

令和3年度
森林・林業技術等交流発表集
第65号

関東森林管理局

— 局長挨拶 —

あかさきのぶひこ
関東森林管理局長 赤崎 暢彦

令和3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。

今回は、スライド発表19、ポスター発表27の計46テーマの発表があり、国有林の職員のみならず関係機関などから、共同発表も含め71名の方に発表者としてご参加いただいています。審査をお願いしている長池審査委員長を始め、審査員の皆様方には2日間どうかよろしくご挨拶申し上げます。

さて、昨年6月に新しい森林・林業基本計画が閣議決定されました。新しい計画では、豪雨の増加等による山地災害の頻発、急速な少子高齢化と人口減少による経済停滞・地方の衰退への懸念、地球温暖化に伴う気候変動の影響、新型コロナウイルス感染症の流行など、私たちの社会・経済・暮らしに大きな情勢の変化が生じていることを踏まえ、持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現を目指していくこと、すなわち、SDGs (Sustainable Development Goals: 持続可能な開発目標) の達成に向けた取組として、今後の施策展開に当たっての視点、基本的な方向が明らかにされました。

具体には、林業・木材産業が内包する持続性を高めながら成長発展させ、人々が森林の発揮する多面的機能の恩恵を享受できるようにすることを通じて、社会経済生活の向上とカーボンニュートラルに寄与する「グリーン成長」といった新しい概念・考え方が示されました。

また、林業の現場については、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等の新技術を取り入れて、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」が示されました。

この他、本格的な利用期を迎えている豊富な森林資源を「伐って、使って、植える」という持続的なサイクルで活用し、森林・林業・木材産業の成長産業化につなげていくといったこれまで継続してきた取組も含む盛りだくさんの計画となっています。

本計画の着実な推進には、この基本計画を指針とし、森林・林業・木材産業に携わる全ての関係者が主体的な取組を展開することが期待されています。関東森林管理局としては、この森林・林業基本計画に基づき、地域の関係者、外部の関係者の皆様とも連携しながら、目の前の様々な課題に1つ1つ着実に取り組み、究極の目標である、地域の活性化・山村の振興、林業の発展に尽くしてまいります。

本交流発表会は、森林技術・支援センター、森林管理署を始め、多くの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。本取組は、新たな森林・林業基本計画に掲げられた課題の解決と目標の達成に向けた取組の一つに位置付けられるものです。

このため、本発表会は、より多くの方にご参加をいただけるように、誰でも、どこからでも、ご都合の良い時に聴講することができるWeb形式での開催としました。

発表課題は、関東森林管理局 HP に動画のほか PDF を掲載し、発表者との交流についても、ご質問や応援メッセージを受け付けております。本交流発表会に参加される全ての皆様と共に本発表会を作り上げていきたいと考えておりますので、是非、多くの皆様にご参画下さい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

初期保育作業の省力化におけるドローンを用いた薬剤散布の活用

茨城森林管理署 村上周、栗崎聡一郎・・・・・・・・・・・・・ 1

下刈り時期および立地を考慮した下刈り省力化技術の開発試験

森林技術・支援センター 中山優子、仲田昭一・・・・・・・・・・・・・ 5

シカは2週間で忘れるという説は本当か（職員実行による有害鳥獣捕獲の取組から）

利根沼田森林管理署 新井健司、中村聖子・・・・・・・・・・・・・ 9

レーザースキャンによる森林調査

技術普及課 小松玄季・・・・・・・・・・・・・ 11

センダンの苗木育成調査

群馬県立農林大学校 森林コース 東 知樹・・・・・・・・・・・・・ 15

立木支柱を利用したシカ侵入防止柵の比較検討

埼玉県寄居林業事務所 谷口美洋子・・・・・・・・・・・・・ 19

Yamapri と歩く国有林

中越森林管理署 宮嶋沙織、近江隆昭、有馬聡・・・・・・・・・・・・・ 23

合板用材としての早生樹（テーダマツ・スラッシュマツ等）の可能性について

静岡森林管理署 宝田和将、中日本合板工業組合 高野清人・・・・・・・・・・・・・ 27

シカ害防護柵の維持管理について～防護柵点検簿の分析～

（国研）森林研究・整備機構森林整備センター 静岡水源林整備事務所

菊地朋子・・・・・・・・・・・・・ 31

林業成長産業化に向けた早生樹（テーダマツ等）の可能性

天竜森林管理署 松田 泰至

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・・・・・・・・・・・・・ 34

歩行による獣害対策用防護柵の点検について

静岡県立農林環境専門職大学短期大学部 高野璃音、鶴飼一博・・・・・・・・・・・・・ 38

2 森林保全部門

- 希少猛禽類の生態系に配慮した林道工事に関する近年の取組
福島県会津農林事務所 森林林業部 森林土木課 半沢竜馬・・・42
- 八溝山周辺におけるニホンジカ低密度地域の生息状況と誘引捕獲
棚倉森林管理署 井上晴香・・・46
- 地すべり防止事業における新工法の活用について（二重式集水管・BSC工法）
上越森林管理署 安塚治山事業所 長 陽一郎・・・50
- 動物園の屠体給餌によるシカ捕獲個体の有効活用について
天竜森林管理署 上木屋健・・・54

3 森林ふれあい・民国連携部門

- より有効な「美しの森」の利用を目指して
（景観の情報発信と歩道の利用に係るアンケート調査の実施）
日光森林管理署 石川いずみ、三井華、海藤さつき
環境省日光国立公園管理事務所 江頭樂久・・・58
- センサーカメラによる哺乳類の長期モニタリング調査
赤谷森林ふれあい推進センター 伊藤彰伸
（公財）日本自然保護協会 生物多様性保全部 中野恵・・・61
- 森林環境教育の教材の作成について
高尾森林ふれあい推進センター 磯田伸男、岩下祐子・・・65
- 竹林と竹材の利活用
NPO 法人日本ボーイスカウト浜松第15 団 VS 隊長 寺田智成・・・67

II ポスター発表

- 発表ポスター一覧・・・71

III 特別講演・・・99

IV 講評及び審査結果

- 講評・・・100
- 受賞結果・審査員・・・107

付録

- 関東森林管理局における交流発表会の歴史・・・109

I スライド発表

1 森林技術部門

初期保育作業の省力化におけるドローンを用いた薬剤散布の活用

茨城森林管理署 村上 周
栗崎 聡一郎

1 研究の背景

造林初期に必要な作業のうち、酷暑や急傾斜地など困難な状況下での作業を余儀なくされる下刈作業、旺盛な下層植生が繁茂する造林地におけるつるきり作業は、労働者への負担が大きいことが問題となっています。そこで、作業時の安全確保・省力化のためにドローンによる薬剤散布が活用できないかと考えました。

当署では令和元年度につるきり作業、令和2年度に下刈作業の代替として試験的にドローンを用いた薬剤散布を実施し、作業効率が大幅に上昇することが確認されました。一方で、費用がかかることや実施例が少なくデータが不足しているという問題もあります。

そこで本研究では、令和3年度に下刈作業の代替としてドローンを用いた薬剤散布を実施し初期保育作業、特に下刈作業の省力化におけるドローンを用いた薬剤散布の活用方法について検討を行いました。

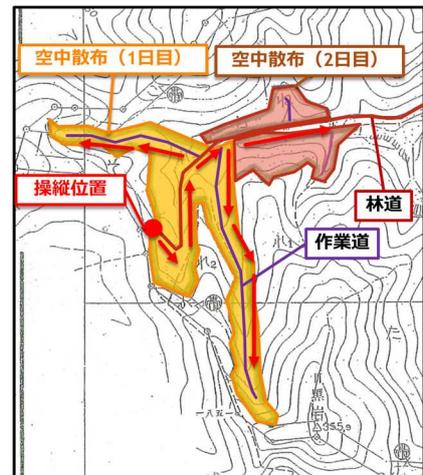
2 事業内容

(1) 事業概要

本研究では、茨城県城里町梅香沢国有林内の3年生スギ造林地を対象に、ドローンによる空中散布を3.44ha実施しました(図-1)。

今回使用した薬剤は、朝露の残る葉に乗せることで効果が発揮されるため、散布が可能な時間は明るくなり始めから日が出て葉が乾きだす直前までの時間に限られます。このことから本年度は散布を8月4日、5日の2日に分けて行い、1日目は早朝4時40分～7時59分まで、2日目は同様に4時40分に開始し、6時14分に全面積の散布が完了しました。

なお、オペレータがドローンを1箇所から全区域にわたり操縦するのは地形的に困難だったため、(図-1)の赤矢印の軌跡のように作業道沿いに操縦位置を移動しながら実施しました。



(図-1) 令和3年度事業箇所位置図

(2) 使用ドローンと薬剤

本研究で使用したドローンはDJI社のAGRAS MG-1P(写真-1)、薬剤は林地除草剤として唯一ドローン散布が可能なザイトロン・フレノック微粒材を使用しました。AGRAS MG-1Pは、山林のような複雑な地形の散布に適しており、前方にカメラと下方にレーザーセンサーがついているのが特徴です(写真-1)。



(写真-1) AGRAS MG-1P

ザイトロン・フレノック微粒材は、白い粒剤で葉の上にふんわりと乗せるのが最も効果的な散布方法

です。本機体は1度に10kgの薬剤を搭載可能で機体下部から散布します。1回のフライトは約6~7分で、作業道から離陸して、地上から6m程度の高さで斜面を上下に移動しながら散布を行います。

(3) 地元住民や周辺環境への配慮

薬剤散布に当たっては事前に地元市町村への説明や住民へのビラ配布を実施し、加えて事業地入口には注意喚起の看板を設置しました。また、薬剤の影響がないことを確かめるため、薬剤散布実施前後に事業地近くの沢の水を採取し、薬剤主成分の水質検査を実施しました。結果は、全て基準値未満であり、水質への影響がないことを確認しました。

3 事業の結果

(1) 空中散布の効果

空中散布後の経過観察を実施した結果、散布1週間後の時点で下草がしおれ始め、4週間後には一部の下草を除いて概ね枯死していることが確認出来ました(写真-3)。一方でカヤなどの一部下草については枯れずに残っていますが、令和2年度における空中散布実施箇所での1年後の経過観察から、翌年度には枯れることが確認できました(写真-4)。また、令和2年度空中散布実施箇所での1年後の経過観察を行ったところ、空中散布部分の方が人力刈部分と比べ下草の繁茂量が明らかに少なく、空中散布によって翌年度の下草量が抑えられている事が分かりました(写真-5)。

これらのことから、ドローンによる薬剤散布でも人力刈と効果に概ね遜色無く、空中散布翌年の事業箇所においては、下刈の省力化又は省略が可能と推察されます。

(2) 作業効率の比較

空中散布の一人一時間当たりの作業面積について計算したところ、令和3年度は0.117(ha/人・時間)であり、令和2年度における空中散布の0.131(ha/人・時間)と比較すると、やや一人当たりの効率が減少しているものの、概ね同程度の結果となりました(図-2)。また、令和2年度における人力刈の0.013(ha/人・時間)と比較すると作業効率が大幅に増加かつ作業時間も短縮していることから、下刈の労働負荷の減少・安全面の向上にドローンの活用が期待できる結果となりました。



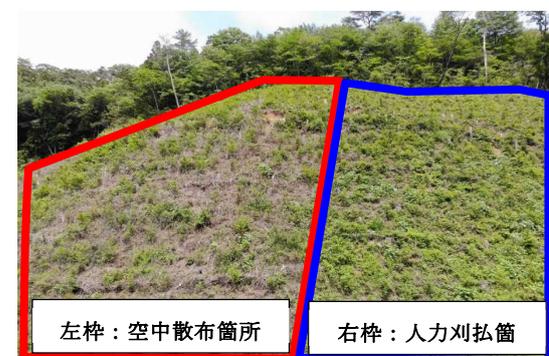
(写真-2) 空中散布風景



(写真-3) 令和3年度 空中散布1週間後と4週間後の比較



(写真-4) 令和2年度実施箇所における1年後に枯れたカヤ



(写真-5) 令和2年度実施箇所における1年後の様子

(3) 作業コストについて

空中散布の1ヘクタールあたりにかかった金額を令和2年度と令和3年度で比較したところ、ほぼ同程度のコストであり1ヘクタールあたり97万円程度でした。令和2年度に実施した人力での作業は1ヘクタールあたり27万円程度であることから比較すると約3.6倍強の費用であり、コストに関してやや懸念が残る結果となりました。

ドローンを用いた薬剤散布についてのコスト問題ですが、費用の内訳について事業者へ聞き取りを行ったところ、現状での主立った費用は時間や面積当たりではなく一日当たりの費用であるということでした。このことから、一日になるべく多く散布を実施する事により面積当たりの費用は抑えられるのではないかと考えられます。

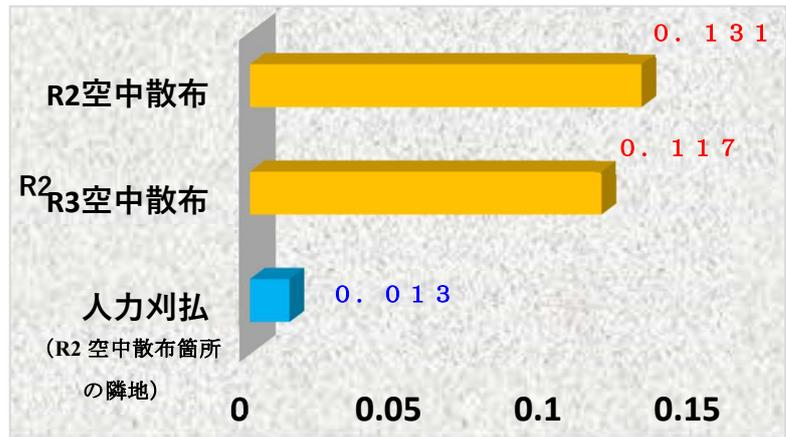
また、令和2年度及び令和3年度の一日に散布できた面積について

確認すると、令和2年度が2.32ha、令和3年度の1日目は2.31ha、2日目は1.15haでした。面積の都合上早く完了した令和3年度の2日目を除くと、令和2年度、3年度で概ね同じであり、条件次第ではあるもののドローンを用いた薬剤散布は1日あたり2.3ha程度実施可能な事が分かりました。

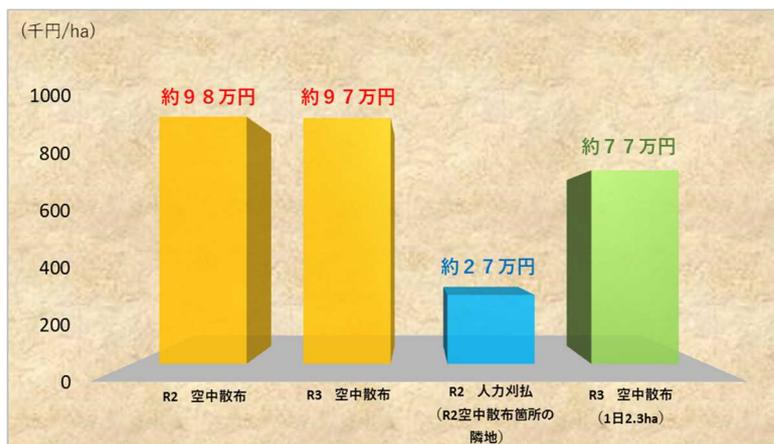
そこで、令和3年度実施分について一日当たり2.3ha散布した想定で1ヘクタール当たりの費用について再計算を行ったところ、約77万円という結果となりました(図-2)。同年度の費用と比較すると1ヘクタール当たり約20万円費用が減少しており、人力作業の約2.8倍にまで費用が抑えられることが分かりました。このことに加えて、散布翌年度の下刈が省略出来る可能性があることを考慮すると、コストは更に半分になるため、人力刈払とドローンを用いた薬剤散布に係る費用に大きな差は無くなるのではないかと推測されます。

(4) その他の課題

空中散布におけるその他の課題として、まず天候や時間等の作業可能条件が限定されます。また実施に当たっては地元と調整を行い理解して頂くことも必要です。さらに、植栽地際でドローンでの散布がしづらい箇所やムラサキシキブのようなそもそも除草剤が効きにくい下草が繁茂している箇所は効果が発揮されにくいためまきむらが発生しやすいことも課題です(写真-6)。



(図-2) 一人一時間あたり作業面積 (ha/人・時間)



(図-3) 1ヘクタールあたりにかかった金額

これらのことから、ドローンを用いた空中散布については事前に場所や条件を十分確認することや状況に応じて人力での作業と組み合わせるなどの検討も必要だと考えられます。

4 まとめ

令和3年度に下列の代替作業としてドローンによる薬剤散布を実施したところ、条件次第でまきむらが発生する、コストが大きいといった問題はあるものの、大幅な作



(写真-6) 植栽地際のまきむら

業効率上昇や労働負荷の減少、翌年度の作業省略・省力化の可能性が考えられる事が改めて確認出来ました。特に、コストの問題については条件を整えば人力との大きな差は無くなると推測される結果となりました。また現状ドローンを用いた薬剤散布作業はやや割高ですが、過日近隣のドローン取扱業者に価格の聞き取りを行ったところ、今後、現状よりも安価に実施出来るような声もあり、実施形態や今後の普及次第では、人力作業のコストと同等程度になる可能性も十分あると推察されます。

総合するとメリットデメリットがそれぞれあるものの、適切に使用することで、ドローンを用いた薬剤散布は比較的小コストで初期保育の省力化に十分寄与すると見込まれます。

今後も、引き続きドローンによる薬剤散布のデータ収集や経過観察を行い、コストや効果の検証をしたいと思えます。

下刈り時期及び立地を考慮した下刈り省力化技術の開発試験

森林技術・支援センター 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 課題目的

下刈作業は植栽木の光合成生産量向上の観点から、競合植生が貯蔵養分を使い果たし、翌年の養分貯蓄が始まる前の夏季に行うことが効果的であるとされています。しかしながら、夏季の下刈作業は、蜂の活動が活発で蜂刺傷の危険が伴うだけでなく、近年の気温上昇に伴い、今まで以上に過酷な環境の中で、身体的に大きな負担を伴う大変な作業となっています。

そこで、夏季以外の春季や冬季に下刈時期を転換した際並びに、林分内の立地条件の違いが、植栽木や競合植生の成長へ与える影響について調査し、夏季の下刈作業省力化の可能性を検討することとしました。

2 試験地の概要

試験地は、茨城森林管理署管内、茨城県東茨城郡城里町にある梅香沢国有林 22 け 2 林小班に設定しました。標高は 100~200m、斜面は平均傾斜 30° の西向き斜面となっています。2017 年 11 月にスギのコンテナ苗を 2,000 本/ha で植栽しています。

3 試験地の設定

試験地に春季、夏季、冬季の下刈区域を設定し、調査プロットは、それぞれの区域内に、斜面下部から尾根まで約 10m 幅の帯状に設定しました（写真 1）。また、調査プロットを斜面上部と下部に分け、立地条件による違いも見ることとしました。

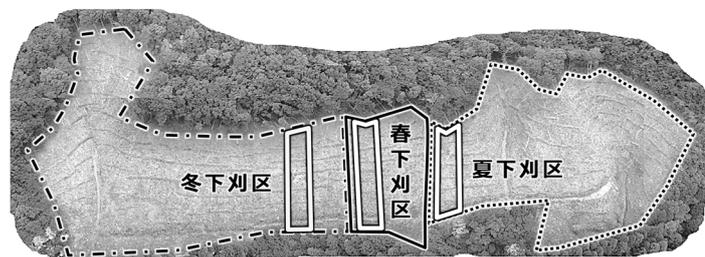


写真 1 試験地配置図 調査プロット

下刈り実施時期は、春下刈区は、草木が芽吹き成長しはじめる 5 月、夏下刈区は、草木の生育が最盛期を迎える 8 月から 9 月、冬下刈区は、草木の生育が休止する 12 月から 1 月に実施してきました。下刈り回数は、夏と冬下刈区は、2018 年度から 2021 年度の計 4 回。春下刈区は、地拵え直後の秋植栽であったため 2018 年度は実施せず、2019 年度から 2021 年度の計 3 回実施しました。

4 調査方法

調査は夏下刈り前の 8 月頃に競合状態調査、冬下刈り前の 11 月頃に植栽木の成長量調査と競合状態調査を実施し、調査

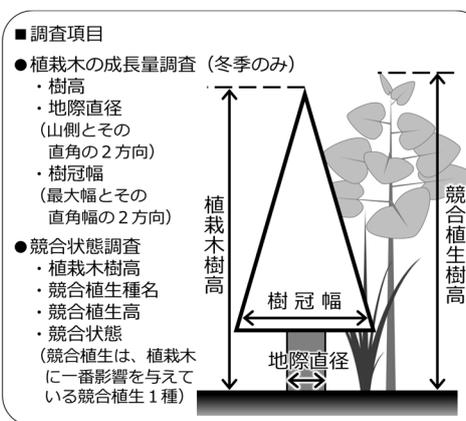


図 1 調査項目

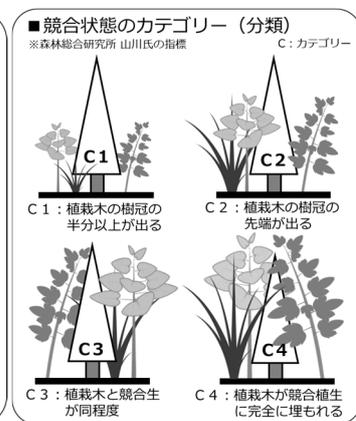


図 2 競合状態のカテゴリー

項目は図1のとおりです。なお、競合状態のカテゴリーは森林総合研究所 山川氏の指標を使用し調査しています(図2)。

5 調査結果

(1) 植栽木の樹高

調査開始時から1年目までは、下刈り時期や立地条件の違いによる平均樹高の差は見られませんでした。

しかし、夏下刈区では、斜面下部で2年目から、斜面上部でも3年目から、春・冬下刈区よりも高い成長が見られはじめ、斜面下部が上部を上回っています。

春下刈区を見ますと、3年目に斜面下部が上部を上回り、斜面下部でのみ冬下刈区を上回りました。逆に、斜面上部では冬下刈区をわずかに下回りました。

冬下刈区は、斜面上部・下部ともに同様の成長をしており、立地条件による成長差は見られませんでした(図3)。

(2) 植栽木の地際直径

平均地際直径でも、樹高と同じく、調査開始時から1年目までは、下刈り時期や立地条件の違いによる差は見られませんでした。

夏下刈区では、2年目から斜面下部・上部ともに、春・冬下刈区よりも高い肥大成長が見られはじめました。

春下刈区は、3年目に斜面下部で冬下刈区を上回りましたが、斜面上部では冬下刈区と同程度の成長でした。

冬下刈区は、樹高同様、立地条件による成長差は見られませんでした(図4)。

(3) 植栽木樹高と競合植生高

植栽木の成長差には、競合状態が大きく影響していると考えられます。そこで、下刈区ごとに、植栽木樹高と競合植生高の推移を比較してみました。

冬下刈区では、植栽木は3年目まで、立地条件にかかわらず競合植生を抜くことは出来ていませ

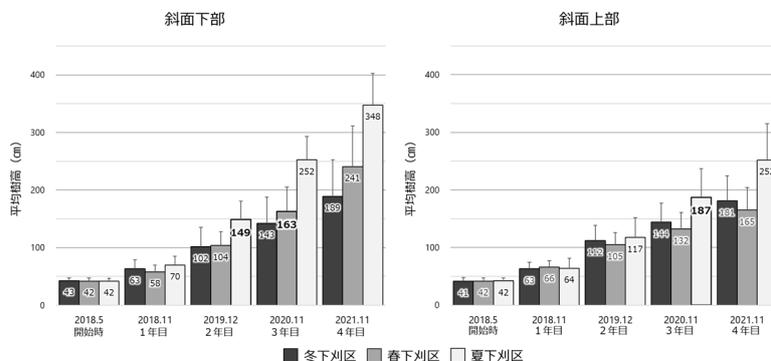


図3 下刈区ごとの植栽木の平均樹高の変化

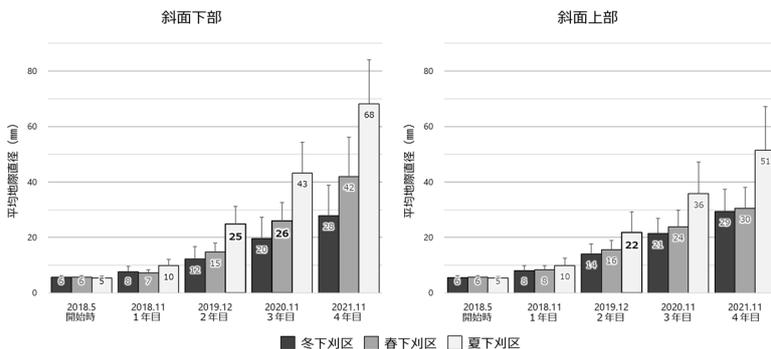


図4 下刈区ごとの植栽木の平均地際直径の変化

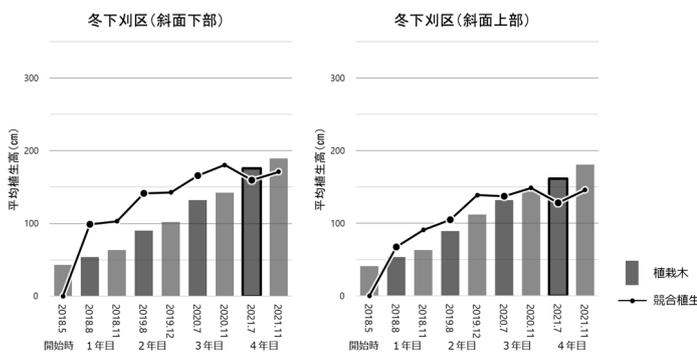


図5 植栽木と競合植生の平均高の変化(冬下刈区)

