

令和6年度
森林・林業技術等交流発表集
第68号

関東森林管理局

— 局 長 挨 拶 —

関東森林管理局長 まつむら たかのり 松村 孝典

令和6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。

はじめに、日本各地で大きな自然災害が発生しております。亡くなられた方々の御冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された方々に心からお見舞いを申し上げます。

本日開催するこの交流発表会は、国有林や森林・林業関係機関における現場での取り組みなどから得られた成果、知見、これを共有することなどを目的に毎年開催しております。

本年は、スライド発表19課題、ポスター発表18課題、計37課題のエントリーのもと、参加する方々も総勢約70名、大変大勢の方がこれからプレゼンに臨もうとされています。その内容、発表プログラムから発表者の方々の熱意が伝わってきます。

多くの方が意欲を持って参加してこの発表会が開催できること、主催者の一人として大変嬉しく思いますし、どのようなお話が聴けるのか大変楽しみにしております。

これまでもこの発表会からは、今では広く関東局で利用されている図面編集可能な製図ソフト、このソフトの開発が行われ、業務の効率化、職員の負担軽減このような成果が生まれているところであります。

また、今、鳥獣害対策で林野庁が推奨されている小林式の捕獲技術も森林管理局の現場で生まれた技術と聞いています。今日と明日発表する皆様、是非「自分たちが提案する技術で国有林の業務を改善し、そして広く自分の名前を知らしめる。」そういった心意気で発表してほしいと思いますし、今日は話を聴く立場、発表するサポートに立って参加する方々も、「いつの日か私もこの発表会を通じて日本の森林・林業に寄与し、自分の名前を世に知らしめる。」そういう大志を抱いてこの2日間を過ごしていただけると本当に幸いです。

結びに、この2日間という長丁場となりますけれども、審査員の皆様に温かいお力添えをいただけること、切にお願い申し上げ、そして応援メッセージなどを通じて発表する方と参加する方が一体となってこの発表会を盛り上げてくれること、これを期待し、開会の挨拶にかえさせていただきます。今日と明日の2日間、皆様どうか宜しく願いいたします。

目 次

局長挨拶

関東森林管理局長 松村 孝典・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ i

I スライド発表

1 森林保全部門

ケヤキ若齢人工林の成長と土壌調査

森林技術・支援センター 安藤 博之・・・・・・・・・・・・・ 1

クマ剥ぎ発生要因の検討 ～多資材と環境条件の複合評価～

森林整備センター 関東整備局 江尻 史、前田 宗春
森林総合研究所 飯島 勇人・・・・・・・・・・・・・ 5

南会津地域におけるナラ枯れの現状と対策

会津森林管理署 南会津支署 櫻井 勝・・・・・・・・・・・・・ 9

伊豆署職員実行によるニホンジカ捕獲のこれまでとこれから

伊豆森林管理署 藤垣 遼大・・・・・・・・・・・・・ 13

2 森林技術部門

スギ当年生苗生産におけるペーパーポットの実用性評価と気象条件から苗木の初期成長を予測する
モデルの開発

静岡大学 農学部 生物資源科学科 大岩 胡春
静岡大学 農学部 准教授 花岡 創
日本甜菜製糖株式会社 佐々木 壮規・・・・・・・・・・・・・ 17

シカ捕獲のための2種の誘引式くくりわなの比較

栃木県林業センター 丸山 哲也・・・・・・・・・・・・・ 21

栃木県におけるスマート林業の取組について

栃木県 環境森林部 環境森林政策課 山本 俊輔・・・・・・・・・・・・・ 25

造林事業における大型ドローン運搬について

静岡森林管理署 宮原 直也・・・・・・・・・・・・・ 27

やらまいか！「齢級構成の平準化」と「新しい林業の実現」を目指して「早生樹テーダマツの施業」

天竜森林管理署 吉村 和也、宮内 基好
静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 福田 拓実、山田 晋也・・・・・・・・・・・・・ 31

OWLの普及を目指して！～下越地域における測定コスト縮減に向けた取組～

下越森林管理署 熊丸 慧・・・・・・・・・・・・・ 35

ドローンを活用した２度目の列状間伐の伐採方法の検討と伐採材積の把握について 会津森林管理署 高鷺 淳一、高柳 修延、柴田 風衣	39
防護ネット柵の高機能化による造林地の獣害対策 静岡県 西部農林事務所 天竜農林局 大場 孝裕 株式会社ヤマイチネット 竹川 智、古屋敷 匠	43
有害鳥獣捕獲における錯誤捕獲防止の取り組み 群馬森林管理署 黒田 隆	47
単木柵と防草シートを活用した保育作業省力化の可能性 利根沼田森林管理署 小林 隆司 群馬県林業試験場 山田 勝也	50
3 森林ふれあい・民国連携部門	
児童の関心を引き出す森林教室 埼玉森林管理事務所 本郷 さんご、土田 梨奈	54
小笠原諸島における島民参加型の森づくりプロジェクト 小笠原総合事務所 国有林課 山田 大翔 小笠原グリーン株式会社 横山 浩一、鈴木 遼平	57
イヌワシの保全につなげる木材の利活用 赤谷森林ふれあい推進センター 神田 駿 公益財団法人 日本自然保護協会 森本 裕希子	60
林業の認知度向上のためのイベントの創造・実施 群馬県立農林大学校 農林部 農林業ビジネス学科 書上 陸斗	64
学校林活動による児童の森林に対する意識の変容について－アンケート調査を活用した取組の改善－ 山梨森林管理事務所 平田 和嗣、田中 裕貴、遠近 深空	68
Ⅱ ポスター発表	
発表ポスター一覧	72
Ⅲ 講評及び審査結果	
講評	91
受賞結果・審査員	93
付録	
関東森林管理局における交流発表会の歴史	96

I スライド発表

1 森林保全部門

ケヤキ若齢人工林の成長と土壌調査

森林技術・支援センター 安藤 博之

1 目的

ケヤキは有用広葉樹の中でも高級材として使われてきました。ケヤキ造林は古くから行われ、肥沃な立地を求めると言われていますが、ケヤキと立地の研究は少なく、林分の上中下で調査されたものはありますが、実際のケヤキの植栽地では、隣り合うケヤキに大きな成長差が見られることがあります。今回は、ケヤキの成長に対する土壌の肥沃度の影響を明らかにするため、土壌のA層の厚さに着目し、ケヤキ1本毎に調査することとしました。



図1 (位置図)

2 調査地

(1) 位置等

茨城県中部の笠間市に所在する国有林で、標高 50~70m、東向き、約 0.3ha のケヤキ造林地で、土壌は褐色森林土、地形は山麓の尾根を含む傾斜地です。(図1、2)

(2) 育苗・造林履歴

2004年4月に播種し、5月にコンテナに移植して育苗され、2004年秋、2006年春の2回に分けてha当たり3,000本で植栽されました。その後、下刈を2005~2012年、除伐を2015年に行いました。

(3) 方法

ケヤキのサイズ測定は、高さは植栽前は苗高、植栽後は樹高を測定し、太さは9年目までは地際径、13年目からは胸高直径を測定しました。

A層の厚さ計測には「検土杖」という器具を使用しました。使用した検土杖は約1.1m長で、先端部に30cmの縦溝があり、地面に差し込んで回転させると、溝の中に地中の土砂を採取できる器具です。(図3)

(4) 対象

調査区域は、下部と上部の平坦地としました。作業道を作った影響により、土壌の混乱が見られたので作業道から二列分を対象から外しました。一部で炭焼き跡と思われる箇所があり、土壌の混乱が見られたので対象から外しました。また、成長差を正確に比較するため、ウサギや下刈・除伐での誤伐など、強い被害を受けた箇所も対象から外しました。

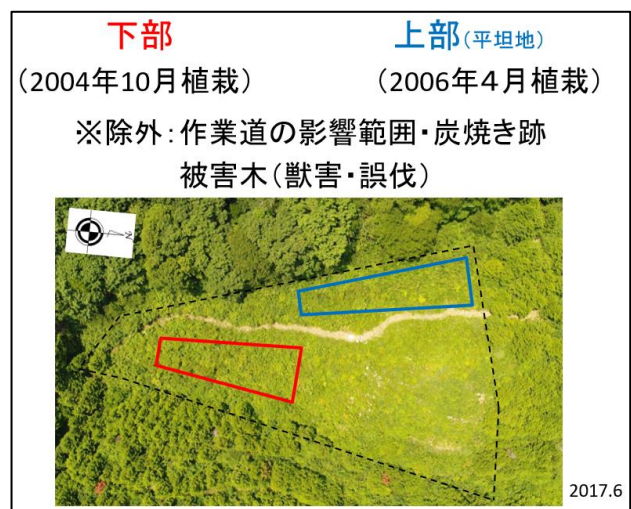


図2 (空中写真、対象)

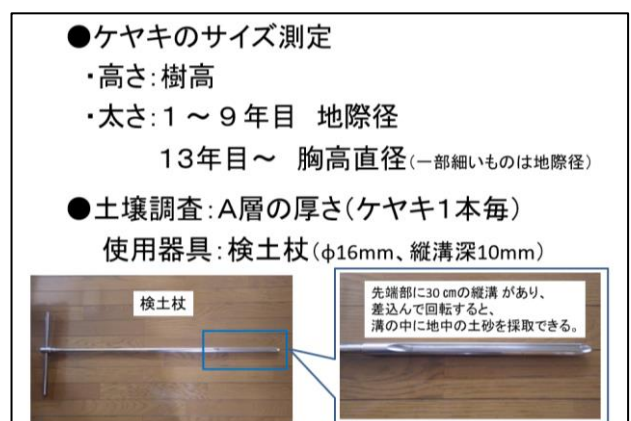


図3 (ケヤキのサイズ測定と土壌調査)

3 成長調査と土壌調査

(1) 林分概況

今回は関東森林管理局の過去の局課題試験地の追跡調査です。2017 年調査と、2025 年 1 月調査データで比較すると、上部は平均樹高 264 cm が 480 cm、平均胸高直径が 18 mm から 26 mm に、下部では平均樹高 310 cm が 436 cm、平均胸高直径が 22 mm から 27 mm になりました。

(2) 高さの推移 (図 4)

平均高について、2017 年調査までは、上部より下部が高かったのが、2025 年調査では逆転していました。なお、除伐後に上部で成長が鈍化、下部で樹高が下がっています。これは、除伐により林床が乾燥したためか、除伐後の調査で、多くの『先枯れ』が記録されています。

(3) 太さの推移 (図 5)

当初は地際の直径を計測、2016 年から一定以下の樹高のものを除き、胸高直径を測定することとし、途中で基準が違っていています。2017 年調査までは、樹高と同様に上下で差がありましたが、2025 年調査では、ほぼ同程度の約 1 mm 差となっています。

4 A 層の厚さ (図 6)

A 層の平均の厚さは、上部 6.3 cm、下部 10.4 cm でした。調査対象木毎に A 層を調査した結果を、ケヤキの位置図に重ねました。2 cm ごとに色を変え、A 層が厚いほど黒、薄いほど白に近い色で表現しています。比較的上部が薄く、下部が濃い傾向が見られます。

なお、×印は土壌の混乱が見られた箇所、獣害・誤伐等の強い被害を受け、調査対象から外した箇所です

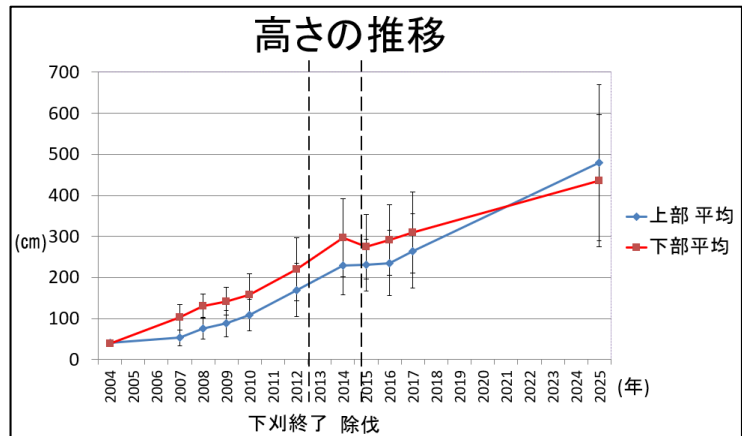


図 4 (高さの推移)

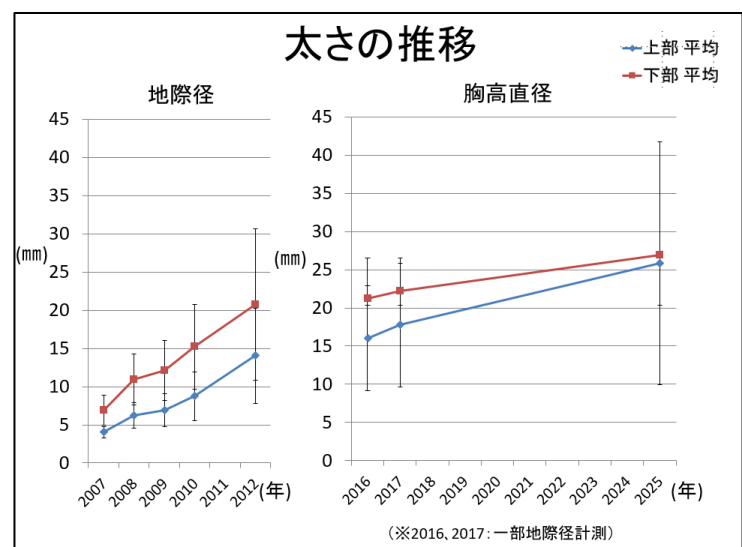


図 5 (太さの推移)

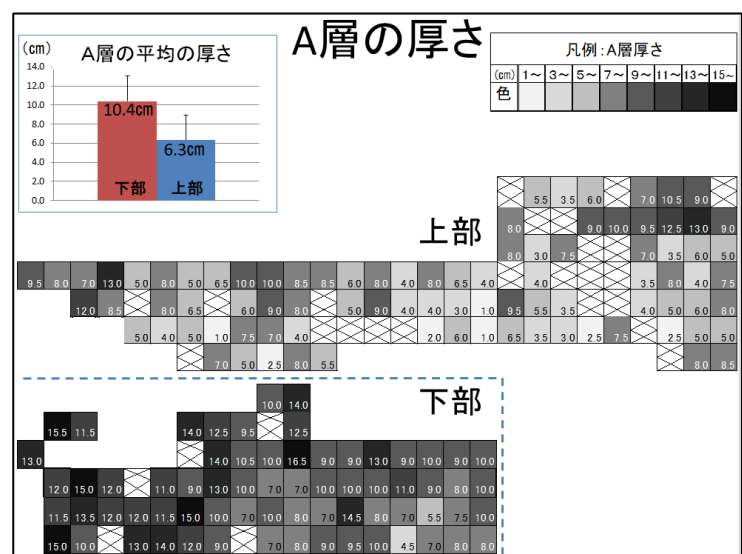


図 6 (A 層の厚さ)

5 A層の厚さと平均伸長量

(1) 分析 (図7)

A層の厚さとケヤキの成長について、太さは途中で基準が変わっていることから、樹高成長で見えていきます。樹齢は一緒ですが、植栽に1成長期のズレがあるため、2017・2025年の樹高から、植栽後にはじめて調査した2007年の樹高を差し引いた長さを、それぞれの成長期の数で割ったもので、平均伸長量を求めました。平均伸長量を縦軸に、A層の厚さを横軸とし、散布図を作成しました。そして、A層の厚さと立地の二要因により、分散分析を行いました。その結果、平均伸長量は、2017・2025年いずれもA層の厚さで非常に高い有意性が認められました。また、立地でも非常に高い有意果が出ました。

ケヤキのサイズは、土壌の肥沃度（A層の厚さ）に影響を受けていることが、単木レベルで示されました。よって、肥沃度の指標として、A層の厚さが有効であることが示唆されました。

2017年は下部の樹高が高かったのが、2025年は上部の樹高が高くなっていました。

以上のことから、初期保育段階までは、肥沃度によりサイズが決まっていたのが、その後は、肥沃度の他に、別の要素も影響したと考えられるので、これを考察します。

(2) 2017～2025年の間に何が起きた

2017～2025年の間に枯死したケヤキの内訳です（表1）。上部7本の調査記録は全て「枯れ」でした。2017年調査当時、200cm前後で平均を下回るものが、自然枯死していったことが推測されます。下部3本のうち、1はイノシシの獣道となったため枯れ、3は約140cmの高さで折れており、何らかの事故があったと考えられます。よって、自然枯死したのは下部2のみと推測されます。このことから、上部で「ケヤキが自然枯死する状況が生じた」と考え、また、上下で樹高が逆転した原因と併せて、競合植生を追加調査しました。

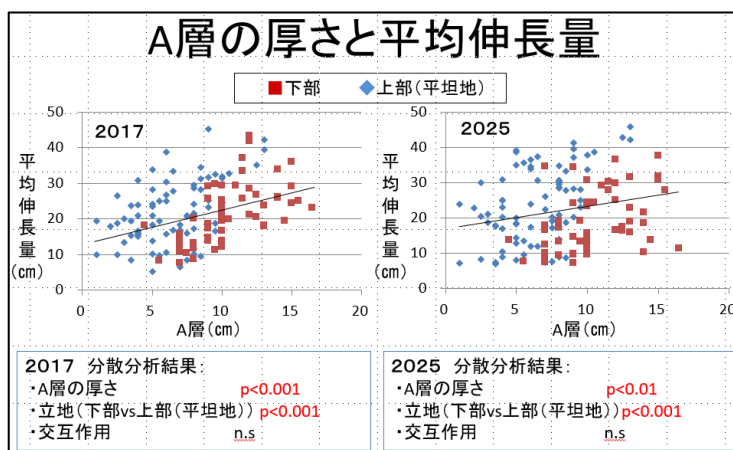


図7 (A層の厚さと平均伸長量)

