

### Ⅲ 森林保全部門



# 地域の森林モデルを目指して ～生産性と環境性を両立した持続可能な森づくり～

岐阜県立飛騨高山高等学校 環境科学科 2年 ○宮下 真理、道下 慎一郎

## 1 はじめに

岐阜県は木の国・山の国と言われ、県土面積の8割を森林が占める緑豊かな県です。しかし、木材価格の低下や林業従事者の減少など、様々な問題から適切な森林管理が行われず、豪雨による土砂災害や雪害による倒木、獣害等の被害が増加しています。本校演習林も土地が痩せていることもあり、雪害による倒木被害などが多数見られます。

そこで本校演習林をモデルに、生産性と環境性を両立した持続可能な森づくりを実現するための森林管理の手法等を明らかにし、その成果を普及させ、国土の保全に繋がりたいと考えました。

## 2 演習林の概要

本校演習林の総面積は9.88haあり、標高差は83mと急峻な地形を有していますが、南斜面で日当たりは良好です。明治時代に植林された130年生のヒノキ人工林や90年生のアカツ・ヒメコマツ天然林があり、ゾーニングをして、林齢に合った森林管理を行っています。

## 3 実施区の管理状況

35から40年生のヒノキ人工林を実施区に選定して行いました。実施区の管理状況は、1985年に植林、2007年に除伐、2009年に間伐を行い、その後3度の枝打ちが行われました。さらに、2020年から現在までに複数回の間伐を行いました。2018年には、スイスからフォレスターをお招きし、今後の演習林の管理や環境性を重視した森づくりについてアドバイスを頂きました。

## 4 森林管理

研究に先立ち、まず私たちは実施区の状況を正確に把握し、今後の方向性を探るための現状調査を行いました。実施内容と計画は表の通りです。

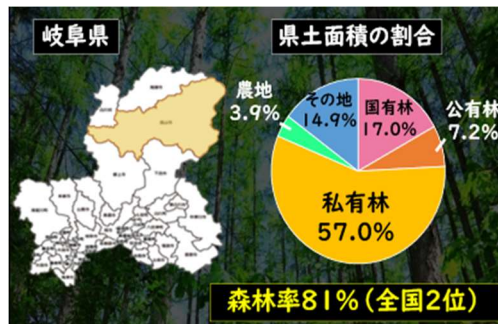


図-1 岐阜県の県土面積の割合



図-2 演習林のゾーニング

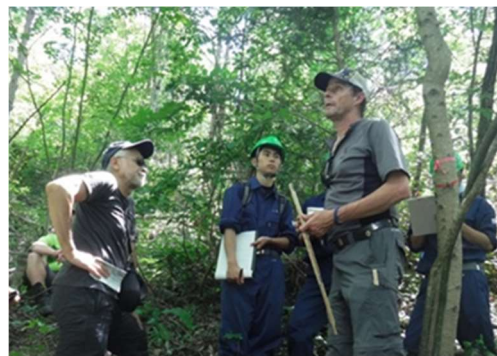


写真-1 スイス人フォレスター

表-1 森林管理実施計画



### (1) 測量

コンパスとGPSを使った測量を同時に行うことで精度を高め、面積0.24ha、周長0.2kmであることが確認できました。

### (2) 植生調査

針葉樹はヒノキ・ヒメコマツ・アカマツ、広葉樹はクリ・ナラなど、高木樹種は合わせて17種類見つかりました。

土壌についても調査しました。A層の厚みがあると有機物が多く健全な土壌であると評価できますが、栄養分が少ないB層が多いことが分かりました。環境性を高めるためには、落葉広葉樹を増やし、有機物の供給を促す必要があることが分かりました。

### (3) 立木調査

3次元計測システムOWLを使用しました。OWLを使用することで森林資源の情報化・解析を瞬時に行うことができます。作業時間の比較では、外業の場合、従来の方法と比べ、8分の1に短縮することができました。内業の時間も6分の1に短縮でき、効率良く、かつ正確に作業を進めることができました。

### (4) 育成木施業

これまでの管理状況を合わせて分析し、私たちは育成木施業に取り組むべきだと判断しました。この施業法は、一本一本の育成木に焦点を当て、ライバル木の伐採を行うもので、育成木の個体安定性を高めるとともに、森林内に介在する木の土台となることで風雪害から守るなど、集団安定性の向上が期待されます。また、間伐や枝打ちなどの管理を持続的に行うことで、天然更新を促し、理想的な階層構造の平準化も期待できます。

たくさんの樹種が入り交ざる多様な森にするため、育成木には、針葉樹と広葉樹の両方を選択しました。この選択により、ネイチャーポジティブの実現に向けた生物多様性の保全ができると考えました。

育成木の選木に当たっては、スタビリティー、バイタリティー、クオリティーの3つの視点に着目しました。優先順位としてはバイタリティー、クオリティー、スタビリティーの順で重視しました。

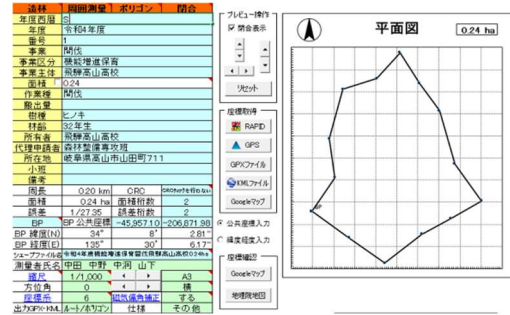


図-3 演習林測量データ



図-4 演習林の森林土壌



図-5 OWL 林内 3D画像



図-6 育成木の選木基準

## ア スタビリティー

樹木同士の配置・バランスのことで、森林の安定度合いを指します。将来的に風雪害や土砂崩れ等に耐えられる森にするために重視しました。

## イ バイタリティー

木の生きる力を指します。個々の木の生命力を高めることで、森林全体の生命力も高まります。将来的に長く安定して生きられる木を育てるために重視しました。

## ウ クオリティー

木の品質のことを指します。品質を高めることで、災害に強い木にすることにも繋がります。将来利用する人のニーズに応えられるようにするために重視しました。



図-7 スタビリティ

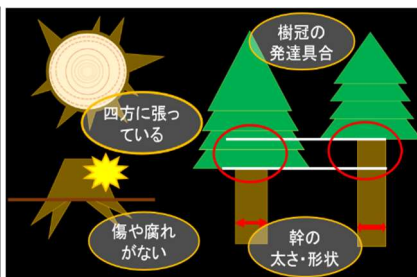


図-8 バイタリティー



図-9 クオリティー

## (5) 間伐・枝打ち

育成木・ライバル木を選定し、現地において対象木を観察後、本数間伐率30%を目安に間伐を行いました。間伐を行った結果、樹冠同士の空間が開きました。間伐前の平均相対照度は5.5%でしたが、間伐後は12.6%と上昇し、林床や育成木にも日光が当たるようになりました。

節が少ない木材の生産と環境の改善を考えて、枝打ちを実施しました。樹冠の発達や林床植生の生育を促すように行い、樹冠長率が50%程度を目安に行いました。育成木については形状比が0.9低下し、樹冠長率は0.6%低下しました。全木・育成木・ライバル木の調査結果を比較すると、育成木については形状比64.8と適正値になっており、風雪害の影響を受けにくい安定した木となっています。ライバル木については形状比80.2と安定感に欠ける細長い木となっています。引き続き間伐を実施していきます。