ん。4年目にやっと競合植生を抜くものの、差は小さく、拮抗状態が継続しています（図5）。

春下刈区では、植栽木は2年目から競合植生に並びはじめ、3年目には競合植生を抜きました。4年目には、特に斜面下部での樹高成長が伸び、競合植生を大きく上回りました（図6）。

夏下刈区では、1年目の冬にはすでに競合植生を抜き、2年目の夏にいったん競合植生に並ばれるものの、3年目には競合植生を大きく上回っています（図7）。夏季調査時の競合植生高は、夏下刈り前の植生高になります。調査後に刈り払いが実施され、競合状態が緩和されたことにより、植栽木の生育が促された結果といえます。

(4) 競合植生高

植栽木の生育に大きく作用を及ぼす、夏下刈り実施前の競合植生高を比較してみました（図8）。

夏・冬下刈区ともに春下刈区より高い植生高となっており、下刈りを実施していても、年々植生高が高くなっている様子が確認出来ます。春下刈区が夏・冬下刈区よりも低い植生高となっているのは、刈り払いからの期間が短く、成長開始期に刈り払った抑制効果が出ているためと考えられます。

夏下刈区の下刈り後の競合植生高の参考として、冬季調査時の競合植生高を見ますと、春下刈区よりも低くなっており、生育最盛期である夏の間、競合植生の生育を大きく抑制出来ていたことが伺えます。しかし、ここまで抑制が出来ていても、矢印で示しているように、翌年の夏には斜面下部で約1m、斜面上部でも50cm以上成長し、植栽木の生育に影響を及ぼしていきます。

(5) 競合状態

図9は競合状態の割合を示したグラフになります。

植栽木の生育のためには、最低でも植栽木の先端が競合植生から出ている、競合状態C1とC2であることが望めます。競合植生と拮抗状態にあるC3と、被圧されてしま

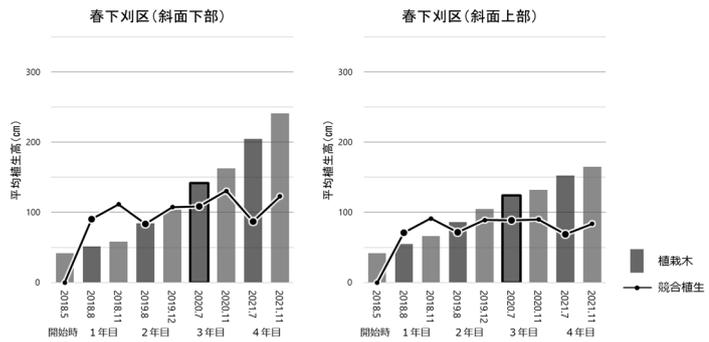


図6 植栽木と競合植生の平均高の変化（春下刈区）

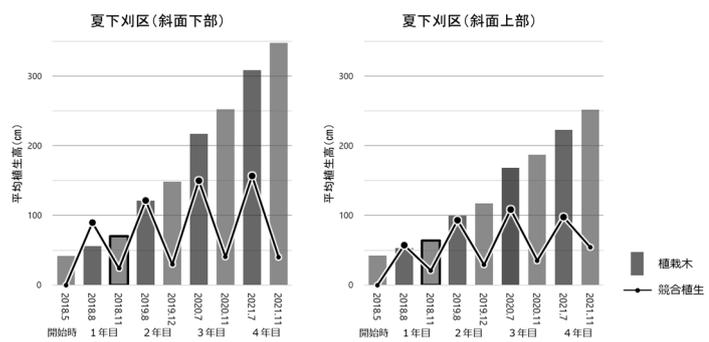


図7 植栽木と競合植生の平均高の変化（夏下刈区）

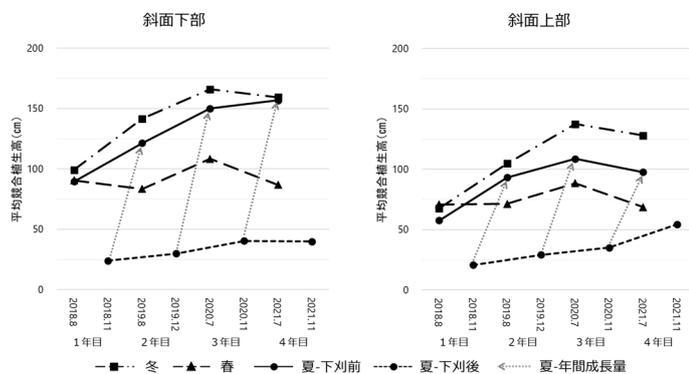


図8 下刈区ごとの競合植生高の変化

っている C4 の状態では植栽木の生育が抑制されてしまいます。

冬下刈区の斜面下部をみますと、4年目であっても C4 が約 2 割、C3 と合わせると約半分を占め、強い競合状態が続いてしまっていることが伺えます。

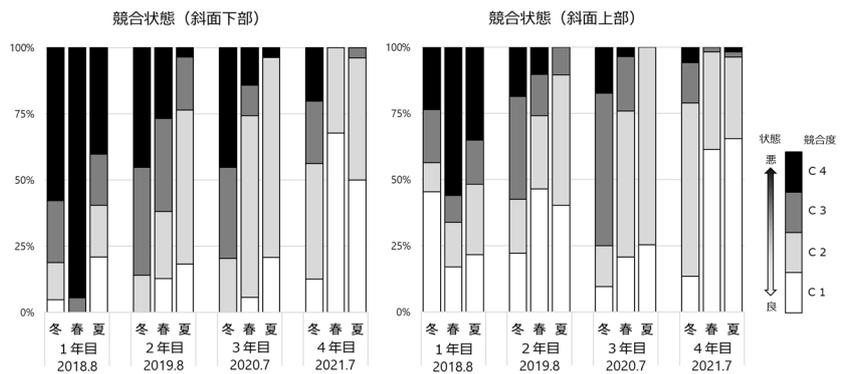


図9 競合状態

6 まとめ

夏下刈区は立地条件による差はみられるものの、樹高・地際直径ともに2年目から春・冬下刈区を上回りました。

春下刈区では、3年目から斜面下部で冬下刈区を上回る傾向が見られはじめるものの、夏下刈区と比べて、樹高・胸高直径ともに1年遅れの成長となっていました。斜面上部では、冬下刈区との大きな成長差は見られませんでした。

冬下刈区は、樹高・地際直径ともに立地条件による成長差は見られませんでした。

7 考察と今後の課題

1年目は下刈時期や立地条件による植栽木のサイズに差は見られないものの、2年目以降は夏下刈区の中でも特に斜面下部で、春と冬下刈区を上回る成長が見られることから、初期段階での夏下刈りの重要性が再確認されました。

様々な競合植生種等の条件により状況は変わる可能性があります。植栽後2年間は夏下刈りを実施し、競合状態を少しでも早く解消していかないことには、下刈り回数の削減に結びつけていくことは難しいと考えます。

もし、作業労力省力化を考慮した春や冬下刈りを当初から実施する場合には、夏下刈りよりも1回（競合植生の繁茂状況によってはそれ以上）多く刈り払いを行う前提であれば、植栽木の成長が夏下刈り実施の場合と同程度に追いつく可能性があると考えられます。しかし、下刈り回数の省力化には繋がりません。

現在、バイオマスや合板材等、木材の活用方法は広がっています。最終的に、どのような林分を求めていくかにより、春下刈りに転換した下刈り作業の省力化の可能性は考えられるかと思えます。

しかし、材質を求めるのであれば、競合植生の繁茂量や競合状態を総合的にみながら、3年生以降、競合状態が抜けはじめた際に、春や冬下刈りに転換していくことによる省力化の可能性を今後検討していくことが課題となってくると考えます。

現在白河支署に試験地の提供をしていただき、3年生及び4年生時に冬下刈りへ転換した際の調査を進めています。

こちらの調査結果もまとめましたら、あらためて報告をさせていただきます。

ニホンジカは2週間で忘れる説は本当か

(職員実行による有害鳥獣捕獲の取組から)

利根沼田森林管理署 新井 健司

中村 聖子

1 課題を取り上げた背景

当署では、平成28年度から職員実行によるシカの捕獲を毎年春と秋の2回実施しています。これまでの捕獲の取組やセンサーカメラによるモニタリングの結果について報告します。

群馬県の野生鳥獣による森林被害ですが、平成30年度の被害額は約2億4千万円でした。獣種別では、ニホンジカが最も多く52.3%を占めています。当署でも造林地の食害や剥被被害が目立っています。

利根沼田地区でのシカの日撃効率は、群馬県の平均より高く、特に沼田市利根町、昭和村では高い値を示しています。昭和村は農業が盛んなところであり、村として農地と森林の間にフェンスをもうけて野生鳥獣の侵入を防いでいます。このような状況から、署としても対策の必要性を感じ、昭和村での有害鳥獣捕獲を行うことにしました。

2 具体的な取り組み

(1) 猟友会の協力

当署では捕獲を始めるにあたり、昭和村及び地元猟友会への説明、協議を行い、事業について理解を得たうえで実施しました。職員実行による有害鳥獣捕獲には、くくり罠を使っています。しかし、職員は狩猟に従事した経験はありませんので、罠の設置や見廻りについて、昭和村猟友会の皆さんに協力してもらっています。



(猟友会昭和支部の皆さんとの打合せの様子)



(猟友会昭和支部の皆さんと罠の設置の様子)

(2) 捕獲を実施する際の工夫

経験が無くても安全に作業ができるように器具の工夫や誘引捕獲法に取り組みました。

① 止めさし作業の負担の軽減

「止めさし」とは、捕獲した獲物の命を絶つ作業です。一般的には刃物を用いますが、刃物は技術が必要なうえ経験の少ない職員には危険を伴うこととなります。

捕獲した獲物に苦痛を与えず、安全かつ速やかに行うために電気止めさし器を自作して使用しています。

② 保定具作成

止めさしを行うにあたり、シカの動きを止めたうえで行います。安全な距離を確

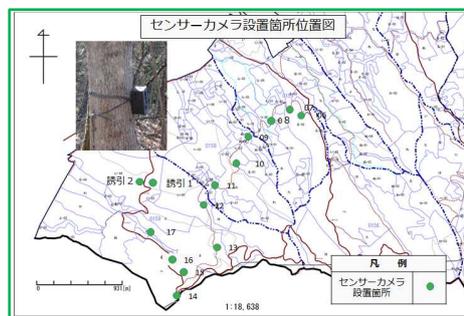
保して保定できるように、工夫して自作したものを使用しています。

③ 誘引捕獲法の導入

通常のくくり罠では、設置には経験に基づく技術が必要ですが、誘引捕獲ならば獣道以外でも設置できることに加えて、捕獲効率も高いとの情報から導入しました。

(3) センサーカメラによるモニタリング

平成 30 年 5 月からシカの動向を把握するため、14 台のセンサーカメラを設置してモニタリングを行いました。



(図-1 センサーカメラ設置位置図)

3 取り組みの結果

(1) 職員実行による有害鳥獣捕獲

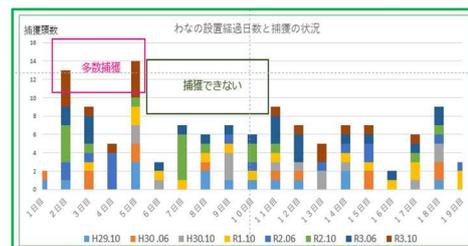
6 月と 10 月にそれぞれくくり罠を 100 基設置して、3 週間ごとに行いました。

誘引捕獲法を試行的に取り入れ、6 月に 6 基、10 月には 20 基に増やしました。その結果、令和 3 年度は 39 頭を捕獲し、群馬県ニホンジカ適正管理計画に基づく目標をほぼ達成できました。

また、誘引なしの捕獲と比較したところ、誘引捕獲法は 2.3 倍も高い捕獲効率でした。

(2) ニホンジカは 2 週間で忘れるか

ニホンジカは人の気配を感じとり、危険を察知して逃げるのかと思います。2 週間すると忘れて戻ってくるという説です。過去 4 年間の捕獲状況を検証すると、やはり第 1 週に多く捕獲し、第 2 週では捕獲できない傾向が確認できました。



(図-2 捕獲初日から終了日までの捕獲の状況)
(H29.10~R3.10)

また、センサーカメラのモニタリングでは、捕獲エリアの中心地、捕獲エリアの端の箇所、捕獲エリア外で出現頭数を比較すると、捕獲エリアから離れた場所では影響はありませんが、捕獲エリアでは捕獲が始まるとシカは警戒して近寄らなくなり、終了するとまた戻ってきているようにみえます。捕獲期間中はシカが警戒していたのではないかと考えられます。

4 まとめ

令和 3 年度から誘引捕獲に取り組んだ結果、高確率で捕獲に成功しました。また、わな設置から 7 日以内と短期間で捕獲できました。今後は、捕獲効率の高い誘引捕獲法のわなを増やし、短期間で設置箇所を見直すことで、捕獲制度の向上につなげ、わなの総設置数を減らすことができると考えています。また、それにより ICT 活用機器の導入も検討でき、見廻り業務も軽減できると考えています。

「シカは 2 週間で忘れる」かについて、センサーカメラにより確認しました。その結果、捕獲を開始すると、区域内の出現頭数が低下し、終了すると、戻っていく傾向が確認できました。これにより、ニホンジカは警戒心が強いことがわかりました。

スレ個体をつくらないために、気配を残さないようにわなを設置し、確実性や効率の高い捕獲事業を目指していきます。

レーザースキャンによる森林調査

技術普及課 小松 玄季

1 取組の背景

現在の日本の森林の現況をみると森林蓄積は毎年増え続けており、特に戦後に造成された人工林資源は利用期を迎えています(図1)。それに加え、令和元年度には森林経営管理制度も創設されるなど、森林の管理は従来よりも重要度の高い課題となっています。

その一方、林業に携わる人は減少傾向が続いています(図2)。緑の雇用制度等によりわずかに歯止めがかかっていますが、世代交代も進むことから専門的な技術・技能を持つ人がますます減少していくことが予想されます。

では従事者が減少していく中で森林管理を続けていくにはどうしたらよいのでしょうか?

解決方法の一つとして、リモートセンシング機器の活用が注目されています。一般的にこれらの機器には、

- ①従来よりも少人数で調査ができる
- ②熟練者でも初心者でも同じ結果が得られるため、専門的な経験が不要になる
- ③取得したデータはその業務以外にも使える

という利点があり、まさに今日の森林管理の課題解決に役立つ技術です。

森林管理で用いられるリモートセンシングには、衛星写真や航空レーザーといった規模の大きな機器から、ドローンや360°カメラといった小回りの効く機器まで様々な方法があり、目的とするデータの種類によって使い分ける必要があります。

数ある機器の中で今回は、低価格化により一般に普及が進み始めた地上レーザースキャナーに着目し、森林調査をする際にどのように使えばいいのか、どういったことに注意すべきかについて考察しましたので発表します。

2 レーザースキャナーについて

(1) 使用機器と計測の仕組み

今回は令和3年4月に関東森林管理局に配布された3Dwalkerという機器を使用しましたが、基本的な仕様はどのレーザースキャナーでも共通です。

計測の仕組みはとてもシンプルです。1本のレーザー光線(安全クラスclass 1:人体に影響なし)を照射することで物体との距離と方向が計測され、3次元座標を持つ「点」が作成されます

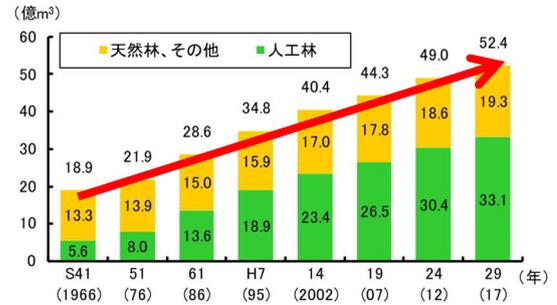


図1 日本の森林蓄積の推移 (林野庁 2021a)

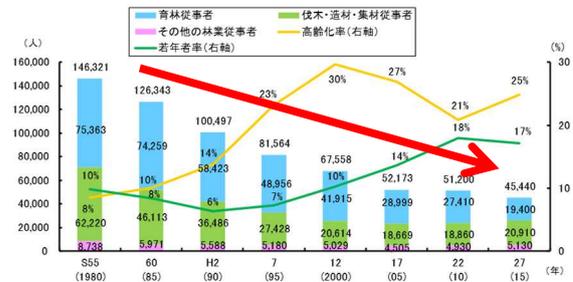


図2 林業従事者数の推移 (林野庁 2021a)

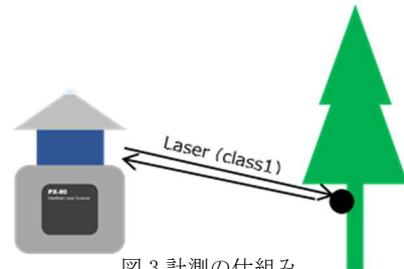


図3 計測の仕組み

(図3)。レーザーは毎秒何万本も照射されているので、数百万～数千万の「点」の集まり＝点群が生成されます。このようにして得られた点群を解析することで、胸高直径・樹高・材積・立木配置図が得られます。

(2) データの性質と精度

レーザースキャナーによる計測では、従来の手法と比べて得られるデータの性質や種類が異なります。従来手法では直径は2cmごと、樹高はm単位、材積は材積表で算出しますが、点群による計算では、直径・樹高はmm単位、材積は円錐台+円錐で計算するため、得られる数値の細かさが異なってきます。

また、これまで得られなかった立木位置や立木形状というデータも得られることから、林木の収穫以外の森林管理にデータがつかがることを目指した新しい調査方法を考える必要があると考えます。

リモートセンシングの話題になると避けられないのが「精度はどうか」という質問です。この質問は、「レーザーが届くかどうか」と「直接測っていないのに正しいのか」の2つの要素に分けて考える必要があります。前者については機器のレーザー出力やレーザー密度、現地の灌木の繁茂状況に左右され、特に樹高計測時に問題になることが多いです。頂端部までレーザーが届かなくても、立木の細り具合をもとに補正することで実測値と誤差がなくなる方法が開発されています(林野庁 2021b)。

後者については、林業の現場における真の値を考えてみると分かりやすいと思います。例えば胸高直径は2cm活約の計測、樹高は1m単位の計測で、どこを胸高とするかどこを頂端とするかは計測者によって異なります。従来の調査が正しい数値かと言うとそうではなく、誤差は多く含まれています。また、利用する側から見れば必要な材積情報も異なります。例えば、建築用材では細い頂端部は必要ないため除いて見てしまいますが、マテリアル利用として見る時には頂端部も含めた材積量(バイオマス量)が必要になります。

まとめると、計測結果が正しいかどうかではなく、使い方の定義次第でレーザースキャナーによる計測も十分に利用可能であると考えます。

3 使い方の検討と考察

関東森林管理局管内のいくつかの署でデモンストレーションを実施し、現場での意見や実際の使い方等からレーザースキャナーの使い方を検討したところ、図4に示す3つの候補が考えられました。以下にその3つの方法のメリットとデメリットを記載します。

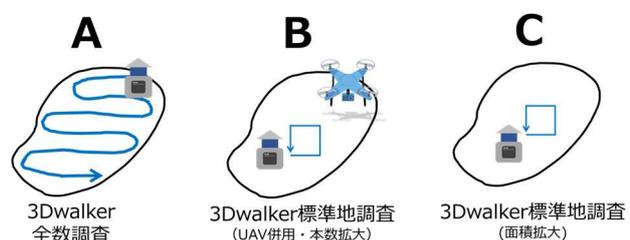


図4 レーザースキャナーの使い方候補

方法A：区域内をすべてスキャンし、立木の形状や配置、微地形の情報まで詳細に取得できるため、半永久的に使えるデータとなりますが、広い範囲では歩く時間が長くなり、データが重くなるという欠点があります。

方法B：レーザースキャナーによる胸高直径、ドローンによる樹高という、それぞれの得意なところを良いとこ取りで調査を行う方法で、取得した情報(オルソ画像や表層高モデル)は他の業務

でも活用できるというメリットがあります。その一方で、ドローンの自動飛行やGISでの解析のノウハウを取得するのが障壁になる可能性があります。

方法C：従来の標準地調査をレーザー機器に置き換えた方法で、30m四方なら10分程度で計測できることがメリットですが、従来の方法と同じくプロットを選ぶ場所によって結果が左右されてしまうというのが欠点です。

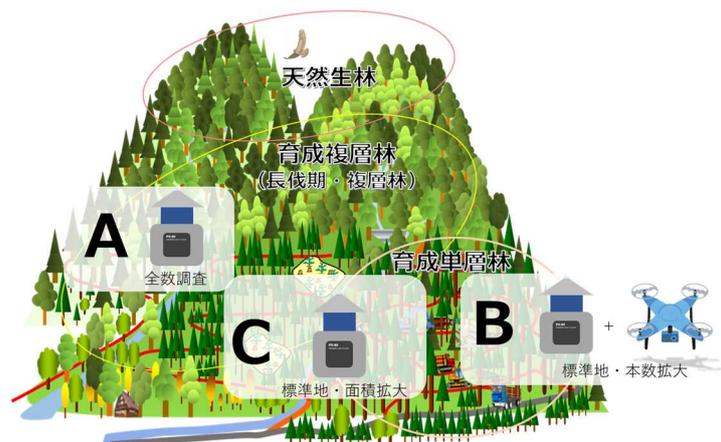


図5 将来指向する森林の姿と調査方法の対応

この3つの方法を、森林・林業基本計画で示されている将来指向する森林の姿に対応させたのが図5です。方法Aは、単木ごとの詳細なデータの取得を行えることから、長伐期施業を行って大径材や高品質材を生産する場所に相性が良いと考えられます。方法Bはオルソ画像や表層高モデルなど多くの森林情報を取得することができ、その森林情報は木材生産だけでなく道づくりや造林にも使えるので、持続的に生産を行う育成単層林で使うのが良いと考えられます。方法Cは効率重視ですので、品質をそれほど重視しない林分で調査効率をあげるために使用するのが適していると考えられました。

そのほか、関東局管内での調査を通して得られた総合的な使い方の注意点は以下のとおりです。

- ・歩く距離が長くなるとそれだけ労力もかかるので、基本的には抽出した区画を歩くのが良い
- ・片側しかスキャンできない木は精度が低くなるため、区画をしっかりと囲う歩き方が必要
- ・機器は非防水であることから雨や雪の日は望ましくなく、水分でレーザーが乱反射してしまうことから霧の日も避けるべき
- ・完全に平らな土地よりは傾斜がある林分の方がレーザーがよく届く
- ・ただし歩くのが困難なほどの急傾斜地では不向き（体感では傾斜30°以上）
- ・頭を覆うような灌木の多い林分ではレーザーが届かなくなるため、落葉期に調査するのが良い

4 拡張的な使い方

最後に拡張的な使い方について紹介したいと思います。

図6は磐城森林管理署にある120年生スギ林分です。レーザースキャナーによる計測の結果、樹高40m以上、胸高直径100cmを超える個体もみられることがわかりました。

点群による見た目だけでもPRの材料になりますし、立木の位置を把握して個体のモニタリング調査や立木在庫としての管理にも応用できそうです。



図6 目兼スギ展示林（磐城森林管理署）

図7は利根沼田森林管理署の管内の赤谷の森のブナの天然林です。大きなブナが数本あり、その下に中程度の大きさの広葉樹が生育しています。このように、森林の空間構造や階層構造、枝・葉の配置などを把握することができ、森林の状態の評価を行うことができると考えています。



