

北海道立総合研究機構重点研究成果②

森林管理者のための エゾシカ調査の手引き

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
環境科学研究センター
林業試験場

平成 29 年（2017 年）3 月

はじめに

全国でニホンジカの分布の拡大、生息数の増加、それに伴う農林業被害や交通事故など人とシカのあつ礫の増加、植生の衰退や消失といった生態系に対する大きな影響が生じています。エゾシカ（ニホンジカの一亜種）も昭和 60 年代以降、北海道内の各地で増加しました。平成 25 年度に「北海道エゾシカ対策推進条例」が制定され、その実行計画として「北海道エゾシカ管理計画（第 4 期）」に基づく管理が行われています。平成 29 年度からは第 5 期の計画がスタートする予定です。

エゾシカ（以下「シカ」）の主要な生息地である森林では、シカの生息密度の増加に伴い、人工林における植栽木の枝葉食害、幹折れや剥皮被害が生じています。また、天然林では稚樹の成長阻害や消失、剥皮による枯死、下層植生の衰退、嗜好性植物の減少と不嗜好性植物の増加など様々な影響が生じています。そのため森林管理にシカ管理を組み込むことが重要であり、森林において効率的な捕獲によるシカ生息密度の低減を図ることが必要です。しかし、シカ管理を効率的・効果的に実行するには、シカの影響がどの程度生じているかを把握しつつ、シカがいつ、どこに、どのくらい生息しているのか、といった情報を収集することが重要です。また、対策を実施した後にも調査を継続的に実施し、その効果をチェックしなければなりません。

本手引きは、森林管理者がシカの情報に効率的に収集するための調査手法とその調査結果を活用する方法についてまとめたものです。本手引きを業務の参考とすることによって、森林環境の保全と適正なシカ管理に寄与することができれば幸いです。

なお、本手引きは、北海道立総合研究機構環境科学研究センター、同林業試験場及び酪農学園大学が実施した「森林管理と連携したエゾシカの個体数管理手法に関する研究」（平成 24～28 年度）の成果として作成したものです。

北海道立総合研究機構
環境科学研究センター
林業試験場

目次

はじめに	1
第1章 調査手法の選定（総論）	3
第2章 森林被害のモニタリング	8
第3章 自動撮影法（カメラトラップ法）	25
第4章 ライントランセクト法	38

第1章 調査手法の選定（総論）

1 森林におけるエゾシカの影響

森林においてエゾシカが増加し、樹木の枝葉の食害や樹皮剥ぎ、角こすりなどによる被害が発生しています。樹皮剥ぎや角こすりを受けた樹木は幹が腐朽して経済的な価値が低下し、全周が剥皮されれば枯死してしまいます。枝葉の食害や幹折りによって後継樹が失われると、上層木が枯れても森林が更新できず、ギャップが拡大することになります。

エゾシカの生息密度が低い森林では、エゾシカの足跡、嗜好性の高い草本や稚樹の食痕がみられる程度ですが、多雪地では越冬期に樹皮剥ぎが発生することがあります。エゾシカの生息密度が高くなると、様々な植物に食痕が目立つようになり、エゾシカが届く範囲の枝葉や稚樹が消失すると「採食ライン」が現れます。さらに影響が続くと、ササも消失してエゾシカがあまり食べない不嗜好植物が目立つようになります（図 1-1）。2～3年では大きな変化がみられないこともありますが、影響はゆっくりと進行します。

下層植生が完全に失われた森林では、土壌が流出するなど、森林の様々な機能にも悪影響が及びます。しかし、多くの林冠木が残る森林では、外見からエゾシカの影響が気付かれにくく、問題が認識された時には下層植生が著しく衰退していることも珍しくありません。

2 エゾシカの調査をする意義

健全な森林を維持するためには、エゾシカの生息密度を低下させるなど対策を講じる必要があります。対策を効率的、効果的に実行するには、管理の対象とする森林のなかで、エゾシカによる影響がどこでどのように生じているかを把握しつつ、エゾシカがどのくらい生息しているのか、どこに多くいるのか、どの季節、どの時間帯に多いのか、といった情報を収集することが重要です。また、対策を実施した後にも調査を継続的に実施し、その効果をチェックしなければなりません（図 1-2）。

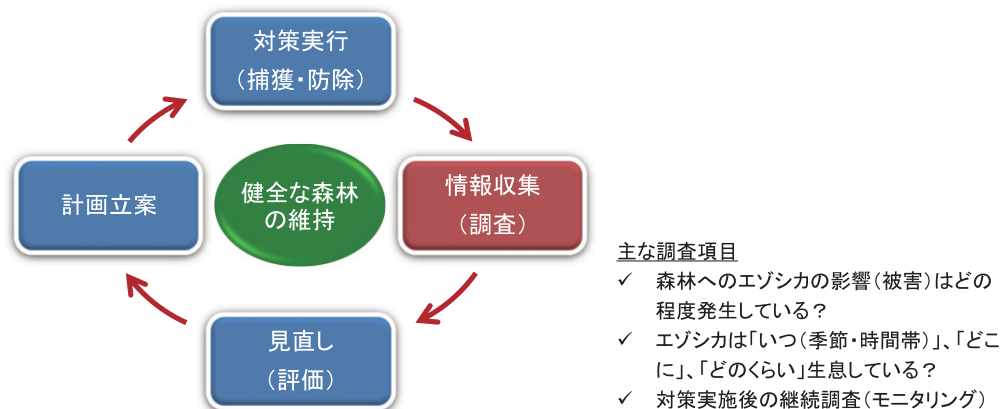


図 1-2 森林におけるエゾシカ調査の意義



図 1-1 森林におけるエゾシカの影響。影響レベルはおおむね簡易チェックシート（第 2 章参照）による評価結果に対応します。

3 調査手法の選定（あなたの目的に合った調査手法は？）

エゾシカの調査を実施する際には、調査によって「何を明らかにしたいのか」を明確にした上で、調査の目的に応じて調査手法を選定することが重要です。本手引きでは、エゾシカによる森林被害の現状を把握するための「森林被害モニタリング」、捕獲対策を実施する際に必要な情報取得のための「自動撮影法」、「ライトランセクト法」という 3 つの手法を紹介します。

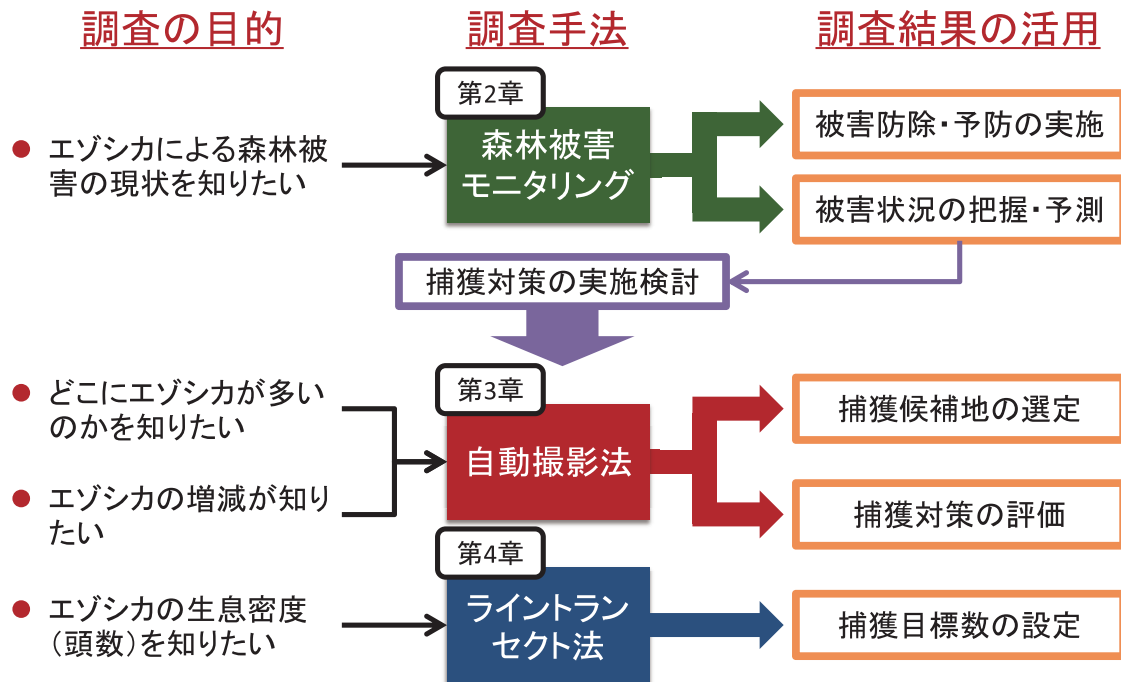


図 1-3 各調査手法の目的と主な活用法

4 調査の対象としている森林の大きさ

本手引きでは、それぞれの調査手法を適用できる森林の大きさを分かりやすくするため、以下のとおり森林の大きさを示す単位（以下「森林単位」）を整理しました（図 1-4）。

- ・ **地域**：北海道エゾシカ管理計画に基づく地域区分を示します（東部地域、西部地域、南部地域）。
- ・ **管理区域**：国有林の森林管理署やその支署、道有林の森林室などが管理する森林、市町村内に所在する森林の面積を想定しています（100～2,000km²）。
- ・ **調査ユニット**：調査管理区を林班界に沿って 10 カ所程度の林班を含む区域に区分した森林面積を想定しています（20～40km²）。
- ・ **林班**：森林基本図に基づいて区分された林班を示します。
- ・ **調査林道**：調査ユニットに含まれる 5km 程度の林道等を想定しています。

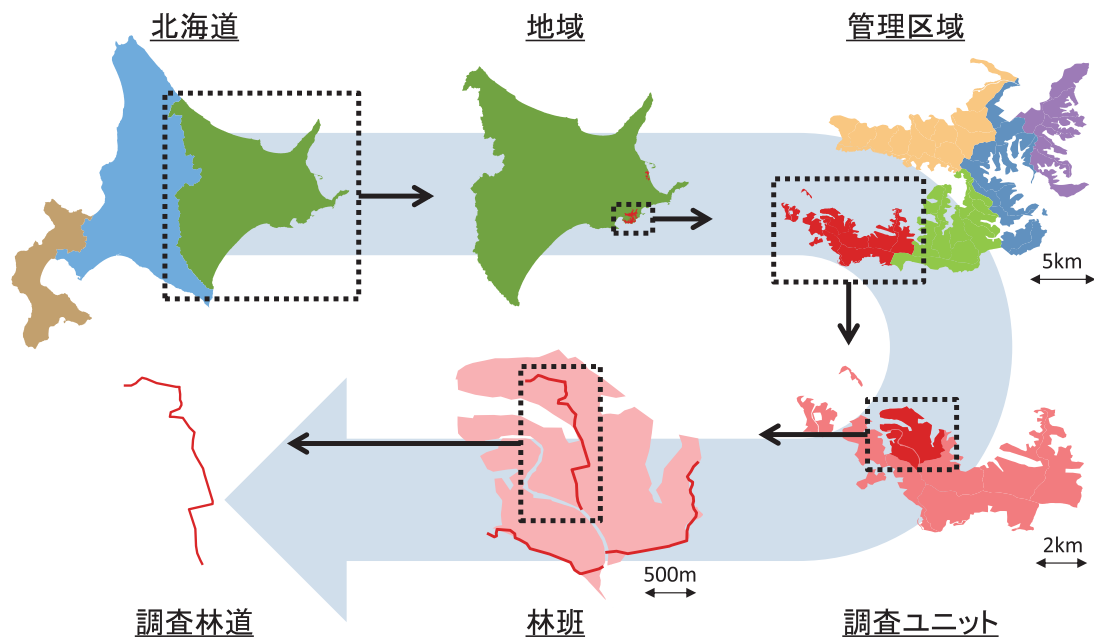


図 1-4 調査の対象となる森林単位

【重点研究の調査地】

重点研究「森林管理と連携したエゾシカの個体数管理手法に関する研究」（以下、本研究）では、管理区域として道有林胆振管理区（面積 33,398ha）と釧路管理区（面積 14,368ha）を設定しました。各管理区域を 8～18 林班で区分した調査ユニット（16.9km²～38.6km²）を設定しました。さらに各調査ユニットには、2本～3本ずつの調査林道を設定しました。

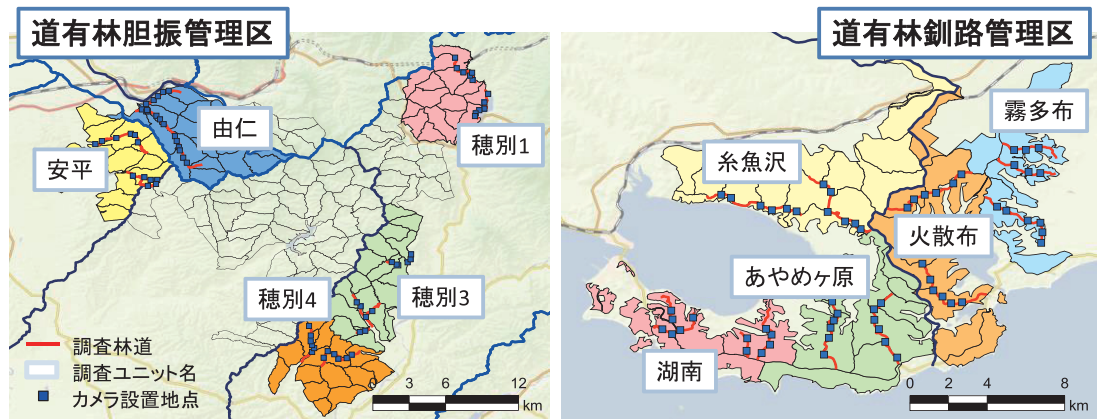


図 1-5 重点研究の調査地

5 調査を適用できる森林単位と時期

それぞれの調査結果を適用するのに推奨される森林単位や時期は、手法によって異なります（図 1-6）。また、調査に投入できるコスト（予算・時間・人員）の大きさによって、調査可能な森林単位や時期も変化します。例えば、本手引きの自動撮影法では、調査ユニットで 12 台、調査林道で 6 台の自動撮影カメラを設置するように推奨しているため、自動撮影カメラ 20 台分のコストしかかけられない場合は、1 つの調査ユニット若しくは 3 つの調査林道の範囲までしか調査を実施できません。このように、調査を実施する際は、「シカの情報を得たい森林単位」や「調査を実施できる時期」、「調査に必要なとなるコスト」を明確にした上で計画を立てると効果的でしょう。