表1 (2017～2025年の間に枯死したケヤキ)

			上部 (平坦地)	2017 樹高(cm)	備考
自然枯死			1	249	枯れ
			2	126	枯れ
			3	190	枯れ
			4	171	枯れ
			5	125	枯れ
			6	241	枯れ
			7	167	枯れ
2017平均			310	264	n=64
2025平均			436	480	n=61

			下部	2025 樹高(cm)	備考
自然枯死			1	426	枯れ(イノシシ)
			2	190	枯れ
			3	324	枯れ(中段折れ)
2017平均			310		n=64
2025平均			436		n=61

6 競合植生

(1) 競合植生高

ケヤキの競合植生を調査しました。アズマネザサは林分全体に分布しており、平均高は上部453cm、下部451cmでほぼ同じでした。アズマネザサ以外の競合植生がケヤキの樹冠付近で競合していたのは、上部70%、下部68%で同程度で、競合植生の平均高は上部583cm、下部648cmでした。

(2) ケヤキと競合植生※の樹高階 (※アズマネザサ以外)

2017年のケヤキの樹高階と2025年のケヤキとそのケヤキに最も影響を与えている競合植生（アズマネザサ以外）の樹高階です。2017年は下部のケヤキの平均樹高が高かったのが、その後、競合植生が進入し2025年には上下とも全体的にケヤキより大きいサイズ分布で定着・成長しています。上部では、

競合植生が 6～7m 台に大きいサイズが見られます。下部では、ケヤキの多くがアズマネザサの平均高より低い 2～4 台 m に留まり、全体的に成長が停滞しています。

(3) 競合植生※内訳 (図 9)

(※アズマネザサ以外)

上部では、枝葉が比較的少ないヌルデが多く、また、似た樹形のカラスザンショウも見られ、比較的林冠が開けた状況となっています。また、一方で上部では、クリ・コナラ等、枝葉が多いものもあり、比較的林冠が覆われている状況も見られます。なお一部では植栽木のケヤキが成長し、ケヤキ同士で競合している状況が見られました。

一方下部では、上部に比べヌルデが少なく、枝葉が比較的多いクリが最も多く、また、似た樹形のヤマザクラも見られ、林冠が比較的覆われている状況が見られました。

(4) 競合植生調査結果

以上のことから、上部ではケヤキが「枯死するもの」「成長するもの」に分かれた状況が、下部では全体的にケヤキの成長が抑制された状況が推測されます。

よって、初期保育終了後 2 年経過した 2017

年から、2025 年の調査までの間に進入した競合植生の違いが、ケヤキの平均伸長量に、肥沃度 (A 層の厚さ) の他に、影響したのではないかと考えられます。

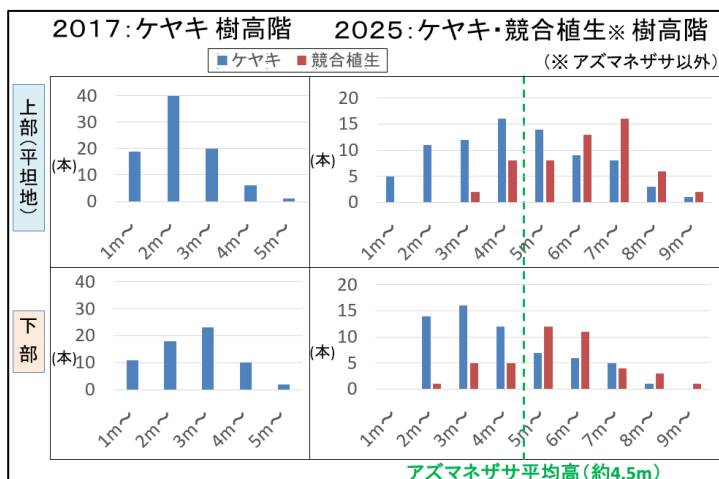


図 8 (ケヤキと競合植生の樹高階)

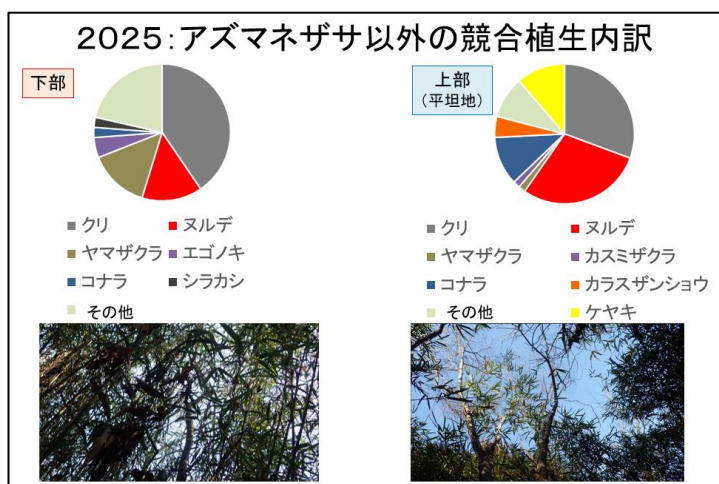


図 9 (アズマネザサ以外の競合植生内訳)

7 まとめ

ケヤキの成長には、肥沃度の指標として、A 層の厚さの有効性であることを確認できました。また、ケヤキの成長には、初期保育後にも肥沃度は影響するが、進入する競合植生高も影響することが考えられました。

よって、これまで経験則で語られてきた、肥沃な土地に植栽すべきことが改めて確認され、進入する競合植生に注意が必要であることが改めて示唆されました。

参考文献

関東森林管理局計画課：平成 27 年度 森林生態系スペシャリスト養成研修 資料, 森林土壌, 2015

関東森林管理局計画課：平成 27 年度 森林生態系スペシャリスト養成研修 資料, 森林土壌断面図集, 2015

横井秀一・山口清：ケヤキ幼齢人工林の成長と土壌の理学的性, 42 回日林中支論 1994

クマ剥ぎ発生要因の検討～多資材と環境条件の複合評価～

(国研) 森林研究整備機構 森林整備センター 関東整備局 江尻 史
前田 宗春
森林総合研究所 飯島 勇人

1 課題を取り上げた背景

クマ剥ぎはクマが木の幹に対して爪や牙などで樹皮を剥ぐ樹木の被害のことであり、森林整備センター関東整備局では、平成10年頃より将来の主伐木となる優良木を対象に物理的な防除を行っています。防除方法はクマロープによる4段巻きが主流で、現地の状況や地域によって3種類の防除方法、5種類の防除資材により被害対策を行っています(表1)。

①4段巻(図1-左)

樹木の地際0.3mから1.5mまで等間隔に4本のロープを巻いていきます。ロープの片側を30cm程度垂らし山側に引き解け結びをつくり、肥大成長に合わせてロープが滑るように設置します。

②らせん巻(図1-中央)

らせん巻は樹木の地際0.3mから1.5mの高さまで、下から上、上から下に2重でらせん状に捲いていきます。爪や牙に引っかかるのを嫌がることにより忌避効果が見込まれます。

③ネット巻(図1-右)

樹木に対して1枚のネットを巻き付け、ロックタイという結束バンドで5箇所とめます。上は1.5mの高さになるよう、樹木の根元部分から設置し、幹の全体を覆います。

クマ剥ぎ被害の大きさには木の幹の太さや周辺の地形が関係すると言われていますが、これら以外の環境条件も影響を与えていると思われました。また、如何なる環境条件下で何れの防除資材を使用するのが最も効果的なクマ剥ぎ対策か判然としませんでした。このため、今回、環境条件を考慮したクマ剥ぎ防除資材の効果を明らかにすることを試みました。

2 具体的な取組

(1) クマ剥ぎ被害状況調査

クマ剥ぎ被害状況調査は、福島県、栃木県、群馬県、埼玉県、山梨県及び静岡県に設置した林齢19～54年生の造林地59地点(防除資材毎に5つ以上の調査地点を設定)において、一般的にクマ剥ぎが発生しやすいとされる春先から初夏までの令和5年3月～7月及び6年5月～7月に現地調査を行いました。また、現地調査では、樹種、胸高直径、クマ剥ぎの有無、防除資材の設置の有無、防除資材を設置している場合は資材の異常の有無を調べました。なお、資材の異常の有無については、経年劣化

表1 関東整備局における防除方法及び防除資材

防除方法	資材名	材質名	耐用年数 (メーカー等)	資材価格	設置費
4段巻	クマロープ	ポリエチレン・ポリエステル混燃ロープ	10年	中	安
	赤銀テープ	ポリエチレン	5年	安	
らせん巻	スズランテープ	軟質ビニール	3年	安	中
	ベアクロス	ポリエチレン	5年	中	
ネット巻	美樹巻夫	ポリエチレン	5年	高	高



図1 防除資材毎の設置状況

や動物による脱落等によって防除効果が低下していると判断したものを異常有りとしました。

また、地形図や施業図等を用いて、調査地点の標高、傾斜、道からの距離、歩道の有無等を調べました。

（２）調査データによる複合評価

クマ剥ぎ被害状況調査によって得られたデータについて、クマ剥ぎの発生要因と防除資材の効果を誤差構造に二項分布を仮定した一般化線型混合モデルによって解析しました。

解析に当たっては、表 2 のクマ剥ぎ発生要因を応答変数や説明変数、各調査地点を変量効果としました。また、モデルの説明変数については、Wald 検定によって統計学的優位性（危険率 0.05）を評価しました。

表 2 クマ剥ぎの発生を誘引する可能性がある要因

クマ剥ぎ発生要因 (※過去の資料より)	クマ剥ぎ	
	発生しやすい	発生しにくい
幹の太さ	太い	細い
施業頻度	少ない	多い
人工の道（車道・歩道）	近い	遠い
樹種	スギ ヒノキ カラマツ	アカマツ
地形	緩い	急峻
林齢	高い	低い
標高	低い	高い
成立本数	少ない	多い

3 取組の結果

（１）解析 1：クマ剥ぎ発生要因の解析

クマ剥ぎの有無を応答変数に設定し、表 2 のクマ剥ぎ発生要因を説明変数に設定しました。その結果、クマ剥ぎを最も増加させる要因は幹の太さとなり、幹が太ければ太いほどクマ剥ぎ発生確率が高くなることがわかりました。この他、防除資材に異常があること、傾斜が緩いこと、枝打ちをしていることがクマ剥ぎを発生させる要因となりました。また、全ての防除資材において、クマ剥ぎ発生を軽減させる効果が認められました（表 3）。

表 3 応答変数「クマ剥ぎの有無」に対する各説明変数の統計結果一覧

クマ剥ぎの有無	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
切片*	-4.940	2.011	-2.456	0.014
DBH	0.191	0.014	13.296	0.000
資材：クマロープ	-2.254	0.263	-8.568	0.000
資材：スズランテープ	-3.396	0.380	-8.934	0.000
資材：ベアクロス	-3.713	0.621	-5.976	0.000
資材：美樹巻夫	-2.773	0.443	-6.258	0.000
資材：赤銀テープ	-2.652	0.424	-6.249	0.000
資材に異常有り	2.097	0.217	9.678	0.000
道からの距離	1.276	1.172	1.089	0.276
歩道無し	0.646	0.805	0.802	0.423
標高	0.000	0.002	0.260	0.795
傾斜：中	-0.876	0.880	-0.995	0.320
傾斜：急	-3.106	1.011	-3.073	0.002
間伐有り	-1.259	1.001	-1.258	0.208
枝打ち有り	2.012	0.811	2.480	0.013

※資材の種類は、資材なしに対して、歩道無しは、歩道有りに対して、傾斜は、緩傾斜に対して、間伐有りは間伐無しに対して、枝打ち有りは枝打ち無しに対する相対的な係数である。

また、資材間での防除効果は、クマ剥ぎ発生確率及び DBH の関係によりベアクロス>スズランテープ>

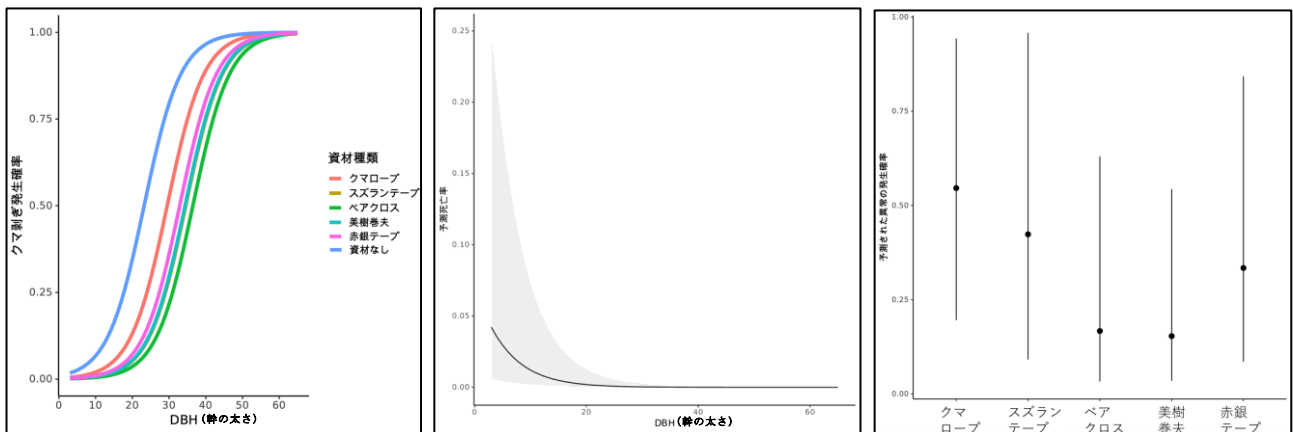
美樹巻夫>赤銀テープ>クマロープの順となりました（図 2）。

（2）解析 2：枯損の発生しやすさの解析

枯損の有無を応答変数に設定し、クマ剥ぎ発生の有無、植栽木の個体ごとの DBH を説明変数に設定しました。その結果、クマ剥ぎがあるほど枯損しやすく、胸高直径が 10cm 程度と幹が細いと枯損しやすく、幹が太いほど枯損しにくくなりました（図 3）。

（3）解析 3：資材の頑健性の違いに関する解析

資材設置の異常の有無を応答変数に設定し、表 2 のクマ剥ぎ発生要因を説明変数に設定しました。その結果、幹が太いこと、資材設置の経過年数が長いこと、間伐を行っていないことが資材の異常が発生しやすい要因となりました。また、防除資材間の異常の発生確率については、統計学的には有意ではないものの、美樹巻夫及びベアクロスは他の資材と比較して異常が発生しにくい傾向が見られました（図 4）。



左から

図 2 モデルで推定された防除資材と DBH の違いによるクマ剥ぎ発生確率の違い

図 3 モデルで推定された DBH の違いによる死亡確率の違い

図 4 モデルで推定された防除資材ごとの異常の発生確率

4 考察

解析により得られた防除資材毎の 10 年当たりの資材コストと防除効果の値をグラフにしました（図 5）。クマロープは防除効果が最も低いですが資材コストが最も安価となり、一方、美樹巻夫は防除効果が高いですが資材コストが最も高価となりました。このように統計解析によって防除資材毎の 10 年当たりの資材コストと防除効果の関係を可視化することができました。

次に、解析結果からクマロープのみを使用して防除する場合とクマロープ以外の複数の資材

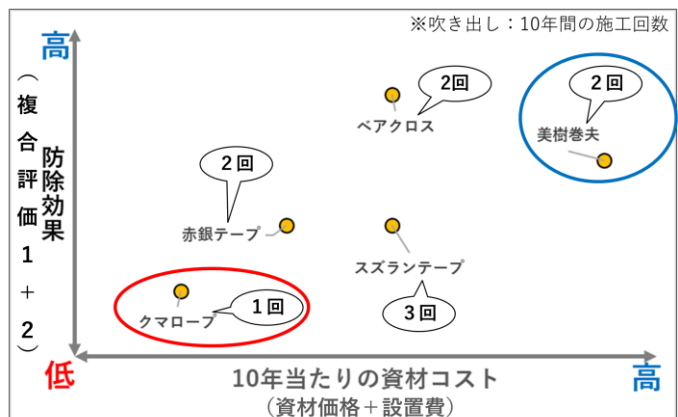


図 5 資材毎の 10 年当たりのコストと防除効果の関係

を組み合わせて防除する場合の 2 つのケースについて、植林から伐採までの一連の期間の資材コストとクマ剥ぎ発生確率を試算しました（図 6）。また、解析においてクマ剥ぎ発生確率と造林木の幹の太さとの間に正の関係が示されましたので、後者の複数資材の場合については、林齢が上がるに従って防除効果の高い資材を使用するように、30 年生までは赤銀テープを 2 回、30 年生から 50 年生まではベアクロスを 2

回、50年生以上ではベアクロスと美樹巻夫を各々1回使用する組み合わせとしました。試算の結果、クマロープのみの場合は累計コスト約100万円・クマ剥ぎ発生確率33%、複数資材の場合は累計コスト約240万円・クマ剥ぎ発生確率12%となり、複数資材の場合はクマロープのみの場合と比べて累計コストが2.4倍と割高になりましたが、クマ剥ぎ発生確率が3分の1程度に抑えられました。このように統計解析によって植林から伐採までの一連の期間の資材コストとクマ剥ぎ発生確率の関係を数値化することができました。ただし、今回は2つのケースのみについて試算したものであり、また、林況が類似する造林地であっても目標林型等が異なれば、使用する防除資材は必ずしも同じとはならず、資材コストやクマ剥ぎ発生確率の値が変わってくると考えられます。