写真-2 立木の間伐

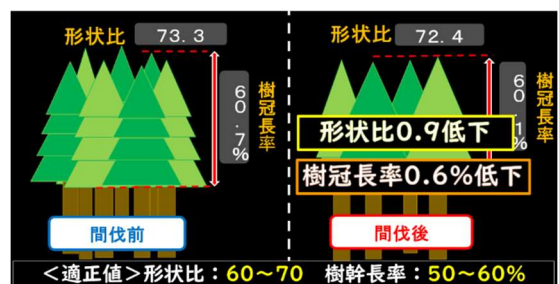


図-10 形状比と樹冠長率

## (6) 木材の出荷

搬出した木材は、消費者により安心して購入してもらえるように県産材登録を行って出荷しました。令和5年度の市況では、樹種や時期によって木材価格が変動することが分かりました。また、市場の取引価格を参考に単価決定を行いましたが、年輪の目が細かく、適切に管理された本校の木材は、高値で取引されることが分かりました。今年度は、ヒノキ材とアカマツ材合わせて8.068m<sup>3</sup>を出荷し、113,474円の売上がありました。木材ニーズを分析し、企業とのマッチングを図ったことで、通常の約1.4倍の値が付きました。

追跡調査では、木材を購入していただいた地元企業の井上工務店と大阪府の戸田材木店を訪問しました。井上工務店では、ヒノキ材の製材と活用を行っており、重要文化財の外壁に利用されていました。戸田材木店では、木材の加工から乾燥して利用されるまでの様子を見学しました。利用価値が少ないアカマツの曲がり材も梁として利用することで、その木にしか出せない個性が活かされていました。

表-2 令和6年度木材出荷状況

令和6年度 木材出荷状況		
樹種	材積	売上
ヒノキ	2.755m <sup>3</sup>	55,031円
アカマツ	5.313m <sup>3</sup>	58,443円
合計	8.068m <sup>3</sup>	113,474円



図-11 アカマツの曲がり材の利用

## (7) 森林環境教育

森を守る担い手を育成していくために、森林環境教育を行いました。東京都千代田区と地元の小中学生80名を対象にイベントを企画し、実践しました。

### ア 山の日イベント、ひのう講座

地元の小中学生を対象に森林散策を行いました。森林の豆知識を学習し、パネルを作製して分かりやすく伝える工夫をしました。森林への興味関心を引き出し、森の楽しさや魅力を伝えることができました。

### イ ちよだ環境祭り

東京都千代田区の児童を高山市の森林に招き、森林レクリエーションを行いました。また、ちよだ環境祭り（東京都千代田区役所）へ参加し、高山市の生木を使ったグリーンウッドワークを実践しました。地元の木材を通して地域の魅力を発信することができました。参加された方からは「森への興味が湧いた」、「森林を守っていきたい」などの感想を頂くことができました。



図-12 グリーンウッドワーク

## 5 結果及び考察

生産性については、森林管理のデジタル化を行ったことで労力が軽減され、人件費の削減が期待できるだけでなく、必要な手立てや方向性も見えるようになりました。木材の出荷では、間伐や枝打ちなど適正に管理した木材を高く売ることができ、曲がった木材や林地残材も利益に繋げることができました。環境性としては、間伐や枝打ちを行ったことで、林床に光が当たり、下層植生が豊かになりました。これにより山菜が収穫でき、新たな生産物も獲得することができました。また、多くの動植物を確認でき、生物多様性機能が発揮されました。今後、より下層植生が豊かになることで、大雨の際の土砂流出が減る等の効果が期待できます。

土壌指標生物を用いた土壌動物調査を実施しました。針葉樹林である対象区の結果は27点だったのに対して、針広混交林施業を行った実施区では37点と対象区よりも多くの土壌動物を採集することができました。針広混交林施業を行うことで豊かな土壌を形成する土壌動物の種類が増加し、森全体の土壌が豊かになることが分かりました。

また、センサーカメラによる野生動物モニタリング調査では、特別天然記念物に指定されているニホンカモシカやノウサギ、タヌキなど9種類の野生鳥獣を確認することができました。

さらに、光環境や土壌が改善されたことで昆虫の食草や餌場を確保できるようになりました。そのため、以前は見られなかったキバネツノトンボやギフチョウなど希少な昆虫を発見することができ、生物多様性が発揮される森となりました。

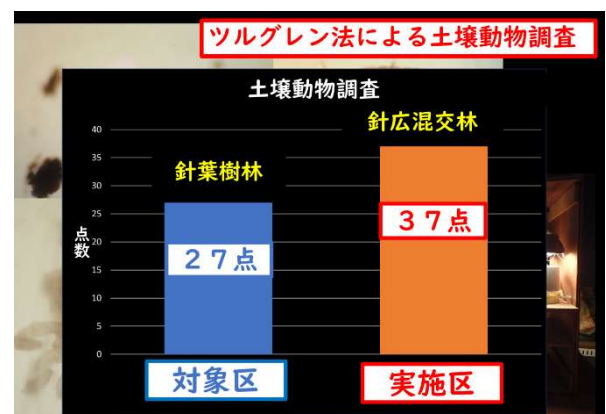
これらのことから、森林の生産性と環境性を両立することは可能であり、むしろ環境性を高めるために掛かる費用を生産性の利益で賄い、森全体の価値を総合的に高めていくことこそが持続的な取り組みに繋がり、結果的に国土保全に繋がっていくと考えます。

## 6 今後の展望

今後は、形状比、樹冠長、樹冠長率の3つを基準に調査を続け、適切な森林管理を行いながら、針広混交林施業に取り組んでいきます。この施業により、天然林に近づけ、生物多様性のある環境



図-13 理想的な森林モデル



グラフ-1 土壌動物調査



図-14 生物調査で発見した希少生物

性の高い森にしながらも、森林資源を漏れなく活用することで生産性の高い森に誘導したいと考えています。さらに樹齢や樹高などが違う様々な木々が混ざる森林は、土壌の緊縛や風の当たり方などが分散され、災害に強い森になることが期待できるので、それらの検証も合わせて行いたいと考えています。

これらの取り組みを報告したところ、高山市林業振興係長の中澤さんより「高山市森林整備計画に取入れ地域に普及させたい！」と力強いお言葉を頂きました。令和6年3月には、本研究で構築してきた森林管理モデルを飛騨高山学会でも提案することになっており、森林組合や行政と連携して持続可能な森林モデルを普及していきます。



図-15 高山市への提案

## 7 今年度の成果・発表

- (1) 令和6年7月3日 日本学校農業クラブ岐阜県大会プロジェクト発表分野Ⅱ類 最優秀賞
- (2) 令和6年8月7日 日本学校農業クラブ東海ブロック大会プロジェクト発表分野Ⅱ類 最優秀賞
- (3) 令和6年10月23日 第75回日本学校農業クラブ全国大会 岩手大会 出場
- (4) 令和6年11月6日 第12回清流の国ぎふづくり「自然共生」事例発表会ハード部門 最優秀賞
- (5) 令和6年11月30日 第6回飛騨高山学会 発表
- (6) 令和6年12月21日 ぎふ未来社会共創プロジェクト探究アワード2024 優秀賞
- (7) 令和7年2月2日 岐阜県森林・林業合同発表会 発表
- (8) 令和7年2月13日、14日 中部森林・林業交流発表会 高校生の部 最優秀賞

## 7 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導意を表します。

今年度、演習林での40年にも及ぶ長きにわたる関わっていただいた企業・行政の皆様。発表の機会を提供していただいた皆様。雨の日も雪の日も足繁く演習林へ通い、厳しい指導に耐え、懸命に取り組んでいただいた先輩方。本当にありがとうございます。この取り組みを今後も継続し、地域に普及させていきます。

森林・林業の明るい未来を目指すべく、今後ともご指導ご鞭撻のほど宜しくお願い致します。

ご鞭撻を受け賜りました。ここに感謝の

取り組みが実り始めました。これまでに



図-16 未来の森林は私たちが守る!!

