

ニホンジカの食害による森林被害の実態と防除技術の開発

小山泰弘・岡田充弘・山内仁人

長野県では江戸時代にニホンジカが多く生息していたが、明治期に大きく減少した。近年、生息域は県下全域に拡大し、地域によっては非常に高い生息密度となっている。塩尻市で実施したライトセンサス調査でニホンジカの個体数が年々増加していることが確認された。夜間撮影機能付デジタルビデオカメラをライトセンサス法に使用することで、視認率が上昇し、映像が記録できた。ニホンジカ推定生息数とササ類の食害程度には相関があり、ササ食害が一定以上になるとヒノキの幹剥皮が始まっていた。ニホンジカは、イチイやヤナギ、ミズキ、リョウブなどの特定樹種を好むと判断された。防護柵は、わずかな隙間があるとニホンジカに侵入され、特に下部の隙間は侵入されやすかった。

キーワード：ニホンジカ，狩猟効果，個体数，幹剥皮，防護柵

1. はじめに

1.1 研究の背景

近年、全国でニホンジカ (*Cervus japonica*, 以下シカという) による農林業被害が拡大し、問題となっている (三浦 1999)。加えて貴重な自然植生への被害も報告されており (辻岡 1999, 湯本・松田 2006), 全国各地で被害対策が講じられている (エゾジカ協会 2003, 辻岡 1999, 湯本・松田 2006)。

長野県では、2008 年の農林業被害額だけで 7 億円以上を占めるが、このほかにも南アルプス地域やハヶ岳地域ではシカ食害による高山植物の衰退 (長野県 2001, 中部森林管理局 2007) が、飯田市を含む下伊那地域ではシカの進出に伴うヤマビルの生息地域拡大による人的被害 (井上・金森 2006) が報告されるなど、重大な問題となっている。

県では 2001 年 (平成 13 年) に特定鳥獣保護管理計画 (長野県 2001) を策定するとともに、2007 年 11 月からは、県だけでなく市町村や住民と協力し、地域ぐるみの総合的な被害対策を進めている。

シカの生息密度が上昇すると、被害も拡大する (三浦 1999) ことから、被害対策としては生息密度の低下が急務で、シカの捕獲を中心とした密度管理が必要である。そのためにはシカの生息密度や、森林被害の実態を把握することが必要となる。

一方でシカは個体数が増加しやすい (三浦 1999) ことや、狩猟者が近年減少していることなどの課題もあり、シカの個体数調整だけでなく、被害防除もあわせて進める必要がある。

1.2 研究の目的

本研究は、長野県で実施している特定鳥獣保護管理計画を効果的に運用するために必要となる、

生息密度ならびに森林被害の実態把握を進めることを主眼として、以下の研究項目により実施した。

2 章として、江戸時代から現代までの長野県におけるシカの個体数変遷について、既往文献資料等から整理した。

3 章では、シカの生息痕跡の調査や目撃情報の収集などで、現在の分布域を明らかにした。

4 章では、シカの個体数を推定するための方法として、スポットライトセンサス法の改良を行い、その効果を検討した。

5 章では、県内各地でのシカによる森林被害の現状を把握し、生息頭数と被害との関係を調べた。

6 章では、シカの被害防除法を検討するため、既存資料の欠点を整理すると共に、安価で設置が容易な簡易柵を開発し、その効果を検討した。

7 章では、本研究の成果を元に、今後の課題を取り上げた。

なお本研究は、県単課題「ニホンジカの食害による森林被害の実態把握と防除技術の開発 (2004～2008 年度)」として実施したもので、得られた成果の一部は、日本森林学会 (山内ら 2004, 岡田ら 2005, 小山ら 2008), 日本哺乳類学会 (岡田ら 2008), 治山研究発表会 (三澤ら 2009), 長野県地理学会 (小山・岡田 2003, 小山・岡田 2005), 長野県環境科学研究会 (小山ら 2006, 岡田ら 2008), 総合地球環境学研究所シンポジウム (小山 2009) で発表するとともに、信濃史学会 (小山 2008), 環境教育学会 (岡田・小山 2006), 森林科学 (小山 2007), 塩尻市蝶の博物館紀要 (岡田ら 2004, 小山ら 2005), 伊那谷自然史論集 (小山ら 2004), 伊那谷自然友の会 (小山・岡田 2009) へ公表した。

2. 歴史的に見たニホンジカ個体数の変遷

2.1 目的

本県では、1923年（大正12）年には大鹿村、上村（現飯田市上村）でシカ捕獲禁止区域が設定され、1970年代には八ヶ岳地域で絶滅が危険視される（宮尾1977）ほど、シカの生息分布域が狭いとされていた。しかし、1990年代以降は被害が急速に増加し問題となっていることから、過去のシカの生息状況ならびに、これまでのシカの増減要因を把握するため、文献調査を行った。

2.2 方法

歴史的に見て、日本に生息する中大型の野生哺乳類が人間の影響で絶滅した例は、19世紀以前にはなかったと考えられている（千葉1975）。また、江戸時代以前は古文書等の文献資料が非常に少ないことから、本章では江戸時代からの、農作物被害に関する文献調査を行い、シカの生息密度を推定した。

2.3 結果と考察

2.3.1 江戸時代

江戸時代の記録をたどると、江戸中期にイノシシやシカによる農業被害の記録が多い。たとえば1720年（享保5年）に千代村米川（現飯田市千代）では、「村の山側で猪や鹿が数多く出没して作物を荒らすため苦勞している」と村の明細帳に記録されている（千葉1963）。また、南箕輪村北殿で1749年（寛延2年）に、「猪鹿を威すために鉄砲六挺入手した」ことや、飯島町石曾根で1752年（宝暦2年）に「猟師を年間一人雇った」などの記録もある（千葉1963）。さらに宮田村南割では享和年間（1801～1803）の記述として、猟師を雇うだけでなく、猪垣を築造したとある（千葉1963）。ここでいう猪垣は、猪土手とも呼ばれ、耕作地の山側に木や石、土などで柵を築き、鹿や猪などの獣類の侵入を防いだものである。長野県内には松本市から塩尻市にかけて総延長28kmにわたって築かれた「鉢伏連峰西麓の猪土手」を始め、延長5km以上の大きな猪垣だけで長野市や須坂市、伊那谷など県下に7箇所（浦山1999）認められている。それよりも小規模なものは、記録がないものもふくめると、非常に多かったと推定され、長野県の山裾は延々と猪土手が築かれていた可能性がある。

このように自分たちが耕作を続けるために身銭を切って鉄砲撃ちを雇ったことや、耕作地と山林の境界に現在の市町村単位を超えた規模の猪土手を築いたことから、江戸中期には多くのシカが生息していたと考えられた。

2.3.2 江戸末期から明治時代

明治になると、松本市や塩尻市、伊那市周辺などでは、猪土手の管理が行われなくなっただけでなく、防除費用が不要になったとの記述（千葉1963、浦山1999）があり、個体数が減少したと判断できる地域がみられた。ただし、下伊那郡下では1890年（明治23年）の段階でも「隣県から追われた獣類が農作物を荒らして困る」という記録も残されており（長野県行政文書1890）、明治中期には生息密度の高い地域と低い地域の両方があったようである。

このように生息密度の低い地域が生まれた原因は、江戸中期から徹底的に野生獣類を追い払い、捕獲を続けた成果といえる。山梨県内では、江戸中期に村予算の10%程度を、獣害対策費用に充てたとの記録がある（新津2007）。費用の大半は、猟師に対する報酬であるが、猪土手の建設費用や夜間の見回り費用も計上しており、集落単位であらゆる手段を講じて総合的な獣害防除対策を続けてきたといえる。こうした江戸中期からの100年以上という長い期間の努力が、個体数の減少につながったと思われる。

2.3.3 明治から大正時代

一方、明治の後半になると大型獣類の被害記録が無くなり、1923年（大正12年）には、下伊那郡の大鹿村と上村（現飯田市上村）、和田村（現飯田市南信濃）が、農商務省指定の「シカの無期限捕獲禁止区域」になってしまう。明治中期まで「農作物を荒らす」存在だったシカが、一転して政府の保護を受けるまでになった。

明治中期からわずか30年でシカが減少した原因は「猟銃の改良による高い狩猟圧」が挙げられる（小山2008）。明治期の日本では日露戦争などの影響で、毛皮の需要が増し、獣は高価で取引されていた（千葉1975）。1910年（明治43年）には、カモシカが1頭7～10円で取引されており、この時代はカモシカだけでなくシカもかなり高価だった（上村1977）。大型獣類が高価で取引されれば、当然ながら狩猟を行う人が増加する。1923年に農商務省がシカの捕獲禁止措置を講じたのは、あまりにも高い狩猟圧の影響で、狩猟獣そのものが激減してしまったことに危惧をいだき、捕獲禁止によって個体数の回復を図ろうとしたと判断できた。

2.3.4 昭和以降

その後1955年（昭和30年）には、シカの捕獲禁止区域が下伊那だけでなく八ヶ岳西岳周辺にも指定されるなど、シカの保護に対する取り組みが拡大していった。しかし保護施策の効果はなかなかあらわれず、シカの絶滅を心配する声が出る（宮尾1977）までになった。

ところが、1980年頃から大鹿村では、造林木に

対するシカの食害が話題となり（大野 1985）、シカ捕獲禁止区域内で有害鳥獣駆除がはじまった。その後、シカによる被害が注目され、問題視されるようになったことで、1994年（平成6年）までに長野県内にあったシカ捕獲禁止区域が全て解除され、2000年以降は特定鳥獣保護管理計画が策定されるにいたった。

現在、長野県内では6万頭のシカが生息していると推定されているが、この数が過去の歴史の中でどの位置にあるのかを正確に示すことは難しい。しかし、氷河時代の生き残りと言われ、固有種も多い高山植物が10年ほど前までは南アルプスを一面に覆っていたが、現在はシカ食害により壊滅的な被害を受けている事（中部森林管理局 2007）を考えると、過去最も深刻だったと思われる江戸中期でも、高山植物を食害するほどの被害は発生しなかったと思われる。このことから現在のシカ頭数は、有史以来の最高水準といっても過言ではないと思われる（図 2-1）。

2.3.5 個体数増加の原因

個体数が増加した原因として考えられるのが、狩猟者の減少と、生息環境の変化であろう。

長野県の狩猟者数は、1976年をピークに年々減少している（小山 2008）。狩猟者の減少が、狩猟圧を低下させ、死亡率の低下につながり、シカが増加しやすい環境が生まれたと考えられる。

生息環境の変化としては、まず森林環境の変化が挙げられる。長野県内の森林は現在50年生前後の森林が最も多い。シカは高さ1.8mまでの植物資源を餌として利用している（江口ら 2002）ことから、植栽された50年生の樹木では、枝葉に口が届くことはないため、簡単に食べることはできず、食料が不足しているように思われる。しかし、県内に多いカラマツ人工林を見ると、ごく一部の例外を除いて、間伐等の有無にかかわらず下層植生

が発達（小山ら 2007）しており、下層の植生はシカの餌となりうる。

また、現在の人工林が植栽された50年ほど前までは、木材を燃料として利用していたため、薪や炭だけでなく、焚きつけ材料などで非常に多くの植物資源を収穫しており、下層植生はほとんどなかったと思われる。しかし、40年ほど前におこった燃料革命によって、薪や炭の採取が激減し、下層植生が発達してシカの利用が可能になった。

さらに、中山間地域で増加しつつある耕作放棄地も、植生遷移によって草原的な環境になりシカが利用できるようになってきている。草原的な環境として考えると、長野県に多く見られる牧場も該当する。周囲を森林で囲まれることが多い牧場は、森林と草地を行き来するシカにとって最適な環境といえる。さらに、農業の機械化などで、農耕地に常時出ている人は少なくなり、野生獣類を監視する眼が減少したこともシカが農地に出やすくなった原因といえる。

