

阿寒摩周国立公園の
森林植生に及ぼすニホンジカの
影響把握に関する調査の手引き

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
エネルギー・環境・地質研究所

令和3年（2021年）3月

はじめに

近年、日本各地でニホンジカ（以下、シカ）の生息数が増加し、それに伴い農林業被害や交通事故も増加するなど人とシカとの軋轢が増しています。シカの増加は人との軋轢を引き起こすだけでなく、生態系にも多大な影響を及ぼしていることが報告されています。

シカの主要な生息地である森林では、生息密度の増加に伴って様々な影響が発生します。人工林では、植栽木の枝葉食害、幹折れや剥皮被害が発生し、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が発生しています。このようなシカの影響を軽減し、健全な森林生態系を保全するためには、シカ排除柵による植生保護や捕獲によるシカの個体数管理などの対策を講じる必要があります。シカ対策を効率的・効果的に実行するには、管理の対象となる森林でシカによる影響が「どこで」、「どのように」発生しているのか把握するとともに、シカが「いつ」、「どこに」、「どの程度」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、シカ対策を実施した後は、調査を継続的に実施し、その効果をチェックすることが重要です。

阿寒摩周国立公園の阿寒湖周辺は、シカの大規模な越冬地で、森林への影響が他の地域よりも早く顕在化した地域です。1995年、阿寒湖周辺に7か所のシカ排除区と隣接する対照区が設置されました。エネルギー・環境・地質研究所では、シカ排除区と対照区の設置以降、長期にわたって柵内外の植生を調査し、森林植生に及ぼすシカの影響をモニタリングしてきました。

本手引きは、阿寒摩周国立公園の森林植生に及ぼすシカの影響を定量的に評価するための調査手法とその結果を活用する方法について、阿寒湖周辺での研究事例をもとに取りまとめたものです。自然公園の保全や森林の管理に携わる皆さまが本手引きを参考とさせていただくことによって、健全な森林生態系の保全に寄与することができれば幸いです。

(地独) 北海道立総合研究機構
産業技術環境研究本部
エネルギー・環境・地質研究所

目次

はじめに	1
第1章 阿寒湖周辺におけるシカの生息状況	3
第2章 調査の意義と種類	5
第3章 調査区の設定	7
第4章 木本類の調査	10
(1) 毎木調査	
(2) 稚樹調査	
第5章 草本類の調査	15
(1) 林床植生調査	
(2) 指標種調査	
第6章 シカの生息状況調査	22
第7章 調査結果の活用	25

第1章 阿寒湖周辺におけるシカの生息状況

阿寒摩周立公園は、アカエゾマツやトドマツを主体とする針葉樹林、ミズナラやハルニレ等を主体とする落葉広葉樹林、これらが混交する針広混交林に広く覆われています。雄阿寒岳や雌阿寒岳等の亜高山帯にはダケカンバ林が発達し、標高が高くなるにつれミヤマハンノキやハイマツの群落、ガンコウランやイソツツジの群落、山頂にはコマクサやメアカンフスマ、メアカンキンバイ等の高山植物群落が見られます。また、クマイザサ等のササ類は、林床植生の主な構成要素となっています。さらに、阿寒湖周辺及びポン山には噴気孔植生も見られます。

阿寒摩周国立公園とその周辺地域のシカ個体群（阿寒個体群）は、明治期の二度にわたる大雪に耐えて、絶滅を免れ、戦後の分布拡大の中心地となったことが分布調査から推察されています。針葉樹林や針広混交林に覆われているため、豪雪時にはシカの避難場所としての役割を果たしたと考えられており、現在も大規模な越冬地として利用されています（写真 1-1）。このような状況から、阿寒湖周辺の森林は、シカの影響が他の地域よりも早く顕在化した地域です。阿寒湖周辺の森林を所有する（一財）前田一步園財団が1992年から5年間実施したオヒョウとハルニレの被害実態調査によると、全本数の74%（96,000本）が枯死し、場所によっては90%以上が枯死していたという結果が残っています（写真 1-2）。

阿寒湖周辺は、鳥獣保護区に指定されているため、シカの狩猟は禁止されていますが、周辺の市町村では1994年度にメスジカの狩猟を先行して解禁し、可猟期間や捕獲制限頭数の規制緩和も他の市町村に先行して実施されてきました。また、1999年からは（一財）前田一步園財団が、囲いわな等を用いたシカの個体数調整を開始し、毎年数百頭を捕獲しています。このような狩猟規制の緩和や個体数調整の取組みによって阿寒湖周辺におけるシカの生息密度は、1992年の27.1頭/km²から2008年には9.5頭/km²まで低下しました（図 1-1）。このような生息密度の低下に伴い、一部の地域で林床植生の回復傾向が確認されているものの、嗜好性の高い草本類や稚樹は消失したままとなっており、後継樹は十分に育っていません。さらに、このようなシカの影響は、阿寒湖周辺だけではなく、屈斜路湖周辺や摩周湖周辺など阿寒摩周国立公園の全域で顕著になりつつあります。

このような状況を踏まえ、環境省と農林水産省は、阿寒摩周国立公園におけるシカによる自然環境への影響を低減するための効果的な対策を検討・実施することで、生態系の維持及び回復を図ることを目標とする「阿寒生態系維持回復事業計画」を2017年に策定しました。



写真 1-1 阿寒湖周辺で越冬するシカ



写真 1-2 阿寒湖周辺で確認されたシカによる被害木

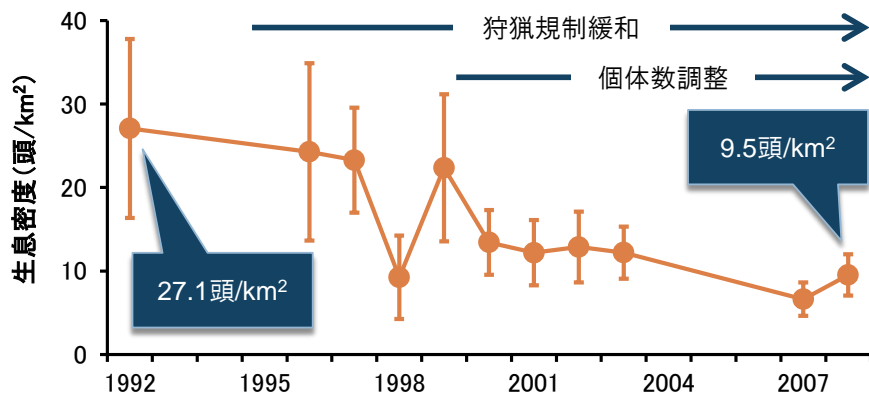


図 1-1 航空機調査によって推定した阿寒湖周辺におけるシカの生息密度
(稲富ほか (2012) をもとに作成)

第2章 調査の意義と種類

1. 調査の意義

シカの影響を低減し、健全な森林生態系を保全するためには、シカ排除柵による植生保護や捕獲によるシカの個体数管理などの対策を講じる必要があります。これらの対策を効果的・効率的に実行するには、シカが森林の「どこで」、「どのような植生(植物種)に対し」、「どの程度」影響を及ぼしているのか、といった情報を収集することが重要です。また、調査を継続的に実施(モニタリング)することによって、対策の効果をチェックし、必要に応じて対策を見直さなければなりません(図2-1)。

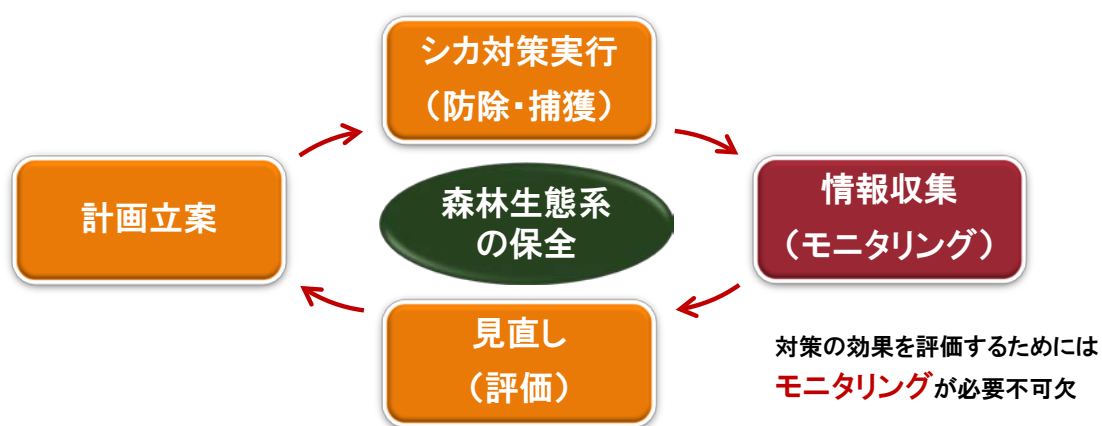


図2-1 森林におけるシカ調査の意義

2. 調査の種類

シカは様々な植物種を選択的に採食し、木本類や多年生の草本類は、その年に採食された影響だけでなく、過去に採食された累積的な影響も受けているので、植生への影響は様々な形で現れます。森林植生は、垂直的な階層構造を示し、高木層、亜高木層、低木層、草本層、林床などに分類することができます。木本類(高木層～低木層)と草本類(草本層～林床)では生活史が大きく異なり、シカの影響が生じる時期や大きさ、回復の状況も異なることが想定されるため、本手引きでは、調査手法を**木本類の調査**と**草本類の調査**に分けました。また、調査する項目によってシカの影響が顕著になる時間スケールは異なるため、本手引きでは、木本類の調査を「**毎木調査**」と「**稚樹調査**」、草本類の調査を「**林床植生調査**」と「**指標種調査**」に分けて紹介します(表2-1)。このうち毎木調査と林床植生調査については、シカ排除柵を利用し、柵内外の調査結果を比較することによってシカの影響を評価することを推奨します(写真2-1)。