# 防護柵(ブロックディフェンス)を活用したニホンジカの捕獲方法について

技術普及課 一般職員

○中村 育野  
ふりはた 真紀子  
ちむら 知博

野生鳥獣管理指導官

南信森林管理署 野生鳥獣対策官

## はじめに

管内では、ニホンジカ(以下「シカ」という。)の食害対策として、忌避剤の散布や防護柵の設置などを行っています。特に被害が多い地域では防護柵の設置が主体となります。しかし、シカ等の動物が防護柵へ干渉することにより破損し、その箇所から柵内に侵入され、食害等が発生しています。

そのため、シカの利用する通り道を遮断しない形で、ブロック状に防護柵を設置し(以下「ブロックディフェンス」という。)、ブロックディフェンスにより移動経路が制限された通り道でのシカの捕獲方法について検討しました。

## 1 取組の背景

調査地は、長野県諏訪郡下諏訪町の東俣国有林に位置し、令和2年度に伐採・造林一貫作業システムで皆伐から植付を行い、シカが頻繁に利用していた通り道を遮断しない形で上下2つのブロックに区分し防護柵を設置しました。

令和3年度からシカが利用していた通り道へセンサーカメラを設置し、ブロックディフェンス設置後も継続して通り道を利用するか調査したところ、継続利用が確認されたことから、令和4年度から6年度までの3年間、通り道を利用するシカの捕獲を試みました(表-1 全体計画)。

表-1 全体計画

年度別計画	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度
ブロックディフェンス設置	○			
センサーカメラによる調査	○	○	○	○
捕獲方法の検討				
(1) わな取り付け支柱	○	○	○	○
(2) わなワイヤー長		○	○	○
(3) 給餌			○	○
(4) 誘導方法		○	○	○
(5) わな設置期間等		○	○	○
捕獲の実施		○	○	○

## 2 取組の手法

センサーカメラを設置して継続的にシカの動向調査を行い、ブロックディフェンス間の通り道とその周辺での捕獲頭数を比較検証することとしました。

また、当調査地は皆伐後の更新地であり、ブロックディフェンス間の通り道及びその出入口付近には、くくりわな(以下「わな」という。)を設置する立木が無いため、それに代わるわなの取り付け方法、誘引や設置方法などについて毎年検討し、捕獲を実施しました。

### (1) わな取り付け方法

立木がない場合のわなの取り付け方法として3方向に支柱を打ち付け、捕獲個体が暴れた際に支柱に絡まる仕組みである「からまる棒」や「アンカーピン」、「伐根」(以下「補助具」という。)を使用しました(図-1 「からまる棒」及び「アンカーピン」)。

なお、これらの補助具は令和4年度の捕獲期間前に設置を行っており、センサーカメラにより補助具設置以降もシカの出現が確認されたことから、「からまる棒」や「アンカーピン」に対するシカの警戒心は薄いと考えられたため、3年間使用しました。

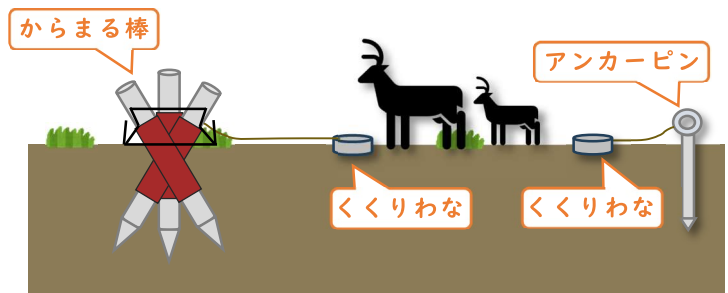


図-1 「からまる棒」及び「アンカーピン」

### (2) わなへの誘導・捕獲方法の工夫

令和4年度は、わなの前後に障害物となる枝、石、木などを設置し、わなを踏むように誘導する方法(以下「従来法」という。)により、わなを踏むように誘導しました。また、ブロックディフェンス間の通り道は左右の幅が制限されているので、捕獲個体がブロックディフェンスに接触しないよう、ワイヤーの長さを短くし、接触・破損のリスクを回避しました。

令和5年度からは給餌を行い、従来法と併せ、給餌による誘引捕獲法によりわなを設置しました。なお、誘引捕獲法は小林式誘引捕獲法(以下「小林式」という。)で行いました(図-2 小林式誘引捕獲法)。

令和6年度は、全て小林式でわなを設置し、捕獲を試みました。

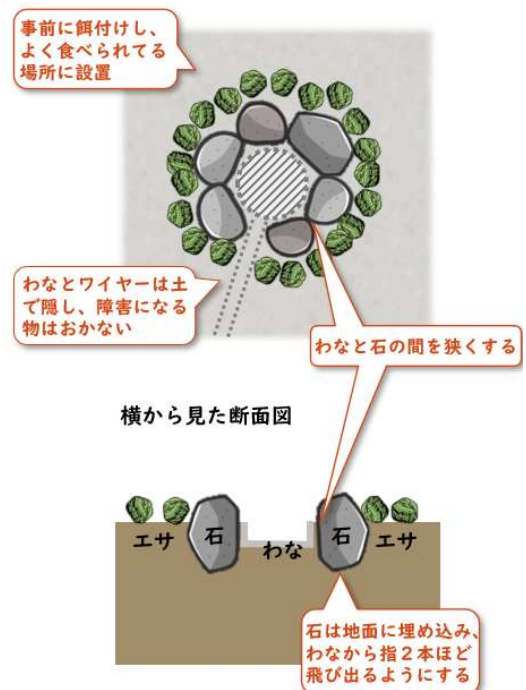


図-2 小林式誘引捕獲法

## 3 実行結果

令和4年度は10月12日から11月14日までの期間で、くくりわな6基を22日間設置し捕獲を試みた結果、捕獲頭数は1頭となりました。(図-3 令和4年度実施状況) 捕獲個体は「アンカーピン」のわなに掛かり、捕獲時に暴れた際、付近に設置していた「からまる棒」に絡まり、動けなくなっていました。また、ブロックディフェンス間の通り道へ侵入する出入口付近では、わなの空はじきが3回確認されました。

なお、捕獲期間終了後、ブロックディフェンスの周囲を点検しましたが、網の噛み切りや潜り込みなどの干渉は確認されませんでした。



図-3 令和4年度実施状況

令和5年度から開始した給餌には、シカ以外の動物を誘引しにくいとされている「ヘイキューブ」(以下「エサ」という。)を使用しました。わなを設置する前の9月28日からエサ撒きを行い、10月10日から11月14日の期間で、従来式5基と小林式5基の計10基を13日間設置し捕獲を試みました(図-4 令和5年度実施状況)。捕獲頭数は従来式1頭、小林式2頭の計3頭となりました。また、令和4年度同様、従来式で空はじきが3回確認されました。

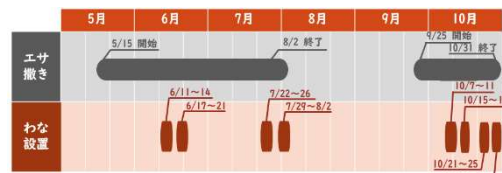


**令和5年度の捕獲実績**

- ▶ わな設置日数：13日間
- ▶ わな設置数：10基(従来式5基、小林式5基)
- ▶ 捕獲頭数：3頭(オス2頭、メス1頭)

図-4 令和5年度実施状況

令和6年度は令和5年度のセンサーカメラによる動向調査から出現率が高い時期に捕獲を計画しました。捕獲期間を6月から8月(第1期)と10月(第2期)の2期に分け、小林式8基を計36日間設置し捕獲を試みました(図-5 令和6年度実施状況)。捕獲結果は第1期に8頭、第2期も8頭捕獲し、計16頭となりました。