2.4 まとめ

歴史的に見て、江戸期に多かったシカは明治期後半に数を減らしたものの、現在は非常に多くなっている。個体数の増加には、狩猟者の減少による捕獲圧の低下と、餌資源の増加が主要因と考えられるが、近年問題となっている地球温暖化により積雪が減少して、冬季の死亡率が低下（小金澤 1998, 山根 1999）していることも、個体数の増加を加速している。いずれにしても現代は、シカにとって住み心地のよい環境が整っており、このまま放置しておけば、まだまだ増える可能性が高い。

今後、シカの生息数を抑制するためには、江戸時代に行ったような長期間にわたる積極的な対策を続けていく努力が必要になると考えられる。

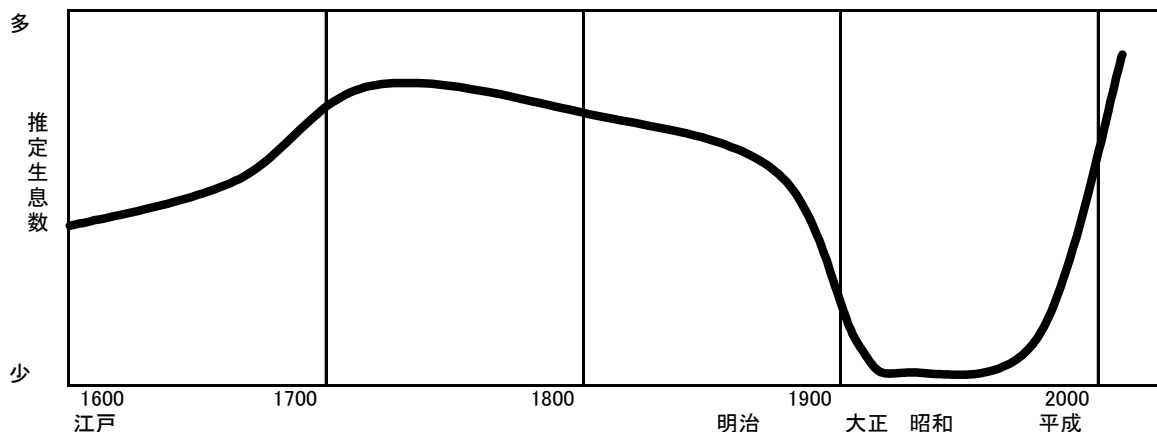


図 2-1 江戸期から現在までのシカ推定生息数の変遷模式図

3. 現在のニホンジカ生息分布

3.1 目的

長野県におけるシカの分布域は、捕獲及び聞き取り調査によって、2003年現在まで明らかとなっている（長野県 2006）。これによると、長野県内では、木曾谷、北アルプス周辺、上水内郡、下水内郡などにシカは分布していないと考えられている。しかし、シカの分布は拡大傾向にあり、最新情報の整備を目的として、2003年時点で分布が未確認だった地域を中心として、2004年～2008年までの5年間、分布調査を行った。

3.2 方法

シカは植物質のものであれば何でも食べる（三浦 1999）ことから、対象地域で植物の食害痕跡ならびに糞、足跡などの生息痕跡を探した。

なお、足跡や糞、植物枝葉食害の痕跡は、カモシカとよく似ているが、カモシカは樹木の幹を食害することが無い（森林総研 1992）、現地調査では、樹皮の剥皮をシカ生息の判定材料とした。

また、樹木の幹剥皮を中心に調査を行うとともに、林業改良指導員を通じて猟友会員や鳥獣保護員、林業関係者などから目撃情報を聞き取り、生息状況を整理した。

現地調査は松本地区（2004年）、北安曇地区（2005年）、木曾地区（2006年）、長野地区及び北信地区（2007年と2008年）を主な対象としたが、県内各地へ出かけた際に、補足調査としてシカの生息痕跡を観察した。

3.3 結果と考察

3.3.1 聞き取り調査

2004年と2008年に聞き取り調査を行った。

2004年は、山ノ内町、白馬村、波田町、木祖村、南木曾町、下条村などで生息が確認され、2003年度の調査（長野県2006）では分布空白域とされていた木曾谷、北アルプス周辺、北信地域の市町村からも生息情報が寄せられた。

2008年には北アルプス北部の小谷村と、北信地域の飯山市や栄村で、シカが目撃情報や有害鳥獣駆除による捕獲情報が寄せられた。なお、2009年8月には、栄村秋山郷に仕掛けた、赤外線センサーカメラによって、若いオスジカの写真が撮影された（写真3-1）（辻野 2009）。この結果、生息分布域はほぼ全県下に広がってきたと推定された。

3.3.2 現地調査

2004年：塩尻市内で空白地区と考えられていた塩尻市南部及び西部で調査を行ったところ、塩尻



写真3-1 栄村秋山郷で撮影されたシカ
（辻野亮氏撮影）

市南部の上西条と西部の小曾部で、ミツバウツギ及びハイヌガヤの枝葉部と主幹部が被害を受け、ウリハダカエデ、ミズキなどで主幹部の幹剥皮被害が見られた。さらに、両地域でシカが目撃され、塩尻市全域でシカの生息を確認した。

2005年：大町市中綱、大町市乳川谷、松川村神戸原など、これまでシカの生息が知られていなかった北アルプス山麓地域でも、シカによるヒノキやイチイなどの枝葉食害やミズキ等の幹剥皮が発生しており、2004年の聞き取りで情報があつた白馬村野平でもドイツトウヒなどの剥皮が観察され、北安曇郡内もほぼ全域が生息地域と判断された。

2006年：木曾町開田末川及び西野で、シカによるヒノキやイチイなどの枝葉食害やミズキ等の幹剥皮が発生しており、南木曾町、木祖村に加えて開田高原でもシカが観察されたことで、木曾谷のほぼ全域でシカが生息していると判断した。

2007～2008年：長野市戸隠、長野市飯綱、上田市真田菅平、坂城町、白馬村などで、リョウブやヤナギ、カエデなどの広葉樹に主幹部の剥皮被害が確認された。

3.4 まとめ

これまでに確認されている分布図に今回の結果をあわせて検討すると、過去に分布が無いと考えられていた木曾地域や北アルプス周辺、北部の多雪地域でもシカが目撃情報や幹の剥皮被害が発生しており、現在長野県全域で、シカが生息していると判断された。

4. ニホンジカ生息調査法の改良, および生息状況の推移

4.1 目的

長野県特定鳥獣保護管理計画では、5年ごとに区画法(米田ら1996)による生息状況調査が行われ、県下全域の生息密度が推定されている(長野県2001, 長野県2006)。シカの生息数は地域や環境によって異なっており、より効果的に個体数を低減させるためには、地域ごとに個体数を把握する必要がある。

特定鳥獣保護管理計画で実施している区画法では、調査者の見落としが多く、生息数を過小評価しやすいことや、調査に慣れた多くの調査者を必要とする(三浦1999, 池田・岩本2004)ため、地域ごとの詳細な調査は困難である。

区画法以外の個体数の推定方法としては、糞粒法、スポットライトセンサス法が考えられる。

糞粒法は、シカの糞を数えて個体密度を推定する方法で、個体そのものと異なり、糞は移動しないため、区画法よりも精度が高い(池田ら2004)とされるが、糞が分解されるまでの期間を正確に把握する必要がある。しかし、糞が分解されるまでの「消失速度」は、標高、植生、土壌水分、分解者の有無などの環境条件により異なる(池田・岩本2004)ため、県土が広く自然環境も極めて多様な長野県では導入が難しい。

スポットライトセンサス法(米田ら1996)は、夜間にライトを照射して個体数を視認する方法で、技術的には容易である。本法ではライトの照射範囲だけが調査範囲となることから、生息密度を計算することは出来ないが、継続して調査をすることで、個体数の増減傾向を把握することが可能である(梶ら2006, 北海道2000)。しかしライトセンサス法では、シカが下を向いて採食している場合などには目の反射がないため、個体の見落としが生じるなどの問題点がある。これらの改善には、赤外線スコープの利用(米田ら1996)が有効と言われるが、機材が高価であるため導入が難しい。また調査時に多頭数が一斉に移動するような場合には、個体数のカウントが難しくなるばかりか、雌雄の識別や個体の大きさの判別などが困難である。

これらの問題点を改善するため、赤外線夜間撮影モードのあるデジタルビデオカメラ(以下DV Cとする)を利用し、ライトセンサス法の改良を行うとともに、シカが増加傾向にあると考えられる塩尻市東山地域で生息調査を実施した。



図4-1 調査地域位置図

4.2 方法

4.2.1. 調査地域と調査期間

調査地域は、長野県中部に位置する塩尻市東山地域(鉢伏山から高ボッチ山までの西側斜面)とし、ライトセンサスの調査区域は、塩尻峠～塩尻インターチェンジまでの国道20号線と、崖の湯から高ボッチ・鉢伏山稜線にいたる塩尻市・松本市境の間とした(図4-1)。

本地域では、2001年8月に鉢伏山荘周辺でシカの採食によりニッコウキスゲの個体数が減少している(市民タイムス記事)ことが報告されている。また、同年12月には塩尻市片丘にある長野県林業総合センター構内でもシカによるアカマツなどの樹皮剥皮被害(角こすり、樹皮採食)、苗木の枝葉食害などが初めて確認され、シカの生息密度の増加が示唆されていた。

調査ルートは、耕地が広がる標高750mの山麓部から、森林地帯の中腹部を抜け、放牧地や草原が広がる標高1600mの山頂部までの延長35kmを対象とした。積雪期は通行止めのため、山麓部のみの約15kmのルートとした。

調査は、2003年6月から2008年3月まで月1回以上継続して実施し、2008年4月からは、4半期に1回以上継続して実施した。なお、2003年4,5月は、調査方法の試行として山麓部のみの調査を行った。

また、自動車による調査ができない場所での本法の活用を検討するため、2006年11月に松本市入山辺の森林内に設置された林業用モノレールからの調査実験を実施した。

4.2.2. 使用機材

ライトセンサスでは、照射した光に反射する目

などでシカを把握するため、利用するサーチライトは充分な光量を必要とする。またライトセンサスは自動車で移動することから、自動車用の12V電源または持ち歩きができるバッテリーを主電源とすることが望ましい(米田ら1996)。そこで、40万カンデラの光量を持つサーチライト(BRINKMAN Q-BEAM Bigmax)および専用バッテリーを用意した。

シカを確認し映像を記録する機材は、赤外線夜間撮影モード付きのDVC(SONY DCR-TRV18, およびDCP-C300)を利用した。視認位置の記録には、夜間で地形図による位置確認が難しい場合が多いことから、ハンディGPS(GARMIN GPSMAP76J, またはGPSMAP60CSx)を使用し、アンテナの感度を安定させるために車外アンテナ(GA27C)を使用した。

4.2.3. 調査方法

調査は夜間、普通乗用車に2~3人が乗り、進行方向の左右でサーチライトを照射しながら低速(約5~10km/時)で走行する方法で行った。サーチライトに反応したシカの目の反射やシカの個体を肉眼またはDVCのモニターで視認して個体数を記録した。DVCで視認したシカは、瞬時に移動された場合を除き、極力ビデオ撮影により映像記録を残した。

調査は、オス(角の分枝数で分類)、メス、コドモ等、性別や年齢が判定できた場合は性別、年齢別に個体数を記録し、判定できなかった個体は不明個体として個体数のみ記録した。DVCによる撮影を実施した場合は、ビデオを再生して視認数を補正した。さらにシカの視認位置を、ハンディGPSで記録するとともに、視認時刻、視認位置からシカまでの距離も目測で判断して記録した。

4.3 結果と考察

4.3.1. ニホンジカの視認状況

2003年4月から2009年3月までの調査結果を図4-2に示した。調査はのべ69回実施し、すべての調査でシカが視認できた。調査時の最多視認頭数は、2008年4月の441頭であり、最少視認頭数は、2003年12月の9頭だった。

