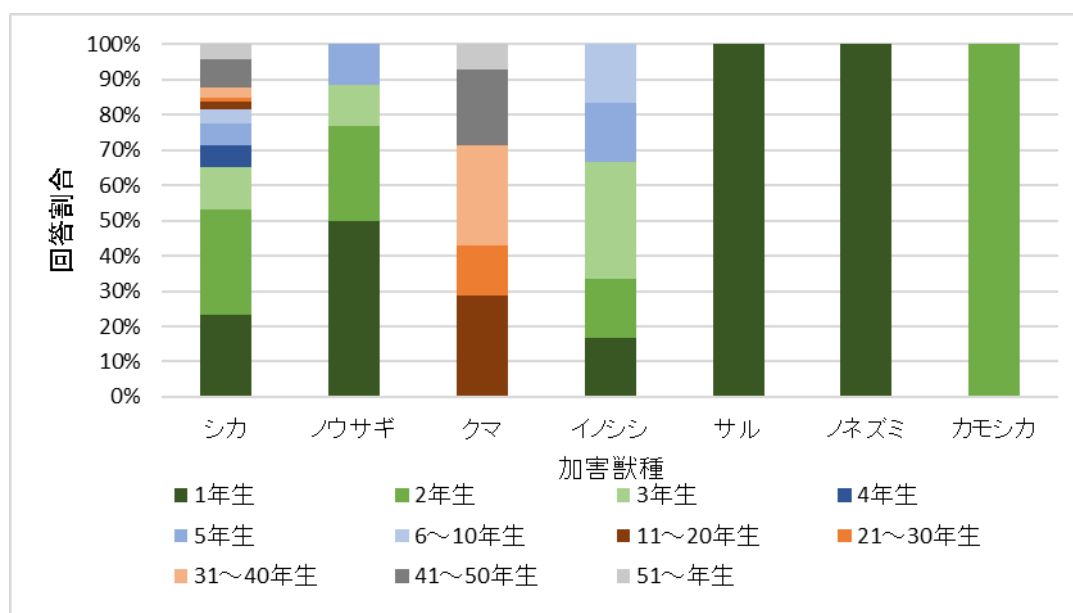


図3-1 加害獣種別の被害時林齢に対する回答割合

③ 被害対策の実施状況

ア 実施していた被害対策

加害獣種別に、実施していた被害対策を表3-4に示した。シカによる被害を受けていた林地100件のうち82件が被害対策を実施していた。実施していた対策の種類は、ネット柵単体での対策が58件と最も多く、シカ被害を受けていた林地全体の6割を占めていた。また、ネット柵と単木防護、忌避剤、捕獲を組み合わせた対策が、それぞれ2件、1件、1件回答されており、ネット柵を用いた対策は62件となった。ネット柵に次いで回答が多かったのが忌避剤の9件、次いで捕獲の5件であった。一方で、対策を講じていないケースが100件中18件あった。

ノウサギによる被害を受けていた林地は26件あり、ネット柵による対策が最も回答数が多く、ネット柵単体が11件(約42%)、他の対策を組み合わせた

ネット柵の回答が3件あった。次いで忌避剤による対策も5件回答が得られた。

クマによる被害を受けていた林地では、単木防護の回答が7件と最も多く、被害を受けていた林地15件のうちの約47%にあたった。次いで、捕獲の回答が多く3件あった。

イノシシによる被害を受けていた林地は6件であり、ネット柵（単体及び単木防護との組み合わせ）や金網柵による防護が実施されていた他、樹幹へのテープ巻の回答も得た。

サルによる被害を受けていた林地は回答数が1件のみであり、対策は実施されていなかった。ノネズミによる被害を受けていた林地は回答数が1件のみで、忌避剤による対策が実施されており、カモシカによる被害を受けていた林地についても回答数が1件のみで、ネット柵による防護が実施されていた。

表3-4 加害獣種別の実施していた被害対策に対する回答数

実施していた被害対策	加害獣種						
	シカ	ノウサギ	クマ	イノシシ	サル	ノネズミ	カモシカ
ネット柵	58	11	0	1	0	0	1
ネット柵＋単木防護	2	0	0	1	0	0	0
ネット柵＋忌避剤	1	2	0	0	0	0	0
ネット柵＋捕獲	1	1	0	0	0	0	0
単木防護	3	0	7	0	0	0	0
金網柵	2	2	0	1	0	0	0
忌避剤	9	5	0	0	0	1	0
樹幹へのテープ巻	1	0	1	1	0	0	0
捕獲	5	0	3	0	0	0	0
なし	18	5	4	2	1	0	0
対策を実施していた合計	82	21	11	4	0	1	1

イ 被害対策に要した費用の捻出方法

被害が発生した林地において被害対策を実施していた場合、被害対策費用の捻出方法について回答を得た（表3-5）。「公的機関からの補助金等を得た」が最も多く、31件で、本設問の回答全体の約69%を占めた。「全額、自己資金を充てた」が9件で全体の約20%であった。「その他」の回答は5件得られた。

表3-5 被害対策費用の捻出方法に対する回答数

方法	回答数
公的機関からの補助金等を得た	31
全額、自己資金を充てた	9
その他	5

●その他の具体的な方法

- ・ ダム受益自治体からの「水源かん養基金」を活用
- ・ 再植栽時に、森林組合が所有していたヘキサチューブを設置した。
- ・ 森林整備センターの事業
- ・ 補助金と一部自己資金
- ・ 国庫補助（花粉発生源対策）と県単独予算

ウ 被害確認後の再植栽の実施状況

被害後の再植栽の実施（予定含む）がある場合、その費用の捻出方法について回答を得た（表3-6）。「全額、自己資金を充てた」が最も多く15件で、回答全体の約52%を占めた。「公的機関からの補助金等を得た」が9件で回答全体の約31%を占めた。その他の回答は5件あった。

表3-6 再植栽時の費用の捻出方法

回答	回答数
公的機関からの補助金等を得た	9
全額、自己資金を充てた	15
その他	5

●その他の回答

- ・ ダム受益自治体からの「水源かん養基金」を活用
- ・ 委託事業の差額補填
- ・ 森林環境譲与税を活用予定
- ・ 不可抗力のため、森林組合と森林所有者が費用を負担した。
- ・ 県単独事業

さらに、再植栽について「未実施」と回答した場合について、再植栽を実施していない、又は実施できない理由の回答内容を以下にまとめた。なお、ほぼ同一の回答内容については、ひとつに統合して記載している。

<被害が軽微で再植栽の必要がない場合>

- ・ 被害量が少ない。補植事業を行うほどではない。
- ・ 被害形態が角こすり被害であり、成立本数の減少には影響していないため。
- ・ 被害を受けたが、枯死はしていなかったため。
- ・ 成林していたため。
- ・ 面積が小さく、被害が分散していたため。
- ・ 植えたばかりでまだ新芽を食われただけで、枯死していないため。
- ・ 治山事業箇所では再植栽の事務手間がかかるので軽度の場合再植栽をしない。
- ・ 被害はあるが、忌避剤散布をしていた影響で被害が軽度であるため。コウヨウザンについては、萌芽更新を期待している。
- ・ 被害林地は成熟段階にあり、新植を実施していないので、近年の被害は剥

皮被害や角研ぎに限られていることや、材の販売等も実施していないことから、再度植栽をする予定がない。

＜費用面の課題がある場合＞

- ・ 経済的に再度植栽する理由がない。
- ・ 費用的な問題（森林保険対象外になり全額自己負担になる為）
- ・ 小区域であれば自己資金で再植栽可能だが広範囲の場合資金面で再植栽ができない。
- ・ 獣害では森林保険が下りないから。
- ・ 補助事業（造林）に補植の作業種がなく、補助が受けられないため。

＜獣害対策に課題がある場合＞

- ・ 角こすりの被害は範囲が広く、対策を講じられないため。
- ・ 獣害被害を防げないので再度植林しても費用が無駄になる。
- ・ 再植栽しても積雪時に防護柵を飛び越えて鹿が進入し再度食害が予想される箇所
- ・ 有害鳥獣数が多く、個体数を調整（減らす）しない限り植栽木が全て被害にあう為（積雪地帯でありネット等の対策は現実的に困難）
- ・ 獣害対策を強化した林地で被害を受けたため、更なる対策強化を検討中だから。
- ・ シカの被害が多く、コストを考慮すると再植しても効果が薄いと予想されるため。そのような場所は天然更新の動向をうかがっている。

＜その他＞

- ・ 植栽できる場所がないため。
- ・ 天然更新により被害回復を見込んでいる。
- ・ 天然更新により、広葉樹（シイ・カシ類）の森林が成立している。
- ・ 皆伐を行っていないため。
- ・ 地形的条件等により、皆伐事業の計画がないため。
- ・ 所有者が再造林の意思がない。

（３）行政による鳥獣害対策にかかる回答結果

① 立木に対する鳥獣害対策として、行政に求める対策・対応

ア 行政に求める対策・対応

行政に求める支援についての回答を得た（複数回答可、有効回答数：101 件）（表 3-7）。今回の調査結果によると、行政に対して最も多く求められている対策は「防除に対する支援」であり、68 件の回答が得られ、有効回答数の約 67%を占めた。次いで、「捕獲活動への支援」が 55 件（約 54%）、「再度植栽への支援」が 51 件（約 51%）の回答があった。「立木被害に対する保険制度」の回答数は 27 件（約 27%）で、「鳥獣害に関する最新情報の提供」が 21 件（約 21%）となった。また、「その他」の回答は 5 件であった。「その他」の具体的な回答内容は下記（２）で示した。

「特段の対策は不要」とする回答は7件にとどまり、鳥獣害対策において何らかの支援や対応が必要と感じている回答者が多いことが確認された。

表3-7 求める対策・対応に関する回答数

回答内容	回答数
防除に対する支援	68
捕獲活動への支援	55
立木被害に対する保険制度	27
再度植栽への支援	51
鳥獣害に関する最新情報の提供	21
特段の対策は不要	7
その他	5

イ 被害を受けている獣種別の求める対策・対応

加害獣種別の、求める対策・対応についての回答を表3-8、図3-2に示した（複数回答可、有効回答数：61）。

シカによる被害については、「防除に対する支援」（33件）が特に多く、次いで「捕獲活動への支援」（30件）、「再度植栽への支援」（29件）への要望も高いことがわかった。また、「立木被害に対する保険制度」（15件）や「鳥獣害に関する最新情報の提供」（10件）も一定のニーズが確認された。「特段の対策は不要」（4件）を挙げる回答も一部見られた。

ノウサギの場合は、「防除に対する支援」（14件）と「再度植栽への支援」（14件）が最も多く、次いで「捕獲活動への支援」（11件）、「立木被害に対する保険制度」（7件）の回答が多かった。

クマについては、「捕獲活動への支援」（5件）が最も多く、次いで「防除に対する支援」（3件）の回答が多かった。

イノシシの場合は、「再度植栽への支援」（5件）、「防除に対する支援」（4件）の回答が多かった。

サル及びカモシカについては、「防除に対する支援」（各1件）のみ回答が得られた。ノネズミについては、「立木被害に対する保険制度」（1件）の回答が得られた。

表3-8 加害獣種別の求める対策・対応に関する回答数

加害獣種	求める対策・支援						
	防除に対する支援	捕獲活動への支援	立木被害に対する保険制度	再度植栽への支援	鳥獣害に関する最新情報の提供	その他	特段の対策は不要
シカ	33	30	15	29	10	4	4
ノウサギ	14	11	7	14	1	2	2
クマ	3	5	2	2	2	1	0
イノシシ	4	3	2	5	0	0	0
サル	1	0	0	0	0	0	0
ノネズミ	0	0	1	0	0	0	0
カモシカ	1	0	0	0	0	0	0
合計	56	49	27	50	13	7	6

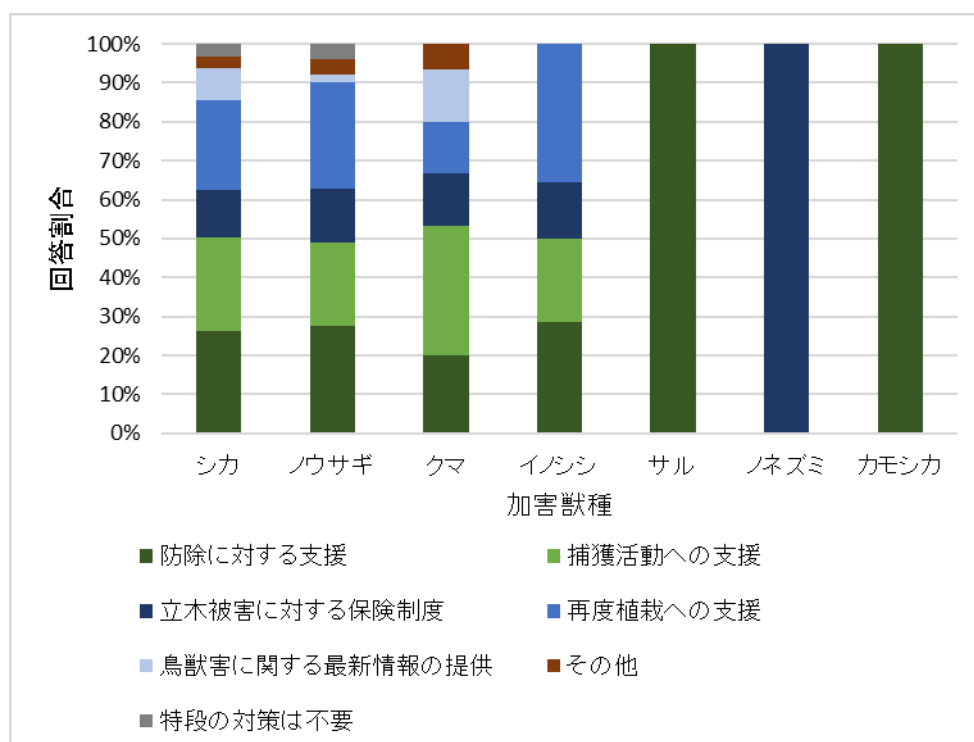


図3-2 加害獣種別の求める対策・対応に関する回答割合

●その他の意見 ※ () 内は加害獣種

- ・ 実生のスギ、ヒノキは獣害にあつてないケースが多々あるので、獣害被害を受けにくい樹木の成分を調べて獣害にあいにくいエリートツリーを研究普及してほしい (シカ、ノウサギ)。
- ・ 積雪地帯における有効な防除方法 (シカ、クマ)
- ・ 猟師が少なくなりシカ、イノシシが増えているので獣害駆除の強化 (シカ)
- ・ 鳥獣害に関する専門員の派遣 (シカ、ノウサギ)
- ・ 有害鳥獣のみを狩猟できる新たな狩猟免許種の新設と該当免許の狩猟税や免許更新料の免除 (被害なし)

ウ 防除に対する支援

防除に対する支援として、具体的に希望する支援の回答を得た（複数回答可、有効回答数：69）（表3-9）。最も多かったのは「鳥獣害防護柵や食害防止チューブ等の設置に対する補助」であり、50件（有効回答数の約72%）の回答が寄せられた。次いで、「見回り等の管理活動への支援」が28件（約41%）、「忌避剤の散布に対する補助」が25件（36%）、「防除技術の開発」が23件（約33%）、「専門家による指導、助言」が18件（約26%）、「人材育成への支援（知識、技術、人数）」が15件（約22%）となった。「その他」の回答は2件であった。

表3-9 防除に対する支援の具体的な内容に関する回答数

回答内容	回答数
鳥獣害防護柵や食害防止チューブ等の設置に対する補助	50
見回り等の管理活動への支援	28
忌避剤の散布に対する補助	25
防除技術の開発	23
専門家による指導、助言	18
人材育成への支援（知識、技術、人数）	15
その他	2

●その他の回答

- ・ 資材価格高騰のため補助単価の増額
- ・ 防護柵等の修繕に対する補助の創設

エ 捕獲活動への支援

捕獲活動に対する支援として、具体的に希望する支援の回答を得た（複数回答可、有効回答数：54）（表3-10）。最も多く挙げられたのは「わなの購入、又は製作に要した経費への補助」であり、36件（有効回答数の約67%）の回答が寄せられた。次いで、「狩猟免許、銃砲所持許可取得等に対する補助」が32件（約59%）、「公的機関が行う捕獲事業による支援」が29件（約54%）、「捕獲技術の開発」が19件（約35%）であった。これに対し、「人材育成への支援（知識、技術、人数）」と「専門家による指導、助言」はそれぞれ5件（約9%）と比較的少ない回答となった。「その他」の回答は4件であった。

表3-10 捕獲活動への支援の具体的な内容に関する回答数

回答内容	回答数
わなの購入、又は製作に要した経費への補助	36
狩猟免許、銃砲所持許可取得等に対する補助	32
公的機関が行う捕獲事業による支援	29
捕獲技術の開発	19

人材育成への支援(知識、技術、人数)	5
専門家による指導、助言	5
その他	4

●その他の意見（一部、文言を修正）

- ・ 「公的機関が行う捕獲事業による支援」は農業被害対策で有害事業の補助金をいただいている。しかし、有害の国補助は満額ではない時があるので、林業の面からも満額補助をお願いしたい。「専門家による指導、助言」は防護柵の実技講習会を適時行ってほしい。
- ・ シカ捕獲報酬への上乗せ。
- ・ 見回りやえさの交換などの管理活動に要する経費の補助
- ・ 捕獲作業に係る経費への補助

オ 立木被害に対する保険制度

現在、森林における火災等を対象とした被害に対する保険商品が存在するが、鳥獣害を対象に加えた場合は、保険料が現行より高くなることが想定される。そのため、これについての意見を求めた（有効回答数：30、全回答数 103 件の約 29%）。なお、現時点で保険に加入していない場合であっても、意見を求めた（表 3-11）。

最も多かった回答は「2～3割程度までならば高くなるのはやむを得ない」であり、21 件（有効回答数の 70%、全回答数 103 件の約 20%）の回答が寄せられた。一方、「5割程度までならば高くなるのはやむを得ない」とする回答は 1 件（有効回答数の約 3%、全回答数の約 1%）のみで、「2倍程度までならば高くなるのはやむを得ない」および「2倍以上高くなるとしても鳥獣害を対象とした保険があってほしい」という回答は得られなかった。

「高くなるなら鳥獣害を対象とする保険はなくて良い」とする回答は 2 件（有効回答数の約 7%、全回答数の約 2%）、「わからない」と回答したのは 4 件（有効回答数の約 13%、全回答数の約 4%）、「その他」と回答したのは 2 件（有効回答数の約 7%、全回答数の約 2%）であった。

表3-11 鳥獣害を対象に加えた場合の保険料に対する回答数

回答内容	回答数
2～3割程度までならば高くなるのはやむを得ない	21
5割程度までならば高くなるのはやむを得ない	1
2倍程度までならば高くなるのはやむを得ない	0
2倍以上高くなるとしても鳥獣害が対象とした保険があってほしい	0
高くなるなら鳥獣害を対象とする保険はなくて良い	2
わからない	4
その他	2

●その他の意見

- ・ 高くなった保険料が償却可能なら賛成
- ・ 可能な限り、現行の保険料から高くないことを望む。

② 対策・対応が必要な被害（必要性の高い順に5つまで回答可）

立木被害のうち、対策や対応の必要性が高い被害の回答を得た（表3-12）。1番目に対策が必要とされた回答数が最も多かったのは、「シカの害」で61件であった。次いで多かったのは、虫害で7件、ノウサギで5件、他の害は0～4件であり、「シカの害」の件数と比較すると非常に少なかった。

