

平成 2 4 年度森林環境保全総合対策事業

－森林被害対策事業－

野生鳥獣による森林生態系への

被害対策技術開発事業

報告書

平成 2 5 年 3 月

株式会社野生動物保護管理事務所

目 次

I 事業の目的及び経過

1	事業の目的	1
2	本年度事業の経過	2
3	事業の内容	3
4	本年度までの成果	4
5	事業の活用	8

II 個別技術開発報告

・ 新得町・株式会社ドリームヒル・トムラウシ【捕獲技術】	11
・ 地方独立行政法人北海道立総合研究機構、 酪農学園大学、北海道【捕獲技術】	23
・ 東京農工大学、宇都宮大学、栃木県【防止技術・復元技術】	32
・ 栃木県、宇都宮大学、東京農工大学【捕獲技術】	37
・ 神奈川県自然環境保全センター・酪農学園大学【防止技術】	46
・ 神奈川県自然環境保全センター・酪農学園大学【復元技術】	53
・ 神奈川県自然環境保全センター・酪農学園大学【捕獲技術】	60
・ 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター、 (株)土谷特殊農機具製作所【捕獲技術】	71
・ 特定非営利活動法人 Wildlife Service Japan【捕獲技術】	77
・ 宮川森林組合、(株)里と水辺研究所【防止技術】	83
・ 宮川森林組合、(株)里と水辺研究所【復元技術】	94
・ 芦生生物相保全プロジェクト【防止技術】	102
・ 芦生生物相保全プロジェクト【復元技術】	112
・ ひょうごシカ保護管理研究会【防止技術】	125
・ ひょうごシカ保護管理研究会【捕獲技術】	132
・ 山口県農林総合技術センター、山口大学【防止技術・捕獲技術】	138

I 事業の目的及び経過

1. 事業の目的

近年、全国的に野生鳥獣が増加しており、特に大型のシカ、イノシシ、カモシカといった動物の分布域の拡大は著しい。環境省の自然環境保全基礎調査によれば、1978 年調査と 25 年後の 2003 年調査の間の分布拡大は 70%を超え、その後 10 年を経る中でさらに広がっている可能性が高い。特にシカについては、各地の森林内で高密度になり、林業被害にとどまらず、高山へと進出しながら森林全体に深刻な影響をもたらしている。

たとえば、下層植物を食べつくして裸地化させてしまうことで土壌が流出し、乾燥化が進み、急斜面では崩落が起きている。下層植物を食べつくしたシカは口の届く範囲の枝葉を食べ、樹皮をかじるので、幹の全周をかじられた高木が次々と枯死している。こうした植物への強い食圧の結果、植栽木や植物群集への影響にとどまらず、哺乳類から土壌動物まで、さまざまな動物群集にも影響が及び、生物多様性が劣化している。

また、シカの影響は、これまでシカがあまり登らなかった高山地域においても顕著に現れ、屋久島、九州本土部、四国、中国地方、紀伊半島の大台、南アルプス、富士山、丹沢山地、関東山地、尾瀬、那須日光、さらには北海道の知床、阿寒、等々の地域で激しい影響が出ており、希少性の高い植物群落や景観を支える生態系全体が深刻な状況に陥っている。

また、今後の積極的な森林整備が必要とされる時代にあって、森林管理上の非常に難しい問題は、主間伐によってシカの繁殖力を高めてしまうことにある。伐採によって森林内が明るくなれば地上から植物が生えてくる。これがシカの主要な餌となり、初夏に子供を産み育てるシカにとっては繁殖の強い支えとなる。おそらく全国の林業家の経験に基づけば、以前の時代には、森林を伐採してもこれほどの問題にはならなかった。その理由は、各地に多数いた狩猟者たちの強い捕獲圧によって、シカの個体数が抑制されていたからにほかならない。

1970 年代には全国に 50 万以上いた狩猟者は、現在では、過疎と連動するように 10 万人ほどに減少し高齢化が進んでいる。あと 10 年以内に、捕獲の実行機能が確実に日本の社会から失われることを直視しなければならない。さらに、シカの分布拡大を制限していた積雪量が温暖化の影響で減少し、気温上昇の時期が早まる中で、時に大量死亡をもたらした春の大雪の頻度も減っている。現代は、こうしたシカの増加を抑制していた様々な要因が効力を失った時代であることを、まずは理解する必要がある。

日本人がこれまでに経験したことのない時代に入った今日、森林管理の関係者たちが直面する問題にどのように対処すれば解決に導くことができるのか。そのことに回答を出すことが、本事業の目的とするところである。

2. 本年度事業の経過

本年度は、以下のとおり実施した。

(1) 委員会の設置

実施主体である弊社と協力して技術開発に取り組む団体を公募するため、その選定とその後の事業運営に関するアドバイスをいただくことを目的として技術指導委員会を設置し、この分野に関して専門性の高い以下の5名の方を委員とした。

小泉 透	独立行政法人森林総合研究所野生動物研究領域・領域長
小金澤正昭	宇都宮大学農学部森林科学科教授・演習林長
星野義延	東京農工大学農学部地域生態システム学科植生管理学研究室准教授
高田研一	特定非営利活動法人森林再生支援センター常務理事
坂田宏志	兵庫県森林動物研究センター／兵庫県立大学自然・環境科学研究所准教授

(2) 共同開発団体の公募と選定

共同開発団体を公募した結果、11の団体から応募があり、技術指導委員会での審査の結果、10の団体を選定した(表1)

(3) 事業の推進経過

①作業部会の開催(平成24年7月24日 経済産業省会議室)

3年目にあたり、過去2年間の成果と各団体の開発する技術を本事業の目的に沿うよう集約していく必要があることから、事業の再開に向けて意見交換を行った。

②中間報告会(平成25年1月26日 南青山会館)

捕獲技術開発の適期は秋から冬が主となることから、その成果があがることを待って中間報告会とした。中心となる評価、柵、捕獲のそれぞれの技術について、他地域への技術供与を踏まえた開発について協議した。また、前日に林野庁主催の事業担当者会議が開催され、国有林、自治体の林政、農政、鳥獣行政の関係者、及び研究機関の間の情報を共有することができた。

③成果報告会(平成25年3月1日 南青山会館)

成果を広く一般に提供することを目的にして、特に自治体の林政、農政、鳥獣の関係担当者を中心に開発した技術を紹介した。

3. 事業の内容

本事業では、森林に深刻な影響をもたらすシカの適切な管理にむけて、防止技術、復元技術、捕獲技術の3つの課題を設定し、危機管理の観点から現状を評価し、被害の発生を予測し、予防的措置を効果的に実行していくための指針を見つけ出す技術（評価の技術）。次に、対策のための技術として、緊急避難的あるいはすでに強い影響を受けている森林において、再生の観点からシカを排除する技術（柵の技術）。さらに、そもそもシカを減らさなければ問題は解決しないことから、現在の狩猟者たちの努力を重ねて、急峻な地形や降雪などの条件下において効果的にシカを減らす技術（捕獲の技術）の3つの方向から技術開発を進めてきた。

表1 共同開発団体と主要課題

対象地	団体名(略称)	技術開発課題			評価の 技術	柵の 技術	捕獲の 技術
		防止技術	復元技術	捕獲技術			
北海道新得町	新得町 ドリームヒル・トムラウシ			●			●
北海道	地方独立行政法人北海道立総合研究機構林業試験場 北海道 酪農学園大学			●			●
栃木県日光	東京農工大学大学院農学研究院 宇都宮大学農学部 栃木県	●	●	●	●		●
神奈川県丹沢	神奈川県自然環境保全センター 酪農学園大学	●	●	●	●		●
静岡県、三重県、 北海道	静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 株式会社特殊農機具製作所			●			●
徳島県、三重県	NPO 法人 Wildlife Service Japan			●			●
三重県大台	宮川森林組合 株式会社水辺研究所	●	●	●		●	●
京都府芦生演習林	京都大学芦生生物相保全プロジェクト	●	●			●	
兵庫県	ひょうごシカ保護管理研究会	●		●	●		●
山口県	山口県農林総合技術センター 山口大学			●			●

4. 本年度までの成果

(1) 評価の技術

シカによる森林への強い影響を防ぐために、やみくもに都道府県一律に対策をとることは財政的にも体制的にも困難である。また、多様な地理的条件を踏まえれば、あるいは被害の実態によっては、一つの方法が一律に効果をあげられるわけではない。限られた条件の下で確実に効果を上げていくことを求められていることから、十分に情報を集め、現状を評価して、それぞれの林分の現状に合致する方法を選択して、問題解決に向けて効果のある計画を作り上げることが求められる。本事業において、「評価の技術」を組み込んでいるのはこのような理由による。そして、これまでの3ヶ年で、評価の技術はほぼ完成したといつてよい。

「評価の技術」とは、現場において目的にかなった指標を得てくる調査技術と、得てきた指標を用いて統計的な解析にかけて回答を出す技術の2段階に大きく分けることができる。解析については統計処理の専門性が伴うことから、一定の専門性ある機関が担うことにすればよい。一方で、そうした解析に必要なシカの影響を示す指標、すなわちそれぞれの現場で得てくるべき調査データとは何であるか、この点の整理が求められている。また、そこでは、たとえば森林管理に携わる人たちが、無理なく情報を集めてこられるような、簡便性、効率性が求められている。

評価技術の検討は、ひょうごシカ保護管理研究会、東京農工大学・栃木県、神奈川県自然環境保全センター・酪農学園大学の3チームが担当した。

開発の特徴をあげるならば、ひょうごシカ保護管理研チームは、全県的な広域スケールを視野に入れ、簡便な方法でシカによる森林への影響度を図化することを目的としてきた。落葉広葉樹林、常緑広葉樹林（もともと下層植物が少なくシカの影響を読み取りにくい）のそれぞれにおいて、被害の指標を特定し、それを踏まえた統計処理の有効性を検証してほぼ完成している。今後は他地域の森林を対象にして、できるだけ普遍的な評価を進めるための指標の取り方などを検討していく段階に入っている。

一方、農工大学・栃木県チームは、国有林地域も多く、また自然公園の保護区に指定されているような自然度の高い地域において、ササ類や湿原植物などシカの食圧に対する脆弱性の程度からハザードマップを作成し、原生自然のほか公園利用の目的と合致させて、それぞれの土地利用区分に応じた対策メニューを示すという方法を提示した。

また、神奈川県・酪農大学チームでは、政策上の意思決定支援ツールを仕上げていくことを重視し、相補性解析（効率的な戦略を明示的に図化する）を用いて、複数の指標、たとえば、シカの密度からみた捕獲の優先地域を抽出し、一方では植物の多様性の指標から保全の優先地域を抽出するなどして、複数の指標を重ね合わせながら、総合的に対策の必要な場所の優先順位を特定し、さらには、そこでの対策手法を導き出すことができるようにしている。これも方法としてほぼ確立することができた。

以上から、全国的にシカを管理するための計画立案のための組み立てとしては、まずは広域スケールで評価し、先行してシカの捕獲圧を強化すべき地域を図化して抽出し、対策を進めながら、一方で、国有林や自然公園に代表される自然度の高い地域では、生物多様性や土壌流出などの砂防的観点に着目した比較的きめ細かい指標を得て、その保全を担保していく。そうした使い分けになる。

（２）柵の技術

シカの密度が高まる中で、捕獲と並び必要となる対策の一つが柵の設置技術である。植物の保存や再生を促すために緊急避難的にシカを排除して食圧を回避させる。

やみくもに捕獲を強化しても、シカはすぐには減らないので、シカによる植物への影響を軽減することができない。たとえば地域全体の捕獲の努力で個体数が減っていくとしても、その過程で、シカの好む植物が集中的に存在する場所や、狩猟を回避して逃げ込むことのできる保護区の中では高密度状態が続くことから、そこでの食圧を軽減することは困難である。そのため、まずは柵を設置して、実質的にシカの密度が下がるまではシカを排除して植物を護る必要がある。

柵の技術に関する検討は、宮川森林組合・榑里と水辺研究所、芦生生物相保全プロジェクトの２チームが担当した。

宮川森林組合・榑里と水辺研究所のチームでは、三重県の大台町で事業の前から設置されているさまざまな柵の様式について効果測定を行い、継続的に植物の回復状況をモニタリングしている。柵の様式としては、小面積を囲むパッチディフェンス、林班全体を囲むゾーンディフェンスがあるが、小面積のパッチディフェンスでは、シカが高密度であるにもかかわらず、また、柵の外側に比べて内部の植物の回復が著しいにもかかわらず、何年にもわたってシカが侵入していないことが確認されている。これについてはシカにとって小面積柵が捕獲檻のように映っている可能性が指摘されている。また、仮に破られたとしても、被害に遭う面積が狭いのでリスクは小さく抑えられる。さらに費用対効果の検証も進んでおり、柵高 1.5m まで下げてシカの侵入がないこと、柵の範囲を 24m 四方まで広げてシカの侵入が回避されていることが確認されている。

一方、林班を全体的に広く囲った場合は、設置時のコストは同面積に対応させたパッチディフェンスよりも安くなるが、倒木や動物の侵入で一か所でも穴が開けば、害を受ける面積の大きさ、それを補修するための必要な頻繁な見回りやメンテナンス業務に伴い、長期的に見れば高コストになってしまうため、そのことを踏まえると、植物の保護や復元を念頭にした長期的な費用対効果は、パッチディフェンスのほうが高いことが整理されてきた。

一方、芦生生物相保全プロジェクトの進める、生物多様性を保全する目的から流域生態系を囲んでシカに対処するという方法は、その目標設定において異なり、現時点での自然度の高い、希少性の高い植物の存在する生態系を保全するという観点からは、流域生態系をまるごと囲って保護していくことが有効であり、その目的に特化して、きめ細かいメンテナンスを付随させた対策を選択させていく。

両者の使い分けは、「評価の技術」における、ひょうごシカ保護管理研方式と、農工大・栃木県方式や神奈川県・酪農大方式が目的を異にすることと同様である。

（３）捕獲の技術

シカの問題を解決につなげていくための捕獲技術には２つの目標がある。一つは県境をまたいで季節的に広域に移動するシカを全体的に減らしていくこと。もう一つは人工林や高山の自然植生など、被害を受けては困る場所で、被害の発生する時期にシカを減らすことである。この２つの目的は同時に進めていくべきものである。もちろん、あら

ゆる捕獲は全体の数を減らす目的につながることは言うまでもない。

ただし、目標を達成させるための効果的な捕獲の技術の組合せは違いがある。前者は、これまでの狩猟がそうであったように、落葉して林内の見通しが良くなる秋から冬の時期に実施することが最も効率が良い。また、その時期は植物が枯れて餌が減るので、誘引餌の効果が高い。また、積雪や低温を避けてシカの集まる場所（越冬地）を把握しておけば、目標を絞り込むことができる。そして現状では、地域の猟友会がこの任を担っている。一方、後者は、春から秋にかけて植物の繁茂する時期に、シカの食圧を避けることが必要な場所で実施する捕獲である。したがって、場所を特定して実施する。この場合、その場所に集まるシカを捕獲して排除することのほかに、行為そのものがシカを忌避させるものであっても目的を達することになる。

捕獲の技術の検討は、北海道新得町・(株)ドリムヒル・トラウシ、北海道立総合研究機構・酪農学園大学・北海道、栃木県・東京農工大学・宇都宮大学、神奈川県自然環境保全センター・酪農学園大学、静岡県林業研究センター・(株)土谷特殊農機具製作所、NPO 法人 Wildlife Service Japan、宮川森林組合・(株)里と水辺研究所、ひょうごシカ保護管理研究会、山口県農林総合技術センター・山口大学の9チームが担当した。

捕獲技術には、銃を用いた方法、捕獲柵を用いた方法、くくりわなを用いた方法、スタンションを応用した特殊な捕獲機具を用いた方法の技術の開発が進められた。

■銃を用いる方法

狙撃に有効な場所を絞り込んで、捕獲地点にブラインド・テントを設置し、射程内に餌を置き、誘引されたシカを銃で撃つ誘引狙撃法と、特定の林道の通行を制限し、積雪期には除雪して、林道内の数か所に餌を置き、車両によって移動しながら餌に集まるシカを狙撃するモバイルカリングと呼ばれる方法を検討してきた。その結果、必要となる課題は、安全管理はもちろんであるが、成果の比較から、確実に頭部を撃ち抜くことのできる狙撃者の技術がきわめて重要であり、そのことによって次の個体が逃げないので複数の個体を仕留めることができ、効果があがることが確認された。このことから、現在の猟友会の狩猟免許取得者の中から腕のある人材を選別することも大事であるが、近い将来に狩猟者がいなくなる現実を踏まえて、高い精度で狙撃することのできる人材を育成することが、非常に重要な課題であることが明確になった。

■捕獲柵

遠隔操作で扉を閉める方法は確立され、森林内でできるだけ簡易に移動させる方式が検討途上にある。また、長く小面積の植生保護柵が設置されてきた神奈川県の丹沢山地では、冬の餌のなくなる時期に植生保護柵内に茂るササに誘引されてくるシカを捕獲するために、柵に扉を設置しての捕獲が試みられた。このことは、間伐跡地に柵を設置して、中の植生が茂ってから捕獲柵へと転用することの有効性を示すものでもある。

■くくりわな

とくに西日本において伝統的にイノシシ、シカの捕獲に用いられてきた猟法である。一部の国有林でも職員が使用して成果をあげている。捕獲柵の開発を進めてきたひょうごシカ保護管理研究会では、植物が茂り、捕獲柵に用いる誘引餌の効果が落ちる時期にはくくりわなが適していることを示している。ただし、ツキノワグマの生息する地域では、誤捕獲による対応が必要になる。

■ スタンション

特殊な捕獲技術を要せず、簡易で安全な捕獲機具の開発を目指して、静岡県と(株)土谷特殊農機具製作所が、家畜用のセルフロックスタンションを野外のシカ捕獲用に改造したものである。わな免許を必要とせず、捕獲檻よりも軽量である。設置時の固定、誘引など、改良点は残るものの、ほぼ完成に近づいた。

三重県大台町の宮川森林組合のチームが、このスタンションをパッチディフェンスに組み込んで捕獲を試みているが、捕獲の成果がない。このことは、先の柵の項で示したように、小規模の柵が檻のようにシカに認識されていることの証明とも受け取れる。やはり、神奈川県の新井保護柵の転用実験で示されたように、すでに柵外に餌となる植物がない地域、あるいは無い時期に、柵内の植物への誘引効果が高まれば捕獲の可能性が期待される。

■ 技術移転の検討

今年度は、NPO 法人 Wildlife Service Japan によって、新たな地域に捕獲技術を移転した場合にどのような準備が必要であるかが検討された。その結果、捕獲の技術指導に当たるスタッフ（コーディネーター）が現地に赴いた際に、一連の捕獲作業に必要な、給仕、狙撃、回収の流れをスムーズに進めるために、地元の利害関係者との調整、許認可等をマネジメントする人材（実施責任者）が不可欠であることが示された。

このことから、それぞれの地域で捕獲を推進していくためには、一方で、先に示したような狙撃能力が高いとか、わなの設置能力が高いといった技術者を養成すると同時に、調整能力のある実施責任者を核とする受け入れる側の体制を、それぞれの地域に作り上げておく必要があることが確認された。

5. 技術の活用

本事業で開発した技術は、以下のような位置づけで活用することを想定しているが、技術の活用のためには、実施体制をそれぞれの地域に準備しておく必要がある。

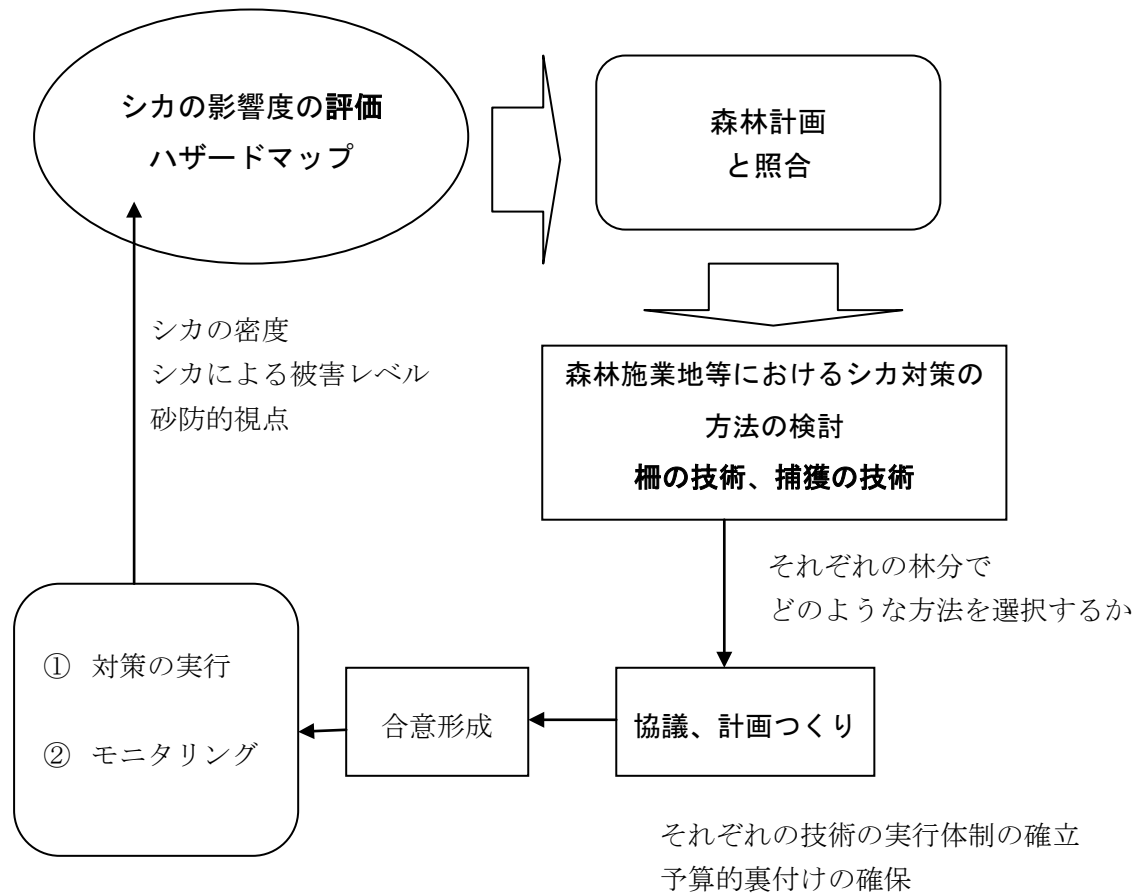


図1 技術を推進していくために必要なPDCAの循環

表 2 それぞれの技術の位置づけ

活用の方向	評価の技術	柵の技術	捕獲の技術
目的	シカ対策の戦略設定	対策	対策
	森林計画と照合させつつ、シカ対策のための計画を作る。	緊急避難的に、あるいは予防的にシカによる食圧を回避して、希少種を保護し、植物の再生を促す。	広域的にシカの個体数を減らすことと、個々の被害地でのシカの密度を抑制することの2面がある。両者は密接に関係するので協議が必要。
専門性が 必要なこと	解析に用いる指標を得るための現地調査の設計。 得られた現地データを用いた統計解析。 解析結果を踏まえたシカ対策の計画提案。	森林計画に照らして、立地条件を踏まえて、再生の方針を決める。 再生方針に基づいて、柵の設置方針を決める。	全体の個体数を減らすためにどのような捕獲を実行するかを決める。(鳥獣保護法の範疇) シカの影響を受ける被害地で、あるいは間伐予定地で、どのような捕獲方法を用いるかを決める。 捕獲の実行のための準備をする。 特殊な方法の場合は、専門性を有した者が捕獲を実行する。
森林管理者でも できること	現場に必要な指標を得るためのモニタリング調査の実施。	柵の設置。 メンテナンス。 再生に向けた苗木の活用。	狩猟免許取得者による捕獲。 捕獲の補助(林道の通行制限や除雪、安全管理、ワナの設置、見回り、捕獲個体の処置、許認可、等)。

Ⅱ 個別技術開発報告

共同開発団体	北海道新得町・株式会社 ドリームヒル・トムラウシ
担当責任者	大澤 恵介（新得町）、高倉 豊（（株）ドリームヒル・トムラウシ）
技術開発名	移動式囲いワナの開発
技術開発課題	【捕獲技術】

1. 業務概要

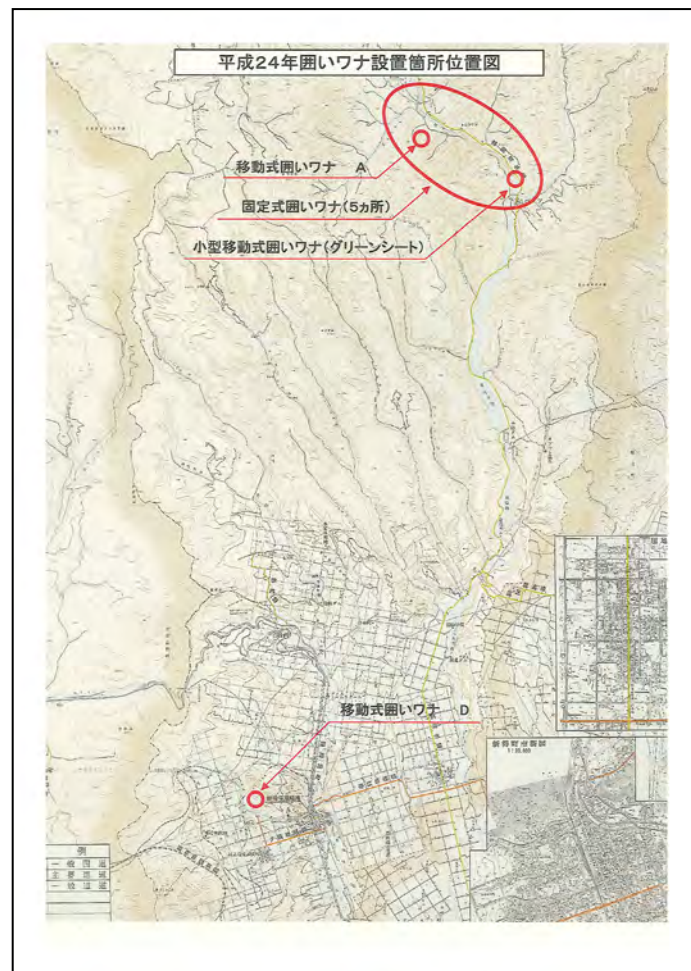
【開発目的】

エゾシカの増加による林業被害に加え、天然林の衰退や下層植物の消失といった深刻な影響が発生し、生物多様性保全をはじめとする森林の公益的機能への影響が懸念されている。しかし、これまでのような個々の森林所有者による単発的なワナの設置などの対策等では限界があり、地域の森林を一体的にとらえた総合的な被害対策を推進することが必要になっている。

このため、本事業は、平成22年に作成した大型の移動式囲いワナにて、捕獲の実証実験を行ってきた実績を基に次なる課題をクリアするべく、移動式囲いワナの小型化の技術開発を目指し、捕獲可能領域を拡大する事を目的として実施する。

2. 技術開発の成果

【平成24年移動式囲いワナ・固定式囲いワナ設置箇所】



○大型移動式囲いワナーA

国有林内（幌内）

捕獲期間 4月～6月、9月～10月



○大型移動式囲いワナーD

町有林内（新得山）

捕獲期間 4月～5月



※平成22年に作成した移動式囲いワナを設置。

※B、Cについては平成23年に撤去済み。一部移動式囲いワナーDへ使用。

○その他 移動式囲いワナーAと同地区半径5km 圏内に固定式囲いワナ（5ヵ所）にて捕獲行動を行っている。

【平成22年～平成24年大型移動式囲いワナ・固定式囲いワナの捕獲結果】

	平成22年	平成23年	平成24年	合計（頭）
移動式ワナA	秋以降 0	67	43	110
移動式ワナD	—	0	12	12
合計	0	67	55	122
固定式ワナ（5ヵ所）	392	191	268	851
総合計	392	258	323	973

※平成23年の移動式ワナDは、8月～9月に捕獲を実施。

【平成24年大型移動式囲いワナの月別捕獲頭数】

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
移動式ワナA	—	—	—	13	8	9	—	—	11	2	—	—	43
移動式ワナD	—	—	—	10	2	—	—	—	—	—	—	—	12

	捕獲回数	捕獲頭数	平均
移動式ワナA	11回	43頭	3.9頭
移動式ワナD	5回	12頭	2.4頭

【大型移動式囲いワナ・固定式囲いワナのコスト比較】

○1m当たりの単価比較

移動式囲いワナA—周囲240m・移動式囲いワナD—周囲120m

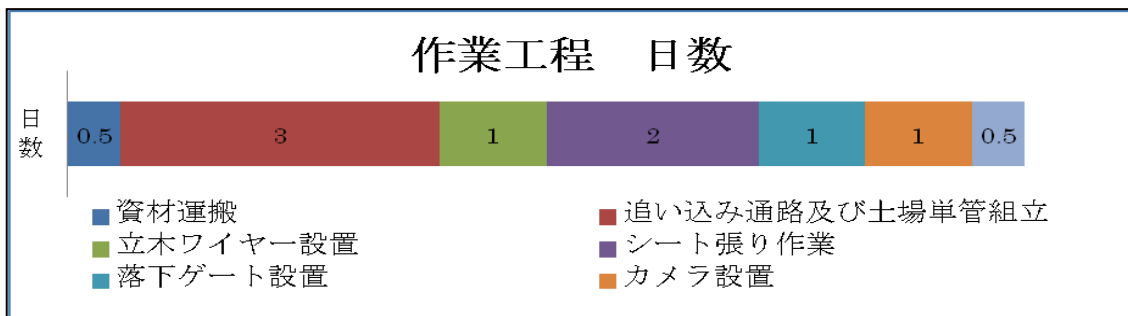
移動式囲いワナ	8,163円	資材費のみ。設置に関しては、人力で設置可能。
固定式囲いワナ	17,519円	資材費及び設置費込み。

固定式囲いワナは、地中に支柱を埋め込むため設置費にかなり費用を要するが、大型移動式囲いワナについては、資材の運搬以外は人力で設置が可能のため、コストの面では安価になる。

【大型移動式囲いワナの設置・移動に係る人区】

設置・移動人区 18人区（2人／9日）

（条件：周囲200m平坦地における設置）



【平成24年大型移動式囲いワナの成果と課題】

平成22年から周囲数100mにわたる、大型の移動式囲いワナを開発し、捕獲の実績も上げてきている。年間捕獲頭数に関しては、平成23年の67頭に対し平成24年は43頭と24頭少なくなったが、9月後半から10月後半にかけてセンサーカメラにヒグマの往来が目立ち、捕獲行動自体をストップしたのが大きな要因と思われる。

しかし、移動式囲いワナDの結果の様に、捕獲可能期間も短く、ベース地域より距離があり、また1回の捕獲行動で2.4頭ほどの実績の地域に大型の移動式囲いワナで対応するのは非常にリスクが高いと判断された。

これらの結果から大型の移動式囲いワナだけでは対応する事の出来ない場所や設置・捕獲コストなどの面で下記のような課題が出てきた。

- ・ベースとなる地区からの距離がある。
- ・設置箇所のスペースが狭い。
- ・1シーズン中に設置箇所を数箇所移動したい。
- ・被害はあるものの大型の移動式囲いワナでは、設置・捕獲コストの方が上回る程度の生息頭数である。

以上のような課題をクリアするべく、小型の移動式囲いワナを開発し、大型と小型の移動式囲いワナにてエゾシカの捕獲可能域を拡大することが出来る。

【小型移動式囲いワナの構造】

周囲約2.4 mに設定し、移動式囲いワナの囲いを作成。

外壁として4種類の素材を選定。(グリーンシート・樹脂ネット・金網・コンパネ)

・グリーンシート

3 mの単管を組み合わせて骨組みとし、3 m×1.3 mのシートを張り付ける。

・樹脂ネット

3 mの単管を組み合わせて骨組みとし、3 m×1.3 mの樹脂ネットを張り付ける。

・金網

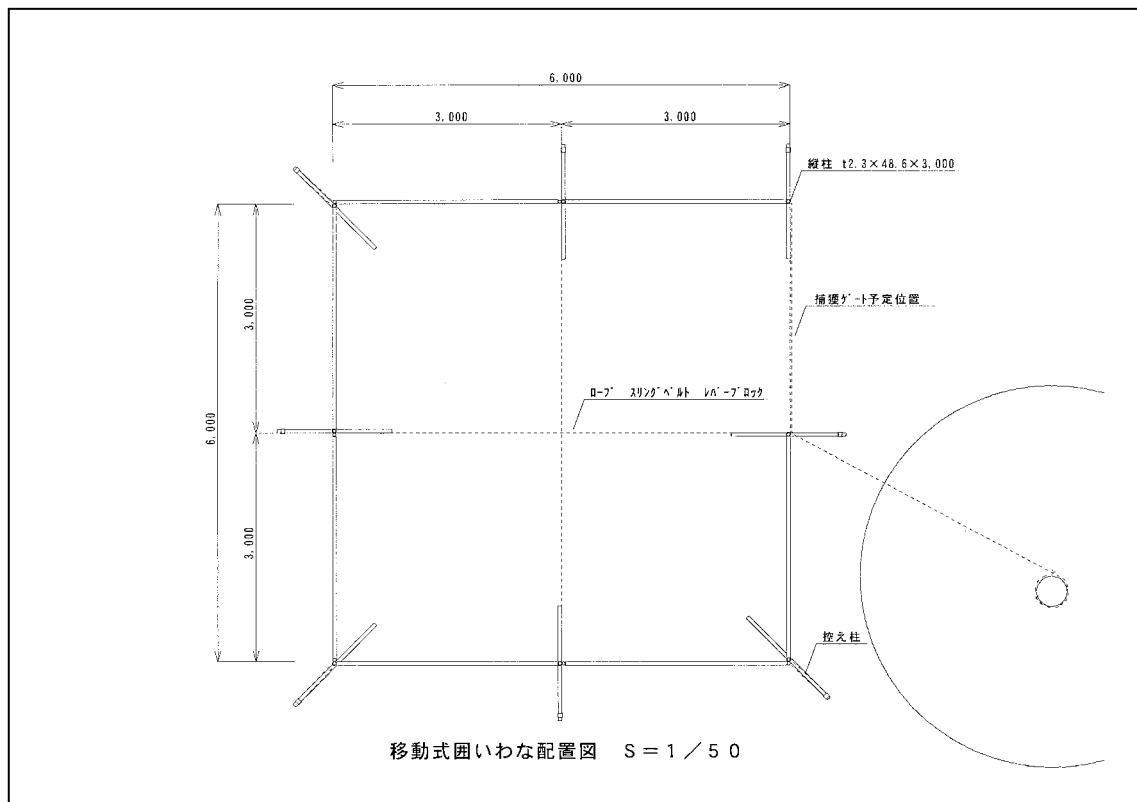
3 m×2.2 mの金網のパネルを作成し、パネルを組み合わせる。

・コンパネ

平成22年作成の追い込みBOXを併用し、5.4 m×1.8 mのボックスを一部改良する。

○各種図面

<平面イメージ図>グリーンシート・樹脂ネット・金網

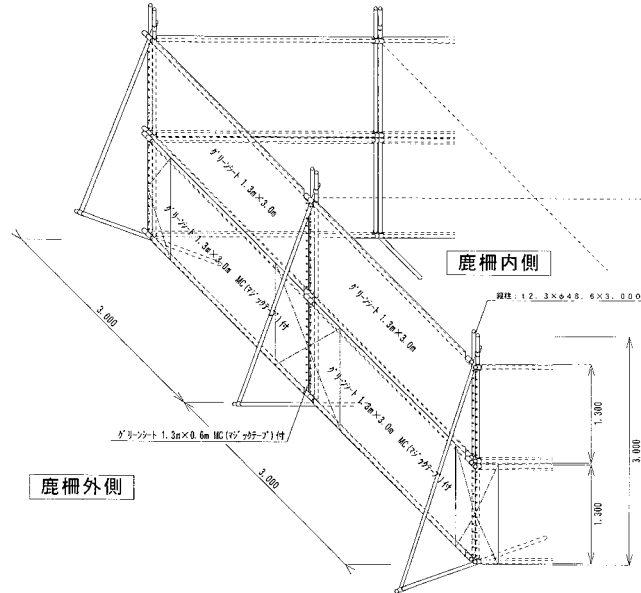


<グリーンシートイメージ図>

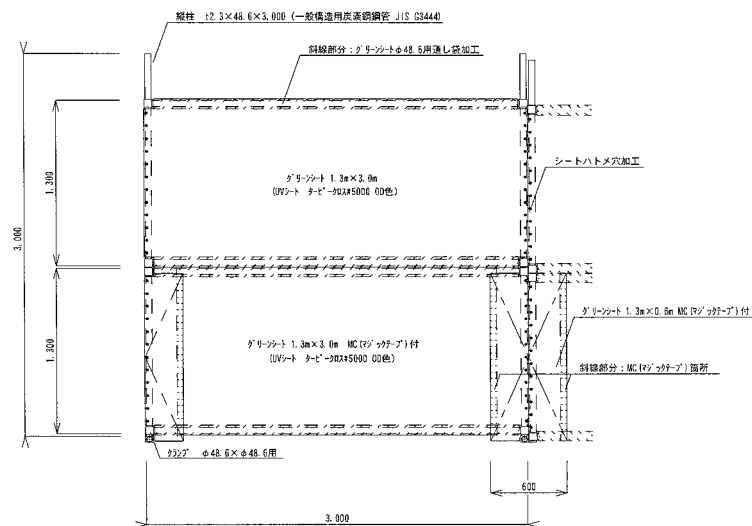
移動式囲いわな グリーンシートタイプ S=1/50

延長 21.0m

骨組：単管 12.3×φ48.6
一般構造用炭素鋼鋼管 (JIS G3444)
屋根トッポ付厚さ：275φ63以上
単管接続：48.6直交 クランプ使用

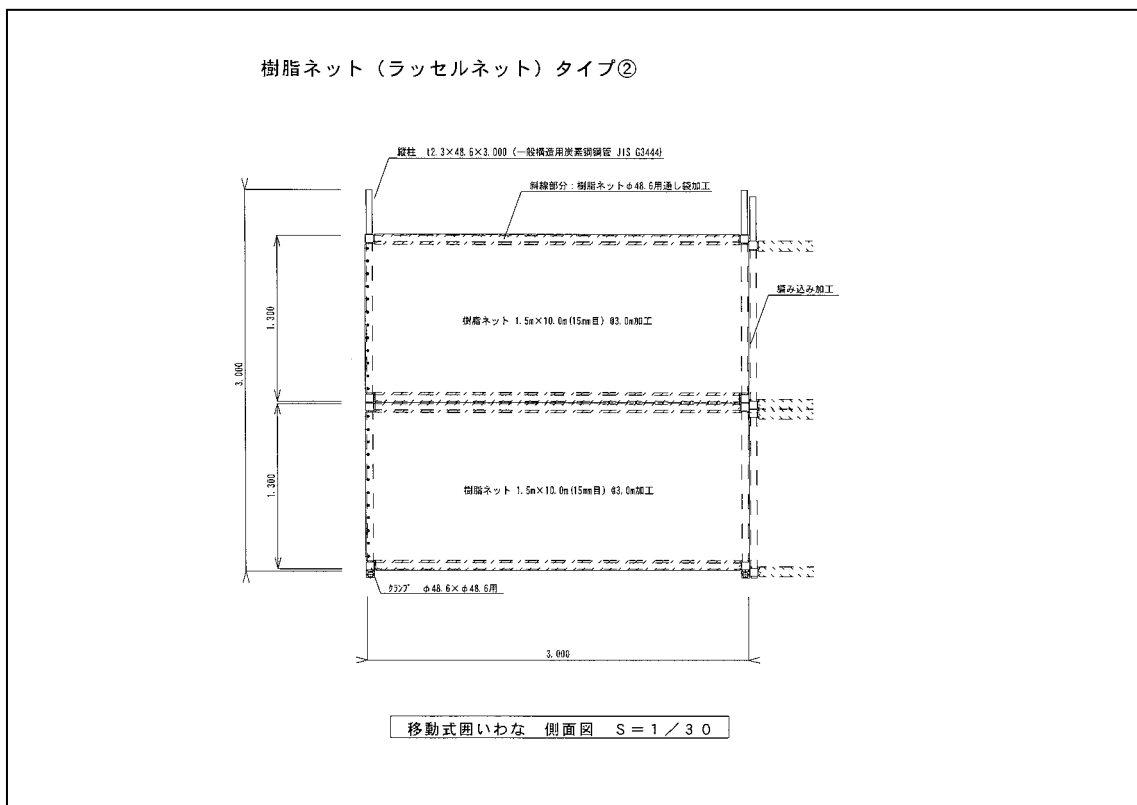
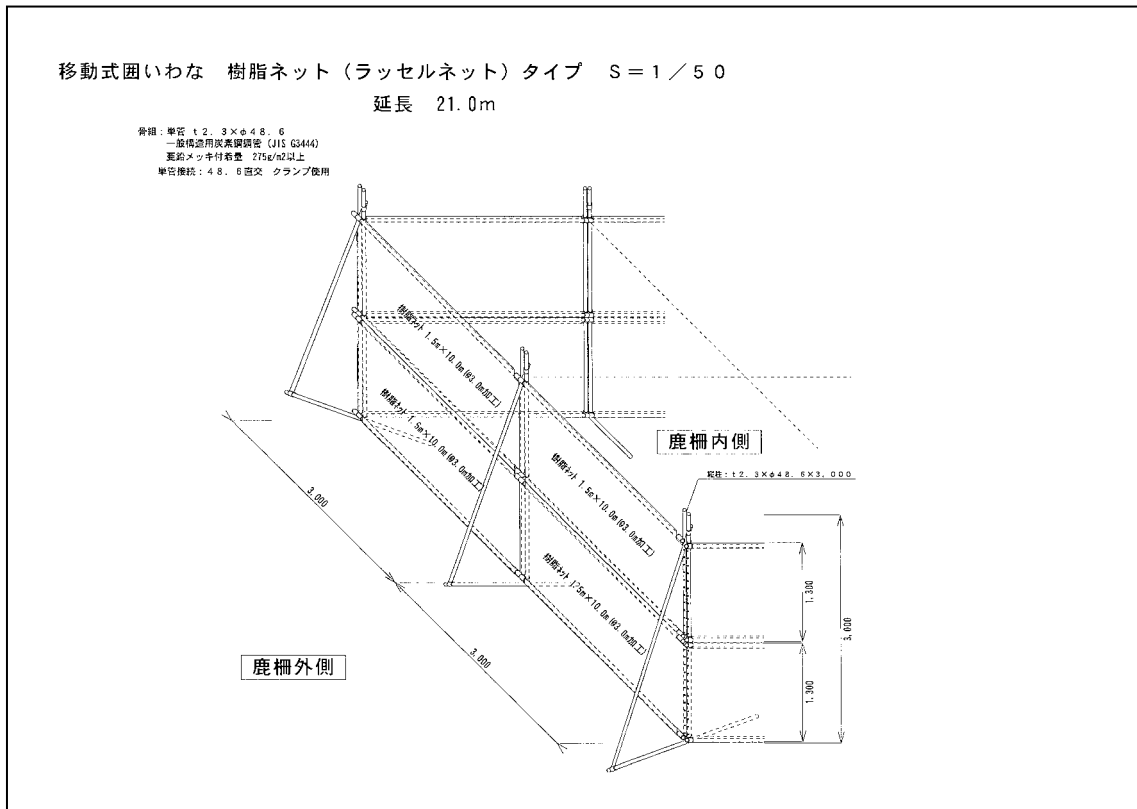


グリーンシートタイプ①

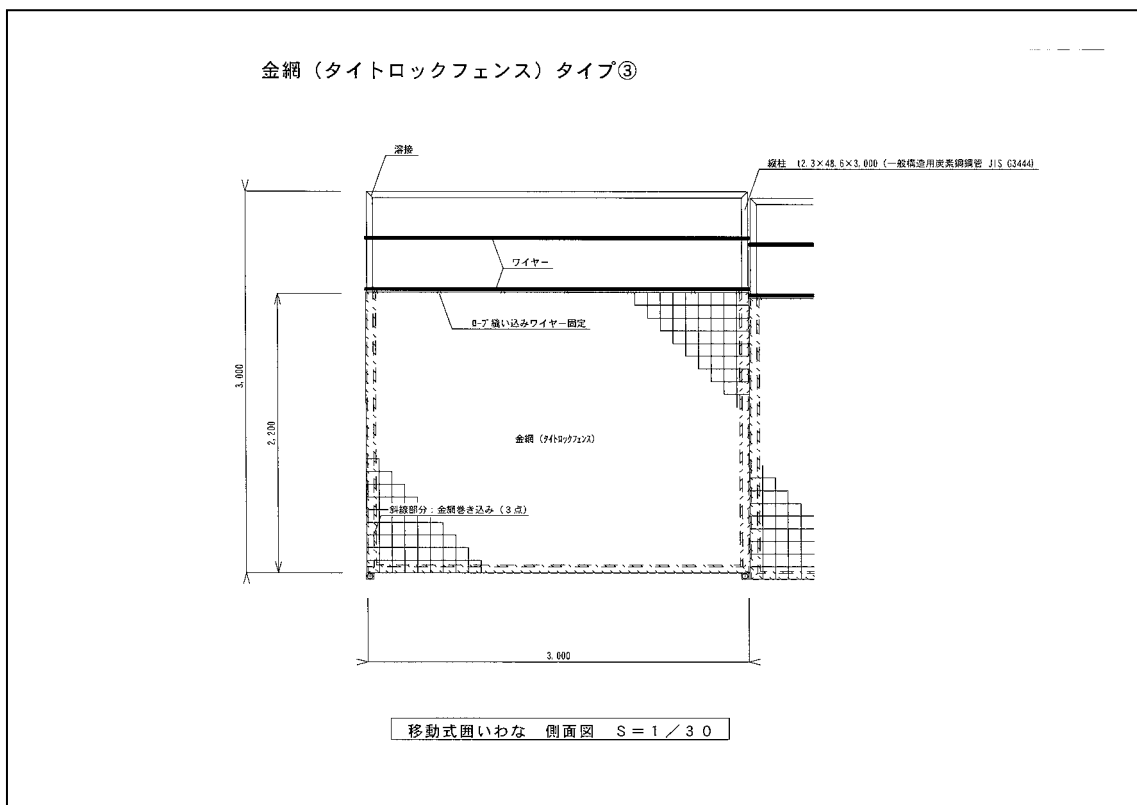
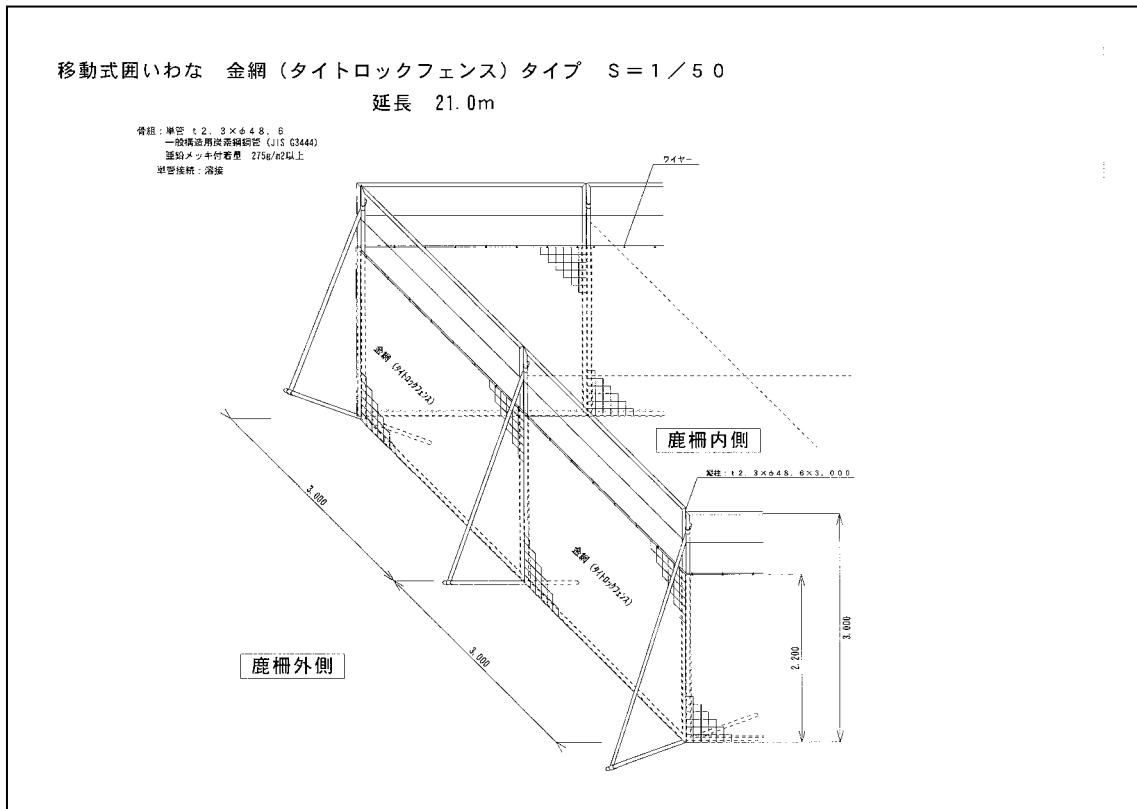


移動式囲いわな 側面図 S=1/30

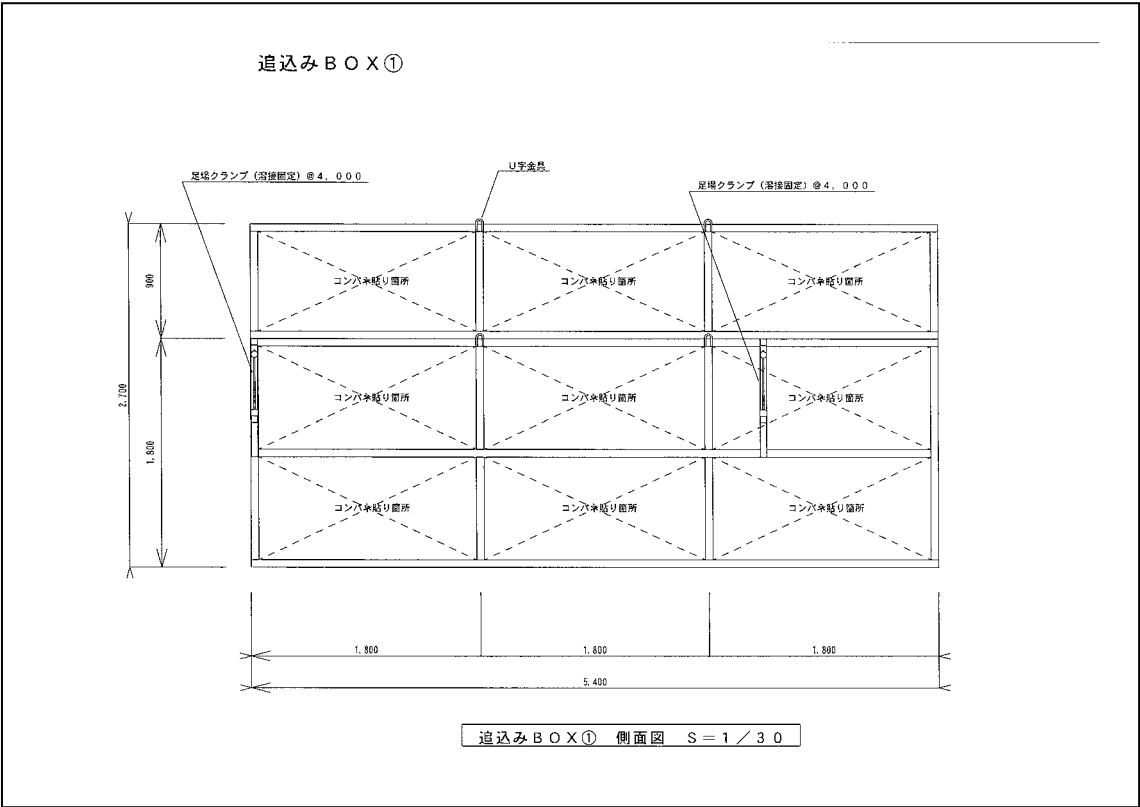
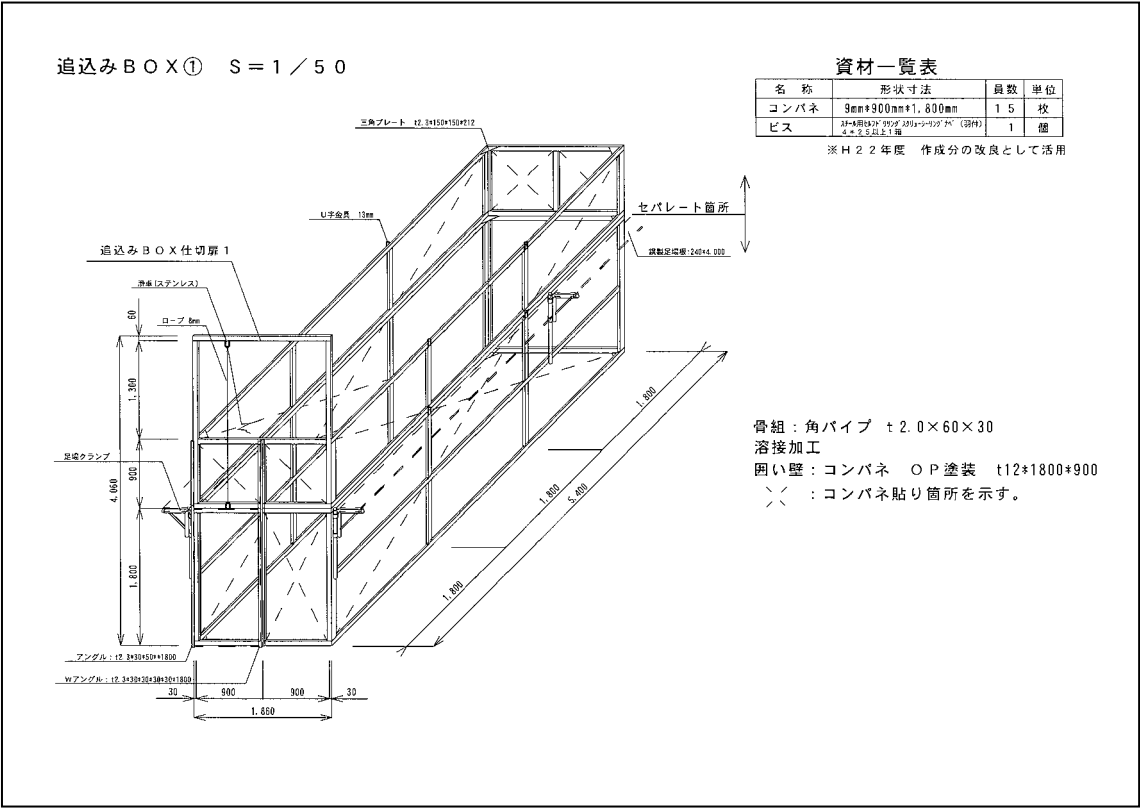
＜樹脂ネットイメージ図＞