時期ごとのシカの視認状況をみると、調査期間を通じて、春にあたる4~5月の視認数が多く、ついで夏期および秋期で、狩猟期の12月、1月が極端に少なかった。

4~5月に視認数が多かった原因は、調査地内は落葉樹と草本類が多く、落葉期(12~5月)の見通しがよく、夏から秋(6~11月)が見にくかったためと考えられる。

なお、視認性のよい時期でも狩猟期にあたる12~1月は、視認数が非常に少なかった。調査地のうち、年間を通して調査を行っている山麓部は可猟区であることから、この時期の視認数の低下は、狩猟による影響と判断した。

今回の結果から、調査には、視認性が良く狩猟期間外の春期が良いと考えられた。

調査経路中には森林のほか、農地や草地を含んでいたが、鉢伏山及び高ボッチ山の山頂に広がる自然草原と、畜産試験場、高ボッチ牧場を始めとする牧草地で、20~100頭程度の採食集団が確認された。一方、森林内では、オスの単独個体、メス、コドモの2~6頭程度の小集団が散在して確認された。これは、シカが草本類を好んで採食し、逃走避難箇所である森林に隣接した草地を好んで利用する(三浦1999)ことと一致し、牧場などにエゾジカが多数に侵入し、牧草を採食している(梶

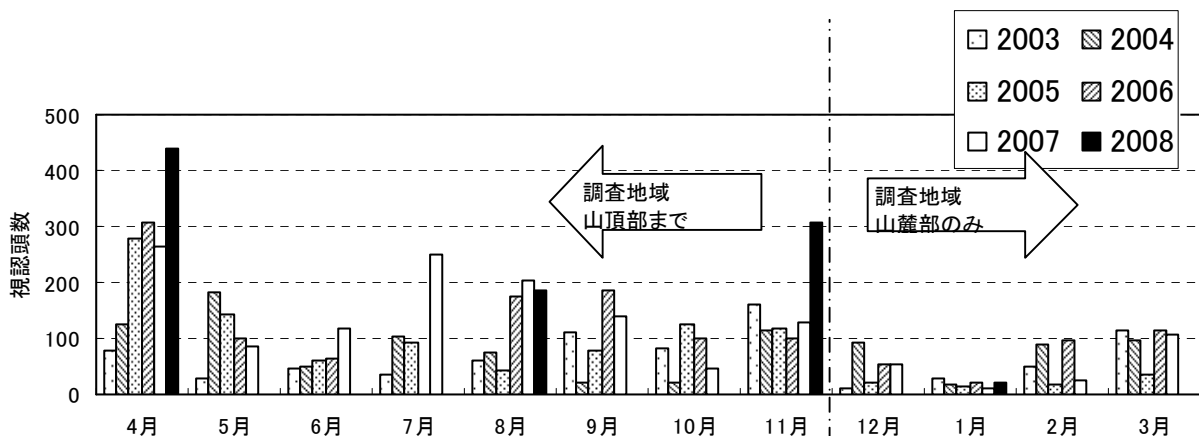


図4-2 塩尻市東山地域におけるシカライトセンサス視認頭数の月別推移(2003~2008年度)

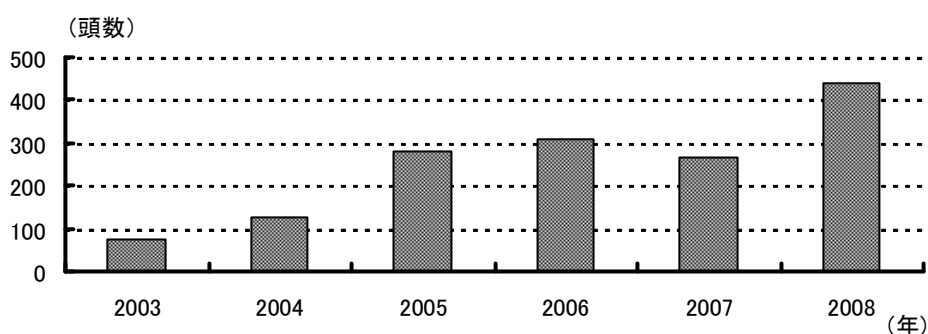


図4-3 塩尻市東山地域における春期(4月)のニホンジカ視認頭数の推移

表4-1 デジタルビデオカメラ(DVC)視認に対する目視のシカの見落とし率

視認距離	100m未満	100m	150m	200m
平均見落とし率 (範囲)	8% (0~22%)	54% (22~100%)	33% (15~47%)	70% (39~100%)

見落とし率: (DVC視認数-目視数)/DVC視認数×100

ら2006)とする北海道の事例とも共通していた。

4.3.2. シカ個体数の変動状況

年ごとの視認数の変化をみると、調査を開始した2003年には、春期と秋期に多く、冬期は少なかった。その後、春期、夏期、秋期の視認頭数は年々増加傾向がみられた(図4-2)。見通しが良く狩猟期間外である春期(4月)の視認数の変化をみると5年で3倍以上の増加であり、シカの生息数が急増していると判断された(図4-3)。

シカは、冬季に餌資源が乏しくなるために、当歳個体(コドモ)の死亡率が高い(高槻2006)が、視認されたメス個体の多くにコドモが付随していたことから、調査地域内の食物環境は良好で、冬季の栄養状態も良好と考えられた。

なお現地での観察で、牧草地などの草地は、開放環境にあるため融雪が早い傾向があり、積雪の多寡によって時期が多少異なるものの、春先の調査ではシカが牧草地などの草地で集中的に利用している姿が確認できた。百瀬ら(2006a, 2006c)は、調査地域内にある長野県畜産試験場構内の草地で、シカの採食が牧草収量に与える影響を調査した結果、初夏に刈り取りが行われる一番草の収量が、対照区に比べて採食区では50%以下まで低下することを確認した。

これらのことから、調査地域のシカは、餌資源の少ない春期に牧草地などの人工草地が利用できることで、栄養状態が悪化せず、個体数が増加する要因の一つになっていると考えられた。

4.3.3. ビデオカメラ利用の効果

4.3.3.1 視認個体数の見落としの改善

DVC利用で確認した頭数に対して、目視で視認できなかった頭数の割合を「シカの見落とし率」として評価し、調査時の平均見落とし率を、視認個体までの距離別に比較した(表4-1)。視認個体までの距離が100mまでであれば、多頭数が移動していた場合を除き、DVC利用と目視の視認頭数には差がみられなかった。しかし、100m以上では、デジタルビデオ利用の視認頭数が目視に比べて多かった(t-test, $p < 0.05$)。

DVC利用では、ビデオカメラに付属しているズーム機能、および赤外線夜間撮影モードにより、下を向いて目が反射しなかった個体や、前面の個体に重なっている個体など、目視では確認できなかった個体が視認でき、視認頭数の差につながった(写真4-1, 4-2)。

視認環境別に整理すると、目視では100m以上となると森林内で多くの個体を見落とし、草地などの見通しの良い箇所でも、見落としが発生した。200m程度の距離では、見通しの良い草地でも目視では確認できず、DVCのみで確認できた個体があった。

このことから、DVC利用を100として、目視でどの程度の個体を見落とししているかを次式により算出した。

$$\text{見落とし率} = (\text{DVC視認数} - \text{目視数}) / \text{DVC視認数} \times 100$$



写真 4-1 多数頭が移動している例
(塩尻市長畝)



写真 4-2 集団で採食している例
(長野県畜産試験場 2003 年)

この式によると、100mまでは、平均見落とし率が8%であったが、100m以上では45%と、かなりの個体を見落とす危険性があることが明らかになった(表4-1)。

草地などで多頭数(20頭以上)の採食集団が移動した場合(写真4-1)は、100m未満の距離でも目視では個体の見落としが発生して、正確な頭数把握が困難だったが、ビデオ撮影を行い、コマ送りで再生させることで正確な個体数を把握できた。

4.3.3.2 雌雄判別、個体サイズ判別の改善

目視では50mを超えると目の反射以外には識別が出来ず、雌雄ならびに個体サイズ(成獣・幼獣)の区別が難しかったが、DVCのズーム機能を用いることで、見通しが悪い森林環境であっても、100m程度までは角の有無や分枝数、個体サイズの大小が判別でき、調査精度が向上した。

採食集団が移動し、近距離でも見落としが発生するような場合でも、視認頭数の補正同様に、ビデオ再生によって角の有無や個体サイズの判別が出来た。

しかし、150mを超える距離では、使用したサーチライトの光量が不足し、角があるかどうかを判断することが出来なかった。

4.3.3.3 ビデオ映像の資料利用

調査時に視認個体をビデオ撮影したことで、これらの映像とGPSによる視認位置を重ねることで、調査地域のシカの生息状況が視覚的にわかりやすく説明可能となった。撮影した映像は写真として取り込み、研修資料や被害対策の資料などにも活用され、シカの生態を紹介する事例としてビデオ映像を紹介することもできた。

長野県畜産試験場では、調査で撮影した映像を確認(写真4-2)することで、想像以上の個体数が侵入し、牧草を採食していることが確認され、シカによる牧草採食の影響把握を進めることにつながり、電気柵で防護するための予算措置が講じられた。

このように、DVCを併用したスポットライトセンサスは、映像を記録することで、目視視認が出来ない場合でも、現地調査の結果を補正でき、野生動物の調査に習熟していない人でも、調査が可能になることに加えて、撮影した映像を活用することで被害実態の周知にも効果があった。

4.3.4 林業用モノレールの利用

林業用モノレールからの本法による調査実験では、モノレール運転時の騒音が、自動車に比べてかなり大きく、シカはモノレールから離れていた。このため、自動車による調査では数メートルの距離で視認でき、ライトを当てても立ち止まっている場合があるのに対して、モノレールでの調査は、50m以上離れた場所でしか視認できず、視認できたシカもすぐに逃走し延長2kmのモノレールからの視認頭数は、6頭にとどまった。加えて、モノレール沿線にはササなどの常緑性の下層植生が発達した場所もあったため、視認性は悪く、ライトセンサス調査の習熟者以外はシカを視認できなかった。

林業用モノレールは、騒音が大きいためシカが逃走しやすいなど、乗用車による調査に比べて難しいことがわかった。

4.4 まとめ

夜間撮影機能付デジタルビデオをライトセンサス法に利用することで、シカの見落としが低減され、雌雄判別が容易となり、地域で実施する生息状況モニタリングに有効だった。

また実際に調査を行った塩尻市東山地域ではシカの生息数が急増していることも明らかとなった。

5. 森林被害と生息個体数との関係

5.1 目的

シカの生息域が全県に拡大している現在、県内の森林管理は、シカの存在を前提にすすめる必要がある。植物の中にはシカの嗜好性が低い植物がある（高槻 1989）が、嗜好性の順位は明らかではない。とはいえ、毒を有するいくつかの植物を除けば、すべての植物がシカの餌資源となりうる（三浦 1999）ため、シカの嗜好性が低い植物を植栽しても食害を受けない保証はない。

一方で、シカの嗜好性が高い植物に注目して、食痕などの痕跡からシカの利用状況を把握できれば、シカの生息密度を推定する事が出来るのではないかと考えた。

そこで、シカの餌資源として重要で（高槻 2006）、冬期の主要な餌資源であるササ類に着目した。ササ類は長野県内に広く分布（清水 1997）し、シカが侵入すれば採食される（三浦 1999, 高槻 2006）ので、県内のシカの分布域や生息密度の指標として適するのではないかと考えた。そこで、長野県が実施した区画法による生息密度（長野県 2006）と、ササ類の食害程度との関係を検討した。

また、生息密度を計算することは出来ないと言われる（梶ら 2006）スポットライトセンサス法と、シカによる森林被害との関係を調べるため、4章で行ったスポットライトセンサス法で得られた視認頭数の大小と、森林被害との比較を試みた。