**令和6年度の捕獲実績**

- ▶ わな設置日数：36日間
- ▶ わな設置数：8基(小林式)
- ▶ 捕獲頭数：16頭(オス2頭、メス14頭)

図-5 令和6年度実施状況

#### 4 まとめ

##### (1) 捕獲場所と捕獲実績

3年間のわなの設置箇所と捕獲箇所は、(図-6 令和4年度 わなの設置箇所と捕獲箇所)、(図-7 令和5年度 わなの設置箇所と捕獲箇所)、(図-8 令和6年度 わなの設置箇所と捕獲箇所)のとおりとなります。計画当初、ブロックディフェンス間の通り道で効率よく捕獲できるのではないかと考え、設置箇所や期間にばらつきはありますが、3年間通り道にわなを設置しました。その結果、センサーカメラの映像から通り道を利用するシカは確認されたものの捕獲には至りませんでした。一方、通り道の出入口付近では毎年捕獲することができ、捕獲頭数は年々上昇しました。



図-6 令和4年度  
わなの設置箇所と捕獲箇所



図-7 令和5年度  
わなの設置箇所と捕獲箇所



図-8 令和6年度  
わなの設置箇所と捕獲箇所

##### ラによる調査結果

令和3年度から段階的に設置台数を増やし、令和6年度には計20びブロックディフェンス周辺の状況を撮影し、シカの動向を調査しデータを整理する際に、A地点(北側出入口)、B地点(作業路)、その他(ブロックディフェンス周辺)としました(図-9 センサ

台のカメラでわな及  
ました。  
C地点(南側出入口)、  
一カメラ設置地点)。

(図-10 地点別の撮影回数(R5.9~R6.10))では、平均するとブロックディフェンス周辺よりもA、C地点にシカが多く出現していました。捕獲に至らなかったB地点でも撮影され、継続的に利用している状況が分かりました。また、林内であるA地点の③④やブロックディフェンス周辺は昼行性が強く、草木がなく見通しのよいB地点や、出入口に位置するA地点の①⑤及びC地点は夜行性が強いことがわかりました。

(図-11 撮影回数と捕獲場所(R6.6~10))では、撮影回数が1,000回以上の箇所(③)と100回以下の箇所(⑩)の捕獲頭数はそれぞれ3頭となり、撮影回数と捕獲頭数には比例関係がありませんでした。

### (3) 捕獲法の選択

従来式は、獣道、足の踏み場の見極めが必要ですが、事前の準備が不要で資材購入も無いためコストが掛かりません。また、わなの周囲への給餌等の手間も掛からず、設置が容易と考えられます。

小林式は、誘引捕獲法のため周りの環境に左右されず、獣道以外での設置により、錯誤捕獲低減効果も期待できます。また技術や経験が少なくても、捕獲できる可能性が高く、今回経験の浅い職員でも捕獲することができました。

このことから一律に設置方法を決めず、捕獲者の経験や設置箇所の状況に合わせた捕獲方法の選択が有効と考えられました。

## 5 考察

センサーカメラのデータ分析から出現率が高い期間にわなを設置することは有効でした。また、通り道の出入口付近や林縁と隣接する防護柵周辺では捕獲頭数が多く、シカが集まりやすい場所だと考えられました。

今回の取組から、シカが集まりやすく採餌する環境では空はじきや錯誤捕獲の可能性が低い「小林式」を選択し、シカの出現頻度が高く、採餌頻度の低い獣道では「従来法」を選択することで、利用状況と「シカの行動に応じた捕獲手法の選択」が、より効率的な捕獲に繋がると考えます。

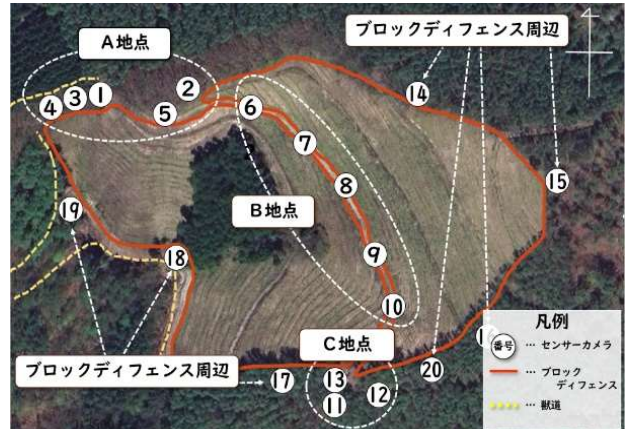


図-9 センサーカメラ設置地点

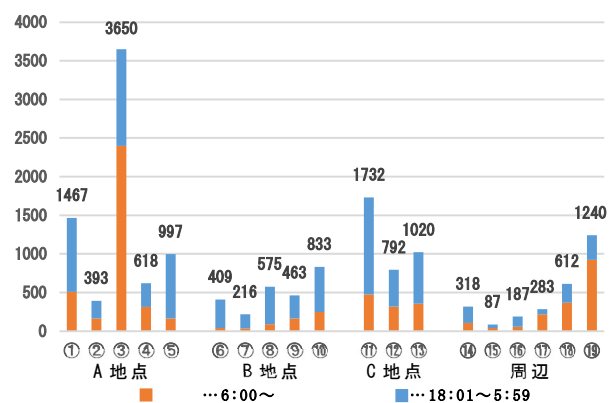


図-10 地点別の撮影回数(R5.9~R6.10)

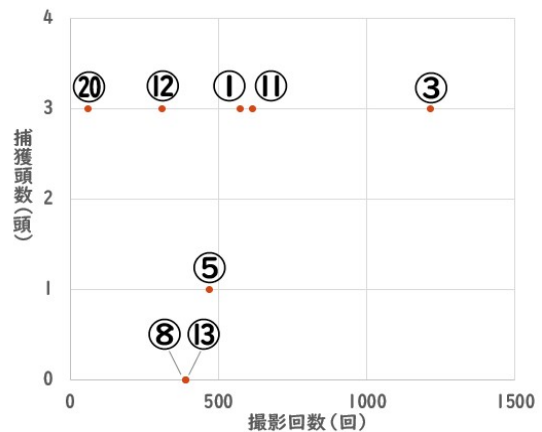


図-11 撮影回数と捕獲場所(R6.6~10)

# 南アルプス大規模雪崩跡地の初期森林回復にキイチゴ類繁茂が及ぼす影響

信州大学大学院 総合理工学研究科 修士2年 ながた ひろむ 永田 紘夢

## はじめに

雪崩は、高山帯における主要な攪乱のひとつです (Holtmeier et al. 2018)。近年、地球温暖化の進行に伴い、雪崩の大規模化が懸念されています (Katsuyama et al. 2020)。大規模な雪崩は広範囲にわたる森林破壊をもたらす、生態系に大きな影響をおよぼします。しかし、日本においては、大規模雪崩後の森林回復過程に関する研究事例は限られています (Kajimoto et al. 2004)。

これまでの雪崩後の森林回復過程は地表攪乱強度によってパターンが分けられています (梨本・石井 1999; 梨本ら 1999)。富士山の亜高山帯における雪崩後の森林回復では、弱度の攪乱では林冠層が破壊されますが、林床は破壊されず、シラビソの前生稚樹が残存します。その後、前生稚樹が成長することで、森林はシラビソ林として回復します。一方、中度および強度の攪乱を受けた雪崩跡地では、林冠層と林床の両方が破壊され、中度の攪乱地ではダケカンバが、強度の攪乱地ではカラマツが主体となって回復します。しかし、ダケカンバやカラマツは雪崩後に雪崩跡地へ侵入した後生樹であるため、前生稚樹が残存した場合と比較すると、森林回復には大きな遅れが生じます。さらに、雪崩後の林床に競合植生が存在する場合、回復過程はより複雑になります。例えば、八幡平では雪崩後にササ類が速やかに再生し、後生樹の更新を阻害することが報告されています (Kajimoto et al. 2004)。この場合、ササよりも背の高い数少ない前生稚樹が、森林回復を主導すると考えられます。