表 2-1 森林植生に及ぼす影響調査の種類

調査の種類		調査の概要	影響の時間スケール
木本類 の調査	毎木調査	シカ排除柵を利用 ・ 標識付けした個体の生存を確認 ・ 樹種や胸高直径を把握	長期的
	稚樹調査	<u>稚樹（樹高 30～130cm）のみ対象</u> ・ 食痕の有無を把握 ・ 樹種や樹高を把握 ・ 稚樹の本数を把握	短～中期的
草本類 の調査	林床植生調査	シカ排除柵を利用 ・ 種組成を把握 ・ 現存量（被度と高さ）を把握	中～長期的
	指標種調査	<u>特定の植物種のみ対象</u> ・ 食痕の有無を把握 ・ 草丈と開花状況を把握 ・ 指標種の個体数を把握	短～中期的



写真 2-1 阿寒湖周辺に設置したシカ排除柵

第3章 調査区の設定

1. 植生タイプと調査区の位置

調査を行う地域には、様々なタイプの植生が成立しており、それぞれのタイプによってシカの生息状況や植生に及ぼす影響が異なることが予想されます。調査区を設定する際は、あらかじめ対象となる**植生タイプ**に区分し、それぞれの植生タイプで調査することを推奨します。どの場所に、どの植生タイプが分布しているのかを把握するためには環境省が作成している植生図を活用するといでしょう。

調査区の位置は、調査の目的を踏まえて設定することが重要です。例えば、調査地域内におけるシカの影響の「**場所の差**」を評価し、今後の対策に活用したい場合は、調査地域全体にまんべんなく、バランスのとれた位置に設定する必要があります。また、対策の候補地を選定したい場合や対策の効果を測定したい場合は、対策を実施しやすい地域（アクセスしやすい地域や利害関係者の同意を得やすい地域など）や既にシカ対策を実施している地域に調査地を設定する必要があります。さらに、どのような植生タイプを保全すべきなのか判断したい場合は、植生タイプごとに複数の調査区を設定することや、貴重な植生・植物種が分布する地域で重点的に調査区を設定することが必要になるでしょう。

阿寒湖周辺の調査では、針葉樹林と広葉樹林が混交する「針広混交林」、広葉樹主体の「広葉樹林」、伐採跡地の「未立木地」という3種類の植生タイプに合計7か所の調査区（A区～G区）を設定し、調査地域全体にバランスの取れた配置となるように配慮しました（図3-1）。

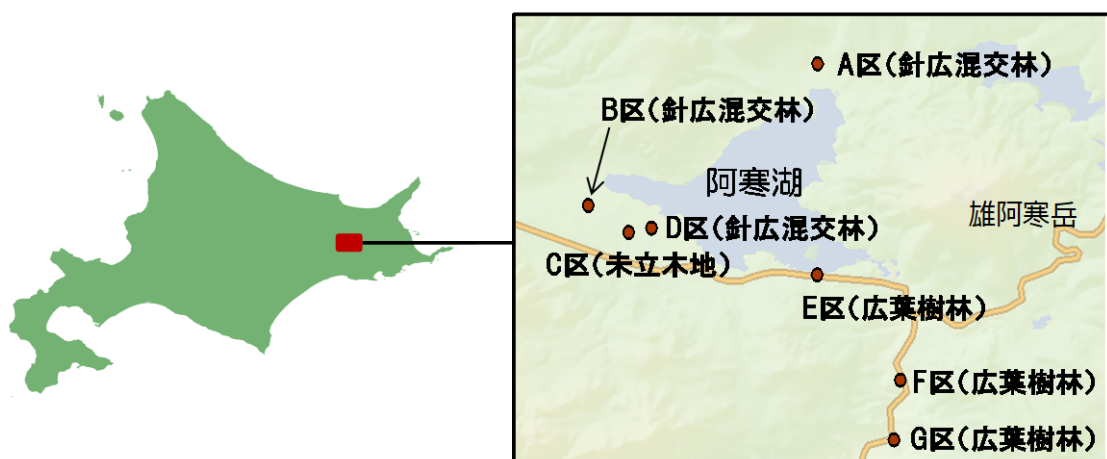


図3-1 阿寒湖周辺に設定した調査区の位置と植生タイプ

2. 調査区の設定

毎木調査と林床植生調査を実施する調査区では、シカの影響を受けない**シカ排除柵**を設置することを推奨します。シカ排除柵の設置には費用がかかるため、数と大きさは予算に応じて検討しなければなりません。毎木調査を実施する場合は、少なくとも $10 \times 10\text{m}$ 以上のシカ排除柵を設置することを推奨します。シカ排除柵の内部を「**シカ排除区**」とし、シカ排除区の隣接地に同面積の「**対照区**」を設定します（図 3-2）。対照区の四隅には目印となる杭を設置し、継続的に調査できるようにしましょう。また、シカ排除区と対照区は、できるだけ植生が似ている場所を選定する必要があります。柵の内部にシカが侵入しないようにするため、シカ排除柵の高さは 2.5m 以上に設定するとともに、破損しないよう適正に維持管理しましょう。

毎木調査は、シカ排除区と対照区の全体を利用して調査し、林床植生調査は、シカ排除区と対照区に 1 か所ずつ設置した $2 \times 2\text{m}$ の方形区で調査します（図 3-2）。柵の近くに方形区を設置すると、柵内であってもシカの影響を受ける可能性があるため、方形区は柵から離れた位置に設置しましょう。また、方形区の四隅には目印となる杭を設置し、継続的に調査ができるようにしましょう。

食痕の有無を調査する「**稚樹調査**」と「**指標種調査**」では、柵内の食痕を確認する必要がないので、シカ排除区の設置を必須とはしません。また、稚樹調査と指標種調査は同じ調査区で実施することが可能です（図 3-2）。 100m^2 以上の調査面積を確保できるようであれば、調査区の形状は $2 \times 50\text{m}$ の帯状区でも $10 \times 10\text{m}$ の方形区でも問題ありません。ただし、シカ排除区に隣接する対照区で調査を実施する場合は、対照区の範囲に収まるように調査区を設定しましょう。稚樹調査や指標種調査でも方形区の四隅には目印となる杭を設置し、継続的に調査できるようにしましょう。

阿寒湖周辺の調査では、 $10 \times 20\text{m}$ のシカ排除区を設定し、隣接地に同面積の対照区を設定しました。また、シカ排除区と対照区に林床植生調査用の方形区 ($2 \times 2\text{m}$) を 1 か所ずつ設置しました。さらに、シカ排除区と対照区を半分に分割し ($5 \times 20\text{m}$)、稚樹調査と指標種調査を実施しました。

各調査区に**定点の撮影ポイント**を設け、継続的にカメラで調査区の様子を撮影することも重要です。調査だけでは捕捉することのできない変化を写真によって確認できる可能性があります。また、普及啓発用の材料として写真を活用することも可能です。撮影ポイントは、調査区の全体を撮影できる位置と柵内外の境界を撮影できる位置に設定するとよいでしょう。阿寒湖周辺の調査では、シカ排除柵の設置後、柵内と柵外で林床植生が大きく異なる写真を撮影することができました（写真 3-1）