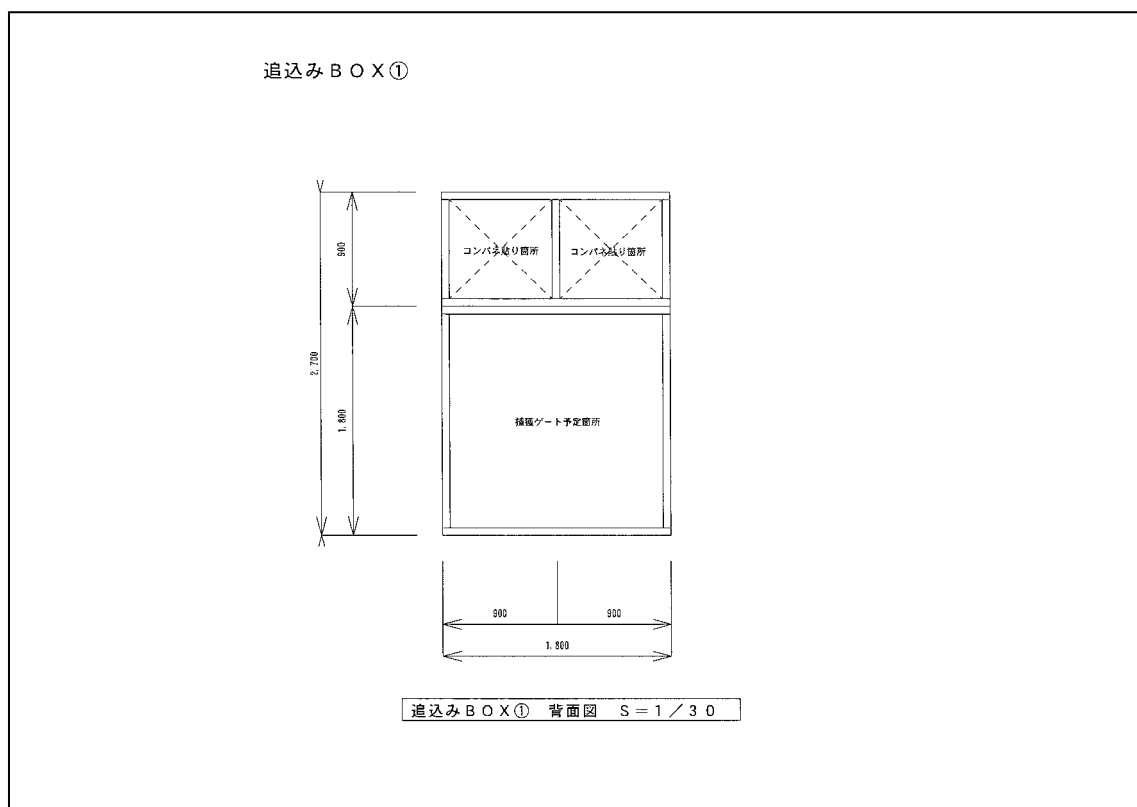
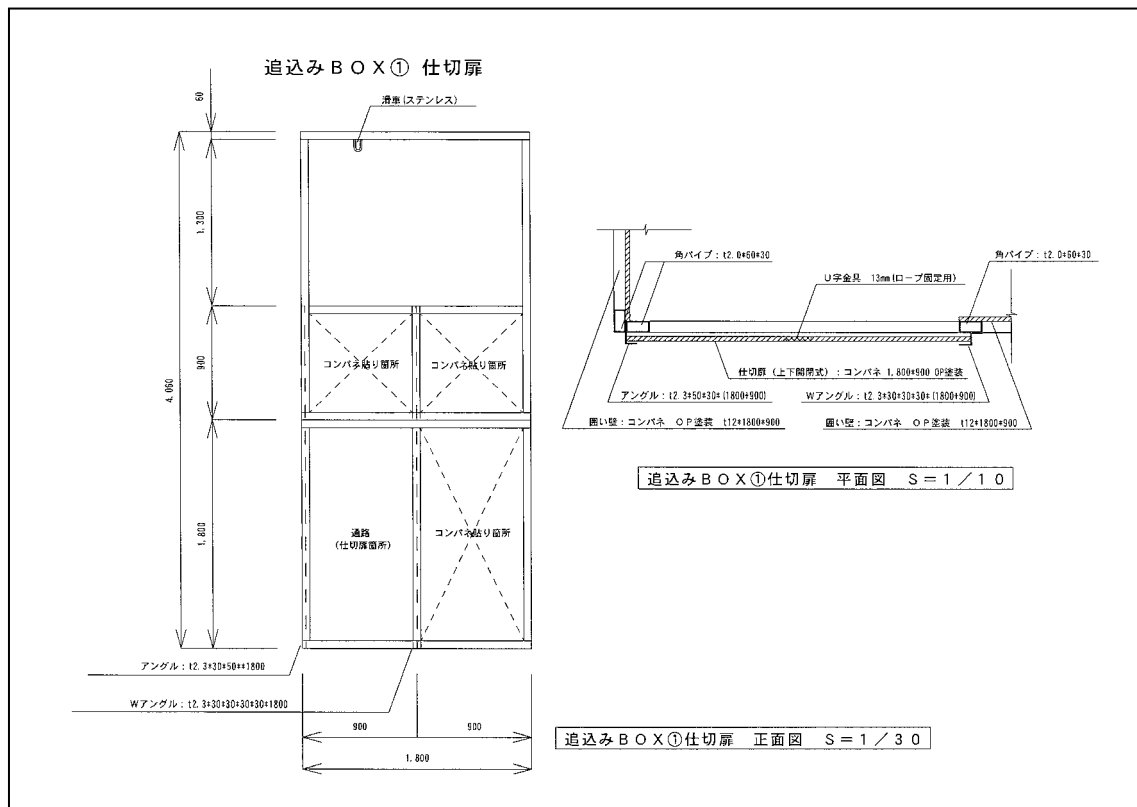


<金網イメージ図>



＜コンパネイメージ図＞





【小型移動式囲いワナの利点】

- ・ 短時間、少人数での設置が可能。（グリーンシート 2 人／日にて設置検証済み）
- ・ 立木が無い場所や小さなスペースで設置が可能。（森林内退避場・土場等）
- ・ 設置場所の伐採や整地等が必要ない。
- ・ 短期間（数日単位）で設置場所の移動が容易。
- ・ 銃の使用が困難な場所でも設置が可能。

【小型移動式囲いワナ設置写真－グリーンシート】



【小型移動式囲いワナ誘引実績－グリーンシート】

2月 7日	ワナ設置、誘引飼料投入(ビートパルプ) センサーカメラ設置	なし
8日	特になし 昨日夜より天候悪化(吹雪)	なし
9日	ワナの外に誘引飼料設置(ビートパルプ)	オス①初侵入 約15分滞在
10日	センサーカメラ確認	メス①初侵入 約15分滞在 オス①昨日ほぼ同時刻45分滞在
11日	センサーカメラ確認	メス②初侵入 25分滞在 メス① 30分滞在 オス①はワナの外までは確認あり。
12日	センサーカメラ確認	別々に4頭侵入1時台にはメス①がいる所に オス①がやって来てメス①は逃げ出た。
13日	センサーカメラ確認	メス②とオス①が侵入

	18時	19時	20時	21時	22時	23時	00時	1時	2時	3時
2月 7日										
8日										
9日										
10日										
11日										
12日										
13日										

■ オスA

■ メスA

■ オスB

■ メスB

【エゾシカ侵入写真】



3. まとめ

【小型移動式囲いワナ総評】

小型移動式囲いワナ（グリーンシート）を2月7日にトムラウシ地区（ドリームヒル・トムラウシ敷地内）に設置。設置当日の7日、直後の8日は悪天候の為と思われるが、エゾシカの侵入はなかった。しかし、設置後わずか3日目にしてエゾシカの侵入を確認。

その後13日まで（7日間）で、4頭のエゾシカの侵入を確認。滞在時間は徐々に長引いているが、2頭同時に侵入した事はなく、2度にわたりオス鹿がメス鹿を追い出す場面を確認された。

以上の内容から、センサーカメラでの撮影結果上、設置後1週間で4頭のエゾシカを捕獲出来た事になるが、いずれも1度の捕獲で1頭という事になり、捕獲効率の面でさらなる改良が必要となる。また、捕獲ゲートの構造や監視作動システムの選択、止め刺しや追い込み移送に関しても考慮し今後の課題とする。

【平成24年の成果】

- ・設置期間として2人区にて1日で設置可能。（捕獲ゲート並びに作動部分は除く）
- ・設置箇所と季節をうまく選定できれば、数日で捕獲可能である。
- ・エゾシカが餌場と認識すれば毎日定期的に出没、日を迫うごとに滞在時間も延びる。

【今後の課題】

- ・捕獲ゲートの構造と作動装置システムの構築。
- ・捕獲の実証実験・捕獲効率のアップ。
- ・捕獲後の止め刺し・追い込み生体移送。

【今後の計画】

- ・小型移動式囲いワナ4基の完成目標を誘引効率の高い春に設定し、3月後半から5月前半までの間に4基の誘引効率及び改善点の検証。
- ・小型移動式囲いワナに合った捕獲ゲートの構造、寸法の確定及び作動システムの選定。
- ・複数の捕獲を目指し、捕獲効率を上げるべく4種類の外壁による捕獲効率の検証。
- ・捕獲後の止め刺しまたは追い込み移送についても考慮した形での実証実験。

共同開発団体	北海道立総合研究機構・酪農学園大学・北海道
担当責任者	明石 信廣（北海道立総合研究機構）
技術開発名	森林施業と組み合わせたエゾシカの効率的捕獲方法の確立
技術開発課題	【捕獲技術】

1. 目的

北海道内において、エゾシカによる被害は、51 億円（平成 21 年度）に達しており、生息数の増加に歯止めをかけるため、道では捕獲目標を約 16 万頭として緊急対策に取り組んでいる。狩猟者登録数が減少する中、効率的な捕獲や新たな捕獲体制づくりが求められていると同時に、北海道の貴重な資源としての有効活用が期待されている。

このため、エゾシカの主な生息地である森林において、エゾシカを適切に管理・活用していく仕組みづくりが求められている。エゾシカは、除雪された林道周辺をよく利用したり、伐採された木の枝条を食べるため伐採跡地に集まることが知られており、森林施業との連携によってエゾシカを効率的に捕獲できる可能性が高い。また、森林管理者が事業者との調整を図り、積極的にエゾシカ捕獲に関与することにより、安全性の確保も期待される。そこで、森林施業地や施業に伴う林道除雪を活用した効率的な捕獲手法の確立を図ることを目的として、事業を実施した。

昨年度には、捕獲体制の異なる 3 地域において、除雪林道を活用したエゾシカ捕獲を実施し、捕獲数、捕獲効率等のデータを収集した。西興部村では、除雪した林道沿いに被害木の枝条等を給餌し、西興部村猟区管理協会による管理のもとでエゾシカ捕獲を行った。むかわ町では、除雪した林道において地元ハンターが捕獲を行った。浜中町では、森林管理者による厳重な安全管理のもと、除雪された林道に複数の給餌場所を設定して車両内外からの発砲によりシカを捕獲する「モバイルカリング」を行った。

これらの 3 地域では、それぞれ 3～4 月まで捕獲を実施したため、本年度、捕獲効率等の検証を行った。また、浜中町では、昨年度の捕獲に関する分析結果を踏まえ、さらに捕獲効率を高めるための改善を行い、捕獲を実施した。

これらの成果をもとに、森林でのシカの効率的な捕獲のためのモバイルカリングの手法やシカ捕獲のための林道除雪の有効性について報告する。

2. 平成 23 年度に実施された林道除雪を活用した捕獲の効果検証

（1）西興部村

1) 方法

近年、道有林や国有林において、除雪によって狩猟環境を整備する事業が行われている。しかし、ほとんどの地域では一般狩猟が行われており、正確な捕獲状況の把握が困難であるため事業の直接的な評価は行われていない。西興部村猟区では、鳥獣保護法に基づく猟区制度により地元ガイド付きの入猟が徹底されており、不特定多数の一般狩猟が行われていないため、全ての入猟が記録可能である。そこで、西興部村猟区において道が実施する林道除雪の効果について、捕獲頭数および捕獲努力量を基に評価した。

平成 23 年 2～3 月に猟区内の道有林 3 林道（札滑本流、八号、ペンケ）において、平成 24 年には 1～3 月に同 3 林道（砂金沢、八号、ペンケ）において、除雪事業が実施された。除雪距離は、平成 23 年は 18km、平成 24 年は 15.3km であった。除雪林道においてガイド

付狩猟（週に数回）が実施された際に、入林日時・目撃個体数・捕獲数・入猟人数を記録した。入猟者1人1日あたりのエゾシカ捕獲頭数（CPUE: Catch per unit effort）を算出し、捕獲効率とした。

平成24年には、各除雪林道沿いに餌場を設け、シカの誘引を試みた。砂金沢林道には、圧片コーンおよび広葉樹枝条を同一の餌場に置いた。八号林道には、広葉樹枝条2カ所、圧片コーン3カ所の餌場を設けた。ペンケ林道には、広葉樹枝条1カ所、圧片コーン3カ所の餌場を設けた。広葉樹枝条は2月1日及び4日に、1カ所につき数十kgを置いた。圧片コーンは2月4日から捕獲で林道に入林した際に1カ所につき2リットル散布した。餌場へのシカの出没状況は、松浦（未発表）によって、自動撮影装置 Ltl Acorn5210A（検知感度：normal、撮影枚数：1枚/検知、撮影抑制時間：5分）を用いて検討された。

本調査はNPO法人西興部村猟区管理協会及び森林総合研究所北海道支所のご協力のもと実施された。

2) 結果と考察

除雪林道において、平成23年には49日間の捕獲調査期間中、のべ29人日の入猟で44頭が、平成24年には91日間の期間中、のべ32人日の入猟で33頭が捕獲された。捕獲効率はそれぞれ、1.52、1.03であった。図-1に示したとおり、月別の捕獲効率は、平成23年には2月から3月にかけて捕獲効率は1.5前後で維持された。平成24年には1月から3月にかけて1.5から0.8に低下したが、4月には1.2まで回復した。

除雪による狩猟環境の整備によって、2年間で77頭のエゾシカが捕獲された。平成23年2月の捕獲頭数は、除雪事業が実施されなかった前年と比較すると292%となった。2月は1年の中でも積雪が深く、西興部村のような多雪地域においては多くの林道が雪で閉ざされるため、流し猟を行う場合、シカの探索範囲が著しく制限される。除雪によって探索範囲を拡大することが、シカの捕獲効率を高めることに繋がったと考えられる。平成12～17年度のエゾシカ保護管理ユニット9（北見）における一般狩猟の捕獲効率はおおよそ0.6～0.8（北海道エゾシカ対策室ウェブサイト）であった。年度が異なるため単純な比較はできないが、これらを比較すると除雪林道の捕獲効率は2倍程度高い値となった。西興部村猟区では猟区の管理規程によって、狩猟者1日あたりの捕獲制限が原則オス・メス合計1頭、さらに捕獲するには追加料金が必要（一般可猟区ではオス1頭、メス無制限）であることを考慮すると、西興部村猟区における捕獲効率は潜在的にさらに高くなる可能性がある。

西興部の11～2月の累積降雪量（アメダスデータ）は、平成22/23年冬では413cmであったのに対して、平成23/24年冬では491cmと、約2割多か

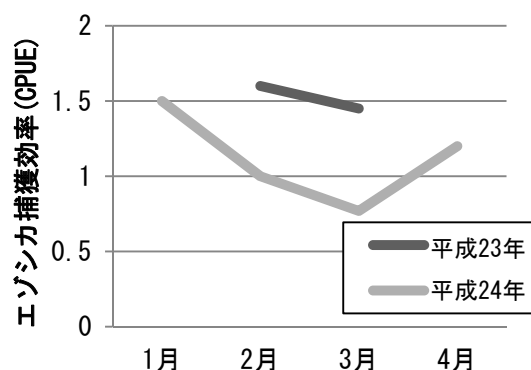
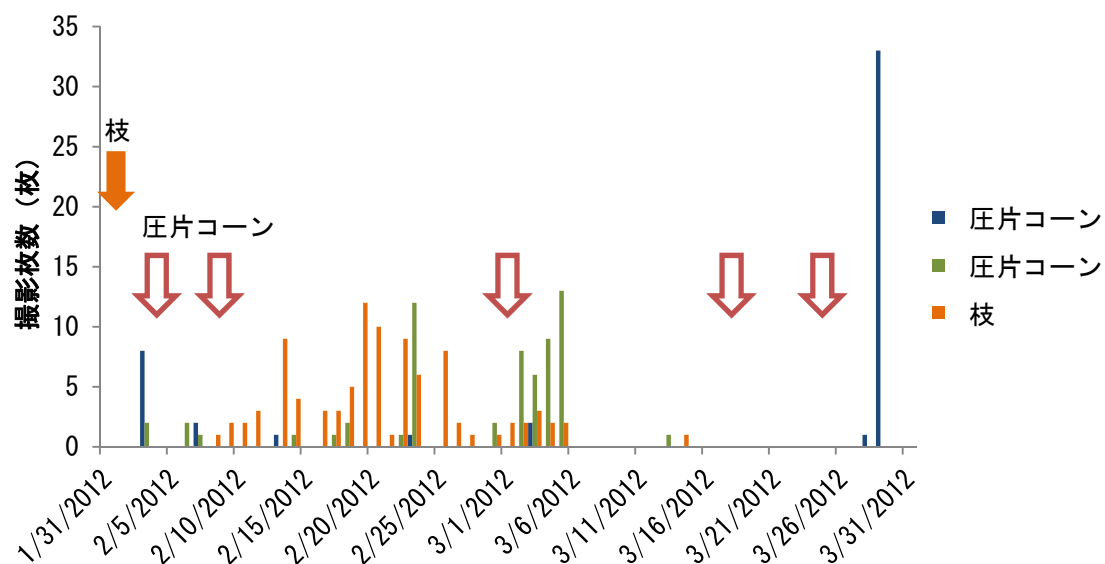


図-1 西興部村猟区の除雪林道における月別エゾシカ捕獲効率（CPUE）の推移（平成23・24年）

った。除雪事業はシカの越冬場所にある沢の奥にアクセスしやすいように設計されたが、平成 24 年は大雪のため、シカが沢の奥の普段の越冬場所から、雪の少ない国道や道道沿いに移動したため、除雪林道での捕獲効率が低下した可能性がある。一方、国道や道道沿いは狩猟者にとってアクセスが容易でシカを捕獲しやすい。西興部村の狩猟による全体のシカ捕獲頭数は平成 22 年度から 23 年度にかけて 195 頭から 345 頭へと増加した。本調査の結果、林道除雪によってシカの捕獲効率が上がるということが明らかになった一方で、積雪の状況によってシカの行動が変化し、除雪林道における捕獲がうまくいかない場合もあることが示唆された。

ペンケおよび 8 号沢では、圧片コーンを置いた場所に比べ、枝を置いた場所の撮影枚数が多い傾向があった（松浦 未発表，図-2，写真-1,2）。カメラ画像から、圧片コーンは積雪により埋もれやすいこと、また今回与えた量が少なかったことから、長期間及び多数のシカを誘引する効果が小さいことが考えられた。圧片コーンに比べ、枝は雪に埋もれにくく、また多量に与えたことにより、多数のシカの誘引に効果がある可能性が示唆された。



図ー2 8 号沢に設置した自動撮影装置におけるシカの撮影枚数（松浦 未発表）



写真ー1 ペンケ枝餌付け場所



写真ー2 砂金沢の圧片コーン餌付け場所

（２）むかわ町

むかわ町では、国有林や道有林の林道除雪を活用し、一般狩猟や許可捕獲として捕獲を行っている。狩猟期間中でも、許可捕獲の期間中は、町内の狩猟者による捕獲は許可捕獲として扱われており、捕獲場所は狩猟メッシュ番号のみが報告される。平成 23 年度に許可捕獲のみ実施された道有林内約 5km の除雪区間を含む 4 つのメッシュでは、2 月 10 日から 3 月 25 日までの許可期間（45 日間）に 4 名で 117 頭が捕獲された。実際には、許可期間当初の降雪によって 2 月 17 日まで除雪作業が行われており、捕獲はその後に実施されたと考えられる。

2 月 23 日にエゾシカの生態調査のため林道沿い 5 ヶ所に自動撮影カメラを設置したところ、3 月 25 日までの 32 日間で 6 回、その後カメラを回収した 4 月 11 日までの 17 日間で 4 回エゾシカが撮影されたが、いずれも日中（9:26～14:10）の出没であった。銃猟が行われていても、シカが必ずしも夜を中心に行動しているわけではない場合もあることがうかがわれる。

カメラには車両も撮影されており、3 月 25 日までに 2 回除雪車が撮影されたほか、のべ 71 台・日（1 日平均 2.2 台）の車両が確認された。出猟日等は許可を受けた従事者に任されているため、日曜日の車両台数が多い一方、平日には車両の撮影のない日が 3 日あった。

（３）浜中町

1) 方法

浜中町では、森林管理者による安全管理のもとで、除雪された林道に複数の餌場を設置し、林道上の車両内外からの発砲により効率的な捕獲を行う手法を「モバイルカリング（MC）」と命名し、技術開発をすすめている。

平成 23 年度には、道路交通法及び鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律に係る手続きを確認し、道有林釧路管理区（浜中町）の四番沢林道及び三番沢林道（計 8.1km）において 14 地点（図-3）に餌場を設定した。

四番沢林道は、平成 24 年 1 月 16 日～2 月 7 日まで伐採事業が実施された。餌場に、伐採事業開始前の 1 月 12 日から給餌終了後の 3 月 22 日まで自動撮影カメラを設置した。

伐採終了後の 2 月 16 日、猟友会による給餌に先立ち、道総研が二番草サイレージを 10kg ずつ給餌した。2 月 20 日から 3 月 1 日までは猟友会が二番草サイレージ 5kg



図-3 モバイルカリングの実施地域

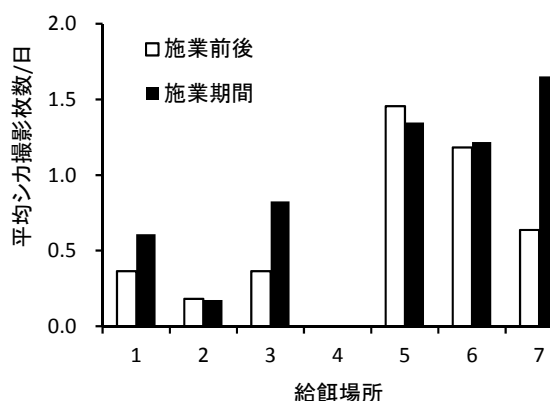


図-4 施業前後と施業期間におけるシカ撮影頻度の変化

と圧片コーン 600g を、3 月 2 日から 9 日まではそれぞれ 2kg と 240g を毎日 10 時から給餌した。さらに、ビートパルプも随時置いた。2 月 27 日から 3 月 2 日、3 月 5 日から 9 日の合計 10 日間、捕獲を実施した。餌場間の距離は概ね 300～500m であった。

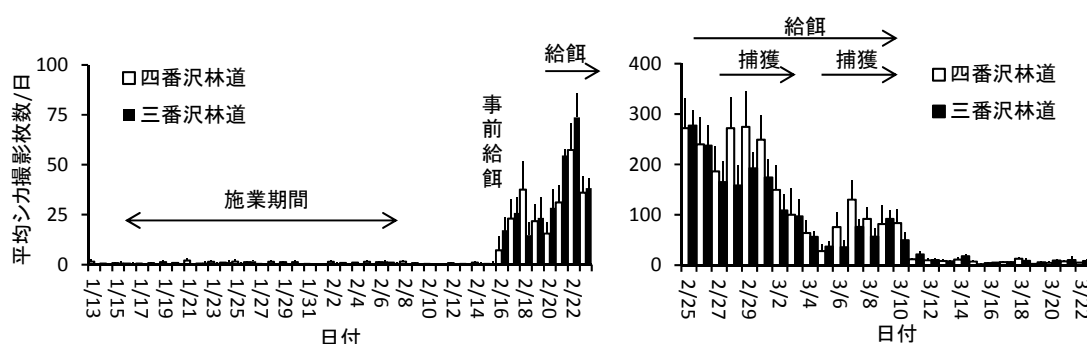
捕獲班は、運転手兼射手、射手（助手席）、記録係 2 名（後部座席）から構成され、14 時から日没まで（金曜日は 16 時まで）車両で林道を巡回し、走行中に発見したシカを車両停止後、車両内外から捕獲した。射手は地域の狩猟者が担い、使用銃器は 1 名だけがハーフライフル銃、それ以外の射手はライフル銃であった。日没後または当日の捕獲が終了した林道から捕獲個体の回収を行った。翌朝、捕獲個体を浜中町最終処分場へ持ち込み、外部計測および年齢査定（0 歳、1 歳、2 歳以上）を行った。

2) 施業活動及び給餌による誘引効果と捕獲活動の影響

餌場 1、3、6 及び 7 では、施業期間（1/16～2/7）における 1 日当たりのシカ撮影枚数（撮影頻度）が、施業前後（カメラを設置した翌日から事前給餌が始まる前日のうち施業期間を除いた期間：1/13～1/15、2/8～2/15）に比べて高い傾向が見られた（図－4）。

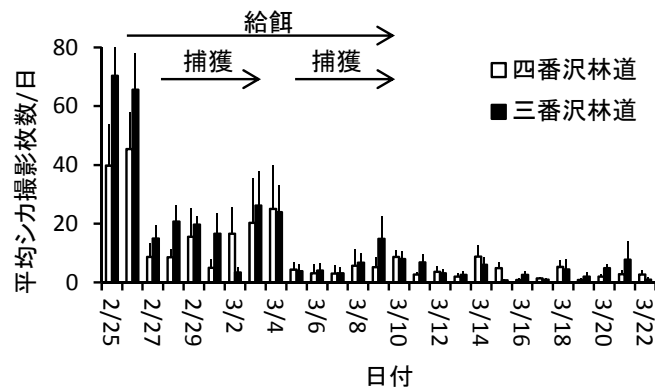
事前給餌を開始した直後の撮影頻度は、施業期間の撮影頻度に比べて顕著に高い値で上昇し、給餌の終了後には急減した（図－5）。給餌活動によるエゾシカの誘引効果は、施業活動による誘引効果に比べて高かった。給餌を開始してから最初にシカが撮影されるまでの時間は、早くて 1 時間、遅くても 6 日以内であった。

捕獲開始後の 3 日間は、撮影頻度の減少傾向はみられなかったが、3 日目以降に撮影頻度は減少傾向を示した（図－5）。捕獲活動を実施していた時間帯の撮影頻度は、捕獲開始前（2/25～2/26）及び中断期間（3/3～3/4）に比べて顕著に低く、捕獲 2 週目の撮影頻度は、給餌の終了後（3/10～3/22）と同程度まで低下した。捕獲 2 週目の撮影頻度は、3 月 5 日に最も低くなった後、給餌が終了するまで若干の増加に転じた（図－6）。3 月 6 日と 3 月 7 日に降雪があり、調査地のササ類はほぼ完全に雪で覆われた。降雪によって餌資源が減少したため、給餌による餌への依存度が高まった可能性がある。



図－5 カメラの設定変更前（1/13～2/23）及び設定変更後（2/25～3/22）におけるシカ撮影頻度の推移

写真を撮影してから次の写真が撮影されるまでのインターバルを当初 10 分に設定、2 月 24 日以降は 1 分に変更した。エラーバーは標準誤差を示す。



図－6 捕獲活動時間帯（14 時～日没時刻）のシカ撮影頻度の推移
エラーバーは標準誤差を示す。

3) 捕獲者の行動とエゾシカの反応

10 日間、2 路線で 96 回エゾシカを目撃し、そのうち 36 回で捕獲に成功した（表－1）。目撃回数の約半数においてシカは瞬時に逃走し、捕獲態勢に入る間もなかった。群れサイズは平均 3 頭（289/96）であったが、発砲音と同時に隣のシカが走ることが多く、36 回のうち 31 回が 1 頭捕獲、2 頭捕獲が 4 回、3 頭捕獲が 1 回であった。したがって目撃数あたりの捕獲数（捕獲率）は 0.14 にとどまった。捕獲個体は 41 頭のうち 0 歳が 22 頭、0 歳を除く 19 頭のうち 18 頭がメスであった。

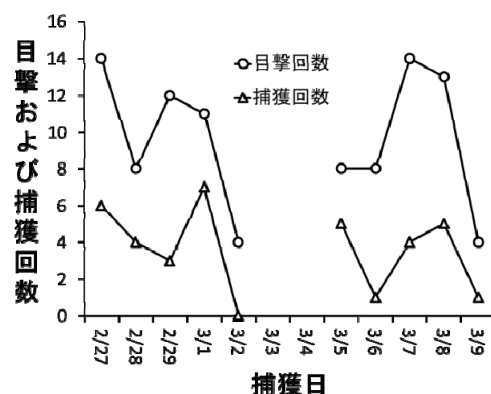
目撃数や捕獲数は日によって大きく異なったが、解析の結果、経日的に目撃数が減少するといった一般狩猟の経験則を支持する結果は得られなかった（図－7）。

目撃したシカの約 7 割（208/289）が餌場で観察され、捕獲した 41 頭の約 7 割（28 頭）が餌場で捕獲された。

シカを発見した際の捕獲態勢としては、車内から発砲するよりも、助手席のドアを開けて、窓枠や扉の間に銃を託して発砲することが多かった。ドアを開けることで狙う角度に合わせて体の向きを変えることができ、銃身を窓枠などに託して安定性を確保できた。発砲命中した記録動画の 27 例について、発見から発砲までの時間は平均 18 秒（4 秒～1 分）で、MC では迅速な捕獲態勢を確保できたと言える。

表－1 路線別目撃回数と捕獲回数

項目	三番沢	四番沢	総計
目撃回数 (a)	67	29	96
捕獲対象回数 (b)	33	21	54
捕獲回数 (c)	23	13	36
捕獲成功率 (c/a)	0.34	0.45	0.38
目撃数 (d)	227	62	289
捕獲対象数 (e)	108	46	154
捕獲数 (f)	26	15	41
捕獲率 (f/d)	0.11	0.24	0.14



図－7 捕獲日別目撃および捕獲回数

3. 平成 24 年度モバイルカリングの改善点

昨年度の取組から得られた課題について、表―2 のとおり技術改良を行い、捕獲を実施した（表―3）。捕獲個体は回収班によって回収され（写真―3）、食肉やペットフードとして活用された。

表―2 平成 23 年度モバイルカリングにおける課題と平成 24 年度の改善点

平成 23 年度の課題	平成 24 年度の改善点
運転手兼射手としたが、運転手の狙撃はなかった。	運転手は運転に集中する。
捕獲の継続により、餌の誘引効果の低減が見られた。	3 路線を設定し、月～木曜日にはローテーションで 1 路線を捕獲休止路線とする。
日没まで捕獲を行ったため、回収が夜間になり、負担が大きかった。	捕獲班と回収班を分離する。回収班は捕獲班の後続で運行し、捕獲後速やかに捕獲個体を回収。
捕獲個体の最終処分場への搬入のため、金曜日は捕獲を早く終了する必要があった。	捕獲個体は食肉処理施設に運搬することで、金曜日も日没まで捕獲が可能。
捕獲個体の資源活用ができなかった。	ペットフード等への資源活用に努め、利用困難な個体や残滓のみ最終処分場で処理。
	施業活動後に実施する MC に対し、除雪が確保された伐採作業中の森林施業地における安全な捕獲手法として、伐採作業が休止している日曜日に限定した MC（午前中に給餌～午後に捕獲）を試行する。

表―3 平成 24 年度の路線別捕獲数

路線	2月													3月	
	3 日	10 日	17 日	18 月	19 火	20 水	21 木	22 金	24 日	25 月	26 火	27 水	28 木	1 金	
シカの沢林道	7	6	3						2						
四番沢林道				4		3	2	3		2		1	0	1	
作業道					0	3		4			6	1		1	
三番沢林道				3	1		4	3		1	4		1	0	
合計	7	6	3	7	1	6	6	10	2	3	10	2	1	2	



写真―3 回収班による捕獲個体の回収

4. 開発担当技術の評価と適用条件

(1) 開発した技術の評価

今回開発した捕獲技術について、以下の4つの観点から評価を行う。

- ① 林道除雪
- ② 森林管理者の安全管理による林道上での発砲
- ③ 給餌による誘引
- ④ 森林管理者による管理のもとでの地元狩猟者による捕獲

西興部村では、①と③に加え、猟区制度により管理された捕獲が実施された。むかわ町では、除雪された林道において、許可を受けた従事者が捕獲を行ったが、出猟日等について、森林管理者や市町村による管理はなかった。

① 林道除雪

エゾシカの捕獲方法としては車でシカを探索し射撃する“流し猟”が一般的だが、積雪期には林道が雪で閉ざされるため、シカの越冬場所への接近が困難となり、捕獲が阻害されている。林道除雪の利点として、シカの越冬場所へのアクセスが確保でき、捕獲場所が拡大する利点がある。西興部村では、積雪の状況にもよるが、除雪によって探索範囲が拡大し、捕獲効率を高めることにつながった。むかわ町でも、車両でアクセスできる範囲が拡大し、シカが多数越冬する区域で捕獲を行うことができた。しかし、継続的に実施するには、除雪費用の確保が課題となる。本年度、浜中町で実施した日曜日に限定した MC は、伐採作業のために除雪が確保されているという利点がある。

② 森林管理者の安全管理による林道上での発砲

森林管理者による安全管理のもとで、林道上での発砲を可能としたことにより、迅速に捕獲することができ、効率の向上につながった。ただし、このような取り組みを広げるためには、林道上からの発砲が可能となる条件について、明確なルール化が望まれる。

③ 給餌による誘引

給餌によってシカを目撃機会が増加し、効率的な捕獲に有効であると考えられる。しかし、餌場に過度にシカが集中した場合、捕獲率が低下することが懸念される。また、浜中町における自動撮影カメラのデータは、餌場に夜間に出没しているシカが多いことを示している。シカの生息密度等に応じて、囲いワナやくくりワナなど他の手法も検討する必要がある。

④ 森林管理者による管理のもとでの地元狩猟者による捕獲

本捕獲方法は上記にあげた 3 つの環境によって捕獲の効率性が担保されたが、一般狩猟や有害駆除とは異なるこういった捕獲活動に対する従事者の確保は、エゾシカ対策に苦慮する各地で悩みの種である。

浜中町においても、給餌・捕獲・回収という一連の活動の中で、捕獲以外を担える団体を模索したが、選択肢は地元の狩猟者グループしか存在しなかった。射手の選抜については、一連の活動を組織で担っている以上、こちらが意図する形にはいたらなかった。しかし、給餌者と捕獲者がシカの出没状況について情報交換を行ったり、日々の捕獲実績に合わせて方法を微修正するといった試行錯誤を行いながら、より効果的な方法をチーム全体で考えることで、捕獲実績に関して、効率性だけでなく、量的にも貢献することができた。

(2) 開発した技術の適用条件

モバイルカリングの適用条件について、表—4 のとおり整理した。

表—4 モバイルカリング（MC）導入の条件

区分		適している	導入可能	適していない、導入困難
時	給餌の有効性	適量（自然下での食餌が困難な程度）の積雪	積雪期	無雪期
所	住民生活等との隔離性	人家、農地、作業・工事現場など、住民生活や生産活動等から隔離されている		住民生活や生産活動の場と近接している。
	路線の利用状況	冬期間通行止めである。森林施業など限られた利用に止まる	地域住民の生活道路だが、利用者が少なく全員の同意を得られる	集落間の連絡路線、バス路線、救急車両の通行がある
	森林の利用状況	入林を禁止している	森林利用者はいるが、入林しないよう掌握ができる	森林公園など、不特定多数が森林を利用する
	希少野生生物の生息	ない	生息はあるが、MCの影響が無いことが確認できる	MCの影響がある
	周囲の一般狩猟の状況	周囲は鳥獣保護区、銃猟禁止区域または狩猟期間外等で一般狩猟は行われておらず、一般ハンターの誤解や混乱は生じない		周囲は可猟区（期間）のため、一般ハンターの誤解や混乱を招くおそれがある
場合	捕獲圧	一般狩猟や許可捕獲により銃猟が継続的に行われており、既にスマートディア化している		禁猟区等のため銃猟に慣れていない
	従事者	捕獲技術の専門家ではないが、地元でのエゾシカ捕獲の経験に長け、捕獲環境整備など管理捕獲の事前準備から参画してくれる狩猟者グループが存在		専門家が存在し、さらに効率的な捕獲方法が適用可能

共同開発団体 東京農工大学・宇都宮大学・栃木県
 担当責任者 梶 光一（東京農工大）
 技術開発名 森林生態系における生態系許容限界密度指標を用いた野生動物管理
 技術の開発
 技術開発課題 【防止技術】【復元技術】

I 事業計画と目的

今年度は、自然公園における過度なシカの採食の影響により、脆弱性を増している地域のハザードマップをより簡易に視覚的に分かりやすく改善することにより、優先的に防止策を実施する地域を明らかにし、奥日光版生態系許容限界密度指標（ELAC）を作成して試行することを目的としている。

II 自然公園管理におけるELAC利用

シカ密度と経過期間・履歴が長期化するほど、シカが生態系に与える影響は不可逆的となるため、植生指標や土壌やリターなど生態的指標である ELCA を用いて現状を診断し、その結果に基づいて対策の優先地域、保全と管理目標ならびに利用および対策の在り方を検討する必要がある（図1）。また、シカの影響が軽度の場合には、原生自然環境の保全が目標になるであろうし、復元可能な場合には柵を設置して植生を回復する手立てもある。しかし、シカ密度の影響が長期継続して植生が変化し、柵を設置しても元の植生に戻らない地域では、何を管理目標にすべきだろうか？ 自然公園におけるシカの影響度と人の利用の在り方によって、目標、利用、対策の在り方が異なることが想定されるが、これまでこれらを包括した管理の在り方は検討されてこなかった。

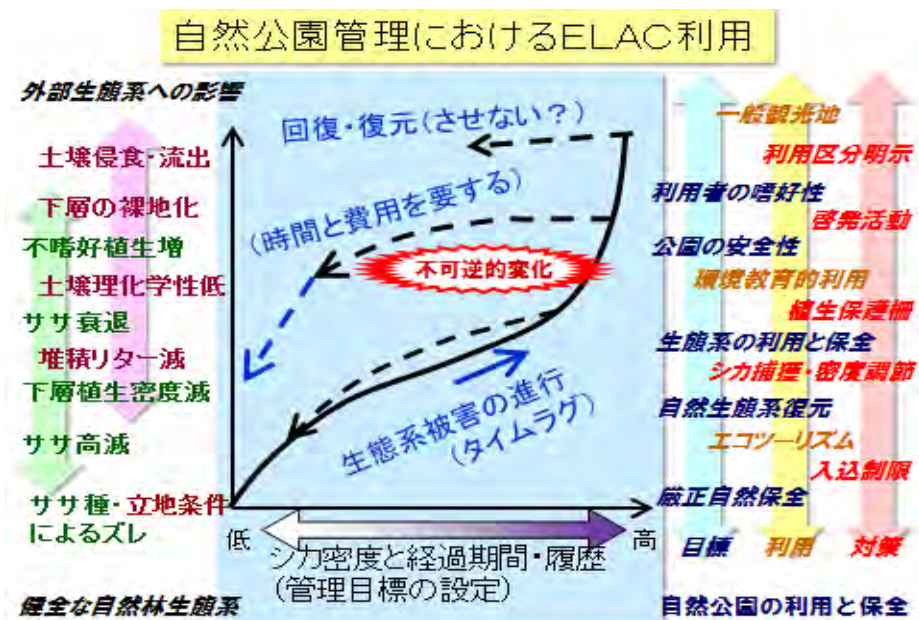


図1. 自然公園におけるELCAの利用

シカによる生態系への影響は、採食痕跡、開花率、樹皮剥ぎ、ササなどに現れ、採食圧が高いところでは不嗜好植物が増加し、激甚地域ではササが消失して裸地化している。これらに基づいて、シカが生態系に与える影響度は軽～激の4段階に区分される（図2）。一方、シカによる生態系への影響は生態系のタイプによって感受性（脆弱性）が異なる。ササ型林床では採食耐性はミヤコザサ、クマイザサ、スズタケの順に強いのに対し、湿原植生はわずかな採食によっても強い影響を受けるので最も脆弱であり、感受性は4段階に区分される（図3）。

生態系への影響度の判断基準

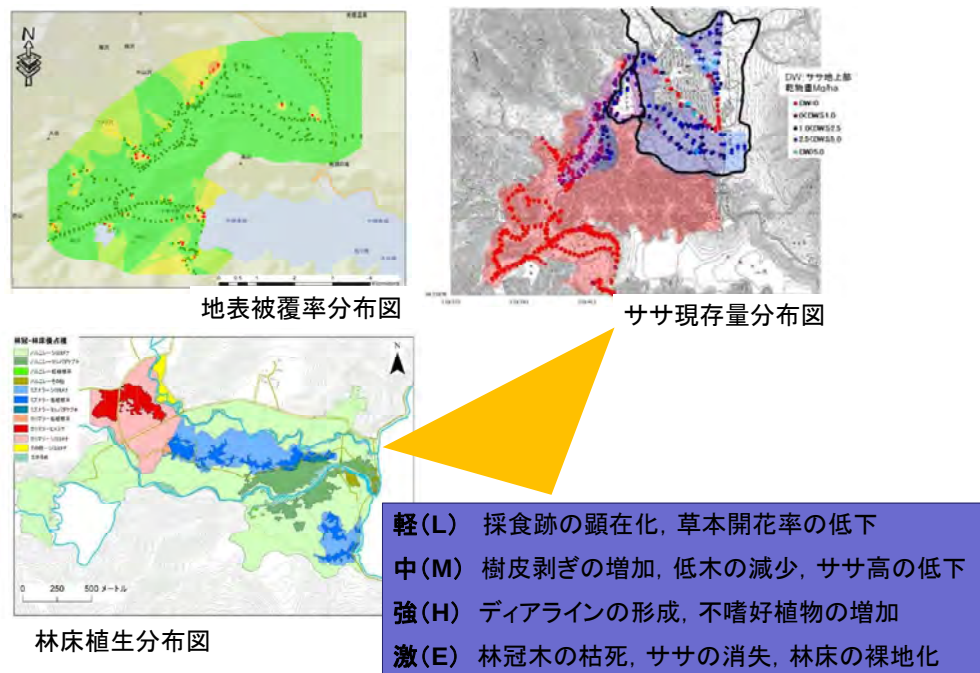


図2 生態系への影響度基準

シカ影響に対する感受性の判断基準



図3 シカ影響に対する感受性基準

シカの影響に対する生態系（植生タイプ）の感受性—影響度の組み合わせによって、保全や管理、利用の優先地域を抽出することが可能となる（図4と5）。同じ感受性・影響であっても、生態系（or 植生タイプ）によって、シカの影響度の許容限界が異なっている。例えばササ型林床のブナ・ミズナラ・ハルニレ林（2M）では許容限界を超えないが、それよりも影響度が低いL（戦場ヶ原）では、湿原で脆弱性が高い（4）のために、許容限界付近に位置づけられる。

シカ影響に対する感受性-影響度の関係による地域区分

		シカ影響に対する感受性（脆弱性）			
		4	3	2	1
		高層湿原 中間湿原	ブナ林（スズカケ型） ミズナラ林（スズカケ型） ハルニレ林（クマイザサ型） 湿性草原	ブナ林（クマイザサ型） ミズナラ林（クマイザサ型） ハルニレ林（ミヤコザサ型）	ブナ林（ミヤコザサ型） ミズナラ林（ミヤコザサ型） スミ林、ホザキシモツケ群
現在の影響度	L	戦場ヶ原			
	M		小田代ヶ原	浅川左岸	
	H		中禅寺湖北岸	弓張峠付近	小田代ヶ原周辺 男体山南麓
	E		西ノ瀬周辺 千手ヶ原	外山沢・御沢温泉 西ノ瀬周辺 千手ヶ原	

許容限界を超えていない
 許容限界付近
 許容限界を超えている

脆弱性は1→4に弱い
影響度はL→Eに強い

赤字は保護柵設置済みの地域

図4. 感受性・影響度の関係による地域区分

許容限界に基づく奥日光の地域区分
および防鹿柵の設置範囲

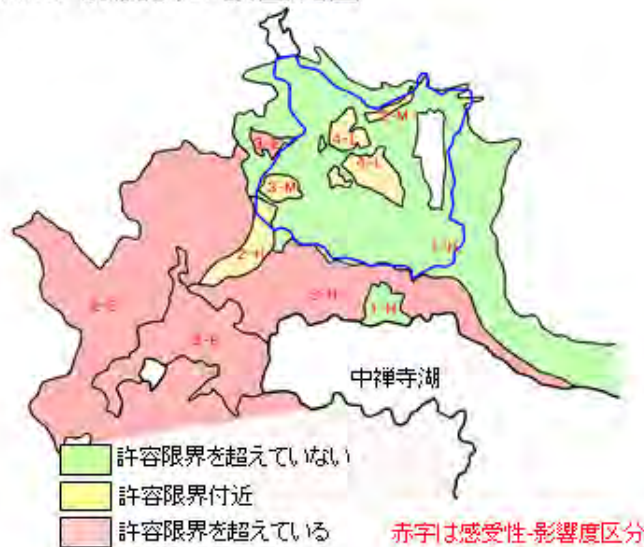


図5. 地区区分（図4）の配置と防鹿柵(青)

シカの影響を受けている国立公園の管理として、感受性・影響度で区分された地域区分に対して、生態系保全、修復、施設利用の整備の3つの目標を設置し、目標達成のために考える53の管理方法を以下の表-1に示した。これらの管理方法のうち、1-6はシカ対策、100番台は人間対策、200番台はシカと人間対策に関係している。

表-1 生態系の保全、修復、利用施設の整備に関する管理方法

番号	生態系保全	番号	生態系修復	番号	利用施設の整備
1	シカ柵	118	外来種駆除	122	駐車場整備
2	強い捕獲	119	木道	123	トイレ
3	適度な間引き	120	登山道維持管理	124	案内板
4	単木ネット巻き	121	放流・養殖	125	遊歩道(木道)
5	パッチディフェンス	201	植生復元	126	登山道
6	ゾーンディフェンス	202	再導入	127	節水対策
101	入れ込み制限(総数)	203	土砂流入防止	128	排水浄化対策
102	少人数の利用(パーティ)	204	侵食防止	129	宿泊施設
103	入山禁止	205	緑化工	130	キャンプサイト
104	採集・持ち込み禁止	207	湿原の水路の埋め戻し	131	避難小屋
105	ペット禁止	208	しゅんせつ・埋め戻し	132	道標
106	巡視・監視			133	解説板
107	種子侵入対策			134	注意板
108-1	公共事業(開発)禁止			135	装備の貸し出し
108-2	公共事業(開発)規制			209	普及啓発施設
109	ガイド同伴を強制			210	パンフレット
110	登山道整備(木道)			211	HP情報
111	モニタリング				
112	学術調査の審査				
113	マイカー規制				
114	スノーモービルの禁止				
115-1	野宿の禁止				
115-2	野宿の制限				
116	季節的な利用の統制				
117	入漁規制				

牧野光琢氏(水研センター)のナマコ漁業を対象とした管理ツールボックスを参照して、シカの感受性・影響度で区分した診断および利用目的(原生的自然環境保全、エコツーリズム利用、環境教育的利用、観光地利用)に基づいて、理論的に可能な対策を示したものが国立公園管理ツールボックスである(図4)。このツールボックスに示された管理手法のなかから、地域の組織、資金、人材などをもとに、有効な管理手法の組み合わせを行う管理パッケージを作成していく。さらには、管理の効果を測定するためのモニタリング手法

の整備も進めていく必要がある。

開発中の技術の評価

本技術は、自然公園（国立公園）の森林生態系を対象に、シカの感受性・影響性をもとに現状を診断し、その診断結果と保全・利用の目標に沿った管理方策を整理したものである。利点としては、管理者が管理方法を採用する場合のツールとして利用できる点があげられる。一方、ツールボックスには、すべての対策の評価に必要なモニタリング手法が整備されていないこと、誰が管理を実施するのが検討されていないことが、課題としてあげられる。また、捕獲技術についての検討も行えていない。本技術は、自然公園を対象としているため、林業生産を実施している地域のシカ管理には応用できない。林業を優先する地域では、目標設定が異なるので、新たな管理ツールボックスを作成する必要がある。

Goal/Target

	原生的自然保全	エコツーリズム利用	環境教育的利用	観光地利用
弱				
1L				
1M				
1H	保全: 1,3,101,102,103,104,105,106,107,108,111,112,113,114,115-1,117, 修復: 118,120,201,203,204,207,208 整備: 211,210	保全: 1,3,101,102,104,105,106,107,108,109,111,113,114,115-2,117, 修復: 118,120,201,203,204,207,208 整備: 120,131,132,211,210	保全: 3,4,5,101,102,104,105,106,107,108-2,111,113,114,115-2,117 修復: 118,120,201,203,204,207,208 整備: 120,122,123,124,130,131,132,133,134,135,209,210,211	保全: 4,104,106,107,110,113 修復: 118,120,205 整備: 120,121,122,123,124,129,130,132,133,134,135,209,210,211
1E				
2L				
2M	保全: 1,3,101,102,103,104,105,106,107,108,111,112,113,114,115-1,117, 修復: 118,120,201,203,204,207,208 整備: 211,210	保全: 1,3,101,102,104,105,106,107,108,109,111,113,114,115-2,117, 修復: 118,120,201,203,204,207,208 整備: 120,131,132,211,210	保全: 3,4,5,101,102,104,105,106,107,108-2,111,113,114,115-2,117 修復: 118,120,201,203,204,207,208 整備: 120,122,123,124,130,131,132,133,134,135,209,210,211	保全: 4,104,106,107,110,113 修復: 118,120,205 整備: 120,121,122,123,124,129,130,132,133,134,135,209,210,211
2H	保全: 1,2,101,102,103,104,105,106,107,108,111,112,113,114,115-1,117, 修復: 118,120,201,202,203,204,205,206,207,208 整備: 211,210	保全: 1,2,101,102,104,105,106,107,108,109,111,113,114,115-2,117, 修復: 118,120,201,203,204,207,208 整備: 120,131,132,211,210	保全: 3,4,5,101,102,104,105,106,107,108-2,109,111,113,114,115-2,116,117, 修復: 118,120,201,203,204,207,208 整備: 120,122,123,124,130,131,132,133,134,135,209,210,211	保全: 4,104,106,107,110,113 修復: 118,120,205 整備: 120,121,122,123,124,129,130,132,133,134,135,209,210,211
2E	保全: 1,2,103,106,108,112 修復: 118,201,202,203,204,205,206,207,208 整備: 211,210	保全: 1,2,101,102,104,105,106,107,108,109,111,113,114,115-2,116,117, 修復: 118,120,201,202,203,204,207,208 整備: 120,131,132,211,210	保全: 3,4,6,101,102,104,105,106,107,108-2,109,111,113,114,115-2,116,117, 修復: 118,120,201,202,203,204,207,208 整備: 120,122,123,124,130,131,132,133,134,135,209,210,211	保全: 3,4,104,106,107,110,113 修復: 118,120,205 整備: 120,121,122,123,124,129,130,132,133,134,135,206,209,210,211
3L	(以下省略)			
3M				
3H				
強				

図4 シカの感受性・影響度区分および利用目的に基づく国立公園の管理ツールボックス

参考文献

牧野光琢・廣田将仁・町口裕二（2011）管理ツール・ボックスを用いた沿岸漁業管理の考察 - ナマコ漁業の場合，黒潮の資源海洋研究，12:25-39. 12.