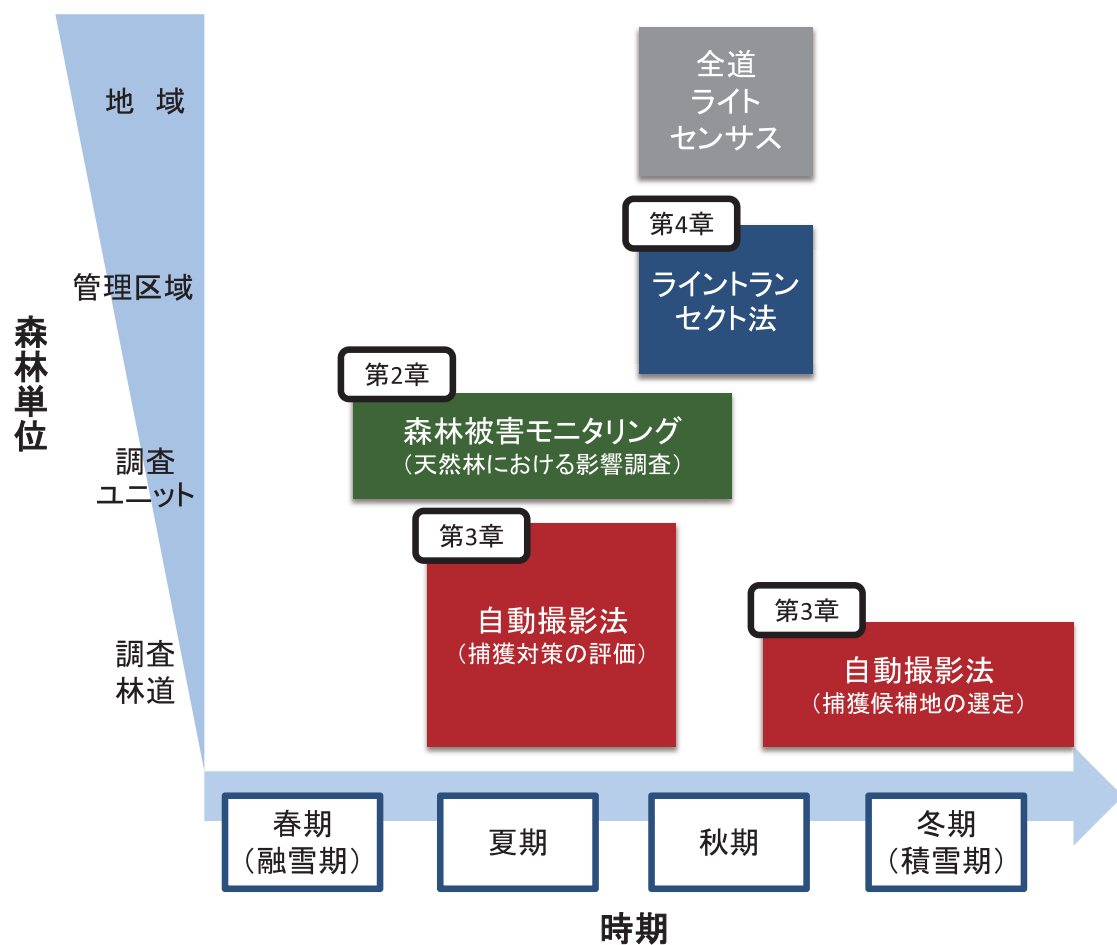


図 1-6 各調査手法を適用するのに推奨される森林単位と時期

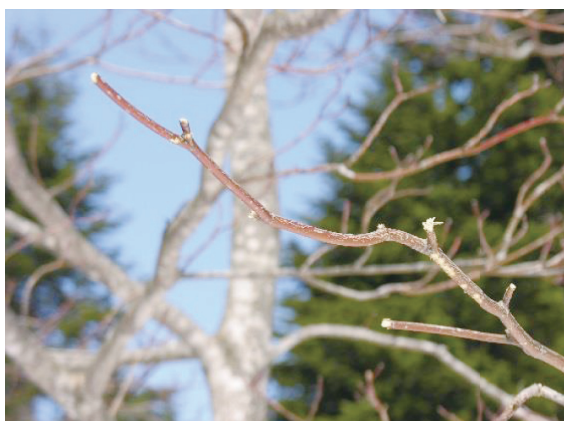
第2章 森林被害のモニタリング

1 調査の目的

エゾシカによる森林被害の現状を把握することは、効果的な被害防除や捕獲対策を検討するためにも重要です。また、調査を継続（**モニタリング**）することで、森林の成長や更新に及ぼすエゾシカの影響を明確に把握することが可能となり、エゾシカの増加による影響の拡大や捕獲による植生回復の兆候を検出することにつながります。本手引きでは、このような森林被害のモニタリング手法として「**人工林の被害調査**」、「**簡易チェックシート**」、「**天然林における影響調査**」を紹介します。

2 被害の形態

エゾシカが樹木に及ぼす被害の形態には、**樹皮の食害**、**角こすり**、**枝葉の食害**、**幹折り**があります（図 2-1）。また、ササや草本が繰り返し食べられると、下層植生が衰退し、林床が裸地化することもあります。



ミズキの枝の食痕



アオダモの幹折り



ハルニレの樹皮の食害



トドマツの角こすり

図 2-1 エゾシカによる被害の形態

(1) 樹皮剥ぎ・角こすり

【被害木の特徴】

冬期に発生した傷は、春先には明るい色をしています。7月頃には変色して発見しにくくなります。何度も樹皮剥ぎをされた幹には、被害部位周囲の肥大成長と翌年以降の樹皮剥ぎが繰り返された痕跡がみられます(図2-2)。



図2-2 過去に剥皮された部分(暗色の部分)と新たに剥皮された部分(明色の部分)

エゾシカは、樹皮を食害する樹種を選びます。オヒョウ、シナノキ、ヤマグワ、ノリウツギ、アオダモなどが好まれます。カンバ類にはあまり樹皮剥ぎがみられません。被害を受けやすい樹種の多くが被害を受けて枯死すると、エゾシカの生息密度が高まっても樹皮剥ぎがみられなくなる場合もあります。

角こすりは、太さ20cmくらいまでの、枝が少なく通直で樹皮がなめらかな幹に多くみられますが、太さ2cmくらいのトドマツなども角こすりをされることがあります。

【被害木への影響】

全周を剥皮されたものは、1~2年で枯死します。細いものは全周を剥皮されなくても枯れる場合があります。

樹皮を剥がれた部分の周囲は、肥大成長をして、小さな傷なら数年～数十年後には巻き込まれますが、内部は腐朽する可能性があります。長期的には、幹の腐朽によって風倒などの被害が発生しやすくなることが懸念されます。

(2) 枝葉の食痕・幹折り

【枝葉を食べる高さ】

エゾシカは餌が乏しくなると立ち上がって枝を食べることがあり、エゾシカが届く高さは約 220cm と報告されています。しかし、通常は高さ 150cm 程度までの高さの餌を食べる場合が多いようです。直径 2cm 程度までの幹や枝を折って、その先の枝を食べることもあり、この被害を幹折りと呼んでいます。

冬には積雪上で枝を食べるので、より高い位置の枝葉を採食する場合があります。200cm 以上の高さに食痕がみられる場合は、エゾシカが冬期にその枝を食害した可能性が高いことを示します。

エゾシカの強い影響が続くと、この高さ以下の枝葉がなくなり、枝葉の残る上部との間に境界線が認識できるようになります。この線を採食ラインといいます (図 1-1)。

【被害の発生時期】

今年伸びた枝に食痕がみられた場合、夏期の食痕であると考えられます。春から秋にかけて、当年枝の食痕は増加していきます。

春の調査で前年伸びた枝に食痕がみられた場合、前年の夏期の食痕である可能性もありますが、比較的新しい食痕なら、冬期の食痕であると考えられます。

(3) ササや草本類の採食

【ササの種類と影響】

北海道のササは多くの種に分類されていますが、太平洋側に分布するミヤコザサとスズタケ、日本海側に分布するチシマザサ、広く分布するクマイザサの 4 つのタイプに分けられます。

ミヤコザサ、クマイザサ、チシマザサは、一般的には積雪の多いところほど草丈が高くなります。

ミヤコザサは地上部の寿命が 1 年半と短く、繰り返し葉を食べられると次第に小型化するものの、枯れてしまうことはまれです。一方、スズタケは地上部の寿命が長く、毎年、稈の上部で枝分かれして新しい葉を付けます。エゾシカに採食されると、次第に葉が少なくなり、さらに影響が続くと広い範囲で枯れてしまいます。

常緑であるササは、積雪の比較的少ない地域では、冬の重要な餌資源となっています。積雪の多い地域では、草本類が枯れた後、積雪に埋もれるまでの期間や、融雪後、草本類が芽生えるまでの期間によく食べられます。

【草本類の採食】

草本類は春から秋までのシカの主要な餌資源ですが、地域によって種組成やシカの嗜好性が異なっています。非常に嗜好性の高い種やほとんど食べられない種があり、詳しく調べることで、地域ごとのシカの影響を知ることができます。

3 加害動物の判別

樹木を加害する代表的な動物として、北海道ではエゾシカのほかに、エゾヤチネズミ、エゾユキウサギがあげられます。適切な被害対策を実施するためには、被害を見つけたとき、どんな動物による被害であるかを正しく判定することが大切です。

それぞれの食べ方や切歯の形状により、被害を受けた部分には特徴的な痕跡が残ります(図2-3)。また、周辺に加害種の糞(図2-4)や足跡などが残っていることもあります。これらの観察から、加害種を判定することができます。



エゾヤチネズミ

切歯痕の幅は2mm以下で、幹には多方向から削られた痕跡が残ります。細い幹の樹皮の食害が激しくなると、枝を切り落としてしまうことがあります。

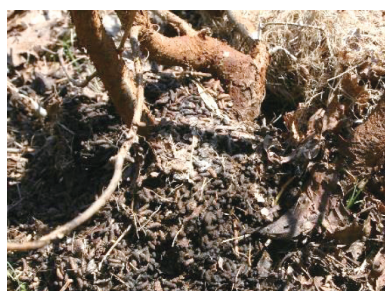
エゾユキウサギ

切歯痕の幅は2.5~3.5mmで、幹には横方向に鋭く彫刻刀で削ったような痕跡が残ります。枝の食痕は、斜めに鋭く切り落とされた切断面となります。

エゾシカ

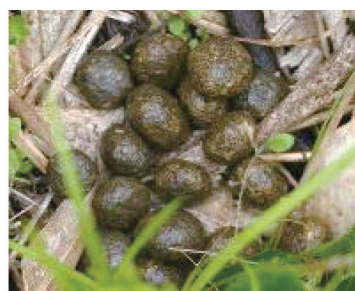
上顎に切歯がないため、下顎の切歯で削り取るようにして樹皮を食べ、食痕の幅はさまざまですが5mm前後のものが多くみられます。枝や細い幹は引きちぎって食べるため、切断面はなめらかではなく、木の繊維が残っていることもあります。

図2-3 エゾヤチネズミ、エゾユキウサギ、エゾシカの食痕の見分け方



エゾヤチネズミ

米粒のような形状で、樹皮を食害された樹木の根元にしばしばみられます。



エゾユキウサギ

球を押しつぶしたような円い形をしています。



エゾシカ

たいていエゾユキウサギの糞よりも黒い色をしています。俵形のものが多いですが、多数の糞粒が固まった柔らかい糞もあります。

図 2-4 エゾヤチネズミ、エゾユキウサギ、エゾシカの糞

4 人工林の被害調査

人工林では、植栽した樹木が食害を受けて期待通りに成長できなかった場合に「被害」として認識されることとなりますが、その判断は植栽の目的などによって異なります。例えば、植栽した樹木に新しい食痕等がみられたものを被害木とし、およそ 50 本を目安として被害の有無を調査して被害率を算出する方法があります。

この調査手法を使って、北海道及び北海道森林管理局では、カラマツ類、常緑針葉樹（トドマツ、アカエゾマツ等）、広葉樹について、それぞれ 1～5 年生と 6 年生以上に分けて全道の被害状況を調査した結果を「**エゾシカ森林被害マップ**」として公開しています。

北海道森林管理局のエゾシカ対策

<http://www.rinya.maff.go.jp/hokkaido/hozen/sika/sika.html>

北海道水産林務部林務局森林整備課のホームページ

<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/srs/index.htm>

樹皮の食害や角こすりの痕跡は、幹に長期間残ります。そのため現時点でどの程度の被害が生じているかを判断する場合には、新しく発生した被害のみを記録し、対象林分が累積的にどの程度の被害を受けたかを判断する場合には、古い被害も含めて被害を記録します。

5 簡易チェックシート

エゾシカの増加に伴い、人工林の被害だけでなく、天然林への影響も広がっていると

考えられます。北海道の天然林には落葉広葉樹林や針広混交林、若い二次林や老齢林などさまざまなタイプの森林が含まれます。エゾシカの影響にも、枝葉の採食や樹皮剥ぎ、角こすりなどさまざまな形態があります。天然林におけるエゾシカの痕跡を「**簡易チェックシート**」を用いて調べることで、このように多様な影響を簡便に評価することができます。

チェックシートによる評価では、植物の種を同定したり、調査区を設定して幹の直径を測定したり、といった作業は必要ありません。評価したい天然林で、エゾシカのさまざまな痕跡の有無を記録するだけです。重視しているのは、枝葉やササの食痕の有無です。天然林でエゾシカの影響が長く続くと、後継樹となる稚樹や小径木が無くなってしまいます。その前にエゾシカの増加を把握して対策を講じるには、影響が軽微な段階でも把握できる手法が必要になります。食痕の増加は稚樹や小径木の減少の兆候を示すと考えられます。

主なチェック項目は、1) **幹の樹皮剥ぎや角こすり**、2) **樹木の枝葉の食痕**、3) **ササの食痕**、調査地周辺における 4) **シカ道**、5) **足跡**、6) **糞の有無**です（表 2-1）。林道からではなく、森林内に立ち入って周辺を観察し、当てはまる選択肢をチェックします。

もっとも広い範囲で観察されるのは足跡です。エゾシカの生息密度が高くなり、影響が強くなると、糞や食痕が観察されることが多くなります。合計点数から、表 2-2 のように、おおよそのエゾシカの影響のようすを推定することができます。

表 2-1 簡易チェックシートのチェック項目と点数

項目	選択肢	点数
1. 樹皮剥ぎ・角こすり	<input type="checkbox"/> 新しい被害木がある	16
	<input type="checkbox"/> 新しい被害木はないが、古い被害木がある	15
	<input type="checkbox"/> 被害木はみられない	0
2. 枝葉の食痕	<input type="checkbox"/> ある	18
	<input type="checkbox"/> ほとんどない	0
	<input type="checkbox"/> わからない	4
	<input type="checkbox"/> 枝葉がない	2
3. ササの食痕	<input type="checkbox"/> 多い	23
	<input type="checkbox"/> わずかにある	15
	<input type="checkbox"/> ほとんどない	0
	<input type="checkbox"/> わからない	3
	<input type="checkbox"/> ササがない	8
4. シカ道	<input type="checkbox"/> ある	16
	<input type="checkbox"/> ない	0
5. 足跡	<input type="checkbox"/> ある	13
	<input type="checkbox"/> ない	0
6. 糞	<input type="checkbox"/> ある	14
	<input type="checkbox"/> ない	0