また、地球温暖化による攪乱レジームの著しい変化は、森林生態系を別の安定状態へ移行させる可能性があります (Johnstone et al. 2018)。その一例として、陽性高木種が更新・成長する前に低木や草本が一面に繁茂し、遷移が停滞する「アレステッドサクセッション」が挙げられます (Soto and Puettmann 2020)。多くの研究により、攪乱の大規模化がアレステッドサクセッションへの移行と正の相関を示すことが指摘されています (Reyer et al. 2015)。そのため、大規模雪崩跡地においては従来とは異なる森林回復プロセスが示される可能性があります。

2017年に南アルプス<sup>やぶさわ</sup>藪沢で発生した雪崩は、約4.1haにわたる森林被害をもたらした大規模なものでした。雪崩跡地は、外縁と中央付近で地表攪乱強度が異なることから、「林縁部」と「走路部」の2つに区分されます (宮城 2022)。このうち、林縁部では雪崩後に生残した前生稚樹の密度が高かったことから、前生稚樹主体の森林回復が予測されました。一方、走路部では前生稚樹は雪崩によってほとんど消失しました。さらに、雪崩跡地にはキイチゴ類が侵入し、広範囲に繁茂しました。キイチゴ類は、雪崩後の森林回復において後生実生（雪崩後に更新した実生）と競合する植生であり、その抑制的な効果が強い場合には、アレステッドサクセッションが進行する可能性もあります。本研究では、後生実生の更新状況とキイチゴ類群落の繁茂状況をもとに、雪崩後7年目における森林回復段階を明らかにし、その後の森林回復について考察することを目的としました。

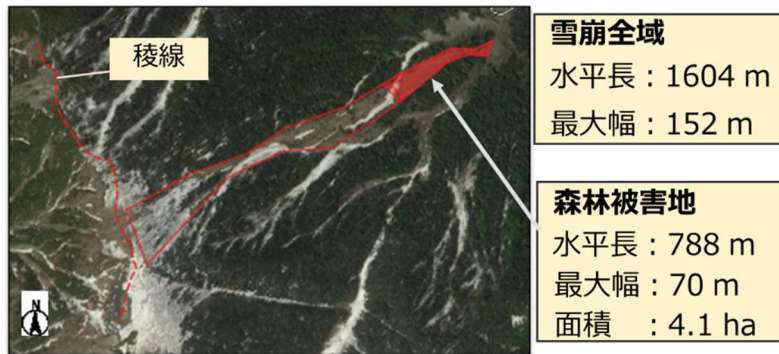


写真-1 藪沢雪崩跡地走路部の様子

## 1 調査地と方法

### (1) 藪沢雪崩跡地の概況

調査地とした藪沢雪崩跡地は南アルプス仙丈ヶ岳の東斜面、長野県伊那市黒河内国有林内に位置します。雪崩発生時期は2017年の2月と推定され、発生した雪崩は標高2716mから1850mまで流下し、4.1haの森林被害をもたらしました。周囲の森林はシラビソ、オオシラビソ、コメツガ、トウヒが優占しダケカンバ、カラマツなどが混交する亜高山帯針葉樹林でした。また、周囲の森林の林床は主にコケに被覆され、ササ類は確認されていません。

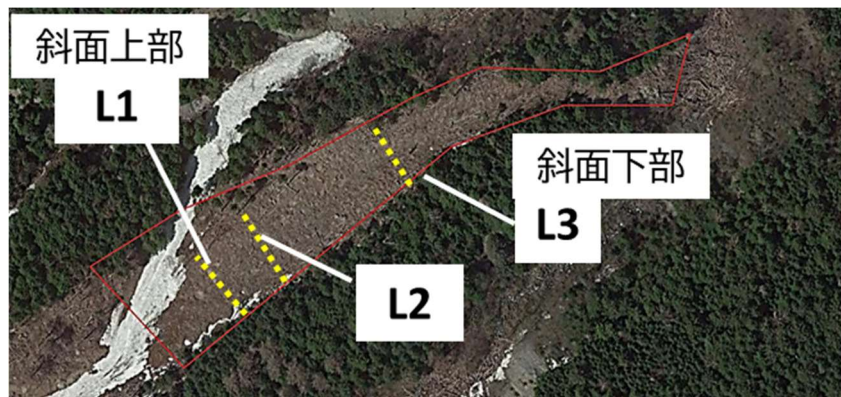


雪崩跡地は、雪崩によって森林が破壊され、林冠木が一切残っていません。破壊された林冠木は幹折れや根返りを起こし、地面に堆積しています。雪崩跡地内には、クマイチゴ、ミヤマニガイチゴ、エビガライチゴ、ミヤマウラジロイチゴ、シナノキイチゴなどが繁茂しています。

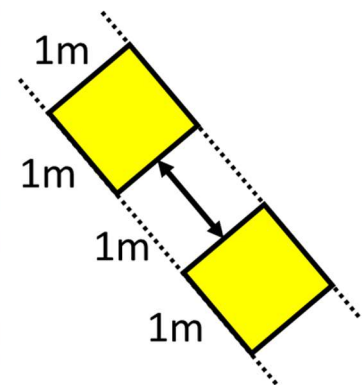
写真－2 藪沢雪崩の流路・森林被害面積

### (2) ラインプロット

雪崩跡地を横断するように、3本のラインプロットを設置し、斜面上部から順にライン1、ライン2、ライン3としました(写真－3)。各ラインの標高は順に2000m、1990m、1960mであり、長さはそれぞれ56m、60m、60mです。ラインの始点は、非攪乱森林部との境界に設定しました。ライン上には、2m間隔で1×1mの方形区を設置しました(図－1)。本研究では、走路部に該当する方形区を対象に解析を行いました。走路部に該当する方形区の数、ライン1が23個、ライン2が19個、ライン3が15個でした。



写真－3 プロット位置



図－1 方形区の模式図

### (3) 調査項目

調査は、2022年、2023年、および2024年の7月から9月にかけて実施しました。方形区内に含まれる雪崩後に更新した後生実生を対象とし、計測を行いました。後生実生は、計測年に発芽した当年生実生と、計測年以前に発芽した1年生以上の実生に区別し、それぞれの個体数および自然高を測定しました。調査対象としたのは、周囲の森林の主要構成樹種であるコメツガ、シラビソ、オオシラビソ、トウヒ、カラマツ、ダケカンバです。ただし、シラビソとオオシラビソの実生段階での判別が困難であったため、両種はまとめてシラビソ類として扱いました。加えて、方形区内のキイチゴ類の被覆率を測定しました。

## 2 結果および考察

### (1) キイチゴ類の被覆率のライン間差および年次変化

キイチゴ類の被覆率は、3年間を通じてライン2およびライン3で高く、ライン1で低い傾向が共通して見られました。また、同じライン内では、3年間を通じて顕著な成長や衰退は確認されませんでした。