共同開発団体 栃木県・宇都宮大学・東京農工大学
 担当責任者 高橋 安則（栃木県）・ 丸山 哲也（栃木県民の森管理事務所）
 技術開発名 給餌誘引を伴うシャープシューティング等による捕獲技術の確立
 技術開発課題 【捕獲技術】

I 事業目的

シカの捕獲方法の一つとして、給餌誘引を伴うシャープシューティング（以下ＳＳ）の実用化を図る。併せて、給餌誘引を伴うくくりわなによる捕獲を試み、その効率性を検討する。

II 実施内容と今回報告内容

平成 22、23 年度に日光市の奥日光及び足尾地区において、カメラトラップとライトセンサスによる「捕獲適地・適期の絞り込み」を実施した。

給餌誘引を伴う待ち受け型のＳＳは、平成 23 年以降、足尾地区で 2 回、奥日光地区で 1 回、実施した(図－1)。

くくりわなについては、奥日光ではＳＳ跡地で、足尾地区についてはＳＳを実施しない松木沢でＳＳによる捕獲と同時期に行った。

今回の報告では、平成 23 年度以降実施した 3 回のＳＳの結果について、箇所毎の評価を加えて報告する。

区 分	平成23年 11 12	平成24年 1 2	平成24年 10 11 12	平成25年 1 2
試験地	足尾1期		奥日光1期	足尾2期
重点課題	◆強力な餌付と警戒対象への馴化による確実な捕獲機会の設定		◆適切な捕獲時期による季節移動個体への対応 ◆射撃熟練者による確実な捕獲	◆捕獲箇所の増設による捕獲数の確保
給 餌				
捕獲(ライフル)			5回	6回
捕獲(くくりわな)				

※ 給餌の : 不定期の給餌 : 毎日の給餌

図－1 給餌及び捕獲の実施経過

III 試験地の概況

試験は、栃木県日光市の日光鳥獣保護区内に位置する足尾地区と奥日光地区で行った(図－2)。この地域は、栃木県シカ保護管理計画において、生態系保全地域に指定されており、これまで銃器を利用した巻き狩りによる個体数調整が、毎年冬期に 2 回程度実施されてきた。生息密度は、足尾地区 51 頭/km²、奥日光地区 10 頭/km²である(表－1)。ただし、奥日光地区については、季節移動する個体の移動経路及び一時滞留場所にあたり、9 月から 12 月にかけての生息密度は季節変動が大きく、越冬個体数は少ないとされている。

下層植生は、両地区とも貧弱で、足尾地区はススキ類、奥日光地区はシカの不嗜好性植物のシロヨメナが優占している。



図-2 試験地の位置

表-1 試験地の概況

地 域	季節移動	生息密度 (H21~23 平均)	下層植生	保護区	これまでの 捕獲	捕獲の際の 留意点
奥日光	夏期生息 個体	約10頭/km2 (3月調査)	シロササ、 一部ササ	日光鳥獣 保護区	巻き狩りによる 個体数調整 (年2回程度)	ハイカーの 利用
足 尾	越冬個体 定住個体	約51頭/km2 (9月調査)	ススキ、 裸地			希少猛禽類 の生息

IV 方 法

1 給餌誘引（餌付け）

(1) 給餌場(捕獲候補地)の選定

「捕獲適地・適期の絞り込み」の結果を基に、バックヤードの存在、狙撃ポイントからの見通しや距離を考慮し、足尾1期、奥日光1期及び足尾2期で、給餌場をそれぞれ7箇所、4箇所、8箇所設置した(表-2、図-3)。さらに、足尾2期ではくくりわなによる捕獲を行うため、松木沢に1箇所(M-1)給餌場を設置した。給餌場狙撃ポイントから給餌場までの距離は最短で34m、最長で84mであった。



図-3 給餌場(捕獲候補地)の位置

表-2 給餌場の選定

捕獲初日 からの 経過日数 (日付)	足尾1期							奥日光1期				足尾2期						
	A-1	A-2	A-3	K-1	K-2	K-3	N-1	Y-1	Y-2	Y-3	T-1	A-1	A-1.5	A-2	A-3	K-0	K-1	K-2
給餌場(捕獲候補地) 箇所数	7箇所							4箇所				8箇所						
捕獲期間前日までの 給餌日数	47日							15日				17日						
主要な誘引餌	オーツヘイ							ヘイキューブ				ヘイキューブ						
採食時間の制限 模擬捕獲	○	△	△	△	△	△	○	○										
爆音器の設置 (捕獲期間前)	○																	
爆音器の設置 (捕獲期間前・中)										○								
捕獲実施回数	5	3	0	2	0	2	1	5	2	2	5	4	5	5	1	3	2	4

(2) 給餌誘引とブラインドテント等の設置

足尾 1 期ではオーツヘイ(イネ科の牧草)を使用した。奥日光 1 期と足尾 2 期では、オーツヘイに加えて、よりシカの嗜好性が高いヘイキューブ(マメ科の牧草)を使用した。給餌量は、オーツヘイ、ヘイキューブとも給餌開始時は 1 箇所当たり 2~5kg を 3~7 日に 1 度、毎日の給餌を開始してからは、足尾 1 期ではオーツヘイを 1kg、奥日光 1 期と足尾 2 期ではオーツヘイ 0.5~1kg とヘイキューブ 1kg とした。また、原則として、捕獲予定日の 1 週間前にはブラインドテントを設置した。

足尾 1 期では捕獲時間帯にシカを出没させるため、採食時間の制限を一部箇所で行ったほか、シカの馴化のため、爆音期の設置や記録員のみがブラインドテント内に待機する模擬捕獲を行った。

2 捕獲

(1) 射手の選定

地元猟友会の推薦により、足尾 1 期、奥日光 1 期、足尾 2 期でそれぞれ、3 名、6 名、7 名を選定した。このうち奥日光 1 期と足尾 2 期では、6mm 弾を使用する射撃の熟練者が 2 名ずつ含まれていた。

(2) 捕獲日及び箇所の決定

足尾 1 期では、研究者が捕獲日と箇所数を判断し、地元猟友会に捕獲日と必要な射手の人数を 2、3 日前に伝えていたが、奥日光 1 期と足尾 2 期では捕獲期間の 1 週間前には捕獲日と箇所数を決定し、決められたスケジュールのもとに捕獲を行った。

捕獲当日の箇所の決定は、当日の午前中にタイムラプスカメラの前日までの画像データを確認し、捕獲時間帯の出没の可能性が高い場所を抽出し、捕獲前のミーティング時に参加者に伝えた。

(3) 捕獲時の体制

捕獲時の 1 箇所あたりの体制は、射手 1 名に対して指導者兼記録員 1 名であり、捕獲時間帯前に 2 名が一緒に車で移動し、捕獲箇所の給餌を行ってから、予め設置済みのブラインドテント内でシカの出没を待ち受けた。

指導者としての役割は、狙撃個体及び狙撃タイミングの決定であり、記録員としての役割は、シカの出没及び狙撃状況の記録表への記入とデジタルカメラの動画モードによる撮影とした。

(4) 出没個体の捕獲の順番

狙撃は、給餌場への出没頭数が 5 頭以下の状況下でのみで行い、その順序については、他個体から少なくとも 5m は離れていることを前提に、メス亜成獣以上、オス亜成獣以上、幼獣の順に、また、年齢が同じ場合には警戒心の強い個体から行うこととした。

(5) 捕獲時間帯

おおむね 13 時から 16 時半または 16 時 50 分であったが、奥日光の 1 回(3 箇所)のみ 7 時から 16 時 30 分までの 1 日捕獲を行った。

3 シカの出没状況の把握

誘引給餌から捕獲までの給餌場へのシカの出没状況を監視するため、センサーカメラとタイムラプスカメラを使用した(図-4)。センサーカメラは全ての箇所の給餌場内に設置し、24 時間のシカの出没状況を監視した。一方、タイムラプスカメラは、道路から給餌場までの距離が遠い箇所

の狙撃地点周辺に、給餌場全体が画角に入るように設置し、日中の発砲を前提としてシカの群れ全体の出没状況を日中のみ監視した。タイムラプスカメラは給餌場から離れた場所に設置しているため、捕獲当日でも給餌場を攪乱せずにデータの確認、回収が可能である。



図－4 各カメラによる出没状況の把握

V 試験の実施結果

1 誘引給餌

捕獲期間前日までの給餌日数は、足尾 1 期(47 日)では多めに設定したが、奥日光 1 期(15 日)と足尾 2 期(17 日)では、給餌作業のコスト削減のため少なく設定した。

※ 足尾 1 期給餌誘引の結果については、平成 23 年度報告書参照

2 捕獲

足尾 1 期のうち A-3 と K-2 は、昼間の捕獲時間帯の出没が捕獲期間の後半になっても安定せずに、捕獲実施には至らなかった。

3 期の S S による捕獲試験で、捕獲を 18 回(日)、延べ 53 箇所(50 箇所は半日、3 箇所は 1 日)で行った結果、58 頭のシカを捕獲し、捕獲効率は 2.07(頭/人・日)であった。

くくりわなの捕獲効率は、奥日光 1 期が 0.025(3 頭/120TN)、足尾 2 期が 0.022(4 頭/183TN)で、狩猟での捕獲効率(H23: 0.002 頭/TN)より高かった。

(1) S S を実施した 3 期間の比較

発砲の機会(発砲箇所/実施箇所)は、長期間の餌付け、採食時間制限、模擬捕獲を行い、さらに一部で爆音器を使用した足尾 1 期で高い値(0.92)を示したが、奥日光(0.50)は低かった(表-3)。

捕獲数は、足尾 2 期(31 頭)が、足尾 1 期(15 頭)と奥日光 1 期(12 頭)に比較して多かった。足尾 2 期の捕獲数が多かったのは、延べ実施箇所数を足尾 1 期の 2 倍(26 箇所)設置し、加えて足尾 1 期と同等の捕獲効率を維持したことによる。

捕獲効率は、足尾 1 期 (2.31) と足尾 2 期(2.38)が奥日光 1 期(1.41)に比べて高かった。

狙撃個体捕獲成功率(捕獲数／発砲数)は、6mm弾を使用する射撃熟練者を射手に加えた奥日光 1 期と足尾 2 期で高かった。

群れ全頭捕獲成功率(全個体捕獲群れ数／出没群れ数)は、奥日光 1 期の値(0.83)が高く、足尾 1 期(0.38)が低かった。この結果には、狙撃個体の捕獲成功率と出没群れの平均サイズ(足尾 1 期：

表－3 試験の実施結果

区 分	足尾1期	奥日光1期	足尾2期	計
捕獲実施箇所数 (捕獲候補地箇所数)	5 (7)	4 (4)	8 (8)	17 (19)
捕獲実施回数(日)	7回(日)	5回(日)	6回(日)	18回(日)
延べ実施箇所数	13箇所 (すべて半日)	14箇所 (半日:11箇所、1日:3箇所)	26箇所 (すべて半日)	53箇所 (半日:50箇所、1日:3箇所)
1回(日)平均実施箇所数 (延べ実施箇所数／捕獲実施回数)	1.9(13／7)	2.8(14／5)	4.3(26／6)	2.9(53／18)
●発砲機会 (発砲箇所／実施箇所)	0.92(12／13)	0.50(7／14)	0.73(19／26)	0.72(38／53)
●捕獲効率 (頭／人・日)	15頭／6.5人・日 ＝2.3	12頭／8.5人・日 ＝1.4	31頭／13.0人・日 ＝2.4	58頭／28人・日 ＝2.1
●狙撃個体捕獲成功率 (捕獲数／発砲数)	0.58 (15／26)	0.80 (12／15)	0.74 (31／42)	0.70 (58／83)
●出没個体捕獲成功率 (捕獲個体数／出没個体数) ※見送った個体は除く	0.38 (15／40)	0.75 (12／16)	0.53 (31／59)	0.50 (58／115)
●群れ全頭捕獲成功率 (全個体捕獲群れ数／出没群れ数) ※見送った群れは除く	0.31 (5／16)	0.83 (10／12)	0.55 (16／29)	0.54 (31／57)
●わなによる捕獲効率 (頭／トラップナイト)	—	0.025 (3／120)	0.022 (4／183)	0.023 (7／303)

※塗りつぶしたセルは、3地点間で最も高い値を示す ●の項目は評価指標

2.5 頭、奥日光 1 期 1.3 頭、足尾 2 期：2.0 頭) が影響していると思われる。

(2) SS の効率性の検討

SS の効率性を検討するため、今回の結果と、これまで試験対象地域で行われていた巻き狩りによる個体数調整の結果とを比較した(表－4)。

足尾、奥日光ともに SS (足尾：2.36、奥日光：1.41)が巻き狩り(足尾：0.96、奥日光：0.24)に比べて捕獲効率は高かった。特に奥日光の SS の捕獲効率は、巻き狩りの 5 倍以上であったことから、この地域の捕獲手法として適していると考えられる。

表－4 SS と巻き狩りとの比較

足尾

猟 法	巻き狩り					SS
年 度	H21	H22	H23	計	H23・H24	
射手従事者数	61	66	32	159	19.5	
捕獲頭数	30	84	39	153	46	
CPUE	0.49	1.27	1.22	0.96	2.36	

奥日光千手原周辺(秋捕獲)

猟 法	巻き狩り					SS
年 度	H8	H10	H11	H12	計	H24
射手従事者数	94	205	114	81	494	8.5
捕獲頭数	8	48	43	20	119	12
CPUE	0.09	0.23	0.38	0.25	0.24	1.41

※半日は0.5人でカウント

※H13以降この地域では捕獲が行われていない。

(3) 奥日光1期における季節移動個体への対応

奥日光1期においては、逸走個体が比較適少ない確実な捕獲を行ったにもかかわらず、捕獲効率が極端に低下した(図-5)。また、捕獲実施箇所のシカの出没状況も奥日光1期の捕獲期間の後半は不良であった。(表-5)

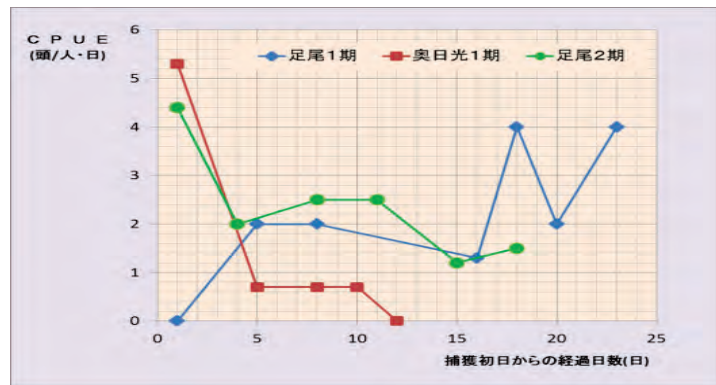


図-5 捕獲効率の推移

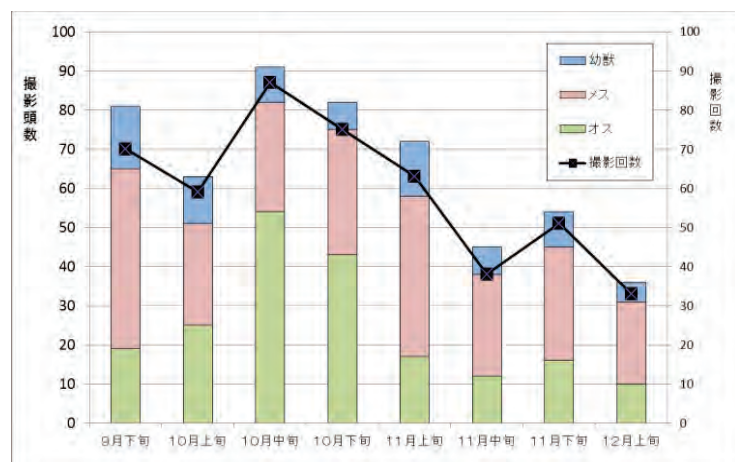
表-5 捕獲箇所の出没結果

捕獲初日からの経過日数(日)	足尾1期					奥日光1期					足尾2期									
	回数	A-1	A-2	K-1	K-3	N-1	回数	Y-1	Y-2	Y-3	T-1	回数	A-1	A-1.5	A-2	A-3	K-0	K-1	K-2	K-3
1	1回目	◎					1回目	◎		x	○	1回目	◎	◎	○			◎		○
2																				
3																				
4																				
5	2回目	◎					2回目	x		○	○	2回目		◎	○			x		○
6																				
7																				
8	3回目	○					3回目	○	x		x	3回目	◎	◎			○			x
9																				
10																				
11																				
12							4回目	○	x			4回目	○		x		x			○
13							5回目	○			x									
14																				
15												5回目	x	x	○		◎		x	
16	4回目	◎	○		○															
17																				
18	5回目		○	○	◎															
19																				
20	6回目	x	○	○																
21																				
22																				
23	7回目					○														

※ ◎:2回以上給餌場に出没、○:1回のみ給餌場に出没、x:シカの給餌場への出没なし

この要因を検討するため、奥日光千手ヶ原に継続して設置している15台のセンサーカメラの画像を分析した結果、この地域のシカのカウンント数は10月中旬にピークを示した後、11月中旬にかけて急激に減少していたことが明らかになった(図-6)。このことから、11月中旬から下旬に行った今回のSSは、この地域のシカの個体数が減少した後に実施した可能性が高く、捕獲時期を逸したことが捕獲効率低下の一要因であると考えられる。

図-6 カメラトラップによるシカの撮影結果(奥日光千手ヶ原)



(4) 射手及び使用弾の違いが狙撃個体捕獲成功率に及ぼす影響

奥日光1期と足尾2期では、6mm弾を使用する射撃熟練者2名(A、B)を採用することができたため、この2名と、3期間で10回以上発砲の機会があった他の2名(C、D)との狙撃結果を比較した(表-6)。狙撃個体捕獲成功率(捕獲数/発砲数)は熟練者(0.83)が他の2名(0.59)に比べて高く、射撃の熟練度が捕獲効率を左右する1要因であることが確認できた。

表-6 射手毎の狙撃個体成功率

区 分	6mm弾使用の熟練した射手			6mm弾以外の射手		
	A	B	計	C	D	計
発砲数	14	16	30	19	18	37
捕獲数	13	12	25	14	8	22
狙撃個体捕獲成功率(捕獲数/発砲数)	0.93	0.75	0.83	0.74	0.44	0.59

(5) 出没した群れサイズ毎の発砲結果

今回の試験において発砲の機会があった群れについて、群れサイズ毎に全頭捕獲の成否を求めた(図-7)。全頭捕獲が可能であったのは2頭までで、3頭以上で全頭捕獲はできなかった。このことから、試験では5頭までの群れについて発砲を認めていたが、この上限は見直す必要があることが認められた。

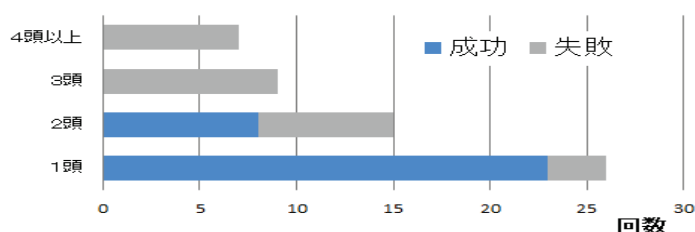


図-7 群れサイズ毎の全頭捕獲の成否果

(6) 各期間(試験)の総合的な評価

捕獲事業において、捕獲数や捕獲効率は事業の成否を評価するうえで重要な指標であるが、これらにのみこだわりすぎると高捕獲効率の維持を目指すSSの本質を見失う恐れがある。スレジカを発生させずに高捕獲効率の維持を目指すSSにおいては、これに対応した指標により、捕獲をモニタリングしていく必要がある。

そこで、暫定的に待ち受け型SSに対応した指標を抽出し(表-7)、試験の評価のレーダーグラフによる可視化を試みた(図-8)。

表-7 射手毎の狙撃個体成功率

評価指標	指標の意味	1	2	3	4	5
◆出沒群れの平均サイズ	・全頭捕獲に適した群れサイズを表す指標 ・給餌量や捕獲時期に左右される。	3.0以上	3.0未満	2.5未満	2.0未満	1.5未満
◆1回(日)平均捕獲箇所数	・一定レベルで餌付けがうまくいった箇所の指標(一定のレベルに達していなければ、捕獲はできない。)	2未満	3未満	4未満	5未満	5以上
◆発砲機会(発砲箇所/実施箇所)	・給餌誘引の成否を表す指標 ・シカの警戒対象に対する馴化具合にも左右される。	0.5未満	0.7未満	0.8未満	0.9未満	0.9以上
◆狙撃個体成功率(捕獲数/発砲数)	・射手の狙撃技術を表す指標 ・射程や地形等の狙撃環境に左右される。	0.6未満	0.7未満	0.8未満	0.9未満	0.9以上
◆出沒個体捕獲成功率(捕獲個体数/出沒個体数)	・逃走個体の発生防止度を見る指標	0.5未満	0.6未満	0.7未満	0.8未満	0.8以上
◆群れ全頭捕獲成功率(全個体捕獲群れ数/出沒群れ数)	・SSの原則「出沒した群れの全頭捕獲」の達成度を表す指標	0.5未満	0.6未満	0.7未満	0.8未満	0.8以上

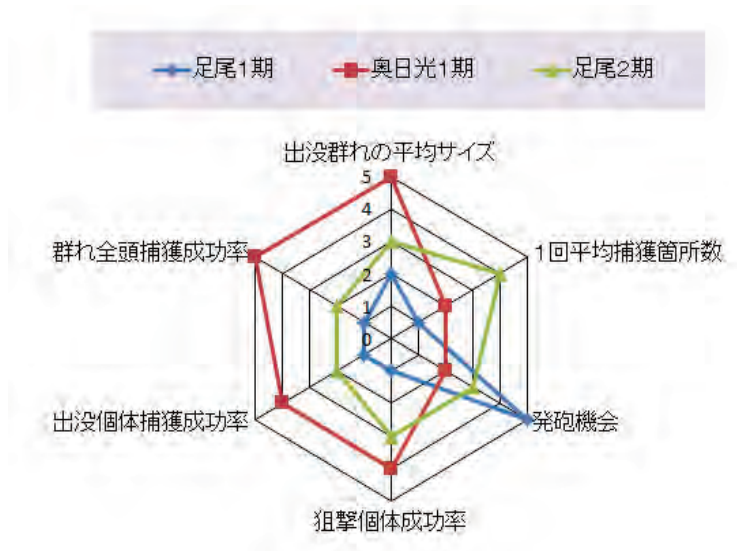


図-8 待ち受け型S Sの評価指標と評価結果の可視化

グラフから、足尾1期は、1回平均の捕獲箇所数を限定して高い発砲機会を得たが、各捕獲成功率が低くS Sとしては不十分な結果となった。一方、奥日光1期は、発砲機会率が少なかったが、比較的逃走個体の少ない確実な捕獲が行えたことから、スレジカを発生させた可能性は低いと言える。また、足尾2期は1回平均捕獲箇所数が多かったが、その他の指標については足尾1期と奥日光1期の中間型であった。

このような評価は、今後S Sを事業化する上での課題の抽出に有効であるとともに、事業化後も継続する価値があると思われる。

VI まとめ

- ・給餌誘引を伴う待ち受け型S Sは、巻き狩りに比べて捕獲効率が高い。
- ・6mm 弾を使用する熟練射手は、S Sに適している。
- ・給餌誘引を伴うくくりわなによる捕獲は、捕獲効率が高い。
- ・奥日光1期における捕獲期間後半での捕獲効率の低下は、捕獲時期が遅れたことが一要因である可能性が高い。
- ・逃走個体の発生を抑制するためには、発砲可能な群れサイズの上限5頭を見直す必要がある。
- ・待ち受け型S Sの実施結果を評価するため、暫定的に指標を抽出し、評価結果の可視化を試みた。

VII 開発技術の評価

1 今回開発している技術

- ・シカによる森林生態系被害が深刻な地域における「給餌誘引を伴った待ち受け型シャープシューティング」を実用化するための技術

2 技術的利点と欠点（巻き狩りとの比較）

○ 利点

- ・狙撃ポイントが予め設定されているため、安全性が高い。
- ・捕獲効率が低い。
- ・射手はブラインド内で待機するため、徒歩による移動が少なく小さな労力ですむ。
- ・少数群れの全頭捕獲により、捕獲効率の維持が可能である。
- ・シカによる植生被害（特に下層植生）が顕著な地域ほど、誘引効果が得やすい。
- ・捕獲の一連の作業過程(実施箇所の選定や給餌等)に、銃猟免許所持者以外の研究者や行政職員が参加できる。

○ 欠点

- ・給餌誘引に要する経費・労力の負担がある。
- ・射手には頭頸部狙撃に必用な正確な射撃技術が必用である。
- ・捕獲実施箇所に、必ずしもシカが出没するとは限らない。

3 コストに関する事項

○ 必用な資材

- ・初期投資：ブラインドテント、センサーカメラ、タイムラプスカメラ、爆音機
- ・通常資材：誘引餌（ヘイキューブ）、センサーカメラ等の電池

○ 必用な労力

- ・実施箇所を選定するための調査員、射手、給餌員、記録員兼ナビゲータ、センサーカメラ等データの整理分析をするための調査員

共同開発団体	神奈川県自然環境保全センター・酪農学園大学
担当責任者	山中 慶久（神奈川県）・鈴木 透（酪農大）
技術開発名	ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発
技術開発課題	【防止技術】

目的

神奈川県丹沢の森林生態系は、シカの過密化による下層植生の劣化や土壌流出の拡大等が問題化している。神奈川県は総合的な自然環境調査の結果を踏まえて自然再生を旗印にシカ保護管理事業と連動した森林生態系復元事業の強化を進めている。しかし、森林生態系の復元再生の兆しはみられるものの、山岳地のシカ過密化解消にはいたっておらず、人工林地域などへ生態系劣化が拡大の様相をみせている。そこで、本事業では、神奈川県丹沢におけるシカによる森林生態系被害に関する総合対策技術の開発を目的とした。総合対策技術とは、シカと森林生態系に一体的・順応的管理における計画・対策・評価の各ステージにおいて効果的、かつ効率的に施策を実行するために様々な技術を取りまとめたものである。課題1では、計画段階におけるハザードマップ、捕獲・保護を効率化するための意思決定支援資料の作成・評価を行った。

技術開発の成果

これまでシカや森林生態系の現状や関係性を評価したハザードマップの作成を行ってきた。ハザードマップは図1に示したフローで作成した。シカの選好性と下層植生からシカの相対密度により現状のリスクを評価する手順であり、データとして、シカの生息密度と下層植生に関する面的な情報が必要である。

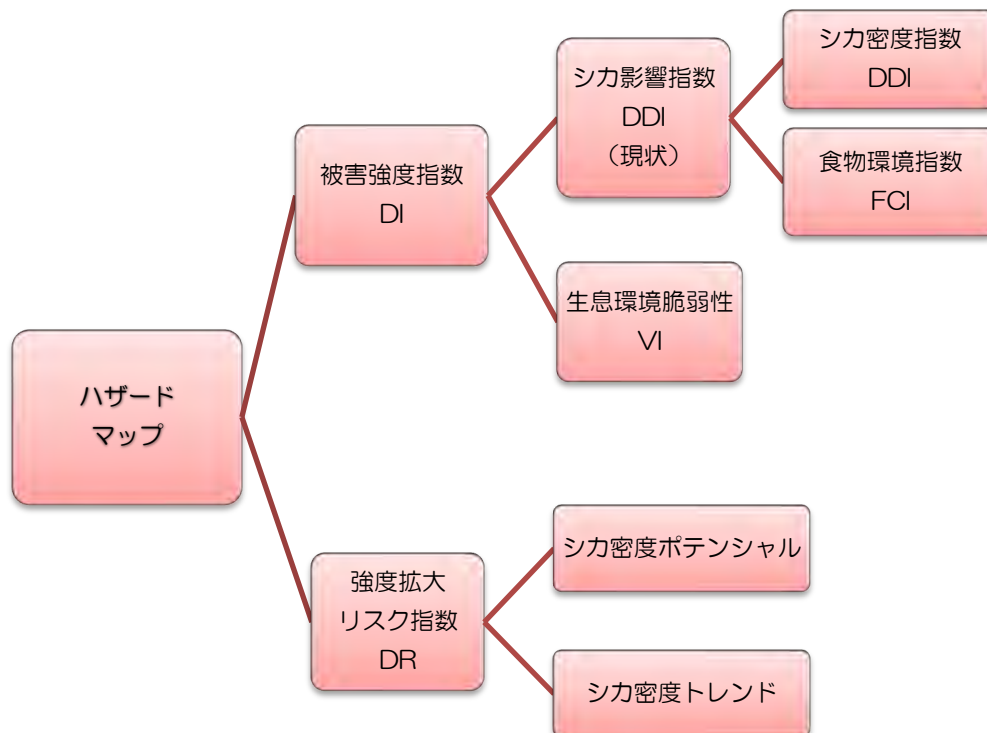


図1. ハザードマップの作成フロー

ハザードマップを作成した結果を図2に示した。檜洞丸周辺、丹沢山や堂平周辺等は実際シカの影響による被害が顕著な地域のリスクが高い値を示しており、比較的有用なマップであると考えられた。

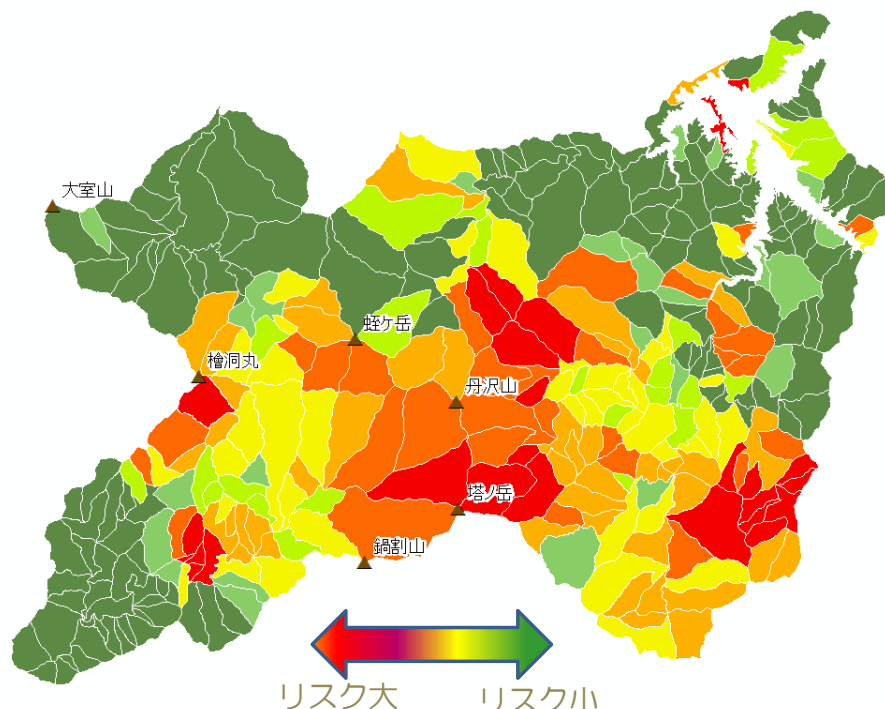


図2. ハザードマップによるシカによる森林生態系へのリスク評価

今年度は、対策の効率化を図るためにシカの捕獲、植生保護の対策優先地の選定方法を検討した。対策優先地の選定には相補性解析を用いた。相補性解析とは効率的な戦略を明示的に地図化する手法である。設定したシナリオ（目標）に対して、コストを最小化しつつ、目標を達成するために効率的な場所を選定することが可能であり、生物多様性の保全戦略の意思決定支援ツールとして多く利用されている。

現在、神奈川県丹沢山地におけるシカの生息密度（区画法）を図3に示した。神奈川県におけるシカは3,700～4,500頭と推定されており、図3からもわかるように非常に生息密度が高い地域が多く見られる。これに対し神奈川県では、狩猟による捕獲とは別に、管理捕獲等の県主導の捕獲を行っており、2007年度以降は狩猟と合わせ、約1,600頭前後のシカを捕獲している。現在、このような捕獲体制により若干シカが減少している傾向も示しているが、今後は予算や労力等の限られた資源の中でシカを効率的に減らしていく手法の検討も必要である。

そこで、シカの捕獲に関する対策優先地の選定では、表1に示したシナリオを設定し、相補性解析を用いて、効率的な捕獲場所の検討を行った。シナリオ1は丹沢全体において密度を減らすシナリオであり、シナリオ2では自然植生回復地域、生息環境管理地域、被害軽減地域といったゾーンごとに生息密度の目標値を設定したシナリオである。今回使用したゾーンは図4に示した。

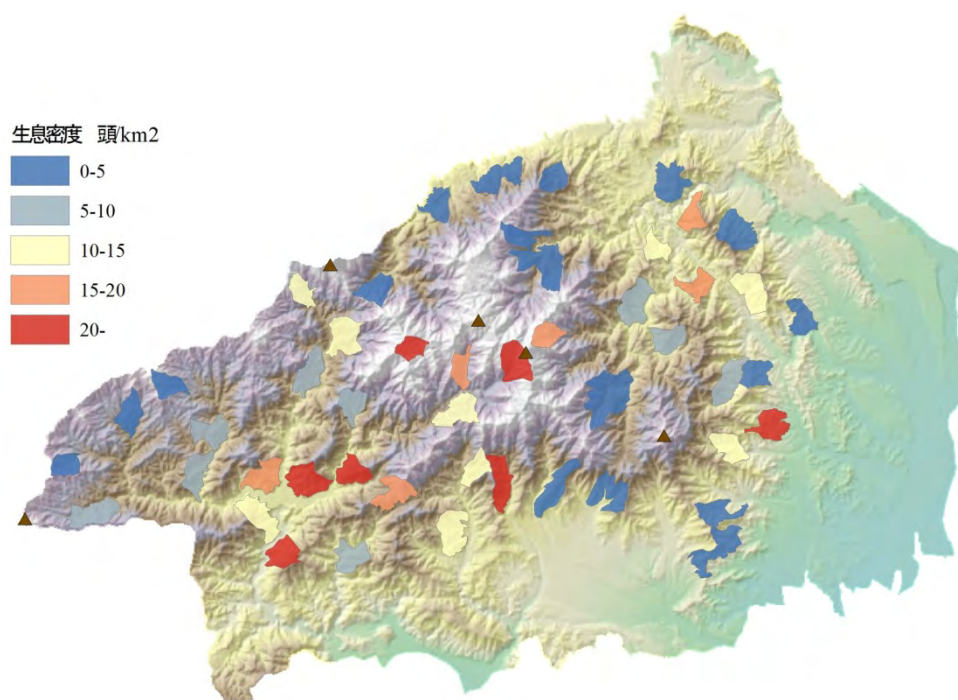


図 3. 神奈川県丹沢山地のシカの生息密度

表 1. シカの捕獲目標のシナリオ案（各地域の目標とする生息密度）

シナリオ	自然植生回復地域	生息環境管理地域	被害軽減地域
1 全体を減少	7.5 頭/km ²	7.5 頭/km ²	7.5 頭/km ²
2 ゾーンごとに対応	5 頭/km ²	10 頭/km ²	5 頭/km ²

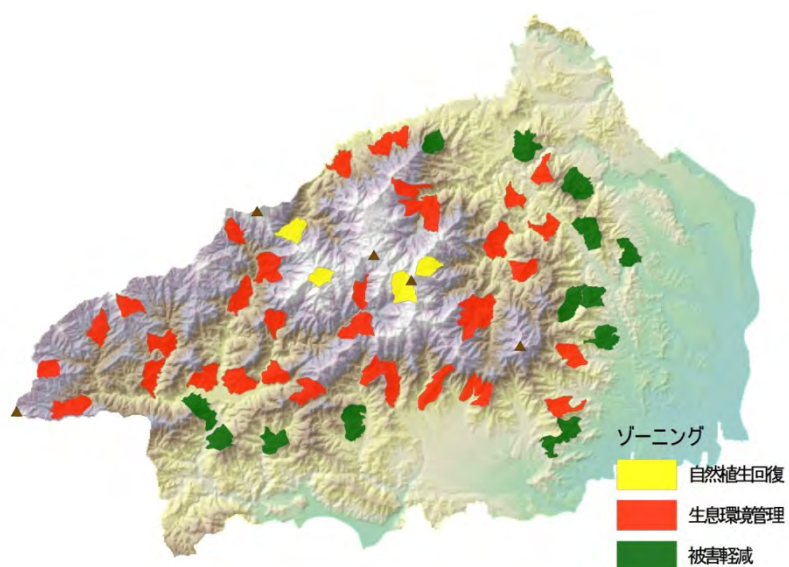


図 4. シカの対策に合わせたゾーンの設定

シナリオ 1、2 の結果をそれぞれ図 5、6 に示した。赤色で示した区画法のユニットが捕獲優先度の高い場所を示している。シナリオ 1 と 2 を比較してみると、異なる目標値であるが、最も優先度の高い（赤色のユニット）はほぼ一致している。これは丹沢山地においてシカの局所的な高密度化が起きているためであると考えられる。そのため、まずこのような地域を集中的に捕獲することが重要であると考えられた。

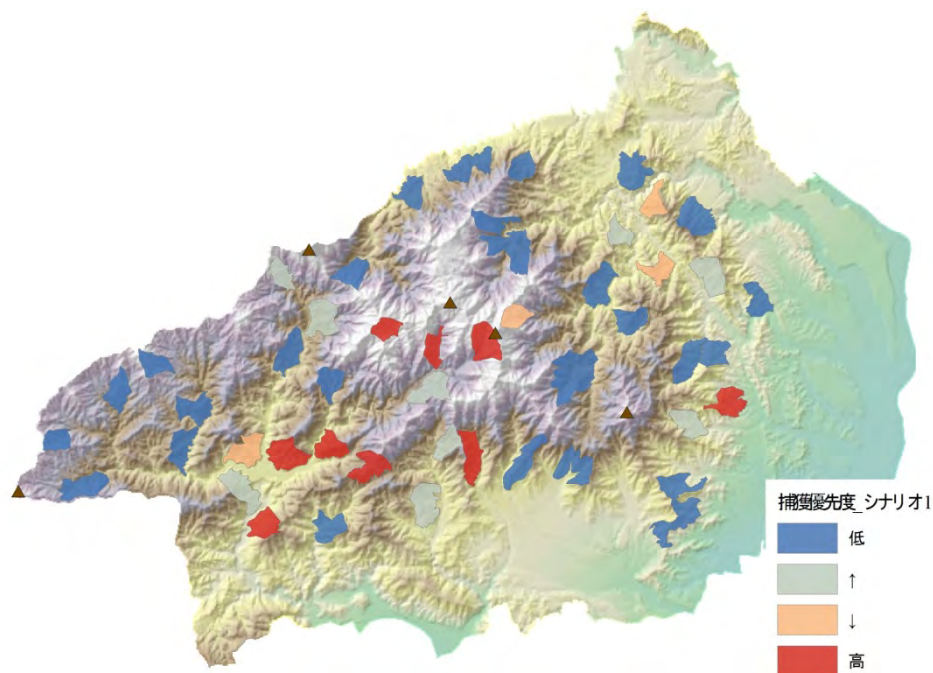


図 5. シナリオ 1 の捕獲優先地

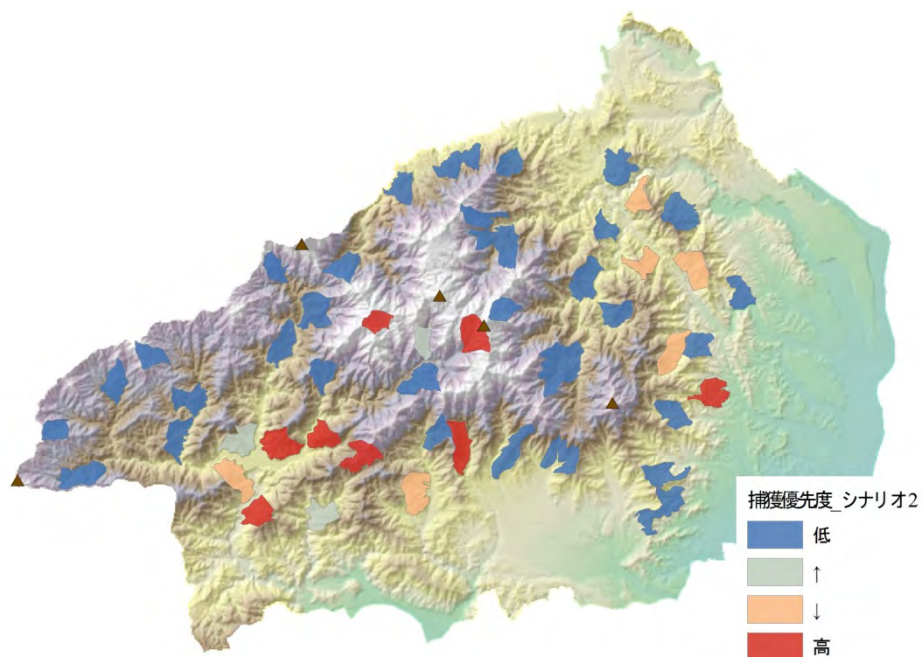


図 6. シナリオ 2 の捕獲優先地

次に、現行の対策との Gap を分析するために管理捕獲が行われている場所とシナリオ 2 の捕獲優先地をオーバーレイした（図 7）。その結果、特に丹沢湖周辺の地域で Gap が見られ、今回の分析からはこのような地域で今後捕獲を強化していく必要があると考えられた。

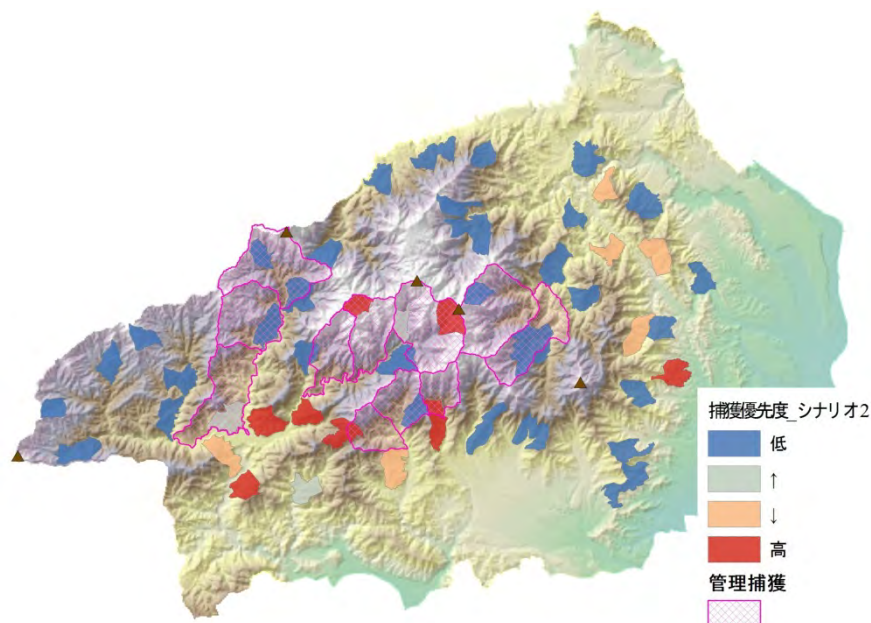


図 7. 管理捕獲地と捕獲優先地の Gap 分析

植生に関しては、維管束植物のレッドデータ種について保護優先地の選定を行った。丹沢山地では 1km メッシュ単位でレッドデータ種の有無の情報が整理されている（図 8）。今回は、丹沢全体での多様性（ γ 多様性）を保全することを目的とした保護優先地の選定を行うとし、各種の生息地の 30%を保護するシナリオ（目標）を設定し相補性解析を行った。

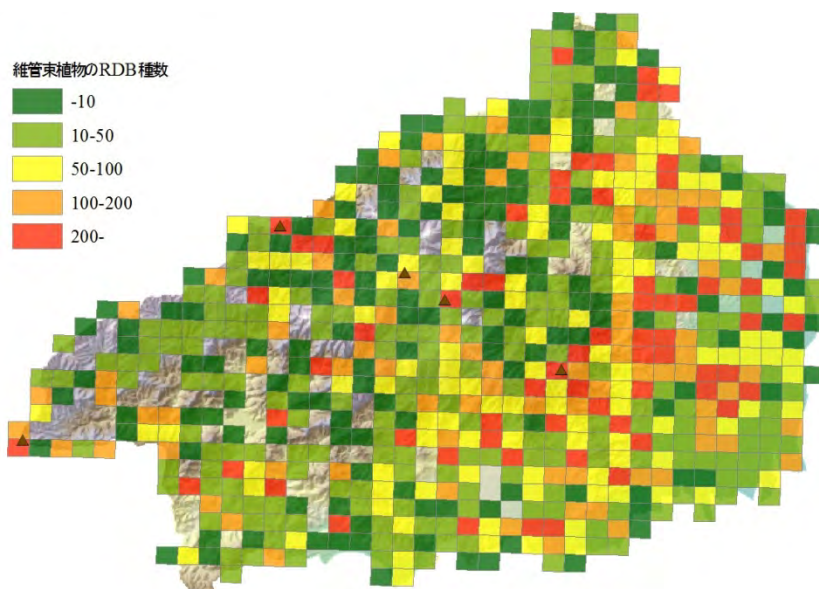


図 8. 維管束植物のレッドデータ種の種数（1km メッシュ単位）

植生の保護優先地を推定した結果を図9に示した。丹沢全体での多様性（ γ 多様性）を保全するためには高標高から低標高まで広い範囲で維管束植物を保全する必要があることがわかる。これは丹沢山地が高標高のブナ林、中標高の二次林、低標高の里山といった多様な景観があるためであると考えられた。

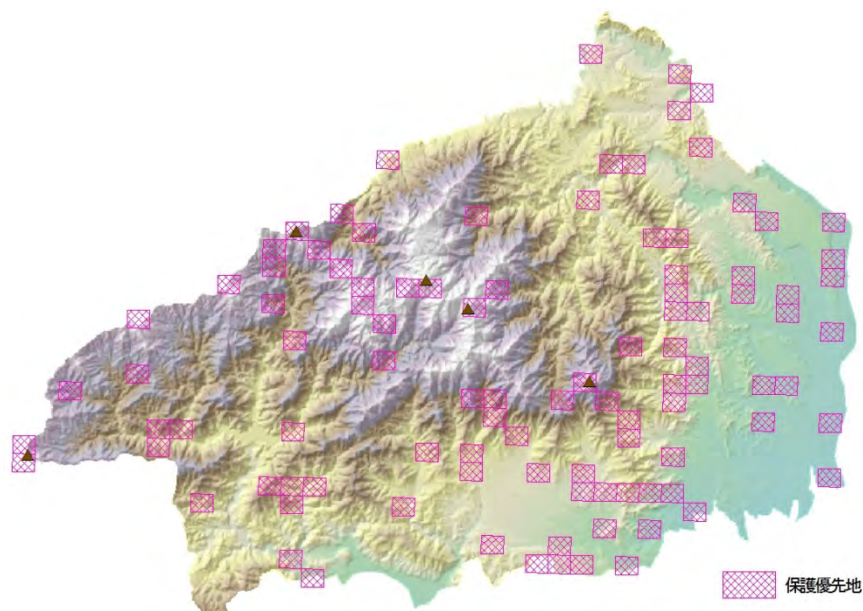


図9. 維管束植物の保護優先地

次に、現行の対策との Gap を分析するために水源林確保地、植生保護柵と維管束植物の保護優先地をオーバーレイした（図10）。今回の分析結果からは、山麓のレッドデータ種の保全も必要であることが明らかになった。

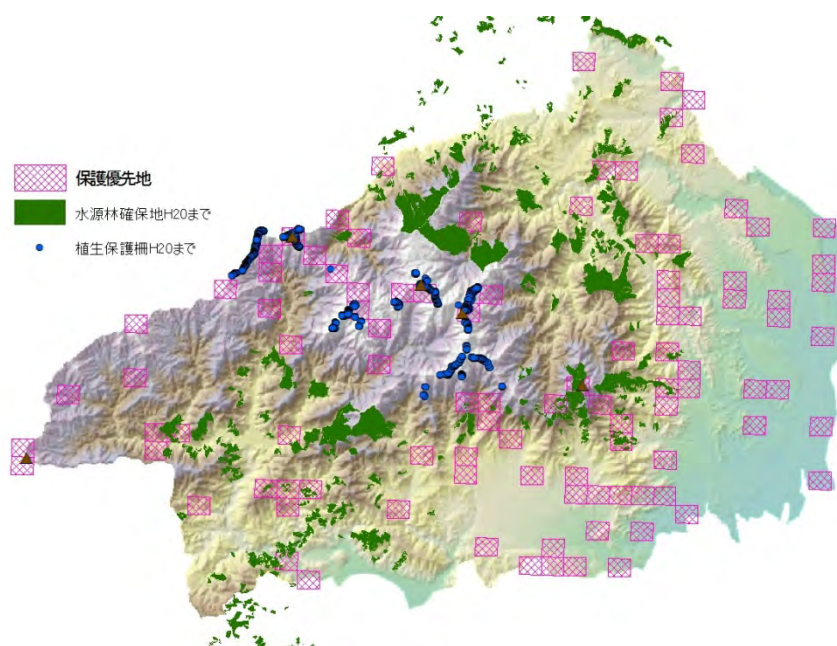


図10. 水源林確保地、植生保護柵と維管束植物の保護優先地の Gap 分析

開発中の技術の客観的評価

ハザードマップは、現状の「リスクが最も高い地域」を示しており、捕獲・保護の優先地は、シナリオに対して最も「効率のよい場所」を示している。これらの情報は科学的な資料に基づいて作成されており、意思決定支援における有用な資料の1つであると考えられる。

また、ハザードマップと捕獲・保護の優先地の選定に用いたデータを表2に示した。丹沢山地においては、これらの情報はすべて収集されているため、直接的指標として用いてハザードマップや優先地を算出することができる。しかし、これらのデータが断片的にしかない地域においても、間接的指標を推定することに適用可能である。間接的指標は、限られたデータからモデルを用いることにより、推定する手法（Maxent 等）が既に多く開発されている。そのため、完全なデータがない地域においても、ある程度収集できている地域においては本研究開発で用いたハザードマップや優先地の選定手法は適用可能である。

表 2. 使用したデータ

種類	項目	内容
ハザードマップ	シカの生息密度	区画法による生息密度
	下層植生	踏査による下層植生被度
捕獲優先地	シカの生息密度	区画法による生息密度
植生保護優先地	維管束植物の有無	文献情報による 0-1 データ

共同開発団体 神奈川県自然環境保全センター・酪農学園大学
 担当責任者 山中 慶久（神奈川県）・鈴木 透（酪農大）
 技術開発名 ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発
 技術開発課題 【復元技術】

目的

神奈川県丹沢の森林生態系は、シカの過密化による下層植生の劣化や土壌流出の拡大等が問題化している。神奈川県は総合的な自然環境調査の結果を踏まえて自然再生を旗印にシカ保護管理事業と連動した森林生態系復元事業の強化を進めている。しかし、森林生態系の復元再生の兆しはみられるものの、山岳地のシカ過密化解消にはいたっておらず、人工林地域などへ生態系劣化が拡大の様相をみせている。そこで、本事業では、神奈川県丹沢におけるシカによる森林生態系被害に関する総合対策技術の開発を目的とした。総合対策技術とは、シカと森林生態系に一体的・順応的管理における計画・対策・評価の各ステージにおいて効果的、かつ効率的に施策を実行するために様々な技術を取りまとめたものである。課題2では、対策や捕獲効果を評価するためのモニタリング技術の開発・評価を行った。

技術開発の成果

はじめに

神奈川県丹沢では、2007年度に強度の管理捕獲を実施し始めてから、約1,500～1,700頭を捕獲してきている（参考：丹沢山地における生息数推定値 3,700～4,500頭）。2011年度は、計1,627頭のシカを捕獲しており、半数以上は行政が主体として行っている管理捕獲によるものである。しかし、高標高の山岳地ではアクセスが悪いこと等により捕獲が進んでおらず、山岳地における効率的な捕獲手法の確立が必要とされている。そこで今年度は、これまで丹沢山山頂付近でモニタリングされている5頭のシカの位置情報を用いて、その行動特性を把握することを目的とし、その結果から山岳地における効率的なシカの捕獲体制についての考察を行った。

材料と方法

水源林整備事業によるシカへの影響を評価するために、神奈川県丹沢山山頂付近において2010年度からGPSテレメトリー法で追跡した5頭のシカの位置情報を用いた（表1）。

表1. GPSテレメトリー法で追跡した5頭のシカの位置情報

個体ID	性別	推定年齢	Fix数	追跡期間
1001	♀	3.5	2,970	2010/11/10-2011/4/20 (161日)
1101	♀	7	3,165	2011/7/12-2011/11/24 (135日)
1102	♂	4.5	8,190	2011/12/20-2012/12/3 (349日)
1103	♀	0	2,297	2011/12/21-2012/3/30 (100日)
1104	♀	0.5	8,387	2011/12/21-2012/12/20 (365日)

各 GPS により得られた位置情報の内、明らかに位置精度が悪いデータは除外した。その結果、得られた利用地点数の平均は 5,002 点 (2,297-8,387 点)、期間は平均 222 日 (100-365 日) であった。各個体の行動特性を把握するため、すべての位置情報と月別の位置情報を用いて固定カーネル法 (Worton 1989) により行動圏を推定した。固定カーネル法による行動圏の算出には、R (Ver.2.11.0) とパッケージ adehabitat (Calenge 2006) を用いた。また、山岳地での捕獲体制を考察するため、山稜の歩道とシカの利用地点との関係を分析した。分析は、課題 3 にて捕獲予定としている 12 月から 4 月のデータのある 1101 を除く 4 個体の位置情報を用いて、歩道からの距離を月別、時間別に集計した。

結果と考察

1. シカの行動特性

個体の行動特性を把握するため、すべての位置情報 (全体) と月別の位置情報を用いた行動圏を推定した。1001 の全体と月別の行動圏を図 1, 2 にそれぞれ示した。11 月に山頂付近を利用し、2 月に多少行動圏が大きくなる傾向を示したが、追跡期間中 (11 月～4 月) に大きな移動をするという行動は見られなかった。

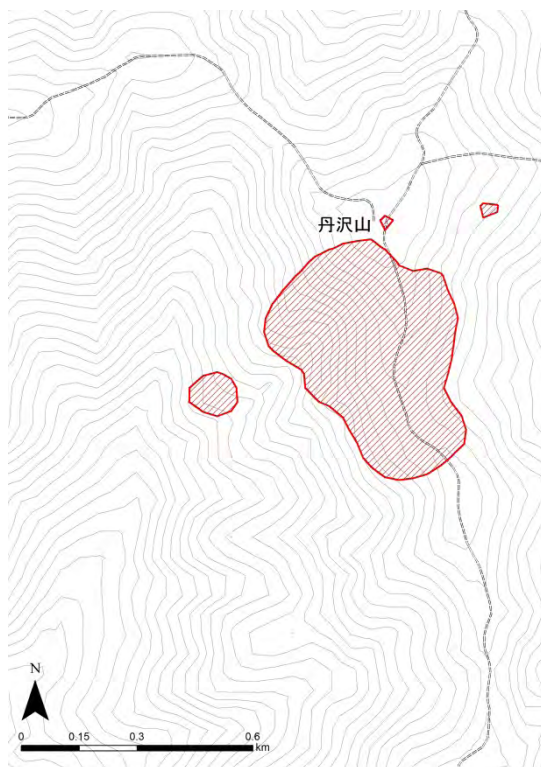


図 1. 1001 の行動圏 (全体)

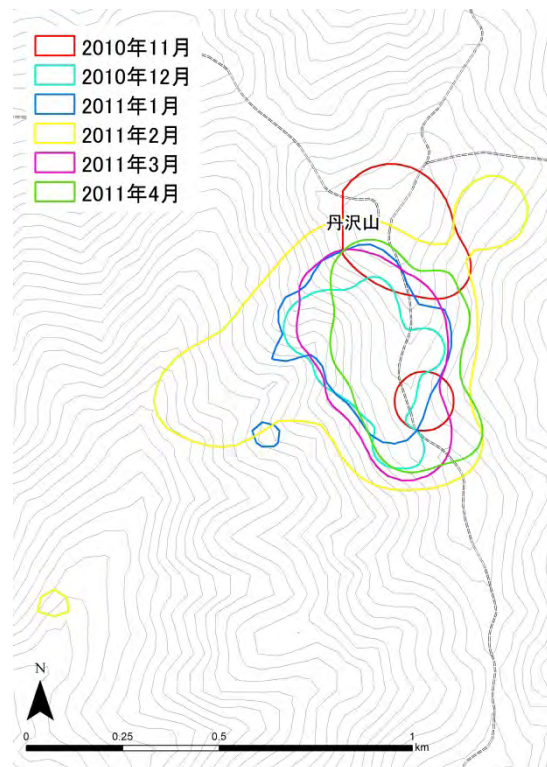


図 2. 1001 の月別行動圏

1101、1102、1103、1104 の全体と月別の行動圏を図 3～10 にそれぞれ示した。1101、1102 は、1001 と同様に追跡期間中 (7 月～11 月) に大きな移動をするという行動は見られなかった。1103 は、1 月と 2 月に非常に広い範囲を利用していた。1104 は季節移動をしており、12 月から 2 月にかけて丹沢山周辺を利用していた。このように、丹沢山周辺を利用していた 5 頭のシカの内 4 頭は大きな季節移動をしない定住性のシカであった。

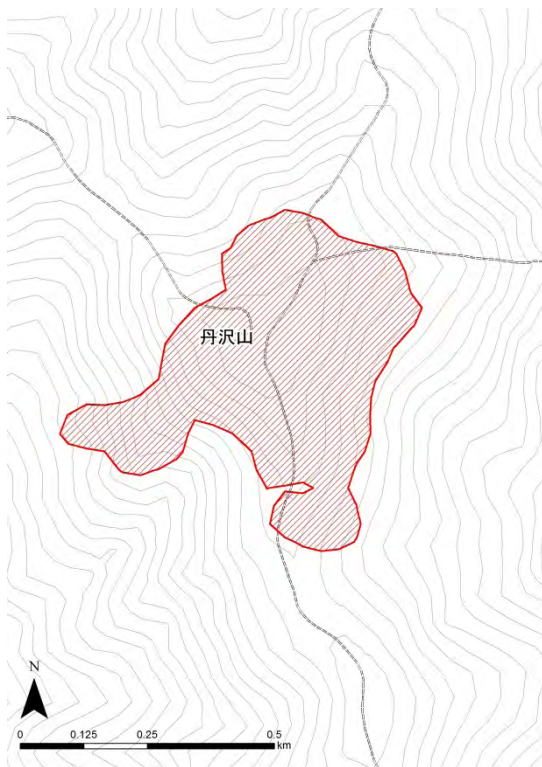


図 3. 1101 の行動圏（全体）

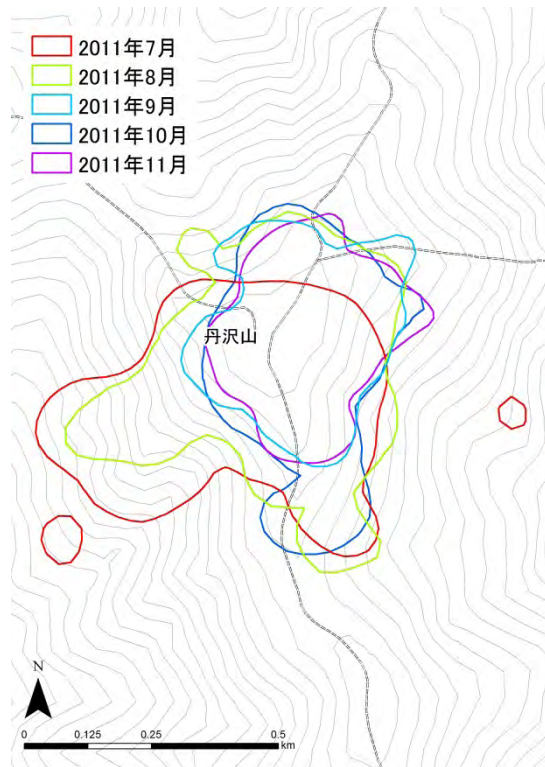


図 4. 1101 の月別行動圏

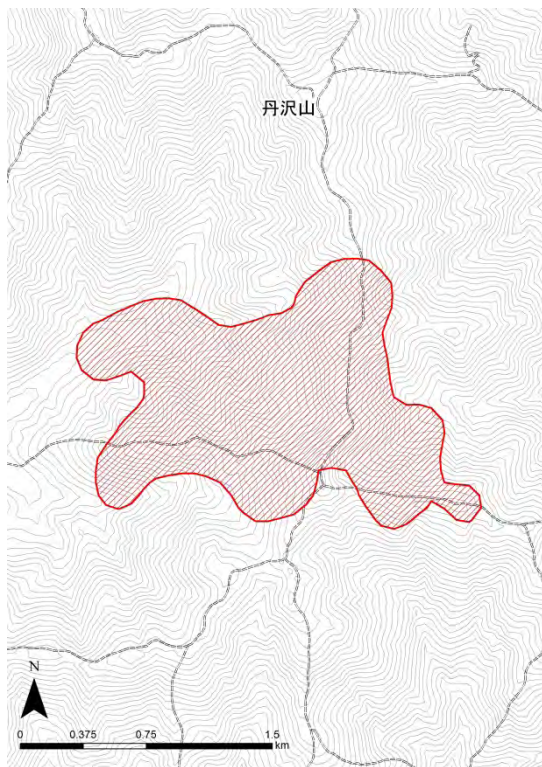


図 5. 1102 の行動圏（全体）

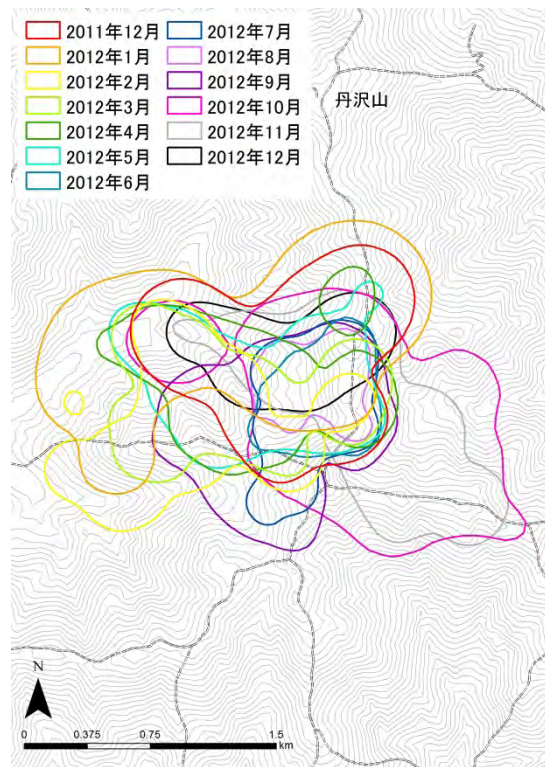


図 6. 1102 の月別行動圏

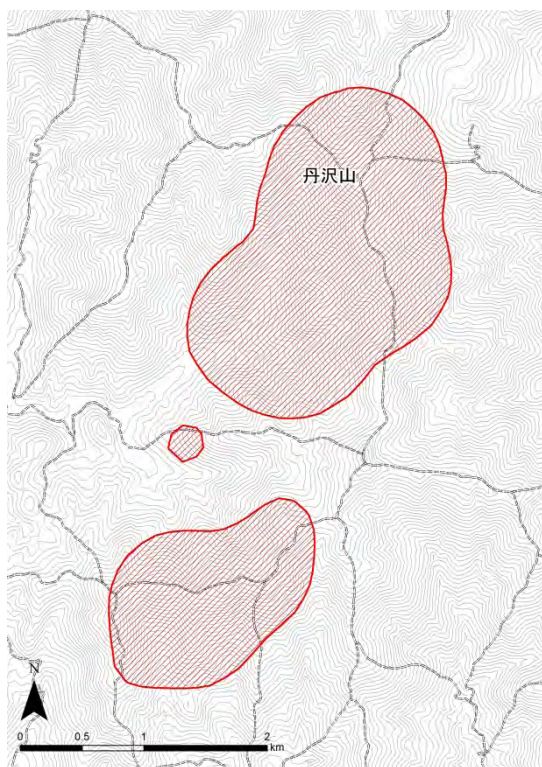


図 7. 1103 の行動圏（全体）

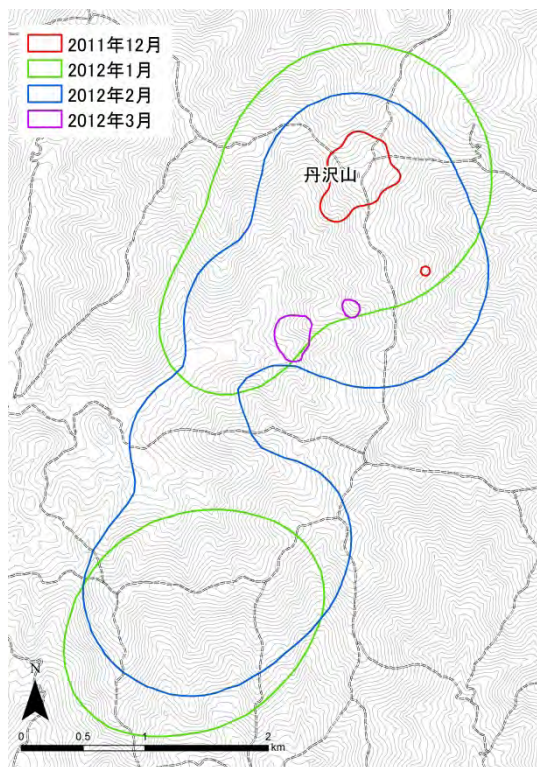


図 8. 1103 の月別行動圏

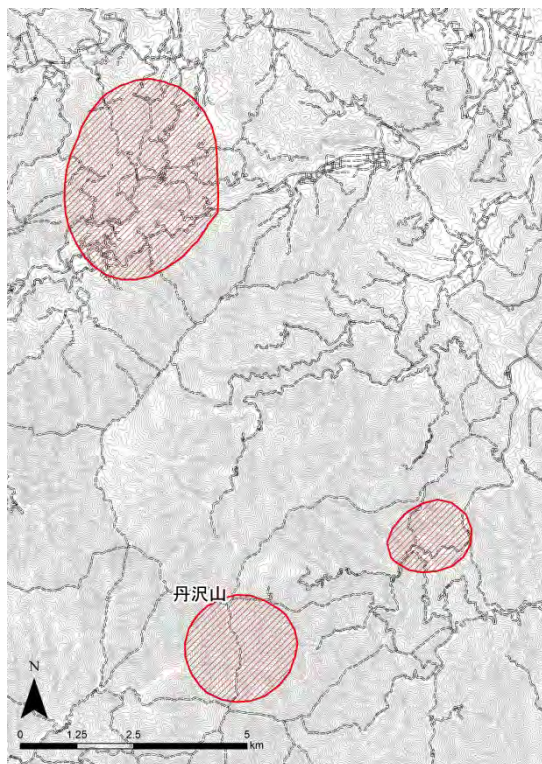


図 9. 1104 の行動圏（全体）

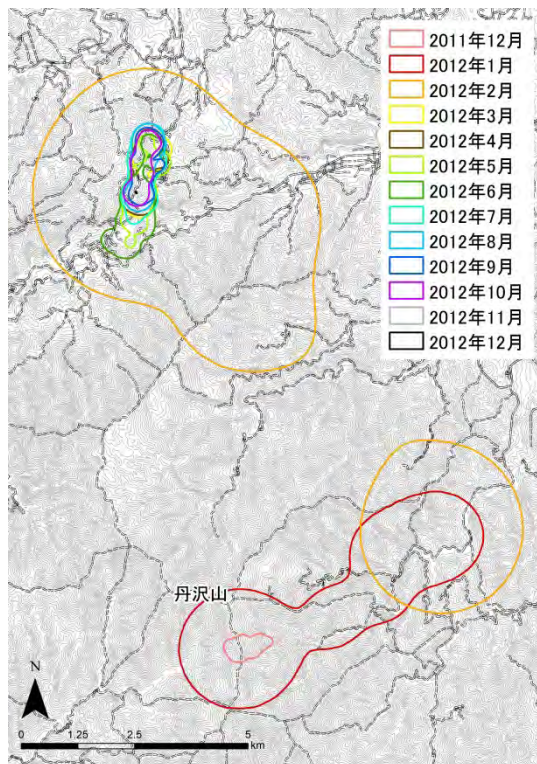


図 10. 1104 の月別行動圏

2. 山稜の歩道との関係

4 個体について 12 月から 4 月までの利用地点について、月別に歩道からの距離を算出した（図 11 から図 14）。個体差は見られるが、2 月～4 月のいずれかの月に他の時期に比べ歩道から近い場所を利用している傾向が見られた。

