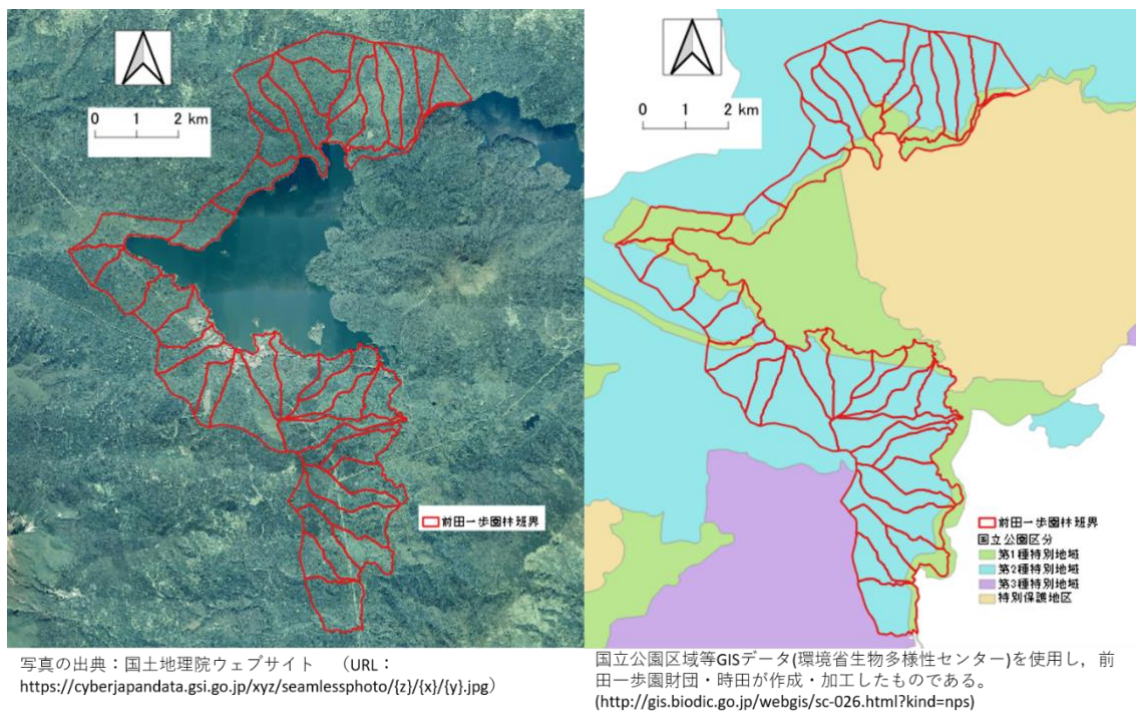


前田一步園財団におけるエゾシカの影響調査

－2020 年～2021 年の結果から－

目 次

1. 簡易チェックシートによるエゾシカ影響調査	1
2. 樹皮剥ぎ被害調査	3
3. ロードセンサスによる無積雪期の生息状況調査	6
4. 天然更新に対するエゾシカの影響についての調査	12
5. 令和 3 年度の囲いワナ設置場所選定方法について	17



参考図. 前田一步園財団管理森林

1. 簡易チェックシートによるエゾシカ影響調査

1-1. 目的

前田一步園財団が管理する約 3,600 ヘクタールの森林の全域的なエゾシカの影響度を簡便に評価し、年次変化を把握する。

1-2. 方法

明石ら（2013）により考案されたシカの食痕や足跡等に関する簡易なチェックシートを使用し、予め設定した 44 箇所の固定調査地にて調査を実施した。なお、44 箇所の調査地は、1 km 四方の基準地域メッシュ（総務省統計局 online: https://www.stat.go.jp/data/mesh/m_tuite.html）の中心かつ林道付近に 1 点とした。

1-3. 結果と考察

図 1 に 2020 年 5～6 月及び 2021 年 5～7 月の調査結果を示す。得点が高い程エゾシカの影響が強いことを示し、最も高い得点区分は赤で表示している。全域にかなり強いエゾシカの影響が見られ、積雪期、給餌を実施していてもエゾシカは全域的に行動していることが示唆された。

表 1 に得点区分別調査地数を示す。いずれの年も最も高い得点区分である 53 点以上が 90%以上であった。本調査は 5 月～7 月に実施しており、直前の秋・冬のエゾシカの痕跡を主に観察していることから、秋・冬季にエゾシカが全域的に生息していると考えられる。

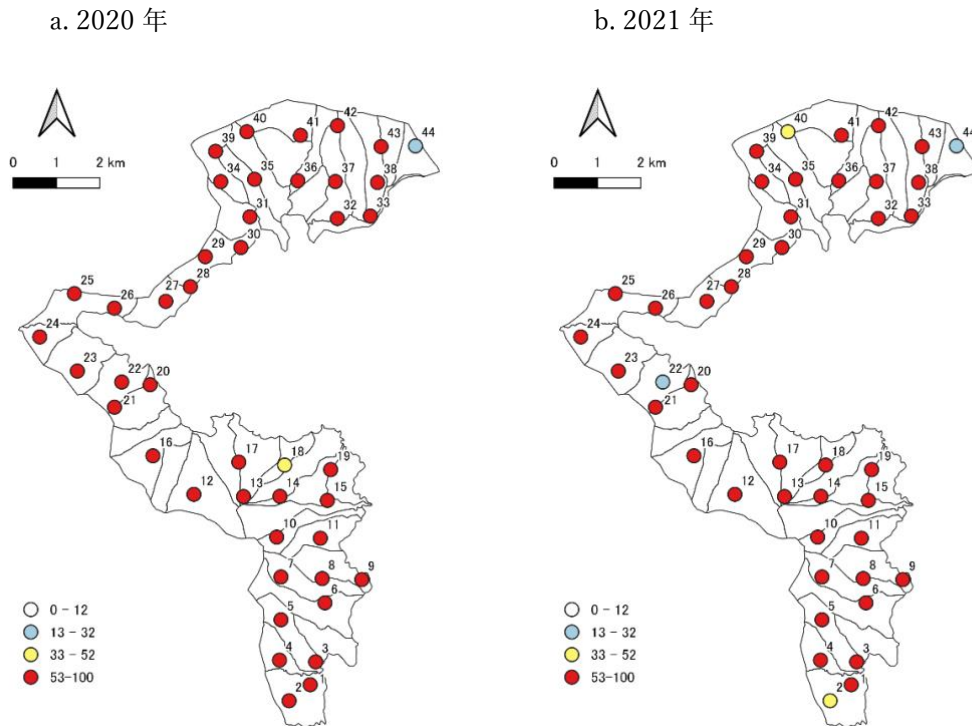


図 1. 簡易チェックシート得点区分

図中の数字は調査地番号。調査は 1 ha の円内で行った。

得点区分

- 0 - 12 点：影響はほとんどない。
- 13 - 32 点：痕跡は見られるが、強い影響は生じていない。
- 33 - 52 点：強い影響が出ている。
- 53 - 100 点：ササや稚樹が食害を受けるなど、かなり強い影響が出ていると思われる。