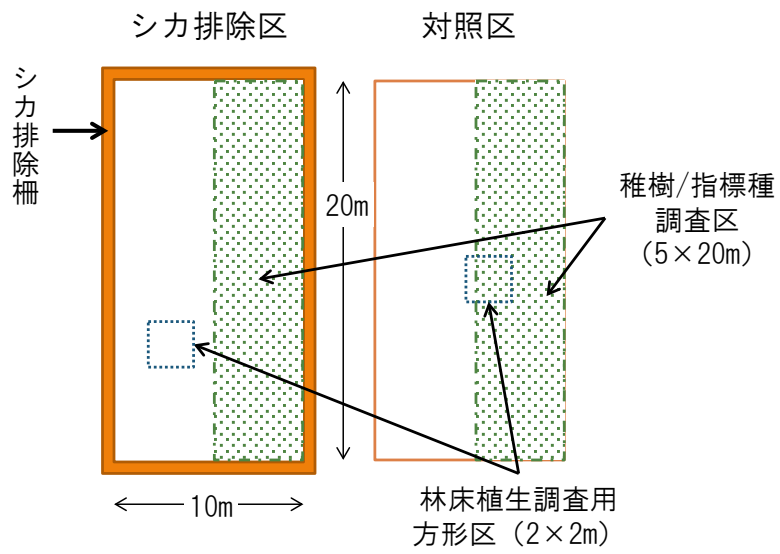


図 3-2 阿寒湖周辺に設定した調査区の概要



写真 3-1 柵内外で異なる林床植生の様子

第4章 木本類の調査

4-1 毎木調査

(1) 調査の目的

毎木調査では、調査区に生育する木本類に標識付けし、標識付けした個体の**生存確認**を行うとともに、各個体の**胸高直径**を測定することにより、優占種や樹種ごとの成長量を把握することを目的としています。シカ排除柵を設置し、シカの影響を排除した場合の森林の更新状況を評価することができます。また、シカ対策の効果を評価することにも活用できます。

(2) 調査の流れ

第3章で説明したとおり毎木調査は、10×10m以上のシカ排除区と隣接する同面積の対照区で調査を実施します。まず、シカ排除区と対照区に生育する**樹高130cm以上**の木本類に標識付けを行います。この際、標識を130cmの高さに取り付けると、胸高の目印となって周囲長を測定しやすくなります。次に標識付けした個体の樹種と周囲長を記録しましょう。周囲長は、巻尺などを利用して胸高の周囲長を測定します（写真4-1）。また、対照区では、シカによる**樹皮剥ぎの有無**や50～150cmの高さにおける**枝葉の食痕**も記録しておきましょう。2度目以降の継続調査の場合は、外れてしまった標識の付け直しや各個体の生存確認を合わせて行います。一度標識付けすれば、継続調査にはそれほど労力はかかりません。

毎木調査の調査票の一例を図4-1に示します。必要な調査道具は、調査票のほか、標識付けのためのナンバーテープとガンタッカー、周囲長を測る巻尺などがあると良いでしょう。毎木調査は、どの時期でも実施することができますが、林床植物調査など他の調査と合わせて実施するのが効率的です。



写真4-1 毎木調査の様子

毎木調査票

調査区名 A区 対照区
 調査区サイズ 10×20m
 調査年月日 2021.3.3
 調査者 環境 研太郎

標識ナンバー	樹種	周囲長	周囲長 (前回)	樹皮剥ぎ の有無	枝葉食痕 の有無	備考
201	エゾイタヤ	137	133.0	有(無)	有(無)	
202	ハルニレ	消失	枯死	有(無)	有(無)	
203	シラカンバ	66.8	65.0	有(無)	有(無)	
204	ハシドイ	33.5	32.0	有(無)	有(無)	
205	エゾイタヤ	90.4	88.7	有(無)	有(無)	
206	エゾイタヤ	22.5	22.3	有(無)	有(無)	
501	ハシドイ	23.7	23.5	有(無)	有(無)	標識を付け直し(202→501)
208	ハシドイ	31	30.0	有(無)	有(無)	
209	ハシドイ	16.2	15.3	有(無)	有(無)	

図 4-1 毎木調査の調査票の一例

(3) データの解析

個体ごとに測定した周囲長から**胸高直径 (DBH)** を計算しましょう。胸高直径は、周囲長を円周率 (3.14) で割ることによって算出することができます。次に、算出した胸高直径を利用して、各調査区の**直径階別本数分布**を作成しましょう。直径階別本数分布は、胸高直径を大きさに応じていくつかのクラスに区分し、各クラスの本数を集計した図になります。どのような大きさの木本類が多いのか、森林の構造をわかりやすく図示することができます。さらに、周囲長を利用して各調査区の**胸高断面積合計**を計算しましょう。胸高断面積合計は、木の混み具合を示す指標で、目標となる森林を検討するのに活用することができます。また、優占種など森林の特徴を知ることができます。各個体の胸高断面積は、以下の式で計算することができます。各調査区におけるすべての個体の胸高断面積を足した値が胸高断面積合計となります。

$$\text{各個体の胸高断面積 (m}^2\text{)} = \frac{\text{周囲長}^2}{4 \times \text{円周率}}$$

2回目以降の毎木調査では、新たに加入した個体(130cm以上の樹高に到達した個体)と枯死した個体を集計しましょう。森林の更新状況を示す重要な指標になります。森林の更新には長い年月がかかるので、シカの影響を排除したとしてもすぐに森林の更新状況が改善するわけではありません。モニタリングを長期的に実施し、長い目でみていくことが重要です。

阿寒湖周辺の毎木調査では、直径階別本数分布から対照区における小径木（胸高直径5cm 未満）の割合が著しく低い森林構造になっていることがわかりました（図 4-2）。小径木は樹皮剥ぎの対象になることが多く、シカの影響を受けやすいことに加えて、稚樹が採食されて新たに加える個体が少ないため、このような森林構造になっていると考えられます。

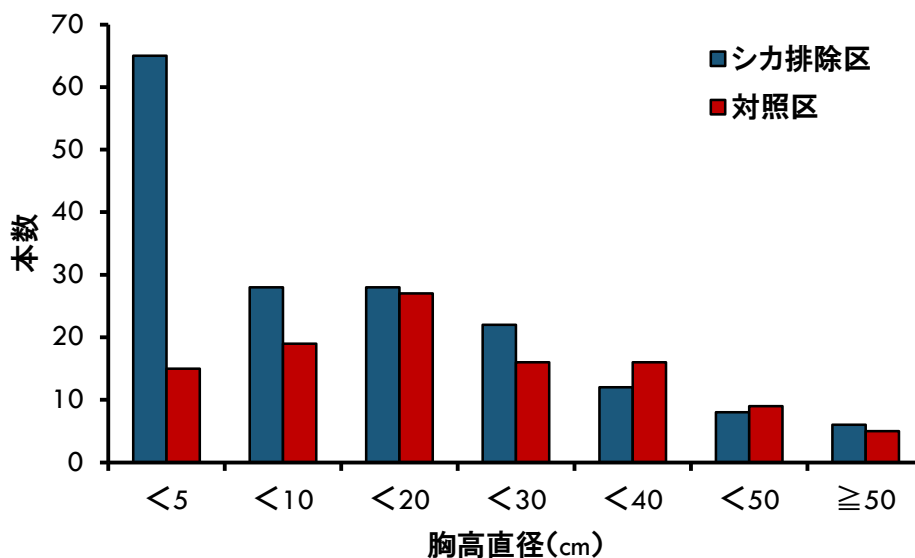


図 4-2 阿寒湖周辺のシカ排除区と対照区における胸高直径階別本数分布

4-2. 稚樹調査

(1) 調査の目的

稚樹調査では、**稚樹の本数**や**樹種**、**食痕率**、**樹高**を調査します。稚樹の食痕は、森林を構成する樹木への直接的な影響を示すものです。痕跡は数年間残るため、いつ影響が生じたのか、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となります。

(2) 調査の流れ

第3章で説明したとおり稚樹調査では、100m²以上の調査区を設定します。100m²の調査面積を確保できるのであれば、調査区の形状は2×50mの帯状区でも10×10mの方形区でも問題ありません。ただし、シカ排除区に隣接する対照区で調査を実施する場合は、対照区の範囲に収まるように調査区を設定しましょう。調査区の設定方法は、指標種調査(第5章)と同様なので、**両調査を同じ調査区で実施するのが効率的**です。調査の対象となる稚樹は、**高さが30~130cmの間にある稚樹**(萌芽も含む)になります。30cm以下の稚樹は、ササ類などに覆われて食べられにくい傾向があるため、調査の対象外とします。調査区に出現した**全ての稚樹**について、幹ごとに**樹種**、**食痕の有無**、**樹高**を記録します(写真4-2、図4-3)。継続的に調査する場合は、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区別しやすくなります。

稚樹調査は、どの時期でも実施することができますが、他の調査と合わせて実施するのが効率的です。また、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たのかを知ることができます。