また、「シカの害」は、優先度1番目から5番目までの総回答数も最も多く89件で、次点の「ノウサギの害」の42件の倍以上の件数であった。

以上のことから、「シカの害」が最も優先度が高い被害であり、シカによる被害対策が重要な課題であることが示された。

以下、被害の種類ごとに、優先度1番目から5番目までの総回答数がシカに次いで多かった上位5種類の害について、結果の概要を記す。

「ノウサギの害」は、優先度1番目から5番目までの総回答数は42件で、シカの害に次ぐ多さであった。また、優先度1番目と回答されたのは5件でシカの害、虫害に続き3番目に多かった。

「風害」は、優先度1番目から5番目までの総回答数は40件で、ノウサギの害に次いで3番目の多さとなった。また、優先度1番目と回答されたのは4件でシカの害、虫害、ノウサギの害に続き4番目に多かった。

「イノシシの害」も、優先度1番目から5番目までの総回答数は40件で、3番目の多さとなった。また、優先度2番目に15件と多くの回答があった。

「虫害」は優先度1番目から5番目までの総回答数は36件で、4番目の多さとなった。優先度1番目は7件であるが、シカに次ぐ多さであった。

「水害」も優先度1番目から5番目までの総回答数が36件で、4番目の多さとなった。優先度2番目に10件、優先度3番目に11件と多くの回答があった。

一方、特に「サルの害」、「ノネズミの害」、「凍害」、「潮害」、「霰害」、「噴火災」、「地震災」、は、優先度1番目から5番目までの総回答数が10件以下と非常に少ないことから、本調査での結果においては、対策の優先度が他のものに比べて低いと評価された。

表3-12 立木被害の対策・対応の優先度についての回答内容

	優先度					優先度1番目から 5番目までの総回答数
	1番目	2番目	3番目	4番目	5番目	
シカの害	61	10	8	8	2	89
クマの害	4	7	5	3	2	21
カモシカの害	0	5	6	3	0	14
イノシシの害	1	15	9	7	8	40
サルの害	0	0	3	1	1	5
ノネズミの害	0	0	0	0	1	1
ノウサギの害	5	15	9	7	6	42
火災	3	3	3	3	6	18
風害	4	7	8	18	3	40
水害	3	10	11	5	7	36
雪害	0	4	2	6	6	18

干害	2	2	4	1	4	13
凍害	0	0	0	1	0	1
潮害	1	0	1	0	1	3
霰害	0	0	0	0	1	1
噴火災	0	0	0	0	0	0
地震災	0	0	2	2	1	5
虫害	7	5	12	5	7	36
病害	2	5	3	2	7	19

3.4 考察

以下では、純粋に本調査結果に基づいて考察するが、3.3.3の(1)でも記載しているとおり、本調査ではアンケートの回答数が少ないこと及び回答を全国一律・網羅的には収集できなかったことから、本調査結果及び以下の考察は日本全体の傾向を示すには至らなかったことに留意が必要である。

3.4.1 植栽直後の防護の必要性が高い

今回の調査の結果、シカ、ノウサギ、イノシシによる被害は若齢林(1～3年生)で発生する割合が特に高いことが明らかとなった。このことから、植栽木の被害を抑制するためには、植栽後3年間程度、防護対策を強化することが、効果的かつ効率的な被害抑制につながると考えられる。

一方、これらの獣種のうち、シカ及びノウサギに対して採用されていた防護方法は、主にネット柵(単独や他の方法との併用あり)であった。今回の調査では、実施している対策方法を質問するにとどまり、その効果までは情報収集できていない。そのため、植栽後の3年間、どのような対策や工夫が被害抑制につながるのか、今後事例を集めるなどの情報収集と検証が、被害抑制のための方法の提示には必要となる。

3.4.2 被害対策への支援の必要性

今回の調査の結果、回答の7割程度が、被害対策費用は公的機関からの補助金を使用して実施されており、補助金が被害対策を進める上での重要な資金源となっていると言える。一方、再植栽時においては、全額自己資金を充てた回答が約半数を占めていた。これについては、再植栽の意欲が削がれることのないよう、どのような支援ができるのか、その必要性も含めて今後検討が求められると想像される。

また、再植栽しない理由には、費用面以外に、獣害対策の課題が挙げられている。

獣害の場合、自然災害と異なり、一度発生するとその後も継続して毎年被害が発生し、また、その被害程度は甚大化することが想定される。そのため、根本的な被害対策を行わない限り、補助金や獣害に対する保険制度等の支援が存在したとしても、成林は期待できないと考えられる。

さらに、行政に対して求める対策・対応として「防除に対する支援」が最も多く回答が得られ、次いで「捕獲活動への支援」、「再度植栽への支援」の回答が得られた。防除に対する支援の具体的な内容については、「鳥獣害防護柵や食害防止チェーン等の設置に対する補助」を求める回答が最も多く寄せられ、設置時の補助の必要性が高いと想像される。その他、見回り時等の管理活動への支援及び、忌避剤の

散布に対する補助等、設置した柵の維持管理に係る作業や、柵以外の対策実施も必要性が高く、また、労力がかかっていると想像される。

捕獲活動における具体的支援内容では、わな等の購入費や、捕獲に係る資格取得への補助、捕獲事業への支援の回答数が多く、捕獲活動をする上で必要となる実費への支援希望が大きいことがうかがえる。

3.4.3 立木被害に対する補償の必要性

獣害による立木被害を保険の対象とする場合、保険料は、2～3割程度の上昇であれば容認されるという回答が大半を占めた。一方で、5割以上の保険料上昇を受け入れる意見はほとんど得られなかった。2～3割程度の保険料上昇で十分な補償を提示できるかを検討する必要があると考えられる。

また、「保険料が高くなる場合は、鳥獣害への保険制度は不要」という意見や、現行の保険料を維持することを望む意見も寄せられた。

鳥獣害への補償は、被害を受けた際の経済的負担を軽減し、被害を受けた林地の再生を促進するうえで意義があると考えられる。

3.4.4 アンケート調査の課題と改善策

今回の調査では、想定よりも回答数が少なく、回答に地域的な偏りも確認された。また、回答を依頼した際、一部の者からこういったアンケートでの結果の還元がないことへの不満も聞こえてきた。

回答者にとって有益となる施策や支援を検討することを目的として実施しているアンケートであることを明示すること、回答に多少の労力を要する場合は、結果やその評価等を共有する資料を配布することも必要であると考えられる。

今回の調査では回答者の所属を設問項目に入れていないため、正確な数字を出せないが、森林の所有形態に基づいて評価すると、行政関係者（都道府県、市町村）からの回答が少なくとも6割以上を占めており回答率が高く、森林組合系統や個人、法人の森林所有者からの回答率が低いことが示唆された。

行政関係者については、本調査が林野庁事業であることから、調査への回答を業務として認識することで、回答率が高くなった可能性がある。一方で、森林組合系統等は、本調査への回答を業務ではなく、依頼への協力等として認識しており、回答率が低くなった可能性がある。また、森林組合連合会へアンケート回答を依頼した際、全国森林組合連合会経由での依頼を求める声もあった。

今回のアンケート依頼は、各県の森林組合連合会から森林組合、さらに、組合員へ回付して回答を得る手順で実施しており、回答者に依頼文が届くまでに時間を要したり、依頼が届かなかった可能性もあると思われる。そのため、依頼の手順についての再考が必要である。

4 被害の発生率の検証

4.1 業務の目的

鳥獣害対策用防護施設のなかでも代表的なシカ防護柵の破損やそれに伴う被害の程度の情報を収集し、令和2年度に作成された防護柵破損の予測モデル及び植栽木被害の予測モデルを改善することにより、防護施設が破損し樹木が経済的損害を受けたときの期待値を検証することを目的とする。

4.2 業務の実施方針

防護施設が破損する確率及び防護施設破損後の被害拡大の検証のため、鳥獣害対策用防護施設のなかでも代表的なシカ防護柵についてアンケート調査により以下の事例を収集し、その結果をデータ化した上で令和元年度及び令和2年度調査にて収集された既存データとともに分析し、防護柵が破損し樹木が経済的損害を受けたときの期待値について検証する。

- ・ 破損する確率の検証に向けて、材質や設置年数などの形態別、傾斜や積雪、隣接林地などの林地状況別の設置事例
- ・ 破損後の被害程度の事例

なお、新規事例収集にあたっては、担当部署と調整の上、既存データに不足している形態及び林地状況について重点的に収集することとした。

期待値の検証にあたっては、令和2年度に構築されたモデルを適用し、本調査で新たに収集したデータを加えてパラメータの再推定とモデルの精度の検証を行うこととした。加えて、予測に使用する変数について検討し、より精度の高いモデルの作成を行うこととした。

4.3 調査及びデータ分析

4.3.1 調査方法

(1) 調査の実施方針

既存データを活用することとし、不足しているトドマツやカラマツの造林地及び積雪地の造林地のデータを重点的に収集してデータを補完することとした。このため、公的機関からの補助等により防護柵設置している造林地に対してアンケートによる調査を実施することとした。

また、アンケートへの回答方法は、ウェブフォームを基本とすることにした。

(2) アンケートの対象者

アンケートの対象者は、森林組合、都道府県、市町村、国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林整備センター（以下、森林整備センター）の各事務所及び森林管理署等とした。

(3) アンケート調査票（巻末資料2）の作成

アンケート実施にあたり、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）、ウェブフォームに

よる入力画面、アンケート記入要領、ウェブフォームによる記入例及び調査票（ワードファイル）を作成した。

（４）アンケート調査票の配布

アンケートは対象者ごとに以下のとおり配布した。

① 森林組合

調査は、森林（林業協同）組合連合会を介して実施することとし、以下のとおり受託者が直接、調査協力を依頼した。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連絡を取り、アンケートへの協力及び地区内のシカ防護柵が設置された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。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、シカ対策をしている林地はない、野生鳥獣による森林被害自体がほとんど発生しておらず回答不可」と告げられたことから対象外となった。東京都森林組合及び大阪府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。なお、静岡県、和歌山県、岡山県及び熊本県については、森林組合連合会の意向を受けて、各県最大 5 組の森林組合に対して受託者が直接連絡を取り、回答を依頼した。

なお、静岡県、和歌山県、岡山県及び熊本県については、森林組合連合会の意向を受けて、各県最大 5 組の森林組合に対して受託者が直接連絡を取り、回答を依頼した。

② 都道府県及び市町村

発注者から情報提供された全国 47 の都道府県の造林事業関係部署に対し、受託者からアンケート回答を依頼するとともに、シカ防護柵が設置された造林地が所在する市町村に回付することを依頼した。

③ 森林整備センター

発注者から情報提供された森林整備センターの担当者に対し、受託者が直接調査依頼するとともに、森林整備センターから各整備局及び水源林整備事務所に回付することも依頼した。

④ 森林管理署等

林野庁国有林野部業務課を通じて、各森林管理署（支署）の獣害対策担当者に対し、発注者よりアンケート回答を依頼した。

なお、いずれの依頼においても、スギ及びヒノキ以外（カラマツ等）を植栽している幼齢造林地、また、積雪地に所在する幼齢造林地を所在する森林組合や市町村を優先して回付の対象とすることを依頼した。

（５）アンケート調査の実施期間

回答依頼は令和 6 年 11 月 21 日より開始し、回答期限は令和 6 年 12 月 27 日とした。森林管理署等の回答期限は、林野庁関係部署との調整により、令和 7 年 1

