

屋久島西部地域におけるヤクシカ密度操作実験実施計画（案）の作成について

九州地方環境事務所

1.1 西部地域の現状認識

- ・海岸～山頂部まで連続した森林がまとまって残る島内でもまれな地域。
- ・県道周辺とその海側（以下、道下）の県有林は、かつて人の居住、耕作、森林伐採等が行われた二次林で、昭和40年代頃から森林伐採、動物捕獲、開発行為はほとんどなく再生途上。山側（以下、道上）の国有林は、基本的に施業履歴のない150～199年の照葉樹林が広がっている。
- ・現在西部地域にはヤクシカが高密度に生息し、特に県道周辺と道下の密度が高い。また、県道を中心とした狭い行動圏を持つ（特にメス）
- ・道下では、林床植生被度が低い、落葉層が薄い、根が露出している、シカの嗜好植物が目立つ、またはそれ以外の植物が極めて少なく小型化が見られる、また低木層の樹木や萌芽枝も少ない。林床植生がないことや、道路脇のシカ道による土砂流出が懸念される。道上の国有林では、標高毎の植生モニタリングにおいて、嗜好植物が増加傾向である一方、高木層となる稚樹が少ない。
- ・道下の二次林林床植生は、植生保護柵設置後3年目頃から草本類や低木の生長が確認され、シカの採食圧が林床植生や低木の少なさの要因と思われる。柵により林床植生や低木層回復が見込めるが、柵内はシカ0頭の異常空間であり、柵設置だけで生態系のバランスや生物多様性は保全できない
- ・様々な保護地域に指定されて厳正に保護する地域として位置づけられ、人類共通の遺産（世界遺産）となっている。

1.2 管理上の義務

- ・世界遺産として、生物層の多様性、植生の垂直的連続性、原生の森林景観を後世に確実に引き継ぐこと。

1.3 密度操作実験計画（案）

(1) 目的と方針

西部地域はヤクシカが高密度に生息しており、平成29年度の現地検討会や既存の調査結果から次の問題点が指摘されており、世界遺産管理上もこの状況を放置したままでは看過することはできない状態だといえることが認識されている。

- ・森林更新の阻害
- ・森林の質の劣化（種多様性の低下、低い植被率）
- ・土壌流出

全島の生態系を視野に入れた各地域の生態系管理目標は別途ヤクシカWGで検討されているが、西部地域の現状と問題点を踏まえて緊急に対応する必要があるため、過年度の議論や実験、調査等を踏まえ密度操作実験実施計画を策定する。なお、本計画は、第2種特定鳥獣管理計画に基づく計画捕獲の実施計画の一部に位置づけるもの。※保護区域全体の計画捕獲実施計画は今年度検討予定

今後は本計画に基づきヤクシカの生息密度を低下させることにより、下層植生などの回復を試みる。ただし、まずはコントロール地域を設け、捕獲実施地域と併せてヤクシカ生息密度や植生の変化をモニタリングすることで森林生態系へ影響と効果を検証する。さらに、捕獲手法、シカ生息密度や植生回復モニタリング手法、組み合わせを検証するとともに、実験を通して西部地域の森林生態系管理方針決定に資するデータを収集する。

西部地域でヤクシカの生息密度を低下させる手法は、西部地域で有効であるとして過年度より検討した
罠による多頭捕獲を想定する。捕獲による生息密度低下の効果を既存の糞粒法と糞塊法の調査や自動
撮影カメラを使った調査でモニタリングを行い、植生の回復状況を防護柵外のコドラート調査や植生防護
柵内外の植生調査等を継続して実施して確認する。ヤクシカの生息密度と植生の変化に関するデータを収
集し管理方針決定の基礎とする。

(2) 実施対象地域

平成 29 年度現地検討会では捕獲をする地域と捕獲をしない地域のゾーニングの必要性、県道の「道上」と「道下」で下層植生の被害状況の違いが指摘された。

「捕獲を実施する」川原地域と「捕獲を行わない」半山地域を尾根などヤクシカの移動を制限する地形や植生防護柵、糞塊法の調査メッシュを考慮して地域を区切り、さらに地形が緩やかな「道下」（着色範囲）と比較的急峻な「道上」に分けて、4 つの区域を設定した。

捕獲は罠の設置や捕獲個体の搬出を考慮して地形が緩やかな川原地域の「道下」内で罠の設置、移設を行う。

川原地域、半山地域ともに植生防護柵と生息密度操作（糞粒法・糞塊法）の調査地点が設定されており過年度からのデータの蓄積もあり同条件の地域と仮定できる。密度操作実験の結果を比較する対象地域として捕獲を実施する川原地域とコントロール（対象）地域として半山地域を設定し、両地域で植生の回復や生息密度の経過を評価・観察する。