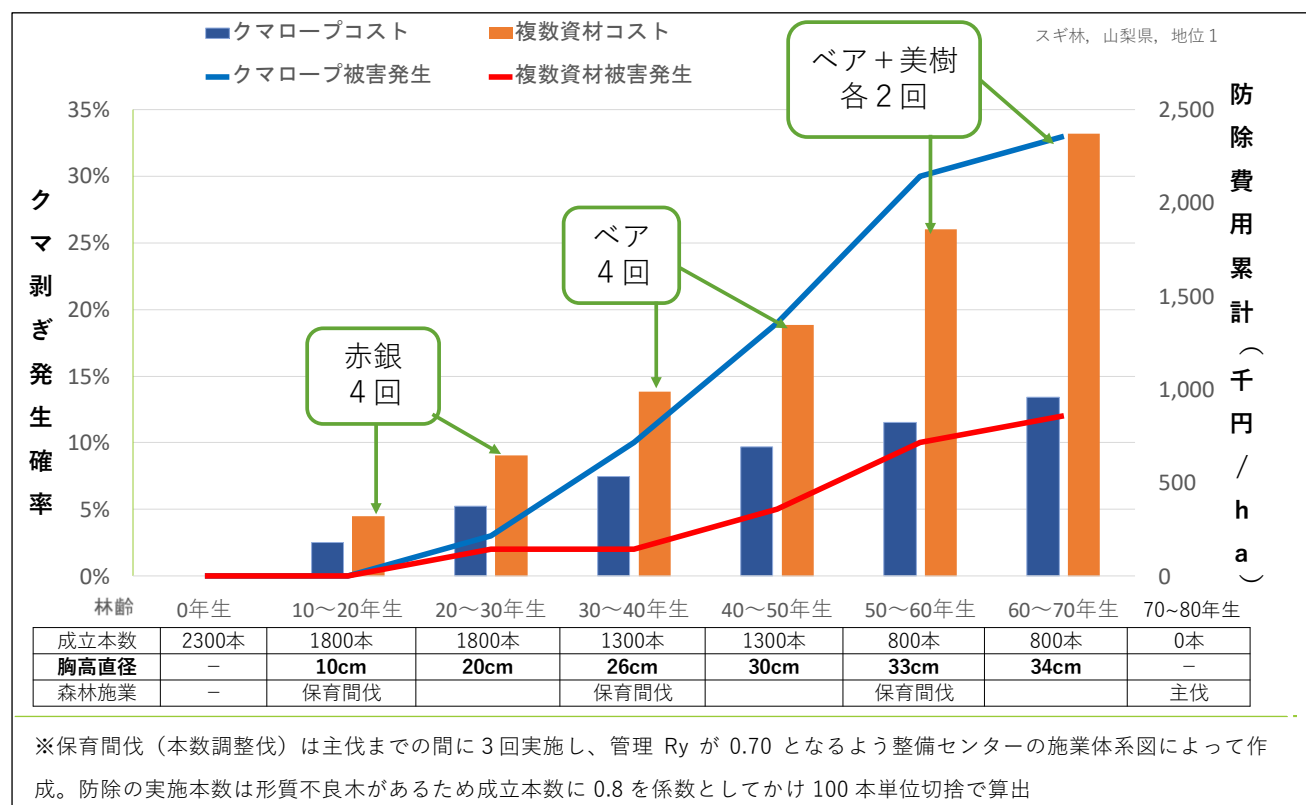


図6 資材の組合せの違いによる累計資材コストとクマ剥ぎ発生確率

5 まとめ

統計解析により、造林木の幹が太いこと、防除資材が設置されていないこと、防除資材に異常があること、緩傾斜地であること、枝打ちが実施されていることがクマ剥ぎ発生要因として確認できましたので、これら5つの条件にあてはまる箇所ではクマ剥ぎ被害を受けやすく注意が必要と考えます。また、造林木が若齢段階でクマ剥ぎに遭うと枯れやすいことが確認できましたので、造林地でクマ剥ぎが出始めたら速やかに防除資材を設置することが有効と考えます。さらに、全ての防除資材で防除効果が認められ、部分的ではあるものの、各々の資材コストや防除効果、クマ剥ぎ発生確率を数値化できましたので、防除資材を選択するときの参考として活用していきたいと思います。

6 おわりに

クマ剥ぎ調査にあたって加藤商事合資会社、水窪町森林組合の皆様にご協力頂きました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

南会津地域におけるナラ枯れの現状と対策

会津森林管理署南会津支署

櫻井 勝

1 課題を取り上げた背景

ナラ枯れ被害、ブナ科樹木萎凋病は、全国的に拡大し深刻な問題となっており、南会津支署においても例外ではありません。

(写真 1)

ナラ枯れは、カシノナガキクイムシが媒介するナラ菌によって発病するため、媒介昆虫のカシノナガキクイムシの殺虫による密度低下で被害軽減を図ることは重要な課題です。



写真 1 ナラ枯れ被害地

2 只見町の位置

当支署管内におけるナラ枯れ被害は、平成 22 年に只見町で初めて確認されました。

侵入経路としては、隣接する新潟県魚沼市方面と、福島県金山町方面から只見町に入り、現在も拡大している状況です。(図 1)



図 1 只見町の位置

3 ナラ枯れの仕組み

始めに、ナラ枯れの原因としては、「ナラ菌」(写真 2) によるもので、この菌をカシノナガキクイムシ (以下：カシナガ) が木から木へ運ぶことで拡大します。

木が枯れる仕組みとしましては、カシナガが樹幹の辺材部に孔道を掘る際にナラ菌が増殖し、その作用によって導管での樹液流が停止して、「水切れ」を起こし木が枯れます。

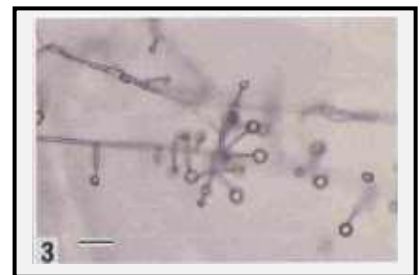


写真 2 ナラ菌

4 拡大した原因

被害が急激に拡大したのは、文献により差はありますが、一般的には 1980 年代以降です。

拡大した大きな原因としては、1960 年代後半のエネルギー革命により、燃料として主流であった薪炭材を使用しなくなったため(写真 3)、林分が放置され高齢過熟になりました。

このような林分では大径木が多くなるため、カシナガ等病害虫の繁殖が容易になり個体密度が急激に高くなることから、被害が急増したものと考えられます。

また、里山をはじめ広範囲に生育するミズナラ、コナラ、クリ等ナラ類の多くの樹種が対象となるため、被害が拡大していると思われます。



写真 3 燃料の変化

5 カシノナガキクイムシについて

次に、カシナガについてですが、熱帯・亜熱帯を中心に分布し、日本では九州沖縄、四国、本州、最近では北海道でも生息が確認されています。

成虫の体長はオスが4.5mm前後、メスが4.7mm前後、メスの成虫が体の孢子貯蔵器官にナラ菌を取り込み、自らが新しい木に運び、辺材で繁殖させることで発生する酵母類を餌として幼虫が生育します。（写真4）



写真4 カシノナガキクイムシ
（左：オス、右：メス）

6 ナラ枯れの防除方法

当該地域で取り組んだ3つのナラ枯れ防除方法を紹介します。

（1）粘着シート巻き付け（写真5）

粘着力のあるシートを木に直接巻き付けカシナガを捕獲する方法で、カシナガが健全木に穿入加害しないように予防します。

（2）伐倒燻蒸（写真6）

ナラ枯れ被害木を伐採し玉切り、丸太を極積しNCSなどの燻蒸剤により被覆燻蒸する方法です。

しかし、この2つの方法は、現地まで行って人力で作業する必要があります。

（3）「大量集積型おとり丸太」による誘引捕殺（写真7）

当支署では、平成26年度より大量集積型おとり丸太（以下：おとり丸太）を設置しており、このことについて設置方法や効果を報告します。



写真5 粘着シート巻き付け



写真6 伐倒燻蒸

7 おとり丸太について

おとり丸太は、現 山形大学農学部客員教授 齊藤 正一氏が考案に携わった駆除方法で、特徴としては、伐採して間もないナラ類の丸太を極積し、木口からの木の匂いと合成した集合フェロモン剤を利用して、カシナガを丸太に誘引することができます。

本来ならこの丸太は、チップ工場でチップ化し殺虫して木材利用するのが、この防除方法の基本ですが、当該地域では近くにチップ工場がないため、現地で被覆燻蒸処理してカシナガを殺虫しています。

この方法は、おとり丸太を道脇の小面積の空間に設置できるため、設置及び撤去が容易です。

また、おとり丸太を設置していない被害地箇所では、1年間で500m程度被害が拡大してしまうのですが、おとり丸太を設置することにより、被害をその場に留めておくことができます。

しかし、激害箇所以外に設置してしまうと、逆にカシナガをおびき寄せて被害を拡大してしまう危険性があります。

また、カシナガを減らすことはできますが、被害は決して根絶できるわけではありません。



写真7 大量集積型おとり丸太

8 おとり丸太の設置方法

設置方法としては、まず、5～6月に健全なナラ生立木の樹皮を傷つけないように伐採し、2mに玉切り、丸太を採取します。

使用する丸太は、乾燥が少しでも進まないようにするため、末口10cm以上とし、材積は20 m³前後で桎積します。

そこに合成フェロモン剤（写真8）を装着し、丸太の表面が乾燥しないように寒冷紗をかけ、併せてカシナガが被覆内に潜り込みやすいようにしておきます。

本来なら、虫入りの丸太はチップ化するために、秋季にチップ工場に運搬してチップ処理するのですが、当該地域では翌年6月にカシナガが羽化する前の殺虫処理として、9月に被覆燻蒸処理し、その後、丸太を外に持ち出さないように地域の方に薪材として売り払います。

設置する向きは、丸太の乾燥を防ぐため、おとり丸太が日陰となるよう林分を背負うような方向を選んで隣接させ、かつ、木口を西向きに設置しないことが理想的です。

地形は、木口からのカイロモンやフェロモンの匂いが風等により飛散しやすいように、緩やかな凸地形か平坦地に設置することが理想的です。



写真8 合成フェロモン剤

9 平成26年度以降の支署設置箇所の推移

図2は、平成26年度以降のおとり丸太を設置した位置図で、当初の被害が確認された魚沼市と金山町との隣接地から、近年は、昭和村や南会津町方面に被害箇所が移動しており、それに伴いおとり丸太の設置箇所も移動させて、効率的なカシナガの密度低下による被害軽減を模索しました。



図2 設置箇所の推移

10 おとり丸太によるナラ類の枯死防止本数

おとり丸太の効果は、研究によると、立木1本につきカシナガ1,000匹以上入ると枯れると言われています。

おとり丸太に誘引されたカシナガの虫数を1 m²当たりの穿孔数で推定し、枯死立木の本数に換算したところ、当支署で設置した14基で、2,543本のナラ立木の枯死を防いだものと推定されました。

同じく只見町で設置した24基で5,754本のナラ立木の枯死を防いだこととなります。

ナラ枯れ被害に森林の管理区分は関係ありません。

国有林は国有林、民有林は民有林という考え方を捨てて、両者を統合して防除エリアを一体的に管理するという視点に立つてみると、おとり丸太を設置してから民国が連携したことで、図3のようにナラ立木が合計で8,297本、枯れずに済んだこととなります。

おとり丸太の設置に関しては、民国が協力して被害拡大が起らないようにするため、激害地に効率的な配置ができるよう只見町と支署で合同調査をしており、その効果が出ているものと思います。

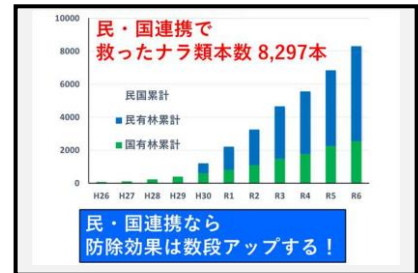


図3 枯死防止本数

11 考察

このように「大量集積型おとり丸太」による誘引捕殺は、カシナガを激害地に留め、密度を低下させて、ナラ枯れの被害拡大を遅らせる効果があると考えられます。

今後も引き続き、被害が衰えていない箇所では「おとり丸太」の設置を継続し、新しく激害となった箇所にはおとり丸太を新設して、ナラ枯れ対策を行っていきたいと考えます。

ナラ枯れは只見町以外の南会津地域でも拡大していく恐れがあることから、地域全体の問題として、協議会等において周辺市町村及び県と連携することが大切です。（写真9）

例えば、おとり丸太の設置箇所を検討して被害の進行を食い止めるなど、只見町と当支署で取り組んだ民国が連携して対策の強化を図っていく必要があるものと考えます。（写真10）

また、ナラ枯れの根本的な対策として、里山のナラを含む広葉樹林を伐採し、森林資源の循環利用を図っていくことが、効果的なナラ枯れの抑制に繋がると考えられます。

広葉樹を建築材及びシイタケの原木、薪炭材、パルプ等、利用目的を分け有効に活用することが、木材の需要が拡大し里山林の再生につながると考えられます。

この発表が、広葉樹の活用を地域の皆さんや全体で考えるきっかけとなればと思います。

最後に、ナラ枯れ対策にご協力、ご尽力いただいた全ての皆様に感謝を申し上げ発表を終わります。



写真9 おとり丸太講習会



写真10 誘引状況共同調査

伊豆署職員実行によるニホンジカ捕獲のこれまでとこれから

伊豆森林管理署 藤垣 遼大

1. 緒言

ニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下、シカと呼ぶ) の爆発的な個体数の増加や分布域の拡大 (環境省 2021) に伴って、農林業被害は全国的に深刻であり、効率的な個体数調整が喫緊の課題となっています。

静岡県は、平成 16 年 10 月に特定鳥獣保護計画 (ニホンジカ (伊豆地域個体群)) を施行後、平成 24 年 4 月に静岡県全域を対象とした特定鳥獣保護管理計画 (ニホンジカ) (第 4 期) を施行しました。現在は第 5 期 (令和 4 年 4 月 1 日から令和 9 年 3 月 31 日) であり、引き続きシカ対策を講じています。

伊豆森林管理署 (以下、伊豆署) が位置する伊豆半島は、冬季の積雪がほとんどなく温暖な気候下にあることから、シカにとっては生息しやすい地域であるといえます。このため、県内他地域と比較して早い時期から特用林産物のワサビやシイタケの食害や国有林野内の造林木等の剥皮などの被害が顕著でした。伊豆半島中央部に残されている太平洋型ブナ天然林 (ブナ・スズタケ群団) においては、スズタケ (*Sasamorphia borealis*) が衰退し、ヒメシャラ (*Stewartia monadelpha*) の樹皮剥ぎが目立ちます (図-1)。このような背景から伊豆署は、平成 27 年度から全職員を挙げてシカ捕獲を実施しており、今年度で 10 年目を迎えます。静岡県が公表している令和 5 年度の捕獲頭数に基づく階層ベイズ法 (ハーベストベースドモデル) によると伊豆半島の推定生息頭数の中央値は 21,900 頭であり、平成 28 年度のピーク時 43,500 頭と比べると半減しています (静岡県 2024)。生息頭数の減少に伴い、捕獲が困難になることが想定される中、伊豆署職員実行によるシカ捕獲頭数もここ数年伸び悩んでいます。しかし、シカの高い繁殖能力から捕獲圧を緩めると、再び生息頭数が増加傾向になることが予想されており、捕獲圧を維持する必要があります。



図-1 太平洋型ブナ天然林の林床の様子

そこで本報告では、シカが着実に減少しつつある伊豆半島において、今後も捕獲効率を落とさず捕獲を続けるために、伊豆署職員実行による 10 年間のシカ捕獲データをまとめ考察することで、今後の展望を議論します。

2. 方法

足くくりわな (空はじき知らず角型及び渡部式 R 型、有限会社渡部製作所、横浜市) とアルファルファヘイキューブ等の誘引餌により捕獲された、平成 27 年から令和 6 年 12 月までの 10 年間の個体データを、捕獲個体記録票を基に集計しました。捕獲個体記録票には、捕獲個体 1 頭毎の捕獲日時や捕獲場所 (林小班)、体サイズ、性・年齢クラス、妊娠の有無等の情報が記録されています。集計したデータから、伊豆署の 10 年間のシカ捕獲実態を把握しました。捕獲実態の把握には、(1) 捕獲頭数、(2) 捕獲効率、(3) 捕獲されたシカに占めるメスジカの割合、(4) 時期別の捕獲実施回数をを用いました。また、捕獲効率は次式により算出しました。

捕獲効率 = 捕獲数 / (稼働わな台数 × 稼働日数)

3. 結果

(1) 捕獲頭数の推移

平成 27 年から令和 6 年 12 月までの 10 年間のシカ捕獲頭数は、のべ 1,009 頭となりました。捕獲頭数は、捕獲を開始した平成 27 年度から増加し続けましたが、令和 2 年度以降は減少しここ 3 年は 120 頭前後で推移しています（図-2）。R6 年度は、12 月末日までの捕獲頭数です。

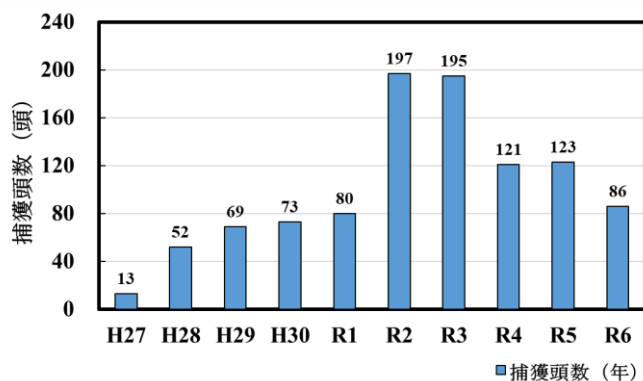


図-2 捕獲頭数の推移

(2) 捕獲効率の推移

捕獲効率の結果を表-1 に示します。10 年間ののべわな稼働日数（稼働わな台数×稼働日数）は 21,580 台・日で、1,009 頭のシカを捕獲し、捕獲効率は 0.0468 でした。令和 2 年度までは、捕獲頭数の上昇に比例するように捕獲効率も上昇しています。ただ捕獲頭数と同様に令和 3 年度以降は低下しています。

