

令和6年度
高度な森林鳥獣被害防除手法の
標準化推進事業報告書

林野庁

目次

1. 事業の背景・・・・・・・・・・・・・・・・	3
2. 事業目的・・・・・・・・・・・・・・・・	3
3. 事業内容・・・・・・・・・・・・・・・・	3
1) 対象地の選定・・・・・・・・・・	3
2) 防護計画作成・・・・・・・・・・	4
3) 防護対策施工・・・・・・・・・・	4
4) 防護柵既設箇所の点検・修繕及び被害測定・・・	4
5) 期待される成果と波及効果・・・・・・・・・・	4
4. 事業成果・・・・・・・・・・・・・・・・	5
1) 委員会の設置と検討会議開催・・・・・・・・・・	5
2) シカ防護柵の現状把握と林業事業体の意識調査・・・・・・	7
3) 防護計画の作成及び施工・・・・・・・・・・	11
4) 既設防護柵の点検及び修繕・・・・・・・・・・	12
5) 防護柵施工手順書案及び点検・修繕手順書案の作成・・・	19
6) 次年度計画・・・・・・・・・・	24
7) 参考文献・・・・・・・・・・	24

1. 事業の背景

現在、拡大造林期に植えられた植林木は本格的な利用期を迎え、各地で主伐が進められている。森林資源の持続的利用や森林が持つ防災や気候変動緩和、生物の保全等の多面的機能に大きく依存する私達の社会を存続させる上で、主伐後の再造林は確実におこなわなければならない。にも関わらず、伐採後に放棄される造林未済地が拡がりつつあり、深刻な課題となっている。森林所有者や林業従事者の経営、生産意欲の低下をもたらしている要因の一つに野生動物による林業被害があることは疑いない。特に、戦後その分布を回復しているニホンジカによる植栽木被害防除対策の困難さは再造林を進めるにあたって大きな障壁となっている。

これまでシカ被害対策としては「シカの数減らすこと（捕獲）」、「農林作物を保護すること（防護）」が車の両輪として各地で実践されてきた。被害対策を進める上で重要なことは、対策によって被害が軽減し、対策にかかわる人すべてがその効果を実感することである。それがなければ被害軽減に取り組む人のモチベーションが低下し、さらには取組に対する社会の理解を失う。この点において、捕獲に比べて防護は取り組みやすく、効果をすぐに実感できるはずであるにも関わらず、対策が奏功したという事例を聞かない。

防護対策がうまくいかない理由としては、補助金やコスト削減に関する誤った認識のもとで立地環境が十分に考慮されていない防護対策の選択と設計、さらに地形の起伏や傾斜を考慮した適切な作業手順書がないまま行われる現場任せの施工、そしてその後の維持管理不足が挙げられる。一つの植栽地に対して防護計画立案から施工後の点検・修繕に至るまでを一括管理し、防護対策の機能発揮に不可欠な作業を明示した手順書に従って実施していくことは、野生動物による被害対策を真に効果あるものとするうえで重要である。本事業の遂行が不可欠な背景はここにある。

2. 事業目的

本事業では、新規植栽地においてシカ被害対策の計画立案から設計、施工、共用後の点検・修繕に至るまで林業事業体を中心となって一括管理し、的確な防護を行えば被害防止が可能であることを示すモデル植栽地を少しでも多く成立させて対策の効果を発信していくこと、さらに、施工や点検・修繕等防護機能維持に必要な各種作業について、手順書の原型を作成することを目的とする。

3. 事業内容

1) 対象地の選定

本事業は、主査である森林総合研究所が、徳島県、山口県、高知県の林業事業体の協力を得て民有林において実施する。なお、対象植栽地の選定にあたっては、主伐実施後に新規植栽が予定されている民有林、植栽後2、3年が経過した防護柵既設置の民有林のうち、近隣でニホンジカやノウサギ、またはその両方の被害発生が報告されており、獣害に対して十分に注意を払わなければならない地域を優先する。なお、本事業の協力者である森林整備センター中国・四国整備局管内の水源林造成

事業地においても同様の取り組みを実施し、長期間安定的に整備と維持管理が担保された場所での事例も比較データとして取得する。

2) 防護計画作成

植栽事業対象地の林業事業体（森林所有者からの受託者、林業従事者、柵施工業者、柵点検業者）、県事業担当者、本事業受託者（シカ被害対策研究者）等によりチームを編成し、公表されている以下の文献を参考に当該植栽地の防護計画を作成する。

- ・森林整備センター（2020） シカ害防除マニュアル

https://www.green.go.jp/gijutsu/pdf/zorin_gijutsu/deer_pest_control_manual.pdf

- ・陣川ら（2021） 西日本の若齢造林地におけるシカ被害対策選択のポイント、

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/4th-chuukiseika40.pdf>

- ・大谷（2023） 効率的にとりくむ防鹿柵の保守管理

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/5th-chuukiseika16.pdf>

- ・飯島ら（2021） シカ被害対策グレードアップ術～防鹿柵をめぐる攻防戦～、

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/seikasenshu/dai4ki/documents/p32-33.pdf>

3) 防護対策施工

計画図及び施工仕様書に従って防護柵を施工する。シカ被害対策研究者は一連の防鹿柵施工過程を観察、記録し、作業書に必要な項目を列挙し記載するとともに記録された工程からコスト計算をおこなう。防護柵施工区ではその後に植え付け作業を実施する。一方、単木保護施工区では植え付けと保護資材設置を同時に進行させる。単木保護施工区においてもシカ被害対策研究者が設置過程を観察、記録して作業書に必要な項目を列挙するとともに、工程記録からコスト計算をおこなう。

4) 防護柵既設箇所の点検・修繕及び被害測定

防護柵既設箇所の最初の見回りは植え付け完了3ヶ月後におこなう。本事業受託者は点検するポイントを記した記録簿を準備し、作業者に修繕状況の確認、記録を依頼する。異なる防護柵既設箇所においてもこの点検・修繕作業をおこない、記録すべき事項の追加、削除をおこなって記録簿を改良する。さらに本事業受託者は点検・修繕過程を観察、記録し、作業書に必要な項目を列挙するとともに、工程記録からコスト計算をおこなう。侵入が明らかな場合においては、植栽地内を見回り、シカ影響スコアを用いてシカによる被害度を推定する。