5.2 ササの食害程度から見たシカ生息密度とヒノキ食害程度との関係

5.2.1 目的

2003 年度に長野県が区画法による生息密度調査を行った地点（長野県 2006）の周辺を対象として、ササ類の食害状況を調査し、区画法による推定個体密度との関係を検討した。あわせて、県内で近年最も植栽されているヒノキの食害との関係を調査し、生息密度と森林被害ならびに林業被害との関係を明らかにした。

5.2.2 方法

県内で、シカの生息密度が高い所から低いところまでが含まれるように 30 地区を選定し、調査を行った。それぞれの地区内を広域的に踏査し、ササ類が生育していた 30 点前後の場所

に、5×5m の方形枠を設け調査プロットとした。調査プロットでは、ササ類の種名、平均桿高、植被率、食害強度の 3 点を調査した。そして、健全な場合を 100 として指数化したものを健全度と位置づけ、次式により「ササ類健全度」を算出した。

$$\text{ササ類健全度} = (\text{平均桿高健全度} + \text{植被率健全度} + \text{食害強度指数}) / 3$$

平均桿高健全度：平均桿高は、枠内に生育しているササの平均的な高さとした。平均桿高健全度の算出にあたっては、平均桿高 100cm 以上を健全と見なし、健全度 100 とした。以下は、比例配分により指数化した。ミヤコザサ節のササ類については、健全に成長していても 100cm には満たないことから 50cm 以上を健全と見なし、以下については同様に比例配分させた（表 5-1）。

植被率健全度：植被率は、枠内におけるササ

表 5-1 ササ類の桿高ならびに植被率健全度の判定基準

ササ類の桿高(cm)			ササ類の植被率 (%)	植被率健全度
ミヤコザサ節以外	ミヤコザサ節	桿高健全度		
100以上	50	100	100	100
90	45	90	90	100
80	40	80	80	100
70	35	70	70	87.5
}				
20	10	20	20	25
10	5	10	10	12.5
0	0	0	0	0

表 5-2 ササ類の食害判断基準

食害強度	ササ類の食害状況	食害程度指数
0	食害が認められない	100
1	食害がわずかに認められる	80
2	遠くで見ても食害が目立つ	60
3	食害で、葉が小数団で残るだけ	40
4	葉がわずかに残りほとんど食害されている	20
5	枯死	0

類の植被率を目視により測定した。健全なササ類の植被率は80%以上とし、以下比例配分させて健全度を算出した(表5-1)。

食害強度健全度: 食害強度については、表5-2のように、食害が認められないものから枯死しているものまで6段階とし、それぞれに対して食害程度指数を与えて指数した。

調査地全体の値は、各地点での「ササ類健全度」の平均値とし、調査地における森林及び林業被害との関係を検討した。

5.2.3 結果と考察

5.2.3.1 食害強度のササ種類別比較

調査で確認できたササはササ属チシマザサ節のクマイザサと、ミヤコザサ節のニッコウザサならびにミヤコザサ、スズタケ属のスズタケの4種類だった。このうちクマイザサとスズタケでは、食害強度が高くなるにつれて、植被率及び桿高が低下していた(図5-1)。一方、ミヤコザサ節でも、食害強度が高くなるにつれて桿高

および植被率は低下していたが、スズタケ・クマイザサに比べて相関関係は低かった(図5-2)。ササ類がシカにとって主要な餌資源となるのは、他の植生が乏しい冬期で(高槻2006)ミヤコザサ節は、冬芽が地下にあるため冬芽が地上部にある他のササ類に比べて食害による影響を受けにくい(小林・濱道2001)ことから、今回の差になったと判断した。

5.2.3.2 「ササ類健全度」と林業被害との関係

「ササ類健全度」と、調査地点に近接する区画法におけるシカ生息密度との関係を図5-3に示した。シカの生息密度が高くなるほどササ類の健全度が低下しており、特にシカが森林に被害を及ぼすとされる5頭/k㎡以上では、ササ類健全度は75以下に低下していた。この結果から、ササ類健全度を用いれば、シカの生息密度がある程度推定できる判断できた。ただし、シカの生息密度が低い地域ではバラツキが大きく、課題が残った。

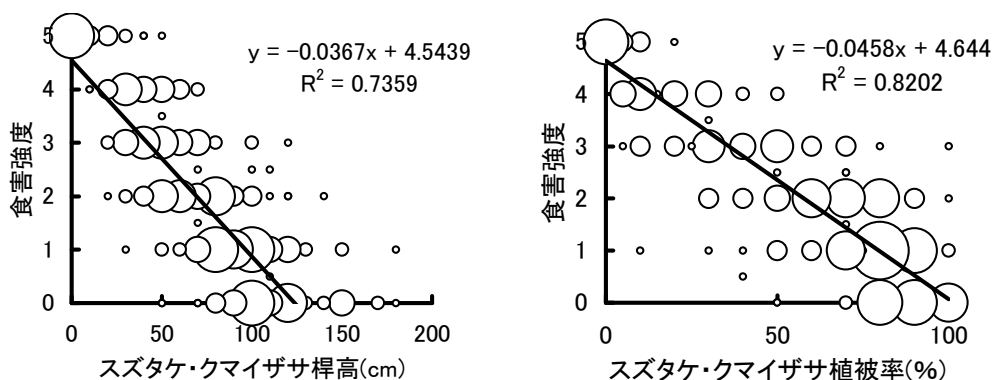


図5-1 スズタケ・クマイザサの桿高(左)及び植被率(右)と食害強度の関係

図中の○の大きさは調査地点数の大小を示す(Max=118, Min=1)

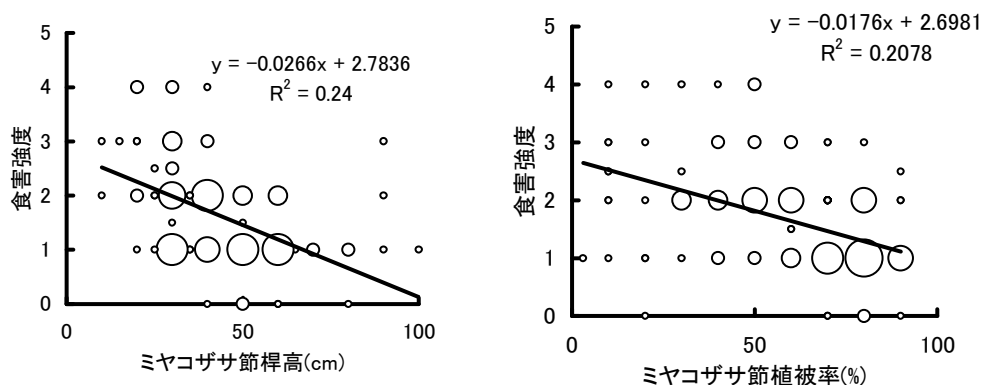


図5-2 ミヤコザサ節の桿高(左)及び植被率(右)と食害強度の関係

図中の○の大きさは調査地点数の大小を示す(Max=36, Min=1)

ササ類健全度を指標として、林業被害との関係を見るため、クマイザサとスズタケを指標として近年県内で最も植栽されるヒノキの枝葉食害との関係を見たところ、ササ類健全度がほぼ100に近いところを除いて、ヒノキの枝葉食害がみとめられた(図5-4)。つまり、シカが生息している地域ではヒノキの枝葉食害が発生するといえた。

一方、シカの被害で最も深刻なのが、幹の剥皮被害である。樹皮が剥皮されると、剥皮された箇所から腐朽菌が侵入し材質劣化を引き起こす場合がある(岡田1999, 近藤・宮崎2003)。そこで、ヒノキの幹剥皮被害の発生状況と、ササ類健全度との関係を整理したところ、ササ類健全度が75を下回ると、幹剥皮被害が発生していた(図5-5)。

シカが、下層植生を徹底的に食害すると地上

高1.8m以下の植生がほとんど失われた「ディアライン」と呼ばれる状態(三浦1999)になる。ディアラインの形成状況とササ類健全度を見ると図5-6のように、ササ類健全度が50を下回れば、ディアラインが形成されていた。

今回の結果から、ササの健全度を指標とすることで、ヒノキを中心として森林被害の発生が推定でき、長野県内においてヒノキを植栽した場合における主幹部剥皮被害の発生も予測出来ると考えられた。

5.4 シカ食害調査

5.4.1 激害地での嗜好性調査

5.4.1.1 目的

シカの食害には嗜好性があると考えられている(高槻1989)が、長野県内の森林に生息するシカがどのような樹種を好むのかはわからない。

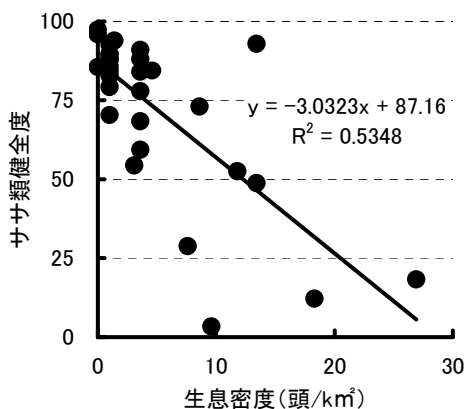


図5-3 シカの生息密度とササ類健全度の関係

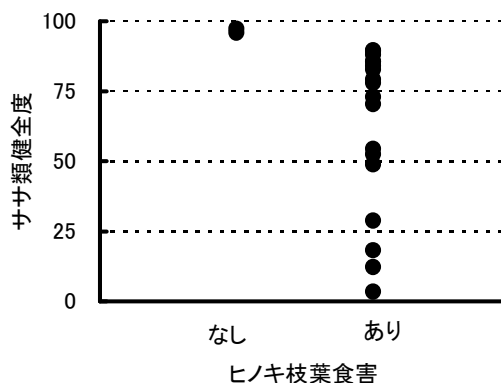


図5-4 ヒノキ枝葉食害とササ類健全度の関係

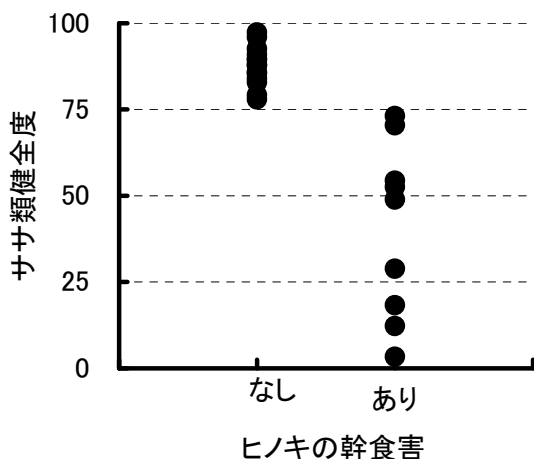


図5-5 ヒノキ幹食害とササ類健全度の関係

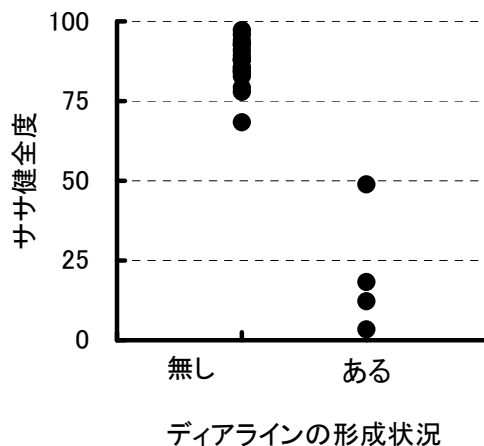


図5-6 ディアラインの形成状況とササ類健全度の関係

そこで、シカの被害が顕在化して問題となっている大鹿村を対象として、上層木が異なる林分が隣接している箇所では樹種別の被害率を調査し、激害地におけるシカの嗜好性を検討した。

