第　7　章

囲いわなによる ニホンジカ捕獲の効率化に向けた検討

阿部豪・坂田宏志

要　点

・本章では、森林域に生息するシカの効率的な捕獲手法として、新たに開発した組み立て式囲いわなと AI ゲートを組み合わせた捕獲技術の有効性について検討した。

・餌により獲物を誘引するわなは、捕獲初心者でも比較的容易に運用できるが、群れを一網打尽にできる囲いわなは、大型で運搬や設置に多大な労力や重機が必要であった。また、既存の仕掛けでは、1 頭だけでわなが稼働してしまうケースが多く非効率であった。遠隔監視システムの導入により、捕獲効率は向上したが、捕獲時の待機労力やわなの設置場所の制限など課題があった。

・組み立て式囲いわなは、部品点数が少なく、各資材が小型軽量であることで、設置や解体にかかる労力が削減できる、すべての資材を軽トラックで山の奥まで運べるなどの利点がある。また、地形に応じたレイアウトが可能なため、傾斜地が多く開けた土地が少ない山地森林域での使用にも適している。

・囲いわなの捕獲効率を最大化するプログラムを搭載したカウントゲートシステム（AI ゲート）の導入により、捕獲効率は、通常の囲いわなの約 2 倍に向上した。また、日々のモニタリングと捕獲の実行を自動化したことで作業効率が大幅に向上した。

key words:　組み立て式囲いわな　遠隔監視システム　AI ゲート

7-1. はじめに

兵庫県では、ニホンジカ *Cervus nippon*（以下、シカ)の食害による森林生態系被害が深刻化しており、森林域に生息するシカの密度低減が大きな課題となっている（藤木 2012a,b; 石田・服部 2012; 内田ほか 2012)。現在、シカの捕獲数の大半は、銃器による捕獲が占めており（図 7-1)、森林域におけるシカの捕獲でも中心的な役割を果たしている。最近では、猟期に森林管理者が林道の除雪を行い、狩猟者を誘致するなど、森林域のシカの個体数調整に取り組む新しい協働の形も生まれている（林野庁北海道森林管理局 2010)。また、林内に複数の餌づけポイントを設置し、餌に誘引されたシカを遠方に設置した射場から狙撃するシャープシューティングのような新しい猟法も提案されている（環境省自然環境局 2011)。

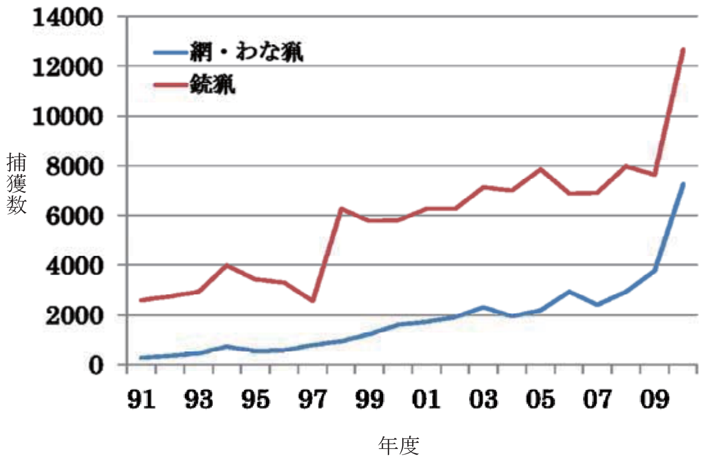

図 7-1　狩猟における猟法別のシカ捕獲数の推移（兵庫県）

銃猟によるシカの捕獲数は、依然として網・わな猟を上回るが、近年、その差は急速に埋まりつつある（兵庫県狩猟統計データより集計）。

しかし一方で、狩猟者の高齢化は着実に進行しており、銃猟者の人口は年々減少傾向にある。兵庫県でも最近 10 年で銃猟の登録者数は、約 6 割まで減少している（図 7-2）。