表 1. 得点区分別調査地数

得点区分	調査年	
	2020年	2021年
0-12点	0箇所 (0%)	0箇所 (0%)
13-32点	1箇所 (2%)	2箇所 (5%)
33-52点	1箇所 (2%)	2箇所 (5%)
53-100点	42箇所 (95%)	40箇所 (91%)

* 端数処理のため 100%にならない。

2. 樹皮剥ぎ被害調査

2-1. 目的

前田一步園財団は、樹皮食い被害を防止するため、1999 年より冬季の給餌事業を行っている。給餌対策下の樹皮食い及び角こすり被害量をモニタリングする。

2-2. 方法

前章で述べた 44 箇所の固定調査地周辺の 1 ヘクタール円内において、胸高直径 6 cm 以上の立木に新たに発生した樹皮食い及び角こすり被害の本数、樹種を記録した。

2-3. 結果と考察

図 2 に 2020 年 5～6 月及び 2021 年 5 月～7 月の調査結果を示す。樹皮剥ぎ被害の寡の分布は、各調査地の立地や林相との関連によって詳細に考察する必要があると思われるが、全般的な傾向として、管理森林の北・南側に多く、中央部に少なかった。

次に、樹皮食い及び角こすり被害本数の 2020 年と 2021 年の比較を図 3 に示す。1 ヘクタール当たりの樹皮食い本数は、2020 年は 0-4 本の間、2021 年は 0-7 本の間だった。44 箇所の平均値は 2020 年が 1.0 本、2021 年は 1.3 本だった。1 ヘクタールあたりの角こすり本数は、2020 年は 0-13 本の間、2021 年は 0-33 本の間だった。44 箇所の平均値は 2020 年が 2.5 本、2021 年は 5.3 本だった。前田一步園管理森林の 1990 年代のニレ類被害調査では、1 ヘクタールあたり約 30 本の樹皮食い被害が報告された（前田一步園財団、2002）。このことと比較すると、現在の被害本数は少ない。

次に、樹皮剥ぎ被害本数を 2020 年と 2021 年で統計検定により比較した。方法は、対応のある 2 群のデータ間の中央値の差を検定するウィルコクソンの符号順位検定によった。本検定は正規分布を仮定できないデータに用いられるノンパラメトリックな手法であり、帰無仮説は 2 群間の中央値に差がないことである。

検定の結果、1 ヘクタールあたりの樹皮食い被害数は年による差が見られなかった（p 値=0.69）。一方、角こすり被害数は有意な差が見られた（p 値=0.000067）。

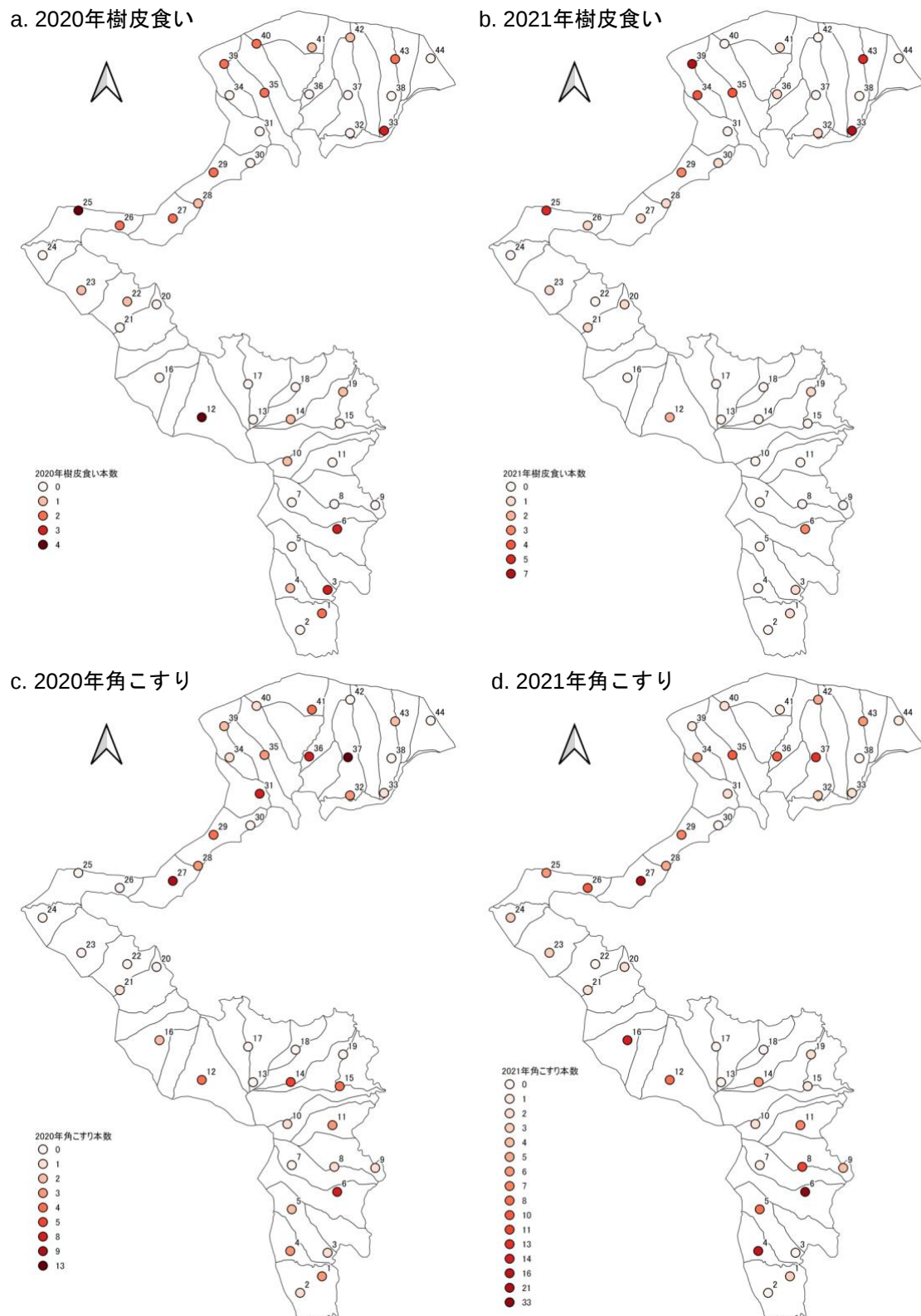


図2. 樹皮剥ぎ被害木の本数

図中の数字は調査地番号. 調査は1 ha の円内で行った.