表-1 伊豆署における捕獲効率

年度	のべわな稼働日数	捕獲数	捕獲効率
H27	694	13	0.0187
H28	838	52	0.0621
H29	1,587	69	0.0435
H30	1,503	73	0.0486
R1	1,440	80	0.0556
R2	3,356	197	0.0587
R3	3,386	195	0.0576
R4	3,236	121	0.0374
R5	3,384	123	0.0363
R6	2,156	86	0.0399
合計	21,580	1,009	0.0468

本報告では、統計解析を実施していないため断定はできませんが、令和 4 年度、令和 5 年度の捕獲頭数の低下は捕獲効率の低下が関係していると考えられます。国有林内での捕獲計画の進行（職員実行による捕獲のほか静岡県が実施している管理捕獲）にともなう生息密度の低下と忌避学習によりシカの行動及び分布が変化し、捕獲効率が低下した可能性があります。

(3) メスジカの捕獲割合

一夫多妻制かつ 2 歳から毎年子を産むシカを効率的に減らすには、メスジカの捕獲が重要になります。10 年間のメスジカの捕獲割合の推移を図-3 に示します。平成 27 年度、平成 28 年度を除くと、40%から 60%の間を推移しています。10 年間の平均は 56.5%でした。

(4) 時期別の捕獲実施回数

1 年を 4 月から 6 月、7 月から 9 月、10 月から 12 月、1 月から 3 月の計 4 時期に分けて、捕獲の実施回数を集計しました。わなを設置し捕獲を一定期間（1 週間）行った後、撤去するまでを一つの捕獲サイクルとし、1 回とカウントしました。10 月から 12 月が捕獲の実施が一番多く 59 回でした。捕獲の実施が一番少なかったのは 4 月から 6 月で 9 回でした（表-2）。

表-2 時期別の捕獲実施回数

年度	時期			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
H27年度	0	2	2	5
H28年度	2	2	3	5
H29年度	0	1	7	3
H30年度	1	2	5	4
R1年度	0	1	3	4
R2年度	1	2	8	4
R3年度	2	1	11	4
R4年度	2	2	7	2
R5年度	0	3	6	4
R6年度	1	1	7	—
合計	9	17	59	35

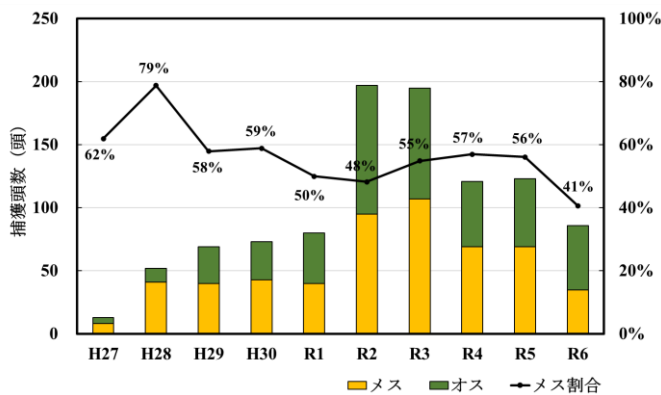


図-3 メスジカの捕獲割合

4. 考察及び今後の展望

本報告では、伊豆署職員実行による10年間のシカ捕獲の実態を把握し、今後について考察することを目的に、捕獲個体記録票1,009頭のデータを集計し解析を行いました。その結果、捕獲頭数及び捕獲効率がピークだった令和3年度以降、捕獲頭数は低下後ほぼ同水準で推移しており、捕獲効率は低下し続けていました。メスジカの捕獲割合は、10年間で平均56.5%でした。時期別の捕獲実施回数は、4月から6月が10年間で9回しか実施されていませんでした。

生息密度の低下に伴い捕獲効率が鈍化することは一般的に知られています。伊豆署が管轄する伊豆地域は、令和元年度からシカの生息密度の低下が見られ伊豆署の捕獲効率は令和3年度から低下しています。桑野ら（2019）が、福岡県において伊豆署の捕獲方法と同様の方法で行った試験では、捕獲効率の最大値が0.0417でした。伊豆署の10年間の捕獲効率は、0.0458であり、桑野らの捕獲効率を上回っているため伊豆署の捕獲効率は低下しているものの、まだ高い水準にあるといえます。しかし直近3年の捕獲効率の平均値は、0.0387となっており捕獲効率は確実に低下しています。ニホンジカの高い繁殖能力から捕獲圧を緩めると再び生息密度が増加傾向になることが予想されており、捕獲効率をこれ以上落とさず、捕獲圧を維持していく必要があります。そこでこれからは、低下傾向が見られる以前の令和3年度の高い水準に捕獲効率を回復させることを目標にします。そのためには、わな設置の熟練者の「経験」や「勘」に基づく潜在的な技術を確実に受け継いでいく必要があります。異動が多い我々の職場において、潜在的な技術を受け継いでいくことは非常に困難です。潜在的なものをスライド等で視覚化し、伝達継承していくことで捕獲効率の更なる低下を防ぎ回復を目指します。

またシカの効率的な個体数調整には、メスジカの捕獲が特に重要になります。伊豆署の捕獲では、これまでメスジカを選択的な捕獲は行っていませんでした。そこでこれからは、メスジカの捕獲を推進していきます。メスジカの捕獲には、①捕獲前のライトセンサス調査によりメスジカの多い場所を探索する、②捕獲情報アプリを利用する、③管理捕獲においてメスジカの捕獲単価を高く設定しインセンティブを高める、④新技術を検証するなどがあります（静岡県2023）。伊豆署は、「④新技術を検証する」を実施します。新技術は、鈴木ら（2024）が公表した「塩水でメスジカを引き寄せる」で、シカの雌雄によるミネラル要求量の違いに基づいて考えられたものです。メスジカは、出産・授乳期にナトリウムを欲します。その性質を利用し試験を行ったところ、4月上旬から7月中旬に特に頻繁に塩水を飲みに来ることが確認

されました。この4月上旬から7月中旬は、伊豆署の捕獲の空白期間である4月から6月と重なります。捕獲の空白期間にメスジカを選択的に捕獲する新技術の検証を行い、捕獲頭数の増加とメスジカの選択的な捕獲を同時に目指します。

最後にこれからの伊豆署のシカ捕獲は、捕獲効率の回復、メスジカの捕獲推進の2つに力を入れていきます。野生鳥獣の保護管理には、順応的管理が求められています。伊豆署の捕獲においてもPDCAサイクルに基づいた順応的管理を行っていきます。また、職員実行によるシカ捕獲を実施している森林管理署間での情報の共有も重要です。Teams等のチャット機能を利用した情報の横展開も今後は行っていきます。

5. 摘要

平成27年から令和6年12月までの10年間の個体データを集計し解析した結果、ここ3年捕獲頭数は停滞、捕獲効率は低下していることが分かりました。また、メスジカの捕獲割合は10年間で平均56.5%、4月から6月の捕獲実施回数は10年間で9回しか行われていないことが分かりました。今後は、わな設置の技術を伝達継承し捕獲頭数・捕獲効率を回復させるほか、捕獲の空白期間である4月から6月にメスジカの捕獲を推進し、捕獲頭数の増加とメスジカの選択的な捕獲を同時に目指していきます。それに加え、Teams等のチャット機能を活用し、職員実行によるシカ捕獲を実施している他森林管理署との情報共有にも力を入れていきます。

6. 謝辞

本報告の遂行にあたり大変多くの皆さまにご指導及びご協力いただきました。伊豆森林管理署の職員には、報告の方針・計画などのご指導や多くの助言をいただきました。臨時職員には、データ解析のお手伝いをいただきました。また静岡県西部農林事務所天竜農林局森林整備課の大場孝裕様には、伊豆半島の生息密度調査と捕獲の資料をご提供いただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

7. 引用文献

- 環境省．2021．第二種特定鳥獣管理計画作成のためのガイドライン（ニホンジカ編）．
<https://www.env.go.jp/nature/choju/plan/plan3-2e/nihonjika.pdf>．（2025年2月21日確認）
- 静岡県．2024．第二種特定鳥獣管理計画に基づく令和5年度実施報告（ニホンジカ）（未公表）
- 桑野泰光・檜崎康二・池田浩一．2019．足くくりわなによる効率的なニホンジカ捕獲手法の検討．福岡県農林業総合試験場研究報告 5:62-67
- 静岡県．2023．第二種特定鳥獣保護管理計画（ニホンジカ）（第5期）．
https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/017/679/shika5.pdf．
（2025年2月21日確認）
- Kei K Suzuki, Taiki Mori, Hiromi Yamagawa. 2024. 塩水でメスジカを引き寄せる -メスの集中捕獲を目指して-. <https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2024/20241029/index.html>．（2025年2月21日確認）

2 森林技術部門

スギ当年生苗生産におけるペーパーポットの実用性評価と 気象条件から苗木の初期成長を予測するモデルの開発

静岡大学 農学部
日本甜菜製糖株式会社

大岩胡春 花岡 創
佐々木壮規

1 はじめに

現在、日本では戦後造林された人工林の多くが利用期を迎えており、主伐と再造林の増加が予想されます。これに伴い、伐採・搬出や造林コストの低減、生産性の向上、苗木の安定供給体制の構築が一層重要な課題となっています（林野庁 2024）。日本における林業用苗木の生産量は減少傾向で推移し、平成 25(2013)年度には約 5600 万本まで減少しましたが、平成 26(2014)年度からは増加に転じ、令和 4(2022)年度の生産量は約 6700 万本となっています（林野庁 2022）。特に、コンテナ苗の生産量は増加しており、令和 4(2022)年度には生産苗木の約半分がコンテナ苗で占められるようになってきました（林野庁 2024）。このような状況において、苗木生産性の向上や効率化、需給調整の円滑化などが求められ、この実現手段の一つとして育苗期間が 1 年以内の当年生苗生産への需要が高まっています（林野庁 2023）。スギの苗木を 1 年以内に出荷規格に到達するよう育苗するためには、播種をなるべく早い時期に実施して育苗期間をできるだけ長くとることが良いとされています（林野庁 2023）。しかし、気象条件を考慮した際に、どの地域でいつ頃播種すれば当年生苗が生産し得るのかについて、具体的な検討を行った研究は見当たりません。気象条件と当年生苗木の成長量との関連性を明らかにし、育苗可能地域を予測できる状況を作ることができれば、当年生苗生産の拡大に役立つと期待されます。また、当年生苗生産であれば、苗木育成用ポットに複数年に渡る耐久性を求める必要がなく、紙製の育苗用容器であるペーパーポットを利用して苗木を生産し、ポットごと林地に植栽する植林手法が提案できる可能性もあります。ペーパーポットはプラスチックゴミの削減が推奨されるなか（環境省 2024）、従来と同等かそれ以下のコストで導入できる可能性があり、また、コンテナの洗浄や保存などの労力も削減可能です。先行研究では、ペーパーポットは運搬時の根鉢の保護能力が高く、実際に植栽した場合にも根の成長に問題がなかったことなどが報告されています（伊藤・徳田ら 2023、平田ら 2019）。しかし、ペーパーポットの苗木生産に対する実用性や課題について整理した研究はなく、利用促進にあたっては実用性に関する検証が必要です。

本研究では、日本の主要造林樹種であるスギにおける当年生苗生産の推進を目標として、(1)コンテナ苗生産におけるペーパーポットの有効性を、一般的な利用が進んでおり、同様の利点を持つ M スターコンテナとの比較を通して多角的に検証すること、(2)当年生苗生産が期待できる地域提案に向けて、気象条件から苗木の成長量を予測可能であるか検証することを目的としました。

2 材料と方法

(1) ペーパーポットの実用性評価

苗木の育成は、静岡県浜松市天竜区にある静岡大学農学部附属地域フィールド科学教育研究センター森林生態系部門天竜ランチで実施しました。ペーパーポット FS-513（日本甜菜製糖株式会社）と M スターコンテナ（片面波形シートによる容器）を準備し、用土としてココピートオールド（株式会社トップ）を詰めました。なお、用土の量はどちらも 200cc 程度となるように調整しました。2024 年 2 月末に、静岡県産精英樹から採取したスギの種子を、1 ポットあたり 5 粒以上播種し、ポットはビニールハウス内に置きました。元肥として、0.5g 程度のハイコントロール 180 日タイプ（10-18-15）（株式会社ジェイカムア

グリ) を施肥しました。その後、土壌表面が乾燥することがないように、適宜、ミスト灌水を行いました。約1ヶ月後の3月末には発芽を確認し、1ポットに複数の実生が発芽していた場合には、慎重に抜き取って新しいポットに移植し、全てを育苗しました。5月末に屋外に移動させ、6月3日に全てのポットを35穴のスペーシングトレーに配置し(図-1)、元肥と同じ肥料を2.5g程度追肥しました。

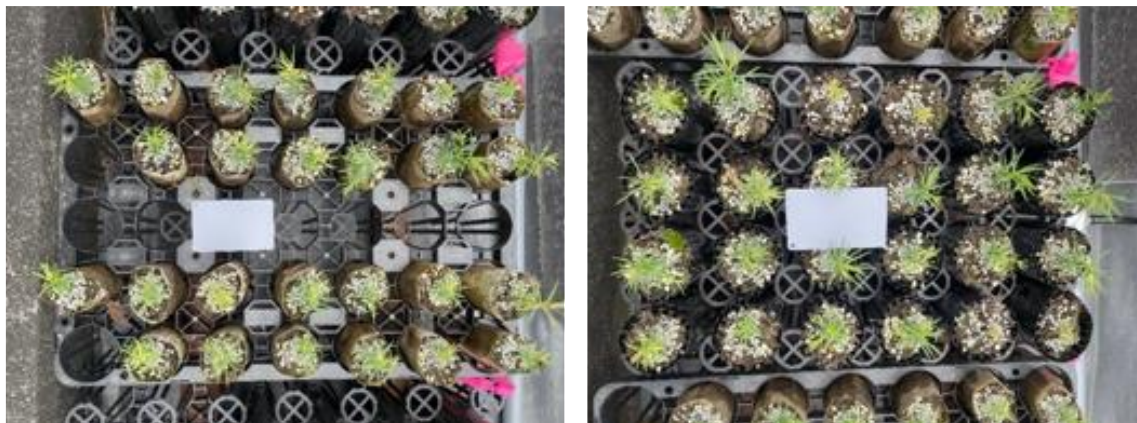


図1：スペーシングトレーに配置したペーパーポット苗(左)とMスターコンテナ苗(右)の様子

個体ごとの苗長測定は4月19日から開始し、成長がほぼ完了した11月5日まで、月に1～2回、合計12回実施しました。根元径については、根元が木化した7月以降に、合計5回の測定を行いました。途中で重度の病虫害を受けた個体は解析から除外することとし、最終的にペーパーポット苗については646個体、Mスターコンテナについては252個体の成長データを得ることができ、林野庁の定めたスギ苗木規格の5号苗(苗長30cm以上、根元径4mm以上)の到達割合を確認しました。また、11月5日段階におけるペーパーポット苗とMスターコンテナ苗の比較として、苗長、根元径及び、それらの値から形状比を算出しました。さらに、ペーパーポット及びMスターコンテナ苗それぞれから、苗長が平均的なサイズの11個体を選び、根鉢の表面被覆率、地上部と地下部の全乾重とその比(TR比)を求めました。さらに、同条件の別の11個体を選び、地上1mの高さから苗を落下させた場合の重量変化を測定しました。落下時には葉の脱落は見られなかったため、この重量変化は実質的に根鉢からの土の落下量と考えることができました。以上の測定結果を基に、ペーパーポット苗とMスターコンテナ苗の違いを明らかにし、実用性について考察しました。

(2) 気象条件からの苗木の成長量予測

苗木育成場所において10分毎に測定した気温データを基に、4月1日から11月5日までの日平均気温を算出し、有効温度を5℃とした有効積算温度を計算しました。詳細は以降にお示しますが、結果としてペーパーポット苗とMスターコンテナ苗の成長は同様であったことから、有効積算温度とポットを区別しない全ての苗の苗長との関係を、折れ線回帰モデルで表現しました。さらに、農研機構メッシュ農業気象データから静岡県内の4月1日から11月1日までの有効積算温度の5年平均値を3次メッシュごとに算出し、折れ線回帰式の予測区間の下限値を基に、4月1日から11月5日までの育苗期間で5号苗規格を満たす苗が得られる割合(得苗率)が50%、70%、80%以上となる地域を予測し、地図化しました。

3 結果と考察

(1) ペーパーポットの実用性評価

ペーパーポット苗とMスターコンテナ苗の11月5日時点における苗長と根本径の結果を図2に示します。苗長30cm以上、根元径4mm以上という5号苗以上の規格を満たした苗の割合は、ペーパーポット苗

で 71.5%、M スターコンテナ苗で 67.1%となりました。形状比は植栽後の苗の成長に影響を及ぼすと言われており、110 未満であることが望ましいとされていますが（林野庁 2023）、今回の育苗では、形状比が 110 を超える苗木はほとんどありませんでした（図 3）。