5) 期待される成果と波及効果

植栽木を野生動物から防護できた植栽地を作り上げることで、現在各所で行われている防護対策の問題点と解決方法を示すことが可能となる。またこうしたモデル植栽地を増やすことで、取組内容が現場レベルでも他の地域へ波及していくことが期待される。また成果から現行の補助金制度あるいは補助金額算出基準に関わる事

項に課題があることがわかれば、この事業において明らかとなる必要な工程調査の結果によりそれを改良するための科学的根拠を提供できる。さらに、防護計画作成の際に植栽予定地の立地環境等を的確に把握する必要があることから、環境に配慮した伐採や再生林の着実な実行を推進するために素材生産業や造林業の事業体が遵守すべき作業手順や行動指針を定めた伐採搬出・再生林ガイドラインの作成にも貢献する。

4. 事業成果

ここでは令和6年度に実施した事業内容について、本事業の仕様書「第3 事業の実施方法」に記載された事項に沿って情報を整理して報告する。

1) 委員会の設置と検討会議開催

本事業の効果的、効率的な実施のため、以下2名の外部有識者を選任し、林野庁森林整備部研究指導課森林保護対策室の担当職員らとともに事業検討委員会を発足させ、2回の検討会議を開催した。

氏名（敬称略）	所属・役職
宇野 裕之	国立大学法人 東京農工大学 大学院農学研究院 自然環境保全学プログラム 特任教授
興梠 克久	国立大学法人 筑波大学 生命環境系 准教授

① 第1回検討会議の開催とその内容

日時	令和6年11月13日（水）10:05-11:50
場所	WEB形式による開催（Teams）
出席者	■ 委員 宇野 裕之 東京農工大学特任教授 興梠 克久 筑波大学准教授（欠席） ■ 林野庁研究指導課 門脇 裕樹 森林保護対策室長 山下 広 森林保護対策室保護企画班課長補佐 鶴見 仁 森林保護対策室保護企画班森林鳥獣害対策指導官 佐藤 紀世志 整備課造林間伐対策室造林事業班課長補佐 ■ 事務局 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 岡 輝樹
検討内容	■ 今年度事業の方針 ■ 今年度事業の内容と実施計画

	■事業に関わるこれまでの研究成果
--	------------------

第1回検討会議では、事業者による計画説明等ののち、宇野委員から全国展開を図るためには積雪地における被害対策について実現可能な方法を模索しておく必要がある、例えば防護柵の破損にどのように対応するか、という質問があった。さらに後日森林保護対策室長からも積雪地における防護柵の設置方法に関する有益な情報をいただいた。このうち、積雪地における立木利用については非常に有用な手段であり、積雪地でなくても積極的に利用すべきと考えるが、伐採が終わった現場では適した立木が残っていなかったり、残っていても別の林班であったりということが多く、流木を利用するのであれば伐採する前から次の防護対策を考える必要もあるだろうと考えるところである。主伐再造林一貫作業のひとつに防護対策を組み込めないか、検討していきたい。また、支柱の代わりに立木を活用することによって防護柵の耐久性を増す工夫等については、新規防護柵設置の作業手順書にも触れていきたい。

興梠委員からは後日点検・修繕の間隔とコストについて、造林後の各種作業の工程管理上に点検作業をどれくらい効果的に入れられるかが重要であるという指摘をいただいた。林業事業体の作業班体制のありかたによっては工程管理のしかたも大きく異なることがありうるからである。本事業において防護柵維持のために適正な見回り間隔を見つけ、その後に事業体の作業班体制によってどのようにアレンジすればよいかを考えていきたい。ご指摘に留意し、協力事業体に対して作業班体制や工程管理に関するききとりも行いながら事業を進める。

② 第2回検討会議の開催とその内容

日時	令和7年2月7日（金）13:00-14:50
場所	WEB形式による開催（Teams）
出席者	■ 委員 宇野 裕之 東京農工大学農学研究院特任教授 興梠 克久 筑波大学生命環境系准教授 ■ 林野庁研究指導課 門脇 裕樹 森林保護対策室長 山下 広 森林保護対策室保護企画班課長補佐 鶴見 仁 森林保護対策室保護企画班森林鳥獣害対策指導官 佐藤 紀世志 整備課造林間伐対策室造林事業班課長補佐 佐久間 彬 整備課造林間伐対策室造林間伐対策指導官 ■ 事務局 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 岡 輝樹

	大谷 達也 米田 令仁 山川 博美
検討 内容	■令和6年度の事業実施内容 ■点検・修繕記録に導入した携帯端末アプリについて ■次年度以降の事業実施計画

第2回検討会議では、携帯端末アプリ QField による点検・修繕箇所記録の試行結果を中心に報告し、検討した。このようなアプリの利用は理想的であり、完成後は林野庁、全国森林組合連合会が進める緑の雇用や林業従事者の研修等において取り扱うようにアピールすべきであること、QGIS の普及如何によっては（本事業で令和6年度に協力を依頼した3森林組合はすべてQGISを使用している）農業系よりもスマート化が進む可能性があることなどが意見としてあがった。また、携帯電話圏外での使用について質問が上がったが、事前に衛星写真をキャッシュ化、あるいは切り取って使うように準備することで対応可能であると説明した。さらに、点検・修繕手順書について、シカの生息密度や環境で対応が異なることが考えられるが、どのレベルまで共通の注意点とするか、台風のような災害の際の大規模破損も同じ手順でやることを想定しているかといった実際の運用の際に重要となるポイントについても指摘を受けた。

開発した QField の入力フォームについては概ね好評であったが、何が原因で破損したのかを記録したほうが、原因がわかってよいのではないかという意見もあった。しかし、森林整備センターが行っているこれまでの点検・修繕記録を見ると、多くの場合破損原因は推測でしかなく、事実とは異なる可能性もあることから点検・修繕時の記録については「修繕した事実」を記録するにとどめたほうが良いと考えていると回答した。

2) シカ防護柵の現状把握と林業事業体の意識調査

シカ被害防除に力を入れている山口県西部森林組合、徳島県海部森林組合、高知県香美森林組合の協力を仰ぎ、各組合の事業地を視察して、防護柵施工の実情について情報を収集した。また、四国地域を対象に防護対策への補助金のありかたについて確認し、補助事業について取りまとめた（志賀 未発表）。