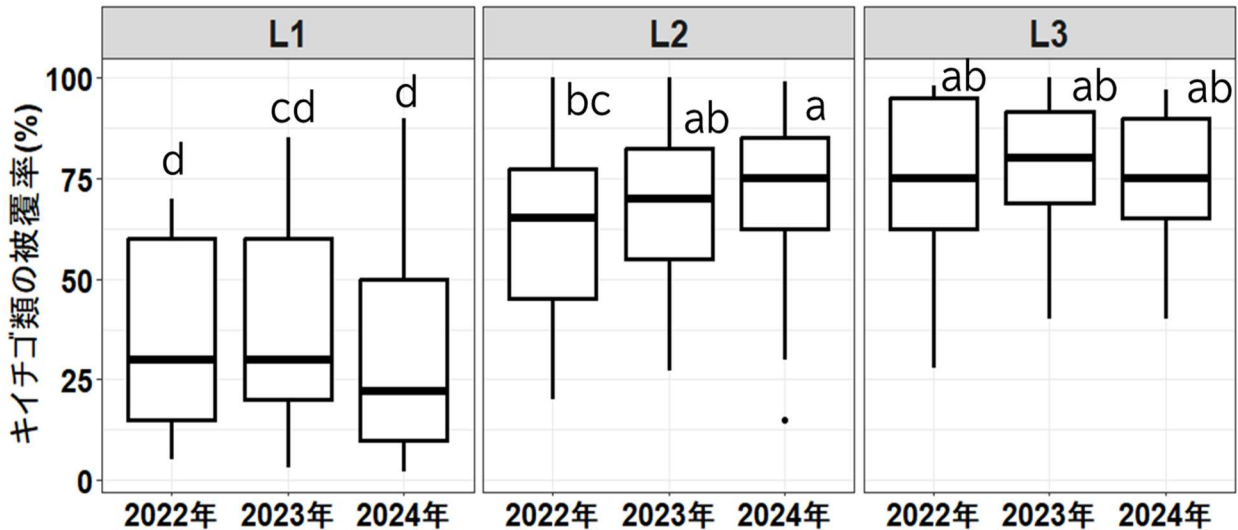


図-2 キイチゴ類の被覆率のライン間差および年次変化  
 ノンパラメトリック二元配置分散分析，交互作用の多重比較（Holm法）  
 同じアルファベットが付された値は有意に異なる（ $p=0.05$ ）

藪沢雪崩跡地におけるキイチゴ類の発達プロセスの詳細は明らかではありませんが、キイチゴ類が斜面下から上へと徐々に拡大したことが報告されています。したがって、各ラインにおける被覆率の違いは、キイチゴ類の侵入時期を反映していると考えられました。

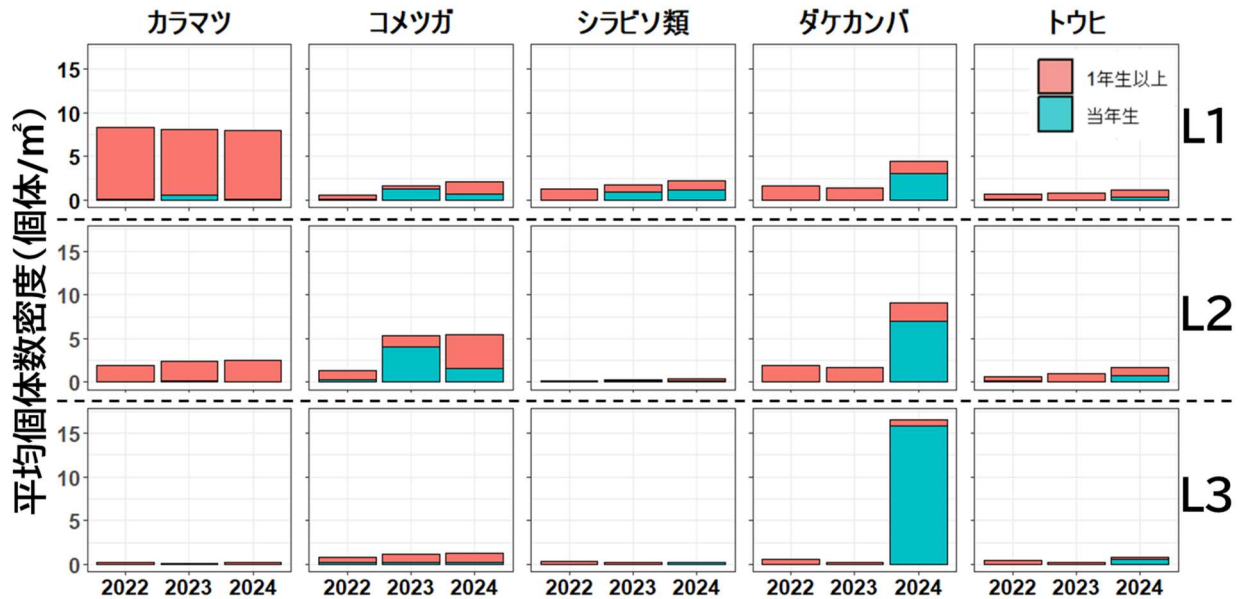


写真-4 2024年における各ラインのキイチゴ類の繁茂状況

### (2) 後生実生の個体数密度のライン間差および年次変化

後生実生の個体数密度は、ラインごとに大きく異なりました。ライン1では、3年間を通じてカラマツの個体数密度が際立って高い傾向が見られました。ライン2では、カラマツの個体数密度がライン1と比較して大きく減少しました。一方で、2023年にはコメツガの当年生実生が増加し、それに伴い全体の個体

数密度が増加しました。この傾向は2024年も維持され、さらに2024年にはダケカンバの当年生実生の顕著な増加が確認されました。最後に、ライン3では2024年にダケカンバの当年生実生の顕著な増加が見られましたが、それ以外の樹種の個体数密度は著しく低くなりました。



図－3 各樹種の個体数密度の3年間の推移

このように、個体数密度には時空間的に大きな変動が見られました。特に、時間的な変動については、1年生以上の実生の変動が小さく、主に当年生実生の変動が大きかったことから、種子豊凶の影響を強く受けると考えられます。調査対象とした樹種はいずれも、種子生産に豊凶周期があることが報告されています（林 1969）。

ライン間の差異については、樹種ごとに個体数密度が高かったラインが異なっていたことから、それぞれの母樹の空間的な偏りが推察されます。調査対象とした5樹種はすべて風散布型の種子をつけることが知られており（林 1969）、風散布型の種子は母樹から離れるほど種子散布量が減少すると報告されています（酒井 2013）。特に、藪沢雪崩跡地においてカラマツの母樹はライン近傍の非攪乱森林部には出現せず、航空写真の解析および現地踏査の結果、ライン1のさらに斜面上部に小群落が確認されました。したがって、カラマツの明瞭なライン間の差異は、母樹からの距離と整合すると考えられます。

さらに、後生実生のライン間の差異は、キイチゴ類の影響も受けていると考えられます。特に、ライン3における1年生以上の実生の個体数密度は、すべての樹種で共通して著しく低い傾向が見られました。キイチゴ類は密な被覆を形成し、光を遮ることで他の樹種の生育を抑制することが報告されています。したがって、被覆率が特に高いライン3では、実生が定着しにくい環境である可能性が考えられます。

## （2）後生実生のサイズ構造の変化

後生実生の樹高とキイチゴ類の群落高を比較すると、2022年においては、ライン1のカラマツのみがキイチゴ類と競合している状態であり、それ以外の樹種はキイチゴ類よりも樹高が低く、その被陰の影響を受ける段階にありました。この傾向は2023年においても同様でした。一方で、2024年にはライン1およびライン2のカラマツが顕著なサイズ構造の変化を示し、キイチゴ類の群落高を超える成長を遂げていることが確認されました。一方で、それ以外の樹種は依然としてキイチゴ類よりも樹高が低い状態が続いていました。

