

令和4年度  
森林・林業技術等交流発表集  
第66号

関東森林管理局

## — 局 長 挨拶 —

関東森林管理局長 あかさき のぶひこ  
赤崎 暢彦

令和4年度 関東森林管理局 森林・林業技術等交流発表会の開催に当たりまして、一言ご挨拶申し上げます。

本交流発表会は、国有林、また関係機関における技術開発の成果や研究の成果をご披露いただき、これを関係者の間で共有し普及を図ることを趣旨としています。

今年度は、スライド発表 20 課題、ポスター発表 18 課題の計 38 課題のエントリーがあり、共同発表も含めると 68 名の多くの方々にご発表いただけることとなっています。

発表者のみなさまにおかれては、日頃の業務多忙な中、問題意識を持って新しい取組にチャレンジしておられることについて敬意を表したいと思います。

また、本日、審査をお願いする審査員のみなさま、ご参加いただく研究機関、地方自治体、学校関係者等、関係者のみなさまに厚く御礼申し上げます。

関東森林管理局は、令和3年6月に閣議決定された「森林・林業基本計画」に基づき、従来の施業方法等を見直し、新技術を取り入れて、伐採から再生林・保育に至る収支のプラス転換を可能とする「新しい林業」の実現に向けて鋭意、取り組んでいるところです。

本交流発表会でご披露いただく成果は「新しい林業」実現に貢献するものになると期待しております。

なお、本交流発表会は、より多くの方に参加いただき、また、参加される全てのみなさまと一緒に作り上げていけるよう関東森林管理局 HP に発表課題を掲載する Web 形式としつつ、質疑等へのリアルタイムでの傍聴・参加可能とするなど、各課題への応援メッセージを受付といった運営を工夫しております。是非、多くの皆様にご参加いただき、盛り上げていただきますようお願い申し上げます。

結びに、本交流発表会が有意義なものとなり、森林・林業技術の発展につながりますよう、また、ご参加いただきました皆様のご健勝と益々のご発展をお祈り申し上げ、開会の挨拶とさせていただきます。

# 目次

## 局長挨拶

関東森林管理局長 赤崎 暢彦 . . . . . i

## I スライド発表

### 1 森林技術部門

#### 大苗植栽による下刈の省略化

森林技術・支援センター 菊池 敏男、中山 優子、仲田 昭一

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 奥田 史郎 . . . . . 1

#### タブレット端末の使用による現場業務の効率化について

下越森林管理署 村杉森林事務所 岩間 正和 . . . . . 5

#### 2 周波 GNSS 受信機を活用した面積測量について（林内での精度検証）

関東森林管理局 資源活用課 井上 祥吾 . . . . . 9

#### 安価な玉ねぎ包装用のネット袋を利用したシカ対策単木保護の開発

群馬森林管理署 松井 琢郎 . . . . . 13

#### 単木保護資材撤去後に判明した植栽木の変形について（一考察）

埼玉森林管理事務所 大滝森林事務所 勝川 誠

埼玉森林管理事務所 増田 由幸、高橋 達男 . . . . . 17

#### 新しい林業の実現に向けた早生樹（テーダマツ）の可能性～テーダマツコンテナ苗の育成～

天竜森林管理署 原 志郎、松尾 清史

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 山田 晋也、福田 拓実 . . . . . 21

#### 大規模山火事跡地の復旧・再生に向けた取り組み（群馬県桐生市での事例）

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林整備センター関東整備局

坂田 如飛、鹿内 達善 . . . . . 25

#### 単木柵と防草シートを活用した効率的な保育作業の実証

利根沼田森林管理署 野中 雄介

群馬県林業試験場 山田 勝也 . . . . . 29

#### 単木柵を使ったシカ害に対する防護とコストの削減

群馬県立農林大学校 農林業ビジネス学科 森林コース 町田 蒼哉 . . . . . 33

#### 奥日光千手ヶ原におけるカラマツ天然更新

日光森林管理署 平野 辰典

日光森林管理署 日光森林事務所 吉江 朋子 . . . . . 37

#### 360度カメラの活用

下越森林管理署 内海 洋太 . . . . . 41

## 2 森林保全部門

ホーキ薙における植生マット緑化試験の手法及び結果について

大井川治山センター 平田 和嗣、黒木 健吾 . . . . . 45

群馬県におけるナラ枯れについて

群馬県林業試験場 北野 皓大 . . . . . 49

航空レーザ測量を用いた土砂移動調査

一足尾国有林における「観測監視地区」のこれからに向けてー

日光森林管理署 田中 裕貴、諸星 智之 . . . . . 52

シカ防護柵による森林生態系への影響について

日光森林管理署 藤原森林事務所 三井 華 . . . . . 56

環境に配慮した治山事業の取組

上越森林管理署 百瀬 遼、中村 楽人 . . . . . 60

Re:ゼロから始めるシカ捕獲～シカ捕獲に取り組んでみて判ったこと～

塩那森林管理署 岩崎 諭、近江 隆昭 . . . . . 63

## 3 森林ふれあい・民国連携部門

立体地形模型を用いた環境教育学習手法の検討

赤谷森林ふれあい推進センター 神垣 崇郎 . . . . . 66

静岡県立森林公園における「森林サービス産業」の取組について

静岡県西部農林事務所 山口 亮

株式会社ヤタロー 菊池 真実

静岡県自然保護課 森 高洋 . . . . . 70

高尾山における森林ボランティア団体等と連携した森林保全活動（遊歩道の修繕等）の取組について

高尾森林ふれあい推進センター 磯田 伸男 . . . . . 74

## II ポスター発表

発表ポスター一覧 . . . . . 78

## III 講評及び審査結果

講評 . . . . . 97

受賞結果・審査員 . . . . . 99

## 付録

関東森林管理局における交流発表会の歴史 . . . . . 101

# I スライド発表

---

## 1 森林技術部門

# 大苗植栽による下刈の省略化

森林技術・支援センター 菊池 敏男  
 中山 優子  
 仲田 昭一  
 (国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 奥田 史郎

## 1 課題の目的

低コスト施業体系構築のため、伐期まで無間伐で維持できる大苗の低密度植栽試験地として「大苗植栽による長期密度管理施業観察試験地」を設定し、3 成長期を経過した大苗の下刈作業量低減の可能性について検証することとしました。

## 2 試験地の概要

試験地は、茨城県北茨城市関本町にある高帽国有林 1039 ほ 1 林小班に設定しました。標高は 380~450m、下側から上部に向かって傾斜 15°~30° の南向き斜面で、両サイドが尾根、中央部が窪んだ地形となっています(写真 1)。面積は 7.66ha、土壌型は BD で、前生樹はスギ、ヒノキ、アカマツでした。

2019 年 5 月に 3 年生スギ裸大苗(平均苗長 72 cm、平均地際直径 12 mm)を植栽しています。



写真 1 試験地の地形

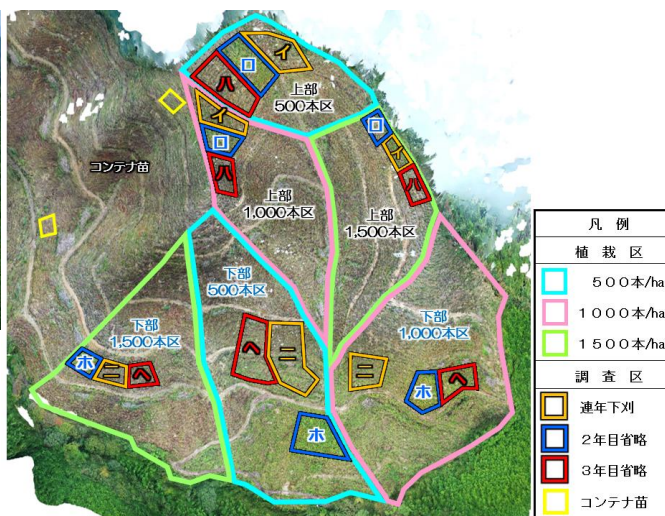


写真 2 植栽区・調査区の配置図

## 3 試験地の設定

試験地の上部と下部に 500 本/ha、1,000 本/ha、1,500 本/ha の植栽区を設定し、それぞれの植栽区に 3 箇所ずつ、計 18 箇所の調査区を設定しました(写真 2)。

設定した調査区は、植栽後 3 年間連続して下刈を実施した「連年下刈」区(イ・ニ)。植栽後 2 年目に下刈を省略した「2 年目省略」区(ロ・ホ)。植栽後 3 年目に下刈を省略した「3 年目省略」区(ハ・ヘ)です(表 1)。

表 1 事業実施年度一覧表

立地 植栽区 調査区	斜面上部			斜面下部		
	500本 イロハ	1000本 イロハ	1500本 イロハ	500本 ニホハ	1000本 ニホハ	1500本 ニホハ
2019 植栽	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
2019 下刈	○	○	○	○	○	○
2020 下刈	○	○	○	○	○	○
2021 下刈	○	○	○	○	○	○
下刈回数	3 2 2	3 2 2	3 2 2	3 2 2	3 2 2	3 2 2

連年下刈 = イ・ニ 2年目省略 = ロ・ホ 3年目省略 = ハ・ヘ

なお、対照区として設定した「コンテナ苗区」は2,000本/ha植栽で、植栽後3年間連続して下刈を実施しています。

#### 4 調査方法

調査は、下刈前の8月頃に競合状態調査を、下刈後の12月頃に植栽木の成長量と競合状態調査を実施しました(図1)。

なお、競合状態調査は森林総合研究所 山川氏の指標を使用しています(図2)。

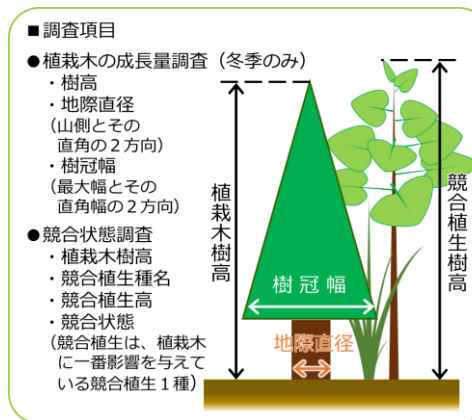


図1 調査項目

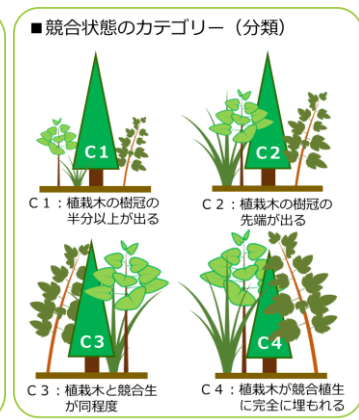


図2 競合状態の 카테고리

#### 5 調査結果

##### (1) 植栽木の樹高成長量

立地条件ごとに樹高成長量を比較すると、斜面上部では、大苗の樹高成長量はコンテナ苗より良く、コンテナ苗の樹高成長量は大苗の約1成長期遅れとなっています。しかし、下刈施業の違いによる大苗の樹高成長量に大きな差は見られませんでした。

斜面下部では、大苗とコンテナ苗に斜面上部ほどの樹高成長量の差は見られませんでした。大苗の中では、連年下刈区が一番の成長量を示していますが、2年目、3年目下刈省略区及びコンテナ苗区には明瞭な成長量の差は見られませんでした(図3)。

##### (2) 樹高と競合植生

植栽木の平均樹高と、競合植生の平均植生高の推移を立地条件ごとに比較しました(図4)。

斜面上部では、大苗とコンテナ苗の平均樹高は年々開い

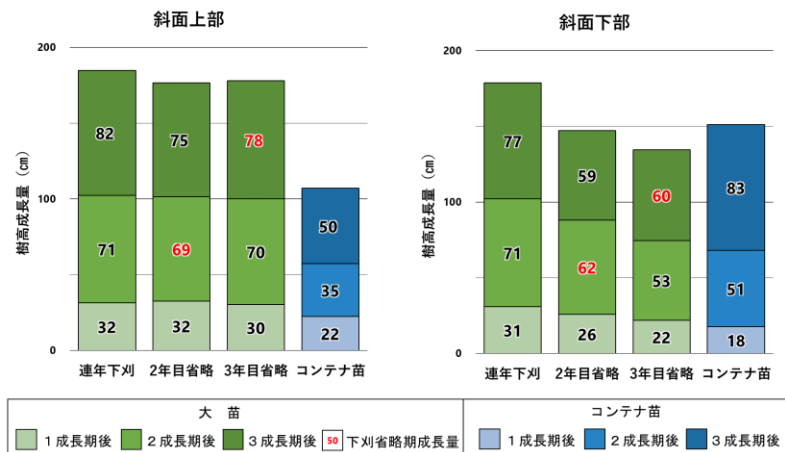


図3 平均樹高成長量の変化

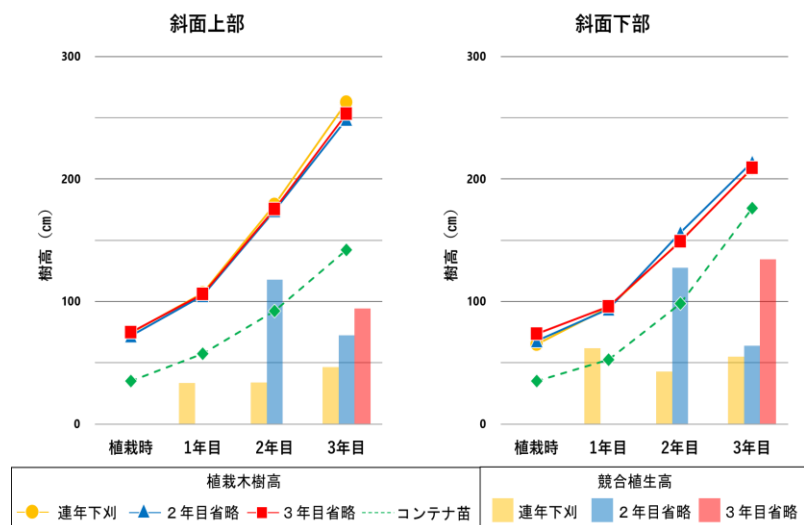


図4 植栽木と競合植生の平均高の変化

ていく傾向が見られます。また、競合植生高は連年下刈を行うことにより生育は抑えられていますが、それでも年々高くなっていく傾向が見られます。なお、下刈を省略すると競合植生は一気に成長しましたが、2年目よりも3年目に下刈を省略した方が競合植生の生育は抑えられていました。しかし、いずれの下刈施業でも大苗植栽木の平均樹高は平均競合植生高よりも高くなっていきます。

斜面下部では、大苗とコンテナ苗の平均樹高の差は逆に縮まっている傾向が見られました。競合植生高はいずれの下刈施業でも斜面上部より高くなる傾向が見られ、下刈省略年を変えても平均競合植生高の生育に大きな差は見られませんでした。

### (3) 植栽木の地際直径成長量

立地条件ごとに地際直径成長量を比較すると、斜面上部ではいずれの下刈施業でも斜面下部より成長が良い傾向が見られました。

斜面上部を下刈施業別に比較すると、樹高成長量では大きな差は見られなかったものの、肥大成長では2年目下刈省略区が、他の調査区よりも鈍い傾向が見られ、下刈省略翌年の3成長期で下刈りを実施しても肥大成長が鈍いままであることから、2年目の下刈省略が肥大成長に影響を与えている可能性が示唆されました。

斜面下部の地際直径成長量は、樹高成長量と同様の成長傾向が見られ、連年下刈区が一番の肥大成長量を示しているものの、下刈省略年の違いによる明瞭な肥大成長量の差は見られませんでした(図5)。

なお、対照区のコンテナ苗の地際直径は計測不備のため計上していません。

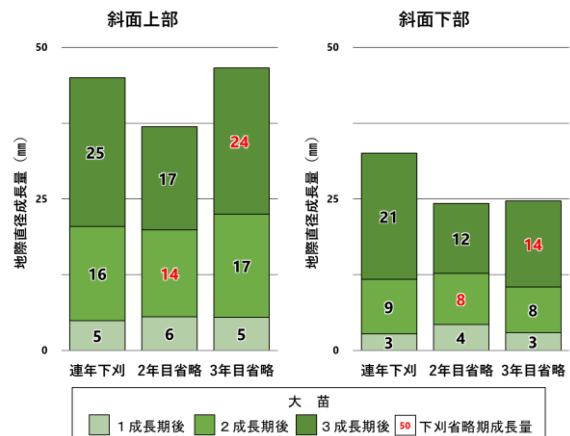


図5 平均地際直径成長量の変化

### (4) 競合状態

競合状態を、立地条件ごとに各成長期と施業別に比較しました(図6)。

植栽木の生育のための競合状態は、植栽木の樹冠の半分以上出ている状態とされる「C1」と、植栽木の先端が競合植生から出ている状態の「C2」であることが理想的といえます。植栽木と競合植生が同程度である「C3」と、植栽木が競合植生に完全に埋もれてしまっている「C4」の状態は被圧状態を示しており、植栽木の生育を抑制してしまう可能性が示唆されます(図2)。

「C1」と、植栽木の先端が競合植生から出ている状態の「C2」であることが理想的といえます。植栽木と競合植生が同程度である「C3」と、植栽木が競合植生に完全に埋もれてしまっている「C4」の状態は被圧状態を示しており、植栽木の生育を抑制してしまう可能性が示唆されます(図2)。

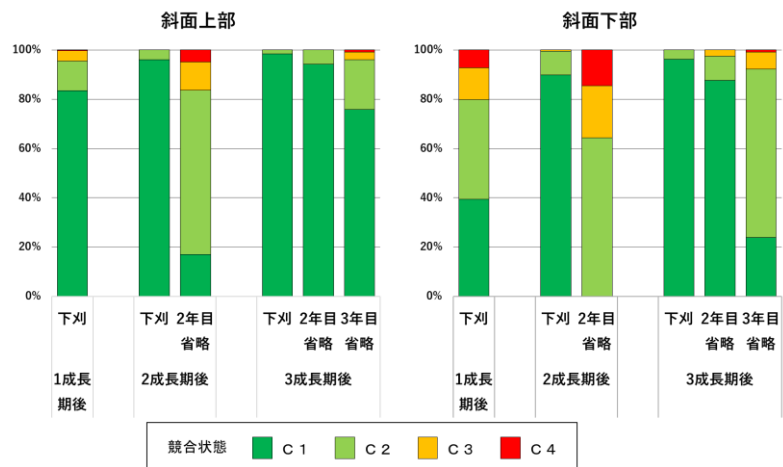


図6 競合状態の変化



1 成長期は、全調査区で下刈を実施しているため、被圧状態とされる C3 以上が 20%以下に抑えられています。

2 成長期の 2 年目下刈省略区を見ると、斜面上部で C3 以上は約 15%と下刈を省略しても被圧の影響が少ない傾向にあるものの、斜面下部では C3 以上が約 35%と斜面上部の 2 倍以上を占めており、斜面上部より競合状態が悪化していることが分かります。しかし、3 年目に下刈を実施することにより、2 成長期の連年下刈区と同程度まで改善している状況が見られます。

3 成長期の 3 年目下刈省略区では、C3 以上が斜面上部では 4%、斜面下部では 8%程度となっています。植栽木が成長していることから、下刈を省略しても 2 成長期の 2 年目下刈省略区ほどの被圧状態の悪化は見られませんでした。

## 6 まとめ

樹高成長量は、斜面上部で、下刈施業の違いによる大きな差は見られませんでした。斜面下部では、連年下刈区の成長が一番良く、下刈省略年の違いによる明瞭な成長差は見られませんでした。

地際直径成長量は、全体的に斜面上部で斜面下部よりも成長が良い傾向が見られました。斜面上部においては、2 年目下刈省略区が他の調査区よりも肥大成長が鈍い傾向が見られました。斜面下部においては、樹高成長量と同様の成長傾向が見られました。なお、今回の 3 成長期までの調査結果では、なぜか斜面上部の方が斜面下部よりも成長が良い傾向が見られ、立地条件以外の因子も影響している可能性が示唆されました。

## 7 考察と課題

大苗植栽は、初期サイズがコンテナ苗より大きいことから、条件によっては 1 回下刈回数省略の可能性が考えられます。

2 年目の下刈省略は競合植生の少ない斜面上部や尾根沿い、3 年目の下刈省略は競合状態により下刈省略の可能性が考えられますが、今後、立地条件、競合植生種や量、並びに植栽木の成長状況を総合的に考慮しながら、引き続き下刈省略化の可能性を検討していく必要があると考えます。

また、低密度植栽であるため、下刈終了後も競合植生の繁茂状況を観察していく必要があります。

# タブレット端末の使用による現場業務の効率化について

下越森林管理署村杉森林事務所 岩間 正和

## 1 課題を取り上げた背景

職員が現場作業を行うにあたっては、自分が今どこにいて、どちらの方向を向いており、目指している場所がどのあたりにあるかを把握することは最も重要なスキルの一つです。国有林職員は通常、1:20,000 施業図や 1:5,000 基本図、もしくはそのコピーによって場所の把握を行っていますが、地図から現在地や地形情報等を読み取るには経験や技術が必要です。特に、新入庁職員や異動したばかりの職員等経験の浅い職員にとっては、地図による現場の把握にはより苦勞を感じる人が多いと思われます。一方で、近年ではタブレット等の地図情報アプリと GPS 機能によって、簡単に現在地を把握することができるので、タブレット等が支給されれば、職員の負担軽減につながると考えられます。

また、現場にタブレット等を持っていくことにより、現在地の把握以外にも様々な用途への活用が期待できます。例えば、Excel 等を利用して野帳を電子化し、紙野帳を持っていかなくても現場で端末に直接入力することができます。林業のデジタル化が叫ばれている昨今において、こうした業務改善の重要度はとても高いと考えられます。

そこで、現場でタブレット等を用いることによって現場業務の業務改善を行うという提案を行い、①地図アプリを用いた業務改善、②地図アプリの使用に留まらない業務改善について、活用例の収集とその実践を行いました。

## 2 使用機器

タブレット端末は、NEC の LAVIE T8 T0875/CAS という機種を使用しました。大きさは 8 インチで、OS は Android、通信方式は Wi-Fi のみのタイプになります。

メインとして使用したアプリは、「野外調査地図」というアプリです。「野外調査地図」アプリは、地図アプリの一つで、Google Map 等の地図や取り込んだ shape ファイル等を閲覧したり、位置情報や軌跡を記録したりすることができます。無料で使用可能ですが、対応 OS は Android のみとなっています。

## 3 活用例

### (1) -1 「野外調査地図」の利用

#### ①現地の把握

「野外調査地図」アプリを使用することで、アプリ内の地図上に現在地を表示することができます(図 1)。

「野外調査地図」の下図には Google Map や国土地理院地図を選択することができ、また、shape ファイルを取り込み表示させる機能もあります。そのため、あらかじめ林小班の shape ファイルを取り込んでおくことにより、Google Map の航空写真と国有林の林小班を重ねて表示することができ、林況と林小班界を重ね合わせながら現在地を確認することができます(図 1)。

また、国有林の施業図や基本図も表示することができ、これらの機能により、紙の地図を判読する経験が少ない職員でも、また、管内に異動してまだ日の浅い職員であっても、容易に現地を把握することができるようになります。

## ②巡視情報の記録

「野外調査地図」には、ポイントやトラック情報を記録しておく機能や、地図上に直接点・線・軌跡・文字を書き込める機能、写真を位置情報と共に地図上に取り込める機能があり、これらの機能は、様々な用途に活用することができます。一例として、林野巡視の際の異常の記録を紹介します。

管内巡視の際に何か異常を発見した場合、「野外調査地図」アプリによりその場所を地図上で確認でき、また、その場所にポイントを落とすことができます。ポイントのそばにメモも残すことができ、カメラで撮影するとその位置が地図上に表示され、地図上から写真を確認できるようになります。

これらの機能により、タブレット端末さえ持っていけば異常箇所情報をその場で整理することができ、これとは別にメモや写真撮影したり、後から場所を思い出したりする必要がなくなります。

## ③小班情報の表示

「野外調査地図」には shape ファイルを取り込む機能があることは前にも述べましたが、小班の shape ファイルを

「野外調査地図」に取り込む際に、森林調査簿のデータ等の情報を事前に付加しておくことにより、地図上の小班を長押しすることでその小班の情報を確認することができます。

このことにより、巡視中に気になった小班について、林小班名、林齢や樹種構成、保安林指定の有無等の情報をその場で確認できるようになります。

## ④手持ち地図としての利用

森林官業務においては、管内の事業を把握するための手持ちの地図を携帯することが望ましいとされています。「野外調査地図」アプリでは、事前に今年度の事業地の shape ファイルを取り込んでおくことによって、収穫調査箇所や下刈事業箇所等を表示することができ、手持ち地図として利用することができます。

### (1) -2 GARMIN GNSS 機器との比較

ここまで「野外調査地図」アプリを用いた業務改善を紹介してきましたが、同じように現在地の確認や軌跡の記録等を行える機械として、近年、各署に GARMIN の GNSS 機器が配布されています(図2)。しかし、この GARMIN の機器と比較すると、タブレットにはいくつか利点があります。

そのひとつは画面が大きいことです。そのため、GARMIN の小さな画面では地図が確認できず、使用を敬遠していたという方でも、タブレットの大きな画面であれば地図が確認できるようになります。

他にも、航空写真を下図にすることができる、カメラ機能があ



©2022 Google-画像©2022 TerraMetrics, CNES/Airbus, Maxar Technologies

図1 「野外調査地図」アプリによる画面及び現在地の表示



図2 GARMIN GNSS 機器

る等様々な利点があります。

## (2) アプリ・電子データの活用

タブレットを利用することにより、「野外調査地図」だけでなく、様々な電子データを利用した業務改善を行うことができます。

### ⑤書類の電子化

書類や野帳等を電子化することにより、タブレットにそのファイルやデータを格納することができるようになり、それらを現場で確認・利用することができるようになります。

例えば、収穫調査規程の PDF ファイルをタブレットに格納することにより、収穫調査を行う際、現場で手軽に規程の内容を確認することができるようになります。

また、病虫害の報告等に使用される国有林野（官行造林）被害報告書についても、Excel ファイルとしてあらかじめタブレットに格納しておくことにより、現場で被害を発見した際にその場で報告書を作成することができるようになります。

今までは収穫調査や被害報告調査等の業務ごとにあらかじめ必要な紙書類を印刷し、持参しなければなりません。しかし、これらの取り組みにより、タブレット端末さえ持っていけば、現場でどのような業務をすることになったとしても、その業務に対応した規程や要領を確認することができ、野帳や報告書の入力も行えるようになります。

### ⑥境界巡検業務の効率化

境界巡検とは、国有林と民有地の境目を探索し、境目に設置された杭に異常がないか、越境行為はないか等を確認する作業です。

現在は、境界巡検を行う際は、境界の測量成果が載っている帳簿の紙データをコピーし利用しています。しかし、巡検箇所ごとに事前準備する必要があるため、図面等も含めるとコピーの手間がかかってしまい、また、現場で書類がかさばってしまいます。

これらを電子化し、方向角や距離等が記載された調査シートを作成しておくことによって、前述の手間や不便さを改善することができます（図 3）。

また、現場では分割画面により「野外調査地図」アプリとの併用ができるため、現在地を確認しながら巡検・野帳入力を行うことができます（図 4）。

### ⑦周囲測量業務の効率化

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	調査箇所 1介12~1介12の1							記入者				
2	※水平角は磁針偏差の現地補正+8.7°を適用済み											
3	基本情報							状況				
4	測点 (〜から見た 番号)	視準点 (番号)	種類	方向角	斜距離	位置	備考	番号	前回 (RCG)	今回	調査 年月日	
5	1介13	1介12	小コン	251.77	18.32			1介12	完全	完全	R4.4.8	
6	1介12	1介12の1	コン	288.20	7.27	斜面を下る		1介12の1	完全	完全	R4.4.8	
7	1介12の1	1介12の1イ	小コン	215.60	1.74	斜面を上る		1介12の1イ	完全	完全	R4.4.8	
8	1介12の1イ	1介12の2	コン	215.58	38.78	川を横断する		1介12の2	完全	完全	R4.4.8	
9	1介12の2	1介12の3	小コン	345.73	29.49	斜面を下る		1介12の3	完全	完全	R4.4.8	
10	1介12の3	1介12の4	小コン	323.88	20.85	〃		1介12の4	完全	完全	R4.4.8	
11	1介12の4	1介12の4イ	小コン	328.08	8.81	〃		1介12の4イ	完全	完全	R4.4.8	
12	1介12の4イ	1介12の5	コン	328.12	7.67	〃		1介12の5	完全	完全	R4.4.8	
13	1介12の5	1介12の6	無標	319.10	13.39	〃	紙、橋の近くの道路上	1介12の6	完全	完全	R4.4.8	
14	1介12の6	1介12の7	小コン	283.47	23.38	〃		1介12の7	完全	完全	R4.4.7	
15	1介12の7	1介12の8	小コン	236.30	18.89	林道を横断する		1介12の8	完全	完全	R4.4.7	
16	1介12の8	1介12の9	小コン	276.13	29.86	斜面を下る		1介12の9	完全	完全	R4.4.7	
17	1介12の9	1介12の10	コン	264.07	24.16	川筋を進む		1介12の10	完全	完全	R4.4.7	
18	1介12の10	1介12の10イ	小コン	329.55	8.93	〃		1介12の10イ	完全	完全	R4.4.7	
19	1介12の10イ	1介12の11	小コン	329.58	6.39	〃		1介12の11	完全	完全	R4.4.7	
20	1介12の11	1介12の12	小コン	293.10	35.16	〃		1介12の12	完全	完全	R4.4.7	
21	1介12の12	1介12の12イ	小コン	292.62	26.84	〃		1介12の12イ	完全	完全	R4.4.7	
22	1介12の12イ	1介12の13	小コン	292.65	10.03	〃		1介12の13	完全	完全	R4.4.7	
23	1介12の13	1介12の14	コン	267.67	36.23	〃		1介12の14	完全	完全	R4.4.7	
24	1介12の14	46イ	小コン	270.47	15.60	〃		46イ	完全	完全	R4.4.7	