図 1 実施箇所

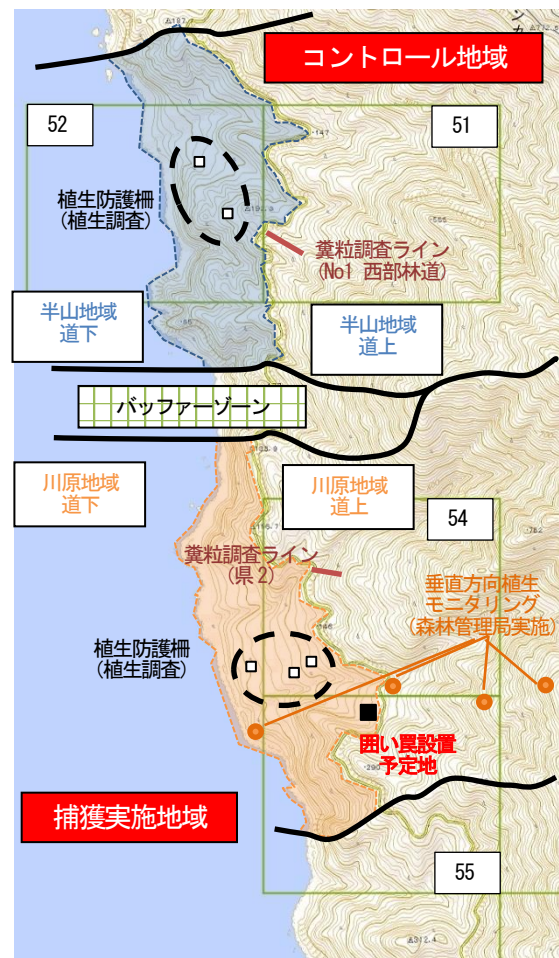


図 2 実施対象地域

表 1 実施予定地域と実施項目

設定理由・実施項目	川原地域	半山地域
設定理由	平成 28 年度に捕獲手法の検討を実施。過年度の結果や課題をふまえ捕獲を実施する。	川原地域に対して環境・既存調査実績が同等であるため、コントロール実験地として植生の変化等を比較する。
囲い罠による捕獲	囲い罠による捕獲を実施	(捕獲を実施しない地域として比較)
生息密度モニタリング 糞粒・糞塊法	過年度調査箇所を実施 鹿児島県調査結果を参照	過年度調査箇所を実施
生息密度モニタリング 自動撮影カメラによる推定	道上、道下に分けて実施。全域の調査が難しい場合は道下に絞って実施。	道上、道下に分けて実施。全域の調査が難しい場合は川原地域を優先する。
植生回復モニタリング	防護柵外のコドラート調査	防護柵外のコドラート調査
補足 1 小型柵の設置	希少植物等発見時 囲い罠の再利用を検討	希少植物等発見時
補足 2 植生防護柵内外の植生調査	3～5 年周期で実施 (川原 1、3 工区)	3～5 年周期で実施 (半山 4、5 工区)
補足 3 標高別植生調査	森林管理局調査を参照	—

(3) 実施スケジュール

ヤクシカの生息密度の効果を植生変化としてとらえるため森林調査の 1 区切りとなる 5 年間を実験期間とする。

(4) 捕獲手法

ヤクシカの生息密度を操作する捕獲手法としては、過年度より囲い罠の導入の可能性や捕獲実施体制について検証しており、群れをまとめて捕獲しスマートディアを作らない囲い罠を使用した多頭捕獲を実施する。

1) 平成 28 年度検討結果

平成 28 年度は囲い罠 (3m×3m) を設置し、餌による誘引を行い捕獲が可能か検証した (捕獲は実施していない)。アルファルファペレットを餌としてヤクシカを誘引したところ一週間程度で最大 6 頭誘引できた。しかし課題として 3m×3m の囲い罠では取り逃しがいること、見回りの午前中に給餌しても夜には餌が食べきられていることなど、高い生息密度である西部地域の課題が見いだされた。

課題を解決するため、囲い罠は 3m×3m より大きいものを使用し、自動捕獲装置や自動撮影カメラから得られる情報から給餌時間や回数を調整して群れ全体を捕獲できる見回り手順を調整しながら実施する。