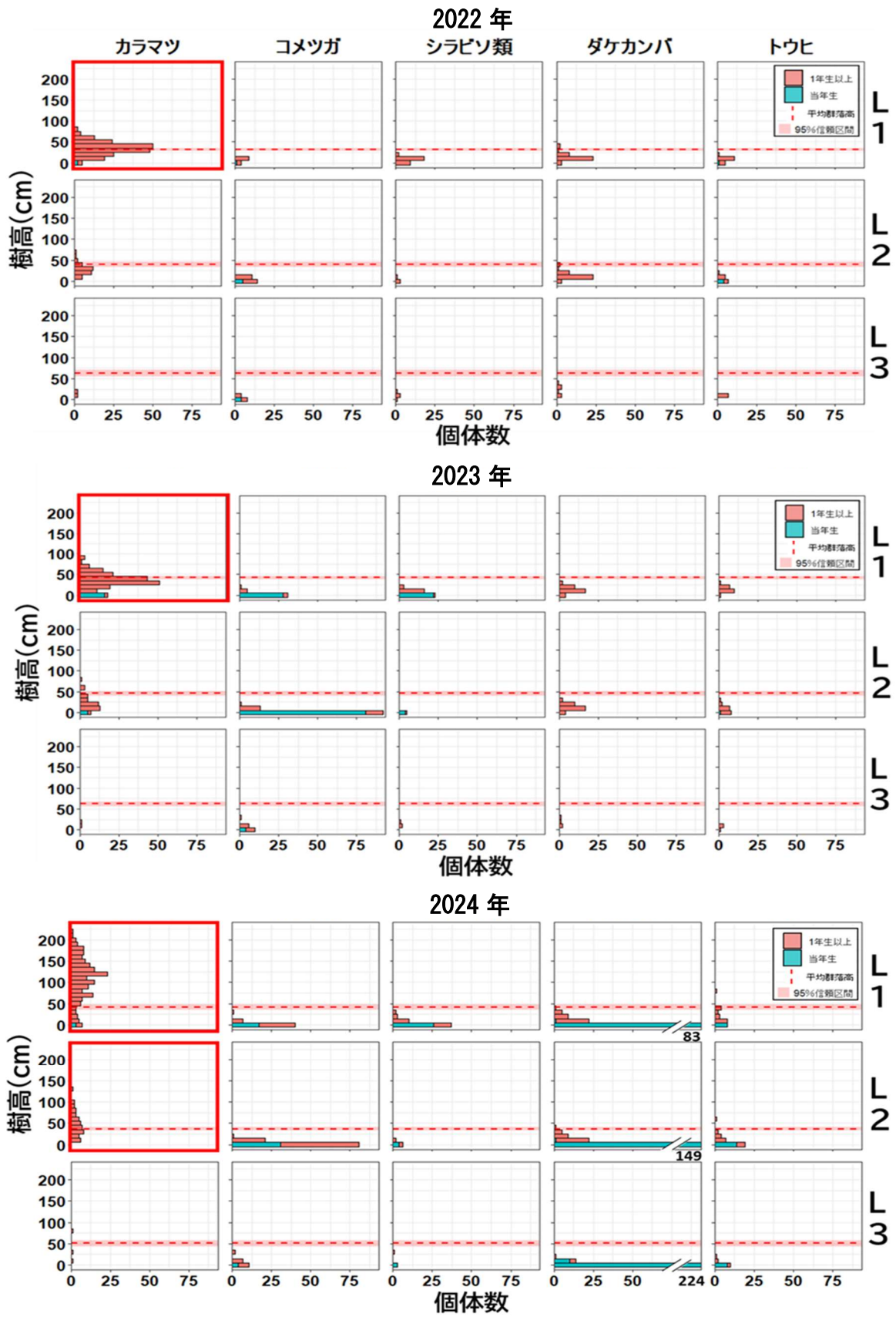


図-4 3年間の樹種ごとのサイズ構造の変化とキイチゴ類群落高との比較

このようなカラマツの顕著なサイズ構造の変化は、カラマツが攪乱跡地での再生に適応していること（梨本ら 1999）や、初期の成長速度が速い特性を持つことによるものと考えられます（中川ら 2018）。今後、キイチゴ類の群落高を超えたカラマツに対しては、キイチゴ類の影響が小さくなることが予想されます（原山ら 2018）。

### 3 総合考察

これまでの結果より、藪沢雪崩跡地の初期の森林回復の過程は、空間的に不均質であることが明らかになりました。すなわち、ライン1ではカラマツの密度が特に高く、他の樹種やキイチゴ類よりも顕著に成長している段階にありました。ライン2においてはカラマツの密度が大幅に低下するものの、ライン1と同様の傾向が見られ、さらにコメツガの更新も確認されました。一方で、ライン3ではすべての樹種の密度が低く、キイチゴ類よりも樹高が低い状況にありました。

また、この結果から、キイチゴ類の衰退の程度もラインごとに異なることが予想されます。キイチゴ類は、他の樹種の被陰によって衰退することが報告されています（Donoso and Neyland 2006）。このことから、ライン1ではキイチゴ類の被覆率が低く、カラマツによる被陰が進むため、数年以内に衰退すると考えられます。ライン2においても同様にキイチゴ類の衰退が予想されますが、ライン1よりも時間がかかると考えられます。一方で、ライン3ではキイチゴ類よりも樹高が高い樹種が存在しないため、キイチゴ類の衰退は起こらず、今後も繁茂が継続すると考えられます。

以上の結果から、森林回復の過程そのものもラインごとに異なると考えられました。まず、ライン1ではカラマツの幼樹群落が形成されたことから（第6章）、カラマツを主体とした森林回復が進行すると考えられます。この再生様式は、富士山において最も強い地表攪乱を伴った雪崩跡地における再生過程と一致しています（梨本ら 1999）。

一方、ライン2においてもカラマツが主体となる再生様式が見られますが、その密度は低く、初期段階ではカラマツが局在する林が形成されると考えられます。また、既に個体数密度が高いコメツガは耐陰性が高いため、キイチゴ類群落の下においてもさらに個体数を増やすことができると考えられます。しかし、コメツガは成長が遅いため、カラマツ林が形成された後に優占することが予想されます。この遷移は、南アルプスにおいて報告された土砂移動を伴う攪乱跡地における遷移と類似しています（馬場 1989）。

最後に、ライン3ではすべての樹種の個体数密度および樹高が低く、特に他のラインで森林回復を主導すると考えられるカラマツの個体数密度が著しく低い状況です。そのため、他のラインと比較して高木林の成立が大幅に遅れることが予想されます。さらに、ライン3ではキイチゴ類の被覆率が最も高く、キイチゴ類の繁茂が後生実生の更新に先行している状態となっています。したがって、現在の状況から推察すると、ライン3ではキイチゴ類が優占する状態が長期間続く「アレステッドサクセッション」に移行する可能性が高いと考えられます。

さらに林縁部には前生稚樹が残存するため、そのまま常緑針葉樹林への回復が見込まれます（宮城 2022）。したがって、藪沢雪崩跡地は同一斜面内において多様な森林回復パターンとなることが予測され、これは既往研究と異なるパターンとなると考えられました。

### 4 結論

本研究から、藪沢雪崩跡地では複数の遷移系列が同時に進行する可能性が示されました。その要因として、残存した母樹の配置、前生稚樹の残存状況、低木の繁茂するタイミングなど、雪崩跡地の初期状態の違いが大きく影響していることが考えられます。雪崩跡地においてキイチゴ類が繁茂した事例の報告はこれまでになく、キイチゴ類が今後急激に衰退する可能性も否定できません。そのため、藪沢雪崩跡地において継続してモニタリング調査を行うことで、今後頻発化が予想される大規模雪崩後の森林回復に対して