5.4.1.2 方法

2004年9月にシカ食害の激害地である大鹿村下青木地区で、40年生以上のスギ林、ヒノキ林、カラマツ林、アカマツ-広葉樹混交林、モミ・ツガ・広葉樹混交林あわせて約2haを対象とした。調査は林分内に成立する立木を対象として、スギ・ヒノキ・カラマツの植栽木3樹種のほか、直径4cm以上の天然性樹木24樹種をあわせて468本で、樹種別に被害の発生状況を確認した。

加えて、スギ林とヒノキ林については、2005年10月に大鹿村の南に位置する上村大平(現飯田市上村)にある人工林でも調査を行った。

5.4.1.3 結果と考察

調査の結果、表5-3に示すとおり25種215本に剥皮被害や角こすり被害が確認され、被害率は樹種ごとに異なっていた。

ヒノキ林：主軸の枝葉食害や主幹部の剥皮食害が発生し、被害率が97%と立木のほぼ全てが剥皮されていた。

スギ林：林内に角こすりの被害木を1本見ただけで、ほとんど被害が発生しておらず、被害を受けにくい樹種といえた。

カラマツ林：角こすり被害と幹の食害をあわせて61%の立木が被害を受けていたが、枯死したものは認められなかった。

アカマツ-広葉樹混交林：主幹部の食害や角こすり被害がアカマツで15%、ミズナラ51%など林内に成立している全ての樹種で立木の被害を確認しており、アカマツ、ミズナラ、ミヤマザクラは幹の食害により全周が剥皮され枯死している立木も認められた。

立木の被害程度を見ると、アカマツ及びカラマツでは角こすりと幹剥皮食害の2種類が認められたが、ヒノキでは角こすりが認められず全て幹剥皮食害であり、樹種による違いが認められた。

一方広葉樹類では、調査本数の少ない樹種が多いものの、カエデ類やクリで被害率が高く、ミヤマザクラの被害率が低かった。

なお、上村大平(現飯田市上村)のヒノキ及びスギ人工林では、ヒノキは全て幹剥皮されていた。スギでは、角こすりだけでなく幹剥皮も

表5-3 立木へのニホンジカ被害発生状況
(大鹿村下青木地区)

樹種名	調査本数	被害本数	被害率(%)	被害内訳			*人天別
				枯死	幹剥皮	角こすり	
ヒノキ	93	90	97	3	89	1	人
イタヤカエデ	7	6	86	1	6	0	天
ウリハダカエデ	6	4	67	0	2	2	〃
クリ	8	5	63	0	3	2	〃
モミ	8	5	63	0	1	3	〃
カラマツ	23	14	61	0	7	8	人
イヌエンジュ	5	3	60	1	3	0	天
ミズナラ	63	32	51	1	26	6	〃
コナラ	10	4	40	0	3	1	〃
ツガ	25	8	32	2	5	3	〃
アサダ	16	5	31	0	3	2	〃
シラカンバ	16	5	31	1	4	1	〃
コバノトネリコ	13	4	31	0	4	0	〃
アズキナシ	8	2	25	0	2	0	〃
アカマツ	72	11	15	2	10	1	人
ミヤマザクラ	27	4	15	1	4	0	天
スギ	50	1	2	0	0	1	人
以下は調査本数が5本未満の樹種							
イチイ	2	2	100	0	0	0	天
ウラジロノキ	2	2	100	0	2	0	〃
バッコヤナギ	1	1	100	0	0	1	〃
ヤマボウシ	1	1	100	0	1	0	〃
ウワミズザクラ	4	3	75	0	3	0	〃
イヌブナ	2	1	50	0	0	0	〃
シナノキ	2	1	50	0	1	0	〃
チョウジザクラ	2	1	50	0	1	0	〃
ツノハシバミ	1	0	0	0	0	0	〃
ネジキ	1	0	0	0	0	0	〃
合計	468	215	46	12	180	32	

*注:「人」は人工植栽木、「天」は天然木を示す

認められたが、被害率が20%に留まり、大鹿村下青木の結果と同様で、ヒノキに比べてスギは被害を受けにくいと判断した。

5.5 ライトセンサス法によるニホンジカの出現頻度と森林被害の実態把握

5.5.1 目的

4章の塩尻市東山地域におけるスポットライトセンサスでは、高ボッチ山から鉢伏山頂にかけての山頂部では毎回のようによくのシカが間断なく見られ、個体数が多い区域と考えられる。

一方、東山山麓線などの山麓部では、毎回シカが視認できるものの、視認頭数は一部の牧草地を除いて、少ないことから、個体数は山頂部よりも少ないと考えられる。ところが、山頂部と山麓部の中間に当たる東山の中腹部では、シカを見る事が稀で、視認できても数頭以下と非常に少なかった。

このシカの視認頭数の結果から、塩尻市東山地域は、視認数が非常に多い山頂部と、ある程度生息する山麓部、ほとんど視認できない中腹部と大きく3区域に分ける事が出来る。そこで、それぞれの区域ごとに、これまでのスポットライトセンサスで平均的にシカが視認できた場所を対象として、立木の幹剥皮被害ならびにササ類の食害実態調査を行い、森林被害と区域別の出現頻度との関係を検討した。

5.5.2 方法

調査区域は、図4-1に示したライトセンサス調査ルートをもとに、図5-7のように3区分した。それぞれの区域で、シカが平均的に視認できた場所の周辺の森林内の1ha程度の範囲を歩き、範囲内に出現した樹高3m以上の樹木を対象として樹種と剥皮被害の有無を確認した。

なお、嗜好性の検討対象は、少数個体による影響を避けるため、区域内で5本以上の立木を確認できた樹種のみを対象とした。

5.5.3 結果と考察

5.5.3.1 区域別に見たササ類健全度との関係

調査結果を表5-4に示す。ササ類健全度は、生息密度を反映して、山頂部で低く、中腹部で高くなっており、生息状況に近似していた。

しかし、スポットライトセンサスでシカをほとんど見かけなかった中腹部でも、ササ類の健全度は、ディアラインが形成されはじめる75を下回っており、スポットライトセンサスの視

認頭数が少ないにもかかわらず、中腹部でのシカによるササ類の利用頻度は高いと考えられた。

一方、ササ類健全度が50に近い山頂部と山麓部では、林内の各所でディアラインが形成されていた。

中腹部では冬期間のライトセンサスを行っていないため、冬季の利用状況は判断できないが、山頂部が雪で覆われる冬期には、春から秋まで山頂部を利用している個体群が、中腹部まで積雪を避けて、中腹部のササ類を利用しているのではないかと考えられた。

5.5.3.2 区域別に見た立木被害率との関係

立木の主幹部の剥皮被害は、表5-4のとおりで、カンバ類の被害率が低く、大鹿村での結果(表5-3)と類似した。シカの視認頭数が多い山頂部では、ほぼすべての樹種が被害を受けていた。



図5-7 森林被害実態調査地位置図

表5-4 塩尻市東山地域におけるササ類健全度と立木剥皮被害率

場所	ササ類健全度	立木主幹部剥皮被害発生率 (数字は被害率%) 調査区域内に5本以上の立木があった樹種を対象)											場所の平均
		針葉樹					広葉樹						
		アカマツ	カラマツ	トウヒ類	モミ類	ヒノキ	スギ	カンバ類	カエデ類	サクラ類	ナラ類	ミズキ	
山頂部	50.8	11	28	84	80		4	88	37	43	100	95	52
中腹部	64.2	0	3	44	85	0	0	7	3	6	36	58	27
山麓部	56.8	0	4	38		11	0	0	50	14	6	41	14
全体	54.6	6	17	71	82	11	0	3	70	22	15	42	37

一方、山麓部でもカエデ類やミズキ、トウヒ類（ドイツトウヒ）において被害が多く認められたが、山頂部より被害率は低かった。なお、山麓部の調査ではアカマツ及びスギで被害が認められなかったものの、同じ東山地域の山麓部に位置する長野県林業総合センター構内でアカマツやスギの被害発生を確認している。

また中腹部では、山麓部でも被害が多く認められたトウヒ類やミズキなどに同程度の被害が発生していた。さらにモミ類(ウラジロモミ)やリョウブも被害率が高かった。特に、ウラジロモミは中腹部で147本認められたが、125本が幹剥皮や角こすりの被害を受けており、激害化していた。

中腹部ではヒノキの幹剥皮は確認されず、山麓部でもヒノキの幹剥皮よりもカエデ類や、ミズキ、リョウブ、モミ類、トウヒ類などで被害率が高くなっていった。

こうしたことから、シカは、ヒノキよりも、トウヒやモミ類、ミズキ、リョウブと言った樹種の主幹部を、好んで剥皮食害すると考えられた。

5.6 まとめ

冬季の餌資源として広く利用されているササ類の食害程度に注目して、県内各地で実施された区画法によるシカ生息密度の調査結果との関係を調べた。シカの食害に強いとされる（高槻2006）ミヤコザサ節を除くササ属及びスズタケ属の桿高、植被率、食害程度を指数化した「ササ類健全度」で評価したところ、生息頭数との間に強い相関があり、ササ類を指標としてシカの生息頭数がある程度推定できると考えられた。

ササ類健全度とヒノキの食害との関係を調べたところ、シカがいるところではヒノキの枝葉食害が発生していたが、ヒノキの幹剥皮被害は、ササが一定量食害を受けた段階で発生していた。

ライトセンサス調査で得られた視認数と、森林被害との関係を見たところ、視認数が多い場所ほど被害が多くなっていった。また、視認程度が異なる場所での比較から、シカはウラジロモミなどのモミ類やミズキ、リョウブなど特定の木本を好んで剥皮する傾向が観察された。一方で、シラカンバなどいくつかの種では、食害がほとんど無く、嗜好性に差が見られた。

しかし、シカの嗜好性は、地域によって異なる

事が考えられる。長野県内ではあまり顕著に認められないニセアカシアの幹剥皮が北海道では多数認められる（山田・真坂2008）ことが報告されており、県内でも、駒ヶ根市でヒノキとサワラの間で被害率が異なり、サワラを植えるとヒノキが食害されない（林業新知識、2004）と記載されたことがある。激害地である大鹿村では、ほとんど壊滅的になった林床にサワラだけが生残している事例が見られたが、立科町にあるヒノキとサワラの混交林分では、ヒノキ、サワラともに立木の50%程度が枝葉食害を受けており、樹種間で食害率に差が認められなかった。このようにシカの嗜好性に関しては、地域共通の要素がある一方で、地域差が存在する事も十分に考えられる。

嗜好性の検討を行うためには、出来るだけ多くの箇所、多くの情報を集めることが重要であり、今後更に検討することが必要と考えられた。

6. 防除対策

6.1 目的

シカによる被害を抑制するためには、個体数を減らすことが重要で、長野県は特定鳥獣保護管理計画を策定し個体数を低減するとしている（長野県 2001）が、個体数を減らすためには多くの時間と労力を要する。このため、個体数が低減するまでの間は、他の被害対策も行う必要がある。

また、5章で示したようにシカによる森林被害には、地域差が認められ、それぞれの地域の被害程度に適合した方策を講じることが望ましい。

森林被害の対策としては、防除したい区域全体を囲む「防護柵」や、植栽木など保護したい樹木だけを保護する「単木保護資材」の設置といった物理的な防除が一般的である（井上・金森 2006, 三浦 1999）。しかし、シカの侵入を物理的に防ぐ方法は、防除効果が高いものの、資材費が高く、設置に手間がかかるなどの問題点（江口ら 2002）が指摘され、より設置しやすく経費が安い対策が望まれている。

シカの防除方法としては、ほかに、化学的成分により食害を回避させる「忌避剤」などの各種対策（岡田・片倉 2001）が行われ、効果があるとされている（江口ら 2002, 井上・金森 2006）。