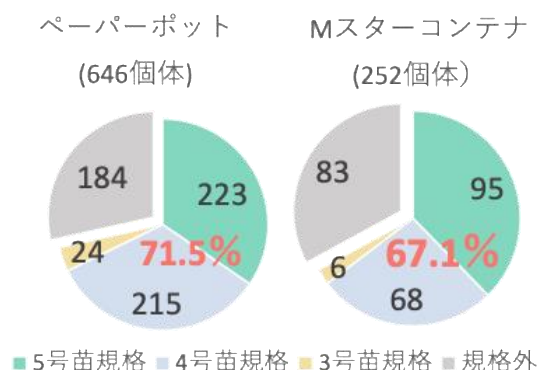


図 2: 生産された苗木の規格割合

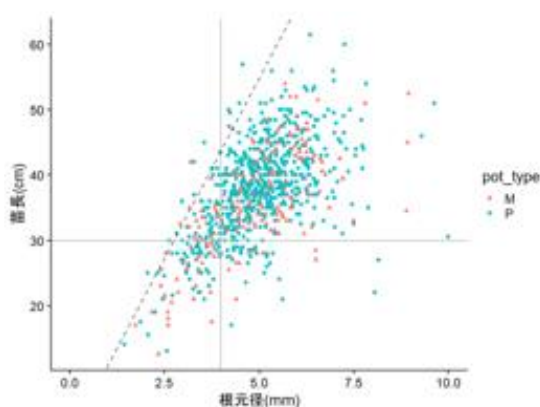


図 3: 生産された苗木の根元径と苗長の関係
破線は形状比 110 のラインを表す

最終苗長±標準偏差はペーパーポットで 37.98 ± 7.27 cm、M スターコンテナで 35.94 ± 7.47 cm となり、ペーパーポットの平均値が有意に高くなりました（対応のない t 検定; $p < 0.05$ ）。根元径はペーパーポットで 4.02 ± 2.22 mm、M スターコンテナで 4.37 ± 1.80 mm となり、M スターコンテナで有意に高くなりました（ $p < 0.05$ ）。しかし、絶対値としてはそれほど大きな差がないとも言えました。形状比はペーパーポットで 74.14 ± 21.10 、M スターコンテナで 72.47 ± 20.59 となり、有意差は検出されませんでした（ $p > 0.05$ ）。なお、苗長が 30 cm に到達した個体のうち、90.1% は根元径が 4.0 mm 以上となり、概ね苗長で規格を判断できる結果となっていました。

ペーパーポット苗と M スターコンテナ苗の根鉢の様子を図 4 に示します。



図 4: ペーパーポット苗（左）と M スターコンテナ苗（右）の根鉢の様子

ペーパーポット苗では、細根が多く発達していたのに対し、M スターコンテナ苗ではスリットに沿って太い根が多く見られるなど、その形態には違いが見られました。根の乾燥重量は、ペーパーポットで 1.27 ± 0.59 g、M スターコンテナで 1.78 ± 0.65 g となり、有意差は見られませんでした。TR 比はペーパーポットで 3.82 ± 0.81 、M スターコンテナで 3.19 ± 0.39 となり、こちらも有意差はなく、どちらも一般的な TR 比（2~4 程度）に収まっていました。根の表面被覆率は、ペーパーポットで $18.70 \pm 3.09\%$ 、M スターコンテナで $26.00 \pm 4.86\%$ となり、表面に露出した根の割合はペーパーポットの方が有意に低くなっていました（ $p < 0.05$ ）。3 回の落下試験を行った結果、M スターコンテナでは平均で約 15g の土壌が脱落したのに対し、ペーパーポットではほぼ 0 g となりました。ペーパーポットの根鉢は表面被覆率が低く、根鉢強度が心配されましたが、ポットごと運搬される限りは、問題はないであろうと判断されました。

(2) 気象条件からの苗木の成長量予測

有効積算温度と、全苗木の平均苗長との関係を図 5 に示します。図 5 の通り、苗木の苗長は、概ね有効積算温度から予測し得ると考えられました。また、この折れ線回帰モデルと静岡県内の有効積算温度の 5 年平均値から予測した、静岡県における得苗率予測地図を図 6 に示します。

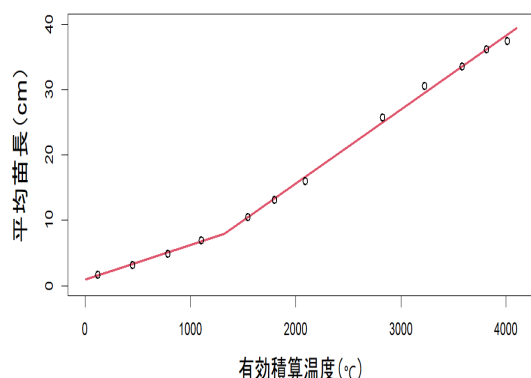


図 5：折れ線回帰モデルの結果

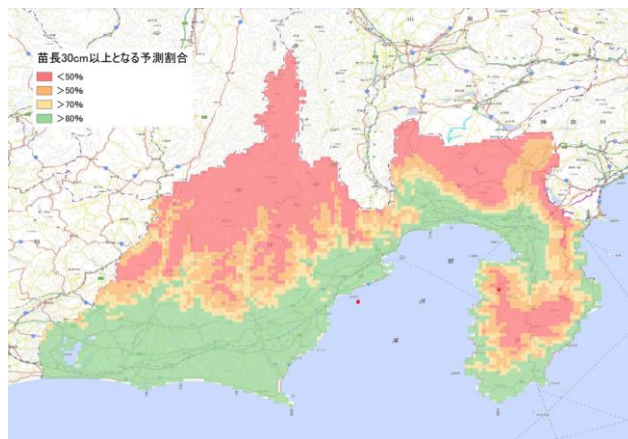


図 6：静岡県における得苗率予測地図

この結果からは、太平洋岸平野部の大半の地域において、予測得苗率が 80%を超えており、当年生苗生産を目標とし得るのではないかと考えられました。折れ線回帰式の傾きは、有効積算温度以外の要因、例えば、土壌水分条件や光環境、施肥量などによっても微変化することが考えられます。また、利用される種子の親精英樹は都道府県ごとに異なり、それによっても傾きが微変化する可能性があります。それゆえ、より精度の高い予測を目指すためには、条件の異なる地域ごと、最低でも県レベルで予測モデルを構築することが望ましいですが、本研究を通して、気象条件から当年生苗の成長量を予測し得ることを示すことができたことは、重要な成果であろうと考えます。

本研究では、ペーパーポット苗と M スターコンテナ苗を同条件で育成し、成長量と根鉢の両方で問題ない苗が得られました。ペーパーポットは、今後のスギ苗生産の一つの選択肢となり得ると考えます。ただし、夏季には土壌体積含水率が低下しやすいという傾向も見られたため、灌水条件については注意が必要だと考えられます。また、気象条件から苗木の成長量が概ね予測できることから、それぞれの地域で予測モデルを構築し、当年生苗生産の参考とすることができると考えられました。

4 引用文献

環境省(2024) 令和 6 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書

伊藤哲・徳田楓・平田令子・栗田学・長倉良守(2023) スギ挿し木ペーパーポット苗とコンテナ苗の根鉢強度の比較. 日林誌 105:11-15

平田令子・伊藤哲・古里和輝・長倉良守(2019) 生分解性ペーパーポットを用いたスギ挿し木苗の植栽 2 年間の成長と根系発達. 日林誌 101:201-206

林野庁(2023) 山林用主要苗木標準規格(コンテナ苗)の解説.

林野庁(2022) コンテナ苗生産の手引き

林野庁(2024) 令和 5 年度 森林及び林業の動向 令和 6 年度 森林及び林業施策

シカ捕獲のための2種の誘引式くくりわなの比較

栃木県林業センター 丸山 哲也

1 はじめに

近年、くくりわなを利用したニホンジカ（以下、シカ）の捕獲において、獣道を使わず、餌で誘引して捕獲する手法（以下、誘引式くくりわな）が使われています。誘引式くくりわなは、通常のわなより捕獲効率が高いほか、初心者でも場所を絞りやすいことや錯誤捕獲が発生しにくいことが確認されています（丸山・矢野 2015、丸山・高橋 2015）。誘引式くくりわなには餌やわなの配置の仕方で行くつかの方法がありますが、本県では近年、小林式（図1）と誘導式（図2）が多く利用されるようになっていきます。そこで、捕獲技術の高度化につなげることを目的として、両方式のシカの誘引状況や捕獲状況等を比較しました。



図1 小林式

岩等によりわなを囲み、その周囲にドーナツ状に餌を置く



図2 誘導式

木の根や岩等でシカの進入方向が限定される場所に餌とわなを置く

2 方法

(1) 誘引試験

栃木県日光市奥日光地区において、小林式と誘導式を5箇所ずつ設置し、わなは不作動状態にしておいてセンサーカメラによりシカの誘引状況を観察しました。シカの生息状況がなるべく同じになるよう、1箇所に設置する両方式のわなは10～20m程度に近接させて配置しました（図3）。くくりわなは「オール塩ビ120mm」（株）鎌田スプリングを、誘引餌はヘイキューブと塩を利用しました。センサーカメラはTREL18J-DSを、センサー感度を中、動画30秒撮影、イン

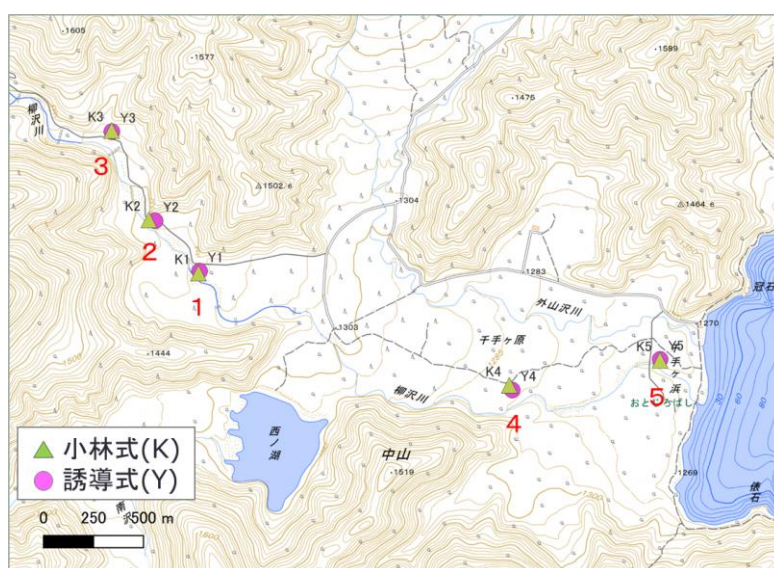


図3 誘引試験わな配置図

ターバル 30 秒の設定で使用しました。本試験は令和 5 年 10 月 6 日から 12 月 15 日にかけての 70 日間実施し、給餌は初日に加えて期間中に 5 回実施しました。

(2) 捕獲試験

栃木県日光市奥日光地区において、小林式と誘導式を 10 箇所ずつ設置し、実際に捕獲を行いました。シカの生息状況がなるべく同じになるよう、1 箇所に設置する両方式のわなは 50～100m 程度に近接させて配置しました(図 4)。わなの設置と見回り、止め刺し作業は、栃木県猟友会日光支部の会員が日光市の有害鳥獣捕獲許可に基づき実施しました。くくりわなは「オール塩ビ 120mm」を、誘引餌はヘイキューブと塩を利用しましたが、小林式については誘引試験の際

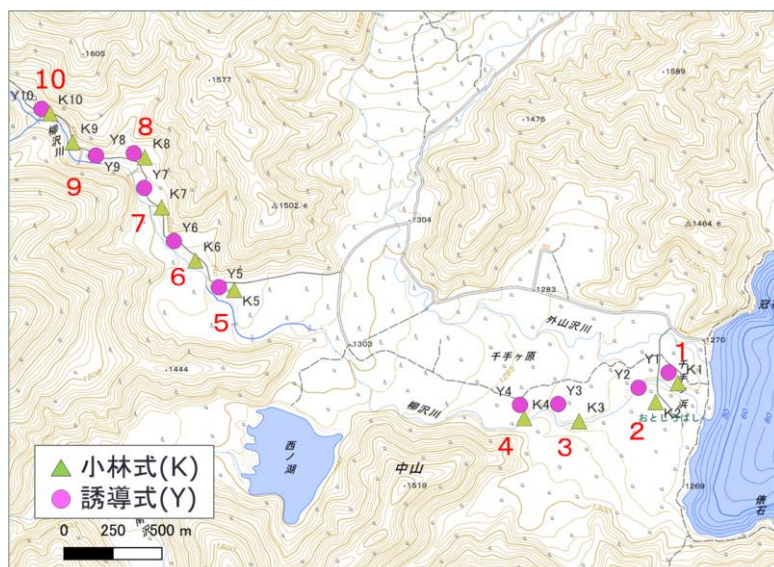


図 4 捕獲試験わな配置図

にシカが地面にしみこんだ塩分をかき出してなめることにより、わな周囲に配置した岩やわな本体を荒らしてしまう行動がみられたため、塩を利用しませんでした。本試験は令和 6 年 9 月 26 日から 10 月 7 日にかけての 11 日間実施し、見回りや餌の補充は毎日行いました。

3 結果と考察

(1) 誘引試験

試験の開始にあたり、獣道の周辺でわな設置場所の選定を行いました。誘導式に適したシカの進入方向が限定される立木や岩がある場所を探すにはある程度の時間を要したのに対し、小林式は根付け(わなを固定できる立木や根)がある平らな場所を探すだけで良く、容易に行うことができました。このため、まずは誘導式の設置場所を選定したうえで、付近に小林式の設置場所を探すようにしました。

一部のカメラに機材不調による撮影不能の時期がありましたが、カメラが正常に動作していた延べ日数は小林式が 314 日、誘導式が 328 日であり、ほとんど差がなかったことから、データはそのまま比較することとしました。センサーカメラに撮影された動画から、シカが餌を探索もしくは採餌する行動が確認された回数を記録しました。なお、30 分以内に複数回の記録があった場合は同一個体の撮影と見なし、記録に含めま

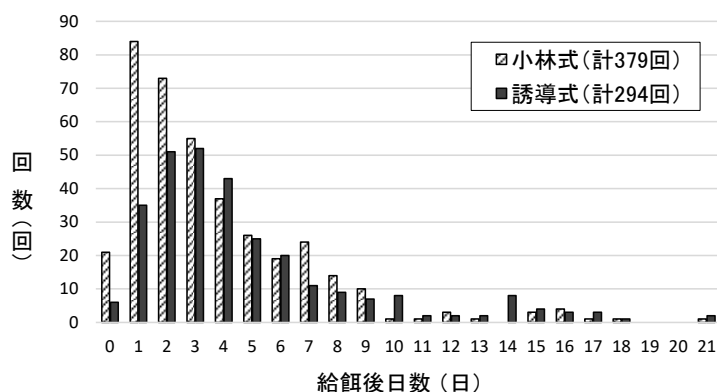


図 5 給餌後の経過日数別探索・採餌回数

せんでした。探索・採餌の総回数は、小林式が 379 回であったのに対し誘導式は 294 回であり、1 日あたりでは小林式が 0～26 回、誘引式が 0～13 回でした。1 日ごとで比較すると、小林式の方が誘導式より有意に多い傾向でした（ウィルコクソンの符号付順位和検定 $p<0.05$ ）。給餌後の日数別に探索・採餌の回数を集計すると両者に差が認められ（カイ 2 乗検定 $p<0.01$ ）、小林式は給餌後 2 日目までは誘導式よりも多く、3 日目以降は誘導式と同程度になっていました（図 5）。これらの結果から、餌を多く使う小林式の方が初期の誘引が早く、誘引回数も多くなると考えられました。また、通常わなの見回りや給餌は毎日もしくは数日に 1 回を行うことから、給餌後すぐに効果が現れる小林式の方が誘引の点では有利であると考えられました。

シカ以外に誘引された動物として多かったのはタヌキであり、探索・採餌の総回数は小林式で 25 回、誘導式で 40 回でした。探索のみならず、ヘイキューブをくわえて食べるような行動もみられました。このため、ヘイキューブを誘引餌に使う場合は、わなの作動重量を重くしてタヌキには反応しなくする対応が必要であると考えられました。また、ツキノワグマについては、期間中に 1 回だけ小林式で確認されましたが、軽い探索ですぐに立ち去っており、錯誤捕獲が発生する可能性は低いと推測されました。

(2) 捕獲試験

1 回あたりのヘイキューブ給餌量には有意差が認められ（U 検定 $p<0.01$ ）、小林式が 3 kg 程度であったのに対し、誘導式が 1.5kg 程度と倍の差がありました（図 6）。ヘイキューブの価格に換算すると、1 回あたり小林式は約 400 円、誘導式は約 200 円となります。

今回の捕獲数や捕獲効率を表 1 に示しました。同時に参考として、令和 6 年度に日光市鬼怒沼地区において指定管理鳥獣捕獲等事業によって行われた捕獲結果についても示しました。捕獲効率は、いずれの箇所、方式でも 3～5 頭/100 基・日程度であり、通常のくくりわなの捕獲効率が 0.60 頭/100 基・日程度（日光市の有害鳥獣捕獲のデータ（栃木県 2024））であるのに比べ、6～9 倍程度高くなっていました。小林式と誘導式の捕獲効率を実施箇所別に比較すると、いずれの箇所においても有意差は認められませんでした（Fisher の正確確率検定 $p>0.05$ ）。

カラハジキ（動物がかからずにわなだけが作動した状態）の発生回数は、小林式が 5 回、誘導式が 11 回でしたが（表 2）、発生割合に有意差は認められませんでした（Fisher の正確確率検定 $p>0.05$ ）。小林式については、わなが荒らされることを防ぐために塩を使わなかったことが今回の結果につながったと考えられます。

タヌキ等小型獣の錯誤捕獲を防止するため、踏み板下に爪楊枝を差し込むことにより作動重量を大きくし、大型獣のみに作動するようにして設置しました。その結果、小型獣の錯誤捕獲は発生しませんでした。誘導式で 1 回、ツキノワグマの錯誤捕獲が発生しました。誘引試験ではツキノワグマがほとん

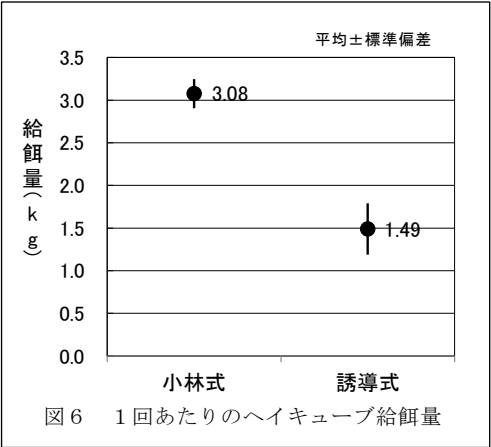


図 6 1 回あたりのヘイキューブ給餌量

表 1 捕獲効率

実施箇所	方式	捕獲数 (頭)	延べわな設置数 (基・日)	捕獲効率 (頭/100基・日)
日光市奥日光	小林式	5	110	4.55
	誘導式	4	110	3.64
日光市鬼怒沼 (参考)	小林式	12	234	5.13
	誘導式	8	210	3.81