月 14 日とした。

4.3.2 分析方法

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。

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。

4.3.3 調査及びデータ分析結果

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。

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。

●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：256

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

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）。

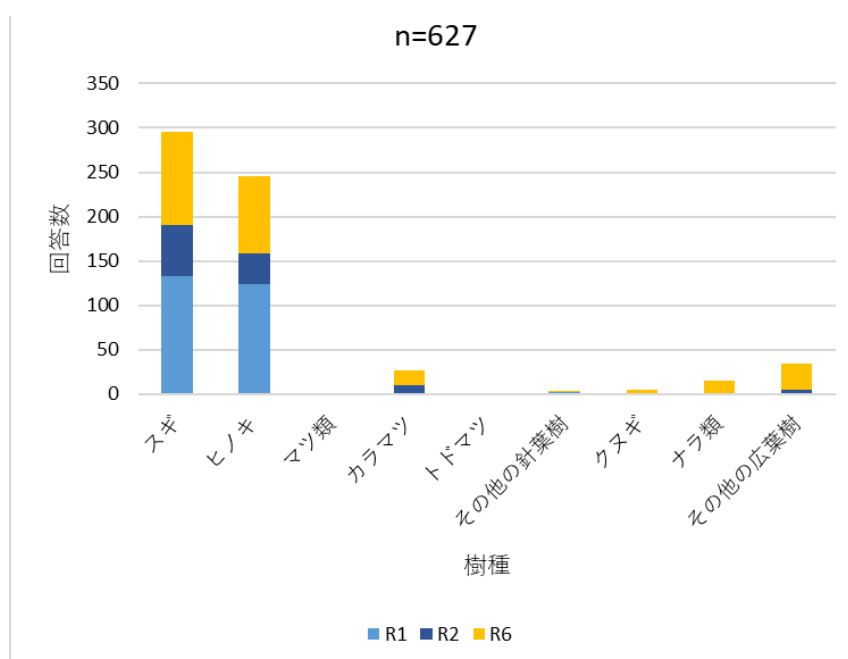


図4-1 被害樹種に対する回答の分布

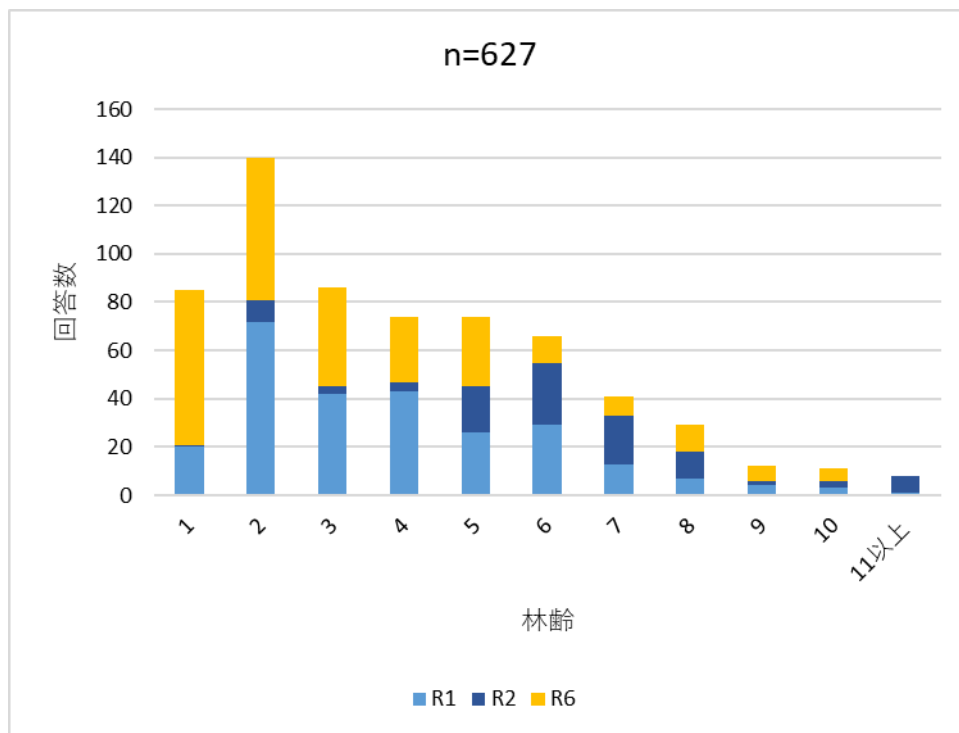


図4-2 林齢に対する回答の分布

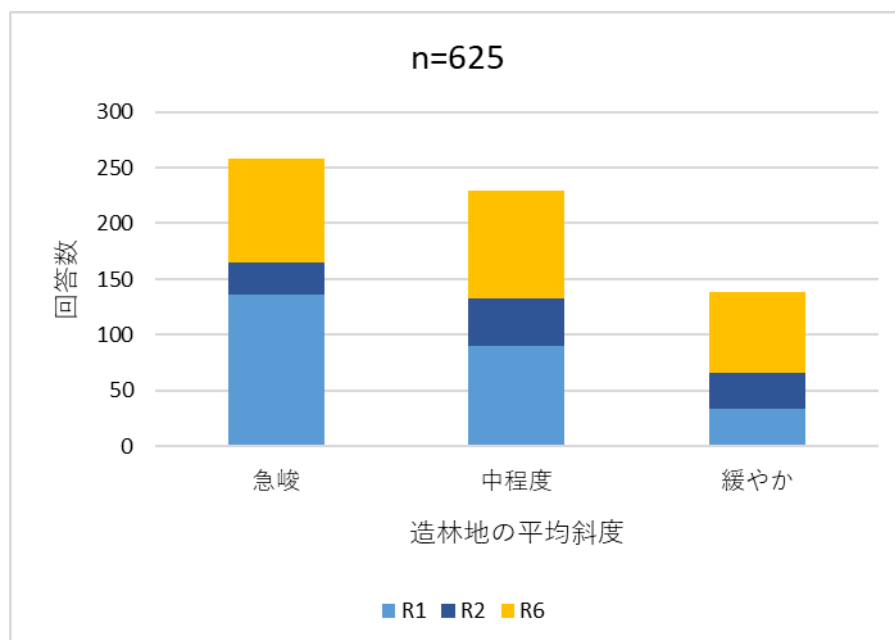


図4-3 造林地の平均斜度に対する回答の分布

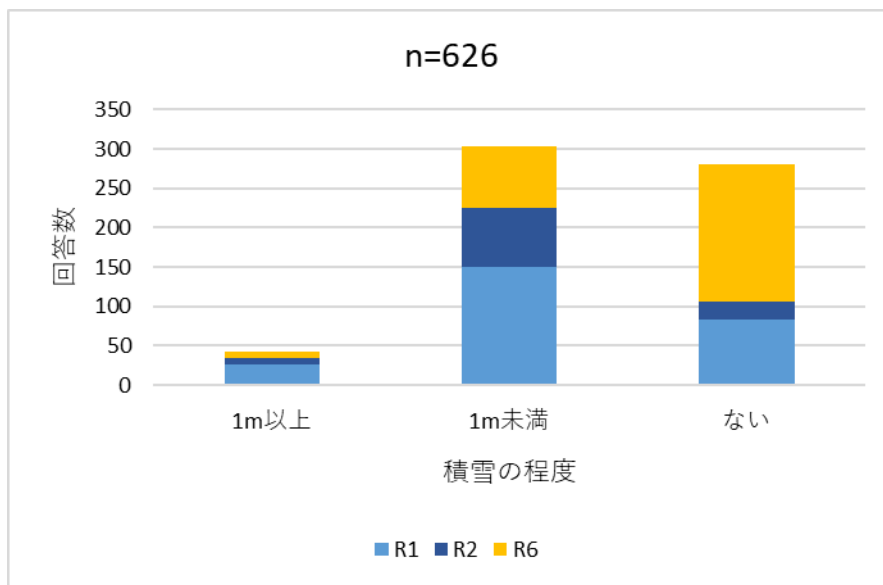


図4-4 積雪の程度に対する回答の分布

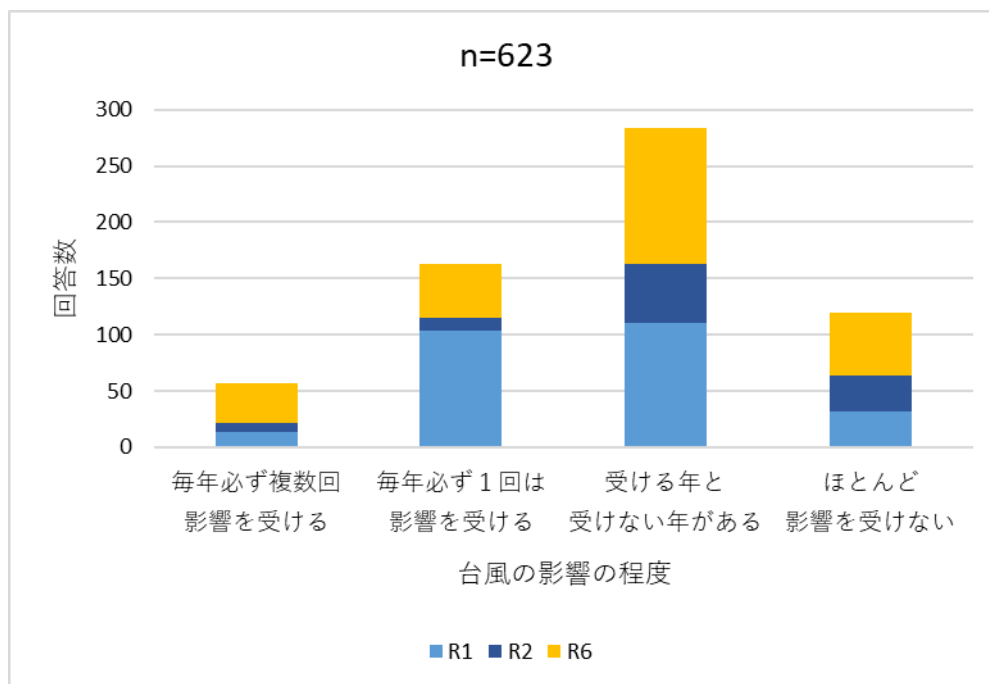


図4-5 台風の影響の程度に対する回答の分布

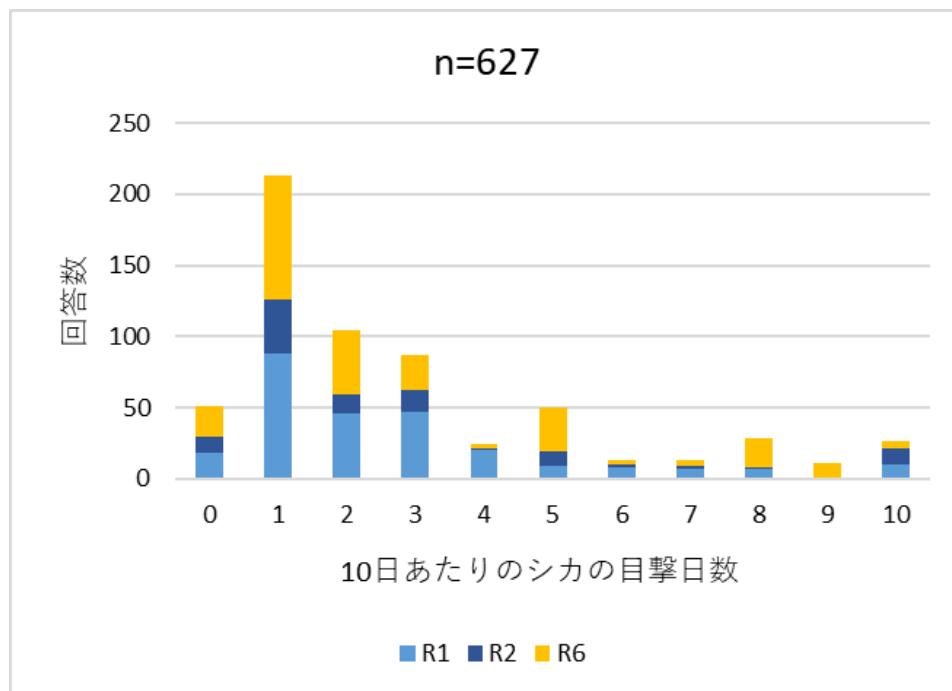


図4-6 10日あたりのシカ目撃日数に対する回答の分布

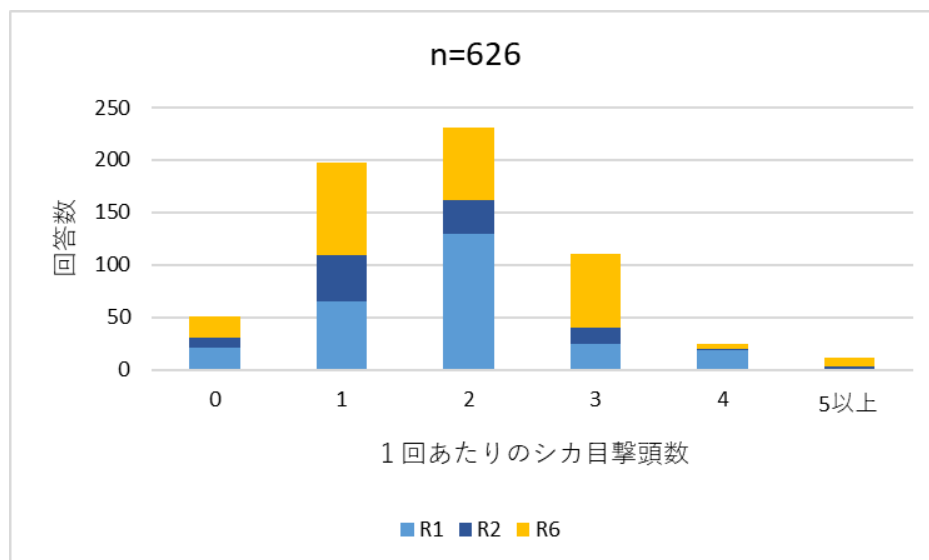


図4-7 1回あたりのシカ目撃頭数に対する回答の分布

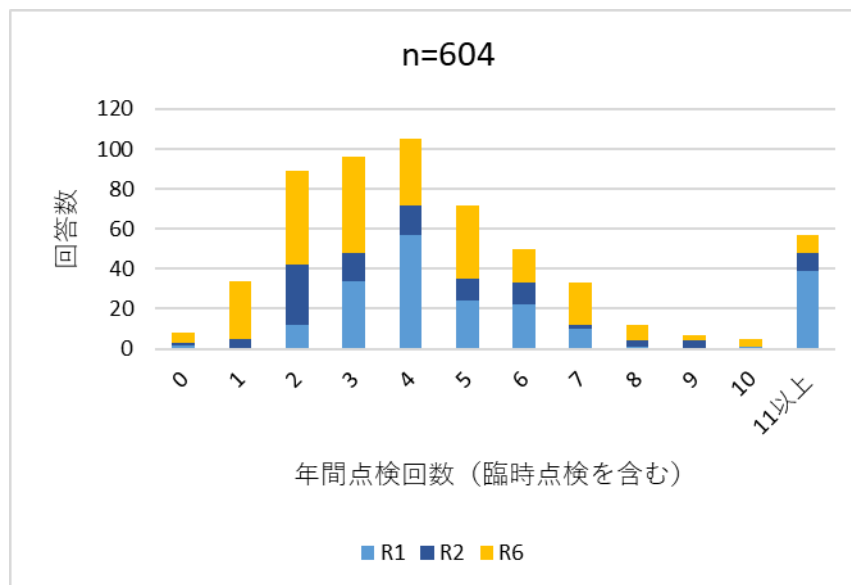


図4-8 柵の年間点検回数(臨時点検を含む)に対する回答の分布

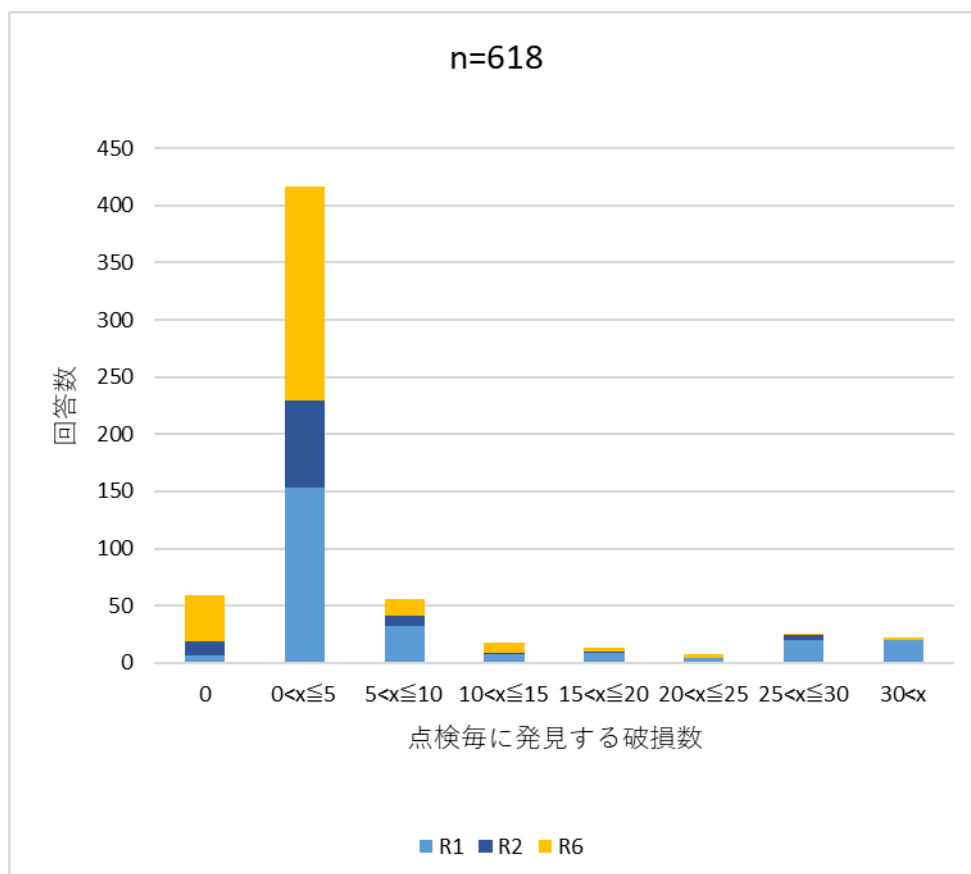


図4-9 点検毎に発見する破損数に対する回答の分布

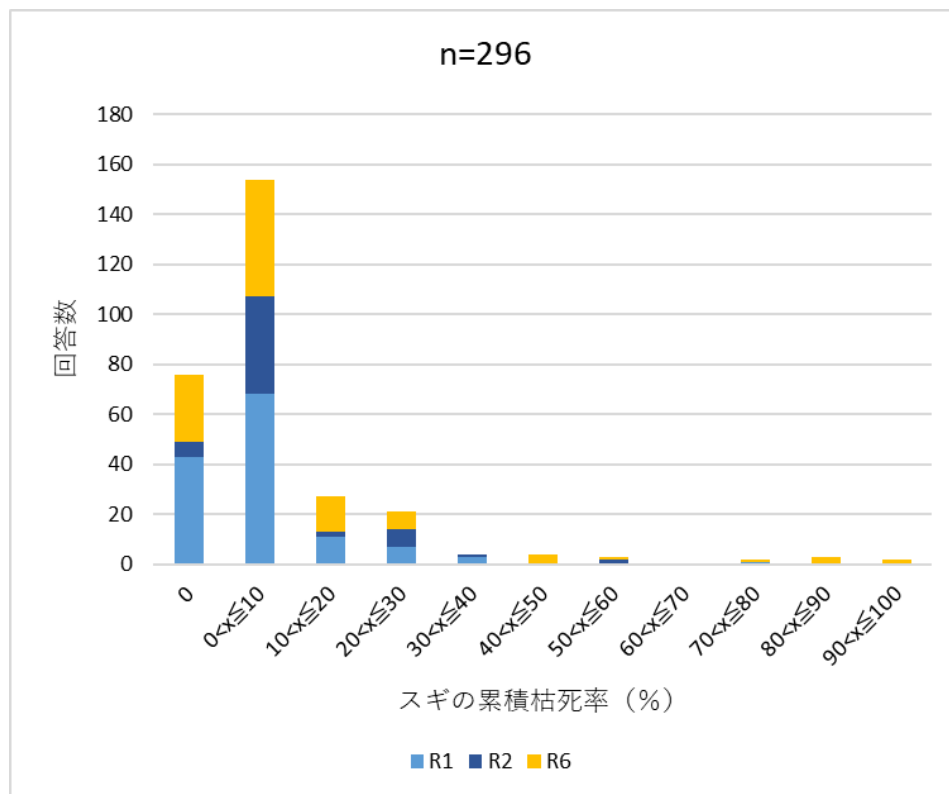


図4-10 スギの累積枯死率に対する回答の分布

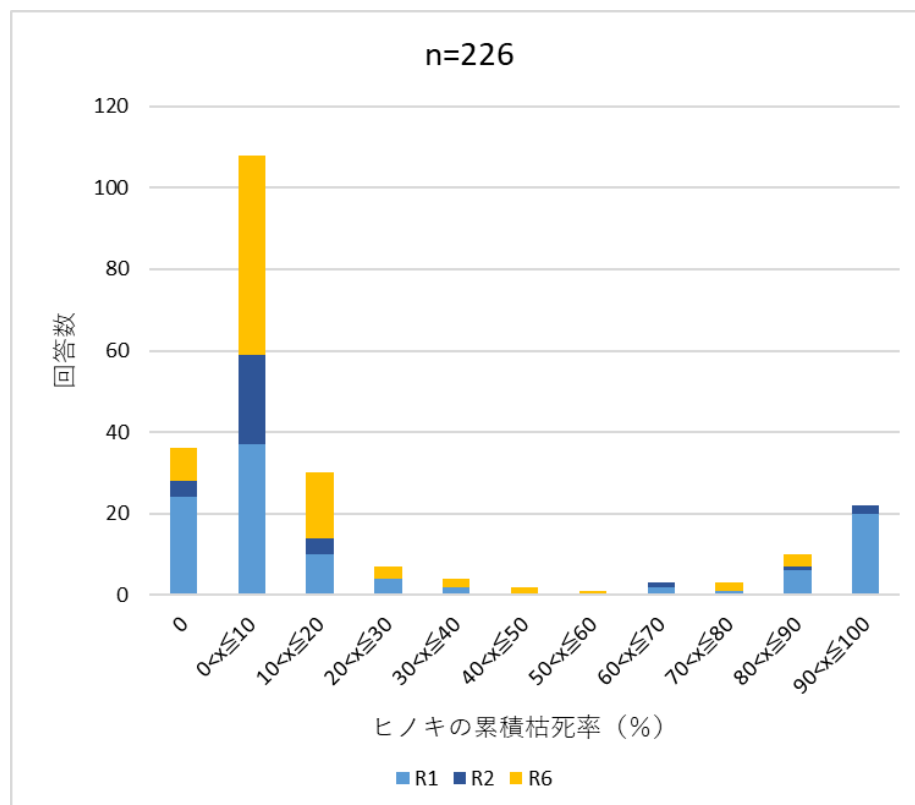


図4-11 ヒノキの累積枯死率に対する回答の分布

令和2年度に作成された予測モデルについては、以下の課題が指摘されていた。

- ・ 既存データの多くはスギ又はヒノキの造林地のデータであり、カラマツ等に関するデータが不足している。
- ・ 積雪量が多い地域における造林地のデータが不足しており、積雪量の影響を十分に評価できていない。また、積雪量の多い地域における予測精度が低下する要因となっていると考えられる。
- ・ 枯死率に関するデータに偏りが見られ、植栽木被害の予測モデルの精度低下を招いていると考えられる。
- ・ 防護柵の破損率に関するデータに偏りが見られ、防護柵破損の予測モデル及び植栽木被害の予測モデルの精度低下を招いていると考えられる。

本調査では、過去の業務ではほぼ収集できていなかったカラマツ、クヌギ、ナラ類、その他の広葉樹のデータも収集できたものの、サンプル数は十分ではなく、被害の予測モデルの構築には至らなかった。また、積雪量の多い地域のデータ不足、枯死率データの偏り、防護柵の破損率データの偏りといった課題についても、本調査では十分に解消されなかった。スギ及びヒノキ以外の樹種については、防護柵の設置事例が少なく、サンプル収集が困難であることが要因と考えられる。

また、積雪量、枯死率、防護柵の破損率データの偏りについても、収集数が少ないデータは、もともと事例が少ない可能性が高く、今後も十分なデータ収集は難しいと予想される。

4.4 予測モデルの作成

4.4.1 防護柵破損の予測モデルの作成

(1) 従来の予測モデルの精度検証

既存データを活用した分析を行うため、令和2年度に作成された既存モデル(式1)を基に、今年度に収集したデータを加えてパラメータを再推定した上で、モデルの精度を検証した。

目的変数である破損レベルは、「低」「中」「高」の3水準に区分し、防護柵100mあたりの1年間における破損数が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」とした。

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た。式1のパラメータ推定には、令和元年度、令和2年度及び本調査で収集したデータを使用した。

●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+シカの日撃数×シカの日撃頭数

なお、モデル内のパラメータの扱い方は、下記のとおりとした(表4-1)。

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
シカを目撃頭数	数値を記入	両者を積算した値を使用
シカを目撃日数		

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。

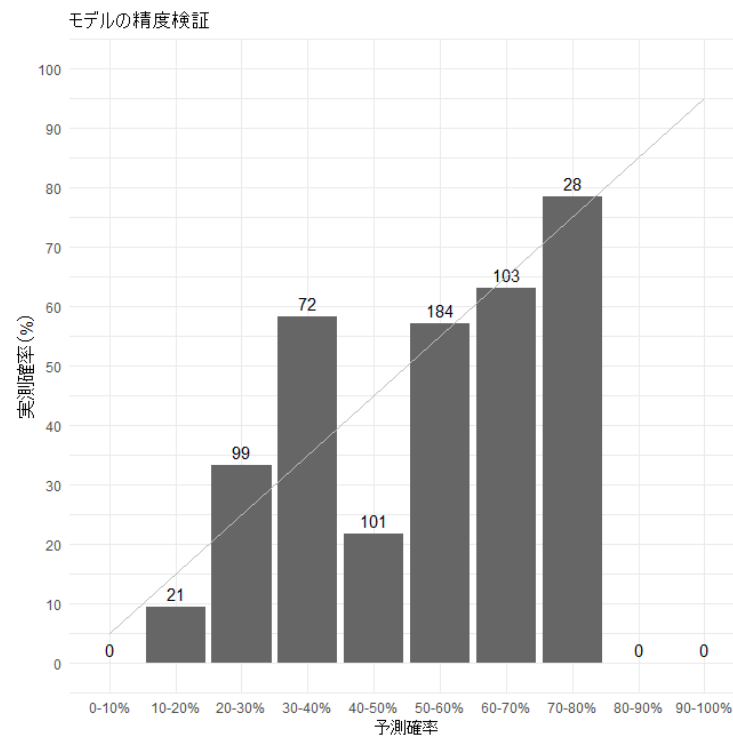


図4-12 防護柵破損の予測モデルの精度検証結果

図 4-12 では、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。

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 4-12 では、予測確率 0-10%、30-50%、80-100%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。斜めの直線に重なる棒グラフの割合が、令和 2 年度業務にて実施された既存モデル式の Leave-One-Out 交差検証の結果と同程度であったことから、本調査にてパラメータの再推定を行ったモデルは、令和 2 年度業務にて作成されたモデルと比較して、同水準の精度があることが示された。