2) 設置場所

設置場所は平成 28 年度に検証を行った地点 (川原地域) に設置する。

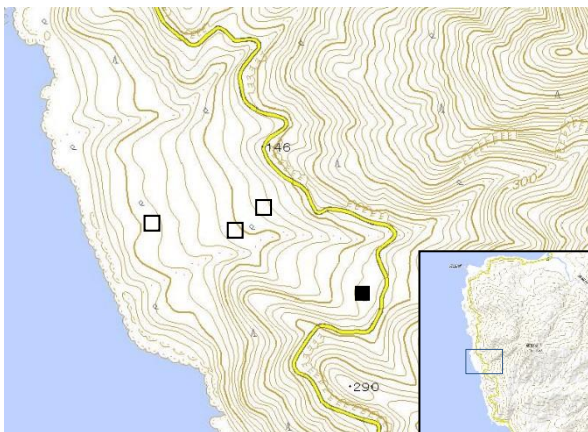


図 3 設置位置および設置風景 (平成 28 年度)

3) 実施時期と期間

観光シーズンを避け、餌による誘引効果が高くなる 11 月～3 月に実施する。

設置場所や誘引状況、捕獲効率次第では年間の捕獲を検討する。

4) 機材等

平成 28 年度に設置した 3m×3m の囲い罠では取り逃しが生じるため、より広い 4～6m 四方の囲い罠を使用する。けり糸を使用した落とし扉では糸に触れた地点で扉が閉まるので取り逃しが生じる恐れがある。囲い罠の出入りを計測して、群れ全体が入ったときに自動で扉を閉める捕獲装置を使用する。

群れの正確な規模を把握するため、自動撮影カメラを数台囲い罠の周辺に設置し、捕獲前に群れの規模を確認する。

誘引にはヤクシマザルなどほかの動物を誘引せずヤクシカに絞って誘引できるアルファルファペレットの使用を想定する。

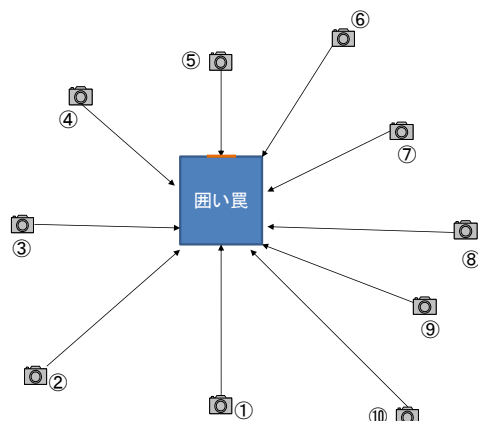


図 4 自動撮影カメラ設置イメージ

5) 捕獲方法

- ① 囲い罠設置予定の数日前より囲い罠設置予定地に 1 地点給餌ポイントを設け 5kg 程度給餌する。誘引が確認できたら囲い罠を設置し入り口と囲い罠の中に餌を給餌する。
- ② 群れの規模を把握するため囲い罠の四方にセンサーカメラを設置する。捕獲装置で出入りをカウントできる場合は実行する。
- ③ 囲い罠入り口の餌を完食するようになったら囲い罠入り口の給餌をやめて囲い罠の中だけ給餌する。
- ④ 自動捕獲装置等を使い、群れ全体を捕獲する。
- ⑤ 捕獲した個体は電殺機等で速やかに止め刺しをして必要に応じて計測する。

6) 捕獲個体の処理

国立公園特別保護地区であり、世界自然遺産登録地である西部地域での現地埋設処理は望ましくないため、捕獲した個体は観光客の目に入らないようにブルーシート等で包んで搬送し、長峰の町営牧場に埋設できるか屋久島町と協議する。また、研究用サンプルの採取や食肉等への利用など、捕獲個体の有効活用についても可能な範囲で検討を行う。

(5) 実験の評価

密度操作に期待される効果は「ヤクシカの生息密度の低下」が「植生の回復」につながることである。
実験を評価するにあたり

- ① ヤクシカの捕獲が生息密度に影響を与えているか
 - ② ヤクシカの生息密度の変化が植生に影響を与えているか
- の2点について評価する必要がある。

ヤクシカの捕獲と併せて「生息密度変化のモニタリング」と「植生回復のモニタリング」を実施しヤクシカの捕獲によって生息密度が低下し植生が回復するか実験全体を評価する。

(6) 生息密度のモニタリング

捕獲の成果を検証するため生息密度をモニタリングする。

生息密度の増減から次年度の目標捕獲数を検討する。

1) 既存調査の活用 糞粒法・糞塊法

(a) 方法

捕獲地点および植生防護柵周辺では過年度より毎年糞粒法および糞塊法によるヤクシカの生息密度調査が実施している。各地域に対応した調査メッシュおよびラインのデータを参照する。