表 2-2 簡易チェックシートの評価結果から予想される森林の状態

点数	影響レベル	森林の状態
53 点以上	Ⅳ	ササが食害を受けて減少したり、稚樹が消失するなど、かなり強い影響が出ていると思われます。
33～52 点	Ⅲ	エゾシカの足跡や糞、食痕などの痕跡が見られる頻度が高く、稚樹の減少などエゾシカによる強い影響が出てきているようです。
13～32 点	Ⅱ	エゾシカの痕跡はみられますが、強い影響は生じていません。
12 点以下	Ⅰ	エゾシカの影響はほとんど無いようです。

チェックシートによる評価は、調査区を設定したり毎木調査をしたりする必要がなく、1 地点を数分で実施することができます。しかし、簡単な 6 項目だけの調査ですから、偶然に足跡や糞が見つかった調査地点で高い点数になるなど、近くの調査地でも異なった結果になることがあります。そのため、複数の地点での調査結果をもとに、その地域の状況を評価し、強い影響が生じている可能性がある場合は、より詳しい調査を行い、対策の必要性を検討することが重要です。

図 2-5 は、全道の国有林、民有林における評価結果をもとに、地理情報システム (GIS) によって全道の状況を予測し、地図化したものです。

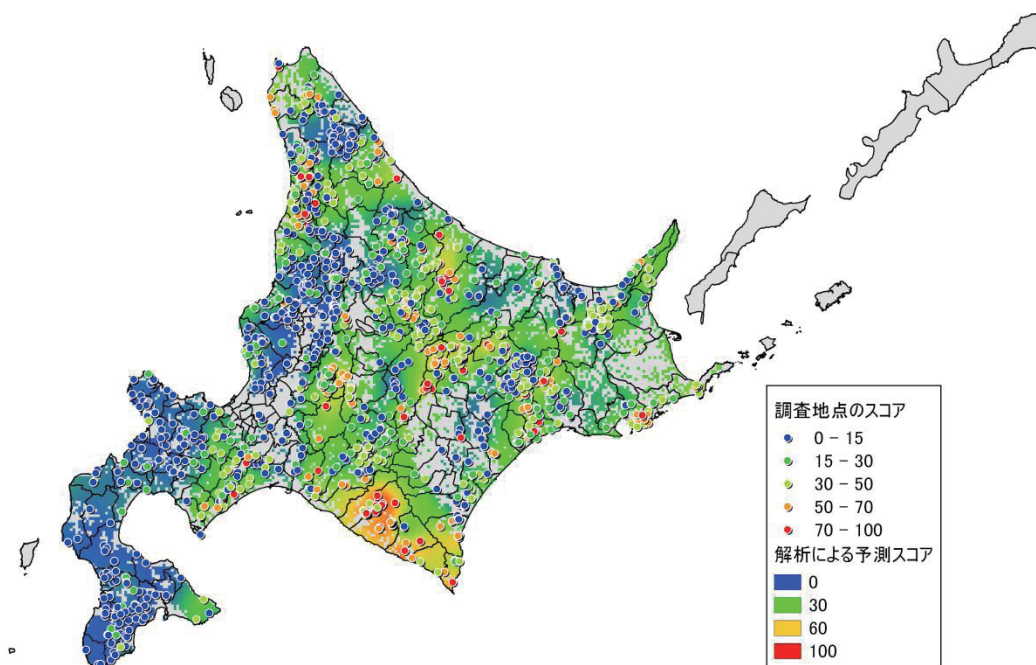


図 2-5 簡易チェックシートによる天然林へのエゾシカの影響評価 (2015 年)
(北海道・北海道森林管理局・北海道立総合研究機構作成)

6 天然林における影響調査

エゾシカはもともと北海道の森林に生息する動物ですから、天然林に生育する植物を食べても、森林の更新を妨げるなどの強い影響が生じなければ問題はないと考えられます。簡易チェックシートは、天然林への影響を多くの地点で簡便に調査することで、広い範囲でおおよその影響レベルを知ることができる手法です（表 2-2）。点数が高い場合には強い影響が生じていることが示唆されますが、具体的にどのような影響が生じているかを明らかにするには、より詳しい調査が必要になります。ここでは**枝葉の食痕**や**樹皮剥ぎ**、**ササの食痕**、**草本類の食痕**を調査する手法と、その結果からエゾシカの影響をどのように読み取ることができるかを解説します。

このうち枝葉の食痕は、森林を構成する樹木への直接的な影響を示すものです。痕跡が数年間残るため、どの季節に影響が生じたのか、その影響がどのように変化したのかを把握する上で有効な手法です。樹皮剥ぎは、おもに冬期の影響を示します。一方、エゾシカの影響が強い天然林では、枝葉が消失している場合もありますが、草本類やササの食痕を調査することで、シカの影響の程度を知ることが出来ます（図 2-6）。草本類のなかには、シカの嗜好性が極めて高い種があり、エゾシカの増加の兆候を捉えるには、これらを観察することが有効です。

これらの手法では、どの程度の影響が生じているか、またその増減を正確に判断するため、同じ調査区で繰り返し調査をすることを前提としていますが、1度の調査でもエゾシカの痕跡を詳しく見ることにより、影響の程度を推定できる場合もあります。

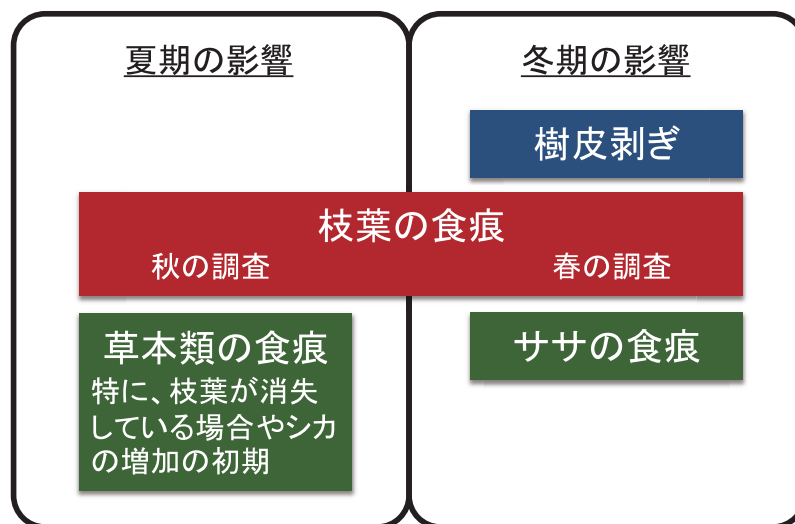


図 2-6 天然林における影響調査の対象と季節性

（1）調査区の設定

エゾシカは餌を食べながら森林内を移動しています。しばしば利用する場所はシカ道となり、その周辺では多くの植物が食べられることとなります。森林への影響が一様に現れるわけではないため、複数の調査区を設定したほうが、その地域における影響をよ

り正確に把握することができます。

調査区の大きさや形状は自由に設定することができますが、シカの行動圏を考慮すると、1つの調査ユニットに **100m²程度**（例えば 10×10m、2×50m など）の調査区を **2～4カ所**設定することが目安となります。

（2）枝葉の食痕

ササにおおわれた小さな稚樹はエゾシカに食べられにくい傾向があります。そのため、**高さ 50cm から 150cm** の間に枝葉のある稚樹、樹木を対象として、幹ごとに樹種と食痕の有無を記録します。萌芽についても同様に記録します。

継続調査をする場合は、**食痕にマーカーで色を付けておく**と、次回調査時に新しい食痕を識別しやすくなります（図 2-7）。



図 2-7 赤く色を付けた食痕

【被害の発生時期】

エゾシカは季節移動によってしばしば生息地を変えるため、被害の発生時期に応じた対策手法を検討することが重要です。春と秋に同じ調査区を調べると、その場所でいつ食害が発生しているのかを知ることができます。

【稚樹の本数】

天然林における広葉樹の稚樹本数（萌芽も含む高さ 50cm 以上、胸高直径 1cm 未満の幹の本数）は、上層木の状態や樹木の樹種組成、ササの繁茂の状況等によって様々ですが、多くの森林では少なくとも 100m²あたり 5 本程度の広葉樹稚樹が生育しています。広葉樹稚樹本数が 100m²あたり 5 本未満しか確認できない森林では、エゾシカの餌資源が非常に少なくなり、稚樹本数にも大きな変化がみられなくなります（図 2-8）。このような森林でエゾシカの影響やその変化を知るには、枝葉の食痕だけでなく、ササや草本類の食痕をより詳しく調べる必要があります。

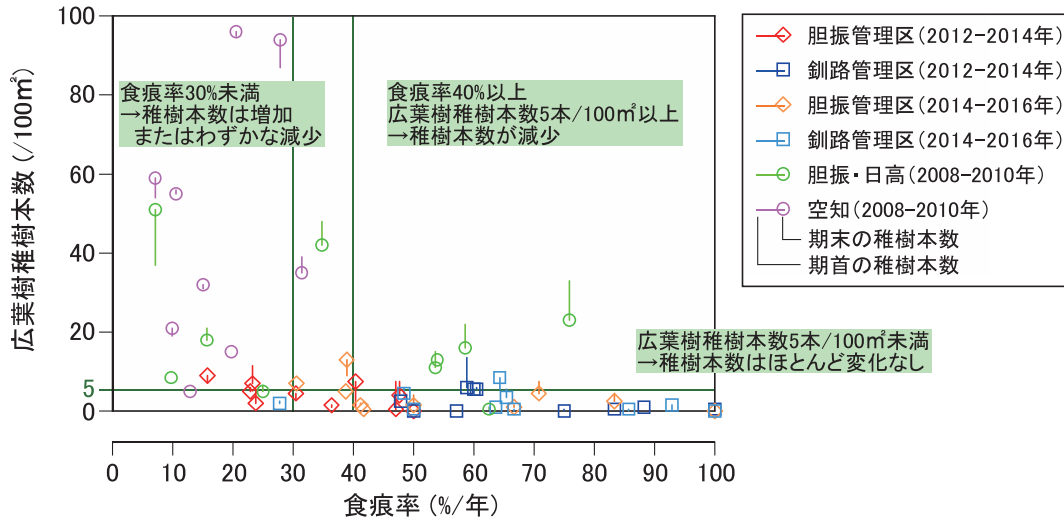


図 2-8 食痕率と広葉樹稚樹本数の変化。2 年間の調査結果から 1 年あたりの食痕率を算出した。

【食害の強度】

高さ 50cm から 150cm の間に枝葉のある広葉樹のうち、食痕のある本数の割合を**食痕率**と呼んでいます。稚樹は毎年少しずつ伸びますが、エゾシカに食べられると成長することができません。食痕率は、稚樹がエゾシカにどれだけ被害されたかを示す簡便な指標となります。

同じ地域でも、樹種によって食痕率に違いがありますが、嗜好性の順位は地域間でおおむね共通しています (図 2-9)。多くの樹種は嗜好性が中程度であるため、**樹種を区別せずに食痕率を求める**ことで、食害の強度を判断することができます。

食痕率が 30%未満の森林では、広葉樹稚樹が比較的多く、その本数もしばしば増加していますが、食痕率が 40%を超えると、稚樹本数が減少するケースが多くなり (図 2-8)、樹高成長ができずに平均樹高がしばしば低くなります。

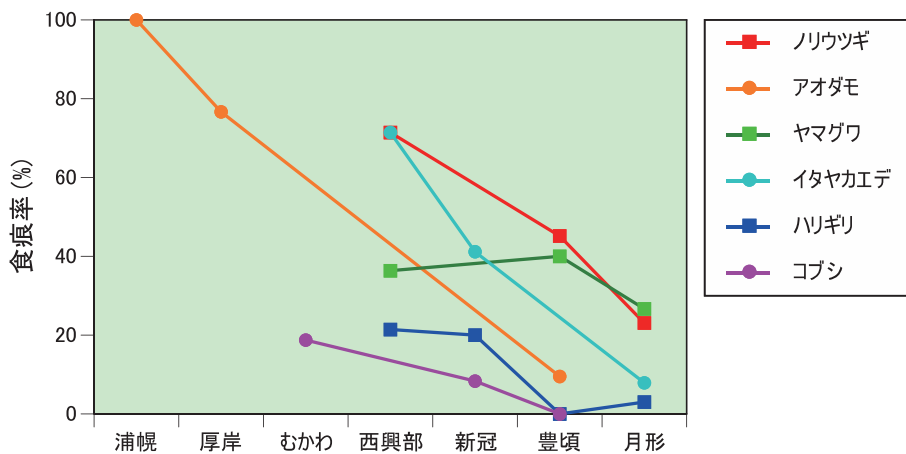


図 2-9 樹種による食痕率の違い (Akashi et al. 2015 をもとに作成)

(3) 樹皮剥ぎ・角こすり

調査区内の樹木について、**樹種、胸高直径、樹皮剥ぎや角こすりの有無、被害の新旧**（過去1年以内に発生した被害かどうか）を記録します。

樹皮の食害は、夏期に発生することもあります。主に冬期に発生します。角こすりは、9月頃から冬期間にかけて発生します。そのため、樹皮剥ぎの被害木があれば、そこでエゾシカが越冬している可能性が高いと判断できます。

樹皮の被害は、多く発生する年と少ない年があります（図 2-10）。積雪の状態などにより、エゾシカの行動範囲や餌条件が異なるためではないかと考えられます。

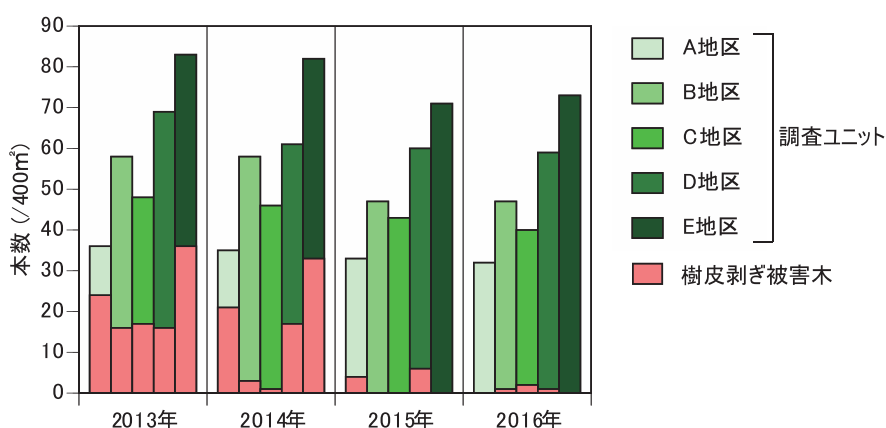


図 2-10 道有林釧路管理区各調査ユニットにおける胸高直径 1cm 以上の樹木の樹皮剥ぎ本数。2013 年には多くの樹皮剥ぎが発生したが、2014 年には B 地区と C 地区の被害は少なくなった。2015 年と 2016 年にはどの地区も被害が少なかった。

(4) ササの食痕

ササが生育する調査区では、ササに食痕があるかどうかを記録します。

シカの越冬地では、積雪が少なかった場所のササだけが強度に利用されている場合があります（図 2-11）。このような痕跡はシカの越冬地であることを示唆しています。



図 2-11 シカに利用されたクマイザサ。手前は積雪に覆われたため食べられなかった。

【加害動物の判別】

ササの葉は、エゾシカだけでなくエゾヤチネズミや昆虫類にも食べられます。エゾヤチネズミはしばしば冬期に積雪下でササの葉を食べ、その場所には春にしばしば糞がみられます。昆虫類はしばしば開葉途中の柔らかい葉を食べ、エゾシカとは食痕の形が異なる場合が多いですが（図 2-12 右）、判別が難しい場合もあります。エゾシカは近接した複数の葉を同じように食べる人が多いようです（図 2-12 左）。