写真 4-2 稚樹調査の様子

稚樹調査票

調査区名 A区 対照区
 調査区サイズ 5 × 20m
 調査年月日 2021.3.3
 調査者 環境 研太郎

No	樹種名	樹高	食痕の有無	食痕の新旧	備考
1	ナナカマド	25	有(無)	新(旧)	
2	イタヤカエデ	40	有(無)	新(旧)	
3	アカエゾマツ	28	有(無)	新(旧)	
4	ヤチダモ	111	有(無)	新(旧)	
5	ヤチダモ	83	有(無)	新(旧)	
6	ヤチダモ	66	有(無)	新(旧)	虫食い
7	ヤチダモ	50	有(無)	新(旧)	
8	ヤチダモ	38	有(無)	新(旧)	フェンス際

図 4-3 稚樹調査の調査票の一例

(3) データの解析

各調査区の**稚樹本数**、**稚樹食痕率**、**平均樹高**を算出し、調査区や植生タイプ、調査年ごとに比較しましょう。稚樹食痕率は以下の式で算出します。

$$\text{稚樹食痕率 (\%)} = \frac{\text{食痕ありの稚樹本数}}{\text{食痕ありの稚樹本数} + \text{食痕なしの稚樹本数}} \times 100$$

稚樹は毎年少しずつ伸長しますが、シカに食べられると成長することができません。稚樹食痕率は、稚樹がシカにどれだけ影響を受けたのかを示す簡便な指標となります。樹種によってシカの嗜好性は異なるため、稚樹食痕率も樹種によって異なりますが、広葉樹の多くの樹種は嗜好性が中程度であるため、**樹種を区別せずに稚樹食痕率を算出しても影響の強度を評価することが可能**です(広葉樹と針葉樹の稚樹は区別するほうがよいと考えられます)。

稚樹本数は、シカの影響だけでなく、上層木の状態やササ類の繁茂状況にも影響を受けます。稚樹本数が著しく少ない場所(5本/100m²以下)では、稚樹食痕率によってシカの影響を評価することが難しくなります。そのような場合には、稚樹調査だけではなく、指標種調査(第5章)によって評価することを推奨します。

第5章 草本類の調査

1. 林床植生調査

(1) 調査の目的

林床植生調査では、林床に生育する草本類の**種組成**と**現存量**を把握することを目的としています。シカ排除柵を設置することによって、シカの影響を排除した場合、どのように林床植生が回復するのかを評価することができます。また、シカ対策を実施した場合、対策の効果を評価することにも活用できます。

(2) 調査の流れ

第3章で説明したとおり林床植生調査は、シカ排除区と対照区に設置した2×2mの方形区を利用します(写真5-1)。方形区をさらに1×1m単位の小区画に分けて、小区画ごとに出現した植物種の全種について**被度(%)**と**最高草高(cm)**を記録します。対照区でシカの食痕がみられた種は記録しておきましょう。林床植生調査の調査票の一例を図5-1に示します。必要な調査道具は、調査票のほか、植物の最高草高を測る折尺やコンベックス、方形区を仕切るためのポールがあると良いでしょう。**調査を行う時期**は、植物の生長最盛期を過ぎた**夏期**が適しています。



写真5-1 林床植生調査の様子

林床植生調査票																																
調査区名		阿寒湖周辺 A区																														
調査区サイズ		1m×1m																														
調査年月日		2021.8.1																														
調査者		環境 研太郎																														
小区画番号	対照区																シカ排除区															
	1		2		3		4		1		2		3		4																	
出現種名	被度 (%)	高さ (cm)	前回	被度 (%)	高さ (cm)	前回	被度 (%)	高さ (cm)	前回	被度 (%)	高さ (cm)	前回	被度 (%)	高さ (cm)	前回	被度 (%)	高さ (cm)	前回	被度 (%)	高さ (cm)	前回	被度 (%)	高さ (cm)	前回								
クマイザサ	9	23	7	15	11	20	7	22	5	20	3	12	7	20	5	18	4	10	3	12	6	20	7	15	3	14	3	8	4	8	5	13
サハリノイトスゲ	5	13	7	13	25	20	20	16	55	18	40	13	8	13	5	14	1	5	1	5	2	6	5	10	7	8	4	7	3	6	3	6
オシダ	50	70	30	53					6	54			10	55	10	50	1	8	2	9				+	6	1	9	1	8	1	8	
マイヅルソウ			1	6	2	10	1	9	1	12	2	6	1	9	2	8	2	8	2	10	3	10	2	9	7	8	3	7	3	10	5	8
エトリカブト	2	63	2	48	1	38	2	25						+	6	1	36	+	2	+	2			+	3		+	3		+	5	
レンブクソウ																			+	3	+	5	+	5								
ミヤマタニタデ																					+	3	+	2	1	2	+	3				
エンレイソウ属																													+	20	1	18
トモモギ																																

図 5-1 林床植生調査の調査票の一例

(3) データの解析

小区画における林床植生調査のデータを集計し、各方形区の**出現種数**と**平均被度**、**最高草高**を算出しましょう。次に、算出した出現種数と平均被度、最高草高を利用して、各方形区の**バイオマス指数**を算出します。

シカの影響の変化に伴う種組成の変化は、植物種の新たな出現や消失を必要とするため、長い年月がかかることが想定されますが、シカの採食による**現存量**（バイオマスともいいます）の変化は、もっと短い期間で生じると考えられます。シカによる影響の変化に伴う現存量の変化をモニタリングすることによって、どのような植物種が回復・衰退しているのかを早期に把握することができます。現存量を正確に測定するには、植物を刈り取って計測する必要がありますが、林床植生調査で測定した被度と最高草高を用いて、現存量と相関のある指数を算出することが可能です。本手引きでは、高槻（2009）を参考にして、被度と最高草高の積を cm^3/m^2 の単位に換算したバイオマス指数（BioMass Index；以下「**BMI**」）を用いました。BMIは次の式で計算できます。

$$\text{バイオマス指数} (\text{cm}^3/\text{m}^2) = \frac{\text{被度} (\%) \times \text{最高草高} (\text{cm})}{100}$$

シカの影響による種組成の変化は、現存量の変化に比べて顕在化するのに時間がかかるため、モニタリングを長期的に実施することが重要です。もし、過度の採食圧を長期にわたって受けると、たとえ影響を排除してもシカが好む植物（嗜好性植物）の回復やシカが好まない植物（不嗜好性植物）の消失に長い年月がかかり、場合によっては元の種組成に戻らないことも考えられます。現状の林床植生が目標とする林床植生に近づいているのかを判断するために、過去のデータやシカ排除区のデータから目標とすべき林床植生を設定することが重要です。また、対照区における出現種と出現種数をモニタリングし、目標とすべき林床植生と比較しましょう。

2. 指標種調査

(1) 調査の目的

指標種調査では、**指標種の食痕率**と**草丈、開花状況**を調査します。草本類に対する食痕は、その年の生育期にシカが利用した痕跡なので、現存量や種組成のように累積的なシカの影響を考慮する必要はありません。したがって、草本類の食痕率は、調査年の影響のみ、つまり短期的なシカの影響を評価できる数値と捉えることができます。しかし、全ての草本類の食痕率を調査するには、多大な労力がかかります。そこで本手引きでは、数種の指標種を選定し、それらの食痕率を評価するという手法を紹介します。

草本類には、シカの影響によってサイズが小さくなる種や開花しにくくなる種があります。これらの種も指標種として利用し、草丈や開花状況を調査すれば、シカの影響を評価することができます。これらの値は、現存量と同様、累積的なシカの影響を反映しているので、中期的なシカの影響を評価するのに適していると考えられます。

指標種調査では、どの植生をシカが利用していたのかという影響の場所差を明らかにできるので、重点的なシカ対策地域の早期検出などに活用することができます。また、継続的に調査することによって、影響の年変化も明らかにできるので、シカ対策の効果測定にも活用できるでしょう。

(2) 調査の流れ

a) 指標種を選定

調査を実施するには、**指標種**を選定する必要があります。まずは、調査地の植生調査に関する既存の文献や図鑑で情報収集を行うとともに、調査地を踏査しましょう。指標種を選定に当たっては、以下の4点に注目するとよいでしょう。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">①調査地に広く分布し、現存量の多い種（属）であること②シカによる食痕の判別が容易な種（属）であること③種の識別が容易な種（属）であること④サイズが大きく（概ね 15cm 以上）、発見しやすい種（属）であること |
|---|

1種の指標種だけで全ての調査地をカバーするのは困難なので、数種を選定することを推奨します。ただし、種数を多くすればするほど、調査労力も大きくなるので、多くても5種程度が適当だと考えられます。

シカの食痕を判別する際は、他の動物と混同しないよう注意しましょう。例えば、シカは植物をむしり取るように食べるため、食痕は不揃いで繊維質が残りますが、ウサギ類の食痕は、鋭く切り落とされたような食痕になります。