表 2 実施地域と糞粒法・糞塊法対応地点

調査手法	川原地域	半山地域
糞粒法 (ライン)	県2 (鹿児島県実施)	No1 西部林道 (平成29年度調査)
糞塊法 (メッシュ)	54、55	51、52

(b) 評価

既存の糞粒法、糞塊法の調査結果から川原地域および半山地域におけるヤクシカの生息密度を推定する。川原地域でヤクシカを捕獲した場合、川原地域の糞粒法および糞塊法による推定生息密度が減少する。捕獲の効果が川原地域で収まる場合は半山地域の推定生息密度の増減は見られず、捕獲の効果が半山地域まで及ぶ場合は川原地域の減少に伴って半山地域でも生息密度が減少すると予測される。

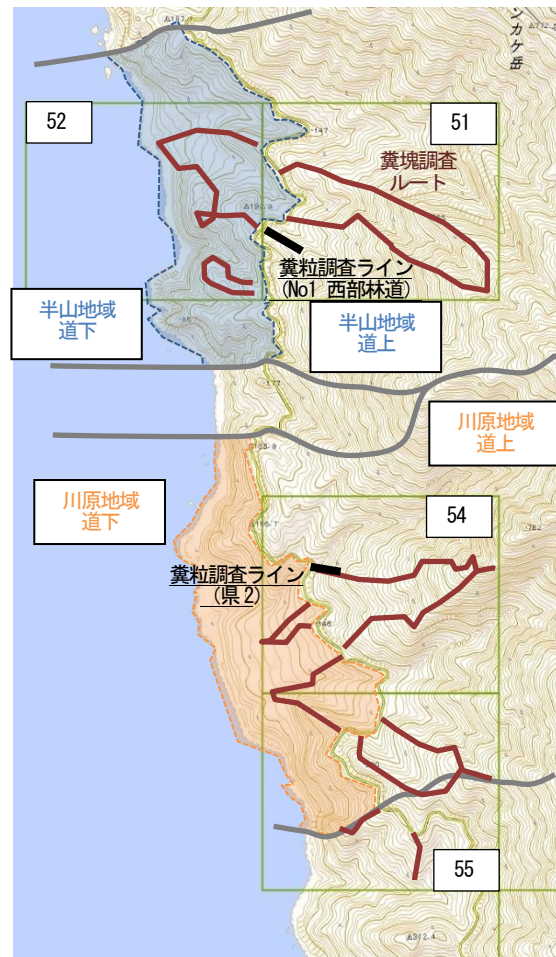


図 5 糞粒法・糞塊法実施地域

2) 自動撮影カメラによる推定

生息密度を推定する方法として糞粒法・糞塊法のほかに自動撮影カメラによって推定するREM法が用いられている。REM法は自動撮影カメラで撮影された対象動物の写真から撮影頻度を算出し、平均群れサイズ、平均移動速度、カメラの検出面積を推定式に加えることで生息密度を推定する。REM法では生息密度

の推定期間は任意に設定できるため、糞粒法・糞塊法で求められる秋季以外の時期の生息密度や捕獲実施後の生息密度、年間を通した生息密度など目的にあわせた生息密度を得ることができる。

(a) 生息密度推定

生息密度(D)は次式を用いて推定できる。

$$D = g \frac{y}{t} \frac{\pi}{vr(2 + \theta)}$$

D : 推定生息密度(頭/km²)

g : 平均群れサイズ(頭/群れ)

※一回の独立した撮影で写ったヤクシカを1つの群れとして定義し、撮影されたのべ個体数を確認群れ数で平均化したものから平均群れサイズを算出。

y/t : 撮影頻度(写真/カメラ台・日)

v : ヤクシカの平均移動速度(km/日)、r : センサーカメラの撮影可能距離(km)

※西部地域におけるヤクシカのGPS首輪のデータを参考に算出。

θ : 撮影可能角度(弧度)

(b) 調査方法

REM法による生息密度の推定には対象動物の撮影頻度(写真/カメラ台・日)が主要な変数となっており、調査対象区域に最低20台設置すべきとされている。本実験では川原地域の「道上」「道下」、半山地域の「道上」「道下」の4つにゾーニングしている。捕獲の効果がそれぞれのゾーンにどれくらい影響を与えているか見るために各ゾーンを調査範囲と想定して自動撮影カメラを20台ずつ設置する。