図 2-12 クマイザサの葉に見られたシカの食痕（左）と昆虫の食痕（右）

（5）草本類の食痕

エゾシカの影響が強い天然林では、枝葉が消失してしまい、枝葉の食痕の調査ができない可能性があります。そのような森林において、管理区域内のどこでエゾシカの採食圧が高くなっているかなど、エゾシカの影響を詳しく把握するには、林床に生育する草本類の食痕を調査することが効果的です。また、木本類と異なり、草本類は毎年地表から成長するので、食痕調査を継続することで、採食圧の変化を把握することができます。一方、調査区内の全ての草本類を調査するのは、非常に労力がかかるため、**特定の草本類（指標種）**のみを調査の対象とするのが有効です。

【指標種の選定】

草本植物の植物相は管理区域によって大きく異なる場合があるため、エゾシカの影響を把握しやすい指標種を管理区域ごとに選定する必要があります。指標種の選定に当たっては、**①管理区域内に広く分布し、現存量の多い種であること、②同定しやすい種であること、③エゾシカによる食痕を判別しやすい種であること、④サイズが大きく、発見しやすい種であることを**考慮します。

道有林胆振管理区と釧路管理区では、**オシダ**や**モミジガサ**、**バイケイソウ**、**サラシナショウマ**などを指標種として選定できました（図 2-13、表 2-3）。このうちオシダは道内の森林に広く分布するので、様々な管理区域で利用可能だと考えられます。また、一つの管理区域で数種の指標種を選定すると、より広範囲の影響を評価することが可能に

なります。

シカの生息密度の増加に伴い林床の種構成は変化することが知られています。短期的な影響の変化を把握する場合は、同一の指標種を利用できますが、長期的な変化を把握する場合は、エゾシカ生息密度の変化に伴って種構成が変化し、指標種が消失若しくは著しく減少する可能性も考えられます。そのような場合は指標種を変えて評価するとよいでしょう。

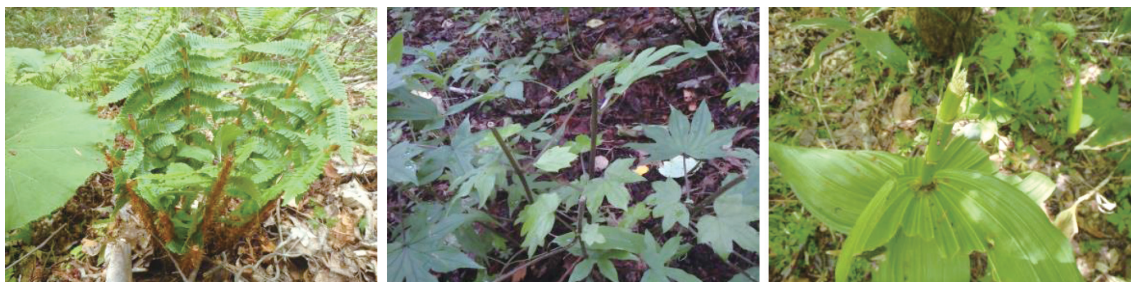


図 2-13 オシダ（左）、モミジガサ（中央）、バイケイソウ（右）の食痕

表 2-3 道有林胆振管理区と釧路管理区で選定した指標種とその特徴

管理区	指標種	分布の広さ	同定のしやすさ	食痕判別のしやすさ	発見しやすさ	花期
胆振	オシダ	○	△	○	○	—
	モミジガサ	○	○	△	○	8～9月
	エンレイソウ属	△	○	×	△	5～6月
	バイケイソウ	△	○	△	○	6～7月
	サラシナショウマ	×	△	△	○	8～9月
	アザミ属	×	△	△	△	6～8月
釧路	オシダ	○	△	○	○	—
	バイケイソウ	○	○	△	○	6～7月
	エンレイソウ属	○	○	×	△	5～6月
	オオハナウド	×	△	○	△	5～7月
	サラシナショウマ	○	△	△	○	8～9月
	アザミ属	×	△	△	△	6～8月

○:該当する。△:やや該当する。×:ほとんど該当しない。

【指標種の食痕率】

調査区に生育する指標種について、**食痕の有無、繁殖器官（花や実など）の有無、草丈**を記録します。調査区に生育する指標種の個体数が多い場合は、いずれかの指標種を**50 個体**記録した時点で調査を終了しても調査区の全個体数を調査した場合と同様の結果が得られます。調査時期は、種の同定や食痕の判別が容易になるので、指標種が開花する時期に合わせて調査することを推奨します。調査を継続する場合は、毎年同じ時期に調査をすることが重要です。

道有林胆振管理区と釧路管理区の調査では、広葉樹の稚樹本数が少ない調査林道ほど

指標種の食痕率が高くなる傾向を示しました（図2-14）。このことから、エゾシカの影響が強く、稚樹の少ない天然林でこの手法が特に有効であることが示唆されました。

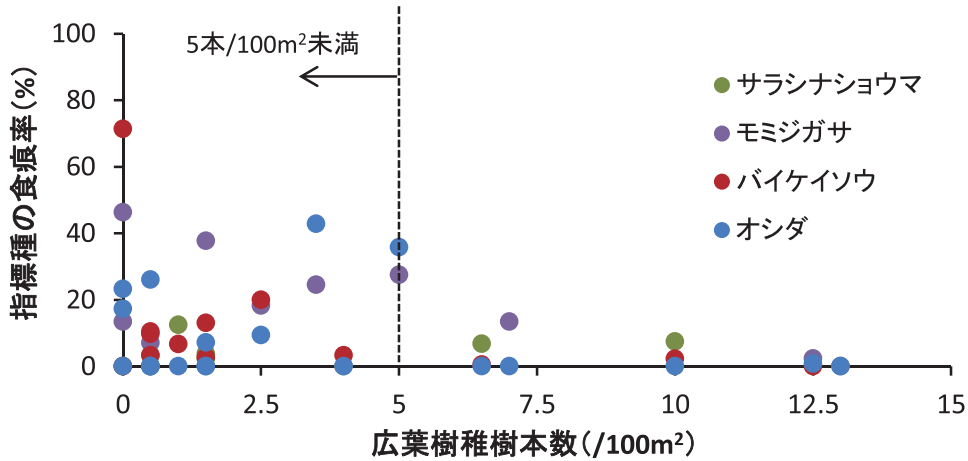


図2-14 各調査林道における指標種の食痕率と広葉樹の稚樹本数との関係

7 エゾシカの増加の兆候

エゾシカが増加して森林に大きな影響が生じると、エゾシカを捕獲して生息密度を低下させても、森林をもとの状態に回復させるには長い時間を要します。エゾシカの増加の兆候を早い段階で検出し、捕獲対策を開始すると、捕獲しなければならないエゾシカの数が少なくて済み、森林の健全な状態を維持することができます（図2-15）。

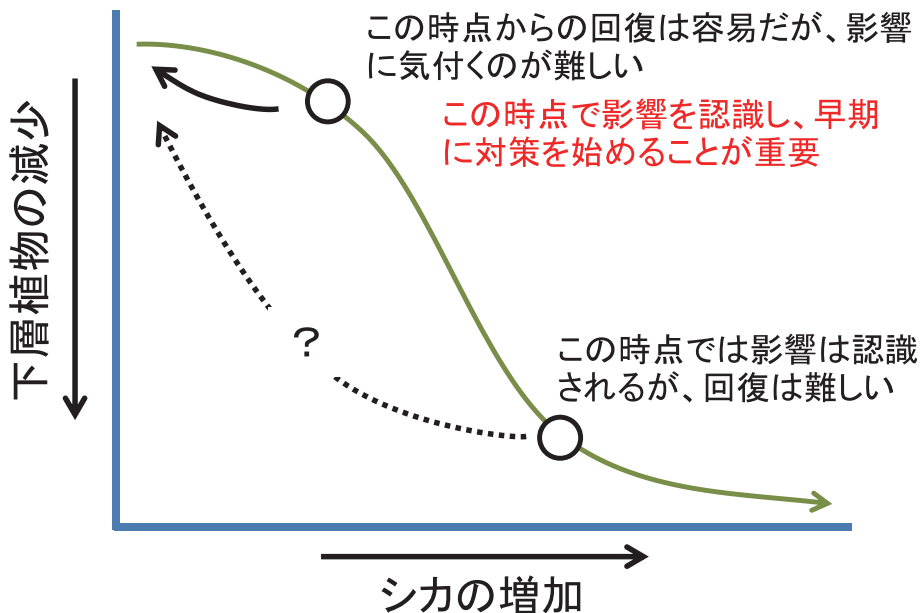


図2-15 シカの増加と下層植物への影響

冬期の生息地では、春先にツリバナなど嗜好性の高い樹種の樹皮剥ぎが目立つようになったら注意が必要です(図 2-16)。多雪地では積雪期にエゾシカが移動しにくいため、越冬地周辺の狭い範囲に影響が集中しやすく、低い生息密度でも樹皮剥ぎの被害が生じる可能性があります。

夏期の生息地では、嗜好性の高い草本や樹木の食痕が目立つようになります(図 2-17)。稚樹の 40%以上 に食痕がみられる場合は明らかに稚樹が少ないところが多くなりますが(図 2-8)、30%以上 になると、すでに稚樹が減少し始めている可能性があります、エゾシカの捕獲対策を検討する必要があります。



図 2-16 ツリバナの樹皮にみられたエゾシカ食痕

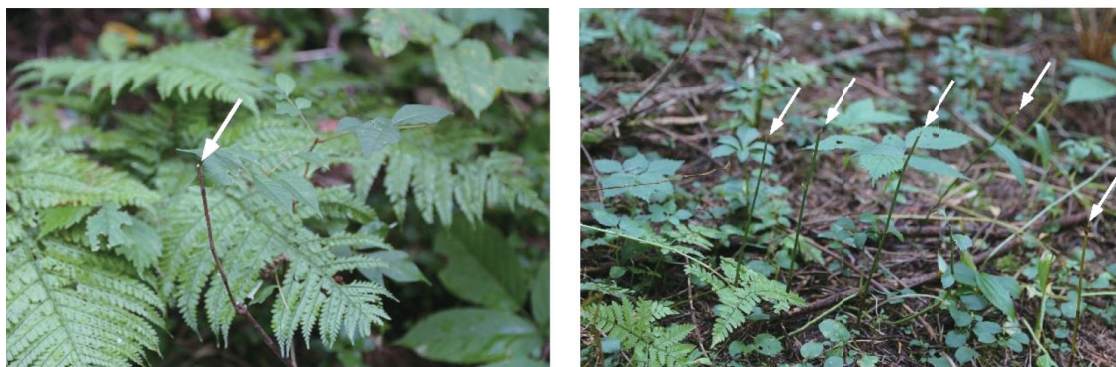


図 2-17 キハダの枝葉(左)とホウチャクソウの茎(右)のエゾシカ食痕

8 エゾシカ捕獲による植生回復の兆候

林床には樹木の種から毎年のように実生が芽生えますが、採食ライン（図 1-1）が形成されるほどシカの餌が少なくなると、ある程度の高さに成長した実生はエゾシカに食べられてすぐに消失します。エゾシカの生息密度を極めて低くしなければ、実生による森林の更新を維持するのは困難です。

萌芽は成長が早く、エゾシカの生息密度が低くなると、短期間で目立つようになります。シナノキやアオダモなどの根元からの萌芽やシウリザクラの根萌芽（図 2-18）などが、エゾシカに食べられて大きく成長できないようなら、森林の維持からみてエゾシカの生息密度が高すぎると判断できます。

成長が期待される萌芽を継続して調査することにより、エゾシカ捕獲による植生回復を評価することができます。夏期に成長した萌芽が冬期に食害を受けることもあるため、2年以上の継続調査が必要です。

北海道や日本各地における研究成果をもとに、エゾシカの生息密度が十分に低下した場合に予想される植生変化を表 2-4 にまとめました。

ミヤコザサなどのササが繁茂する森林では、エゾシカが少なくなるとササの被度が高まり、木本の実生の定着や成長を阻害することがあります。一方、エゾシカの影響でササが消失した森林では、多様な木本や草本類が発芽します。この状態でエゾシカが少なくなると、これらが定着、成長することができます。その後の林相は、ササや草本類、低木類、木本の実生や萌芽などの種間競争によって、さまざまな状態になると予想されます。

木本植物とは異なり、草本植物は毎年地表から成長するので、草本植物をモニタリングすることで、エゾシカの採食圧の変化を知ることができます。



図 2-18 シウリザクラの根萌芽。この写真を撮影した 5 月の調査時点では当年枝は食害を受けていないが、10 月の調査までに食害を受けて樹高が低下していた。

表 2-4 エゾシカの生息密度が十分に低下した場合に予想される植生変化

現状	エゾシカが減少した場合の反応
ササが繁茂	ササの被度が高まり、木本実生の定着・成長を阻害
ササが衰退・消失	多様な木本実生が発芽 草本類やキイチゴ類などの低木類が繁茂する場合もある
シダや不嗜好植物が繁茂	シダや不嗜好植物と競争しながら木本植物が成長
樹木の萌芽が繰り返し被害	萌芽が成長

9 継続調査から分かること

エゾシカの影響による森林の変化は、年々少しずつ進行します。そのため、過去に生育していた植物種や稚樹が消失しても、その変化を1度の調査で認識するのは難しく、より専門的な知識や経験が必要になります。

同じ調査区を継続して調査し、その変化を記録することで、稚樹数の減少など、森林におけるエゾシカの影響を明確に把握することができます（図 2-19）。

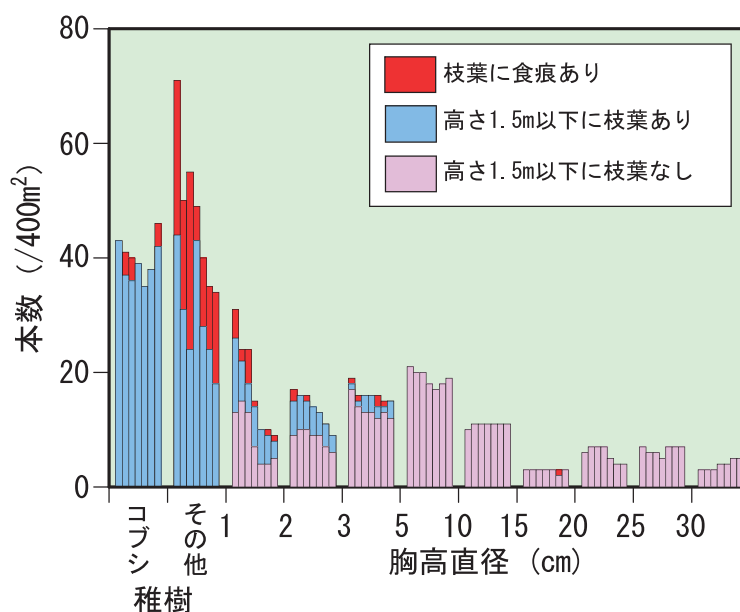


図 2-19 道有林胆振管理区における樹木本数の推移。棒グラフは左から順に、2010年から2016年までの毎年の春の本数を示す。明石（印刷中）を改変。

第3章 自動撮影法（カメラトラップ法）

自動撮影法の概要

自動撮影法（別名：カメラトラップ法）は、カメラの前を通過した動物を自動的に撮影できる赤外線センサー付きのカメラ（**自動撮影カメラ**）を活用した調査手法です。

調査対象となる森林の①**どこにエゾシカが多いのか？**を明らかにできる調査です。また、継続することで②**エゾシカは増えているのか、減っているのか？**ということも明らかにすることができます。これらの調査結果は、**捕獲候補地の選定**や**捕獲対策の評価**に活用することができます。**撮影頻度***が生息密度の指標になります。