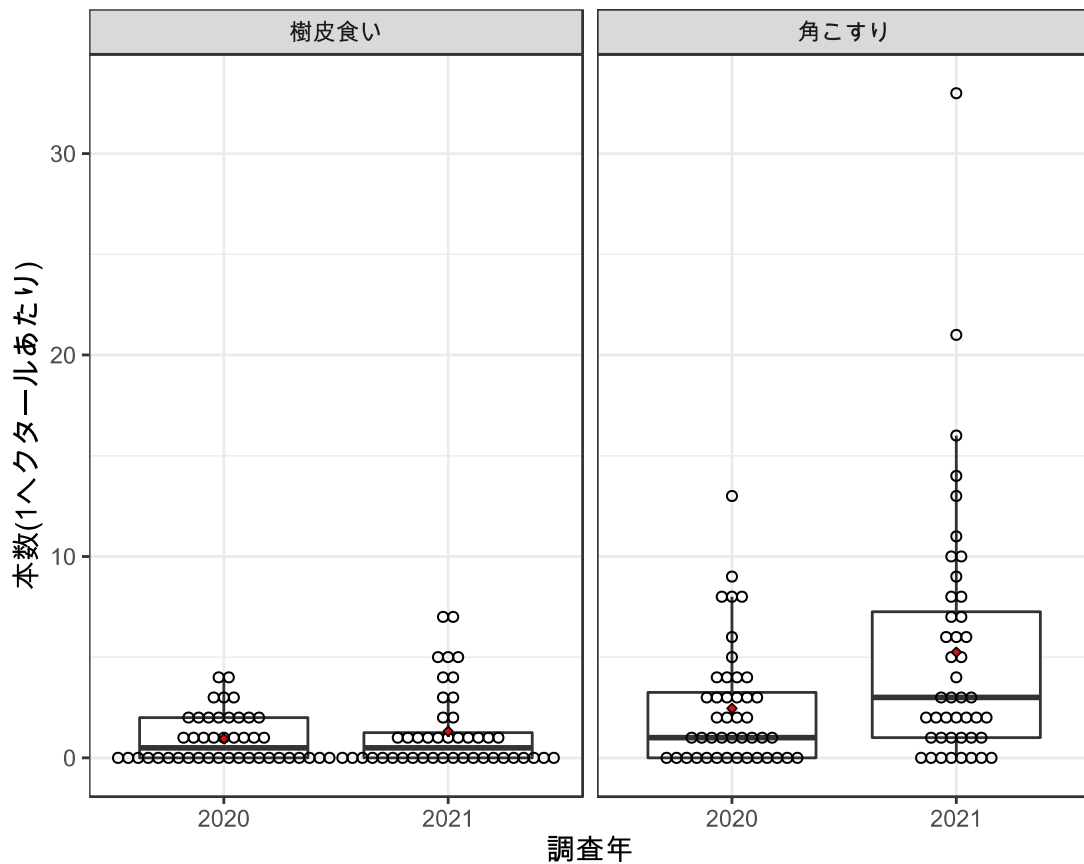


図 3. 1 ヘクタールあたりの樹皮剥ぎ本数（調査地数：44）

箱：四分位範囲（データの真ん中 50% の範囲）、太線：中央値、ひげ：四分位範囲 $\times 1.5$ の範囲、白丸：各調査地の樹皮剥ぎ本数、赤四角：平均値

ウィルコクソンの符号順位検定の結果、1 ヘクタールあたりの樹皮食い被害数は年による差が見られなかった（ p 値=0.69）。一方、角こすり被害数は有意な差が見られた（ p 値=0.000067）。

3. ロードセンサスによる無積雪期の生息状況調査

3-1. 目的

前田一步園財団管理森林全域において、無積雪期のエゾシカの日撃頻度及び性比率の季節推移、生息密度の高い場所の推定を行う。

3-2. 方法

前章で述べた 44 箇所の固定調査地を含む基準地域メッシュ全てを通るように、約 77 km の調査コースを林道に設定した（図 4）。2021 年 5 月～11 月の概ね月末に毎月 2 回、ロードセンサスを実施し、コース走行時に目撃したエゾシカのオス・メス・仔別頭数及び、目撃場所の座標データを GNSS により記録した。なお、時間帯によってエゾシカの出没状況に違いがあることが予想されたため、同じ月に実施する 2 回については、北部エリアと南部エリアを走る時間帯を入れ替えて実施した。すなわち、道順 1 は午前に南部エリア、午後に北部エリアを走行し、道順 2 はその逆である。調査実施日を表 2 に示す。なお、道順 1 と 2 の同一林道の調査時刻は、最短 3 時間 10 分、最長 5 時間の時間差となるように設定し、調査は 8 時から 17 時の間で、日の出から日没の間に実施した。

3-3. 結果と考察

調査日別の目撃頻度（10 km 走行あたりの目撃頭数）を図 5 に示す。目撃頻度の集計は北部・中部・南部に分けて行った。北部は 5 月から 8 月にかけて低下し、再び 10 月にかけて上昇した。中部は道順により異なる推移を示した。南部は 5 月から 8 月は概ね横ばいで、その後 11 月にかけて上昇した。これらのことから、夏場に捕獲を実施する場合は、南部が適当と思われる。また、阿寒湖畔はエゾシカの越冬地として知られており、その傾向を示す結果となったが、夏でもメスと仔を中心にエゾシカが生息していることが記録された（図 6）。

次に、エゾシカの日撃場所の座標データの視覚化を行った。目的は、目撃が密集している場所を把握し、囲いワナ設置場所の選定材料とすることである。手法は、ポイントの分布密度を連続的な密度局面としてモデル化するカーネル密度推計とし、パラメーターであるバンド幅は 500 m に設定した。なお、道順 1 と 2 の目撃ポイントデータは合算して使用した。結果を図 7 に示す。

まず、5 月の結果に注目した。5 月は冬季のエゾシカの分布を反映している可能性がある。中央付近やや左側に濃い赤の部分がある。ここは、給餌場が 4 つ連続している場所で、給餌期間のエゾシカ密度が高かった。捕獲場所として適している可能性がある。

次に、10月、11月の結果に注目した。分布密度の高い場所に類似性が見られる。10月以降は目撃頻度が上昇しており（図5）、オスの比率も3割程度に上昇している（図6）ことから、冬季の生息状況に類似している可能性がある。