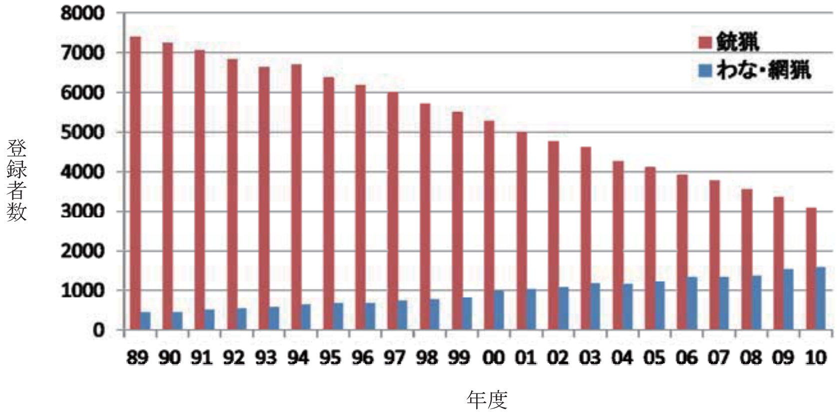

図 7-2　猟法別の狩猟者登録数の推移（兵庫県）

銃猟の登録者数が減少傾向にあるのに対し、わな・網猟の登録者数は増加している（兵庫県狩猟統計データより集計）。

これに対し、わな捕獲に対する需要は逆に増加傾向にある。兵庫県におけるわな猟の登録者数は、最近 10 年で約 1.6 倍に（図 7-2）、シカの捕獲数は約 4.5 倍に増加している（図 7-1）。わなによるシカ捕獲については、これまでにも集落周辺における捕獲を中心にさまざまな技術開発が行われてきた。なかでも囲いわな（図 7-3）やドロップネット（図 7-4）のような大型わなは、餌によって誘引した獲物を群れごと捕まえることができるため、捕獲の効率化への貢献が期待されている。とくに、一年の大半をグループで過ごすシカを捕獲する場合、餌づけによって誘引した複数のシカをまとめて捕獲することは、作業の効率向上を図るうえで重要な要素となる。

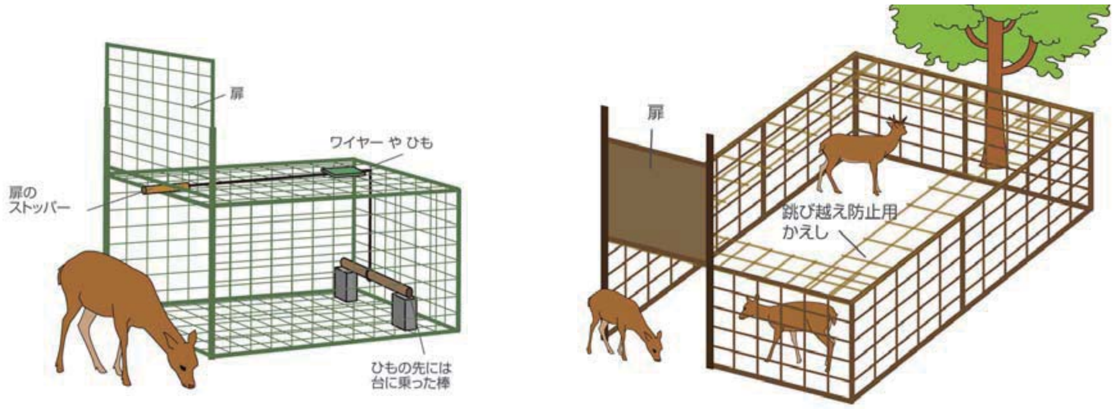

図 7-3　箱わなと囲いわなの仕組み

箱わな（左図）には小型のものが多く、獲物がわな内の仕掛けを動かすと、ストッパーが外れて扉が閉まる。これに対し、囲いわな（右図）は、天井部が開放しているだけで、わなの仕組みは箱わなと同じ。一般に大型のものが多い。