※撮影頻度：例えば1日（0：00～24：00）当たりのエゾシカ撮影枚数（枚/日）

【自動撮影カメラとは？】

カメラの前を通過した動物の体温を赤外線センサーで感知し、自動的に写真を撮影する装置です。デジタル技術の進歩とともに、大量の写真や動画を長期間撮影できるようになり、価格も下がったことから、手軽に入手できるようになりました。写真という客観的な証拠が残るため、過去の記録の再確認や普及啓発などに活用しやすいというメリットもあります。調査には、カメラ本体に加えて、電源（単三乾電池）や記録媒体（メモリーカード）が必要になります。

現在様々な自動撮影カメラの機種が販売されていますが、私たちの研究では、LTL Acorn 5210A（Oldboys Outdoor 社製、約2万円/台）という機種を使用しました。カメラの機種によって検知範囲や感度などが異なるので、同じ調査では同一の機種を揃えるべきです。とはいえ、カメラの型番は短い間隔で更新されることがあるため、以前使用していた機種が入手できなくなる場合も想定されます。その際は機能が似ている同一メーカーの機種を購入するのがよいでしょう。



図 3-1 自動撮影カメラ（Acorn 5210A）と撮影されたエゾシカ

1 自動撮影法の目的

自動撮影法は、エゾシカの生息密度の場所差や年変動の把握、餌に対する誘引状況の把握、捕獲ワナへの侵入状況の把握、ヒグマなど他の動物の生息状況や動物相の把握など、様々な目的に利用することができます。調査の目的によって自動撮影カメラの設定や設置方法、解析手法は異なります。本手引きでは、**調査林道間での生息密度の比較**による**捕獲候補地の選定**と、捕獲の前後で生息密度を比較することによる**捕獲対策の評価**を目的とした場合の調査方法について解説します。

2 調査の流れ

自動撮影法の調査結果を**捕獲候補地の選定**に活用するのか、**捕獲対策の評価**に活用するのかで調査の流れは異なるため、ここでは調査の目的ごとに解説します（図 3-2）。

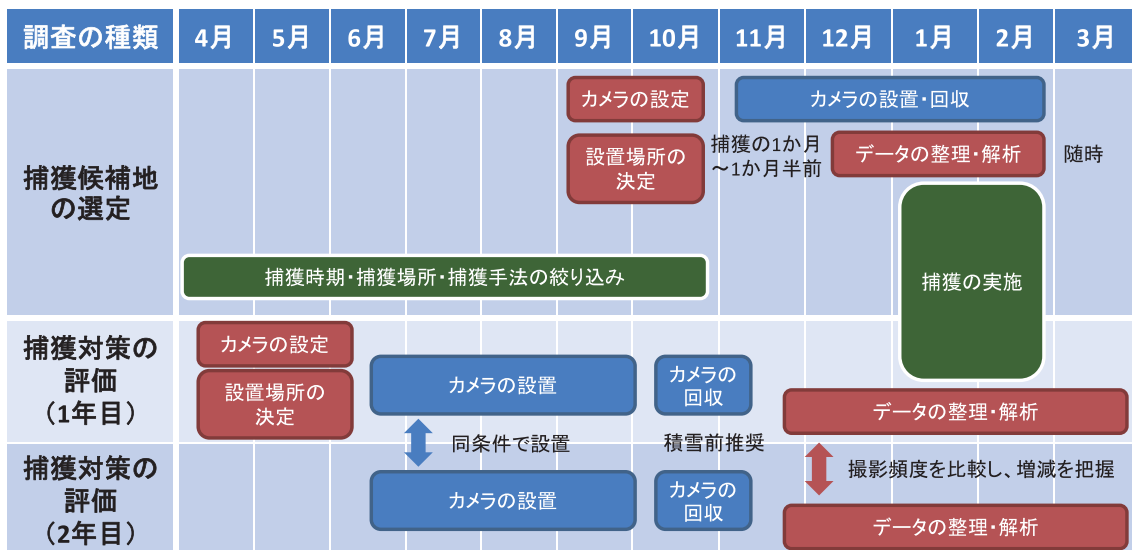


図 3-2 自動撮影法の流れ（捕獲を 1～2 月に実施すると想定した場合）

(1) 捕獲候補地の選定

捕獲候補地を選定するためには、どの調査林道にエゾシカが多いのかという情報を得る必要があります。自動撮影法によって捕獲候補地の選定をする場合、前年に調査したデータ等を活用して、**調査前に捕獲する林道や時期、手法をある程度絞り込んでおくこと**が重要になります。冬期に捕獲を実施する場合は、積雪のため調査できる林道が限られますし、自動撮影カメラを回収してからデータを整理・解析するまでの時間が限られているためです。また、捕獲手法の種類によって重視する時間帯が異なることも考えられます。

自動撮影カメラは、捕獲の 1 か月～1 か月半前に捕獲候補地となっている調査林道に少なくとも **6 台ずつ** 設置しましょう。設置期間は **2 週間～1 か月程度** とし、メモリーカードのデータを回収したら捕獲開始までに早急にデータの整理・解析をする必要があります。

ます。冬期に捕獲を実施する場合は、なるべく**積雪後のデータ**を用いて解析しましょう。

また、捕獲の実施中も自動撮影カメラを設置し続けることで、効果的に捕獲対策を変更することができます。この場合のデータ整理・解析は、データ回収のために捕獲場所に立ち入ることの影響も考慮しながら、必要に応じて随時実施します。

【調査は捕獲のどのくらい前に実施すべきか？】

捕獲候補地を選定するには、調査を捕獲のどのくらい前に実施すべきなのでしょうか。捕獲を1月に実施する場合を想定して考えてみましょう。本研究では1月の撮影頻度と11～12月の撮影頻度には高い正の相関が見られましたが、10月の撮影頻度とは正の相関が見られませんでした。つまり、12月若しくは11月に調査を実施すれば、1月にエゾシカが多い林道がある程度予測することが可能ですが、10月だと適正に予測できない可能性があることとなります。10月は季節移動*が始まる前に当たるため、季節移動を経て10月と1月の撮影頻度が大きく変わってしまったと考えられます。

本手引きでは、調査を捕獲の**1か月～1か月半前**に実施することを推奨していますが、1か月～1か月半前であってもできる限り季節移動の時期（積雪の直前や融雪期）をまたがないように配慮する必要があります。捕獲中のデータを収集しておけば、季節移動の時期に配慮することなく、翌年の候補地選定に活用できるので効果的です。

※季節移動：エゾシカは「夏の生息地」と「冬の生息地（越冬地）」との間を季節的に移動することが知られています。

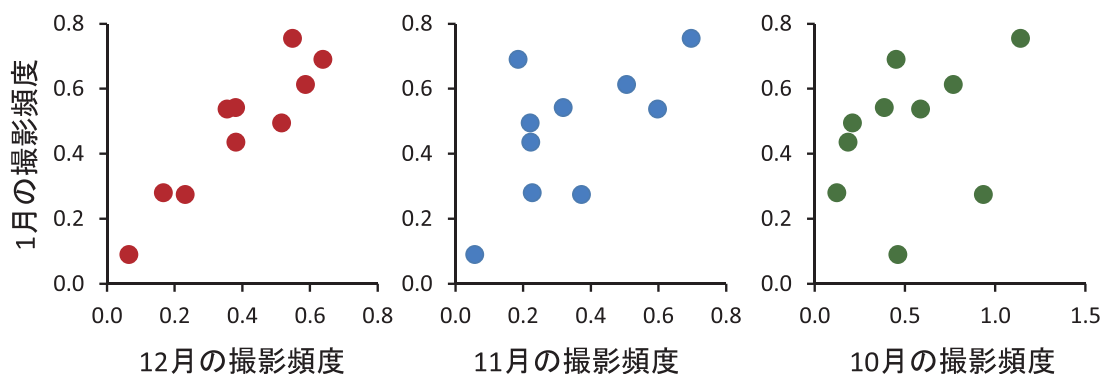


図 3-3 各調査林道における1月の撮影頻度と10～12月の撮影頻度との関係

(2) 捕獲対策の評価

捕獲対策の効果を評価するためには、捕獲対策の実施前後でエゾシカの動向がどのように変化したのかという情報を得る必要があります。自動撮影法によって捕獲対策の評価をする場合、**同一の季節**の捕獲対策実施前と実施後に**生息密度を比較する**必要があります。つまり、**少なくとも2年以上**は調査を実施する必要があります。

必要な設置台数は、捕獲対策の効果をどの森林単位で評価するのかによって異なります。捕獲を実施した林道の増減を評価したい場合は、各調査林道に少なくとも**6台ずつ**、調査ユニットの増減を評価したい場合は、各調査ユニットに少なくとも**12台ずつ**、管理区域全体の増減を評価したい場合は、**調査ユニットの数×12台**の自動撮影カメラを設置するとよいでしょう。

メモリーカードや電池交換を実施しながら、通年設置することも可能ですが、かかる労力やカメラの故障が多くなるといったデメリットがあるので、期間を限定して設置・回収することを推奨します。夏の生息地における増減傾向の把握にはエゾシカの行動変化や積雪など気象条件の影響を受けにくい**夏期(7~9月)**のデータが適しているので、**6月に設置し、積雪前に回収**するとよいでしょう。

自動撮影カメラの回収後はデータの整理・解析を実施します。これらの作業を捕獲事業の前後に繰り返すことにより、生息密度の増減傾向を把握することができ、捕獲対策の評価が可能になります。

【なぜ2年間調査を実施すべきか？】

道有林釧路管理区の三番沢林道では、2月にエゾシカの捕獲事業（モバイルカリング）を実施したにもかかわらず、捕獲事業の実施後（3月）に撮影頻度が急増しました。これは、生息密度が増加したのではなく、捕獲行為や季節移動によってエゾシカの行動が変化したことが影響したと考えられます。一方、夏期（7~9月）の撮影頻度は捕獲事業の実施に伴い3年間で徐々に減少していることがわかります。

このように同一年度内の比較では、季節によるエゾシカの行動変化の影響を受けてしまうため、生息密度の動向を適切に評価できないおそれがあります。自動撮影法によって生息密度の動向を把握し、捕獲事業の評価をするためには、エゾシカの行動変化や積雪など気象条件の影響が少ない夏期に**少なくとも2年以上調査を実施**すべきでしょう。

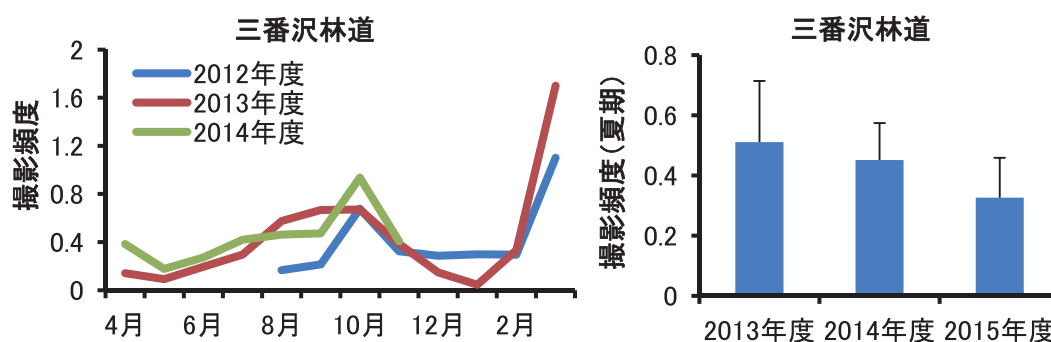


図 3-4 三番沢林道における月別の撮影頻度と夏期の撮影頻度の経年変化

3 自動撮影カメラの設定

自動撮影カメラの機種によって設定する機能が異なるので、ここでは自動撮影カメラに搭載されている標準的な機能の設定をご紹介します（表 3-1）。調査の目的やエゾシカの生息状況に合わせて自動撮影カメラの設定を変更しなければならない場合も想定されますが、**同一の調査では全てのカメラを同じ設定にしましょう。**

表 3-1 自動撮影カメラの標準的な機能の設定

機能	設定	考え方
ビデオか写真か	写真	写真は撮影内容の確認が容易で、大量のデータを取得可能。ただし、ワナへの侵入状況把握など、シカの行動を把握したい場合はビデオが有効。
画像のサイズ	最も小さいサイズ	シカのような大型動物であれば、小さい画像のサイズで問題ない。データ容量の節約になる。
連写機能	なし	撮影枚数を抑えられるため、データ整理・解析の労力を軽減できる。
インターバル（撮影間隔）	5分	カメラの前にシカが滞在した場合に、同一個体を連続撮影することを回避。同一の調査では全てのカメラを同じ設定にする必要あり。
センサーレベル	普通	シカのような大型動物であれば、センサーレベルを高くする必要はない。

【連写機能は必要？】

自動撮影カメラによっては、連写機能が搭載されている機種があります。本研究で、連写して撮影した3枚のうちいずれか1枚にエゾシカが写った写真（連写考慮）と1枚目～3枚目のみにエゾシカが写った写真の枚数を比較したところ、連写を考慮した場合と1枚目のみに写った場合の撮影枚数はほとんど変わりませんでした。