図7 赤谷の森ブナ天然林（利根沼田森林管理署）

5 まとめ

レーザースキャナー自体は以前からある技術ですが、低価格化や人手不足により森林・林業の分野でも注目されるようになってきました。これまで行ってきた調査とは違う性質のデータが取得できるため、今の仕組みの中では使いづらいという方もいるかもしれません。

しかし見方を変えれば、森林の計測方法の新しい時代が来たということになります。経験にかかわらず誰でも同じデータを取得でき、どんな業務にも活用できるというのはとても大きなメリットになります。将来的な森林管理の仕方を見据えてレーザースキャナーの使い方を考えていきたいと思えます。

謝辞

本取組においては、磐城森林管理署、福島森林管理署白河支署、日光森林管理署、下越森林管理署、村上支署、中越森林管理署、上越森林管理署、利根沼田森林管理署、赤谷森林ふれあい推進センター、森林技術・支援センター、天竜森林管理署（順不同）の職員の皆様から多大なるご協力とご助言を頂きましたので、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

林野庁(2021a)令和2年度森林林業白書

林野庁(2021b)令和2年度地上型3Dレーザースキャナを活用した収穫調査実証等委託事業報告書

センダンの苗木育成調査

群馬県立農林大学校 森林コース 東 知樹

1 課題を取り上げた背景

現在、林業で取り上げられる課題として下刈りのコストが高い事やシカなどの獣害が増加していることで、早生樹が注目されている。これらの問題にセンダンが西日本で注目されている。群馬県内の気候は冬期の冷え込みが厳しくセンダンの育成するには厳しい気候であるが、北関東においても小学校の校庭等に植栽され（写真－1）育成が確認できる為、林業用樹種としても利用可能ではないかと考えて、課題に取り組んだ。

（1）センダンとは

センダン科センダン属の落葉高木である。樹高は通常 5m～15m 大きいもので 20m 胸高直径 90cm になる。自生地は日本、台湾、中国、ヒマラヤに分布する。国内では本州（伊豆半島以西）四国、九州、沖縄、小笠原に分布する。暖地に自生し、凍害に弱い。材は主にケヤキの代替材として利用される。比重は 0.57 程度ケヤキよりも軽軟で心材部分は赤みがケヤキよりも強いのが特徴である。主な用途は器具材（家具類、指物、机、椅子等）や建築材に使われている。また、葉は肥料、殺虫剤に使用される。

外果皮は薬用、種子は念珠用に使われている。

材価はスギ、ヒノキに比べ遜色がなく、直径成長が旺盛なため、短伐期で収入が得られる早生樹として期待されている樹木である。



（写真－1） 栃木県内の小学校校庭に植えられているセンダン

2 具体的な取組

（1）苗畑での育成試験

苗畑試験の区分を（表－1）に表した。試験区は無処理区、元肥区、追肥区の3つに分けて発芽・成長量試験を行った。元肥は有機化成肥料（N-P-K10-10-10）1m²あたり 500 g 与え追肥区では1月毎に 500 g 与えた区域である。施肥前の苗畑における土壌成分はp h 6.3、石灰 296、苦土 20、加里 11、りん酸 1 である。

熊本県における苗木の規格¹⁾は苗高 60～100 c m

根元直径は 6.0～8.0 m m で本試験で

（表－1） 苗畑の試験区

試験区	無処理区	元肥区	追肥区
元肥	無	有	有
追肥	無	無	有

(2) マルチキャビティコンテナでの試験

マルチキャビティコンテナ試験における試験区分を（表-2）に表した。

試験区を3つに分けて発芽・成長量試験を行った。試験区1は、スギの標準培土を使用した。

試験区2は、排水性と保水性のバランスが良い水苔を使用した。しかし、そのまま使用すると苗の根腐れを起こしてしまう可能性があるため、バーミキュライトを入れて排水性を高めた培土を使用した。

試験区3は、株式会社シダラ製コンテナ培土を使用した。配合内訳はココピート、鹿沼土、肥料他、肥料成分は窒素 500mg/L、リン酸 900mg/L、カリ 750mg/L である。

使用するマルチキャビティコンテナの容量は 300 c c で試験区 1、2 は有機化成肥料 N-P-K 10-10-10 を 10% 配合した。

(表-2) コンテナ試験区設定

試験区 1	試験区 2	試験区 3
ピートモス 65%	バーミキュライト 65%	
バーミキュライト 30%	水苔 30%	コンテナ培土 100%
黒土 5%	黒土 5%	

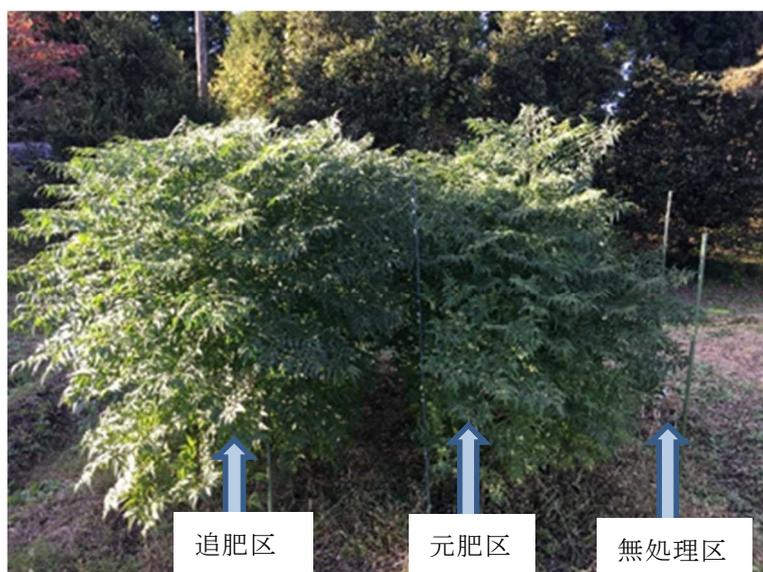
3 取組の結果

(1) 苗畑試験区

(表-3) に苗畑の試験結果を(写真-2) に苗畑の様子を示した。施肥を行う程成長量が高くなる結果となり、元肥区、追肥区では苗木の規格よりも大幅に上回った個体も多く見られた。その一方で施肥を行った試験区では発芽率が低くなる傾向にあり肥料が発芽に悪影響を及ぼしていると考えられる。また、元肥区、追肥区の比較苗高がかなり高い数値となっており、徒長気味である為、元肥や追肥を調節する必要があると考えた。本来の分布地でないことから病虫害による被害が懸念されていたがバッタや尺取り虫がわずかに食害した程度であり、総合的に見て群馬県内でもセンダンの苗木育成が可能であることを実証することが出来た。

(表-3) 苗畑試験の結果

試験区	無処理区	元肥区	追肥区
発芽率	80%	50%	33%
最大苗高	13cm	167cm	214cm
最低苗高	4cm	99cm	108cm
平均苗高	8.9cm	120cm	159cm
根本平均直径	2.05mm	11.0mm	12.0mm
標準偏差	2.9cm	21.3cm	34.2cm
比較苗高	43	146	105



(写真-2) 苗畑の様子

(2) コンテナ試験の結果

(表-4) にコンテナの試験結果を(写真-3)にコンテナの試験の様子を示した。試験結果から、水苔、ピートモス、コンテナ培土の順に平均苗高が高い結果となった。これは保水性の高い培土に並べた順番と一致しており、保水性の高さが成長を促進すると推測される。コンテナ培土は使用期限が過ぎている在庫品を使用したため、肥料等の効果が十分に発揮されなかった事が成長の悪い原因であると考えられる。成長の良かった試験区1と2の苗木は1年生であってもコンテナにおけるスギ苗の規格が30cmであるため山の植栽に十分使える可能性がある。

また、試験区1、2の成長の早い個体は根詰まりを起こして葉が黄色に変色していた。対策としては、容量の大きいコンテナの使用や肥料の量や灌水頻度を調節するなどが考えられる。

(表-4) コンテナ試験の結果

試験区	試験区 1	試験区 2	試験区 3
発芽率	58.3%	62.5%	50%
最大苗高	45cm	52cm	28cm
最低苗高	23cm	23cm	16cm
平均苗高	32.2cm	38.3cm	22.1cm
根元平均直径	4.33mm	3.47mm	2.54mm
標準偏差	7.9cm	8.5cm	4.2cm
比較苗高	74	110	87



試験区 1



試験区 2



試験区 3

(写真-3) コンテナ試験区の様子

4 まとめ

今回の試験で群馬県内においても苗畑、コンテナでのセンダンの苗木育成が可能だと立証することが出来た。苗畑試験区では、無処理区は成長量が著しく低く、苗木の規格に届かなかったが、元肥区、追肥区では苗木の規格に達して、中には規格を大幅に上回った個体も多く見られた。

コンテナ試験区では試験区 1、2 の成長量が良い結果となった。一方で試験区 3 は使用期限が過ぎている在庫品を使用したため、成長量の低い結果となった。成長の良かった試験区 1 と 2 の苗木は 1 年生であってもコンテナにおけるスギ苗の規格が 30cm であるため山の植栽に十分使える可能性がある。育苗コストを削減するためにも 1 年生苗の現地適用試験を実施することが望ましいと考えられる。

5 参考文献・引用文献

- 1) 横尾謙一郎. センダンの育成方法. H27 年度改訂版. 2015. 熊本県林業研究指導所.

立木支柱を利用したシカ侵入防止柵の比較検討

埼玉県寄居林業事務所 谷口 美洋子

1 背景

近年、造林地のニホンジカの食害による林木の枯死や、下層植生の衰退により考えられる山地崩壊が埼玉県でも増加し、荒廃した森林の機能を回復させるため工事が行われています。

シカの生息密度が高くなった箇所では被害防除なしに自然に植生が回復し、成林することは難しく、荒廃が進んだ森林では山腹工事が必要になります。

埼玉県では水源地域にシカ侵入防止柵を施工していますが、ステンレス線入りネット柵を用いており、構造が簡易で施工性に優れる一方、かみ切りやシカが頭を突っ込むことによる絡まり等が発生するため、年1回以上は見廻りと補修が必要と考えられます。そこで強度の高い金網柵といった選択肢も増やし、適材適所に用いることが必要だと考えました。

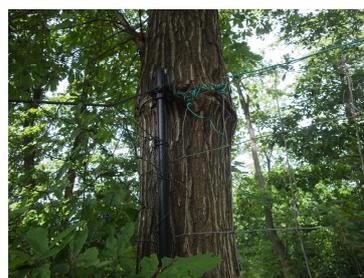


写真1. 立木支柱への巻き込み

金網柵は兵庫県の研究によれば破損率がネット柵の1/8で（藤堂ほか2017）、シカの絡まりが無い、石油製品でないなどのメリットがありますが、埼玉県で実施するにあたり、いくつかの課題がありました。まず金網柵はネット柵より初期費用が高いこと。特に支柱設置については材料費も設置手間共にコストがかかります。先行研究として、平成23年に秩父地域鳥獣害対策協議会で立木を支柱とした金網柵の実証試験を実施しましたが、機能を損なうような破損は無く、シカが侵入していないので現在希少植物も見られます。立木支柱では耐久性を維持しつつ、コスト減が可能なことは証明され、構造的に多少の雪や土砂の流入に比較的強く、維持費は小さいと予想されます。しかし、今後広く採用されるためには、設置歩掛等を設定し、コスト上のメリット等を示す必要があります。また、立木を支柱にすると前回の方法では巻き込みが発生しました（写真1）。そこで今回立木支柱設置方法を改良し、設置歩掛調査を実施しました。

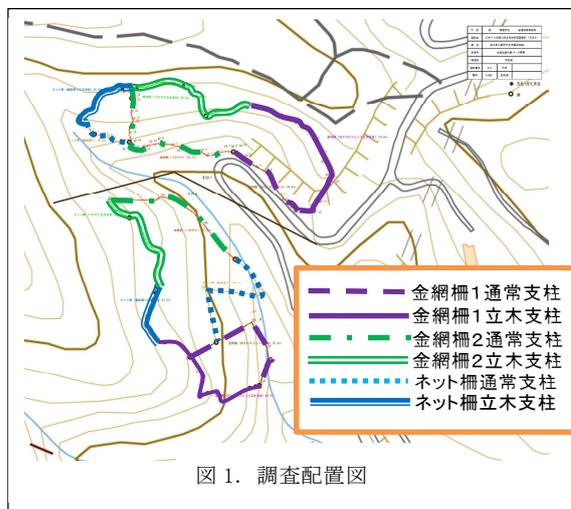


図1. 調査配置図

2 調査方法

(1) 調査地

調査は秩父郡小鹿野町にある大平公社林で実施しました。スギ10年生の再造林地で、ニホンジカとニホンカモシカの生息が確認され、獣害防止対策を実施しておらず、剥被害による枯死が多く、補植を計画していました。柵設置前に造林地内で糞粒法による生息密度調査を実施したところ、98.7頭/km²と高密度でした。

(2) 調査方法

にしました(図5)。どこか1箇所に断線があっても全線が影響を受けないように補強線は立木間単位で留めました。立木間隔は安全を見て10m以内としました。

シカ柵の強度計算が難しかったため、落石防止柵の強度計算を参考に、立木径14cm、立木間隔15m、ワイヤーロープ径3mm、落石30kg程度を想定して、金網・ワイヤーロープの自重・支柱等のエネルギーを吸収可能としました。施工手1は途中ターンバックルを付け、テンションを調節できるように工夫しました(写真2)。



写真2. ターンバックルによる調節

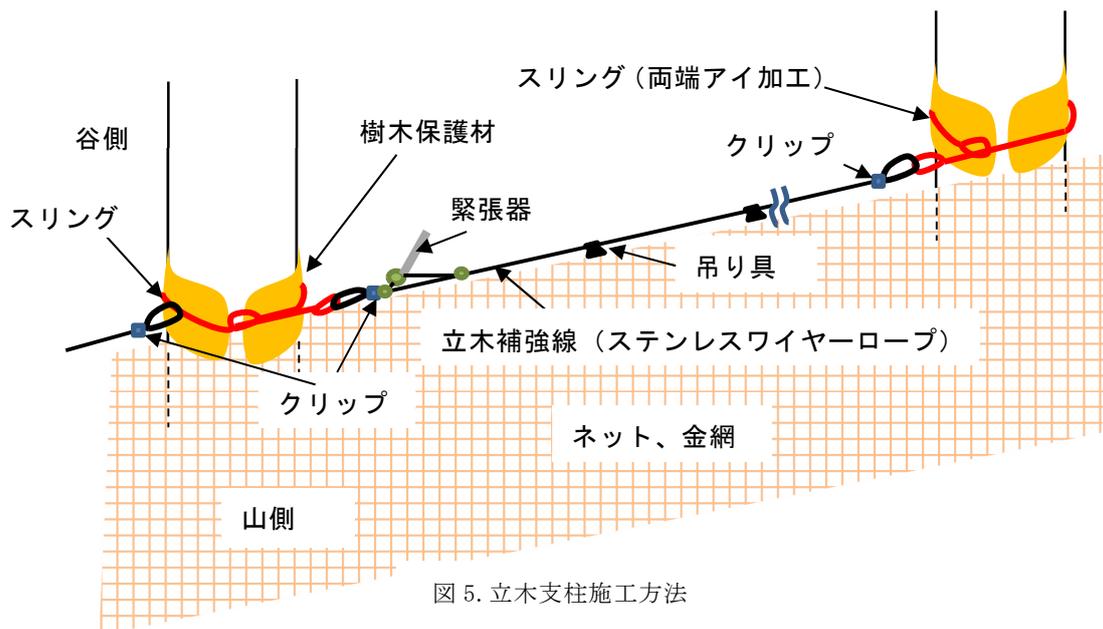


図5. 立木支柱施工方法

3 結果

各シカ柵の延長および歩掛は表1のようになりました。2施工手間で必要人工数に大きな差はありましたが、傾向はほぼ同じでした。ネット柵は立木支柱の方が若干多くの人工を必要としましたが金網柵は立木支柱の方が短い時間で施工できました。

表1. シカ侵入防止柵の種類、設置延長および設置人工数

種 類	設置距離 (m)	100m 当り人工数	100m 当り人工数	
		扉設置なし (人)	扉1枚設置含む(人)	
ステンレス線入	FRP 支柱	73.0	2.71	2.95
ネット柵	立木支柱	41.5	3.39	3.59
金網柵 1	金属支柱	116.1	2.98	4.92
折り畳み式	立木支柱	89.5	2.68	3.49
金網柵 2	金属支柱	81.2	5.05	7.31
ロール式	立木支柱	99.5	4.80	7.02

※全て施工手1, 2の平均

材料を考慮した設置費用は全ての柵で立木支柱の方が安くなりました。金網柵1は折り畳み式のため、柵の展開が容易でしたが、材料費が高く、設置費用は高くなりました(図6,7)。

扉が無い場合、金網柵2立木支柱でネット柵の通常支柱より安くなりました。管理を含めた維持費を考慮すると、10年目にネット柵通常支柱は金網柵1通常支柱以外の全ての柵より高くなりました(図6)。

製品の扉を100mに1箇所設置した場合、全ての柵で立木支柱の方が安い傾向は変わりませんでした。ネット柵には扉費用が発生しないこともあり、設置費用はネット柵が安いのですが、維持管理を考慮すると10年で金網柵2立木支柱がネット柵通常支柱より安く、金網柵1立木支柱もほぼ同額になります(図7)。

今後巻き込みの継続調査が必要で、扉のコストダウンが期待されますが、この結果は、皆伐・再造林を行う際に、既存の方法や捕獲に加え、適材適所に活用してほしいと考えています。シカ柵の必要性、設置費用と維持費用、立木利用の可否、道からの距離等の条件を判断し、長期的にトータルコストダウンを考えることが大切だと思います。

引用文献

藤堂千景・藤木大介(2017)植生保護柵としてのネット柵、金網柵の成績評価「兵庫県における森林生態系被害の把握と保全技術Ⅱ」兵庫ワイルドライフモノグラフ9号

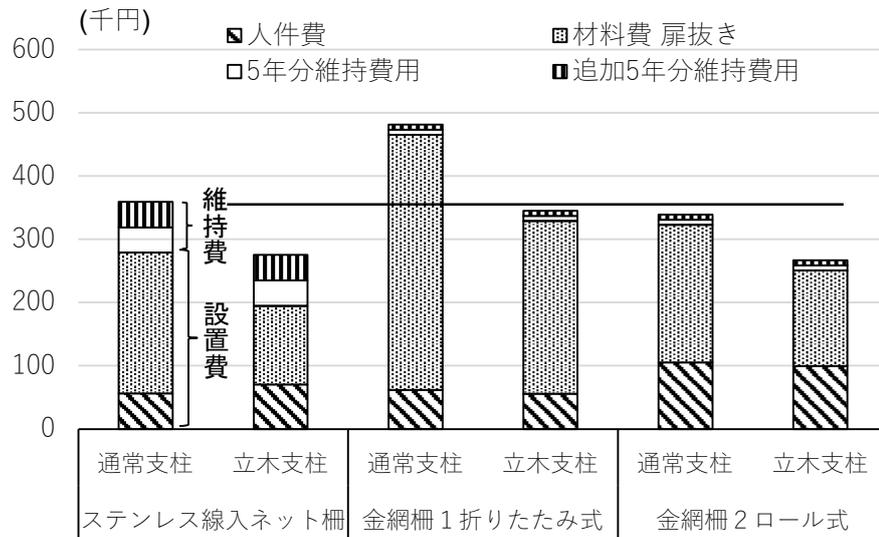


図6. シカ柵別人件費、材料費、維持費用(扉なし)

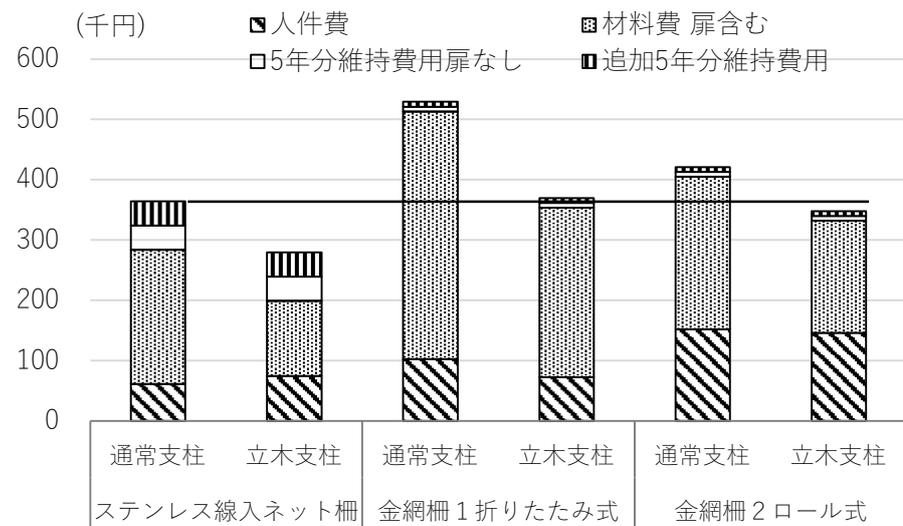


図7. シカ柵別人件費、材料費、維持費用(扉あり)

Yamapri と歩く国有林

AR アプリで、業務をもっと効率的に

中越森林管理署 宮嶋 沙織
近江 隆昭
有馬 聡

1 はじめに

国有林野の管理に従事していると、自然環境や地形の厳しい場所に設置され、風化または木や土砂で埋没している境界標識や、似た林分が隣接し特定が難しい林小班界に遭遇することがあります。現場作業員の退職やOB 職員の高齢化に伴い、境界・林小班界を熟知した職員が減少しており、境界線の把握が難しくなっている箇所が徐々に増えています。

このような状況で、必ずしも境界を把握している職員が災害発生時の現地確認を行えるとは限らないことや、通常業務における境界管理や貸付地の確認、造林・伐採業務での林小班界の確認が重要であることを踏まえ、現地を知らない職員でも簡単に国有林界等を把握できる手段が必要となっています。

2 具体的な取組

今回の取組では、上記の課題を解決するために、現実には見えない境界を AR（拡張現実）技術によりタブレットの画面上で可視化し、現場でタブレット又は UAV のカメラを通して AR の境界を重ね合わせることで境界や林小班界の把握を直感的かつ効率的に行えるアプリ” Yamapri ” の開発を行いました(図 1)。



図 1. アプリのイメージ

(1) 使用した機材

使用したのは Apple 社の iPad mini です(表 1)。関東森林管理局内に UAV の操縦用として同種タブレットが多く配備されており、職員が新たに機器の操作を覚える手間が省けること、現場で持ち歩くことを想定し、腰袋に入るサイズであることからこの機材を選択しました。

iPad mini には Wi-Fi モデル及び Wi-Fi + Cellular モデルがありますが、Built-in GPS/GNSS 機能のある Wi-Fi + Cellular モデルを使用しました。

iPad mini に接続する UAV は、DJI 社製 Mavic pro2 を使用しました。

(2) Yamapri の開発経過

表 1 機材の仕様

Ymapri の開発は森林の地理空間情報アプリに詳しい株式会社マプリーに依頼しました。署等での運用を想定して表示やデータ形式の要件を決め、試作されたアプリを国有林の現場で職員が試用、その結果をフィードバックしてアプリを修正するという手順を繰り返しました。コロナ禍のため関係者が一堂に会してアプリの動作を確認できたのは 1 回のみでした。メールや Web ミーティングでのやり取りでは共通認識の持ちにくさや、お互いの意図の伝えにくさ等があり、アプリ開発は想定より時間がかかりました。アプリが現場で思うように動作しない失敗を繰り返し、初めて iPad のカメラを通して AR の境界線が見えた時は感動しました。

機器	iPad mini (第 5 世代) 縦 203.2mm 横 134.8mm 画面 7.9inch	
OS	iPad OS 14	
モデル	Wi-Fi + Cellular モデル	
位置情報	デジタルコンパス Wi-Fi iBeacon マイクロロケーション Built-in GPS/GNSS	
記憶容量	64GB	

(3) 使用するデータの作成

Ymapri を国有林で使用するためには、国有林の地図データ等を読み込ませておく必要があります。使用できるデータ形式は KML または Geo Package です(図 2)。

【国有林 GIS のデータを使用する】

境界・林小班界の線をアプリで表示させるための KML、Geo Package データは、国有林 GIS 内のデータから作成しました。国有林 GIS から必要な箇所の境界・林小班界データをシェープファイル形式で書き出し、QGIS で KML または Geo Package 形式に変換して使用しました。