4つのゾーン全てを調査することが難しい場合は捕獲の効果が顕著に表れる川原地域「道下」に絞って調査を行い、捕獲が生息密度の低下につながっているか評価する。

調査範囲に自動撮影カメラ20台を均一に設置するため設置場所はGISソフト等を用いて調査地域内でランダムに指定、もしくは安全性や調査効率を考慮して設置場所を調整する。電池交換等のメンテナンスに関してはリチウム電池の使用や記録媒体の大容量化により稼働時間が年々向上しているため、設置後の状況から交換時期を決定し、できるだけ見回り回数を減らしてヤクシカへの影響を低減することが望ましい。

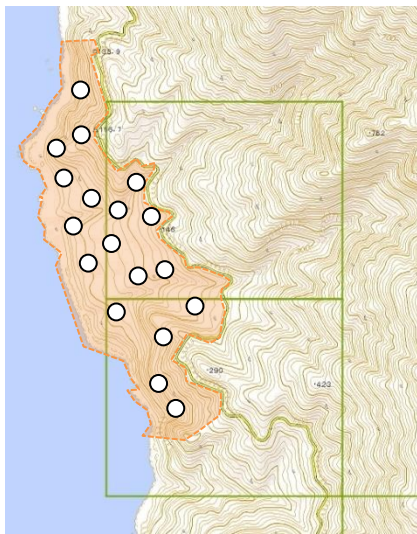


図 6 川原地域「道下」を調査範囲と想定したときの自動撮影カメラ設置イメージ

川原地域「道下」の範囲でカメラを 20 台ランダムに設置する（○：カメラ設置場所）。この場合、川原地域「道下」の生息密度が推定できる。

(c) 実施時期

捕獲実施前より設置できれば捕獲実施前後の生息密度変化を確認できる。糞塊法の調査と併せて 10 月ごろより設置する。可能であれば実験が終わるまでの間設置し続ける。

(d) 評価

年単位、月単位での生息密度変化を評価し、糞塊法・糞粒法より詳細なヤクシカの捕獲と生息密度の関係を評価する。捕獲頭数に比例して生息密度が低下することが期待できる。

(7) 植生回復のモニタリング

1) 既存調査の活用 植生調査

川原および半山地域の植生防護柵の内外で平成 28 年度に実施した植生調査結果では柵の内側では柵の外側に比べて株数と種数が多く確認できた。このことからヤクシカの生息密度が低下すると柵外の植生が回復することが期待される。ヤクシカによる採食の影響を受けやすい下層植生について、柵外の既存の小コドラートを活用して毎年植生調査を行いヤクシカの生息密度の低下による回復効果を検証する。

(a) 方法

川原および半山の植生保護柵外に設定された 10m×10m の大コドラート内の 1m×1m の小コドラート 4 ヶ所について下層植生の種名及び個体数、被度を記録する。

各コドラートの写真は植生の回復具合を感覚的に認識できるように前年度と同じ風景になるよう撮影方向等に注する。

(b) 時期

植生防護柵の調査に合わせ、9 月～11 月ごろに毎年実施する。

(c) 評価

ヤクシカの採食による影響が十分低下すれば実生の発生や草本の植被率の増加が考えられ、ヤクシカの生息密度が低下するに従い植生が回復することが見込まれる。過年度調査では防護柵外のコドラートにお

いて植生が無い地点があり全てのコドラートで植生が確認できることが当面の目標となる。

2) 定点写真の活用

視覚的な変化を把握するため定点写真を活用する。定点写真は従来の植生調査の定点写真を活用するか、自動撮影カメラのインターバル機能で毎月の写真を撮影する。

3) 糞塊法調査ルート上に設定した簡便な植生調査（標準木）の利用

平成 26 年度では糞塊法調査と同時に調査ルート上に 6 か所標準木を設定して経年的な植生の数値を把握するため簡便な植生調査を行った。調査地点がメッシュ内にまんべんなく設定されているため、川原地域と半山地域全体の植生状況を把握することができる。

○調査項目

- ・標準木の調査：種類、食被害状況
- ・下層植生の被度：標準木 1m 以内、標準木 5m 以内の被度
※平成 26 年度は 5 段階で評価（0：1%未満、1：1～10%、2：10～25%、3：25～50%、4：50～100%）
- ・その他：シカ道の有無、樹皮剥ぎの状況、写真撮影
※シカ道の有無は 4 段階（無：0 本、少：1～2 本、中：3～5 本、多：6 本以上）で目視により記録した。
剥皮本数は標準木周辺にある目視可能な範囲で剥皮された木の本数を記録した。