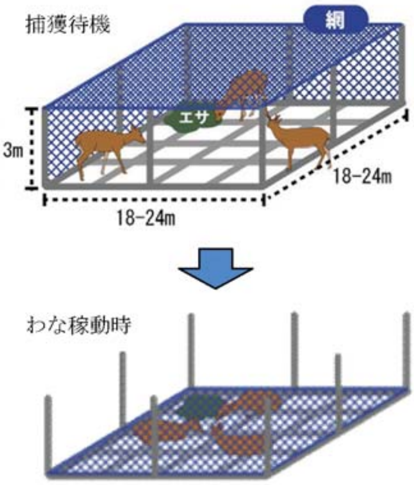

図 7-4　ドロップネットの仕組み

天井部に仕掛けたネットを落として餌で誘引した獲物を捕獲する。わなの操作には、電子制御式の落下装置を用いる。

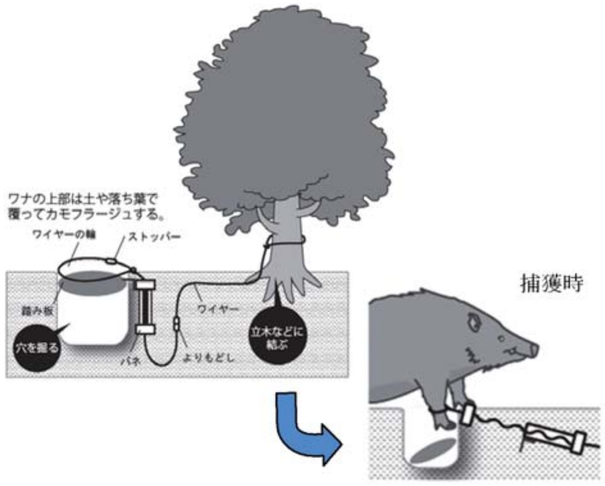

図 7-5　くくりわなの仕組み

獲物が踏み板を踏むと、バネの力でワイヤーの輪がしまり、足がくくられる。

一方で、森林域におけるシカの効率的な捕獲技術については、まだ十分な検討がなされていない。くくりわな（図 7-5）や箱わな（図 7-3）は比較的小型なものが主流であるため、森林域でも少人数でわなの設置や移動ができるという利点がある反面、1 度の捕獲で 1 頭しか捕獲できないという欠点もあった。これに対し、既存の大型わなは、集落周辺での使用を前提に開発されているため、軽量化や取り扱いの利便性よりも強度や耐久性を重視した重厚な構造のものが多く、傾斜地が多く開けた土地が少ない山地森林域で使用するのには適してい

ない。またドロップネットや一部の囲いわなに使用されている遠隔監視システムは、捕獲時に操作者が待機する必要があったり、電波到達距離に制限があるなど、集落から遠い森林域での捕獲には不都合な点が多かった。

そこで本章では、森林域に生息するシカの効率的な捕獲技術として、新たに開発した組み立て式囲いわなと、囲いわなの捕獲効率を最大化するプログラムを搭載したカウントゲートシステムを組み合わせた捕獲手法の有効性について検討した。

7-2. 森林域でも効率的に運用できる囲いわなの開発

組み立て式囲いわなは、鉄製の扉部とワイヤーメッシュ製の側壁部で構成されており、各部材を組み合わせることで、地形や捕獲希望頭数に応じた任意の広さとレイアウトの囲いわなを構築することができる構造になっている（商品名『サークル D』として株式会社竹森鐵工より販売中、写真 7-1）。各資材はすべて軽トラックに重ねて積める大きさ（幅 1.4m 以下、長さ 2.1m 以下）で、かつ 2 人で十分に運搬可能な重さ（30kg 以下）になるように設計した。また、各部材の接続にコイル式の連結具を用いることで、4m 四方のわなであれば、2 人で 1 時間以内に組み立てることが可能になった。これは同じ大型わなであるドロップネット（約 40 人時間）や従来型の囲いわなの設置労力（約 24 人時間）と比べても大幅な省力化であると同時に、移送性の向上にも貢献している（表 7-1）。