【自作のデータベースを使用する】

境界点をアプリで表示させるために、紙媒体の境界測量成果から座標値を含む境界点データを Excel で作成し、その境界点データを CSV 形式で保存後、QGIS で KML または Geo Package 形式に変換して使用しました。

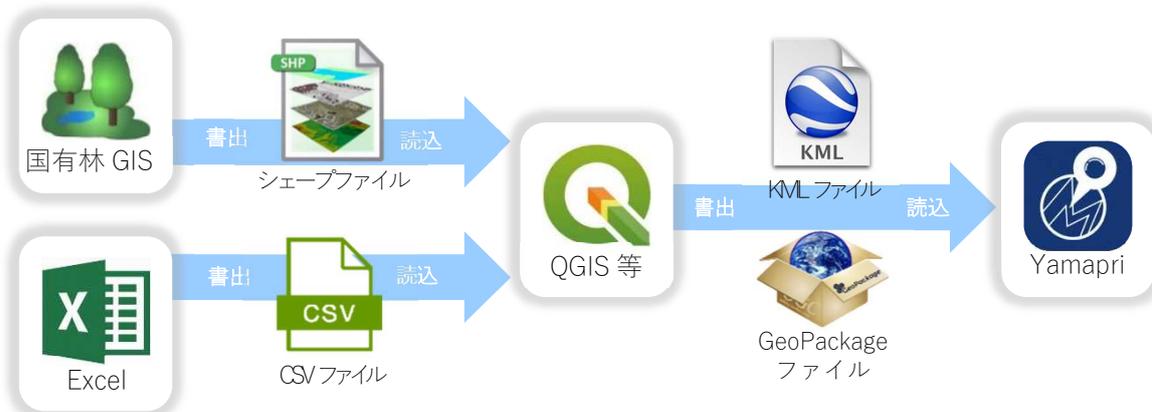


図 2. データ作成イメージ

(4) 現場での使用

Yamapri を業務に使用し、その利便性や課題を検証しました。

(ア) 境界の確認

通常、境界点の確認を行う際、現地を知る人がいない場合は、測量成果や図面、GPS 端末を使用して境界点を検索します。到達が困難な場所や位置の特定が困難な場所では境界点一点の検索に数時間を要することもあり、職員の大きな負担になっています。しかし、本アプリでは現場で境界線や境界点が表示されるので、境界点のある場所や境界線の見通しの大きな把握ができ、境界検測予備調査箇所の下見や境界巡視が格段に簡単になります(図 3, 4)。また、国有林 GIS から取り出した境界線のデータに加えて、測量成果から境界点データを作成・使用すれば、現地の状況把握の精度がさらに上がります。



図 3. 境界点をピンで表示 (iPad カメラで撮影)



図 4. 境界線データと境界点データを表示 (UAV で撮影)

(イ) 業務での活用

境界が見えるようになることで、貸付地における借受人との立会の際には、境界線が表示されているスクリーンを双方が見て現地を確認することができ、貸付地の範囲の認識のずれを防げるようになります(図 5)。また、造林事業予定箇所や、分収造林地などをドローンを使用して上空から確認する際には、林小班界も同時に確認できるため、小班の位置を特定しやすく、林小班毎の森林の状況確認や、該当林小班までのアクセスの検討が行いやすくなります(図 6)。

加えて、境界線の表示された状態の現場写真を撮影して持ち帰ることができるため、調書等の作成の迅速化につながります。



図 5. スキー場貸付地の国有林界
(iPad カメラで撮影)



図 6. 造林地のカテゴリ毎に線色を変更
(UAV で撮影)

3 まとめと今後の展望

(1) Yamapri で可能になったこと

境界等情報を本アプリで可視化したことで、現地において下記の利点があります。

- ・ 災害発生時の現地確認の際に、国有林界が迅速に把握できる。
- ・ 境界巡視の実施、境界巡検や予備調査の下見が素早く、効率的にできる。
- ・ 貸付地等の境界の確認が容易になる。
- ・ 造林地等の個別林小班の確認を、上空から一括で行えるようになる。
- ・ 被災箇所等の位置を説明する資料が短時間で作成できる。

上記以外にも、アイデア次第で現場作業を効率的・安全に行えるようになります。

(2) 課題

今回アプリを使用する中で、いくつかの課題がありました。

- ・ 使用データの位置情報の誤差によって、アプリで表示される境界線等にズレが生じる。
- ・ 携帯電波で位置情報を補正しているため通信圏外でアプリの動きが悪くなる傾向が強い。
- ・ 鉄塔等の金属性構造物の付近で iPad カメラを作動してアプリを使用すると、境界線等の表示がゆがむ(図7)。

通信圏外での動作や、構造物の付近での線の歪みは、アプリを製作した会社と今後課題解決の取組が必要になり、その一つとして、地形のメッシュデータがあれば改善されるのではないかと考えています。また、使用データの位置情報の誤差については、現在進められている境界データのデジタル化によって測量成果データの使用が可能になれば、より正確な境界点のポイントデータが作成できるようになり、誤差も減ると考えています。



図7. 高圧電力鉄塔付近で、境界線が歪んでしまった例

(3) 今後のアプリの活用について

Yamapri は cellular モデルの iPad であればインストール・使用できます。既に端末が配備されている署等であれば、新しく専用の端末を購入せずとも導入することができるので、今後多くの現場で本アプリが活用されることを期待しています。

謝辞

本アプリ開発にあたり、署の様々な方からご協力頂き、また、株式会社マプリーの山口氏には粘り強くアプリの修正を行って頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。

合板用材としての早生樹（テーダマツ、スラッシュマツ等）の可能性

静岡森林管理署 地域林政調整官 宝田 和将
 中日本合板工業組合 高野 清人

1 課題を取り上げた背景

(1) 合板業界の動向

一昨年の10月、中日本合板工業組合との早生樹の合板利用に係る勉強会で、業界の皆様から今後スギ、ヒノキなどの主要樹種だけの資源量では限りがあるのではないかと懸念を持っていることから、さらなる国産材の活用の要望があるなかで従来のスギ・ヒノキだけでなく合板用材の新たな選択肢として国産の早生樹に期待されているお話を伺いました。

また、国では、昨年の6月に森林・林業基本計画を定めており、利用量の目標のなかで合板用材については令和元年時点の約500万m³を令和7年にはさらに200万m³増の約700万m³と大幅な増加を見込んでおります。

さらに、1999年以降の合板用材の供給量をみると、業界の皆様が国内の様々な樹種を創意工夫によって利用してきたことにより国内生産量はこの約20年間でほぼ0から約500万m³近くまで飛躍的に増加してきております。そうしたなか、昨年のウッドショックにより国産材への需要が加速化するとともに、今後、輸入材の安定供給が難しくなる中で、今のうちに早いサイクルで循環できる早生樹の利用が有力な選択肢の一つと考えられているのではと推測しました。

(2) 早生樹（テーダマツ、スラッシュマツ）の特徴

早生樹の中のテーダマツについて、昭和40年代の文献をみると、日本全体で約1,500haが植栽され、静岡県は約160haと全国で2位の記録があります。（表1）

テーダマツ（写真1）は、原産地はアメリカで、日本のアカマツ、クロマツが二葉松なのに対しテーダマツは三葉松となっており、樹形は通直です。また、成長速度が非常に早く、25年生で直径20～25cm程度になるものの、林齢50年生を超えると成長が落ちるとの報告もあります。

表1 テーダマツの日本における植栽面積（昭和40年代）

県名	面積	本数	県名	面積	本数	県名	面積	本数
岩手	0.04	90	岐阜	52.20	142,165	山口	4.90	17,775
福島	13.36	44,460	静岡	163.36	678,950	徳島	105.89	397,189
茨城	16.32	49,030	愛知	41.57	123,673	香川	13.50	53,102
栃木	2.71	9,489	三重	44.12	153,198	愛媛	42.12	130,350
群馬	3.27	7,674	滋賀	11.55	29,500	高知	25.00	59,958
埼玉	19.54	55,230	京都	18.99	67,970	福岡	19.61	60,390
千葉	4.93	16,713	大阪	4.78	24,217	佐賀	2.13	6,536
東京	3.69	9,518	兵庫	71.34	251,210	長崎	68.23	225,150
神奈川	0.45	1,620	奈良	7.53	42,950	熊本	77.47	240,095
新潟	0.03	97	和歌山	39.69	94,600	大分	11.42	37,300
石川	0.13	170	鳥取	60.10	84,300	宮崎	9.62	18,992
福井	0.15	500	島根	4.04	15,437	鹿児島	475.08	1,765,534
山梨	1.42	1,510	岡山	67.64	123,087			
長野	0.04	37	広島	31.66	88,289	合計	1,539.62	5,128,055

参考資料：「外国樹種の導入成果に関する実態調査（林木育種協会 昭和42年）」



写真1 静岡森林管理署 大代国有林 (島田市)

また、スラッシュマツもテーダマツと同様に原産地はアメリカ、概ね三葉松で、成長速度が速いのが特徴で、20年生程度で伐採が可能とも言われています。

さらに、枝は細く1つの節あたりの枝数はクロマツより少なく短いのが特徴となっており、徳島県を中心に西日本で1,000ha以上植栽されたとの記録があります。

(3) 早生樹導入のメリット

テーダマツ・スラッシュマツなどの導入により考えられる林業サイドのメリットについては、①天然更新による植栽コストの削減、②初期成長がよいことによる下刈り等の回数の削減、③早生樹は20~30年生程度で収穫が可能であることから、60年で2回以上収穫ができるといった時間的な面での収益性の向上や地形的条件にあわせた植栽樹種を選択することで空間的にも収益性の向上が期待できるかと思えます。

2 取組の経過

中日本合板工業組合では、「世界の有用木材300種」(1975年発行)と、「期待される早生樹」(1963年発行)などの文献を調査するとともに、実際の早生樹林を視察しました。その結果、合板に適すると判断した樹種は、テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザンでした。

早生樹であるテーダマツとスラッシュマツの性質は、既に1975年に農林省林業試験場木材部で評価がされています。この中で、合板製造時の加工適性は、切削性、乾燥性、接着性があり、テーダマツ、スラッシュマツはカラマツと同じB評価になっています。(表2)

表2 基礎的性質と加工適性

科名	学名 (一般名)	基礎的性質											加工適性			
		(含水率15%) 気乾比重	物理的性質				強度的性質							物理的利用		
			収縮性		吸水性		曲げヤング係数	強度				くぎ引抜抵抗	摩耗性	合板製造		
接線方向	半径方向	木口面	板目面	曲げ強さ	縦圧縮強さ	せん断強さ		板目面かたさ	切削性	乾燥性	接着性					
Cupressaceae (ヒノキ科)	Chamaecyparis obtusa Endl. ヒノキ	0.41	II	II	III	I	II	II	II	II	II	I	IV	A _s	A	B
	Cunninghamia lanceolata コウヨウザン															
Taxodiaceae (スギ科)	Cryptomeria japonica D. Don スギ	0.38	II	II	II	I	II	II	II	II	I	I	IV	B _s	B	A
Pinaceae (マツ科)	Larix leptolepis Gordon カラマツ	0.53	III	III	II	II	III	III	III	II	II	III	III	B	B	B
	Pinus taeda L. テーダマツ	0.58	II	III			III	II	II	II	III	III	III	B	B	B
	P.elliottii Engelm スラッシュマツ	0.67	II	III			III	III	III	III	III	III	II	B	B	B

※参考資料：世界の有用木材300種 農林省林業試験場木材部編より抜粋

そこで、テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザンの合板を静岡県内に生育する約 60 年生のものを伐採し、1 ヶ月以内に各工場に搬入した上で、2019 年には、株式会社ノダ富士川工場、2020 年に林ベニヤ産業株式会社七尾工場で 2 級構造用合板を試作しました。

試作した合板の構成は 12mm5 層で、表板、裏板、中心の板に早生樹を使い、間の板にスギを使用しました。テーダマツとスラッシュマツはカラマツ、エゾマツ、ベイマツに比べ、木目模様には大きな差は見られず、テーダマツとスラッシュマツは総論的に合板販売会社のリサーチにおいても高評価を得ました。(写真 2)



写真 2 試作した早生樹合板

その後、さらに試作した合板は、合板製造テスト、物性テスト、製品保管テストと大きく分けて 3 つの適性テストを行いました。(表 3)

表 3 合板製造に必要な適性テスト

試験項目	合板製造テスト				物性テスト(JAS比)			製品保管テスト	合板用原木 総合評価
	原木保管テスト (2~3か月)	切削テスト	単板乾燥テスト	中板テスト	接着テスト	物性テスト	塗装性	保管テスト (3~6か月)	
詳細項目	1	単板取得率	乾燥性	ブロッキング	接着力	曲げヤング	塗装型枠	収縮	
	2	加工性	乾燥ムラ			壁倍率	フローリング適性	反り	
	3	ブロッキング	乾燥スピード	調板テスト				変色	
	4		収縮	ブロッキング				その他	
	5		波打ち						
	6		ブロッキング						

試験項目・試験方法はJASを基準とする

3 試験結果

(1) 合板製造テスト

合板製造テストでは、原木保管テスト、単板乾燥テストなどがありましたが、すべての樹種で問題ありませんでした。

(2) 物性テスト

物性テストでは、曲げたわみについて試験したところ、テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザンで 2 級構造用合板に必要な、曲げたわみ 4.0 の基準をみたく (表 4) とともに、接着性や塗装性についても良好であることが分かりました。さらに、壁倍率試験を実施したところ、テーダマツ、スラッシュマツ、コウヨウザンで 2 級構造用合板の基準値を満たしました。(試験体数が少ないため、参考結果)

表4 樹種別合板物性試験結果

樹種	テーダマツ・スギ	スラッシュマツ・スギ	コウヨウザン・スギ	ヒノキ・スギ
厚さ・積層数	12mm・5枚	12mm・5枚	12mm・5枚	12mm・5枚
曲げたわみ平均(GPa)	6.2	7.8	6.8	6.6
曲げたわみ最大(GPa)	6.7	9.0	7.4	—
曲げたわみ最小(GPa)	5.6	6.4	6.3	—
曲げたわみ基準値(GPa)	4.0	4.0	4.0	4.0

(3) 製品保管テスト

製品保管テストでは、試作した合板を3～6ヶ月保管し、収縮、反り、変色などの状況を観察しました。その結果、テーダマツとスラッシュマツは合板の性能に問題なく、商品化の可能性が高いと判断しました。

4 今後の取組や課題

試験の結果、試作したテーダマツ、スラッシュマツ合板の強度などの品質はJASの2級構造用合板の基準などをみたし、ヒノキ同等以上の品質であることが分かったことから、将来、テーダマツ、スラッシュマツの原木が安定供給されれば、十分有力な樹種と考えられます。

今後の取組や課題についてですが、工場で生産する場合に、原木歩留まりなどの検討が必要なことから、1,000～1,500m³の早生樹を使って合板の量産テストを実施していきます。

また、需要者側（産業界）からは、特に梅雨時期などに伐採した後、従来のマツと同じく腐朽菌等の問題があることから速やかな工場への搬入などのほか、供給者側からは、早生樹の苗木生産方法などがあげられております。行政側からは、将来的な原木の安定供給といった面から、今後主伐した箇所にてテーダマツやスラッシュマツを植栽していけるよう、関係者との情報共有を図りつつ、各種制度の運用の中で早生樹を位置づけるための手続きを円滑に進めていければと感じました。

3 取組の結果

令和2年度に、静岡水源林整備事務所の水源林造成事業地において点検を実施した造林地は44件で、総延長は延べ299,295mでした(表1)。

防護柵の部位毎の被害箇所数については、アンカー杭が最も多く、次いで防護ネット、張りロープ、支柱、スカート部分の順になりました(図2)。

アンカー杭については、杭の「抜け」が大部分を占める結果となりました。動物が、防護柵の下から潜り込もうとすることにより「抜け」が起こるといふケースが見受けられました。

防護ネットについては、「破損」の割合が最も高いという結果になりました。「破損」については、シカによって噛み切られた痕跡や、シカが絡まり防護ネットが大きく破損する被害がありました。

張りロープについては、「緩み」が最も多いという結果になりました。「緩み」については、倒木や落石で張りロープがずり下がるという被害がありました。

支柱については、「傾倒」が最も多いという結果になりました。「傾倒」、次いで多い「折損」については、どちらも、落石や倒木によって倒れたり折れたりする被害がありました。

スカート部分については、「埋まり」と「浮き上がり」が同程度という結果になりました。「埋まり」については、土砂の流出によってスカート部分が埋まって見えなくなるという被害がありました。「浮き上がり」については、動物の潜り込みなどにより、スカート部分が地面から浮き上がるという被害がありました。

被害の原因としては、「獣害」が最も多いという結果になりました(図3)。

「獣害」による被害としては、噛み切りなどによる防護ネットの破損、潜り込みによるアンカー杭の抜けなど、軽微な補修で対応できる被害が多い傾向が見られました。次いで多い「水害」については、支柱の折損、防護柵全体の流亡など、資材の交換が必要になる被害が多い傾向が見られました。

被害の原因について、点検実施時期ごとに比較すると、どの時期でも、一定の被害があることが分かりました。中でも、「水害」については、秋から冬にかけて増加する結果になりました。

表1 防護柵の部位毎の被害箇所数



図2 防護柵の部位毎の被害箇所数

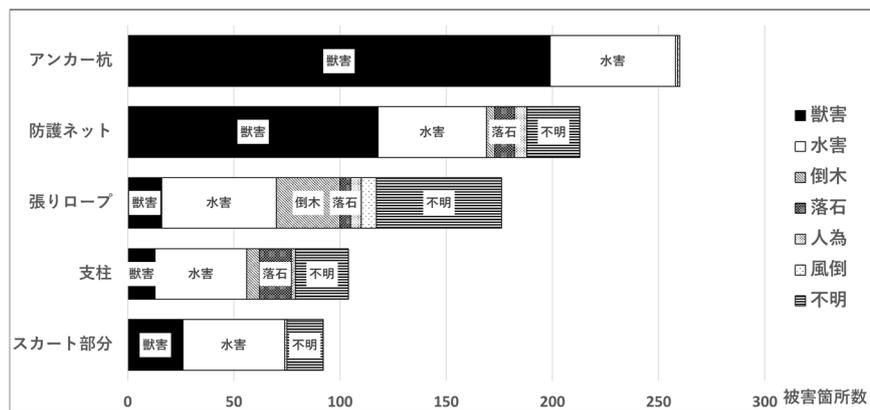


図3 防護柵の部位毎の被害原因

4 考察

被害が多かったアンカー杭、防護ネット、張りロープについては、今後は次のとおり対策を行うこととしています。

アンカー杭については、杭が抜ける被害が多かったことから、今後は、1本毎に打ち込み方向を変える、押さえロープを根株に番線で固定する、残材を横置きするなど、シカ等の潜り込みを防ぐ工夫を施すこととしています。

防護ネットについては、動物の噛み切りによる破損などが多かったことから、今後は、現在使用しているものより丈夫な繊維のネットを使用するなど、資材の選定について検討していくこととしています。

張りロープについては、ロープが緩む被害が多いことから、ロープが下がらないようにする対策が必要です。令和2年度以降に設置する防護柵については、支柱にキャップを取り付けており、キャップの突起部分にロープを引っかけることで、ロープのずり下がりを防ぐこととしています。

点検の実施時期については、時期にかかわらず一定の被害があったことから、引き続き年4回実施していきます。さらに、秋から冬にかけて水害による被害が増加していたことから、梅雨や台風により水害が多く発生していると考えられます。定期点検にかかわらず、大雨の後などには臨時の巡視を行うといった対策が必要と考えており、今後は、必要に応じて造林者に指示していくこととします。

防護柵外周の刈払いについては、令和2年度については実施しませんでした。点検の様子から、刈払いをしないと踏査や点検に時間を要する箇所があることが分かりました。今後は、必要な箇所については、刈払いを実施していきます。

以上が、点検結果から考察したよりよい防護柵のあり方ですが、当事務所におきましては、引き続き点検を実施するとともに、点検結果の分析を行い、より被害にあいにくい防護柵の設置や点検の方法について検討を進めていきます。

林業成長産業化に向けた早生樹(テーダマツ等)の可能性

天竜森林管理署

松田泰至

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

過去に先人たちが植えて育ててくださった人工林資源の本格的な利用期を迎えています。これは、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チャンスがやってきたとも言えます。昨年、閣議決定された「森林・林業基本計画」においても、「新しい林業」に向けた取組を展開していくことで、従来の施業方法を見直し、エリートツリーや自動操作機械等の新技術を取り入れて、伐採から再生林・保育に至る収支をプラスに転換する「新しい林業」を目指すことが掲げられたところです。

「新しい林業」を目指すためには、林業経営コストの低減、とりわけ地拵え、植栽、下刈りなどの育林費の低減や、シカなどの病虫害対策に、これまで以上に取り組んでいく必要があります。例えば、天然更新が可能である樹種、下刈り回数を減らすため成長の良い樹種やシカによる食害にも強い樹種を選択することが必要です。また、木材マーケットである住宅産業のニーズは大きく変化し、昔のように見た目の印象ではなく、品質や性能が担保できる木材が求められます。今後はマーケットが欲する木材を欲しい価格に見合ったコストで供給できるよう、施業方法等を積極的に見直し、「新しい林業」に取り組む必要があります。

「新しい林業」に取り組むにあたり、早生樹に着目しました。国有林では、昭和30年代に木材の増産を目的に、テーダマツ、ストロブマツなどの外国樹種が造林に適しているかどうかを検証するため、全国各地に植栽されました。こうした外国樹種の造林は失敗事例が多いため、多くの外国樹種は我が国には適さないとされていますが、天竜森林管理署管内に植生されたテーダマツ、スラッシュマツは、一部に風倒や幹折れが見受けられるもののほぼ成林しています(図1, 2)。

テーダマツは、原産地がアメリカで、昭和40年代には静岡県内に約160ヘクタール植栽されました。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反面、欠点としては、植栽後4~5年間と概ね50年を超えると風倒の危険にさらされることが報告されています。テーダマツは初期の10年程度は樹高が1年で1m、直径が1.3cm以上の成長を示し、4~5年生で樹高は4~5mに達します。また、下刈りをしなくても通直に成長が可能で、サ



図1 テーダマツ林(霧山第一国有林)



図2 スラッシュマツ林(上尾奈国有林)

サ等の下草の被圧にも耐えることが可能です。

スラッシュマツもテーダマツと同じく、原産地はアメリカで、昭和 40 年代には静岡県内に約 46 ヘクタール植栽され、成長はテーダマツと同様に旺盛で、日本では、北から福島、関東、およびそれ以南の太平洋沿岸に広く分布しています。植栽後 4~5 年間と概ね 50 年を超えると風倒の危険が報告されています。

現在、天竜森林管理署管内には、成林したテーダマツが約 70 ヘクタール、スラッシュマツが約 5 ヘクタールあります。テーダマツやスラッシュマツは植栽後の成長が早く、マツ材線虫病に対する抵抗があること、合板用材料としての活用が見込めること、天然更新の可能性があるので、早生樹を活用して「新しい林業」を実現できるか検討しました。

2 調査方法

新たな樹種の導入に向けて、各計画の見直しが必要となることから、標準伐期齢、施業体系を検討するため、テーダマツに関しては、毎木調査と樹幹解析、スラッシュマツに関しては毎木調査を行いました。

(1) 毎木調査

天竜森林管理署管内の霧山第一国有林、狩宿国有林、菩提山国有林、上尾奈国有林と、県立森林公園、西部農林事務所育種場の合計 6 調査地において、調査プロットを作成し、樹高、胸高直径、応力波伝播速度を測定しました。

(2) 樹幹解析

菩提山国有林、県立森林公園、掛川市民有林のテーダマツ各 3 本を伐倒後、4 m に玉切りを行い、0 m 位置から 4 m ごとに円板を採取しました。それぞれの円板について、円板の中心方向から 4 方向の年輪幅を 5 年ごとに読み取りました。得られた年輪のデータから樹高を推定し、成長関数のミッチャーリッヒ式にあてはめ、樹高成長曲線を作成しました。