表 2 カラハジキの有無

方式	あり (基・日)	なし (基・日)	発生率 (%)
小林式	5	100	4.8
誘導式	11	94	10.5

ど確認されていなかったことから、通りがかった個体がたまたま興味を示して近づいた際に捕獲されてしまった可能性が高いと推測されますが、ツキノワグマの錯誤捕獲を完全になくすことは困難であると考えられます。

（３）総合評価

小林式と誘導式の比較を表３にまとめました。誘引に即効性のある小林式と遅効性の誘導式において、捕獲効率に差はありませんでした。このことから、誘導式は誘引された個体を確実に捕獲するという点では優れており、また、１回あたりの餌量も少ないことから、個体の餌付けを少なくできる効果があると考えられます。

設置場所の選定の面では、小林式は根付けがある平らな場所を探すだけでよいことから非常に容易でしたが、誘導式に適した立木や岩等の障害物を探すには時間を要しました。多数のわなを効率よく配置しなくてはならない場合は、小林式が適していると言えます。

わなの設置に要する時間については、小林式は石を配置する時間が必要となりますが、設置方式にかかわらず掘削後の根や岩等の出現状況により設置時間は大きく変わってくることから、石の配置はそれほど大きな負担には感じられませんでした。なお、付近に適した石がない場合に、あらかじめ用意しておく手間は大きいことが予想されます。

以上の結果から、現場の状況を踏まえて両者を併用することで、捕獲作業の効率化につながると考えられます。具体的には、獣道の周辺でまずは誘導式の適地を探し、ない場合には小林式で設置する手法が考えられます。

今後は得られた結果を研修会等の場で普及することにより、捕獲の効率化につなげていきたいと考えています。

表３ 小林式と誘導式の比較

項 目	小林式	誘導式
設置場所の選定	容易	適地選定に時間を要する
１回に撒く餌の量	3.0kg程度（約400円）	1.5kg程度（約200円）
設置に要する時間	石を配置する時間が必要	
誘引効率	即効性	遅効性
	3日目に並ぶ	
捕獲効率	差はない	
注意点	石（ない場合は枝）の準備が必要 わなが荒らされるため、塩は使わない方がよい	

4 引用文献

丸山哲也・矢野幸広(2015)野生動物の効果的捕獲技術の研究：平成 25 年度業務報告 No. 45
：栃木県林業センター

丸山哲也・高橋安則(2015)誘引式くくりわなによるシカ捕獲試験：平成 26 年度業務報告
No. 46：栃木県林業センター

栃木県(2024)令和 5 (2023)年度栃木県ニホンジカ管理計画モニタリング結果報告書：栃木
県

栃木県におけるスマート林業の取組について

栃木県環境森林部環境森林政策課

山本 俊輔

1 課題を取り上げた背景

本県では、森林の公益的機能の持続的な発揮を図るため、「伐って、使って、植えて、育てる」という森林資源の循環利用を推進しておりますが、森林の若返りや経営管理を積極的に進めることにより、森林整備量の増大が見込まれております。

一方、人口減少や少子高齢化による労働力不足が懸念され、労働生産性や安全性の向上などが急務となっており、その対策の一つとしてスマート林業に取り組んでおります。



図1 森林資源の循環利用

2 具体的な取組

従来の林業では大きく3つの課題が生じていることから、令和2年度に林業関係団体等により構成する協議会を設立し、その課題の対策として3つの取組を柱とする県独自のスマート林業を推進しております。

【従来林業(循環型林業)の3つの課題】

- ① 毎木調査や路網測量は、森林資源情報の精度が低く、時間と労力を要する
- ② 素材生産や造林保育は、人力作業があり、生産性や安全性が低い
- ③ 川上・川中では、需要と供給のミスマッチが発生している

スマート林業により対策

- ① 航空レーザ計測による森林資源情報の高度化・可視化
- ② 自動化・省力化機械など未来技術による生産性向上等に向けた検証
- ③ 需給情報システム(試作)による生産管理のICT化に向けた検証

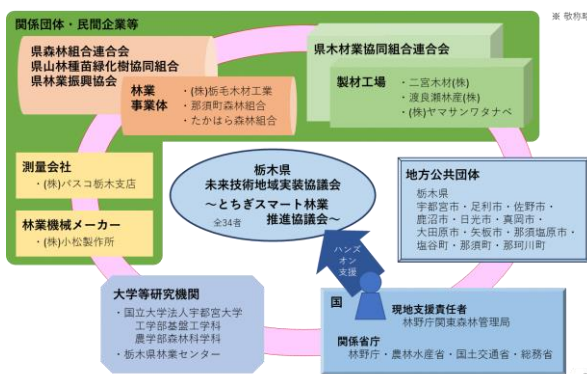


図2 協議会の構成

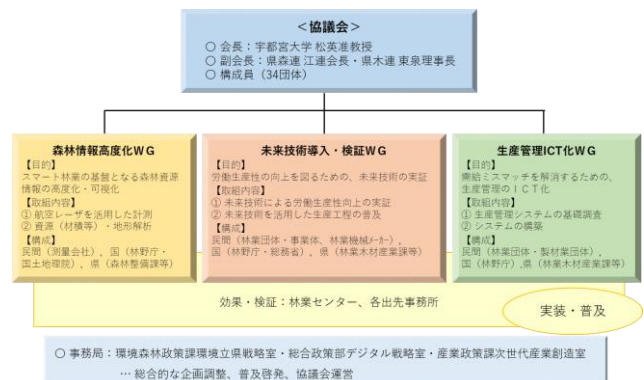


図3 協議会の推進体制

3 取組の結果（R5 末時点）

（1）森林資源高度化・可視化

- ・航空レーザ計測による森林資源情報等の把握

地形解析：約 19 万 ha 森林資源解析：約 11 万 ha

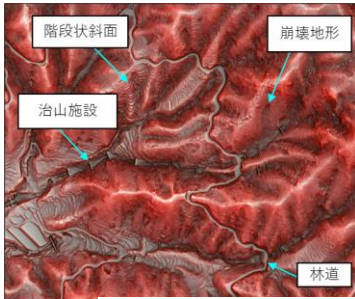


図4 成果イメージ(地形図・林相図)

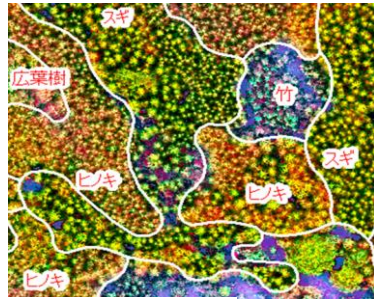


図5 計測実績(12 市町)

（2）未来技術導入・検証

- ・事業体の作業システムに機械を組み込み性能等を検証（15 機種/3 年間）
- ・開発段階の機械、新技術等の実演会を開催（参加者：延べ 760 名/3 年間）
- ・苗木運搬等ドローンの共同利用や作業代行など新たな体制構築の検討



図6 検証現場



図7 実演会状況



図8 新たな体制構築検討

（3）生産管理 ICT 化

- ・需給情報システムを試作し、民間主体での試験運用を通じた機能等検証（参画企業数：75 社）



図9 事業イメージ



図10 システム(試作)

4 まとめ

今後も現場の声を反映しながら事業に取り組み、生産工程全体へ未来技術を導入・検証し、現場への実装を目指すとともに、需要と供給がマッチした林業を目指します。

造林事業における大型ドローン運搬について

静岡森林管理署 宮原 直也

1 はじめに

近年、造林事業における新たな運搬手法として注目されている大型ドローンによる資材運搬については、そのマニュアルや活用事例集が林野庁HPにおいて公表されています。（図1）（図2）

そのような中、静岡森林管理署の造林事業において、「有限会社サンアイ」が令和4年の秋から大型ドローンを用いた苗木、獣害防護柵及び忌避剤の運搬を開始しました。

そこで、他の造林事業等におけるドローン運搬の導入に資するべく、大型ドローンによる運搬についての作業工程や運搬コストの比較検証を行い、その実用性について整理しました。

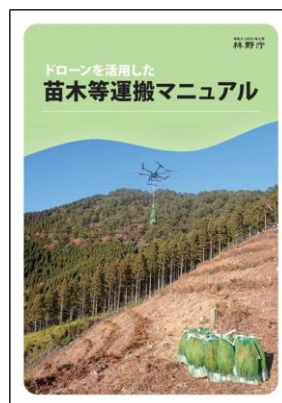


図1 ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル（令和5年3月発行）



図2 造林のためのドローン活用事例集（令和3年3月発行）

2 作業工程

事業地は静岡県島田市に所在する大代国有林 1223 へ林小班（4.32ha）、資材運搬経路は斜距離 350m、傾斜 20～30 度、高低差 160mとなっています。（図3～9）

運搬した資材は、ヒノキコンテナ苗 8,450 本、獣害防護柵 1,499 m分、忌避剤 252L の 3 点になります。（表1～2）

出発地点に 3 名（操縦手 1 名、補助者 2 名）、到着地点に 1 名（操縦手）の計 4 名をそれぞれ配置し、運搬資材を予め紐で固定したうえ、目視外飛行とならないように操縦手 2 名がトランシーバーを使いながら、中間地点で操縦手を切り替えて運搬しました。バッテリーは 2 往復ごとに交換のうえ、充電しながらサイクルして使用しました。

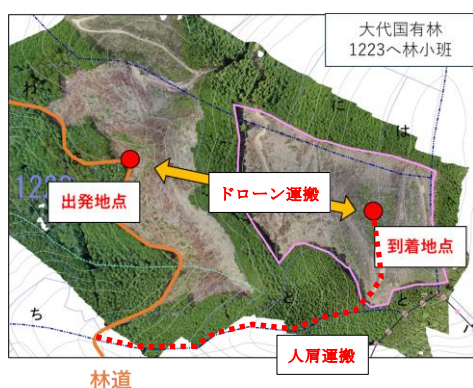


図3 ドローン運搬経路

表1 運搬した資材

ヒノキコンテナ苗（300cc）	8,450本
ネット	32反
支柱	533本
キャップ	510個
プラスチックアンカー杭	2,147本
鉄アンカー杭	179本
控えロープ	15巻
留め金具	4 袋
コニファー水和剤	84 L
希釈用水	168 L

表2 用意した機材

ドローン（森飛morito25）	1 台
操縦機	2 台
トランシーバー	2 台
バッテリー	6 台
バッテリー充電器	2 台
発電機	1 台



図4 ドローン運搬の様子（出発地点）



図5 ドローン運搬の様子（到着地点）



図6 運搬用ドローン（森飛 morito25）



図7 発電機



図8 バッテリー



図9 バッテリー充電器

3 運搬結果

ドローンの運搬時間やバッテリーの交換時間を計 7 回計測し、平均で 1 往復当たり 3 分 41 秒かかりました。（表 3）

人肩運搬では、往復で 1,100m の距離での運搬に約 30 分程度かかりました。

（1）苗木（8,450 本）のドローン運搬結果

ヒノキコンテナ苗（300cc）8,450 本（約 1,800kg）をドローンで運搬したところ、6 時間 50 分で完了しました。1 回当たりの運搬量は 75 本でした。

（2）獣害防護柵（1,499m）のドローン運搬結果

獣害防護柵 1,499m 分の資材（1,372kg）をドローンで運搬したところ、4 時間 50 分で完了しました。1 回当たりの運搬量はそれぞれネットが 1 反、支柱が 20 本、キャップが 400 個、プラスチックアンカー杭が 200 本、鉄アンカーピンが 50 本、控えロープが 10 巻、留め金具が 4 袋でした。

（3）忌避剤（252 L）のドローン運搬結果

忌避剤 252 L（252kg）をドローンで運搬したところ、1 時間で運搬が完了しました。1 回当たりの運搬量はコニファー水和剤が 12 L、希釈用水が 20 L でした。

表 3 ドローン運搬の計測結果

計測時間（2 往復 & バッテリー交換）	
1 回目	7 分 10 秒
2 回目	7 分 19 秒
3 回目	7 分 19 秒
4 回目	8 分 2 秒
5 回目	7 分 28 秒
6 回目	7 分 5 秒
7 回目	7 分 15 秒
平均時間	7 分 22 秒
1 往復当たり	3 分 41 秒

4 運搬コストの比較検証

人肩運搬での 1 回当たりの運搬量について、それぞれ苗木を 50 本、獣害防護柵、コニファー水和剤及び希釈用水を 20kg とした場合で人肩運搬の想定所要時間を算出し、ドローン運搬の計測時間と比較したところ、下記のとおりとなりました。

（1）苗木の運搬コスト比較

人肩運搬での想定所要時間は、8,450 本（全本数）÷ 50 本（1 回当たりの運搬本数）× 0.5 時間（1 回当たりの運搬時間）＝ 84.5 時間となりました。一方で、ドローン運搬では 6.8 時間（計測時間）× 4 人＝ 27.2 時間となりました。これらを比較しますと、人的コストを 57.3 時間削減することができました。

（2）獣害防護柵の運搬コスト比較

人肩運搬での想定所要時間は、1,372kg（全重量）÷ 20kg（1 回当たりの運搬重量）× 0.5 時間（1 回当たりの運搬時間）＝ 34.3 時間となりました。一方で、ドローン運搬では 4.8 時間（計測時間）× 4 人＝ 19.2 時間となりました。これらを比較しますと、人的コストを 29.5 時間削減することができました。

（3）忌避剤の運搬コスト比較

人肩運搬での想定所要時間は、252kg（全重量）÷ 20kg（1 回当たりの運搬重量）× 0.5 時間（1 回当たりの運搬時間）＝ 6.3 時間となりました。一方で、ドローン運搬では 1 時間（計測時間）× 4 人＝ 4 時間となりました。これらを比較しますと、人的コストを 2.3 時間削減することができました。

5 実際に支払った必要経費等

ドローン本体価格が周辺機器、バッテリー等併せて合計約 500 万円程度かかったほか、ドローン操作講習費用が約 25 万円/人、ドローン点検費用が約 20 万円/年、ドローン保険料金が 26 万円/年かかりました。

6 トータルコストの比較検証

人肩運搬では 84.5 時間（苗木）＋34.3 時間（獣害防護柵）＋6.3 時間（忌避剤）＝125.1 時間かかる計算となった一方で、ドローン運搬では 27.2 時間（苗木）＋19.2 時間（獣害防護柵）＋4 時間（忌避剤）＝50.4 時間となりました。そのため、人肩運搬よりも 74.7 時間削減することができました。

人件費に換算すると、1 人工を 6 時間、1 人工当たりの単価を 24,700 円（国土交通省 R6 公共工事設計労務単価 普通作業員（静岡県））とした場合、74.7 時間÷6 時間×24,700 円＝307,500 円削減できた計算となります。

なお、今回の事業モデルにおいて、5 年間での利益回収を目指す場合は、合計で 108ha 以上の稼働が必要となり、22ha/年以上の稼働が必要となります。（表 4）（表 5）

表 4 5 年間の支出合計額

ドローン（森飛morito25）	1 台	5,000,000円
操縦機	2 台	
トランシーバー	2 台	
バッテリー	6 台	
バッテリー充電器	2 台	
ドローン操作講習	2 人	500,000円
ドローン点検費用	5 年	1,000,000円
ドローン保険料金	5 年	1,300,000円
合 計		7,800,000円

表 5 利益回収に必要な 1 年当たりの稼働面積

5 年間の支出合計金額（A）	7,800,000円/5年
1 回当たりの削減金額（B）	307,500円/回
利益回収までの回数（A/B＝C）	25回/5年
今回の事業面積（D）	4.32ha
利益回収に必要な面積（C＊D＝E）	108ha/5年
1 年当たりの必要稼働面積（E/5）	22ha/年

7 ドローンを購入したきっかけ

有限会社サンアイは、作業道がない急峻な地形である架線集材地域を中心に活動しており、小型クローラ等による機械運搬が行えないことから、これまで人肩運搬を行ってきましたが、作業員の高齢化等により労働力の確保が困難になったことを背景に、令和 4 年秋に運搬用ドローンを購入したとのことです。

地形等の施業地の状況や事業者の経済的事情、労働力確保等の社会情勢を踏まえ、適切な手法を模索・検討する際に、本事例がドローン導入の一助となればと思います。

やрмаいか！「齡級構成の平準化」と「新しい林業の実現」を 目指して「早生樹テーダマツの施業」

天竜森林管理署

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

吉村 和也

宮内 基好

山田 晋也

福田 拓実

1 はじめに

森林・林業基本計画では、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「森林・林業・木材産業による「グリーン成長」」を実現することとし、(1) 森林資源の適正な管理・利用、(2) 「新しい林業」に向けた取組の展開、(3) 木材産業の競争力の強化、(4) 都市等における「第2の森林」づくり、(5) 新たな山村価値の創造の5つの柱の施策に取り組むこととされています。私たちはこのうち(1)～(3)に着目し、それぞれの取組を進めるにあたって①「齡級構成の平準化」②「収支のプラス転換」③「需要にこたえる木材生産」が必要であると考えました。

そこで、それらを満たす樹種として昭和30年代から40年代にかけて静岡県内に約160ha、全国では約1,540ha植栽(林野庁1967)された、松くい虫被害に強く成長も早いとされているテーダマツ(図1)に着目しました。テーダマツは合板用材として十分な品質を備えていることが静岡森林管理署と中日本合板工業組合の共同研究により報告されており(宝田ら2021、宝田ら2022)、私たちも標準伐期齢や施業体系図の検討(松田ら2021)、造林初期の課題である風倒被害の原因究明と対策の開発(原ら2022)といった利活用から再造林にいたるまでの実用可能性を模索してまいりました。