写真 7-1　組み立て式囲いわなの設置状況

わなを設置する土地の広さや形状に合わせて自由にレイアウトできる。写真は 2m×3m で設置したわなの様子。

表 7-1　開発した組み立て式囲いわなと他の大型捕獲わなの比較

組み立て式囲いわなでは、部品点数を少なく、各パーツの接続方法も簡便化したことで設置や移動にかかる作業効率が大幅に向上した。また、設置場所の環境に合わせたレイアウトが可能なため、森林内や傾斜地にも設置することができる。

	組み立て式 囲いわな	従来型の 囲いわな	ドロップネット
間口の広さ	1m	1〜1.5m	36m（拡張可）
資材費	25万円（販売価格） （4m×4m）	20〜25万円 （4m×8m）	100万円 （18m×18m）
設置労力	2人時間（2人）	24人時間（4人）	40人時間（4人）
移動性	すべての資材を軽トラックで搬送可能	搬送には重機や大型のトラックが必要	
設置環境	林内や多少の傾斜地でも設置可能	ひらけた平地での使用が前提	

移送性と設置の利便性向上を追求した組み立て式囲いわなの特徴は、道路幅が狭く、傾斜地の多い山地森林域で運用する場合にも効力を発揮する。すべての資材を造林作業道のような狭い道路でも通れる軽トラックで運べるようにしたことで、これまではわなの設置が困難であった山の奥まで資材を運搬することが可能になった。また、多少の傾斜地であれば、側壁の連結箇所をずらすことで地形に応じた設置を行うことができるため、シカの生息状況に応じた柔軟な運用が可能になった。

7-3. 遠隔監視システムを用いた大型わなによる捕獲

敷地面積の広い囲いわなは、多くの獲物を一度に収容することができるという点で優れているが、実際には 1 回の捕獲で複数頭を同時捕獲できることは稀である。事実、兵庫県では、囲いわな捕獲の約 9 割が 1 回の捕獲で 1 頭の獲物しか捕獲できていないというデータもある（図 7-6）。囲いわなの捕獲効率が上がらない最大の理由は、わなを稼働させる仕組みにある。従来型の囲いわなでは、わなに進入した獲物が、わな内に張った糸や重しなどの仕掛けを動かすことで扉が閉まる仕組みを採用しているが、これだと最初にわな内に進入した個体が仕掛けに触れた時点でわなが稼働する非効率を防止できない。

そこで、こうした非効率を防止するために、ドロップネットや一部の囲いわなでは、離れた場所でわな内の映像や状況を確認しながら、捕獲を実行できる遠隔操作方式の仕掛けを採用している（図 7-7）。捕獲者は手元のスイッチでネットや扉を保持している落下装置に電気信号を送り、わなを稼働させることができるため、わな内に十分な数の獲物が入るまで捕獲を待つことができるようになった。兵庫県では、この方式を採用したことで、ドロップネットや囲いわなの 1 回あたりの捕獲数は、どちらも平均で 3.5 頭を越え、大幅な効率化を達成した。とくに 1 回あたり 1 頭捕獲の割合は、1/5 と大きく縮減しており、大型わなの面積を有効に活用できるようになった（図 7-6）。

遠隔監視システムには、有線のものと無線のものがあるが、無線のものでは免許などが不要な特定小電力無線を用いたものや携帯電話の機能を利用したものなどがある。このうち、有線のものと特定小電力を利用したものについては、配線の都合や電波出力の制限により、わなからの距離の制約があり、最長でも200m程度の距離に待機場所を設定する必要がある。一方、携帯電話の機能を利用したものでは、電波圏内であれば距離の制約は受けないが、携帯電話の電波圏外での使用はできないなど、集落から離れた森林域での使用には不向きな点も多い。また、遠隔監視システムでは、捕獲時に操作者が待機することが前提となるため、労力がかかるという課題もあった。