3 結果と考察

(1) 毎木調査

各調査地における調査本数、樹高の平均、胸高直径の平均、応力波伝搬速度を表 1 に示します。天竜森林管理署管内のテーダマツとスラッシュマツは、3,000~3,400 本/ha で植栽した後、現在 56~59 年生で、テーダマツは 440~525 本/ha、スラッシュマツは 941 本/ha 残存し、スラッシュマツの方が多結果となりました。また、これらの調査地は初期段階の下刈を除き、無施業、無間伐であることから、自然に淘汰されながら現存本数になったと推察されます。樹高はテーダマツ約 30m、スラッシュマツ 25.7m でした。胸高直径は、テーダマツ約 45cm、スラッシュマツ 32.5cm であり、樹高、胸高直径ともにテーダマツの方が大きい結果となりました。応力波伝搬速度は数値が大きいほど、立木ヤング率が高く、強度があることを示します。応力波伝搬速度を測定した結果、いずれの調査林分も 2 級構造用合板基準を満たす強度を持っていた西部農林事務所育種場テーダマツの 3,108/秒よりも大きく、2 級構造用合板用の丸太として利用できることが推察されました。

表1 各調査プロットの比較

場所	霧山138林班	狩宿125林班	菩提山244林班	上尾奈20林班	県立森林公園	西部農林事務所 育種場
樹種	テーダマツ	テーダマツ	テーダマツ	スラッシュマツ	テーダマツ	テーダマツ
植栽密度	3,000~3,400本 (推定)	3,000~3,400本 (推定)	3,000~3,400本 (推定)	3,000~3,400本 (推定)	3,000本	2,000~2,500本 (推定)
林齢	56年生	56年生	57年生	59年生	65年生	35年生
調査本数	88本 (20m×20m×5箇 所)	21本 (20m×20m×1 箇所)	21本 (20m×20m×1 箇所)	113本 (20m×20m×3 箇所)	16本	18本
現存本数	440本/ha	525本/ha	525本/ha	941本/ha	—	—
樹高平均	30.8m	31.1m	29.9m	25.7m	35.4m	25.0m
胸高直径平均	42.6cm	45.4cm	43.4cm	32.5cm	45.7cm	47.8cm
応力波伝播速度 ^{※1}	3,787m/秒	3,781m/秒	3,588m/秒	3,809m/秒	3,900m/秒	3,108m/秒
合板曲げ強さ ^{※2}	—	—	—	—	7.3GPa (n=5 A社製) 2級構造用合板基準 4.0GPa以上	5.1GPa (n=5 B社製) 2級構造用合板基準 4.0GPa以上

※1 応力波伝播速度は種が大きいほど立木ヤング率が強いことを示す
 ※2 ヒノキ合板 6.5GPa

(2) 樹幹解析

図3はアメリカの地位別の樹高データを示しており、実線が今回得られた樹高データを示しています。森林公園(地位:1)、掛川(地位:4)、菩提山(地位:5)の順に地位が良くなるため、アメリカの地位別の樹高データと比較すると概ね類似した結果を示しました。今回、森林公園、掛川、菩提山から得られたデータは、アメリカの地位別の樹高データと比べて、初期の樹高成長が鈍い結果となりました。原因として、各試験地共に間伐などの施業を行わなかったことにより、立木密度が高まり成長に影響した可能性が考えられました。

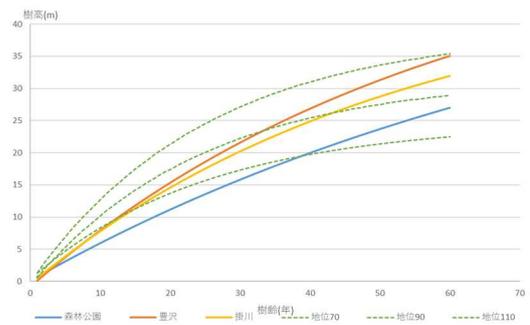


図3 地位指数曲線

(3) 考察

(ア) テーダマツの植栽本数と間伐

植栽本数は過去の文献から2,500本が適当であることから2,500本としました。また、樹幹解析の結果、10年ごとに成長が鈍くなる傾向があったため、除間伐は10年ごととしました。それを踏まえると、植栽後、10年までに10%の自然枯損を想定し、10年で40%の除間伐、20年までに3分の1の間伐を行うと30年で胸高直径27cm、樹高20mの材を得ることが見込まれます。

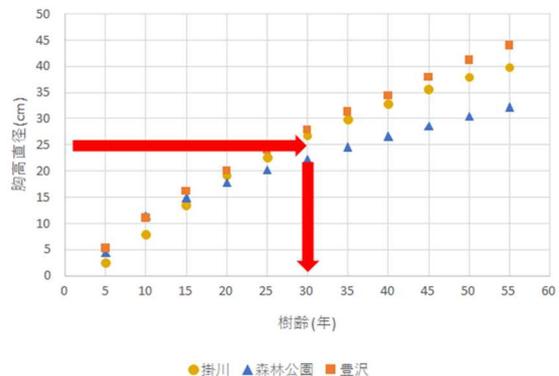


図4 地位と胸高直径

(イ) テーダマツの標準伐期齢

静岡県の合板工場への丸太搬入条件は、スギの場合、末口径が皮なしの状態、18cm以上と

なっています。テーダマツの場合、細りや皮の厚さを加味すると、胸高直径が 25cm 以上あれば、4m 材を 2 本程度生産することが可能となります。すなわち、胸高直径が 25cm になるには樹齢が 30 年、必要となるため(図 4)、合板として利用するためには、30 年の伐期が最適であると考えられました。以上の条件をまとめ、図 5 にテーダマツの施業方法別の体系図案を示しました。

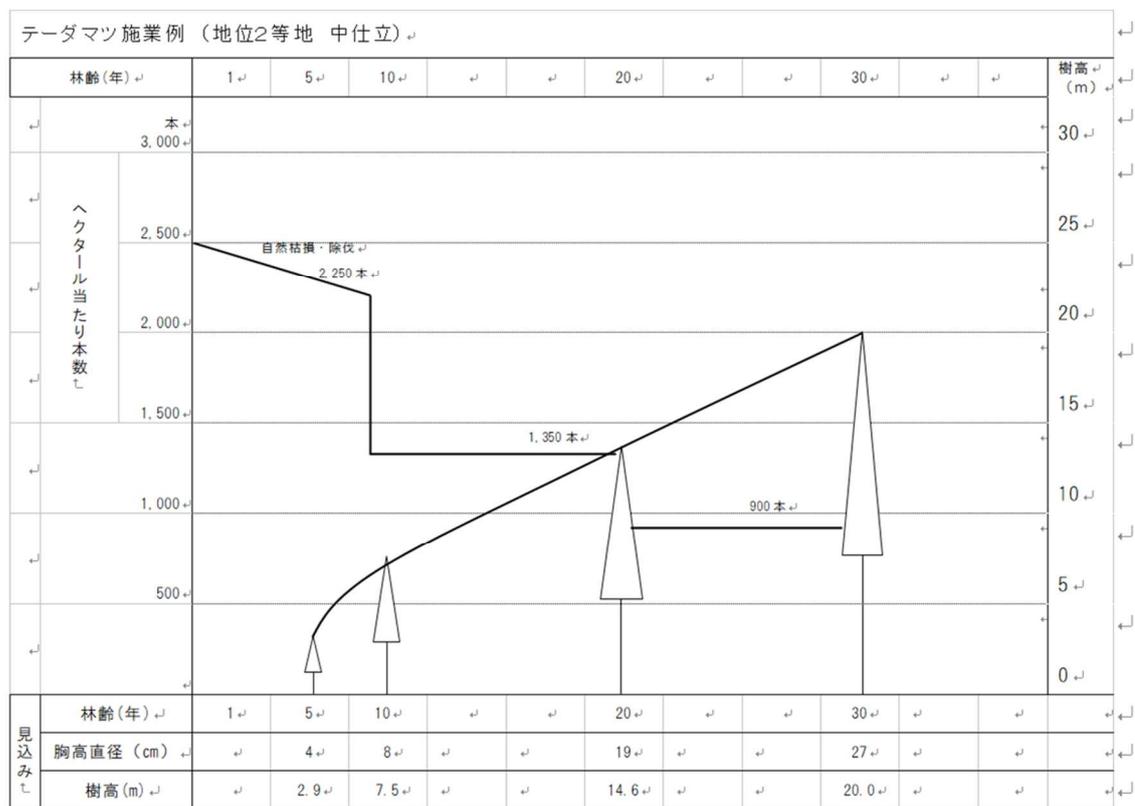


図 5 テーダマツの施業方法別の体系図案

4 まとめ

以上のとおり、テーダマツは、植栽本数 2,500 本/ha、間伐を 2 回、30 年伐期の低コスト林業が実施できる可能性があります。また、天竜森林管理署管内の霧山第一国有林で伐採されたテーダマツの一部は、林ベニヤ産業株式会社へ搬入され、既に合板として販売されていることから、「新しい林業」に取り組むために早生樹(テーダマツ等)を活用し、林業成長産業化を推進できるのではないかと考えられます。

5 今後の取組

今回、スラッシュマツの樹幹解析を行うことができませんでした。スラッシュマツは一般的にテーダマツよりも材質に優れ、枝も細く価値があると考えられています。今後は樹幹解析を行い、スラッシュマツの施業方法別の体系図を作成します。また、当森林管理署管内のテーダマツ伐採跡地を調べると、実生が多数発生し天然更新の可能性があることから、引き続き天然更新の調査をしていきたいと考えています。

歩行による獣害対策用防護柵の点検について

静岡県立農林環境専門職大学短期大学部 高野璃音・鶴飼一博

1 はじめに

林野庁は、皆伐再造林が進まない原因として、木材価格の低迷、施業の集約化が難しいこと、造林作業の省力化が図られていないこと、鳥獣害被害の拡大であると分析しています。それらのうち鳥獣害被害、特にニホンジカの被害対策は、近年新たに追加された課題一つとなっています。

そのため、防護柵の点検業務が一般化・省力化されれば、皆伐再造林が進まない原因の一つが解決されると考えます。

そこで、本研究では、獣害対策用防護柵（以下「防護柵」という）の点検業務における一般化や省力化を検討するため、上級者と初級者の行動を比較しました。

2 調査方法

(1) 点検箇所

点検箇所は、富士市桑崎地内の標高 920～960m に位置している富士市市有林内(図 1)であり、2021年にヒノキを 2000 本/ha 植栽した皆伐再造林箇所です。

点検箇所 1 は面積 4.0ha、周囲長 1.1 km、点検箇所 2 は面積 6.2ha、周囲長 1.8 kmです。周囲にはニホンジカやノウサギが生息していることから、ナイロンネット柵が設置されています。



図1 位置図

(2) 点検日

1 回目は令和 3 年 2 月 27 日に上級者（経験年数 18 年）が行い、2 回目は令和 3 年 10 月 23 日に初級者（経験年数 1 年未満）が行いました。

点検者	
時間	
場所	

(3) 点検方法

点検者は防護柵に沿って歩行し、点検と観察を行い、時間と規模や内容を記録しました（図 2）。

点検・観察の位置情報は、『ジオグラフィカ^{※1}』にて記録し、点検終了後はオープンソースの GIS ソフト『QGIS』にて位置情報を整理しました。

	チェック項目	規模・内容	
点検	<input type="checkbox"/> ネットの破れ	大	中 小
	<input type="checkbox"/> ポールの倒壊		
	<input type="checkbox"/> ベグの脱落・ゆるみ		
	<input type="checkbox"/> ロープの切断・損傷	上	下 アンカー
	<input type="checkbox"/> 柵と地際の隙間	地形	動物
	<input type="checkbox"/> 土砂による破損等		
	<input type="checkbox"/> その他		
観察	<input type="checkbox"/> ニホンジカの足跡	柵内	柵外
	<input type="checkbox"/> ニホンジカの糞	柵内	柵外
	<input type="checkbox"/> ノウサギの足跡	柵内	柵外
	<input type="checkbox"/> ノウサギの糞	柵内	柵外
	<input type="checkbox"/> その他	柵内	柵外

図2 点検・観察チェックシート

3 結果

(1) 歩行速度・業務速度

歩行速度については、上級者は点検箇所1・2とも2.3 km/h、初級者は点検箇所1では1.4km/h、点検箇所2では1.7km/hでした（表1）。

表1 点検結果の概要

点検場所		点検箇所 No1 (富士市市有林①)		点検箇所 No2 (富士市市有林②)	
点検距離	(km)	1.1		1.8	
点検者		上級者	初級者	上級者	初級者
点検日		2021/2/27	2021/10/23	2021/2/27	2021/10/23
所要時間	歩行 (分)	29	47	48	63
	点検 (分)	17	25	3	11
	観察 (分)	2	3	4	0
	合計 (分)	48	75	55	74
速度	歩行速度 (km/h)	2.3	1.4	2.3	1.7
	業務速度 (km/h)	1.4	0.9	2.0	1.5

(2) 点検について

1回目（上級者が点検）は『下ロープの損傷（6件）』が一番多く、2回目（初級者が点検）は『ネットの切断（10件）』が最も多く確認されました（表2）。

『ネットの切断』と『支柱の損傷』については、1回目の点検では確認されませんでした。2回目の点検時には発生していました。

表2 防護柵点検時の損傷内容と点検件数

項目	上級者(A)	初級者(B)	(B)-(A)
下ロープ切断	6件	4件	-2件
ネット下潜り抜け	2件	2件	0件
ネット切断	0件	10件	10件
浮き上がり	1件	0件	-1件
土砂堆積	1件	1件	0件
ペグ脱落	3件	7件	4件
控えロープ切断	0件	1件	1件
アンカーロープ切断	3件	0件	-3件
支柱損傷・傾倒	0件	3件	3件
合計	16件	28件	12件

(2) 点検について

初級者の点検件数が上級者のそれを上回った『ネットの切断』と『支柱の損傷・傾倒』について、初級者の方が点検する目を持っていただけではないと考えます。1回目（上級者が点検）から、2回目（初級者が点検）までには8ヶ月間あいており、この期間にニホンジカやノウサギによって切断されたり、ニホンジカなどの体当たり、台風等の強風又は土砂の流出によって支柱が傾倒したと考えられます。

一方、上級者の点検件数が上回ったものは、『下ロープの切断』があります。前段で述べたとおり点検していない8ヶ月間においてニホンジカやノウサギの影響がなかったとは考えられません。下ロープは地際付近のネットの間を通過しているため、観察眼がないと歩行中に発見することは容易でないと思われれます。そのため、初級者は見落とししてしまった可能性があります。

(3) 観察について

点検箇所1・2を合わせた点検件数では、初級者が1件、上級者が8件となり上級者の方が7件多いという結果になりました。

この原因は、初級者が不慣れであったことが挙げられます。支柱の損傷やネットの切断などは、およそ誰が見ても気づく異常ですが、野生動物の痕跡については、教科書通りでないものも多く、特に足跡は風雨で変形することも多く、地面の小さな変化を見つけなければならないことから、初級者には難しかったと考えられます。

(4) 点検及び観察位置の図化

QGISで図化したことで情報共有がしやすくなりました。

5 おわりに

防護柵の点検について、上級者と初級者の行動を比較したところ、業務速度は速くないものの点検だけであれば初級者でも十分な成果を出すと思われれます。さらに、これまでの損傷個所の位置や想定される損傷に関する情報を事前に共有しておけば、初級者の点検でも満足できる結果が得られると期待できます。

しかし、防護柵の維持管理の方針や計画を策定するためには、野生動物の生息状況や被害の想定が必要なため、これらの情報を得るためには、初級者では難しく、上級者の現地調査が必要になります。

最近、ドローンによる防護柵の点検や、情報通信技術を用いたネット柵の管理方法の研究が進められていますが、歩行による防護柵の点検業務が皆無になることはないと考えます。そのため、防護柵の点検業務の省力化を図るためには、観察眼をもった技術者育成も同時に進めることが重要だと考えます。

※1：松本圭司氏がスマートホンやタブレット用に開発したオフライン環境でも使えるキャッシュ型GPSアプリケーションのこと。

2 森林保全部門

希少猛禽類の生態系に配慮した林道工事に関する近年の取組

福島県会津農林事務所 森林林業部 森林土木課
技師 半沢 竜馬

1 背景

猛禽類とはタカ目、フクロウ目、ハヤブサ目に属する大型肉食鳥類の総称です。自然界の食物連鎖における高次捕食者ですが、近年の生息環境の変化により個体数及び繁殖成功率が減少、さらに密猟の対象となり、保護が急務とされます。イヌワシ、クマタカなど10種の猛禽類が当県レッドリストにおける絶滅危惧種に指定されています。

猛禽類は絶滅のおそれのある野生動植物種の保存に関する法律（種の保存法）など関連諸法令に基づき指定種の保護が義務付けられています。環境省では、猛禽類保護のガイドライン『猛禽類保護の進め方（改訂版）』（平成24年3月発行）にて、猛禽類保護の方針を定めています。

この『猛禽類保護の進め方』によれば、人工林にも希少猛禽類が営巣する事例が報告されています。近年は積極的な森林整備が良好な餌場や育雛環境を生むという見解が、鳥類学の共通認識になりつつあります。

会津農林事務所では、林道大滝線（会津美里町）でイヌワシの生息が確認された平成44年より猛禽類保護の取組を5路線で実施しています。これは県レッドリストが策定される10年以上前からの独自のものです。

2 従来からの取組内容

当事務所の基本的な取組内容については次のとおりです。

各路線での林道事業に先立ち、沿線に希少猛禽類が生息していないかを県自然保護課の有するデータベース等を用いて事前調査します。そこで生息が確認された場合には、モニタリング調査にて現地を確認します。調査結果を基に「有識者への意見聴取」にて有識者を交えて保護措置を検討します。さらに当年度工事で保護措置を実践し、モニタリング調査で措置の効果を検証します。こうしたサイクルを事業実施年度ごとに行っています。

工事での実際の取組については、機械の運転動作から工期の設定まで、多岐にわたり実践しています。なお、こうした取組は有識者からの提言をもとに行っているもののほかに、施工者が自主的に行っているものもあります。

表1 福島県会津地方の主要な猛禽類

種名	法令・文献における指定状況※			
	a	b	c	d
イヌワシ	天	希	EN	CR
クマタカ		希	EN	EN
サシバ			VU	NT
オオタカ			NT	VU
ハイタカ			NT	NT
ハチクマ			NT	NT
ツミ				NT

会津地方で確認されている主な猛禽類と令和3年8月現在の法令等の指定状況

a：文化財保護法（昭和25年法律第214号）

「天」天然記念物、

b：絶滅のおそれのある野生動植物種の保存に関する法律（平成4年法律第75号）「希」国内希少野生動植物種

c：環境省レッドリスト2020（鳥類）（令和2年 環境省）「EN」絶滅危惧ⅠB類、「VU」絶滅危惧Ⅱ類、「NT」準絶滅危惧

d：ふくしまレッドリスト2020版（令和元年 福島県）「CR」絶滅危惧ⅠA類、「EN」絶滅危惧ⅠB類、「VU」絶滅危惧Ⅱ類、「NT」準絶滅危惧

3 新しい取組内容及びその効果

ここからは、令和元年度以降、新たに着手した取組について御紹介します。

(1) ビデオカメラの導入

有識者より工事完了後の事後評価を実施するよう提言を受けてきましたが、事業完了後は職員で事後調査に対応せねばなりません。供用開始後の林道では事後評価が行われず、配慮工法の効果が不明のままであることが課題とされてきました。

そこでビデオカメラにより調査記録を随時作成する方法が提案されました。これにより現地確認をした職員が随時猛禽類を撮影してデータを蓄積し、有識者に映像を見せることで簡易な猛禽類調査が可能となります。

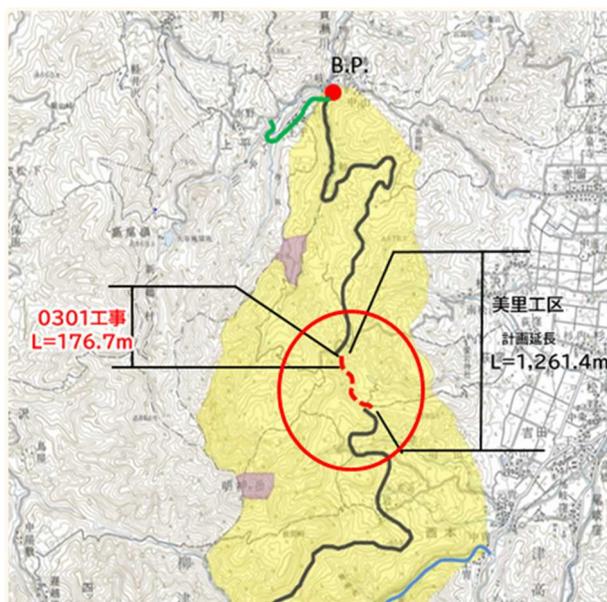
この手法を応用することで、供用後の維持管理をする市町村の職員でも猛禽類の観測ができるようになり、工事実施後の事後評価が可能となると考えられます。

現在では当事務所に猛禽類撮影用のビデオカメラを配備し、職員が現場確認に行く際にビデオカメラを携帯するようになりました。機材の選定にあたり、有識者からの意見を参考に防水防滴、ハイビジョン撮影、60倍ズーム機能という調査に必要な性能を備えた市販のビデオカメラを選定しました。ビデオカメラの費用は6万円程度と、比較的安価なものとなりました。

ビデオカメラで蓄積したデータは、まとめて有識者に提示する予定です。

(2) 林道新鶴・柳津線での事前探査

林道新鶴・柳津線美里工区（福島県大沼郡会津美里町蛇喰地内）では令和3年度から工事を再開しますが、柳津工区が完了した平成30年度から調査が行われていませんでした。令和2年度末の希少猛禽類の繁殖期に調査が行われないことから、工事の影響について有識者から懸念が示されました。



【探査概要】

- 最大3名の職員、3定点
- 調査効果を高める定点を検討して新たに設置
- 延べ調査時間 16時間50分
- 有識者の準備したビデオカメラで猛禽類を撮影して記録

	日時	天候	調査時間
①	11月20日(金)	晴のち雨	10:00~13:30
②	11月25日(水)	曇	10:15~12:50
③	11月30日(月)	曇時々雨	10:00~13:30
④	1月18日(月)	晴	10:00~12:00

図1 林道新鶴・柳津線の事業及び事前探査の概要

(左) 林道新鶴・柳津線の工事概要。赤丸：希少猛禽類に工事の影響が及ぶと有識者から指摘の受けた範囲。(右) 事前探査の調査方法。表で示したのは調査日時及びその当時の天候。なお、調査箇所については希少猛禽類保護の観点から非公開とした。

そこで工事再開に伴う環境影響評価に関する説明責任を果たすため、当工区付近に生息する希少猛

禽類の存在を明らかにすることになりました。探査の概要は次のとおりです。

過去に確認されたクマタカペアがいるものと仮定し、その繁殖期にあたる令和2年11月から令和3年1月にかけて4日間延べ16時間50分実施しました。

調査効果を高めるため、影響の及ぶ区域全体を網羅するように新たな定点を検討して設置した上で、最大3名の職員により適宜移動しながら3定点で観測しました。

なお調査ではビデオカメラを用い、撮影により記録した映像を有識者に提示しました。

事前探査の結果、工事予定地付近に執着するクマタカの存在が確認され、令和3年度以降の委託業務で過去に明らかとなったペアを含めてその営巣地及び繁殖状況を明らかにするとし、受託者に追跡調査を指示しました。

この内容を有識者に示した結果「工事の開始時期を考慮すると、事前探査と委託業務によって環境影響評価が適切に行われていると考えられる」との提言を受け、令和3年度以降の工事実施が問題ないと認められました。

またこの探査により、専門的な調査技術のない職員であっても、ビデオカメラにより撮影したデータを示すことで簡易な調査が可能であることが示唆されました。

(3) 猛禽類モニタリング調査に関する研修会

猛禽類モニタリング調査の監理には、鳥類学に関する専門的な知識及び技術を必要とするものの、当該業務に関する研修は全体的にみてもこれまでにありませんでした。

そこで猛禽類の専門家を招いた実地演習を通じて猛禽類モニタリング調査の基礎知識及び技術を習得することで、当該業務を監理する職員の資質向上を目的とした『猛禽類モニタリング調査に関する研修会』を令和2年10月19日に開催しました。

本研修では福島県会津農林事務所猛禽類検討委員会の弦間一郎委員（福島県野生動植物保護アドバイザー）を講師に招き、会津森林管理署や市町村を含む16名の職員が参加して調査の基礎を学びました。

さらに本研修で得られた猛禽類モニタリング調査の方法に関する知識をまとめたマニュアルを策定し、令和3年1月付けで研修に参加した各団体に配布しました。



図2 研修会の開催状況

林道北塩原・磐梯線（福島県喜多方市雄国地内）での実地演習の様子。

4 まとめ及び今後の展望

当事務所では希少猛禽類のモニタリング調査にビデオカメラを導入し、林道新鶴・柳津線での事前探査で使用しました。専門的な調査技術のない職員でも簡易な調査が可能とわかり、事後調査の可能性も開かれました。