表1

	公共造林			県単独事業			
	防鹿柵	食害チューブ	薬剤散布	防鹿柵	食害チューブ	薬剤散布	電気柵
高知県	○	○	△	○	○	△	○
徳島県	○	○	○	-	-	-	-
香川県	○	○		○	○		
愛媛県	○	○		○			

なお、防護柵施工については補助金申請の段階で使用資材や支柱間隔、高さ等の仕様が決まっており、現場で自由に資材を選択できるわけではない（表1、2）。

表2

	ネットのタイプ	支柱間隔	支柱の素材	設置高（ネットの高さ）
高知県	補助ネット一体型	・3m以下 ・3～4m以下 ・4m超	被覆鋼管／繊維強化プラスチック	・1.8～2m ・2m以上
	補助ネット分離型			
徳島県	規定なし	・2m ・3m	鋼製支柱	1.8m以上
			グラスファイバー製支柱（※セパレートタイプ）	
			木製支柱	
香川県	規定なし	3m	-	1.8m以上
愛媛県	スカートネット一体型	2～4m程度	規定なし	1.8m程度以上
	スカートネット分離型			

さらに、単木保護資材を用いた対策施工に関してもその仕様が詳細に決められている（表3）。

表3

県	植栽本数/ha	資材	地上部の高さ	支柱径	支柱の長さ	支柱の本数	固定の箇所数	埋設部の深さ	固定具	裾止め具
高知県	・1500以上 ・2000以上	食害防止チューブ	1400mm以上	φ16mm以上	規定なし	規定なし（図では2本）	2か所以上	300mm以上	固定紐、リング等	-
徳島県	・500以上 ・1000以上 ・1500以上 ・2000以上 ・2500以上 ・3000以上	食害防止チューブ	1400mm以上	φ16mm以上	1600mm以上	2本以上	規定なし（図では3か所）	300mm以上	針金等	-
香川県	規定なし	食害防護資材	1400mm以上 1700mm以上	φ16mm以上	規定なし	2本以上	2か所以上	300mm以上	規定なし	-
愛媛県	・1000以上1500未満 ・1500以上2000未満 ・2000以上2500未満 ・2500以上3000未満 ・3000以上	チューブタイプ（ハイトシェルター）	1400mm以上 1700mm以上	規定なし	規定なし	2本以上	規定なし（図だと2か所）	規定なし	固定リング、固定紐	-
		カバータイプ（くわんだい、チューブラー）	1400mm以上 1700mm以上	規定なし	規定なし	1本以上	規定なし（図だと2か所）	規定なし	カバー留め具	裾止め杭
	・1000以上1500未満 ・1500以上2000未満 ・2000以上2500未満 ・2500以上3000未満 ・3000以上	ネットタイプ	1400mm以上 1700mm以上	規定なし	規定なし	1本以上	規定なし（図では5か所）	規定なし	結束バンド	アンカー、ストッパー
			1400mm以上 1700mm以上	規定なし	規定なし	1本以上	規定なし（図では5か所）	規定なし	結束バンド	アンカー、ストッパー

現行の防護対策に十分な効果が見られない理由として、まず第 1 に手法や資材を選ぶ基準が対象地の立地・気象環境を十分に考慮した防護計画に基づくものではなく、補助金のありかたが大きく関与しているであろう。

近年、都道府県レベルのいくつかの自治体において、防護柵の点検・修繕作業の必要性を認識し、県民税を財源としてこれにかかる経費を補助するところが現れてきている（おかやま元気な森づくり推進事業等）。こうした動きが今後の着実な維持管理につながるのかどうかを予測するため、林業事業体の防護対策及び防護対策維持管理に対する意識調査を実施した。

調査は次ページ以降に示したようなアンケートシートを用意し、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林整備センターを介して水源林造成業務に携わる全国の林業事業体 110 団体に対して実施した。なお、同センターの水源林造成業務においては、防護柵の自然損壊を避ける工夫としてブロックディフェンスを採用しており、さらに平成 29 年度より年 4 回の点検・修繕に関わる費用が補助されていることから、これに関わる林業事業体は通常事業との比較も可能であり、対象者として最適である。

【回答の方法】・選択式の場合は回答欄（ ）に"○"をご記入ください（複数回答の設問にご注意ください）

・"その他"を選択された場合や"自由回答"は具体的な内容を回答欄（ ）にご記入ください

● 貴事業体ならびにご回答者様について

事業体名		所在地	()都道府県 ()市町村
全従業員数		現場作業員数	
役職		氏名	
電話番号		メールアドレス	

【用語の定義】

● 本アンケートでは、新規植栽した苗に対する獣害対策について下記のように定義してうかがいます。

防護柵	単木保護資材	その他
ネット柵、金属柵、電気柵等	ツリーシェルター、保護カバー等	忌避剤等

1 すべての林業事業および管轄地域についておうかがいします

問1

貴事業体の新植地における防護柵の設置頻度をお答え下さい。

☐	① 全ての新植地で防護柵を設置している
☐	② 一部の新植地で防護柵を設置している
☐	③ 防護柵を全く設置していない

問2

貴事業体の管轄地域におけるシカによる造林地への被害状況についてお答えください

☐	① 防除をしても被害が大きい
☐	② 防除しなければ造林できない
☐	③ 被害は少ない
☐	④ 被害はない
☐	⑤ その他

2 貴事業体にご尽力いただいている「水源林造成事業」における防護柵の設置方式についておうかがいします

● ゾーンディフェンス方式とブロックディフェンス方式について

これまで、防護柵（ネット）の設置方法については、植栽地の一番外側をぐるりと囲むように張る方式が主流でした（ゾーンディフェンス方式）。近年、水源林造成事業においては植栽値を横切る作業道、獣道等や降雨時の出水や土砂により破損しやすい場所を避けてネットを張ることによって、破損しにくく防護柵への動物の干渉を少なくする設置方法を採用しています