これらのことを勘案し令和3年度の囲いワナ設置場所の絞り込みを行った。

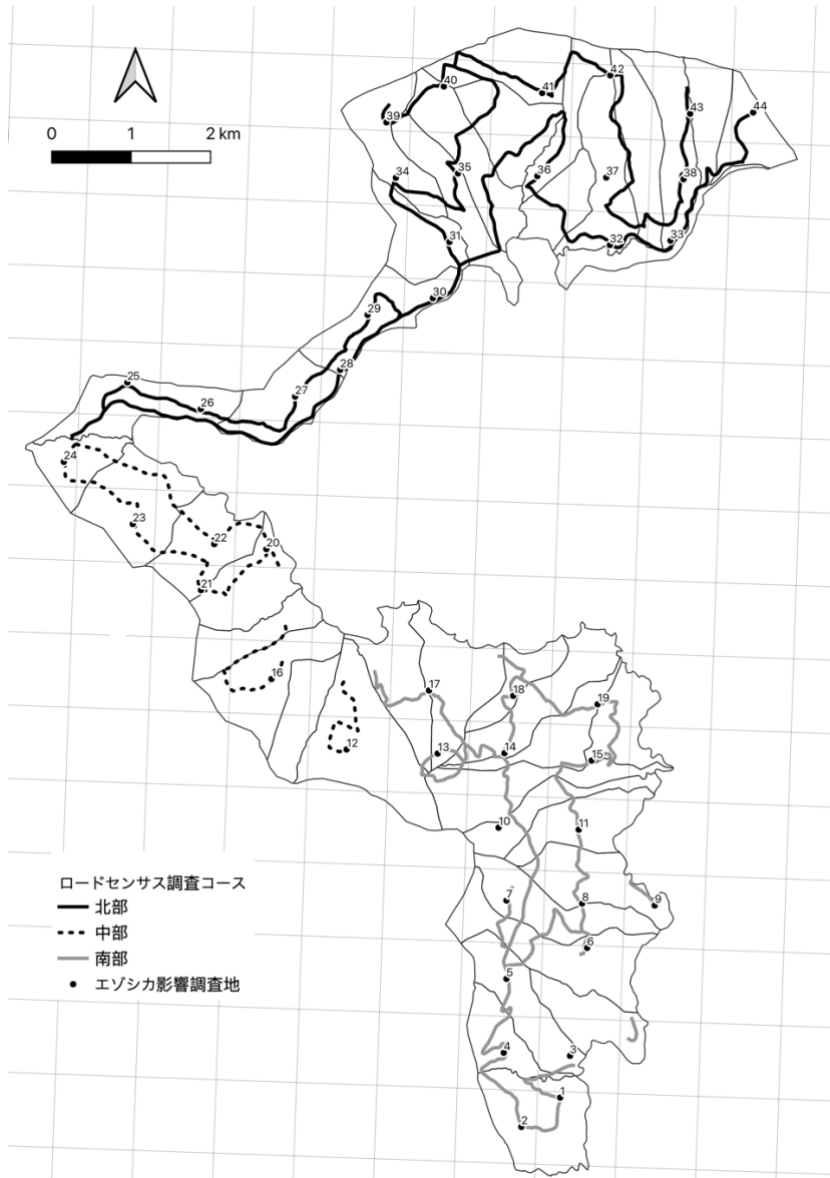


図4. ロードセンサスコース

センサスコースは延長約77 km.

調査地域を北部、中部、南部に区分した。

図中の数字は44箇所のエゾシカ影響調査地。

格子は、1 km 四方の基準地域メッシュ。

表 2. ロードセンサス実施年月日

調査日	道順
2021/5/27	1
2021/5/31	2
2021/6/23	1
2021/6/25	2
2021/7/21	1
2021/7/28	2
2021/8/27	1
2021/8/31	2
2021/9/21	1
2021/10/4	2
2021/10/21	2
2021/10/26	1
2021/11/25	1
2021/11/30	2