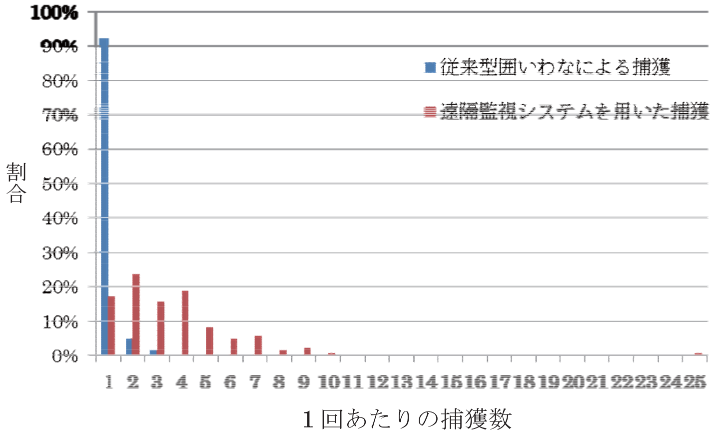

図 7-6　囲いわなによるシカの捕獲効率

従来の捕獲方式では、大型の囲いわなを使った場合でも、全体の約9割は1回の捕獲で1頭の獲物しか捕獲できていなかったが（2007-2009年度　兵庫県内のデータより集計）、遠隔監視システムの導入により、1回あたりの捕獲数は約3倍に向上した(2010-2011年度　兵庫県ドロップネット捕獲データより集計)。

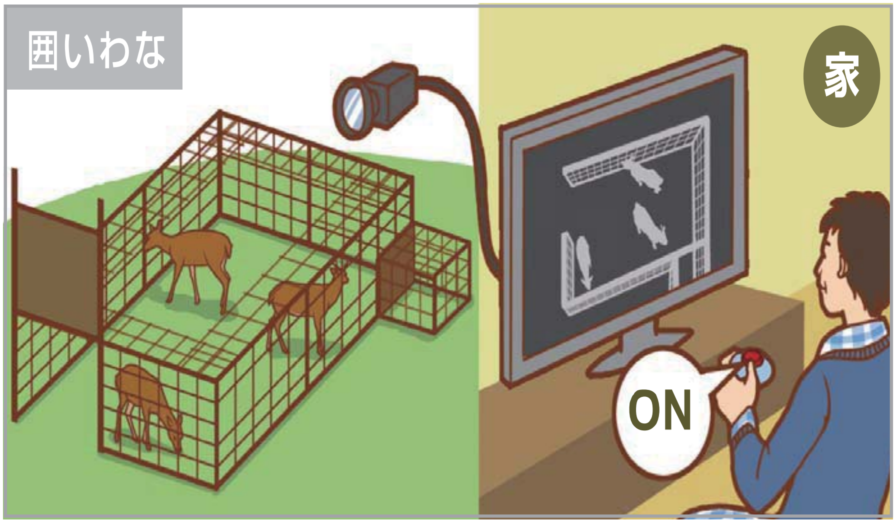

図 7-7　遠隔操作方式による捕獲の仕組み

捕獲者は、わなから離れた地点でわな内の映像を監視できる。捕獲者は手元のスイッチにより、任意のタイミングでわなの扉を閉めることができる。

7-4. カウントゲートシステムの開発

こうした遠隔監視システムの課題解決のために開発されたのがカウントゲートシステムである。カウントゲートシステムとは、特定のゲートを通過してわな内に進入するシカの頭数を毎日継続的にモニタリングし、そこで得られた最多進入頭数にできるだけ近づくように捕獲のタイミングを自動で決定、実行するプログラムを搭載した捕獲支援装置の総称である（商品名『AI ゲートかぞえもん』として株式会社一成より販売中、写真 7-2、表 7-2）。