阿寒湖周辺や道有林釧路管理区で実施した調査では、**オシダ**や**サラシナショウマ**、**エンレイソウ属**などを指標種として選定しました（写真 5・2）。このうちオシダとサラシ

ナショウマについては、食痕の有無と草丈を調査しました。エンレイソウ属は、シカに採食されると茎だけになり、食痕の判別が難しいため、草丈と開花状況のみ調査しました。指標種は、シカの影響レベル（第7章参照）に応じて変わることが予想されます。阿寒湖周辺はシカの影響レベルが高いため、嗜好性の低いオシダやサラシナショウマを利用していますが、シカの影響レベルが低い地域では、**チシマアザミ**や**オオウバユリ**、**オオハナウド**などの嗜好性の高い草本類を指標種として利用できる可能性があります。



写真 5-2 阿寒湖周辺及び道有林釧路管理区の調査で利用した指標種
(左：オシダ、右上：サラシナショウマ、右下：エンレイソウ属)

b) データの記録

指標種調査では、100m²以上の調査区を設定します。100m²の調査面積を確保できるようであれば、調査区の形状は 2×50mの帯状区でも 10×10mの方形区でも問題ありません。ただし、シカ排除区に隣接する対照区で調査を実施する場合は、対照区の範囲に収まるように調査区を設定しましょう。調査区の設定方法は、稚樹調査（第4章）と同様なので、**両調査を同じ調査区で実施するのが効率的**です。調査区に出現した**全ての指標種**について、**食痕の有無、開花あるいは結実の有無、草丈**を記録します（図 5-4）。

指標種以外にも絶滅危惧種等の**希少植物**を発見した場合は、指標種と同様の記録を残しておきましょう。これらの種が採食された場合には、シカ排除柵を設けて緊急的に保護する必要が生じるかもしれないためです。また、指標種の草丈や開花状況は、シカの影響だけではなく、ササ類など他の植物種の影響も受けるので、調査する際は、調査区

のササ類の被度と高さを記録しましょう。阿寒湖周辺でエンレイソウ属の大きさとシカの利用頻度、ササ類の被度との関係を解析した結果、シカの利用頻度が高くなるほど、小さいエンレイソウ属が増える傾向がある一方で、ササ類の被度が高い場所ではその影響が不明確になることがわかりました（図 5-5）。

調査時期は、食痕の判別や種の識別をしやすい**開花期**が適しています（例えば、エンレイソウ属であれば6月、オシダやサラシナショウマであれば8月が適しています）。

調査区によっては、多数の指標種が生育し、調査労力が大きくなってしまふことがあります。このような場合は、ある指標種が**50 個体**に到達した時点でその指標種の調査は終了し、残りの指標種だけを調査すると効率的に調査することができます。その際、調査を終了した地点までの**調査面積**を忘れずに記録しておきましょう。

指標種調査票						
調査年月日	2021.3.3	調査地域	阿寒湖周辺	調査区No	A	植生タイプ 針広混交林
調査区サイズ	5×20m	調査者	環境 研太郎	GPSNo	999	
全体被度(%)	40	全体高さ(cm)	20			
ササ類被度(%)	20	ササ類高さ(cm)	35			
No	指標種	草丈(cm)	開花の有無	食痕の有無	備考	
1	オシダ サラシナショウマ・エンレイソウ属・その他()	40	有 無	有 無		
2	オシダ・サラシナショウマ エンレイソウ属 ・その他()	25	有 無	有 無		
3	オシダ ・サラシナショウマ・エンレイソウ属・その他()	38	有 無	有 無		
4	オシダ ・サラシナショウマ・エンレイソウ属・その他()	16	有 無	有 無		
5	オシダ サラシナショウマ エンレイソウ属・その他()	22	有 無	有 無		

図 5-2 指標種調査の調査票の一例

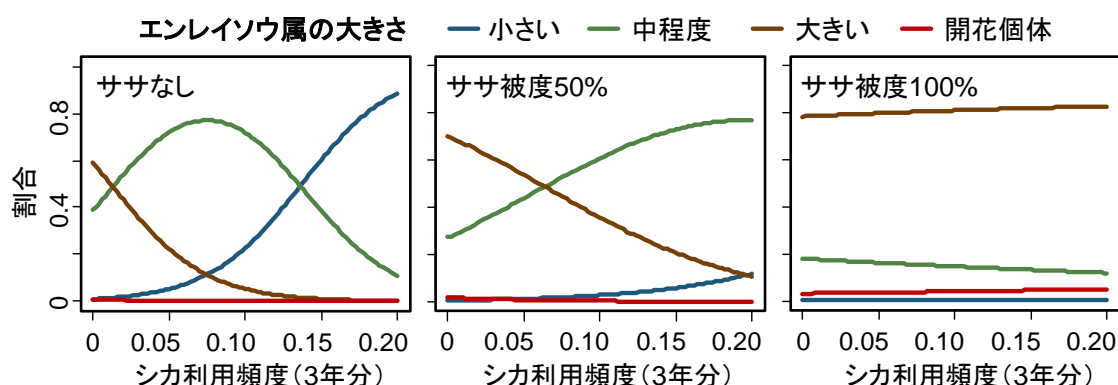


図 5-3 エンレイソウ属の大きさとササ類被度、シカの利用頻度との関係
(Inatomi et al. (2017) をもとに作成)

(3) データの解析

それぞれの指標種の**草本食痕率**、**平均草丈**、**開花率**を算出し、調査区や植生タイプ、調査年ごとに比較しましょう。食痕率と開花率は以下の式で算出します。

$$\text{草本食痕率 (\%)} = \frac{\text{食痕ありの個体数}}{\text{食痕ありの個体数} + \text{食痕なしの個体数}} \times 100$$

$$\text{開花率 (\%)} = \frac{\text{開花ありの個体数}}{\text{開花ありの個体数} + \text{開花なしの個体数}} \times 100$$

道有林釧路管理区の高密度地区（シカの撮影頻度が高かった地区）と低密度地区（高密度地区よりも撮影頻度が低かった地区）において指標種調査を実施した結果、オシダの草本食痕率は、低密度地区に比べて高密度地区で顕著に高いことがわかりました（図 5-6）。また、オシダとサラシナショウマ、エンレイソウ属の平均草丈は、低密度地区に比べて高密度地区で顕著に低いことがわかりました（図 5-6～図 5-8）。このように指標種調査は、シカ排除区を設置する必要がなく、比較的低い労力でシカの影響を評価することができるので、調査区を多く設定し、広い範囲を調査するのに適しています。