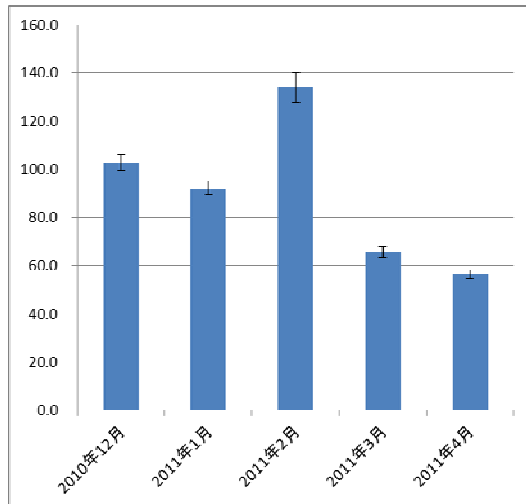


図 11. 月別の歩道からの平均距離（1001）

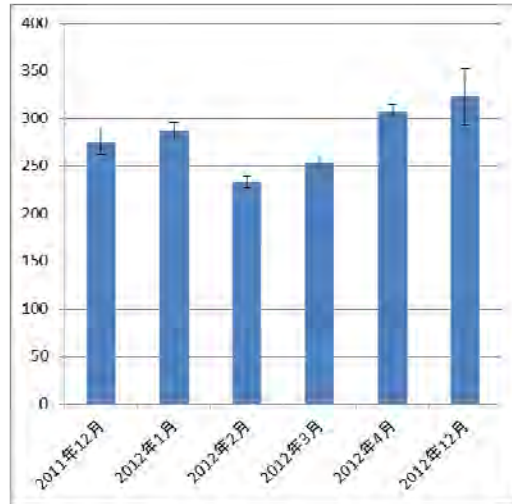


図 12. 月別の歩道からの平均距離（1102）

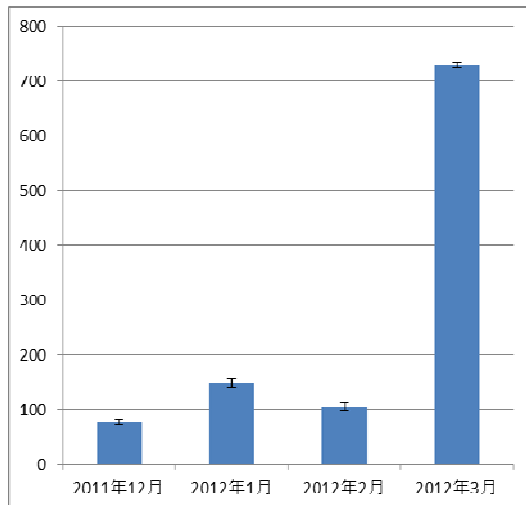


図 13. 月別の歩道からの平均距離（1103）

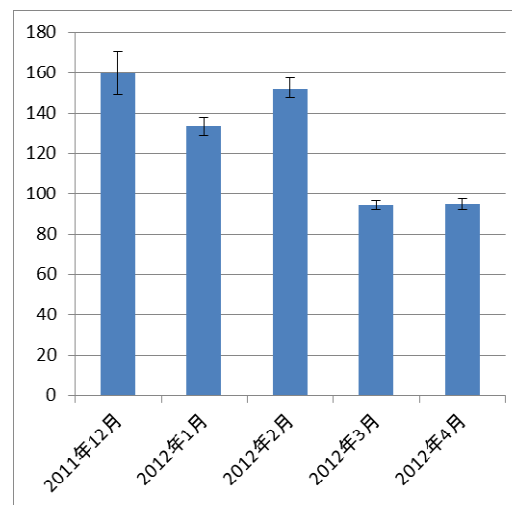


図 14. 月別の歩道からの平均距離（1104）

4 個体について 12 月から 4 月までの利用地点について、時間別に歩道からの距離を算出した（図 15 から図 18）。全体の傾向として 9 時から 16 時までは他の時間と比較して歩道から遠い場所を利用していることがわかる。

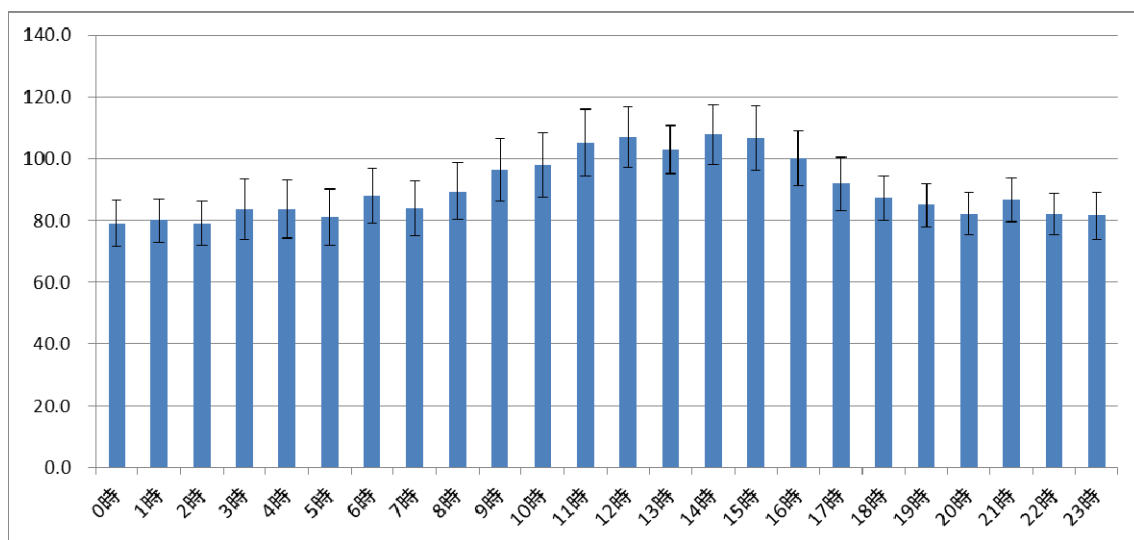


図 15. 時間別の歩道からの平均距離 (1001)

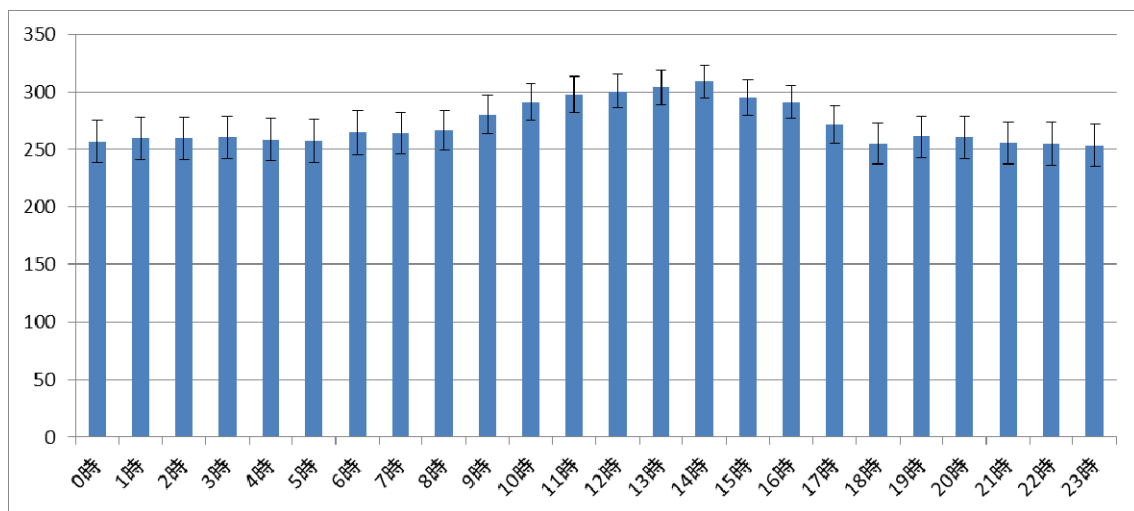


図 16. 時間別の歩道からの平均距離 (1102)

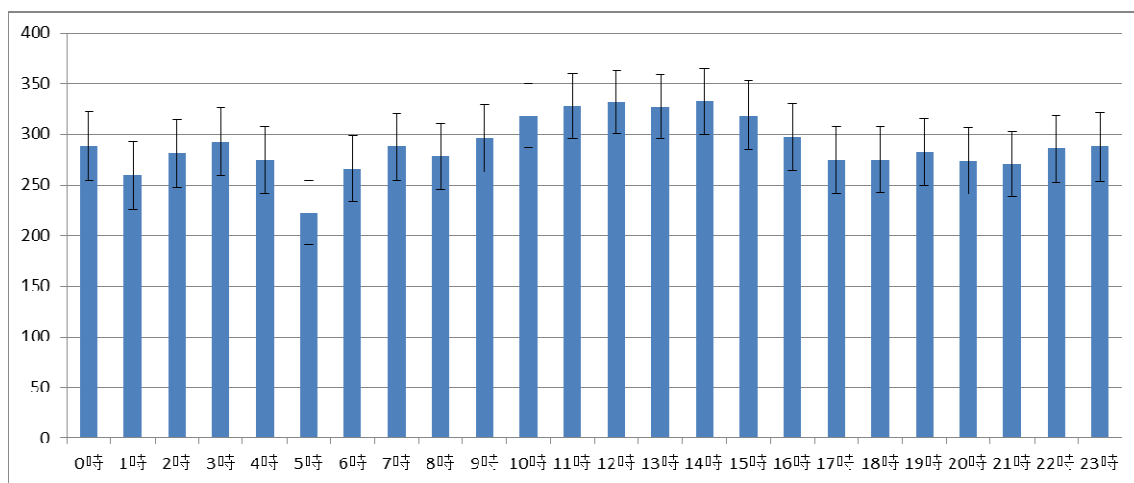


図 17. 時間別の歩道からの平均距離 (1103)

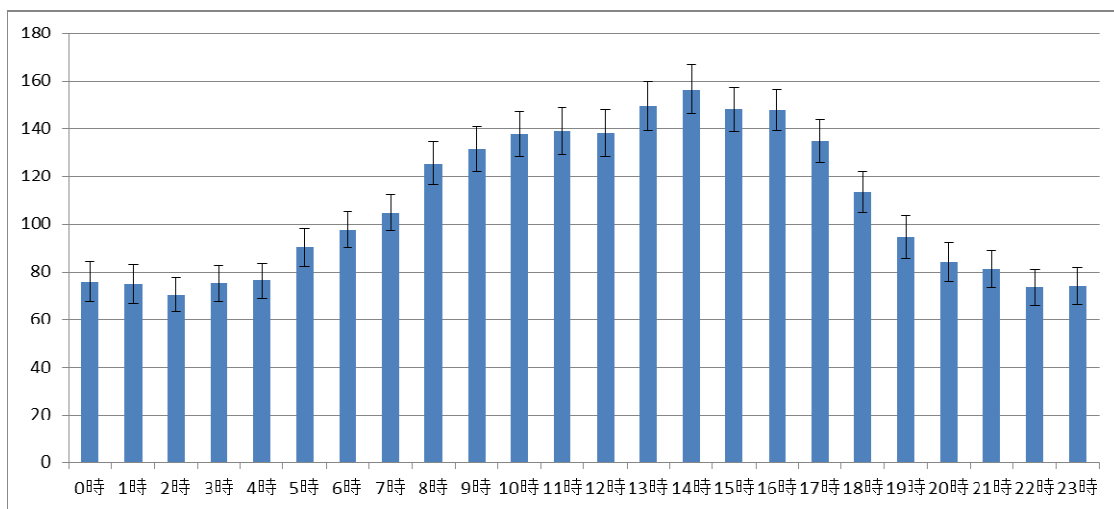


図 18. 時間別の歩道からの平均距離 (1104)

以上の結果を踏まえて、山岳地における捕獲体制について考察する。今回利用する予定の植生保護柵は、比較的歩道から近い箇所に多く設置されている。また、現在の予定では植生保護柵を用いた捕獲は12月から3月に行うことを検討していた。今回の結果や今年度の大雪による影響も加味すると、捕獲期間を4月まで延長して、9時から16時以外の時間帯が最適であると示唆された。今後は3月、4月の捕獲試験の結果も踏まえて、効率的な捕獲時期を検討していく予定である。

開発中の技術の客観的評価

モニタリングした情報（GPS 首輪によるシカの利用地点）があれば、すべての解析方法は他の事例に適用可能である。

共同開発団体	神奈川県自然環境保全センター・酪農学園大学
担当責任者	山中 慶久（神奈川県）・鈴木 透（酪農大）
技術開発名	ニホンジカ過密化地域における森林生態系被害にかかる総合対策技術開発
技術開発課題	【捕獲技術】

目的

神奈川県丹沢の森林生態系は、シカの過密化による下層植生の劣化や土壌流出の拡大等が問題化している。神奈川県は総合的な自然環境調査の結果を踏まえて自然再生を旗印にシカ保護管理事業と連動した森林生態系復元事業の強化を進めている。しかし、森林生態系の復元再生の兆しはみられるものの、山岳地のシカ過密化解消にはいたっておらず、人工林地帯などへ生態系劣化が拡大の様相をみせている。そこで、本事業では、神奈川県丹沢におけるシカによる森林生態系被害に関する総合対策技術の開発を目的とした。総合対策技術とは、シカと森林生態系に一体的・順応的管理における計画・対策・評価の各ステージにおいて効果的、かつ効率的に施策を実行するために様々な技術を取りまとめたものである。課題3では、山岳地のシカ過密化地区における効率的なシカ捕獲技術の開発を行った。

技術開発の成果

神奈川県丹沢山地では、2007年度に強度の管理捕獲を実施し始めてから、年間約1,500～1,700頭を捕獲してきている（参考：丹沢山地における生息数推定値3,700～4,500頭）。2011年度は、計1,627頭のシカを捕獲しており、半数以上は行政が主体として行っている管理捕獲によるものである。しかし、高標高の山岳地では、アクセスが悪いこと等により捕獲が進んでいない。それに対し、神奈川県では2012年度からワイルドライフレンジャーによる山岳地での試験捕獲を行っている（図1）。現時点（2012年2月）で約60頭のシカを主に忍び猟で捕獲しているが、個体単位での捕獲が主であり、群れ単位で効率的に捕獲する手法が無いのが現状である。山岳地でのシカの過密化解消のためには、山岳地における効率的な捕獲手法の確立が必要とされている。

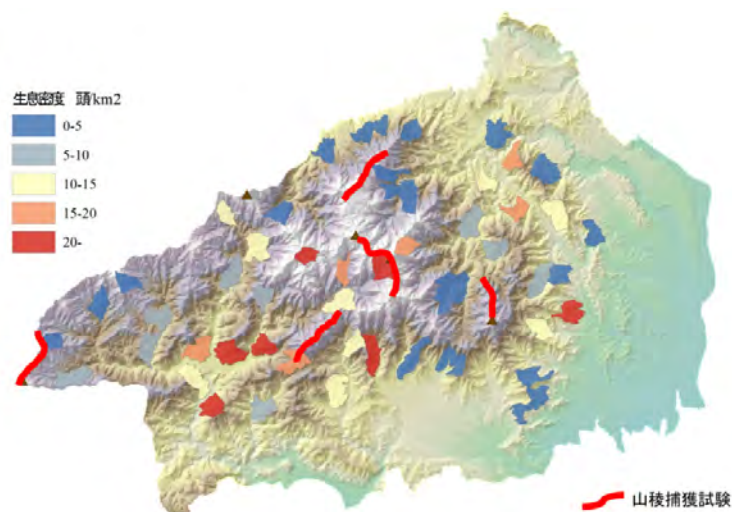


図1. 神奈川県丹沢山地における管理捕獲実施場所と山稜捕獲予定地

そこで本研究開発では、丹沢の山岳地に多数設置されている植生保護柵を活用した捕獲手法の開発を行った。植生保護柵の活用は、シカの誘因効果が高く、ワナの設置コストも少ないと考えられる。また、短期間で限られた柵を活用した捕獲方法を確立することで、植生への影響も最小限に抑えることが可能である。

昨年度まで植生保護柵を活用したワナの捕獲手法を検討した結果、植生保護柵の活用はワナの設置のコスト・労力が少なく、短期間で誘因可能であり（写真 1）、植生への影響の少ないことが明らかになった。またワナの開放試験から 1 月～2 月が捕獲に最適であった（図 2）。そこで今年度は、捕獲地の多様な状況に対応可能にするためのワナの監視・捕獲システムの無線化、低標高地における捕獲試験から捕殺方法の検討、山岳地における捕獲試験をなした。



写真 1. 植生保護柵内に誘引されたシカ

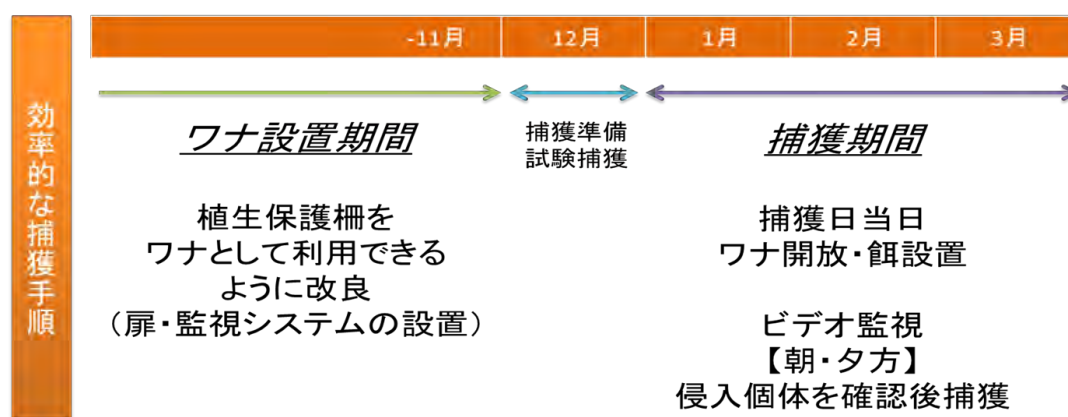


図 2. 植生保護柵を用いた捕獲のスケジュール案

無線システムの構築

無線によるカメラ監視、扉の開閉システムを構築した。これまでの有線（約 200m 程度）と比較して待機する場所までの距離（約 30m 程度）は短くなるが、設置労力を軽減させることができ、捕獲場所の状況に応じたワナのシステムの選択が可能になった。

低標高地での捕獲試験

冬期の高標高での捕獲試験に先立ち、神奈川県自然環境保全センター内にある自然観察園において低標高での捕獲試験を実施した。対象動物は当初シカを狙ったが、その出現は少なく、イノシシが高い頻度で出現した。試験は餌への誘引やゲート閉鎖への反応、捕獲手順の検討が目的であるため、シカでなくても多くの必要な情報を得ることができると判断し、イノシシを対象とした試験を実施した。

材料と方法

1. 試験地

試験地は神奈川県厚木市七沢にある神奈川県自然環境保全センターの自然観察園（標高100m）とした。この園地は谷戸に造られており、野鳥を観察するための沢や湿地が整備されている。斜面にはコナラやクリ、ミズキ、ホオノキなどの高木が生育している。囲いワナはこの園地の林内の沢沿いに設置した。

2. 囲いワナ

囲いワナの設置は2012年6月21日に実施した。ワナの形は台形をしており、大きさは幅がゲート側2mで奥側4m、奥行きが8mであり、面積が24 m²であった。ワナの仕切りには、高さ2mのステンレス入ネット2枚を用いた。このうち1枚は高さ2mに設置し、その外側にもう1枚を高さ1.5mとして、潜り込みを防止するため裾が広がるように設置した。ワナには入口と長辺の合計2箇所に1m幅の仕切りの隙間を空けた。ここにはワナの設置当初は何も設置せず、2012年9月27日から入口にはゲート（写真2）を、長辺の隙間にはポケットネット（写真3）を設置した。また、ワナ内から網を潜って脱出したり、ゲートの閉鎖試験では網を破って脱出したりすることがあったので、随時、木材やポールなどを使い、破損部やネットの接地部を補強した。



写真2. 設置したゲート（扉）



写真3. 保定用のポケットネット

3. 誘引試験

動物を誘引するため、餌をワナの内外に撒いた。撒いた餌は米ぬか、サツマイモ、ヘイキューブの3種類とした。餌を撒く時期はヘイキューブが2012年6月22日から、米ぬかおよびサツマイモが2012年7月26日からとした。餌を撒く頻度は、土日や休日を除き、原則1日1回とした。誘引の有無の確認には、餌の減り具合に加え、センサーカメラ(Moultrie製、D-50)を用いた。センサーカメラの設置数はワナ内に1個、ワナ外にワナ入口1個と周辺3個、合計5個とした。撮影の設定は静止画を3枚連続で撮影後、1分間のインターバルを設けるようにした。夜間はフラッシュ撮影とした。撮影された画像から出没時刻を記録した。

4. ゲート閉鎖への反応試験

ゲートの閉鎖試験は2012年10月15日、16日、24日、25日、29日、11月2日に実施した。ゲートの閉鎖は遠隔操作で行った。動物の進入を確認するための監視カメラはワナ全景がみえるように1個設置した。この画像はワナから離れた地点に張られたテント内のモニターでみることができる(写真4、5)。また、ゲートの開閉ボタンもテント内に設置している。電源のバッテリーもテント内に設置している。監視カメラとモニター、ゲートと開閉ボタン(写真4)は有線で繋がっている。ゲートは銀色のスクリーンとレールで構成されている。すなわち、テント内で待機した試験者が動物の侵入をモニターで確認したところで、開閉ボタンを操作してゲートを閉じることで動物をワナ内に閉じ込めることができる。このようにして動物をワナに閉じ込めた際の反応を観察した。テント内での待機時間帯は、出没時刻と作業の省力化を考慮して17~19時とした。



写真4. モニターとスイッチ



写真5. 監視中の画面例

5. 捕獲試験

ゲートの閉鎖試験から、設置した囲いワナでは成獣、当歳とも脱出されることが判明したため、捕獲には跳ね上げ式のくくりワナを用いることとした。捕獲試験は2012年11月8~21日に実施した。このうち、11月8~14日はくくりワナが作動する状態にはせず置いておくだけの慣れさせる期間として、15~16日と19~21日に作動する状態で設置した。設置するくくりワナの数は6~13個として、土を掘って仕地中浅くに設置し、落葉や土壌などでカモフラージュした。くくりワナへの反応を踏まえ、21日にはゲート閉鎖との組み合わせで捕獲を試みた。

結果

1. 出沒時刻

出沒したイノシシは同じ群れ（成獣 1、当歳 2）だった。出沒した時間帯はほとんどが夜間であった（表-1）。その中でも、日没後の数時間（18～20 時台）の出沒頻度が最も高かった。これは 8～9 月のことであり、日没が早まる 10～11 月は 17 時台でも出沒した。

2. ゲート閉鎖への反応

テント内で待機している間に、イノシシが囲いワナ内にいるのをモニターで確認してゲートを閉鎖できたのは、10 月 24 日と 11 月 2 日の 2 回であった。ただし、10 月 24 日はゲートのスクリーンが途中で引っかかり半開きの状態となった。何度か上げ下げしたが、一定以上は下がらない状態であった。

いずれの場合も、ゲートの作動と同時に脱出しようとする激しい動きが観察され、最終的には 2 回ともすべての個体（雌成獣 1、当歳 2）が脱出した。このうち、雌成獣は 2 回ともネットを突き破って脱出した。当歳のうち、2 回とも 1 個体はネットを潜って脱出した。もう 1 個体は、1 回目はゲートの作動後しばらく時間がたってから、半開きのゲートから脱出した。2 回目のもう 1 個体は、ゲート付近のネットに突進を繰り返し、ネットがたわんでできたゲートの柱との隙間から脱出した（写真 6）。突進を繰り返す際、閉鎖したスクリーンへの突進が 1 回だけ観察されたが、ゲートが壊れることはなかった。



写真 6. ゲート閉鎖時のイノシシ

（右側の雌成獣は矢印の方向からネットを破り脱出、左側の当歳はくくりワナにより捕獲）

3. くくりワナによる捕獲

くくりワナに慣れさせる期間（11月8～14日）を経て、15日以降にワナが作動する状態にして設置したが、餌は食べつつ、ワナは掘り返される結果となった。また、モニターではワナの設置箇所を避けて歩く行動が観察された。このような、くくりワナを警戒する行動により、くくりワナ単独での捕獲は難しい状況であった。

そこで、囲いワナ内に入った際にゲートを閉鎖すると脱出しようと暴れる性質を利用し、囲いワナとくくりワナを併用した捕獲を11月21日に試みた。対象は雌成獣1個体と当歳1個体であった。ゲートを閉鎖したところ、雌成獣はポケットネットに突進して脱出したが、当歳は脱出を試みるうちに、2個のくくりワナに捕獲された。くくりワナに捕獲後はネットに潜りこんで脱出を試みたが、そのうちネットと地面の隙間で身動きが取れなくなったことから、電殺器による止め刺しを実施した（写真7、8）。止め刺しに要した時間は3～4分程度であった。このとき、二本刺すうちの一方の針が塩ビ管の中に引っ込んでしまったため、このことで通電が悪くなり、多少の時間を要したと考えられた。



写真7. 簡易電殺器による捕殺



写真8. 捕殺したイノシシ

山岳地における捕獲試験

概要

低標高地における捕獲試験から捕殺方法を検討したポケットネットと簡易電殺器を用いて、山岳地での捕獲試験を行った。捕獲試験地は丹沢山山頂付近であり、ワナの形状は、面積140 m²（幅14m、奥行き10m）、高さ2m以上、材料は植生保護柵に加え、目隠しの黒い寒冷紗、緑色のかさ上げネットで囲った（写真9）。また保定用のポケットネットも設置した（写真10）。設置は11月から12月にかけて行った。



写真 9. 植生保護柵を用いたワナの設置



写真 10. 保定用のポケットネット

囲いワナの捕獲試験を 2 月 20 日 16～21 時、21 日 4～7 時および 21 日 16 時～22 日 7 時に実施した。周辺ではシカの生息と痕跡が観察されたが、試験期間中にワナへは誘引されなかった。一昨年、昨年とも 2 月の誘引頻度は高かったが、今年は積雪量によりシカの行動パターンが変わり、ワナへの侵入頻度も変化したと考えられる。ワナ捕獲には事前の餌撒きと除雪などの整備を必要とするが、ワイルドライフレンジャーの稜線部捕獲と一体となり行うことで効率的に行うことができた。21 日 16～22 日 7 時の 15 時間の試験は 6 名のシフト制で実施したが、体力的な負担が大きく、シカの利用時間帯を事前に把握することが重要であった。シカがワナに侵入した際のポケットネットの設置方法を確認したところ、夜間にポケットネットで保定した際の止めさしは、安全面を考慮すると夜明けを待ってから行うほうがよいと考えられる。天候により試験中にゲートが凍結し正常に作動しなくなる場合があった。今後は、3～4 月に再度試験を行い、今回の試験で抽出された課題をそれぞれ検証する。このときシカが誘引されれば捕獲を実施し、その手順と課題を確認する。

結果と考察

1. シカの行動パターン

周辺でシカの痕跡が観察され、事前にワナ内への侵入が確認されたにもかかわらず、試験期間中には誘引されなかった。2 月には一昨年、昨年とも誘引頻度が高かったが、今年はシカの行動パターンが変わり、ワナへの侵入頻度も変化したと考えられる。

その理由は次のとおりである。現地での踏査によりシカの観察頻度が高かった地点はミヤマクマザサ草原近傍であり、ササの頭が雪から出ているのが観察された（写真 11）。その周辺ではシカの寝屋や樹皮剥ぎ中のシカや新しい樹皮剥ぎ痕も観察された（写真 11）。餌資源が大幅に減少する積雪期には、このような部分的にササの裸出したササ草原を中心に利用していると考えられる。利用できるササ草原は積雪量が多いほど減少すると想定され、行動域の中心が微妙に変わってくると考えられる。このことが今年と一昨年および昨年で行動パターンが変化した原因と推測される。

- ・ 前々日、前日に降雪があったことによる行動の変化、夜間の強風による行動の変化等その時点での天候が与える行動への影響。

- ・ 囲いワナから直線距離で 200m 程度の場所には足跡が確認されているので、天候による微妙なタイミングのずれの可能性。継続していれば誘引できたかもしれないが、高標高域では計画の変更が難しい。

2. 体制の整備

ワナ捕獲には事前に餌を撒き、シカを誘引する必要がある。また、積雪時にはシカを誘引しやすくするとともに、ゲートの動作性を確保し、作業を行いやすくするために除雪を行う必要がある。これらの事前作業は、今回ワイルドライフレンジャーの稜線部捕獲と一体となり行うことで効率的に行うことができた（写真 12）。また、相互に情報交換を行うことでシカとその痕跡の効率的な探索が実現した（写真 12）。

モニター前の待機時間は、二日目については 16 時から翌 7 時にかけて、15 時間にわたり 6 名のシフト制で実施した。結果として体力的な負担が大きかったことから、シカの利用時間帯を事前に把握することが重要であった。一昨年、昨年の解析結果を踏まえ一日目のモニター待機時間を 16～21 時、4～7 時を設定したが、行動パターンが変化したと考えられる今年の利用時間を改めて解析する必要がある。



写真 11. 竜ヶ馬場周辺で観察されたササ草原の積雪状況（左上）、シカの寝屋（右上）、樹皮剥ぎ中のシカ（左下）および新しいヒノキの樹皮剥ぎ（右下）



写真 12. ワイルドライフレンジャーにより行われた除雪と餌撒き（左）、
ワイルドライフレンジャーにより確認されたシカの足跡（右）

3. ワナの稼働

ワナ内にシカが侵入した際のポケットネットの設置方法を確認した（写真 13）。夜間にポケットネットに保定した際の止めさしは、視界の悪さと積雪時の足場の不安定さを考慮すると夜明けを待ってから行ったほうが良いと考えられる。

ワナ稼働の待機時には、ゲートが凍結し正常に稼働しなくなる場合があることが判明した。20 日の試験開始前にすでに凍結していたため、このときはお湯をかけて溶かすことで正常に動作するようになった。しかし、夜間になると風が強く雪が舞っており、気温がおよそ -10°C まで低下すると翌朝 4 時には凍結し正常に作動しなくなった。この対策として潤滑剤（CRC スプレー）を散布したところ、翌日には凍結が生じなかった。

凍結時にはこのような対策をとる必要があるが、試験中の対策はシカを追い払う恐れがあるため実施が難しい。このため、ワナを稼働させる時期は凍結が生じにくい時期や天候を選ぶのが望ましいと考えられる。また、今後対象とする植生保護柵を選ぶ際やゲートを設置する際には凍結が生じにくい地点を選定することを検討する必要がある。



写真 13. ポケットネットの設置状況

今後の課題

以上のように、本手法は、事前にシカの行動パターンの季節変化とワナ稼働に適した時期や時間帯を把握するとともに、誘引しやすい植生保護柵の選定、ワナ整備と誘引効果を高めるための体制を整備する必要があることが分かった。今後は、雪が少ないが餌も少なく、気温が上昇する 3～4 月に再度試験を行い、今回の試験で抽出された課題をそれぞれ検証する。この時期は餌が少ないためワナの誘引力が高く、雪が少ないためシカの行動パターンが今回とは異なり、気温が上昇するためゲートの凍結が生じにくいと想定される。実際にシカが誘引されれば捕獲を実施し、その手順と課題を確認する。

また、将来事業的に本手法を適用していくには、地域ごとに季節に伴い変化する環境条件ごとにシカが利用しやすいと考えられる植生保護柵を事前に絞り込む必要がある。現在、センサーカメラによるシカ出現頻度のモニタリングを継続していることから、このデータ解析を進め、行動パターンの季節変化を把握する予定である。

開発中の技術の客観的評価

今回開発した捕獲方法は植生保護柵を改良した小型の囲い込みワナであり、神奈川県丹沢大山地域高標高域（アクセス困難・電気なし）の植生保護柵の設置地域を対象としている。また、県主導の管理捕獲や狩猟では捕獲数が少ない高標高地域の捕獲を補うための手法開発を目的としており、想定捕獲数は 3～5 頭/回、目標捕獲数は 50 頭/年程度である。

これまでの成果から体制（人工）とコストを表 1 にまとめた。設置は 5 人 1 時間程度で行うことができ、誘因に関しても比較的低労力である。また、コストも初期投資では 20 万円程度必要であるが、他の植生保護柵への転用が可能な資材が多い。

表 1. 植生保護柵を用いたワナの体制とコスト

体制（人工）	誘引	1 人が 1 週間前にエサを設置 交換なし
	待機	監視は 1 人
	捕獲処理時	2・3 人体制
コスト	ワナ資材費	扉（約 50 千円）・遠隔監視 1 式（約 100 千円）・バッテリー代（約 30 千円）・ワナ改良費（約 20 千円）餌代
	誘引餌代	エサ（3 千円程度）
	保定時用具	ポケットネット（5 千円程度）
	補殺時用具	簡易電殺器（約 10 千円）

また、これまでの成果を基に、本研究開発で作成したワナの利点と欠点、選択上の条件を表 2 にまとめた。

表 2. 植生保護柵を用いたワナの利点・欠点・選択上の条件

利点	植生保護柵の利用	ワナの改良が簡易に行えるため事前準備が少ない。すでにシカが慣れている既存の構造物を利用するため1回エサを設置するだけで誘引可能
	短期間での捕獲	冬期に誘引効果が高く、捕獲機会が多い。そのため長期的な捕獲期間は必要ではなく、冬期に集中して行えばよい
欠点	植生保護柵への考慮	シカの採食に対して脆弱な種や稀少種が生育する柵は利用できない。このように利用の影響を考慮する必要があるので、保護柵が少ない地域などでは利用の制限が大きい場合がある。
選択上の条件	アクセスの困難な地域	アクセスが困難で捕獲準備や期間を省力化したい地域、植生保護柵が設置されている地域
	他の手法との組み合わせ	アクセス困難地にも対応可能な職業ハンターによるくくりワナなど各種捕獲との組み合わせ

共同開発団体	静岡県 農林技術研究所 森林・林業研究センター 株式会社 土谷特殊農機具製作所（本社：北海道帯広市）
担当責任者	大橋 正孝（静岡県）、古谷 喜徳・大科 修平（(株)土谷農機）
技術開発名	ニホンジカ捕獲用セルフロックスタンションの開発
技術開発課題	【捕獲技術】

1. はじめに

県内各地でニホンジカ（以下シカとする。）の分布拡大、高密度化が進行し、農林畜産業の被害が急増し、森林生態系への影響も深刻化している。今後のシカの個体数管理を考えたときに、人間の活動量が多い場所では、夜間活動が活発となるシカの行動から、夜間に捕獲を行うことが効率的と考えられるが、現行法（鳥獣保護法第 38 条）では、銃による捕獲は認められていないため、わなによる捕獲を検討する必要がある。また、高齢化が進み、激減する銃猟者に替わりシカを捕獲する体制を早急に構築するには、難しい技術が必要としない、誰でも簡単に扱えるわな具が必要である。

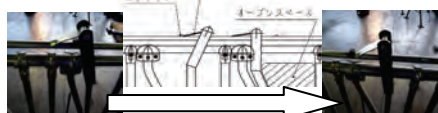
そこで本課題では、飼育ウシの搾乳や検査の際の保定に用いられるセルフロックスタンションに着目し、ニホンジカ、特に個体数削減に有効なメスを選択的に捕獲し、かつわな捕獲の課題である止めさしまでの作業を難しい技術なしに誰でも安心安全に行うことが可能な捕獲機具として開発することを目的とした。

昨年度までの研究により、開発中のシカ捕獲用のセルフロックスタンションについて、森林内でも一人で運搬、設置が可能な大きさ、重さに小型、軽量化を行った。また、その過程で、不整地や傾斜地でも場所を選ばずに設置が可能となる、立木を利用した設置方法を考案した。実証試験により 8 頭を捕獲して有効性が確認された一方で、捕獲後に転倒し逃げられるといった小型軽量化に伴う設置強度不足が原因と考えられる課題が残された。このため、本年度は、設置強度の改善とともに、森林内、山岳地、植栽地、耕作地周辺といった異なる環境や設置条件下に設置して新しい捕獲機具としての可能性について検討、検証する。

セルフロックスタンション（self-lock stanchion）

頭を入れ、下部にある餌を食べるために首を下げると自動的にロックされて頭が抜けなくなる構造によりウシを保定する酪農用機具

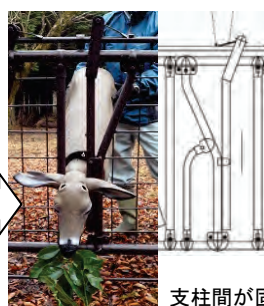
セルフロックスタンションの構造



ロックフラップがロックリブを乗り越えることでつかえ棒となり、支柱間が固定されるしくみ



シカが頭を突っ込んで餌を食べるために頭を下げる。



支柱間が固定されて頭が抜けなくなる。

2. 開発技術の特徴

シカ捕獲用セルフロックスタンションの特徴は、以下のとおりである。

○ わな免許が不要

「法定猟具」ではなく、「危険猟法」にあたらないため、①狩猟期間内に、②狩猟鳥獣であるシカを、③狩猟可能な区域で捕獲する、場合は、わな免許が不要である。

○ くくりわなが凍結等により使用しにくい厳冬期に有効

餌の誘引力が高まる冬期が有効である。

○ 止めさし作業が簡単で安全

捕獲個体の首が固定されることから、作業者が簡単、安全に止めさしすることが可能である。

○ 錯誤捕獲しない

ニホンジカの寸法に合わせて設計された構造となるため、シカ以外の動物を間違えて捕獲してしまう危険が少なく、作業者にも安全である。

○ 個体数削減に有効なメスが主なターゲット

角があるオスジカは頭が入りにくい構造※であり、また、メスジカの首の寸法に合わせて設計する構造のため、メスを選択的に捕獲する。

※ただし、上から首をさし入れるツームストーン型は、角があるオスジカも対象となる。

3. 実施状況

(1) 設置強度の改善

立木樹幹に密着する形状に加工したステーを、棒ねじ2本で挟むことで強度を改善した。下部については、ステーの根張への設置は困難だったため、安価で実施後抜く必要のない木杭を用いた。



(改善前)

- ・ 上部： 針金による
- ・ 下部： 鉄棒杭 (L=80cm)

4 頭 (立木利用型) が捕獲後逃亡



(改善後)

- ・ 上部： 専用ステーと棒ねじ2本で立木を挟んで設置した様子
- ・ 下部： 木杭 (L=60cm)

まとめ

- ・ 設置時間は、2人で 45±4 分/基 (6基設置の平均) と連動型の 6 分の 1 に短縮さ

れた。

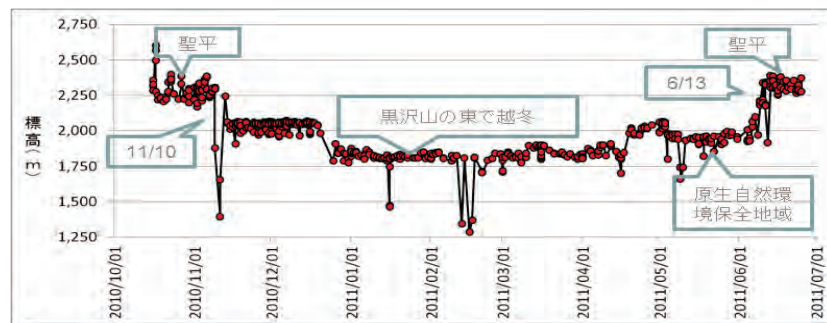
- ・樹幹に密着させることで設置強度が向上した。また、ねじ棒を締めて固定するようにしたことで、熟練度に関係なく、十分な強度で設置することが可能となった。
- ・ステーにあった直径の木を探す必要がある。しかし、ねじ棒で調整が可能であり、寸法が違うものを2〜3種類準備することで様々な直径の立木への対応が可能となる。

(2) 異なる環境、設置条件下での捕獲試験 設置方法・効率化の検討

調査地①：南アルプス聖平（標高 2,200〜2,400m）

背景—GPS 首輪による生け捕り、行動追跡で確認されている事項

- ・聖平周辺を6〜11月に利用し、積雪前に越冬地へ移動し融雪後に再訪する。
- ・越冬地での捕獲は困難である（標高1,750mの南アルプス深南部のため）。
- ・調査用の生け捕り捕獲が困難で、これまで10頭捕獲中6頭が死亡している。
- ・くくりわなによる捕獲では、ツキノワグマ及びカモシカが捕獲されている。
- ・岩塩への誘引効果が確認されている。



南アルプス聖平で捕獲し行動追跡したメスの動き

目的：誘引効果が確認されている岩塩を利用し、（春）や秋にスタンションによる捕獲を試みて、効果を検証する。

荷揚：2012年8月30日 ヘリコプター（運搬費：197円/kg）

誘引期間：8月31日〜11月7日（4箇所）

誘引物：岩塩、ヘイキューブ（11月のみ）

捕獲：2012年9月27日〜10月5日（8晩）

2012年11月5日〜11月7日（2晩） 3基設置 計10晩12日

調査結果：

- ・4/4箇所で岩塩への誘引効果を確認した。
- ・ツキノワグマが誘引され、11月3日に餌台を破壊した。
- ・センサーカメラには、以下8種が撮影された。イノシシ、シカ、クマ、カモシカ、キツネ、タヌキ、テン、ニホンリス
- ・スタンション設置後、首を入れる個体は確認できなかった。
- ・斜面下で雨等で流れた塩分を利用していた。
- ・スタンションによる捕獲はできなかった。
- ・調査期間中、くくりわなによる捕獲を行った結果、

138 ナイトトラップで成獣♂1頭を捕獲した。

(0.0072 頭／基・晩)

- ・ヘイキューブの誘引効果は確認できなかった。

今後の予定：

- ・6月融雪期に再度捕獲を行う。



斜面下で流出した塩？をなめる
シカの様子



誘引され餌台を破壊したツキノワグマ

調査地②：富士山（標高 1,050～1,150m）

目的：昨年度 8 頭を捕獲した調査地に、ツームストーン型及び上下開閉型 2 種類の構造のセルフロックスタンションをそれぞれ設置し、頭入れや捕獲状況から、効率性の高い構造について検討を行う。

誘引物：アオキ（生葉）、ヘイキューブ

捕獲：12月27日～2月16日（52晩） ツームストーン型3基、上下開閉型3基

調査結果：

- ・ツームストーン型による捕獲はなく、上下開閉型（下開き）で1頭を捕獲した。
- ・捕獲効率は、0.0032 頭／基・晩となり、昨年度のツームストーン型による捕獲実績 0.028 頭／基・晩の約9分の1と低下した。昨年度と同じ場所で行ったこと、昨年度捕獲後5頭が逃亡していることなどから、経験個体による影響などが原因として考えられた。
- ・自動撮影装置により撮影した静止画及び動画からツームストーン型よりも上下開閉型の方がシカの頭を入れる回数が多いことが確認された。（9晩10日でツームストーン型では1回に対し、上下開閉型では11回）
- ・ツームストーン型を経験している個体がいると考えると一概には言えないが、頭を入れる空間は、下にある方が入れやすい（抵抗がない）ことが示唆された。
- ・上下開閉式の場合、餌を食べた後、入れた頭を上げずにそのまま下がってしまうことが確認され、捕獲には、頭を上げる工夫が必要と考えられた。



ズームストーン型



上下開閉型



上下開閉型（下開き）に頭を入れるシカ

このほか、現在、植栽地として三重県大台ヶ原パッチディフェンス柵の施工地や、耕作地として北海道（エゾシカ用の寸法で製作）、三重県等で捕獲試験を継続実施している。

4. 開発技術の評価と適用条件

●利点

これまでの研究成果により、新たに⑤、⑥が加わり、⑦も確認された。

- ①わな免許が不要
- ②くくりわなが凍結等により使用しにくい厳冬期に有効
- ③止めさしが簡単、安全
- ④錯誤捕獲しない
- ⑤一人で運搬、設置が可能
- ⑥不整地、傾斜地でも設置可能
- ⑦捕獲個体に与えるダメージが少ない（生け捕り捕獲可能）

●課題

- ①山岳地や植栽地、耕作地周辺等の条件下での使用方法
- ②ツームストーン型の頭入れ部の空間配置
- ③上下開閉型の頭入れ後に頭を上げる仕組みの追加
- ④効率性の向上

●技術の適用条件

- ①錯誤捕獲や周囲の環境、景観等への配慮が必要な場所や季節、また、凍結時など、くくりわなによる捕獲ができない、あるいは使いにくい条件下での捕獲
- ②森林施業地等での森林管理と一体的なシカ管理での捕獲
- ③調査用等のシカの生け捕り捕獲

●適用できない条件

- ①複数頭の一斉捕獲、シカが多い環境での捕獲や大規模な群れを対象にした捕獲
- ②給餌による誘引効果に左右されるため、餌条件がよい環境での捕獲

●価格

現状のものは、販売予定価格として35,000円／枚程度

共同開発団体	特定非営利活動法人 Wildlife Service Japan
担 当 責 任 者	八代田 千鶴、品川 千種
技 術 開 発 名	森林内および隣接開放地におけるシカの効率的捕獲技術の開発
技 術 開 発 課 題	【捕獲技術】

1. はじめに

近年、シカの個体数増加による農林業被害が問題となり、適切な個体数管理の実施が重要課題とされている。林業は生産現場とシカ生息地が重複していることから、被害軽減のためには個体数削減が必須である。一方で、個体数管理を担ってきた狩猟者は減少の一途を辿っており、新たな捕獲技術の開発が急務となっている。アメリカなどでは専門家が捕獲事業を請け負う体制が確立しており、個体数削減に成果を上げている。この際に実施されている捕獲手法は、給餌によって誘引したシカを少人数の熟練した射手が精密狙撃することでシカを確実に捕殺する手法であり、捕獲効率の上昇だけでなくコスト削減などの成果も期待できる。そこで、このような給餌による誘引と確実な狙撃の組み合わせによる捕獲技術を誘引狙撃法とし、日本の森林内に適用するための条件を検討している。

これまでの調査において、1) 給餌場へのシカ誘引に影響する要因を整理し、2) 実施にあたっての作業手順を提示した。しかし、誘引狙撃による捕獲の実施は専門的および職能的知識と技術が必要であることから、地域へ還元するためには技術移転に際しての手順を検証する必要がある。また、本手法は低コストで実施可能であり、特定地域内での繰り返し捕獲が可能である利点もあるが、森林内での実施には狙撃に適した見通しのよい場所が必要であり、安全性からバックストップのある地形が必須であるなど、実施可能な場所が限定されるといった課題も残されている。一方、森林内の伐採地または植栽地は見通しがよいこと、餌資源量が一時的に増加しシカの出没頻度が高まることから本手法が適していると考えられる。また、被害防止対策として提案されているパッチディフェンスと本手法を組み合わせることで、より効果的な森林再生技術を確立できる可能性がある。

そこで今年度は、1) 技術移転に重要な項目あるいは注意点を抽出し整理するとともに、2) 植栽地における捕獲実施による森林再生技術への適用可能性を検証した。

1) 技術移転手順の検証

徳島県において、昨年度に提示した作業工程に基づいて、捕獲作業を含む技術指導およびアドバイスを現地において直接行う。その過程において、技術を移転する際に重要な項目あるいは注意点を抽出し整理する。

2) 森林再生技術への適用可能性の検証

宮川森林組合と共同で、パッチディフェンスを設置した植栽地内に給餌場を設置し、植栽地における誘引に影響する要因を検証するとともに、捕獲成功に必要な条件を整理する。また、捕獲実施区と餌付け調査区、対照区におけるシカ出沒状況を比較することにより、捕獲実施による影響を検証する。

2. 方法

1) 技術移転手順の検証

【調査地】

徳島県美馬郡つるぎ町剣山スキー場

【実施手順】

- 事前打合せ（7/6）：県および町役場の担当者、捕獲担当者、技術指導担当者
- 射手全員での射撃練習（8/25）
- 捕獲実施（10/30、10/31、11/6、11/7）
- 実施後報告会（3/17）：実施結果の報告
技術移転に際しての課題について検討

【調査方法】

- 出没状況調査：設置期間（9/1～12/1）
- 給餌期間（10/1～11/7）：9:00 給餌、
16:00 にフタ（夜間の採食を防止）
- 餌の種類：圧片コーン
- 捕獲サイト：場内3カ所に設置
2カ所で捕獲実施
- 餌付け期間（10/1～11/5）
- 捕獲実施日（10/30、10/31、11/6、11/7）



写真 1. 場内に設置したブラインド



図 1. 捕獲サイトの概要 ★給餌場▲狙撃場

2) 森林再生技術への適用可能性の検証

【調査地】三重県多気郡大台町、パッチディフェンスを設置した植栽地3カ所

（捕獲実施区：H、餌付け調査区：S、対照区：K）



写真 2-1. 捕獲実施区（11月）



写真 2-2. 餌付け調査区（7月）

【調査方法】

- 出没状況調査（全調査区）：固定枠での糞粒調査（10月、11月、2月）
- 捕獲サイト（捕獲実施区）：調査区内に3カ所に設置
- 餌の種類：ヘイキューブ（一部で圧片コーン）
- 本捕獲：1工程（餌付け＋銃器での捕獲）を基本とし、同じ捕獲サイトで繰り返し実施

○調査期間

[1 回目]

餌付け期間：11/13～12/7

捕獲日：12/1、12/2

(12/8 は雪のため中止)

[2 回目]

餌付け期間：2/11～2/22

捕獲日：2/16、2/23

サイト	距離 (m)	角度 (°)
H1	58	+10
H2	80	-23
H3	60	-10

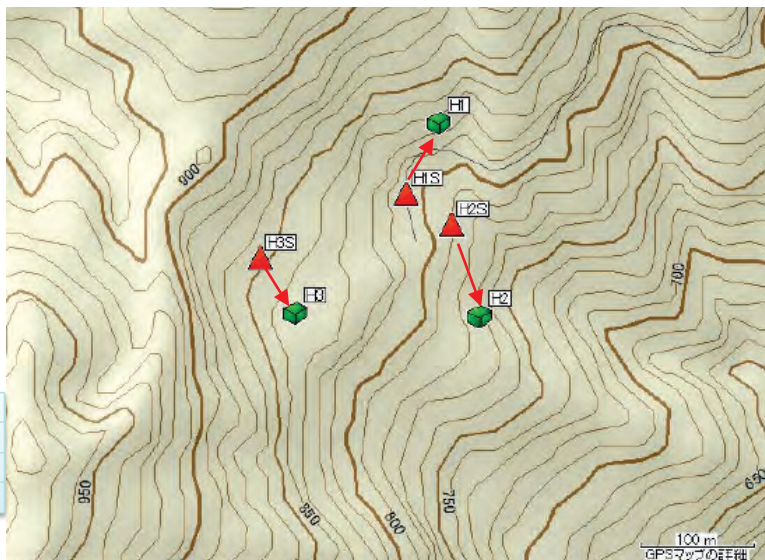


図 2. 捕獲サイトの概要 ▲狙撃場 ■給餌

3. 結果

1) 技術移転手順の検証

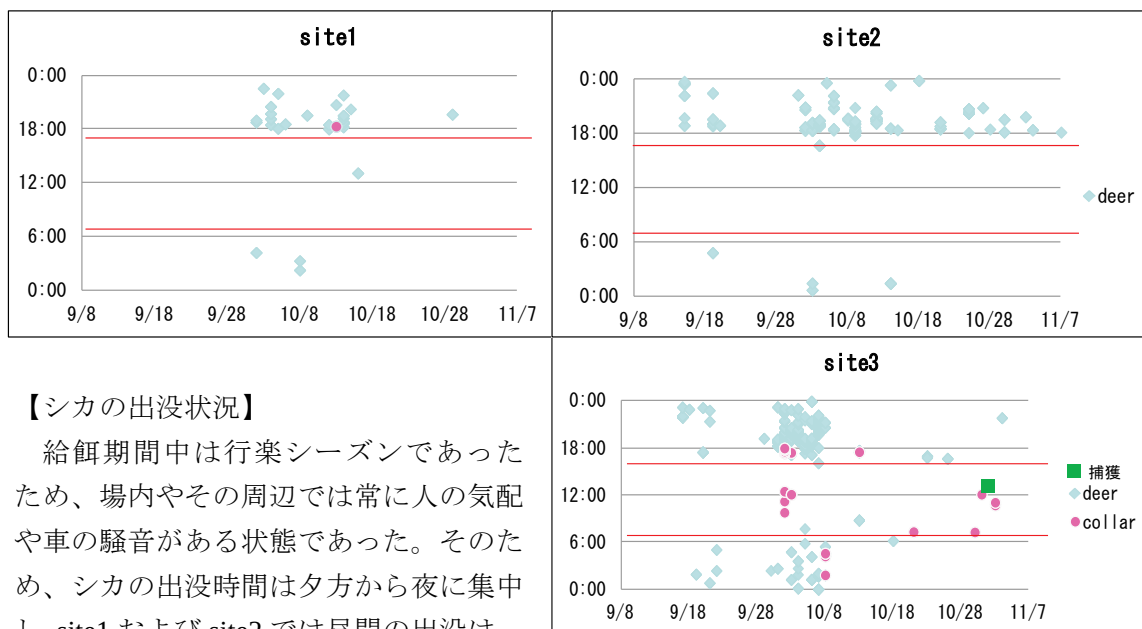


図 3. シカの出没状況

【シカの出没状況】

給餌期間中は行楽シーズンであったため、場内やその周辺では常に人の気配や車の騒音がある状態であった。そのため、シカの出没時間は夕方から夜に集中し、site1 および site2 では昼間の出沒は、ほとんど見られなかった。

site3 では、餌付け開始後からシカの出没頻度が増加し、回数は少ないものの昼間の出沒も見られた。これは site3 の位置が場内でも高いところにあり、道路からも離れていたためと考えられる。また、同年 8 月に調査地周辺で GPS を装着した個体が、site3 に出沒し給餌場で採食していることが確認された。

【捕獲結果】

捕獲は site2 および site3 において実施した。実施した 4 日間のうち、シカの出沒があったのは 10/31 のみであった。当日の 16:10 に親子 1 組 2 頭が site3 に出沒し、雌ジカは自動撮影カメラで確認されていた GPS 個体であったため捕獲は見送り、子ジカ（雄、0 歳）を狙撃した。翌日、自動撮影カメラにより GPS 個体が給餌場に出沒したのを確認し、確実な

狙撃による捕獲はシカの警戒心を高めないことが示された。

捕獲効率は、射手 A では 2.5 頭/人日と高かった。射手 B では実施 4 日間で出沒が見られたのが 1 日だけであったこと、GPS 個体の捕獲は見送ったことから、0.25 頭/人日であったが、発砲回数に対する捕獲頭数はどちらも 1.0 であった。

表 1. 捕獲効率

射手	捕獲効率 (頭/人日)	捕獲頭数	実施日数	出沒回数	捕獲頭数/ 目撃頭数	捕獲頭数/ 発砲回数
A*	2.50	5	2	3	0.56(5/9)	1.0(5/5)
B	0.25	1	4	1	0.50(1/2)	1.0(1/1)