令和6年度においてはテーダマツの実生が皆伐地で自然発生していることに注目し、天然更新を中心に造林初期コストの低減に向けた調査を実施しました。

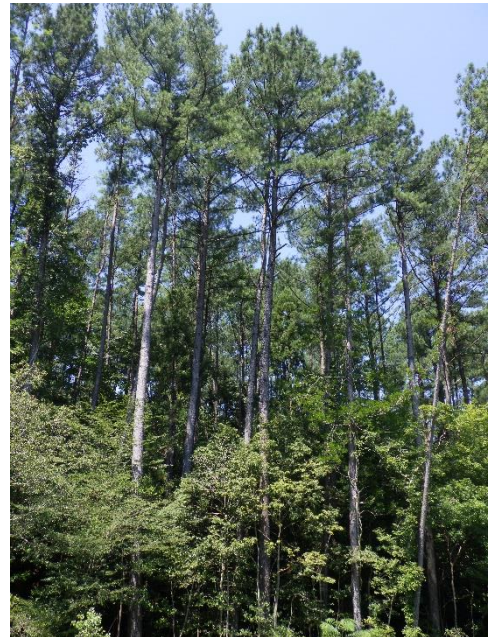


図1 テーダマツ(霧山第一国有林)

2 調査方法

(1) 毎木調査と樹幹解析

テーダマツの施業方法を検証するため、静岡県西部地域に現存しているテーダマツ林5箇所では毎木調査を実施しました。調査項目は、現存本数、樹高、胸高直径、応力波伝播速度です。また、過去の文献などから輪齢や推定植栽本数も調査しました。

また、これらの調査地で試験木を伐倒し、円盤を採取しました。採取した円盤から年輪幅を読み取ることで樹高と胸高直径を推測し、これらを推定式に当てはめることで成長曲線を作成しました。

(2) ニホンジカ嗜好性の検証

静岡県内の林地(令和4年に静岡県くらし・環境部自然保護課が糞粒法で調査した結果10～30頭／

㎥と推定)に、テーダマツ、スギ、ヒノキを植栽しました。その後、植栽4ヶ月後の被害程度を採食被害区分(池田 2001)に従い判定しました。

(3) 天然更新の検証

霧山第一国有林(浜松市浜名区引佐町)の56年生テーダマツ人工林を令和3年10月から翌年3月にかけて皆伐しました。令和4年4月、伐採跡地に2m四方のコドラートを22箇所設定し、そのうち20箇所では発生した実生数の推移、残る2箇所では発生した実生の樹高を調査しました。

(4) テーダマツの外来種としての侵略性の調査

過去の文献などから、テーダマツの導入状況を調べました。また、環境省の「生態系被害防止外来種リスト」や、国立環境研究所の「侵入生物データベース」にテーダマツの記載があるか調べました。

また、静岡県西部に現存するテーダマツ林4林分の周囲約500mを調査し、テーダマツ実生の有無及び発生箇所の周辺環境や発生個体の大きさなどを確認しました。

3 結果と考察

(1) 毎木調査と樹幹解析

毎木調査の結果を表1に示します。林内は過密で倒木も発生していましたが、問題なく成林していました。1haあたりの本数は440~525本/haでした。

表1 テーダマツ毎木調査の結果

場所	霧山第一国有林	狩宿国有林	菩提山国有林	県立森林公園	西部農林事務所育種場
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本	2,000~2,500本(推定)
林齢	56年生	56年生	57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)	16本	18本
現存本数	440本/ha	525本/ha	525本/ha	—	—
樹高平均	30.8m	31.1m	29.9m	35.4m	25.0m
胸高直径平均	42.6cm	45.4cm	43.4cm	45.7cm	47.8cm
応力波伝播速度 ^{※1}	3,787m/秒	3,781m/秒	3,588m/秒	3,900m/秒	3,108m/秒

また、成長曲線や過去の文献などからテーダマツの施業方法の体系図を作成しました(図2)。テーダマツは合板としての利用を想定しているため、末口18cmの4m材が2本採取可能となる時の林齢を伐期としました。その結果、植栽から10年後と20年後に間伐を行い、30年後に条件を満たす材が採取できると想定されました。

(2) ニホンジカ嗜好性の検証

4ヶ月後の樹種別被害程度は、テーダマツで1(数箇所葉先のみ)、スギで3.5(50%~ほとんどの枝で被害)、ヒノキで4(ほとんどの枝で被害)でした。今回の結果から、シカ生息密度が30頭/㎥以下の場所では、獣害防護柵なしでもテーダマツが生育できる可能性が示唆されました。

(3) 天然更新の検証

伐採・搬出から2年7か月を経過した令和6年11月時点で29,125本/haの実生が確認されました。

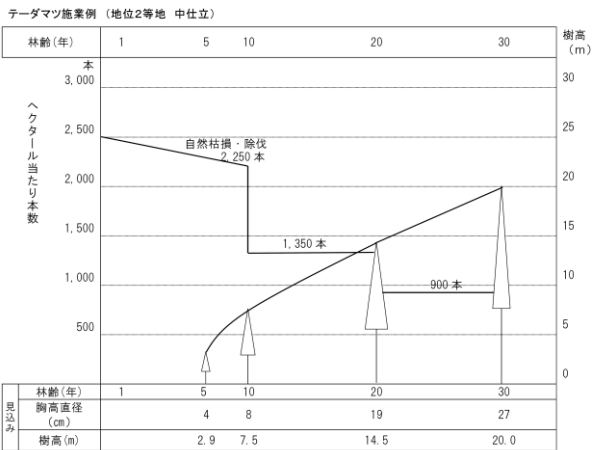


図2 テーダマツ施業方法の体系図

また、テーダマツ実生の樹高は同時点で 82.5cm でした。これらの結果は、関東森林管理局の天然更新完了目安である、「搬出又は地表処理完了後 3 年目に樹高 30cm 以上の有用天然木及び高木性の天然木が 5,000 本/ha 以上林地にほぼ均等に成立したとき」という条件を十分に満たす本数の実生が生育しており、天然更新が期待できると考えました（図 3、4、5、6）。

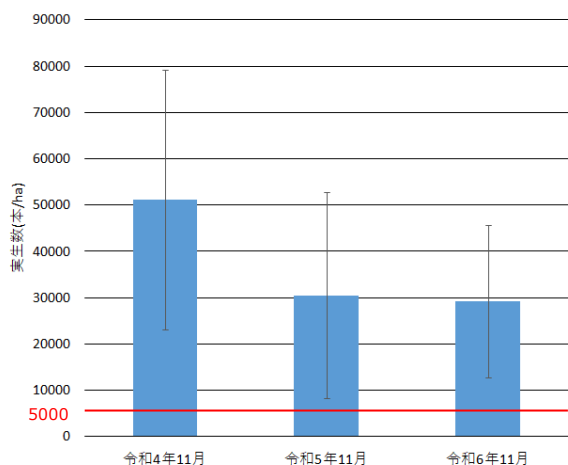


図 3 実生数の推移

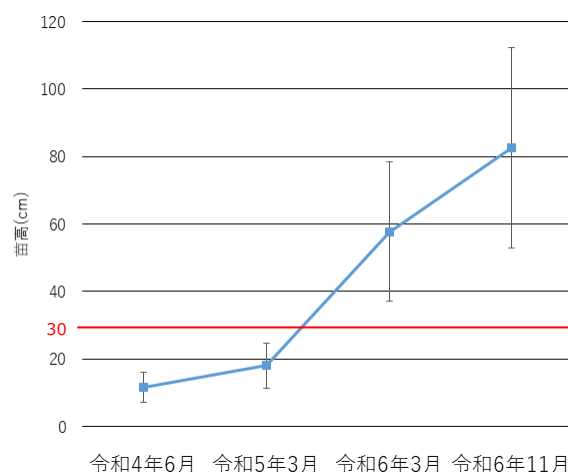


図 4 苗高の推移



図 5 令和 4 年 7 月 皆伐直後の林床



図 6 令和 6 年 3 月 実生苗の成長状況

（４）テーダマツの外来種としての侵略性の調査

文献調査の結果、テーダマツは昭和 30 年代から 40 年代にかけて全国に 1,540ha 植栽されたことが分かりました。導入から約 60 年経過した現時点で、環境省の「生態系被害防止外来種リスト」や、国立環境研究所の「侵入生物データベース」にテーダマツの記載はありませんでした。

その上で、テーダマツの実際の飛散距離を調査したところ、林縁から最大で 208.0m 離れた場所に確認されました。また、確認された個体は全て林床が明るい場所に発生しており、高木の林床には確認されませんでした。林床が明るい場所とは、道路脇や畑の中など人為的に開けた場所であり、ある程度大きくなった時点で管理者に伐採されることが予想されました。今回の調査でも、テーダマツの林齢は 60 年程度にもかかわらず、確認された個体は全て発生から数年程度の個体のみでした。

これらのことから、テーダマツは隣接地に侵入しにくく、管理がしやすい樹種であると考えました。

4 まとめ

一連の調査のうち、まず樹幹解析結果に基づく成長曲線や既往文献調査などを元に作成した施業体系図によって、その後の間伐回数を減らすなど保育作業を軽減し 30 年という短伐期で主伐を行える可能性を示すことができました。次に、ニホンジカの嗜好性調査の結果から、スギやヒノキに比べて嗜好性が低い傾向があり、ニホンジカの生息密度 30 頭/ha 以下の林分においては獣害防護柵等の保護資材施工を省略することにより造林初期費用を大きく低減できる可能性を示すことができました。

また、実生の発生・生育状況調査の結果から、テーダマツは環境条件が整った林分において天然更新を可能とする樹種であることが分かりました。

更に、外国産樹種を導入する際に注意しなければならない生態系への影響について現在のところ大きな影響は報告されておらず、実地調査においても飛散距離は林縁から 200m あまりにとどまっており、実生の生育も明るい場所に限られることから、比較的侵略性が低く管理しやすいと考えられます。

5 今後の取組

既に静岡県の地域森林計画書や県内一部市町の森林整備計画書において施業対象樹種としてテーダマツが掲載されているほか、令和 5 年度にはテーダマツを植栽樹種とした分収造林契約も行いました。今後、引き続き天然更新状況（図 7）はじめ各種のデータ収集を行い施業体系のブラッシュアップを図ると共に、木材産業界とも協力して製品化に向けた取組みを推進し、民有林と国有林が一層連携して地域の需要に応え、齢級構成を平準化することで、持続可能な森林施業（資源循環型林業）の実現に向けて取り組んでまいります。



図 7 霧山第一国有林 天然更新箇所空撮写真

引用文献

- 林野庁（1967）外国樹種の導入成果に関する実態調査 その 4（テーダマツ）
宝田和将、高野清人（2021）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．関東森林管理局森林・林業技術等交流発表集 （65）：27-30
宝田和将、浅井勇詞（2022）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．令和 4 年度 国有林野事業業務研究発表集（第 55 回）：70-73
松田泰至、山田晋也、福田拓実（2021）林業成長化に向けた早生樹（テーダマツ等）の可能性．関東森林管理局森林・林業技術等交流発表集 （65）：34-37
原志郎、松尾清史、山田晋也、福田拓実（2023）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～．関東森林管理局森林・林業技術等交流発表集 （65）：21-24
静岡県（2023）第二種特定鳥獣管理計画（ニホンジカ）（第 5 期）
池田浩一（2001）福岡県におけるニホンジカの生息及び被害状況について．福岡県森林研報 3：1-83

OWL の普及を目指して！

～下越地域における測定コスト縮減に向けた取組～

下越森林管理署 川東森林事務所
熊丸 慧

1 課題を取り上げた背景

森林 3 次元計測システム（以下 OWL）（図 1）が関東局内でも一部の署に導入され、ICT 化の波が到来しているものの、経常業務での利用という点では普及が進んでいるとは言えない状態が続いています。

そのような中、下越署では昨年度の本発表会での発表から OWL を利用する機運が高まり、新たに利用する職員も増加しました。しかし、利用した職員から林内の雑木や下草の処理にかかる時間を考えると輪尺を用いる既存の調査方法で十分なのではないかといった意見が挙げられました。

このような意見の背景には、下越地域の特性が関係しており、林内には下層植生が旺盛であるため測定前に処理をしなければ見通しが確保できないことがあり、落葉や積雪により見通しが良くなる冬期間には林内に立ち入ることができないことが挙げられます。

また、OWL 利用時の下層処理に関して、現段階では規定内に具体的な処理具合が定められておらず、各々の判断に任せる状態にあります。

そこで、今年度はこの下越地域の特性をふまえ、OWL スキャンの事前処理にかかる測定コストの縮減に向けて調査を行うことで、OWL を利用する際の下草の処理具合の目安の模索を行い、測定基準の細部を決める際にも参考になるようなデータの収集を行いました。



図 1 OWL 利用例

2 調査の方法

(1) 調査① 植生の有無による影響の計測 (図 2)

調査①では、下層植生の有無が、計測データにどのような影響を与えているのかについて検証するため、枝払い・下刈（以下林内作業）前、雑木の枝払い後、下刈後（図 3）の 3 回のタイミングでスキャンを行い、測定結果の比較を行いました。枝払いの際に払った枝については、その場に残置し、下刈作業時にプロット外に搬出しました。プロット面積は、調査時間の短縮と、箇所数を確保するため、通常面積の半分 10m×20m、スキャン点数は 2×3 の 6 点で設定しました。調査はプロット 1～4 の計 4 プロットで行いました。

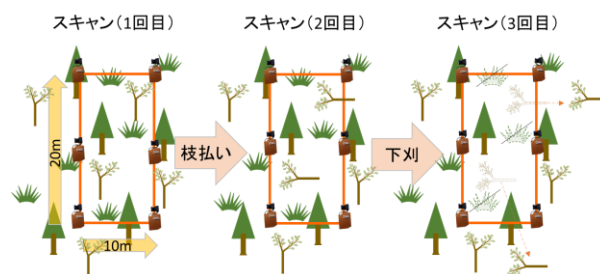


図 2 調査①の調査方法



図3 調査①の林内の写真

(2) 調査② 撮影時期による影響の計測 (図4)

調査②では、林内作業を行わずにスキャン時期による下層植生の状態の変化が計測データにどのような影響を与えているのかについて検証するため、下層雑木の落葉前の10月、落葉が済んだ12月、それ以降の積雪により下層の下草が倒れる頃の3回に分けてスキャンを行い、測定結果の比較を行いました。プロット面積について、林内作業を行わないため標準的な20m×20m、スキャン点数は3×3の9点で設定しました。調査はプロットA・Bの計2プロットで行いました。

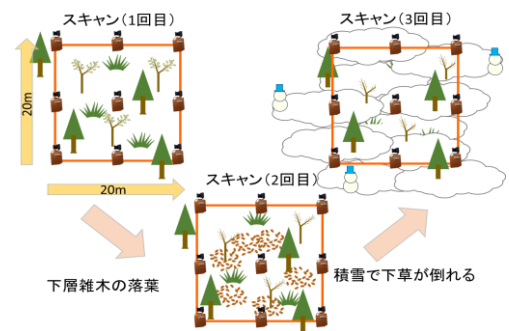


図4 調査②の調査方法

3 調査結果

(1) 調査①について

それぞれのプロットの集計結果(表1)について、それぞれ下刈後のデータを基準にどれほどの差が生じていたか(表2, 3, 図5を見ると、樹高については下刈の有無によって0.6%の差でありましたが、林内作業の有無では5.1%と見通しの影響が顕著に出ていたことがわかりました。一方で胸高直径に関しては、下刈の有無で1.3%、林内作業の有無で2.6%と樹高に比べ大きな差は生じていませんでした。

表1 調査①各プロットの集計結果

プロット番号	プロット1			プロット2			プロット3			プロット4		
作業状況	林内作業前	枝払いまで	下刈まで	林内作業前	枝払いまで	下刈まで	林内作業前	枝払いまで	下刈まで	林内作業前	枝払いまで	下刈まで
測定本数(本)	10	10	10	10	11	11	17	18	18	11	11	11
標準地内材積(m³)	9.61	8.71	8.57	10.61	11.07	11.34	15.41	16.68	16.59	8.98	8.96	8.4
平均樹高(m)	18	16.8	16.8	16.8	16.6	16.6	18.3	19.9	20	16.4	17.3	17
平均胸高直径(cm)	35	35	34.6	43.4	42.3	43	37.1	36.1	35.7	35.6	34.5	34.1

表2 調査①各プロットの基準との差

プロット番号	プロット1		プロット2		プロット3		プロット4	
作業状況	林内作業前	枝払いまで	林内作業前	枝払いまで	林内作業前	枝払いまで	林内作業前	枝払いまで
標準地材積	12.1%	1.6%	-6.4%	-2.4%	-7.1%	0.5%	6.9%	6.7%
平均樹高	7.1%	0.0%	1.2%	0.0%	-8.5%	-0.5%	-3.5%	1.8%
平均胸高直径	1.2%	1.2%	0.9%	-1.6%	3.9%	1.1%	4.4%	1.2%

表3 調査①基準との差の絶対値平均

絶対値平均	林内作業前	枝払いまで
標準地材積	8.2%	2.8%
平均樹高	5.1%	0.6%
平均胸高直径	2.6%	1.3%

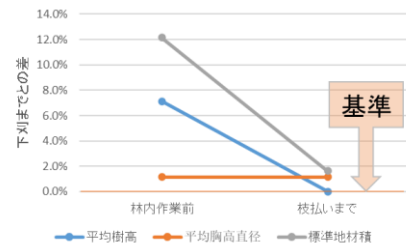


図5 調査①基準との差の絶対値平均の推移

林内作業にかかる延べ時間を見ると、枝払いまでで平均 33 分、刈払いまで行くと平均 56 分かかることが確認できました。(表 4)