毎年行う糞塊法調査を実施する際、糞塊法の実施メッシュ 51、52、54、55 において同時に実施することで効率的に植生情報を収集することができる。

(8) 補足実験・参照調査

1) 小型柵の設置

現地検討会の総合討議では防護柵が植生回復・保護に有効であり、植生回復に向けて小型の柵を設置してはどうか、という意見があった。調査区域において守るべき植物が見つかった場合や植生回復方法の検討として、幅 1m のワイヤーメッシュで囲いヤクシカからの食害を防ぎながら植生の回復状況をモニタリングする実験手法が考えられる。

また、数 m の柵を検討する際は囲い罫の囲いを小型柵として使用できないか検討し、移設先に新しく柵を設置して、作業の省力化を図る。

2) 既存の植生防護柵内外の調査

川原、半山地域に設置した植生防護柵は平成 26 年度、平成 28 年度に柵の内外の設置コドラートにおいて毎木および植生調査を行っている。柵内など過度な採食を受けていない場所では植生の変化は穏やかであるため、3～5 年周期で行いヤクシカを超低密度に抑えた際の植生として参照する。

○調査項目

①毎木調査

植生保護柵内外に設定された 10m×10m の大コドラート 3 地点について、胸高直径 5cm 以上の樹木について、種名、胸高直径、樹高、萌芽の有無及び萌芽食害の有無を記録する。

②下層植生調査

植生保護柵内外に設定された10m×10mの大コドラート内の1m×1mの小コドラート4ヶ所について下層植生の種名及び個体数、被度を記録する。

③特定の希少種の生育状況調査

②における植生調査の際に、確認された希少種については、タグを付すなどして位置を特定し、生育状況の経年的なモニタリングを実施する。なお、モニタリング対象の希少種は、「平成29年度屋久島における国内希少野生動植物種等の保護対策検討業務」において調査対象種とされた267種とする。

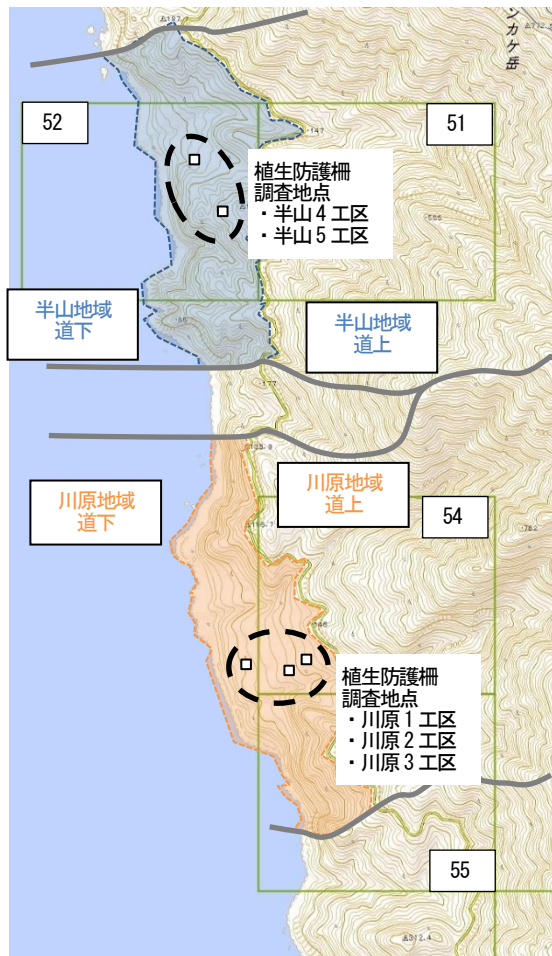


図7 植生防護柵調査実施地域

表3 植生防護柵における毎木および下層植生調査地点一覧

地点名		コドラート数			
		毎木調査		下層植生	
		柵内	柵外	柵内	柵外
川原	1工区	3	3	12	12
	2工区	3	3	12	12
	3工区	3	3	12	12
半山	4工区	3	3	12	12
	5工区	3	3	12	12