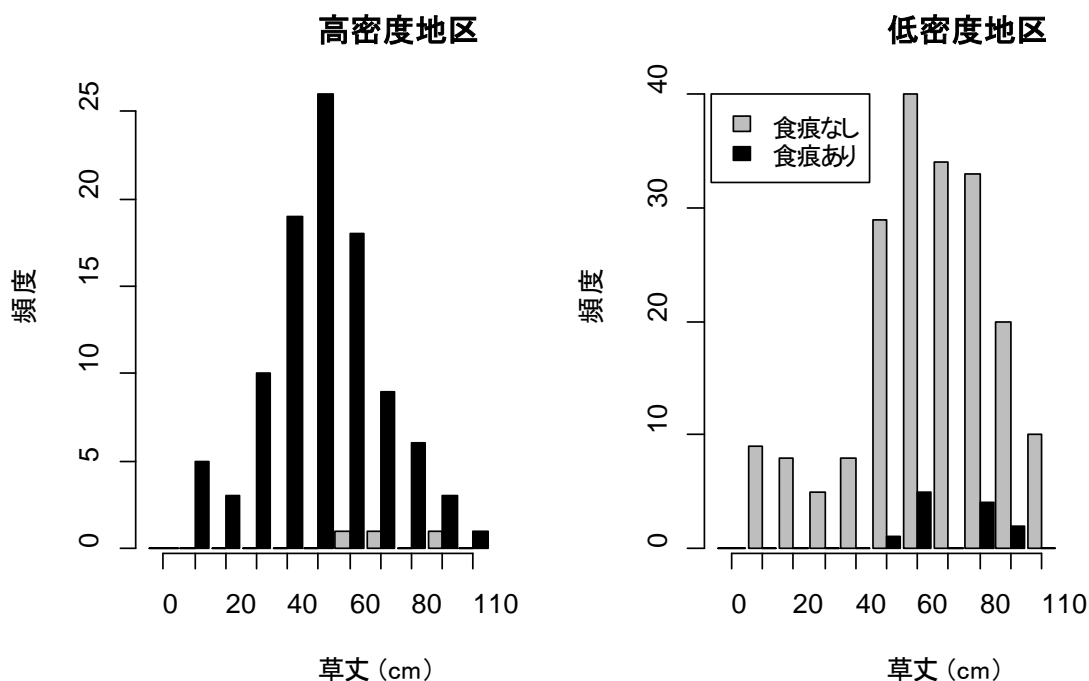


図 5-4 高密度地区と低密度地区におけるオシダの草丈別ヒストグラム

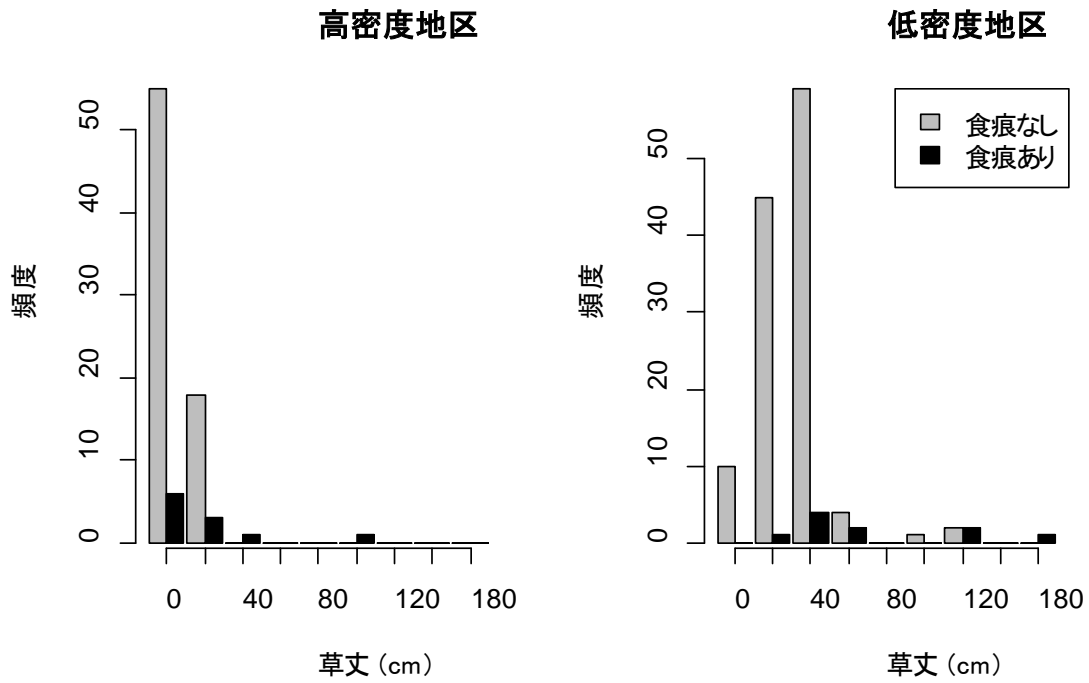


図 5-5 高密度地区と低密度地区におけるサラシナショウマの草丈別ヒストグラム

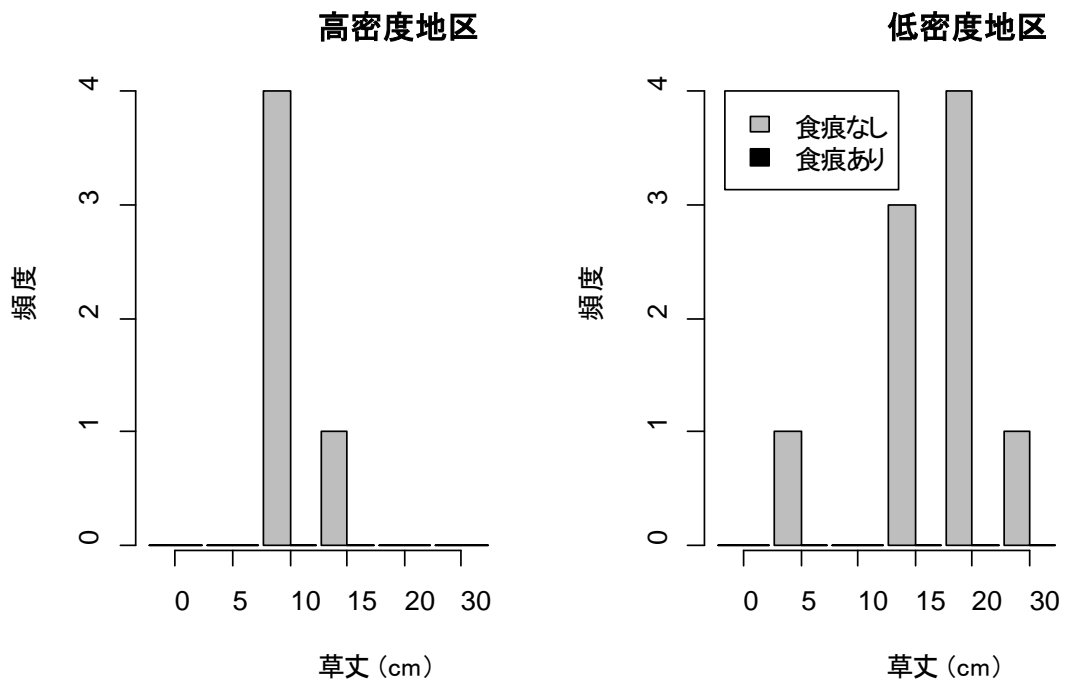


図 5-6 高密度地区と低密度地区におけるエンレイソウ属の草丈別ヒストグラム

第6章 シカの生息状況調査

第4章と第5章では森林植生に及ぼす影響調査の方法について、木本類と草本類に分けて解説しましたが、シカ対策の計画を企画・立案するためには、調査地の「いつ」、「どこに」、「どの程度」シカが生息しているのか、というシカの生息状況を把握することも重要になります。本手引きでは、阿寒湖周辺で継続してきた**糞粒調査**を紹介します。

1. 糞粒調査

糞粒調査は、調査区周辺に排泄されたシカの糞粒数を計測し、それぞれの調査区における冬期のシカの利用頻度を評価する調査手法です。シカの糞には、黒色で俵形の固い糞（**冬糞**）と複数がかくついた柔らかい糞（**夏糞**）があります（写真 6-1）。夏糞は分解される速度が速く、発見するには広い面積を調査する必要がありますが、冬糞は比較的長期間分解されず確認しやすいため、本手引きでは冬糞を調査対象としています。春期か夏期に調査することを推奨します。また、白く変色し、形が崩れているような古い糞は調査対象から除外しましょう。

まず、調査区の周辺に 10×10m の糞粒調査区を 3 か所設置します（図 6-1）。糞粒調査区の四隅には目印となる杭を設置し、継続的に調査できるようにしましょう。次に、糞粒調査区の任意の場所に 1×1m の方形区を 20 か所ずつ、つまり 1 調査区あたり 3×20=60 か所の方形区を設定します（図 6-1）。任意の場所に方形区を設定するため、アルミスタッフ等の 1m ポールを糞粒調査区に投げ入れます。ポールが落ちた地点に 1×1m の方形区を設定し、方形区内の糞粒数を記録した後、再びポールを投げ入れ、方形区を設定するという作業を一つの糞粒調査区で 20 回繰り返すことになります。糞粒調査の調査票の一例を図 6-2 に示します。

阿寒湖周辺に設置した 7 か所の調査区で得られた平均糞粒数は、航空機調査によって推定した生息密度と類似した動向を示しました（図 6-3）。糞粒調査は、航空機調査のように生息密度を把握することはできませんが、シカが減っているのか、増えているのかを示す指標として利用できると考えています。