(2) 予測モデルの改良

本調査では、防護柵の破損に影響を与える要因として、新たに「柵設置ルート
の最大斜度」を仮定し、データ収集のため調査項目に追加した。これを既存の予
測モデル式 1 へ組み込み、改良モデル式を作成した (式 2)。式 2 のパラメータ
推定には、本調査で収集したデータを使用した。

●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 of 最大斜度

なお、モデル内のパラメータの扱いは、下記のとおりとした (表 4-2)。

表 4-2 「柵設置ルート of 最大斜度」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
柵設置ルート of 最大斜度	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)

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 4-13
に示す。

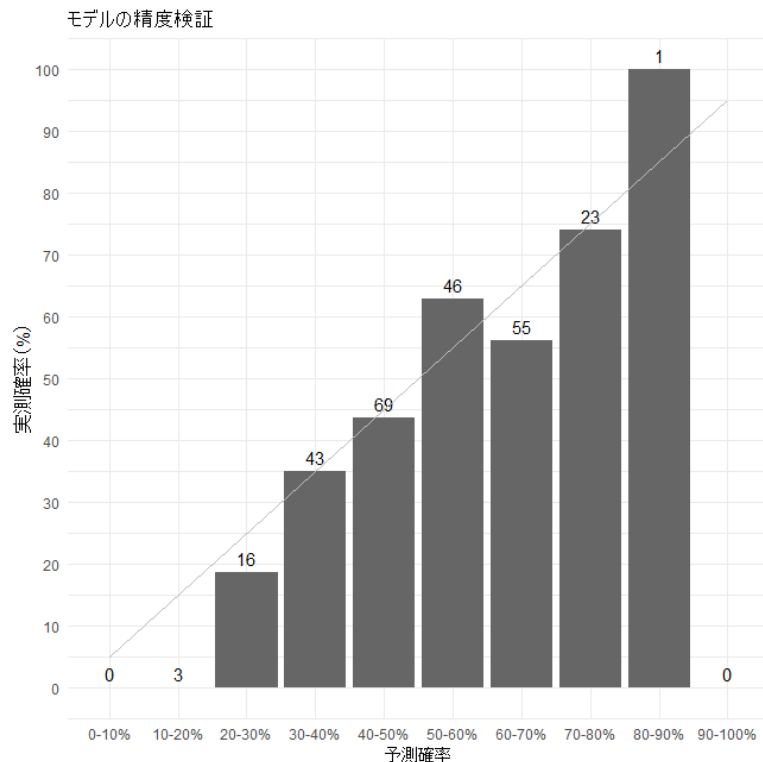


図4-13 防護柵破損の予測モデルの精度検証結果
(柵設置ルート最大の斜度を説明変数に加えた場合)

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。

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

$\log L$ ：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。

4.4.2 植栽木被害の予測モデルの作成

(1) 従来の予測モデルの精度検証

令和2年度に構築されたモデル式(式3)を基に、今年度収集したデータを加えてパラメータを再推定した上で、モデルの精度を検証した。

目的変数である被害レベルは、「低」「中」「高」の3水準に区分し、造林地の1年あたりの枯死率が3%未満の場合を被害レベル「低」、3%以上10%未満の場合を被害レベル「中」、10%以上の場合を被害レベル「高」とした。

モデル作成には、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)を用い、Rの『VGAM』パッケージの『vglm』関数でモデルフィッティングを行った。式3のパラメータ推定には、令和元年度、令和2年度及び本調査で収集したデータを使用した。

●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

なお、モデル内のパラメータの扱い方は、下記のとおりとした(表4-3)。

表4-3 造林地の被害予測モデル内のパラメータの扱い方

パラメータ	調査票での回答方法	予測モデル内での扱い方
柵の破損率	1年あたりの定期点検の回数、1年あたりの臨時点検の回数、1回の点検時に発見する破損数を数値で回答	100mの防護柵に1年あたりに生じる破損数を算出して使用
苗木の樹高	数値を記入	そのまま使用
頂芽食害の有無	択一式 ・有 ・無	2段階の数値に変換して使用
樹皮剥ぎの有無	択一式 ・有 ・無	2段階の数値に変換して使用
矮小化の有無	択一式 ・有 ・無	2段階の数値に変換して使用

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4-14、4-15に示す。

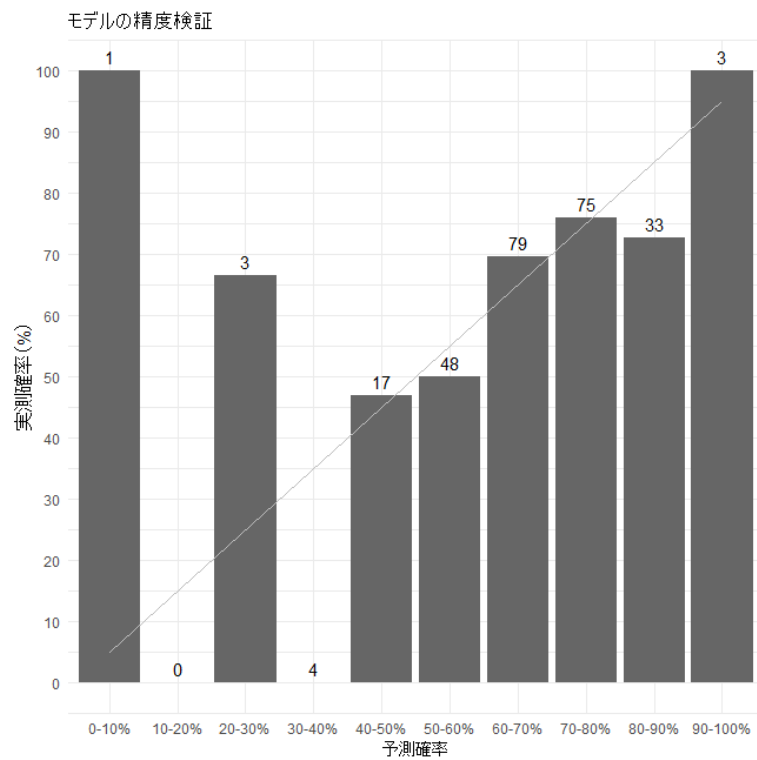


図 4-14 スギの植栽木被害の予測モデルの精度検証結果

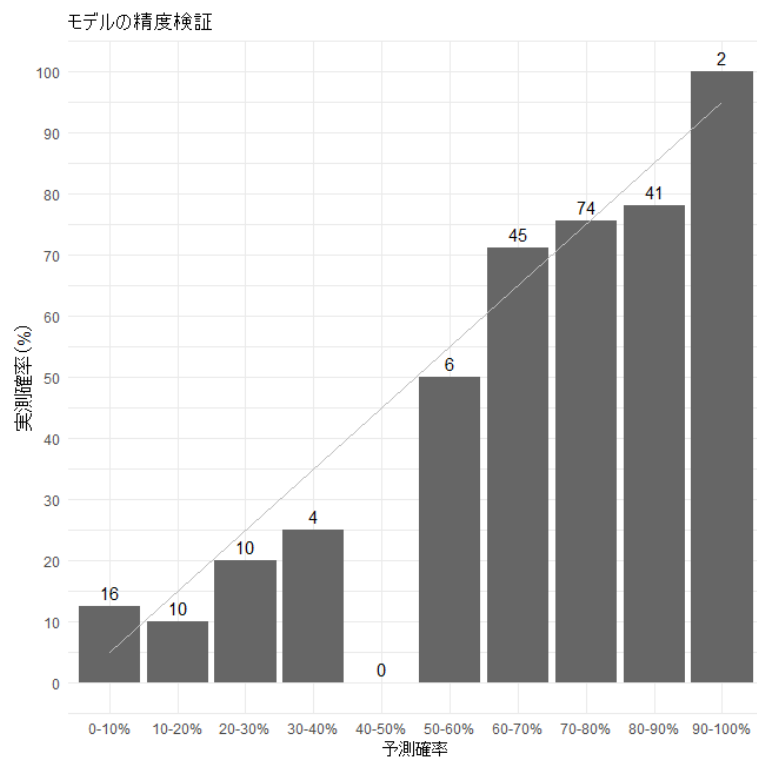


図 4-15 ヒノキの植栽木被害の予測モデルの精度検証結果

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

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。

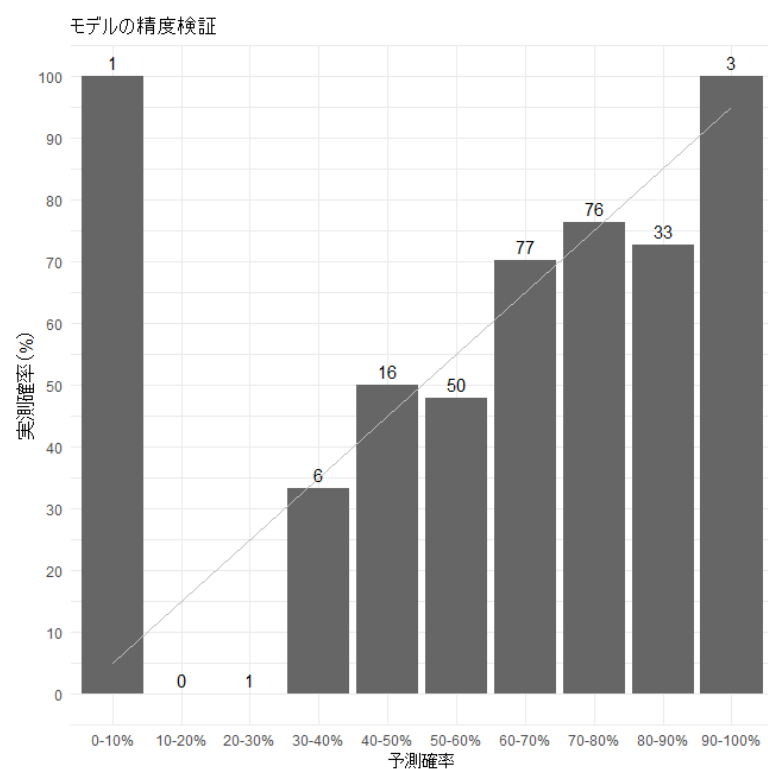


図4-16 スギの植栽木被害の予測モデルの精度検証結果
(「矮小化の有無」を説明変数から除外した場合)

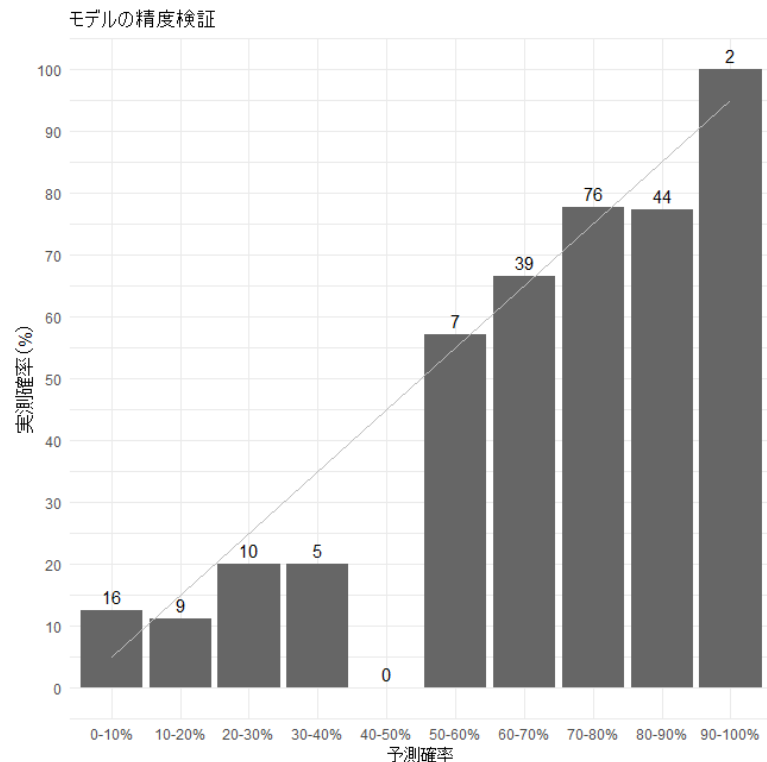


図 4-17 ヒノキの植栽木被害の予測モデルの精度検証結果
 (「樹皮剥ぎの有無」を説明変数から除外した場合)

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」、「シカの日撃頻度」、「柵設置ルート」の入力することで、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。

4.5 考察

4.5.1 本調査の成果

本調査では、令和2年度に作成された防護柵破損の予測モデルおよび植栽木被害の予測モデルの改良を目的として、新たなデータの収集およびモデルの再構築を行った。

防護柵破損の予測モデルについては、「柵設置ルート of 最大斜度」を説明変数に加えた改良モデルを構築した。植栽木被害の予測モデルについては、スギ、ヒノキそれぞれについて、従来のモデル式から不要な説明変数を除外した改良モデルを構築した。

構築した改良モデル式について Leave-One-Out 交差検証法及び AIC による評価を実施した結果、既存モデルと比較して適合度および柔軟性が向上し、より高精度な予測が可能であることが示唆された。

4.5.2 本調査の課題

(1) 偏りのないデータ収集

データ収集に関しては、依然として課題が残る。特に、スギ及びヒノキ以外の樹種に関するデータは十分なサンプルを確保できず、被害の予測モデルの構築には至らなかった。また、積雪量が多い地域のデータや枯死率に関するデータの偏りが解消されなかった。

そもそもの事例数が少ないために収集が難しい可能性も考えられるが、予測精度のさらなる向上のためには、全国一律に情報を収集する方法を取るのではなく、データが集まると予想される地域に対して優先的かつ積極的に回答の依頼をし、データ数を確保する努力が必要であると考ええる。

(2) 回答率の向上

本年度のアンケートによる調査は、当初の想定よりも回答率が低かった。より実態にあった被害状況の把握のためには、多くのデータが必要であり、アンケート回答率を高める工夫が求められる。

回答率が低かった要因として、アンケートの負担感、調査時期の影響などが考えられる。これらの課題に対処するため、今後はアンケート項目や回答方法の見直しを行い、回答負担を軽減するために、より簡潔な設計とすることが必要である。また、調査の趣旨や重要性を分かりやすく伝え、協力を得やすい環境を整える。さらに、調査時期についても、回答者の負担が少ない適切なタイミングを選定し、回収率の向上を図ることが求められる。

また、アンケートの回答数は、都道府県が 30 件、市町村が 38 件、森林管理署が 31 件、森林整備センターが 122 件、森林組合が 63 件（その他は回答者が個人名となっており、所属が不明）であった。一方で、森林整備センターからの回答数は非常に多かったものの、植栽木の詳細情報や現況についての記載がほとんどなく、分析に使用できないデータが多く含まれていた。

このことから、次年度以降は、地方公共団体や森林組合など、分析に使用できるデータを確実に所持している機関に対して調査依頼を行うことが効率的なデータ収集につながると考えられる。

(3) 予測モデルの改善

予測モデルにおける変数の取扱い方については継続的な検討が必要である。現在の造林地の被害モデルでは、目的変数である「被害レベル」は造林地全体における被害割合であるのに対し、説明変数の「頂芽食害の有無」「樹皮剥ぎの有無」「矮小化の有無」は、造林地全体における被害の有無となっており、目的変数と説明変数の対応関係が合理的ではないと考えられる。加えて、説明変数の「頂芽食害の有無」や「樹皮剥ぎの有無」は、被害が発生した年度に確認できる指標である一方、「矮小化の有無」は数年間の被害が蓄積した結果、確認できる指標である。次年度以降、予測モデルの改善を継続する場合は、これらの変数のより合理的な扱い方を検討する必要がある。

5 省力的な調査手法の検討、現地検証

5.1 業務の目的

国内外における既存の森林調査や損害調査の手法について、文献等から情報を収集して洗い出し、メリット・デメリットも明確化した上で省力的で均一な結果が得られる調査手法を検討することを目的とした。

また、実現の可能性が高いものを選定し、幼齢造林地にて検証した。

5.2 文献調査

5.2.1 調査方法

従来実施されている一般的な森林調査及び損害調査の手法に加え、省力化を目的とし近年検証や開発がされている手法まで、幅広く情報を収集した。それぞれの手法については、手法の特徴など文献情報から分かり得る範囲にて整理した。

5.2.2 調査結果

結果を巻末資料5-1～5-2にまとめた。

とりまとめた手法のうち、10年生以下の森林を対象とした手法はほぼ一般的な手法による毎木調査であった。近年、省力的な手法として開発や検証がされている手法は、ドローンやレーザ測量を用いた方法であったが、これらの方法は、上層を形成していない樹林では下層との識別が難しいため本数把握は難しいこと、被害評価時点での測量データを取得する必要があること、測量のための機器類や測量自体が高額であること、といった課題があり、10年生以下の森林における単純応用は難しいと評価された。

その中で、従来の毎木調査と比較して省力化が図れ、また、安価な機材でも調査が可能であり、6齢級から12齢級の立木を対象とした報告がある、UAV写真撮影の応用を検討した。

調査した文献のうち、文献No.17 ドローンによるクマ剥ぎ被害木の把握やNo.7の松くい虫被害調査の方法などにおいては、枯死木と生存木の色調の差により枯死木を抽出しており、UAV画像で4年生や6年生の苗木抽出ができたポイントが、下草刈り後の画像を用いたことにより地面と苗木樹冠の色調の違いが顕著であったため、分類が容易であったと報告されていた。そのため、10年生以下の森林調査や損害調査においてUAV等による評価を応用する場合、植栽木と下層植生や地面との識別可否がポイントであることを考慮すると、これらの識別のためには、前もって苗木に着色しておくことで生存木と被害木の判別を可能にすると想像された。

このことから、現地検証は、苗木にカラーマーカーを施し、これらの苗木がUAV撮影により検出可能か検証することとした。

5.3 現地検証

5.3.1 検証の目的

苗木（植栽から2年以内を想定）に生じた鳥獣による被害を、現地目視にて確認することは、労力がかかる。また、苗木の周囲に雑草が繁茂した状態においては、これらの被害程度や本数を正確に把握することが難しい。このため、被害の発生状

況を空撮や地上からの目視により容易に把握できる手法を開発し、造林地での補植や改植の要否についての判断の支援に繋げることを目的に、植栽木に対する鳥獣による被害の発生状況を省力的かつ迅速に把握する手法を検討することを目的とした。