図 3 Excel で作成した境界巡検簿

周囲測量の効率化には、コンパス to GIS という Excel ソフトを使いました。コンパス to GIS とは、Nakamura Kojiro 氏により Excel で作成された、測量用のプログラムファイルです。測点の方向角や斜距離等を入力することにより、Excel 上に測量成果が作図され、面積や測量誤差等を計測することができます。

このソフトには PC 用に作成されており、その構成にマクロが使用されているため、マクロが使用できない Android タブレットで試したところ、一部表示の不具合や使用できない機能が出てきてしまいました。しかし、測点の情報を入力する機能、入力後に作図が行われる機能、面積や測量誤差が計測される機能についてはタブレット端末でも使用可能でした。

そのため、このソフトを使用することで、測量野帳の入力後に事務所に一度戻らなくても、現場で面積や図面、測量誤差の確認を行えるようになります。

### (3) タブレット利用による効果

#### ⑧持ち物の集約

これまで挙げたような、タブレット端末を利用した業務改善の取り組みにより、職員が現場に出る際に持っていく荷物を大幅に削減することができます。

例えば、作業現場の施業図や基本図、森林官が携帯する当年度事業地図は、「野外調査地図」アプリで代替することができます。また、「野外調査地図」アプリに現在地表示機能やトラック記録機能等があるので、今まで GARMIN の GNSS 機器が担っていた機能もタブレットでこなすことができます。

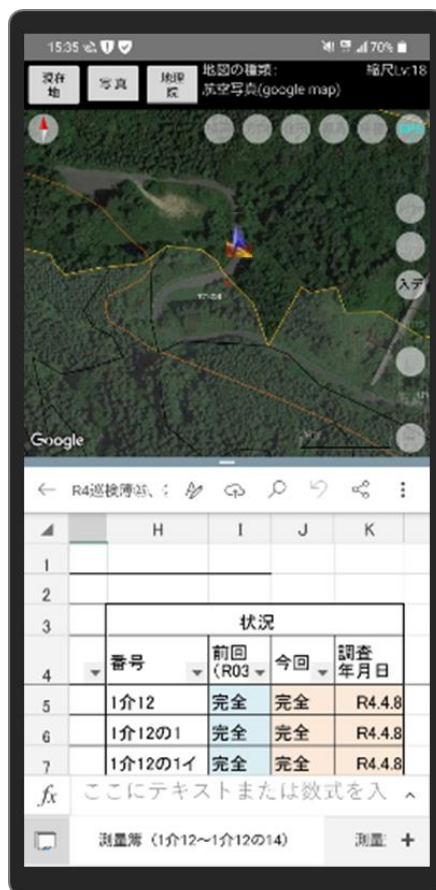
カメラについても、タブレット端末にカメラ機能が搭載されているため、現場に持っていく必要がなくなります。また、今までは現場で使用する書類や野帳等を印刷し、持参しなければいけませんでした。電子化を行うことでタブレットにまとめることができます。

このように、現場に持っていく荷物をタブレットに集約することにより、現場で携帯する荷物の量を削減し、職員の疲労を軽減することができます。

## 4 今後の課題

今回タブレットを使用するにあたり、メリットと同様に課題も見えてきました。例えば、タブレットは現場ではオフラインでの使用となってしまうこと、事前準備に GIS の知識や時間が必要であること、タブレット操作に慣れが必要であることです。その部分をどのように改善していくかが普及のポイントになると思われます。

また、他の職員にもタブレット端末を体験してもらい、さらなる業務改善のアイデアや改善点、使用感を収集できればと思っております。



©2022 Google-画像@2022 Maxar Technologies

図 4 分割画面による「野外調査地図」アプリとの併用

## 2 周波 GNSS 受信機を活用した面積測量について (林内での精度検証)

関東森林管理局 資源活用課 井上 祥吾

### 1 林内での GNSS 測量の特徴

GNSS 測量による面積測量は現在主流のポケットコンパスによる測量に比べて、必要時間や作業員の削減が期待できます。しかし、林内での GNSS 測量については、上空の見通しの悪さや地形の複雑さなどで計測条件が悪く、単独測位だと誤差が数十 m になる場合もあることがわかっています。

近年、L1、L2 帯を同時に取得でき、しかも安価な受信機が販売されるようになりました。今回はこの 2 周波 GNSS 受信機を活用し、林内で面積測量した場合にどの程度の誤差精度になるのか検証しました。

### 2 使用機器

#### (1) 2 周波 GNSS

RWP：受信機、アンテナ等のセット（図 1）

- ・受信機：DG-PR01RWS（ビズステーション（株））
- ・2 周波同時受信  
（GPS QZSS：L1CA/L2C/L1S，GLO:L10F/L20F，GAL E1/E5b，BDS:B1I/B2I）
- ・アンテナ：u-blox ANN-MB-00
- ・重量：約 450g（バッテリー込）
- ・定価：¥89,800（税別 バッテリー等付属品別）



図 1 RWP

#### (2) 従来型 1 周波 GNSS

MobileMapper50（以下、MM50）：Android 端末受信機（図 2）

- ・1 周波受信機  
（GPS QZSS：L1CA，GLO:L1CA，GAL E1，BDS:B1）
- ・価格：約 50 万円（測量支援ソフト込み、平成 30 年度購入時）



図 2 MM50

#### (3) VRSC

VRSC:CLAS(L6)を受信し、仮想点における観測データ(RTCM)を生成する基準局です。

CLAS が受信可能な箇所ならどこでも基準局が設置可能ですが森林内での CLAS 取得は困難であることがわかっています。

VRSC を基準局として使用した RTK を行うことにより精度を向上させることが期待できます。（Wi-Fi 接続による RTK 通信可能距離 数十 m ※遮断物がない場合）

今回は林道上のトータルステーションによる測量（以下、TS 測量）の基準点測量に使用しました。

### 3 検証場所

- ・群馬県渋川市赤城町 324 に 2 林小班

- ・スギ 41年生
- ・H30 保育間伐（活用型）実施
- ・南～南東向き斜面
- ・傾斜 0度～30度程度
- ・林内の開空率 10%程度

#### 4 測量手順

- (1) 林道脇に基準点を2点設置し、VRSCを用いたRTKによる測量を3分間実施し、基準点の座標としました。
- (2) (1)で設置した基準点を元にTS測量による閉合トラバース測量により、林内に新点を10点設置しました。
- (3) (2)で設置した新点でRWPによる測量を3分間実施し、最後の1分間はMM50による測量も同時に実施しました。

#### 5 測量結果

(1) VRSCによるRTK

基準点2点間距離 46.025m 光波による測量 44.863m 差 1.16m

(2) TS測量による閉合トラバース測量

閉合差 18mm 閉合比 約 1/12500

(3) RWP、MM50の座標値とTS測量の座標値の比較（RWP、MM50は同時計測の1分平均値）  
（表1）のとおり

(4) TS、RWP、MM50の測量面積の比較  
（表2）のとおり

(5) RWPの座標値の経過時間による誤差、ばらつきへの影響について

RWPによる3分間の測量を最初の1分間、間の1分間、最後の1分間に分けてTS測量との誤差、ばらつきを比較したところ、明確な差は出ませんでした。

(6) RWPの経過時間による測量面積の比較  
（表3）のとおり

表1 座標値比較

測点	RWP				MM50			
	TSとの差			ばらつき 2 DRMS	TSとの差			ばらつき 2 DRMS
	X	Y	$\sqrt{X^2+Y^2}$		X	Y	$\sqrt{X^2+Y^2}$	
1	3.18	-2.40	3.98	0.68	4.83	-0.43	4.85	1.10
2	-2.13	-1.24	2.47	0.95	2.52	-3.53	4.34	3.94
3	-1.86	-4.02	4.43	1.67	6.83	1.30	6.96	2.71
4	-6.71	-1.28	6.83	1.26	-6.85	-1.87	7.10	5.16
5	-4.94	-1.68	5.22	0.94	-1.45	-0.89	1.70	1.19
6	-0.03	-2.78	2.78	2.38	1.98	-4.79	5.18	2.09
7	-0.67	-3.97	4.02	2.76	4.76	-2.98	5.61	2.64
8	-1.20	-2.49	2.76	1.04	-1.47	-4.40	4.64	0.90
9	-1.74	-0.69	1.87	0.58	2.70	-2.74	3.85	1.11
10	-1.53	-0.33	1.56	0.73	0.86	-3.36	3.47	1.90
平均	-1.76	-2.09	3.59	1.30	1.47	-2.37	4.77	2.27

2DRMS:  $2\sqrt{\sum(\bar{x} - x_i)^2 + \sum(\bar{y} - y_i)^2}$   $\bar{x}, \bar{y}$ : 観測平均  
補足衛星数 RWP: 26~28個 MM50 8~12個

表2 測量面積比較

	面積 (m <sup>2</sup> )	誤差率 (%)
TS	1,690	
RWP	1,825	7.99
MM50	1,953	15.56

表3 RWPの経過時間ごとの測量面積比較

	面積 (m <sup>2</sup> )	誤差率 (%)
真値	1,690	
0~1分	1,889	11.81
1~2分	1,905	12.74
2~3分	1,825	7.99

## 6 測量結果考察

RWP と MM50 を比較すると、誤差、ばらつき、面積全てで RWP のほうがよい結果となりました。

RWP の経過時間による誤差、ばらつきについては明確な差は出ませんでした。面積については最後の 1 分間の結果での面積が一番誤差が少ない結果となりました。

あくまでも 1 箇所での結果ですので、今後検証を積み重ね、測量にかかる時間と測量精度を加味し最適な測量方法を検討する必要があります。

## 7 面積精度の検証

面積誤差率を考えたとき、測量する面積が大きい方が面積誤差率は小さくなります。測量誤差が、今回測量したばらつき（分散）で正規分布の確率で発現することを想定し（図 3）、机上での面積計算をします。今回の測量で X 座標、Y 座標の不偏分散をそれぞれ  $S_x$ 、 $S_y$  とすると  $S_x = 7.118$ 、 $S_y = 1.830$  となり、安全側を採用して  $S_x = S_y = 7.118$  とします。

3 種類の形状、計測間隔を想定し、上記分散値、平均誤差 (0, 0) の正規分布として各測点での計測値を疑似乱数により発生させ、座標法による計算をそれぞれ 1 万回実施し（モンテカルロ法）面積誤差率を比較しました。

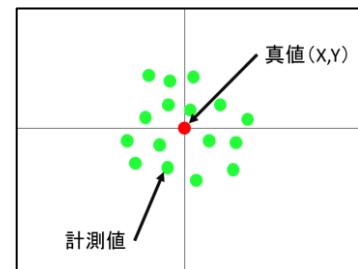


図 3 真値と計測値の関係

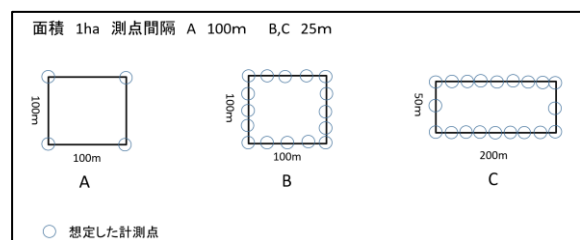


図 4 想定する形状、計測間隔

## 8 面積精度の検証結果

それぞれ 1 万回面積計算し、その結果を面積の大きいものから順番に並び変えたときの、上、下位 2.5% の面積、面積誤差率を表したものが（表 4）です。これにより測量結果の 95% の確率に収まる面積誤差率がわかります。

A、B の結果を比較すると、計測間隔を短いほうが面積誤差率が小さいことがわかります。B、C の結果を比較すると、ある程度形状が変化しても面積誤差率への影響は少ないことがわかります。また、今回実施した 2 周波 GNSS 測量のばらつき結果の場合で、1ha の面積を 25m 間隔で測量した場合、およそ 95% の確率で面積誤差が  $\pm 5$  に収まる結果となりました。

表 4 面積精度の結果

	面積 (m <sup>2</sup> )			誤差率 (%)	
	平均	上位 2.5%	下位 2.5%	+	-
A	10,007	10,755	9,267	7.39	-7.47
B	9,996	10,504	9,511	4.85	-5.08
C	10,003	10,510	9,492	5.11	-5.07

## 9 まとめと今後の課題

今回の検証では 2 周波 GNSS と従来型の 1 周波 GNSS を比較し、2 周波 GNSS が精度よく測量ができていることが示され、2 周波 GNSS での面積測量による面積精度についての目安を示しました。今後は、測量の条件を変えるなどし、さらなる検証を進めていき



たいと考えています。

また、VRSCについても活用が期待されるため、精度検証や活用の可能性の検証をしていきたいと考えています。

## 10 参考文献

- (1)平成 30 年度「国有林における収獲調査等の効率化手法実践体制構築委託事業」報告書（林野庁 2019）
- (2) GNSS 測量で得られた面積の精度評価指標（松岡真如ら 2018）

# 安価な玉ねぎ包装用ネットを利用したシカ食害対策単木保護の開発

群馬森林管理署 松井 琢郎

## 要約

シカによる食害の防除対策において単木保護は、シカ柵、忌避剤散布に比べ確実に食害を防除できるものの、その設置コストが高いことが課題となっています。そこで、一般に市場に流通している安価な玉ねぎ包装用のネットを利用したシカ食害対策の単木保護のプロトタイプを開発し、開発テストを行いました。テストの結果、既製品の単木保護と同等の食害防除効果を発揮するとともに、既製品に比べ苗木の成長が著しくよいこと、設置コストが4割縮減できることが明らかとなりました。一方、既製品に比べ苗木に曲がりが多く発生するという課題が明らかとなりました。そして、玉ねぎネットの上端部に輪っか状の補強部材を取り付け、上端部を筒状に開放するようプロトタイプを改良すれば苗木の曲がりも生じず実用化できると考えられました。

キーワード シカによる食害 玉ねぎネット 単木保護

## 1 はじめに

### (1) シカによる食害対策について

シカ食害の防除対策には、シカ柵、単木保護、忌避剤散布などがありますが、単木保護は確実に苗木のシカ食害を防除できるものの、他の対策に比べコストがかかるという課題があります。

一方、シカ柵については、柵の破損などによるシカの侵入により壊滅的な被害を受けるリスクを内包しています。しかも、そのリスクについては、発生率が高く、シカ柵の効果について限界性が指摘されています。忌避剤散布についても、シカによる採食圧が低いところでは一定の効果を発揮するものの、シカの生息密度が高く、採食圧が高いところでは効果があまりないという課題があります。

これらのことより、確実に防除できる単木保護を防除対策の主対策に据えるべきと考えられますが、上述のとおりネックとなっているのがそのコストです。

そこで、本開発では、単木保護のコストの低減を図ることを目的としました。

### (2) 玉ねぎ包装用のネットを利用した単木保護技術の開発の目的

そのため、広く市場に流通し誰でも簡単に入手でき、かつ安価な玉ねぎ包装用のネットを利用した単木保護技術を開発することにしました。

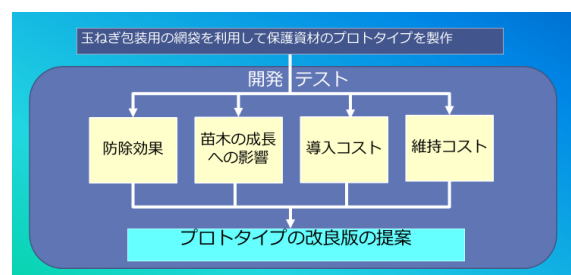
## 2 開発テストの方法

### (1) 試験地

群馬県安中市の国有林の新植箇所試験地を設置しました。

### (2) 開発テストの流れ

玉ねぎ包装用のネットを利用した単木保護資材のプロトタイプを製作し、試験地の苗木に設置したうえで、以下の開発テストを実施しました。



(図-1) 開発テストの流れ

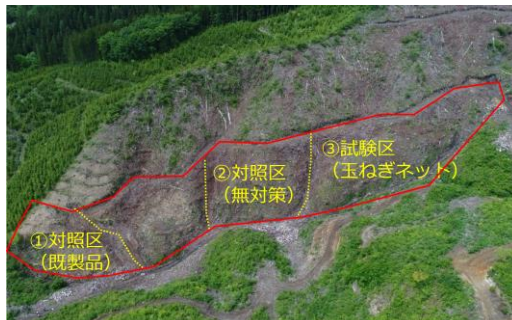
食害の防除効果、苗木の成長への影響（成長量、形質への影響）、導入コスト、維持管理コストです（図-1）。テスト結果を考察し、プロトタイプを改良することとしました。

### (3) 試験区と対照区の設定

試験地に玉ねぎネット単木保護のプロトタイプを設置した試験区、既製品の単木保護を設置した対照区、対策を施さない対照区をそれぞれ設定しました（図-2）。

### (4) 玉ねぎネット単木保護の製作

玉ねぎネット単木保護のプロトタイプの製作には、苗木を筒状に覆うための玉ねぎ包装用ネット（袋綴じしているネットの底部はハサミで裁断し開放して利用、40cm×80cm）、支柱として竹杭（長さ175cm、φ18mm）、玉ねぎネットを支柱に留めるクリップ（製品名：パッカー）を材料として利用しました（図-3）。玉ねぎネット単木保護プロトタイプの完成品及びそれを苗木に設置した様子は、（図-4）のとおりです。



(図-2) 試験区と対照区の設定



(図-3) 利用する材料

## 3 開発テストの結果

### (1) 食害の防除効果

食害の防除効果については、玉ねぎネットは95.8%の苗木に食害がなく、100%の苗木に食害がなかった既製品とほぼ同等の効果がありました（図-5）。

### (2) 苗木の成長量への影響

苗木の根元径の経年変化を調査したところ、植付後3年目で玉ねぎネットの根元径は23.3mmで、既製品のそれは18.7mmで、既製品に対する玉ねぎネットの比率は125%で、玉ねぎネットは既製品、無対策に比べ太りがよかった。（図-6）。

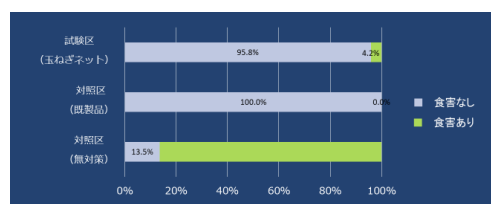
苗木の苗高の経年変化を調査したところ、玉ねぎネットの苗高は181.1cmで、既製品のそれは154.1cmで、既製品に対する玉ねぎネットの比率は118%で、玉ねぎネットは既製品、無対策に比べ伸びがよかった（図-7）。（図-8）は玉ねぎネットにおいて実際に成長がよかった様子です。根元径の太りも苗高の伸びもよかった。

### (3) 苗木の形質への影響（曲がりの発生）

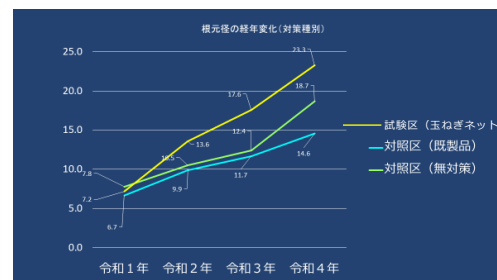
苗木の形質への影響については、玉ねぎネットは曲がりが多く発生しました。対照区の既製品では苗木の



(図-4) 玉ねぎネット単木保護プロトタイプの完成品

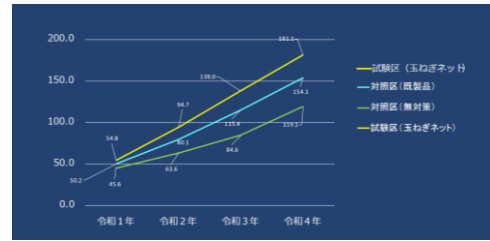


(図-5) 食害の防除効果



(図-6) 苗木の成長量(根元径の経年変化)

幹が通直であったのが 83.3%、30°以下のやや曲がり が 14.3%、30°～60°の曲がり が 2.4%、60°以上の大きく 曲がり が 0%であったのに対し、玉ねぎネットでは通直 が 15.6%、30°以下のやや曲がり が 26.0%、30°～60° の曲がり が 26.0%、60°以上の大きく曲がり が 32.4% でした（図－9）。



(図－7) 苗木の成長量(苗高の経年変化)

#### (4) 設置コスト

玉ねぎネットの設置コストを調査したところ、玉ねぎネットの設置作業の工期、人件費は 24.1 人/ha、475 千円/ha で、既製品のそれらは 26.0 人/ha、512 千円/ha でした。玉ねぎネットの設置作業の工期、人件費は既製品のそれと同程度でした。

一方、資材費については、玉ねぎネットが 570 千円/ha、285 円/本で、既製品のそれが 1,300 千円/ha、650 円/本でした。玉ねぎネットの資材費は既製品のその半額以下でした。

その結果、玉ねぎネットの設置コスト全体は既製品のその 6 割弱に削減できました（図－10）。



(図－8) 玉ねぎネットの苗木の成長

#### (5) 維持管理コスト

玉ねぎネットの維持管理コストを調査しました。玉ねぎネットは開発テスト期間の 4 年間破れることなく、耐久性がありました。ネットの交換は不要でした。このため、維持管理コストはかかりませんでした。

## 4 考察

### (1) 食害の防除効果

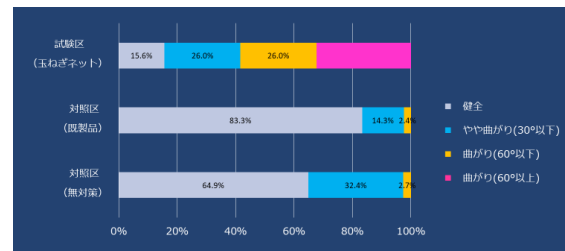
玉ねぎネットの苗木の 5%弱に食害があったのは玉ねぎネットの丈が 80cm であり、ネットに覆われていない部分が食害にあったと思われる。既製品と同じ 150cm 丈のネットに改良するのが望ましいと考えられます。

### (2) 成長量(根元径、苗高)

玉ねぎネットの成長量が根元径、苗高いずれも既製品のそれよりよかったのは、玉ねぎネットの網目が大きく日光がよく透過するためだと考えられます。既製品の網目はかなり小さく、中はかなり暗くなっています。実際に、シカ柵と既製品単木保護を隣接林分で設置しているとシカ柵に比べ既製品単木保護の苗木の成長が悪いことが報告されており、既製品単木保護の課題とされているところです。

### (3) 苗木の形質への影響(曲がりの発生)

玉ねぎネットの苗木に曲がりが多く発生したのは、ネットが筒状の形状を保てず上端部が閉じ



(図－9) 苗木の形質への影響(曲がりの発生)

資材別	資材費 (単価/本)	人件費 (人数/ha)	直接事業費 計	間接事業費	合計	対既資材比率
対照区 (既製品)	1,300千円 (@650円)	512千円 (26.0人)	1,812千円	1,450千円	3,262千円	100%
試験区 (玉ねぎネット)	570千円 (@285円)	475千円 (24.1人)	1,045千円	836千円	1,881千円	58%

(図－10) 設置コスト



(図－11) 曲がりの発生

て蓋をしてしまい、苗木の梢端部が伸びる際に行き場を失ったためと考えられます。(図-11)はその様子です。筒状に設置したネットの上端部がくしゃつとなり筒状の形状を保てず蓋をしている様子がわかります。玉ねぎネットを外してみると、やはり苗木の幹がくの字に曲がっていました。

#### (4) 設置コスト及び維持管理コスト

設置の手間(工期)については、既製品とあまり変わりませんでした。安価な玉ねぎネットを用いたため、資材費が半額以下に抑えられました。

その結果、トータルコストが6割弱に抑えられました。

玉ねぎネットに十分な耐候性があり、維持管理コストが生じませんでした。

### 5 プロトタイプの更なる改良

#### (1) プロトタイプの改良の方針

食害を完璧に防除するため、丈の長いネットを使います。

苗木の曲がりの発生対策として、ネット上端部が開放されるよう筒状の形状を保持するため、上端部に輪っか状の補強部材を取り付けることにします。

設置コストについては、丈の長いネットを使うことによりネットをずり上げる工期をなくすことにします。

#### (2) プロトタイプ改良版の設計

長さ150cmのネットを利用します(図-12)。

ネット上端部に取り付ける輪っか状の補強部材としては、φ2.6mmの針金を利用します。その針金を直径30cmの正円状に加工します(図-13)。

(図-14)は、製作したプロトタイプ改良版の完成品です。

#### (3) プロトタイプ改良版の設置コスト(試算)

プロトタイプ改良版の設置コストについて試算しました(図-15)。

改良版は輪っか状の補強部材(針金)や丈の長いネットの資材費の掛かり増しにより初代のプロトタイプより設置コストが5割増しになりますが、それでも、既製品の7割程度で収まる見込みです。

このようにプロトタイプを改良すれば実用化できると考えられました。

### 6 その他

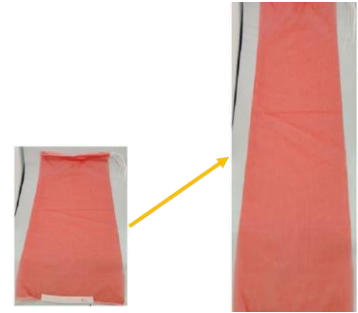
本開発は、関東森林管理局技術開発課題として実施しました。

### 7 謝辞

本開発を行うにあたり、関東森林管理局技術開発委員の荒川美作保氏、佐藤保氏、高橋誠氏、長池卓男氏、則定真利子氏、藤野正也氏、八木橋勉氏(五十音順)からご助言をいただきました。ここに、群馬森林管理署職員一同より深く感謝を申し上げます。

### 8 文献

1) 高柳敦、西村知記(2010) 林業新知識 2010.12



(図-12) 丈の長いネットの利用



(図-13) 輪っか状の補強部材



(図-14) プロトタイプ改良版の完成品

資材別	資材費 (単価/本)	人件費 (人数/ha)	直接事業費 計	間接事業費	計	対既存資材比 率
対照区 (既製品)	1,300千円 (@650円)	512千円 (26.0人)	1,812千円	1,450千円	3,262千円	100%
玉ねぎネット プロトタイプ	570千円 (@285円)	475千円 (24.1人)	1,045千円	836千円	1,881千円	58%
玉ねぎネット 改良版	706千円 (@353円)	646千円 (32.8人)	1,352千円	1,082千円	2,434千円	75%

(図-15) プロトタイプ改良版の設置コスト(試算)

# 単木保護資材撤去後に判明した植栽木の変形について（一考察）

シカの食害から樹を守る 森林造成技術の向上

埼玉森林管理事務所 増田 由幸  
高橋 達男  
大滝森林事務所 勝川 誠

## 1 はじめに

近年のニホンジカ個体数の増加により、埼玉県秩父地域の森林においてもニホンジカによる食害はさらに甚大となっており当所の国有林でも、植栽木の梢端部や樹皮の食害が多発しています。

そのため、植栽木をシカの食害から守る防護柵や、単木保護資材（以下、ツリーシェルターと表記します。）等、対策を試みておりますが、写真1のようにツリーシェルターの中で植栽木のヒノキが異常な形に変形していました。この施業地の施業の経緯と、この変形した植栽木の形状を記録し、原因について考察しました。このことに関して広く周知を行うことにより、専門知識を有する方々から、類似事例及び対策方法について、ご教示をいただきたく発表するものです。