ゾーンディフェンス方式 ブロックディフェンス方式（ブロックディフェンス方式）。

(1) ブロックディフェンス方式採用後の破損箇所の増減

問3

通常のように広く全体を囲む方法（ゾーンディフェンス方式）に比べて、ブロックディフェンスを採用したことによって防護柵の破損箇所が増えたもしくは減ったと感じますか？

☐	① 非常に減少した	☐	② やや減少した
☐	③ 変わらない	☐	④ やや増加した
☐	⑤ 非常に増加した	☐	⑥ わからない
☐	⑦ その他		

(2) ブロックディフェンス方式を採用した柵内への動物の侵入について

問4

ブロックディフェンス方式を採用したことによって、柵内への動物の侵入による被害は増えたもしくは減ったと感じますか？

☐	① 非常に減少した	☐	② やや減少した
☐	③ 変わらない	☐	④ やや増加した
☐	⑤ 非常に増加した	☐	⑥ わからない
☐	⑦ その他		

3 貴事業体にご尽力いただいている「水源林造成事業」における防護柵の点検・修繕作業についておうかがいします

(1) 点検・修繕による獣害被害の増減について

問5

防護柵を点検・修繕することは動物の侵入による被害を少なくすることに役立っていると感じますか？

☐	① 非常に役立っている	☐	② 役立っている
☐	③ 変わらない	☐	④ あまり役立っていない
☐	⑤ 役立っていない	☐	⑥ わからない
☐	⑦ その他		

(2) 点検・修繕の内容について

問6

補防護柵の点検・修繕において最も注意していることを教えてください（複数回答可）。

☐	① 支柱の傾倒や折損	☐	② 支柱キャップの脱落
☐	③ 張りロープの切断、ゆるみ	☐	④ 防護ネットの破損
☐	⑤ 防護ネット出入口の解放		
☐	⑥ 押さえロープの破損、地面との隙間、アンカー杭の抜け		
☐	⑦ その他		

(3) 点検・修繕の懸念点

問7

防護柵の点検・修繕において最も困っていることを教えてください。

4 貴事業体の「水源林造成事業以外の事業」についておうかがいします

(1) 事業として行っている、過去5年間（令和元～5年度）の平均的な伐採面積、植栽面積およびそのうちの防護柵設置面積、単木保護資材設置面積（すべて1年あたり）を教えてください。

問8	伐採面積（人工林皆伐）	☐	① 0.5ha未満	☐	② 0.5以上1ha未満	☐	③ 1以上3ha未満
		☐	④ 3以上5ha未満	☐	⑤ 5以上10ha未満	☐	⑥ 10以上30ha未満
		☐	⑦ 30以上50ha未満	☐	⑧ 50以上100ha未満	☐	⑨ 100ha以上
問9	植栽面積（スギ・ヒノキ等植栽）	☐	① 0.5ha未満	☐	② 0.5以上1ha未満	☐	③ 1以上3ha未満
		☐	④ 3以上5ha未満	☐	⑤ 5以上10ha未満	☐	⑥ 10以上30ha未満
		☐	⑦ 30以上50ha未満	☐	⑧ 50以上100ha未満	☐	⑨ 100ha以上
問10	植栽面積のうち防護柵設置面積	☐	① 0.5ha未満	☐	② 0.5以上1ha未満	☐	③ 1以上3ha未満
		☐	④ 3以上5ha未満	☐	⑤ 5以上10ha未満	☐	⑥ 10以上30ha未満
		☐	⑦ 30以上50ha未満	☐	⑧ 50以上100ha未満	☐	⑨ 100ha以上

10

問 1 1	植栽面積のうち単 木保護資材設置面 積	☐	① 0.5ha未満	☐	② 0.5以上1ha未満	☐	③ 1以上3ha未満
		☐	④ 3以上5ha未満	☐	⑤ 5以上10ha未満	☐	⑥ 10以上30ha未満
		☐	⑦ 30以上50ha未満	☐	⑧ 50以上100ha未満	☐	⑨ 100ha以上
(2) ブロックディフェンス方式の採用について							
問 1 2	ブロックディフェンス方式では柵の総延長が長くなるため、 資材費も増加してしまいます。水源林造成事業以外の事業で も動物の侵入抑制効果を期待してブロックディフェンス方 式の採用を検討したことがありますか？	☐	① 全て採用している		☐	② 一部採用している	
		☐	③ 採用を検討したことがある		☐	④ 採用を検討したことはない	
		☐	⑤ わからない				
		☐	⑥ その他				
(3) ブロックディフェンス方式への補助について							
問 1 3	今後ブロックディフェンス方式採用において掛かり増しと なる資材費等が補助されるようになった場合、ブロックデ ィフェンス方式を採用しますか？	☐	① 採用を検討したい		☐	② 採用を検討しない	
		☐	③ わからない				
		☐	④ その他				
(4) 点検・修繕の自費負担について							
問 1 4	防護柵の点検・修繕作業には労務費等のコストがかかり ます。これまで自費負担で点検・修繕作業を行ったこと はありますか？	☐	① 全て負担している		☐	② 一部負担している	
		☐	③ 負担を検討したことがある		☐	④ 負担を検討したことがない	
		☐	⑤ わからない				
		☐	⑥ その他				
(5) 点検・修繕への補助について							
問 1 5	防護柵の点検・修繕作業において掛かり増しとなる費用 が、今後補助されるようになった場合、点検・修繕作業 を検討しますか？	☐	① 検討したい		☐	② 検討しない	
		☐	③ わからない				
		☐	④ その他				
(6) ご要望・ご提案について							
問 1 6	防護柵の設置、点検・補修に関して貴事業体が独自に取 り組んでいらっしゃることも、また現行の補助金制度への ご要望、ご提案などがございましたらご記入ください。						
ご協力ありがとうございました アンケート結果に基づき、内容についてお問い合わせをすることもありますので、その際はどうぞよろしくお願い致します。 本アンケートに関する問い合わせ先： 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 四国支所 支所長 岡輝樹 住所：〒780-8077 高知県高知市朝倉西町 2-915, Tel：088-844-1121, E-mail：okat@affrc.go.jp							

なお、本調査では2月末にアンケート回収を完了するよう進めている。

3) 防護計画の作成及び施工

上記3森林組合に対して新規植栽計画を確認したところいずれも2025年4月以降の実施が予定されていたため、今年度は防護計画に参考となる文献等を準

備し（以下7））、既設防護柵の点検を先に進めることとした。現在新規植栽地を対象とした防護対策計画について3森林組合と協議中である。

4）既設防護柵の点検及び修繕

上記3森林組合の事業地のうちすでに防護柵が設置されている計17区画を対象地として選定し（図1）、これらの場所で点検・修繕業務に同行した。作業従事者は破損状況を記録するとともに修繕を実施し、本事業者は聞き取りを行いながらその様子を記録した。とくに、点検・修繕を行うべき工夫を列举し、低労力かつ低コストで簡便な点検・修繕方法を現地において検討した。