また、手法については、森林組合等の職員や森林所有者等が実際に現場で使用できる、より簡便な森林被害状況の把握手法を分析、検討することを目的とした。

5.3.2 検証の方針

検出する被害は、枯死につながる被害（主軸の切断、苗木の引き抜き、苗木の掘り返しによる根返り）及び成長に大きく関わる頂芽被害とする。

手法確立のため、今回は以下の3つの項目について検証した。

- ・ 雑木や雑草と植栽木を識別するのに適したカラーマーカー色の検討
- ・ カラーマーカーすることによる苗木成長への影響とマーカー残存評価
- ・ 造林地を想定した草地におけるマーカー苗木の検出評価

5.3.3 雑木や雑草と植栽木を識別するのに適したカラーマーカー色の検討

（1）調査方法

① 調査場所

赤磐市内の林地

② 対象樹種

スギ苗木

③ 試験したカラーマーカー色

赤、蛍光ピンク、水色の3種

④ 試験日

令和6年10月3日

⑤ マーカーの仕方

苗木の先端15～20cm程度の葉の表面に対し、各種カラースプレーを塗布した（写真5-1）

（2）調査結果

カラーマーカーにより、周囲の雑草や雑木との識別は容易となった。特に寒色系の水色がより識別しやすいと判断された（写真5-2）。

苗木が根元から完全に倒れたり、マーカー部分が切断された場合、上部からのマーカーは視認しにくくなり、立木とは判別できると想定された（写真5-3）。懸念事項としては、カラースプレーを塗布した苗木が立ち枯れた場合、「立ち枯れ」を判別できるかが挙げられる。



写真5-1 マーカーした苗木
(左:水色、中央:蛍光ピンク、右:赤)



写真5-2 マーカーした苗木と枯死木及び生存木との識別比較



写真5-3 苗木が倒れた場合を想定したマーカー確認
葉の裏に塗料が塗布されていなければ、マーカーは認識しにくくなると想定された

5.3.4 カラーマーカーすることによる苗木成長への影響とマーカー残存評価

(1) 調査方法

① 試験場所

赤磐市内の林地

② 対象樹種

スギ苗木

③ マーカーの種類

カラースプレー（赤、蛍光ピンク、水色）

④ 試験期間

令和6年10月3日から令和7年2月10日

(2) 調査結果

試験期間中、マーカーした苗木において、枝葉の枯れは確認されなかった。葉の成長も確認されなかったため、成長阻害の判定は出来ていない。

塗布した3色共に、塗布4か月後では、やや発色の劣化があるが、色調に顕著な変化は確認されなかった（写真5-4）。



写真5-4 マーカーの残存及び苗木への影響確認
 左上:塗布した当日(10月3日) 右上:塗布から約2か月後(12月10日)
 下:塗布から約4か月後(2月10日)

5.3.5 造林地を想定した草地におけるマーカー苗木の検出評価

(1) 調査方法

① 試験場所

赤磐市林地（草地）内

② 対象樹種

ヒノキ及びスギ

③ 試験期間

令和6年12月27日から令和7年2月10日

(2) 調査結果

① 苗木の準備

シカやノウサギの生息が確認されており、下層植生が繁茂している林地にて試験を行った。苗木は、2年生のヒノキ苗木及びスギ苗木を用意し、樹頂から約20cm程度に水色マーカーを施した苗木及び対照としてマーカーなしの苗木(写真5-5、写真5-6)を試験地に植栽した。また、上記苗木が食害によって壊滅した場合に備え、同一検証地内において食害を受けない様にワイヤーメッシュ及びネット柵で防護した苗木も準備した(写真5-7)。



写真5-5 マーカーしたヒノキ苗木(左)及び
対照として用意したマーカーなしのヒノキ苗木(右)



写真5-6 植栽当時の苗木及び周囲環境



写真5-7 ワイヤーメッシュ及びネット柵で防護した苗木

なお、試験地は以下の3区域設置した。各区域に植栽した標本木の本数は以下のとおり。

区域① ヒノキ：マーカ―あり 15 本

区域② ヒノキ：マーカ―あり 19 本、マーカ―なし 8 本

スギ：マーカ―あり 7 本

区域③（柵の設置あり） ヒノキ：マーカ―あり 5 本、マーカ―なし 2 本

スギ：マーカ―あり 3 本

② 識別可能高度の検証

区域①において、ドローンにより上空約 25m、約 20m、約 15m、約 10m、約 5 mから撮影し、マーカーした苗木の検出可否を確認した（写真 5-8-1、写真 5-8-2 及び 5-8-3）。

ドローンは DJI MAVIC 3 を使用した。ドローンに搭載されたカメラの設定等は表 5-1 及び表 5-2 のとおりであった。

表5-1 使用したドローンに搭載されたカメラの設定等

カメラのモデル	L1D-20c(Hasselblad)
有効画素数	20MP
視野角	84°（焦点距離 8.8mm / 24 mm (35 mm 判換算)）
イメージセンササイズ	4/3型 CMOS
f 値範囲	2.8～11

表5-2 カメラの撮影設定

縦横ピクセル数	5,280 × 3,956
シャッタースピード	1/80 秒
ISO	ISO-100
F 値	2.8

今回使用した 2 年生の苗木においては、高度 20m 以上では、苗木自体がかなり小さくなることから確認がし難かった。高度 15m 以下では苗木の輪郭や色もはっきりと識別できた。5 m では十分鮮明に苗木を確認することができるが、画角内に撮影される苗木の数が少なくなった。

植栽地の地形や下層植生の状況によっても判別の容易さが変わると想像されることから、撮影高度は 15m を目安としつつも、林地ごとに調整するのが望ましいと考える。また、今回使用した MAVIC 3 のように、高画質を維持したズーム機能（光学ズームや望遠カメラなど）をもった機種については、ズームを使用することにより、より高度からの撮影であっても拡大した画像を撮影し評価に使用することができる。

その他、日照によってもマーカーの確認のしやすさが変わった。

そのため、撮影した画像を画像編集ソフト等を用いて、コントラストや色の彩度を調整し、水色が確認しやすい様に加工した画像を使うと、より識別しやすくなった（写真 5-9）。



写真5-8-1 高度別の撮影結果
上:高度約5m 下:高度約 10m



写真5-8-2 高度別の撮影結果
上:高度約 15m 下:高度約 20m



写真5-8-3 高度別の撮影結果
高度約 25m

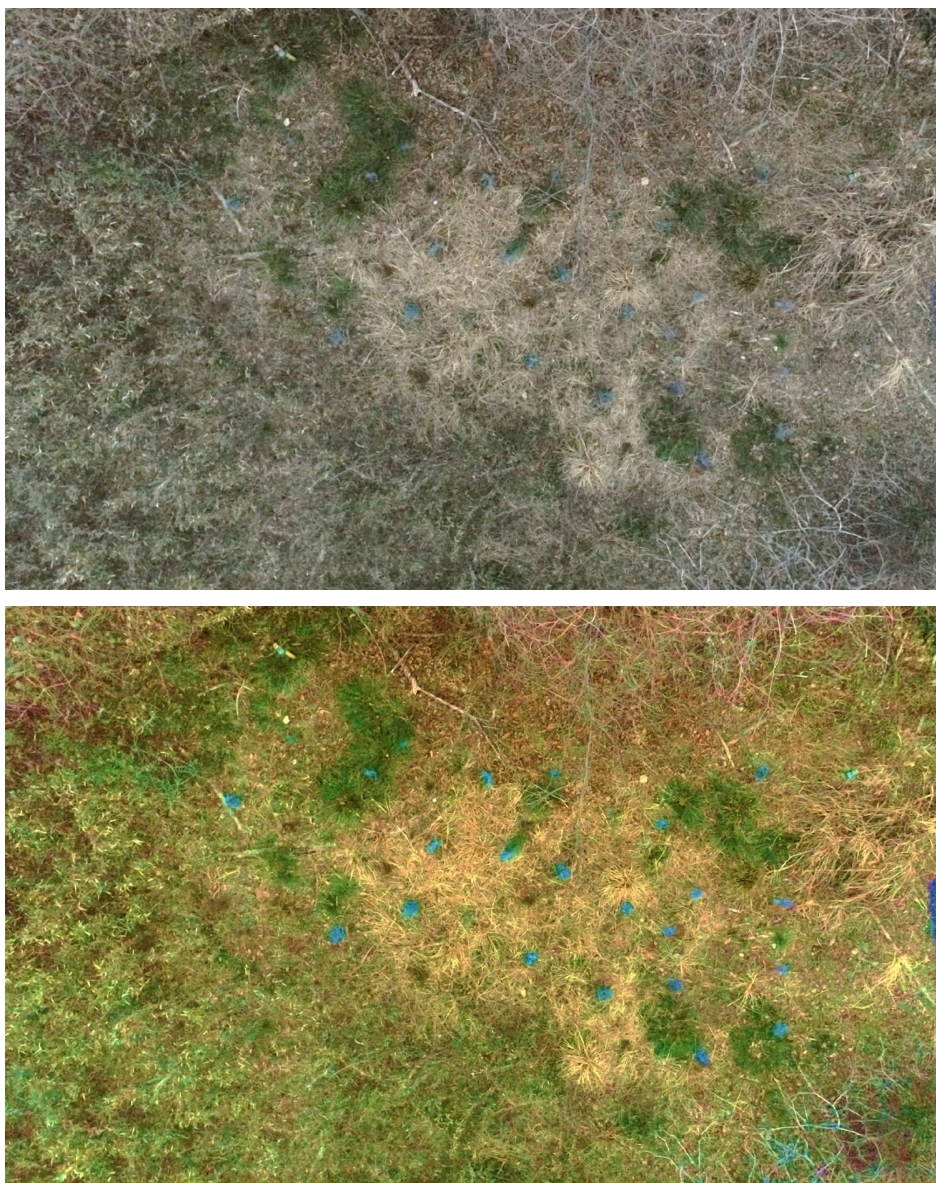


写真5-9 コントラストと色の彩度の調整
上:調整なし 下:調整あり

③ 空撮によるマーカー苗木の識別可否確認

令和7年1月20日に区域②においてドローンにより空撮し、マーカーした苗木及びマーカーなしの苗木の識別可否を確認した。評価には高度10mより撮影した画像を使用した。当該試験で使用したドローンは、DJI ファントム4 pro V2.0であった。ドローンに搭載されたカメラの設定等は表5-3のとおりであった。

この撮影では、マーカーした苗木は識別でき、全て認識することができた。一方、マーカーなしの苗木は、確証を持って抽出することは難しかった（写真5-10）。



写真5-10 ドローンによる空撮写真
下写真において、白色矢印がマーカしたヒノキ、
黄色矢印がマーカなしのヒノキ、白色矢頭がマーカしたスギ

表5-3 使用したドローンに搭載されたカメラの設定等

カメラのモデル	L1D-20c(Hasselblad)
有効画素数	20MP
視野角	84° (焦点距離 8.8mm /24 mm (35 mm 判換算))
イメージセンササイズ	1インチ CMOS
f 値範囲	2.8～11

④ 食害発生木の検出試験

令和7年2月10日の現地確認にて、マーカーした苗木及びマーカーなしの苗木それぞれ2本に食害が確認されたが（写真5-11）、例数が少ないことから、人工的に苗木にシカによる食害を想定した処置をした。処置は、枝折、根返り（苗木の引き抜き）、葉の食害、樹皮剥ぎ（角こすり）（写真5-12）の4種類とし、それぞれ2本の標本木を作成した。

なお、樹皮剥ぎは、苗木枯死による識別可否を確認するために処置してたが、令和7年2月27日時点では、枯死は確認されていない。

その後、空撮をして、苗木の検出可否を確認した。なお、識別には高度10mで撮影された画像を使用した。



写真5-11 自然食害が確認された苗木
左上:側枝等の枝折 右上:主軸の枝切断
左下:葉の食害 右下:枝葉食害



写真5-12 人工的に食害状況を施した苗木
 左上:枝折 右上:根返り
 左下:葉の食害(主にマーカ―した葉を除去)
 右下:樹皮剥ぎ

人工的に処置した食害3種類（樹皮剥ぎを除く）のうち、マーカによる識別が不可となったのは、葉の食害のみであった。枝折は、マーカした側枝の一部を折り、その枝葉樹軸に残したままとしたことから実質マーカ枝葉は消失していないため、検出できた。根返り処置の苗木は、1本は周囲の下層植生に倒れこむように放置したことにより、やや識別しにくくなったが、マーカが確認できた（写真5-13）。



写真5-13 食害処置後のマーカ苗木検出可否確認

紫矢頭:枝折処置 灰色矢頭:根返り処置

黒矢頭:葉の食害

青矢印:自然食害(上:側枝の枝折 下:主軸切断)

また、自然食害の2本については、側枝の枝折苗木（写真5-11の左上）はやや識別しにくくなった。側枝が折られ、主軸から脱落することにより、苗木の葉のマーカ量が減ったこと、枝がばらけて折られ地面に散在することにより地面のマーカした枝は認識しにくくなったことが理由として想定される。一方、マーカより下の部分で主軸から切断された苗木（写真5-11の右上）は、マーカ部分の枝葉がまとまった状態で地面に脱落したことから、脱落部分が空撮画像から認識されているものと考えられる。

2月10日までのセンサーカメラ撮影結果では、試験地においてノウサギ（最大2頭）及びシカ（最大3頭）が撮影され（表5-4）、下草を採食する行動が確認された（写真5-14）。また、2月10日の現地確認により、マーカしたスギ及びヒノキ各1本、マーカなしのヒノキ2本に食害が確認された（写真5-11）。マーカした苗木には枝葉の食害はなかったものの、枝折しており、マーカによる忌避効果はみられなかった。



写真5-14 センサーカメラで撮影されたノウサギ及びシカ
上: 令和7年2月1日、ノウサギ1頭撮影
下: 令和7年1月31日、シカ1頭撮影

表5-4 センサーカメラの撮影結果

月日	時刻	獣種	頭数
1月 23 日	5:04	ノウサギ	1
1月 23 日	6:11	シカ	3
1月 26 日	23:37	ノウサギ	1
1月 29 日	0:34	ノウサギ	1
1月 30 日	20:20	ノウサギ	2
1月 31 日	0:43	シカ	1
2月1日	4:36	ノウサギ	1
2月2日	20:39	ノウサギ	1
2月4日	21:31	ノウサギ	1
2月4日	23:36	ノウサギ	1
2月5日	3:33	ノウサギ	1
2月5日	19:06	ノウサギ	1
2月5日	19:14	ノウサギ	1
2月5日	23:44	ノウサギ	1
2月6日	0:22	ノウサギ	1

注1 令和7年2月10日データ回収分まで

2 撮影間隔が5分以内場合は同一個体の撮影として処理した

5.4 まとめ

植栽された苗木を周囲の雑木や下草と識別するためのカラーマーカーとして、赤、蛍光ピンク及び水色を試験し、水色が最も識別しやすいと判断された。

苗木にマーカーした後、約4か月にわたり苗木とマーカーの色を観察したが、苗木に枯死などは確認されなかった。また、マーカーの色調に顕著な変化は確認されなかった。試験期間中に苗木の枝葉の成長は確認されなかったため、今後、マーカー後の枝葉伸長により、マーカー部分の認識可否がいかに変化するかは継続検証する必要がある。

造林地を想定した林地にて実施したマーカーした苗木と下草の識別可否試験では、上空15mからの空撮画像により、マーカー苗木を識別することが可能であった。また、上空5mからの空撮画像でも識別は可能であったが、撮影範囲が狭くなることから、撮影枚数が嵩んだ。

苗木に食害が発生した場合は、マーカー部分の枝葉が完全に消失する、あるいは食害により地面に散在するとマーカーが検出できなくなり、食害木と判断することがで

きると評価された。一方、枝を折られたのみでマーカ―枝葉が苗木本体に残存している場合や、マーカ―部分の枝葉がまとまった状態で地面に落下している場合は、マーカ―を認識することができ、被害木とは判断できない可能性がある。

今回の試験期間は 10 月から 2 月の下草等が枯れる時期であったことから、これ以外の季節で周囲に緑系の植物が多い場合や、下草がより繁茂している状況において、マーカ―した苗木の検出可否を確認し、状況によって検出精度に差があるのかや、検出しやすい時期があるのかなどを確認する必要がある。