写真1 ヒノキの変形



写真2 造林地は急傾斜地

## 2 ツリーシェルターで育てたヒノキの変形が判明した経緯

分収育林契約地の皆伐後、平成21年度に約4haに1万本のヒノキを植栽し、獣害防護柵を全周1,250m施工しました。しかし管理にあたり、最上部と最下部の高低差約250m斜面角度最大傾斜40度の急傾斜地（写真2）であり岩石地で土壌が浅く落石が頻発しました。そのため防護柵ネットには、大きな落石で開く穴やイノシシの掘り返し等でシカに侵入され、食害に遇うことを繰り返し、平成23年と平成26年に改植を実施しました。平成26年の2回目の改植時には、更なる対策として、ツリーシェルターを被せながら植栽を行いました。ツリーシェルターを選んだのは、シカ等の食害を防止する機能とあわせ苗木の成長促進と下刈りも省略できる低コスト造林の効果を期待したところです。



写真3 被害調査時全景

植栽して間もなくツリーシェルター内で、枯死する個体が報告され、落石の直撃や、強風などでツリーシェルターが倒壊・破損するケースもあり、さらに令和元年の台風19号の被害調査（写真3）で、防護柵の破損とツリーシェルターの転倒や損傷に植栽木の被害が著しいことがわかり、被害の全容を調査し、要改植箇所と位置付け、新たな防護対策事業の計画を立て

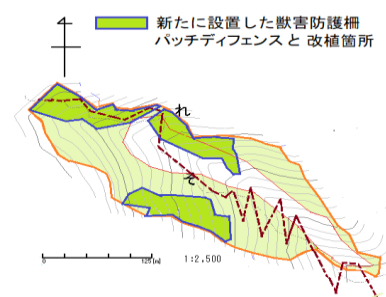


図1 新たな防護柵と改植箇所

ました。令和3年度の事業で、従来の網目を10cmから7cmに変え、硬質ステンレス線をポリエチレンのネットに編み込み強度を高めた新しい防護柵をパッチディフェンス方式で新設（図1）し、地拵と改植を実施しました。

令和2年度に実施した被害調査でツリーシェルターを外したときに植栽木の変形が判明しました。あまりにも異常な変形のため、ツリーシェルターを全て外しヒノキの形状を確認したところ、残存木の約8割のヒノキに何らかの変形（写真4、5）があり、なかには一度下向きに下がり一回転して上へ伸びてドーナツのような形状に変形しているものもあり、大変に驚きました。

### 3 なぜ、ヒノキは変形したのか

梢端部ヒノキの変形について、今のところ根拠があるデータが揃っていませんので、これは私たちの推測となりますが、スギ（写真6）ヒノキ（写真7）の梢端部の形状を比較するとスギの梢端部は太く真っすぐに成長します。ヒノキの梢端部はスギの梢端部より細く柔らかく曲がっている傾向がうかがえます。ヒノキの梢端部がやわらかい樹種は冬季の積雪が影響したのではないだろうかと推定しました。ドーナツの様に一回転している位置は、地際から40cm～60cmが多く、ツリーシェルター内でも雪が積もったこと（図2左）によりヒノキの梢端部が下へ曲がったままとなり融雪後もそのまま下に伸び、再度上方へ植栽木が成長することによりドーナツの様に変形をしたと思われます。このタイプのツリーシェルターは、外から内部の状況はわかりません。積雪があった際にツリーシェルター内を確認しなければならぬという認識はありませんでした。写真8のとおりツリーシェルターはシートを筒状にした形で接合部に運悪くやわらかい梢端部が引っ掛かり、一度下向きに成長してしまうことも考えられたところでした。

### 4 ヒノキの変形をさせないためには

ツリーシェルター内でヒノキが変形した成長をさせないためには、どのような方策がとれるのかについても検討（図2右）を行いました。細長い棒で先がフック状の道具を使い、梢端部の曲がり直す



写真4、5 ヒノキの変形は様々



写真6 スギ梢端部

写真7 ヒノキ梢端部



写真8 ツリーシェルターの接合部

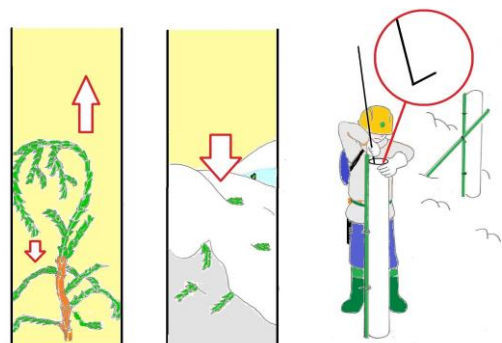


図2 シェルター内部で起きたこと（推測）

方法を考えたところです。今後、点検の際には持参し曲がり直すこととします。

## 5 変形木は、どのような姿に成長していくのか

次に「変形したヒノキが今後どのように成長するか」という課題ですが、標本木を定め観察をする区域をパッチディフェンスの中に設定しました。区域内に10本の標本木を選び丹頂杭で標示して、個体の特徴を表す「ニックネーム」をつけて観察していくこととしました。（写真9・10）

写真9で示した標本木は、『三分岐』と名付けて記録しました。三つに分岐して将来の形状が定まっていません。もう少し成長した段階で、樹形を整えようと考えています。

写真10で示した標本木は、ドーナツの様なヒノキで『ねじれ』と名付けました。今後どのように成長するか想像もつきませんが、年月が経てば接ぎ木の樹皮の合着や、枝打ち後の枝座が樹皮や幹に隠れていくような生長も期待できるので、少しでも良い立木へと成長を導きたいと考えております。

10本の標本木をイラストで、現時点での根本の直径、樹高、三分岐やねじれ、二股等、変形の様子を記録しました。

写真10で示した標本木のドーナツ状の回転した部分は、地際から65cmです。シカの剥皮状況についても記録しております。この様に、イラストで特徴を記録し、1本1本、ニックネームをつけ、10本の標本木を、定期的に観察し成長を記録していきます。（図3）



写真9 標本木N01 ニックネーム「三分岐」



写真10 標本木N02 ニックネーム「ねじれ」

## 6 現地検討会で情報を共有する

令和3年11月15日、この場所において『埼玉森林管理事務所のニホンジカ被害防止対策の取り組み』に係る現地検討会（写真11）を実施しました。当日は、埼玉県秩父農林振興センター、埼玉県農林公社、地元市町村、東京大学秩父演習林、地元林業事業体と当所職員、計22名が参加しました。意見交換の中で、出された質問や感想でドーナツ状に変形した植栽木は、やはり衝撃的だったようで、「なぜドーナツ状に変形したのか、その原因は何か。」「変形した植栽木の今後の成長について、観察していただきたい。」との意見がありました。



写真11 令和3年現地検討会

## 7 まとめ

急峻な造林地を、シカの食害から守ることの難しさ、再造林を確実に実施していくことの難しさを改めて確認しました。



ツリーシェルターと保護柵、各々の特徴、利点とリスクを確認し、ツリーシェルターや防護柵を設置後、植栽木の成長過程における 定期的な巡視（観察）と台風や積雪後の被害状況の確認を確実に実施すること。被害があれば、早急に手当を実施する重要性について再確認したところです。

今後の保護対策の参考となることと併せ、この変形した植栽木がどのように成長を遂げるか、観察し、必要な手入れを施していきたいと考えております。

また、被害状況を考察し整理し、他署や研究機関、都道府県、その外の林業事業体の事例や技術を収集し、地域の事業体と共有し、今後のシカ対策に活かしていきたいと考えます。

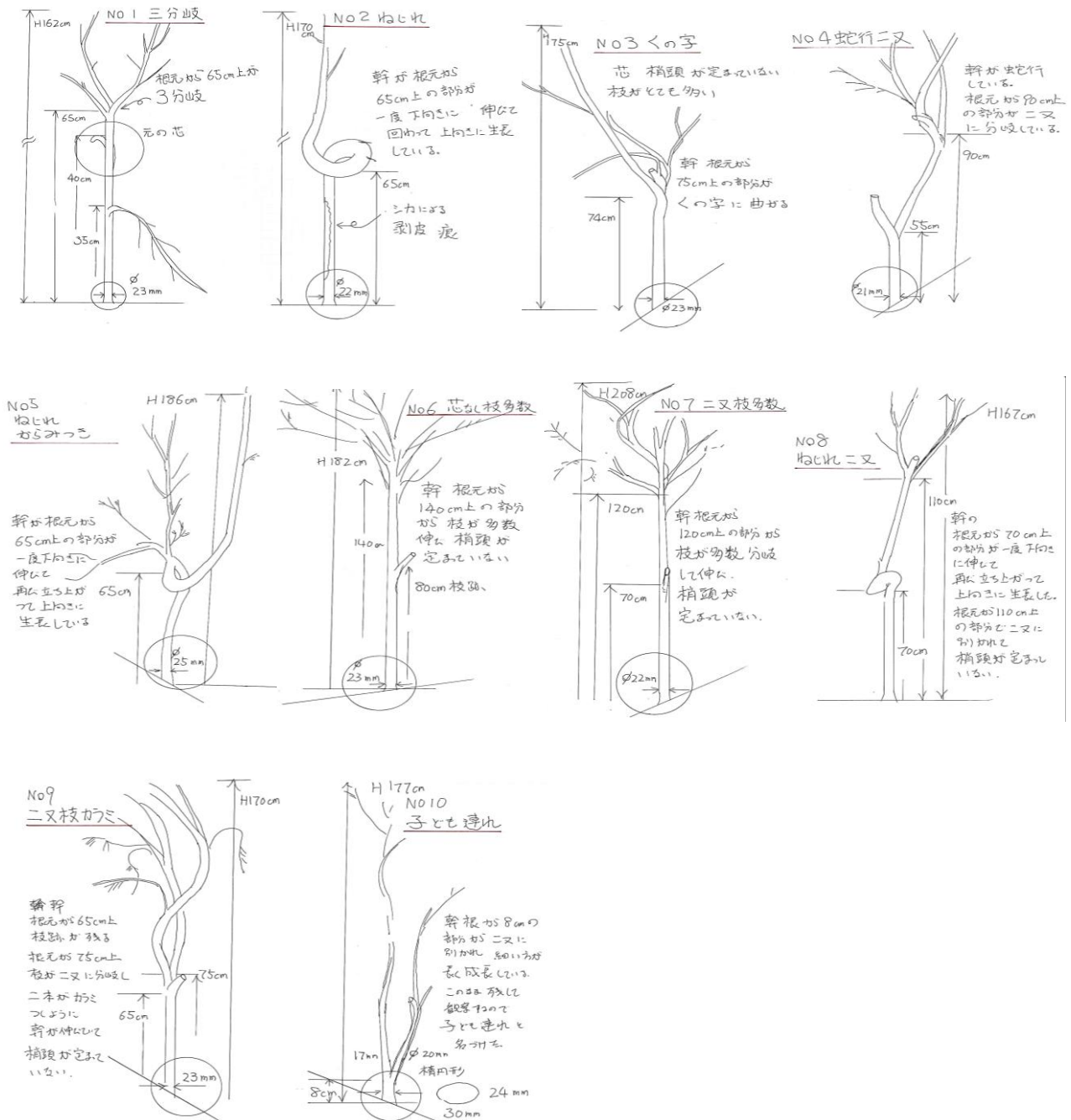


図3 イラスト化した観察結果

# 新しい林業の実現に向けた早生樹の可能性 ～テーダマツコンテナ苗の育成～

天竜森林管理署 原 志郎 松尾清史  
静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター  
山田晋也 福田拓実

## 1. はじめに

林野庁では、一昨年6月に策定された森林・林業基本計画に基づき、従来の施業方法等を見直し、エリートツリーや自動操作機械などの新技術を取り入れ、伐採から再造林・保育に至る収支のプラス転換を可能とする「新しい林業」に向けた取組を展開することとしています。

現在、先人が植えてきた人工林資源の本格的な利用期を迎えています。主伐によって、これまで続けてきた施業方法や林業経営の見直しができる、まさに「新しい林業」を目指すチャンスがやってきたとも言えます。

いよいよ主伐・再造林時代の幕開けが来たものと考えていますが、人工林の齢級の変化をみると、再造林が進んでいない状況が見受けられ、未だ全国的に高齢級での間伐が進められており、30年後、50年後の我が国の森林資源を考えると、早急に森林の若返りに取り組む必要があります。

「新しい林業」を目指すためには、林業経営コストの低減、とりわけ地権、植栽、下刈りなどの造林・育林費の低減やシカなどの獣害対策に、これまで以上に取り組んでいくことが重要です。また、「新しい林業」を実現するためのツールとして、成長の早いスギ・ヒノキ特定苗木やコウヨウザンといった早生樹の普及が始まりつつあります。

こうした中、中日本合板工業組合と静岡県森林・林業研究センターの研究により、早生樹の1つであるテーダマツの合板への利用の用途が拓けました。また、林業関係者を集めた勉強会などを開催し、テーダマツを改めて見直した結果、多くの方々に興味をもっていただき、天竜森林管理署にはテーダマツ苗木の相談が多数寄せられています。

こうした状況を踏まえ、今回、テーダマツのコンテナ苗の育成方法とテーダマツ種子の発芽率等について調査等を実施しました。

## 2. テーダマツについて

テーダマツは、昭和40年代に静岡県内に約160ヘクタール植栽され、植栽面積は全国2番目に多いです。

また、テーダマツは獣害に強く、痩せ地や乾燥地でも十分な成長を示すとの報告があります。

欠点としては、昭和30年代に植栽されたテーダマツは裸苗で、当時、根の発達が未熟で初期段階の風倒や活着不良が発生すると報告されています。

そこで、コンテナ苗木にすることで、根の発達や活着について改善できると考え、コンテナ苗生産に向けた課題、生産方法や種子採取方法等を検討しました。

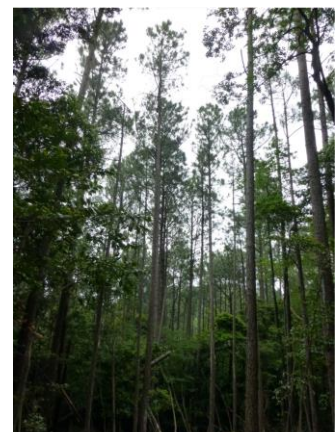


図1 テーダマツ林

### 3. コンテナ苗の育成方法について

苗畑では、テーダマツの苗を掘り取る際に直根は失われ、側根も貧弱となってしまいます。地上部に比べて地下部が未熟なため、活着不良や風倒被害の原因とされています。

そこで、テーダマツのコンテナ苗を育成するにあたり、3つの目標を立て検討をしました。

- (1) しっかりした直根のコンテナ苗を育成するため、「コンテナ容器の長さを60cmにした苗木の育成」
- (2) しっかりとした側根で根鉢が充実するように、根に良い影響をする「カリが多い条件での育成」
- (3) どこでも売っている資材で簡単に、根鉢等が充実したコンテナ苗ができるかを検討



図2 裸苗の直根の状況

### 4. コンテナ苗の育成結果

- (1) コンテナ容器の長さを60cmにした苗木の育成

直根が失われないように60cmと20cmの長さのMスターコンテナ苗を作成しました。3月に播種後、4月に稚苗を移植し、朝晩の十分な灌水を行って育成を行いました。

直根は健全にのびていました。しかし、側根は少なく、しっかりとした根鉢を形成できていませんでした。



図3 Mスターコンテナ苗 (60cm)  
苗長：25cm 根元：3.65mm



図4 Mスターコンテナ苗 (20cm)  
苗長：40cm 根元：3.90mm

- (2) カリが多い条件での育成

施肥成分を変えることで、充実した根鉢ができるか検討しました。

スギ・ヒノキコンテナ苗と同様の施肥条件で育成した苗木は、成長も良く、根鉢は若干未熟ですが、ありました。

また、昭和30年代のアメリカの裸苗規格で、1級、2級、等外がありますが、苗長と根元径の平均は2級基準を満たしていました。

一方、根が充実すると予想しカリを多く与えた苗木については、苗長平均は2級基準を満た

しているものの、根元径平均は満たしていませんでした。また、根鉢はできませんでした。



図5 エコロング (14-11-13)  
180日タイプ 3g/L 施用

図6 ハイコントロール (2-0-38)  
180日タイプ 3g/L 施用

(3) どこでも売っている資材で簡単に、根鉢等が充実したコンテナ苗ができるかを検討  
ホームセンター等で売っている培地でコンテナ苗の育成をしました。

その結果、赤玉土・鹿沼土を混合した培地と比べて、成長が良い結果となりました。おそらく、元肥が効いていることが考えられました。苗長の平均値は2級基準を満たしていましたが、根元径については2級基準を満たしていませんでした。

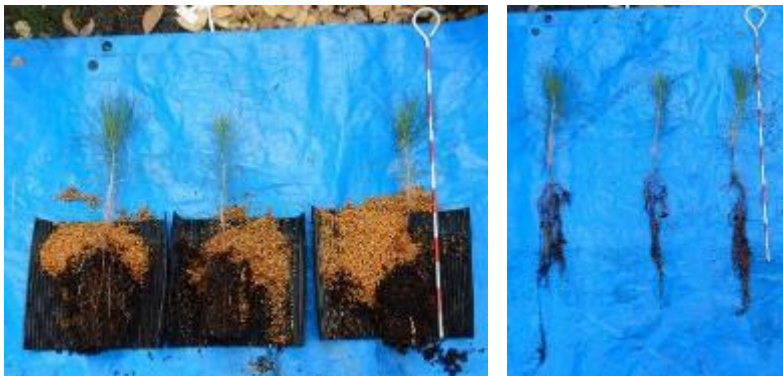


図7 20cmコンテナ苗木

- ・鹿沼土+ガーデニング用培地 平均 (n=27) : 苗長23.0cm 根元2.96mm
- ・鹿沼土+赤玉 平均 (n=20) : 苗長12.3cm 根元1.79mm

アメリカの裸苗基準

- 1級 苗長 : 12.7-30.5cm  
根元 : 0.45cm
- 2級 苗長 : 10.2-25.4cm  
根元 : 0.32cm
- 等外 苗長 : 12.7cm 以下  
根元 : 0.32cm 以下

## 5. 採取源の検討

コンテナ苗を育成するためには優良な種子が必要となりますので、採種源について検討をしました。

天竜森林管理署管内では、昭和30年代にテーダマツを約70ha植栽しています。全て植栽履歴が管理されていますので、その中で問題なく成林している林分について毎木調査をしました。その結果、他林分と比べて、成長などに大きな差は無く成林しており、さらに当面の間、伐採の予定がない大知波国有林をテーダマツ採種林として決定することとしました。

次に、林内の毎木調査を実施し、優れた種子を生産すると予想される、成長と強度と通直性に優れた母樹を選びました。強度については応力波伝播速度を計測しました。応力波伝播速度は胸高直径と曲げヤング率に相関があり数字が大きくなるほど強い材となります。調査の結果、成長と応力

波伝播速度が優れる3本を採種木とし、球果を採取しました。

## 6. シイナ率の発芽率について

次に、取った球果（松ぼっくり）を乾燥させ、テーダマツの種子を取り出しました。種子の中身があるか確認するため、ランダムに抽出した種子100粒をペンチで潰し、中身のないものはシイナとし、その割合を調べました。

また、ランダムに抽出したテーダマツの種子100粒の発芽率を調べるため、シャーレに種子を播種し、23℃で保存し、3日おきに種から芽が出ているか確認しました。シイナ率・発芽率は、1つの母樹につき、3回繰り返しで行いました。

結果になります。シイナの割合は12.7～27.2%でした。発芽率は一般的なテーダマツの発芽率である6割近くとなり、品質に大きな問題はないと考えられました。

表1 優良木のシイナ率・発芽率

優良木系統名	種名	シイナ率 (%)	発芽率 (%)
89	テーダマツ	22.2	57.8
94	テーダマツ	12.7	61.0
95	テーダマツ	27.2	42.3
	平均	20.6	58.4

## 7. まとめ

テーダマツはコンテナ苗にすることで直根は残っており、裸苗のように堀取り時に失うことはないことが分りました。テーダマツのコンテナ苗は、スギ・ヒノキと同様の条件で、約10ヶ月でアメリカの2級の出荷規格を満たすことが分りました。

しかし、裸苗と同様に根は貧弱で、コンテナ苗としての根鉢の形成には工夫が必要であることが分りました。また、簡単に手に入る資材でコンテナ苗を育成することで2級相当の苗木の苗長は達成できましたが、肥料条件と同様で、根元径の改善と、しっかりした根鉢の形成には、施肥量と灌水量の検討等が必要と考えます。

今般、テーダマツの採種林として1箇所を設定しました。採種母樹3本の種子の品質に問題はないことが分りました。昨年10月、この採種林から種子を苗木生産者へ45kgを販売しました。

また、苗木については追跡調査ができるよう、当面の間は限定した母樹からの採種にする予定です。

今後の予定としては、今回、育成した苗木は植栽し成長の調査を行っていきます。また、球果を購入した苗木生産者から、苗の育成状況と植栽後の生育状況を聞き取り、採種木の評価を行いながら、品質の高い種子の提供に努めていきたいと思えます。

# 大規模山火事跡地の復旧・再生に向けた取り組み (群馬県桐生市での事例)

国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林整備センター  
関東整備局 造林係 坂田 如飛  
基盤整備係 鹿内 達善

## 1 はじめに

森林整備センター（以下、センター）では、粗悪林相地等に加え、大きな災害に遭い、自然回復が見込めない森林においても水源林造成事業を通じた森林の復旧・再生に取り組んでいます。今回はセンターが関わった群馬県桐生市の山火事跡地の復旧・再生事例について取り上げます。

## 2 山火事の被災状況と復旧・再生事業に参画したいきさつ

平成 26 年 4 月 15 日に発生した山火事は約 2 週間にもわたり延焼しました（図 1）。

群馬県・桐生市が中心となって被害状況調査を行った結果、被災面積 191ha、被災総額 5 億 7 千万円にのぼり、群馬県過去最大級の規模でした。また、山火事発生から約 2 ヶ月後には、表層崩壊に伴う土砂流出や、沢の増水に伴う洗堀被害が発生し、早期の復旧を必要としている状況でした（図 2）。

センターは、県・市より鎮火直後から復旧に向けた打ち合わせへの参画要請を受け、当該打ち合わせに参画しました。被害の調査結果を踏まえると、早期に治山施設の設置と流域全体の森林整備が必要とされる一方で、森林整備の規模が大きく、全てを県や市が早期に行うことは困難との見方が示されました。センターではこうした状況を踏まえ、県・市と連携して復旧事業に取り組む方針を固めました。

図 3 の赤線内は桐生市内で延焼した範囲、黄色線内は枯損が著しく森林整備による復旧が必要な範囲です。このうち黒川の右岸側にあたる緑色部分は、特に被害が甚大であったことから早急に対策が必要でした。このため、関係者が連携して対応することとし、県による治山施設の設置、市による被害木処理を行い、その後の復旧をセンターが水源林造成事業で実施することを決定しました。



図 1 山火事の状況



図 2 洗堀被害の状況

### 3 復旧・再生事業について

復旧事業のスタートとして、土地所有者である桐生市、実際に森林整備を行う桐生広域森林組合とセンターの3者で、山火事の翌年となる平成27年4月1日に契約期間100年の分収造林契約を締結しました。

復旧事業は、センターの技術力をもって対応しました。

一つ目は災害に強い森林にするため、針広混交林を造成したことです。針葉樹の植栽は、桐生市の実施する被害木処理の進捗に合わせ、路網の整備とともに平成28年から令和3年までの6ヶ年かけて実施しました。一方、火災を免れた箇所などは広葉樹等区域として設定し、モザイク状の混交林としました(図4)。

二つ目は路網の整備です。傾斜が急な箇所や火災の影響で地質が脆い箇所があったため、路面補強工や土留め工を実施し、こわれにくい道づくりを行いました(図5)。

三つ目はシカ対策です。桐生市はニホンジカの生息密度が高く、植栽の際は対策が必要であったことから、センターが考案したブロックディフェンスを実施しました(図6)。

これらの施業を経て、令和3年度までに予定していた全区域の植栽を完了させ、被災地は針広混交林として生まれ変わりつつあります(図7)。



図3 山火事等の範囲

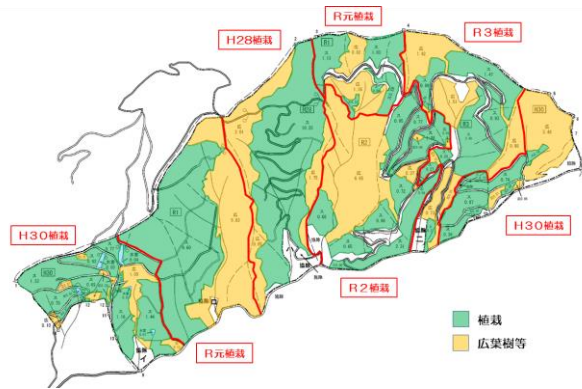


図4 植栽と広葉樹等の区域



図5 路面補強工の実施

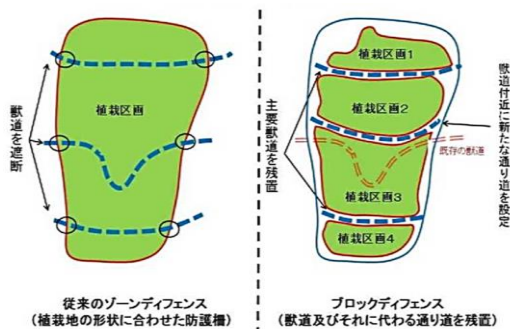


図6 ブロックディフェンスの概念



図7 植栽が完了した被災地

#### 4 新たな問題への対応について

予定した区域の植栽は完了しましたが、新たな問題が発生しました。それは、当初の復旧計画では延焼範囲でも枯損が少なく、復旧する必要がないと思われていた範囲にも、時間の経過とともに枯損する樹木が増加してきたことです（図8）。

このままでは被災リスクが高まることから、令和3年度に創設した「面的水源林整備事業」の実施を検討することとしました。面的水源林整備事業とは、既契約地の周辺森林において、伐倒・集材・造材から植栽までを「一貫施業」として実施し、その後の管理も行っていくもので、面的なまとまりをもって公益的機能を発揮させるための事業です（図9）。

土地所有者である桐生市は、センターの復旧成果を高く評価したこと、新たな事業の効果に期待したことから、所有する隣接地を「面的水源林整備事業」として実施することに同意しました。現在、事業実施に向けて手続きを進めているところです。



図8 枯損していく樹木の状況



図9 面的水源林整備事業の区域

#### 5 山火事跡地の復旧・再生効果の調査確認・検証

復旧が進むにつれ、地域の方々から「裏山が安定したから大雨の時でも安心していられる」など感謝の言葉をいただきました。確かに植栽後は災害発生と降雨量の関係性調査から災害は減少傾向にあることが把握できましたが、これは治山事業を含む全体の取り組みの効果です。センター事業単体での効果の検証を行うにあたり、別の方法を検討する必要がありました（図10）。

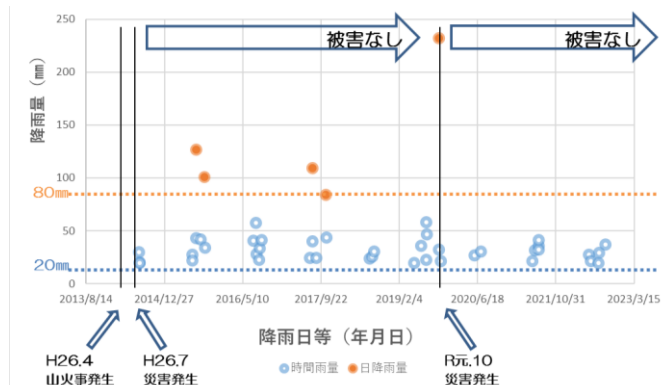
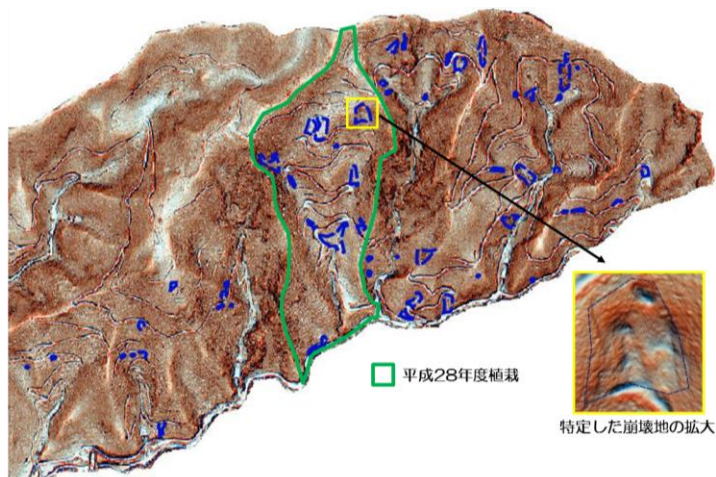


図10 山火事後の主な降雨日等（※）

この件に関し、森林総合研究所の専門家にご相談したところ「樹木の生育等により、表層崩壊の規模拡大状況や発生頻度は減少していくので、これらを確認すれば検証できると考える」旨のご助言をいただき、その方法を検討しました。