図1



長門市3区画



下関市6区画



海陽町笹無谷



海陽町若松



香美市A3区画



香美市B3区画

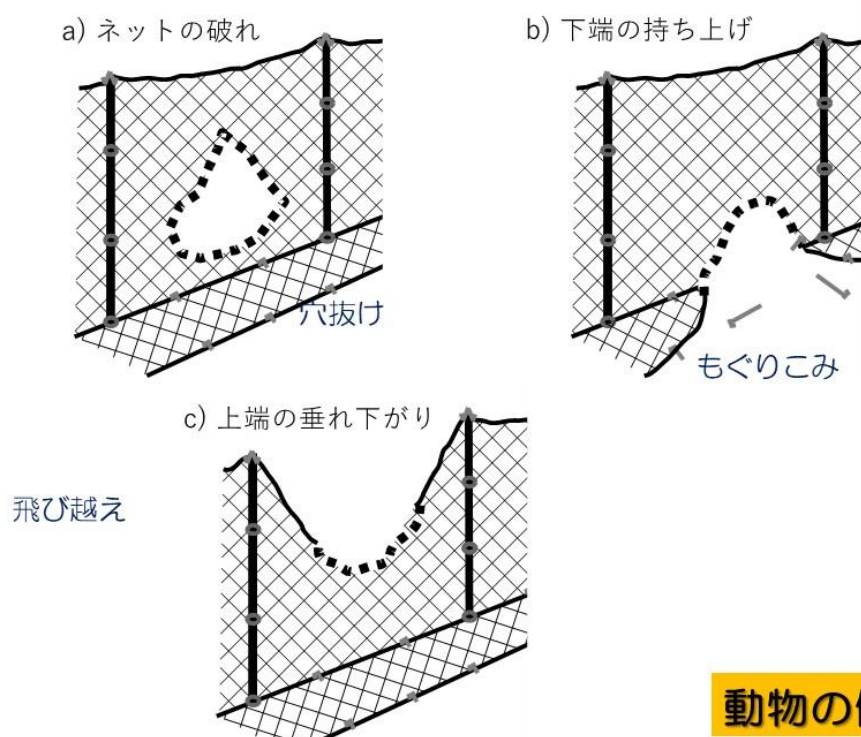
なお、当初の計画では、本事業においては修繕の記録を紙ベースで行い、将来的に記録手法のスマート化を進める際に役立つ情報として取りまとめる計画であったが、作業が煩雑になり、記録も曖昧になることを考慮し、携帯端末を活用した記録手法の開発も進め、作業従事者に試用してもらいながら感想を聞き取った。

これまでの研究成果及び本事業においておこなった同行調査、聞き取りの結果からシカ等動物の防護柵内への侵入経路は穴抜け、潜り込み、飛び越えの3つに大別され、これをもとにチェックするのが最適と考えられた（図2）。これらをもとに点検・修繕記録をおこなうアプリの入力フォームを作成した。

携帯端末を用いたアプリは QField であり、これは QGIS で作成したデータを現地において携帯端末で確認したり、現地の調査データを入力して保存し、QGIS 上に展開、解析することができるフリーのアプリである。アンドロイド、iOS、タブレットの種類を問わずインストールでき、使用方法に違いはない。

さらに携帯端末と Drogger RWM.DC という GNSS 受信機を Bluetooth 接続することで得られた位置情報を携帯端末内蔵 GPS の値から高精度な値に置き換えて QField アプリに提供することによって、精度は数 m～数十 m から数 cm～数十 cm となり、防護柵の修繕位置をピンポイントで示すことができる。なお、この機能を利用する際には開発者オプション（デベロッパーモード）を使う必要があり、設定にあたっては注意が必要であり、手順書に注意事項として明記する。

図 2



開発した QField の入力フォームを下に示す。端末縦長画面の場合、それぞれのタブ間は横スクロールで移動可能であり、縦スクロールの必要はない。

図 3



図 4

林班番号	入力	
1	高さ不十分	
	支柱の不具合	
	支柱交換	2択
	傾き修正	2択
	張りロープ外れ	
	キャップ・留め具交換	2択
	結びなおし	2択
2	ネット破れ（現行版は上の項目「本体ネット」の下にあるがタブ名に変更）	
	補修糸修復	2択
	当て布修復	2択
3	下部アンカー	
	再打ち込み	2択
	交換	2択
4	下部ネット	
	補修糸修復	2択
	当て布修復	2択
5	大規模破損	
	破損スパン数	数値
	メモ	自由記述
6	不足資材	
	支柱	数値
	ロープ	数値
	キャップ	数値
	補修糸	数値
	アンカー	数値
	予備ネット	数値
7	現場写真	写真
8	メモ	自由記述

飛び越え

穴抜け

もぐりこみ

修繕未完了

QField では、Google Earth 上に防護柵の形を重ね合わせることができ、容易に自位置を把握しながら記録できる。図 4 には入力フォームの構造を示した。基本的に修繕した際に、その内容を記録する形にしており、破損発見が記録に直結する構造となっている。