従って、データの整理・解析にかかる労力を軽減するためには、**連写機能を設定しなくても問題ない**と考えられます。

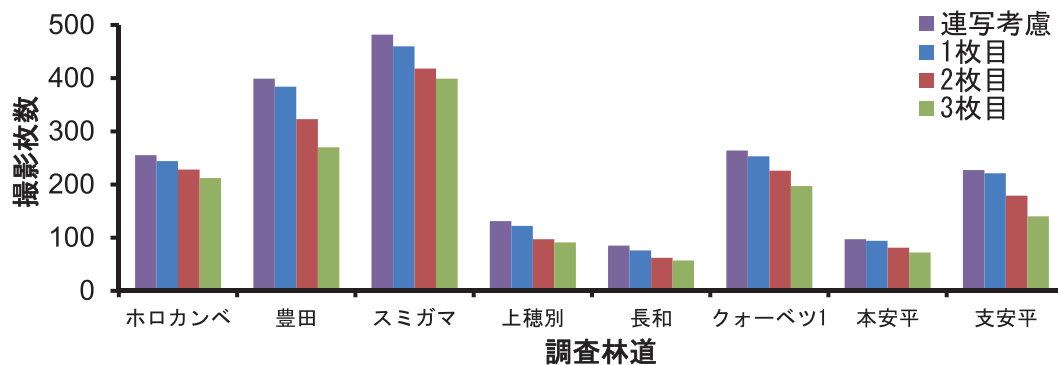


図 3-5 連写を考慮した場合と1～3枚目にシカが撮影された場合の撮影枚数

4 自動撮影カメラの設置

自動撮影カメラを設置する際は、以下の項目に留意しましょう。

- (1) 捕獲候補地の選定：捕獲候補となっている**調査林道に6台ずつ**設置する。
捕獲対策の評価：捕獲候補となっている**調査ユニットに12台ずつ**設置する。
- (2) できる限り**平坦な林内**に設置する。
- (3) 林道付近の林内に、林道が撮影範囲に入らないように設置する。回収が容易になり、盗難のリスクを軽減できる。
- (4) それぞれの自動撮影カメラは**300m以上**の間隔をあける。
- (5) 草丈の高いササ類などが繁茂する見通しの悪い森林は、撮影範囲が制限されるので避ける。適地がなく、やむを得ず見通しの悪い環境に設置する場合は、カメラの前**3~5m**の範囲のササ類を刈り取って撮影範囲を創出するとよい（シカ道に限定して設置する必要はない）。
- (6) 森林内の樹木に**高さ1~1.5m**の位置で地面と水平となるように設置する。ただし多雪地で設置する場合は、積雪深も考慮して、より高い位置に設置し、やや下向きにするとよい。
- (7) 設置する自動撮影カメラはできる限り同じ条件になるよう配慮する。

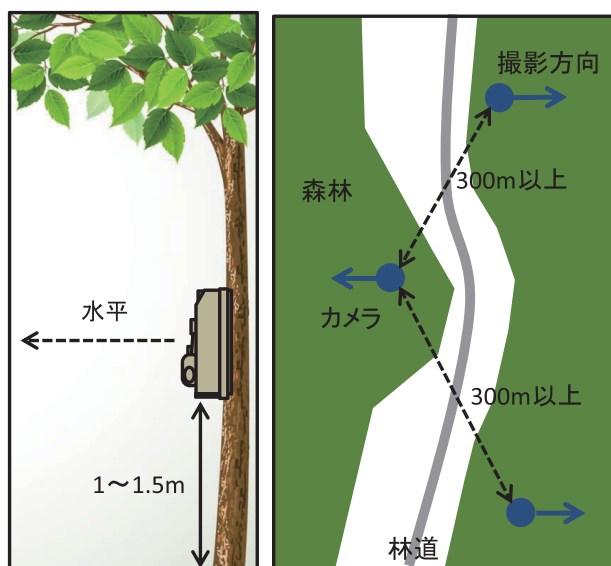


図 3-6 自動撮影カメラの設置概要図

5 設置した自動撮影カメラの管理

自動撮影カメラを設置した後は、不具合や電池切れ等が発生しないように、定期的に稼働状況をチェックする必要があります。電池を交換せずに稼働できる期間は、自動撮影カメラの機種や設定によって異なりますが、通年設置する場合は**3~4か月に1回**稼働状況のチェックをすることを推奨します。

また、回収をスムーズに行うために、**設置時と回収時の状況を記録**することが重要で

す。設置時には設置日時や設置位置、設置環境などを記録し、回収時には回収日時や自動撮影カメラの日時、不具合の有無などを記録します（表 3-2）。回収日時と自動撮影カメラの日時を記録しておくことで、時刻のずれなどの不具合が生じた場合に正しい時刻に補正できる場合があります。

表 3-2 カメラ管理簿の一例

カメラ管理簿 豊田																	
距離 (km)	名前	GPS	カメラ番号	交換カメラ番号	回収SD	装着SD	LED	設置環境			設置日	回収・設置日時	カメラ日時	不具合	撮影枚数	交換	電池残量
								林相	ササ被度	刈取り							
0.1	03_1	IBcam03_1	IB76		40	95	白	広葉樹林	散在	無	11/19 13:01	2016/6/1 13:46	2016/6/1 13:42	4m遅れ	10	無	2
0.5	03_2	IBcam03_2	IB62		26	122	白	広葉樹林	散在	無	11/19 13:07	2016/6/1 13:55	2016/6/1 9:54		41	無	2
1.2	03_3	IBcam03_3	IB29		32	82	白	広葉樹林	なし	無	11/19 12:44	2016/6/1	2016/6/1	2m遅れ	177	無	1
2.2	03_4	IBcam03_4	IB67		36	124	白	広葉樹林	なし	無	11/19 12:50						
1.2	03_5	IBcam03_5	IB77		33	94	白	広葉樹林	散在	無	11/19 13:25	2016/6/1 14:01	2016/6/1 13:56	5m遅れ	7406	無	

実時刻を記録しておくことでカメラ時刻のずれを補正できる場合あり

【どのような不具合が生じる?】

自動撮影カメラは屋外に設置するため、どんなに気をつけていても気象条件などの影響によって不具合が少なからず発生します。本研究では、時刻のずれや撮影可能な軽度の故障が多く発生しました。ある程度の不具合は発生することを前提に、最低でも6台ずつの設置を推奨しています。

表 3-3 自動撮影カメラの不具合と症状

不具合の内容	台数		具体的な症状
	1回目	2回目	
故障 (撮影不能)	3	0	1. testモード移行時にフリーズし、データが残されていない。 2. testモードに移行するが、途中からデータが残っていない。 3. 野生動物による破損(ヒグマやキツツキ)
故障 (撮影可能)	4	9	1. testモードに移行しない or しにくい。 2. ツメ折れ、フタ破損など。
時刻のずれ	16	5	交換時に1時間以上時刻のずれが生じたカメラ。

6 撮影データの整理・解析

撮影されたデータを整理・解析するためには、①メモリーカードからデータを吸い出し、整理する作業、②撮影された写真に写っている動物を判別する作業、③密度指標（撮影頻度）を算出する作業を実施します（図 3-8）。

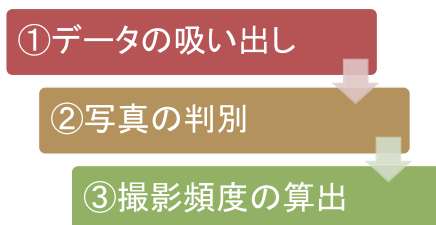


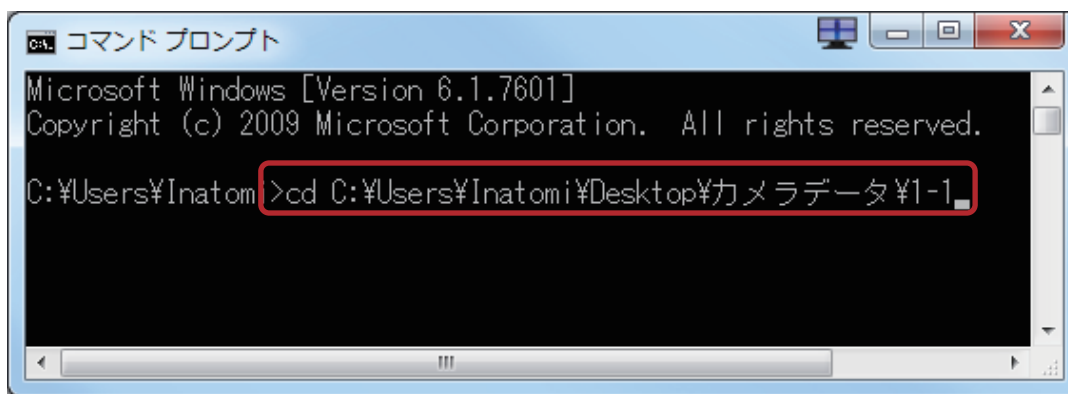
図 3-8 撮影データの整理・解析の流れ

①データの吸い出し（OSがWindowsの場合）

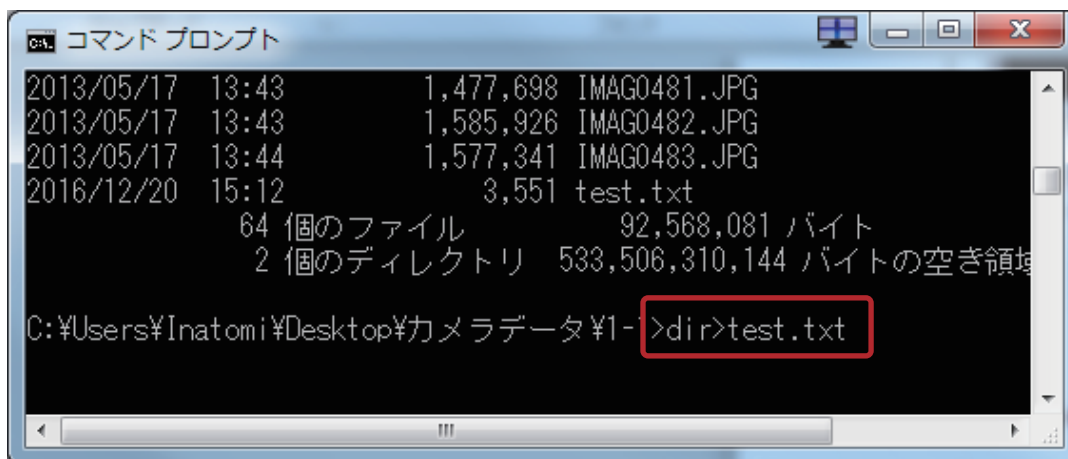
- 1) 自動撮影カメラごとにフォルダを作成し、写真を保存する。



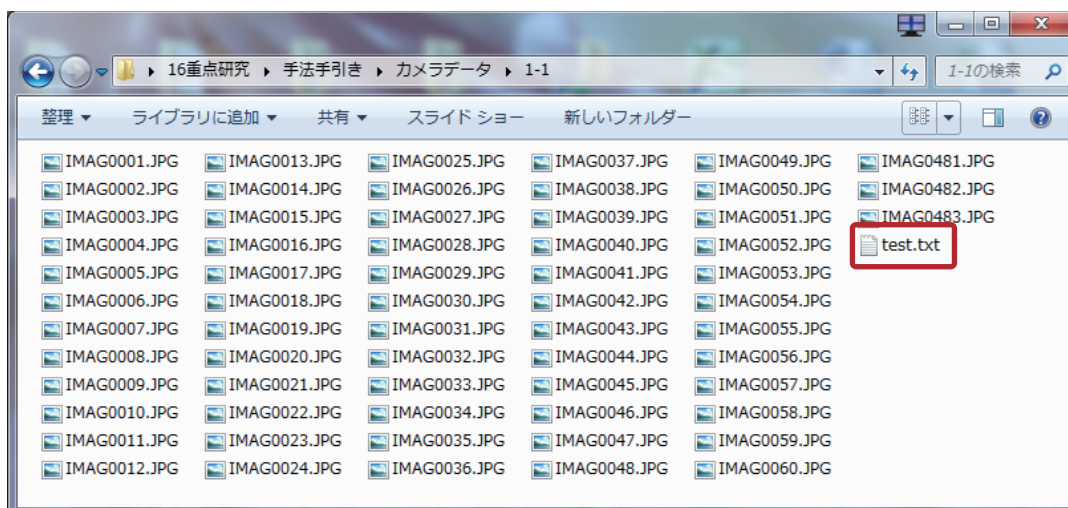
- 2) コマンドプロンプトを起動し、「cd+半角スペース+リストを作りたい写真フォルダの場所」を入力し、Enter を押す



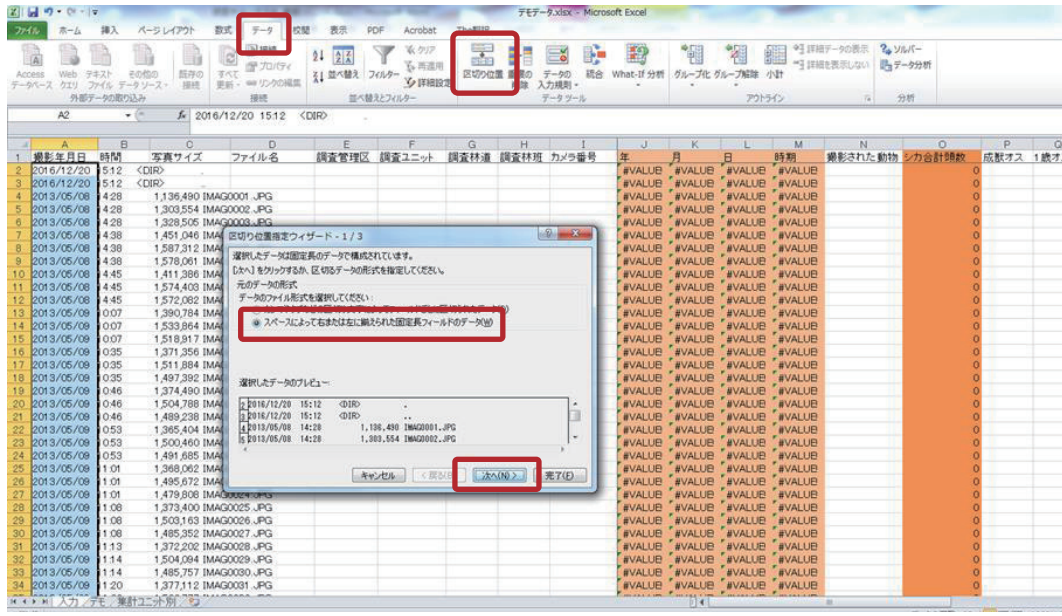
3) 「dir>保存したい名前.txt」と入力しEnterを押す。



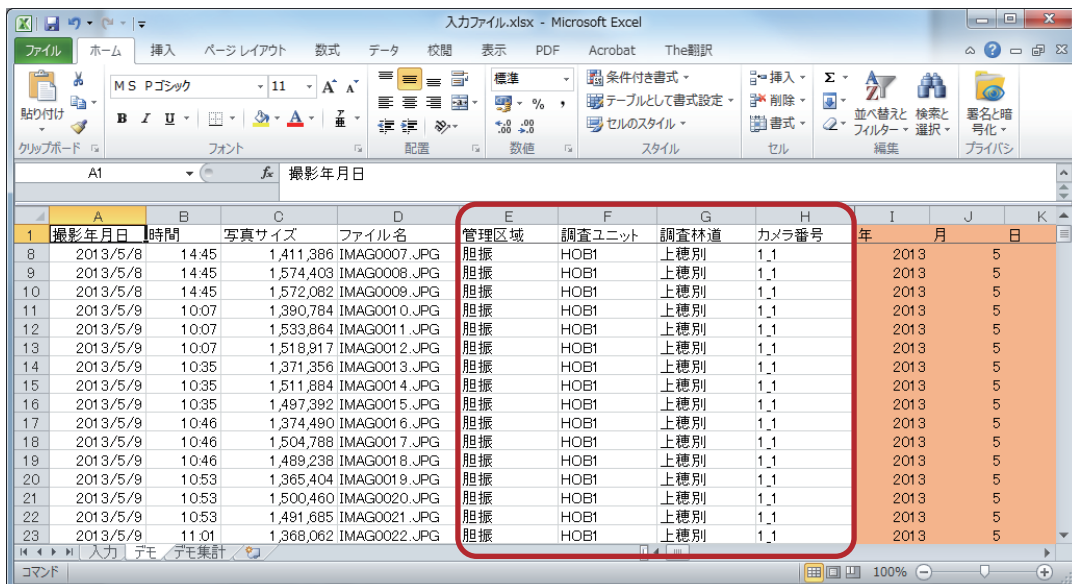
4) フォルダに写真の撮影年月日等がリスト化されたテキストファイルが保存される。