こうした防除対策も、「いろいろな対策を講じても効果が認められない」と評価されることもある（井上・金森 2006）。

そこで本章では、一般的に用いられ防除効果も高いとされるが、問題もあるとされる防護柵を対象として、1) 既存防護柵への侵入経路調査、2) 既存防護柵の設置効果調査、3) 既存単木保護資材の設置効果調査、4) 防護柵と単木保護資材との設置費用比較、5) 安価な簡易防護柵の開発とその効果検証の5点から研究を行い、防除対策を整理した。

6.2 既存防護柵への侵入経路調査

6.2.1 目的

防除したい区域全体を柵で囲む防護柵は、物理的にシカの侵入を妨げることができるため、効果は高い（田村 2009, 江口ら 2002）。しかし、設置された柵に何らかの不備があれば柵内に獣類が侵入することがある。今回、長野県内で柵内にシカが侵入しているとの情報が何カ所かで

寄せられたので、現地調査を行い、その対策を検討することでシカに侵入されにくい柵の構造を検討することとした。

6.2.2 方法

調査は、佐久地域と、下伊那地域で行った。両地区とも林業改良指導員などからの情報でシカが侵入された現地を訪れ、食害状況および周辺の痕跡調査などから侵入経路の特定を試みた。

6.2.3 結果と考察

6.2.3.1 佐久地域

2005年7月にシカ食害の情報を得た佐久市及び佐久穂町内に設置された防護柵を調査した。

佐久市の防護柵は、柵に使用した網材の継ぎ目が不良で、大きな穴が空いており、その穴からシカが侵入していた。

佐久穂町の防護柵は、森林脇の畑の周囲に設置されていたが、柵の下にアンカーなどが打たれていなかった。このため柵の下部からは簡単にシカが首を柵内へ入れることができたと考えられ、柵から首が届く50cmほどの範囲が集中的に加害されていた。しかし、柵内に個体が侵入した痕跡はなく、畑の中央部までは被害が及んでいなかった。

6.2.3.2 下伊那地域

2004年10月にシカの被害が激しい上村（現飯田市）の2箇所（事例1及び2）で、柵内にシカが侵入して加害されたとの情報があったことから、両箇所を調査した。

事例1：ステンレス線入り合成樹脂ネットを用いた柵だったが、沢を横断する形で柵が設置されていたため、上流から流下した土砂が柵の下部を埋め、柵の高さが本来の柵高1.8mの半分の90cmとなっていた。足跡などの痕跡を見るとこの箇所から多数のシカが侵入しており、土砂で柵高が低くなったことが侵入原因と推定した。さらに周囲の数カ所で柵の一部に穴が空いており、柵の穴から柵内へと足跡が伸びていた。柵の穴はシカのツノなどが引っかかることでできたと考えられた。

事例2：金属製ネットの柵（設置高：2m）で、周囲を完全に囲んだもので、穴や設置高が下がっている所もなく、柵内に侵入するのは難しいと考えられた。しかし、柵の周囲を丹念に観察したところ、柵上部の一角に隣接した岩の上から柵内に飛び込んだ痕跡が認められた（写真6-1）。柵は岩を避けて、植栽地の形状に沿って

設置されていたが、岩の上に登ると柵までの距離は 50cm、柵との高低差も 1m 以下となっており、侵入経路となったと考えられた。



写真 6-1 柵外にある岩から侵入した事例

6.3 防護柵設置効果試験

6.3.1 目的

防護柵設置による食害防止の効果を調べるために、2003 年に松本市入山辺と、長野県林業総合センター構内に設置した防護柵で、設置から 3 年後の 2006 年に植生調査を行い、柵の設置による植生の変化を調べた。

なお、林業総合センター構内に設置した柵では、上記の調査にあわせて柵の内外で、現存量調査も実施し、種組成だけでなく、現存量の違いも検討した。

6.3.1.2 方法

入山辺は、イヌブナ等の高木性広葉樹が下層に数多く成立しているカラマツ人工林(41 年生)を調査地とした(表 6-1)。ここではカラマツ単層林から針広混交林への誘導を目的として、下

層に成立している高木性広葉樹の成長促進を目的とした本数調整伐の実施後に、防護柵(30×30m)を設置した。

一方、林業総合センター構内では、2001 年以降、構内林地の下層に最も多く自生しているヤマウルシが頻繁に食害され、下層植生への影響が危惧された。そこで、下層植生の変化を調べるために、ヤマウルシが密生するアカマツ林内に 12.5m 四方で防護柵を設置した(表 6-1)。

調査では、柵の設置前に 1×1m の方形枠をランダムに 10 箇所設定し、枠内に発生していた高さ 2m 以下の下層植生の種ごとに種名と高さ、被度を測定し、全体の平均を調査地の平均とした。

防護柵設置 3 年後に、柵内と柵外で、事前調査箇所とは無関係に、1×1m の方形枠を各 10 箇所ランダムに設定し、事前調査と同様の方法で調査を行った。

なお、構内調査地では、3 年後の調査を行った調査枠で、植生調査終了後に枠内の植物の地上部をすべて刈り取り、器官別に分類したのちに 70℃で 48 時間以上乾燥させて、乾燥重量を求めた。

6.3.1.3 結果と考察

入山辺は、本数調整伐実施前(2003 年 7 月)の事前調査では、下層植生の植被率は 45%だった。ここでは調査後に本数調整伐が実施され、直後に防護柵を設置した。防護柵設置から 3 年後(2006 年 8 月)の調査では、施業前の植被率と比較して、柵外では植被率が低下していたが、柵内では大きく上昇しており、柵による防除効果が顕著に認められた(図 6-1)。

一方構内で、3 年後の柵内と柵外の植被率及び現存量を比較したところ、大きな変化は認められなかった(表 6-2)。

しかし柵外ではダンコウバイなどの木本類が減少し、ヒロバスゲなどのイネ科草本が増加す

表 6-1 防護柵効果試験地の概要

調査地名	場所	標高 (m)	上木	林齢 (年)	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均DBH (cm)	防護柵		
								設置年月	仕様	高さ
入山辺	松本市入山辺桧沢	1,300	カラマツ	41	800	21.0	24.8	2003/10	ステンレス線入り 合成樹脂ネット	2.0m
構内	塩尻市片丘狐久保	900	アカマツ	60	883	18.5	26.8	2003/9	合成樹脂ネット	2.0m

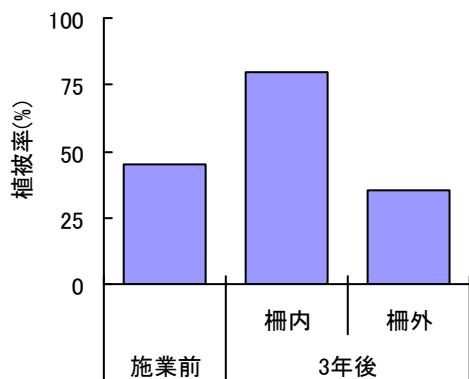


図 6-1 入山辺試験地での柵内外の植被率

表 6-2 林業総合センター構内試験区での防護柵内外の植生調査結果

	柵内	柵外
調査枠数	10	10
平均植被率(%)	69.0	75.5
平均植生高(cm)	117.5	119.0
現存量(t/ha)乾重	19.3	17.0

るなど、種組成で多少の変化が認められ、シカの食害により植生が徐々に変化していると判断

表 6-3 ツリーシェルター調査地

調査地名	市町村名	林班	標高	植栽方法	植栽樹種	施工資材	施工年	
南信濃川合	飯田市 (南信濃)	69	1050m	新規植栽	ヒノキ	ヘキサチューブ	H15	
					ミズナラ			
萱小屋	阿智村	26	1200m	カラマツ 樹下植栽	ヒノキ	ヘキサチューブ	H10	
水の手	飯田市	216	440m	新規植栽	コナラ	ヘキサチューブ	H15	
狐穴	長和町	33・39	1400m	新規植栽	カラマツ	ヘキサチューブ	H10	
東沢1		68	1050m		ヒノキ	ペットボトル4本継	H9	
東沢2		70	1100m		カラマツ 樹下植栽	ブナ	ウッドガード	H10
宮城		59	1050m		スギ	ヘキサチューブ	H10	
十ノ原		117	1400m		ブナ	ウッドガード改*1	H13	
巢栗	上田市	92	1300m	広葉樹 樹下植栽	カラマツ	ヘキサチューブ	H10	
					トウヒ			ペットボトル4本継

*1: ウッドガードを半分に切断して小さなサイズで施工した

された。

6.4 植栽木保護資材効果試験

6.4.1 目的

シカ食害防護資材の中には、植栽木をプラスチックパネル等で筒状に成型した「ツリーシェルター」と呼ばれる資材（以下、シェルターという）があり、10年ほど前から市販されている。

シェルターは、資材を苗木にかぶせることから、獣の食害を物理的に防ぐことが出来るだけでなく、下刈実施時の誤伐が少ないことや、シェルターの温室効果による成長促進にともなう、下刈り期間の短縮などの利点が報告されている（中川 1996, 矢部ら 2006）。県内でも植栽初期における獣類の食害防止に効果が確認された（竹内 1998）ことで普及したが、成長阻害があるとの指摘（廣沢 2002, 小山・岡田 2006）や、植栽木の形状が悪くなる（中村・網倉 1998, 明石 2002）との指摘もある。

長野県内では導入初期の調査（竹内 1998）以外に検討されていない。そこで、シェルターの設置から5年程度以上が経過した箇所を対象に、上小地方事務所管内と下伊那地方事務所管内で、2007～2008年に現地調査を行い、長期にわたるシェルターの設置効果を検討した。

6.4.2 方法

調査は、早期からシェルターが設置されていた上小地方事務所管内と、県南部の下伊那地方事務所管内を対象とした。調査にあたっては、治山台帳の記録および当時の担当者からの聞き取りにより、植栽とほぼ同時期にシェルターが設置され、現地調査が可能な9カ所を調査地とした(表6-3)。なお、調査地はすべてシェルター設置から5年以上が経過していた。

調査地では、シェルターが設置された植栽木を対象としてランダムに20~50本程度選び、シェルターの種類、樹高、シカによる食害の有無、現在の生育状況を記録した。

6.4.3 結果と考察

6.4.3.1 使用されたシェルター

調査地で認められたシェルターは、表6-3に示すように内径が概ね10cm程度の2製品で「ヘキサチューブ[®]」(六角柱型、(株)ハイトカルチャ)と「ウッドガード[®]」(四角柱型、信濃化学工業(株))であった。また、コスト削減の観点から使用済みペットボトルをつなぎ合わせて作成した(竹内1998)ものも用いられていた。

なお、「ヘキサチューブ[®]」を使用した事例の多くは白色の素材だったが、水の手調査地では茶色の素材が用いられていた。

6.4.3.2 生育状況

シェルターの効果調査結果を表6-4に示した。調査地内の植栽木には多くの形質不良木(健

全本数率5~49%)が認められた。形質不良となった原因は大きく分けて2種類で、シェルター内で植栽木の樹形に異常が生じていたものと、シェルターとともに植栽木が倒伏したものであった。

植栽木の樹形異常は、東沢、巢栗や、十ノ原、川合などで多く、ここではシェルター内部で主幹がループ状になったままの個体や、先端部のみが繰り返し枯死して多幹化してしまう個体など、シェルターから植栽木が外に抜け出せない状況だった。

東沢1で認められた梢端の多幹化したヒノキの樹形異常は、中村・網倉(1998)も記載しており、今回も同様の現象と考えられた。

なお、植栽木の平均樹高をみても、和田村狐穴のカラマツ(10年生:5.16m)を除いて成長不良だった。

とはいえ、シェルター設置木では、主幹や枝葉の食害により枯死したものは確認されず、シェルターを設置したことで獣害を防止することができるとしたこれまでの成果(矢部ら1998, 中村・網倉1998, 田村・中川2008)と一致していた。さらに、阿智村の萱小屋調査地には、シカによるヒノキの枝葉食害の発生本数率をシェルターの有無で調べたところ、無処理のヒノキは、76%(13/17)が枝葉を食害されていたが、シェルター設置木は8%(4/39)と少なく、シカによる初期の食害防止には効果があった。