6 検討委員会の議事内容

6.1 第1回検討委員会

日時	令和6年10月17日（木）9:30～11:30
開催方法	ウェブ会議システム（Teams）
出席者	<p>■検討委員</p> <p>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</p> <p>小椋 重信 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</p> <p>■事務局</p> <p>林野庁森林整備部計画課森林保険企画班 米井 理香 課長補佐（森林保険企画班担当） 小畑 暢 調査分析係長</p> <p>株式会社野生鳥獣対策連携センター（以下、連携センター） 中村 幸子 取締役兼岡山事業部長 渡邊 夕夏 技師</p>
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・次第 ・出席者名簿 ・資料1：鳥獣害対策の優先度調査について ・資料2：被害の発生率の検証について ・資料3：省力的な調査手法の検討、現地検証について ・資料4：スケジュール案 ・別紙1：鳥獣害に対する行政支援検討にかかる調査票案 ・別紙2：被害予測モデルの概要説明資料 ・別紙3：シカによる被害発生状況調査票案
内容	<p>開会・挨拶</p> <p>（1）参加者の紹介</p> <p>（2）挨拶（林野庁 米井氏）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 近年、野生鳥獣による食害等に起因する森林被害が深刻化しており、森林所有者の主伐・再造林への経営意欲の低下を招いている。 ・ また、滋賀県伊吹山では、シカによる食害が進行した結果、林地が裸地化し、土石流が発生する一因となっており、森林の公益的機能の発揮に悪影響を及ぼしている。 ・ 令和4年度における野生鳥獣による森林被害面積は、合計で4,600haにのぼり、そのうちシカ又はカモシカによる被害が7割以上を占めている。 ・ 日本列島全体では、加害鳥獣の生息密度に地域ごとのばらつきが見られ、被害対策の手法・程度が被害発生率に与える影響を十分に評価することが難しい状況である。 ・ さらに、森林被害の定量的把握に必要な情報が不足しているのが現状である。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 以上の状況を踏まえ、本事業において、今後３年間で、１０年生までの幼齢造林地における被害の発生確率や程度を評価する手法と、森林被害状況把握の手法を検討することとした。 ・ 本事業の成果は、国による獣害対策のあり方の検討や、森林・林業への投資家に向けた適切なリスク評価提示、また、森林における獣害の損害補償の実現性の検討に活用する趣意である。 <p>議事</p> <p>(１) 事業の実施内容について</p> <p>①鳥獣害対策の優先度調査について</p> <p>配布資料１の「鳥獣害対策の優先度調査について」及び別紙１の「鳥獣害に対する行政支援検討にかかる調査票案」を用いて、連携センターより説明を行った。</p> <p>◇ 質疑応答等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 調査票の中で、加害獣種を問う設問項目があるが、調査対象者が食痕などから加害獣種を特定できることを前提としているのか。又は、調査票調査の際に、加害獣種判別の参考となる痕跡や食害の写真等を添付するのか（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 調査対象者が加害獣種を確実に判別できるかは不確実である。ご指摘のとおり、調査にあたり、想定される加害獣種ごとに代表的な被害写真を添付する対策は必要であると考え（連携センター）。 ・ 調査票の中で「鳥獣害」と「獣害」の２種類の表記があるが、鳥類も対象とするのか。地域によってカワウ等の森林被害が発生することもあるが、本業務の分析ではカワウ等鳥類の被害を除外するというのであれば、「獣害」として統一してはどうか。なお、仕様書の記載に合わせる必要がある場合は、「鳥獣害」として統一してもよいと思われる（小椋委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 仕様書等の記載に合わせ、「鳥獣害」として表記を統一する（林野庁）。 ・ 調査票の２-b で実施していた被害対策について質問しているが、これに加え、実施した被害対策にかかる費用をどのように捻出したのかについても、２-c の項目と同様な設問を追加して資金源を尋ねることが望ましいのではないか。公的機関から補助金が出ている場合、補助金交付のための検査を受けているため、その対策はある程度効果が高いものと判断できるのではないか（小椋委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 事務局で設問項目追加の可否を検討する（連携センター）。 ・ ３-b-(３)について、森林を対象とした損害保険は民間でも扱っているの、例えば「現在民間損保では火災のみを、また、森林保険センターでは火災のほか気象災を対象とした…」などより分かりやすくするように、設問文を修正してはどうか（小椋委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 「森林保険」等でインターネット検索を行うと、森林保険センターが最上位に表示される。森林を対象とした保険は、森林保険センターの商品が一般的と思われるため、あえて記載する必要はないと考えるが、事務局で検討する（林野庁）。
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査票の 3-c の選択肢について、⑮霰害が設定されている。森林保険においては補償対象の一つとして明示していないが、選択肢に必要な（小椋委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 3-c の選択肢については、林野庁が取り纏めている森林被害報告からの引用である。霰害が森林保険の補償対象とされていないのは、気象災を追加した昭和 36 年以前は霰害のデータが不足していたためである。森林被害報告にて継続してデータを収集しているが、実際には霰害の報告はほとんど見られないため、本調査票で削除しても問題はない（林野庁）。 → そのような経緯で設定された項目であれば、残していただいて構わない（小椋委員）。 → 事務局で調整し、最終決定する（林野庁）。 <p>②被害の発生率の検証について</p> <p>配布資料 2 の「被害の発生率の検証について」及び別紙 2 の「令和 2 年度シカ被害対策推進調査事業における被害予測モデルの説明」を用いて、連携センターより説明を行った。</p> <p>◇ 質疑応答等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 別紙 2 において、予測モデルにはシカを目撃頻度が組み込まれているが、別紙 3 の調査票案では、シカを目撃頻度に係る設問が設定されていない。補完するための設問が不足しているのではないかと（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 項目設定の漏れである。シカを目撃頻度に係る設問を追加する（連携センター）。 → 調査項目について、位置情報に基づいて収集可能なものは、調査票の設問から除外している。シカを目撃頻度は、出猟カレンダー等から収集できるため除外可能と考えたが、調査項目とすべきかと（林野庁）。 → 出猟カレンダーから収集できる狩猟期の目撃データも重要なので持っておいたほうが良い。調査票で収集する造林地ごとの目撃データと併せて確認し、利用可能なデータを精査したうえで分析に用いてはどうか（飯島委員）。 → 今回の分析は造林地単位で行うものであるが、出猟カレンダーから得られる目撃頻度は、最小でもメッシュ単位のデータである。造林地単位の分析を行う際には造林地単位のデータを用いることが適しているため、調査票でのデータ収集が望ましいと考えられる（連携センター）。 → 将来的に、造林地単位の目撃頻度データが無い新規造林地での予測を行うことを考えると、メッシュ単位のデータに基づく分析にも意義があると思われる。ただ、今年度の事業期間での実施は難しいため、調査票調査によって造林地単位でのデータを収集し、分析に用いることで問題ない。今年度収集する位置情報をもとにメッシュごとの目撃効率データ等を紐づけることも可能であり、将来的な分析に適したデータの検討を行いたい。台風の影響についても、主観的な回
--	---

	<p>答に基づくデータ収集をするが、将来的には森林保険センター及び森林総合研究所が作成した、風害に遭いやすい物理モデルのマップ等を用いたデータに置き換えることも可能かと思われる（林野庁）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 積雪条件に係る設問及びデータの取扱いについて。令和 2 年度業務においては、収集したデータを「積雪あり」と「積雪なし」の 2 水準に再分類して使用している。積雪量の多い地域の予測精度を上げるためには、積雪がある地域の中でも積雪量の多少によって分類することが望ましい（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 今年度の分析においては、積雪条件をより細かく分けた分析が可能である。令和 2 年度に収集したデータについても、生データでは積雪条件が数値で保存されているため、今年度事業において連続値として使用することも可能となっている（連携センター）。 ・ 調査対象について補足する。カラマツやトドマツの造林地や積雪地のみではなく、太平洋側に位置する造林地も含めて全国的にデータを収集する予定である。ただし、積雪地では防護柵を設置している造林地が少ないため、サンプル数を確保するために積雪地やカラマツ・トドマツ林を重点的な調査対象としている（林野庁）。 ・ 傾斜に係るデータについて、柵破損予測モデルの構築のためには、造林地の平均斜度か柵の設置ルート最大の斜度のどちらを採用するのがよいかは悩ましい。精確な測量を行うわけではないため、両方を設問項目として採用するのも一つの方法である（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 回答にかかる労力が多くないということであれば、設問には造林地の平均斜度と柵の設置ルート最大の斜度の双方を採用する（連携センター）。 ・ 柵の破損レベルはどの設問項目で収集できるのか（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 「柵の設置延長」、「定期的な点検の頻度」、「台風後などの臨時点検の頻度」、「1 回の点検時に発見する破損や不具合の箇所数」から、100m あたりに生じる 1 年間の破損数を算出し、これを柵の破損率としている（連携センター）。 ・ 被害率としては、枯死率を採用しているのか。また、枯死率は一本の苗木における枯死率ではなく、造林地全体における枯死した造林木の本数割合なのか（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 枯死率を被害率として扱っている。枯死率は、造林地全体における枯死した木の本数割合である（連携センター）。 <p>③省力的な調査手法の検討、現地検証について</p> <p>配布資料 3 の「省力的な調査手法の検討、現地検証について」及び別紙 3 の「シカによる被害発生状況調査票案」を用いて、連携センターより説明を行った。</p>
--	--

	<p>◇ 質疑応答等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ マーカー残存状況等の調査について、アウトプットの想定を教えてください。マーカーを付けることで、苗木の倒伏や引き抜きの検知が容易になる想定か（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → マーカーは、植栽後の苗木に現地で塗布するのではなく、植栽前につけ、その後に植栽する想定である。通常は下草や地表面と区別しにくい苗木が、マーカーの塗布により周囲との識別が容易となり、倒伏や引き抜きの検知しやすくなると考えている（連携センター）。 → 植栽後数年間は下刈りを行うため、マーカーの塗布がなくても苗木の状態の確認が可能だと考えられる。マーカーの塗布にかかるコストや、苗木が伸長した後のマーカーの識別に課題があるのではないかと（飯島委員）。 → 今年度の事業では3か月程度のマーカーの残存状況の確認しかできないが、来年度以降、苗木の生存や苗木が伸長した後のマーカーの残存状況、また、それによる識別可否の調査が可能と考えている（連携センター）。 ・ マーカー等の塗布に対する野生動物の反応等、副次的な効果も併せて確認できれば望ましい（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 同じ造林地で、マーカーを塗布していない苗木を比較対象に使用する予定であり、マーカーによる忌避効果の有無も確認したい（連携センター）。 ・ マーカーを塗布することで光合成が阻害される可能性はないのか。そうした阻害効果も含めて、検証してほしい（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 阻害効果も含めて検証を行う。もし試験地の森林所有者が苗木の生長阻害を懸念する場合は、他の山中等で試験できる場所も用意している（連携センター）。 → その試験地はシカ柵が設置されているのか（林野庁）。 → 現在はシカ柵は設置されていない（連携センター）。 → シカ柵で囲まれた試験地であることが望ましい（林野庁）。 ・ 令和元年度事業の検討委員会において、岡委員より、ペンキの塗布による食害への影響を調べた事例があると発言されていた。今回の調査の参考になる可能性がある（林野庁）。 <ul style="list-style-type: none"> → その事例を確認する（連携センター）。 <p>【検討会終了後の確認結果】</p> <p>当該事例を紹介いただき内容を確認したが、食害への影響について参考になる要素は見当たらなかった。</p> <p>(2) 事業スケジュールについて</p> <p>配布資料4の「スケジュール案」を用いて連携センターより説明を行った。</p>
--	---

	<p>◇ 質疑応答等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第二回検討委員会では、調査の成果を報告し、とりまとめ方針について主に意見を伺う予定である（連携センター）。 ・ 中間実施報告書の提出期限は 12 月 10 日となっている。連携センターから提出があり次第、検討委員に共有し、意見をいただいて最終的な報告書の内容に反映させる予定である（林野庁）。 ・ アンケート実施、現地検証、その後の分析にかかる時間を考えると、事業スケジュールにはもう少し余裕がある方が望ましい（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → スケジュールに余裕がないことは承知している。今年度に完了しなかった部分については課題として整理し、次年度以降の事業において引き続き実施していきたいと考えている（林野庁）。 <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

6.2 第2回検討委員会

日時	令和7年2月17日（月）12:58～14:40
開催方法	ウェブ会議システム（Teams）
出席者	<p>■検討委員</p> <p>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</p> <p>小椋 重信 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</p> <p>染谷 学 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 保険推進課長</p> <p>■事務局</p> <p>林野庁森林整備部計画課森林保険企画班 米井 理香 課長補佐（森林保険企画班担当） 小畑 暢 調査分析係長</p> <p>株式会社野生鳥獣対策連携センター（以下、連携センター） 中村 幸子 取締役兼岡山事業部長 渡邊 夕夏 技師</p>
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次第 ・ 出席者名簿 ・ 資料1：鳥獣害対策の優先度調査について

	<ul style="list-style-type: none"> ・資料２：被害の発生率の検証について ・資料３：省力的な調査手法の検討、現地検証について ・資料４：文献調査結果 ・資料５：報告書項目案 ・別添資料１：鳥獣害に対する行政支援検討にかかる調査票 ・別添資料２：幼齢造林地におけるシカ被害対策実施状況調査票
内容	<p>開会・挨拶</p> <p>（１）挨拶（林野庁 米井氏）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 今回の調査期間は十分ではなかったものの、課題を洗い出し、今後の業務のための検討に繋げていけるよう、忌憚のないご意見をいただきました。 <p>（２）参加者の紹介</p> <p>議事</p> <p>（１）事業の実施内容</p> <p>①鳥獣害対策の優先度調査について</p> <p>「資料１_鳥獣害対策の優先度調査について」を用いて、連携センターより説明を行った。</p> <p>☆ 質疑応答等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 資料４ ページの表３について、シカによる被害を受けた林齢の回答に幅があるが、被害の内容は林齢によって異なるのではないかと考えられる。本調査では、被害の内容の区別は行っているか（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 本調査では、被害の内容は調査項目に含めておらず、区別ができない（連携センター）。 → 若齢時の枝葉の食害であれば防護柵や忌避剤、高い林齢での剥皮被害であれば単木防護による対策が有効だと思われる。現在、幅広い林齢の被害をまとめて分析しているが、そうした異なる性質のデータを区別できていない場合がある。被害内容によって効果的な防除方法も異なるため、次回以降は被害内容を区別できるようにデータ収集をすることが望ましい（飯島委員）。 ・ 表３において、クマによる被害が１年生の植栽木で発生しているという回答が１件ある。通常、クマによる被害は剥皮であり、１年生での発生は考えにくい（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 本調査では被害内容について収集していないため、詳細は不明である（連携センター）。 → 回答者が加害獣種を正しく評価できていない可能性があるため、確認する必要がある（飯島委員）。

	<p>【検討会終了後の確認結果】</p> <p>本回答の基となる回答を収集データから確認したところ、林齢の入力誤りと考えられる。そのため、不適切な回答として該当データを除去することで対応する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 報告資料の見出し番号の設定がわかりにくい。林野庁において、統一された項目番号の設定方法が定められていると思うが、その設定に準じて修正することが望ましい（小椋委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 構成がわかりやすいよう、見出し番号の設定を修正する（連携センター）。 ・ 表7の「求める対策・対応」の回答は、選択式か自由回答か。その他の場合は自由記述か（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 表7に示した項目からの選択式である。その他については、自由回答となっている（連携センター）。 → 表7や表9において、植栽後から防護までの支援については項目が詳細に設定されているが、その他に、防護施設の撤去に関する意見は得られたか（飯島委員）。 → 本調査ではそのような回答は得られていない（連携センター）。 → シカ害が広く認識され、森林における防除が一般的になったのは2000年代である。今後は、防護施設の撤去が課題となると考えられる。加えて、国会で、プラスチック製品の残存が話題となった際、防護柵についても言及される可能性があったと聞いた。そうした状況を受けて、防護資材の処分や撤去についての意見も収集できればよいと考えた。しかしながら、その他の自由記述においても、そうした意見が見られなかったのであれば、現段階で撤去への支援は不要ということか（飯島委員）。 → 柵の撤去に関する支援の意見はなかった（連携センター）。 ・ 回答率の低迷について、回答期間中にリマインドは実施されたか（染谷委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → リマインドや回答の催促は実施していない（連携センター）。 → 森林組合からの回答が少ないが、リマインド等の工夫により回答率の向上が期待できる（染谷委員）。 → 次年度以降、アンケートを実施する場合は、ご助言をもとに改善させていただく（連携センター）。 → 一般的に、行政調査は、あくまでも協力依頼にとどまり、回答の催促等の実施は難しいと考えられる。しかしながら、回答率の向上のために、可能な対策は実施していきたい。また、本調査時期は、森林組合に対しての農林業センサス等の他の調査と時期が重なってしまい、林野庁から全国森林組合連合会に対してアンケートへの協力を依頼した時点でも、反応は芳しくなかった。結果、回答率は低迷した（林野庁）。 → 回答への意欲がある場合でも、失念している場合がある。回答可能な項目のみでも提出を促すなど、調査期間中の対応が必要であると
--	--

	<p>考えられる。回答意欲がある人は、1 週間でも期間があれば回答いただけると考えている（染谷委員）。</p> <p>②被害の発生率の検証について 「資料 2_被害の発生率の検証について」を用いて、連携センターより説明を行った。</p> <p>◇ 質疑応答</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本調査は、被害リスクを予測し、保険制度への組み込みを検討する目的で実施されていると認識している。その目的の下で、どこまでのモデルの精度向上を目指しているのか（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 本モデルの目的は、森林計画の施策検討へ幅広に活用することを考えている。その一つとして、仮に保険の試算に使用する場合であれば、保険事故が発生しても請求を行わないケースがあることなどから、予測モデルと現実との乖離は解消できないと考えている。そうした例も踏まえ、本モデルは、一定程度の精度が実現できれば十分と考えている（林野庁）。 ・ 式 3 の目的変数の被害レベルは、造林地全体における被害率を表すものか。多項ロジットモデルを採用していることから、被害レベルは段階的にカテゴリに分けられていると推察される、そうしたモデル設定の詳細について報告資料へ記載すべきである（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 仰る通り、式 3 の目的変数の被害レベルは、造林地全体における被害率である。モデルの設定等について、不足なく報告書に記載する。（連携センター）。 → 式 3 では説明変数に頂芽食害、樹皮剥ぎ、矮小化の有無が組み込まれているが、これらは造林地全体で一か所でも発生していれば「有」としているか（飯島委員）。 → そのとおりである（連携センター）。 → 目的変数は造林地全体での被害割合であるのに対し、説明変数にある頂芽食害、樹皮剥ぎ、矮小化については造林地全体での有無となっており、論理的な対応関係に疑問がある。加えて、頂芽食害等は被害が発生した年度に確認できる指標だが、矮小化は累積的な被害であると思われる。これらの変数の扱い方について伺いたい（飯島委員）。 → 今年度の調査では、令和 2 年度に構築したモデルの改善となっており、変数の扱いも踏襲している。ご指摘のとおり、目的変数と説明変数の関係に懸念があると認識している。次年度以降もモデルの作成を業務として続けるのであれば、データの取扱い方を再検討する必要があると考えている（連携センター）。 ・ 被害レベルの予測モデル（式 3）について、フルモデルと、説明変数を減らしたモデルの AIC は比較したか。AIC の比較により、効果のない説明変数を特定し、モデルの精度を向上できる可能性がある（飯島委員）。
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 式3についても複数のモデルを検討し、AICの比較によってよりよいモデルを選択することが望ましい（小椋委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 被害レベルの予測モデル（式3）についてはAICによる評価を行っていないため、説明変数を変え、AICによる評価を行う（連携センター）。 ・ 樹種の回答に偏りがあることについて、全国的に調査依頼を行うと、どうしても事例の多いスギ及びヒノキの回答が多くなる。今後、被害予測の必要性が高い樹種については、当該樹種の造林地に絞って調査依頼を行うことが効果的であると考え（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 課題にもその様に記載している（連携センター）。 ・ 資料3ページの図2において、林齢が11年以上の回答がある。林齢によって被害内容が異なることが考えられる。被害の内容によって、最適なモデル式も異なる可能性があり、今後は林齢を絞って調査を行うことが望ましい（飯島委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → 本調査（②被害の発生率の検証）については、10年生以下の造林地を対象として調査を実施したため、林齢が11年以上のデータはイレギュラーな回答であると考えられる。報告書作成時に精査させていただきたい（林野庁）。 <p>【検討会終了後の精査結果】</p> <p>図2における林齢11以上のデータは、調査依頼時に林齢の指定をしていなかった令和元年度及び令和2年度の調査にて収集したデータである。スギについて3データ、ヒノキについて3データ、その他の広葉樹について2データあった。スギ及びヒノキのデータは、林齢11～12の範囲に収まっていた。今回の分析への影響はなく、既存データをそのまま使用することとしたい。</p> <p>③省力的な調査手法の検討、現地検証について</p> <p>「資料3_省力的な調査手法の検討、現地検証について」を用いて、連携センターより説明を行った。</p> <p>◇ 質疑応答</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日照状況によってマーカの確認のしやすさが変わり、晴天時の方が確認しやすかったとのことだが、一般的にドローン撮影では晴天時より曇天時の方が視認性が向上するとされている。マーカの確認に関しては晴天の方が適していたのか（小椋委員）。 <ul style="list-style-type: none"> → そのとおりである。明度を上げることでマーカの視認性が向上することも分かった。本調査では、青色のマーカを目立たせることが必要であると考えられる（連携センター）。 → そうした内容も報告書に記載することが望ましい（小椋委員）。 ・ 本調査は省力化を目的としているが、現地調査を実施した結果、目視での調査と比較して効果に実感はあるか（林野庁）。
--	---

	<p>→ 目視による確認では、各苗木に近づいて被害状況を確認する必要があるため、造林地規模の面積では、一括で広い面積を確認できるドローンを用いた調査が省力化につながると感じた。また、スプレーの塗布作業については、植栽前のコンテナ内の苗木に一括で塗布することで、作業負担の軽減が可能だと考えている（連携センター）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ドローンの操縦者は、どの程度離れた位置からドローン进行操作したのか（林野庁）。 → 本調査地は、周辺からの枝の張り出しが多い場所であり、ドローンの衝突を防ぐために、機体を直接視認できる位置で操縦した。操縦者とドローンの距離は概ね 50m 以内であった（連携センター）。 ・ マーカー塗布後、2 年目以降に新たなシュートが伸長することで、マーカーの視認性が低下する可能性がある。このことについて報告資料の考察部分に既に記載されているため今年度の対応は不要であるが、次年度以降、継続して確認が必要であると考えている（飯島委員）。 <p>（2）報告書の構成 「資料 5_報告書項目案（正しくは、報告書構成案）」を用いて、連携センターより説明を行った。</p> <p>（3）その他 履行期日は 3 月 10 日である。期日までに、今回いただいた意見をもとに報告書案を作成し、検討委員に送付する予定であるため、再度内容を御確認いただきたい。加えて、本事業の報告会を 3 月 3 日午後に対面・ウェブのハイブリット形式で実施予定であり、都合が合えば検討委員にも御参加いただきたい（林野庁）。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