シカのように習慣性の強い動物の場合、継続的な餌づけによってわなを餌場と認識させると、毎日ほぼ決まった頭数がわな内に進入するようになる。本装置のアルゴリズムは、対象動物のこうした生態的特性に準拠して設計されており、獲物の進入状況に応じた最適な捕獲プランを自動的に計算し、捕獲を実行できる仕組みになっている。日々の餌づけと初期設定以外、すべての操作を自動化したことで、森林域の捕獲で課題となっていたわなと待機場所の距離の制限や、捕獲時の待機監視の労力についても克服することができた。また、本システムは、DC12V カーバッテリーで連続約 9 日間稼働するほか、ソーラーシステムが併用できる環境であれば、バッテリー交換は原則不要となるなど、メンテナンスにかかる労力も少ない。さらに、センサーの設置高を調節することで、シカやイノシシなどの大型獣の進入状況だけを選択的にモニタリングすることもできるため、タヌキやアナグマ、ネズミなど、同じ餌に誘引される中小型の動物を誤ってカウントするリスクも抑えることができる。

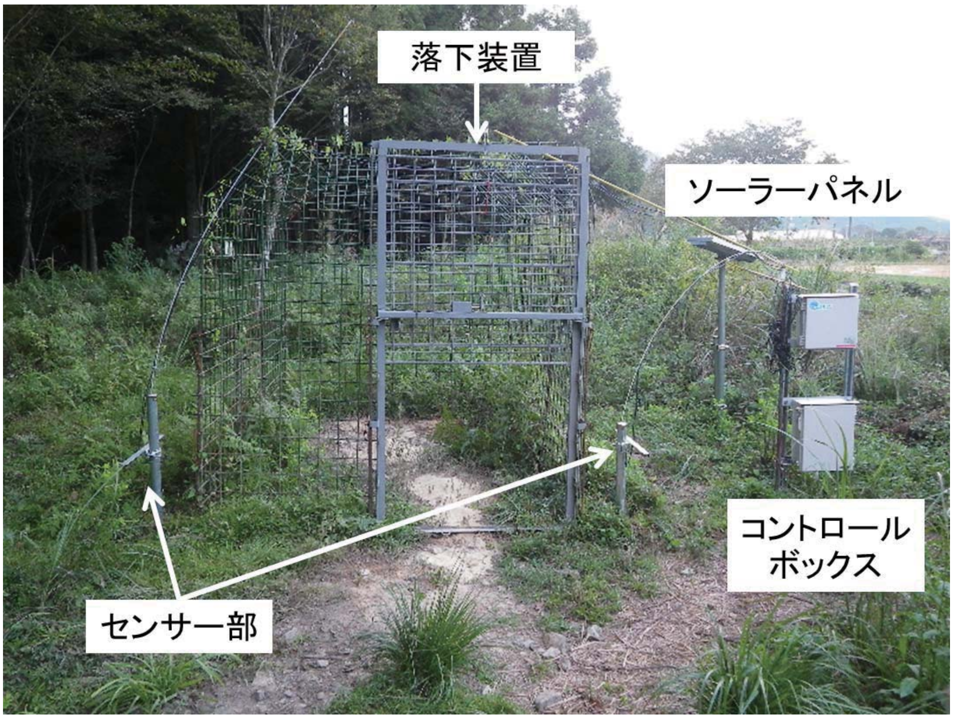

写真 7-2　AI ゲートの設置状況

装置は、ゲート部に設置したセンサー部とコントロールボックス、扉の落下装置で構成される（写真は、ソーラーパネルを付属した状況）。

表 7-2 カウントゲートシステムと遠隔監視システムの比較

いずれのシステムでも、大型わなの捕獲効率を向上させることができるが、カウントゲートシステムは、設置場所を選ばない、待機監視の手間が省けるなど森林域での運用に適した特徴を多く備えている。

	カウントゲートシステム	遠隔監視システム		
使用するシステム	AIゲート	有線	無線	
			特定小電力無線	携帯電話
利点	・録画データの解析など、モニタリングの手間が省略できる ・捕獲時の待機監視の手間が省略できる	・リアルタイムでわな内の監視が可能なので、狙った獲物を狙った頭数で捕獲することができる ・観察により、獲物の行動を把握できる		
		大型わなの捕獲効率を向上させることができる		
課題	・特定のゲートを持たないわなには使用できない	・配線に手間がかかる ・電圧が降下するため、距離の制約を受ける ・100VのAC電源が必要	・電波の到達距離に制限がある（見通し距離で最長200m程度）	・電波圏外では使用できない ・通信費がかかる
		・人家や待機場所のない環境での設置には不向き		