*2012 年 4 月実施

2) 森林再生技術への適用可能性の検証

【シカの生息状況】

糞粒調査の結果から、全ての調査地において、パッチディフェンスを設置した植栽地内は周辺の森林内より推定生息頭数が高いことが示された。また、11 月の方が 2 月より推定生息頭数が高かった。

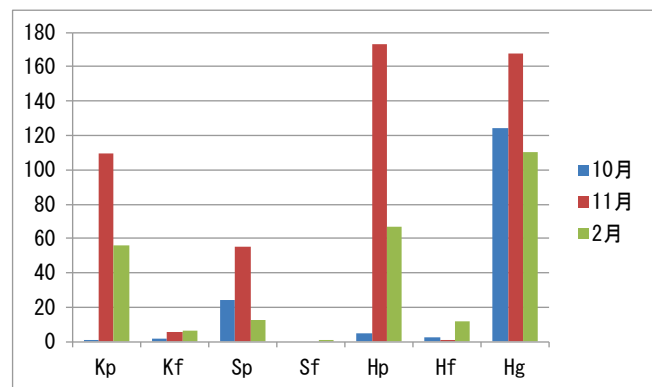


図 4. シカの推定生息頭数 (/km²) p: 植栽地, f: 森林, g: ガレ場

【シカの出沒状況：2 月】

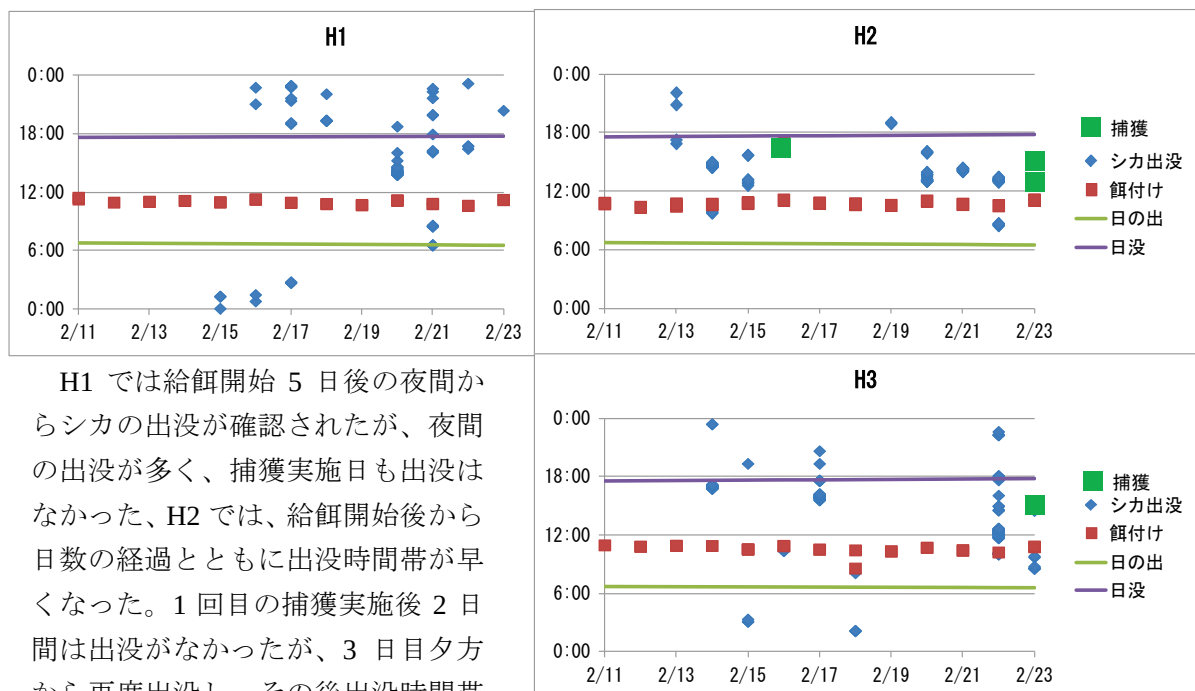


図 5. シカの出沒状況

H1 では給餌開始 5 日後の夜間からシカの出沒が確認されたが、夜間の出沒が多く、捕獲実施日も出沒はなかった、H2 では、給餌開始後から日数の経過とともに出沒時間帯が早くなった。1 回目の捕獲実施後 2 日間は出沒がなかったが、3 日目夕方から再度出沒し、その後出沒時間帯が早まる傾向が確認された。H3 では餌付け期間前半では出沒頻度は低く夜間の出沒が多かったが、2 回目の捕獲実施前日から出沒頻度が高くなり、日中に出沒もみられた。

【捕獲結果】

捕獲は12月および2月にそれぞれ2日ずつ実施し、3人の射手が捕獲を行った。射手Cのサイト(H1)には全ての捕獲実施日においてシカの出没が確認されなかった。12月の捕獲実施日にシカが出没したのはH2だけであった。

2月の捕獲ではH2では実施2日で合計3回シカが出没し、6頭の捕獲に成功した。最後に捕獲した2頭を除き、全て頭部狙撃による即倒であった。このように確実に狙撃できる技能を持つ射手が捕獲を実施することで、シカの警戒心を高めずに捕獲後の給餌場への出没を可能とし、継続的に捕獲を実施できることが示された。

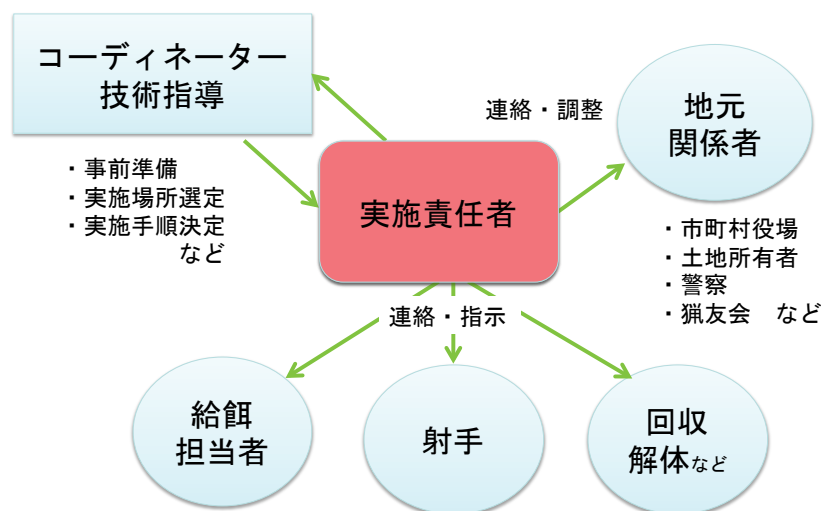
表 2.捕獲効率

	射手	捕獲効率 (頭/人日)	捕獲頭数	実施日数	出没回数	捕獲頭数/ 目撃頭数	捕獲頭数/ 発砲回数
12月	A (H2)	0.5	1	2	1	0.50 (1/2)	1.0 (1/1)
	B (H3)	0	0	2	0	—	—
2月	A (H2)	3.0	6	2	3	0.67 (6/9)	1.0 (6/6)
	B (H3)	0.5	1	2	1	0.50 (1/2)	1.0 (1/1)

糞粒調査の結果から、シカは植栽地を頻繁に利用していることが示されたことから、給餌場への誘引が必須である本手法を適用する地域として、植栽地は適していると考えられた。このようにパッチディフェンスの設置と捕獲を組み合わせることで、より効果的な森林再生技術の確立が期待できる。今後は被害防止効果の検証を実施する予定である。

4. 捕獲実施体制

本年度の調査結果から、シカの個体数管理における捕獲技術として誘引狙撃法を利用する場合、以下の体制を構築し実施することが望ましいと考えられた。



この体制では、誘引狙撃の実施に必要な技術指導は本手法の技術開発を実施している団体が担い、現場での実際の作業全般は実施責任者が担当することとしている。シカの個体

数管理に際しては多数の利害関係者が関与するため、関係者との連絡調整が非常に重要となる。この体制では実施責任者が関係者への連絡調整を担うと同時に、実際に作業を行う担当者の人選も行うため、現場の状況や関係者を熟知している必要がある。また、事前準備や捕獲実施手順の遂行には、専門的知識と技術に基づいた豊富な経験が必要となる。シャープシューティングとは、このような体制を構築した上で統制のとれた捕獲を実施することであり、誘引狙撃によるシャープシューティングは実施責任者を誰が担うのかが成功を左右するといえる。

本手法による捕獲を実施する際のコストは、給餌する餌やモニタリング用自動撮影カメラなどの資材、移動に要するガソリン代といった消耗品費と実施責任者やコーディネーター、作業担当者を雇用する人件費に分けられる。消耗品費は、捕獲対象地域の面積や周辺状況などで試算することができる。人件費については、本手法での捕獲実施には専門的な知識と技術が必須であることから、少なくとも実施責任者およびコーディネーターには主任技術者相当の費用を確保すべきである。

5. 開発担当技術の評価と適用条件

1) 利点

- 少人数で実施可能であり、大規模な施設が不要なため森林内でも簡単に実施できる。
- 正確な狙撃による捕獲実施により、特定地域内での繰り返し捕獲が可能となる。

2) 課題

- 捕獲サイトの選定←森林内では狙撃に適した見通しのよい場所が少ない
→林縁部の草地を利用する、小伐採地を設けるなどの対策が必要
- 確実な誘引←周辺の植物量や入林者の有無によって影響される
→銃器による捕獲には日中の出没が必須だが、警戒心の高いシカは出没が夜間に偏る

3) 技術の適用条件

- 特定地域内での繰り返し捕獲←確実な捕殺により警戒心の高まったシカを作らない
- 少頭数の群れが分散して生息する地域←群れ全頭の捕獲除去が可能
- 国立公園や都市近郊での捕獲←発砲は給餌場周辺に限定されるため安全性が高い

4) 適用できない場合

- 多頭数の一斉捕獲←1回の狙撃で連射可能なのは数頭
- 大規模な群れが生息する地域←発砲により警戒心を強化してしまう

共同開発団体	宮川森林組合・株式会社 里と水辺研究所
担 当 責 任 者	岡本 宏之（宮川森林組合）
技 術 開 発 名	ニホンジカ過密化地域における森林生態系にかかる総合対策技術
技術開発課題	【防止技術】

1.目的

林業経営の低迷から針葉樹人工林を伐採後、放置される造林未済地が拡大傾向にある中、これまでの様に防鹿対策にコストを費やす事は困難であると予測される。又、造林未済地を放置してもシカ食害を主原因として森林が更新されず、森林生態系の保全や防災上等、深刻な問題を有している。

森林被害における防鹿対策としては、パッチディフェンスが優位性が高く、手法として確立されつつある。しかし、実効性のある技術として確立するためには、詳細な仕様、コスト、設置容易性、耐久性、維持管理費を総合的に評価・検証が必要である。また、全国的にシカの森林生態系への被害対策の必要性が高まっており、地域レベルの条件への対応が望まれている。多雪地域においては、パッチディフェンスを設置する場合、斜面雪圧によって防鹿柵の倒壊が想定されるため、雪の荷重に対応できる新たな資材及び仕様の検討を行う必要があると考えられる。

昨年度までの成果としては、事業初年度（平成 22 年度）は従来型の防鹿対策と比較し、パッチディフェンスの優位性を実証した。平成 23 年度は初年度に試験施工を行った 17 タイプのパッチディフェンスを基本例としてモニタリングを行い、資材・設置面積の最適化を検討し、低コスト化が期待できる結果となった。森林生態系の保全や生物多様性回復を目的とした場合の造林未済地でのパッチディフェンスの配置手法について、マニュアルを作成し、実効性の高い技術として提案した。さらに、多雪地域対応型資材・工法を立案し、試験施工を行った。しかし、造林未済地への広葉樹植栽地や工事法面など特定の条件下における適用に留まっており、人工林植林地や人工林成林地、自然林成林地における対策としては未だ課題が残されている。

本年度は、試験施工として行ったパッチディフェンスのモニタリングを継続し、適応性の検討を行う。また、人工林植林地や人工林成林地、自然林成林地へのシカのはく皮被害対策としては、特定の箇所において、シカを誘引して捕獲することで全体としてシカの個体数を減少させることが効果的であると考えられるため、パッチディフェンスの特性を活用した捕獲対応型の資材及び仕様の検討を行い、試験施工を行う。

以上により、パッチディフェンスの特性を利用しながら様々な林地条件下で対応できる対防鹿技術を開発することで、さらなる汎用性の向上が期待できる。また、パッチディフェンスによる防鹿対策と捕獲対策を組み合わせることで、総合的な被害対策としても活用可能となると考えられる。

2.方法

2-1 新たな鳥獣被害防止技術の開発

(1) パッチディフェンス試験施工地モニタリング

パッチディフェンスは防鹿柵を必要な箇所にのみ設置することがあり、かつ再侵入確率が低いことがこれまでの事業結果から明らかとなっており、面積当たりの防鹿柵距離は長くなるものの、低いメンテナンスコスト、高いパフォーマンスが期待され、トータルコストとしての低減化が可能であることが前年度までの成果で明らかにしてきた。

昨年度は、試験施工地に設置されたタイプの異なるパッチディフェンスを基本例として継続したモニタリングを行い、資材・工法の最適化を行い、さらなる低コスト化を行った。

本年度は、平成 22 年度に試験施工として行ったパッチディフェンスのモニタリングを継続し、防鹿柵の資材・コスト及び工法の継続した効果比較を行い、適正仕様の絞り込みを行う。試験施工地は大台町内の造林未済地、工事法面に設定した(図 1)。仕様は、ネットが亀甲金網(スカートネット併用)と獣害防止ネット(ポリエチレン/ダイニーマ)、形状が方形状と水平帯状を基本に(図 2)、網高、支柱間隔、辺長の異なる 17 タイプのパッチディフェンスを設置している。

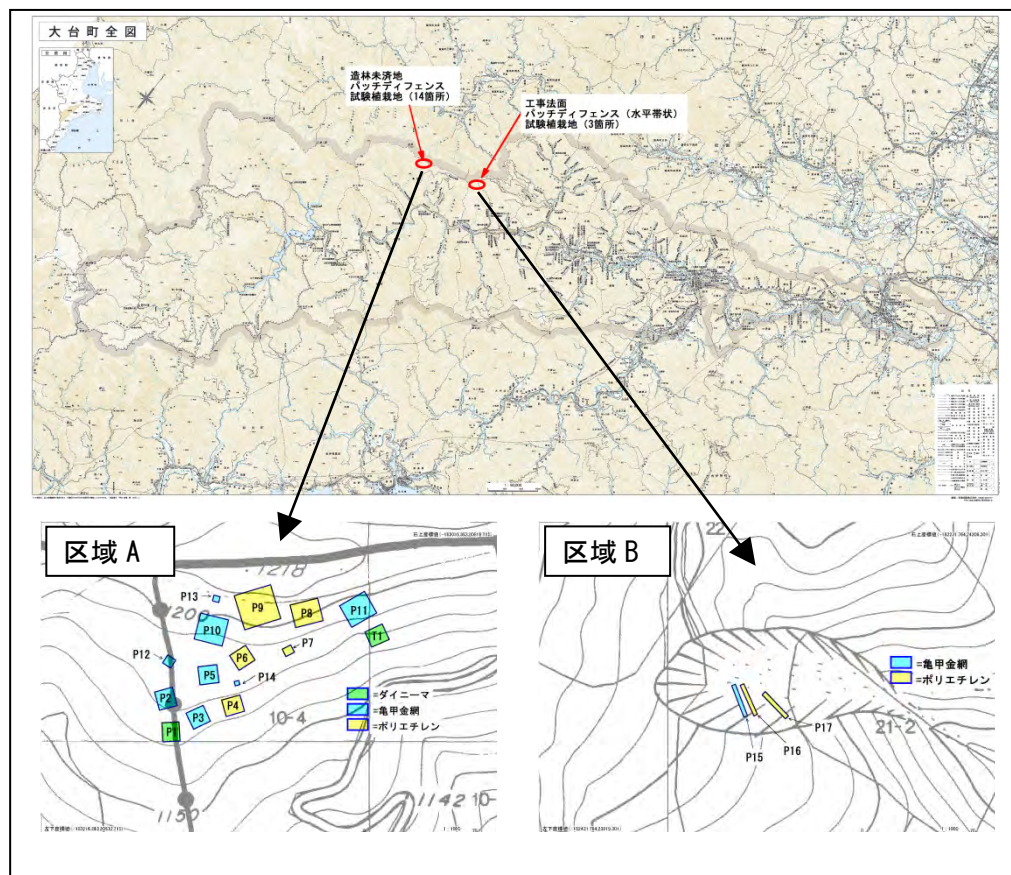
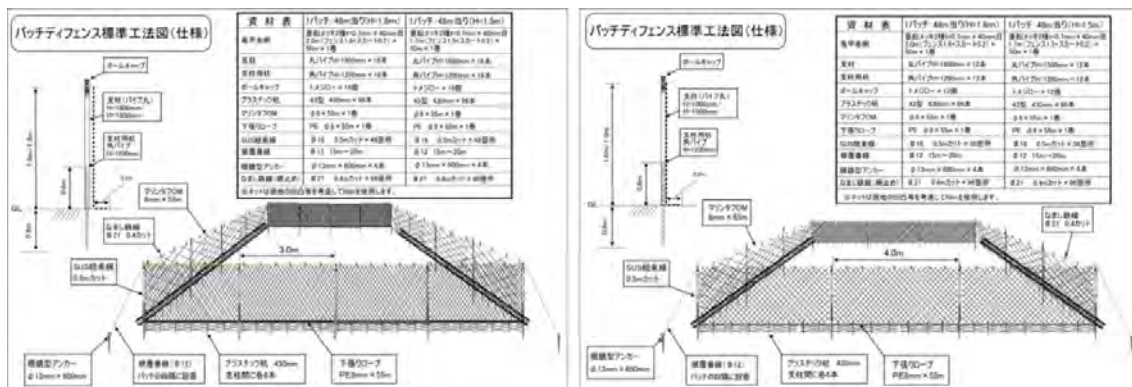
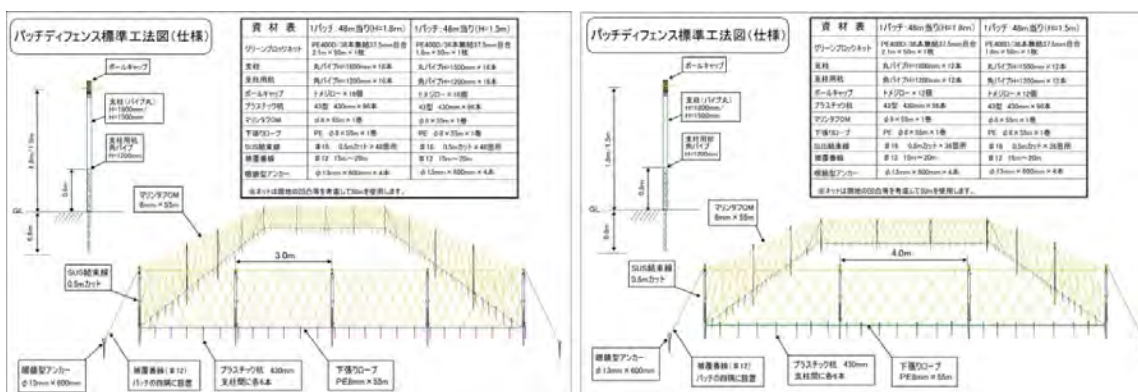


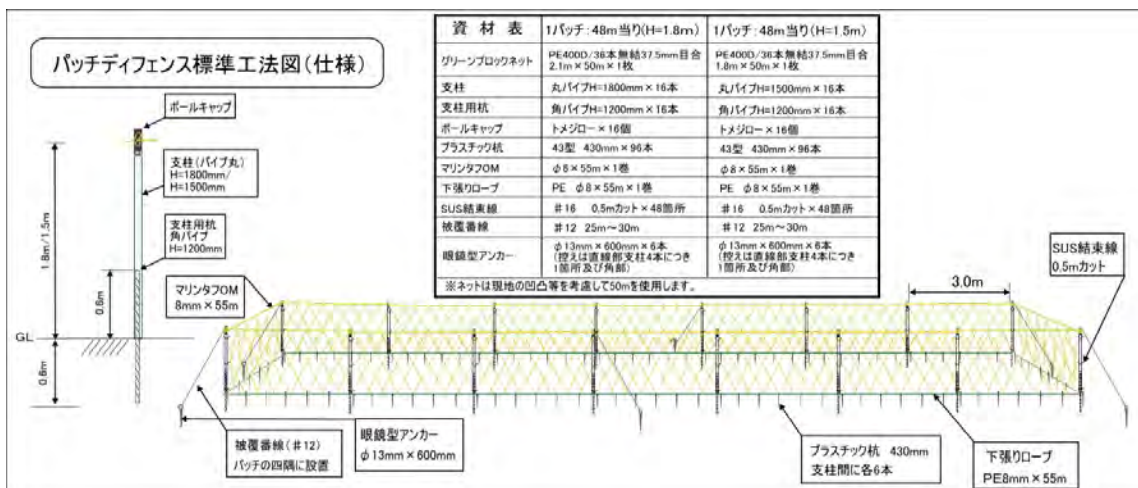
図 1 試験施工地(標準型)



亀甲金網 方形状 仕様



獣害防止ネット(PE/ﾀﾞｲﾅｰﾏ) 方形状 仕様



獣害防止ネット(PE/ﾀﾞｲﾅｰﾏ) 水平帯状 仕様

図2 標準型パッチディフェンス工法図及び設置状況
工法図は基本仕様(一辺長12m)。パッチディフェンスの設置面積により、辺長は変化する。

2-2 効果的な鳥獣捕獲技術の開発

(1) 人工林成林地における鳥獣被害対策の検討

大台町では、平成22年より森林立地評価をもとにした森林施業計画の立案を試行している（図3）。立地条件を詳細に調査することで人工林の適地性判断を行い、将来、価値向上が見込める場所では長伐期による大径化を目的とした定性間伐を実施し、価値向上が見込めない場所では林相転換を目的とした群状間伐を実施している。群状間伐は人工林内に小規模（間伐区域の30%以上）に伐区を設定する手法であり、間伐後はパッチディフェンスによる植栽が可能である。

パッチディフェンス周辺において植生回復の影響を受けてシカが誘引されていることやシカが間伐地の路網を利用して移動している痕跡が多いことが現地観察及び調査から報告されている。そのため、群状間伐跡地においてパッチディフェンスによりシカの被害を防止するとともに、シカの誘引箇所として利用して捕獲することで、全体としてシカの個体数を減少させることが効果的であると考えられる。

したがって、人工林成林地においては、森林立地評価によって適切な森林の管理、施業を実施する中で森林生態系の復元と併せた獣害被害対策を検討する必要がある。

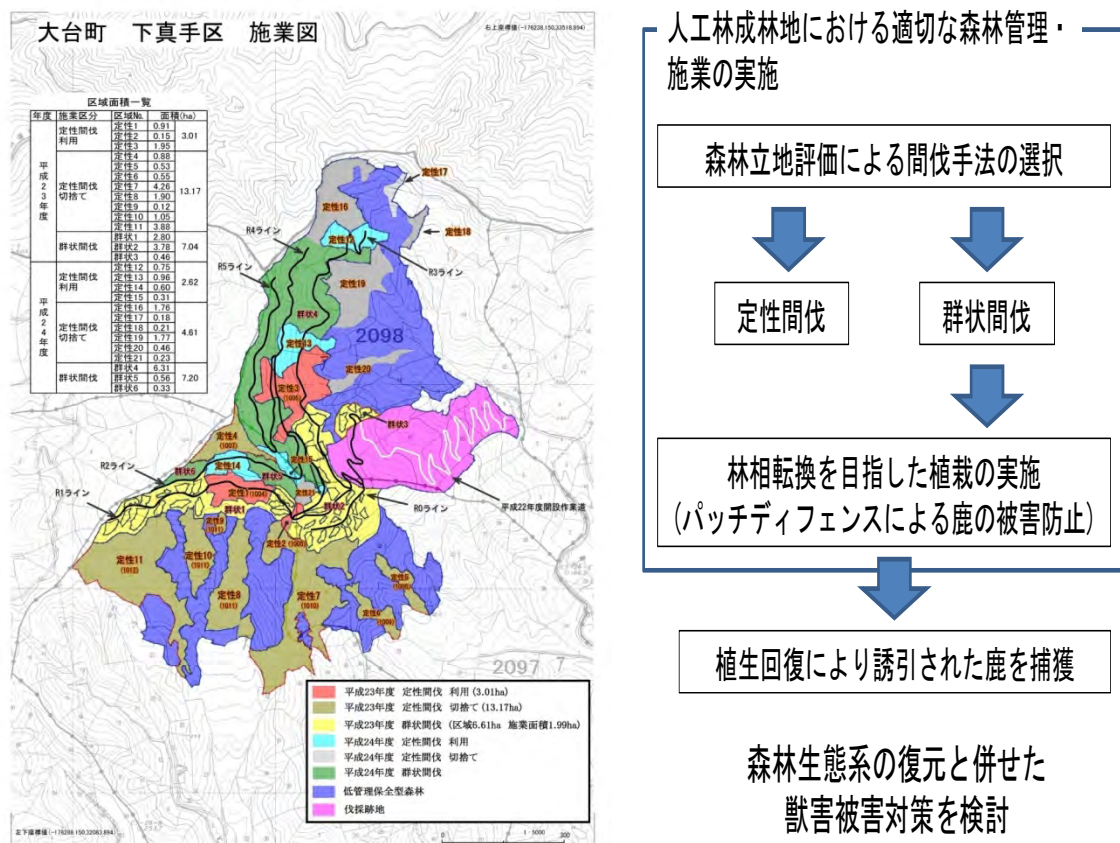


図3 森林立地評価をもとにした人工林施業計画

（２）捕獲対応型資材・工法の開発の立案及び試験施工

捕獲用資材については、静岡県農林技術研究所・林業研究センターが技術開発を行っているセルフロックスタンションを使用した。セルフロックスタンションは安全かつ容易に運搬、設置、捕獲が可能であり、パッチディフェンスと組み合わせることで、防鹿と捕獲の効果が期待できる。

試験施工は大台町の人工林成林地及び造林未済地で行った（図４）。人工林成林地は、群状間伐跡地にパッチディフェンスを１パッチ新設し、セルフロックスタンションを２箇所設定した。造林未済地は、広葉樹植栽地の既存のパッチディフェンスを１パッチ利用し、セルフロックスタンションを２箇所設定した。

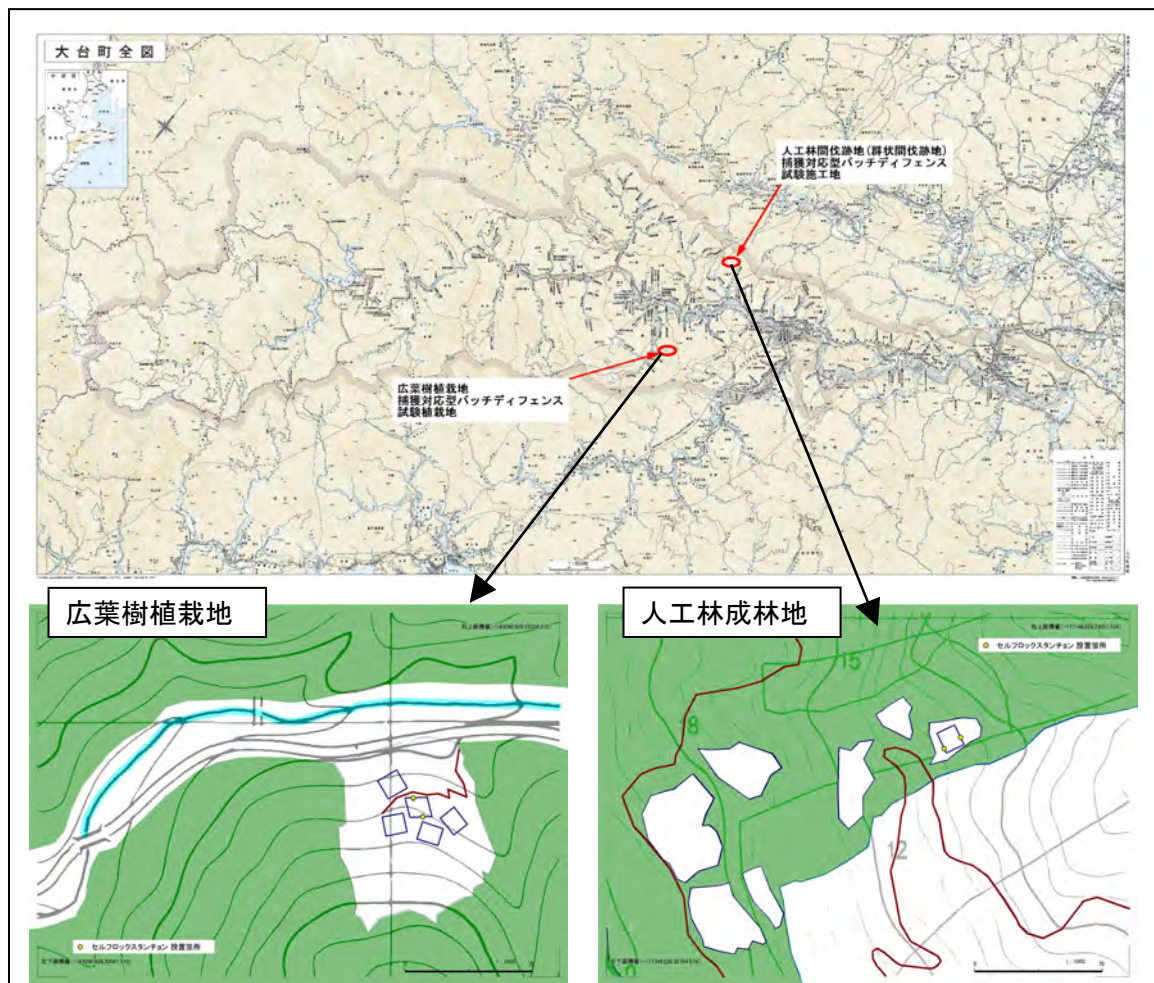


図４ 試験施工地（捕獲対応型）

3 結果

3-1 新たな鳥獣被害防止技術の開発

(1) パッチディフェンス試験施工地モニタリング

全てのパッチディフェンスに対して柵及び柵内の植栽苗木の状態を確認した結果を表 1 に示す。区域 A (写真 1) の造林未済地に設置された 15 種類のパッチディフェンスの柵の内、No.3 は斜面上部側の亀甲金網に一箇所破損が確認された (写真 2)。柵内の苗木に食害等の痕跡が見られなかったことから、シカ等の生物的原因よりも、転石等により破損した可能性が高いと考えられる。No.3 以外については、柵及び柵内の苗木ともに経過は良好であった。

区域 B (写真 3) の工事法面に設置された 3 種類のパッチディフェンスの内、No.15 及び 16 は平成 23 年度に斜面上部からの崩落により全壊したため、本年度は調査対象外とした。No.17 については、柵及び柵内の苗木ともに経過は良好であった (写真 4)。

表 1 モニタリング結果

No.	網の材質	網高 (m)	支柱 間隔 (m)	辺長 W (m)	辺長 D (m)	面積 (m ²)	モニタリング結果			
							H23		H24	
							柵	柵内苗木	柵	柵内苗木
1	PE・ダイニーマ	1.8	3.0	12.0	12.0	144.0	良好	良好	良好	良好
2	亀甲金網	1.5	3.0	12.0	12.0	144.0	良好	良好	良好	良好
3	亀甲金網	1.8	3.0	12.0	12.0	144.0	良好	良好	一部 破損	良好
4	PE(ポリエチレン)	1.5	4.0	12.0	12.0	144.0	良好	良好	良好	良好
5	亀甲金網	1.8	4.0	12.0	12.0	144.0	良好	良好	良好	良好
6	PE(ポリエチレン)	1.5	3.0	12.0	12.0	144.0	良好	良好	良好	良好
7	PE(ポリエチレン)	1.8	3.0	6.0	6.0	36.0	良好	良好	良好	良好
8	PE(ポリエチレン)	1.5	3.0	18.0	18.0	324.0	良好	良好	良好	良好
9	PE(ポリエチレン)	1.8	3.0	24.0	24.0	576.0	良好	良好	良好	良好
10	亀甲金網	1.8	3.0	18.0	18.0	324.0	良好	良好	良好	良好
11	亀甲金網	1.5	3.0	18.0	18.0	324.0	良好	良好	良好	良好
12	亀甲金網	1.5	3.0	6.0	6.0	36.0	良好	良好	良好	良好
13	亀甲金網	1.5	4.0	4.0	4.0	16.0	良好	良好	良好	良好
14	亀甲金網	1.5	3.0	3.0	3.0	9.0	良好	良好	良好	良好
15	亀甲金網	1.8	3.0	21.0	3.0	63.0	全壊	シカ食害	—	—
16	PE(ポリエチレン)	1.5	3.0	21.0	3.0	63.0	全壊	シカ食害	—	—
17	PE(ポリエチレン)	1.8	3.0	21.0	3.0	63.0	一部 破損	柵修復 後、良好	良好	良好



写真 1 区域 A 全景



写真 2 No8 破損状況

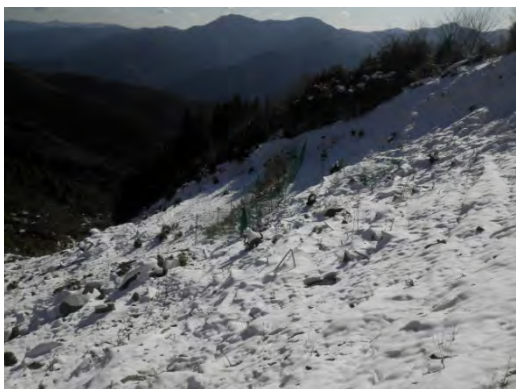


写真 3 区域 B 全景



写真 4 No.17 状況

3-2 効果的な鳥獣捕獲技術の開発

(1) 捕獲対応型資材・工法の開発の立案及び試験施工

現在開発されているセルフロックスタンションは捕獲後にシカが暴れて転倒しないよう立木に固定する設計となっている。パッチディフェンスに組み込む際には、捕獲後にネットに負荷がかからないよう、鋼管パイプを地面に埋め込み、鋼管パイプとセルフロックスタンションを番線で固定する仕様とした（写真 5 図 5）。



写真 5 捕獲用資材（1 基分）

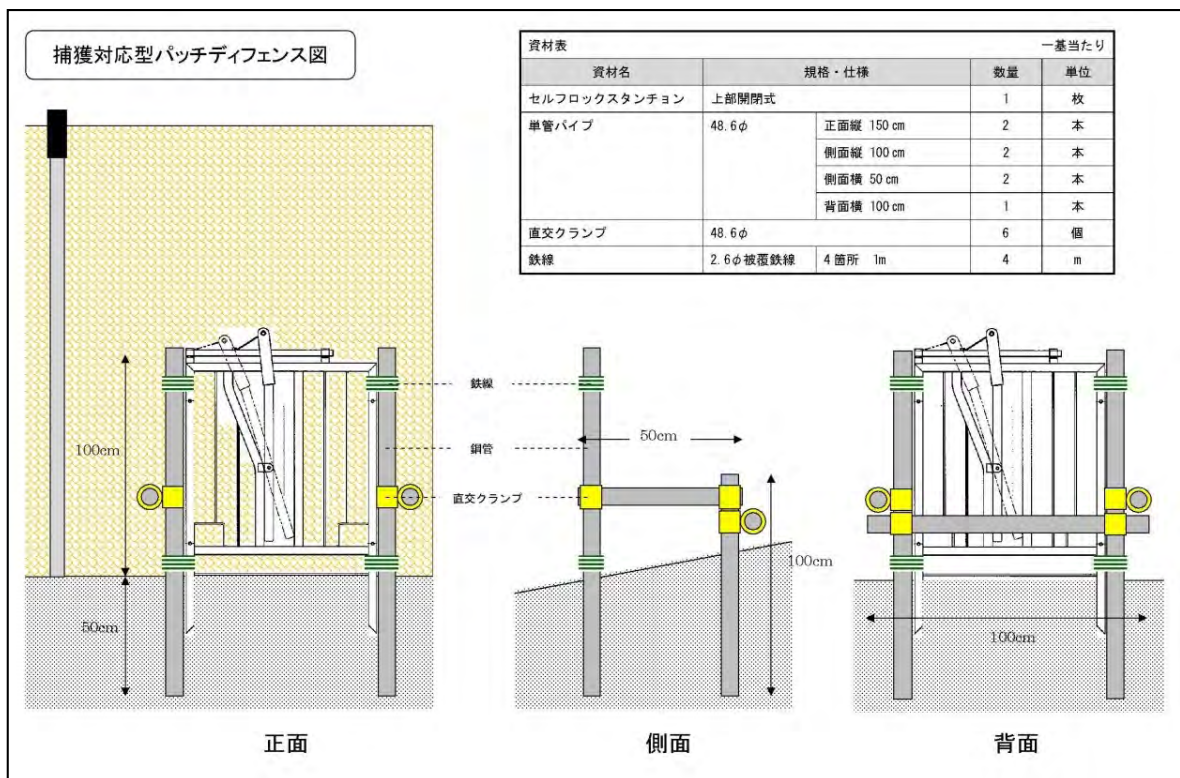


図5 捕獲対応型工法図

試験施工では、シカの出現が想定される場所付近に捕獲用資材を設置した。また、パッチ側面に斜面に沿って捕獲用資材を設置することは困難であるため、斜面上部側と下部側に水平に設置した（写真6～9）。



写真6 広葉樹植栽地設置状況



写真7 群状間伐跡地設置状況



写真8 上部設置状況



写真9 下部設置状況

設置後、出現が確認されなかったため、エサによる誘因を行い、捕獲用資材への反応から捕獲の可能性について検討を行った。誘因エサにはヘイキューブを使用し、パッチディフェンスの周囲数箇所と捕獲用資材外側及び内側で給餌を行った。広葉樹植栽地ではパッチディフェンスの周囲及び捕獲用資材外側の採食が確認されたが、内側のエサの採食は確認されず、捕獲まで至らなかった。なお、赤外線カメラ撮影写真より、少なくともメス3頭の出現が確認された。



写真10 赤外線カメラ



写真11 カメラ設置状況



写真12 シカの出現状況

4 評価

4-1 新たな鳥獣被害防止技術の開発

(1) パッチディフェンスの適応性評価

パッチディフェンスの適応性評価については、保護対象が限られた区域であれば適応性が高いものの、広域におよぶ人工林、自然林の森林区域については捕獲技術等を組み合わせた対策が必要になると思われる。又、スギ/ヒノキ造林地では造林大系を含め防鹿対策と捕獲対策の組み合わせによる総合的な被害対策が必要である。

(2) 資材・工法の違いによる防鹿効果と適正

本年度は、パッチディフェンスのモニタリング結果より、防鹿柵の資材・コスト及び工法の継続した効果比較を行った。また仕様別資材コスト削減率を表3、4に示す。

標準型パッチディフェンスについては、モニタリング結果より、資材コスト低減率が高いと考えられる亀甲金網、支柱間隔 4.0m、網高 1.5m、辺長 24×24m、水平帯状を適用した仕様（※標準仕様：ダイニーマ、支柱間隔 3.0m、網高 1.8m、辺長 12×12m、正方形状）でも防鹿効果が認められた。今後、網、上張りロープの耐久性についてモニタリングを継続し、適正資材の絞り込みを行う。

表2 パッチディフェンスの仕様別効果と適正(1)

資材・工法	仕様	防鹿効果		適正
		H23	H24	
網の材質	亀甲金網	○	○	亀甲金網でも防鹿効果あり（耐久性について、モニタリングが必要）
	ポリエチレン	○	○	
	ダイニーマ	○	○	
支柱間隔 (m)	4.0	○	○	支柱間隔 4.0m まで防鹿効果あり（上張りロープのたわみについて、モニタリングが必要）
	3.0	○	○	
網高 (m)	1.5	○	○	網高 1.5m まで防鹿効果あり
	1.8	○	○	
辺長 (m)	24×24	○	○	辺長 24×24m まで防鹿効果あり
	18×18	○	○	
	12×12	○	○	
	6×6	○	○	
	4×4	○	○	
	3×3	○	○	
形状	正方形状	○	○	形状によらず防鹿効果あり
	水平帯状	○	○	

表3 パッチディフェンス仕様別資材コスト削減率

資材・工法	仕様	資材金額 (円)	防鹿柵延長 (m)	資材単価 (円/m)	資材コスト 削減率(%)
網の材質	亀甲金網	60,425	48	1,259	38.34
	ポリエチレン	73,280	48	1,527	25.22
	ダイニーマ	98,000	48	2,042	0.00
支柱間隔 (m)	4.0	91,600	48	1,908	6.56
	3.0	98,000	48	2,042	0.00
網高 (m)	1.5	87,000	48	1,813	11.21
	1.8	98,000	48	2,042	0.00

表4 パッチディフェンス仕様別資材コスト削減率(2)

資材・工法	仕様	資材金額 (円)	防鹿柵面積 (m ²)	資材単価 (円/m ²)	資材コスト 削減率(%)
辺長 (m)	24×24	196,000	576	340	50.07
	18×18	148,300	324	458	32.75
	12×12	98,000	144	681	0.00
	6×6	49,940	36	1,387	-103.67
	4×4	32,087	16	2,005	-194.42
	3×3	26,270	9	2,919	-328.63
形状	正形状	98,000	144	681	0.00
	水平帯状	98,000	63	1,556	-128.49

4-2 新たな鳥獣被害防止技術の開発

(1) 防鹿対策と捕獲対策の組み合わせによる総合的な被害対策

捕獲対応型パッチディフェンスについては、資材・工法の立案と試験施工を行った。資材は既存の防鹿柵を併用し、シカの誘引はパッチ内で回復する植生を利用することができるため、捕獲の費用を抑えることが可能である。しかし、今年度は捕獲までは至らなかったため、今後、パッチ内の植生が成長する時期においても出現および捕獲状況のモニタリングを行い、資材の改良を含め人工林成林地における鳥獣被害対策の検討を進める。

5 課題

- ・パッチディフェンスのモニタリングを継続し、資材・工法の適正仕様の絞り込みを行う。
- ・多雪地域のモニタリングを実施し、新たな資材の開発とコストの削減について検討する。
- ・パッチディフェンスによる植生復元技術とシカ捕獲技術の組み合わせ
- ・人工林成林地における森林管理・施業の中での森林生態系への被害対策技術について、林業経営を含めて検討する。

共同開発団体 株式会社 里と水辺研究所・宮川森林組合
担 当 責 任 者 辻 秀之（(株) 里と水辺研究所）
技 術 開 発 名 環境機能と生産性を重視した防鹿対策と森林再生技術
技 術 開 発 課 題 【復元技術】

I. 技術開発の目的

森林生態系の復元や森林の持つ生物多様性を保全し、多様化する社会ニーズに応えうる手法として、森林立地の適切な評価に基づき多様な地域性系統の苗木を用いるランダム集中配植による森林再生手法の提案を行った。また森林再生技術は鳥獣被害防止技術と一体の技術であり、パッチディフェンス手法とセットによる技術開発を提案した。

それを踏まえて、平成 22 年度にシカ食害により植生回復が見込めない造林未済地を対象に試験植栽地を立ち上げた。森林生態系の復元の可能性、適切な仕様、利点・課題点の抽出、適応シーンの整理を行い、汎用性のある技術としての開発を行うものである。

II. 技術開発の成果

1. 調査位置

- ・試験地は大台町水谷地先に平成 22 年 12 月に標高約 1200m のブナ林に隣接するシカ食害を受けた造林未済地で、事業地面積約 0.7ha を対象としている。
- ・シカの推定生育密度は秋季 14.01 頭/km²・冬季 12.10 頭/km²（(株)野生動物保護管理事務所 2012）である。
- ・試験区はパッチサイズ、網高、網材質の異なるパッチディフェンス 15 地点とランダム集中配植による苗木植栽（パッチディフェンス内 14 地点）により構成される。
- ・上記の他、対照区として試験地内のパッチ外 2 箇所（100m²）、試験地に隣接するブナ林ほか夏緑広葉樹林をモデル林として設定した。

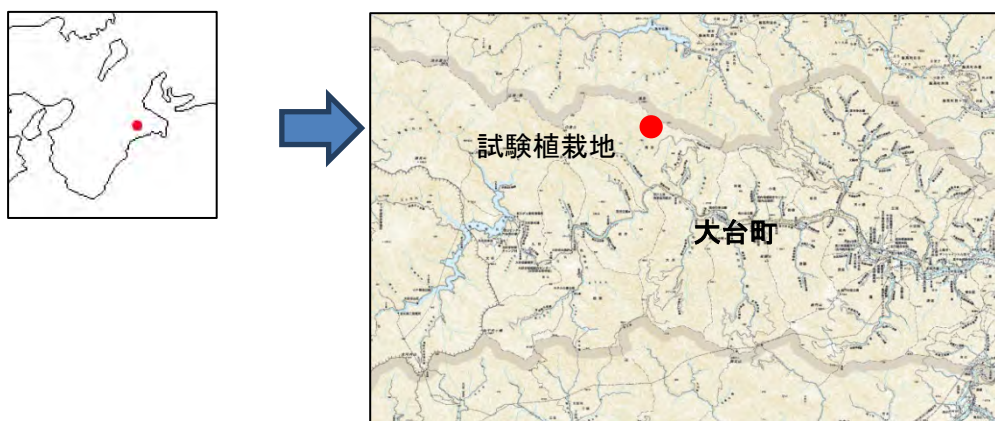


図 1 位置図

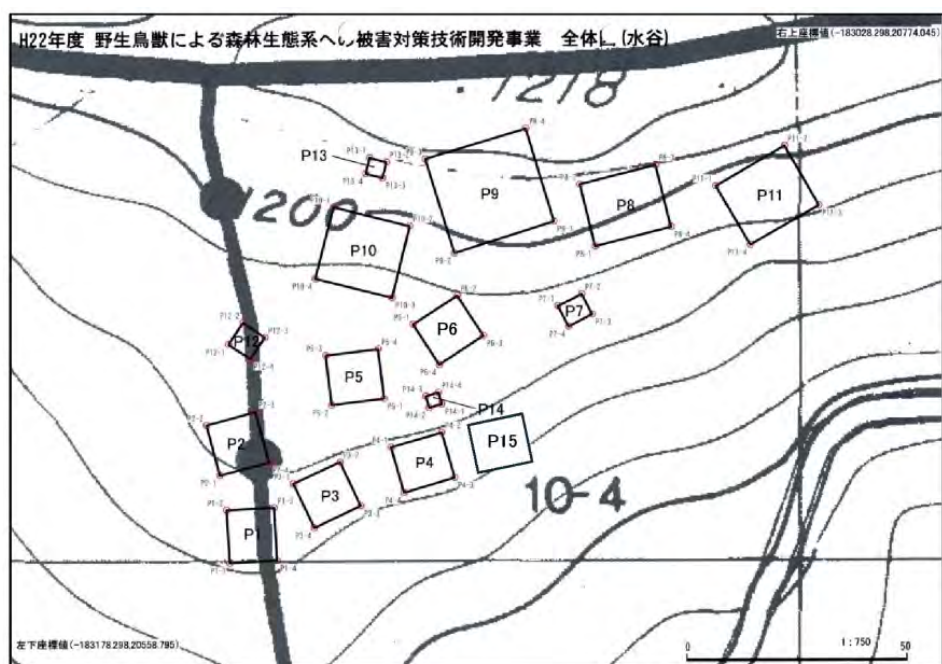


図2 試験植栽地平面図



図3 試験植栽地の景観

表1 試験植栽地の概要

位置	目標植生	事業 年度	事業地 面積 (ha)	PD*面積 (ha)	PD 箇所	周辺植生
試験植栽地	夏緑広葉樹林	H22	0.70	0.32	15	夏緑広葉樹林

*PD：パッチディフェンスを示す

試験植栽地は、パッチディフェンスによる防鹿機能の検証のほか、費用対効果の高いディフェンスの規格、材質を検証するため、パッチサイズ、網高、材質の組み合わせによりいくつかの試験区を設置する。

試験区内にはランダム集中配植による苗木植栽を行い、夏緑広葉樹林を目標とした森林再生を試みる。また、対照区として苗木を導入しないパッチ（P15）を1ヶ所、及び柵外に2箇所の定置枠を設置する。

2. 調査方法

調査は植生調査と苗木の生育調査に分けて実施する。

①植生調査

目的：パッチディフェンス内外における種多様性および森林構造の比較検討

植生調査の実施にあたっては、種多様性を比較検討するために、調査面積を可能な限り 100m² 統一した。調査地点別の実施状況は以下の通りである。

- ・全パッチ 15 地点に加えて、対照区として、未対策部分（パッチ外）より 2 地点を追加し、合計 17 地点の調査枠を設置し植生調査を実施する。
- ・調査面積は 100m² に統一するが、100m² に満たないパッチについては、パッチ面積を調査面積とする。

○試験植栽地周辺モデル植生（昨年度実施）

- ・試験植栽地と連続する、同様の方位をもつ山腹斜面に自生する森林植生をモデル植生とし、相観と森林立地によって次のタイプに区分し、植生調査を実施する。

植生タイプ：ブナ林タイプ、ケヤキ林タイプ、サワグルミ林タイプ、ツガ林タイプ

- ・調査面積は 100m² に統一する。
- ・調査項目は表 2 の通りである。

表 2 植生調査項目

調査項目	調査面積	調査時期
・階層構造	100m ² ※100m ² に満たない パッチはその面積	秋期(1回)
・階層ごとの全植被度%		
・階層ごとの出現種と出現種ごとの植被度%		
森林立地に関する項目（昨年度調査済）		
・方位		
・傾斜		
・地質:残積土・ほこう土・崩積土		
・土壌:石目・土目・粘土目		

②苗木調査

目的：経年的な苗木の生長パラメータの記録による、目標植生達成の予測検討

苗木生育調査の実施にあたっては、以下の点に留意して実施する。

- ・原則として調査対象としたパッチ内に植栽された苗木の毎木調査とする。
- ・当初に導入された苗木の導入種、数量については、設計図書に基づく。

調査項目は表 3 の通りとする。

表 3 苗木調査項目

調査項目	調査本数	調査時期
・生残率%	・調査枠内全数計測	秋期(1回)
・樹高(m)		
・DBH(cm)※		

※樹高が 1.2m に満たない苗木については DBH は計測せず、参考値として D30 を計測する。

3. 調査結果

(1) 植生調査

①種多様性

- ・種多様性を評価するための指標として、パッチ内外、及びモデル林に出現する 100m² 当たり出現種数を整理した。
- ・試験施工後 2 年間の経過で、パッチ外に出現しない多くの出現種がパッチ内で確認された。
- ・100m² 当たり出現種数の比較では、パッチ外の 36.5 種に比較して、パッチ内 67.2 種と 2 倍近い出現種数となっている。
- ・その中にはモデルとなる夏緑林の要素が多く含まれ、由来は周辺森林ソースからの自然新入と苗木の導入による。
- ・夏緑木本の出現種数について見ると、モデル林の 19.3 種に対してパッチ内 33.9 種、パッチ外 8.5 種で、パッチ内の多様性が高い。
- ・ただし、その中にはイチゴ類など目標とならない先駆要素が多く含まれる。
- ・その他パッチ内では遷移の初期に出現する多年草、一年草の出現も多くなっている。

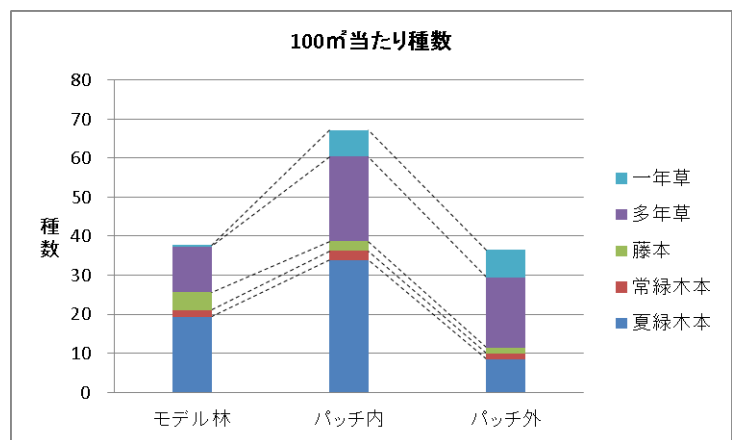


図4 100m² 当たり出現種数の比較

②シカ嗜好性による種組成

- ・パッチディフェンス内外の種組成（苗木による導入種を除く）について、シカ嗜好性により整理を行った。
- ・パッチ内では不嗜好植物の植被度、出現割合が大きく減少し、グラミノイド、ササ類などの嗜好性植物、その他植物が増加している。

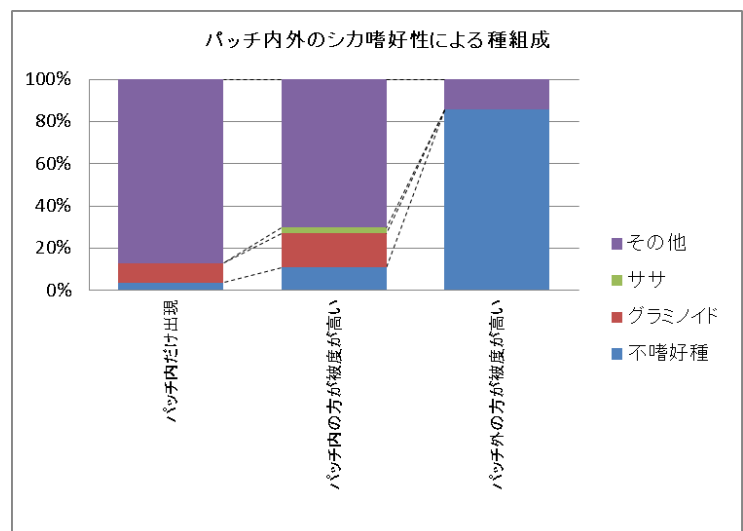


図5 シカ嗜好性による種組成の比較

②群落構造

- ・パッチディフェンス設置 2 年後において階層構造の大きな変化はなく、モデル林と比較して、群落構造は乖離している。
- ・モデル林では第 2 低木層以下が貧弱であるが、これらはシカの食害による劣化と考えられる。
- ・パッチ内外の比較では、パッチ内において草本層の植被率が増加している。
- ・またパッチ内において第 2 低木層以下の構造が見られるが、これらは苗木の導入により出現した階層である。
- ・パッチディフェンス設置 2 年後において階層構造の大きな変化はなく、モデル林と比較しての構造は乖離している。
- ・モデル林では第 2 低木層以下が貧弱であり、これらはシカの食害による劣化と考えられる。
- ・パッチ内外の比較では、パッチ内において草本層の植被率が増加し、また第 2 低木層以下の構造が見られる。これは苗木の導入により出現した階層である。
- ・パッチ外では不嗜好植物の優占する草本層のみよりなる。伐採後 25 年を経過しているが、構造の発達は見られない。