- 5) 作成したテキストファイルのリストを表計算ファイルに貼り付け、データ区切り位置の機能を使って、ファイル名と撮影年月日を別のセルに分割する。



- 6) 設置場所の情報（管理区域、調査ユニット、調査林道、カメラ番号）を入力する。



②写真の判別

撮影された動物をチェックし、表計算ファイルに入力する。エゾシカが撮影された場合は、頭数、性別（角あり・なし）まで入力する。

撮影年月日	時間	写真サイズ	ファイル名	調査管理区	調査ユニット	調査林道	調査林道	カメラ番号	撮影された動物	シカ合計頭数	成獣オス	1歳オス	不明オス	メス	仔	不明	備考
2016/12/20	15:12	<DIR>								0							
2016/12/20	15:12	<DIR>								0							
2013/5/8	14:28	1,136,490	IMAG0001.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1	deer	2							
2013/5/8	14:28	1,308,554	IMAG0002.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1	fox	0							
2013/5/8	14:28	1,328,505	IMAG0003.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/8	14:38	1,451,046	IMAG0004.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/8	14:38	1,587,312	IMAG0005.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/8	14:38	1,378,061	IMAG0006.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/8	14:45	1,411,386	IMAG0007.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/8	14:45	1,574,403	IMAG0008.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/8	14:45	1,572,082	IMAG0009.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	10:07	1,280,784	IMAG0010.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	10:07	1,539,864	IMAG0011.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1	deer	1							
2013/5/9	10:07	1,518,917	IMAG0012.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1	deer	2							
2013/5/9	10:35	1,371,356	IMAG0013.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	10:35	1,511,884	IMAG0014.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	10:35	1,497,382	IMAG0015.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1	deer	0							
2013/5/9	10:46	1,374,480	IMAG0016.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	10:46	1,504,788	IMAG0017.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	10:46	1,489,238	IMAG0018.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1	deer	1							
2013/5/9	10:53	1,365,404	IMAG0019.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	10:53	1,500,460	IMAG0020.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	10:53	1,491,685	IMAG0021.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1	deer	0							
2013/5/9	11:01	1,368,062	IMAG0022.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:01	1,495,672	IMAG0023.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:01	1,478,808	IMAG0024.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:08	1,373,400	IMAG0025.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:08	1,503,163	IMAG0026.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:08	1,485,352	IMAG0027.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:13	1,372,202	IMAG0028.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:14	1,504,084	IMAG0029.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:14	1,485,757	IMAG0030.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1		0							
2013/5/9	11:20	1,377,112	IMAG0031.JPG	新設路	霧多布	三番沢		32-1-1	man	0							

何が写っているのかわからない場合は、「画像を連続で見て前後の写真と比較する」、「画質を明るくする」などを行うと、撮影された動物を判別できる場合があります。

撮影頻度の算出

- 1) 自動撮影カメラごとの稼働日数を月別に算出する（設置日、回収日は含めない）。
- 2) 自動撮影カメラごとのシカの撮影枚数を月別に算出する。
- 3) 調査の目的に応じて管理区域や調査ユニット、調査林道などの森林単位ごとに稼働日数及びシカの撮影枚数を集計する。
- 4) ある森林単位で合計したシカ撮影枚数を同じ森林単位で合計した稼働日数で除して、撮影頻度を算出する。1日の撮影枚数は0:00~24:00で区切る。

$$\text{撮影頻度 (枚/日)} = \frac{\text{シカ撮影枚数}}{\text{自動撮影カメラの稼働日数}}$$

【撮影頻度の有効性】

各調査林道の10月の撮影頻度を、10月に調査したライトランセクト法（第4章参照）の密度指標（10km 走行当たりの観察頭数）と比較すると、両値には強い正の相関があることがわかりました。従って、撮影頻度はシカの生息密度を示す指標として有効であると考えられます。

10km 走行当たりの観察頭数が20頭を超えると、森林内では様々な影響が目立ち始めると考えられています。20頭/10kmに当てはまる撮影頻度は約0.5枚/日ですので、この数値以上の撮影頻度を示した森林では速やかに捕獲対策を実施すべきでしょう。0.5枚/日未満であっても被害が増えている森林や局所的に大きな被害が発生している森林では積極的に捕獲対策を検討すべきです。

なお、生息密度を示す指標として、エゾシカの撮影枚数ではなく、撮影頭数を利用することも可能ですが、頭数を判別する労力の方が大きいこと、撮影枚数と撮影頭数に大きな違いがなかったことなどを踏まえて、本手引きではエゾシカの撮影枚数を使用しました。

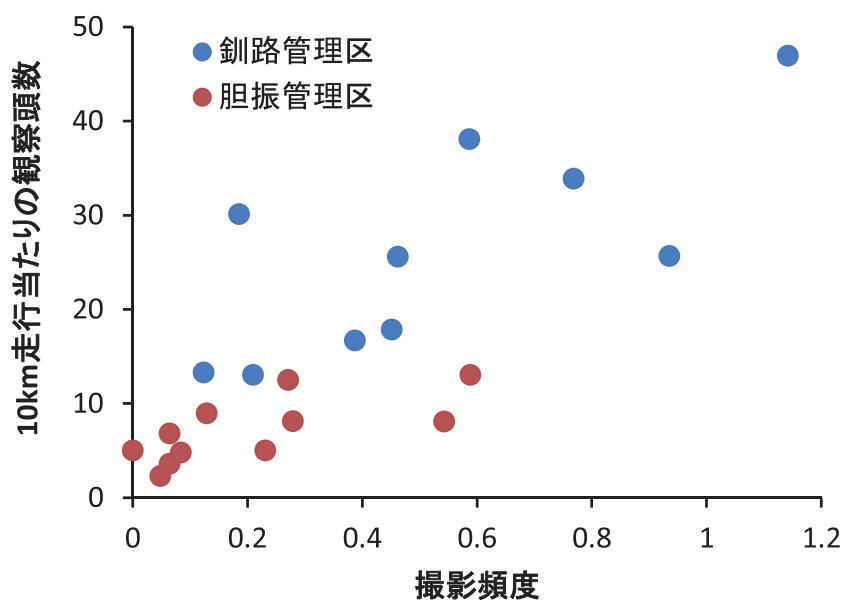


図 3-9 各調査林道における撮影頻度とライトランセクト法の密度指標との関係

7 調査結果の活用

(1) 捕獲候補地の選定

算出した調査林道別の撮影頻度を比較します。この際、捕獲の時間帯に合わせて撮影頻度を求める時間帯を制限すると、より効果的に捕獲候補地を選定できると考えられます。例えば、日中の銃猟を想定している場合は、日の出から日没前までの撮影頻度のみを利用した方が、捕獲時の密度指標をより正確に算出することができます。撮影頻度の高い調査林道は、効果的な捕獲を実施できる可能性が高いと考えられます。ただし、捕獲地の選定に当たっては、このようなエゾシカの密度指標に関する情報のほかに、地理的な条件や社会的な条件なども勘案して決定する必要があります(捕獲の手引き参照)。

(2) 捕獲対策の評価

同じ場所に設置した自動撮影カメラの撮影頻度を捕獲対策実施前後で比較しましょう。撮影頻度が低下していれば、エゾシカの生息密度は捕獲対策によって低下した可能性が高いと判断できます。ただし、調査地によっては捕獲対策による捕獲だけではなく、狩猟や有害駆除による捕獲も実施されている場合があります。捕獲対策の効果を評価する際は、これらの情報も加味した上で評価する必要があります。

第4章 ライントランセクト法

1 ライントランセクト法の目的

ライントランセクト法とは個体数調査法の1つであり、線(ライン)状の調査経路を用いて、その周辺に出現する動物や植物などの対象物との距離を測定することで、その地域の対象物の密度を推定する方法です。北海道が毎年行っているエゾシカのライトセンサス調査では調査距離あたりの観察頭数を調べることで個体数の増減を評価するのに対し、ライントランセクト法では、さらに観察者から発見したエゾシカまでの距離や方向を測定することで**管理区域の生息密度**を推定することができます(図4-1)。本手法を使って管理区域におけるエゾシカの生息密度を評価すれば、**個体数を減少させるために必要な捕獲目標数**を算出することができます。

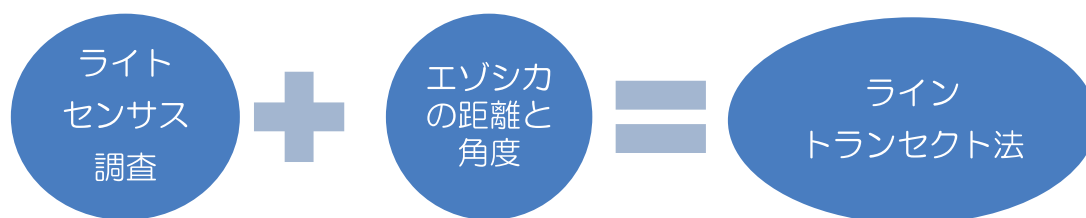


図4-1 ライントランセクト法

2 ライントランセクト法による密度算出

観察調査を行う際、調査林道上のエゾシカは容易に見つけられますが、林道から離れたエゾシカは発見しづらく、観察頭数が減少します。特定の地域にエゾシカがまんべんなく分布していると仮定すると、調査林道の両側で発見した個体数と距離のデータから、発見確率モデルを推定できます。ある距離までに見落とした数とそれ以降に発見した数が同じになる調査ラインからの垂直距離を**有効観察幅 (ESW)**と呼びます(図4-2)。生息密度は**観察頭数の合計値を探索面積 (2×ESW×調査距離) で除した値**になります。

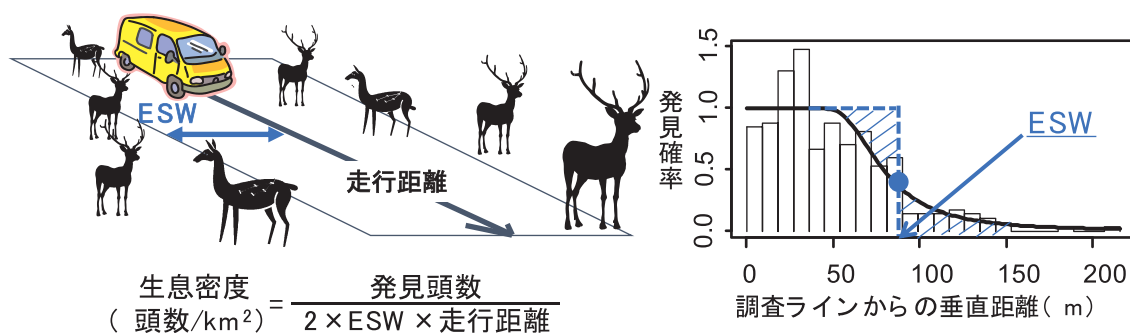


図4-2 ライントランセクト法の概念図と密度算出式

3 ライトランセクト法の適用条件

本手法で生息密度を推定するためには、一定数のエゾシカを観察する必要があります。海外の文献では、対象動物を**観察した回数が合計40程度**を適用条件としています。また、森林内で**林道から離れたエゾシカは徐々に発見しにくくなることを仮定している**ので、林道の地形や調査時期によってはこの仮定にあてはまりにくく、生息密度の精度が下がるかもしれません。どのような条件においてもデータさえあれば密度の算出そのものは可能ですが、信頼のある生息密度を得るためには、以下の点に配慮した調査地の選定及び調査計画を立てましょう（図4-3）。なお、詳細については「4 調査の流れ」で述べます。

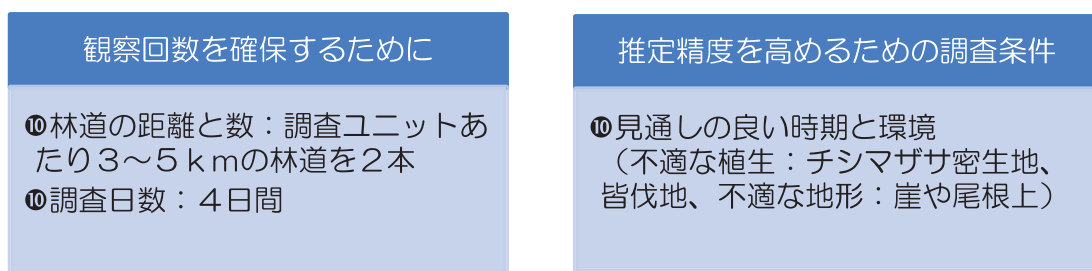


図4-3 ライトランセクト法の適用条件

4 調査の流れ

ライトランセクト法を円滑に実施するためには、以下のような流れで実施するとよいでしょう（表4-1）。

表4-1 ライトランセクト法の流れ

順序	時期	項目
1	春～夏	調査林道の選定
2	春～夏	必要機材の準備
3	夏	調査林道の下見
4	秋	調査の実施
5	冬	データ入力及び解析

(1) 調査林道の選定

森林内においてエゾシカの利用が多い場所と少ない場所があるため、管理区内の密度を推定するためには、対象地全体をカバーするように調査林道を選定する必要があります。管理区域をまず調査ユニット（20～40km²）に分け、調査ユニット毎に調査林道を**2本程度**選びます（第1章参照）。**3～5km程度の距離が確保できる見通しのよい林道**を選定しましょう。例えば、チシマザサの密生地や崖や尾根上の林道は視界が悪く、一方で広い範囲の皆伐地では遠方のエゾシカも確実に発見できてしまうため、ライトランセクト調査ではできるだけ避けましょう。

(2) 必要機材

スポットライト、スポットライト用のバッテリー、バッテリー充電器、双眼鏡、レーザー距離計、コンパスが必要です(図4-4)。また、走行ルートの確認にはGPSが有効です。参考に、実際に使った機材を以下に掲載します。必ずしも特定のメーカーや型番にこだわる必要はありませんが、異なる地域や年による違いの比較のためには、同じ機材で条件を統一することが望ましいです。なお、森林内を走行するため、倒木などがあつた際に対処できる機材があるとよいでしょう。



図4-4 実際の調査で使用した機材の名称・メーカー・規格・台数

(3) 調査林道の下見

ライトランセクト法は夜間に実施するため、事前に調査林道を下見し、地形や障害物の有無などを確認しておくといでしょう。調査直前に悪天候だった場合は、路面がぬかるんでいたり、倒木が発生している可能性もあるため、下見は特に有効でしょう。