道順 1；午前南部及び中部，午後北部及び中部

道順 2；午前北部及び中部，午後南部及び中部

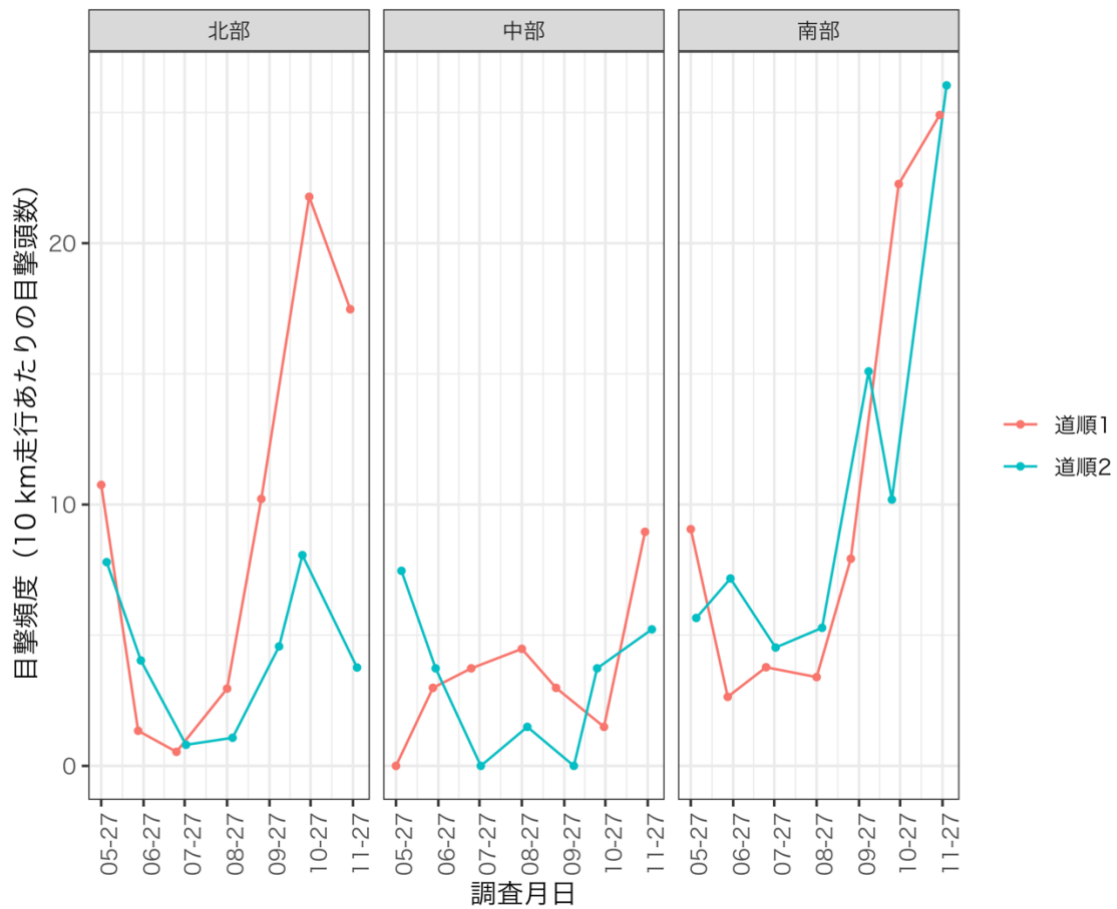


図 5. 目撃頻度の季節推移（2021 年）

道順 1；午前南部及び中部，午後北部及び中部

道順 2；午前北部及び中部，午後南部及び中部

道順 1 と 2 の同一林道の調査時刻は，最短 3 時間 10 分，最長 5 時間の時間差となるように設定した。

調査は 8 時から 17 時の間で，日の出から日没の間に実施した。

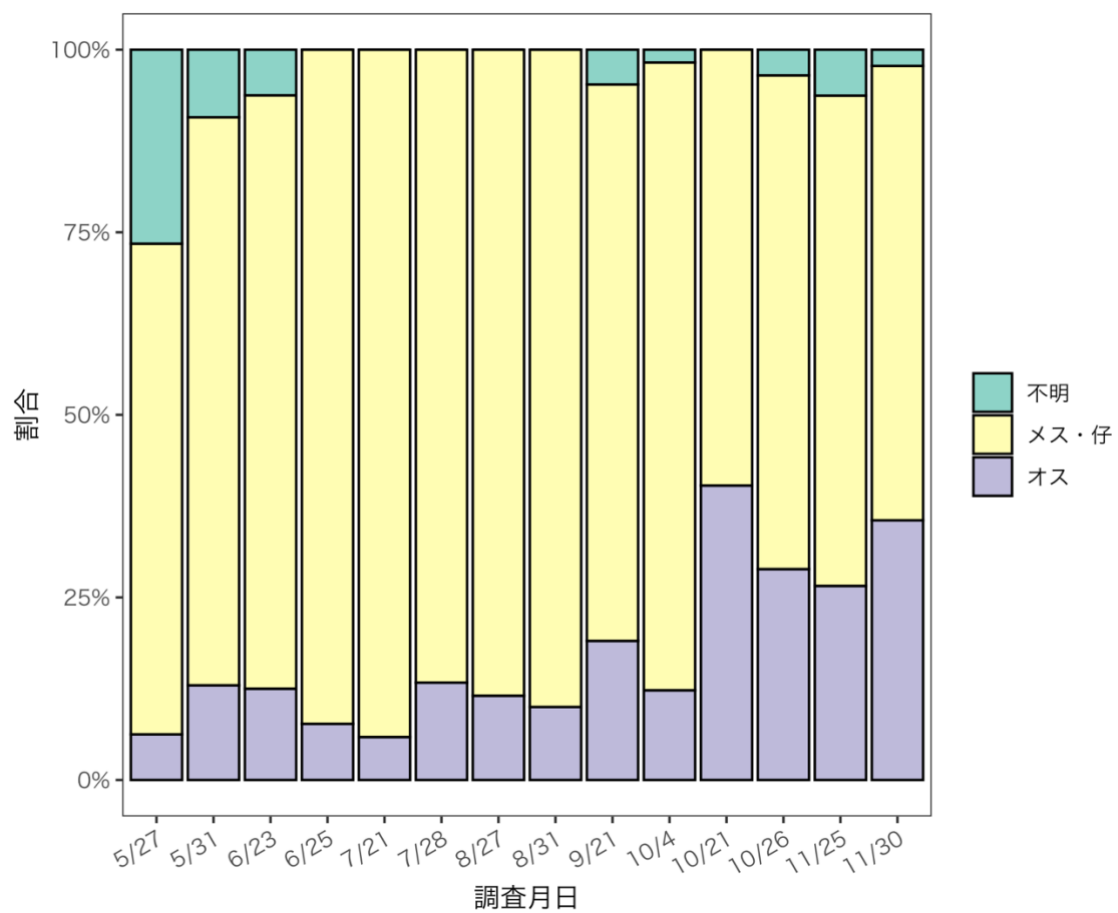


図 6. 性比率の季節推移 (2021 年)

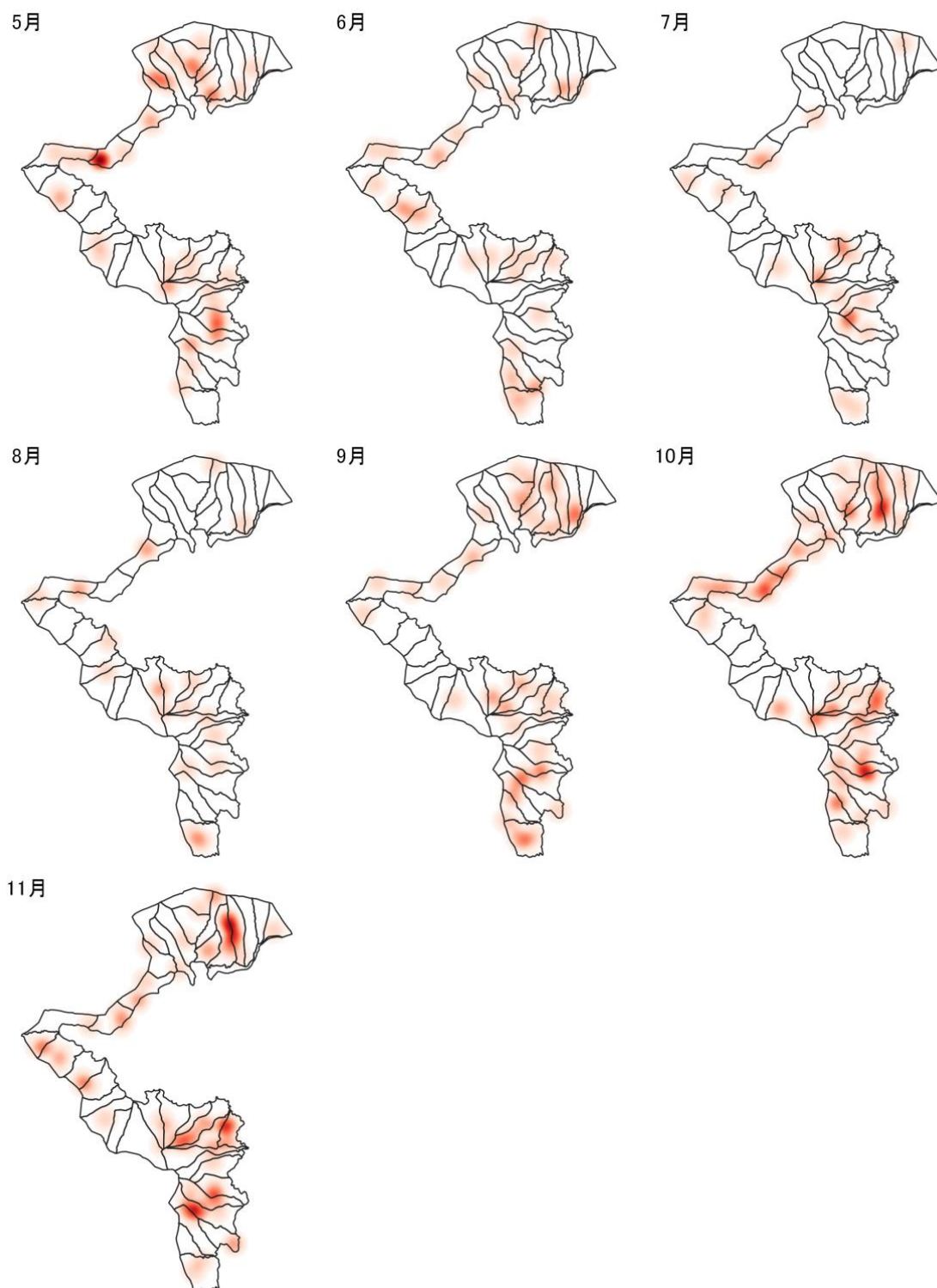


図 7. 目撃ポイントデータのヒートマップ (2021 年)

カーネル密度推計による作図. 作図のパラメーターであるバンド幅は 500 m に設定.