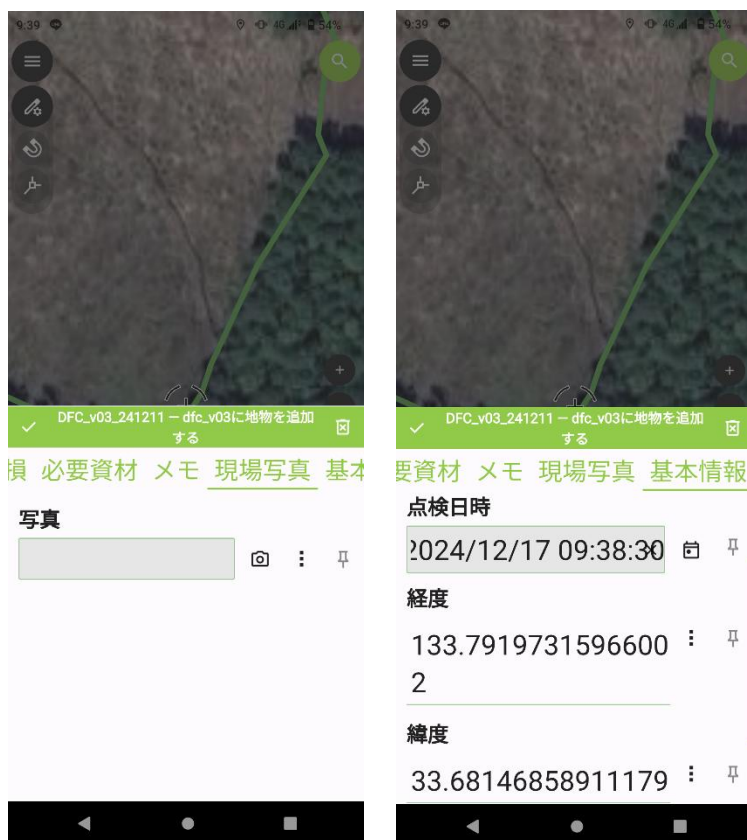
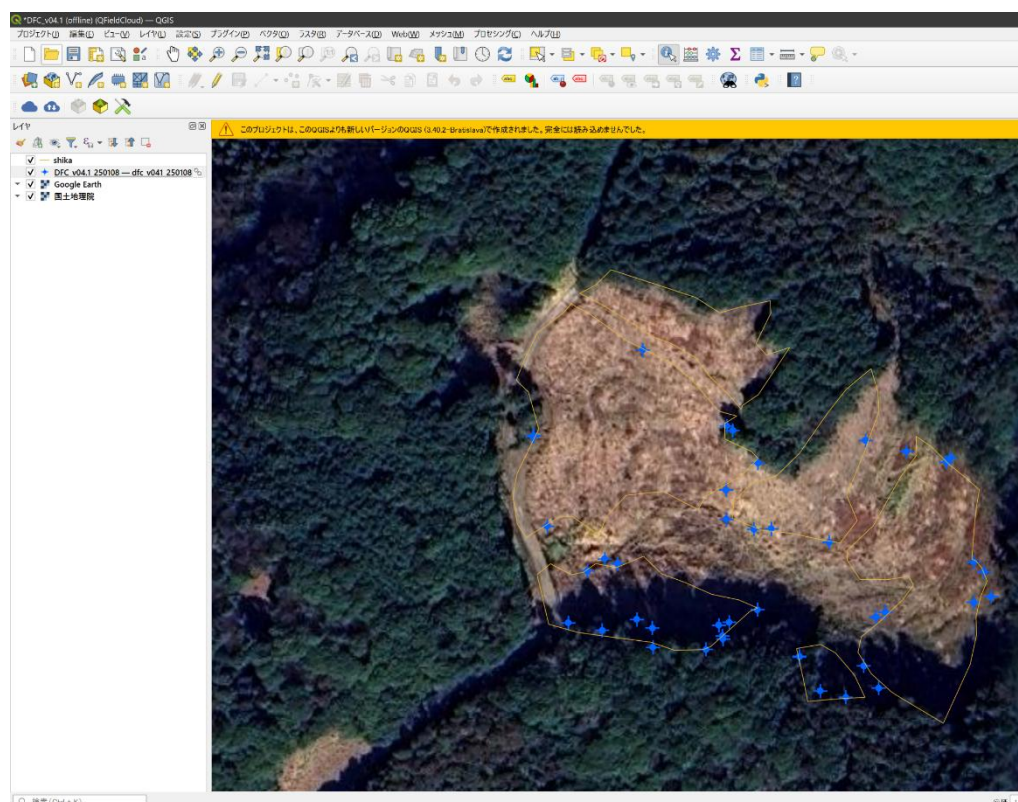


図5

図5には大規模破損の場合の入力フォームを示す。資材が不足して現地ですぐに修繕できない場合にはこの項目に記録しておくことで、資材を必要数準備してから再訪することが可能である。また、修繕前後の写真もポイントデータと同時に保存でき、メモは音声入力可能である。緯度・経度、日時等は自動記録される。

実際の点検・修繕業務でこの入力フォームを試用して記録し、そのデータをクラウド経由で QGIS に読み込んだものが図6である。黄線が防護柵の設置ルート、十字が入った青い点が修繕実施箇所。柵の内側もポイントが見られるが、これらは現地確認時の不具合であり、QGIS で処理が可能である。

図6



なお、上に掲載した入力フォームは Ver.4 であり、作業従事者から試用した感想を聞き取った結果等をもとに改良を重ねたものである。Ver.1 では 30 以上のチェック項目が縦に並んでおり、スクロールが面倒であった。また、QField 導入に関して作業従事者から得られた感想は大変良好であり、これまで QField アプリを自位置確認用にしか利用できていなかった従事者からは「記録まででき

て「便利」だということであった。聞き取り等による感想は次に示す通りであり、すでに対応できた部分（✓）、できていない部分がある。

✓写真の撮影も、破損の選択肢と同列の画面でできてとても便利。別の画面を開くのでは面倒。

✓破損箇所をさっと写真撮影して、補修内容を一つ二つ選択するだけならとても簡単。

✓英語のメニューは普及を妨げそう

✓文字やボタンが小さく、老眼や太い指では入力しづらい

✓緯度経度や時刻、オート入力の通し番号などは一番下にあればよい

✓スクロールが多い

✓個々の破損を入力し終わった「完了」ボタンの位置が悪い

✓前回の入力完了した位置を記憶する仕様になっていて連続記録に不都合

☆携帯端末の利用について

- ・明るい日中だと画面が見づらい
- ・通信が確保されない場所での携帯端末の使いかたに関する説明が必要
- ・古い端末の場合、バッテリーの持ち具合などを確認する必要がある

☆QField 入力フォームの改善点について

- ・「林班名」の記入は可能か？
- ・隣り合う防護柵での連番付与（どっちの防護柵の破損か、GPSの精度）
- ・入力済み破損記録を現地で修正可能か？
- ・破損がまったくない場合、点検したことが記録に残らないので作業「開始」と「終了」のボタンがほしい
- ・30分もしくは1時間ごとの自動位置記録による労務管理（破損の記録がなくても、柵の外周を回ったことを記録する）
- ・写真撮影タブを最初に（必須ではないが撮影するが多い）
- ・タブの順序は頻繁に起こる破損順に「下部アンカー」、「下部ネット」、「ネット破れ」、「高さ不十分」の順ではどうか？
- ・「高さ不十分」のタブ内でも、「張りロープ外れ」を上へ、「支柱」は下へ
- ・「アンカー杭の打ち直し」、「控え索の付け直し」、「ネット地際部の破れ」、「スカートネットの脱落・破れ」が頻繁に起こる
- ・「支柱傾きの補正」はまれ、「支柱の交換」は起こらない
- ・L字ネットの地面に張り付いた部分が破れることもまれ、スカートのアンカーとL字のアンカーを区別する必要はない