加えて研修会や他部局との情報共有など、前例にとられない発想で他部局を巻き込みながら猛禽類モニタリング調査に関する技術向上や普及を行いました。

今後の課題として、当事務所が過去20年以上にわたり培ってきた配慮工法の知識技術をさらに広く継承することがあります。将来的には、専門的な調査技術のない職員であっても簡易な事後調査が可

能となる仕組みを作り、長きにわたり続けられた配慮工法の効果を検証することが可能になると考えられます。

5 謝辞

令和2年10月19日開催の『猛禽類モニタリング調査に関する研修会』につきましては、福島県治山林道研究会技術研究事業技術研究基金による助成をいただきました。末筆ながら、同会に対して厚くお礼を申し上げます。

八溝山周辺におけるニホンジカ低密度地域の生息状況と誘引捕獲

棚倉森林管理署 井上 晴香

1 課題を取り上げた背景

近年全国のニホンジカ（以下シカという。）における森林被害面積は減少傾向ですが、被害割合は約70%と非常に多くを占めています。

（図-1）シカ高密度地域は、捕獲等の取組により平成26年以降個体数の推定値は減少傾向にあります。しかし分布域に関しては全国的に拡大傾向が続いており、特に北海道・東北・北陸で急速に拡大していると言われています。つまりシカ高密度地域の個体数は減少していますが、シカ低密度地域は拡大していると考えられます。

棚倉森林管理署は福島県中通り南部に位置し

（図-2）、管内の国有林は約21,000 haあり、うち約14,000 ha（約67%）がスギ・ヒノキを主とした人工林が多いのが特徴です。これまで管内にシカは生息していないとされていましたが、平成30年9月にセンサーカメラによりシカの生息が初めて確認されました。また、令和2年に造林地内においてシカによる造林木の食害を確認したところ、棚倉は比較的温暖な地域で、餌となる植物も豊富にあること、シカの個体数減少につながる大雪も見られないことからシカの定住化が進行すると急激な個体数の増加が予想されます。そこで棚倉森林管理署では八溝山周辺の森林資源の保守・シカ被害の拡大防止、八溝山周辺のシカ生息状況の把握、シカ低密度地域の管理方法を模索するという3つの目的のもと平成30年からセンサーカメラを使用した生息状況調査を行ってきました。今回は生息状況調査に加えシカ低密度地域での捕獲を試みました。

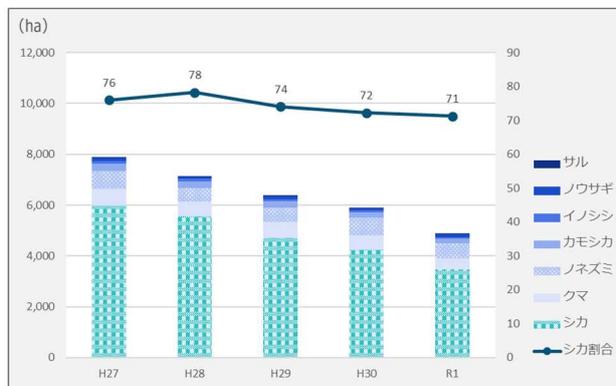


図-1：主な野生鳥獣害による森林被害面積の推移
※出典：令和2年度森林・林業白書

2 具体的な取組

(1) 八溝山周辺のシカ生息状況調査

調査地：福島県東白川郡棚倉町の国有林

福島県東白川郡塙町の国有林

使用機器：LED搭載自動撮影カメラ

(TREL10J-C GISupply 社製)

撮影条件：インターバル 1分

連続撮影枚数 3枚

撮影モード 静止画

センサー感度 中

上記の設定で13台のセンサーカメラを設置しました。（図-2）これまでの生息状況調査でシカの撮影頻度が高い箇所をそれぞれA地点、B地点としました。結果は、令和2年度までのシカ撮影状況と令和3年度までのシカ撮影状況を比較すると、新たにシカを撮影した地点が2箇所増えたものとなりました。（図

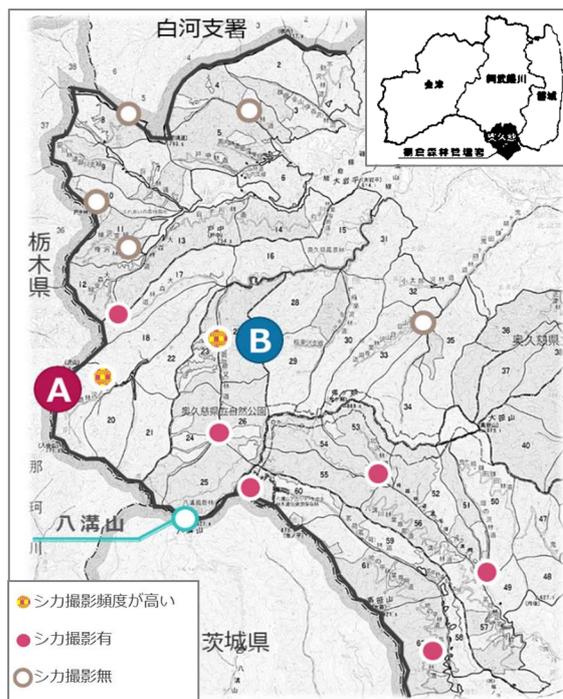


図-2：センサーカメラ設置位置図

-3、図-4)新たに増えた2箇所において撮影した個体

は、どちらもオスジカで、八溝山の北西方向に生息範囲が拡大しているものと考えています。

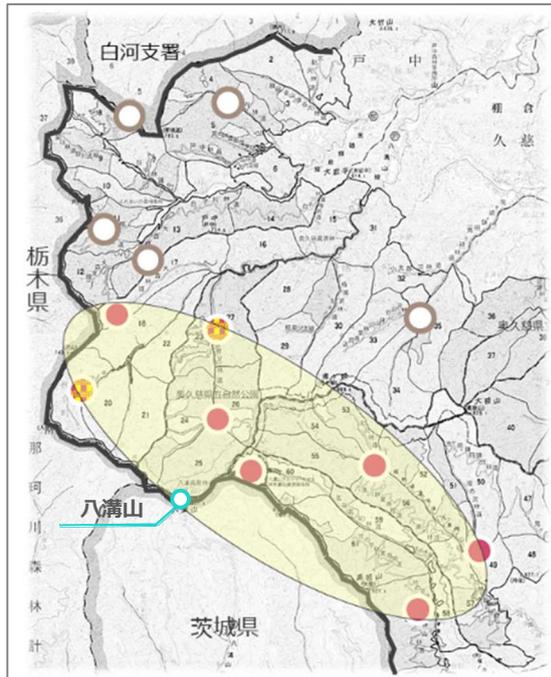


図-3：令和2年度までのシカ撮影状況

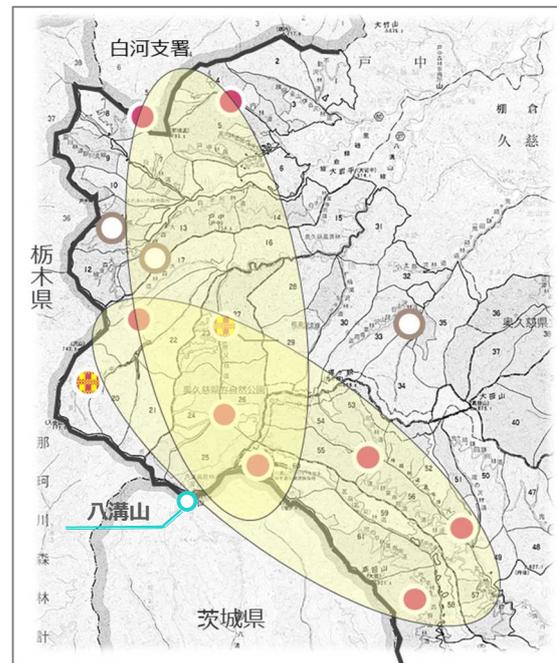


図-4：令和3年度までのシカ撮影状況

(2) シカ低密度地域での誘引捕獲

2-1 捕獲を行うに当たって

棚倉森林管理署では、平成30年からセンサーカメラによる生息状況調査を行うとともに、八溝山周辺の国有林を管轄する茨城森林管理署、塩那森林管理署及び棚倉森林管理署は広域的なシカの生息状況の把握や対策等に資することを目的とする「八溝山周辺国有林ニホンジカ対策協議会」を令和元年6月に設置しました。また、八溝山に県境をもつ福島県、茨城県、栃木県が三県地域のシカ被害対策を目的に「福島茨城栃木連携捕獲協議会」が令和元年7月に設立されました。国有林および県の両協議会は令和2年2月に意見交換を行い、情報共有および連携を図っています。

捕獲事業を実施するに当たり、棚倉森林管理署では、管内の各町村や猟友会にもシカに関する情報共有を行い、有害鳥獣捕獲の許可や錯誤捕獲への対応に協力していただくなど連携を図っています。

シカは県境や国有林と民有林の境界関係なく生息範囲を拡大し、繁殖していくため、国有林のみの対策ではなく、周辺地域の関係機関との連携が重要だと考えています。シカ低密度地域で捕獲を行うに当たり、関係機関との体制を整えることは、広範囲で効率的な対策を可能にすることができます。このことにより棚倉森林管理署での捕獲事業もスムーズに実施することができました。

2-2 誘引捕獲

棚倉森林管理署が行ってきた生息状況調査により「シカ生息範囲内でスポット的に密度の高い箇所(A地点・B地点)が存在する」、「18時から6時頃の夜間に撮影頻度が高い」ということがわかっています。そのため密度の高いA・B地点で捕獲を行うこととしました。捕獲方法に関しては、発砲時間が制限される猟銃より、夜間でも稼働できるくくり罠を選択することとしました。また、令和2年9月から試験的に設置した鈹塩とヘイキューブは設置から約6ヶ月後に誘引効果がA・B地点で現れました。誘引前と比較してシカの出現率が高くなったことや滞在時間が長くなったことから、誘引捕獲とすることで捕獲率

を高めることとしました。

令和3年8月20日に撮影頻度の高いA地点周辺10箇所、B地点周辺5箇所に鉾塩とヘイキューブを設置し誘引を開始しました。1ヶ月間の誘引状況はA地点周辺で3箇所、B地点周辺で1箇所シカの誘引を確認しました。A地点周辺ではシカ出現日数3日あった2箇所をA-1、A-2地点とし、出現日数5日の地点をA-3、B地点周辺では出現日数4日の地点をB-1としました。出現頭数はどの地点も1~3頭でした。1ヶ月の誘引後令和3年9月21日にくくり罠を設置しました。くくり罠を設置してから2日後の9月23日早朝5:48にA-3でオスジカの捕獲に成功しました。(写真-1、写真-2)

【捕獲したシカ】

性別： オス
 体長： 100 cm
 体重： 15 kg
 捕獲した箇所は誘引効果のあったA-3であったことから誘引捕獲の有効性も確認できました。捕獲個体



写真-1：罠にかかる直前のシカの様子



写真-2：捕獲したシカ

については、森林総合研究所にてDNAを調べてもらい、どこから来た個体か等を確認し、今後の調査に活用することとしています。

3 考察と今後の課題

A地点(図-5)では令和3年3月から誘引効果が現れたことにより、撮影回数が大幅に増加しました。捕獲した9月以降はシカの撮影頻度が減少していることがわかります。捕獲したシカの鳴き声や人間が毎日見回ることによって警戒心が強くなっているのではと考えています。

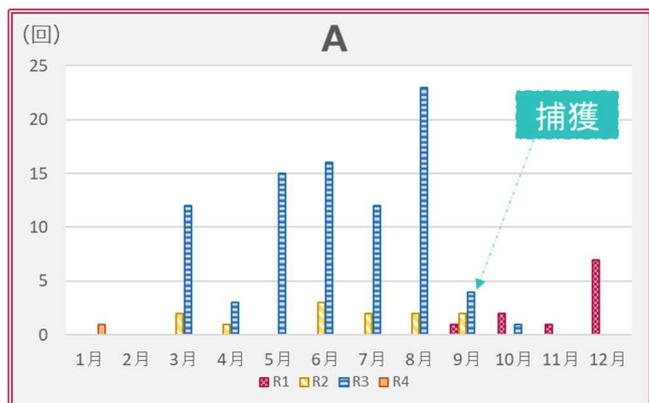


図-5：A地点のシカ撮影状況

B地点(図-6)に関しては平成30年から徐々に撮影回数とメスの割合が増加していることから、今後個体数の増加が予想され、繁殖の抑制を図るため、多くのシカを捕獲しなければならないと考えます。

今後の課題としては、シカがヘイキューブに興味を示さないことからアルファルファのような食べやすい牧草も試験的に設定すること、捕獲直後に撮影頻度が減少したことから捕獲期間を工夫することを試そうと考えています。また、シカの記憶が約2週間と聞いたので2週間おきに罠を稼働させることも考えています。11月から2月の冬の時期に撮影頻度が低い傾向があったため、今後囲い罠等で捕

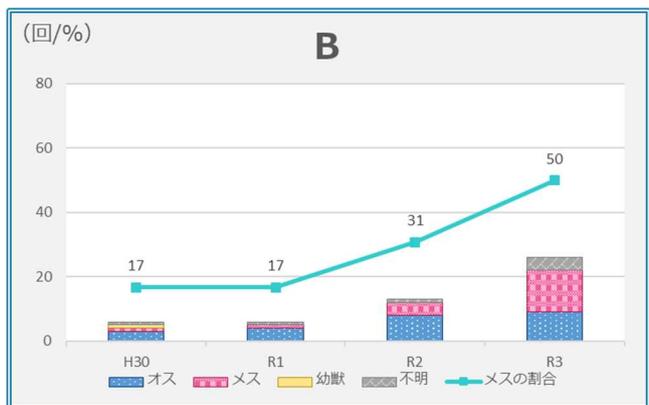


図-6：B地点で撮影されたシカの性別

獲したシカに GPS 発信器を装着し、行動範囲

や移動パターンの調査を進めてシカ低密度地域における効率的な捕獲を目指していきたくて考えています。

茨城森林管理署・塩那森林管理署及び棚倉森林管理署のセンサーカメラ撮影状況に関しては、低密度段階であることから、センサーカメラによるシカ撮影の有無はまばらになっています。(図-7、図-8)しかし、シカの生息状況は八溝山を中心に拡大傾向にあることが推察され、今後もこの状態を悪化させないよう広域的に対策を行っていく事が重要であると考えています。

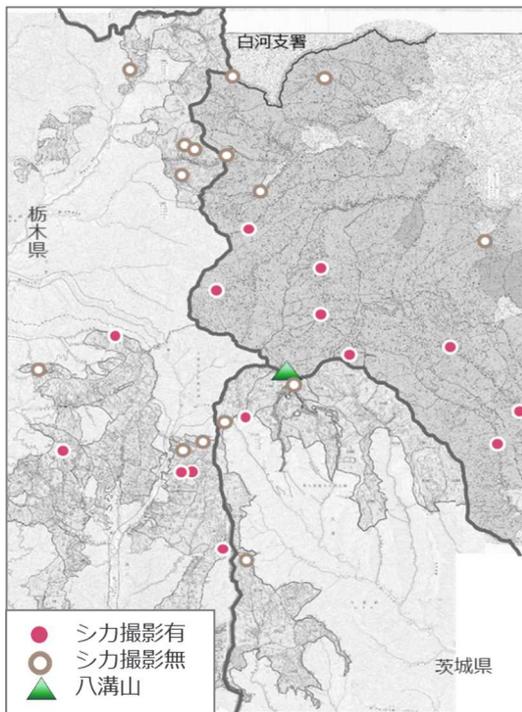


図7 八溝山周辺における令和2年度までのシカ撮影状況

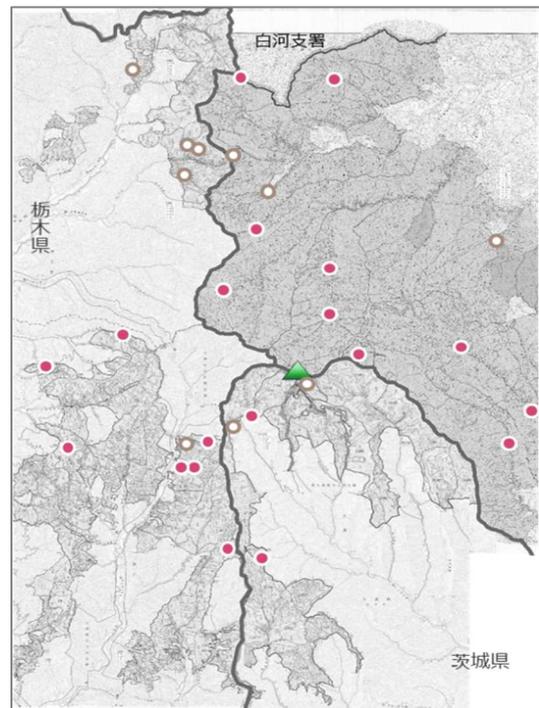


図8：八溝山周辺における令和3年度までのシカ撮影状況

最後に、八溝山周辺国有林において初のニホンジカ捕獲についてプレスリリースを行ったところ、複数のマスコミからの取材があり、八溝山周辺のシカ対策に高い関心をもたれていることがわかりました。シカの定住化が進み、被害が拡大すると森林だけでなく農作物にまで被害が及んでしまいます。そうなる前に早期対策を実施し、国有林・民有林の両協議会、町村及び猟友会等と連携を図り八溝山周辺の森林資源の保守・シカ被害の拡大防止に努めていきたくて考えています。今後も捕獲事業を進め、シカ低密度地域における管理方法を検討し、地域に貢献していきたくて考えています。

地すべり防止事業における新工法の活用について

(二重式集水管・BSC 工法)

上越森林管理署 安塚治山事業所 長 陽一郎

1 はじめに

地すべり防止事業を実施している頸城地区内の伏野区域地すべり防止区域大祓1地すべりブロックと上山区域地すべり防止区域宮田地すべりブロックで新資材である二重式集水管（MTパイプ）による横坑ボーリング工と土壌藻類を活用した新工法（BSC工法）による吹付工の試験施工を行ったので、ご紹介します。

2 二重式集水管（MTパイプ）による保孔管挿入について

頸城地区では、比較的浅い部分の地下水に対して、横坑ボーリング排水工を施工してきました。しかし、横坑ボーリング排水工により施工しても、経年劣化等により地下水を十分に集水することが出来ず、水滴状に集水するようになり、集水孔によって集水量にバラツキが出るなどの問題があり、より効率的な集水方法がもとめられました（図1）。そこで新資材を試験施工することにより集水状況に変化があるかなどの確認を行いました。



図1 集水状況のバラツキ

(1) 二重式集水管（MTパイプ）

新資材の二重式集水管では、湧出した地下水が各接続部分の膨張性ゴムパッカーにより堰止められ、外管のスリットを通して強制的に内管へ取り込まれます。取り込まれた地下水は、集水ソケットを介して内管を流下する構造となっており、逃さず排出しやすい構造となっています。外管に設けられたスリット状の小穴は開口率が大きく、目詰まりが起きにくい構造となっています。また、外管・内管・集水ソケットを1ユニットとして工場ですべての加工を行うため、現場では各ユニットをねじ込んで連結させる組立作業のみとなり、施工が容易となるなどの特徴があります。（図2）

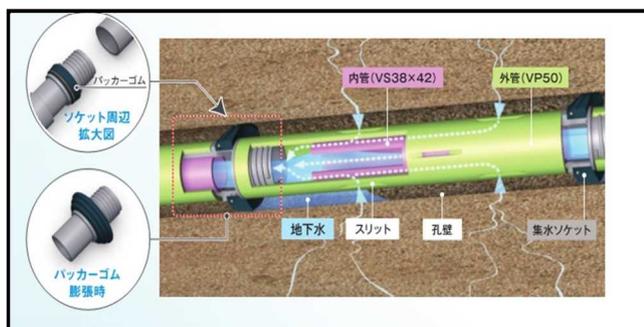


図2 二重式集水管による集水（MTパイプパンプから）

(2) 施工地での集水状況の比較

大祓 1 地すべりブロックで施工した No.1 横孔ボーリング排水工の全 8 孔のうち、第 3 孔と第 5 孔の 2 孔について二重式集水管(MTパイプ)の試験施工を行い、ほかの集水孔は通常の塩ビパイプを使用して施工を行いました。その集水状況を比較すると第 5 孔と第 7 孔で最も集水が良く、塩ビ管を使用した第 7 孔では、ガイド管から流水量が多く、二重式集水管を使用した第 5 孔では、ガイド管からの流水量が少ない傾向がその後の経過観測調査で報告されました。このことは、二重式集水管は一度集水した地下水を逃さない(外管に漏らさない)という特徴がよく現れた結果だと考えられます。(図 3)



図 3 集水状況比較

(3) 経済比較 (二重式集水管)

通常使用される塩ビパイプと二重式集水管(MTパイプ)の経済比較を行うと、保孔管挿入を MTパイプで施工した場合、施工費は約 3500 (¥/m)。横孔ボーリング排水工 1 基あたりの価格は約 173 万円となり、直工費だけで約 18%の施工費の増となります。しかし、頸城地区では、維持管理として、集水孔の洗浄工を多いところで数年に 1 回のペース実施しており、先ほどご説明したスリット上の集水孔など目詰まりしにくい構造によりメンテナンスコストの削減がはかれるのではないかと考えています。(表 1)

表 1 通常資材との経済比較 (MTパイプ)

塩ビパイプ	
保孔管挿入を通常積算した場合	
施工費	約800 (¥/m)
横孔ボーリング排水工	約146万 (¥/基)
※直工費	
メンテナンスコスト	
洗浄工	約500 (¥/m) 多い箇所数年に1回
二重式集水管(MTパイプ)	
保孔管挿入をMTパイプで積算した場合	
施工費	約¥3500 (¥/m) (約四倍)
横孔ボーリング排水工	約173万 (¥/基)
※直工費	(約18%増)
メンテナンスコスト	
洗浄工	約500 (¥/m) 十数年に1回に軽減?