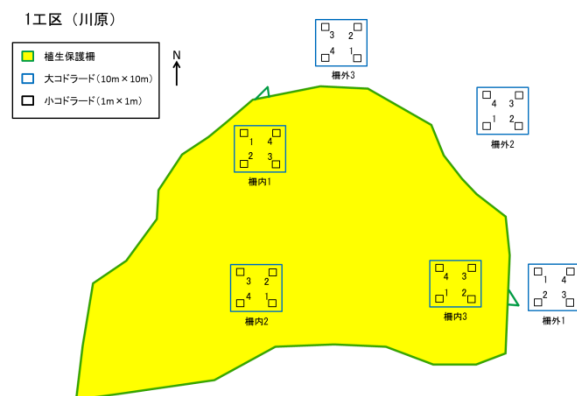


図8 調査コドラート設置例(川原1工区)

3) 標高別植生調査

川原地域の沿岸部から国割岳までの尾根に沿って200mごとに0m~1300mまでの垂直方向の植生モニタリングを九州森林管理局が行っている。捕獲実施予定地域も含まれているためヤクシカの捕獲による生息密度の低下と植生の効果および垂直方向への影響についての参考資料として、今後の調査結果について九州森林管理局と連携をとって評価する。

○調査項目

- ・毎木調査：胸高直径10cm以上の樹種・樹高・胸高直径・衰退等
- ・階層区分調査：階層毎の優占種・植被率・種別本数〔低木層以上〕等

- ・下層植生調査（優先度〔被度〕・群度）
- ・群落配分図（縦横断面図・階層区分図）
- ・出現植生リストの作成（科・種名・学名・階層・出現場所〔地点・標高〕等）

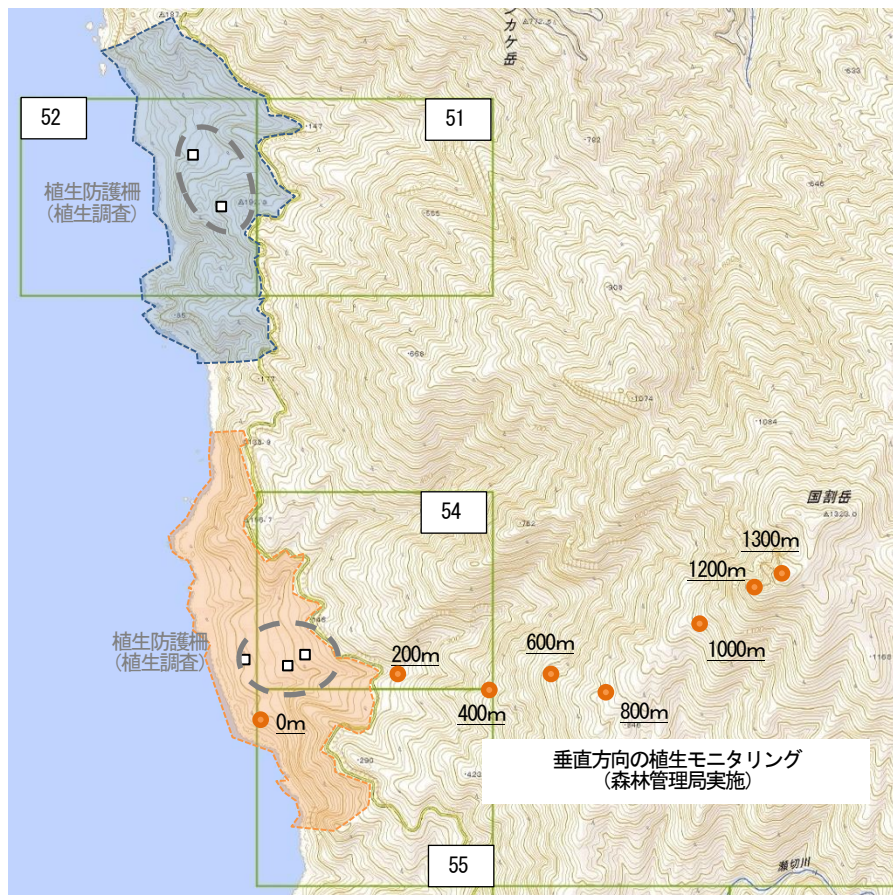


図 9 垂直方向の植生モニタリング実施地点

(9) 目標の設定

1) 1年目

- ・群れごと多頭捕獲できるかを検証する。スマートディアを作らず多頭捕獲をすることを第一の目標とする。
- ・1回目の捕獲から2回目の捕獲までの時間や誘引のしやすさ、捕獲効率を検証し適切な捕獲方法かを検証する。
- ・囲い罠による捕獲→個体の搬出→処理がスムーズに実行できるかを検証する。

2) 2年目

- ・継続的なヤクシカの捕獲の実施を目標とする。
- ・ヤクシカの生息密度が低下しているかモニタリング調査から検証する。
- ・植生が少しでも回復しているか確認する（新規の実生、稚樹等の確認）。
- ・捕獲頭数と生息密度の低下、植生の回復具合を勘案して目標生息密度を設定して目標捕獲数を設定する。