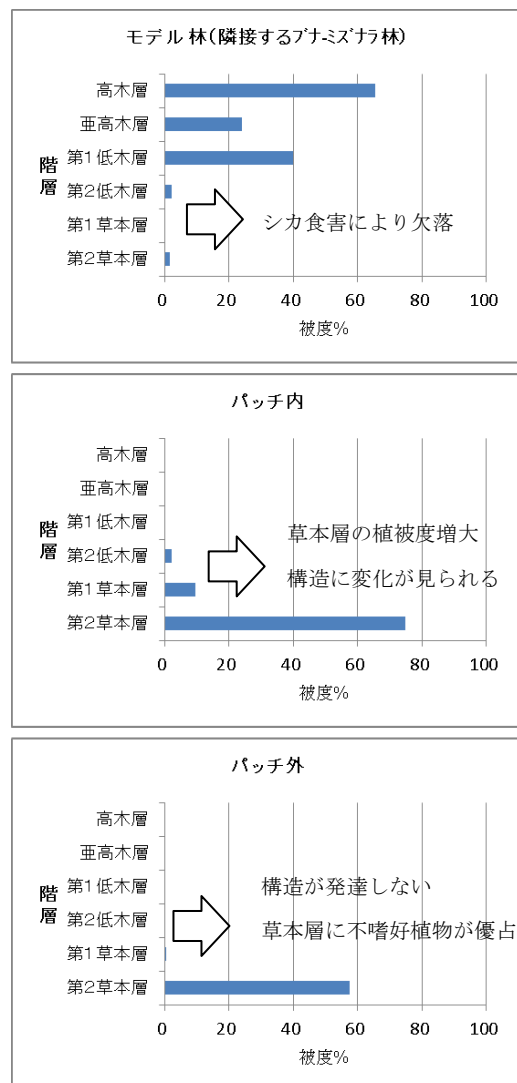


図 6 群落構造の比較

③出現種

- ・パッチディフェンスの設置、ランダム集中配植によるパッチ内外での出現種と植被率の変化を生活形とシカ嗜好性の区分によりとりまとめた。

表4 パッチ内外の植物の出現状況

パッチディフェンスの中だけに出現する種					パッチ外に対してパッチ内の被度の大きな種							
生活形	嗜好区分	種名	ハッチ外	パッチ内	ハッチ内被度	生活形	嗜好区分	種名	ハッチ外	パッチ内	ハッチ内被度	
夏緑高木	不嗜好	アオハダ	・	0.033	(0.018)	夏緑高木	不嗜好	エゴノキ	0.100	2.391	(0.164)	
夏緑高木		アカシデ	・	0.027	(0.023)	夏緑高木		ヒメジャラ	0.050	0.719	(0.328)	
夏緑高木		アカメカシワ	・	0.045	・	夏緑高木		フナ	0.005	0.018	・	
夏緑高木		アサガラ	・	0.109	(0.091)	夏緑高木		ミズメ	0.005	0.039	(1.029)	
夏緑高木		イヌシデ	・	0.373	(0.118)	夏緑高木		リョウブ	0.050	1.486	(0.501)	
夏緑高木		イロハモミジ	・	0.110	(0.100)	夏緑低木		カマツカ	0.005	0.355	(0.237)	
夏緑高木		ウラジロノキ	・	0.137	(0.136)	夏緑低木		コガクウツギ	0.005	1.709	・	
夏緑高木		ウリハダカエデ	・	0.273	(0.245)	夏緑低木		タンナサウワタギ	0.005	0.337	・	
夏緑高木		オオイタヤメイゲツ	・	0.002	・	夏緑低木		ナガイモミジイナゴ	0.100	11.136	・	
夏緑高木		カナクキノキ	・	0.182	・	夏緑低木		ニガイテゴ	0.350	4.818	・	
夏緑高木		クマシデ	・	0.023	(0.018)	夏緑低木	ヤマツツジ	0.100	0.487	・		
夏緑高木		シナノキ	・	0.046	(0.045)	夏緑低木	ミヤマイボタ	0.050	0.241	・		
夏緑高木		ヌルデ	・	0.128	・	藤本	ミツバアケビ	0.005	0.056	・		
夏緑高木		フサザクラ	・	0.001	・	藤本	ツルマサキ	0.005	0.009	・		
夏緑高木		マルバアオダモ	・	0.009	・	ササ	ササ	ササsp.	0.100	7.464	・	
夏緑高木		ヤマサクラ	・	0.255	(0.255)	多年草	グラミノイ	イヌタデ	0.030	0.506	・	
夏緑高木		ヤマボウシ	・	0.101	(0.036)	多年草	不嗜好	イワガラミ	0.010	2.365	・	
夏緑低木		ウツギ	・	0.782	(0.018)	多年草	グラミノイ	オニタビラコ	0.005	0.046	・	
夏緑低木		ガクウツギ	・	0.182	(0.182)	多年草		カヤツリグサ科sp.	0.010	0.046	・	
夏緑低木		ガマズミ	・	0.312	(0.129)	多年草		カンアオイsp.	0.005	0.291	・	
夏緑低木	キブシ	・	0.002	・	多年草	キクムグラ		0.005	0.100	・		
夏緑低木	クマイチゴ	・	1.391	・	多年草	キヌタウ		0.005	0.028	・		
夏緑低木	クロウモドキ	・	0.002	・	多年草	コナズビ		0.010	0.074	・		
夏緑低木	コアシサイ	・	0.027	・	多年草	コナズビ		0.175	0.620	・		
夏緑低木	コツクバネウツギ	・	0.045	・	多年草	コバノシカグマ		1.000	2.282	・		
夏緑低木	コバノガマズミ	・	0.309	(0.227)	多年草	シシガシラ		0.050	0.075	・		
夏緑低木	コバノミツバツツジ	・	0.005	・	多年草	タチソスミレ		0.010	0.495	・		
夏緑低木	タラノキ	・	0.209	・	多年草	チヂミザサ	0.005	0.009	・			
夏緑低木	テリハノイバラ	・	0.368	・	多年草	ツルギンバイ	0.030	1.055	・			
夏緑低木	ニオイハナ	・	0.091	・	多年草	スカバ	0.005	0.027	・			
夏緑低木	ハッコヤナギ	・	0.027	・	多年草	ヒメギク	0.055	0.355	・			
夏緑低木	ミヤコハナ	・	0.227	・	多年草	ヘビノネゴザ	0.005	0.565	・			
夏緑低木	ミヤマイボタ	・	0.241	・	多年草	メシバ	0.010	0.652	・			
夏緑低木	ムラサキシキブ	・	0.068	(0.009)	多年草	ヤマジョウ	0.155	1.400	・			
夏緑低木	ヤナギsp.	・	0.002	・	多年草	ヨツバムグラ	0.010	0.092	・			
夏緑低木	ヤブイバラsp.	・	0.027	・	1年草	ハシカグサ	0.005	0.965	・			
夏緑低木	ヤブウツギ	・	0.465	(0.218)	1年草	不嗜好	ベニバナボロギク	0.050	0.066	・		
夏緑低木	ヤマアジサイ	・	0.036	・	パッチ内に対してハッチ外の被度が大きいか同等の種							
夏緑藤本	不嗜好	アマツル	・	0.009	・	生活形	嗜好区分	種名	ハッチ外	パッチ内	ハッチ内被度	
夏緑藤本		サルナシ	・	0.105	・	夏緑低木	不嗜好	メギ	0.800	0.282	・	
夏緑藤本		センニンソウ	・	0.009	・	多年草	不嗜好	イワヒメワラビ	53.500	32.545	・	
夏緑藤本		ノドウ	・	0.002	・	多年草	不嗜好	カタバミ	0.005	0.005	・	
夏緑藤本		ボタツツル	・	0.018	・	多年草	不嗜好	ニガナ	1.500	0.069	・	
夏緑藤本		ヤマノイモ	・	0.001	・	多年草	その他	ミヤマハコベ	0.005	0.000	・	
常緑針葉高木		スギ	・	0.001	・	1年草	不嗜好	ダントボロギク	0.005	0.005	・	
常緑針葉高木		ヒノキ	・	0.001	・	1年草	不嗜好	ハナタデ	0.025	0.021	・	
常緑大木		ソコゴ	・	0.027	・	苗木の植栽によってのみ出現する種						
常緑低木		イヌツゲ	・	0.001	・	生活形	嗜好区分	種名	ハッチ外	パッチ内	ハッチ内被度	
常緑低木	イワナンテン	・	0.005	・	夏緑高木		ウワミズザクラ	・	・	(0.264)		
常緑低木	ミヤマシキミ	・	0.545	・	夏緑高木		オオモミジ	・	・	(0.018)		
多年草	不嗜好	アカシヨウマ	・	0.009	・	夏緑高木		ケヤキ	・	・	(0.428)	
多年草		アキチヨウジ	・	0.001	・	夏緑高木		ヤマハノノキ	・	・	(2.648)	
多年草		アキノタムラソウ	・	0.009	・	夏緑高木		イタヤカエデ	・	・	(0.082)	
多年草		アリノトウグサ	・	0.027	・	夏緑高木		キハダ	・	・	(0.046)	
多年草		イタドリ	・	0.045	・	夏緑高木		クリ	・	・	(0.009)	
多年草		イヌトウバナ	・	0.055	・	夏緑高木		コシアブラ	・	・	(0.018)	
多年草		イヌホオズキ	・	0.003	・	夏緑高木		コハウチワカエデ	・	・	(0.041)	
多年草		イワニガナ	・	0.364	・	夏緑高木		シラキ	・	・	(0.455)	
多年草		オオチドメ	・	0.364	・	夏緑高木		タムシバ	・	・	(0.137)	
多年草		オッタチカタハミ	・	0.011	・	夏緑高木		チドリノキ	・	・	(0.009)	
多年草		オトコエシ	・	0.003	・	夏緑高木		トチノキ	・	・	(0.091)	
多年草		コヌカグサ	・	0.545	・	夏緑高木		ナナカマド	・	・	(0.009)	
多年草		コミヤマカタハミ	・	0.745	・	夏緑高木		ホオノキ	・	・	(0.091)	
多年草		サワオトギリ	・	0.006	・	夏緑高木		ミズナ	・	・	(0.237)	
多年草		サウハコベ	・	0.005	・	夏緑高木		ミズナラ	・	・	(0.100)	
多年草		スゲsp.	・	0.355	・	夏緑高木		ヤシヤブシ	・	・	(0.137)	
多年草		ススキ	・	2.645	・	夏緑高木		ウリカエデ	・	・	(0.046)	
多年草		スミレ	・	0.049	・	夏緑高木		カスミザクラ	・	・	(0.100)	
多年草		セイタカアワダチソウ	・	0.025	・	夏緑低木		マユミ	・	・	(0.082)	
多年草		セリバオウレン	・	0.009	・	夏緑低木		オンツツジ	・	・	(0.009)	
多年草	ゼンマイ	・	0.002	・	常緑高木		ヤブツバキ	・	・	(0.009)		
多年草	タケニグサ	・	0.009	・	常緑高木		モミ	・	・	(0.328)		
多年草	チゴユリ	・	0.002	・	常緑針葉高木		ツガ	・	・	(0.328)		
多年草	不嗜好	ツルニガクサ	・	0.025	・							
多年草		バイケイソウ	・	0.164	・							
多年草		ハシゴシダ	・	0.001	・							
多年草		ハリガネウラビ	・	0.018	・							
多年草		ヒカゲノカズラ	・	0.001	・							
多年草		ヒメヨツバムグラ	・	0.013	・							
多年草		ヒロハノハネガヤ	・	0.009	・							
多年草		フモトスミレ	・	0.009	・							
多年草		フユノハナウラビ	・	0.001	・							
多年草		ホナガタツナミソウ	・	0.001	・							
多年草	マムシグサ	・	0.010	・								
多年草	不嗜好	ミツバツツグ	・	0.036	・							
多年草		ミヤマタゴボウ	・	0.005	・							
多年草		メリケンカルカヤ	・	0.042	・							
多年草		ヤマイヌウラビ	・	0.010	・							
多年草		ヤマジノホトギス	・	0.005	・							
多年草		ヤマスズメノヒエ	・	0.009	・							
多年草		ヤウランシダ	・	0.001	・							
多年草		ヨシノアザミ	・	1.373	・							
多年草		ミス	・	0.165	・							
一年草		グラミノイ	アキノエノコログサ	・	0.027	・						
一年草	不嗜好	エノキグサ	・	0.001	・							
一年草		エノコログサ	・	0.001	・							
一年草	不嗜好	オオアレチノギク	・	0.004	・							
一年草		キツネノマゴ	・	0.013	・							
一年草	不嗜好	キンエノコロ	・	0.001	・							
一年草		コツブキンエノコロ	・	0.009	・							
一年草	不嗜好	タニソバ	・	0.009	・							
一年草		チチコグサモドキ	・	0.018	・							
一年草	不嗜好	ヌカキビ	・	0.652	・							
一年草		ネハリタデ	・	0.292	・							
一年草	不嗜好	ノミ/フスマ	・	0.001	・							
一年草		ヒメイヌビエ	・	0.009	・							
一年草	不嗜好	ヒメジョオン	・	0.001	・							
一年草		ヒメムカシヨモギ	・	0.011	・							

(2) 苗木調査

- ・苗木は植栽後2年を経過したところであり、導入初期における苗木の生育評価の指標として主に植栽後の活着率について整理を行った。
- ・約70%の苗木が活着しており、緑化の所期の目的の達成に向けて導入段階としては一定の成果が認められる。
- ・中長期目標である夏緑林の成立予測については、植生調査による目標種の新入状況と今後の苗木の生長パラメータを追跡しながら評価を行う。

表5 苗木による導入種

区分	導入種	植栽数量(本)
肥料木	ヤシャブシ、ヤマハンノキ	57
林冠	夏緑 アオハダ、アカシデ、アサガラ、イタヤカエデ、イヌシデ、イロハモミジ、ウラジロノキ、ウリカエデ、ウリハダカエデ、ウワミズザクラ、エゴノキ、オオイタヤメイゲツ、オオモミジ、カスミザクラ、キハダ、クマシデ、クリ、ケヤキ、コシアブラ、コハウチワカエデ、シナノキ、シラキ、タムシバ、チドリノキ、トチノキ、ナナカマド、ヒメシャラ、ブナ、ホオノキ、ミズキ、ミズナラ、ミズメ、ヤマザクラ、ヤマボウシ、リョウブ	1,381
	照葉 ヤブツバキ	6
	常緑針葉 ツガ、モミ	30
林床	夏緑 ウツギ、オンツツジ、カマツカ、キブシ、センリョウ、コバノガマズミ、マユミ、ムラサキシキブ、ヤブウツギ、ヤマツツジ	256

表6 苗木の平均樹高・活着率

区分		植栽数量(本)	平均樹高(m)	活着率(%)
肥料木		57	1.28	85%
林冠	夏緑	1,381	0.75	63%
	照葉	6	0.70	16%
	常緑針葉	30	0.62	76%
林床	夏緑	256	0.65	87%
合計・平均		1,730	0.75	68%

Ⅲ. 開発中の技術の客観的評価

1. パッチディフェンスの効果

条件区に関わらず、現時点まではシカの侵入はみとめられていない

- ・防鹿効果については、パッチサイズ、材質、網高による差異は認められず、いずれの条件でもシカの侵入は認められない。
- ・亀甲金網については1箇所破損が認められた。

パッチディフェンス設置により種多様性が向上した

- ・0.7haの事業地において、計15箇所0.32haのパッチディフェンスの設置による2年間の経過において、パッチ内にしか出現しない種108種、パッチ外に対して被度の大きな種37種が認められ、種多様性が向上した。
- ・種組成においては、パッチ内では不嗜好種の比率が減少し、食害を受けていたグラミノイド類、ササ類、その他植物の割合が増し、多様性が向上した。

- ・こうした種の供給には、隣接する夏緑林の森林が供給ソースとして強く働いているものと考えられる。
- ・一方パッチ内での出現種には遷移の初期段階に現れる先駆低木林の要素も含まれており、種数による多様性評価については、なお今後の動態を追跡する必要がある。
- ・また、パッチサイズによる種数、種組成の違いは来年度の課題とする。

2. 苗木のランダム集中配植の効果

ランダム集中配植により導入された苗木の初期生育はおおむね良好である

- ・導入された苗木の平均約 70%程度が活着し、初期段階としては一定の成果が認められる。

苗木の導入によって目標植生の誘導をコントロールできる可能性がある

- ・中長期の成林予測、所期の目標達成については評価できる段階にないが、周辺から供給されていない夏緑林の要素も多く、苗木の導入は目標植生への遷移の速度をコントロールできる可能性があり、場合によって採用すべき手段となりうる。

IV. 汎用的技術としての可能性

1. 広葉樹林を目標とした森林生態系再生技術としての可能性

シカ被害を受けた森林生態系の再生に当たって、規模、地形、メンテナンス性等の条件によっては、パッチディフェンスが有効に働く場合がある。

2. 群状間伐地における汎用性のある林相転換技術としての可能性

林相転換を目的としたスギ・ヒノキ植林群状間伐地において、規模や地形条件、目標植生の点においてパッチディフェンスは適応性が高い。

また、林相転換の目標となる夏緑林等の森林ソースが隣接して存在しない場合など、ランダム集中配植による苗木導入が有効に働く可能性がある。

3. シカ嗜好植物によるシカの誘引と捕獲場所の提供

パッチディフェンス内には設置後 2 年という短い期間で、グラミノイド類やササなどシカ嗜好種の新入、拡大が認められ、嗜好植物の繁茂によるシカ誘引と捕獲場所の提供の可能性はある。

共同開発団体	芦生生物相保全プロジェクト
担当責任者	高柳 敦（京都大）
技術開発名	生態系の保全・回復のための防鹿柵のコスト
技術開発課題	【防止技術】

1. 本年度の目的

シカによる森林被害は、人工林においては植栽直後から壮齢林まで様々な被害が発生する（図1）。植栽直後には、苗木の引き抜き、踏み倒しなどが発生し、樹高150cmを越えるまでは、枝葉を食べる枝葉摂食被害が発生する。この高さになると幹や枝を折って枝先の枝葉を食べる幹・枝折被害と角研ぎ被害が発生し始める。さらに樹高2mを越えると樹皮摂食被害も発生する恐れがある。樹皮摂食被害は、樹皮が厚くなって剥くのが困難になると被害がみられなくなる傾向があり、樹種により違いはあるが胸高直径30~40cmになるまで発生する恐れがある。角研ぎ被害は、さらに太い樹木でも発生することがあるが、発生頻度は地形条件によって異なる傾向が見られる。また、胸高直径10cm程度から体をこすりつける被害も起きるが、極めてまれな被害である。これらの被害は、シカがいたら必ず発生するというわけではなく、地域によって被害に遭う危険性は異なってくる。しかしながら、西日本ではこれらの被害が全て発生する可能性のある地域もあり、それらの地域では、植栽直後から長期間にわたって被害を防除できることが求められる。

天然林の植生衰退では、本事業における植生回復速度を見る限り、衰退した植生が回復するまで極めて長い時間がかかると予想される。そして、植生が衰退しなくて済むシカ個体数を安定的に維持できる保護管理体制も、短期間に構築できるとは思われない。

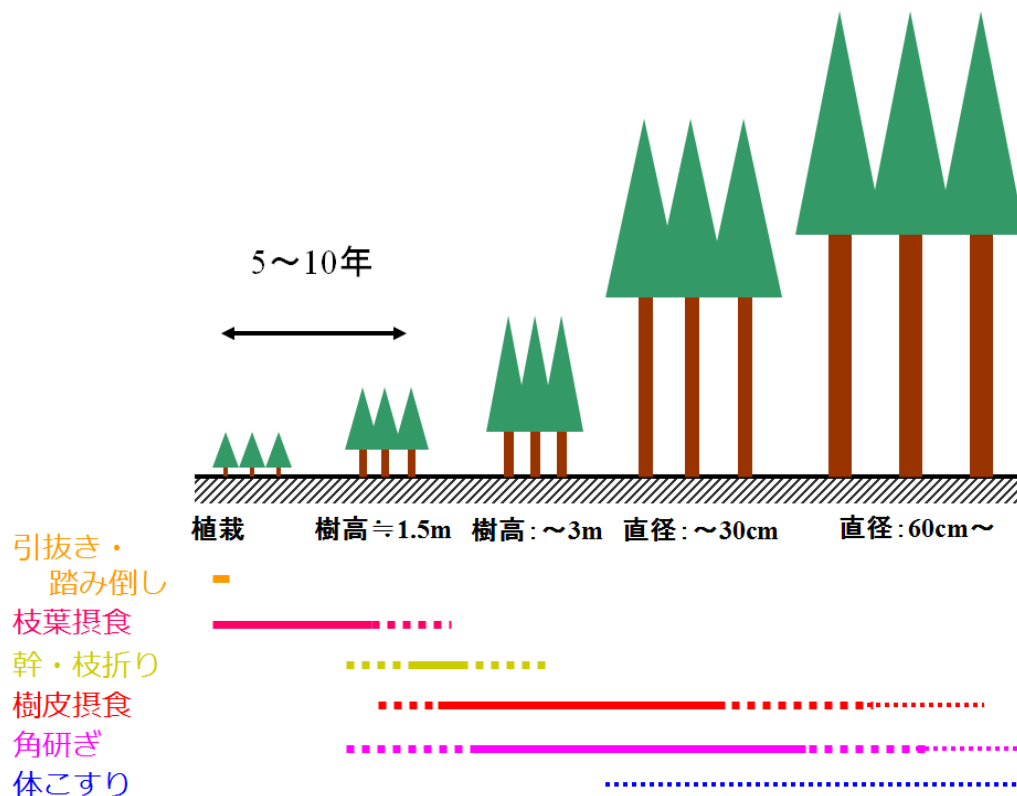


図1 針葉樹人工林の生育段階とシカによる被害形態

このように森林被害を防除するためには、10 年程度の長期の防除だけでなく、30 年を超える超長期にわたる防除が必要になる恐れがある。現在、大台ヶ原では超長期の防除を目指した防護柵が設置されているが、単価が高く一般に導入できる技術とは言いがたい。そこで、より単価の安い防護柵を用いた超長期の防除技術について検討することが必要と考える。

本事業では、昨年度は、森林で有効な防鹿柵の新たな規格を目指した AF 柵の運用技術に関して検討した。本年度は、その運用技術を踏まえ、さらに本年度新たに発生した運用上の課題についても整理した上で、AF 柵の設置から、維持管理、更新、回収までのコストについて検討することで、超長期防除技術について検討する。また、森林被害防除の保護管理上の位置づけがまだ不十分であるため、人工林であれば育林体系において明確に位置づけられるべき防除技術がおざなりに取り扱われている。前年度には集水域防除の意義について検討したが、改めて森林における被害防除の保護管理上の位置づけも行う。

2. 技術の検証項目

AF 柵のコストの検討は、設置に関しては 2006 年の設置時のデータを用いて、資材費と人件費にわけて検討する。維持管理については、昨年検討した作業内容に加え、2006 年からの補修状況を加味してする。ただし、本年度、新たに維持管理上の問題が発生したため、それも新たに考慮に入れる。更新に関しては、新たに更新作業を行って検討する。回収に関しては、更新作業の内、前の柵の撤去に要した作業をもとに検討する。

3. 事業地および防鹿柵

事業地京都大学芦生研究林にある集水域を囲むように防鹿柵を設置した集水域防除試験区である（図 2）。2006 年 6 月 21 日に設置され、防鹿柵で囲んだ集水域の面積は約 13ha、周囲の総延長約 1.6km で、集水域の出口が谷である以外は、全て尾根上に柵が設置されている。冬季には積雪が 2m を越えることもあるため、積雪による倒壊を回避するため、12 月から翌年 4 月下旬までネットを外して降ろしている。この場所では、毎年 12 月に区画法により個体数調査を行っており、昨年も 12 月 1 日と 2 日に調査を計画し

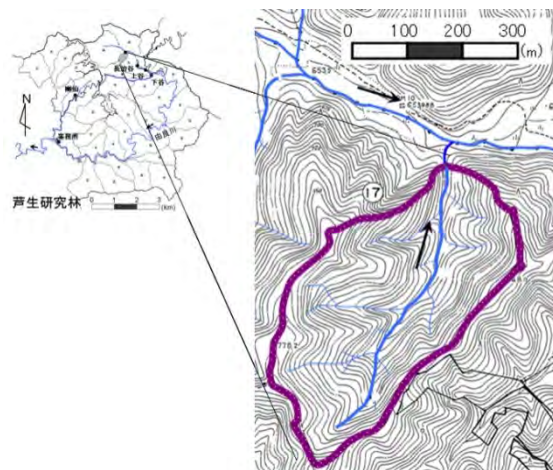


図 2 事業地の集水域.

た。毎年 2 つの調査区（長治谷調査区(95.12ha)、中山神社調査区 (86.95ha) を二日間繰り返し、計 4 回の調査を行ってきたが、昨年は積雪のため 1 つの区画を 1 回ともう一つの区画の約半分の面積（中山神社調査区 36.71ha）を 1 回調査できたのみであった。その結果では最大 5.45 頭/km²、平均 1.72 頭/km² となった。シカの個体数密度は高くなくてもこれまで植生の回復は見られていなかったが、昨年は林床に植生が若干みられる場所があった。

防鹿柵は、幅 2.3m の 5cm 目のポリエチレン製のネットを用い、高さ 2m とし、地際の外側 30cm の地面を覆っている（図-3）。支柱には、コストを削減するために FRP 製の支

柱の他に立木も利用している。地面は ABS アンカーを用いて 50cm 間隔で固定してある。

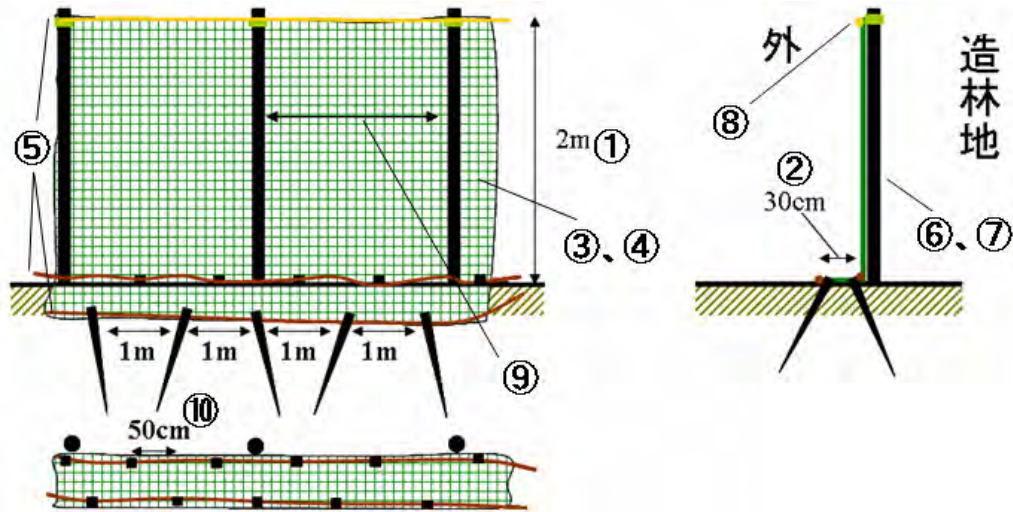


図3 AF 柵の構造.

4. 防護柵の点検作業の再検討

4.1 本年度に発生した破損と侵入

昨年度は、4月26日にネットを上げて防鹿柵を設置した(表1)。最初の見回りは6月14日と約1ヶ月半経過していたが、破損はなかった。ただし、ネット上げの時にネットをうまく上げることができにくくなっているのか、全体に低くなっていた。上部ネットとの結束により進入を防いでいる。6月に来た台風では、2箇所の破損が生じた。1箇所は支柱に倒木があたって支柱が折れ、もう1箇所はネットに倒木がかかり高さ50cmとなっていた。ネットを上継ぎ足すことで応急処置をしておき、25日にチェーンソーで倒木を除去した。

それ以外には大きな破損はなかったが、11月2日に他の研究者より、柵内で新しいシカの糞を見たとの連絡があり、緊急点検を行った。その結果、ウサギがネットの絡んで死んだときにできたと思われる穴(図4)が3箇所発見されたので、ネットを当てて補修した。柵内にシカが明確に存在するかしないかの確認を行ったが、シカの痕跡は見られても、シカそのものは発見できなかった。なお12月2日の区画法調査の時に、降雪がありシカの有無を確認する絶好の条件となったが、その時にも柵の外柵際にはシカの足跡はあったが、柵内には痕跡は認められなかった。

今回、ウサギの穴を見落としたのは、点検時に大きな破損を中心にチェックしていたからと考えられた。穴のあった場所は地際で、ネットが弛んでいたため丁寧にネットをめくるようにチェックしないと発見できなかった。ネットをそのように丁寧に見回るとすると、必要時間は3時間程度になると予想された。



図4 ネットの穴.

ネットのねじれと毛の付着から、ウサギがネットに引っかかってできたと推測される。

表 1 集水域防除の防鹿柵の点検・保守 (2012)

		人数	時間	備考
4月26日	シカの追い出しとネット 上げ	22	約3時間	
	ネットの点検と補強	20	約2時間	
6月14日	ネットの点検・保守	1	1時間	破損なし。ただし、ネットの低いところがある
6月20日	ネットの点検・保守	1	1時間20分	破損2箇所。1箇所は倒木で除去できなかったもので、低い部分をネットで塞いで応急処置
6月25日	ネットの点検・保守	1	2時間	チェーンソーで倒木除去
7月18日	ネットの点検・保守	1	2時間	破損なし。ネットの低いところがあるため、上部ネットを追加
8月23日	ネットの点検・保守	1	1時間30分	ネットの下部に兎によると思われるネットの切断箇所あり。他に破損なし。まだ低いところがある。
9月28日	ネットの点検・保守	1	1時間	破損なし
11月4日	ネットの点検・保守	1	2時間	進入情報があり緊急点検。大きな破損がないかのチェックのみ
11月5日	ネットの点検・保守	1	4時間20分	ウサギがネットにかかって死んだときにできたと思われる穴が3箇所
	柵内の状況確認	1	3時間	痕跡が見られる
11月8日	柵内の状況確認	1	1時間	痕跡が増えているようにも見えるが、大きく変わってはいない
11月12日	柵内の状況確認	2	20分	大きな変化は見られない
12月2日	柵内にシカの有無確認	12	2時間	降雪があったが、柵の外の柵際にはシカの足跡はあったが、柵内にはなかった

5. 防護柵のコストと設置計画

5.1 防護柵のコスト

ここでは、防護柵の設置、維持管理、更新、撤去のそれぞれの資材費と人件費を試算し、そのコストを概観する。

5.1.1 設置コスト

本事業地の防護柵は、2006年に設置された。設置時には、多くの学生・教職員にボランティアで参加してもらい、泊まり込みで3日連続で作業を行い、最終日の午後には柵内のシカの追い出し作業を行って柵を閉鎖した。資材の運搬は毎日作業地に向かうときに行った。設置時にはAFネットはまだ試作段階であったが、大量発注することで価格を抑えられた。また、コストを下げるために立木を支柱として利用した。作業を3日間で終えなければならなかったため、毎日の作業時間は10時間程度になった。人件費の計算は、柵の設置作業は重い資材を運ばなければならず比較的重労働となるので、高めの日当1万2千円とし、事前調査は日当1万円として計算した。標準的な施工では、支柱間隔を3mとし、地形対応で増える支柱の本数を約1割として計算した。以上のような条件を考慮すると、今回の事業地では、AF柵で集水域防除を行う場合約490万円の費用が必要となり、単価は、資材費で1,826円/m、人件費込みで2,808円/mと、支えがほとんどないため単価が安めになった。

表2 集水域防除における防鹿柵（AF柵：L=1740m）の設置コスト①
 — 実際にかかったコスト（2006年6月19日（29人）、20日（37人）、21日（38人）） —

資材費					
特注ネット	H2.3m*50m 50mm目 PE400D×60（無結）	31,800	35		1,113,000
上段ロープ	φ8mm	1,800	35		63,000
中・下段ロープ	φ6mm	1,400	70		98,000
支柱	φ38mm×2700mm	1,600	295		472,000
支柱用フックボルト	φ38mm用	320	295		94,400
支え用支柱（長） ¹⁾	φ38mm×2100mm	1,300	10		13,000
支え用支柱（短） ¹⁾	φ38mm×600mm	800	10		8,000
ユニバーサルクランプ ¹⁾	φ38mm用	250	7		1,750
立木用フック ²⁾	Sカン 5mm	95	247		23,465
立木巻き付け用ロープ ²⁾	φ6mm	1,400	10		14,000
アンカー	ABS製400mm	145	3,480		504,600
小計					2,405,215
人件費					
設置場所確認 ³⁾	1人・日+2人・日	10,000	3		30,000
資材運搬 ⁴⁾	7人・日	12,000	7		84,000
設置作業 ⁵⁾	89人・日	12,000	89		1,068,000
追い出し ⁶⁾	15人・日	12,000	15		180,000
小計					1,362,000
合計					3,767,215

- 1)支柱の長・短各1本とクランプ2個がセット。急傾斜地の10本にのみ支えを入れた。
 2)コストを下げてかつ強度を保つ目的で立木を利用した。立木にロープを巻きSカンをつるしてフックとした。
 3)設置ルート確認：1人・日、50m巻き尺による資材量把握のための簡易測量とネット位置決定：2人・日。
 4)各作業日の最初に全員で資材を運搬（約1kmのなだらかな山道）。荷造り・移動・荷ほどきで片道30分。
 5)追い出し作業4時間×30人を104人・日から除外した人工数。
 6)追い出しは2回行った。やや急いで行って4時間を要した。4時間×30人/8時間で15人・日とした。

表3 集水域防除における防鹿柵（AF柵：L=1740m）の設置コスト②
 — 標準的仕様、作業でのコスト —

資材費					
下部ステンレス入りネット	H2.3m*50m 50mm目 PE400D×60（無結） 下1m0.29ステン4本入	36,000	35		1,260,000
上段ロープ	φ8mm	1,800	35		63,000
中・下段ロープ	φ6mm	1,400	70		98,000
支柱 ¹⁾	φ38mm×2700mm	1,600	638		1,020,800
支柱用フックボルト	φ38mm用	320	638		204,160
支え用支柱（長）	φ38mm×2100mm	1,300	10		13,000
支え用支柱（短）	φ38mm×600mm	800	10		8,000
ユニバーサルクランプ	φ38mm用	250	20		5,000
アンカー	ABS製400mm	145	3,480		504,600
小計					3,176,560
人件費					
設置場所確認	1人・日+2人・日	10,000	3		30,000
資材運搬 ²⁾	13人・日	12,000	13		156,000
設置作業 ³⁾	112人・日	12,000	112		1,344,000
追い出し ⁴⁾	15人・日	12,000	15		180,000
小計					1,710,000
合計					4,886,560

- 1)支柱間隔3mとし、地形対応のため1割増しとした。
 2)資材運搬を単独で行う場合作業地との往復で1工程1時間とした。
 3)実際の作業時間は通常より毎日2時間程度延長したので、その分を加えた。
 4)40人で3時間かけて1回で済ませることとして計算した。

なお、設置資材費を簡単に計算できるようにエクセルに必要な数値を入れるだけで資材費が計算できる試算表（図5）を作成した。

新型防塵柵(AF規格準拠)価格試算表									
延長	460 m								
ネット	D							ネット説明シート参照	
ネット端ステン入りロープ使用	しない								
支柱間隔	3 m							3m以上では支柱の数が(延長/間隔)の1割増しとなる	
支柱直径・仕様	セパレート (33mm)							積雪地で冬季にネットを張りっぱなしにした実績なし	
φ33mm支柱用のネット留め	フックケーブル							38mmはフックボルトのみで、柱を選んでも反映されない	
等間隔の支柱の支え(片支え)	10 本毎								
支柱の支え(片支え)必要箇所	0 箇所							等間隔に入らなかった場合や急傾斜地などで追加が必要があるときに図1	
支柱の支え(コーナー・両支え)	0 箇所							ネットを緊張して張るには最低4箇所は必要	
支えに木杭を使用	しない							若干安くなるが、業者は揃えていないので、要別途購入	
作業効率化のため長ボルトを使用	する							フックボルトとユニバーサルクランプ用。作業効率が格段に違う。要別途購入	
結束バンドを正和商事で購入	しない							正和商事に無理に頼んでいるので価格が高い。防除効果を高めるのに必	
ABSアンカー間隔	50 cm							50cm間隔を推奨	
入り口	1 箇所								
支柱打ち込み器	個								
表示の色が に変わった場合は、別途、日分で購入する必要がある(正和商事は扱わない)資材が含まれます									
合計額	1,066,542 円							2,315 円/㎡	※単価計算からは、支柱打ち込み器代と送料を除く
(送料2,000円を含む)									
※これはあくまで試算表です。単価は変動しますので、正式の金額は正和商事にお問い合わせ下さい。									
品名・規格	重量(kg)	数量	単位	総重量(kg)	単価(円)	金額	消費税	備考	
A. ポリエチレンAFネット H2.3m×50m 50mm目 PE400D×60(無結)	16.00	枚			31,800			ネットの色は基本は黒(黒も可だが黄緑コラーレ結)	
B. ポリエチレンAFネット 右結・軽量タイプ H2.3m×50m 50mm目 PE400D×30(有結)	9.50	枚			34,500			有結で強度を挙げる。軽量となるため黄緑コラーレ結。色は指定可	
C. 下部強化AFネット H2.3m×50m 50mm目 PE400D×48(無結) 下1m0.25ステン4本	22.18	枚			45,000			ネットの色は基本は黒(黒も可だが黄緑コラーレ結)	
D. 下部強化AFネット 軽量タイプ H2.3m×50m 50mm目 PE400D×30(無結) 下1m0.25ステン4本	12.19	10 枚		121.9	36,000	360,000	18,000	ネットの色は基本は黒(黒も可だが黄緑コラーレ結)	
E. ポリエチレンAFネット 黒直目 H2.3m × 50m 37.5mm目 PE400D × 44(角目・無結)縦ロープ	17.00	枚			46,000			ネットはロープで縫製されており、ロープの縫入は平糸	
ポリエチレンロープ 8mm×55mL	1.70	10 本		17.0	1,950	19,500	975	ネット上側のロープ	
ポリエチレンロープ 6mm×55mL	1.00	20 本		20.0	1,520	30,400	1,520	地盤とネット下側のロープ	
ステン入りロープ 6mm×55mL	1.20	本			2,500			ウヤヤによる腐み強い素材。ネット下側に使用	
ロープ渡し作業費	—	30			1,000	30,000	1,500	ネット1枚につき3	
ABS樹脂製 アンカー 4DOL (黒色)	0.10	920 本		92.0	143	131,560	6,578		
FRP丸柱 (表面被覆) φ38mm×L2700mm 支柱用	1.35	本			1,600			支柱の両端は樹脂1m程度まで覆えらる	
FRP丸柱 (表面被覆) φ38mm×L2100mm 支え・入り口用	1.05	本			1,300			支柱の両端は樹脂1m程度まで覆えらる	
FRP丸柱 (表面被覆) φ38mm×L800mm 支え用	0.30	本			800			支柱の両端は樹脂1m程度まで覆えらる	
FRP丸柱 (表面被覆) φ33mm×L2700mm 支柱用	1.08	本			1,300			両端密封。支柱の両端は樹脂30cm程度まで覆えらる	
FRP丸柱 (表面被覆) φ33mm×L2100mm 支え・入り口用	0.84	17 本		14.3	1,080	18,360	918	両端密封。支柱の両端は樹脂30cm程度まで覆えらる	
FRP丸柱 (表面被覆) φ33mm×L800mm 支え用	0.24	16 本		3.8	800	12,800	640	両端密封。支柱の両端は樹脂30cm程度まで覆えらる	
ボール用フックボルト φ38mm用	0.10	個			320				
フックケーブル φ33mm用		169 個		0.0	380	64,220	3,211		
枝吊キヤップ φ33mm用	0.11	個			240			支柱を樹脂に2.5mの高さで打ち込む必要がある	
セパレート支柱 (φ33mm) カボッチボール φ33mm×L2100mm 基礎ボールにかぶせる	0.84	本			1,000			支柱打込みの際が不利。高さが揃えにくい。基礎ボールを50mmの高さに打ち込み、高さを合わせるカボッチボールをかぶせて使用	
カボッチボール φ33mm×L2400mm 基礎ボールにかぶせて使用	0.58	169 本		0.0	1,100	185,900	9,295		
カボッチ基礎ボール φ25mm×L1000mm 高強度	0.58	169 本		98.0	900	152,100	7,605		
カボッチキヤップ	0.08	個			250			管端でネットを閉める場合のみ、最終での使用には不要	
ユニバーサルクランプ φ38mm用	0.07	個			230			支柱側 クランプ位置とネジと固定ボルトのセットで使	
ユニバーサルクランプ φ33mm用	0.06	32 個		1.9	250	8,000	400	支柱側 クランプ位置とネジと固定ボルトのセットで使	
ユニバーサルクランプ φ40mm用	0.08	個			300			支柱側 支柱に中継を挟む場合	
耐候性結束バンド 200mm 100本入り	0.10	袋			1,200			ネットを支柱に固定するのに必要。	
支柱打ち込み器(φ33mm、φ38mm共用)		個			17,000	0			
送料	—	1 件			2,000	2,000	100		
小 計				369 kg		1,014,840	50,742	1,065,582 円	
要別途購入									
フックボルト用長ボルト 鉄 六角ボルト(金ねじ) M8×40mm	0.02	個			10			作業効率がよい。φ33mm支柱に用いると少し長	
クランプ用長ボルト 鉄(メネゲ)メネゲ 小ねじ(金ねじ) M5×40mm	0.01	32 個		0.3	5	160		作業効率がよい	
耐候性結束バンド 200mm 100本入り ※正和商事で購入しない場合	0.10	2 袋		0.2	400	800			
耐候性結束バンド リビートタイプ 200mm 50本入り	0.14	袋			500			入り口を固定するのに使用	
木杭 φ50mm×900mm	0.50	本			350			支柱側、FRPより安く、耐腐性	
小 計				1 kg				960 円	※単価は全ておおよその価格
合計				369 kg				1,066,542 円	重量はおおよその値です
※別途購入資材について：正和商事で扱っていないため各自で購入して揃えなければなりません。それぞれの資材について、詳しくは別途購入資材のシートをご覧ください。									

図5 AF柵資材費試算表

5.1.2 維持管理コスト

維持管理は、春先の柵上げが 30 人・日で人件費 30 万円に資材費 1 万円で 31 万円となる。点検・保守を 5～11 月まで毎月 1 回のルーチンに台風などの臨時出動 3 回を加えて年 10 回、2 人（一人でも可能だが安全を考慮して 2 人とする）で行うとして人件費 20 万円に年間で資材費が 1 万円として 21 万円となる。積雪前にネットをおろすのに 3 人で 1 日として、人件費が 6 万円となる。あわせて、毎年 58 万円となる。

5.1.3 更新コスト

柵のネットは耐用年数が 7 年以上とされている。森林内では紫外線量が減少するので、実際には 10 年程度の長期使用には耐えられる。しかし、30 年以上の超長期にはネットを更新しなければならない。支柱は FRP 製であり、耐用年数はかなり長いと考えられるので更新対象としない。アンカーも ABS 製で耐用年数はかなり長いと思われる。したがって、引き抜いて再利用することとした。

更新作業の人件費を算出するため、12 月 9 日にネットの交換作業を行った。すでに、冬前にネットを下ろした状態であったが、更新作業内容に特に大きな影響はないと判断した。更新は 1 スパン 50m のみとなった。更新作業は、両サイドのネットからの切り離し、アンカーの回収、新規ネットの展開、ネットの調整、両サイドのネットへの連結、アンカー打ち、の 6 工程に分けて時間を計測した。作業者は柵の設置に慣れている者 2 名、それほど慣れていない者 1 名の 3 名で行った。作業時間は、ネットの切り離しに 12 分、アンカーの回収に 46 分、ネットの展開に 42 分、ネットの調整に 47 分、ネットの連結に 11 分、アンカー打ちに 24 分の合計 3 時間 2 分であった。今回は、新規ネットなどの資材を事前に運び込んだ状態で始めており、実際に資材運搬なども含めるとさらに多くの時間を要する。資材運搬の人工数は交換するネットの場所によって大きく異なるが、平均 3 人で 1.5 時間とすると、一つのネットを張り替えるのに 13.5 時間・人を必要とし、35 スパンの全てのネットを張り替えるには、約 59 人・日程度の人工数が必要となった。アンカーは回収されたのが 69 本であったが、もともと間隔が空いて打ち込まれていたようで、最初から本数が少なかったと考えられ、回収率は 9 割程度と思われる。ネット 1 枚、アンカー追加 10 本、結束バンドを 1 スパン分の資材とすると資材費が約 37,000 円となり、日当を一人 1 万 2 千円とすると、総費用は 200 万 3 千円と試算された。

5.1.4 撤去コスト

撤去コストは、更新作業の内、ネットを外すまでの作業時間で計算すると、3 人で 1 時間となった。撤去した資材の運搬柵に、柵全体を平均して 3 人で 1.5 時間を要するとすると、 $(3 \text{ 人} \times 3.5 \text{ 時間} \times 35 \text{ スパン}) \div 8 \text{ 時間} \cdot \text{日}$ で約 33 日となるので、人件費は 39 万 6 千円となった。

5.2 防護柵を用いた保護計画

防護柵を設置して植生を 30 年の超長期にわたって保護する場合の総コストについて検討する。防護柵を設置する初年度には、設置後に中のシカを追い出す作業が必要となる。シカを追い出す作業は落葉後の方が圧倒的に作業が行いやすい。春先の展葉前に設置するのは時間的には極めて難しいことが予想されるので、ここでは初年度には晩秋に設置する

がネットを下げてすぐに冬に備えるとする、初年度は 489 万円からシカの追い出し費用 18 万円を差し引いて約 470 万円、その後は毎年 58 万円の維持管理費が 30 年間で 1,740 万円、途中 2 回の更新にかかる費用が 400 万円、最終的に撤去費用 40 万円とすると、合計 2,650 万円となった。単純に 30 年で割ると、88 万 3 千円のコストとなる。13ha を保全するのにこれが高いかどうかは、主体によって異なるだろうが、決して極めて高いコストではないだろう。

また、今回は積雪を考慮して冬季にネットを下げているため、維持管理費が高くなり、総費用の 2/3 を締めている。このネットの上げ下げがなければ、より安いコストで植生防ぐことができる。たとえば、積雪のほとんどない地域であれば上げ下げは不要となるし、芦生のような多雪地でもボランティアを募集して行えばコストをかなり削減できる。また、芦生のように積雪が 2m を越えることもあるような多雪地では通常の金属柵でも構造的に耐えられない可能性が高いが、積雪 1m 程度までであれば、資材費のメートル単価が 1,000 ～2,000 円の金属柵を用いることで上げ下げが不要となることも考えられる。その場合は、倒木などによる破損にどれだけ迅速に対応できるかが課題になるだろう。

6. 防除の保護管理における位置づけ

6.1 野生動物保護管理における 3 つの管理

被害防除は野生動物保護管理における位置づけは、まだ十分とは言えない状況にある。本来であれば、被害防除、被害管理は人工林であれば育林体系の中に組み込まれるべきであるが、そのような視点も欠落している。ここでは、被害防除の保護管理における位置づけについて簡単に整理しておきたい。野生動物保護管理には、生息環境管理、個体群管理、被害管理の 3 つの管理がある（図 6）。生息環境管理は、生物多様性を維持増大することを目的として、対象動物の生息環境を整えることである。個体

群管理の目的は、そうして整えられた生息環境において社会的に最も望ましいと個体群の状態を実現することであり、被害管理は、そうした生息環境と個体群がある中で、最も効率的に被害を許容限界以下にすることを目的とする。個体群管理がうまく行っても、自然環境内には、野生動物の餌環境として自然よりも遙かに好適な人間が作り出した環境がモザイク状に存在する。そこにおける被害を防ぐことを個体群管理だけで行おうとすると、おそらく極めて小さい個体群にならざるを得ないだろう。望ましい個体群状態を維持しながら被害を許容限界如何にするためには、被害管理すなわち被害防除が不可欠である。

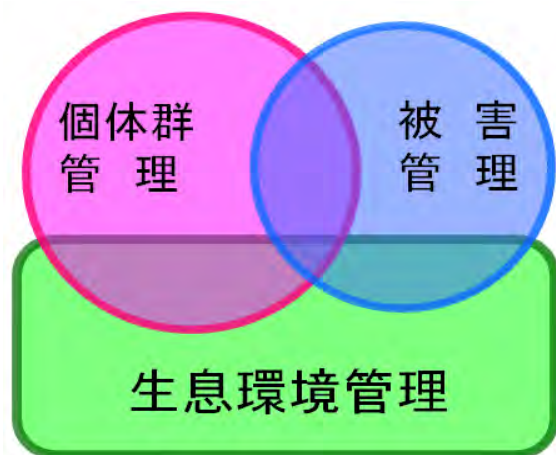


図 6 野生動物保護管理の 3 つの管理

6.2 自然再生手段の両輪をなす捕獲と防除

被害防除は対症療法とみなされることが多い。確かに、自然林内に防護柵がある状態は「自然」とは言いがたい。しかし、自然植生が大きく衰退し、その再生、回復が求められるときには、捕獲と防除を適切に組み合わせることが不可欠である。被害対策として捕獲と防除にはそれぞれ特徴（図7）がある。それぞれの長をを活かしつつ、短期、長期、超長期のそれぞれの視点に立

って、限られた資金を効果的に運用できる計画を立てることが重要である。増大する個体数を削減することは極めて緊急性が高いが、一方で、なくなってしまった植物種が戻ってこないのも確かである。保全の重要性を考慮しながら、捕獲と防除のベストミックスを探すことが適切な再生計画の実現には不可欠であると考えられる。

捕獲

捕獲→密度減少→被害減少（間接的効果）
※加害個体の除去ですぐに被害が減少
計画的な捕獲を続けなければならない
コスト：ハンターや地方公共団体が負担
ハンターしかできない
ハンターの減少→捕獲が困難に

防除

被害地・被害木から動物を排除（直接的効果）
効果的な防除→被害は減る
被害の可能性のある限り必要
点検・補修が不可欠
コスト：主に農林業家が負担
誰でもできる
農林業従事者が減ったら都市住民でも可能

図7 被害対策としての捕獲と防除の特徴

7. まとめ

7.1 技術開発の成果

防護柵を集水域を囲むように設置して集水域全体を保護する集水域防除は、規模が大きいことから実施が困難と思われがちであるが、適正な構造の防護柵を用い、きちんとした維持管理計画を立てれば、決して不可能なことではないことが明らかとなった。特に、県立自然公園などで保全の重要性が高い地域などでは、この方法で比較的広い面積を保全することが可能となる。このような大面積の保全地域は、保全のシンボリックな場所としても認識され、多くの人の興味と共感を得て保全を進めるのにも役に立つと考えられる。実際に、芦生においてもこの事業地への関心は次第に高まっており、大面積を保護することの重要な副次効果と言える。

7.2 技術の客観的評価

集水域防除は、10ha を越える場所を確実にシカの採食圧から解放するのに極めて効果的な手法と言える。捕獲によって10ha を越える場所からシカを完全に排除するためには、捕獲頻度を高めることが必要となると予想される。特に、植生が回復してくれば来るほどシカを引き寄せやすくなる一方で、見通しが悪くなって捕獲が困難になることを考えると、捕獲によってシカを排除することは難しくなるだろう。したがって、一度衰退した自然植生を回復させる過程にあつては、防護柵による防除もきわめて重要な手段となる。今年度の成果からコスト的にも決して極めて高いコストというわけではないことが判明したので、今後は、捕獲によって個体数密度の削減を進める一方で、特に重要な自然地域は防護柵で保護する計画が、植生回復計画には不可欠であると考えられる。大台ヶ原でもすでにその方式で自然再生計画が進められており、今回 AF 柵を用いることで、より多くの主体が同様の再生計画を立てることが可能になったと言える。

7.3 適用条件

集水域防除が適用できる場所は、比較的緩やかな尾根で周囲を囲まれている谷であることが望ましい。また、車が乗り入れられる場所から 1km 以上離れると資材の運搬だけでなく、維持管理も実施しにくくなる。それらの条件を考慮した場合、保全可能なサイトがどの程度あるかなどを検討する必要がある。

7.4 今後の課題

防護柵の構造の比較がまだ不十分である。昨年度は大台ヶ原で実施されている柵と資料上では比較したが、現場での設置状況については確認できていない。また、大台ヶ原以外にも、戦場ヶ原や知床などでも大規模柵が設置されている。また、海外でもいくつかの事例があり、それらの情報収集と整理が、より多面的な検討のために重要である。また、昨年度、丹沢に集水域防除の事業地が新たに作られた。その事業地と比較することで、集水域防除の新たな課題や可能性を検討する必要がある。また、集水域以外の防除への防鹿柵への応用を考えると、破損しやすさに対する地形条件などをあらかじめしておくことが、造林との被害防除には不可欠であると思われる。

共同開発団体	芦生生物相保全プロジェクト
担 当 責 任 者	福島慶太郎・阪口翔太・山崎理正・高柳敦（京都大）・ 井上みずき（秋田県大）・藤木大介（兵庫県大）・境優（東京農工大）
技 術 開 発 名	大規模防鹿柵を用いた森林生態系機能復元技術の実証
技術開発課題	【復元技術】

1. 物質循環からみた復元技術の検討

森林生態系において下層植生は、林冠を形成する高木層の実生段階に生育する場であり、森林の更新動態に重要な役割を果たす。また、食植生昆虫や訪花昆虫の資源や生息地を供給する役割や、被覆効果による土壌保全や土砂流出抑制機能の役割を果たし、さらに養分保持効果によって森林の物質循環にも寄与する。

ニホンジカ（以下、シカ）個体群の高密度化は、日本各地の森林で下層植生の衰退・樹木の更新阻害・林冠木の樹皮剥ぎなどの問題を引き起こしている (Takatsuki, 2009)。大型の草食哺乳類によって森林下層植生が過剰に採食されていることは、日本のみならず世界的な問題となっている。採食圧が高まることに伴って、森林林床の裸地化あるいは不嗜好性種が優占する植生の単純化を招き、不可逆的な生物多様性の損失を引き起こすことが懸念されている。そして単に生物多様性の減少にとどまらず、生食・腐食連鎖や生物間相互作用を通じて、森林の生態系機能に直接的・間接的な影響が及ぶと考えられる(Rooney, 2001; Côté et al., 2004; McGraw and Furedi, 2005; Bardgett and Wardle, 2010)。

大型動物による下層植生の過採食の問題を扱う際には、大型動物の侵入を防ぐ防除柵を用いてその後の変化をたどるのが一般的である。これまでの研究はプロットスケールの研究であり、樹木実生の更新や多様性が評価されている(Tsujino and Yumoto, 2004; Kumar et al., 2006; Olofsson 2006; Takatsuki and Ito, 2009)。また、土壌養分動態や土壌動物相に着目した植物-土壌系の内部循環過程(Pastor et al., 1993; Ritchie et al., 1998; Harrison and Bardgett 2004; Furusawa et al., 2005; Niwa et al., 2011)を把握する研究も見られる。しかしながら、地形の異質性を考慮した植物相の評価(阪口ら, 2008; 阪口ら, 2012)や、物質循環過程を通じた渓流水質の変化(福島・徳地, 2008)、河床堆積物への影響を介した水生昆虫相の変化(Sakai et al., 2012)については、集水域スケールで防除柵を設置しなくては得られない知見である。

20 世紀後半になって、日本でも各地の森林でニホンジカ(*Cervus nippon centralis*, 以下シカ)の個体数の増加、生息地域の拡大とともに下層植生の過剰な採食が問題視されてきた(Suzuki et al., 2008; Takatsuki, 2009; 田村, 2010; Fujiki et al., 2010)。森林生態系の保全のために、様々なシカの管理対策が立てられているが、いずれも植物の種多様性や被度といった直接的な指標が保全基準になっており、相互作用系を介した生態系機能全体までを十分に評価できていない(梶ら, 2006; 湯本・松田, 2006)。集水域スケールで着目することにより、シカによる下層植生の衰退が、森林生態系内の陸上昆虫や水生昆虫、渓流水質や物質循環などの生態系機能への波及効果を示すことが喫緊の課題であるといえる。

一般に温帯域の森林生態系では、窒素(N)が植物の一次生産を制限する要因であり、植物と土壌の間には窒素の吸収・合成・分解・無機化を含む内部循環系が卓越している(福島, 2012)。そのため、一般に降雨による生態系からの窒素流入量よりも溪流への窒素流出量が少ない(Vitousek and Howarth 1991)。渓流水に含まれる物質の中でも硝酸態窒素(NO₃)は、土壌から流亡しやすい窒素の形態であり、植物の成長期・休眠期に合わせて渓流水中の

NO₃濃度が変化することが知られている(Stoddard, 1994; Goodale et al., 2009)。一方で、急傾斜な森林生態系では土壤中での水の動きが複雑であるため、生物の成長期・休眠期と水質変化が必ずしも同期しない場合も報告されている(Ohte et al., 2010)。

森林生態系において下層植生は、林冠を形成する木本植物と比べてバイオマスが少ないものの、ギャップや溪流沿いに高密に存在し、高い生産性を有している。Gilliam (2007)は、下層植生が土壌形成や養分保持など、生態系機能の発現に重要な役割を担っている可能性を指摘している。したがって、日本各地で深刻化しているシカによる下層植生の喪失は、物質循環や溪流水質に少なからず影響を与える可能性がある(福島・徳地, 2008)。

本研究の対象地である京都大学フィールド科学教育研究センター芦生研究林は、原生的な冷温帯針広混交林が大面積で保存されている。芦生の動植物相は多様性が非常に高く、生物地理学上、分類学上重要な種も多い。しかし 1990 年代後半から増加傾向にあるシカにより、芦生でもわずか数年で森林の下層植生が不嗜好性植物のみを残して壊滅的状态となったことが報告された。そこで 2006 年に 13ha に及ぶ集水域レベルの大規模シカ排除柵(防鹿柵)が設定され、下層植生の喪失・回復が溪流水質に影響を与えるか否かを評価することが可能となった。本研究では、防鹿柵を設置した集水域と設置していない対照集水域において溪流水質を比較し、防鹿柵設置後の下層植生回復効果を明らかにすることを目的とした。その際、溪流水中の NO₃濃度の季節変化に着目して下層植生の消長の影響を把握するとともに、溪流水の流量をもとに生態系からの窒素流出量を算出して柵内外で比較した。また、下層植生の分布の空間的異質性を考慮して集水域全体の下層植生のバイオマス及び窒素吸収量を推定し、窒素流出量が下層植生の窒素保持に規定されるかを検討した。なお、復元技術の実証では、昨年度は植生回復に関する報告のみであったので、本年度は物質循環に関して、昨年度の成果を含めて報告する。なお、本事業で実施した調査は、岩井有加、橋本智之との共同研究として行った。

2. 調査地と方法

2-1. 調査地の概要

本研究は、京都府南丹市京都大学フィールド科学教育研究センター芦生研究林にある 2 つの集水域で行った(北緯 35.21 度、東経 135.44、標高 654-796m; 図 1)。調査地の斜面上~中部では主にアシウスギ *Cryptomeria japonica* var. *radicans* が、斜面下部では主にブナ *Fagus crenata* が、そして谷部を中心にトチノキ *Aesculus turbinata* やサワグルミ *Pterocarya rhoifolia* が林冠を構成している。芦生では 126 科 438 属 801 種に及ぶ種子植物が記録されている(Yasuda and Nagamatsu, 1995)が、近年、シカの採食圧が急激に高まったことによって、研究林内やその周辺地域の下層植生が衰退・単純化し、シカの不嗜好性植物が増加してきたとの報告がある(Kato and Okuyama, 2004; 藤井, 2007; 福田・高柳, 2008; 田中ら, 2008)。

下層植生の改変を防ぐため、2006 年 6 月に、13ha の集水域全体を全長 1.4km の防鹿柵で囲った。隣接する 19ha の集水域を対照区として比較することで、防鹿柵設置後の下層植生の回復過程(阪口ら, 2008; 2012)やそれに伴う土壌動物(Saitoh et al., 2008)・水生生物相の変化(Sakai et al., 2012)、物質循環の変化(福島・徳地, 2008)を把握することができる(井上ら, 2008; 藤木・高柳, 2008; 福島ら, 2011)。柵設置当初の下層植生については阪口ら(2008)に詳しい。