当該契約地では、令和3年度にレーザ計測を実施しており、このデータから得られたCS立体図等を活用すれば現在の表層崩壊の状況を確認できると判断しました。その結果は図11のとおりとなりました。現在、崩壊地の現況を把握するため、トゥルーパルスによる測量と冠頂部などへの杭の打設を順次実施しているところです（図12）。





- 58箇所の表層崩壊を確認
- このうち、大きな崩壊が集中している平成28年度植栽箇所の14箇所の崩壊地に着目し、現地調査を実施

図11 表層崩壊の確認結果



図12 ツールパルスによる測量

今後は図13のとおり、地上からの現地調査を継続的に実施し、表層崩壊の状況と森林の生育状況を把握するとともに、上空からオルソ画像化のためのUAV飛行を実施し、画像解析による新たな表層崩壊の確認や森林全体の生育状況の把握等も行っていきます。最終的には、今回の調査データとその後の調査データを比較し「見える化」を進めていき、森林整備による復旧・再生効果の検証を実現させていく考えです。

(※) 気象庁ホームページ「過去の気象データ検索（群馬県桐生）」から加工して作成  
[https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec\\_no=42&block\\_no=0351&year=&month=&day=&view=](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=42&block_no=0351&year=&month=&day=&view=)



図13 今後の調査の流れ

## 6 謝辞

本発表資料の作成にあたり、ご協力を賜りました以下の方々に、感謝申し上げます。

- 桐生市 産業経済部 農林振興課
- 群馬県桐生みどり振興局 桐生森林事務所
- 桐生広域森林組合
- 桐生市消防本部
- 森林総合研究所 国土保全・水資源研究担当 玉井 幸治 研究ディレクター (順不同)

# 単木柵と防草シートを活用した効率的な保育作業の実証

利根沼田森林管理署 野中 雄介  
群馬県林業試験場 山田 勝也

## 1 課題背景

植栽木は成木に至るまでの間、野生鳥獣による様々な被害を受ける可能性があるため、対策として単木保護資材や侵入防止柵などが使用されています。

しかし単木保護資材は、一部で樹木の変形や内部の温度上昇・乾燥による成長阻害が指摘されています。また植栽木を全期間にわたり保護できる単木保護資材はないのが現状です。

一方で侵入防止柵については、破損などによりシカが侵入できる箇所があると効果を発揮できないため、点検整備が負担となります。

これらの問題を解決する獣害防除資材として、群馬県林業試験場が単木柵を開発しました。

## 2 単木柵の説明

単木柵(図1)はワイヤーマッシュを円筒形に丸めた単木保護資材で、設置時は高さ100cm、内径60cm、重量1.6kgとなります。ホームセンターで購入できる安価な資材で構成されており、組立て・設置も簡単です。

植栽木に密着しないため成長を阻害せず、樹皮剥ぎ・角擦りなど成木への被害に対しても防除効果があるなど、従来の単木保護資材における短所を克服しています。

一方で作成後はかさばるため、現地で組み立てる必要があります。また資材が重いため運搬条件の悪い現場には適さず、急傾斜地で地面に垂直に設置した場合柵が倒れるため不向きです。

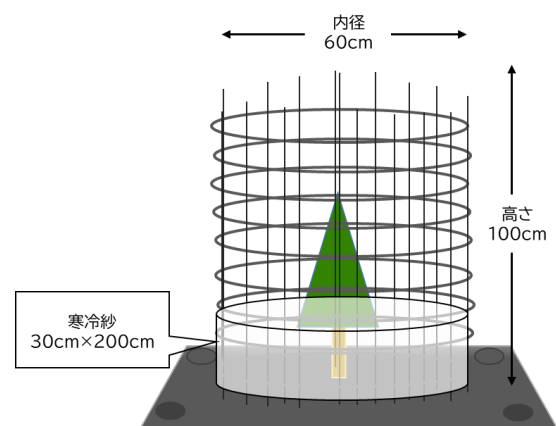


図1 単木柵

## 3 調査の目的と内容

下列の省力化等による保育作業の効率化を目的に、単木柵と防草シートを併用した実証を行いました。

調査は、各資材の価格調査、設置にかかる時間計測、植栽木の周辺植生による被圧状況、鳥獣による被害状況、成長量の観察を実施しました。調査期間は令和4年5月から令和6年度末までを予定しています。

#### 4 実証地の設定

実証地は群馬県利根郡昭和村糸之瀬赤城山国有林の造林地（図2）です。令和2年度に皆伐、令和3年7月に地拵、令和4年5月にスギを植栽しているエリアで、0.05haを実証地として使用します。

実証には98本のスギを使用し、単木柵の有無と2種類の防草シートを使用し、4つの試験区を設けました。

単木柵は交互にスギ49本に設置しました。また今回はウサギ被害の対策として、単木柵の外側に寒冷紗を巻き付けました。

防草シートは全ての箇所に設置し、高密度タイプと不織布タイプの2種類で比較しました。

単木柵と防草シートの設置は、令和4年5月19日に関東森林管理局と群馬県林業試験場が共催した単木柵の現地検討会に合わせて行いました。県内の林業関係者93名が集まり、ほとんどの参加者がはじめて単木柵の作成や設置を行い、作業時間の計測にもご協力いただきました。

また実証地では単木柵の設置以降は下刈を実施していません。



図2 実証地位置図

#### 5 調査結果

##### (1) 資材価格

資材はオープンカウンター見積もり方式により購入しました（表1）。

表1 資材価格

資材名 規格	価格	1基当たり 必要量	1基当たり 価格	100基当たり 必要量	100基当たり 価格
ワイヤーメッシュ 縦100cm×横200cm φ2.6mm 網目10cm	362	1枚	362	100枚	36,200
ワイヤーメッシュ固定用剣先Uピン 250mm 50本入り	1,255	2本	50	200本	5,020
耐候性結束バンド 幅4.8mm×長さ301mm 100本入り	2,346	3本	70	300本	7,038
寒冷紗 幅1.8m×長さ50m	6,346	30cm×2m	42	1巻き	4,231
ダブルクリップ 小 黒 36個入り	248	2個	14	200個	1,378
防草シート(高密度タイプ) 幅1m×長さ50m	5,437	1m×1m	109	100m	10,874
防草シート(不織布タイプ) 幅1m×長さ50m	10,728	1m×1m	215	100m	21,456
防草シート固定ピン 30mm×10mm×25mm 50個入り	891	4個	71	400個	7,128
単木柵のみ			1基あたり価格 482円	100基あたり価格 48,258円	
単木柵+寒冷紗+防草シート(高密度タイプ)			1基あたり価格 718円	100基あたり価格 71,869円	
単木柵+寒冷紗+防草シート(不織布タイプ)			1基あたり価格 824円	100基あたり価格 82,451円	

##### (2) 設置工期

現地検討会の参加者をグループ分けし、各作業を時間計測しました。1グループで横1列分の植栽木5～6本を担当し、各作業は2人で行いました。

各作業の平均時間を算出したところ、単木柵を設置した功程では1基当たり約3分かかりました(表2)。100基当たりの人工数に換算すると約1.36人工となります。

なお、今回は資材運搬の時間を含めていないため、現場の運搬条件も考慮して検証する必要があります。

表2 作業時間

	基数	単木柵 作成	植生除去	防草シート 設置	単木柵 設置	寒冷紗 設置	計
単木柵A 防草シート高密度タイプ	25	分 45 秒	分 32 秒	分 34 秒	分 36 秒	分 34 秒	3 分 1 秒
単木柵B 防草シート不織布タイプ	24	分 45 秒	分 41 秒	分 40 秒	分 34 秒	分 37 秒	3 分 17 秒
防草シートA 高密度タイプ	25	分 秒	分 33 秒	分 33 秒	分 秒	分 秒	1 分 6 秒
防草シートB 不織布タイプ	24	分 秒	分 35 秒	分 29 秒	分 秒	分 秒	1 分 4 秒
計	98						

(3) 周辺植生による被圧状況

最も周辺植生が繁茂していた9月と、ほとんどの周辺植生が枯れた11月について、被圧状況を4段階に分けて集計しました(表3)(図3)。防草シートの種類や単木柵の有無による被圧状況の差は、現時点では確認されませんでした。

防草シートは両タイプとも被圧植物による破損はありませんでした。また材質の硬い不織布タイプの防草シートは、設置当初に地面との隙間があるものが多く見られましたが、時間が経つと馴染んでいきました。

表3 周辺植生による被圧状況

	植栽時	9月22日				11月25日			
		C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
単木柵A 防草シート高密度タイプ	25	13	4	2	6	23		2	
単木柵B 防草シート不織布タイプ	24	10	6	2	6	22		2	
防草シートA 高密度タイプ	25	12	2	5	6	25			
防草シートB 不織布タイプ	24	11	5	4	4	24			
計	98	46	17	13	22	94	0	4	0



図3 植栽木 No.5 周辺の様子 (左から7月,9月,11月)

(4) 鳥獣による被害状況

7月、9月、11月に確認した植栽木の鳥獣による被害状況を集計しました(表4)。

単木柵設置後の植栽木は被害を受けなかった一方で、防草シートのみを設置した植栽木には食痕が見られました。単木柵の獣害防止効果が発揮されていると考えられます。

また調査期間全体で、植栽木よりも周辺植生の食害が目立ちました。

表4 鳥獣による被害状況

	植栽時	7月11日				9月22日				11月25日			
		被害なし	枝葉に食痕	鞘端に食痕	枝・梢とも	被害なし	枝葉に食痕	鞘端に食痕	枝・梢とも	被害なし	枝葉に食痕	鞘端に食痕	枝・梢とも
単木柵A 防草シート高密度タイプ	25												
単木柵A 防草シート不織布タイプ	24												
防草シートB 高密度タイプ	25		1								3		
防草シートB 不織布タイプ	24		6		3						8		
計	98	0	7	0	3	0	0	0	0	0	11	0	0

(5) 植栽木の成長量

植栽木の根元径と苗高を計測し、5月と11月の記録を比較しました(表5)。

1年目では資材の組合せによる成長率や生残率の差はなく、現時点では単木柵と防草シートの併用による植栽木への成長阻害は確認されませんでした。

表5 植栽木の成長量

	植栽時	5月19日		11月25日		枯死	成長率		生残率
		平均根元径 cm	平均苗高 cm	平均根元径 cm	平均苗高 cm		本	11月25日/5月19日	
単木柵A 防草シート高密度タイプ	25	4.5	35.0	7.7	50.0	3	171%	143%	88%
単木柵B 防草シート不織布タイプ	24	3.7	32.0	6.9	43.0	3	186%	134%	88%
防草シートA 高密度タイプ	25	4.7	35.0	6.4	47.0	2	136%	134%	92%
防草シートB 不織布タイプ	24	3.9	32.0	6.1	44.0	1	156%	138%	96%
全体平均	98	4.2	34.0	6.8	46.0	9	162%	135%	91%

※枯死個体は平均から除外

6 今後の調査

初年度である令和4年度の調査結果では、周辺植生による被圧状況や植栽木の成長量など、条件による差が確認できないものが多くありました。

積雪期を経て来年度以降にどのような変化が現れるのか、引き続き令和6年度末まで保育作業効率化の実証に向けて調査を行います。

# 単木柵を使ったシカ害に対する防護とコストの削減

群馬県立農林大学校 森林コース 町田 蒼哉

## 1 課題を取り上げた背景

シカによる林業への被害面積は、平成 29 年度に約 90ha となっており、その後も高い状態で増加と減少を繰り返しています。

シカは、植栽して間もない幼齢樹を食害することや、植栽後数十年経った中大径木に対しても剥皮するなどの被害をもたらしています。現在、林業の現場で使用されている獣害対策は、柵とネットを使って植栽地全体を囲う方法、食害防止チューブなどで覆う単木保護資材を使った方法があります。しかし、柵とネットで全体を囲う方法は、破損すると機能しなくなることや、単木保護資材等で覆う方法は、設置費、資材費がかさむことなどが問題となっています。

そこで、群馬県林業試験場では、新たな獣害防除柵として、低コストで防護機能を有する「単木柵」を開発<sup>1)</sup>しました。本試験では、その単木柵の設置に併用される防草シートのコスト低減と自然に配慮するため、新聞紙を用いた調査を行いました。さらに、この単木柵の機能について植栽直後のセンダンやコナラにおける食害や、角擦り等に対する効果の有無を確かめました。

## 2 具体的な取り組み

(1) 試験場所 試験地は、群馬県富岡市妙義山麓に位置する鳥獣保護区に指定されている大桁県有林内のセンダン新規植栽地にて行いました。また、同じく大桁県有林内のコナラ新規補植地を比較区として設けました。

(2) 試験期間 2022 年 4 月 21 日～11 月 7 日

(3) 使用道具

- ・単木柵 30 基（ワイヤーメッシュ（溶接金網）縦 1m×横 2m 径 2.6mm 網目 10cm 角）（図 1）。単木柵は、ワイヤーメッシュを円柱状に丸め、苗木を囲うように設置しました。
- ・単木柵製造機 1 基（群馬県林業試験場製）
- ・防草資材：新聞紙 750 枚。

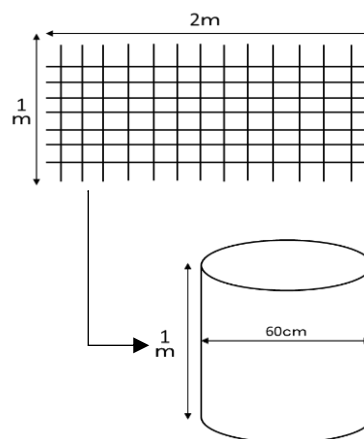


図 1 単木柵仕様

(4) 試験区設定

- 1) センダン新規植栽地に表 1 に示した試験区を、植生に片寄りがないよう、図 2 のとおりランダムに配置しました。新聞紙には切り込みを入れ、苗とシートができるだけ密着するようにし、苗と新聞紙の間から植物が伸びてこないようにしました。また、新聞紙のめくれ上がりを防ぐため、一部はシノタケやガムテープで固定しました（図 3・4）。

表1 センダン試験区 (25 本)

試験区	本数	単木柵	防草方法
1	5	有	新聞紙 10 枚重ね
2	5	有	新聞紙 10 枚重ね (ガムテープ固定)
3	5	有	新聞紙 20 枚重ね
4	5	有	—
5	5	—	—

3	5	3	2	1	3
4	3	2	2	5	4
5	1	2	1	4	5
3	4				
5	1				
2	4				
1					

図2 センダン  
試験区配置



図3 新聞紙 10・20 枚重ね



図4 新聞紙 10 枚重ね (ガムテープ固定)

- 2) コナラ植栽地に、コナラを補植し表2に示した試験区を設定しました。試験区8には、苗高100～150cm程度の大苗を植栽しました。

表2 コナラ試験区設定 (34 本)

試験区	本数	単木柵	防草方法
6	5	有	新聞紙 10 枚重ね
7	5	有	—
8	5	—	大苗を植栽
9	19	—	—

#### (5) 試験方法

- 1) 単木柵を設置する際、ワイヤーメッシュを丸める従来の手作業の場合と、単木柵製造機（群馬県林業試験場製）を用いた場合の製造コストを比較しました。
- 2) 月に1～3回、各試験区の植栽苗の食害状況を観察しました。
- 3) 8月に単木柵内の植生の状況(植被率と植生高)を調査しました。  
植被率は、単木柵を真上から見たときに、柵内に生育または侵入していた下草の被覆量を目視で判定しました。植生高は、単木柵内と、柵に接していた下草の草丈を測定しました。
- 4) 11月に新聞紙の劣化状況を調べました。

### 3 取組の結果

#### (1) 製造コスト

従来の方で単木柵を製造する場合、2人で平均1分半の作成時間がかかりました。単木柵製造機を使用した場合、1人で平均1分の作成時間で出来たため、製造コストは1/3になりました。ただし、単木柵製造機を用いる場合には、軽トラック等での運搬が必要となり、導入できる現場の条件が限られます。また、資材コストは防草シートを新聞紙に代えることで1基あたり110円安価となりました。

#### (2) 食害の状況

センダン試験区の全ての植栽木において、食害等の獣害はありませんでした。しかし、単木柵のない試験区5では、2本に角擦り痕が見られました。

#### (3) 植被率と植生高

図4-1.2に試験区別の植生の状況を示しました。各試験区で植被率と植生高の値にばらつきがあり、新聞紙による下草の抑制効果は、はっきりしませんでした。

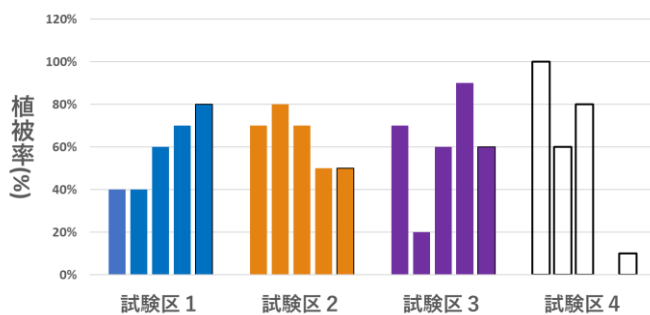


図 4-1 各試験区の植被率

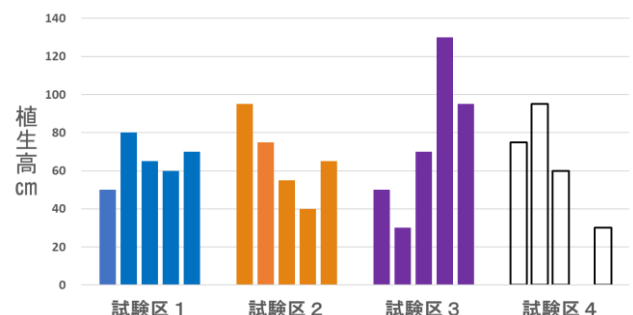


図 4-2 各試験区の植生高

※試験区 4-4 は枯死したため結果を取りませんでした。試験区 5 は食害の対照区であるため載せていません。

表 3 平均植被率・植生高

試験区	植被率 (%)	植生高 (cm)
1	58	65
2	64	66
3	60	75
4	63	68

#### (4) 新聞紙の劣化状況

試験期間を通して新聞紙が植物に突き破られることはありませんでした。また、風雨など気候による劣化は見られませんでした。

#### (5) コナラ試験区について

設置当初、想定していた以上にススキが繁茂したため、単木柵をすべて見つけることが出来ませんでした。数本の観察範囲では食害は見られませんでした。

#### (6) シカの食害と角擦り

シカによる林業被害には、新芽や新葉が食べられる食害や、オスジカの角によって樹皮が剥がされる角擦りがあります。今回、単木柵を設置しセンダン試験区 1~4 ではシカの被害は1本も見られませんでした。一方で単木柵を設置しなかった試験区 5 では、角擦りが2本確認されました。



#### 4 まとめ

本試験で単木柵を設置することでシカ害に効果があることを確認できました。また、防草シートの代用品として用いた新聞紙から下草が伸びてくることが無かったことから、新聞紙でもある程度の防草効果があることが分かりましたが、予想以上に高い植被率・植生高の数値となりました。この原因として次の2点が考えられます。

##### (1) 新聞紙の敷設方法

図5(a)の写真のように、設置した際の苗木と新聞紙の隙間から下草が伸びてしまい、新聞紙がめくれ上がった柵が15基中14基と多くあった為と考えられます。また、図5(b)のように試験区3で用いたガムテープにも劣化が進み図5(a)と同じような状況になることが予想されます。



図5(a) 隙間からの植生



図5(b) ガムテープの劣化

##### (2) 新聞紙の敷設範囲

今回の試験では、図6(a)のように柵の中のみ新聞紙を敷設しましたが、群馬県林業試験場が行った試験では図6(b)のように柵の外まで防草シートを敷設<sup>2)</sup>しているため、確認された防草機能にこのような差が生まれてしまったと考えられます。



図6(a) 防草シート（本試験）



図6(b) 防草シート（既往研究<sup>2)</sup>）

#### 5 参考文献・引用文献

- (1) 坂和辰彦. 2022. 新たな獣害防除資材「単木柵」の開発. 群馬県林業試験場研究報告. 25:1~9
- (2) 坂和辰彦. 2022. 単木柵と併せた防草資材の検討. 群馬県林業試験場研究報告. 25:10~17

# 奥日光千手ヶ原におけるカラマツ天然更新

日光森林管理署

平野 辰典

日光森林管理署

日光森林事務所

吉江 朋子

## 1 はじめに

伐採から再生林・保育における収支のプラス転換を目指す「新しい林業」を推進するため、それぞれの作業において生産性向上、低コスト化が取組まれ、先進的技術の導入が進められています。このような中、ニホンジカが生息する地域においても、更新・保育及びシカ対策費用の削減が期待されています。また、再生林や保育における労働力の確保が難しい地域では、林地の一部で天然更新が試みられるケースが増えています。

## 2 調査の背景と目的

カラマツは林道の法面や、溪畔域の土砂が堆積した箇所天然更新している姿を見ることが出来ます。また、カラマツ天然更新木（以下、更新木）はシカ被害を受けにくいと経験則から言われることもあります。これらのことから、ニホンジカが高密度で生息する奥日光千手ヶ原において、更新木が順調に成長している箇所の調査を行うことで、成立要因を把握し、奥日光千手ヶ原もしくは他地域において意図的にカラマツ天然更新（以下、天然更新）を再現出来るかを技術的に検証しました。

## 3 天然更新の先行事例

奥日光千手ヶ原の調査を行うにあたり、これまでの天然更新に関する先行事例を抜粋しました。「カラマツ豊作は4～5年あるいはなお長期の繰返年をもち凶作には皆無の年が多い<sup>(1)</sup>」「表土を除去れ鉦物質土壌が完全に露出した場に、カラマツは多数の侵入と旺盛な初期生育を示していた<sup>(2)</sup>」「表土除去が地位の低下につながる可能性がある<sup>(3)</sup>」「伐開幅の最大は、種子の豊作年以外は母樹林の林縁木の枝先から46m以内、種子の豊作年に夏までに表土除去を行う場合は100m以内とすることが適切と考えられる<sup>(4)</sup>」これらの先行事例を参考に、奥日光千手ヶ原において天然更新の調査を行いました。

## 4 奥日光千手ヶ原の植生とニホンジカ生息密度の先行事例

奥日光千手ヶ原の天然更新を考察するにあたり、ササ類とニホンジカの影響が大きいと考えられることから、先行事例及び関係機関の調査結果を抜粋しました。「千手ヶ原はかつてクマイザサが優占していたが、1993～1994年頃から西ノ湖畔を中心にササ類の枯死が広がっていた<sup>(5)</sup>」「千手ヶ原では、森林型にかかわらずシロヨメナ型の林床が占める面積が最も大きく、シロヨメナは幅広い立地環境でササ消失後の優占種となっていることがわかった<sup>(6)</sup>」「シロヨメナとヒメスゲはササ消失後に一時的に裸地化した林床に侵入する能力に優れていたと考えられる<sup>(7)</sup>」「シロヨメナとヒメスゲは、地表面直下に長い地下茎を伸ばして盛んに栄養繁殖を行うため、分布拡大速度が大きいことも優占種になれた要因<sup>(8)</sup>」等、奥日光千手ヶ原の植生について報告されています。

ニホンジカの生息密度については、「調査を開始した1995年は、千手ヶ原は30.9頭/km<sup>2</sup>であった。その後1997年まで30頭/km<sup>2</sup>前後で推移し、1998年に43.1頭/km<sup>2</sup>に増加したが、1999年には19.9頭/km<sup>2</sup>に急減し、2000年には再び34.9頭/km<sup>2</sup>へと急増する増減を繰り返して、2001年に8.1頭

/km<sup>2</sup>に減少した。その後は、2003年と2006年に10頭/km<sup>2</sup>を超える密度を示したが、2012年まで5頭/km<sup>2</sup>前後で推移している<sup>(9)</sup>」と報告されています。

## 5 調査地

今回の調査地は、栃木県日光市奥日光国有林内の市道1002号線沿い、外山沢川沿いの土砂堆積地及び氾濫原、西ノ湖林道終点から西ノ湖へ通じる遊歩道沿いの天然更新箇所を設定しました。標高は約1,300m、土壌は主に適潤性褐色森林土BD、湿性腐植型ポドソルPW(h)Ⅲ、沖積土、火山性土で形成され、気象庁「過去の気象データ観測」奥日光（中禅寺湖東岸付近）によれば、2018（平成30年）～2022（令和3年）における最深積雪（年ごとの値）の平均値は25.8cmとなっており、奥日光千手ヶ原は観測地点より標高が高いため、12月上旬から4月下旬頃まで積雪が残ります。

## 6 調査方法

奥日光千手ヶ原において順調に生育していると見られる天然更新箇所に、林縁部から中心部に向かい幅1m×長さ10mのプロットを5箇所設定しカラマツを対象に以下の調査を行いました。（1）樹高計測（逆目盛測竿により1cm単位で計測）（2）胸高直径計測（電子ノギスにより1mm単位で計測し樹高120cm未満は根元径を計測）（3）母樹からの距離・開空面積の計測（ドローン撮影した画像をオルソ化しGIS上で計測）（4）シカ被害等の有無（5）樹幹解析（調査地内の林冠を形成する優勢木2本から、根際、20cm、120cmと100cm毎に400cm以降は50cm刻みで円盤を採取）

## 7 調査結果

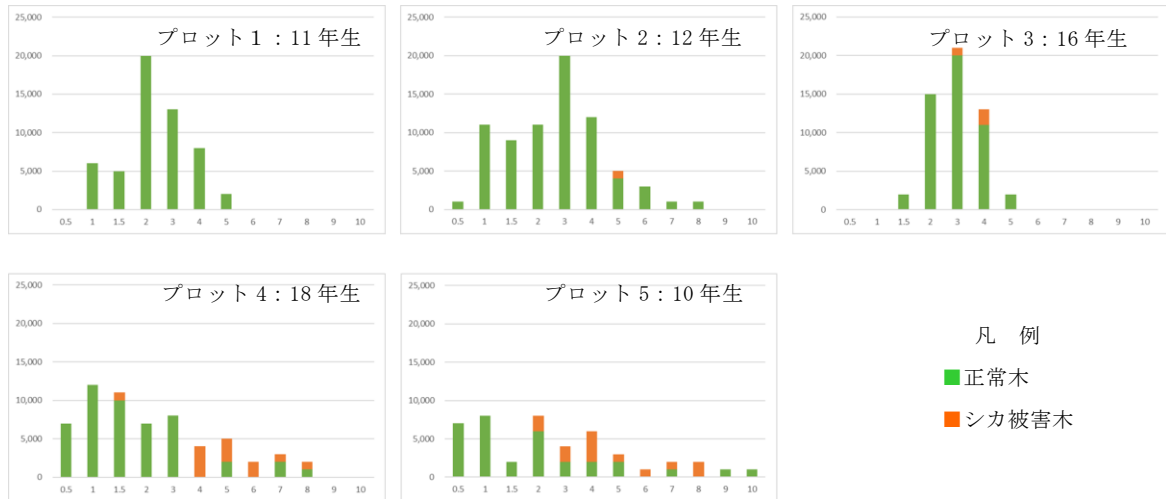
各プロットにおけるHA当たりの更新木は、45,000本から74,000本と高密度で生育していました（表-1）。18年生で最大樹高915cm、最大胸高直径98mmという成長を示す個体も見られました。一方で、成立本数と樹齢の関連性、成長に伴う個体数の減少、プロットの林縁部と中心部における個体数については明確な差が見られませんでした。

（表-1）各プロットの林分概況

Plot	林齢	HA当たりの本数	シカ被害本数 (本/ha)	樹高 (cm)				胸高直径(mm)			
				平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
1	11	46,000	0	233.4	82.7	435.0	135.0	11.1	6.5	29.3	3.1
2	12	74,000	1,000	276.4	135.2	710.0	52.0	13.9	12.7	76.4	0.5
3	16	61,000	12,000	270.0	204.0	800.0	28.0	21.2	17.3	82.0	1.2
4	18	45,000	13,000	375.4	224.7	915.0	140.0	25.1	20.3	98.0	5.1
5	10	53,000	3,000	256.2	79.7	451.0	110.0	14.9	8.2	42.0	3.0

※林齢はサンプルによって違いがあったことから最長年とした

樹高階分布は、一山型にピークがあり個体同士が競合しているプロット、各階層に広く分布し個体の優劣がはっきりしているプロットの2タイプに分かれ、シカ被害は、プロット4で約20%、プロット5で約29%となっており、天然更新箇所の林縁部とプロット内の獣道に被害が発生していました（図-1）。