3) 3年目以降

- ・目標捕獲数に向けて囲い罠による継続的な捕獲を実施・改良する。
- ・植生回復と目標生息密度の維持が可能か検証する。

- ・回復した植生とヤクシカによる採食被害のバランスを検証し希少植物の保護（完全な囲いが必要なのか）を検証する

4) 最終評価・目標

- ・継続的なヤクシカ捕獲、捕獲頭数の調整が可能で、目標とする生息密度を維持できるか（手法的に・体制的に）検証し実施可能な手法および体制を構築する。
- ・ヤクシカを低密度に維持することで植生が回復し植被率の増加が視覚的にも確認できることを目標とする。

表 4 実施年ごとの目標と最終目標

評価内容	1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	最終目標
捕獲手法	多頭捕獲の成功 スムーズな処理	継続的な捕獲	継続的な捕獲 捕獲効率の向上	継続的な捕獲 捕獲頭数の調整	継続的な捕獲 捕獲頭数の調整
生息密度（糞 粒・糞塊法）	（捕獲前データ 取得）	生息密度の低下	低密度に低下	低密度状態を維持	低密度状態を維持
生息密度（自動 撮影カメラ）	捕獲後に撮影頻 度が低下	生息密度の低下	低密度に低下	低密度状態を維持	低密度状態を維持
植生回復	（捕獲前データ 取得）	植被率の増加 実生・稚樹等の 確認	植被率の増加 種数の増加 株数の増加	植被率の維持・ 増加 平均高の増加	植被率・種数・ 株数の増加が視 覚的にも認識で きる

(10) 実施体制

1) 捕獲個体の処理

捕獲個体を埋設する場合、捕獲実施者は計画に基づいた時間や数量を捕獲し、捕獲した個体を屋久島町との協議に従い処分場へ運び処分する。

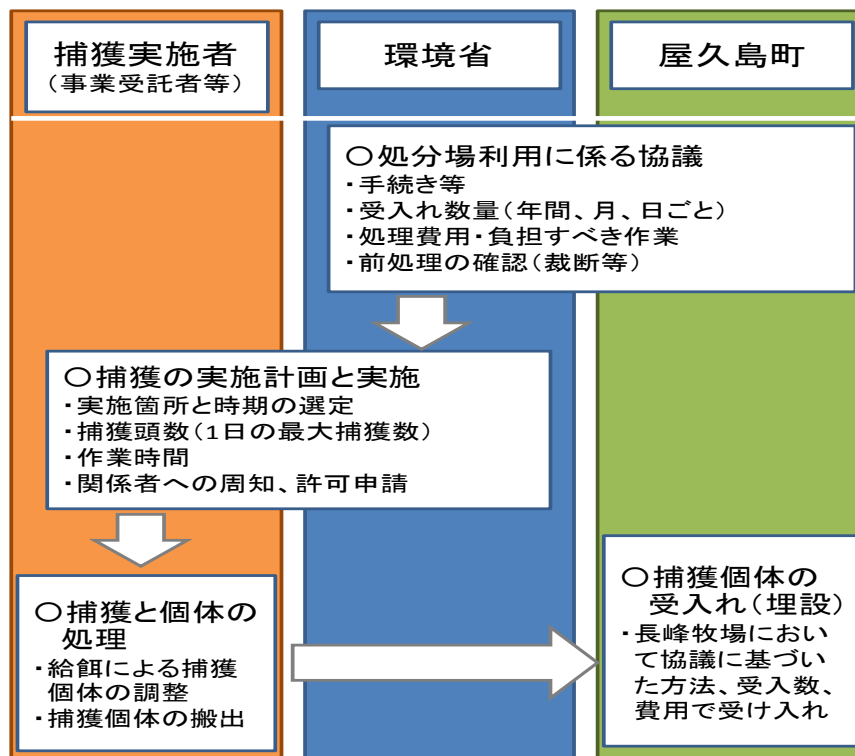


図 10 捕獲個体の処理に関するフロー・体制図

2) 実験全体

実験の実施箇所は県有林や国有林を含み、捕獲効果の検証などのモニタリングには鹿児島県や森林管理局との連携が必要である。

鹿児島県：県有林の使用許可、糞粒法など調査結果の共有、捕獲の許可

森林管理局：入林許可等、植生調査結果等の共有

屋久島町：捕獲個体の埋設地の使用許可