表6-4 ツリーシェルターの効果調査結果

調査地名	樹種	平均樹高(cm)	調査本数	健全本数率	主な成長阻害要因	傾斜・倒伏本数率	資材の状況	設置からの経過年数(年)
川合	ヒノキ	137.6	20	5%	資材から抜け出せない	5%		5
	ミズナラ	148.1	30	10%		10%		
萱小屋	ヒノキ	184.7	39	49%	資材の倒伏	13%	ついたまま	10
水の手	コナラ	222.5	39	23%	資材から出たところで屈曲	56%		5
狐穴	カラマツ	516.9	40	25%	主幹部食害	35%		10
東沢1	ヒノキ	165.4	35	37%	樹形異常	17%	成長不良のためH18年に外す	11
東沢2	ブナ	85.9	20	5%	資材から抜け出せない	5%		10
宮城	スギ	95.2	47	11%	資材の倒伏	87%	ついたまま	10
十ノ原	ブナ	93.0	50	10%		26%		7
巢栗	カラマツ	187.2	40	18%	資材の倒伏・資材から抜け出せない	80%	ついたままであるが、外れた資材が登山道まで落下した	10
	トウヒ	115.6	32	47%		47%		

しかし、狐穴調査地では、幹が肥大成長することでシェルターとの隙間が無くなり、幹の肥大によりシェルターが破壊されていた。シェルターが壊れたことで、壊れた所からシカが角こすりや幹食害が発生しており、肥大成長に伴って獣害防止効果が失われてしまっていた。

シェルターの倒伏が主な成長阻害要因となった宮城や巢栗では、シェルターの支柱が補強されていたにもかかわらず、シェルターとともに、植栽木は倒伏していた。シェルターが倒伏した個体のうち一部は枯死したが、倒伏したシェルターの中で、斜面下部方向へ斜立しながら生存し、シェルターから抜け出たところから再度上方へと伸びている個体があった。

これらのことから、植栽木へのシェルターの設置は、獣害防止効果は認められたものの、成長不良個体が多数発生し、有効な食害防除方法とは認めがたかった。

6.5 防護柵と単木防護資材との設置費用比較

6.5.1 目的

シカの被害対策としての防護柵とシェルターの長所ならびに短所を、前項までに整理したが、実際に施工する場合には、資材費などの費用も検討する必要がある。

そこで、上小地方事務所林務課との共同研究（三澤ら 2009）により、小県郡長和町の保安林改良事業実施地で、施工経費を試算し植栽木の保護の手法を検討した。

6.5.2 方法

調査地は長和町にあるカラマツ林（面積 3.59ha、傾斜 25～30°）とした。当地では、カラマツ林の受光伐後に、針広混交林への樹種転換を狙ってトチノキ及びミズナラを植栽した（植栽密度 3,000 本/ha）が、数年間で植栽木の約半数がシカの食害などで枯死していた。

このため、補植を検討することとなったが、補植木に対するシカの加害を回避する必要から、区画全体を防護柵で囲んで物理的に獣害を防止する方法と、補植をせずに残存木のみを対象としてシェルターを施工して、残存木のみを確実に保護する方法の双方で施工にかかる経費の試算を行った。

設置する防護柵は、高さ約 2 m の金網柵としたが、柵内に何らかの原因でシカが再度侵入した場合に成立本数の確保が難しくなることから、

補植を行って区域内の成立本数を 3,000 本/ha とした。

一方、シェルターを使用した場合には、前項で成長に影響が出る場合があるものの、食害による枯損は認められなかったことから、現存する約 1,500 本/ha の植栽木のうち、成長および形状が良好な 1,000 本を対象として、シェルター施工すれば良いと判断し、こうした基準で試算した。

6.5.3 結果と考察

今回の条件による施工費用の試算では、シェルターの施工は約 480 万円、防護柵の施工は約 430 万円となった。シェルターの施工は、補植がなく、施工本数も当初植栽本数の 1/3 と少ない条件にもかかわらず、防護柵による施工に比べ約 50 万円高い結果となった。

今回の試算は、設置後の管理費用を含まない単純な比較であるが、シェルターの施工でも、通常植栽と同様に下刈の費用がかかることから、現在県内で多く用いられている防護柵の施工の方がシェルター設置より安価となると考えられた。

なお、上小地方事務所の聞き取りでは、シェルターの施工後、シェルターが倒伏したために定期的に現地を巡回し補修した事例や、倒伏したシェルターが調査地の下方にある登山道に転落して、産業廃棄物として処理せざるを得なくなった事例があった（三澤 2009）。また、シェルターの撤去費用がかさんだ事例もあり、シェルターを設置した場合でも、新たな管理経費が必要となることがあった。

6.6 簡易防護柵の開発ならびに効果調査

6.6.1 簡易防護柵の開発

防護柵は、適正に設置すれば防除効果がある一方で、費用がかさむことが問題である（井上・金森 2006、三浦 1999）。設置費用を下げる方法としては、専用に開発された資材ではなく、比較的安価な汎用品を用いる事が考えられる。

そこで、農業協同組合及びホームセンターなどで購入可能な資材を用いて、簡易防護柵を作成し、その効果を検証した。

6.6.2 方法

農業協同組合ならびにホームセンターで購入した農業用資材を用いた簡易防護柵の仕様を図 6-2 に示した。資材費は購入先により差がある

が、1mあたりの単価はおよそ350～500円と、標準的な資材単価の1/3程度だった。

この仕様の簡易防護柵を2002年から2005年にかけて松本市及び塩尻市の6箇所に設置した(表6-5)。塩尻市の高ボッチ牧場では強風に耐えられるように簡易防護柵の支柱をL字綱で補強したものを使用した。

防護柵の効果調査は、設置後から2006年度末まで定期的に行い、メンテナンスの必要性などを検証した。

6.6.3 結果と考察

6箇所に設置した簡易防護柵は、設置から2006年度末までの間、シカに網を噛み切られた事例や、支柱を倒すなどの物理的な攻撃を受けた形跡はなかった。

柵の周辺を踏査したところ、金網柵を設置した場合には、柵の周囲をシカが歩いて食害することが多いが、簡易柵の場合は、柵が緑色で目立つためか、柵の脇に寄りつくことは少なく、

柵を避けている雰囲気があった。

しかし、支柱と網を固定するパッカーが、強風などで外れることがあり、定期的な補修が必要だった。補修が遅れた場合には、パッカーが外れた地点からシカが柵内に侵入した事例があり、通常の柵よりも点検補修をこまめに行う必要があった。なお、月に1回程度の割合で補修を行っていた箇所では、シカの侵入をほぼ完全に抑える事が出来たことから、丁寧な保守管理が出来る場所では有効な手段であると判断できた。

なお、風が強い場所では、支柱として使用した直径20mmの園芸用支柱では強度が不足し、折損する場合があります。L字鋼の杭で補強した場合も、L字鋼の上部で支柱が折れてしまっていた。

また、簡易柵を延長400m以上の長さで設置した場合には、一箇所でもパッカーが外れるなどすると、柵のかなりの延長でネットが落下することが多かった。このため、大きな面積を簡易

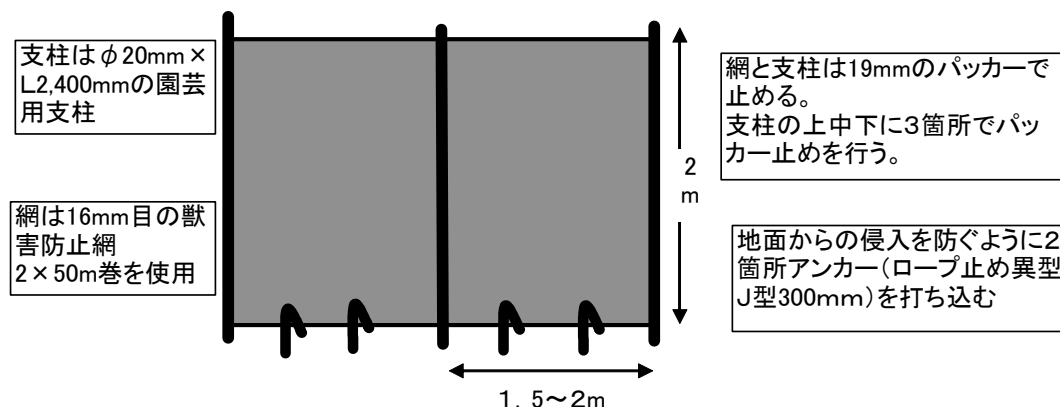


図6-2 農業用資材を用いた簡易防護柵の仕様

表6-5 簡易防護柵の設置効果

設置場所	植生	設置(年/月)	延長	備考	防除効果
松本市 本郷県有林	カラマツーヒノキ 二段林	2005/4	400m	杭の倒伏が激しいため、補強用として現地発生の丸太杭を5m間隔で入れた。	杭を補強することで、侵入を防止できた
松本市 入山辺県有林	カラマツーブナ 二段林	2004/12	450m	冬から春にかけてパッカーの落下が激しい。春先を主体に年数回の補修が必要。	補修が遅れると多少食害が出た
松本市 寿財産区	カラマツーヒノキ 二段林	2005/6	200m	月一度の巡視で数個のパッカーをつけ直す。巡視しない冬期でもパッカー落下は殆どなし。	食害わずか
塩尻市 林業総合センター	アカマツ天然林	2003/9	50m (3箇所)	年に一度程度パッカーが落下する	食害無し
塩尻市 林業総合センター	アカマツーブナ 二段林	2002/8	150m	台風などで高木の枝が落下するとパッカーが外れる	食害無し
塩尻市 高ボッチ牧場	牧草地	2005/11	200m	強風が予測されるため、高さ1m強のL字綱を補強として入れた。	L字綱の上部で支柱が折損したが、侵入食害は無し

防護柵で囲んでしまうと、補修がより大変になると思われ、柵の延長は200m程度までに留めることが望ましいと考えられた。

以上の事から、簡易防護柵は、補強が必要な場合があったが、シカの侵入を防ぐ意味では一定の効果があると判断できた。

6.7 まとめ

シカの防除を目的とする、既存資材の現状と課題を整理したところ、一般的に用いられている防護柵は、丁寧な施工および維持管理により、2m近くの高さを維持し、柵の下部が固定されていれば、シカの侵入がほとんどなかった。しかし、沢筋などの土砂が溜まりやすい地点や、岩などによって地表面がかさ上げされ、柵の上部との高さが1m程度になった場所では、シカが柵内に侵入した。

また、防護柵にシカがぶつかるなどの原因で、網に穴が空けば、シカが侵入した。

このことから、防護柵は設置時には沢や岩場など、将来の弱点となりうる場所を避けて施工することが望ましいといえた。

加えて、シカ防護柵を設置しただけでは防除効果を維持できず、保守点検を続けることが重要だった。

頻繁に保守点検が行えるような場所であれば、園芸用の支柱を用いた安価な農業資材を用いた簡易な柵であっても、効果が十分に認められたことから、防護柵は保守点検を行う事が極めて重要であるといえた。

また、単木を保護するプラスチックチューブ性のシェルターは、獣害防止の効果はあったものの、成長が不良となる事例が多く認められたことから、積極的な導入は控えるべきと判断できた。

7. 今後の課題

江戸時代から現代にかけて長野県内の文献資料から、シカの分布域や生息密度の減少には、人による防除対策と、特に皮革需要に伴う狩猟による捕獲が最も強く影響していることが示唆された。シカの被害対策として、長野県特定鳥獣保護管理計画で計画している捕獲による個体数低減は、適正な手法であることを支持できた。しかし、森林内に開発された草地の増加や、森林の成熟などのシカの増加要因とともに、狩猟人口の激減など、狩猟を取り巻く状況が厳しいため、現状の捕獲が今後の継続性に不安がある。そのため、効率的な捕獲技術の開発が重要度を増しており、大鹿村、伊那市などで実施されている牧場などを利用した大型捕獲柵による大量捕獲法などの検証を進めていく必要がある。