本調査地から約 5km 離れた芦生研究林事務所(標高 680m)での観測によると, 1976~2005 年までの年平均気温と年平均降水量は, 芦生研究林事務所で 11.9 °C, 2298 mm である(京都大学フィールド科学教育研究センター, 2007)。また, 調査地周辺では冬季に 2~3m 程度の積雪が見られ, 冬季(12-4 月)の間, 防鹿柵のネットは取り外される。本調査地における土壌は谷部から斜面中腹にかけて適潤性褐色森林土(B_D 型), 尾根付近で弱乾性褐色森林土(B_C 型)が見られ, 局所的に乾性ポドゾル(P_D 型)も見られる(四手井ら 1958, 上田ら 1993)。地質は中古生層の堆積岩で, 砂岩, 粘板岩, 頁岩, チャート等を含む。

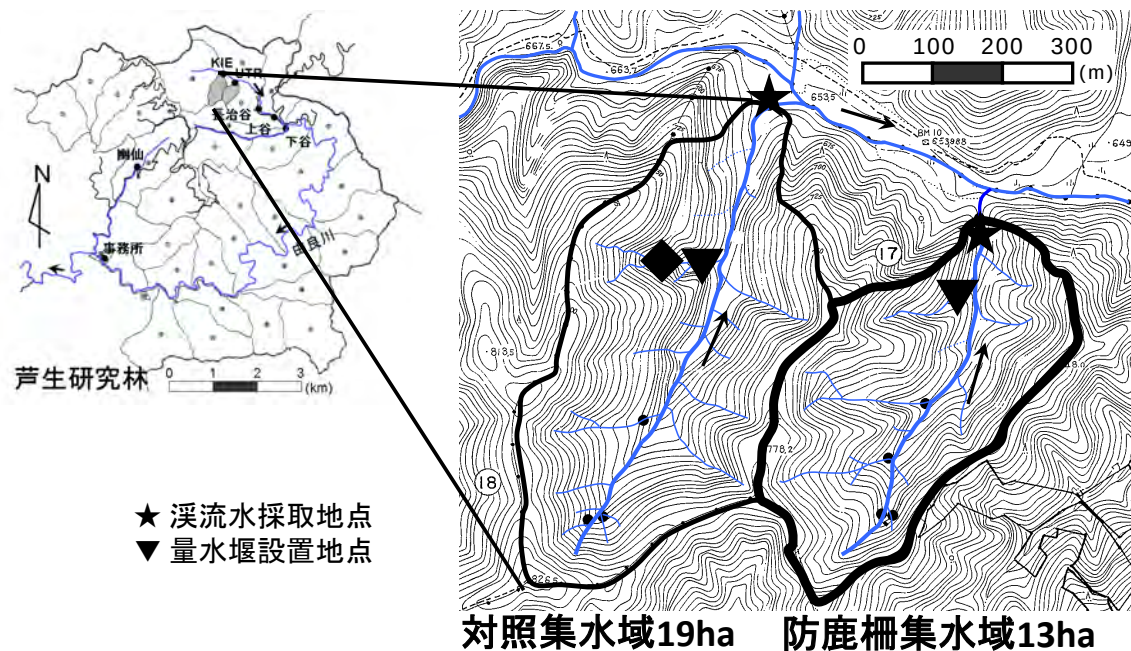


図 1. 調査地の位置および渓流水を採取した地点, 量水堰を設置した地点の概要。

2-2. 調査方法

防鹿柵を設置した集水域と設置していない対照集水域の末端で 2006 年 7 月から月に 1 度の頻度で渓流水を採取した(図 1)。現場で孔径 0.45 μm のセルローズアセテート製シリンジフィルター(ADVANTEC, CS045)を用いて濾過したものを 50 mL ポリボトルに採取した。サンプルは芦生研究林事務所に持ち帰り, 水質分析までの間 4°C で冷蔵保存した。水質測定にあたっては, 採水時に pH をガラス電極法(TOA-DKK 社製, HM-20P)で, EC を交流 2 電極法(TOA-DKK 社製, CM-21P)で測定した。実験室に持ち帰ったサンプルについて NO_3^- 濃度(mgN/L)をイオンクロマトグラフィ(Dionex 社製, ICS-90)で, 全窒素(TDN)濃度(mgN/L)を熱分解法(Shimadzu 社製, TNM-1)で測定した。相川ら(2002)による芦生研究林の主要木本植物の展葉・落葉フェノロジーの結果から, 成長期を 5 月~10 月, 休眠期を 11 月から翌 4 月までとして成長期・休眠期間中の水質の平均値を算出した。

防鹿柵集水域及び対照集水域内の支流に, 2009 年から積雪期間を除いて 5 インチのパーシャルフリューム(竹内鉄工所社製)を設置し, 自記式水位計(Trutrack 社製, SE-TR/WT500)を用いてフリューム内の水位を 5 分間隔で計測した(図 1)。観測期間中には, 適宜水位と流

量を測定し、水位-流量曲線から流出水量を求めた。流量データは1日ごとに積算し、集水域面積で除することで比流量を算出した(mm/d)。窒素流出量(kgN/ha/yr)に関しては、採水日間のNO₃濃度およびTDN濃度を比例配分によって内挿し、日単位で比流量と濃度を乗じて積算した。

2010年9月と2011年9、10月に両集水域内において、下層植生の被度と現存量の関係を把握するため、刈り取りを行った。防鹿柵集水域内で112点、対照集水域内で48点の計160点に1m×1m四方のコドラートをランダムに設置し、全ての維管束植物(高さ1.3m以下)の種ごとの被度を5%刻みで記録した。その後地上部を全て刈り取り、乾燥重量(g)を測定した。その後、別に両集水域で調査して判明している出現順位上位19種(表1、阪口ら、

表1. 下層植生の空間分布の推定および現存量・窒素吸収量の算出を行う本調査地でみられる主要19種のリスト。これ以外の種は、生活型(落葉性草本、常緑性草本、落葉性木本、常緑性木本、シダ類)ごとにまとめて解析した。

和名	学名
草本	
ウバミソウ	<i>Elatostema umbellatum</i>
イワウチ	<i>Shortia uniflora</i>
オオイカガミ	<i>Schizocodon soldanelloides</i>
ミゾソバ	<i>Polygonum thunbergii</i>
木本	
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>
スギ	<i>Cryptomeria japonica</i>
コアジサイ	<i>Hydrangea hirta</i>
ヤマアジサイ	<i>Hydrangea serrata</i>
ウスギヨウラク	<i>Menziesia ciliicalyx</i>
サワグルミ	<i>Pterocarya rhoifolia</i>
オオバサガラ	<i>Pterostyrax hispida</i>
クマイチゴ	<i>Rubus crataegifolius</i>
バライチゴ	<i>Rubus illecebrosus</i>
ナガバモシイチゴ	<i>Rubus palmatus var. palmatus</i>
タンナサワフタギ	<i>Symplocos coreana</i>
シダ類	
シノブカグマ	<i>Arachniodes mutica</i>
リョウモンタ	<i>Arachniodes standishii</i>
コバノイシカグマ	<i>Dennstaedtia scabra</i>
イワヒメワビ	<i>Hypolepis punctata</i>

2008 など)について、種ごとに乾燥重量(g)を測定し、ミルで粉碎後、植物体中の窒素濃度(%)をNCアナライザー(住化分析センター社製、NC-800)で測定した。その19種については、被度(%)と現存量(t/ha)の関係式(一次式)を作成した。多年生木本は当年枝とそれ以外に分けて作成した。

次に、下層植生の空間分布を推定するため、2011年8月から10月にかけて両集水域で下層植生の調査を行った。5m×5m四方のコドラートを防鹿柵集水域内で120点、対照集水域内で127点、ライン上に設置し(図5)、全ての維管束植物(高さ1.3m以下)の種ごとの被度を1%刻みで記録した。調査地点においてハンディGPS(GARMIN GPSmap 60CSx)で測位を行い、位置情報を取得した。ここで得られた被度データは、10mメッシュの数値標高モデル(DEM)データを用いて、地形要因[斜度、斜面方位、曲率、標高、土壤水分指数(WI)]をもとに解析し、集水域ごとに主要な下層植生19種とその他の種の被度(%)の分布予測モデルを構築した。モデルは、斜度、斜面方位、曲率、標高、WIを独立変数に、種ごとの下層植生の被度(%)を従属変数にとり、GLM(一般化線形モデル)により回帰した。GLMの一般式は以下の通りである。

$$\text{被度} = \text{Intercept} + f_1*(\text{斜度}) + f_2*(\text{曲率}) + f_3*(\text{斜面方位}) + f_4*(\text{WI}) + f_5*(\text{標高}) \dots(1)$$

各種の被度の実測値と地形要因から係数 f_n ($n=1\sim5$) と Intercept を求め、分布予測モデルを作成した。モデルは総被度(%)と主要 19 種について作成したが、19 種以外の主要でなかったものについて、5 つの生活型(落葉性草本・常緑性草本・落葉性木本・常緑性木本・シダ類)ごとに再分類し、それぞれの被度についても分布予測モデルを作成した。防鹿柵集水域、対照集水域それぞれの地形データをもとに 10m メッシュごとの推定被度(%)を集水域ごとに出力し、各集水域に存在する下層植生の被度を推定した。

分布予測モデルから推定された 10m メッシュ被度に対して、先に算出した被度(%)と現存量(t/ha)の関係式、さらに窒素濃度(%)をかけ合わせ、各集水域における下層植生現存量(kg/ha)及び窒素吸収量(kgN/ha)を推定した。窒素吸収量は、単年生草本・木本の葉や枝はその年に吸収した窒素すべてを含むものとみなし、多年生草本・木本の葉に関しては窒素現存量を葉寿命で除することでその年の窒素吸収量とみなした。また多年生木本の枝について、当年枝はその年に吸収した窒素すべてを含み、1 年枝以上は窒素現存量を着枝年数で除してその年の窒素吸収量とみなした。

3. 結果

3-1. 渓流水中の NO_3^- 濃度および窒素流出量

防鹿柵を設置した直後の 2006 年から 2007 年の 1 年間では、防鹿柵設置集水域・対照集水域間で渓流水質に違いが認められなかった(福島・徳地, 2008)。しかしながら、渓流水の NO_3^- 濃度に関しては、2007 年以降集水域間で差が認められるようになった(図 2)。植物の成長期間、休眠期間中の平均値を毎年算し、2006 年の植物成長期を 1 としたときの相対値を集水域間で比較すると、両集水域とも植物成長期に低く、休眠期に高い傾向を示していた。加えて防鹿柵集水域では、2007 年以降 NO_3^- 濃度が低下し続け、2011 年成長期には 2006 年成長期の 5 割程度にまで、休眠期においても 2010 年時には 6 割程度にまで低下した。一方対照集水域でも 2007 年以降やや低下する傾向が認められるが、2006 年成長期に比べて 2010 年休眠期で訳 9 割、2011 年成長期で約 8 割にとどまった(図 3)。

集水域からの流出水量と NO_3^- 濃度から算出した NO_3^- の流出量は、観測期間中で防鹿柵・対照集水域で 2009 年には 2.40kgN/ha・4.64kgN/ha, 2010 年には 1.85kgN/ha・3.68kgN/ha, 2011 年には 2.84kgN/ha・6.29kgN/ha であり、集水域間の差が 2009 年で 2.24kgN/ha, 2010 年で 1.83kgN/ha, 2011 年で 3.45kgN/ha と、対照集水域の方が全ての年で高かった。

先述の通り防鹿柵設置以降、防鹿柵設置集水域で下層植生が徐々に回復し続けている。したがって、防鹿柵設置集水域において、防鹿柵設置後から下層植生による養分吸収が増加し、窒素保持能力が増加したことによって、渓流水の NO_3^- 濃度および流出量が低下したことが考えられる。下層植生のバイオマスは、林冠を形成する上層木に比べるとわずかではあるが、土壌からの養分吸収を介して渓流水質に影響を与えることが示された。

3-2 下層植生による窒素吸収量の推定

被度と現存量の関係式を作成するために設置した $1\text{m} \times 1\text{m}$ 方形コドラートにて出現した下層植生の種数は、コドラートあたりの平均種数、全出現種数いずれも防鹿柵集水域の方で多かった(表 2)。そのうちの主要 19 種及びそれ以外の種については生活型グループにおける被度と現存量の関係式を表 3(a), (b) に示した。種により回帰式の R^2 値が異なっており、直線回帰で当てはまりのよいもの、悪いもの様々であった。これは植物の垂直構造(匍匐・直立性や分枝の多寡)に依存するものと考えられる。

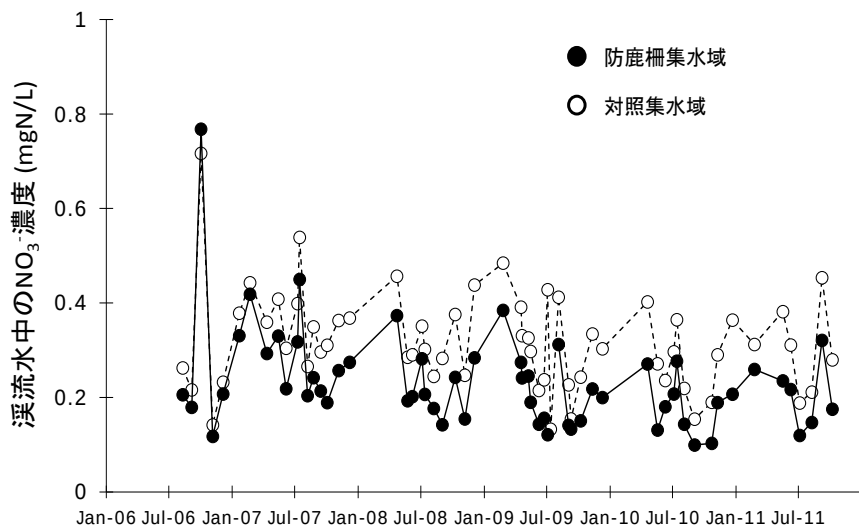


図 2. 防鹿柵集水域および対照集水域における渓流水中の NO_3^- 濃度の季節変化。

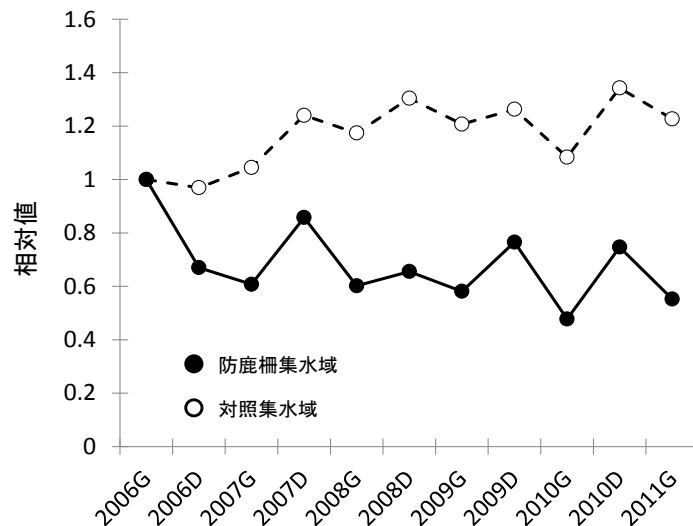


図 3. 防鹿柵集水域および対照集水域における渓流水中の NO_3^- 濃度の相対値の変化。

各年で植物成長期と休眠期の期間中の平均値を算出し、2006 年成長期の値を 1 としたときの相対値を示した

下層植生の被度の空間分布推定モデルを作成するために設置した $5\text{m} \times 5\text{m}$ 方形コドラートにて出現した下層植生の種数は、コドラートあたりの平均種数、全出現種数いずれも防

鹿柵集水域の方で多かったが(表 4)、被度 1%未満のものを記録していないため、上述の被度と現存量の関係式の際に出現した種数よりも少なかった。そのうち主要 19 種が占めた割合は防鹿柵集水域で 60%、対照集水域で 84%だった。対照集水域ではコバノイシカグマ、スギ、オオバアサガラといったシカの不嗜好性植物が被度の 60% を占めていたのに対し、防鹿柵集水域ではそれらの種が占める割合は 10%程度で、残りはシカの嗜好性種がほぼ同じ割合で存在していた。すなわち、防鹿柵集水域内では少ない被度で多様な植生構成であるのに対し、対照集水域では限られたシカの不嗜好性種が拡大していることが示された。

表 2. 下層植生の被度-現存量の式を算出するために設置した 160 点の 1m×1m コドラート中に出現した下層植生の種数のコドラートあたりの平均値(±標準偏差)および全出現種数。

	防鹿柵集水域	対照集水域
平均出現種数	13.6 ± 5.51	8.7 ± 3.7
全出現種数	147	75

度(データ省略)を用いた下層植生による窒素吸収量を主要 19 種、および生活別型に示した 19 種以外の種の合算値は、防鹿柵集水域・対照集水域それぞれ 447 kg/ha・327 kg/ha および 5.5 kgN/ha・3.3 kgN/ha であった。集水域内の分布をみると、総被度では両集水域とも谷部に高い値を示したが、防鹿柵集水域の方が全面に渡って高い被度を示した(図 4)。種別にみると、シカ嗜好性植物であるコアジサイなどの落葉性木本、ウワバミソウなどの落葉性草本の被度はいずれも防鹿柵集水域内で高く、不嗜好性であるオオバアサガラなどの落葉性木本、イワヒメワラビなどのシダ植物の被度は対照集水域で高かった(図 5)。この結果は、実際に現場で視認される結果とおおむね一致していた。

窒素吸収を担う下層植生は、対照集水域では窒素吸収の全体量に対して 90%をスギ、コバノイシカグマというシカの不嗜好性植物が占めていた。それに対して防鹿柵集水域では、被度で 4 割を占めたスギとコバノイシカグマは、窒素吸収量で 24%を占めるに留まり、ひとつの種が占める被度が小さくても出現種数が多い、すなわち多様性が高いことによって窒素吸収量が高く維持されていることが明らかとなった。

各集水域で作成した空間分布推定モデルにおいて、選択された独立変数、推定係数、モデル精度の結果を、主要種の一部について表 5 に示した。種により回帰式の R^2 値が異なっており、0.015~0.457 とモデルの当てはまりは様々であった。説明変数として標高、WI、傾斜方向が選択された種が多く存在した。

次に、被度の空間分布推定モデルと、被度と現存量の関係式から算出された集水域内の下層植生現存量、および各種の窒素濃

表 3. (a)下層植生の被度-現存量の回帰式の結果。(b)木本種の被度-当年枝現存量の回帰式の結果。N は解析点数, a は単回帰式の傾きを示す。

(a) 和名	N	a	R ² 値	(b) 和名	N	a	R ² 値
草本				リュウブ [*]	11	0.014	0.705
ウワバミソウ	12	0.011	0.235	スキ [*]	14	0.038	0.602
イワウチワ	9	0.019	0.440	コアシサイ	16	0.013	0.564
オオイワカガミ	11	0.012	0.699	ヤマアシサイ	16	0.006	0.773
ミゾソバ [*]	7	0.012	0.813	ウスギヨウラク	6	0.030	0.148
木本				サワグルミ	18	0.006	0.730
リュウブ [*]	11	0.008	0.082	オオバアサガラ	5	0.005	0.551
スキ [*]	14	0.068	0.774	タンナサワフタギ [*]	19	0.013	0.547
コアシサイ	16	0.012	0.816				
ヤマアシサイ	16	0.010	0.717				
ウスギヨウラク	6	0.005	0.482				
サワグルミ	18	0.006	0.826				
オオバアサガラ	5	0.004	0.643				
クマイチゴ [*]	9	0.010	0.540				
ハライチゴ [*]	6	0.008	0.974				
ナガバモミジイチゴ [*]	17	0.013	0.690				
タンナサワフタギ [*]	19	0.005	0.678				
シダ類							
シノブカグマ	10	0.010	0.278				
リュウメンシダ	24	0.006	0.730				
コバノイシカグマ	53	0.010	0.723				
イワヒメワラビ	14	0.014	0.617				
その他の種							
落葉性草本	-	0.010	-				
落葉性木本	-	0.008	-				
常緑性草本	-	0.014	-				
常緑性木本	-	0.068	-				
シダ類	-	0.010	-				

表 4. 下層植生の空間分布を推定するために防鹿柵集水域内に 120 点, 対照集水域内に 127 点設置した 5m×5m コドラート中に出現した下層植生の種数のコドラートあたりの平均値(±標準偏差)および全出現種数。

	防鹿柵集水域	対照集水域
平均出現種数	9.9 ± 4.8	2.6 ± 1.3
全出現種数	106	34

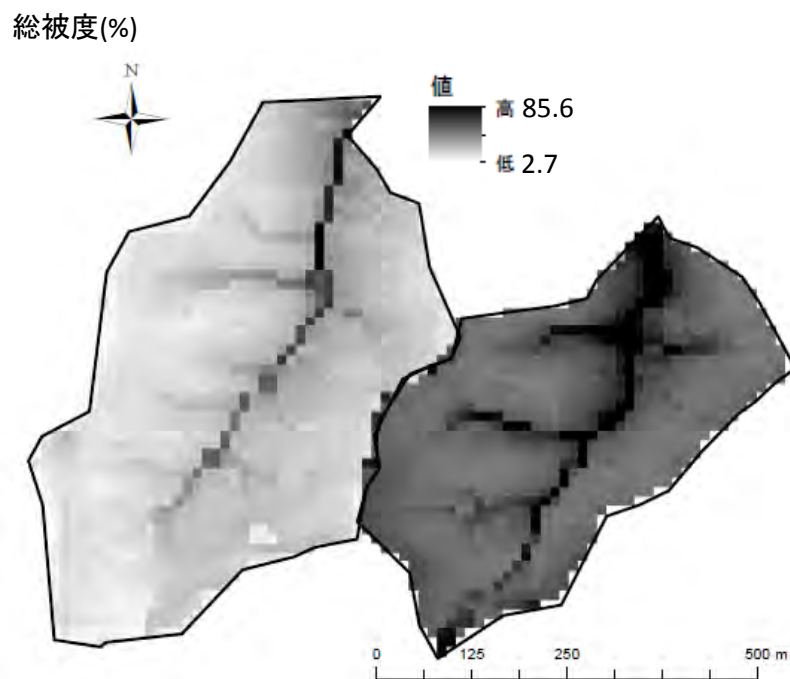


図 4 防鹿柵集水域および対照集水域の下層植生総被度の空間分布の推定結果。集水域ごとに、主要 19 種およびそれ以外の 5 つの生活型それぞれで推定した結果を合算した。

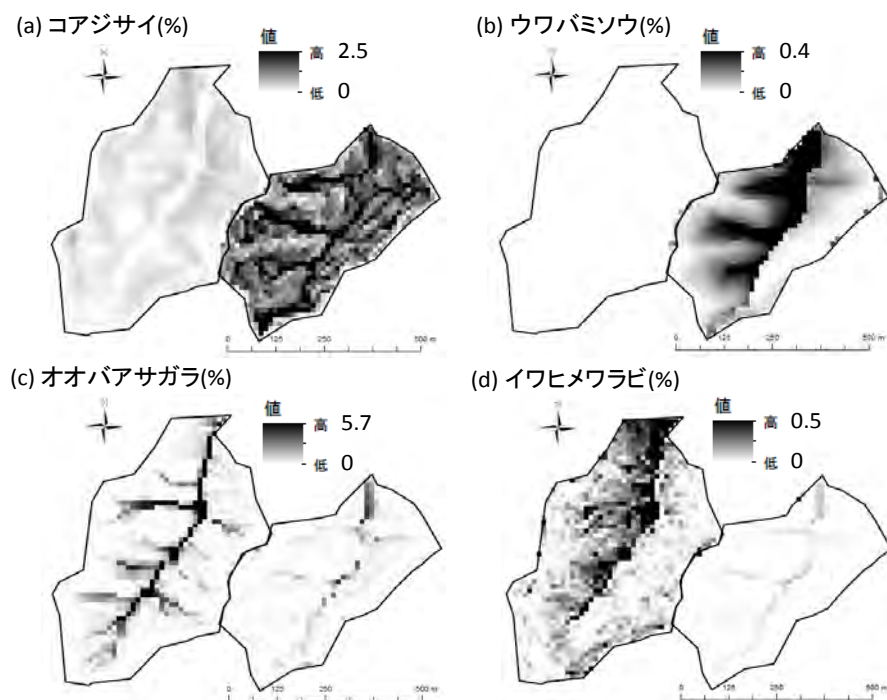


図 5 シカ嗜好性種(a)コアジサイ(木本), (b)ウワバミソウ(草本), およびシカ不嗜好性種(c)オオバアサガラ(木本), (d)イワヒメワラビ(シダ類)の被度の空間分布推定結果。

まとめと課題

●技術開発の成果

本研究で推定された下層植生による窒素吸収量は、防鹿柵集水域で 5.5 kgN/ha、対照集水域で 3.3 kgN/ha であり、その差は 2.2 kgN/ha となった。これは 2011 年の夏季の調査結果から推定された値であり、一年の内で下層植生の現存量が最大となる時期である。したがって、この時期の下層植生中に含まれる窒素量が、ほぼ年間の窒素吸収量に相当すると考えられる。渓流水中の NO_3^- 濃度および流量から算出された植物成長期における NO_3^- 流出量が 1.83 ~ 3.45 kgN/ha (2009~2011 年；平均 2.50 kgN/ha) であったことから、下層植生による窒素吸収あるいは窒素保持が、渓流への窒素流出を規定していることが示唆される。しかしながら、たとえ皆伐等で植物がすべてなくなったとしても、植物が吸収していた窒素がただちに全量渓流に流出することではなく、リターに含まれる有機態窒素の形態変化過程や土壌への蓄積・吸着などである程度は土壌に保持される(Fukushima 2009)。本研究では、下層植生のリター供給による土壌への窒素蓄積量については考慮されておらず、下層植生と土壌間での窒素内部循環系における窒素保持量は対照集水域よりも防鹿柵集水域の方が高いものと推察される。また、今回の下層植生の評価が地上部だけであったことも考えると、下層植生の衰退が地上部のみならず、地下部や土壌までを対象とすれば渓流水への窒素流出量の差よりも多くなる可能性も考えられる。ただ、地上部の窒素吸収の評価だけでも、渓流への窒素流出の 88% (2011 年だけでの比較だと 64%) を占めていたことから、シカによる下層植生の衰退が渓流水質、あるいは窒素収支に与える影響は無視できないものであることを明らかにした。

●開発中の技術の客観的評価

防鹿柵設置後に観測された渓流水質(NO_3^- 濃度)や窒素流出の変化は、下層植生の窒素吸収が回復したことによるものであり、下層植生の存在が森林生態系の窒素循環、渓流水質形成に重要な役割を担っていることが示された。すなわち、シカの過採食による森林下層植生の衰退は、その窒素吸収量の低下を通して渓流水質にも影響を及ぼしていることを明らかにしたことは、集水域防除が水質の保全にもたらす利点を示している。

防鹿柵設置後 6 年が経過し、防鹿柵内でシカの嗜好性の高い種を中心に多種の植物が拡大する一方で、柵外では、不嗜好性の高い、イワヒメワラビやコバノイシカグマ、テツカエデなどの限られた植物種が拡大し始めており、単純な植物のバイオマスでは、柵内外の差が不明瞭になりつつある。下層植生の種構成の違いが水質の保全などにどのような影響をもたらすかを検証するためには、さらに長期の観測が必要となる。したがって、シカの過採食が生態系にもたらす影響を知るには、そのような長期間に渡って、防鹿柵の維持管理および植生や水質のモニタリングを継続できる体制を構築することが重要な課題である。

●開発中の技術の適用条件

集水域防除による生態系への影響評価は、防鹿柵の範囲が広いため、多くの研究者が関わってモニタリングできる体制を構築しておくことが重要である。それがなければ、生態系レベルでの変化を把握することが困難となり、集水域単位で防除した意義が半減してしまう。現在の ABC プロジェクトでも、昆虫類などへの影響が十分に評価されておらず、より多くの研究者が参画できるような形で進めていくことが必要である。

引用文献

- 相川高信・館野隆之輔・武田博清. 2002. 冷温帯落葉広葉樹林における高木・亜高木種の開葉・落葉フェノロジーの斜面位置による違い. 森林研究 74: 21-33.
- Bardgett RD, Wardle DA. 2010. Aboveground-Belowground Linkages. Oxford Univ Press, New York. 301pp.
- Côté SD, Rooney TP, Tremblay J-P, Dussault C, Waller DM. 2004. Ecological impact of deer overabundance. Annu Rev Ecol Evol Syst 35: 113-147.
- 藤井伸二. 2007. 滋賀県西部におけるカツラカワアザミ(キク科)へのニホンジカの食害状況. 保全生態学研究 12: 66-71.
- 藤木大介・高柳敦. 2008. 京都大学芦生研究林においてニホンジカ(*Cervus nippon*)が森林生態系に及ぼしている影響の研究-その成果と課題について. 森林研究 77: 95-108.
- Fujiki D, Kishimoto Y, Sakata H. 2010. Assessing decline in physical structure of deciduous hardwood forest stands under sika deer grazing using shrub-layer vegetation cover. J For Res 15: 140-144.
- 福田淳子・高柳敦. 2008. 京都府の多雪地におけるニホンジカ *Cervus nippon* Temminck によるハイヌガヤ *Cephalotaxus harringtonia* var. *nana* の採食にみられる積雪の影響. 森林研究 77: 5-11.
- Fukushima K. 2009. Process and mechanism of change in nitrogen cycling during a forest development after clear-cut in Japanese cedar plantations. Dissertation, Kyoto Univ.
- 福島慶太郎. 2012. 森林生態系の物質循環および溪流水質からみた攪乱影響評価の可能性. 森林立地 54: 51-62.
- 福島慶太郎・徳地直子. 2008. シカの食害が森林生態系の物質循環に与える影響: 溪流水質の予備調査から. 森林研究 77: 77-87.
- 福島慶太郎・井上みずき・阪口翔太・藤木大介・山崎理正・境優・齊藤星耕・中島皇・高柳敦. 2011. ニホンジカによる過採食が芦生の冷温帯天然林の生物多様性と生態系機能に及ぼす影響の解明. プロ・ナトゥーラ・ファンダ第 20 期助成成果報告書. pp 183-201.
- Furusawa H, Hino T, Kaneko S, Araki M. 2005. Effects of dwarf bamboo (*Sasa nipponica*) and deer (*Cervus nippon centralis*) on the chemical properties of soil and microbial biomass in a forest at Ohdaigahara, central Japan. Bull FFRPI 4: 157-165.
- Gilliam FS. 2007. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. BioScience 57: 845-858.
- Goodale CL, Thomas SA, Fredriksen G, Elliott EM, Flinn KM, Butler TJ, Walter MT. 2009. Unusual seasonal patterns and inferred processes of nitrogen retention in forested headwaters of the Upper Susquehanna River. Biogeochemistry 93: 197-218.
- Harrison KA, Bardgett RD. 2004. Browsing by red deer negatively impacts on soil nitrogen availability in regenerating native forest. Soil Biol Biochem 36: 115-126.
- 井上みずき・合田禄・阪口翔太・藤木大介・山崎理正・高柳敦・藤崎憲治. 2008. 「ニホンジカの森林生態系へのインパクト-芦生研究林」企画趣旨. 森林研究 77: 1-4.
- 梶光一・宮木雅美・宇野裕之. 2006. エゾシカの保全と管理, 北海道大学出版会. 266pp.
- Kato M, Okuyama Y. 2004. Changes in the biodiversity of a deciduous forest ecosystem caused by

- an increase in the Sika deer population at Ashiu, Japan. *Contributions from Biological Laboratory, Kyoto Univ* 29: 433-444.
- Kumar S, Takeda A, Shibata E. 2006. Effects of 13-year fencing on browsing by sika deer on seedlings on Mt. Ohdaigahara, central Japan. *J For Res* 11: 337-342.
- 京都大学フィールド科学教育研究センター. 2007. 芦生研究林観測所. 第 14 回演習林気象報告 63pp, 17-23.
- McGraw JB, Furedi MA. 2005. Deer browsing and population viability of a forest understory plant. *Science* 307: 920-922.
- Niwa S, Mariani L, Kaneko N, Okada H, Sakamoto K. 2011. Early-stage impacts of sika deer on structure and function of the soil microbial food webs in a temperate forest: A large-scale experiment. *For Ecol Manage* 261: 391-399.
- Ohte N, Tokuchi N, Fujimoto M. 2010. Seasonal patterns of nitrate discharge from forested catchments: Information derived from Japanese case studies. *Geography Compass* 4: 1358-1376.
- Olofsson J. 2006. Short- and long-term effects of changes in reindeer grazing pressure on tundra heath vegetation. *J Ecol* 94: 431-440.
- Pastor J, Dewey B, Naiman RJ, McInnes PF, Cohen Y. 1993. Moose browsing and soil fertility in the boreal forests of Isle Royale National Park. *Ecology* 73: 467-480.
- Ritchie ME, Tilman D, Knops JMH. 1998. Herbivore effects on plant and nitrogen dynamics in oak savanna. *Ecology* 79: 165-177.
- Rooney TP. 2001. Deer impacts on forest ecosystems: a North American perspective. *Forestry* 74: 201-208.
- Saitoh S, Mizuta H, Hishi T, Tsukamoto J, Kaneko N, Takeda H. 2008. Impacts of deer overabundance on soil macro-invertebrates in a cool temperate forest in Japan: a long-term study. *森林研究* 77: 63-75.
- 阪口翔太・藤木大介・井上みずき・高柳敦. 2008. 芦生上谷流域の植物多様性と群集構造-トランセクトネットワークによる植物群集と希少植物の検出-. *森林研究* 77: 43-61.
- 阪口翔太・藤木大介・井上みずき・山崎理正・福島慶太郎・高柳敦. 2012. ニホンジカが多雪地域の樹木個体群の更新過程・種多様性に及ぼす影響. *森林研究* 78: xx-xx.
- Sakai M, Natuhara Y, Imanishi A, Imai K, Kato M. 2012. Indirect effects of excessive deer browsing through understory vegetation on stream insect assemblages. *Popul Ecol* 54: 65-74.
- 四手井綱英・堤利夫・木村隆臣. 1958. 京都大学芦生演習林の土壌調査報告(第 1 報). *京都大学演習林報告* 27: 1-18.
- Stoddard JL. 1994. Long-term changes in watershed retention of nitrogen. In: Baker LA (ed) *Environmental chemistry of lakes and reservoirs, advances in chemistry series, vol 237*. Am Chem Soc, Washington, pp 223-284.
- Suzuki M, Miyashita T, Kabaya H, Ochiai K, Asada M, Tange T. 2008. Deer density affects ground-layer vegetation differently in conifer plantations and hardwood forests on the Boso Peninsula, Japan. *Ecol Res* 23: 151-158.
- Takatsuki S. 2009. Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review. *Biol Conserv* 142: 1922-1929.

- Takatsuki S, Ito TY. 2009. Plants and plant community on Kinkazan Island, Northern Japan, in relation to sika deer herbivory. In: McCullough et al. (ed.) Sika Deer. Springer, pp 125-143.
- 田村淳. 2010. ニホンジカの採食圧を受けてきた冷温帯自然林における採食圧排除後 10 年間の下層植生の変化. 森林立地 49: 103-110.
- 田中由紀・高槻成紀・高柳敦. 2008. 芦生研究林におけるニホンジカ(*Cervus nippon*)の採食によるチマキザサ(*Sasa palmate*)群落の衰退について. 森林研究 77: 13-23.
- Tsujino R, Yumoto T. 2004. Effects of sika deer on tree seedlings in a warm temperate forest on Yakushima Island, Japan. Ecol Res 19: 291-300.
- 上田晋之助・安藤信・神崎康一. 1993. 京都大学芦生演習林の土壌調査報告(第 2 報)-土壌型と粒形組成, 理化学的性質について-. 京都大学演習林報告 65: 94-112.
- Vitousek PM, Howarth RW. 1991. Nitrogen limitation on land and in the sea: How can it occur? Biogeochemistry 13: 87-115.
- Yasuda S, Nagamasu H. 1995. Flora of Ashiu, Japan. Contributions from the Biological Laboratory, Kyoto Univ 28: 367-486.
- 湯本貴和・松田裕之. 2006. 世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学. 文一総合出版. 212pp.

共同開発団体 ひょうごシカ保護管理研究会
 担当責任者 藤木 大介
 技術開発名 広域スケールでのシカによる森林生態系被害評価手法の確立
 技術開発課題 【防止技術】

1. 今年度の技術開発の背景と目的

昨年度までの取組み(藤木 2011; 藤木 2012a,b; 岸本・藤木 2012)の中で、落葉広葉樹林のシカによる衰退程度を簡便評価する手法として低木層の被度を用いた指標(下層植生衰退度)を用いることが有効であることを明らかにした。さらに、広域多地点で収集したデータを地理情報システム(以下、GIS)上に取り込み空間内挿処理を施すことで、高い精度で落葉広葉樹林の下層植生衰退度別の地理的分布を定量評価できることを示した。また、定期的に再調査を実施することで被害の変化も把握できることも確認し、シカによる森林生態系被害の簡易モニタリング手法としての有効性を示すことができた。

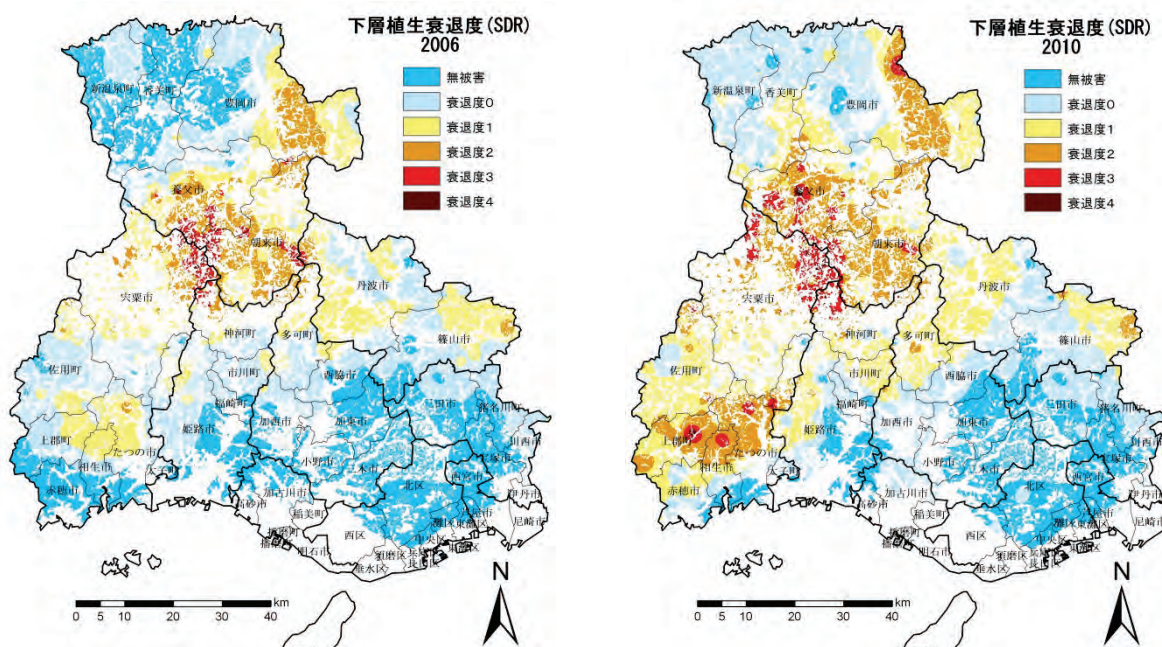


図1 IDW 法による落葉広葉樹林の SDR の空間推定結果 (左: 2006 年、右: 2010 年)

一方で、課題として、常緑広葉樹林域では、落葉広葉樹林域で実施したような下層植生衰退度を用いた評価手法を適用することが困難であることも明らかになった。この理由としては、常緑広葉樹林では林の中層や上層に常緑樹が優占しているため、林床が暗く、シカの生息の有無に関わらず低木層が未発達なことが挙げられる。このため目視で容易にシカの影響による低木層の被度の変化を判断することが困難であった。

以上のことから、常緑広葉樹林が卓越する地域では、下層植生衰退度に代わる被害指標を検討する必要がある。一般に広葉樹林における樹木の個体群構造は、サイズの小さな樹木ほど個体密度が高くなることが知られている(山中ほか 1993, 後藤ほか 2004)。また、森林内においてシカは採食可能な高さの樹木を中心に採食するため、サイズの小さな樹木ほど影響が受けやすい。また、この結果として、シカの採食の影響が強くなるにつれ、林分当たりの樹木の個体密度は大きく減

少することが確認されている(藤木ほか 2006)。これらを考え合わせると、広葉樹林植生へのシカの影響の強さを簡便評価する手法として、樹木の個体密度を指標として用いることも有効であろうと考えられる。

そこで今年度の技術開発では、淡路島の常緑広葉樹林を対象に広域多地点で簡易な植生調査を実施した。得られたデータを用いて、樹木の個体密度を用いた被害評価手法の妥当性を検討したうえで、地理情報システムを用いて島内におけるシカの影響を受けた広葉樹林の地理的分布域を推定し、その精度を検証した。

2. 調査方法

調査は淡路島内の常緑広葉樹林を対象に実施した。調査林分の選定にあたっては、林内の光条件や人為的攪乱の影響の程度をできるだけ揃えるため、以下の基準で林分の選定を行った。1) 林冠の高さが 5m 以上であること、2) 林冠が閉鎖していること、3) 伐採痕など人為的な攪乱痕跡がないこと、4) 林縁部からの光が入らない程度、林縁から離れていること。このような基準の下、43 地点が調査対象林分として選定された(図 2)。

各調査林分では、主に以下の 4 項目について調査した。

- 1) シカの生息痕跡の有無
- 2) 面積約 50m² 当たりの胸高(地上高 130cm)以上の樹木の個体密度と種数
- 3) 面積 20m² 当たりの維管束植物の出現種数
- 4) 土壌硬度

なお、1) については、おおよそ 20 m 四方当たりの面積を目安に、過去 2~3 年のシカの生息痕跡の有無について調査した。2) については、林分内の 4 箇所です長さ 2m の赤白ポールを調査者が中心軸になる形で一回転させることで、半径 2 m の円を描き、ポールと接触した胸高以上の樹木の個体数をカウントし、種名を記録した。なお、樹木個体とは地際で同一の根株をもつものとした。また、ツル性木本植物は樹木に含めなかった。3) については、メジャーで延長 10m のトランセクトを設置し、その両側 1m の範囲内に出現する全ての維管束植物を記録した。4) については、林分内でランダムに 5 か所調査地点を選定し、山中式土壌硬度計を用いて測定した。その他、植生タイプ、林の高さ(m)、斜面傾斜、斜面方位などの基本的な林分属性についても調査した。

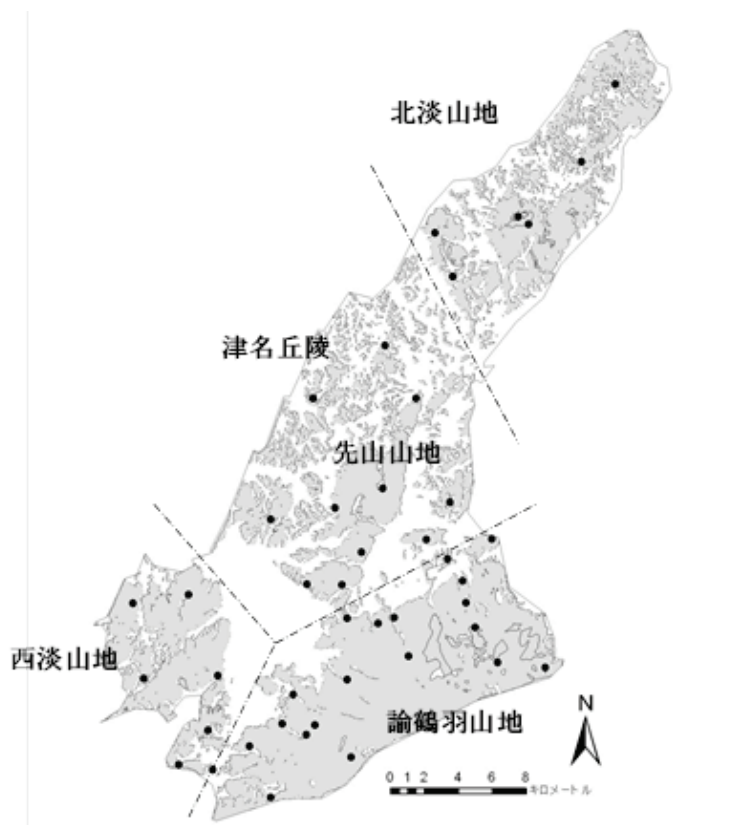


図 2 淡路島の地勢の概略と調査林分の位置(黒丸)
灰色部は山地域を、破線は各山地の凡その境界を表す。

3. 解析方法

影響度の評価

各調査林分における常緑広葉樹林へのシカの影響度は、シカの生息痕跡の有無と胸高以上の樹木の個体密度に応じて以下の3段階に区分した。

「影響なし」：シカの生息痕跡が確認されなかった林分

「軽微」：シカの生息痕跡が確認され、胸高以上の樹木の個体密度が 60 本/100m² 以上であった林分。

「顕著」：シカの生息痕跡が確認され、胸高以上の樹木の個体密度が 60 本/100m² 未満であった林分。

胸高以上の樹木の個体密度、維管束植物の出現種数、平均土壌硬度について、影響度が異なる林分間での平均値を分散分析によって比較した。多重比較には、Tukey's HSD を用いた。なお、これらの統計解析には、統計パッケージ R version 2.15.0 を用いた。

常緑広葉樹林の影響度別の地理的分布域の推定

島内における広葉樹林のシカによる影響度別の地理的分布域を推定するため、IDW 法 Inverse distance weighting (Fortin and Dale 2005)による空間内挿処理を実施した。内挿にあたっては、各調査林分の影響度を 0~2 の整数値に変換したうえで、調査地域を 100m 四方の格子メッシュに区切り、それぞれのメッシュから近隣 6 か所の調査地点データを用いて、該当メッシュから調査地点までの距離の 2 乗の逆数で重みづけした平均値を算出した。算出された値は小数点以下を四捨五入して整数値に戻すことで影響度に変換した。

影響度の空間推定結果の精度検証には、Leave-one-out 交差検定法(Wickernagel 1995)を用いた。手順としては、まずデータ・セットから、任意の調査地点を一地点抜き出したうえで残りの調査地点を用いて空間内挿を行い、抜き出した地点の影響度を推定し、実測値とのランク差を確認した。次にこの作業を、残り全地点で繰り返すことで推定精度を評価した。

以上の解析は、GIS ソフトウェア(ESRI 社 ArcGIS10.0 Spatial Analysis Extension)を用いて実施した。

4. 結果

影響度別の個体密度、種数、土壌硬度

胸高以上の樹木の個体密度は、「影響なし」が 81.1 ± 3.9 本/100m² (Mean+SE) で最も高く、「軽微」の 61.7 ± 1.4 本/100m² がそれに次いだ。「顕著」は 37.7 ± 3.4 本/100m² と最も低かった(図 3, Tukey's HSD, $n=43$, $P<0.05$)。

維管束植物の出現種数は、「影響なし」が 10.6 ± 0.8 種/20m² (Mean+SE)、「軽微」が 10.5 ± 2.0 種/20m²、「顕著」が 5.0 ± 0.5 種/20m² であった。「顕著」は、「影響なし」や「微弱」に比べて出現種数が有意に少なかった(図 4, Tukey's HSD, $n=43$, $P<0.05$)。

平均土壌硬度は、「影響なし」が 8.1 ± 0.6 mm (Mean+SE) で最も低く、「微弱」の 12.0 ± 1.2 mm がそれに次いだ。「顕著」は 15.3 ± 0.7 mm と最も高かった(図 5, Tukey's HSD, $n=43$, $P<0.05$)。

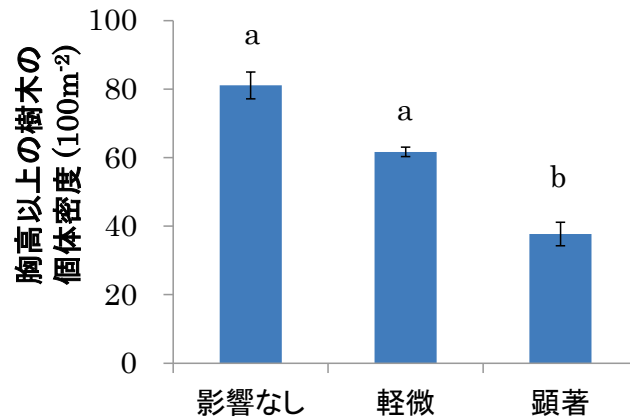


図3 影響度別の林分間における胸高以上の樹木の個体密度の比較
エラーバーは標準誤差を示す。同じアルファベット(小文字)には、
平均値間に有意差がないことを示す (Tukey's HSD, $P<0.05$)。

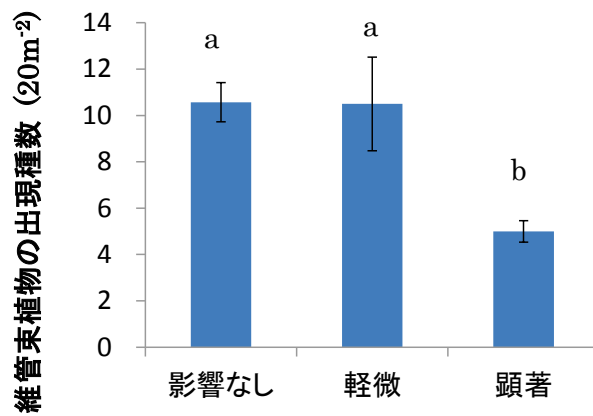


図4 影響度別の林分間における維管束植物の出現種数の比較
エラーバーは標準誤差を示す。同じアルファベット(小文字)には、
平均値間に差がないことを示す (Tukey's HSD, $P<0.05$)。

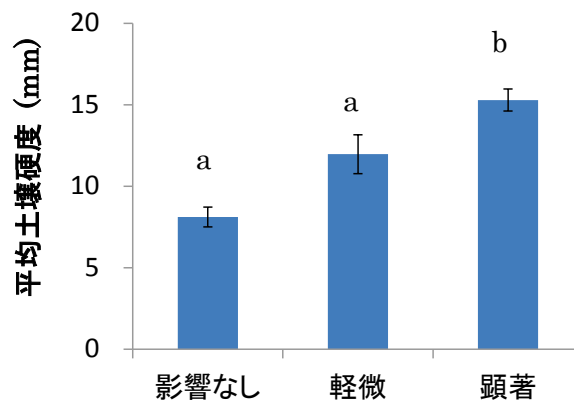


図5 影響度別の林分間における平均土壌硬度の比較
エラーバーは標準誤差を示す。同じアルファベット(小文字)には、
平均値間に差がないことを示す (Tukey's HSD, $P<0.05$)。

常緑広葉樹林の影響度別の地理的分布域の推定

島内における常緑広葉樹林のシカによる影響度別の地理的分布域の推定結果を図6に示す。推定の結果、諭鶴羽山地のほぼ全域がシカの影響度が「顕著」な山域であることが示された。諭鶴羽山地以外の山地では大半の山域が、「影響なし」に該当した。ただし、先山山地と西淡山地のうち、諭鶴羽山地と近接している山域では、「軽微」或いは「顕著」な山域が存在することが推定された。

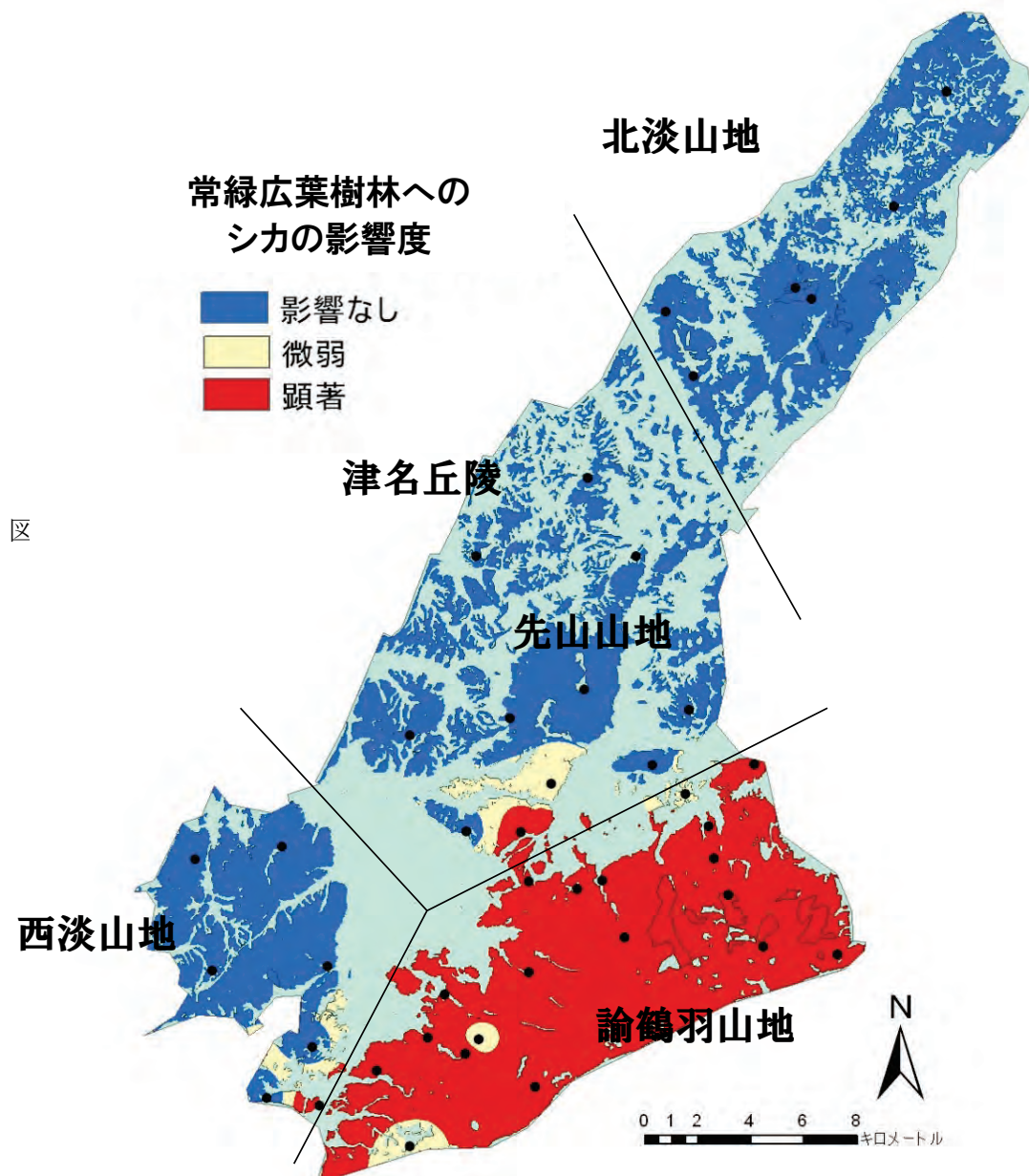


図6 IDW 法によって推定された常緑広葉樹林のシカによる影響度別の地理的分布域

空間推定結果の精度を、Leave-one-out 交差検定法で評価したところ、67.4%の調査地点で推定値と実測値が一致し、97.7%の地点で推定値と実測値の誤差が一ランク差以内に収まっていた(図7)。誤差の平均値は0.12であり、二乗平均平方根誤差は、0.63であった。

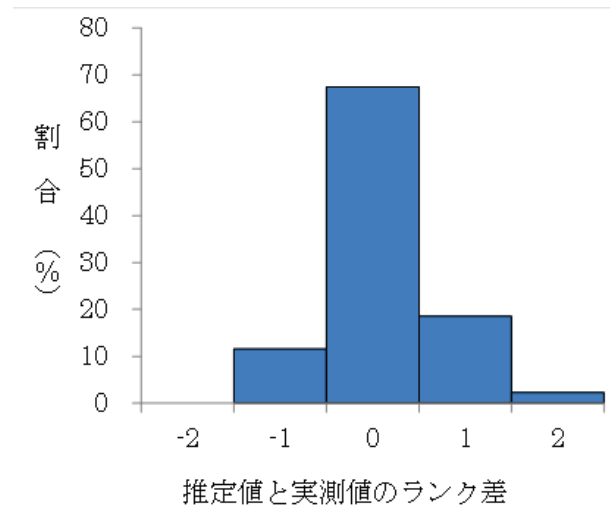


図7 各調査地点の影響度の推定値と実測値の誤差の頻度分布

5. 考察

広葉樹林へのシカの影響は、広葉樹林を構成する樹木の枝葉や樹皮をシカが採食の末、枯死させることによって顕在化する。シカが過密度化した多くの地域において、シカが広葉樹林の構成木を強度に採食し、枯死させた結果として、広葉樹林内の樹木の個体密度が顕著に低くなっていることが報告されている(藤木ほか 2006)。シカが過密度化した場合に、広葉樹林内の樹木の個体密度が大きく低下する理由としては、広葉樹林を構成する樹木の個体群構造に求められる。一般的に広葉樹林内では、サイズの小さな樹木ほど個体密度が高いことが知られている。一方、シカは採食可能な高さの樹木を主に採食するため、採食による枯死木はサイズの小さな樹木を中心に発生することになる(Takatsuki and Gorai 1994, Akashi and Nakashizuka 1999)。この結果、シカの採食の影響が強まるにつれ、樹木の個体密度は劇的に減少していくことになる。また、シカが広葉樹林に及ぼす影響は、下層植生の被度や樹木の個体密度の減少だけに留まらない。植物多様性の減少や(服部ほか 2010, 石田ほか 2010, 福島ほか 2011, 梅田ほか 2012)、表面土壌の硬化(柳ほか 2008)、土壌侵食の発生(Fujiki et al. 2010)なども生ずることが報告されている。本研究では、常緑広葉樹林へのシカの影響度を、シカの生息痕跡の有無と樹木の個体密度に応じて3段階区分した。その結果、影響度が高いランクほど、樹木の個体密度が低く(図3)、維管束植物の出現種数が少なく(図4)、土壌硬度が高くなる(図5)という明瞭な結果を得られた。以上の結果は、既存の研究で得られているシカの影響の高まりに伴う広葉樹林の変化と合致しており、本評価区分によって調査林分間における常緑広葉樹林へのシカの影響の程度の相対的な差を概ね評価できているものと考えられる。

次に、常緑広葉樹林のシカによる影響度別の地理的分布域の推定結果であるが、Leave-one-out 交差検定法による精度検証の結果から、推定値は9割以上の地点で実測値と誤差一ランク差以内に収まっていた(7)。また、誤差平均は0にほぼ等しかったことから、推定結果は、精度が高いうえ、全体として過大にも過小にも偏っていない。したがって、推定結果は、島内における常緑広葉樹林のシカによる影響度別の地理的分布域を十分な精度で推定できていると判断できる。

6. まとめ—技術開発の成果と課題

(技術開発の成果)

3 年間の技術開発の結果、落葉広葉樹林域と常緑広葉樹林域のそれぞれで、広域スケールでシカによる森林生態系被害を簡便評価する手法を構築した。

特に落葉広葉樹林域を対象とした手法は、関西 4 府県(兵庫・京都・滋賀・福井)スケールでも有効な精度で被害評価できることも確認している(藤木ほか 投稿準備中)。さらに、下層植生衰退度とシカの密度指標との関係解析を通して、森林生態系保全を目的にシカの捕獲目標を設定する手法についても構築できた(岸本・藤木 2012)。

(技術開発の課題)

樹木の立木密度は、植生タイプや林冠高によっても変化すると考えられる。今回の技術開発では、樹木の立木密度をシカによる森林生態系被害の指標に用いた場合のこれらの影響については、十分検討することができなかった。仮に影響が大きい場合は、これらの影響をできるだけ排除するような林分の選定基準を設定する必要がある。

また、今回得られた結果は、淡路島という比較的限られた地域でのものであり、今後、他地域でも同様の被害評価を実施することで、手法としての汎用性の高さについて確認する必要がある。

7. 引用文献

- 藤木大介 (2011): 広域スケールでのシカによる森林生態系被害評価手法の確立. (野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業報告書. 株式会社野生動物保護管理事務所, 220pp) P39-50.
- 藤木大介 (2012): ニホンジカによる森林生態系被害の広域評価手法マニュアル. 兵庫ワイルドライフモノグラフ 4: 2-16.
- 藤木大介 (2012): 兵庫県本州部の落葉広葉樹林におけるニホンジカによる下層植生の衰退状況—2006 年から 2010 年にかけての変化. 兵庫ワイルドライフモノグラフ 4: 17-31.
- 岸本康誉・藤木大介 (2012): 広域スケールでのシカによる森林生態系被害評価手法の確立. (野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業報告書. 株式会社野生動物保護管理事務所, 159pp) P51-61.