4. 天然更新に対するエゾシカの影響についての調査

4-1. 目的

前田一步園財団管理森林では、エゾシカの採餌行動により広葉樹の稚樹が少なく、更新が阻害されていることが、かねてから指摘されている。針葉樹人工林の針広混交林化や、現在成立している針広混交林や広葉樹林を維持するために、天然更新に対するエゾシカの影響について理解を深めることは必要であることから、本調査を実施している。

4-2. 方法

1, 2 章で述べた 44 箇所の固定調査地の中から、広葉樹の稚樹又は小径木が比較的多く見られた場所を選定し、5 箇所の調査地を設定した（図 8）。5 箇所の調査地には、1 辺 2 m の立方体の防鹿柵を、塩化ビニールパイプとビニール製ネットで作製し設置した。このことから、以下では、本調査地を防鹿柵実験調査地と呼ぶ。

2020 年 9 月に、5 つの調査地に 1 基ずつ防鹿柵を設置し、その隣に同じ面積の対照区を設定した。柵内と対照区の林床に存在する樹高 5 cm 以上の稚樹全てに標識を付け、樹高、樹種、食痕の有無を記録した。2021 年 9 月、前年に標識した全個体の生死、樹高、食痕の有無を記録し、新規加入した個体も同様に標識し、樹高、樹種、食痕の有無を記録した。

加えて、2021 年 5 月～10 月の月末に各月 1 回、5 つの調査地の光環境の違いを把握するため、5 つの林内とそれぞれの近くの解放地の光合成有効光量子束密度（以下 PPFD）を同時刻に測定し、各調査地の相対光合成有効光量子束密度（以下 rPPFD）を算出した。

更に、2021 年 4 月～11 月、5 つの調査地のエゾシカの出没状況を把握するため、自動撮影カメラによるカメラトラップ調査を実施した。自動撮影カメラの設定と集計方法は遠藤ら（2014）と同様とし、5 分間のインターバル撮影、センサーレベルは Normal とし、同一個体の重複カウントを除くため、30 分以上離れた撮影イベントに限り集計した。ただし、外見から明らかに別個体と判別できた場合は、別の撮影イベントとして集計した。

4-3. 結果と考察

2020 年 9 月から 2021 年 9 月の 1 年間の稚樹の生死について、表 3 にまとめた。全ての調査区（柵内+対照区=10 調査区）を合計して、648 本あった稚樹は 1 年後には 453 本に減少した。生存率は 70.6%である。2021 年に新たに 356 本新規加入し 809 本となった。柵の内外で生存率を比較すると、柵内の平均値は 82.1%，対象区は 59% だった（図 9）。

稚樹の生残率には、柵の有無、2020年の樹高が影響しており、その効果の程度は調査地、樹種により異なる可能性がある。よって、一般化線形混合モデル（GLMM）によりそれらの効果について解析を行った。解析には統計解析ソフト R を使用した。

目的変数は生存を 1、死亡を 0 とし、説明変数は 2020 年の樹高と柵の有無を固定効果、樹種と調査地をランダム効果とした。目的変数の分布は二項分布、リンク関数はロジット関数とした。その結果、2020 年の樹高が高い程生存率が高く、対照区より柵内で生存率が高い傾向があった。樹種による効果は、イタヤカエデの生存率が高く、ヤチダモとシウリザクラの生存率が低い傾向にあった。調査地の効果は、35-1、35-2 で生存率が高く、20、29、31 で生存率が低い傾向があった。解析結果の数値の詳細は更に精査し報告する。

調査地の効果に関して、光環境の違いを、図 10 に示す。6 月～9 月の広葉樹が着葉している期間は、明るい順に調査地番号 20>29>35>31 となった（クラスカルウォリス検定の結果 p 値=0.0021 となり、調査地間に明るさの差があった。クラスカルウォリス検定は、母集団に正規分布が仮定できない場合に使用するノンパラメトリックな手法で、対応のない 3 群以上のグループ間の差の有無を調べる際に用いられる）。GLMM の結果と光環境の違いを併せて考えると、5 つの調査地のうち中間的な明るさの 35 番で生存率が高く、最も明るい調査地と最も暗い調査地は生存率が低い傾向があった。

次に、自動撮影カメラによるエゾシカの撮影頻度について、結果を図 11 に示す。エゾシカ撮影頻度指標（RAI）とは 100 カメラ稼働日あたりの撮影枚数である。どの調査地も撮影頻度の季節変動が大きく、かつ、調査地毎に変動パターンが異なった。GLMM の解析では調査地 20、29、31 は生存率が低い傾向にあり、35-1、35-2 で生存率が高い傾向にあったが、そのことと明確に関連付けられる結果ではないように見受けられる。