DVCを用いた改良ライトセンサス法は、調査が比較的容易なため、既にシカの個体数増加が問題となっている美ヶ原などの生息状況調査に利用されるようになった。また、シカの生息密度が低く、直接観察による調査が難しい場合でも、下層植生の食害状況や立木の剥皮被害状況、ササの食害程度などの痕跡による間接的調査でも、生息密度をある程度推定できる可能性が示唆された。

今後は、下層植生や立木の被害を詳細に検討して、森林被害程度の指標化を進めることが必要である。その上で、これらの間接法と、ライトセンサス法や区画法などの直接法を組み合わせ、シカの生息域の変化や生息密度の変動を指標化することができれば、被害対策を効率的に進めることが可能となる。

防護柵は、シカの侵入防止効果が再認識されたが、その効果を発揮するには、設置の際に注意すべき点が明瞭になった。また、保守点検は非常に重要といえた。

現在被害が拡大し、シカの生息密度が高い地域では、防護柵などの対策と捕獲による密度低減を適切に実施していくことが必要である。また、シカの生息密度がまだ低く、今後被害発生が予測される地域では、まず生息密度の上昇を抑えるとともに、早期から被害対策を進めておくことが重要であるが、被害が少ないだけに、所有者の防除意識が低く、比較的高価な防護柵などの対策を積極的に進めることが難しい。被害拡大を防ぎながら、より効率的に対策を推進

するには、地域に生息するシカの生息密度を理解した上で、所有者の負担ができるだけ少なくなるような対策をすすめることが必要である。

本研究で得られた成果の一部は、信州大学農学部ならびに長野県畜産試験場における試験研究課題に活用され、一部は当所との共同研究発表の形で日本草地学会（百瀬ら 2006a, 遠山ら 2007a）、北信越畜産学会（遠山ら 2007b）、関東東北陸農業研究成果情報（百瀬ら 2006b, 百瀬ら 2006c）に報告された。

最後になりましたが本研究を進めるにあたり、信州大学大学院農学研究科竹田謙一准教授および亀井利活氏、元信州大学大学院農学研究科遠山育氏、長野県畜産試験場 百瀬義男研究員、長野県林務部の関係各位、大鹿村役場、(独) 森林総合研究所永田純子博士には、現地調査ならびに技術的なご指導、ご協力をいただきました。また、前長野県歴史館市川健夫氏、(独) 森林総合研究所大住克博博士には、貴重な資料の情報提供をいただきました。これらの皆様以外にも多くの関係者にご協力をいただきましたので、この場を借りて深謝いたします。

本稿の執筆は、小山が 2, 3, 5, 6 章を、岡田が、1, 4, 7 章を分担した。

引用文献

- 明石信広(2002) ミズナラ苗木の初期成長におけるツリーシェルターの影響, 森林防疫 51, 108-111
- 千葉徳爾(1963) 伊那谷における猪・鹿の盛衰, 信州大学教育学部研究論集 14, 182-195
- 千葉徳爾(1975) 狩猟伝承, 法政大学出版局, 東京, 327pp
- 中部森林管理局(2007) 平成 18 年度南アルプス保護林におけるシカ被害調査報告書, 中部森林管理局, 長野, 110pp
- 江口祐輔・三浦慎悟・藤岡正博(2002) 鳥獣害対策の手引, (社) 日本植物防疫協会, 東京, 154pp
- (社) エゾシカ協会編(2003) エゾシカの被害と対策, (社) 北海道開発技術センター, 北海道: 222pp
- 廣沢正人(2002) シカ食害の常習地域におけるツリーシェルターを用いた造林技術の検討, 栃木県林業センター研究報告 15, 1-29
- 北海道環境生活部(2000) エゾシカ保護管理計画, 北海道環境生活部, 北海道, 23pp
- 池田浩一・岩本俊孝(2004) 糞粒法を利用したシカ個体数推定の現状と問題点, 哺乳類科学 44, 81-86
- 井上雅央・金森弘樹(2006) 山と田畑をシカから守る, 農文協, 東京, 134pp
- 梶光一ら(2006) エゾシカの保全と管理, 北海道大学出版会, 248pp
- 上村民族誌刊行会編(1977) 南信州上村 遠山谷の民俗, 上村民族誌刊行会, 長野, 447pp
- 小林幹夫・濱道寿幸(2001) 奥日光・小田代原南側山林におけるササ類の生態とニホンジカによる選択的食害, 宇都宮大学農学部演習林報告 37, 187-198
- 小金澤正昭(1998) 県境を越えるシカの保護管理と尾瀬の生態系保全, 林業技術 680, 19-22
- 近藤道治・宮崎隆幸(2003) 人工損傷から発生したカラマツ立木の変色, 中部森林研究 51, 213-214.
- 小山泰弘・岡田充弘(2003) 塩尻市東山山麓におけるニホンジカの分布と猪垣遺構, 長野県地理 22, 40-45
- 小山泰弘ら(2004) 大鹿村におけるニホンジカによる森林植生の衰退, 伊那谷自然史論集 5, 49-54
- 小山泰弘ら(2005) 塩尻市内におけるニホンジカの生息状況, 蝶の博物館紀要 7, 50-51
- 小山泰弘・岡田充弘(2005) 長野県におけるニホンジカの生息実態と森林被害の現状, 長野県地理 24, 9-14
- 小山泰弘ら(2006) 長野県中部鉢伏山周辺のニホンジカの現況, 第 33 回長野県環境科学研究会講演要旨集, 43-44
- 小山泰弘・岡田充弘(2006) ブナを主体とする広葉樹林の造成管理技術の開発, 長野県林業総合センター研究報告 20, 1-20
- 小山泰弘(2007) 史料からみた長野県のニホンジカ, 森林科学 49, 66-67
- 小山泰弘ら(2007) カラマツ林から針広混交林へ, 長野県林業総合センター技術情報 126
- 小山泰弘ら(2008) ニホンジカによる林業被害の発生をササの食害程度から推定する, 日本森林学会大会学術講演要旨集 119, CD-ROM

- 小山泰弘(2008)長野県におけるニホンジカの盛衰, 信濃 60, 559-578
- 小山泰弘・岡田充弘(2009)江戸時代の伊那谷には野生獣類があふれていた, 伊那谷の自然 141, 12-13
- 小山泰弘(2009)長野県におけるニホンジカの盛衰史, 総合地球環境学研究所列島プロジェクトシンポジウム, 信州の草原: その歴史を探る講演要旨集
- 三澤美菜ら(2009)獣害防止資材の設置から5年以上が経過した植栽木の生育状況, 第48回治山研究発表会論文集, 83-88
- 三浦慎悟(1999)野生動物の生態と農林業被害, 全国林業改良普及協会, 東京, 174pp
- 宮尾嶽雄(1977)滅びゆく信州のシカ, 信州哺乳類雑記第4集, 136-138
- 百瀬義男ら(2006a)ニホンジカの食害がイタリアンライグラス単播草地・混播永年草地の生育と収量に及ぼす影響, 日本草地学会講演要旨集 52 別号, 52-53
- 百瀬義男ら(2006b)ニホンジカはマメ科牧草への食害が多い, 関東東海北陸農業研究成果情報 2005, 186-187
- 百瀬義男ら(2006c)ニホンジカは春に牧草地へ侵入し1番草へ大きな被害を与える, 関東東海北陸農業研究成果情報 2005, 188-189
- 長野県行政文書(1880)長官巡視之際警察署長具申書 明治二十三年五月 飯田警察署取調書, 長野県立歴史館蔵
- 長野県(2001)特定鳥獣保護管理計画(ニホンジカ), 長野県, 43pp
- 長野県(2006)第2期特定鳥獣保護管理計画(ニホンジカ), 長野県, 44pp
- 中川重年(1996)丹沢水沢に植栽した広葉樹におけるツリーシェルターの成長促進効果について, 神奈川県森林研究所研究報告 22, 19-28
- 中村誠幹・網倉和弘(1998)チューブ法によるシカの食害防止について, 森林応用研究 7, 75-78
- 新津健(2007)村夫銭帳からみた猪鹿害への対策(上), 甲斐 112 号 30-55
- 大野俊ら(1985)動物たちはいま, 日本評論社, 東京, 230pp
- 岡田充弘(1999)ニホンザルによる針葉樹造林木の剥皮被害について(Ⅲ), 中部森林研究 47, 79-80
- 岡田充弘・片倉正行(2001)ニホンジカ防除(忌避)試験, 平成12年度林業薬剤等試験成績報告集, (社)林業薬剤協会, 235-245
- 岡田充弘ら(2004)塩尻市東山地域におけるニホンジカの生息状況, 塩尻市蝶の博物館紀要 6, 55-62
- 岡田充弘ら(2005)長野県中部におけるニホンジカの季節変動, 日本森林学会大会学術講演要旨集 116, CD-ROM
- 岡田充弘・小山泰弘(2006)指導者教育の一つとして野生動物を正しく理解するための手法, 日本環境教育学会誌 16, 39-45
- 岡田充弘ら(2008)ニホンジカによる林業被害とササ類の食害程度の関係, 第35回長野県環境科学研究会講演要旨集, 19-20
- 林業新知識編集部(2004), だから百姓は面白い, 林業新知識 602, 2-5
- 清水建美(1997)長野県植物誌, 信濃毎日新聞社, 長野, 1735pp
- 森林総合研究所鳥獣管理研究室編(1992)哺乳類による森林被害ウォッチング, 林業科学技術振興所, 東京, 29pp
- 高槻成紀(1989)植物および群落に及ぼすシカの影響, 日本生態学会誌 39, 67-80
- 高槻成紀(2006)シカの生態誌, 東京大学出版会, 東京, 480pp
- 高橋幸弘ら(2009)オオバアサガラの挿し木に及ぼす挿し穂の長さで発根促進法に関する研究, 東京農業大学農学集報 54, 51-58
- 竹内純一(1998)使用済みペットボトルを利用したカモシカ食害防止装置とその効果, 森林防疫 47, 214-217
- 田村淳・中川重年(2008)設置後10~15年経過したツリーシェルター試験地と植生保護柵における樹木の生育状況, 神奈川県自然環境保全センター報告 5, 71-78
- 田村淳(2009)シカの採食により退行した冷温帯自然林における植生保護柵による林床植生の回復, 神奈川県自然環境保全センター報告 7, 1-108
- 遠山育ら(2007a)混播永年草地および草地周辺における野生ニホンジカの土地利用, 日本草地学会 53 別号, 106-107
- 遠山育ら(2007b)中信地域における野生ニホ

- シカの公共牧場への出没，北信越畜産学会第 56 回大会講演要旨集，30
- 辻野亮(2009) 長野県秋山地域における中大型哺乳類の分布，日本哺乳類学会 2009 年度大会研究発表要旨集
- 辻岡幹夫(1999)シカの食害から日光の森を守れるか，随想舎，栃木：160pp
- 矢部浩ら(2006)ブナ植栽木におけるツリーシェルターの効果，森林応用研究 15(1)，1-6
- 山田健四・真坂一彦(2008)ニセアカシアを駆除するには夏に伐採するとよい，日本森林学会大会学術講演要旨集 119，CD-ROM
- 山根正伸(1999)丹沢山地におけるニホンジカ個体群の栄養生態学的研究，神奈川県森林研究所研究報告 26，1-50
- 山内仁人ら(2004) デジタルカメラを利用したニホンジカのスポットライトセンサス法の開発，日本林学会大会学術講演要旨集 115，703
- 米田政明ほか(1996)野生動物調査法ハンドブック，(財)自然環境研究センター，東京，194pp
- 浦山佳恵(1999)長野県の猪垣，長野県自然保護研究所紀要 2，129-134