共同開発団体 ひょうごシカ保護管理研究会
 担当責任者 阿部 豪
 技術開発名 森林生態系保全を目的としたシカの効率的捕獲手法の開発
 技術開発課題 【捕獲技術】

1. 今年度の技術開発の背景と目的

昨年度までの研究で、アクセスが悪く傾斜地も多い森林域におけるシカ捕獲には、誘引餌を用いた小型囲いわなが有効であることを明らかにした。とくに多雪地域においては、冬季から早春にかけて、森林域に生息するシカが低標高域に移動する傾向があることから、この時期に集落周辺の低標高域で集約的な捕獲を実施することで、森林域に生息するシカの生息密度を効率的に低減させることができるとの予測結果を得た。

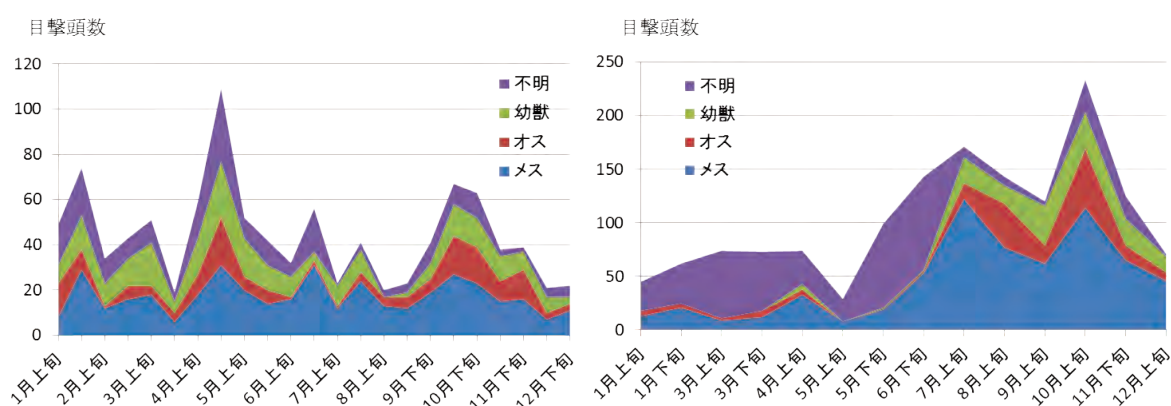


図1 ライトセンサスによるシカ目撃頭数の季節変動

非積雪地域（右：南但低山部）では、夏季から秋季にかけて目撃頭数が増加する傾向が見られたのに対し、多雪地域（左：氷ノ山エリア低標高域）では、1月の下旬から4月の下旬にかけて目撃頭数が増加する傾向が見られた。

一方、餌を使った捕獲わなでは、4月頃から8月頃にかけて、餌によるシカの誘引効果が低下し、まとまった集団が形成されにくい時期があることも明らかになった。

このため、本年度は餌による誘引を必要としないくくりわなについて、特に設置や回収、移動の際の作業性能、くくり位置の高さ等に着目して、森林域での運用に適したわなタイプの検証と捕獲実験を行った。

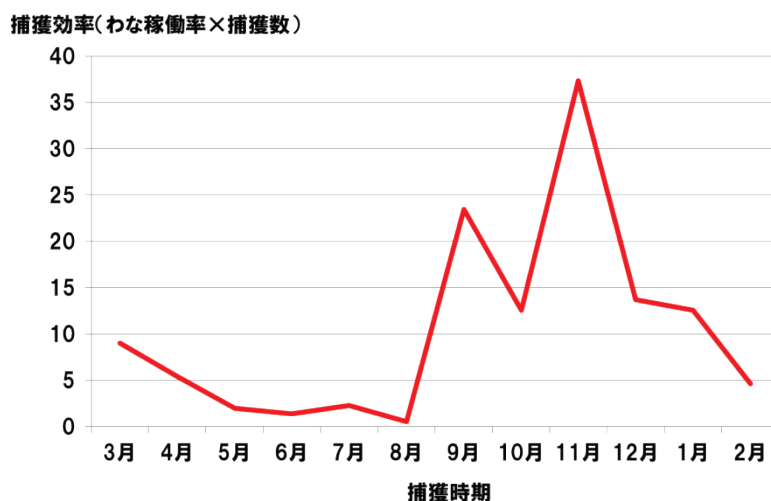


図2. ドロップネットによるシカの月別捕獲効率
 (兵庫県データ)

2. 調査の概要

バネの種類（押しバネ、ねじりバネ）と稼動方向（縦引き、横引き）が異なる 4 種類と押しバネ式で踏み板の稼働方式が異なる 1 種類（跳ね上げ方式）の計 5 種類のくくりわなを使って、わなの操作性とくくり位置の高さ、その他の特徴について比較を行った。さらに、比較の結果、最も取り扱いが簡便で操作性に優れていると考えられた押しバネ・跳ね上げ方式のわなを用いて、シカとイノシシの捕獲実験を行った。



図 3. 今回、比較実験に使用した 5 種類のくくりわな

3. 結果

わな本体を埋める穴の深さの比較

バネを地面と平行に設置する「横引き」、「跳ね上げ」方式では、いずれも 5～10cm 程度の穴を掘れば、バネを隠すことができたのに対し、バネを地面と垂直に設置する「縦引き」方式では、バネを隠すために深い穴を掘らなければならず、設置に労力がかかった。

わな本体		稼動方式		
		横引き	縦引き	跳ね上げ
バネの タイプ	押しバネ	5cm	20～30cm	5cm
	ねじりバネ	10cm	15～20cm	—

図 4. わな本体の設置に必要な穴の深さの比較

踏み板部を埋める穴の深さの比較

パイプ枠を埋めるためには、通常 25～30cm の深い穴を掘る必要がある。また、パイプの直径が大きくなればなるほど、掘る穴の堆積は大きくなり労力を要する。一般に、パイプ枠を埋める際には、右図に示したような穴掘りの道具を使うことが多い。一方で、縦引き方式のくくりわななどでは、枠を使用しないタイプのわなも多いが、この場合でも動物の足を落とし込むのに十分な深さの穴を掘る必要がある。これに対し、跳ね上げ枠を用いた場合、掘る穴の深さは 5～10cm 程度と浅くて済むため、労力がかからないことに加え、木の根が多く深い穴を掘りにくい環境でも十分に設置することができる。

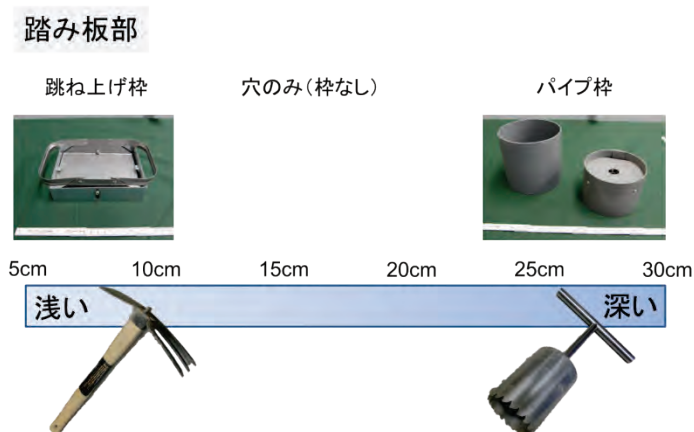


図5. 踏み板部の設置に必要な穴の深さの比較と穴を掘るために使われる道具

稼動方式によるくくり位置の比較

バネの種類によらず、横引き方式ではくくり位置が 5cm 程度と低くなる傾向が見られた。一方、縦引き方式では、稼働時にバネが地上に高く跳びあがること、他の方式に比べ高い位置にワイヤーを掛けることができた。跳ね上げ方式のくくり位置は、その中間で約 16cm の高さまで跳ね上がってワイヤーを掛けることができた。

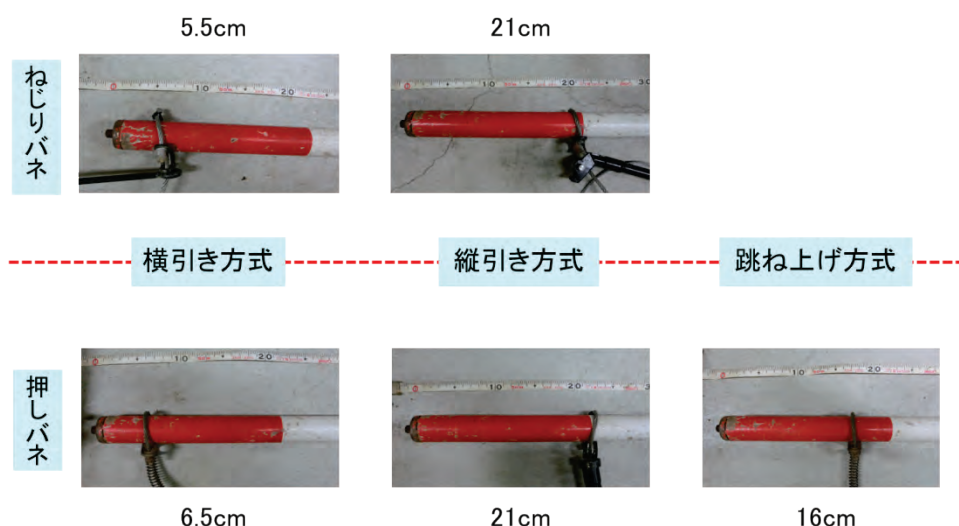


図6. バネの種類とわなの稼動方式によるくくり位置の比較結果（数字は足先からの高さ）

総合的な操作性の比較

以上の検証項目を総合して、操作性やくくり位置の高さなどを基準に、森林域で使用するのに適したくくりわなを選択した。

わな本体について、横引き方式は掘る穴の深さが浅いため設置労力が少なくて済む反面、くくり位置が低くなる傾向が見られた。したがって、動物を確実に捕獲するためには、踏み板部にパイプ枠などを用いて動物の足を深く穴に落とし込むことでより高い位置にワイヤーを掛ける工夫をすることが多い。このため、結果的には設置労力が大きくなる傾向が見られた。

一方、押しバネ・縦引き方式は、わな本体を埋めるために深い穴を掘る必要がある反面、稼働時にわなが高く跳ね上がるため、踏み板部は比較的浅い穴を掘るだけで動物の足の高い位置にワイヤーを掛けることができる。ねじりバネ・縦引き方式では、わな本体を埋める穴の深さはさらに浅くなるが、バネ全体を地中に埋めるためには横に長い穴を掘る必要があるため、穴の堆積は大きくなる傾向がある。

これらのわなに対し、押しバネ・跳ね上げ方式は、掘る穴の深さは浅くても、稼働時にワイヤーが跳ね上がることで、動物の足の高い位置にワイヤーを掛けることができるよう工夫されており、総合点で見ると最も操作性に優れているという結果になった。また、今回は検証しなかったが、この方式のくくりわなでは、稼働時に消失する部品がないこと、山中の足場の悪い環境でも、特殊な道具を用いることなくセッティングが可能なことなど、森林域で作業をする上で都合の良い特徴を多く備えている点も高く評価された。

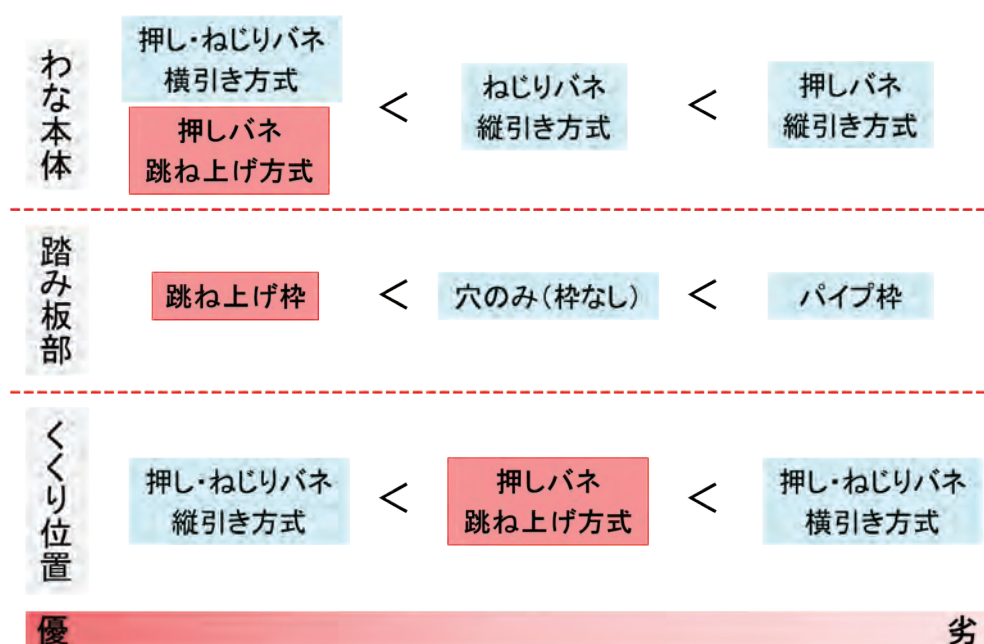


図 7. 各検討項目から見た、操作性の総合評価の結果

捕獲試験

上記の検証によって選択された押しバネ・跳ね上げ方式のくくりわなについて、実際の捕獲における有効性を評価するために、野外における捕獲試験を実施した。

捕獲実験の結果、2012年5月から2013年2月までの約10ヶ月間にシカ21頭（オス6頭、メス15頭）とイノシシ3頭（メス3頭）の捕獲に成功した（2324わな・日、CPUE＝0.01頭／わな・日）。また、捕獲した獲物の最低体重は21kgであった。この間、他動物の錯誤捕獲は1例もなかった。なお、兵庫県丹波市青垣町の実験地では、1月後半から2月にかけて、わなが凍結により作動しないケースが複数確認された。

以上の結果から、押しバネ・跳ね上げ方式のわなは、アクセスが悪く、重い装備を携行することが難しい林内での運用に適していること、および餌わなによる捕獲効率が低下する時期の運用に適していることが確認された。



図 8. 押しバネ・跳ね上げ方式のくくりわなによって捕獲されたシカ（左）とイノシシ（右）

4. まとめ—技術開発の成果と課題

（技術開発の成果）

3年間の技術開発の結果、森林域でシカを効率的に捕獲するための技術と、開発した技術を効果的に運用するための方策を構築した。具体的な成果は、以下の通り。

- 餌による誘引効果が高く、シカが集団を形成しやすくなる時期には、移動性の高い組み立て式囲いわなを用いて、複数頭のシカを同時に捕獲していく方法が有効であることを示した。
- 餌で誘引した獲物を捕り逃がしなく捕獲する方法として、AIゲートの有効性を実証した。
- シカの出没状況や餌による誘引効果の変化を把握するために、ライトセンサスやカメラトラップなどの調査手法が有効であることを示した。
- 多雪地域では、冬季から融雪期にかけて、森林域のシカが集落周辺の低標高域に移動してくることを確認した。
- この時期には、餌による誘引効果が高まることを示した。
- 餌による誘引効果が低下する時期があることを示した。

- 森林域で使用するくくりわなとして、押しバネ・跳ね上げ方式のくくりわなが有効であることを示した。
- 冬期間は、くくりわなが凍結などにより正常に作動しないことがあるため、くくりわなは、餌による誘引効果が低下する春季以降に活用するのが望ましいことを示した。

（技術開発の課題）

捕獲は、地域の環境条件や対象となるシカの行動様式、捕獲者の属性などによって、活用できる技術の範囲や得られる効果が異なる。このため、本課題で開発、紹介した技術について、個別の地域で運用する際には、事前にこれらの点を精査し、より地域の特性に適った効果的な捕獲手法を構築する必要がある。

共同開発団体	山口県農林総合技術センター・山口大学
担当責任者	田戸 裕之（山口県農林総合技術センター）
技術開発名	ニホンジカを誘引することによる被害軽減技術の開発及び誘引された個体の効率的捕獲技術の開発
技術開発課題	【防止技術】【捕獲技術】

1 シカを誘引することによる被害軽減技術の開発

(1) 目的

広葉樹林を伐採（H22～H24）することにより、更新樹によるシカの餌場を作り、シカが誘引される様式を明らかにする。また、誘引されることによって周辺の生態系へのインパクト及び人工林への被害が減少する状況について明らかにする。

また、シカを誘引できる餌場を維持するために、餌場の管理手法を開発する。

(2) 方法

ア 生息密度調査

(ア) 糞調査（糞粒法）

図 1-1 のように天然林伐採地を中心に、300m×300m区画を縦横 6 区画設定し、その頂点（●：40 箇所）及び伐採地周辺では詳細（▲：25 箇所）に糞粒法（65 箇所）行う。

1 箇所の糞粒法のプロット数は、周囲の 40 箇所は 63、伐採地周辺 25 箇所（詳細調査地）は 49 とした。

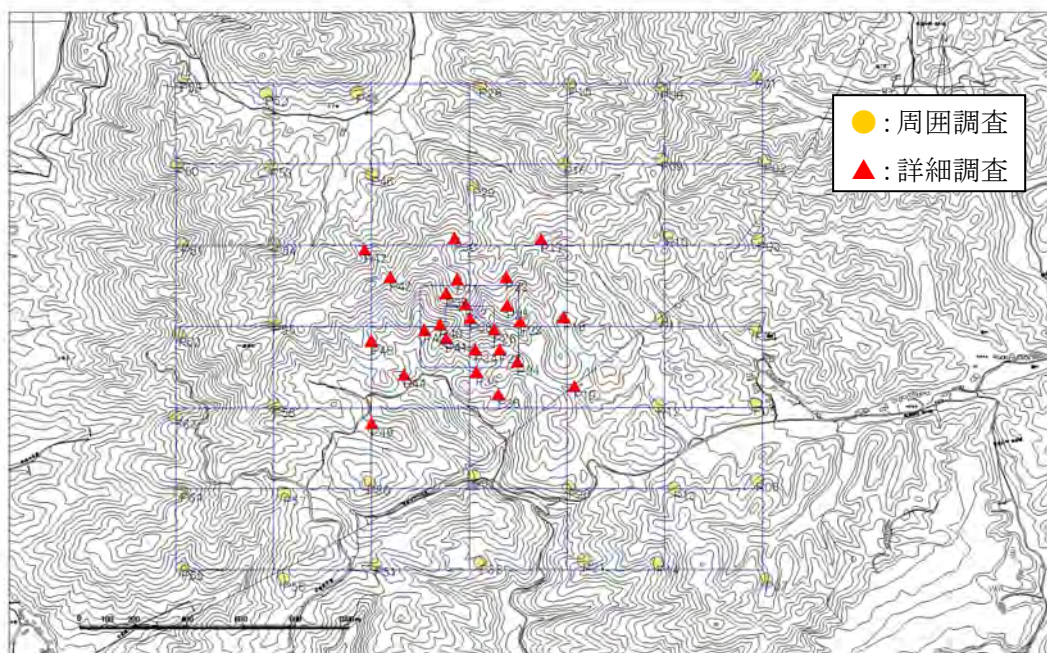


図 1-1 糞粒調査地の設定

(イ) カメラによる利用頻度調査

図 1-1 の伐採地周辺（詳細調査）25 箇所糞調査を行う場所で、調査地の中心部にカメラをセットし、糞の分解が早い時期の補完や糞調査の結果との関係を明らかにするため利用頻度の調査を行う。

赤外線センサーカメラの設定は、表 1-1 のとおりとした。

表 1-1 カメラの設定

カメラ	Bushnell TROPHY
Picture Size	5MP=2560×1920
Response Time	1s
Triggering Interval	3 sec
IR-Flash Range	12m-15m
Memory card	SDHC 16GB
データ等交換間隔	1 ヶ月

イ 被害調査

(ア) 人工林被害調査

人工林の角擦り被害状況を行い、図 1-2 のとおり人工林で調査の同意がとれた 8 箇所の本数 100 本において角擦り被害の調査を行う。

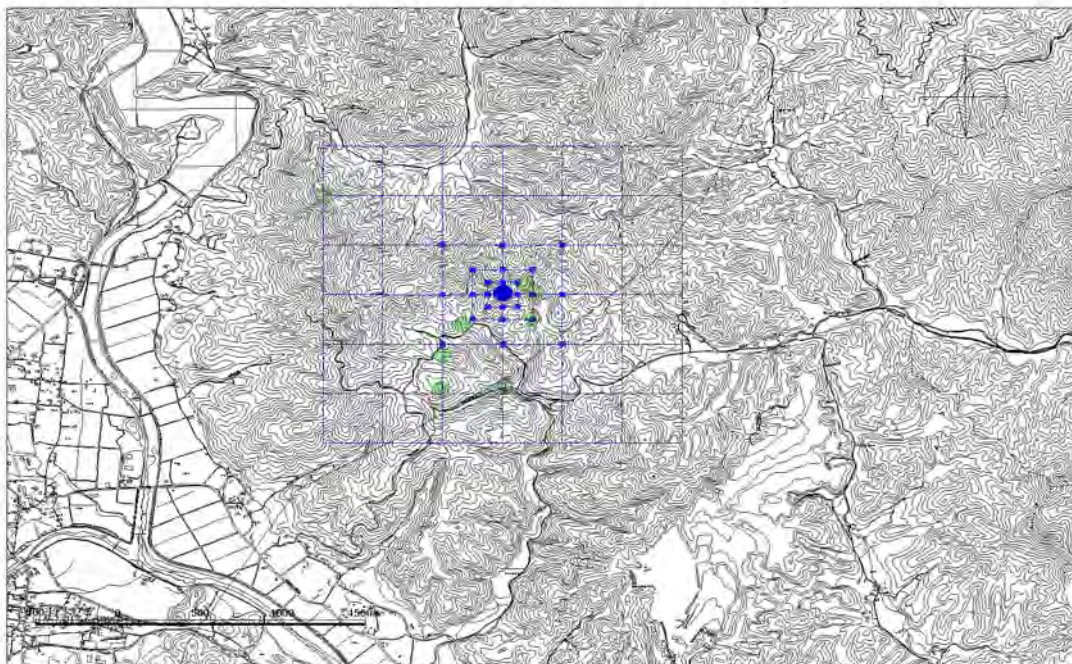


図 1-2 壮齢樹被害調査地

(3) 結果

ア 生息密度調査

(ア) 糞調査（糞粒法）

図 1-3 のように天然林伐採地を中心に、300m×300m区画を縦横 6 区画設定し、その頂点及び伐採地周辺では詳細に糞粒法（65 箇所）を行った。

伐採を行った調査地中心で糞が多く確認された。また、全体的にも 2010 年 12 月及び 2011 年 3 月に比べ糞粒数が多く確認されてきている。広葉樹伐採によりシカが誘引されたためと考えられる。カメラ調査と併せて今後継続的に調査することにより、生息密度の変化について明らかにする。シカが集中することによる植生へのインパクトを保護柵の内外で比較する必要がある。

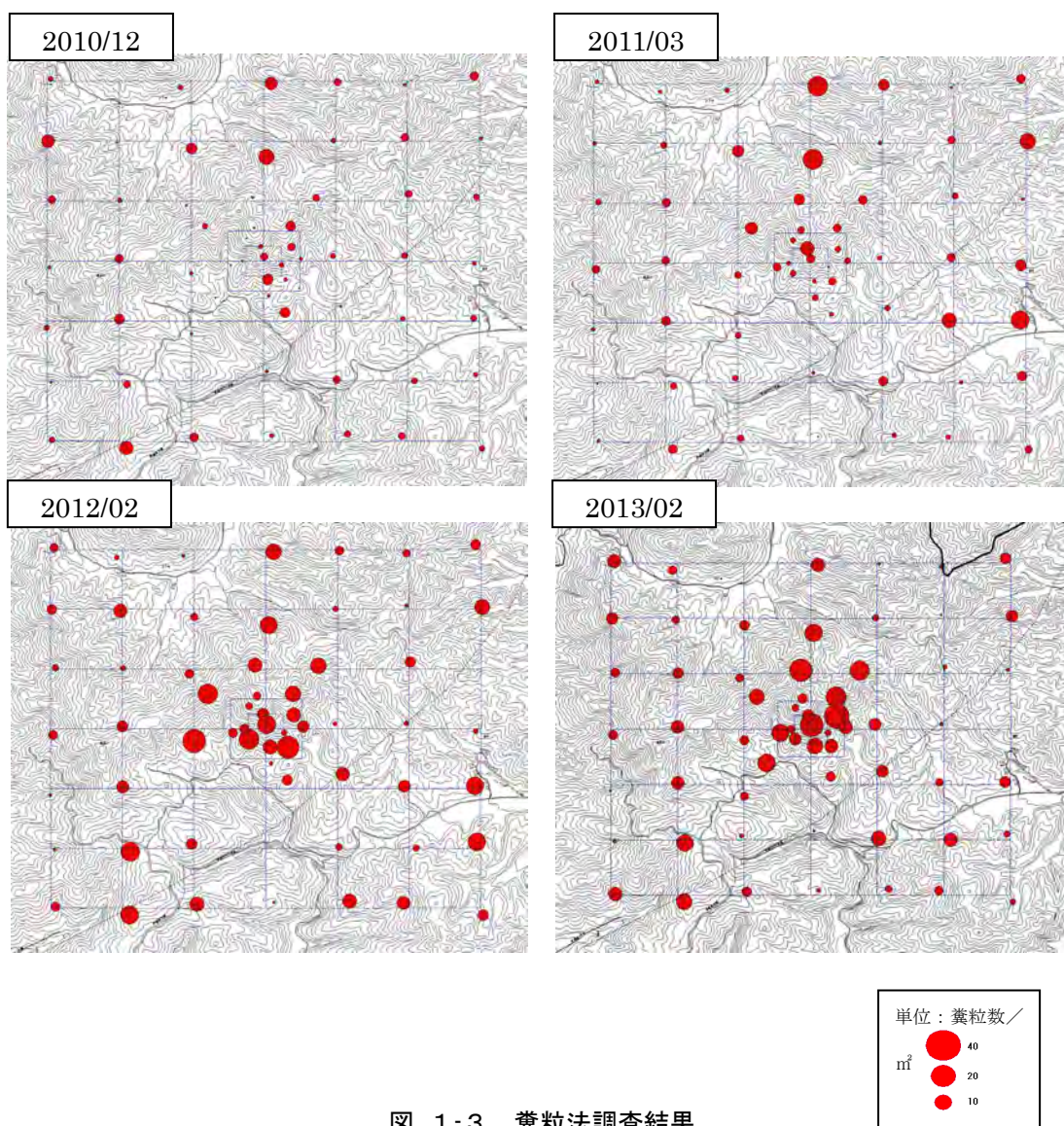


図 1-3 糞粒法調査結果

(イ) カメラによる利用頻度調査

カメラによる撮影密度は図 1-4 のようになり、著しく調査地の中心である伐採地に集中している傾向は見られなかった。カメラの調査地点の誤差が大きいことが考えられるために、誤差を評価した分析を今後行っていく。

糞粒法の結果と比較してもそのままでは相関関係にはなかった。撮影密度と糞粒密度の差についても、今後継続的に調査することにより、変化を明らかにする。

表 1-2 赤外線センサーカメラによるシカ撮影頻度

Camera No	2010/12 ～ 2011/01 平成22年度 第1回	2011/01 ～ 2011/04 第1回	2011/04 ～ 2011/07 第2回	2011/07 ～ 2011/12 第3回	2011/12 ～ 2012/06 平成24年度 第1回	2012/06 ～ 2012/10 第2回
17	4.6	3.2	0.7	4.6	0.0	0.5
18	0.9	0.6	7.8	0.9	7.1	21.3
19	11.2	11.2	6.2	11.2	6.6	4.8
22	4.2	2.0	8.7	4.2	11.2	3.0
23	2.0	0.2	7.3	2.0	0.2	0.2
24	0.5	0.2	0.1	0.5	0.1	0.0
25	10.9	6.5	19.3	10.9	11.3	3.9
26	1.2	2.8	3.4	1.2	3.8	4.7
27	1.6	4.0	0.2	1.6	0.8	0.1
30	2.4	0.5	5.3	2.4	4.2	14.7
31	0.4	0.6	0.8	0.4	2.6	0.6
32	9.3	1.2	3.5	9.3	4.7	0.8
33	1.8	1.0	4.1	1.8	19.5	1.6
34	—	1.6	7.1	0.0	3.8	4.3
35	0.0	—	0.1	0.0	0.0	0.0
36	2.1	1.0	0.4	2.1	1.2	0.5
39	4.0	4.5	2.1	4.0	3.9	1.6
40	0.9	4.7	5.7	0.9	2.3	1.8
41	0.2	6.1	2.4	0.2	0.1	2.6
42	10.0	14.0	3.9	10.0	6.8	1.8
43	6.2	2.6	2.2	6.2	3.8	—
44	0.6	0.5	0.5	0.6	0.8	0.2
47	7.2	7.5	1.6	7.2	—	1.5
48	0.1	0.0	0.1	0.1	—	0.0
49	1.6	7.6	0.9	1.6	0.7	0.0

(単位：撮影枚数／日数)

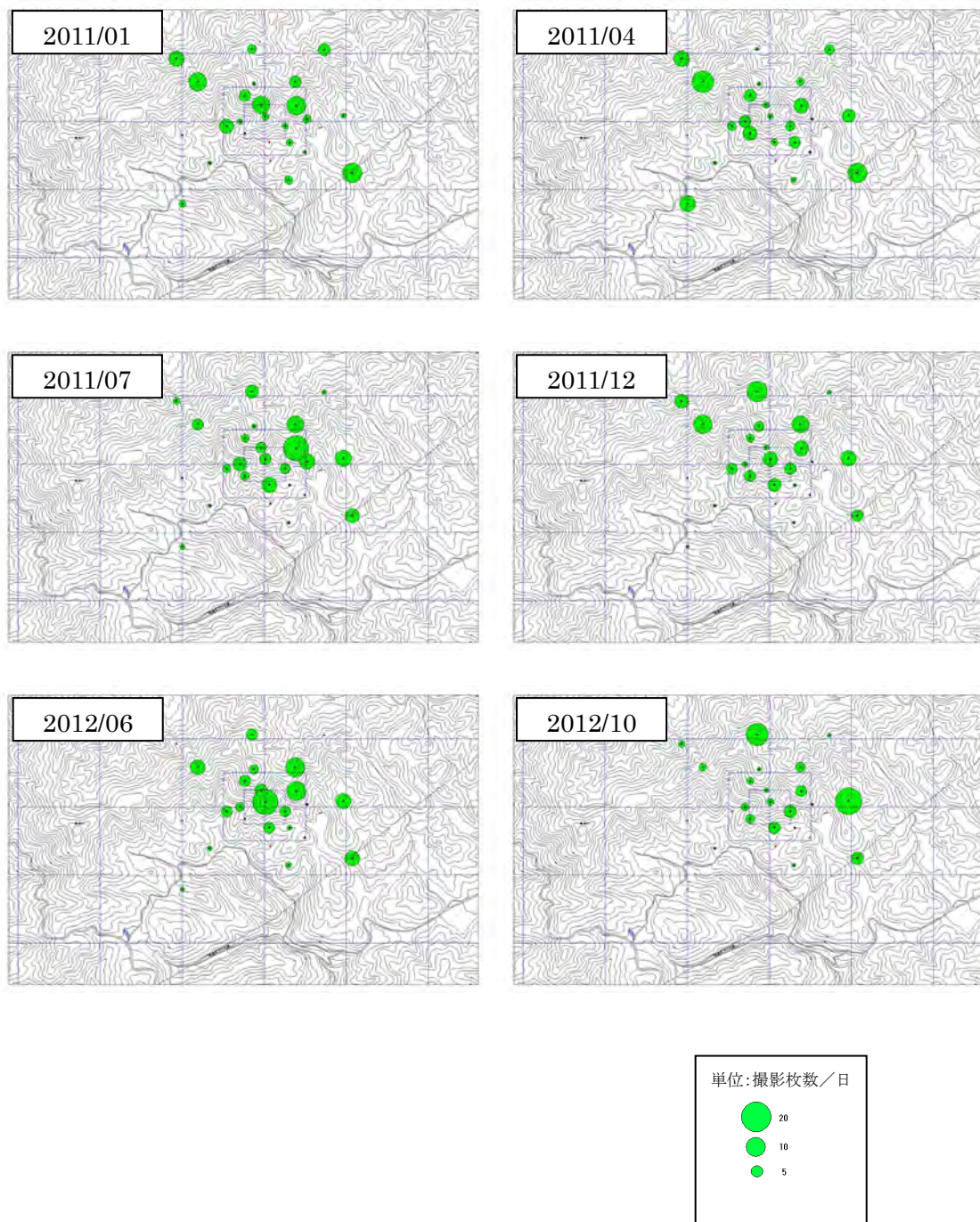


図 1-4 カメラによる撮影密度（日数あたりのシカ撮影枚数）

イ 被害調査

(ア) 人工林被害調査

人工林の角擦り被害状況を行った。

各種密度調査と捕獲情報を併せて被害ポテンシャルとして評価を行って
いきたい。

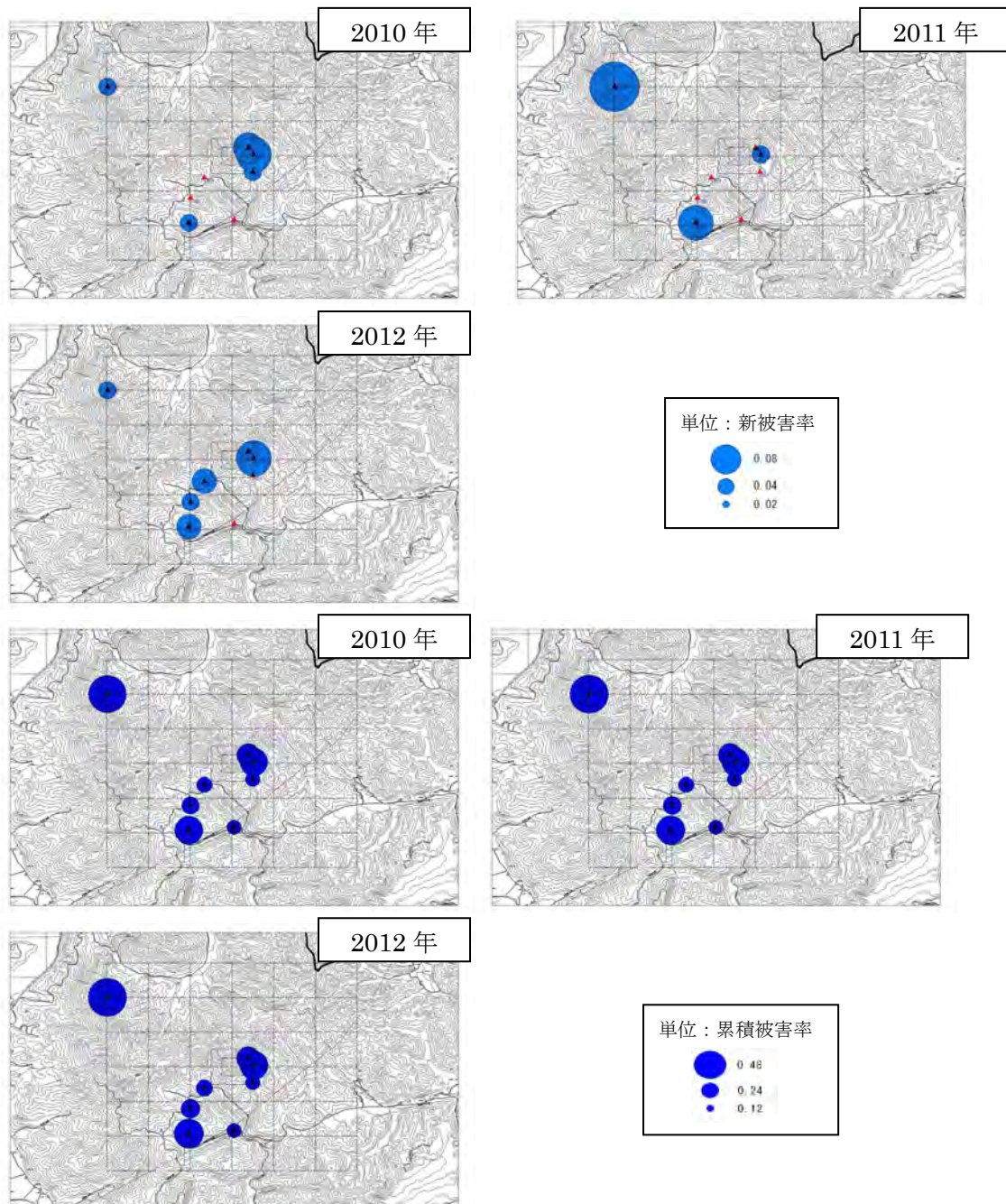


図 1-5 壮齡樹被害調査

2 林地に誘引されたシカの捕獲技術の開発

(1) 目的

誘引されたシカを効率よく捕獲するために、餌場に集まったシカを一網打尽にするように、システム（図 2-1）を設置し、柵内に集まったシカ全てを捕獲する。そして、誘引したシカを捕獲することにより、その地域の生息密度を下げる。

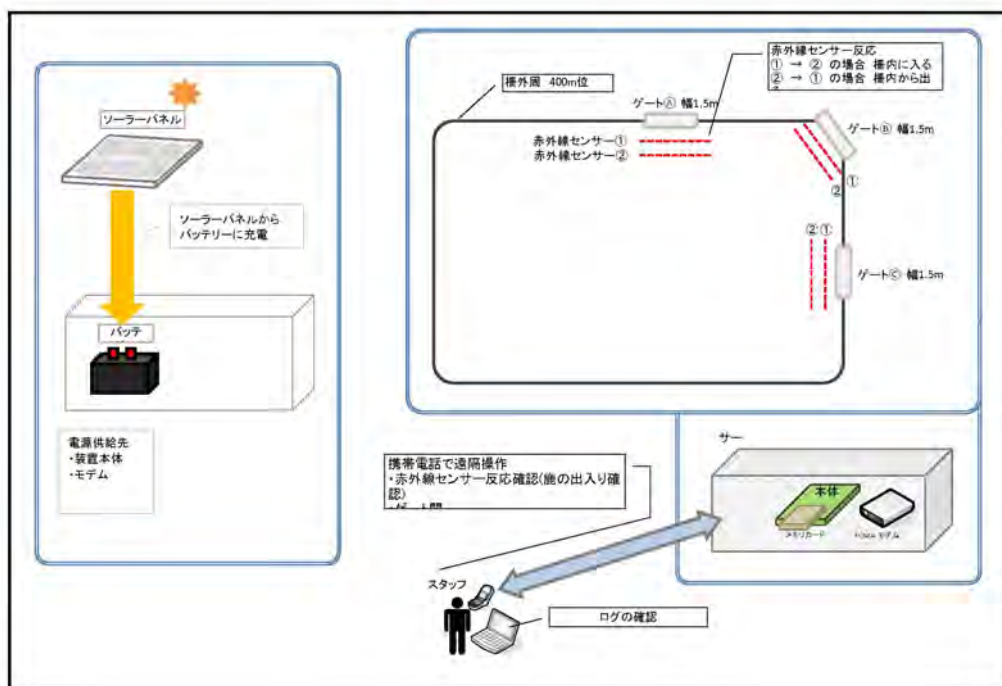


図 2-1 システム概念図

(2) 方法

ア 固定捕獲柵

平成 22 年度は、遠隔操作システムの検証のため、下関市が設置した手動の捕獲柵を改良するとともに、遠隔操作できるシステムとした。馴化を経て捕獲を行った。平成 23 年度は、本格稼働にともない捕獲を行った。捕獲は連続して行い、基本的に給餌は行わず刈り取りによる新芽による誘引とした。

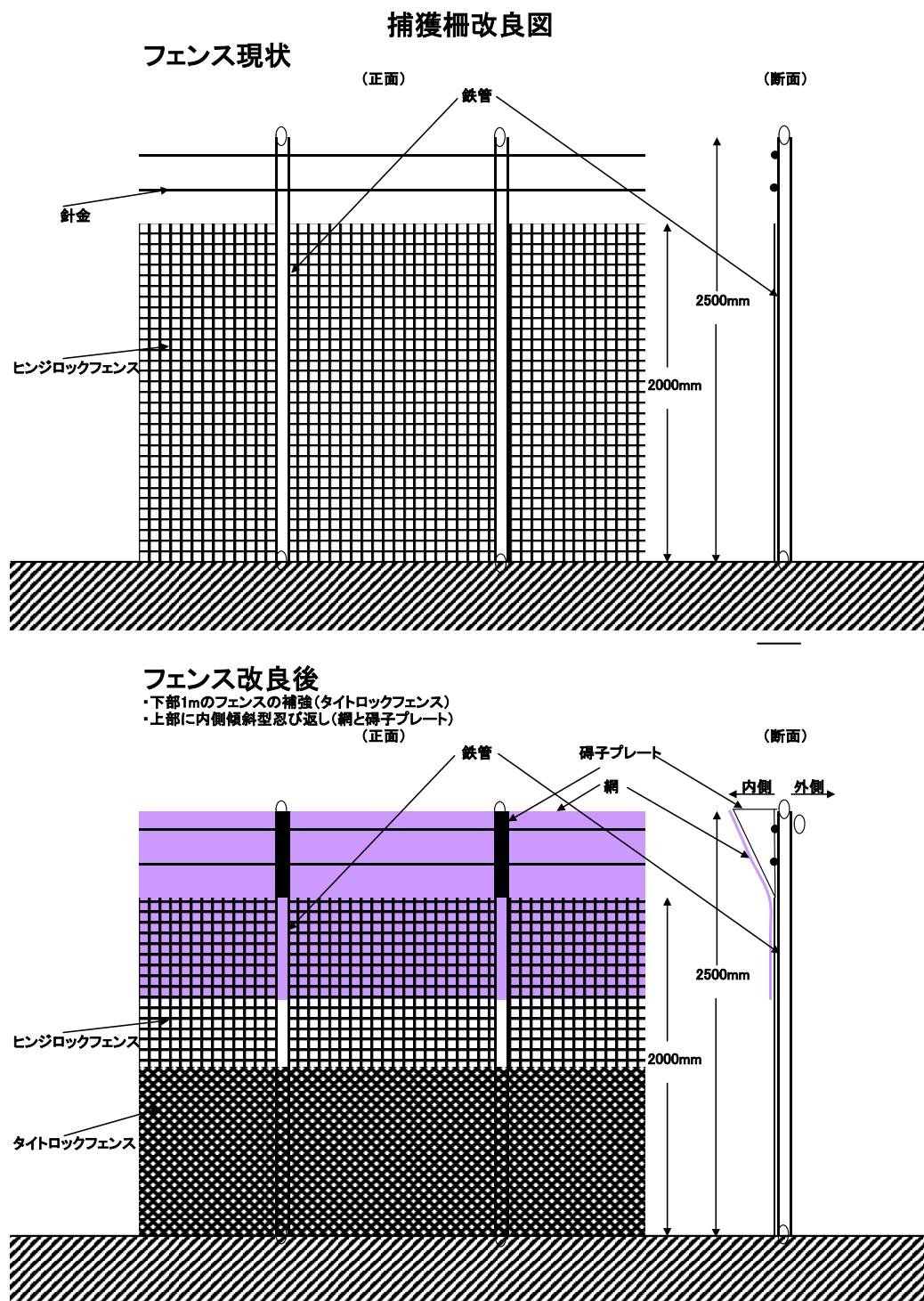


図 2-2 固定捕獲柵設計図



図 2-3 固定捕獲柵遠景

イ 移動捕獲柵

捕獲については、スポットライトセンサスの結果からシカが耕地周辺で多く生息していることから、移動可能な捕獲柵を遠隔操作で web カメラを利用して捕獲するシステムを平成 23 年度より実施した。

当初は図 2-4 のようにゲート部分はワイヤーメッシュが振り子のように落ちて捕獲するシステムにしていたが、イノシシに壊されたためにコンパネによる落とし込み型にした。

外周のフェンスを足場用のフェンスにしていたが、大きなオスジカが入った際にフェンスを外して出て行ってしまったために、ワイヤーメッシュに交換した。

足場を 2 重に囲っていたために材料が 2 倍以上かかっていたが、シカを捕獲するのであれば、1 重で強度的に問題がないと確認されたために、図 2-5 のとおりとした。

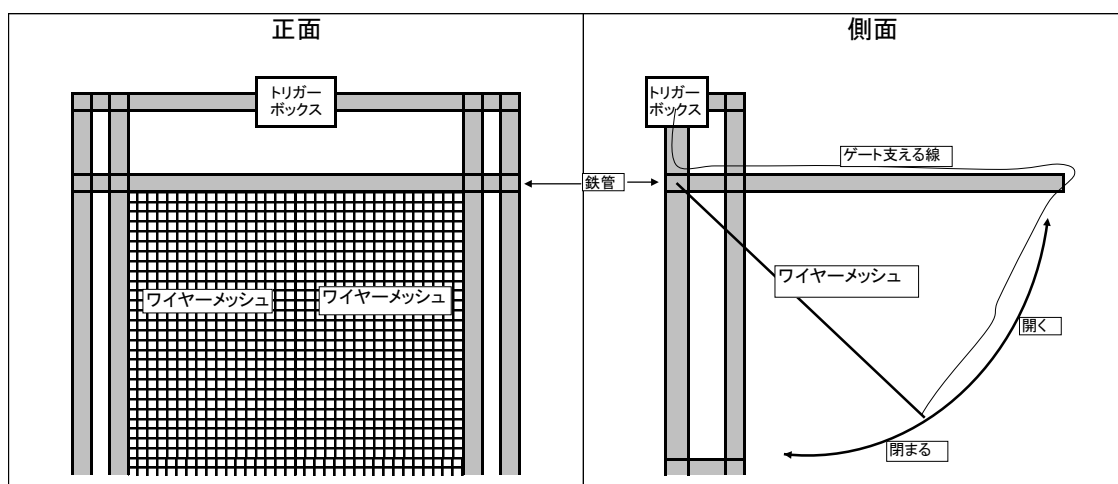
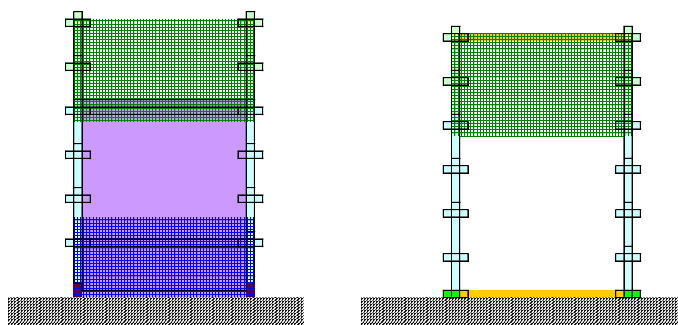




図 2-4 移動捕獲柵ゲート部（初期）

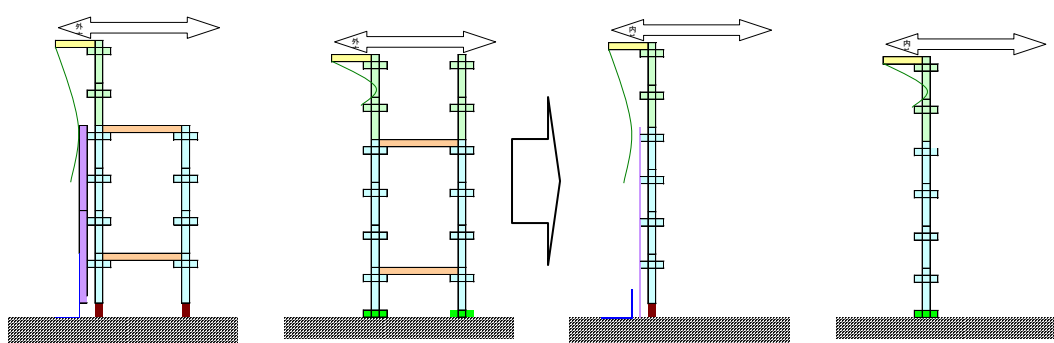
(側面)



通常部

ゲート部

(断面)



通常部

ゲート部

通常部

ゲート部

(平面)

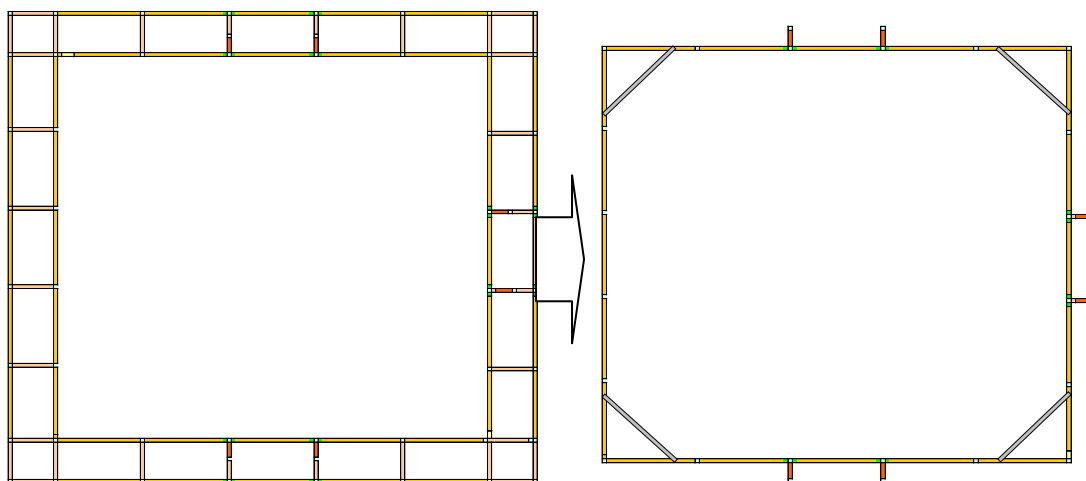


図 2-5 移動捕獲柵設計図 (二重を一重に変更)



図 2-6 移動捕獲柵（旧）



図 2-7 移動捕獲柵（新）

(3) 結果

ア 固定捕獲柵

固定捕獲柵では、柵外の植生が豊かな時期には集まりにくくなるが、それ以降コンスタントに侵入している。しかし、糞調査やカメラの調査からシカが周囲にたくさんいることがわかっているため、効率的な誘引方法を考案して効率よく捕獲する必要がある。

捕獲効率は、年中捕獲をほぼ行っているために平成 23 年度が 14 頭／年（365 日）、平成 24 年度が 9 頭／330 日となる。捕殺の処理は、1 頭あたり 10 分から 15 分程度であった。

表 2-1 固定捕獲柵実績

(平成 23 年度)

No	H23-1	H23-2	H23-3	H23-4	H23-5	H23-6
侵入開始日	2011/3/14	2011/8/3	2011/10/12	2011/10/31	2012/1/11	2012/3/22
最大侵入頭数	3	3	5	3	2	3
捕獲日	2011/4/14	2011/9/15	2011/10/13	2013/11/28	2012/1/19	2012/3/23
捕獲内容	♀2 C1	♀2	♂1 ♀4	♂1 C1	♀2	♀3
捕獲頭数	3	2	5	2	2	3

(平成 24 年度)

No	H24-1	H24-2	H24-3	H24-4	H24-5	H24-6
侵入開始日	2012/4/28	2012/6/2	2012/8/13	2012/11/5	2013/1/20	2013/2/4
最大侵入頭数	1	2	6	2	1	2
捕獲日	2012/5/13	2012/7/31	2012/9/30	2012/11/26	2013/1/20	2013/2/4
捕獲内容	♀1	♀2	♀2C1	♂1	♀1	♀2
捕獲頭数	1	2	2	1	1	2

イ 移動捕獲柵

昨年度は 1 基の捕獲柵を運用して、10 頭の捕獲をすることができた。そのため今年度は年度途中で捕獲柵を 2 基にして捕獲を行ったが、効率的ではなかった。捕獲柵を移動するのに 2 t 車いっぱいの荷物になり、撤去、移動架設を委託すれば 20 万円程度必要であった。2 基のべ稼働日数が 300 日程度、捕獲頭数が 5 頭であるために、捕獲効率は 5 頭／300 日となる。捕殺処理は固定捕獲と同様 10 分から 15 分であった。

現在昨年度 7 頭捕獲できた場所に移動しており、昨年同様柵を設置して 2 日目から柵内への侵入が続いている。捕獲効率は誘引の状況により大きく違い、誘引を完成させる効率的な方法が必要となっている。

また、今後捕獲柵の大きさについて検討する必要がある、効率的な大きさを明らかにしたい。

表 2-2 移動捕獲柵実績

(平成 23 年度)

No 場所	H23-1 下関市 豊田町庭田	H23-2 長門市 油谷町山根	H23-3 長門市 油谷町宮ノ馬場	H23-4 下関市 豊北町杣地	H23-5 下関市 菊川町東中山	H23-6 下関市 豊北町杣地	
開始日	2011/8/2	2011/9/1	2011/11/29	2012/2/13	2012/3/12	2012/3/26	
終了日	2011/8/30	2011/11/28	2012/2/10	2012/3/7	2012/3/23	2012/4/27	
捕獲日	—	2011/11/7	—	2012/2/17	2012/3/7	—	
捕獲内容	—	♀ 1 C1	—	♀ 5 C2	♀ 1	—	
捕獲頭数	0	2	0	7	1	0	
備考	イノシシ ゲートを破壊 2011/8/20	オスシカ フェンスを壊し逃 走 2011/10/17	シカが捕獲柵に 入らない	大量捕獲	シカが入り にくくなる	シカが誘引 できていない	シカが捕獲柵に 入らない

(平成 24 年度)

No 場所	H24-1 下関市 菊川町東中山	H24-2 長門市 深川湯本	H24-3 下関市 菊川町道市
開始日	2012/5/1	2012/10/10	2012/10/1
終了日	2012/9/10	—	—
捕獲日	2012/7/18	2012/11/20	2012/12/17
捕獲内容	♂ 1	♂ C1	♀ 1 C1
捕獲頭数	1	1	2
備考	シカが捕獲柵に入らない	ゲートに侵入があるが 捕獲できない	ゲートに侵入しにくい

**平成 24 年度森林環境保全総合対策事業
－森林被害対策事業－
野生鳥獣による森林生態系への
被害対策技術開発事業報告書**

平成 25 年（2013 年）3 月

（株）野生動物保護管理事務所
〒194-0215 東京都町田市小山ヶ丘 1-10-13
Tel. 042-798-7545 Fax. 042-798-7565