防鹿柵内外の稚樹の生存に関する調査は今後も継続する。

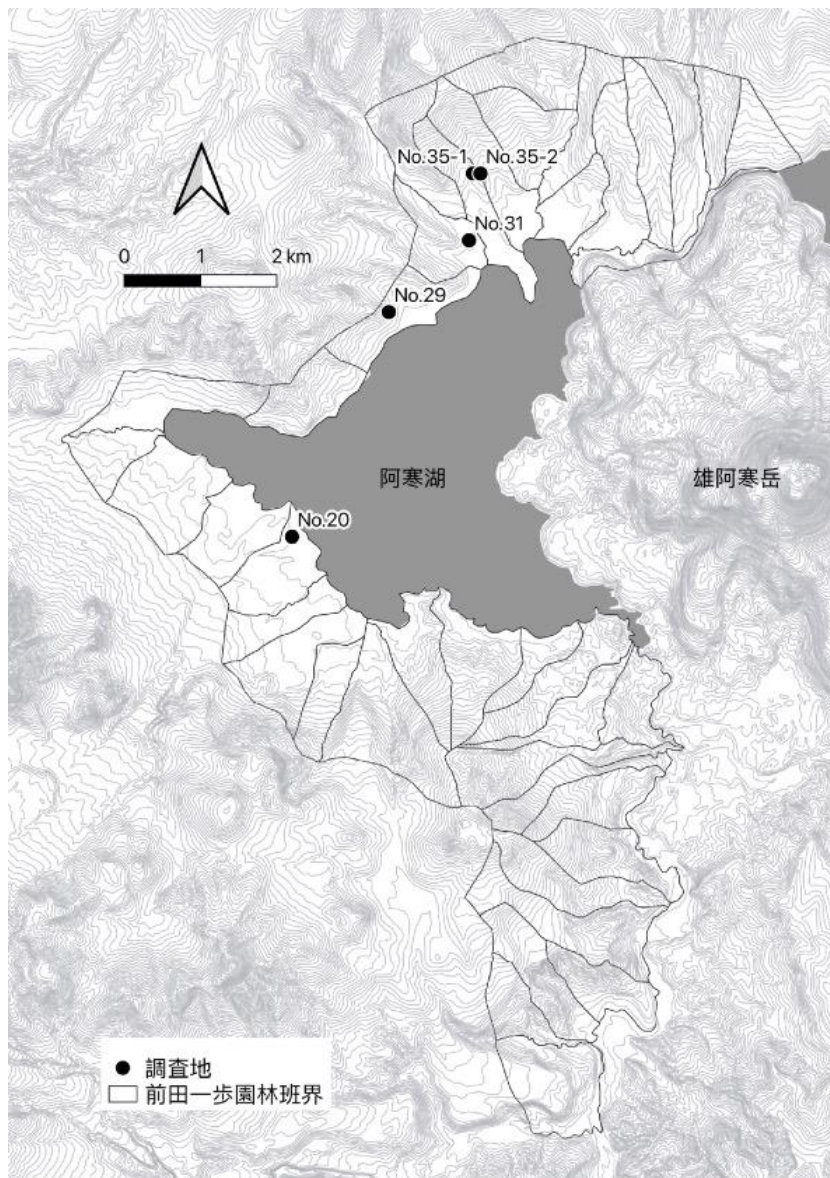


図8. 防鹿柵実験調査地位置図

表 3. 2020 年 9 月から 2021 年 9 月までの防鹿柵内外の稚樹の生存及び新規加入状況

調査地	柵の有無	2020年9月の 全樹種合計稚樹密度 (本/4m ²)	2021年9月に 生残してい た稚樹 (本/4m ²)	生存率 (%)	2021年9月に新規 加入した稚樹 (本/4m ²)	2021年9月の 全樹種合計稚樹密度 (本/4m ²)
No.20	○	54	38	70.37	17	55
No.20	-	129	81	62.79	25	106
No.29	○	18	15	83.33	7	22
No.29	-	6	2	33.33	7	9
No.31	○	39	36	92.31	84	120
No.31	-	144	96	66.67	91	187
No.35-1	○	53	44	83.02	36	80
No.35-1	-	57	42	73.68	21	63
No.35-2	○	54	44	81.48	32	76
No.35-2	-	94	55	58.51	36	91
合計（生存率は平均値）		648/40m ²	453/40m ²	70.55	356/40m ²	809/40m ²