写真 6-1 シカの冬糞（左）と夏糞（右）

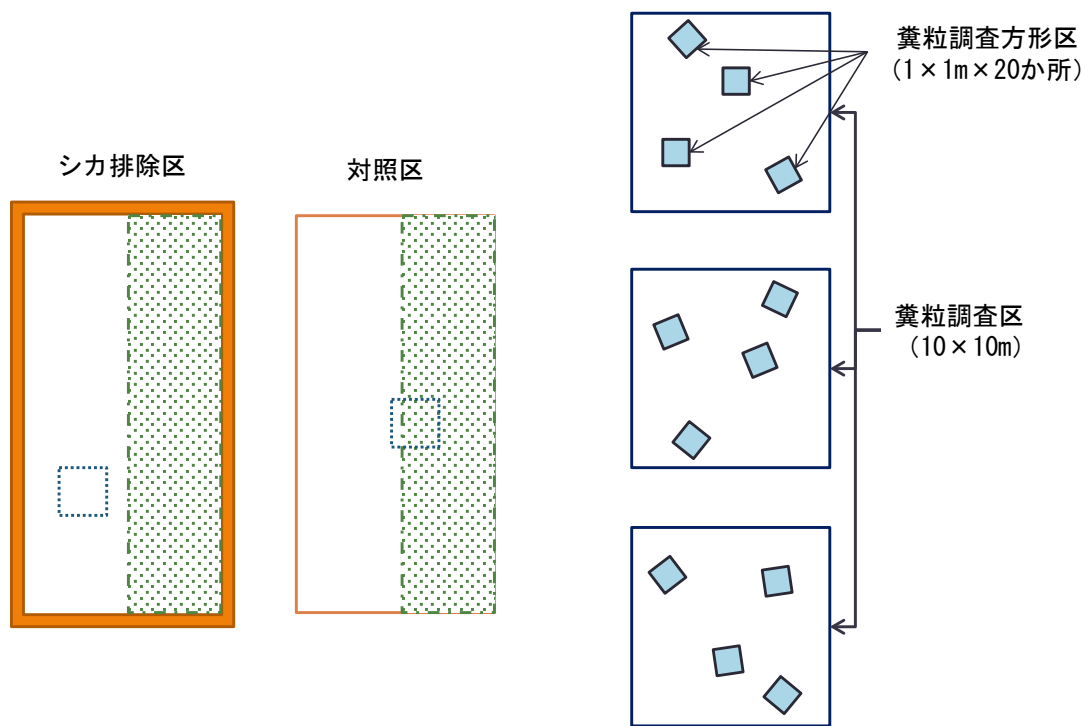


図 6-1 糞粒調査区の概要

糞粒調査票					
調査年月日 2021.3.5		調査区名 A区		調査者 環境 研太郎	
調査区1 10×10m		調査区2 10×10m		調査区3 10×10m	
回数	糞粒数	回数	糞粒数	回数	糞粒数
1	0	1	8	1	0
2	5	2	6	2	0
3	0	3	9	3	0
4	0	4	11	4	0
5	21	5	64	5	3
6	3	6	0	6	0
7	0	7	3	7	0
8	0	8	8	8	4
9	4	9	2	9	1
10	1	10	0	10	0
11	2	11	0	11	0
12	0	12	1	12	0

図 6-2 糞粒調査の調査票の一例

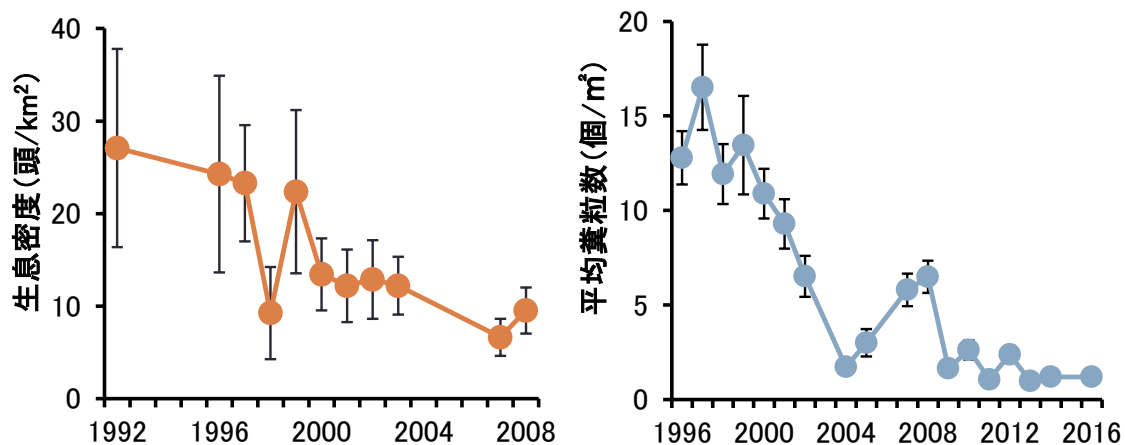


図 6-3 阿寒湖周辺で実施した航空機調査によるシカの生息密度と糞粒調査の動向

2. その他の調査

糞粒調査以外の調査手法として、「**自動撮影法 (カメラトラップ法)**」や「**ライントランセクト法**」などがあります。

自動撮影法は、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。自動撮影法では、調査地の①どこにエゾシカが多いのか？を明らかにできます。また、同一箇所での撮影を継続することで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。

ライントランセクト法は、夜間に自動車を低速で走行しながら、両側をライトで照射し、発見したシカを数える方法です。さらに、シカと観察者との距離、進行方向とシカとの角度を記録することによって、有効観察幅（ESW）を算出し、ルート沿いの範囲を対象とした生息密度を推定することができます。

自動撮影法とライントランセクト法について、詳しく知りたい方は、「**森林管理者のためのエゾシカ調査の手引き**」を参考にしてください。エネルギー・環境・地質研究所のホームページからダウンロードできます（<http://www.hro.or.jp/list/environmental/research/ies/center/kankobutu.html>）。

第7章 調査結果の活用

シカの生息密度が低い森林では、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。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、シカが届く範囲の枝葉や稚樹が消失する**採食ライン**が現れます。さらに影響が続くと、ササ類も消失して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。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。このようにシカの影響を受けた森林は、その状況に応じていくつかの**影響レベル**に分類することができます（図7-1）。ここで示した影響レベルは、森林管理者が実施している**簡易チェックシート**の評価結果に対応しています。阿寒摩周国立公園の影響レベルは、多くの地域でIII以上であると考えられるため、簡易チェックシートによって公園内の影響を比較するのは難しいかもしれませんが、公園外の森林と比較するには有効となるでしょう。



図7-1 森林におけるシカの影響レベル
 （「森林管理者によるエゾシカ調査手法に関する手引き」をもとに作成）

木本類に対するシカの影響が強くなると、まず稚樹に対する食痕が見られるようになります。影響が継続すると、多数の稚樹が枯死し、後継樹が育ちにくくなるほか、樹皮剥ぎによって小径木の枯死が発生します。さらに、過度の影響が長期間継続すると、小径木や稚樹が消失し、大径木ばかりの森林構造に変化して、天然更新が困難になります。本手引きでは、シカ排除柵を使ってシカの影響を長期的に評価する毎木調査とシカの影響を短中期的に評価する稚樹調査という二つの調査手法を提案しました（図7-2）。

草本類に対するシカの影響が強くなると、まず食痕数の増加という形でシカの影響が現れます。影響が継続すると、個体が小型化し、植物の現存量が変化します。さらに、過度の影響が長期間継続すると、嗜好種の消失や不嗜好種の増加によって種組成が変化します。本手引きでは、シカ排除柵を使ってシカの影響を中長期的に評価する林床植生調査と指標種を使ってシカの影響を短中期的に評価する指標種調査という二つの調査手法を提案しました（図7-3）。