3 BSC 工法による吹付工について

BSC とは、バイオロジカル・ソイル・クラスト (Biological Soil Crust) の略称です。BSC とは、土壌表面が藻類やコケ等で覆われることで環境が改善し、崩壊後の斜面に草などが生え、追って木が生えてくるという、いわゆる植生遷移の初期に見られる自然現象です。BSC 工法は、この現象を活用した吹付工となります。

(1) 植生遷移

植生遷移とは、ある土地での環境が植物の生育により変化していく現象のことです。例えば、岩地等に藻類等が侵入し、草が伸びて草原になり、そこに木が生え低木林・雑木林を形成し、いつしか森林になる変化がそれに当たります。(図4) 治山事業における植栽工や植生マット伏工などは、各遷移段階からの植生導入により、森林への早期復旧を目的にしていますが、BSC 工法による吹付工は、植生遷移の初期段階からの導入に主眼を置いており、緑化資材として使われる土壌藻類は、世界中のどこでも生存している汎存種(コスモポリタン)を使うため、遺伝子攪乱が起きにくく、国立公園等の指定が多く緑化資材が限定されてしまう国有林でも、使用することが出来ます。また、遺伝子攪乱を起こしにくい特徴から、SDGs の陸の豊かさを守る目標の達成にも寄与出来る工種と考えています。

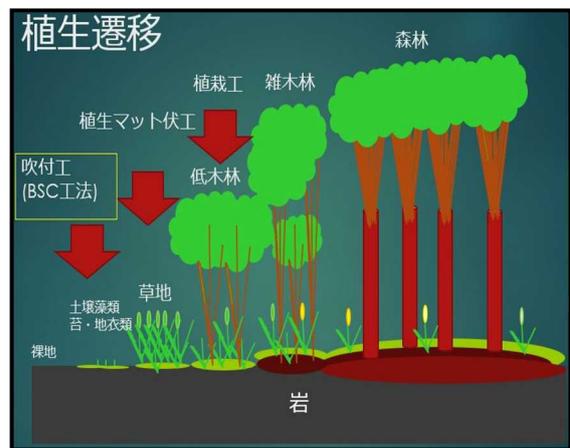


図4 植生遷移の概念図

(2) 施工地と吹付状況

試験施工を行ったのは、宮田地すべりブロック内の No.1 大型ふとん竈谷止工上流の床堀斜面で、地質は砂岩泥岩互層となっています。砂混じりの地質は BSC 工法の試験施工として適地ということでしたので関東森林管理局治山課の承諾の上、本地すべりブロックでの試験施工を行いました。なお施工比較のため、切土法面はラス張を施した一方、盛土斜面についてはラス張りを施しませんでした。(図5)



図5 施工地近景

吹付作業は3tトラックに散布機を載せて、資材を攪拌し、施工箇所近くの県道から約70mホースを伸ばして、吹付作業を行いました。作業時間は、15分ほどで約200m²の吹付作業が終了した。

吹付後、約2週間で法面全体に土壤藻類が目視で確認できたほか、地衣類やコケ類の侵入が確認でき、斜面の緩やかな場所では、フキなどの草本類が生育し、早期全面緑化が期待できることがわかりました。(図6)



図6 吹付作業及び復旧状況

(3) 経済比較 (BSC 工法)

従来品の資材との経済比較を行いました。通常使用される植生マットと BSC 工法をラス張有り無しでそれぞれの経済比較を行うと、ラス張無で施工した場合、m²あたりの施工費は約1500円。吹付工200m²あたりの価格は直工費で約30万円となり、約45%の施工費の削減となります。しかし、ラス張有りで施工した場合、m²あたりの施工費は約3900円。吹付工200m²あたりの価格は直工費で約78万円となり、約44%の施工費の増となります。そのため、盛土斜面を施工する際は、BSC 工法による施工の方がより安価に施工できることがわかりました。

表2 通常資材との経済比較 (BSC 工法)

従来品植生マット伏工	
施工費	約2700円 (¥/m ²)
植生マット伏工	約54万円 (¥/200m ²)
※直工費	
BSC工法による吹付工	
ラス張無	
施工費	約1500円 (¥/m ²)
吹付工	約30万円 (¥/200m ²)
※直工費	(約45%減)
ラス張付	
施工費	約3900円 (¥/m ²)
吹付工	約78万円 (¥/200m ²)
※直工費	(約44%増)

4 おわりに

二重式集水管及び BSC 工法については、豪雪地帯での施工事例が少なく、日本でも有数の豪雪地帯の頸城地区において融雪期にどのような影響を受けるかなど、情報が少なく、まだわからないことが多い状態です。今後も、施工実績を重ねながら、施工箇所の経過観測を行っていく予定としています。

動物園の屠体給餌によるシカ捕獲個体の有効活用について

天竜森林管理署 上木屋 健

1 課題を取り上げた背景

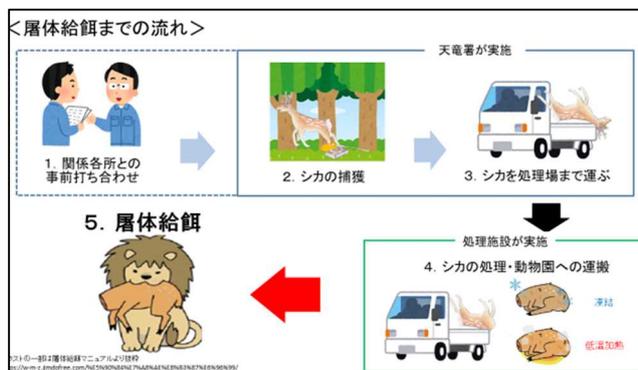
現在全国的に、シカによる林業被害が問題になっており、その対策として、各地でシカの捕獲を積極的に実施していますが、今後更なる捕獲圧の強化が求められています。一方で、ジビエなどによる捕獲されたシカの利用率は低位にとどまっており、倫理的な面からも、経済的な面からも、シカ捕獲個体の有効活用が、捕獲圧の強化とともに求められています。

そこで今回注目したのが「屠体給餌（とたいきゅうじ）」によるシカ捕獲個体の利用です。屠体給餌とは、屠殺したシカなどの大型動物を、毛皮や骨がついたほぼそのままの状態ですべて肉食獣に与える給餌方法のことで、近年、一部の動物園で実施されています。

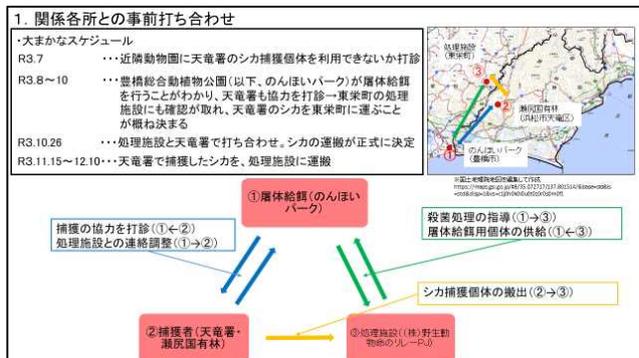
シカ捕獲個体の有効活用を考えたときに浮かんでくるのが、ジビエによる活用ですが、ジビエによる活用は、最終的に人が口にするものなので、止め刺しの方法・場所に制限がかかる等、利用条件が厳しくなります。それに対して屠体給餌による活用は、ライオンなどの肉食獣に与えるものなので、止め刺しの制限が少ない等、ジビエよりも活用のハードルが低くなります。このことから、屠体給餌ならば、国有林としてもシカ捕獲個体の活用ができるのではないかと考え、実施するに至りました。

2 実践

屠体給餌を実施した際の大まかな流れを説明します（図1）。流れとしては、①動物園やシカの処理施設等の関係各所との打ち合わせ→②シカの捕獲→③シカを処理場に運ぶ→④シカの処理・動物園への運搬を行う→⑤屠体給餌の実施、という工程で屠体給餌の実施に至りました。このうち天竜署として屠体給餌に協力できた部分は①・②・③の打ち合わせ・シカの捕獲と運搬でした。



(図1) 屠体給餌までの流れ



(図2) 関係各所との打ち合わせ

① 関係各所との打ち合わせ (図2)

最初に7月頃から、近隣の動物園でシカ捕獲個体を利用できないかを模索し始めました。8月になって、愛知県豊橋市にある豊橋総合動植物公園(以下、のんほいパーク)の方に連絡を取ったところ、同じく愛知県の東栄町で屠体給餌用の動物処理施設(株)野生動物命のり

レーPJ（以下、野生動物命のリレーPJ）が新しくできて、のんほいパークでも屠体給餌を行う予定があることを教えてもらいました。その際、天竜署で捕獲したシカを東栄町の動物処理施設に運びたいと打診し、3者間で連絡を取り合った結果、令和3年11月15日から12月10日に実施する職員実行のシカ捕獲事業で捕れたシカを、東栄町の処理施設に運搬できることになりました。

②シカの捕獲

シカの捕獲は天竜署で平成26年度から職員実行や委託事業でシカの捕獲を実施している瀬尻国有林（静岡県浜松市天竜区）で行いました。捕獲方法はくくり罠で、罠の数は57基、実施面積は469haで実施しました。なお、これらの実施規模については、東栄町の動物処理施設へのシカの運搬を踏まえて設定しました。

③シカを処理場まで運ぶ

今回シカを運搬した動物処理施設は、瀬尻国有林から片道約1時間10分のところにあり、署所有の軽トラックを使用して運びました（図3）。なお、運搬にあたっては定時（17時15分）までに帰署できるように、午後3時までは動物処理施設に到着する・運搬は2人以上で行う、という条件を設け、すべての条件を満たした場合のみ、捕獲したシカの運搬を行いました。



（図3）シカを運んだ工程

④シカの処理・動物園への運搬

処理の流れとしては、最初に屠体を洗浄して、頭部と内臓の摘出を行います。次に、感染症予防のための処理として、屠体の低温加熱・凍結を行い、最後に冷凍した状態で運ぶという流れになります（図4）。なお、この工程については、天竜署ではなく、動物処理施設が行った工程になります。



（図4）シカの処理工程

⑤屠体給餌（結果）

以上の工程を踏まえて、屠体給餌による天竜署のシカ捕獲個体の利用を試みた結果、期間内に捕獲した14頭のうち、3頭を処理施設に運ぶことができました。

3 今後の課題・展望

(1) 課題

今回は処理場への運搬が3頭にとどまり、事前計画ではシカの運搬を予定していた日でも、止め刺しが遅れて運搬の時間に間に合わない等の理由でシカを運べない日がありました。今後の課題としては、捕獲個体の利用率の向上が挙げられます。そのためには、シカの運搬に必要な時間を考慮して罠の数・設置範囲を設定することや、止め刺しができる職員を増やして（天竜署の場合、止め刺しは銃の免許を持った数人の猟友会員が行う場合がほとんど）、捕獲作業を効率化していくことが必要です。いずれも、捕獲開始前の段階で準備できることなので、捕獲個体の運搬を考えるときは、より一層事前の計画を細かく設定しておくことが重要だと思いました。

(2) 今後の展望

まず、捕獲者である天竜署は、シカの捕獲・運搬の継続が必要なのはもちろん、職員実行だけではなくシカの捕獲委託事業においても、屠体給餌を実施できるような体制づくりが必要です。次に、屠体給餌を実際に行う動物園（のんほいパーク）としては、現在週に1回のペースで給餌している屠体給餌の頻度を上げていくことや、屠体給餌を実施する肉食獣の種類を増加（のんほいパークではライオン2頭に給餌している）させること等により、需要の拡大が求められます。そして、動物処理施設（野生動物命のリレーPJ）は、現在他の動物園でも屠体給餌の交渉中であり、今後は供給先の拡大が求められています。

また、屠体給餌自体が前例の少ない事例であるため、屠体給餌にかかる各種単価（捕獲個体の受け取り価格・動物園が買う販売価格等）が動物処理施設では明確に定まっていない状態にあります（現在はのんほいパークの要望で、普段の餌と同程度の値段に設定）。将来的に上述した内容で屠体給餌が拡大するためには、屠体給餌にかかる各種単価を細かく設定することが必要だと思えます。なお、現在は生命倫理の面に重きを置いて屠体給餌が行われていますが、今後事業の継続・拡大を図っていくためには、生命倫理だけではなく、一定の利益が生まれるような仕組みも必要だと思えます。もし、生命倫理のみを考えて事業が進むと、どこかのタイミングで金銭的に限界が来て、事業を中止せざるを得なくなる可能性があります。また、屠体給餌に興味のある団体がいたとしても、採算が取れるかどうか不透明な状態では、新規参入も見込めません。事前に利益面での拡充についてもしっかり考えておくことが、事業の継続や、新規参入による拡大につながると思えます。

4 まとめ・補足

(1) 補足（他の地域で屠体給餌を実施するには？）

屠体給餌を実施する際に必要なのは、大きく分けて、①シカ捕獲個体の供給、②動物園の需要、③シカ捕獲個体の処理に必要な設備のある動物処理施設、の3点だと思えます。また、この中でも特に③の動物処理施設の用意が金銭的にも技術的にも最も難しいところですが、技術的な面では屠

体給餌の技術支援を行う団体も存在するので（図 5）、屠体給餌のノウハウが無くても、関係各所が密な連携を取り合うことで、まったくのゼロからのスタートも決して不可能ではないと思います。なお、屠体給餌のやり方は地域によって変えていけるので、最初からあきらめずに、地域毎でどのようにしたら、捕獲個体を利用できるのかを模索することが大切だと思います。



（図 5）屠体給餌の技術支援団体（ワイルドミートズー）

（2）まとめ

まず、シカ捕獲個体の有効活用を考えたときに、屠体給餌の方がジビエよりもハードルが低く、天竜署でも一部の捕獲個体を屠体給餌に利用することができました。また、金銭的なハードルはありますが、技術支援体制は存在するので、ゼロからの屠体給餌事業のスタートも、不可能ではありません。

今後この取り組みが普及するためには、倫理的な面のみからの活用を促進するのではなく、屠体給餌の活用によって、利益が出る仕組みを構築する必要があります。将来的に利益面が改善され、屠体給餌によるシカ捕獲個体の活用がどんどん普及していけば、それが間接的にシカの捕獲数を増加させることにも寄与するのではないかと思います。

3 森林ふれあい・民国連携部門

より有効な美しい森の利用を目指して (景観の情報発信と歩道の利用に係るアンケート調査の実施)

日光森林管理署 石川 いずみ
三井 華
海藤 さつき
環境省日光国立公園管理事務所 江頭 樂久

1 課題を取り上げた背景

現在林野庁では森林浴や自然観察等に適し、優れた自然景観を持つ国有林をレクリエーションの森に設定し、その中から皆様に訪れていただきたい森を「日本美しい森お薦め国有林」として選定しています。そしてこれらの森林をより快適に利用して頂くために、標識類等の多言語化、施設整備等の環境整備やウェブサイト等による情報発信の強化に取り組んでいます。日光署管内ではレクリエーションの森の「小田代・湯ノ湖自然観察教育林」が日本美しい森お薦め国有林に選定されました。

「小田代・湯ノ湖自然観察教育林」の利用促進を目的として、遊歩道からの美しい景観を多くの方々に紹介し日本美しい森お薦め国有林の普及に努めるとともに、利用者からの意見・要望を把握し、利用者増加につなげていきたいと考えています。このような背景を踏まえ、次の取組を環境省日光国立公園管理事務所と連携して実施しました。

2 具体的な取組

(1) ストリートビューへの写真掲載

遊歩道からの景観を紹介するために、湯ノ湖から小田代原と西ノ湖までの歩道上を 360° カメラで撮影し、グーグルのストリートビューに掲載しました。

湯ノ湖から西ノ湖までを対象とした遊歩道の総距離は約 15,000mあり、整備途中の歩道や林道を除く 9,043m を 2 台のカメラを使用して 3 日間実施しました。なお、撮影範囲は日光国立公園内の第一種・第二種特別地域及び特別保護地区のいずれかに指定されています。

撮影は RICOH THETA という 360° 撮影のできる全天球カメラを用いて一定の間隔おきに頭上にカメラをセットすることで行い、(写真 1) 撮影後の編集作業は、画像編集ソフト Photo Scape を用いて撮影者の指や頭、訪問者等にモザイク画像を貼り付けて加工しました。(写真 2) また、位置情報確認ソフトで遊歩道との位置情報のずれを写真毎に手作業で修正し、すべて修正するのに約 3 ヶ月かかりました。ストリートビューへの投稿には署で所有のタブレット端末を使用しました。なお、写真の掲載には事前に「約款による外部サービスの利用申請書」「ソーシャルメディアサービスの利用申請書」を局の指導の下提出し、承認を得ています。



写真 1 全天球カメラで撮影している様子

(2) アンケート調査

自然観察教育林内の訪問者に施設や景観等についてアンケート調査を行いました。利用者の意見・要望の把握のために、事前に署と環境省で設問を作成しました。アンケートの実施場所は4箇所を選定し、7月、8月の3日間でアンケート用紙を配布して行いました。(写真3)

3 取組の結果

(1) ストリートビューへの写真掲載

撮影した総距離は9,043mで総撮影枚数は2,220枚となりました。また撮影から編集・掲載までには、準備や申請書の承認等を合わせて約7カ月近くかかり、写真はGoogleマップ上に掲載してあります。

撮影場所では、多様な森林植生や豊かな自然景観のほか、歩道やベンチ等の施設を含めた現地の様子を撮影することができました。ストリートビューは令和4年2月末までに、約3.6万回閲覧されています。

掲載までの作業は、限られた時間の中で行ったため半年以上かかりましたが、実際の作業自体は難しくありませんでした。写真は現地の事前確認や興味をもってもらう方法として、最もわかりやすいツールの一つであり、それを誰もが手軽に利用できるGoogleストリートビューに掲載することは、利用向上のうえで有効な宣伝効果があると考えられます。

さらに誰もが利用できるということは環境省等、関係機関と共有しながら発信できる情報であり、本庁内のみに関わらず省庁間で連携して広く魅力を伝える試みも行えると考えられます。

(2) アンケート調査アンケートの有効回答人数は164人で、男性が43%、女性が57%でした。来訪は栃木県内が42%、県外が58%でした。年齢は60代以上が約6割、目的ではハイキングが8割以上でした。

(図1) 自然観察教育林の訪問者の傾向は、ハイキング目的の方が最も多いことがわかり、今後歩道や施設の管理をするときに留意すべき点だと考えられます。



写真2 写真の編集作業



写真3 アンケート調査の様子

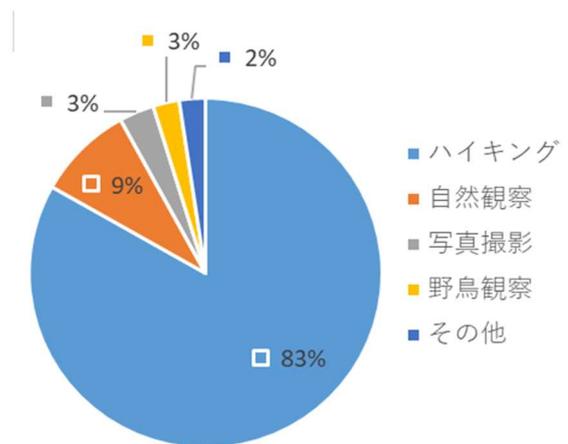


図1 来訪の目的

ア. 景観について

周囲の景観に満足していると答えた人は98%でした。さらにほぼ全員が他の季節の来訪を望んでおり、特に7割以上が秋の紅葉が目的でした。このように美しい景観が評価されている一方で、現地ではテープ型防除資材が巻かれている箇所に関して、景観を阻害しているとの個別意見もありました。野生鳥獣による食害防止のために必要不可欠な防除資材などは、資材の選定や目的の説明とその周知の徹底が必要であると考えられます。

イ. 施設について

歩道の案内が分かりやすかった人は9割以上、また歩きやすかったと感じている人もほぼ9割でした。自由回答でも木道が歩きやすい等の意見は多数寄せられました。

しかし、休憩施設の数について十分だと感じている人はやや低めの7割でした。また必要だと思う施設に関する問では「トイレ」が一番多く、約半数となりました。(表1)このことから、歩道・木道の満足度は高く、今後もそれらを歩きやすい状態で維持・管理していくことが重要であることがわかりました。一方で休憩施設やトイレなど若干の不満とした部分は、各連携機関と共同で利用者のストレス軽減を図ることが必要になると考えられます。

ウ. 看板、標識類について

標識で確認した情報の設問では、上位4つが目的地の方向、目的地までの距離、位置地図、動植物の解説でした。(図2)また自由回答では「花の看板がほしい」「看板は立て過ぎず景観を保ってほしい」などの意見も寄せられました。大別して地図看板と自然看板が主に求められているため、地図看板は、景観を乱さぬように方向・距離などまとめられる情報は一つにまとめて類似看板は乱設せずに統一し、自然看板はより季節別などの情報を詳細に記載するなど、より快適に利用できるよう工夫をする必要があると考えられます。

表1 必要だと思う施設は何か(%)

トイレ	42
ベンチ	25
花の名前の看板	4
QRコード	4
自販機	4
カフェ	4
食事処	4
休憩所	4
駐車場	4
その他施設	4
総数	100

4 まとめ

今回行ったストリートビューについては、今後作業手順等の情報を他の職員に周知するよう努めるとともに、掲載した写真を皆様に見ただけのよう広報することが課題だと考えています。そしてアンケートではコロナ禍という特異な状況下での実施であることから、設問内容から詳しく得られなかったデータもありました。このことから、より魅力のある小田代・湯ノ湖自然観察教育林となるようアンケートの時期を変え、今回の分析を踏まえた設問も含めてより細かな分析を行うことが必要であると考えています。

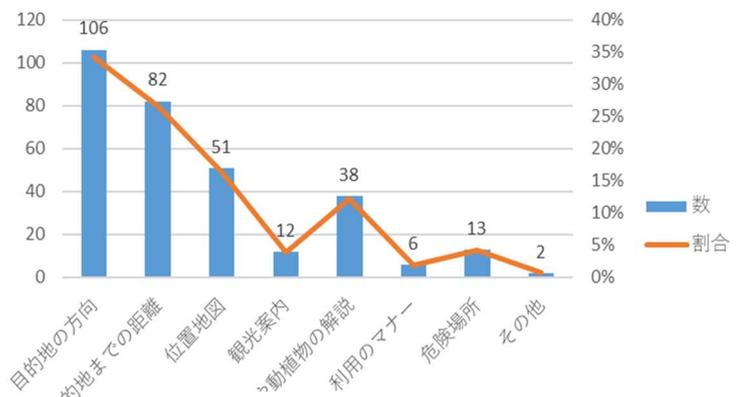


図2 標識で確認した情報

センサーカメラによる哺乳類の長期モニタリング調査

関東森林管理局赤谷森林ふれあい推進センター 伊藤 彰伸
公益財団法人日本自然保護協会生物多様性保全部 中野 恵

1 課題を取り上げた背景

赤谷プロジェクトでは、赤谷の森（群馬県北部みなかみ町に位置する約 1 万ヘクタールの国有林）の約 3 千 ha を占める人工林のうち、2 千 ha を将来的に元の自然林に還元する取組を行っています。プロジェクトでは、この取組が、赤谷の森の哺乳類に与える影響を評価すべく、2008 年からセンサーカメラ（定点式の自動撮影カメラ）を用いたモニタリング調査を継続的に実施しています。奥山の同じ地点で 10 年以上の長期モニタリングを実施している調査は、他に類がなく、この成果を広く公表し、他地域の森林管理や奥山の生態系の理解に貢献することが重要です。そこで、本報告では、これまでの成果をもとに哺乳類からみた赤谷の森の生態系の健全性の現状を評価するとともに、哺乳類管理の課題を抽出し、今後の哺乳類の生息地管理のあり方を検討した結果を報告します。

2 具体的な取組

(1) カメラトラップモニタリング

赤谷の森の広範囲を把握するため、1 km²あたり 1 台を基本として、センサーカメラを 51 地点（図 1）の獣道に設置しました。設置時期は、2008 年から 2020 年の年 2 回、基本的に 5-6 月と 10-11 月とし、カメラの撮影間隔は 2 分としました。また、設置地点は、前年と同一地点を基本とし、獣道が移動した場合は、既存の場所に最も近い獣道に移設しました。

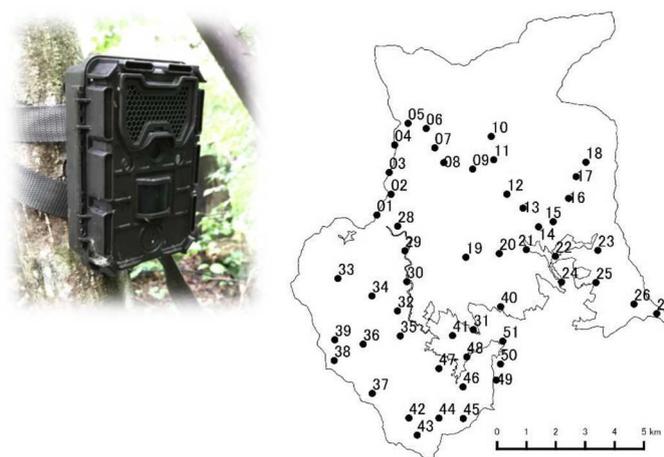


図 1. センサーカメラ(左)とカメラ設置 51 地点(右)

(2) 画像解析

夏季（8-9 月）と秋季（10-11 月）に撮影された画像から、哺乳類種ごとの個体数を集計し、センサーカメラの稼働日数 100 日あたりの撮影個体数である撮影頻度指数 RAI を算出しました（同一種については、同一個体の重複計測を避けるため、30 分以上離れた画像を採用（塚田ら 2006））。また、結果の集計は、2014 年から 2020 年を基本とし、必要に応じて 2013 年以前のものも使用しました。

3 結果

(1) 季節別の哺乳類種ごとの出現頻度

2012 年以降の夏季と秋季における哺乳類種ごとの出現頻度を整理しました（表 1）。結果、コウモリ類を含む 21 種が確認され、全体としては秋季の方が夏季よりも僅かに高いことが分かりました。中でも、特に高かった上位 3 種は、夏季と秋季ともに、カモシカ、ニホンザル、ニホンジカでした。