樹高5cm以上の稚樹を調査した。

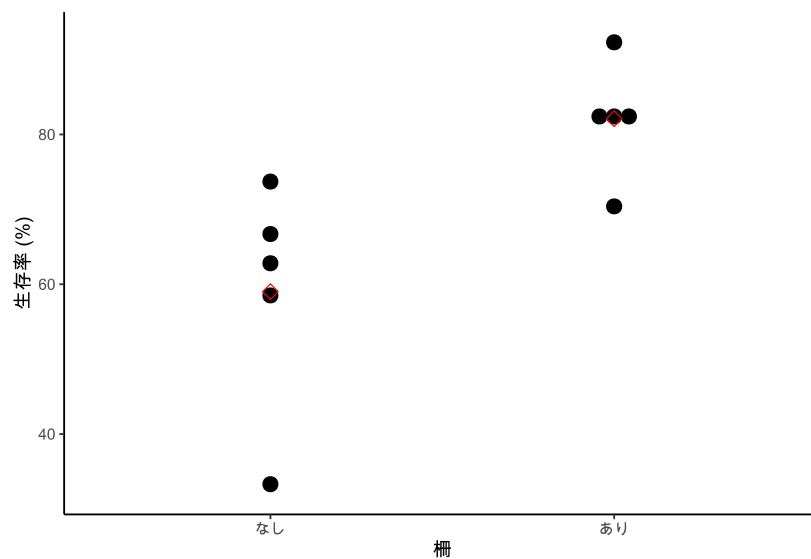


図 9. 2020 年 9 月から 2021 年 9 月までの防鹿柵内外の稚樹の生存率

黒丸；各調査地の生存率，赤四角；生存率の平均値

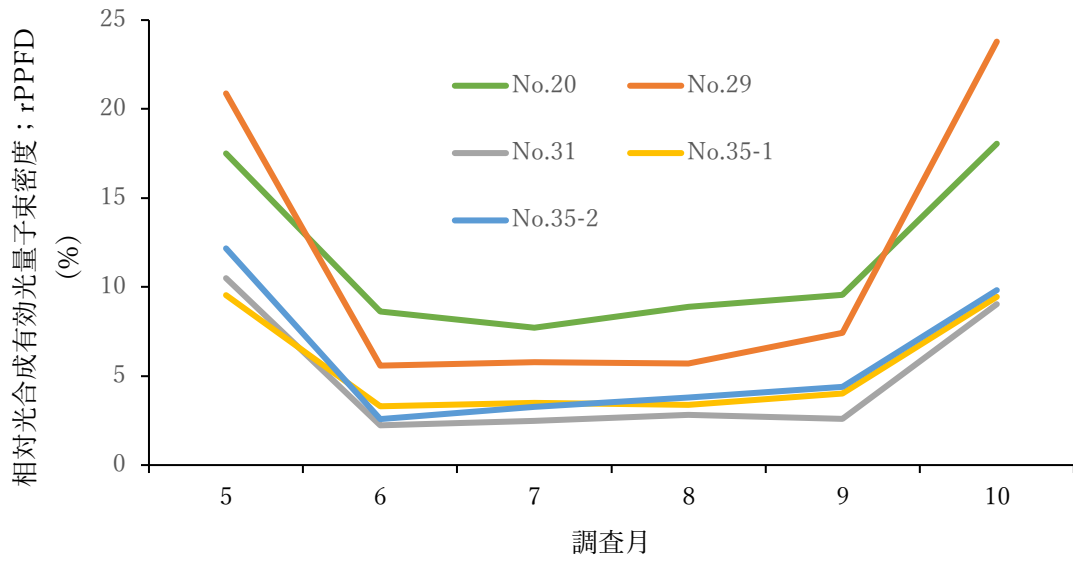


図 10. 2021 年 5 月から 10 月までの相対光合成有効光量子束密度 (rPPFD) の季節推移
高度 1 m で測定

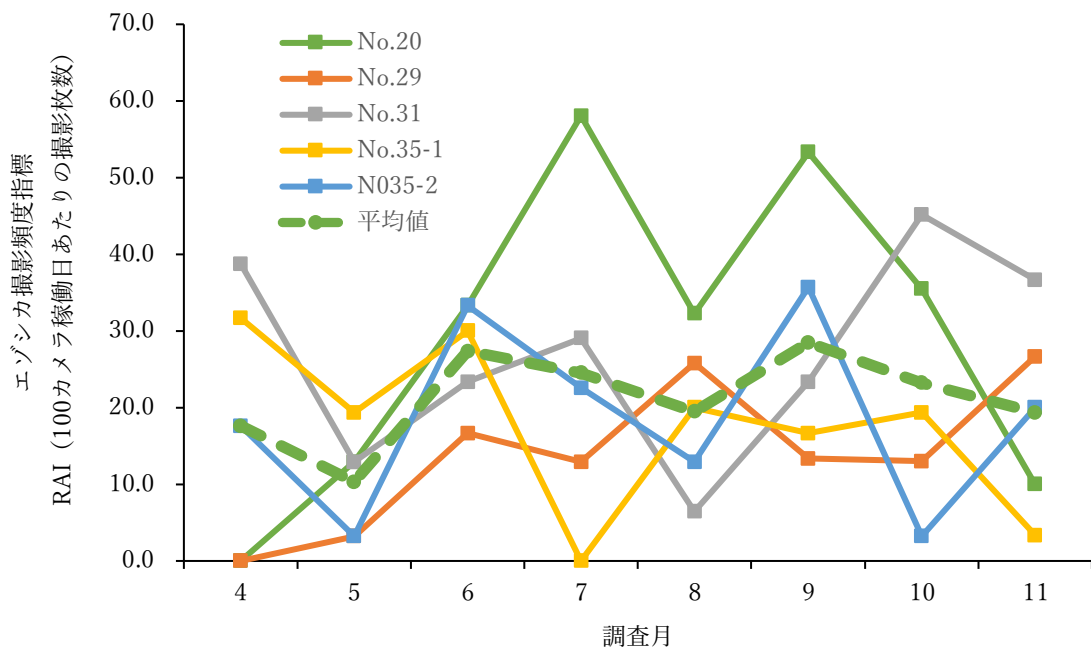


図 11. 2021 年 4 月から 11 月までのエゾシカの撮影頻度指標 (RAI) の季節推移

5. 令和3年度の囲いワナ設置場所選定方法について

5-1. 選定の流れ

- (1) 2021年5月、10月、11月のロードセンサスの目撃が密集している場所を可視化したヒートマップにより、既存の候補地から大まかなエリア単位で絞った。
- (2) 絞ったエリアには複数の候補地が含まれたため、次節に記載するデータで比較し、更に絞り込んだ。

5-2. 候補地の比較に使用した項目

- (ア) 給餌場別目撃個体数データ（2021年1月～4月、東京農業大学卒業研究で取得）
- (イ) 給餌量（2020年12月～2021年3月の消費量）
- (ウ) 給餌場周辺1haの樹皮剥ぎ調査データ（2021年5月実施）
- (エ) 2章に記載した44箇所の固定調査地における樹皮剥ぎ調査データ（2021年5～7月実施）
- (オ) カメラトラップによる撮影頻度（2021年12月餌を置き自動撮影カメラで撮影）

5-3. 結果

図12のNo.2とNo.14、F-11とF-12とF-14をそれぞれ比較し、設置場所を決定した。結果を表4及び5に示す。

No.2とNo.14の比較結果（表4）

全ての項目でNo.2が上回った。よって No.2 を設置場所とした。

F-11とF-12とF-14の比較結果（表5）

給餌場別目撃個体数が最多、給餌場周辺1haでの樹皮食い被害が最多、本年12月初旬の給餌下でのカメラトラップ撮影回数が最多である、F-14 を設置場所とした。

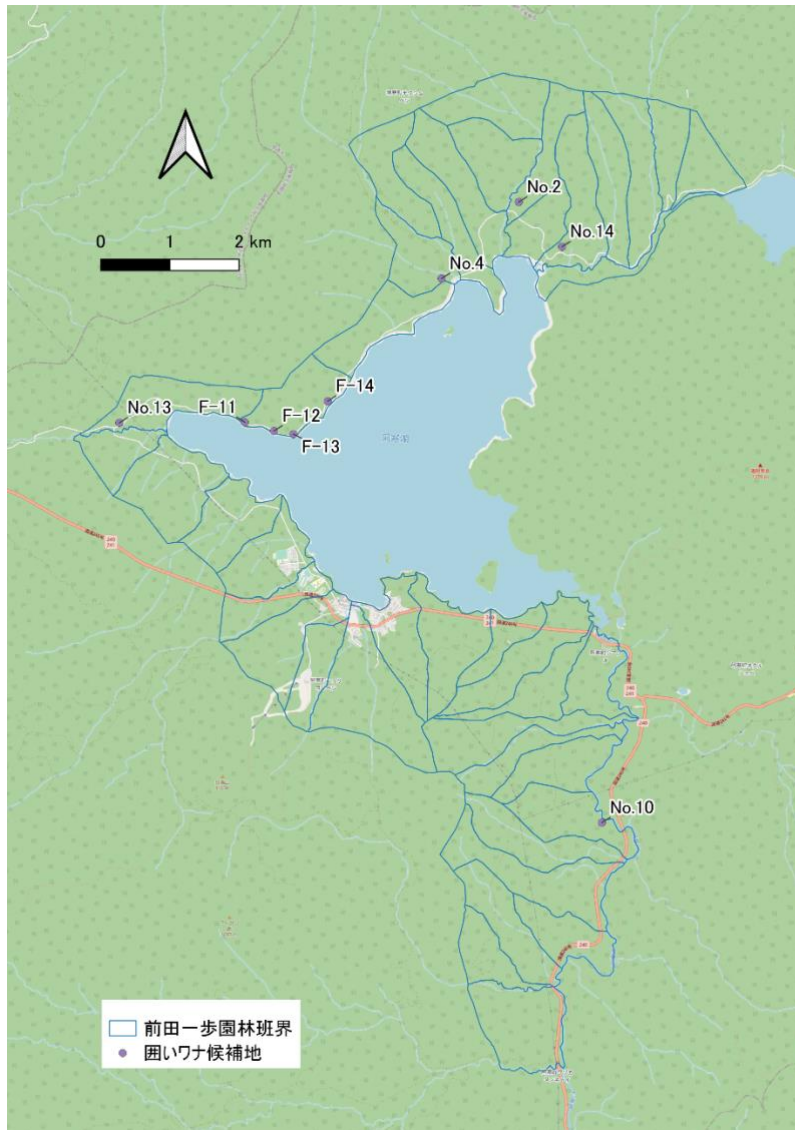


図 12. 令和 3 年度の囲いワナ設置候補地

表 4. No.2 と No.14 の比較結果

候補地	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	設置
No.2	27.7頭／回	81個	樹皮食い5、角こすり24	樹皮食い2、角こすり9	626撮影／3日	○
No.14	13.2頭／回	43個	樹皮食い3、角こすり16	樹皮食い1、角こすり3	245撮影／3日	

表 5. F-11 と F-12 と F-14 の比較結果

候補地	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	設置
F-11	11.4頭／回	49個	樹皮食い25、角こすり3	樹皮食い1、角こすり9	462撮影／6.8日	
F-12	14.7頭／回	86個	樹皮食い10、角こすり26	樹皮食い1、角こすり10	531撮影／6.8日	
F-14	16.1頭／回	72個	樹皮食い39、角こすり21		914撮影／6.8日	○

引用文献

- 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. 日本森林学会誌 95-5：259-266 ページ.
- 財団法人 前田一步園財団（2002）復元の森－前田一步園の姿と歩み－. 184 ページ.
- 遠藤拓・北村俊平（2014）自動撮影カメラによる石川県林業試験場内の中・大型哺乳類相
の調査. 石川県立自然史資料館研究報告 第4号. 23-36 ページ.

（記載：森林保全課 時田勝広）