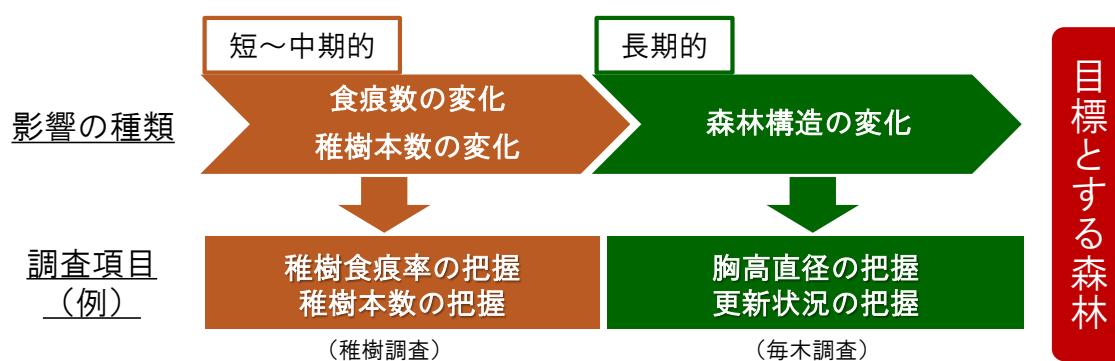


図7-2 木本類に及ぼすシカの影響の種類と調査項目の概念図

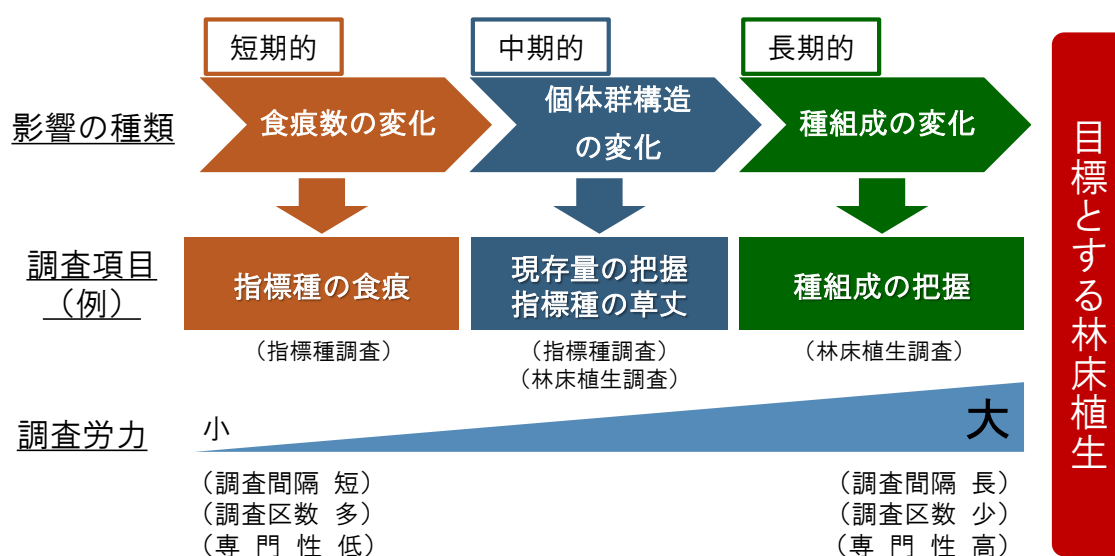


図7-3 草本類に及ぼすシカの影響の種類と調査項目、調査労力の概念図

これらの調査を効率的に実施していくためには、各手法の労力や特性を踏まえ、それらをうまく組み合わせた**モニタリング体制**を構築する必要があります。

シカの影響を中長期的に評価する毎木調査や林床植生調査は、毎年実施しても変化を検出できない可能性があります。また、シカ排除柵の設置を伴うため、調査区数を増やしていくという欠点もあります。このようなことから、毎木調査と林床植生調査は限られた調査区を数年かけてモニタリングする**ローテーション方式**が適しています(表 6-1)。一方、シカの影響を短中期的に評価できる稚樹調査と指標種調査は、変化を早く検出できるため、短い間隔(毎年～1年おき)でモニタリングするとよいでしょう。また、これらの手法はシカ排除柵の設置が必須ではなく、低い労力で調査できるので、できるだけ**広範囲にたくさんの調査区を設置する**ことを推奨します(表 7-1)。

毎木調査は、最初の標識付けや樹種の同定に労力がかかりますが、一度標識付けすれば、継続調査にはそれほど労力はかかりません。継続して調査を実施することで、新規加入木の状況や胸高直径のデータから更新の状況や森林構造を評価することができます。森林の更新には長い年月がかかるので、モニタリングを5年に1回程度、長期的に実施し、長い目でみていくことが重要です。

稚樹調査では、稚樹の食痕数や本数を調査します。稚樹の食痕は数年間残るため、いつ影響が生じたのか、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となります。ただし、稚樹本数が著しく少ない場所では、稚樹食痕率によってシカの影響を評価することが難しくなるため、指標種調査も実施しましょう。

林床植生調査では、出現種を同定するため専門的な知識が求められ、調査労力が大きいという欠点もありますが、種組成と現存量を把握できるので、目標とする植生と現在の植生との比較が可能になります。林床植生調査の結果を活用することによって、シカ対策の達成状況を評価することができるでしょう。

指標種調査では、目標とする植生との比較はできませんが、林床植生に対するシカの利用状況の変化を毎年、広い範囲で評価できます。指標種調査でシカの短期的な影響を評価することによって、各年のシカ対策の効果測定や重点的な対策地域の早期検出に活用することができるでしょう。

シカ排除柵は、シカの採食圧から物理的に植生を保護することができるため、絶滅リスクが高い希少植物やシカの影響を受けやすい脆弱な植生を**緊急的に保護するのに有効な手法**です。本手引きで提案した調査を通じて、緊急的な保護の必要性を検討するとともに、保護する必要がある場合は、速やかにシカ排除柵を設置できるよう準備しておくことが重要です(表 7-1)

表 7-1 シカの影響を評価するための森林植生モニタリング実施体制の一例

モニタリングの種類		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目
木本類の調査	毎木調査	5年かけて全ての調査地を調査（5年ローテーション） ※林床植生調査と同じタイミングで実施						
	稚樹調査	毎年～1年おきに調査 （できるだけ広範囲に多くの調査区を設定）						
草本類の調査	林床植生調査	5年かけて全ての調査地を調査（5年ローテーション） ※毎木調査と同じタイミングで実施						
	指標種調査	毎年～1年おきに調査 （できるだけ広範囲に多くの調査区を設定）						
シカ排除柵による緊急防除		必要に応じて随時設置						

私たちが実施した阿寒湖周辺の調査では、長期間調査を継続することにより、シカ排除柵の設置による植生回復、シカの生息密度低下による対照区の植生回復、稚樹や指標種に及ぼすシカ以外（ササ類）の影響評価など様々な知見が得ることができました。これらの調査を継続するとともに、調査を阿寒摩周国立公園全体へ拡大することができれば、生態系維持回復事業の推進に寄与できると考えています。また、本手引きで紹介した調査手法やその考え方は、他の森林にも適用することができます。阿寒摩周国立公園だけでなく、他の自然公園や森林に本手引きが活用されることを期待します。

参考文献

- 明石信廣・藤田真人・渡辺 修・宇野裕之・荻原 裕 (2013) 簡易なチェックシートによるエゾシカの天然林への影響評価. 日林誌 95 : 259-266.
- 北海道立総合研究機構環境科学研究センター・北海道立総合研究機構林業試験場 (2017) 森林管理者のためのエゾシカ調査の手引き. 46pp.
- 北海道立総合研究機構環境科学研究センター・酪農学園大学・釧路公立大学 (2017) 湿原植生に及ぼすニホンジカの影響把握に関する調査の手引き～釧路湿原での研究事例から～. 20pp.
- 五十嵐恒夫 (1994) 阿寒の高等植物相. (勝井義雄・鮫島惇一郎・阿部 永・久万田敏夫・須田照生・片岡秀郎編) 阿寒国立公園の自然 1993. pp581-660. 前田一步園財団, 阿寒.
- 稲富佳洋・宇野裕之・高嶋八千代・鬼丸和幸・宮木雅美・梶 光一 (2012) 阿寒国立公園におけるエゾシカ生息密度の低下に伴う林床植生の変化. 保全生態学研究 17 : 185-197.
- Inatomi Y, Uno H, Iijima H (2017) Effects of sika deer (*Cervus nippon*) and dwarf bamboo (*Sasa senanensis*) on Trillium populations in Akan National Park, Japan. *Plant Species Biol* 32(4):423–431
- 梶 光一 (2006) エゾシカの歴史と生態. (梶 光一・宮木雅美・宇野裕之編著) エゾシカの保全と管理. pp3-20. 北海道大学出版会, 札幌.
- 近藤憲久・宇野裕之・阿部 永 (1994) 阿寒の哺乳類. (勝井義雄・鮫島惇一郎・阿部 永・久万田敏夫・須田照生・片岡秀郎編) 阿寒国立公園の自然 1993. pp841-908. 前田一步園財団, 阿寒.
- 新井田利光 (2011) 前田一步園財団におけるエゾシカ対策の取り組み. (全国林業改良普及協会編) 獣害対策最前線. pp29-71. 全国林業改良普及協会, 東京.
- 農林水産省・環境省 (2017). 阿寒国立公園阿寒生態系維持回復事業計画, https://www.env.go.jp/park/about/protect/kanri_10_12.pdf(2021年3月4日確認)
- 高槻成紀 (2009) 野生動物生息地の植物量的評価のためのバイオマス指数について. 麻布大学雑誌, 19・20, 1-4.
- 宇野裕之・高嶋八千代・富沢日出夫 (1995) エゾシカと森林. 森林保護 249 : 36-38.
- Uno H, Kaji K (2000) Seasonal movement of female sika deer in eastern Hokkaido. *Mammal Study* 25: 49-57.
- Uno H, Inatomi Y, Ueno M, Iijima H (2019) Effects of sika deer (*Cervus nippon*) and dwarf bamboo (*Sasa senanensis*) on tree seedlings in a cool-temperate mixed forest on Hokkaido Island, Japan. *Eur J Forest Res* 138, 929–938.

【執筆者】

地方独立行政法人 北海道総合研究機構

産業技術環境研究本部

エネルギー・環境・地質研究所自然環境部

稲富 佳洋（総合編集）

宇野 裕之

**阿寒摩周国立公園の
森林植生に及ぼすニホンジカの
影響把握に関する調査の手引き**

**地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
エネルギー・環境・地質研究所**

令和3年（2021年）3月発行

編集・発行

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所
〒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）