(図-1) 各プロットの樹高階分布

更新木が生育している面積は、最大 2,070m<sup>2</sup> 最小 300m<sup>2</sup>、開空面積は、最大 4,330m<sup>2</sup> 最小 170m<sup>2</sup> となっていました (表-2)。プロット1はミズナラ、プロット3はカラマツの前生樹が林冠を覆ってきているため、開空面積が減少していました。

プロット中心部からカラマツ母樹までの距離は、最大で 123m、最小で 12m となっており、プロット1は、母樹のある北西方向まで平均でも 118m、南東方向には母樹が存在しない状況となっていました (表-3)。

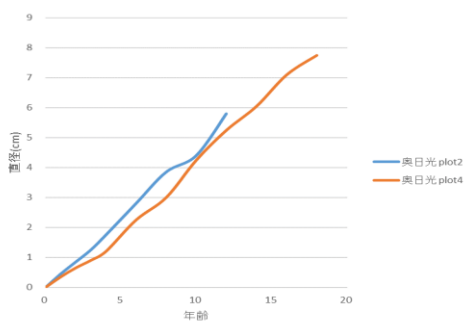
(表-2) カラマツ天然更新面積と開空面積

Plot	天然更新面積 (m <sup>2</sup> )	開空面積 (m <sup>2</sup> )
1	300	170
2	1,900	4,330
3	2,070	1,500
4	370	1,010
5	750	970

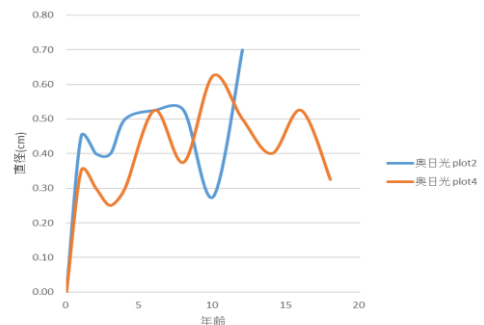
(表-3) 各プロットから母樹までの距離

Plot	母樹までの距離 (m)				
	東	西	南	北	平均
1	—	113	—	123	118
2	39	48	23	68	45
3	25	30	18	15	22
4	24	39	43	29	34
5	12	16	29	28	21

樹冠解析を行ったプロット内の優勢木2本について、プロット2は12年生で胸高直径 5.8 cm、プロット4は18年生で胸高直径 7.8 cm という肥大成長を (図-2)、また、プロット2で約 0.28 ~ 0.70 cm、プロット4で 0.25 ~ 0.63 cm という連年成長を示していました (図-3)。



(図-2) 更新木 (優勢木) の成長曲線



(図-3) 更新木 (優勢木) の連年成長曲線

## 8 考察

奥日光千手ヶ原に成立していた天然更新箇所は、火山性土の堆積地、河川の影響を受けた自然堤防、土砂移動により地表攪乱があった箇所等に、前生樹の風倒等によりギャップが形成され、母樹からの距離が近く種子供給を受ける機会があった等の条件が重なり成立したと考えられます。奥日光千手ヶ原では、1990年代前半に消失したクマイザサに変わりシロヨメナが優占していますが、シロヨメナよりカラマツの先駆性と繁殖能力が優位に働き天然更新が成立した要因については、ギャップにシロヨメナが優占している箇所の原因や、ニホンジカ採食圧との関係性を明らかにする必要があります。

## 9 まとめ

他地域のニホンジカ生息地においても、母樹からの種子供給、冬季の積雪、カラマツが競合植生より優位となる光環境、地表攪乱、地形、土壌等の条件が重なれば、意図的な天然更新は可能であると考えますが、より確実な天然更新を促すためには、カラマツの豊凶周期を把握し、豊作年を予想した補助作業を検討する必要があります。天然更新の補助作業は、林分単位で画一的に行うのではなく、天然更新の成立要件を満たす箇所を絞り、必要最小限の補助作業とすることが低コスト化に繋がると考えられます。また、天然更新箇所のシカ防除対策は、更新木や他植生のシカ採食圧等を観察しながら生息密度に応じて行う必要があると考えられます。

奥日光千手ヶ原は、かつてミズナラ林が多く分布していましたが、戦後カラマツが植林されました。その後、ササ類の枯死やニホンジカの増加等による影響を受け現在に至ります。今後、奥日光千手ヶ原は、国立公園の景観としてふさわしい本来の姿へ再生することが森林管理の主体となりますが、現存するカラマツ林の利活用や、天然更新技術の他地域への応用についても同時に検証したいと考えています。

## 10 引用文献

- (1) 高橋、松尾 (1960) カラマツ林業総説、日本林業技術協会
- (2) 五十嵐 恒夫、矢島 崇、松田 彊、夏目 俊二、滝川 貞夫 (1987) カラマツ人工林の天然下種更新、北海道大学農学部 演習林研究報告 44 (3)、1019-1040
- (3) 中川 昌彦、蓮井 聡、石濱 宣夫、滝谷 美香、大野 泰之、八坂 通泰 (2012) カラマツの天然更新施業のための表土除去が樹木の成長に与える影響—東神楽町での一例—、北方森林研究 60、117-119
- (4) 中川 昌彦、蓮井 聡、津田 高明、石濱 宣夫、滝谷 美香、八坂 通泰 (2016) カラマツの天然更新施業が可能な伐開幅の推定、北海道林業試験場研究報告 53、1-6
- (5) (6) (7) (8) 吉川 正人、今福 寛子、星野 義延 (2014) 奥日光千手ヶ原におけるササ消失後の林床植生の分布、日本緑化工学会誌 39 (3)、368-373
- (9) 小金澤 正昭、松田 奈帆子、丸山 哲也 (2013) ニホンジカシリーズ日光鳥獣保護区におけるニホンジカの増加と密度管理、水利科学 No. 334、11-25

## 360 度カメラの活用

下越森林管理署 内海 洋太

近年、YouTube 等でもおなじみの 360 度カメラについて、その活用方法についてご紹介します。

今回、私が使用したカメラは RICOH 社製の THETA SC2 という機種です。この 360 度カメラは上下左右の全ての映像を一回で撮影することができます。得られた写真を専用のソフトで閲覧してみると、臨場感ある写真が表され、画面をつかんで視点を変更することもできます。この特徴から、業務の中で活用できることはないかと探ってみました。



### <活用例①簡易収穫調査>

撮影された写真をパソコン内の写真閲覧ソフトで閲覧すると扁平な写真が表れます。これは、水平 360 度の映像であり、この特徴をいかして、ビッターリッヒができます。

日本森林技術協会の羅森盤というサイトに 360 度映像を使ってビッターリッヒをするソフト「簡易林内計測ツール」が紹介されていたので、それを使ってみました（図-1）。

使い方は、画面上の紫色の点を写真の樹木に合わせて、点よりも対象の樹木の径が大きければクリックします。すると画面上に点が残り、本数がカウントされていきます。同じ巾の場合は 2 回クリックすると緑色の点となり 0.5 本の扱いとなります。総本数はソフト画面の左下に計上されます。

360 度映像が有効な点は、現場で行うビッターリッヒと同等である以上に写真撮影をしておけば後から机上でもできるという点と、個人差が解消できるという点です。



図-1 簡易林内計測ツール（日本森林技術協会「羅針盤」より）

収穫調査の結果が出ている箇所と 360 度映像によるビッターリッヒを比較してみました（表-1）。ソフトを用いた結果と毎木調査の結果とは大きな差が出ました。これらの小班はいずれも高齢級であり、林相が一樣ではないため、写真撮影の位置によっても、カウント本数に影響があり誤差を大きくしたも

のと考えられます。

間伐の未実施林分や初回間伐のみの林分であれば、もう少し違った結果が出るかもしれません。今回は残念ながら、そのような箇所を加えることができませんでした。今後、さらにサンプル数を増やしていきたいと思います。

表-1 簡易林内計測ツールと収穫調査の結果比較

簡易林内計測ツール					毎木調査結果	差
林小班	カウント	n	平均樹高	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha
①	7~12.5	5	17	332	256	+ 84
②	6~14	5	20	373	540	-163
③	12.5~20.5	4	23	751.5	964	-213

### <活用例②3DレーザーOWLとの併用>

レーザースキャンにより樹木の直径や位置関係を把握するため、3DレーザーOWLによって得られた点群データを専用のビューアソフトで閲覧する際に、360度映像と並べて見ることにしました(図-2)。並べた映像から、樹種の判別、枯損木の確認、標準地範囲の内外等、点群データでは不明な点について補足することができました。標準地の位置を変更して見比べてみましたが、点群データとの比較で立木の位置関係が大変よく分かり、レーザータの取得ポイントでは360度撮影をすることが効果的であると考えられました。

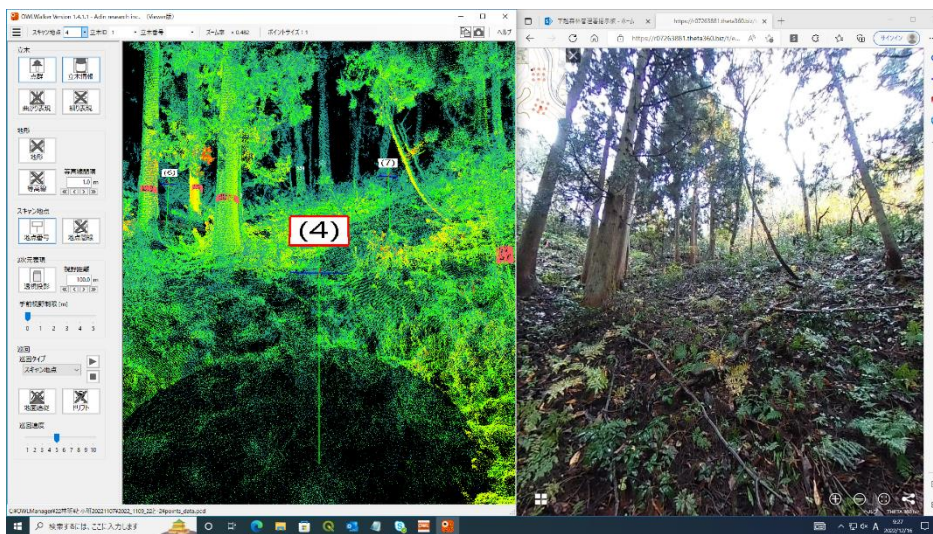


図-2 同地点での3DレーザーOWL点群データ(左)と360度映像(右)

### <活用例③立木販売>

今年度、立木の公売公告情報から360度映像を編集したHPにアクセスできるようにしました(図-3)。QRコードを掲載し、同時にURLリンクを貼りました。これによりパソコン画面で現地確認ができるほか、出先においてもスマホでの閲覧が容易にできます。

予定された現地案内が終わった後も現地の様子を見ることができ、管理署、買受け業者双方にとって利点があります。

この公売公告を配布したのち、入札までの間でHP へのアクセス数を調べたところ、最も多い物件で50回のアクセスがありました。

<p>林内の状況は 下記QRコードからご確認ください</p> 	スギ	生立木	低質材	426	230.45	平均直径 37cm	
	L	生立木	低質材	90	12.64		
	低質材計				516		243.09
合計				859	541.00		
<p>パソコンからは下記のURLからアクセスしてください</p> <p><a href="https://r07263881.theta360.biz/t/d2a3d7a8-1d2f-11ed-868b-06d61ac6b8d1-1">https://r07263881.theta360.biz/t/d2a3d7a8-1d2f-11ed-868b-06d61ac6b8d1-1</a></p>							

図-3 立木公売案内に掲載したQRコードとURL

#### <活用例④林況把握>

これまで、現地写真をデジタルカメラなどで撮影してきました。いずれの場合でも、林況の把握に、撮影方向のずれや周囲との位置関係が不足して十分な情報が得られないという経験をされた職員の方も多と思います。

しかし、360度映像では、視点を自由にすることで倍以上の効果が期待できます。視点を下から上を見上げたようにすると林冠の様子を確認することができ、視点を上から下を見下ろしたようにすると林床の様子も確認することができます(図-4)。



図-4 同地点での上層の様子(左)と下層の様子(右)

#### <活用例⑤災害状況の把握>

使用した機種は動画撮影も可能であるため、令和4年8月に起きた羽越地方の豪雨災害現場での撮影を試みました。普通のビデオ撮影では、視点方向を変えてそれぞれ撮影しなければならなかったのです



が、一回の撮影で自由に視点を変えることで路体決壊の様子などを確認することができ、災害状況の把握が容易になりました（図-5）。



図-5 同地点で視点を変更した林道災害現場の様子

### 360度カメラ活用の課題等

- ・収穫調査ではビッターリッヒと同等の調査が机上でできる利点は認められましたが、今後サンプル数を増やして現地立木調査の結果と比較検討する必要があると考えられます。
- ・3DレーザーOWLとの併用では、樹種の判別や枯損木の判断に360度映像が補助として有効であることが分かりました。
- ・立木公売への活用は大いに有効であると考えられるので、今後も続けていきたいと思えます。
- ・また、普段から360度カメラで林況を撮影することで、より詳細な現地の把握ができ、調査簿の修正へも役立てていきたいと考えています。
- ・災害状況を把握することにも大変役立ちました。

これらのように現地の状況把握に360度カメラを活用することは、大変有効ではないか考えられます。この活用例のほかにも、例えば貸付地における周囲との位置関係を把握する際にも有効であると考えられます。

さらに、下刈りの完了検査にも使えるように思います。こちらについてはまず今後実証してみることです。

IT機器の進化はめざましく、GPS機能付き360度カメラも今後は販売されることでしょう。そうなれば、360度カメラは現場に赴く際に欠かせないモノとなってくるに違いないと考えています。

## 2 森林保全部門

# ホーキ薙における植生マット緑化試験の手法及び結果について

大井川治山センター

平田和嗣  
黒木健吾

## 1 はじめに

### (1) 大井川治山センターとホーキ薙について

大井川治山センターでは平成 13 年度から大井川区域と榛原川区域の 2 つの区域で治山事業を実施しています。中でもホーキ薙は、榛原川区域に位置する約 26ha にわたる崩壊地で、崩壊地下部に治山ダムを 4 基、源頭部に簡易法枠などの山腹工を約 2.7ha 施工してきました。

### (2) マットの緑化試験について

ホーキ薙ではさまざまな工種を施工してきましたが、平成 28 年度に源頭部の山腹に施工した、マット伏工の緑化不良が問題となっていました。

そこで、令和元年度から山腹に試験地を設け、15 種類の植生マットを試験施工したうえで比較し、成績の良かったものをのちの工事で採用して施工することとしました（図 1）。

### (3) 緑化試験をやってみての疑問

緑化試験の手法について、詳細なマニュアルが無かったことから、令和元年及び 2 年の緑化試験では、マットの比較・評価は写真や目視で行い、施工コストも加味しつつ判断しましたが、

- ・令和元年頃からマットの評価は変わらないのか
- ・もっと客観的に調査することはできないのか
- ・引継の際に経緯をデータで後任が確認できないか
- ・緑化試験にかかる作業をできるだけ簡単に行えないか

といった疑問が浮かび上がりました。

### (4) 研究目的

そこで本研究は、現時点で最もホーキ薙に適した植生マットを決定し、時間の経過が植生マットの評価に及ぼす影響について考察します。

次に、客観的で経緯をデータとして保存でき、できるだけ時間がかからない緑化試験の調査方法を検討します。

最後に、これらの結果を踏まえ、緑化試験について大井川治山センター流の手法を提案したいと思います。

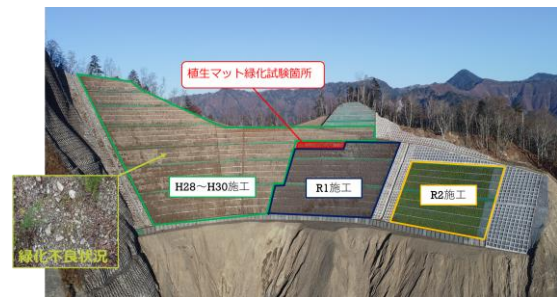


図 1 マット伏工の年度別施工箇所及び緑化試験箇所

## 2 時間の経過と植生マットの評価

### (1) 概要

今回はマット伏工の技術基準から評価項目として、

- ・各植生マットの被覆率

- ・バイオマス量
- ・出現種数

を比較し統計解析にかけることで、現時点で最も適した植生マットを決定しました。

## (2) 方法

### (ア) 野外調査

植生調査は、マットの植生が顕著にみられる7月から10月に月1回の頻度で、調査手法として一般的なコードラート法を用いて実施しました。令和元年と令和2年に最も評価の高かった植生マットはNo.1で、No.4は今年度工事のモノレールが上を通過していたため、検査対象から除外しました(表1)。

表1 試験地内植生マット比較表

会社名	マット番号	種類	種1	種2	種3	種4	種5	種6	(備考) 高さのリスト	
A社	1	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	ヤマハシロネ	ヤシロソウ		4,538円
	2	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	ヤマハシロネ	ヤシロソウ		5,425円
	3	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	ヤマハシロネ	ヤシロソウ		6,455円
B社	4	クワコト 赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	ヤマハシロネ			3,895円
	5	クワコト 赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	ヤマハシロネ			5,895円
	6	クワコト 赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	ヤマハシロネ			7,695円
C社	7	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ				5,780円
	8	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ				7,750円
	9	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ				9,425円
D社	10	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	コマツナギ	ヤリスノウ		5,720円
	11	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	コマツナギ	ヤリスノウ		7,750円
	12	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	コマツナギ	ヤリスノウ		9,635円
E社	13	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	コマツナギ			4,885円
	14	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	コマツナギ			5,415円
	15	赤砂 (植生20cmピッチ) 2層植生マット 用途: 緑化(20cmピッチ) 色: 緑色	ヨモギ	イタドリ	メハヒ	ヤドリギ	コマツナギ			7,815円

令和元年時に最も高評価

モノレール架設箇所のため除外

### (イ) 分析

野外調査で取得したデータから評価項目(被覆率・バイオマス量・出現種数)を算出し、数量を月ごとに統計解析しました。統計解析手法として主成分分析を行い、解析ソフトにはPythonを使用しました。

## (3) 結果

### (ア) 被覆率・バイオマス量・出現種数

まず各評価項目については、全14種の植生マットのうち、被覆率はNo.7及び12、バイオマス量はNo.7、総出現種数はNo.10の植生マットがそれぞれ高い値を示しました。

### (イ) 主成分分析

次に主成分分析については、まず7月末の因子負荷量(図2)を見ると、

- ・第1主成分得点が負に大きなものほど総合力の高い植生マットであること
- ・第2主成分得点は、バイオマス量が特に優秀なものは正に大きな値となり、被覆率・出現種数が多いものは負に大きな値をとること

が分かりました。また第1主成分は寄与率が8割を超えていることから、第1主成分得点をみれば植生マットを概ね評価できることとなります(図3)。

分析の結果、8~10月末の第1主成分の寄与率も8割近くを示したため、今回はすべての月の第1主成分から総合的に優秀な植生マットを決定しました。

各月の評価をまとめると、7月末から9月末まではNo.7が最も高い評価で、10月末はNo.12が一番ですが、No.7もそれに次ぐ評価でした。全体的にNo.7の植

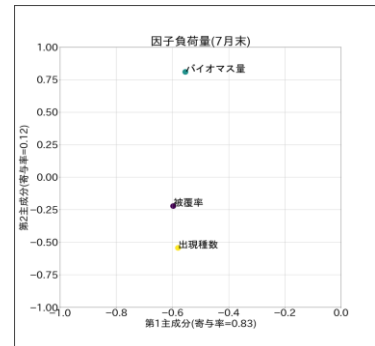


図2 7月末の因子負荷量 (第1主成分が横軸、第2主成分が縦軸)

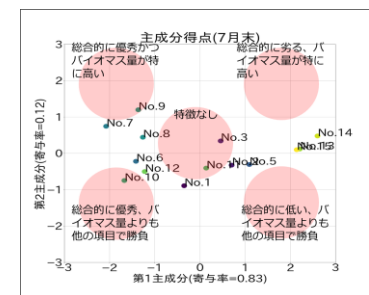


図3 7月末の主成分得点

生マットが高い評価を得たと思われます(表2)。表2 第1主成分得点による各月評価順位

(4) 考察

今回の結果では、令和元年時に評価の高かったNo.1の植生マットよりも、No.7が高い評価を得ました。これは施工当初からヨモギが優位であったNo.1に比べ、No.7は現在被覆面積の大きいヤマハギの群度が高くなっていることから、No.7の植生のほうが遷移が進み、ヨモギ以外の種も高い群度をもっていることで、評価の差が生まれたと思われます。よって、時間の経過は植生マットの評価に影響を与えると考えられます。

月	第1主成分得点の順位	マットNo	マットの特徴	参考(各項目の全14種中順位)
7月末	1位	7	肥料袋(50cm幅) 分解型遮陽ネット及びヤシ繊維ネット	被覆率:1位、バイオマス量:1位、出現種数:2位
	2位	10	肥料袋(50cm幅) 分解ポリエチレン及びヤシ繊維ネット	被覆率:同率1位、バイオマス量:5位、出現種数:1位
8月末	1位	7	同上	被覆率:1位、バイオマス量:1位、出現種数:2位
	2位	10	同上	被覆率:同率1位、バイオマス量:4位、出現種数:1位
9月末	1位	7	同上	被覆率:1位、バイオマス量:2位、出現種数:3位
	2位	12	基肥料(10cm幅) 間伐材(基肥料袋) ヤシネット シュート布	被覆率:同率1位、バイオマス量:4位、出現種数:1位
10月末	1位	12	同上	被覆率:2位、バイオマス量:3位、出現種数:1位
	2位	7	同上	被覆率:同率2位、バイオマス量:1位、出現種数:3位

今回、この影響は植生の遷移によるものと思料できましたが、植生の遷移は年月をかけて観察する必要があるため、草本植物による土壌環境等の安定化が進み、木本植物が優位に生育する植生マットを判断できるまで調査すべきと考えます(3~5年程度)。

また、今回は被覆率・バイオマス量・出現種数を評価項目としていましたが、実際に施工する植生マットを決定する際には、目的や状況によって柔軟に評価項目を変更すべきだと考えています。

今回行った主成分分析を用いれば、項目を追加して解析することは可能ですので、主成分分析よりも強力な手法等と併せて検討することが今後の課題です。

3 簡易的な調査手法の検討

(1) 概要

(ア) 植生調査の問題点

今回はコドラート法による植生調査を行い被覆率等を求めましが、この調査手法には、人によって群度や被度に相違があるなどの問題点があり、またプロットの作成や群度等の測定に時間がかかります。そこでより客観的で簡単な調査手法として、写真から調査する手法を検討しました。

(イ) 画像の色について

一般的な画像は構成単位である画素の数によって画質が決まり、これらの画素は色相・彩度・明度から成るHSV(H:色相、S:彩度、V:明度)などの情報から色を決定しています。これを利用して、緑色の情報をもつ画素を抽出し、その数が全画素数に占める割合がわかれば、画像から植生マットの被覆率を求めようと考えました(図4)。

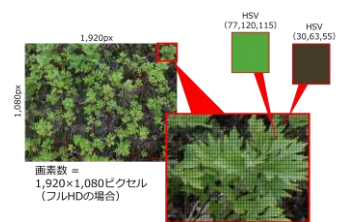


図4 画像の構成単位

(2) 方法

(ア) 写真の撮り方

写真は月1回、斜面の植生マット上にポールをあて、1mの距離で斜面と水平になるよう定点撮影を行いました(計17箇所)。

(イ) 画像解析プログラムについて

撮影した写真を画像解析プログラムにかけ、プログラムの作成・実行にはPythonを利用しました。緑色のついた画素数をカウントし着色率を求めることで、着色率と実際の被覆率との相関から本手法の有用性を確認します。

(2) 結果

解析の結果、7月末と8月末はどちらも高い相関を示しました(7月末:R<sup>2</sup>=0.8764、8月末:R<sup>2</sup>=0.8801)が、9月末と10月末は7月末と8月末に比べて相関が低く(8月末:R<sup>2</sup>=0.5772、10月末:R<sup>2</sup>=0.0017)、着色率自体も低い値となりました。

(4) 考察

今回の手法は7月8月末に高い相関を示したことから、この季節においてはかなり有効と考えられますが、秋以降は相関がかなり低く、実用的ではありませんでした。

これは、植物の冬枯れが始まると緑の色素が薄れることから、プログラムが緑色をうまく拾えなかったと考えられるため、本手法は冬枯れの季節の調査には向いていないと思われまます(図5)。

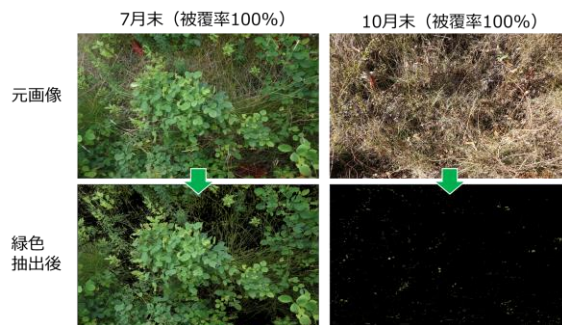


図5 画像解析比較(7月末及び10月末)

次に調査にかかった時間についてですが、本手法は写真を撮影するだけですので、作業時間は1プロットあたり1分もかかりません。また、そもそもプロットを作成する必要もないので、コドラート法と比較して、大幅な時間短縮が可能となりました。

評価順位をコドラート法と比較すると、今回の手法は被覆率だけを簡易的に比較したものですので、やはり評価順位には差異があります。

今後の課題として、被覆率以外の評価項目も画像などから簡易的にデータを取得できないか検討していきたいと思ひます。

4 緑化試験方法の提案

まずこれまでの結果をまとめると、

- ・令和元年と現時点では植生マットの評価が異なっており、これは植生の遷移が影響していると思われるため、緑化試験の調査期間は木本植物が優位に生育する植生マットを判断できるまで設けるほうが良い

- ・画像解析で被覆率を求める簡易的な手法は、植物が冬枯れする季節では精度が落ちるため注意が必要で、評価項目が被覆率しかないため総合的な評価は難しいということが分かりました。

最後に、この結果を踏まえた大井川治山センター流の緑化試験方法の提案ですが、

- ・コドラート法により植生調査を行い、各評価項目を主成分分析にかける手法
- ・画像解析による手法

の二つです(今回の結果を踏まえ、調査期間はどちらも3~5年程度とする)。それぞれにメリットとデメリットがありますが、どちらも客観的に調査ができ経緯をデータとして残せるので、人手不足や情報の集約化に対応しうる手法であると考えます(表3)。

表3 研究結果による二つの新しい緑化試験法の提案

	1	2
調査方法	コドラート法	写真撮影
調査期間	3年~5年	3年~5年
評価項目	被覆率、バイオマス量、出現種数など	緑色着色率(被覆率)
分析方法	主成分分析	画像解析
保管するデータ	野帳データ、主成分分析結果	画像、着色率データ
メリット	客観的に評価できる。好きな評価項目を追加できる。	客観的に評価できる。調査に時間がかからない。
デメリット	調査に時間がかかる。調査者によって評価に差異が生じる場合がある。	冬枯れ前の植生にしか適用できない。評価項目が被覆率のみ。
詳細	コドラート法により植生調査したデータから各評価項目を算出し、主成分分析にかける。 総合的に評価の高かった植生マットを採用する。	撮影した画像を画像解析にかけ、画面全体のうち緑色がどれくらいあるかで植生の被覆率を推定する。 もっとも被覆率の高いマットを採用する。

# 群馬県におけるナラ枯れについて

群馬県林業試験場 北野 皓大

## 1 ナラ枯れとは

ナラ菌と呼ばれる病原菌を運ぶカシノナガクイムシが樹木に大量穿孔（マスアタック）をすることで、ミズナラ、コナラなどのナラ類が通水障害を起こし枯死に至る伝染病です。

樹木が枯死すると森林の公益的機能の低下を招くだけでなく、被害枯死木の倒伏等による人身被害やインフラへの影響、景観の悪化による観光への影響など、様々な障害を引き起こすことが懸念されます。

## 2 被害状況

群馬県では平成 22 年から被害が発生しており、発生後は微減傾向にあったものの、平成 29 年から増加傾向となり、令和 2 年に急激に被害が増加しました（図 1）。

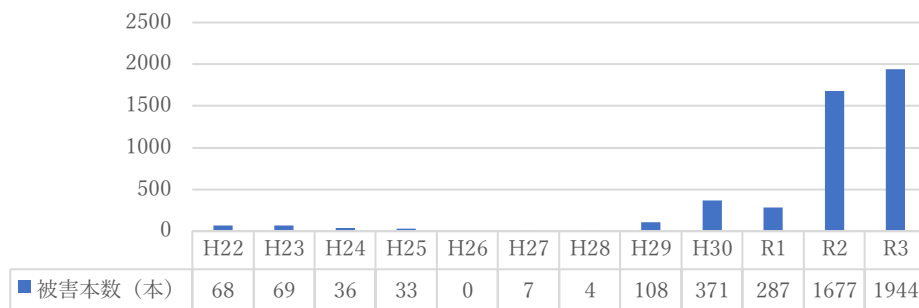


図 1 ナラ枯れの被害推移

## 3 カシナガ生息状況

群馬県内のカシナガの生息状況を把握するためにモニタリング調査を実施しました。調査の結果、令和 3 年度はトラップを設置した 27 カ所の 13 カ所、令和 4 年度は 17 カ所でカシナガが捕獲されました（図 2）。カシナガは県内各地の未被害地（前橋市、藤岡市、高山村、榛東村、桐生市）においても生息が確認されました。