- ・不足資材のタブに「一式の長さ」を
- ・「大規模破損」の内容を「不足資材」のタブのいちばん上にもってきて柵延長？m 分」という選択肢があるといい
- ・「メモ」はタブ「メモ」だけでいい。
- ・端末か作業者の ID をどこにもってくるか？
- ・写真撮影タブに作業者 ID を追加できるか？はっきり「作業者氏名」または「名前」とするのがよさそう
- ・「基本情報」のタブに作業者 ID を入力するのでは失念が起こる
- ・タブ「下部ネット」は「スカート」へ変更か？
- ・「脱落しているスカートを付け直した」という選択肢が必要か？
- ・選択肢「補修糸修復」は「破れをとじた」もしくは「破れをなおした」、「当て布修復」は「予備のネットをあてた」または「つけた」「ふさいだ」、「再打込み」は「打ち直した」、「交換」は「予備アンカーを打った」にする等、ひらがな表記を増やして、かつ自分の動作・行動を表す言葉に変更

☆QField－QGIS 連携について

- ・QField アカウントあるいは QField プロジェクトを作る単位（森林組合、施業地・林班、個々の防護柵、市町村、都道府県）がデータ管理の方法と直結する
- ・QGIS 内でどのように管理するか、集計や処理が必要か？（区間ごとの破損頻度や破損の大きさに比例した凡例、未修繕箇所の表示
- ・フリー版の QField クラウドのサーバは弱い、あるいは混み合っており要検討

5) 防護柵施工手順書案及び点検・修繕手順書案の作成

上記 3) 防護計画の作成及び実行に記したとおり、令和 6 年度においては新規植栽を計画する事業地がなく、防護柵施工に至らなかったため、作業従事者への動向、作業の観察、聞き取りを行えていない。一方、防護柵の点検及び修繕業務については、3 組合の事業に同行し、点検・修繕手順書としてまとめるための内容を整理した。

点検・修繕手順書のポイントとなる、動物の予測される防護柵侵入パターンは 3 つ（飛び越え、穴抜け、潜り込み）に大別され、それをチェックポイントの基準とするのが良いと考える。詳細は以下の通りである。

① 飛び越えの可能性

- (ア) 支柱に揺らぎはないか？
- (イ) 鉛直に立っているか？
- (ウ) 支柱キャップに緩みはないか？

- (エ) 支柱控えロープは張力を保っているか？
- (オ) 杭は支柱下端に向かって斜めに入っているか？
- (カ) 張りロープの高さは仕様書通りか？
- (キ) 周囲に大きな岩や切り株がないか？

② 穴抜けの可能性

- (ク) ネット部の目合いは正方形になっているか？
- (ケ) ネットに切断箇所はないか？
- (コ) ネットに泥等が付着していないか？

③ 潜り込みの可能性

- (サ) スカート部は容易に持ち上がらないか？
- (シ) 下部ネットに切断箇所はないか？
- (ス) アンカーは抜けていないか？

一方、防護柵構造の各部名称について（本体ネット、スカートネット、下部ネットなど）及び前記３パターンの侵入原因となる破損の表現については森林組合との作業により、より一般的なものとしていく必要がある。様子や程度を表現する言葉、「高さが十分でない」－「（垂れ）下がっている」、「破れている」－「穴があいている」、「持ち上がる」－「めくれている」、「浮いている」などについても正しくチェックができるように統一していく。

以上を踏まえ、点検・修繕手順書作成に向けて、作業観察及び聞き取り結果よりその内容を協議した。なお、アプリ QField の活用を図ることから、森林組合マネージャー等に向けて「QField-QGIS 連携 利用の手引き（案）」の作成も必要と考えられる。点検・修繕手順書（案）及び QField-QGIS 連携利用の手引き（案）を次ページ以降に示す。

点検・修繕手順書の目次（案）

第1章 はじめに

1.1. 防護柵点検・修繕の意義

第2章 点検・修繕作業の準備

2.1. 持ち物リスト

2.2. 点検・修繕キット

第3章 資材ごとの点検ポイントと修繕方法

3.1. 防護柵の構造と各部名称

3.2. 支柱

3.3. 控えロープと代替品の利用

3.4. 張りロープ

3.5. ネット（支柱への留め具を含む）

3.6. スカート部

3.7. アンカー杭

3.8. 出入り口

第4章 記録方法

4.1. QField の使い方

4.2. QField－QGIS 連携

第5章 安全留意事項

第6章 修繕 TIPS

6.1. 各種のアイデア

第7章 関連資料

QField-QGIS 連携 利用の手引き (案)

第 1 章 はじめに

1.1. QField 入力フォームの開発方針

第 2 章 QField と QGIS の連携

2.1. 携帯端末への QField のインストール

2.2. GNSS 受信機等の使用について

2.3. PC への QGIS のインストール

2.4. 現地調査前の準備

2.4.1. 現地調査用 QField プロジェクトファイルの作成

2.4.2. 防護柵データの読み込み、クラウドへのアップロード

2.4.3. フォルダとファイルの構成

2.4.4. 携帯端末へのデータのコピーと QField の起動

2.5. 現地調査

2.4.1. 現地でのデータ取得

2.6. 現地調査後の処理

2.5.1. 取得データのアップロード

2.5.2. QGIS での読み込み

2.5.3. QGIS での加工

2.5.4. 次の点検に向けて (点検頻度の適正化、強化及び手抜きポイントの抽出、防護柵構造の改善)

第 3 章 報告書作成

3.1. Excel ファイルとの連携

3.2. 現場写真の取り扱い

第 4 章 関連資料

先述のクラウドを利用して携帯端末アプリ QField 及び PC アプリ QGIS を連携させて点検・修繕情報を共有するシステムのイメージ図を図7に示す。

林業事業体において植栽や防護対策を統括するものは航空写真と防護柵のベクターデータを重ね合わせてクラウドにアップロードし、植栽地において点検・修繕作業を担当する従事者はこれを携帯端末にダウンロードして作業を行い、記録をする。