の知見がさらに深まると考えられます。

#### 参考文献

- 馬場多久男 (1989) 南アルプス鋸岳の熊穴沢における砂礫の安定とカラマツ植生の関係. 信州大学農学部演習林報告 26:31-56
- Donoso PJ, Nyland RD (2006) Interference to Hardwood Regeneration in Northeastern North America: The Effects of Raspberries (*Rubus* spp.) Following Clearcutting and Shelterwood Methods. NJAF 23:288-296
- 原山尚徳, 津山幾太郎, 倉本恵生, et al (2018) 雑草木による樹冠被圧がカラマツ植栽木の生残および初期成長に及ぼす影響. 日林誌 100:158-164
- 林弥栄. 1969. 有用樹木図説. 東京: 誠文堂新光社.
- Holtmeier F-K, Broll G (2018) Subalpine Forest and Treeline Ecotone under the Influence of Disturbances: A Review. J Environ Prot (Irvine, Calif) 09:815-845.
- Johnstone JF, Allen CD, Franklin JF, et al (2016) Changing disturbance regimes, ecological memory, and forest resilience. Front Ecol Environ 14:369-378.
- Kajimoto T, Daimaru H, Okamoto T, et al (2004) Effects of snow avalanche disturbance on regeneration of subalpine *Abies mariesii* forest, Northern Japan. Arctic, Antarctic, and Alpine Research 2004) 36:436-445.
- Katsuyama Y, Katsushima T, Takeuchi Y (2022) Large-ensemble climate simulations to assess changes in snow stability over northern Japan. Journal of Glaciology 1-14.
- 宮城昂 (2022) 南アルプス大規模雪崩攪乱跡地における亜高山帯高木種の更新阻害要因. 信州大学大学院 修士論文
- 中川昌彦, 喜綿真一, 有馬聡一, 佃勇作 (2018) カラマツの天然更新施業が可能な母樹林からの距離の再検討—紋別市における豊作年での一例—. 北森研 66:
- 梨本真, 石井孝 (1999) 森林の再生過程に関する研究—亜高山帯林のシラベ前生稚樹による再生様式—. 電力中央研究所報告
- 梨本真, 石井孝, 小林卓也 (1999) 森林の再生過程に関する研究—亜高山帯林のカラマツとダケカンバによる再生様式—. 電力中央研究所報告
- Reyer CPO, Brouwers N, Rammig A, et al (2015) Forest resilience and tipping points at different spatio-temporal scales: Approaches and challenges. Journal of Ecology 103:5-15.
- 酒井敦, 山川博美, 清和研二 (2013) 森林景観において境界効果はどこまで及んでいるのか? (<特集>森林の"境目"の生態的プロセスを探る). 日本生態学会誌 63:261-26
- Soto DP, Puettmann KJ (2020) Merging Multiple Equilibrium Models and Adaptive Cycle Theory in Forest Ecosystems: Implications for Managing Succession. Current Forestry Reports 6:282-293.

# 食害の被害があればシカは獲れるのか ～センサーカメラを用いたわな初心者の捕獲取組～

信州大学 農学部農学生命科学科 ○<sup>ささき</sup>佐々木 <sup>ひろ</sup>ヒロ  
元長野県林業大学校 林学科 <sup>すえつぐ</sup>末次 <sup>ゆずる</sup>譲  
<sup>もりた</sup>森田 <sup>しやうた</sup>翔太  
<sup>わこ</sup>輪湖 <sup>ともはる</sup>知治

## 1 課題を取上げた背景

長野県ではニホンジカ（以下、シカ）の生息域が急速に拡大し、シカによる農林業被害額は最も大きくなっています。このため、県内各地でシカの個体数調整が重点的に進められていますが、木曾地域を含むシカの管理ユニットでは捕獲数は増加傾向にあるものの、シカの分布拡大に対して十分な捕獲体制が整っていない場合は増加数に捕獲数が追いついていないことが課題とされています。一方、新規狩猟免許取得者の多くはわな猟であることから、県林業総合センターは、新規狩猟免許取得者の狩猟者としての定着とシカの捕獲数の増加を図るため、自動撮影カメラ（以下、カメラ）を活用した狩猟初心者でも捕獲できる方法を提案しています（以下、カメラ捕獲）。そこで本発表では、自分たちが木曾地域で植栽したヒノキがシカの食害に脅かされている現状に対応したいと考え、カメラ捕獲を実践しました。

## 2 取組の経過

捕獲試験地は、ヒノキの植栽木や広葉樹のシカ食害が見られる木曾郡木曾町新開としました。カメラは2023年9月25日から2024年2月14日まで、わなは2023年11月15日から12月14日まで設置しました。

今回のカメラの設置からわなの設置までの手順は以下のとおりです。

- ①シカが通っていそうな5箇所<sup>1</sup>の獣道に向けてカメラを5個設置
- ②定期的にデータを回収し、各カメラで撮影された写真の撮影期間・動物種・頭数を整理
- ③②のデータを元に一日当たりの撮影頭数を計算
- ④一日当たりの撮影頭数が高い箇所<sup>2</sup>にワナ6基を設置

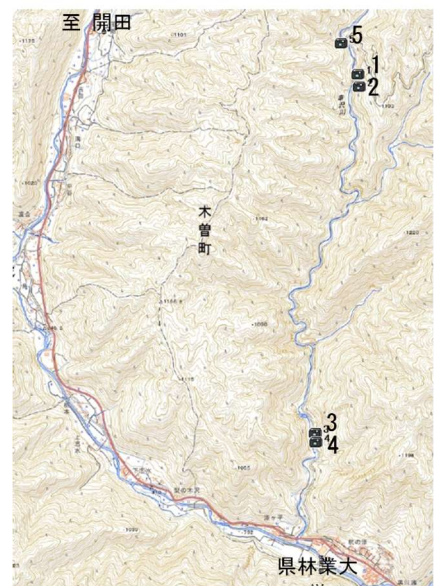


図1 カメラ設置位置図

### 3 結果

獣種別の撮影頭数を図1に示します。調査期間中最も多く撮影された動物はタヌキで、No.1で48頭が撮影されました。シカの合計撮影頭数は、No.1で1頭、No.2で2頭となり、その他のカメラでは撮影されませんでした。これを一日あたりの撮影頭数に換算すると表1のとおりとなり、わな設置直前の10月16日から11月14日までの撮影頭数はNo.1で0.033頭/日、その他のカメラは0頭/日となりました。No.1で30日間わなを設置した結果、シカは捕獲されず、タヌキ1頭を捕獲しました。

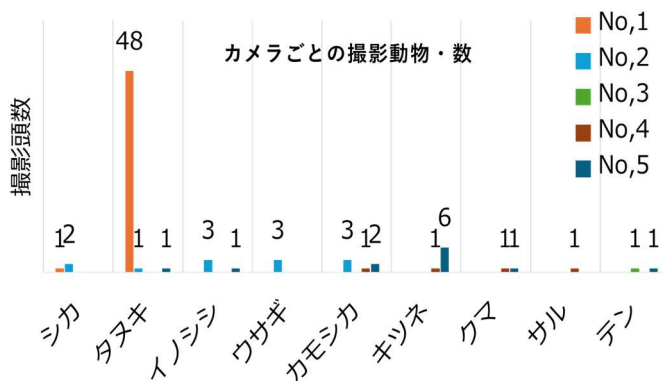


図2 獣種別の撮影頭数

表1 30日毎のシカの平均撮影頭数(頭/日)

カメラNo.	9/25～ 10/15	10/16～ 11/14	11/28～ 12/14	12/15～ 1/14	1/15～ 2/14
1	0.048	0.033	0	0	0
2	0.048	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	-	-	-
5	0	0	-	-	-

### 4 考察

今回、食害があってもシカが獲れる訳ではないということが分かりました。それは、今回の試験地は狩猟初心者がシカを捕獲できる条件である「わな設置前30日間の一日あたりの撮影頭数が1.0頭以上の箇所」に満たなかったためと考えられます。一方、撮影頭数が1.27頭/日だったタヌキが捕獲されました。このことから、一日あたりの撮影頭数が1.0頭以上であれば、動物の種類に限らず捕獲できる可能性があると言えました。