カシナガが在来種であることから、低密度で生息していたと考えられます。また、令和 3 年の結果と比較すると生息域は拡大傾向にあり、榛東村と桐生市においては倍以上捕獲されました。

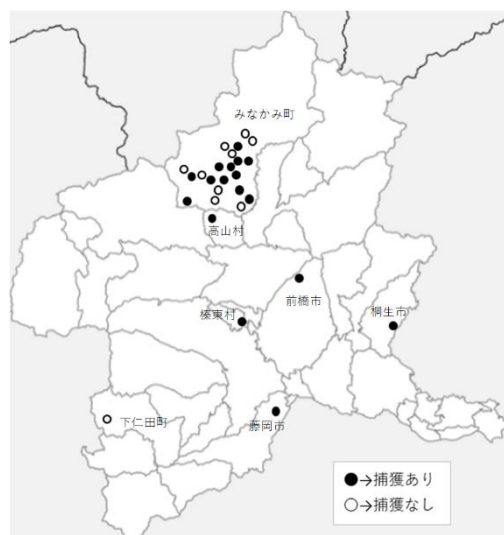


図 2 モニタリング調査結果

## 4 群馬県のナラ枯れの状況

### (1) みなかみ町

被害発生当初は上越線土合駅付近で発生しました。その後は利根川沿いを中心とした東西の天然林を対象に南下し、南下につれて被害樹種はミズナラからコナラへと変化しました。そして、今年度の調査で上越線後閑駅付近まで被害が拡大していることがわかりました。

## (2) 館林市

令和4年3月に館林市内の野鳥の森自然公園で被害が発見されました。森林総研の指導の下、同定を実施したところ被害材の中からカシナガが捕獲され、ナラ枯れであると判明しました。被害発見が3月であることから、ナラ枯れは前年の夏に発生したと考えられます。

同定で捕獲されたカシナガを宇都宮大学に依頼し、遺伝解析を実施してもらった結果、埼玉方面からの侵入が考えられました。

## (3) 太田市

令和4年8月にぐんまこどもの国（群馬県立金山総合公園）で被害が発見されました。当林試で同定を実施したところカシナガが捕獲され、ナラ枯れと判明しました（図3）。被害調査を実施したところ、51本の枯死木が発見され、かなりの本数が枯死に至っていました。



図3 材から顔を出すカシナガ

## (4) 邑楽町

令和4年9月に群馬県立緑化センターで被害は発見されました。現在、同定を実施できていないため被害木が伐倒され次第実施を予定しています。

## 5 群馬県のナラ枯れ防除事業

### (1) おとり丸太法（みなかみ町）

みなかみ町が実施しているナラ枯れ対策事業で、町内5カ所に10～20㎡のコナラを6月から11月まで設置しました（図4）。

令和4年度の防除効果の結果は、約9万5千頭のカシナガを捕獲することができ、68万1千頭の翌年度の脱出を防止したと推測されました。



図4 おとり丸太設置の様子

### (2) 粘着シート法（みなかみ町）

みなかみ町が実施しているナラ枯れ対策事業で、町内2カ所（計27本）に6月から11月まで設置しました（図5）。

令和4年度の防除効果の結果は、被害木6本分の粘着シートから2129頭捕獲されました。

### (3) 樹幹注入（館林市）

野鳥の森自然公園内の未被害のコナラ171本に対してナラ枯れを予防するために樹幹注入を実施しました。

### (4) 粘着シート法（館林市）

野鳥の森自然公園内のナラ枯れ被害木7本に対して粘着シート法を6月から12月まで設置しました（図5）。

令和4年度の防除効果の結果は、被害木3本分の粘着シートから1942頭捕獲されました。



#### (5) 誘引捕殺

野鳥の森自然公園内の樹幹注入を実施したコナラ5本に KMC トラップを1本につき3器ずつ設置しました(図6)。設置期間は6月から12月です。

令和4年度の防除効果の結果は、11月までに約7万8千頭のカシナガを捕獲しました。



図5 粘着シート設置の様子



図6 KMC トラップ設置の様子

## 6 まとめ

みなかみ町だけでなく、県内各地においてもカシナガの生息が確認され、未被害地においても低密度で生息していることが考えられました。そのため、被害地に隣接していなくてもナラ枯れ被害発生の可能性があり、警戒と対策をする必要があると考えられました。

みなかみ町では被害が南下傾向にあり、現在は上越線後閑駅付近まで拡大しています。今後、更なる拡大が予測され隣接する地域は被害発生の警戒が必要です。

東毛地域で新たな被害発生地として、館林市、太田市、邑楽町が加わり、人の生活圏や里山におけるナラ枯れ被害の拡大が懸念されます。

防除対策として、防除を実施する立地や被害程度、目的などに合わせた防除方法を選択することが重要です。県内で実施した防除対策では、それぞれの地域の特性や状況に合わせた防除を選択し、適期に実施しています。

今後の課題として、県内全域のカシナガの初発日や生息域、拡大状況を把握するために継続的に調査を実施します。また、人の生活圏や里山で被害が発生しているため、適切な管理が必要となります。そのために、樹木の伐倒や防除などの方法を検討する必要があると考えます。

# 航空レーザ測量を用いた土砂移動調査 —足尾国有林の「観測監視地区」のこれからに向けて—

日光森林管理署 田中 裕貴・諸星 智之

## 1. 背景・目的

はじめに、国内最大規模の銅の生産を誇った栃木県足尾地域は、燃料材や坑木の採取、山火事による森林の焼失、精錬に伴う亜硫酸ガスにより、緑化が困難な荒廃地が広がっていました。昭和31年より関係機関が協同した本格的な緑化事業が開始され、現在は広い地区に緑が蘇り、環境学習等のフィールドとなっています。平成15年には、公害の歴史を後世に伝えること等を目的として、治山事業実施の可能性を排除しない形で、下流への影響が心配されない荒廃地の一部を保存する「観測監視地区」を設定しました<sup>1)</sup>。

令和5年には、「観測監視地区」が設定され20年の節目となることから、「観測監視地区」のこれからの検討する必要があります。そのためには、「観測監視地区」を設置したことによる下流への土砂流出等の影響調査が求められることから、これを本発表の目的としました。調査には、航空レーザ測量のデータを使用し「荒廃地と地形の関係」及び「地表面の土砂移動」を把握しました。



写真1. 観測監視地区の全景（平成17年撮影）

## 2. 対象地

対象地である「観測監視地区」は、栃木県日光市（旧足尾町）の松木沢に位置し、面積は491.3haです。松木沢には6基の砂防堰堤が設置されています（図1）。年平均降水量1739mm（2012～2021年）は全国平均と同程度であり、令和元年東日本台風の際には、日最大雨量424mmを観測しました。

「足尾地区航空レーザ測量業務（R2三次補正）」による荒廃地データ（一部欠落部分に関しては新たに判読）より、「観測監視地区」の荒廃地を抽出すると荒廃地は136.3ha、荒廃率（観測監視地区に占める割合）は27.7%となっています（図2、表1）。



図1. 対象地の位置



□: 観測監視地区 □: 荒廃地

図2. 荒廃地の分布

表1. 荒廃地の面積と荒廃率

観測監視地区	荒廃地	荒廃率
491.3ha	136.3ha	27.7%

### 3. 荒廃地と地形の関係について

先ほどの荒廃地データと「足尾地区航空レーザ測量業務（R2 三次補正）」により取得したDEM（Digital Elevation Model；以下，DEM\_R3）より荒廃地と地形の関係について調べました。DEM\_R3より標高図，傾斜図，TPI図（地形の凹凸，つまり尾根谷を示す地形指数）を作成しました。これにより観測監視地区の地形分布を把握し、荒廃地データを重ね合わせることで荒廃地の地形的な特徴を考察しました（図3）。

#### 【標高】

観測監視地区の平均標高は1,306m，荒廃地の平均標高は1,378mでした。観測監視地区の標高100mごとの分布（10クラス）と荒廃率（クラス全体の面積に占める荒廃地の割合）を求めると，1401m～1600mの範囲において荒廃率が約50%と高くなっています。地区内の斜面上部付近は，風衝地となっていることから植生の侵入が遅れていると考えられます。

#### 【傾斜】

観測監視地区の平均傾斜は43.9°，荒廃地の平均傾斜は44.5°でした。観測監視地区の傾斜10°ごとの分布（9クラス）と荒廃率を求めると，31～60°の範囲で全体の荒廃率（27.7%）を超えており、急斜面の表土が移動しやすい条件で荒廃率が高くなると考えられます。また，61～90°の範囲で荒廃率の低下が見られ、これは急崖地で露岩地が多いことから荒廃地となる崩壊の発生が少ないと考えられます。

#### 【TPI（尾根・谷）】

TPIという地形指標は，周辺標高の平均値と中心のセルとの位置関係を示しており，正の値が尾根，負の値が谷となっています。-9～-3mの比較的浅い谷において，荒廃率が全体の荒廃率を超えています。これは0～1次谷に水が集まり，表土が移動しやすいためであると考えられます。

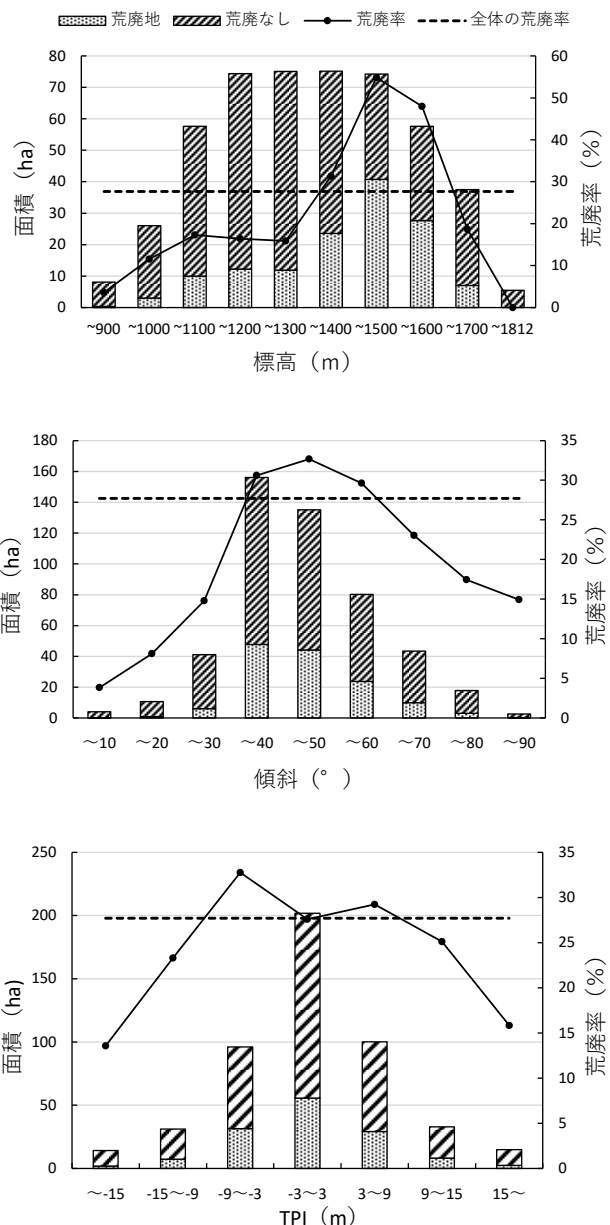


図3. 荒廃地と地形の関係（標高，傾斜，TPI）

以上をまとめると，観測監視地区の荒廃地は，斜面の上部付近の風衝地，31～60°の急傾斜地，0～1次谷の集水地に多く分布する傾向が確認されました。

## 4. 地表面の土砂移動について

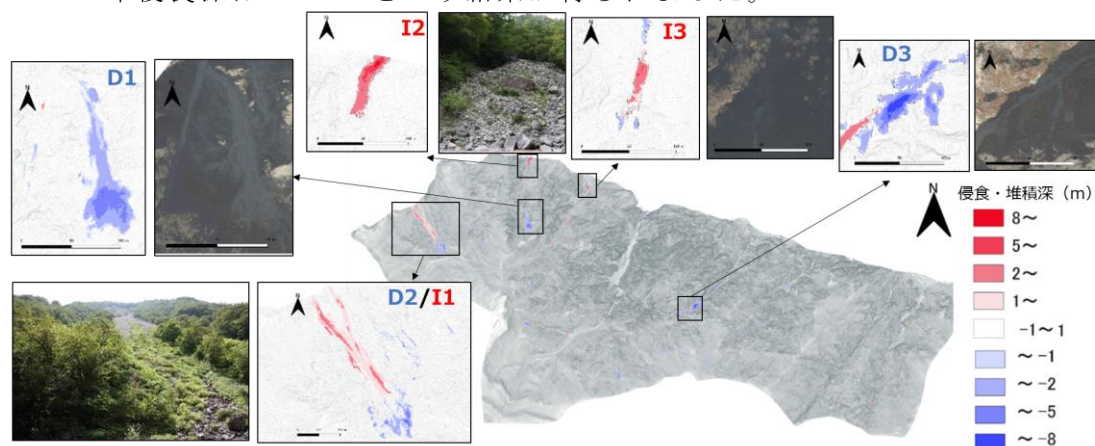
### 4-1. 方法と留意点

この解析では、「平成 19 年度三川支流域地区松木沢観測監視地区地形測量業務」により取得した DEM（以下、DEM\_H19）と DEM\_R3 の 2 時期の DEM を使用し、QGIS を用いて処理を行いました。まず、2 時期の DEM について、東日本大震災によるズレが生じていたため、人口構造物を参考に DEM\_H19 を南に 0.5m、東に 0.5m 移動させました。次に、DEM\_R3 より DEM\_H19 を減じる差分処理を実行し、14 年間の標高変化量を得ました。ここで得られた標高変化箇所から土砂移動箇所を抽出しました。まず、航空レーザ測量の精度と判読の現実性を考慮し、変化量 1m 以上かつ 5m<sup>2</sup> 以上の標高変化を顕著な標高変化として抽出しました。その後、2 つの DEM の地表面処理の違いにより発生したと考えられる急崖地等の顕著な標高変化について、航空写真及び等高線を参考に土砂移動ではないと判断し、除去することで土砂移動箇所を抽出しました。

次に結果を示しますが、航空レーザ測量を用いた差分処理には、①～④のような誤差があることから、結果を見る際には留意してください。①異なる測量時期による DEM のズレ ②急崖地等における航空レーザ測量の精度悪化による誤差 ③地表物除去の処理の違いによる誤差 ④東日本大震災による地形変動（水平移動・隆起）

### 4-2. 結果

14 年間の累積土砂移動が大きかった上位 3 カ所について、減少（Decrease）を上位から D1, D2, D3, 増加（Increase）を上位から I1, I2, I3 とし、拡大表示します（図 4）。図中の青色が地形の侵食や崩壊、赤色が土砂の堆積を表しています。平成 19 年時点ですでに崩壊していた箇所の拡大崩壊や、溪床の侵食が顕著であり、その土砂発生源の下流や谷の出口に堆積があると考えられます。荒廃地（図 2）と侵食箇所の関係を見てみると、約 7 割の侵食箇所が荒廃地に位置していました。侵食・堆積箇所の面積は 5.5ha、観測監視地区に占める割合は 1.1% となります。また、観測監視地区から流出する土砂量は、青色の土砂発生から地区内に留まる赤色の堆積を減じた量となります。今回、年間 3124m<sup>3</sup> の土砂が観測監視地区外へ流出しており、土砂移動箇所 5.5ha の年侵食深は 56.6mm という結果が得られました。



※写真は令和3年10月航空写真及び令和4年8月調査写真

観測監視地区	侵食・堆積箇所	面積率	年土砂流出	年侵食深
491.3ha	5.5ha	1.1%	3124m <sup>3</sup>	56.6mm

図 4. 観測監視地区の土砂移動について

### 4-3. 観測監視地区全体の侵食深に係る試算

先の結果を踏まえ、観測監視地区全体の侵食に関する試算を行いました。地区全体の試算には、土砂移動箇所として抽出されなかった箇所の侵食を考慮する必要があります。そこで、平成17年に実施された観測監視地区内の斜面の被覆状態の違いによる斜面侵食調査<sup>2)</sup>の結果をもとに、荒廃地に年侵食深0.53mm、森林等に年侵食深0.21mmを適用して試算しました。表2のように計算した結果、観測監視地区全体の年土砂流出量が4552m<sup>3</sup>、年侵食深が0.93mmという結果が得られました。一般的な年侵食深のオーダーが農耕地で10<sup>0</sup>~10<sup>-1</sup>mm、草地・林地で10<sup>-1</sup>~10<sup>-2</sup>mmと言われている<sup>3)</sup>ことから、試算結果の年侵食深0.93mmは、農耕地~草地・林地と同程度の侵食であると評価できます。つまり、この14年間で「観測監視地区」からの土砂流出は下流域へ大きな影響は与えていないと考えられます。

表2. 観測監視地区全体の年侵食深

	面積 (ha)	侵食深事例 (mm)	年土砂流出 (m <sup>3</sup> )	年侵食深 (mm)
全体	491.3	—	4552	0.93
土砂移動箇所	5.5	—	3124	56.59
荒廃地	133.0	0.53	705	0.53
森林等	352.7	0.21	723	0.21

### 4-4. 現地調査

これらの結果は、机上で得られたものであり、地表物の状態が不明であることから、現地調査を行いました。松木沢沿いに最奥の拡大崩壊地 (D2/I1) まで踏査し、土砂移動箇所や植生の観察を行いました。最奥の拡大崩壊地の植生は、ススキやヨモギ等の先駆植物に加え、鹿の不嗜好性植物であるテンニンソウが群生し、リョウブには鹿の食害痕が見られました。このように安定した堆積箇所には、遷移の初期植生が成立していました (写真2)。



写真2. 拡大崩壊地の斜面下部の植生

## 5. まとめ

以上の結果より、平成19年~令和3年の14年間において、観測監視地区から下流へ顕著な土砂流出はなかったと考えられます。この結果は、令和元年東日本台風の激甚な降雨を経た結果であること、また松木沢には複数の砂防堰堤が配置されていることを踏まえて、観測監視地区を今後継続することの下流域への懸念は少ないと判断できます。この判断を踏まえ、観測監視地区のこれからに向けた課題は、観測監視地区を設置した当時から変化した緑化状況等を考慮し、現在における観測監視地区の意義を再整理した上で治山や環境の学習の場として効果的に提供すること、また鹿の食害が出ていることを踏まえた植生回復への影響を検討する必要があると考えます。

### 参考文献等

- 1) 関東森林管理局：【プレスリリース】足尾国有林における観測監視地区の設定について、2003
- 2) 関東森林管理局：森林の多面的機能活用を目指した足尾地区基本構想策定調査、2006
- 3) 川口武雄：山地からの土砂流出対策としての森林・治山工を考える、2002

# シカ防護柵による森林生態系への影響について

## ～森林レクリエーションの場におけるシカ柵と生物多様性～

日光森林管理署 藤原森林事務所 三井 華

### 1. 背景

ニホンジカによる樹皮剥等の森林被害は年々拡大を続け、その深刻化が全国的に懸念されています。これが森林施業に大きく関わることはもちろんですが、森林浴や自然観察、野外スポーツ等に適した森林レクリエーションの場においても、下層植生への食害により生物多様性の低下を招くとしてしばしば問題となっています。そのため、これらシカ被害への対策として最もよく用いられているのがシカ防護柵（以下、シカ柵）になります。

そもそも生物多様性とはなにか？簡単に言うと、人間や動植物、菌類、微生物を含む地球上のすべての生き物が個々に繋がりを持っているという考え方のことを指します。そしてそれらの調和がとれた状態が最も優れているとされており、言い換えれば、シカが増えすぎて偏りのある状態・またそれに伴う下層植生が衰退した状態は、調和の乱れた状態にあり、生物多様性が低下していると考えられます。そのためシカによる森林被害の中には林業に直接つながる面だけでないことも考慮して対策をする必要があります。

そしてこのシカ被害を防除する方法として、最もよく用いられるのが冒頭でも説明した「シカ柵」になります。特に今まで述べた森林レクリエーションの場では、森林生態系の保全を目的として利用されます。これは、シカの侵入を直接制限することで密度を減らし、下層植生を保全するというものです。しかし、ここで一つの疑問がありました。このシカの侵入を直接制限できる柵ということは、シカ以外の防除対象ではない動物も制限してしまい、かえって柵内の動物の多様性が低くなってはいないか。あるいはシカの密度の増減がほか動物に何かしらの影響があった場合に、シカ柵の設置の仕方を検討する必要はないか、ということです。

今回のように広大な範囲を囲うシカ柵の場合、施業で利用するシカ柵とはまた別の面があると思います。今後林野庁として森林生態系の保全を目的として、森林レクリエーションの場や保護林において植生を守るためにシカ柵を設置する機会が増えた場合、植物だけでなく動物にも注目して生物多様性を考えることは重要な課題であると考えられます。

以上のことから、森林植生保全のためのシカ柵が、森林生態系における生物多様性にどのような影響をあたえるのかを目的として、奥日光の中西部に位置するレクリエーションの森「小田代・湯ノ湖自然観察教育林」を調査地に設定して調査を行いました。

### 2. 材料と方法

#### (1) カメラの設定および期間

カメラの設定は30秒間の動画でインターバル5分、撮影期間は令和3年7月～令和4年8月までの約1年間、データ回収は約1月毎に行いました。

#### (2) 撮影場所

小田代・湯ノ湖自然観察教育林で、カメラの設置場所は、戦場ヶ原沿いに5箇所、小田代原沿いに2箇所、西ノ湖周辺4箇所になります。また今回調査を行ったシカ柵は、延長が約17kmにおよび、囲われている面積は約980haにも及びます。撮影は月に1度ほどの定期的なカメラデータの回収を考慮して、歩道もしくは車道沿いで、動物の痕跡が多くみられる広葉樹林内を主に選定して設置しました。

(図 1)。



図 1, 位置図及び撮影の様子 (シカ柵範囲は国有林内のみ明記)

### 3. 結果

#### (1) シカ柵内外の撮影回数及び撮影頻度の比較

全撮影日中にどの地点でどの動物がどれだけ撮影されたかを記録し、撮影回数の比較的多かったアナグマ・イノシシ・キツネ・クマ・サル・シカ・タヌキ・テンの八種類を対象動物として検討しました (表 1)。データの扱いについては 30 分以内に撮影された同種個体については個体識別ができる場合を除いて同一個体として記録しました。また同種が一度に複数個体撮影された場合でも撮影回数は 1 回とカウントしました。

動物種	シカ柵内						シカ柵外						平均		P値
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	シカ柵内	シカ柵外		
アナグマ	8	2	1	1	0	0	1	4	25	4	0	2	7	<0.001 ***	
イノシシ	5	29	1	3	2	3	8	34	7	17	0	7	13	0.001 **	
キツネ	1	13	3	18	16	1	1	21	3	2	0	9	5	0.056	
クマ	1	1	0	1	0	0	0	11	2	0	0	1	3	0.010 *	
サル	2	0	3	9	1	5	5	26	15	7	11	3	13	<0.001 ***	
シカ	23	21	21	23	10	3	168	226	135	61	157	17	149	<0.001 ***	
タヌキ	39	9	14	5	6	1	1	25	17	4	2	12	10	0.300	
テン	1	1	4	1	2	2	0	9	14	1	1	2	5	0.005 **	
合計	80	76	47	61	37	15	184	356	218	96	171	53	205		
多様性指数	3.06	3.95	3.67	4.28	4.14	5.19	1.29	2.43	2.62	2.68	1.33	4.05	2.07		

表 1, 全撮影日数 (R3, 7/26~R4, 8/19) における撮影回数

まず地点別にみた撮影回数の合計数は、A~F までのシカ柵内よりも G~K までのシカ柵外で明らかに増加しており、そのほとんどがシカの撮影回数の増加に影響を受けていました。また各動物の撮影回数の平均値をみても、キツネ・タヌキを除いてシカ柵外が高く、特にシカに関しては約 9 倍も高くなっていました (表 1)。

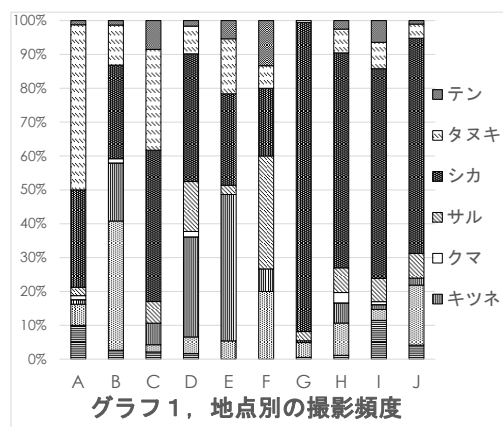
またこれらシカ柵内外の動物の出現差が、本当にシカ柵の影響と考えられるかどうかを確認するため、一般化線形モデルを用いて柵の影響の解析を行いました。その結果、アナグマ、イノシシ、クマ、サル、シカ、テンに関してはシカ柵外で有意に撮影回数が多くなっていることがわかりました。反対にタヌキとキツネについては、有意差は見られませんでした (表 1)。

続いて各地点において動物割合を把握するため、撮影頻度を算出して比較しました（グラフ 1）。その結果、シカ柵内でのシカの撮影頻度は最高でも 45%ほどにとどまっていますが、シカ柵外では 60%から 90%とかなり高い数値となっています。つまり表 1 の結果と合わせ考えると、シカ柵内外でシカの個体数と密度にはおおきな差がある可能性が考えられました（グラフ 1）。

最後に、シカ柵の有無が多様性にどう影響しているかを調べるため、多様性の度合である、種数の豊富さと種の均等さの関係をだした、多様指数というものを算出しました（表 1）。結果、シカ柵外の多様指数はシカ柵内より低い値となりました。これはシカ柵内の方がシカ柵外よりも多様性としては良い状態であることを示しています。

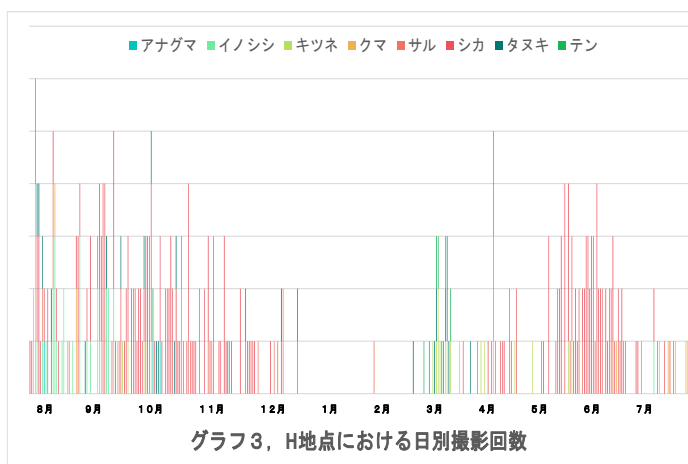
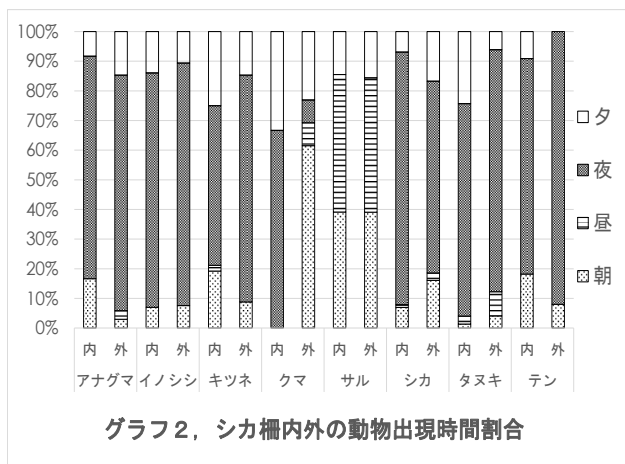
以上のことから、シカ柵外はシカ柵内に比べてキツネ・タヌキを除くほとんどの動物種でその撮影回数が有意に多く、シカ柵外の方が全体的に動物の個体数が多くなっている可能性が考えられました。言い換えれば、シカ柵内は防除対象でない動物もその個体数が制限されている、という可能性は捨てきれませんでした。