表 1. 2012 年以降の夏季と秋季における哺乳類種ごとの出現頻度

	12年 夏季	12年 秋季	13年 夏季	13年 秋季	14年 夏季	14年 秋季	15年 夏季	15年 秋季	16年 夏季	16年 秋季	17年 夏季	17年 秋季	18年 夏季	18年 秋季	19年 夏季	19年 秋季	20年 夏季	夏季平均	秋季平均
コウモリ類	0.00	0.00	0.09	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.07	0.03	0.00
ニホンザル	3.23	4.21	2.90	0.64	2.87	2.56	2.23	1.77	2.12	2.02	3.82	1.34	2.84	4.01	3.65	3.69	2.61	2.92	2.53
ノウサギ	0.17	0.40	0.23	0.04	0.37	0.60	0.15	0.61	0.25	0.38	0.12	0.61	0.03	0.65	0.77	1.36	0.28	0.26	0.58
リス	0.46	0.15	0.05	0.00	0.70	0.16	0.07	0.04	0.14	0.50	1.29	0.77	1.40	1.36	5.60	1.11	2.75	1.39	0.51
モモンガ	0.06	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.11	0.00	0.00	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06
ネズミ類	3.57	0.54	0.36	0.26	5.48	2.89	0.04	0.40	0.61	2.02	0.08	5.26	0.67	1.00	1.81	3.44	1.36	1.55	1.98
ツキノワグマ	1.44	1.02	1.04	0.43	1.36	1.42	0.81	0.36	3.17	2.02	1.50	1.15	1.74	0.68	2.44	3.06	1.01	1.61	1.27
キツネ	0.52	0.76	0.59	0.30	0.59	0.60	0.29	0.47	0.18	0.08	0.17	0.46	0.90	1.42	1.18	1.22	1.32	0.64	0.66
タヌキ	0.92	1.02	1.22	1.33	1.14	0.87	0.66	0.51	0.76	1.41	0.83	1.61	1.94	2.36	2.09	2.30	1.67	1.25	1.43
ノイヌ	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.22	0.18	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.02	0.05
テン	0.92	1.16	0.27	0.39	0.88	0.87	0.37	0.29	0.18	0.65	0.42	0.92	0.60	1.78	1.43	1.67	1.11	0.69	0.97
オコジョ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
イタチ類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.07	0.18	0.11	0.12	0.19	0.27	0.32	0.10	0.28	0.52	0.13	0.13
アナグマ	0.17	0.11	0.23	0.21	0.29	0.11	0.00	0.04	0.29	0.50	1.37	0.23	0.84	0.39	1.91	0.03	0.66	0.64	0.20
ハクビシン	0.06	0.00	0.82	0.39	0.66	0.38	0.07	0.14	0.65	0.34	0.21	0.38	0.70	0.55	0.56	0.21	0.59	0.48	0.30
ノネコ	0.12	0.04	0.05	0.00	0.15	0.00	0.00	0.11	0.00	0.11	0.12	0.08	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04
ムササビ	0.00	0.47	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
イノシシ	2.19	1.34	2.08	0.82	0.48	0.38	1.36	0.97	1.01	1.98	1.41	1.81	1.94	3.37	1.53	2.09	2.09	1.56	1.59
ニホンジカ	0.58	1.71	1.18	2.75	0.96	1.69	1.50	2.89	1.44	2.79	3.12	4.15	3.17	5.80	4.18	7.41	5.04	2.35	3.65
カモシカ	2.25	2.58	2.85	1.76	3.94	4.36	2.67	2.35	2.59	3.24	2.83	3.34	3.41	3.79	4.00	3.90	4.45	3.22	3.16
ヤマネ	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.07	0.00	0.02	0.01
総計	15.70	15.19	12.00	13.00	19.90	17.22	10.40	11.08	13.56	18.35	17.42	22.32	20.68	27.59	31.29	31.87	25.53	18.83	19.20
総稼働日数	1736	2036	2208	1590	2719	1835	2730	768	2780	2621	2406	2547	2994	3089	2873	3107	2998	23443	17593

(2) 全哺乳類の出現地点数と出現頻度の変化

2012 年以降の全哺乳類の出現地点数と出現頻度の変化を整理しました (図 2)。結果、両者ともに、2019 年は 2012 年の倍となり、増加傾向を示しました。

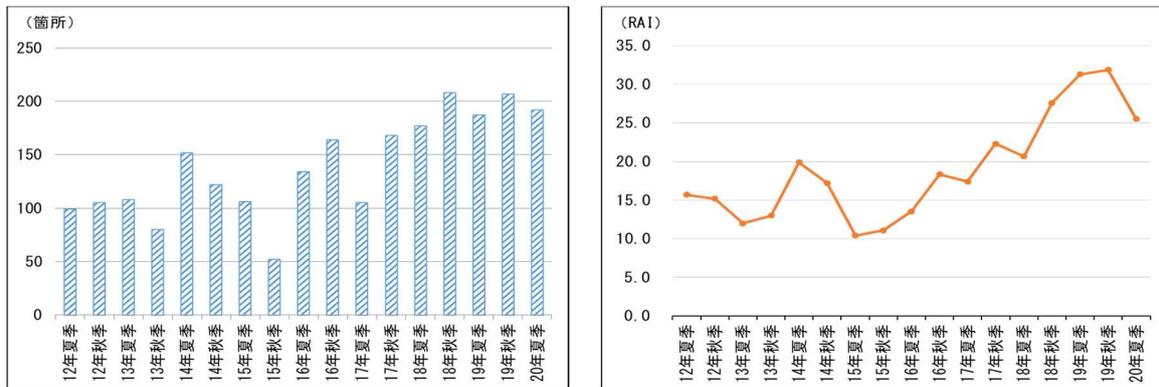


図 2. 2012 年以降の全哺乳類の出現地点数(左)と出現頻度(右)の変化

(3) 時期別の哺乳類種ごとの出現頻度

2014 年から 2020 年までの、最初の 1 年 (2014 年 10 月-2015 年 9 月) と最後の 1 年 (2019 年 10 月-2020 年 9 月) について、哺乳類種ごとの出現頻度を整理しました (図 3)。結果、最初と最後の 1 年は、大型種、中型種ともに増加しており、増加率が高かった上位 3 種は、上からアナグマ (22.32 倍)、イタチ類 (8.50 倍)、ニホンジカ (6.77 倍) でした。また、最初の 1 年で高かった上位 3 種は、上からカモシカ、ニホンザル、ニホンジカで、最後の 1 年は、上からニホンジカ、ニホンザル、カモシカでした。

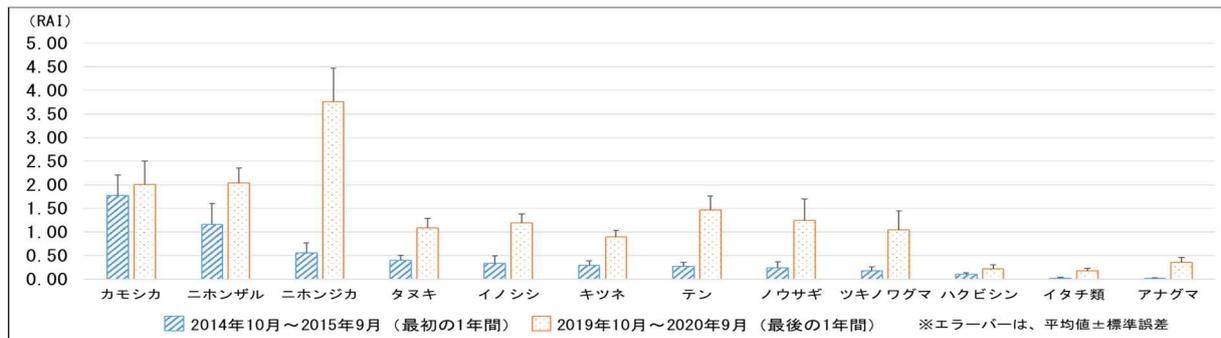


図 3. 2014 年 10 月-2015 年 9 月と 2019 年 10 月-2020 年 9 月の哺乳類種ごとの出現頻度

(4) 植生帯別の哺乳類種ごとの出現頻度

調査した 51 地点を、植生帯別に低標高域、高標高域、高山帯に分類し、2014 年から 2020 年までの最初と最後の 1 年について、哺乳類種ごとに植生帯別の出現頻度を整理しました (図 4)。結果、最後の 1 年を見ると、最も高いのは、高山帯でノウサギ、高標高域でニホンジカ、低標高域でニホンザルでした。また、最初と最後の 1 年を比較すると、カモシカ以外は、全域で増加傾向を示し、キツネ、タヌキ、テンについては、最初の 1 年では見られなかった高山帯に、最後の 1 年で確認されるようになりました。

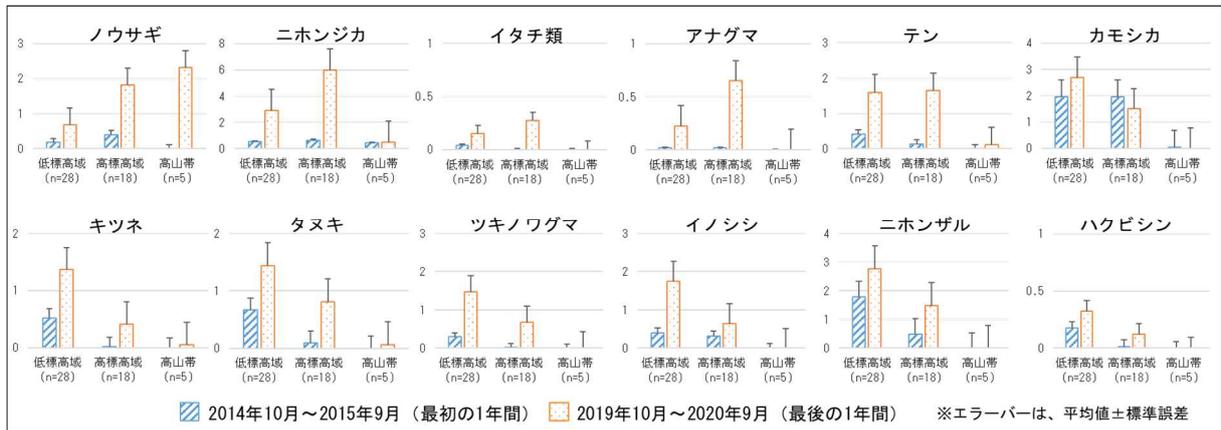


図 4. 2014 年 10 月-2015 年 9 月と 2019 年 10 月-2020 年 9 月の哺乳類ごとの植生帯別の出現頻度

(5) 哺乳類種ごとの里地への出現傾向

センサーカメラ設置地点の半径 2km 以内において、建物数が多い上位 5 地点と下位 5 地点を抽出し、2012 年以降の哺乳類 7 種の出現頻度との関係について整理しました (表)。結果、ツキノワグマは建物が多い地点で出現頻度が高く、ニホンジカは反対に建物が少ない地点で出現頻度が高いことが分かりました。その他の種については、ツキノワグマ同様に、建物が多い地点で高い傾向にあり、全調査地点で見た場合も相関関係が見られました。

表 2. センサーカメラ半径 2km 以内の建物数上位 5 地点と下位 5 地点における 2012 年 8 月から 2020 年 10 月の哺乳類の出現頻度

	カモシカ	イノシシ	ニホンジカ	ツキノワグマ	キツネ	ハクビシン	ニホンザル
建物数 上位5地点平均	4.68	1.94	1.60	0.96	1.24	0.56	3.88
建物数 下位5地点平均	1.61	0.51	3.20	0.67	0.40	0.11	0.66
全地点平均	2.21	0.89	1.92	0.65	0.48	0.22	1.84

(6) みなかみ町の降雪量と豊凶指数

哺乳類の出現傾向は、積雪と豊凶にも影響されると想定されます。赤谷の森に限定したそれらの調査は行われていませんが、参考として、2012 年以降のみなかみ町の降雪量と利根沼田地域の豊凶調査結果について整理しました (図 5, 6)。これを見ると、降雪量は 2014 年度で最多となり、2015 年度と 2019 年度は少ないことが分かります。また、豊凶指数は、ミズナラとコナラが 13 年をピークに減少していることも分かりました。

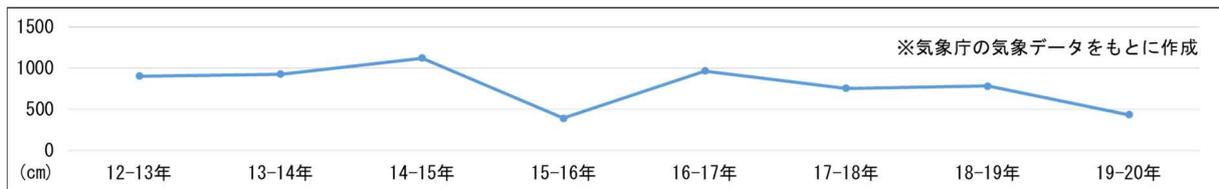


図 5. みなかみ町における 2012 年 1 月から 2020 年 9 月の期間総降雪量

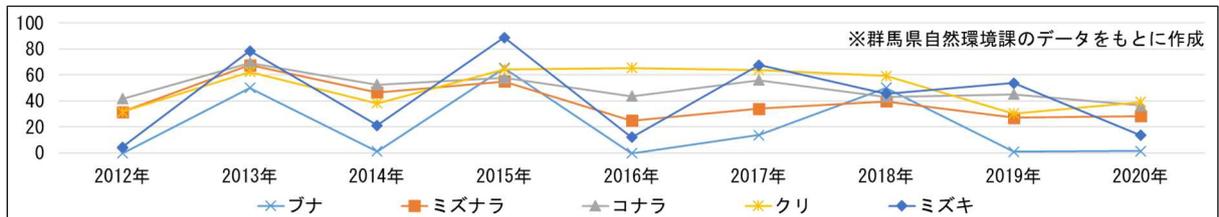


図 6. 群馬県利根沼田地域における 2012 年から 2020 年の豊凶指数

4 考察

森林生態系の健全性の指標種であるツキノワグマの出現が安定しており、哺乳類全体としても増加傾向が見られることから、赤谷の森の生物多様性保全の状況は、概ね健全な状態を維持していると考えられます。このような哺乳類増加の要因には、エリア外からの流入、積雪量の減少、実りの減少による行動範囲の拡大などが考えられます。

一方で、その影響は限定的であるものの、ニホンジカの増加は顕著です。ツキノワグマを含む他の哺乳類とは対照的に、里地から離れた場所での出現が多いことから、警戒心の強い新規移入個体が多く、定着は局地的と考えられますが、今後も注意深く見続けていく必要があります。

また、2019 年以降、キツネ、タヌキ、テンが新たに高山帯で確認されました。今後、降雪量がさらに減少すれば、こうした、これまで高山帯に出現していなかった種が活動範囲を広げる可能性があり、植生への影響が懸念されます。

5 今後の課題

ニホンジカやツキノワグマなど、生息数が大きく上昇した種については、出現傾向を分析し、具体的な対策へとつなげるとともに、高山帯の希少植物などへの対策と併せて、みなかみユネスコエコパークおよび周辺市町村と連携した取組が必要です。また、センサーカメラの調査だけでは不十分な面もあるため、個体追跡調査や糞粒の DNA 調査等も実施し、それらを踏まえた評価手法の検証と管理計画の策定を行う必要があります。

最後に、このような奥山の哺乳類相を対象とした大規模かつ長期的なモニタリング調査は、他に類を見ません。気候変動やシカによる攪乱などで植生が変化した場合、このような基礎調査情報の重要性は、ますます増えると考えられます。今後は、この成果を広く発信し、他地域での生物多様性に配慮した森林施業の更なる発展に貢献していきたいと考えています。

森林環境教育教材の作成について

高尾森林ふれあい推進センター

専門官 磯田伸男

専門官 岩下祐子

1 はじめに

令和3年6月15日に閣議決定された、新たな森林・林業基本計画において、森林環境教育等の充実を図るため、「幼児教育や学校教育等における森林空間を利用した教育プログラム、人材育成の効果的な方策などの情報提供等を行う。また、関係府省や教育機関等とも連携し、小中学校の「総合的な学習の時間」等における学校林活動などを推進する。」とされました。

(1) 高尾森林ふれあい推進センターでは、小学校4～6年生を対象として、森林・林業について理解を深めてもらうために国有林のフィールドを利用した「森林教室」を年間20校程度に実施しています。また、木に親しんでもらう「木育」として「クラフト体験」を、幼稚園・保育所・特別支援学校(学級)などを対象として、年間40施設程度に実施しています。(写真1)



写真1 森林教室の様子

2 新たな教材の作成

当センターが森林教育の座学で使用しているパワーポイントは、イラストなどについて、インターネットのフリー素材等を利用しているため「幼児用の教材が無い」「一貫性に乏しい」等の理由により、改善が必要と考え、新たな教材の作成を試みました。

3 方向性

新たな教材を作成するに当たりセンターでは、以下の考え方を基準として作成する事としました。

- (1) 循環資源としての森林利用など、林業の視点を取り入れる。
- (2) 学習指導要領に沿った内容とするため、学校の意見を聞き取る。
- (3) センターオリジナル又は林野庁が作成した素材を利用し、フリー素材の利用は最小限度とする。
- (4) 30分程度の時間内で解説できるものとする。
- (5) 児童の集中が継続できるように工夫する。



図2 パワーポイント

4 種類と目的

教材の種類は、小学校の森林教室用と幼稚園・保育所のクラフト体験用とし、森林のはたらきや林業について子供たちが興味を示すことを目的としたものとししました。

- (1) 小学校の4～6年生を対象として座学用で使用するパワーポイント(図2)
- (2) 幼児等を対象とした紙芝居等の教材とししました。



図3 紙芝居

近畿中国局箕面森林ふれあい推進センターの作成した紙芝居『雨水のぼうけん』にナレーションを加えて動画を作成しました。（図3）

5 事前打ち合わせ及び実施結果

森林教室を予定している学校と、実施内容について、学習指導要領との適合性等について事前に打ち合わせを行いました。なお、森林教室の実施後に学校側にアンケートを実施した結果、ほとんどの学校が実施内容について「適合している」「必要性がある」と感じていただいています。

また、作文コンクールに応募いただいた作文には下記のような感想が目立ちました。

- (1) イラストがたくさんあってわかりやすい。
- (2) SDGs な生活をしていきたい。
- (3) 森林のことを知りたくなった。

6 まとめ

学校・施設等からの評価はかなり高かったと感じています。また、今回の教材の刷新は、オリジナルなイラストを使用しておりますので、高尾森林ふれあい推進センターのみならず、局管内の各署においても利用できるものとなっております。

今後は、局管内での共有化を図り、各署で利用する中で、内容の改善を図りながらより良い教材を作成して行きたいと考えています。

竹林と竹材の利活用

NPO 法人 日本ボーイスカウト浜松第 15 団 VS 隊長 寺田智成

竹林と竹材をバランスよく活用することが出来れば、竹林を維持したまま放置竹林は解消できるとの目標を設定し竹林整備を続けるボーイスカウトの活動を報告します。

1 整備前の状況と現在の状況

足の踏み場もない状況から、イベントが実施できる安全な竹林になりました。(図 1、2)



図 1 2017 年の状況



図 2 2021 年の状況

2 活動している竹林

静岡県浜松市北区引佐町井伊谷にある龍谷山・正泉寺内の竹林
1554 年(天文 23 年)室町時代に開山の古刹です。

3 正泉寺との御縁

由緒ある正泉寺さんとの御縁は第 6 期・天竜地域森林円卓会議「里山の竹林を考えよう」に森づくり団体として参加した際、ワークショップで住職さんと同席し、ボーイスカウトならこのような形の竹林整備をしていくと思いますと提案させていただいたのが始まりでした。

4 竹林整備開始

御縁を活かして円卓会議の翌年からボーイスカウトのできる地域への社会貢献として正泉寺の竹林整備を始めました。

目的「放置竹林の解消」

目標「訪れた人が見て綺麗だなと思える竹林」

「子供たちが遊べる竹林」

5 竹林整備に活用した文献

竹林整備を進めるにあたり、静岡県のホームページから、「竹林整備読本」「竹林整備ハンドブック」の 2 冊をダウンロードして活動の参考にさせていただきました。

6 竹林整備の担い手

竹林整備の実働部隊となるのは、社会貢献をしてくれる大学生や高校生、お寺の檀家さん、「小さな親切」運動を実施している静岡銀行さんとその仲間たちなどです。

最近では竹細工を趣味とする方が竹資材を分けて欲しいので竹林整備をお手伝いしますということで仲間が増えました。

活動時の注意事項は「安全を第一に考えて、無理な作業はしない」です。

7 竹材の活用

竹林整備が進んでも、竹林は生きていますから資材は溜まる一方です。解消するためには活用先(出口)探しが重要です。

(1) 野営工作

ボーイスカウトのスキル(ロープワーク)を活用したクラフト作り。

(2) 大型工作物

人の何倍もある大型工作物も竹資材があればチャレンジできます。

他団体にも竹資材の入手先としてアピールしています。(図3)

(3) 季節の行事

七夕飾りに使う竹を探していた保育園さんに必要数をお聞きして提供しました。(図4)

環境教育での訪問先でも竹資材をアピールしています。



図3 大型工作物製作中



図4 七夕まつりの様子

(4) 燃料としての活用

保育園さんの活動で竹を燃料としてピザを焼きました。竹は加工が容易で高出力、短時間の料理には適しています。

(5) 防潮堤植樹のマルチング

遠州灘防潮堤の植樹時に苗木の乾燥防止や防草を目的として活用しました。機能低下後は緩効肥料として役目を全うしてくれました。

(6) 園芸資材としての活用

竹林整備や竹資材の話が近隣住民の方々に徐々に広まり、興味を持った方が訪れるようになりました。その方々のニーズをお聞きして必要な資材を提供するようにしています。遠方からの資材購入を考えていた方もいらっやって、お役に立っています。

(7) 竹材活用あれこれ

使えると思われるものは、全てチャレンジして使っています。大きいものから、余ったら小さいものへ、最終的には竹チップや竹炭、灰の活用まで、捨てることはありません。

竹材	竹炭	竹チップ	タケノコ
クラフト	土壌改良材	土壌改良材	食材
食器	水質浄化	マルチング	体験活動
炊具	消臭剤	肥料	食育教育
各種生活資材	マルチング	カブトムシ用資材	こども食堂

8 竹林の活用

(1) カブトムシ牧場

竹チップはカブトムシの幼虫の棲家です。9月から4月までは幼虫狩りができます。

お分けした竹チップと幼虫で、ミニカブトムシ牧場を作って観察をしている保育園さんもあります。立派な成虫に羽化したとの報告も頂きました。(図5)

(2) 掘って食べよう絶品！焼きタケノコ

タケノコ掘りと掘りたてをその場で食す体験を開催しました。街中の協働センターさんとのコラボ企画で、受付開始即満員御礼の人気企画です。

街中の人のW初体験、竹の色々な事が知れた、タケノコが食べられるようになったなど嬉しいコメントを沢山頂戴しました。(図6)



図5 カブトムシ牧場で幼虫探し



図6 タケノコ掘りの様子

(3) 竹林キャンプ

竹林整備が進みキャンプが安全にできる環境になりました。竹林キャンプは資材が豊富にあるのでキャンプの荷物が減らせます。必要な物は竹から作り出してしまえばいいのです。

キャンプスキルは災害時にも活かれますので昨今のキャンプブームに竹林キャンプも流行らせたいと思っています。

(4) 竹林活用あれこれ

秘密基地やフリーパークなど、多目的な活用が出来る綺麗で安全な竹林を今後も維持していきます。

体験活動	キャンプ	森づくり
環境教育	野営工作	竹林整備
食育教育	野外料理	竹林整備体験
森林環境教育	防災教育	資機材取り扱い講習
野外活動安全教育	パイオニアリング	安全講習会
クラフト体験	サバイバル訓練	企業のCSR活動
農林福祉連携体験	ぼっちキャンプ	学校、学生の奉仕活動

9 サステナブルの輪

竹材を土壌改良材として使用した実験畑（図7）の土の団粒構造化が少しずつ進み、作物が採れるようになってきました。土の力だけで育てた無農薬無肥料の安全野菜を社会福祉協議会さんに贈呈（図8）しました。こども食堂で活用してくれるそうです。

持続可能な竹林を目指した取り組みが、他の持続可能な取り組みの役に立つことができる。循環型社会構築の理想的な姿が見えてきました。



図7 畑の土と作物



図8 贈呈式

10 竹林整備とSDGs

自然の中での自然を活用した活動であり、社会的に問題とされている放置竹林の解消に向けた活動になるので、あえて目標を設定しなくても活動の一つ一つがSDGsの目標とリンクしていることになります。

これからSDGsの目標達成に向けて取り組みをする団体、個人、企業の方々で何をしたらよいかわからない人は、近隣の放置竹林の整備を始めたらいと思います。

11 よそ者が火をつける

ボーイスカウトが、知らない人が、竹林整備を進めている。

暗くて壁のような竹林の向こうに、光が見えてきた。景色が見えてきた。

行ってみるか、俺たちもやるか

竹林のまわりでは、そんな機運が高まってきました。

12 まとめ

竹林と竹材を作る人と使う人の需要と供給のバランスがとれば放置竹林はなくなります。

見放された竹林も必要とする人から見れば宝が置いてある宝置竹林となります。