(4) 調査の実施

【調査時期】

森林内の見通しがよく、かつ積雪によって調査林道の走行が不能になる前が望ましく、**10月下旬～11月頃**が適期です。

【調査人数と役割分担】

調査チームに必要な役割は、運転・記録・ライト（左右両側）・距離測定・角度測定です。複数の役割を兼務することで調査人数を**3～4名程度**にすることができます。

【調査日数について】

エゾシカの観察数は天候などの影響を受けて日によって変動することから、同じコースを**4日間（4回）**繰り返します。繰り返し数が多いほど密度の信頼性が高まるためです。「3 ライトランセクト法の適用条件」で述べたとおり、管理区域全体でエゾシカを観察した総回数が**40**を大きく下回る場合は、調査林道の距離を延ばしたり、調査日数を増やすなど努力量を増やす対策が必要となります。

【実例：道有林胆振管理区及び釧路管理区の調査林道の本数と距離】

道有林釧路管理区では 5 カ所の調査ユニットにそれぞれ調査林道を2本（合計10本）設定しました。一方、釧路管理区の2倍の面積を有する道有林胆振管理区では、10カ所の調査ユニットのうち5カ所を調査対象とし、各ユニットに調査林道を2本設定しました。調査林道は、原則4km以上としましたが、十分な距離を確保できない林道は、複数の林道を合わせて一つの調査林道としました。調査林道毎に4回のライトランセクトを実施したので、合計約160kmを調査しました。

表 4-2 2014年胆振管理区及び釧路管理区におけるライトランセクト調査。
調査林道の距離及び調査中に発見されたエゾシカの頭数。このデータを使って推定した生息密度は図 4-7 に掲載。

(a) 道有林胆振管理区

調査ユニット	調査林道	距離(km)	1回目	2回目	3回目	4回目	合計
			11月4日	11月5日	11月10日	11月11日	
穂別1	長和	4.0	0	3	2	3	8
	上穂別	3.3	6	7	9	5	27
穂別3	スミカマ	2.3	4	0	1	7	12
	豊田	3.4	0	2	1	8	11
穂別4	ホロカンベ	4.4	0	0	3	1	4
	ニワン	3.2	5	3	4	4	16
穂別地域		20.6	15	15	20	28	78
安平	本安平	5.0	4	2	3	1	10
	支安平	4.7	1	5	1	2	9
由仁	クオーベツ1	3.5	2	3	0	0	5
	クオーベツ2	4.0	2	2	5	4	13
	川端	2.8	4	2	4	0	10
安平地域		20.0	13	14	13	7	47
合計		40.6	28	29	33	35	125

(b) 道有林釧路管理区

調査ユニット	調査林道	距離(km)	1回目	2回目	3回目	4回目	合計
			11月17日	11月18日	11月25日	11月26日	
湖南	元保護区	4.1	17	13	15	32	77
	東梅	4.5	7	6	3	14	30
あやめが原	登喜岱	4.5	20	15	16	10	61
	リルラン	4.4	10	14	21	8	53
火散布	糸魚沢1	4.3	12	12	17	3	44
	風潤	4.4	11	10	11	35	67
糸魚沢	糸魚沢2	4.6	6	6	2	10	24
	神居岩	4.7	2	7	14	2	25
霧多布	三番沢	3.7	12	12	14	0	38
	四番沢	5.6	7	8	25	0	40
厚岸地域		26.8	62	61	71	76	270
浜中地域		17.9	42	42	67	38	189
合計		44.7	104	103	138	114	459

【調査記録】

調査票に調査開始時刻、終了時刻、発見した時刻とトリップメーターの距離、発見したエゾシカの頭数を群れごとに記録します(表4-3)。性別や齢別(1歳以上と仔)の頭数も参考情報として記録します。その他に、距離計で測定した車から発見個体までの距離(群れの場合、最も近かった個体の距離)、エゾシカ個体及び車の進行方向の角度を記録します。

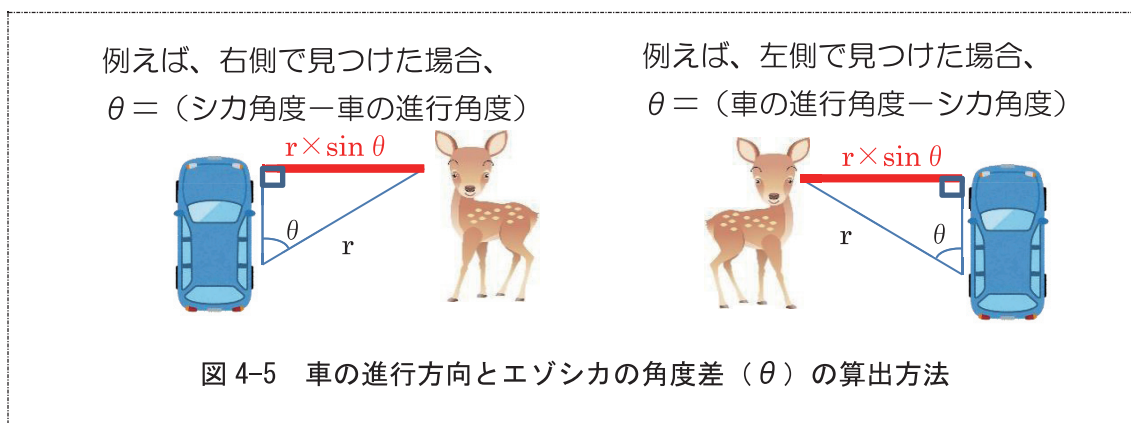
表4-3 ライトランセクト調査票の一例

No. 1 /														
ライトランセクト調査票														
調査年月日	平成	年	月	日	調査時間	時	分	～	時	分				
調査者名														
調査地	振興局		市・町・村				地区							
	<input type="checkbox"/> 農耕地	内訳: <input type="checkbox"/> 牧草地・ <input type="checkbox"/> 畑地(栽培種:)												
	<input type="checkbox"/> 森林	内訳: <input type="checkbox"/> 針葉樹林・ <input type="checkbox"/> 広葉樹林・ <input type="checkbox"/> 人工林(樹種:)												
	走行距離		km											
	<input type="checkbox"/> オスメス可猟区・ <input type="checkbox"/> オス可猟区・ <input type="checkbox"/> 休猟区・ <input type="checkbox"/> 禁猟区													
調査時の概況	メッシュ番号													
	天候: <input type="checkbox"/> 快晴・ <input type="checkbox"/> 晴れ・ <input type="checkbox"/> 曇り・ <input type="checkbox"/> 雨・ <input type="checkbox"/> 霧・ <input type="checkbox"/> その他()													
	風の強さ: <input type="checkbox"/> 強い・ <input type="checkbox"/> 弱い・ <input type="checkbox"/> 無風													
観察条件: <input type="checkbox"/> 良い・ <input type="checkbox"/> 普通・ <input type="checkbox"/> 悪い・ <input type="checkbox"/> その他()														
調査結果														
調査開始時刻(: :)														
時刻	距離(km)	方向	距離(m)	角度(個体)	角度(進行)	オス			メス	仔	メス仔不明	識別不明	合計	環境
						成獣	一本角	不明						
: :	0.0													スタート
: :														
: :														
: :														
: :														
: :														
: :														
: :														
: :														
調査終了時刻(: :)						終了距離(km)								
小計														
合計														

5. データ解析の実施

(1) 垂直距離の算出

持ち帰った記録用紙のデータのうち、発見個体までの距離 (r) と車の進行方向とエゾシカの角度差 (θ) から、発見したエゾシカの垂直距離を算出します。角度差はエゾシカを発見したのが右側か左側かで異なるため、注意が必要です (図 4-5)。垂直距離は、 $r \times \sin\theta$ で計算することができます。



(2) データ入力と生息密度の推定

密度推定には、インターネットから無料でダウンロードできる *Distance* というソフトウェアを使用します。以下の URL より、自分の PC にダウンロードし、インストールしておきます。なお、現在の最新 version は、ver7.0 です (2016 年 11 月 16 日確認)

<http://distancesampling.org/Distance/>

ソフトウェアにインポートするデータファイルは、エクセルで作成し、テキストファイル (.txt) で保存しておきます。列名には Stratum (地域名)、Area (面積; km^2)、Transect (調査林道名)、Length (調査距離; km)、Distance (垂直距離; m)、Cluster size (観察した頭数) を加えます (表 4-4)。Area、Length、Distance の単位は、ソフトウェアの操作時にも指定する必要があるため、データ入力の際に間違わないよう気をつけましょう。

表 4-4 *Distance* 用のデータファイル

Stratum	Area	Transect	Length	Distance	Cluster size
Kushiro	76.6	1	16.5	49.43348	1
Kushiro	76.6	1	16.5	62.29804	7
Kushiro	76.6	1	16.5	0	2
Kushiro	76.6	1	16.5	0	1
Kushiro	76.6	1	16.5	32.09987	2
Kushiro	76.6	1	16.5	144.402	1
Kushiro	76.6	1	16.5	27.04659	2
Kushiro	76.6	1	16.5	124.3152	1
Kushiro	76.6	1	16.5	21.75139	1

Distance は北米で開発されたため、使用言語は英語です。調査データを用いて一連の操作ができるように、付録の *Distance*7.0 実施ガイドでは、*Distance* の使用手順を日本語で簡単に説明しましたが、*Distance* が使用しているモデル構造やライントランセクト法の原理を理解して使用するためには、参考文献にある原著書や論文等を参照し、ユーザーズガイドに従ってください。

ソフトウェアに入力した結果として、**平均群れサイズ**、**推定生息密度**、対象地面積における**個体数**が出力されます（図 4-6）。

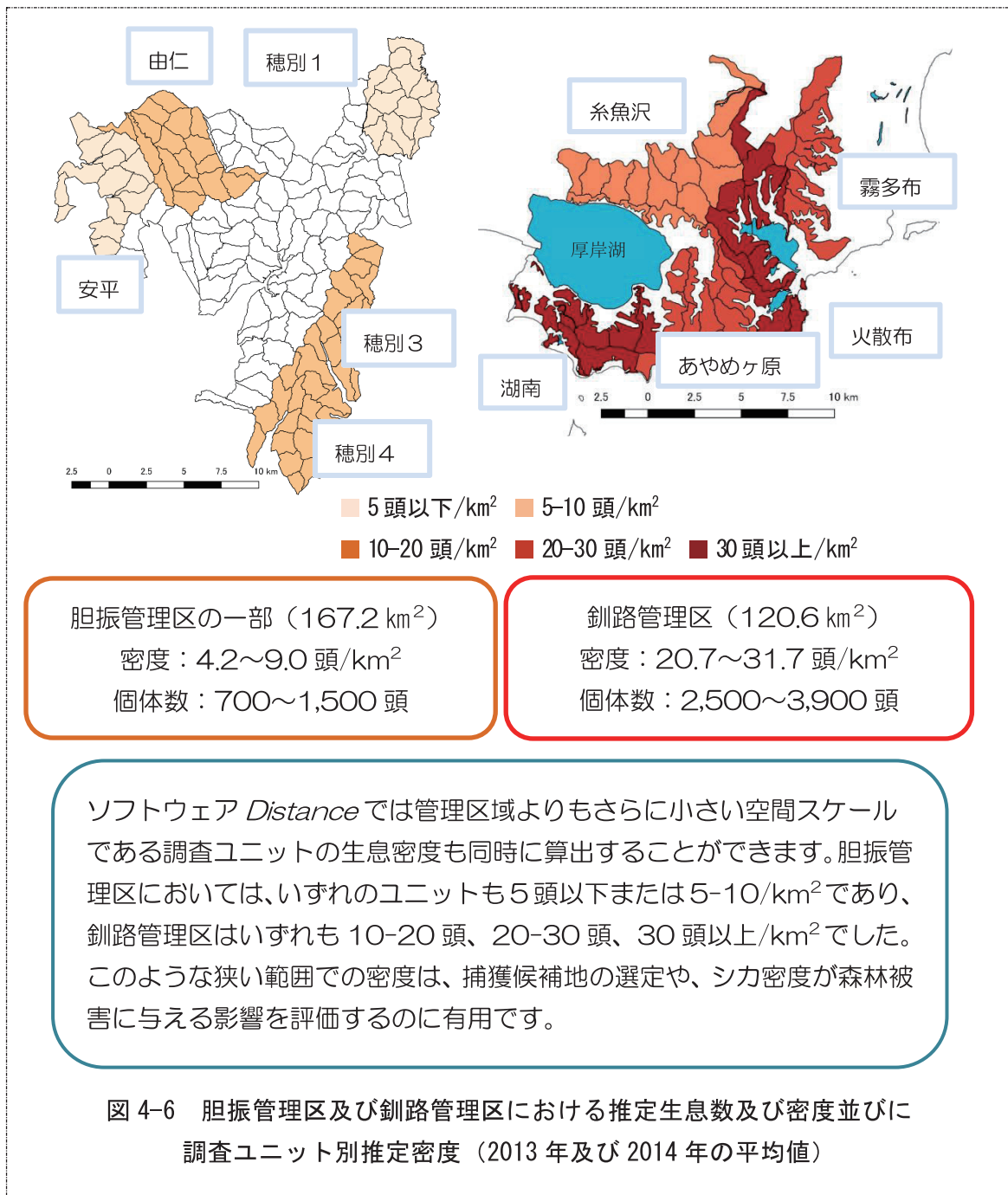


図 4-6 胆振管理区及び釧路管理区における推定生息数及び密度並びに調査ユニット別推定密度 (2013 年及び 2014 年の平均値)

6 結果の活用方法

これまでエゾシカの生息数の推定は、北海道を3つの地域（東部・西部・南部）に区分した大きな空間スケールで行われていましたが、ライントランセクト法では、**管理区域の生息密度**を推定することができます。管理区域の生息密度を利用して、**捕獲目標数**を設定することができます。例えば、面積が 40km^2 の管理区域でライントランセクト法によって生息密度が $25\text{頭}/\text{km}^2$ と推定されたと仮定します。その場合、推定個体数は1,000頭となります。

一般的にエゾシカの増加率は年率約20%と考えられており、他地域との移出入がないと仮定すれば、翌年は $1,000 \times 1.2 = 1,200$ 頭になると予測できます。つまり、個体数を現状以下に減らすためには1年間に200頭以上の捕獲が必要になります（図4-8）。捕獲数の総計（狩猟捕獲数+許可捕獲数）が上記の推定値に達していなければ、個体数が増加する可能性があるため、捕獲対策を強化する必要があると考えられます。ただし、生息密度の推定値には幅があり、例えば5年毎に定期的にライントランセクト調査を実施し、捕獲目標数を見直すことを推奨します。



図 4-8 推定密度の活用方法

北海道立総合研究機構重点研究成果②

**森林管理者のための
エゾシカ調査の手引き**

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
環境科学研究センター・林業試験場

平成 29 年（2017 年）3 月発行

編集・発行 北海道立総合研究機構

環境・地質研究本部

環境科学研究センター

〒060-0819 札幌市北区北 19 条西 12 丁目

電話：011-747-3521 FAX：011-747-3254

（無断複製、転載を禁ず）