ただし、シカ柵外で各動物種の個体数が多くても、シカの密度が柵内よりも高いため、生物多様性としては、シカ柵内の方が良い状態であることもわかりました。



## (2) 各動物の行動比較

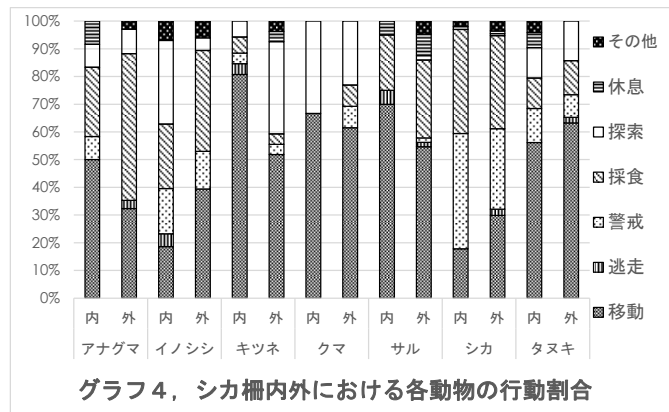
次に、シカの個体数の違いが各動物にあたる影響について、まずは各動物の出現時間の割合から比較しました（グラフ 2）。その結果、多くの動物種が同じように夜行性をしめし、シカ柵内外でその活動時間に大きな違いは見られませんでした。これはシカが同じ場所に滞在するのが最大でも連続 40 分程度であったこと、また最もシカの撮影回数が多かった H 地点を参考にすると、シカの撮影が多かった同日にも複数種の動物が確認できたことなどから、シカの数が多くとも個体の移動が頻繁に見られ、シカのいない時間帯に他の動物も出現できる状況だったためと考えられます。ただ、季節によってはシカの占有が多い時期もあり、今後も調査をする必要があると考えられます（グラフ 3）。



続いて、動物の行動を、移動・逃走・警戒・採食・探索・休憩・その他、の 7 つに分類し、各動物の行動割合をシカ柵内外で比較しました（グラフ 4）。結果、アナグマ・イノシシ・キツネに関しては若干の行動の違いが見られますが、他の動物については大きく行動の異なる動物はいませんでした。行動が変化した動物については、アナグマがシカ柵外、イノシシがシカ柵内で一時期カメラ周辺を繁殖地とし



ており、その影響で行動に偏りがでた可能性が考えられます。キツネについてもシカ柵外の一つのカメラ周りでのみ探索行動が見られたため、たまたまそこにキツネが誘引される何かがあったと考えられます。逆にシカに関しては、シカ柵内外でかなり個体数が異なるものの、行動割合にほとんど変化がなかったため、シカにとってはシカ柵内外の環境差はほとんど影響がなかったと考えられます。



#### 4. まとめ

本調査地の植生保全のための大規模なシカ柵は、動物の多様性を守るためには有効であることが考えられます。しかし、シカ柵内外の動物の出現率や密度の差をみると、シカ以外の防除対象ではない動物の個体数を制限している可能性は捨てきれませんでした。本調査地は植生保全のために設置されているため、造林地などの事業地よりも網の目合いは大きめに設定されていたりと、動物に配慮した作りになってはいますが、継続して状況を把握する必要はあると考えられます。

また、本調査ではシカの個体数や密度に他の動物は影響を受けてはいないようでしたが、他の研究ではシカの高密度化で他の動物が生息しなくなったという例もあります。そのため、今後もシカの個体数が増え続けた場合、柵外の動物種が減少していく可能性も考えられます。その時、シカ柵内が他の動物の避難場所として使えるかもしれません。そのため、今後同じような環境で柵を利用してシカの個体数を制限する場合は、対象種であるシカ以外の「排除すべきではない動物」にも注視し、柵の目合いはもちろん、地面や空中に動物が通れる人口的な通路を作るなどして、動物が自由に移動できるように工夫をする必要があるかもしれません。

#### 参考文献

- 生物多様性からのアプローチ -シカ密度とその植物、齧歯類、鳥類の育成・生息状況と関係- (荒木 1998)
- カメラトラップ調査の手引き (環境省 2009)
- 採食行動の比較からツキノワグマとニホンザルの種間関係を考える (大井 2013)

# 環境に配慮した治山事業の取組

上越森林管理署 百瀬 遼  
中村 楽人

## 1 はじめに

環境に配慮した治山事業の取組として、令和元年東日本台風により新潟県妙高市の一級河川関川の支流部にあたる真川の既設構造物の基礎が洗掘され、防災機能の低下及び既存の魚道工の機能低下が見られたので、令和2年度に魚道工を実施しました。翌年の令和3年度に復旧したところですが、事業の経過観測を行い、一定の期間が経過しましたので、今回取り組みとしてご紹介します。

## 2 事業化の経緯

平成元年に施工した床固の下流部は、①石礫による洗掘を受けており流域面積 1300ha 以上と広大で流水量が多いことから今後もさらに洗掘が進行するおそれがあり、基礎地盤の破壊や既設ダム自体の不安定化が懸念されます。また、②洗掘により左岸側に設置された魚道遡上入口と溪床との間で約 2m の落差が生じ、魚道としての機能を果たしていない状況であり、魚道の改善対策が必要と判断しました。



写真-1

その他③溪床の低下により魚道擁壁の基礎部洗掘が確認され、さらに④上流側魚道遡上出口の鉄格子に木の枝などの流れ木が確認されたため、魚道出口が閉塞した場合魚の遡上の妨げとなる可能性があったため、これらの補修対策を含めた第2号コンクリート床固における副ダム及び新たな魚道の計画を検討し事業に着手しました。（写真-1）

## 3 魚道の対策について

構造物の構成として、上流部に平成元年度の既設ダムがあり下流部に今回新たに施工した副ダム及び魚道を配置しています。（写真-2）

真川で実施した魚道の各種環境、生態系に配慮した対策については次の4点となります。



写真-2

1 点目は、魚道の施工位置についてです。

平成元年度に施工した魚道は折り込み型を採用したところですが、溪流魚を管理している関川水系漁業協同組合によると、溪床幅や流量にもよりますが溪流魚は水量が多い箇所から遡上する性質があり、それらの対応策として真川の流域ではより流量が確保できる中央の設置が最も効果的であるとの見解をいただきました。これらを踏まえ、放水路中央部に溪床幅の一部を魚道として活用する形式として張り出し型の魚道を採用しました。（写真-3）

2 点目は、魚道スロープ内の配慮についてです。魚道スロープ内にはコンクリート製のくぼみを設けたブロックを階段状に設置しました。段差を設けることで魚道の水の勢いを抑えブロックのくぼみは各魚道ブロックに最大 25cm 程度のプールを設けることにより、溪流魚が遡上するときに助走しやすい構造を採用しました。（写真-4）

3 点目は、減勢池の設置です。

減勢池とは、魚道の出入口を巨石などで囲うことで川の流れを阻害することなく緩やかにし溪流魚の休み場として設ける池のことです。

なお、利用した巨石は現地発生材を使用することで景観及びコスト削減を図る工夫も施しています。（写真-5）

4 点目は、既設魚道出口に流れ木が流入し魚道出口が閉塞する事象が頻繁に発生していたため改善対策の実施です。

施工前はひとたび石礫や流れ木が左岸部に集中すると魚道に流水が流入せず魚道としての機能を果たさなくなるため、閉塞の度に流れ木などの除去を行っていたところです。そのため、流水方向を放水路方向へ逸らし、また魚道出口についても現地の巨石を溪流魚が容易に遡上できるよう考慮しつつ設置し閉塞防止の徹底を図る対策を行い閉塞の頻度を抑えることが出来ました。（写真-6）



写真-3



写真-4

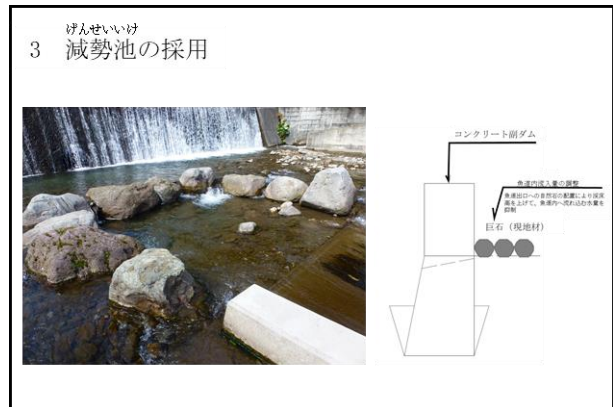


写真-5



写真-6

#### **4 結果と考察**

これらの対策を行いつつ事業を実施したことにより、1つ目に魚道を設置したことで上流域で溪流魚が遡上していることが確認出来たこと。2つ目に既設床固の基礎地盤の洗掘防止対策を施したことにより構造物の長寿命化が図れたことが上げられます。

また、結果としての考察となりますが、1つ目の結果に対しては、上流域での遡上は観測出来たところですが、魚道を通過した状況は確認出来ていないため、引き続き魚道の有効性についての検証が必要であること。

2つ目の結果に対しては、激甚的な災害に備え、既設構造物の点検、経過観測について魚道を含めて引き続き実施することが必要であることが考察としてあげられます。

#### **5 おわりに**

結果と考察を踏まえ、今後も真川流域で環境や生態系を配慮した治山事業を取り組むためにも、地元関係者と情報を共有しつつ、事業の継続を続けていく予定です。

# Re：ゼロから始めるシカ捕獲 ～シカ捕獲に取り組んでみて判ったこと～

塩那森林管理署 岩崎 諭  
近江 隆昭

## 1 きっかけ

当署管内、栃木県那須塩原市、矢板市、塩谷町ではシカが多数生息し、苗木の食害などが発生しています。このため、平成29年度から委託事業によりシカ捕獲を行っています。近年は春から夏の時期と秋の時期に2回実施していましたが、令和3年度の秋については諸般の事情により実施できませんでした。

そんな折、実施場所となるハンターマウンテン塩原（以後「ハンタマ」）ゲレンデでおびたしい数のシカが撮影された写真を見つけました。現地は、誰が見てもわかるくらいシカの通り道が残されている、極めて平坦地で作業がしやすい、車の走行が可能で車中から安全に見回りを行うことが出来る等、経験のない職員がわなによるシカ捕獲を行うにはこの上ない条件がそろっていました。

また、後述するような協力を得られたことから、わな研修修了者の捕獲技術向上もかねて署内の有志によりシカ捕獲に取り組むことにしました。

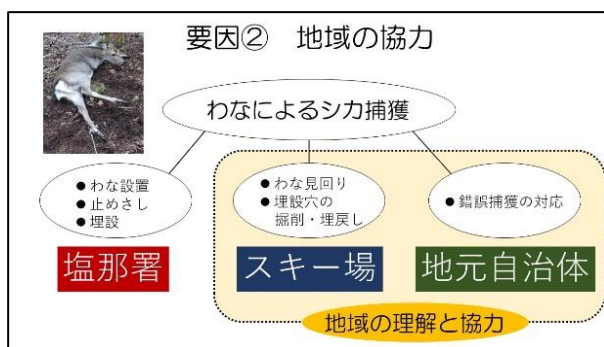
## 2 実施にあたって

捕獲を実施できた大きな要因の一つとして、地域との協力体制を構築できたことです。残置森林の食害などで困っていたハンタマが一番の労力となる毎日の見回りを行ってくれることになりました。加えて重機での埋設穴の掘削、埋め戻しも行ってもらえることになりました。

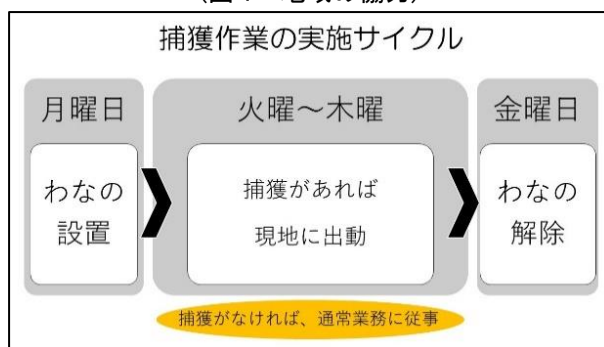
捕獲許可の相談に出向いた市役所支所からは、ツキノワグマやカモシカの錯誤捕獲や鉄砲が必要な場合については、市の鳥獣被害対策実施隊で対応してもらえることになりました（図1）。

わなは月曜に設置、金曜日に解除することとし、火曜～木曜は捕獲があれば職員が出向いて処理を行いました（図2）。

くくりわなはオリモ製作販売株式会社のOM-30を使用、保定にあたっては株式会社三生の各種保定具、止め刺しは自作した電気ショッカーと刃物を使用しました。車両は軽トラック1台搭乗員2名を標準とし、経験者を必ず1名以上入れることとしました。



(図1 地域の協力)



(図2 実施サイクル)

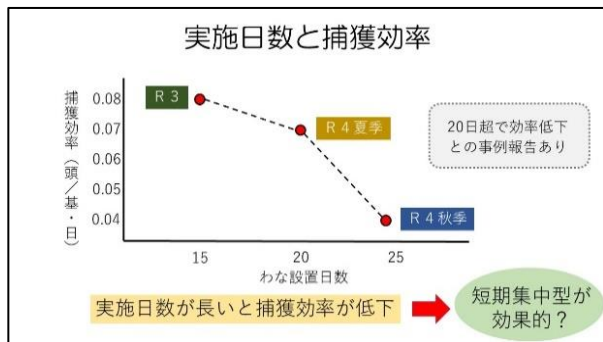
## 3 実施結果

令和3年度は10月18日から11月5日までの15日間実施し12頭（オス2、メス10）を捕獲、令和4年度は夏季（6月27日から7月29日まで）に20日間実施し16頭（オス3、メス・幼獣13）、秋季（10月10日から11月11日まで）に24日間実施し14頭（メス14）でした（図3）。

実施日数が長くなると捕獲効率が低下する傾向が見られました。20日以上継続すると捕獲効率が落ちてくるとの事例報告もあり、それを裏付ける結果になりました（図4）。

捕獲の実施結果	
令和3年度	わな設置日数 15日 捕獲頭数 12頭 (オス2、メス10) 捕獲効率 0.08頭/基・日
令和4年度	わな設置日数 20日 【夏季】捕獲頭数 16頭 (オス3、メス・幼獣13) 捕獲効率 0.07頭/基・日
	わな設置日数 24日 【秋季】捕獲頭数 14頭 (すべてメス) 捕獲効率 0.04頭/基・日

(図3 実施結果)



(図4 日数と効率との関係)

#### 4 判ったこと

(1)外部の協力が不可欠

##### ア 見回りについて

くくりわなは、1日1回は見回りを行うこととされています。本取組ではハンタマが見回りを行ってくれましたが、捕獲がなくても見回りは必要ですので、仮に職員が全て行くと追加で162時間の従事が必要となります（図5）。また、捕獲のなかった日が12日間ありましたので、72時間は現場に行行って帰るだけとなるどころでした。

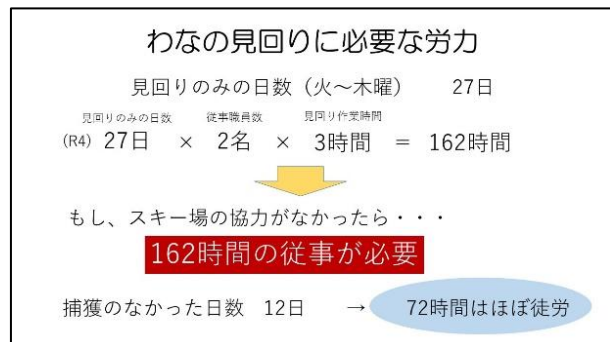
##### イ 埋設について

捕獲した個体は、1頭ずつ穴を掘るのではなく重機で大きな穴を掘って埋める「集合埋設」としました。仮に1頭ずつ穴を掘るのを職員が行うと、追加で48時間の作業が発生していました（図6）。

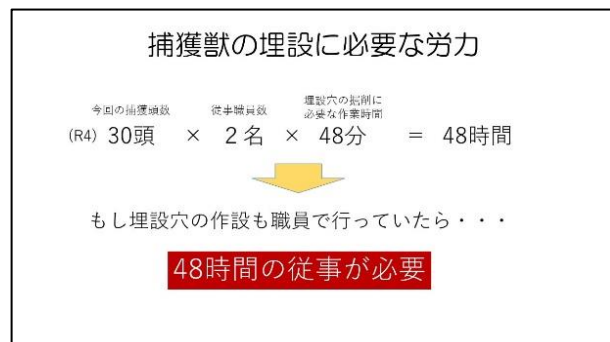
##### ウ 錯誤捕獲等について

これまで錯誤捕獲や鉄砲の必要な事態は発生しませんでしたでしたが、ツキノワグマがかかったとすると、専門業者への依頼事務（見積聴取→予算確保→決裁事務）で約3日、経費が約20万円発生します（図7）。

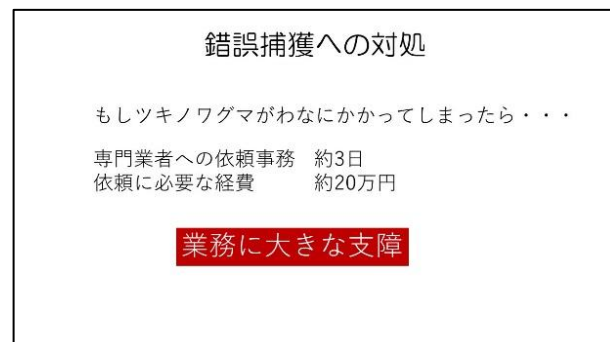
仮に事案が発生した場合、那須塩原市の鳥獣被害対策実施隊に依頼して止め刺しなどしてもらい、埋設等は職員で行う流れを、市役所支所と事前に確認していました。



(図5 見回りの必要量)



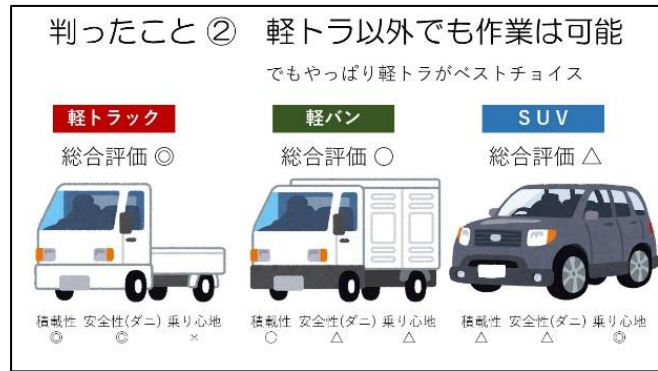
(図6 埋設の必要量)



(図7 錯誤捕獲への対処)

## (2) 車両の選択

優れた積載性や悪路走破性、小回りが利くことなどから狩猟の必須アイテムのような軽トラックですが、本取り組みの間には、他業務との兼ね合いで使えない日もあり、軽バンやSUVで作業することもありました。積載性では軽トラックに及ばないものの、作業は可能であり、移動時の疲労軽減といった利点も確認できました。



(図8 車両の選択)

## 5 担当者の感想

### (1) よかったこと

まず、2年間取り組んだ中で、当初の目的であった職員の捕獲技術は確実に向上しました。1年目は担当者が毎回出動していましたが、2年目は他の方に任せることができました。しかし、参加できなかった方や、人事異動もあるので、技術力の定着・向上のため、捕獲を継続することが重要と考えています。

次に、地域との連携を創出できたことが挙げられます。打合せのため事務所に向いたり、電話やメールを通じてやりとりを続けていく中で、相互の垣根を越えて協力しあえる関係を築くことができました。特にハンタマでは、これまでシカによる被害をただ見過ごすだけでしたが、来年も捕獲をぜひ続けたいという話が出るほど意識が変わったことは大きな収穫だったと思います。

### (2) 悩んだこと

最も悩んだことは、人手の確保についてです。「2 実施にあたって」で述べたとおり、出動に際しては連絡を受けてからの人選となりますが、他の業務のため出動できる職員が不足し、時間をずらすなど必要人数を確保するのに苦労しました。参加者からはシフト制にしてはどうかという案も出ました。

わな研修の受講者であっても「私そういうのはちょっと…」「血を見るのはダメで…」といったように、皆が捕獲に積極的とは限らないため、個人の思想信条に配慮することも重要と判りました。

次に、他の業務との両立は非常に困難ということです。主となる森林育成担当は造林事業や他の保護事業も担当しているため、捕獲の有無によってその日の業務が変わってきます。忙しさの予測ができないのは大変でした。

また、職員は基本的に初心者ばかりなので、わなの設置場所や道具の取扱いなど現場での技術習得と習熟に時間が必要です。

以上のことから、職員だけによるシカ捕獲は、労力的・予算的な難しさがあり、専門に担当する職員の配置を要するなど、現実的でないことが判りました。しかし、本取り組みのように地域の方の協力で負担を軽減し、緊密な関係を構築でき、職員の捕獲技術向上ができたことは、大きな成果とらえています。

### 3 森林ふれあい・民国連携部門



# 立体地形模型を用いた環境教育学習手法の検討

赤谷森林ふれあい推進センター 神垣 崇郎

## 1 課題を取り上げた背景

赤谷プロジェクトは、群馬県と新潟県の県境に位置する「赤谷の森」を舞台に、「生物多様性の復元」と「持続的な地域づくり」を進める取組です。その中で、プロジェクトをより身近に感じてもらうための入口として、地域の小学校や他県の大学生などを対象に多くの環境教育活動を実施しています。

しかしながら、現行のプログラムでは、赤谷プロジェクトの取組の概要や得られた成果に絞って説明しており、フィールドである「赤谷の森」や周辺地域の地形や気候、植生といった特性との結びつけが弱くなっています。また、環境教育の場では紙やスクリーンといった平面的な資料を使用して説明していますが、平面上では尾根筋や高低差などの地形の特徴が一目でイメージしにくいという課題を抱えています。

そこで、博物館の展示などで用いられている立体地形模型（以下「模型」）に様々な情報をプロジェクションマッピングする手法を環境教育に活用し、「赤谷プロジェクトの取組と地域の特性を同一平面上に投影し、相関関係を示す」ことと、「地形の特徴について直感的な理解を促す」ことを目指しました。

## 2 教材作成までの工程

### (1) 模型の作製

群馬県利根郡みなかみ町の「赤谷の森」を含む約3万haの地域を対象に、模型を作製しました（図1）。

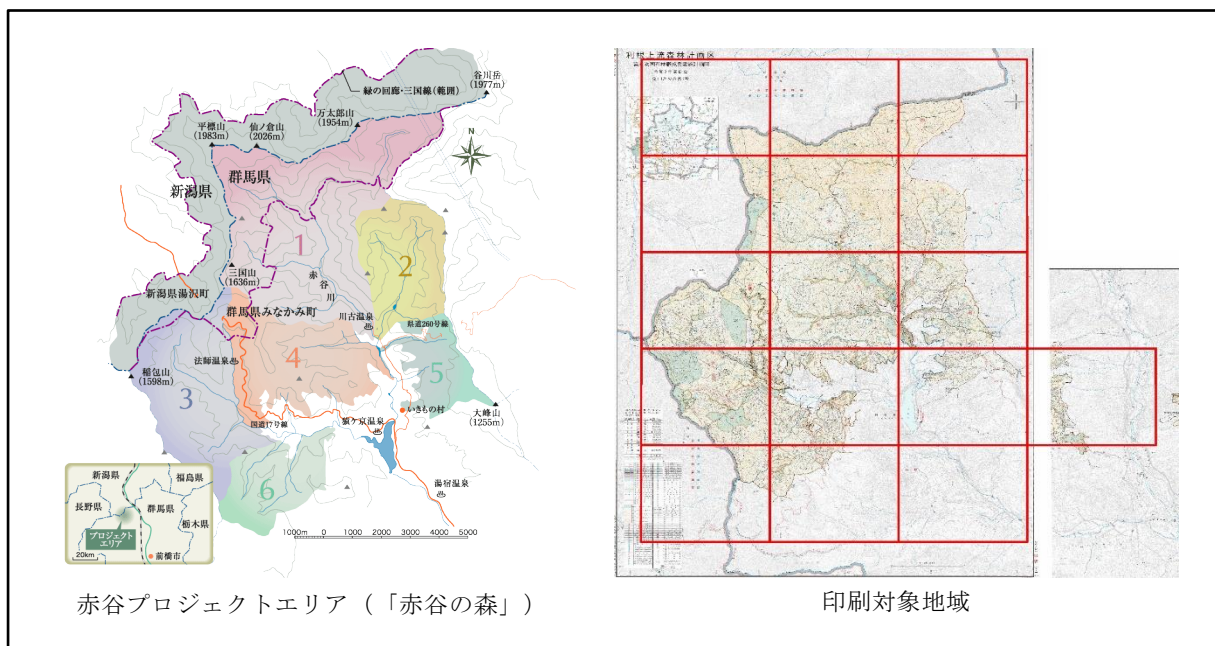


図1 「赤谷の森」と印刷対象地域

国土地理院がホームページ上で提供している地形の 3D データをダウンロードし、縮尺約 4 万分の 1 の模型を 16 ピース作製しました（写真 1）。印刷の形式については、材料の色でそのまま印刷される STL ファイルを指定しました。印刷機材には、4 万円程度の価格で、初心者や子供でも使用可能な XYZ プリンティングジャパン株式会社の「ダヴィンチ nano w」を採用しました。

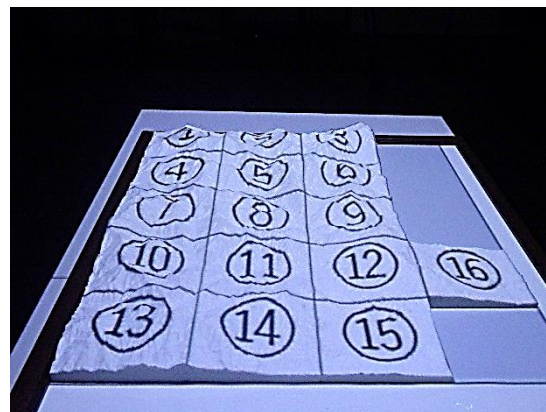


写真 1 印刷した模型  
(国土地理院の地形データを使用)

### (2) 模型上に投影する映像の作成

模型上に投影する映像には、対象地域の気候や植生などの特性と、環境教育で紹介している赤谷プロジェクトの成果について盛り込みました。地域の特性を示すために、官公庁が提供している各種オープンデータを活用しました（表 1）。これらのデータを QGIS に読み込み、模型の 1 ピースに合わせて画角を設定して画像を出力します。最終的な仕上げは PowerPoint を使用し、出力した画像の整列と凡例の作成を行いました。

表 1 映像作成に活用したデータ一覧（試行段階を含む）

区分	データ名
国土数値情報（国土交通省）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平年値（気候）メッシュ</li> <li>・ 森林地域</li> <li>・ 土砂災害警戒区域</li> </ul>
国土調査（土地分類・水基本調査）成果 （国土交通省）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土壌図</li> </ul>
自然環境保全基礎調査成果（環境省）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1/2.5 万植生図 GIS データ</li> </ul>
赤谷プロジェクトの成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ニホンジカ行動把握調査結果</li> <li>・ イヌワシとクマタカの活動区域図</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ みなかみユネスコエコパークエリアマップ</li> <li>・ 旧三国街道路線図</li> </ul>

### (3) テスト投影

三脚にセットしたプロジェクターで模型に映像を投影し、文字の見やすさや凡例の位置を確認します（写真 2）。プロジェクターは、小型で軽量なことに加えて床や天井への投影が容易な機種である、FunLogy 株式会社の「FunLogy X-03」を使用しました。



写真 2 テスト投影時の様子

### 3 今後の予定

本教材の効果を検証するために、地域の小学校を対象に、本教材を用いた環境教育を行います。みなかみ町立新治小学校の6年生は、毎年みなかみ町の旧三国街道にて環境教育を実施しており、その遠足の振り返り学習に本教材を活用します。

#### (1) 授業のねらい

授業を実施するにあたり、学校と協議を重ね、授業のねらいを以下のように設定しました。

- ・遠足で歩いた場所の地形や林況を思い出すとともに、小学校周辺や自分たちが住んでいる地域の地勢についても知識を広げる。
- ・みなかみ町に残る自然や歴史の魅力を改めて実感する。
- ・みなかみユネスコエコパークや赤谷プロジェクトなど、みなかみ町における自然保護の取り組みについて理解を深める。

#### (2) 指導内容

授業で解説する内容については、(表2)のように整理しました。

表2 新治小学校の環境教育で解説する内容

投影内容	解説の要旨
県境、市町村境	・県境や市町村境は尾根筋に沿っている。
農山村地区境	・自分たちが住んでいる地区の場所を確認する。
「みなかみユネスコエコパーク」エリアマップ	・「みなかみユネスコエコパーク」は、観光と農業など自然と上手に付き合いながら人々が暮らしている「みなかみ町」がユネスコから評価されて誕生した。
旧三国街道ルート	・遠足で歩いたコースについて、高低差や距離を確認する。
標高コンター	・新治地区（特に新治小学校と三国山）の高低差を確認する。
年間平均気温	・標高が高くなるほど平均気温は下がる。 ・地球温暖化の影響で、全国的に平均気温が上昇している。
最深積雪量	・日本海側からの季節風の影響で、新潟県側で積雪量が多くなる。
河川、湖沼図	・利根川水系は東京都市圏の3000万人の生命と暮らしを支えており、みなかみ町は「水源の町」と呼ばれている。
土砂災害警戒区域図	・別途配布するハザードマップと併せて、新治地区の土砂災害警戒区域について確認する。
森林分布図	・みなかみ町の約9割が森林であり、土砂災害の防止に大きく貢献している。
植生分布図	・ブナを主体とする自然林、過去に薪炭材を採取していた二次林、スギやカラマツを植栽した人工林といった多様な森林が広がっている。 ・生物多様性を復元するために、伐期を迎えた人工林を自然林に効率よく戻すための手法について検討している。
ニホンジカの行動把握調査結果	・ニホンジカの増加に伴う植生被害などの問題が発生しており、低密度に保つための個体数管理に取り組んでいる。
イヌワシとクマタカの活動区域図	・イヌワシの営巣環境保全のために、人工林を一部伐採して狩場を創出している。 ・生態系の頂点に位置する大型猛禽類が生息できる環境を守ることは、地域の生物多様性を守ることにもつながる。

### (3) 効果の検証

授業後はアンケート調査（表 3）を実施し、教材の効果について検証します。検証結果を踏まえて、今後の教材に盛り込む内容や説明の仕方に反映させていきます。

表 3 アンケート調査項目一覧

番号	質問内容
Q1	事後学習を受けてみて、あてはまる番号に○をつけてください (1. とてもあてはまる、2. ややあてはまる 3. あまりあてはまらない 4. 全くあてはまらない) ・新治小学校の周りの様子がわかった ・新治地区の地形の特徴がわかった ・旧三国街道が通っていた場所の様子がわかった ・みなかみ町の自然がわかった ・みなかみ町の歴史や自然をもっと知りたいと思った ・みなかみ町の自然を守る取り組みがわかった ・みなかみ町の自然を守る取り組みに参加したいと思った
Q2	今回の授業の中で、印象に残ったものを3つ選んでください ・地形に関する内容（色分けした標高、山の一覧） ・歴史に関する内容（旧三国街道ルート） ・気候に関する内容（平均気温、降水量、積雪量） ・自然災害に関する内容（土砂災害危険区域図） ・森林に関する内容（森林区域、植生分布図） ・自然保護に関する内容（ユネスコエコパーク、赤谷プロジェクト） ・ニホンジカの行動調査結果 ・イヌワシとクマタカの行動範囲
Q3	今回の授業の感想を自由に書いてください

## 4 参考文献一覧

(1) 川島紀子・内藤理恵・大崎章弘・千葉和義（2019）：3D プリンタを活用した教材を用いて地域の地形や防災について考えを深める授業実践, 日本科学教育学会研究会研究報告 2019 年 34 巻 3 号, p. 269-274.