7-5. 開発した捕獲装置の運用状況

2011 年度は、集落周辺の環境において、開発した組み立て式囲いわなに AI ゲートを搭載して捕獲データの蓄積とカウント精度の向上に向けた装置の改良を行った。2010 年 11 月から 2012 年 2 月末までの 15 ヶ月間に、兵庫県や滋賀県、京都府など 10 道府県 27 地区で実施した捕獲試験では、合計 64 回の捕獲で 137 頭のシカと 10 頭のイノシシを捕獲することに成功している。これは、1 回あたりの捕獲数にすると約 2.3 頭と遠隔監視システムの効率を下回るが、従来型の囲いわなの捕獲効率と比べると 2 倍以上の効率向上を達成している。また、本システムは、遠隔監視システムの操作手順をプログラム化したものであるため、今後、運用を続けていく中で遠隔監視システムと同等の捕獲効率にまで向上するものと期待できる。

2012 年度以降は、この組み合わせで実際に森林域でのシカ捕獲についても実践し、捕獲効率の検証や、森林域における運用上の課題整理などを実施する予定である。

7-6. おわりに

今回、著者らは森林域でも運用可能な効率的なシカの捕獲技術について開発を行った。しかし、単に技術を開発しただけで、森林域に広く分布するシカの生息密度を低下させることができるわけではない。どんなに軽量化されたわなであっても、広い森林内を、わなをもってシカを追い回すのは非効率的である。今後、森林域に生息するシカの密度を効率的に減らしていくためには、シカの生態や行動特性に応じた効果的な捕獲プログラムの検討が不可欠である。具体的には、シカの行動追跡や餌による誘引効果の測定、ライトセンサスによるシカの出没状況確認などの調査データを解析し、効率的な捕獲ができる（餌による誘引効果が

高まる）時期（季節）や、地形も含めた場所の条件を抽出する必要がある。さらに、その時期、その場所で集約的な捕獲を実行できる体制や予算の確保についても検討する必要がある。

謝辞

本稿で紹介した組み立て式囲いわなとAIゲートの効果検証にあたり、一部、農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（課題番号21037）」と林野庁「野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業」の事業予算を用いて捕獲試験を実施した。なお、捕獲試験の実施にあたっては、土地所有者をはじめ、地域の多くの方々のご協力をいただいた。関係のみなさまに、深く感謝申し上げます。

引用文献

藤木大介（2012a）兵庫県本州部の落葉広葉樹林における下層植生の衰退状況―2006 年から2010年にかけての変化―．「兵庫県におけるニホンジカによる森林生態系被害の把握と保全技術」，兵庫ワイルドライフモノグラフ4号, pp.17-32．兵庫県森林動物研究センター．

藤木大介（2012b）氷ノ山山系におけるニホンジカの動向と森林下層植生の衰退、希少植物の食害状況．「兵庫県におけるニホンジカによる森林生態系被害の把握と保全技術」，兵庫ワイルドライフモノグラフ4号, pp.49-70．兵庫県森林動物研究センター．

石田弘明・服部保（2012）ニホンジカの過採食が暖温帯夏緑二次林の種多様性に与える影響．「兵庫県におけるニホンジカによる森林生態系被害の把握と保全技術」，兵庫ワイルドライフモノグラフ4号, pp.32-48．兵庫県森林動物研究センター．

環境省自然環境局（2011）鳥獣の個体数管理に関する実例集．環境省自然環境局．174pp.

林野庁北海道森林管理局（2010）森林におけるエゾシカの被害と対策．林野庁北海道森林管理局．12pp.

内田圭・岸本康誉・藤木大介（2012）兵庫県本州部の落葉広葉樹林域におけるニホンジカによる土壌侵食被害の現状．「兵庫県におけるニホンジカによる森林生態系被害の把握と保全技術」，兵庫ワイルドライフモノグラフ4号, pp.71-90．兵庫県森林動物研究センター．