7 次年度以降に向けた提案

現在、造林地の獣害対策として、ネット柵の設置によるゾーンディフェンスや単木防護などが採用されているが、現行の補助制度の要件に従って設置や管理された防護柵においても、鳥獣による侵入を十分に防ぐことができず、被害を抑制しきれていない事例が多く見られる。これは、現在実施されているいずれの方法においても、確実に被害を防げる設置条件や管理基準が整理されていないのが一つの要因として挙げられる。

各種の検討に活用する上でも、基本の情報として、造林地において獣害を確実に抑制できる方法や管理の基準、その場合の環境要因、また、そのために必要となる労力や費用についての情報を整理し把握しておくことは必須であると考ええる。

この基準の設定により、適切な対策の選択や支援制度のあり方を検討するための土台を整えることができると考える。

上記を踏まえ、次年度以降の課題として、以下を提案する。

◇ 防護を成功させる要素抽出のためのヒアリング調査

<目的>

- ・ 鳥獣害リスクが高い地域でも成林を可能とする防護柵の設置条件や点検条件を明らかにすること。

<実施内容>

- ・ 周囲で鳥獣害が発生しているが、1～5年生程度の苗木にほぼ被害を発生させず育成できている造林地を対象とし、実践されている対策や管理手法、環境条件等について把握する。手法は、ヒアリングが望ましい。
- ・ 前述の結果から、被害の抑制に大きく影響を与えていると考えられる要素や管理基準を抽出する。
- ・ 加害獣種の特定及び確認、生息密度の評価や実際の被害状況、防護柵の設置状況を確認するため、現地調査も並行して実施する。

◇ 手順書や管理規定、記録簿案の作成

<目的・実施内容>

- ・ 実用に向け、上記で抽出された要素についてとりまとめ、手順書等を作成する

◇ モデル地区での対策の実践

<目的>

- ・ 作成した手順書や管理規定を運用試験し、改善を図る。

<実施内容>

- ・ 手順書や管理規定に従い、対策の実践を希望する造林地を募集し、対策を実践して効果や課題について整理する。
- ・ 対策にかかる費用については、一定額を支援する。

巻末資料 1 鳥獣害に対する行政支援検討にかかる調査票

令和 6 年度野生鳥獣による森林被害状況や森林整備実態の 把握・対策手法の検討に関する調査業務

鳥獣害に対する行政支援検討にかかる調査票

森林における鳥獣害別の被害状況を基に、被害の影響力が強いものを把握し、優先的に対策すべきものを検討することを目的としたアンケートです。
御協力をいただけますと幸いです。

1. 所有又は管理している人工林の基本情報について

- 森林の所在地 都道府県 市町村
- 森林面積 約 ha
- 所有形態 (個人、法人、森林組合、地方公共団体・財産区、
 その他 ())
- 見回り頻度 年 回程度
活用している事業（業務）
☐あり (による巡視を活用) ☐なし

2. 被害の内容と林地の再生状況について

2-a 過去 5 年以内に鳥獣害を受けた人工林がありますか？

- ① あり
- ② なし

2-b 上記問で「①あり」と答えた方に質問です。

過去 5 年以内に鳥獣害を受けた人工林について、被害林地毎に最大 5 箇所分お答えください。6 箇所以上被害を受けている場合は、主だったものを選択してお答え願います。

加害獣種*	樹種*	被害時 林齢	被害面積 (ha)	実施していた 被害対策*	被害後の再植栽	その他
					<input type="checkbox"/> 実施（予定含む） <input type="checkbox"/> 未実施	<input type="checkbox"/> 重複 <input type="checkbox"/> 按分

					<input type="checkbox"/> 実施（予定含む） <input type="checkbox"/> 未実施	<input type="checkbox"/> 重複 <input type="checkbox"/> 按分
					<input type="checkbox"/> 実施（予定含む） <input type="checkbox"/> 未実施	<input type="checkbox"/> 重複 <input type="checkbox"/> 按分
					<input type="checkbox"/> 実施（予定含む） <input type="checkbox"/> 未実施	<input type="checkbox"/> 重複 <input type="checkbox"/> 按分
					<input type="checkbox"/> 実施（予定含む） <input type="checkbox"/> 未実施	<input type="checkbox"/> 重複 <input type="checkbox"/> 按分

※*が付いている項目については、最終ページの【選択肢】の中から選んで記入してください。

※経済的損失を受けた苗木の植栽範囲を、被害面積として記入してください。

※同一区域に複数の獣種により被害を受けた場合は、以下に倣ってそれぞれ行を分けて記入してください。

例 1：3ha の林地全域にシカとノウサギの被害を受けた場合

シカ 3ha、ノウサギ 3ha としてともに「重複」をチェックし、2 行に記入

例 2：3ha の林地全域にシカかカモシカいずれかの被害を受けた（加害獣種が区別できない）場合

シカ 1.5ha、カモシカ 1.5ha としてともに「按分」をチェックし、2 行に記入

2-c-(1)上記問の「実施していた被害対策」に入力いただいた方に質問です。

被害対策に要した費用は、どのように捻出しましたか？

- ① 公的機関からの補助金等を得た
- ② 全額、自己資金を充てた
- ③ その他（自由記載）

[]

2-c-(2)上記問の「被害後の再植栽」で「実施（予定含む）」と答えた被害林地がある方に質問です。

再度植栽した時の費用は、どのように捻出しましたか？

- ① 公的機関からの補助金等を得た
- ② 全額、自己資金を充てた
- ③ その他（自由記載）

[]

2-c-(3)上記問の「被害後の再植栽」で「未実施」と答えた被害林地がある方に質問です。
再度植栽をしていない（植栽できない）のはどういった理由からですか？（自由記載）

[]

3. 行政による鳥獣害対策について

3-a 立木に対する鳥獣害対策として、行政による対策・対応はどのようなものを求めますか？（複数回答可）

- ① 防除に対する支援
- ② 捕獲活動への支援
- ③ 立木被害に対する保険制度
- ④ 再度植栽への支援
- ⑤ 鳥獣害に関する最新情報の提供
- ⑥ その他（自由記載）

[]

- ⑦ 特段の対策は不要

3-b-(1)上記問で「①防除に対する支援」と答えた方に質問です。

具体的にはどのような支援があると良いですか？（複数回答可）

- ① 鳥獣害防護柵や食害防止チューブ等の設置に対する補助
- ② 忌避剤の散布に対する補助
- ③ 見回り等の管理活動への支援
- ④ 人材育成への支援（知識、技術、人数）
- ⑤ 専門家による指導、助言
- ⑥ 防除技術の開発
- ⑦ その他（自由記載）

[]

3-b-(2)上記問で「②捕獲活動への支援」と答えた方に質問です。

具体的にはどのような支援があると良いですか？（複数回答可）

- ① 狩猟免許、銃砲所持許可取得等に対する補助
- ② わなの購入、又は製作に要した経費への補助
- ③ 公的機関が行う捕獲事業による支援
- ④ 人材育成への支援（知識、技術、人数）
- ⑤ 専門家による指導、助言
- ⑥ 捕獲技術の開発
- ⑦ その他（自由記載）

[]

3-b-(3)上記問で「③立木被害に対する保険制度」と答えた方に質問です。

現在、火災等を対象とした立木被害に対する保険商品が存在しますが、鳥獣害を対象に加えた場合、保険料が現行より高くなることが想定されます。これについて、あなたはどのように考えますか？（現時点で保険に加入していない方も含め、将来の保険制度に対する御意見をお聞かせください。）

- ① 2～3割程度までならば高くなるのはやむを得ない
- ② 5割程度までならば高くなるのはやむを得ない
- ③ 2倍程度までならば高くなるのはやむを得ない
- ④ 2倍以上高くなるとしても鳥獣害が対象とした保険があってほしい
- ⑤ 高くなるなら鳥獣害を対象とする保険はなくて良い
- ⑥ わからない
- ⑦ その他（自由記載）

[]

3-c 次の立木被害のうち、あなたはどれについて対策・対応が必要だと考えますか？（必要性の高い順に5つまで回答可）

- ① シカの害 _____ 番目
- ② クマの害 _____ 番目
- ③ カモシカの害 _____ 番目
- ④ イノシシの害 _____ 番目
- ⑤ サルの害 _____ 番目
- ⑥ ノネズミの害 _____ 番目

- ⑦ ノウサギの害 _____番目
 ⑧ 火災 _____番目
 ⑨ 風害 _____番目
 ⑩ 水害 _____番目
 ⑪ 雪害 _____番目
 ⑫ 干害 _____番目
 ⑬ 凍害 _____番目
 ⑭ 潮害 _____番目
 ⑮ 霰害 _____番目
 ⑯ 噴火災 _____番目
 ⑰ 地震災 _____番目
 ⑱ 虫害 _____番目
 ⑲ 病害 _____番目
 ⑳ 特にない _____番目

【選択肢】

獣種	樹種	実施していた 対策の種類
シカ	スギ	単木防護
クマ	ヒノキ	ネット柵
カモシカ	マツ類	金網柵
イノシシ	カラマツ	樹幹へのテープ巻
サル	トドマツ	忌避剤
ノウサギ	クロエゾマツ	捕獲
ノネズミ	アカエゾマツ	殺鼠剤等
	その他の針葉樹	
	クヌギ	
	ナラ類	
	その他の広葉樹	

アンケートは以上です。ありがとうございました。

巻末資料2 幼齢造林地におけるシカ被害対策実施状況調査票

令和6年度野生鳥獣による森林被害状況や森林整備実態の
把握・対策手法の検討に関する調査業務

幼齢造林地におけるシカ被害対策実施状況調査票

鳥獣害対策用防護施設のなかでも代表的な侵入防止柵について、破損する確率及び破損後の被害程度を検証するためのデータ収集を目的としたアンケートです。
御協力をいただけますと幸いです。

回答者：_____

1. 幼齢造林地（10年生以下）の基本情報について

- 造林地の所在地（都道府県・市町村・地区／国有林名）

_____ 都道府県 _____ 市町村 _____

- 林小班名等 _____ 林班 _____ 小班 _____ 枝番等 _____

- 造林地の位置情報 緯度 _____ 経度 _____

※十進法で小数第6位まで記入してください。

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、操作手順書 参照）

民有林については、造林地の図面で代用しても構いません。

- 植栽木の詳細情報（植栽当時）

番号	樹種	植栽年	植栽完了月	植栽面積 (ha)	植栽密度 (本/ha)	苗木の樹高 (cm)
①						
②						

※1つの植栽区域内（小班等）で、樹種が異なる区域がある場合に、番号で分けて記入してください。

※樹種は スギ、ヒノキ、マツ類、カラマツ、トドマツ、クロエゾマツ、アカエゾマツ、その他の針葉樹、クヌギ、ナラ類、その他の広葉樹 から回答ください。

- 造林地の環境情報

◇ 地形的条件（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

✧ 台風によるシカ侵入防止柵に対する影響の程度（影響とは、シカが侵入する可能性が高い破損が生じる場合についてお答えください）

- ☐ 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

✧ 当該造林地におけるシカの目撃頻度（造林地までの林道上での目撃も含めてお答えください）

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日あたりの合計目撃頭数は_____頭である

2. 幼齢造林地のシカ対策の実施状況について

● シカ侵入防止柵の設置状況（現在設置している柵についてお答えください）

✧ 柵の種類

- ☐ ネット柵
☐ 金網柵
☐ その他（ ）

✧ 外周部の設置延長 _____m

✧ 柵の設置ルート最大の斜度

- ☐ 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

● 現在設置しているシカ侵入防止柵の点検・補修について

✧ 定期的な点検の頻度（台風後などの臨時点検を除く） 年_____回

✧ 台風後などの臨時点検の頻度 年平均_____回くらい

✧ 1回の点検時に発見する破損や不具合の箇所数 平均_____箇所くらい
具体例：ネット垂れ下がり、ペグ抜け、倒木、支柱折れ、穴あき等

● 植栽木の現況について

番号	調査年	調査月	生存植栽木の樹高 (cm)			枯死率 (%)	シカ被害の内容 (該当するもの全てにチェック)
			最小	最大	平均		
①							<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
②							<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

※番号は、上記1に記載の「植栽木の詳細情報（植栽当時）」と整合させてください。

枯死率は、シカ被害以外のものも含めてください。

シカ被害がない場合、「シカ被害の内容」のチェックは不要です。

● ブロックディフェンス（複数区画に分けてシカ侵入防止柵を設置する）など同条件の林地がある場合は、以下の表に入力してください。

区画番号	植栽面積 (ha)	柵の設置延長 (m)	柵の設置ルート の最大斜度 (度)	生存植栽木の樹高 (cm)			枯死率 (%)	シカ被害の内容 (該当するもの全てにチェック)
				最小	最大	平均		
【2】 ①								<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
【2】 ②								<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
【3】 ①								<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
【3】 ②								<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
【4】 ①								<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
【4】 ②								<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
【5】 ①								<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
【5】 ②								<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

アンケートは以上です。ありがとうございました。

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、

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

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

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
＋柵設置ルート上の最大斜度

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
シカの日撃頻度 (シカの日撃日数×シカの日撃頭数)	0.006123	0.002038
柵設置ルート上の最大斜度	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

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

巻末資料 4 成林可能性予測シートの入力画面

【造林地情報の入力】

植栽計画	植栽する樹種	スギ	Q. 植栽する樹種をスギ・ヒノキから選択してください。
	植栽する苗木の高さ	40cm	Q. 植栽する苗木の樹高をcm単位で入力してください。
近隣の造林地の状況	近隣の造林地の被害状況	ある	Q. 近隣の造林地では植栽木への頂芽食害が生じていますか？ あり・ないで選択してください。
		ある	Q. 近隣の造林地では植栽木への樹皮剥ぎが生じていますか？ あり・ないで選択してください。
			ー 入力不要です
	防護柵の破損率		Q. 防護柵100mあたり、1年に平均何か所の破損が生じますか？ 分からない場合は下の『造林地の環境』の項目に入力してください。
	予測された破損率	2.37か所/100m・年	※『造林地の環境』の項目に入力すると、全国の造林地から推定された平均的な破損率が算出されます。
造林地の環境	地理的条件	中程度	Q. 造林地の平均的な傾斜はどのくらいですか？ 急峻（30° 以上）・中程度（20° 以上30° 未満）・緩やか（20° 未満）で選択してください。
		毎年必ず1回は襲来する	Q. 造林地には年に平均どれくらい台風が襲来しますか？ 選択肢から選んでください。
		1m未満の積雪	Q. 例年、造林地では積雪がどの程度ありますか？ 1m以上の積雪・1m未満の積雪・積雪なしで選択してください。
	シカの目撃頻度	2日	Q. 10日現地に行ったら、そのうち何日くらいシカを目撃しますか？ 数字で入力してください。
		3頭	Q. 1回の目撃で、何頭ぐらいのシカを目撃しますか？ 数字で入力してください。
	柵設置ルート	急峻	Q. 防護柵を設置するルートにおける最大の傾斜はどのくらいですか？ 急峻（30° 以上）・中程度（20° 以上30° 未満）・緩やか（20° 未満）で選択してください。

【予測結果】

防護柵の破損レベル	破損レベル低	48.1%	※防護柵100mあたり、1年間の破損か所数が1未満
	破損レベル中	30.6%	※防護柵100mあたり、1年間の破損か所数が1以上2未満
	破損レベル高	21.3%	※防護柵100mあたり、1年間の破損か所数が2以上
造林地の被害レベル	被害レベル低	44.0%	※植栽後1年間の枯死率が3%未満
	被害レベル中	12.3%	※植栽後1年間の枯死率が3%以上10%未満
	被害レベル高	43.7%	※植栽後1年間の枯死率が10%以上

巻末資料 5－1 文献調査結果一覧

N o	文献名	著者名	代表者所属	掲載紙	発行年
1	森林調査等におけるレーザ計測（航空・地上）活用手法の開発に関する調査研究 平成 28 年度報告書	公益社団法人森林保全・管理技術研究所			2017 年
2	山に登らず調査するーリモートセンシングの可能性ー	大野勝正	アジア航測株式会社	森林遺伝育種第 11 巻	2022 年
3	航空機 LiDAR による森林資源量推定 ースギ・ヒノキの樹高・樹冠量による立木幹材積推定式の検討ー	伊藤拓弥他	宇都宮大学農学部	写真測量とリモートセンシング第 47 巻第 1 号	2008 年
4	令和 5 年度航空レーザを活用した森林資源調査実証業務（森林資源解析等）（網走東部森林計画区）業務報告書	北海道森林管理局 他			2024 年
5	ドローン空撮画像から下刈りの可否を判断	中尾勝洋	森林総合研究所関西支所	森林総合研究所令和 6 年版研究成果選集 2024	2024 年
6	UAV による森林調査とその普及 ー標準地・毎木調査との比較ー	小松玄季他	関東森林管理局技術普及課	森林・林業技術等交流発表集 / 技術普及課編第 64 巻	2020 年
7	市町村森林管理技術マニュアル～解説～ 第 4 章森林の把握～解説～ 2	長野県林務部森林経営管理支援センター		市町村森林管理技術マニュアルⅣ	2021 年
8	UAV 写真を活用した森林資源把握マニュアル【概要版】	地方独立行政法人青森県産業技術センター林業研究所			2022 年
9	UAV を用いた空撮による森林資源情報の把握 ー三重大学平倉演習林の事例ー	廣瀬裕基他	三重大学大学院生物資源学研究所	中部森林研究第 65 巻	2017 年
10	UAV を活用した低コスト森林調査手法の研究	竹内史郎他	北海道立総合研究機構道北支場	北海道立総合研究機構林業試験場年報令和 2 年度（2020 年）	2020 年

11	森林調査等における I C T の活用	屋森修一	林野庁近畿中国森林管理局森林技術・支援センター	令和元年度近畿地方整備局研究発表会 論文集	2019 年
12	地上レーザスキャナーによる森林資源調査の精度と作業時間	小谷英司	森林総合研究所東北支所	岩手の林業	2020 年
13	低コストのデジタル空中写真で林分材積を高精度に推定する	細田和男他	森林総合研究所森林管理研究領域	森林総合研究所平成 30 年度版研究成果選集 2018	2018 年
14	平成 30 年度「国有林における収穫調査等の効率化手法実践体制構築委託事業」報告書	林野庁			2019 年
15	県営林収穫調査要領 昭和 45 年 4 月 17 日造林第 73 号林政部長通達	岐阜県			1970 年
16	収穫調査の省力化にむけて～ビッターリッヒ法の精度検証～	東勇太	近畿中国森林管理局広島北部森林管理署西城森林事務所	平成 28 年度 国有林野事業業務研究発表会発表課題	2016 年
17	ドローンによるクマ剥ぎ被害木の把握～AI を活用した自動抽出による被害把握の省力化について～	朝日莞二他	中部森林管理局北信森林管理署	令和 3 年度中部森林技術交流発表集	2021 年
18	UAV 画像と機械学習を用いた苗木自動検出技術の開発	中川太人他	信州大学大学院総合理工学研究科農学専攻	森林計画学会誌 第 55 巻第 1 号	2021 年
19	ヒノキ植栽地におけるノウサギによる被害判定と被害量推定	渡辺弘之他	奈良県林業試験場	森林研究第 61 巻	1989 年
20	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林保険センター森林保険の損害填補事務に関する規程 平成 27 年 4 月 1 日 27 森林保業第 3 号	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林保険センター			2015 年
21	森林・林業実務必携 第 2 版補訂版	東京農工大学農学部 森林・林業実務必携 編集委員会			2024 年