その後、作業従事者が点検・修繕結果を再びアップロードすることで統括者と情報を共有できる。さらに、前回の点検・修繕記録を見ながらの作業が可能のほか、作業班が変わっても情報を共有することができ、これを繰り返すことで現地の破損しやすい箇所等が明確になっていく。

さらにクラウドにアップロードした内容は都道府県の担当者とも共有することが可能であり、防護柵の点検結果、補修実績等といった維持管理の実施状況を事業主体に記録、報告を求めなくても必要に応じて確認することが可能となる(図7)。こうしたシステムを導入、活用することにより、事業主体による防護柵の維持管理実施状況を把握して指導監督を十分に行うことのできる体制が整備されることになる。

図7

QFieldを活用した情報の共有化



原図: <https://qiita.com/bordoray/items/acea67416eab0e6fb801>

6) 次年度計画

令和 6 年度に行ってきた事業内容を踏まえ、次年度に実施すべき項目は以下の通りである。

- 新規植栽地の防護対策計画づくりへ参画
 - 植栽事業対象地の森林所有者からの受託者、林業従事者、柵施工業者、柵点検業者等によるチームで現場踏査を行い、具体的な計画を作成する
 - 対象植栽地に対して食痕等の痕跡を用いた手法により被害リスク評価する
- 新規防護対策の施工手順書作成
 - 防護柵、単木保護の施工に同行し、手順書作成に取り掛かる
- 点検・修繕手順書の完成
 - 今年度対象地の再点検と手順書(案)に関する聞き取りをおこなう
- QField-QGIS 連携の導入に向けて
 - QField-QGIS 連携技術の習得、検討と森林組合マネージャー等を対象にした説明会の開催
 - QField 入力フォームの改良
 - 取扱説明書の完成
- 点検・修繕にかかるコスト計算

7) 参考文献

- 山川博美 (2024) 再造林地でのシカ被害対策. 林業改良普及双書「低コスト再造林 歩みと最新技術」(全国林業改良普及協会、212 頁)、206:147-160.
- 北原文章 (2023) シリーズ ニホンジカ狂騒曲、終楽章へ向けて (4) シカ対策費用を考慮した林業採算性. 山林 1670:25-30.
- 大谷達也 (2023) シリーズ ニホンジカ狂騒曲、終楽章へ向けて (3) 再造林地における防護柵の管理-効率的な点検・補修-. 山林 1669: 29-34.
- 岡輝樹 (2023) シリーズ ニホンジカ狂騒曲、終楽章へ向けて (2) 林業被害防除を再考する. 山林 1668: 34-41.
- Iijima Hayato, Oka Teruki (2023) Fences are more effective than repellents in reducing deer browsing on planted two conifer species but their effectiveness is reduced by higher deer density, deeper snow, and steeper slope (防鹿柵は忌避剤よりもニホンジカによる植栽された針葉樹 2 種の摂食を減少させるのに有効だが、その効果はニホンジカが多く雪が

- 深く斜面が急だと減少する) . Forest Ecology and Management 546:121328.
- 大谷達也、米田令仁、野宮治人 (2023) 西日本の皆伐・新植地に残る痕跡を使ったシカ出現頻度や苗木被害の予測. 森林防疫、72(1):14-21.
 - 大谷達也、米田令仁 (2023) シカ・カモシカ生息地のスギ造林地における防護柵管理の一事例－どの程度の見回りをしていつ直すか－. 森林防疫、72(2):11-20.
 - YAMAGAWA Hiromi、KITAHARA Fumiaki、OTANI Tatsuya、YONEDA Reiji、SUZUKI K Kei、NOMIYA Haruto (2023) Assessing the damage caused by deer on young trees in a Sugi (*Cryptomeria japonica*) plantation based on field signs(痕跡調査に基づく若齢造林地におけるシカ被害の評価). Journal of Forest Research 28(3):194-203.
 - 山川博美、他 6 名 (2023) 九州地域の若齢スギ造林地におけるシカ被害リスクの広域評価. 森林総合研究所研究報告 22(4):209-215.
 - SUZUKI Kei K、……他 5 名、OKA Teruki (2022) A 25-Year Study of the Population Dynamics of a Harvested Population of Sika Deer on Kyushu Island, Japan(九州における 25 年間のシカ個体群動態). Forests 13(5):760.
 - OKA Teruki、IIJIMA Hayato(飯島勇人)、他 9 名 (2022) The Process of Population Expansion of Sika Deer (ニホンジカ個体群の分布拡大過程). Sika Deer: Life History Plasticity and Management(Springer Singapore、641 頁)、11-23.
 - 大谷達也 (2022) 効率的にとりくむ防鹿柵の保守管理. ISSN: 978-4-909941-36-7.
 - 大谷達也、米田令仁 (2022) シカ防護柵に使われる各部材の強度試験－支柱の折り曲げ・アンカー杭の引き抜き・裾ロープの引き上げ－. 森林総合研究所研究報告 21(3):229-238
 - YONEDA Reiji、OTANI Tatsuya、ABE Tetsuto、NOMIYA Haruto (2022) Microclimate for *Cryptomeria japonica* seedlings in treeshelters – Mitigation of severe condition by seedling transpiration – (スギ苗に対するツリーシェルター内の微気象－苗の蒸散による過酷な状態の緩和－). Journal of Forest Research 27(3): 214-221
 - 大谷達也、米田令仁、野宮治人 (2022) A practical technique for estimating deer appearance frequency and cedar sapling damage in young plantations protected by tree shelters in western Japan(西日本におけるツリーシェル

- ターをつけたスギ苗被害およびシカ出現頻度の実務的推定法). Journal of Forest Research 27(3):182-190.
- 飯島勇人、岡輝樹、林典子、渡辺康文、久保田拓也（2021） シカ被害対策グレードアップ術～防鹿柵をめぐる攻防戦～. 森林総合研究所第4期中長期計画成果集、32-33.
 - SUZUKI Kei、……他4名、YAMAGAWA Hiromi、……他4名、OKA Teruki（2021） Large-scale spatial distribution of deer browsing damage to young tree plantations(若齢林におけるニホンジカ採餌圧の広域空間分布). iForest-Biogeosciences and Forestry 14:34-40.
 - 山川博美、野宮治人、北原文章、志賀薫（2021） シカ影響スコアを使って被害度を予測する. 西日本の若齢造林地におけるシカ被害対策選択のポイント～防鹿柵・単木保護・大苗植栽～. 森林総合研究所第4期中長期計画成果 40.