(2) 八木令子・小田島高之・高橋直樹・吉村光敏・芝原暁彦（2016）：アナログ地形模型を対象としたプロジェクション・マッピング技術の開発と博物館展示への導入, 2016 年度日本地理学会秋季学術大会, 2016 年 9 月 30 日- 2016 年 10 月 2 日.

(3) 山内啓之・小口高・早川裕式・小倉拓郎・浅野悟史（2019）：3D プリントによる地形模型の教育的活用, 日本地理学会発表要旨集, 2019 年度日本地理学会秋季学術大会, 2019 年 9 月 21 日- 2019 年 9 月 23 日.

# 静岡県立森林公園における「森林サービス産業」の取組について

株式会社ヤタロー 菊池真実  
静岡県西部農林事務所 山口 亮  
静岡県自然保護課 森 高洋

静岡県立森林公園は、アカマツ・コナラなどの森林や湿地・水辺をフィールドに様々な自然体験や散策などが楽しめる、年間 80 万人が訪れる公園です。公園内には、自然情報の発信や環境教育の体験型プログラムを実施しているビジターセンター「バードピア浜北」と、食を主軸とした環境教育を展開している研修・宿泊施設「森の家」の 2 つの施設があり、自然の大切さや森林・林業に対する理解を深める拠点となっています。

森の家の研修施設は、主に地元浜松市内の企業の集合研修の場として利用されてきました。地元企業に加え、首都圏や中京圏等他地域の企業にも静岡県立森林公園を利用してもらいたいと考えました。このため、企業の健康経営への貢献と地域の活性化を目的に、令和 2 年度に林野庁の補助事業である「森林サービス産業」モデル地域等創出支援事業（健康経営分野）に応募した結果、準モデル地域として選定されました。

そこで、静岡県立森林公園で実施している令和 2 年度からの「森林サービス産業」の取組について発表します。

## 1 はじめに

森林サービス産業とは、健康・観光・教育などが森林空間と結びつくことで生まれる新しいサービス産業です。山村地域の雇用創出や収入の機会、関係人口の創出が期待されています。国の「森林・林業基本計画」に明記されており、森林の多面的機能の発揮につながる施策として注目されています。

静岡県立森林公園で、森林サービス産業に取り組むことになった背景は次のとおりです。「森の家」の研修室の利用状況を図 1 に示します。平成 30 年度までは、順調に利用数が伸びていましたが、令和元年度から急激に減少しました。企業の集合研修で利用されることが多かった森の家では、コロナ禍での企業の集合研修の中止が利用数に大きく表れてしまったと考えられます。コロナが落ち着き、企業研修が再開されたときに、企業が再び「森の家」を利用してくれるかは不確定です。企業の研修担当者が、「研修をするなら、森の家で開催したい。」と惹きつけるような魅力を、コロナ禍のうちに作り込み、情報発信していくことが必要と考えました。そこで、着目したのが森林サービス産業です。

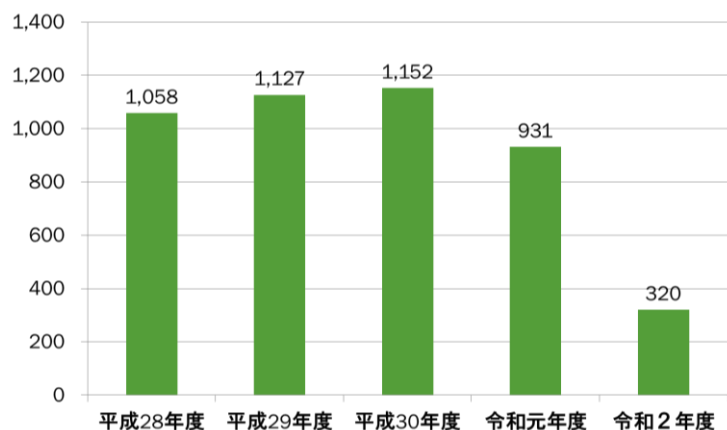


図 1 森の家研修室利用数の推移

## 2 森林サービス産業参入への課題整理

森林サービス産業への参入にあたり、抱えている課題を整理しました。1 つ目が施設の課題で、

前述したコロナ禍における研修室利用の減少やリモートミーティング・テレワークなど企業研修や働き方の変化、会議や研修など一堂に会する機会の減少等です。2 つ目が地域の課題で、国内でも有数な林業地帯である天竜地域を含む森林空間の活用が不十分であることや林業・森づくり活動を行う企業や団体・個人との連携不足等です。

これらの課題の解決のためには、林野庁の支援事業（企業の健康経営に着目した「森林サービス産業」創出）を活用することが有効で、かつ早い展開が見込めると判断しました。申請したところ、「バードピア浜北」及び「森の家」のこれまでの取組や、静岡県立森林公園の持つポテンシャルなどが評価されたことにより、準モデル地域に選定され、林野庁の支援を受けながら課題の解決に取り組みました。

### 3 準モデル地域としての取組と目指す姿の決定

令和 2 年度に準モデル地域に選定されたのを受け、「静岡県立森林公園を中心とした森林空間等のフィールドと地域の人材を活用した新たなサービスの提供」という目的を掲げ、活動を展開しました。主な取組は、課題解決型研修会の実施と各種研修会へ参加し情報収集するという 2 点です。課題解決型研修会を 11 月及び 2 月の 2 回開催し、近隣の区役所等の協力のもと、森づくり活動やノルディックウォークなど地域で活躍する多様な人材の発掘を行い、それぞれの活動内容や地域の抱える課題の共有を行いました。また、森林サービス産業に関連する様々な研修会に参加し、他地域における活動や課題等について情報収集しました。これらの取組から、現状を把握し、目指す姿を決定しました。

現状では、それぞれが持つ機能を各ターゲットに向けて提供しています。例えば、森の家を利用する企業や学校は、森の家の研修室という「場」を利用して自らが企画した研修を行っています。これに対して目指す姿は、周辺施設や地域の方々と連携し、それぞれの持つ強みを組み合わせることで、利用する企業・学校等に対し、滞在中の食事や宿泊、さらには研修内容に至るまで利用者のニーズに合わせたプランを提案し、トータルでコーディネートするサービスを展開することです。それは、利用者や施設、プログラムを提供する地域の団体・個人に至るまで、森林サービス産業に関わるすべての人にとってメリットがある Win-Win の関係性であるべきだと考えました。

### 4 事業化に向けた取組

令和 2 年度に打ち立てた目指す姿を達成するため、令和 3 年度から取組をさらに発展させ、森林サービスの産業化を進めました。主な取組を 3 点紹介します。

1 つ目は実施組織の立ち上げです。実施組織として、静岡県立森林公園「森林サービス産業」地域協議会（以下、協議会）を発足させました。協議会は、前年度に開催した課題解決型研修会を通じて集まった地域で活躍する団体・個人と静岡県立森林

表 1 静岡県立森林公園「森林サービス産業」地域協議会構成員

会 員	内 容
森の家	研修・宿泊・食
バードピア浜北	自然体験
特定非営利活動法人Roots Japan	狩猟
夢くらぶ	ノルディックウォーク
特定非営利活動法人ラブ・ネイチャーズ	ネイチャークラフト
Hygge femina	ヨガ
小林 愛	ピラティス
宮口まちおこしの会	ガイドウォーク・地元活性
「絵手紙のまち浜松」を育てる会	文化体験
天竜ふるさとガイドの会	ガイドウォーク・地元活性
山崎 陽康	自然体験・クラフト
浜松市	オブザーバー
静岡県くらし・環境部環境局	オブザーバー
静岡県西部農林事務所	オブザーバー

公園内の施設の指定管理者による活動を行政がオブザーバーとしてバックアップする形を取りました。表1のとおり、幅広いジャンルの方々が参画しています。

2つ目は企業への働きかけです。企業の研修担当者への案内ツールとしてパンフレット(図2)を作成し、研修担当者に売り込みを図っています。例えば、社員の健康増進に取り組みたいという企業に対して、『ノルディックウォークと管理栄養士監修の食事+健康指導』を提案し、「森林浴のリラックス効果に加え、ノルディックウォークの効率的な高い運動効果と最適な栄養バランスを考えた食事で複合的な健康効果が期待できます」というように、ニーズに合わせたオーダーメイド型のプログラムを作成・提案する際のツールとして活用しています。

3つ目は医療機関との連携です。「浜松市ウェルネス推進協議会」へ加入し、実際に健康経営に取り組む企業からの情報収集や協力体制の構築を図りました。その結果、様々な企業・団体と交流することができ、後述するモニターツアーの実施にあたり健康測定との協力を得ることができました。

**静岡県立森林公園『森のカレッジ』**

**貴社のニーズにあわせて、  
オーダーメイド型のプログラムを  
ご提供いたします。**



福利厚生やCSR活動の一環として森づくり活動に取り組みたい



職場のメンタルヘルスマネジメントに関する研修を実施したい

**オーダーメイド型プログラム**



社員の運動不足の解消や食生活の改善につなげたい



豊かな森林の中で心身ともにリフレッシュしたい



豊かな森林の中で心身ともにリフレッシュしたい



豊かな森林の中で心身ともにリフレッシュしたい



豊かな森林の中で心身ともにリフレッシュしたい

県立森林公園では、指定管理者と実績豊富な講師陣「森のカレッジガイド」が強固なネットワークを構築して、自然体験や野外活動、文化教養に関するプログラムを年間約450回開催・後援しております。  
自然観察・ウォーキングのガイドや、ノルディックウォーク・セラピー・ヨガ・木工作等の講師、林業家、狩猟者等と、様々なニーズにお応えします。  
**森林公園内の施設や、豊かな森林空間を使った研修のことなら、何でもご相談ください!**

図2 企業研修担当者向けパンフレット

## 5 モニターツアーの実施

令和3年度に、主たる目的の異なるモニターツアーを2回開催しました。

1回目は、森林空間が及ぼす健康効果の測定と医学的なエビデンスの取得・集積を目的とし、エンシュウ(株)をモニターとして、参加者26人に対しプログラムの提供、データの模擬採取を行いました。苗木の植樹を通じて森林空間をフィールドとした活動を体験し、その後、市内の医療法人が運営するメディカルフィットネス&スパNice BeaT浜松が監修する健康測定・健康相談を行いました。参加者からは、

「森林への理解が深められたことに加え、健康状態への気づきのきっかけとなった」、「上司・部下間の一体感が醸成された」と言った声が聞かれました。運営者側が得た成果として、医療機関との

表2 各プログラムにおける小林さんの感想及び評価  
(出典: ForestStyle. JP・一部改変)

施設について	豊かな自然、研修・宿泊機能、食、高台から市街を臨む景色に加え多彩なアクティビティの数々と多彩な魅力が詰まった施設。幅広い活用ができそう。	サービス産業に適応
ネイチャーゲーム	ゲームを通じて、普段は見落としがちで自然の作り出す様々な変化を感じ取ることができた。幅広い年齢層が楽しめることが魅力。森林公園の豊かな自然環境を有効活用したアクティビティ。	チームビルディング研修に最適
ツリークライミング	全身を使ったアクティビティで、想像以上の運動量に驚いた。「木と友達になる」というテーマの通り、木と、そして自然との一体感を実感できた。景色の良さから観光のツールとしても活用できそう。	若手・新人研修に有効
森林ヨガ	森の中の澄んだ空気に包まれてゆっくりと呼吸し、体を動かすことで心身共にリフレッシュすることができた。ヨガはハードルが高いイメージがあったが、老若男女問わず気軽に取り入れられそう。	管理職研修に導入可能

連携が強化されたこと、エビデンスの収集方法が分かったこと、役割分担の明確化や評価・課題の分析が必要であることなどが挙げられます。

2 回目は、提供を想定しているプログラムのサービスとしての質を測定することを目的に実施しました。「ミス日本緑の女神 2021」小林優希さんをモニターとして、静岡県立森林公園内でネイチャーゲーム、ツリークライミング及び森林ヨガの3つのプログラムを体験していただきました。体験した小林さんの感想の一部を表2に示します。いただいた感想から、各プログラムについての運営側としての評価を行いました(表2)。例えば、森林ヨガはリフレッシュ効果が高く年齢問わず実施できるため、管理職研修に取り入れやすいプログラムであると評価しました。

## 6 個人向け「森林サービス産業」の実施

企業の集合研修は、少しずつ再開されましたが、宿泊型はまだまだ少数となっています。このため、提案型の「オーダーメイド研修」の実施は思うように進んでおりません。そこで、個人向けに森林サービス産業の展開を図りました。健康・森林環境教育を組み入れた宿泊型プランを年間10回、健康測定型プランを3回開催し、利用者の感想を収集するとともに、運営側のノウハウを蓄積しています。例えば、個人向けの宿泊型プランの一例(図4)ですが、自然観察とお月見を合わせたプランで、虫の鑑賞とお団子づくりがセットになっています。ともに講師が付き、体験しながら学べる仕立てにしています。最終日にアンケート調査を実施し、利用者の意見や感想を収集します。これら個人向けプランで得られた成果や課題は、企業向けの研修へフィードバックしています。

プラン名	「中秋の名月と秋の虫の音 鑑賞」	レストラン「まつぼっくり」での お月見とお団子作り 秋の虫の音鑑賞。体験型です。 自然観察員による自然観察の解説が あります。
開催日	2022年9月10日(土)~11日(日)	
対象	一般二歳以上	
参加費	小学生以上大人2名 一人 5000円(未就学児 4000円)	
定員	6組 20名	
持ち物	懐中電灯、虫取りスプレー、帽子など	
服装	長袖・長ズボン、歩きやすい靴 9/10日参加の場合は虫取りスプレー、虫取り用の袋 も各自で準備をお願いします。 ※雨天の場合は室内行事となります。	
スケジュール	9/10 18:00 受付開始 19:00 レストラン 20:00 虫の音鑑賞 21:00 虫取り 9/11 8:30 受付開始 9:00 レストラン	

図4 個人向け宿泊プランのポスター

## 7 今後の展開

これまでの様々な取組から、今後の展開として次の3点を考えています。

1 点目は、利用者のニーズに合わせて最適な内容をコーディネートし提案する「オーダーメイド式の研修プログラム」の提供です。2 点目は、医学的なエビデンスの継続集積及び分析、活用です。3 点目は、「地域の食の提供」です。レストラン運営を通じて多くの旬の食材を活用した食事を提供してきた実績と、管理栄養士が複数在籍する特徴を生かして健康的な食を提案します。さらに、地域の複数の飲食業者がそれぞれオリジナルメニューを考案し、利用者が自由に選択できる提供体制についても検討します。

今後もサービスの質を高めていき、他の場所ではなく静岡県立森林公園で、オンラインではなく現地に集まって研修を行う動機付けとなるような、オンリーワンの価値のあるサービスを構築し提供していきます。多くの人にとって、静岡県立森林公園が特別な場所となるよう、今後も進化を続けていきます。



# 高尾山における森林ボランティア団体等と連携した森林保全活動 (遊歩道の修繕等) の取組みについて

高尾森林ふれあい推進センター 磯田 伸男

## 1 課題を取り上げた背景

世界有数の登山客数を誇る高尾山。健康維持への関心の高まりを受け、高齢者による登山者が多く見受けられるようになったほか、森林環境教育の一環として、小学校などから高尾森林ふれあい推進センターへの森林教室開催の要請も増加しつつあります(写真1)。当所は、高尾山国有林をベースに、森林教室や体験林業、ネイチャークラフトなどをはじめ、体験型の公募イベントなどを行っています。



(写真1 森林教室の風景)

森林教室では、高尾山国有林の「いろはの森」遊歩道を利用し、森林観察などを行っています。遊歩道の一部には、地表面の侵食や既存の段差工の劣化が見受けられるようになりました(写真2)。また、このコースは、高尾山頂を往来する高齢の登山者も多く利用していることから、高齢者や小学生などが遊歩道を登り降りしやすく安全に利用できるよう整備する必要があります。



(写真2 劣化がみられる段差工)

このため、遊歩道の修繕にあたっては、現地の林内地形や登山者の動向などに熟知し、歩道修繕の経験もある地域の森林ボランティア団体等と連携して遊歩道の修繕を行ったので、その活動を報告します。



(写真3 脇道が拡大した事例)

## 2 具体的な取組

現在、「いろはの森」遊歩道は、「段が経年劣化により一部崩壊している」「段の利用が敬遠され、一部道幅が拡大している」「歩くことに集中し、森林を見渡す余裕がない」などの課題があります。これらの要因の一つには、遊歩道に設けられている段の高さが考えられます。また、段が高いと足への負担が増え、つまづくなど転倒するおそれもあります。

この課題を解決するため、令和4年6月には、いろはの森遊歩道等の維持修繕等を通じて森林保全に資することを目標に、森林ボランティア団体等3団体と東京神奈川森林管理署



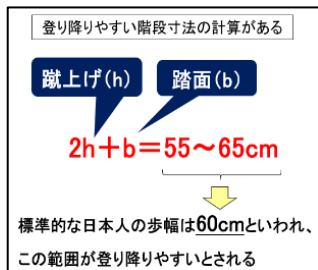
(写真4 既存の段(37cm)の事例)

は、「多様な活動の森における森林保全活動等に関する協定」を締結しました。

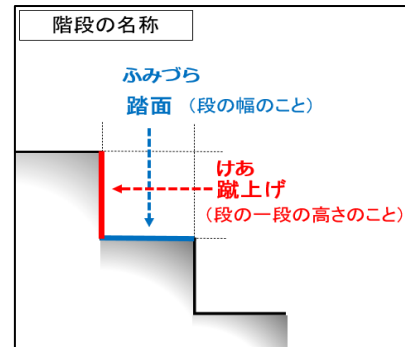
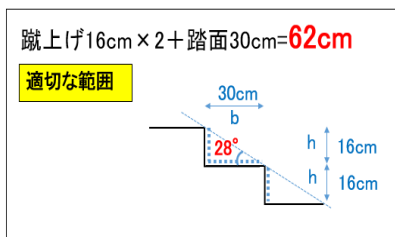
### (1) 建築基準法などの階段の基準を参考に考える

階段の名称では、段の一段の高さのことを「蹴上げ」（けあげ）、段の幅のことを「踏面」（ふみづら）と言います。建築基準法などでは、階段の最低ラインが定められています。例えば、小学校の施設では、「蹴上げ」16cm以下、「踏面」26cm以上。バリアフリー法に係る施設や駅の階段では、「蹴上げ」16cm以下、「踏面」30cm以上などの基準があります。なぜ、公共施設関係は、「蹴上げ」16cm以下、「踏面」30cm以上が多いのでしょうか。

階段には、登り降りしやすい階段寸法の算出方法があります。「蹴上×2+踏面=55～65cm」の範囲という計算式です（図2）。標準的な日本人の歩幅は60cm程度といわれます。例えば「蹴上げ」16cmの2倍に「踏面」30cmを足すと62cmとなり、55～65cmの範囲内のため適切な寸法と考えることができます（図3）



(例)



(図1 階段の名称)

(※階段の幅の基準は除く)

建築基準法施行令第23条		
建築物の用途・種類	蹴上げ	踏面
小学校の児童用	16cm以下	26cm以上
中学校、高等学校などの生徒用 劇場、映画館、公会堂、 集会場等	18cm以下	26cm以上
住宅(共同住宅の共用階段を除く)	23cm以下	15cm以上

建築物移動等円滑化誘導基準(バリアフリー法)		
建築物の用途・種類	蹴上げ	踏面
一定規模の特別特定建築物等	16cm以下	30cm以上

公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン		
旅客施設(駅など)	蹴上げ	踏面
階段	16cm程度以下	30cm程度以上

立体横断施設技術基準		
横断歩道橋	蹴上げ	踏面
階段	15cm	30cm

自然公園等施設技術指針		
歩道	蹴上げ	踏面
階段工(階段・段差) (※高齢者利用が多い場合)	15~18cm以下 16cm以下	25~30cm程度

(図2 蹴上げ・踏面寸法評価式) (図3 蹴上げ・踏面寸法計算事例) (図4 階段寸法の各種基準)

### (2) 森林ボランティア団体との連携

これらの階段寸法の各種基準を参考に、まずは現地において森林ボランティア団体と連携し、森林観察を行う小学生が遊歩道の歩行において、

- ・既存の段差を利用しているか
- ・体を横向きにして降りていないか
- ・地面に手をつきながら降りていないか
- ・他者の手を借りて降りていないか

などの動作を観察しました(写真5)。また、ボランティア会員の中には、歩道修繕などの経験を有する者も含まれおり、現地検討では段差のあり方に焦点を当て、段の壊れにくい工夫も試み



(写真5 小学生の歩行動作確認)



(写真6 遊歩道の現地検討)

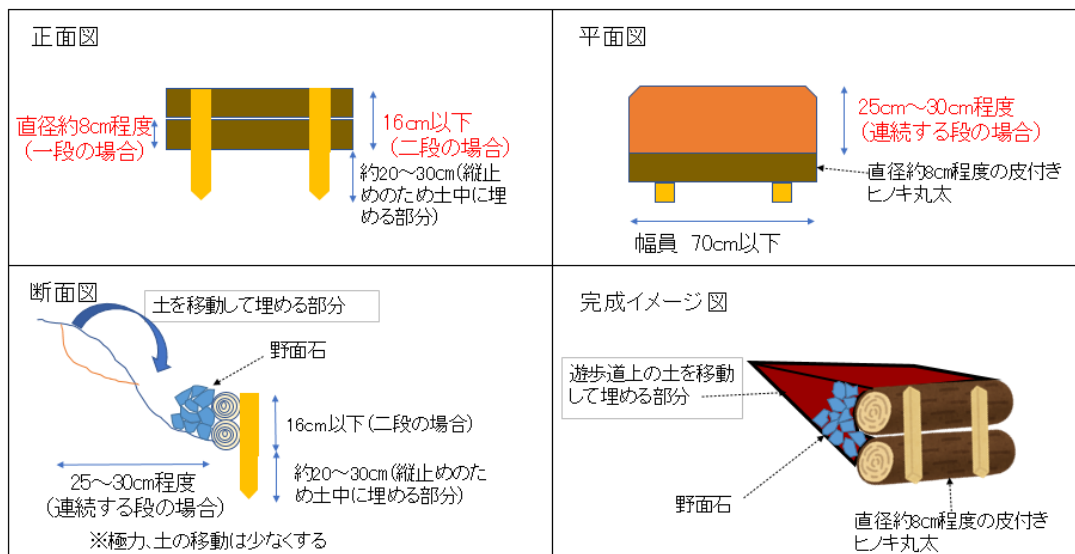
ました。

当該地は、国定公園に指定されていることから、「自然公園等施設技術指針」の基準を踏まえて検討します。本基準では、「高齢者の利用が多い場合には、「蹴上げ」を16cm以下」としていることから、「蹴上げ」を同様にすることにしました。

「踏面」については、25～30cm程度が一般的とされていることから、この基準を踏まえるとともに、自然公園等では、地形の改変を極力抑えることも重要であることから、画一的ではなく、地形勾配にあわせて柔軟に計画しました。また、雨や歩行による浸食の影響を少なくするため、丸太のそばには周辺にある野面石を敷き詰めて段の強化を試みました。



(写真7 段の設置位置)



(図5 段の作設イメージ)

### (3) 資材の調達と実行

- ①資材は、森林教室の丸太切りで余った間伐材を活用し、主に丸太径が8cm程度の丸太を使用  
(2段にすると16cm程度になるため)
- ②その丸太を固定するための角材(一片約7cm)を準備
- ③丸太を固定する杭は、紐でバランスを取りながら垂直に打ち込む
- ④丸太を横に固定した後は、丸太のそばに野面石を石積みのように詰め込む。野面石を詰めながらハンマーで叩いて石と石の隙間を詰める
- ⑤上部周辺から土を寄せて転圧する
- ⑥蹴上げ16cm以下を確認する



(写真 8-1 丸太径 8cm 程度)



(写真 8-2 丸太と角材を準備)



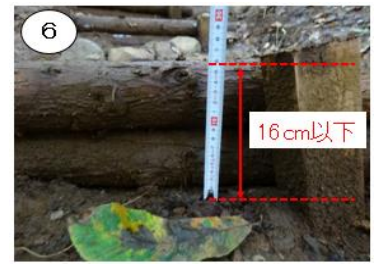
(写真 8-3 角材を垂直に設置)



(写真 8-4 野面石を詰め込む)



(写真 8-5 寄せた土を転圧)



(写真 8-6 蹴上げ 16cm 以下を確認)

### 3 取組の結果

完成後は、森林観察の際に小学生の歩行動作を確認しました。その結果、「段の脇を利用する者がなくなった」「降り際に手を地面につく者がなかった」「体を横向きにして降りる者がなくなった」「他者の手を借りて降りる者がなくなった」など、利用者自身の疲労感の負担軽減にもつながっていると考えられます。また、「雨による浸食が少ない」ことも確認できました。



(写真 9 完成した段差工の利用)

### 4 まとめ

遊歩道に段を設けるポイントは、

- 小学生や高齢者の利用者層が安全に登り降りできるような段差にすること
- 連続した段を設ける場合には、設置基準がある場合を除き、「蹴上げ」16cm 以下、「踏面」30cm 程度が好ましいこと。ただし、地形変更を極力抑えるため地形勾配に合わせることも必要
- 地形に大きな影響を与えない範囲で、周辺にある中小（※大きい石は別の浸食を進める）の野面石等を埋め込む工夫により簡易で強固な仕組もある
- 可能であれば、地域の林内地形の特徴や利用者の動向などに熟知した地域の森林ボランティア団体等と連携し、知恵を出し合いながら修繕の工夫を重ねること

以上、考察をしました。

次年度以降も同様の取組を予定していることから、引き続き安全な遊歩道の整備を進めていきたいと考えています。