フィールド調査

No.	調査手法	概要（特徴）	具体的な調査手法	メリット	デメリット	参考文献
1	毎木調査法（全林毎木法）	林分内の全立木を対象として調査する方法。胸高直径のみ毎木測定し、抽出された立木について樹高を計測、樹高曲線を作成する比較的簡素なものや、胸高直径と樹高を毎木測定する精密なものがある。	直径毎木調査 ：胸高直径だけを毎木に当たり、樹高は直径界平均樹高を用いる。	・すべての立木を実測することで正確な材積を求めることができる。	・調査地が広大な場合、多大な労力と時間が必要。	15, 21
2			精密毎木調査 ：胸高直径、樹高、（その他（必要があれば立木の形質、利用率等を調査する）を毎木に当てる。			
3	標準地法	林分内で平均的と思われる一定面積の区画（標準地）を設定し、その中の立木を対象として調査する方法。標準地内で測定した胸高直径と樹高をもとに林分全体の材積や成長量を推定する。	正方形（方形）標準地 ：森林調査でよく用いられる標準地法であり、林相の変化が少なく、均質な森林環境を評価する場合に適している。	・代表的な区画を詳細に調査することで、森林全体の材積を効率的に推定できる。	・標準地の設定が調査者の判断に委ねられるため、恣意性が伴う。	15, 21
4			帯状標準地（長方形標準地） ：林相の変化があり、その変化が斜面上部から下部、もしくは尾根から谷のように方向性がある場合に適している。	・代表的な区画を詳細に調査することで、森林全体の材積を効率的に推定できる。 ・林相の変化あっても標準的な値を得られやすい。	・林相の変化の影響を受けにくい標準地を設定するためには、調査者の判断により依存することとなる。	15, 21
5			円形標準地法 ：矩形の標準地のように区画をテープなどで区切る必要はなく、中心点が決まれば竿、巻尺、ポール、測距器などにより標準地を設定できる。しかし、竿、巻尺、ポールを利用する場合は、測定器具を水平に一定に保つ必要があるため、傾斜がきつい林地では傾斜の上方向で測定器具と地面が物理的にぶつかり、半径の大きな標準地を設定できない。そのため、小面積の標準地を数多く設定する場合に向いている。	・代表的な区画を詳細に調査することで、森林全体の材積を効率的に推定できる。 ・区画テープなどの設置が不要なので、調査に要する時間を短縮できる。	・急傾斜地では大きな標準地を設定できない。	15, 21
6			損害木（健全木）実数調査法 ：損害木又は健全木を全数調査した上で、標準地により損害区域の損害直前生立木本数を推定する方法。	・損害木（健全木）が少数であっても、正確な比率を導き出すことができる。	・損害木（健全木）、応用してスギ林に少数含まれるヒノキなど、特定の要素を切りとることはできるが、林分全体の蓄積量などの総合的な調査には向かない。	20
7	標本地法	統計的手法などを用いて、調査地を無作為に抽出する方法。調査地をの選択に恣意性が紛れ込みにくいという点で、標準地法と異なる。1林分単位ではなく、地域、全国の森林を対象にした調査でも適用することができる。	単純無作為抽出法 ：調査地域の森林全体を母集団とし、母集団について情報が無い場合に、無作為に標本を抽出して母集団の値を推定する。	・調査精度を統計的に担保しつつ作業効率を高められる。無作為抽出した多数のプロットで誤差を算出できるため少数のプロットで判断する標準地法に比べ調査者による作為が入りにくく、信頼性を高めることができる。	・階層構造のある母集団には適さない。 ・ランダム抽出を行った場合、アクセスが困難な場所も含まれる可能性があり、調査コストやリスクが増加する。 ・小規模なサンプルの場合、偶然の偏りが発生しやすく、精度が低下しやすい。	21
8			層化抽出法 ：母集団を何らかの情報によって同質のグループ（層）に分け、各層から標本を無作為に抽出する。		・適切な層（例えば標高や林齢）を設定するために母集団の情報が必要。 ・層の設定が不適切だと偏ったサンプルになる。 ・調査内容の設計と分析内容、調査データの管理が複雑になる。	21
9			系統的抽出法 ：最初に無作為に抽出した後は、一定の間隔で標本を抽出する。		・パターンと周期が一致すると、偏りが発生することがある。	21

No.	調査手法	概要（特徴）	具体的な調査手法	メリット	デメリット	参考文献
10	標本地法	統計的手法などを用いて、調査地を無作為に抽出する方法。調査地をの選択に恣意性が紛れ込みにくいという点で、標準地法と異なる。1林分単位ではなく、地域、全国の森林を対象にした調査でも適用することができる。	副次抽出法 ：調査地域をいくつかのブロックに分割しこれを1次抽出単位として抽出する。さらにその中から標本地を抽出して、全体の推定を行う（二段階抽出法ともいう）。さらに段階を増やして抽出を行う場合には、多段抽出法と呼ばれる。	<ul style="list-style-type: none"> 調査精度を統計的に担保しつつ作業効率を高められる。無作為抽出した多数のプロットで誤差を算出できるため少数のプロットで判断する標準地法に比べ調査者による作が入りにくく、信頼性を高めることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 各段階の抽出方法によってバイアスが生じる。 サンプルサイズが十分でないと代表性が低下する。 調査内容の設計と分析内容、調査データの管理が複雑になる。 	21
11			回帰推定 ：求めたい変量yと相関が高い既知の変量xを利用し、母集団のyを推定する方法。例えば、実測材積をy、立木の材積測定をxとした場合、回帰分析により $y=ax+b$ の関係式が得られれば、立木の材積測定結果xから実測材積yを推定することが可能となる。		<ul style="list-style-type: none"> 適切な回帰モデルを選択しないと誤った推定になる。 回帰推定用のデータが必要。 データ収集だけでなく、回帰分析の前処理が必要。 回帰式（モデル）の誤差が推定精度に影響する。 観測データの範囲外（外挿）に適用すると精度が大きく落ちる。 	21
12			2m幅のストライプ区域による調査 ：渡辺弘之・古野東洲・柴田叡二（1989）「ヒノキ植栽地におけるノウサギによる被害判定と被害量推定」奈良県林業試験場研究報告により検証された方法。5m又は10m間隔で水平に踏査し、幅2m内の調査木をカウントする。		<ul style="list-style-type: none"> 水平方向の踏査や、調査範囲の幅2mを、現地で厳密に管理することは困難。 	19
13	プロットレスサンプリング法	固定プロットを設けず、観測点から立木を測定し、森林の密度や蓄積量を推定する手法。観測点ベースでデータを収集するため、プロット設定の手間が不要で、迅速かつ効率的に調査が行える。広範囲の森林調査を迅速に行いたい場合に適している。	Bitterlich法 ：林内の標準点から測定器具等により周囲の立木の胸高位置を視準し、あらかじめ定められた幅（断面積定数）のスリットより太い立木本数をカウントすると、その林分のhaあたりの胸高断面積を算出できる。また、周辺の平均樹高と合わせることで、haあたりの蓄積量を推定することができる。	<ul style="list-style-type: none"> 短時間で簡単に調査できる。 シンプルな機材で測定できる。 測定結果の処理が比較的簡単。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的な調査では、haあたりの胸高断面積しか得られないため、蓄積推定には別の調査と組み合わせる必要がある。 斜面地での調査は傾斜補正が必要。 樹種構成や胸高直径の分布を含む林相の把握には向かない。 	16, 21
14			平田の定角測高法 ：Bitterlich法の原理を樹高推定に応用したもの。林内の標本点から定角測高器、シュピーゲルレラスコープ、ハンドレベルなどで一定の仰角を視準し、その仰角より上にはみ出す立木数をカウントする。調査林分のhaあたりの成立本数、および視準高から、式により林分の平均樹高が求められる。	<ul style="list-style-type: none"> 短時間で簡単に調査できる。 シンプルな機材で測定できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的な調査では平均樹高しか得られない。 樹冠部の密度が高い場合、樹頂を見極めるのが難しい。 	21
15			北村の一致高和法 ：林内を断面積定数kのスリットで視準し、スリットより太い立木において、スリット幅と一致する直径の高さ（一致高）を計測する。カウントされた立木本数と一致高からhaあたりの林分材積が式により求められる。	<ul style="list-style-type: none"> 一致高の情報から、直接的に蓄積を算出することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 一致高の計測が必要なため作業負担が大きい。 	21
16			Strand法 ：標本点だけではなく、長さ5πの定直線上から直線に直行する片側の方向のみに対し、断面積定数（k=1）となるスリットを視準し、これより大きい立木本数nをカウントする。カウントされた木の胸高直径を記録し、さらに樹高からいくつかの式によってhaあたりの胸高断面積合計、円柱体積合計、平均樹高が求められる。	<ul style="list-style-type: none"> スリットと一定の仰角を基準に選別することで調査対象木を効率的に選定することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 選別した立木については、胸高直径や樹高を測定する必要がある。 1点から視準する方法と比べ、直線性や長さの管理が必要でプロット設定に手間がかかる。 	21

No.	調査手法	概要（特徴）	具体的な調査手法	メリット	デメリット	参考文献
17	プロットレスサンプリング法	固定プロットを設けず、観測点から立木を測定し、森林の密度や蓄積量を推定する手法。観測点ベースでデータを収集するため、プロット設定の手間が不要で、迅速かつ効率的に調査が行える。広範囲の森林調査を迅速に行いたい場合に適している。	箕輪法 ：上部直径測定により林分材積を測定する方法。Strand法と同じく5πの直線状から一定の仰角で定直線の片側にある立木を視準した時、幹軸に視準線が当たった高さを切断高、その位置の直径を切断径とし、値と式を用いて林分材積を求める。	・一定の仰角を基準に選別することで調査対象木を効率的に選定することが可能。	・選別した立木については、切断径を測定する必要がある。 ・1点から視準する方法と比べ、直線性や長さの管理が必要でプロット設定に手間がかかる。 ・樹冠部の密度が高い場合、樹頂を見極めるのが難しい。	21
18			上野法 ：標本点を中心に、高さHの3次元空間を仮定する（Hは最大樹高より高く設定）。標本点から視準し、一定の基準より太い木の一致高を測定する。各木に0以上H以下の乱数を割り当て、乱数よりも一致高が高い木だけをカウントする。このカウント数とHを用いて、林分材積を算出する。	・省力的に林分材積を推定することができる。	・乱数の割当や一致高の測定基準に依存するため、設定が不適切だと誤差が発生する。 ・林分材積を推定する手法のため、胸高直径、樹高などのデータが得られない。	21
19			Stoffels法 ：林内に無作為に落とした点からj番目に近い立木までの距離を計測し、その値から式によりhaあたりの立木本数を求める。	・立木本数密度が簡単に把握できる。	・立木本数密度以外の情報は得られない。 ・立木の空間配置により誤差が発生する可能性がある。	21
20			鈴木-Essed法 ：林内に無作為に落とした点から3番目に近い立木までの距離を計測し、その値から式によりhaあたりの立木本数を求める。			21
21	標準木法	調査対象となる林分内から、その林分を代表する立木（標準木）を選定し、その測定値を元に林分全体の材積や成長量を推定する手法。林分を代表する標準木の選定が結果の精度に直結する。	単級法 ：林分の平均断面積をもつ立木を標準木として、これに近い立木をn本選び、それぞれの材積と胸高断面積、haあたりの胸高断面積合計から式により林分材積を求める。	標準木が適切に選定されていれば、精度を維持しつつも調査コストを抑えることができる。	調査者の判断により、標準木の選定基準が異なる場合があり、推定結果の精度に影響する。	21
22			Draudt法 ：材木の直径階の属する本数に比例して標準木を選ぶ方法。各直径階ごとの標準木の本数や標準木の材積、胸高断面積などから式により林分材積を求める。			21
23			Urich法 ：すべての立木が大きさの順に同じ本数となるような直径階に分け、直径階ごとに平均断面積を求め、単級法と同様に標準木を選定し、直径階ごとに材積を計算し、積算していく方法。			21

リモートセンシング調査

No.	調査手法	概要（特徴）	具体的な調査手法	メリット	デメリット（課題）	参考文献
1	空中写真を用いた林分材積推定	空中写真を基に、樹冠直径、樹高、胸高直径等を求め、そこから材積を算出する方法。	空中写真を用いて、立体視の技術を用い、樹種、立木本数、樹高を判読、樹幹直径を推定する。平均樹高や本数等から林分材積を推定する。	<ul style="list-style-type: none"> ・広大な調査面積の調査が可能 ・レーザ測量と比較し、比較的安価に実施できる。 ・入山困難箇所の情報取得も可能 ・アーカイブデータが豊富なため、撮影時点毎の状況を把握できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・下層木の検出ができず立木本数が過小評価になる傾向になる。 ・DEMデータのない地域ではDCHMが得られない。 ・材積推定の精度が航空レーザ計測等より劣る。 	13

No.	調査手法	概要（特徴）	具体的な調査手法	メリット	デメリット（課題）	参考文献
2	航空レーザ計測	航空レーザ計測により表層高データ（DSM）、地盤標高データ（DEM）、これらの差分である樹冠高データ（DCHM）を取得し、同時に空中写真撮影も実施する。これらの情報と回帰式などから、林層区分図、樹種毎の樹木本数、樹高分布や材積などの情報の取得が可能である。	航空レーザ照射により得られた各種データを統合し、三次元計測データを作成。オリジナルデータは、三次元計測データから作成し、ノイズ除去を行う。 オリジナルデータからフィルタリング処理等を行い、DSM、DEM、DCHMデータ等を作成し樹高の計測や、回帰式から蓄積を推定する。 回帰式の作成が必要な場合は現地調査を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・広大な調査面積の調査が可能。 ・入山困難箇所の情報取得も可能。 ・空中写真測量と比べ、単木抽出や樹冠解析の自動処理に向いている。 ・DEMデータを取得できるため、単体の計測データで樹高の実測が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的な点群密度では、直径1mより小さい樹冠の抽出はできない可能性がある。 ・胸高直径を推定するために、回帰式が必要（現地調査が必要になる）。 ・航空写真などと比べコストが高額であるため、森林情報の更新等の調査には不向き。 	1, 2, 3, 4, 14
3	UAV写真計測	安価なUAVを用いて表層高データ（DSM）を作成し、既存の地番標高データ（DEM）と組み合わせ樹冠高データ（DCHM）を取得し、これらの情報と回帰式から樹高の計測や蓄積の推定を行う。	UAV 空撮で取得した画像から、Structure from Motion(SfM)技術を使用し、森林の三次元情報を取得し、DSMデータ等を作成する。航空レーザ計測など既存の情報から得られたDEMデータと組みあわせ、DCHMデータを取得し、樹高の計測や、回帰式から蓄積を推定する。 回帰式の作成が必要な場合は現地調査を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機ほどではないが、広範囲に効率的な計測が可能。 ・地上調査に比べて立ち入りや地上の制約が少ない。 ・高解像度の空中写真を得られる。 ・任意のタイミングでの撮影が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・下層木の検出ができず立木本数が過小評価になる傾向になる。 ・DEMデータの無い地域ではDCHMが得られない。 ・航空機による計測と比較し計測範囲が小さいため、回帰式を新たに作成する場合コストパフォーマンスが悪い。 ・作成したDSMをDEMと組み合わせるためにGCP（グラウンドコントロールポイント）の設置が必要。（RTK搭載機の場合は省略できる。） 	1, 6, 7, 8, 9, 14
4	UAV写真計測（機械学習等）	UAVで撮影した画像を用いて、機械学習等により高度な解析を行うもの。研究段階のものが大半である。	以下のような個別の研究事例が確認できた。 ・大量の苗木画像を学習させたモデルを構築し、植栽直後の画像から苗木位置を特定した。その後雑草木が繁茂した画像から下刈りの要否を判別した。 ・トドマツ、カラマツの機械学習データセットを構築し、オルソ画像に加えDSMの値を用いて、単木単位で樹冠の範囲を推定した。 ・クマによる剥皮被害を受けた立木の樹冠画像からモデルを構築し、オルソ画像をから剥皮被害レベルを自動分類させた。	<ul style="list-style-type: none"> ・DCHMによる解析より精度を高められたり、判別できない状況をカバーできる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究段階のものが大半であるため、早期の実用化が望まれる。 	5, 10, 17, 18
5	UAVレーザ計測	UAVに搭載した小型レーザ機器により、上空から航空レーザ計測と同様のデータを取得する。航空レーザ計測と比べ、計測範囲は比較的狭く、点群密度は高い。	基本的には航空レーザ計測と同様にレーザ照射により得られた各種データを統合し、三次元計測データを作成、処理を行い、各種計測や推定を行う。 点群密度が高いことから、胸高直径（または材積）を推定ではなく直接計測する試みも行われている。 計測や解析は、外部委託が主流。	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機ほどではないが、広範囲に効率的な計測が可能。 ・地上調査に比べて立ち入りや地上の制約が少ない。 ・航空レーザと比較して高い点群密度が得られる。 ・任意のタイミングでの撮影が可能。 ・DEMデータを取得できるため、単体の計測データで樹高の実測が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機による計測と比較し計測範囲が小さいため、回帰式を新たに作成する場合コストパフォーマンスが悪い。 ・面積あたりのコストが比較的高価。 ・計測（飛行）時には基本的に専門技術者が必要。 	2
6	地上レーザ計測	林内でレーザ機器を使用し、樹形データを直接取得する。森林内部の詳細な状況を把握することが可能である。	レーザ計測機器を用いて林内においてレーザを照射して森林の3次元データを取得する。3次元データを基に胸高直径や樹高等を求め、材積を算出する。地上レーザには、特定の場所に設置して使用する固定型と、移動しながら計測が可能な可搬型のものがある。	<ul style="list-style-type: none"> ・林内から直接点群データを取得するため、樹幹に対する情報量が多い。 ・胸高直径（または材積）を推定ではなく直接計測できる。 ・下層木や小径木の取りこぼしが少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・林内で調査するため、急傾斜地や入山困難箇所などにおいて調査ができない。 ・機器が高価なわりに時間あたりの計測範囲が小さいため、面積当たりのコストが比較的高価。 ・正確な樹高の測定に向いていない。 ・照射レーザを遮蔽する障害物（林況や地形条件など）によって、測定精度が低くなる。 	1, 11, 12, 14

令和6年度野生鳥獣による森林被害状況や
森林整備実態の把握・対策手法の検討に関する調査委託事業
報告書

株式会社野生鳥獣対策連携センター 岡山事業部

〒709-0721 岡山県赤磐市桜ヶ丘東3丁目3-247
Tel. 086-995-2280 Fax. 086-995-2289