本調査では、標準的な面積の半分の標準地で行っているため、実際の業務では枝払いまで 65 分、刈払いまでで 112 分程かかる結果となりました。また、OWL スキャンには 1 点当たり 1 分程かかるため、スキャン時間を加えると 10 分程追加することになります。

輪尺を用いる従来型の収穫調査では、調査者の熟練度にもよりますが、20m×20mプロットを 60 分程で終了することを踏まえると、枝払いまで実施し、OWL で測定した場合に同程度の所要時間になり、刈払いまで行くと約 2 か所分の時間がかかっていたことがわかりました。

表4 調査①各プロットでの作業時間

測定時間(のべ分)	枝払い	下刈	合計
プロット1	25	15	40
プロット2	45	25	70
プロット3	35	35	70
プロット4	25	20	45
平均	32.5	23.75	56.25

(2)調査②について

それぞれのプロットの測定結果(表5)について、3回の測定結果の中で、一定程度見通しが確保され、車両通行可能な12月の落葉後を基準として表5のデータを整理したもの(表6, 7, 図6)をみると、積雪前後の樹高の差については、プロットA・Bそれぞれ1.7%と-1.1%であり、絶対値を平均しても1.4%と大きく変化することはありませんでした。胸高直径も同様に1.1%と0.2%であり、平均して0.6%と積雪前後のデータはほぼ同様な数値となりました。一方で、落葉前後に関してみると、樹高については、0.6%と14.1%となっており、非常に大きな差が生じてしまう場合があることがわかりました。胸高直径に関しては3.6%と1.8%であり、平均しても2.6%程度となっていました。

表5 調査②各プロットの集計結果

プロット番号	プロットA			プロットB		
	落葉前	落葉後	積雪後	落葉前	落葉後	積雪後
測定本数(本)	27	28	28	28	28	28
標準地材積(m³)	28.04	27.71	29.44	41.12	34.59	34.31
平均樹高(m)	17.7	17.6	17.9	21.1	18.5	18.3
平均胸高直径(cm)	39.5	38.2	38.6	45.5	44.7	44.8
積雪量	林外 35cm 林内 12cm			林外 50cm 林内 30cm		

表6 調査②各プロットの基準との差

プロット番号	プロットA		プロットB	
	落葉前	積雪後	落葉前	積雪後
平均樹高(m)	0.6%	1.7%	14.1%	-1.1%
平均胸高直径(cm)	3.4%	1.1%	1.8%	0.2%
標準地材積(m³)	1.2%	6.2%	18.9%	-0.8%

表7 調査②基準との差の絶対値平均

絶対値平均	落葉前	積雪後
平均樹高(m)	7.3%	1.4%
平均胸高直径(cm)	2.6%	0.6%
標準地材積(m³)	10.0%	3.5%

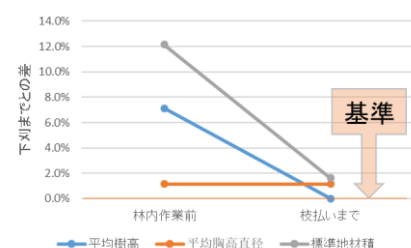


図6 調査②基準との差の絶対値平均の推移

4 まとめ

調査①の結果より、下層植生の有無が与える影響として、雑木が与える影響が大きく、特に樹高に関しては、枝払いの有無によって大きな差が生じてしまうことがわかりました。一方で、下刈に関しては、その有無によって樹高と胸高直径は大きく変わることがありませんでした。作業時間も考慮すると、下刈まで行う必要は無く、枝払いまでの実施で十分な精度のデータ取得が可能であると思われました。

調査②の結果より、調査時期による下層植生の状態の変化が与える影響について、積雪の前後については、樹高、胸高直径とも大きな差は生じませんでした。落葉の前後では胸高直径に関しては大きな差はありませんでしたが、樹高に関しては大きな差が生じてしまう場合があります、これらのデータを利用するに当たり、樹高の数値が安定しないことが課題となりました。

5 考察

今回の調査において、調査①②どちらも胸高直径のデータよりも樹高への影響が大きく見られました。OWL データ処理ソフトにはネスルンド法を用いた樹高補正機能があるため、調査地域ごとに適応した樹高のデータセットがあればプロットの状態、時期を問わずに一定程度の精度を確保した調査ができるのではないかと考えました。

また、調査の目的に合わせて調査方法を選択することも測定コストの縮減に有効であると思えました。例えば請負生産事業においては、立木販売とは異なり、実材積とのズレも一定程度許容できるため、林内作業を省略して調査したデータを利用することも可能であるように考えられました。

最後に林内作業を省略する場合、データの合成不可や測定漏れへの対策が必要になると考えました。今回は一般的な 10m 間隔でのスキャンを行ってきましたが、林内作業を行わない状況では、いくつかのプロットにおいて立木 1 本の漏れが生じていました。また、下層植生の状態によっては、立木の漏れ以外に従来合成自体ができなくなる恐れもあります。これらへの対応として、スキャン間隔を 10m にすることにこだわらずにスキャン箇所を増やすなどの対応をすることで、林内作業にかかるコストを高めることなく精度の向上が期待できるのではないのでしょうか。(図 7)

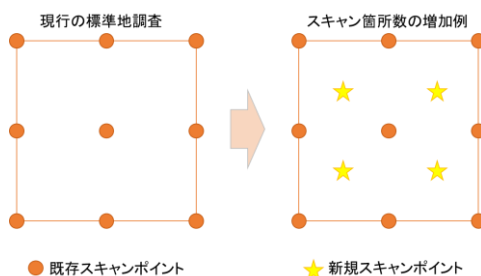


図 7 スキャン箇所数の増加例

6 今後の展望

今後の展望として、調査②の 2 つのプロットにおいて、下層にのみ雪が残る状態、消雪後の状態、雑木等を処理した状態の 3 パターンのデータを新たに取得し、それらの比較を行うことで、より適した調査時期の模索を行うことを計画しています。

また、収穫調査の方法として、20m×20m プロットでの利用を第一に検討していましたが、今後は小面積の毎木調査などで利用するなど、OWL の特徴を活かした調査方法を模索したいと思います。

ドローンを活用した2度目の列状間伐の伐採方法の検討と 伐採材積の把握について

会津森林管理署 高鷲 淳一
柴田 風衣
湊森林事務所 高柳 修延

1 課題を取り上げた背景

国有林では、生産性が高く、かかり木の発生が少ない列状間伐を基本としております。造林木の成長を促すため、2回目の間伐が必要となりますが、会津地方では実施例がなく、伐採方法が明確ではない状況です。このため、間伐効果が高く、生産性の高い2回目の間伐方法の確立が必要です。

2 取組の目的

2伐4残の列状間伐施業地に適した、間伐効果が高く、生産性の高い2回目の間伐方法を模索することです。また、従来の収穫調査方法に代わる、ドローンやOWLなどを活用した、収穫調査方法を模索することです。

3 調査対象地の概要

令和4年度に列状間伐を行った施業地を対象に課題に取り組みました。面積は約4ha、スギと一部カラマツの人工林です。林地傾斜は平均5度で、2伐4残の列状間伐を実施しました。（表1）

表1 令和4年度中ノ沢地区森林環境保全整備事業（保育間伐活用型）

林小班	伐採率 %	実行面積 ha	樹種	林齢	立木（資材）			林地傾斜 度	伐倒方法
					材積 m ³	平均樹高 m	平均直径 cm		
197い	34	4.02	スギ	38	666	16	20	5	列状 2伐4残
			カラマツ		58	19	22		
			広葉樹		2	14	16		

○ 苗間 1.8m(ha当たり3,000本植え)
○ 初回間伐 平成21年

4 取組の内容

- （1）正確な立木の位置を把握するため、ドローンによるオルソ画像から作成した樹頂点を基にした立木位置図を作成しました。
- （2）2回目の間伐方法を検討するため、現地検討会を開催し、間伐木の選木を検討しました。
- （3）施業地における間伐木の伐倒・集材を検討するため、OWL解析図による3Dモデルを製作し、検証しました。
- （4）効率的な材積の把握を検討するため、毎木調査、ドローン、OWLの各手法を比較しました。

5 結果・考察

（1）立木位置の把握

立木位置を把握するため、毎木調査を実施するとともに、ドローンによる空撮を行いました。空撮した画像を基にオルソ画像を作成し、樹頂点を抽出しました。（図1）この樹頂点を立木の位置とみなし、毎木調査の結果と照合し、立木位置図を作成しました。その結果、樹高が低く、上木の樹冠に隠れてカウントできなかった立木が4.4%、樹頂点と思われたところが、枝の張り出しや広葉樹であったものが1.5%ありました。総体的にドローンによる立木本数の把握の精度は、図2の表のとおり高いと考えられます。



図1 樹頂点の抽出

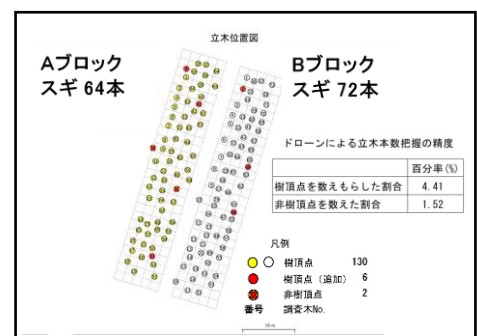


図2 立木位置図

(2) 現地検討会の開催

県、市町村、事業体を対象とする現地検討会を開き、立木位置図を使用した間伐木の選木を行いました。その結果、A1ブロックでは定性間伐、A2ブロックでは内側を1列伐る列状間伐とする結果となりました。(図3) この際、平行型の列状間伐は、かかり木が発生しやすく難しいという事業体からの意見がありました。

検討会の結果、上空から俯瞰した状況が分かる立木位置図があると、対象木の本数や混み具合が分かり、選木しやすいということが分かりました。

(3) OWL解析図(3Dモデル)による検証

OWLによる現地調査を基に解析図を作成しました。(図4)

OWL解析図にこの樹頂点を重ねると赤い点と黒い円が重なり、ほぼ一致していることが分かります。OWLとドローンの位置情報については、大きな違いはないと考えられます。

このOWL解析図を基に現地林分を約100分の1で再現した3Dモデルを製作しました。(図5・上木の平均樹高は16mに設定)

次に林業事業体を訪ね、この3Dモデルを使って、2回目の間伐の伐倒・集材(定性間伐)のシミュレーションを行い、意見をお聴きしました。

このシミュレーションでは、伐倒・集材が可能であることが分かりました。しかし、集材距離が長くなると、機械で直接つかむことができず、ワイヤーで引っ張ることになりますが、支障木があるなど、集材が困難になることが分かりました。(図6)

また、図7のような斜め型の列状間伐について、3Dモデルで検証した結果、斜め型の伐倒は十分可能であることがわかりましたが、定性間伐と同様、集材に支障が出るケースがあることが分かりました。

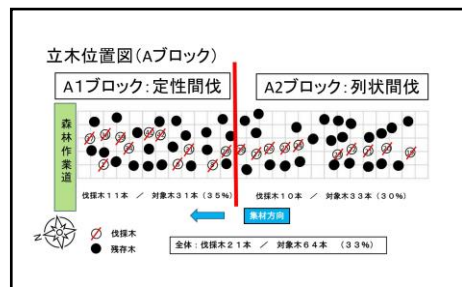


図3 間伐木の選木結果

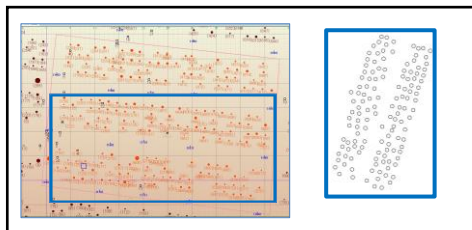


図4 OWL解析図(左)と樹頂点位置情報(右)



図5 OWL解析図を基にした3Dモデル(100分の1)

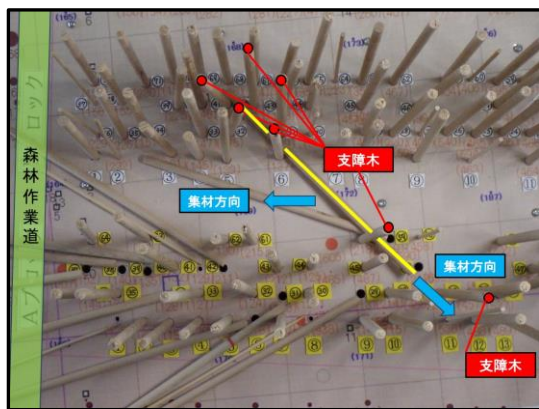


図6 定性間伐の集材の検証

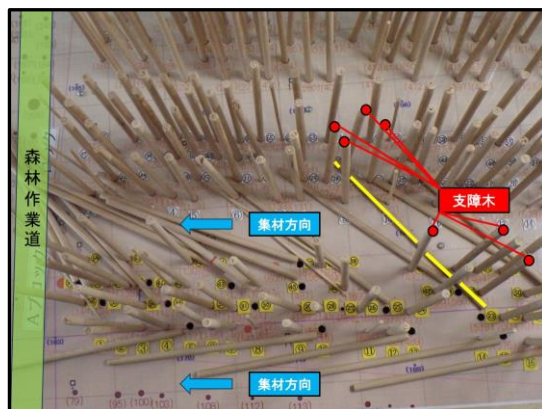


図7 列状間伐の集材の検証

この対策の一つとして、新たな森林作業道の開設が考えられました。特に中央に森林作業道を開設することで、機械で直接集材することができるようになります。（図 8）



図 8 森林作業道開設の検証



図 9 森林作業道の設計事例

二つ目の対策として、予め森林作業道の間隔を短くすることが考えられます。初回の列状間伐では、森林作業道に向け、真っすぐ倒すため、集材できて、2回目は斜め方向に倒れることが多くなり機械のアームが届かなくなると考えられるためです。

図 9 の写真は、日光森林管理署の事業地の事例で、このように森林作業道の間隔を短く設計しています。

三つ目の対策として、平坦地では、既存の集材路を活用した直角型の列状間伐が考えられます。

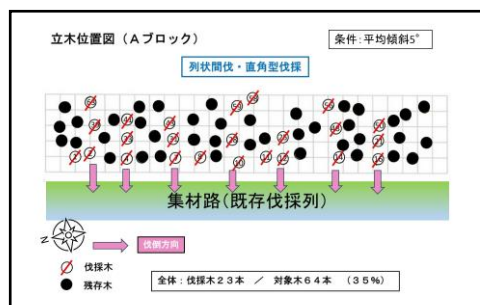


図 10 列状間伐（直角型）の選木事例

図 10 のように、地形等の条件により限られますが、重機が伐採列の真横まで移動できるため、機械での直接集材が可能となります。

2 回目の間伐方法の考察です。

3Dモデルの検証により、2 回目の間伐では、定性、列状とも伐倒は可能であるが、集材に問題が発生することが分かりました。このため、集材距離を考慮した森林作業道の設計が重要であると考えられます。

これらのことから、今回の事業地の検討では、直角型の列状間伐が適していると考えられます。

今後、傾斜地での検討を進めていきたいと考えています。間伐木の選木には、立木位置図が有効であったことから、さらに検証していきたいと考えています。

(4) 材積の把握

ア 収穫調査の手法別比較

効率的な材積の把握について検討するため、ドローンやOWLによる調査を行ないました。毎木調査、ドローン、OWLの各調査方法の内容は表 2 のとおりです。

表 3 は、調査対象地 A・B ブロックにおける収穫調査手法別の調査結果です。OWL は本数、樹高、直径、材積ともにドローンより毎木調査との誤差は小さいです。

一方、ドローンは、樹高について OWL より毎木調査との誤差が大きい結果となりました。

図 11 は、毎木調査と OWL における胸高直径と樹高データの散布図です。横軸が毎木調査、縦軸が OWL の胸高直径と樹高を示しています。

この図のとおり、傾き、決定係数が共に 1 に近く、OWL は毎木調査と同程度の精度であると示唆されました。

イ 収穫調査手法の組合せの検討

従来の標準地調査により、単純に面積拡大をすると、土場・

表 2 各調査方法の内容

・毎木調査	： 輪尺、測高等による測定
・ドローン	： オルソ画像より撮影区域の立木の本数を計測 飛行データ及び撮影した写真の傾きから樹高を算定 (林分密度管理図より胸高直径、材積を抽出)
・OWL	： レーザー光線等による測定

表 3 収穫調査手法別データの比較

	ドローン	OWL	毎木調査
本数(本)	132	136	136
平均樹高(m)	17.0	14.8	14.9
平均直径(cm)	22.0	20.9	21.2
材積(m³)	43.2	36.3	37.2

作業道・1回目の伐採列の面積を含んだ状態となり、立木材積を過大評価してしまいます。

そこで、OWLで区画材積を算出し、ドローンで土場・作業道・伐採列の面積を把握し除けば、全体の立木材積をより高精度で把握できるのではないかと考え検討しました。（図12）

【検討の結果】

（ア）土場、作業道、伐採列を含んだ面積による材積
1579.9 m³

（イ）土場、作業道、伐採列を除いた面積による材積
1008.9 m³

上記の結果となりました。今後は現地踏査を実施し、毎木調査の結果と比較したいと考えております。

ICTを活用した収穫調査の考察です。

OWLやドローンを活用した収穫調査については、一定の成果が得られたことから、将来的な展望があると考えられます。

6 まとめ

正確な立木位置図を作成することにより、間伐木の選木作業の検討に活用することができました。

2回目の間伐を行うためには、伐採列を集材路として利用することが有望であると考えられますが、林地の傾斜が大きい場合、初回の搬出間伐の段階から森林作業道の間隔を考慮した設計が重要になると考えられます。

収穫調査を効率的に行うためには、OWLとドローンを組み合わせた手法が有望であると考えられます。

今後は、列状間伐を行うことにより、区画が明瞭になり、調査や管理がしやすくなることから、その後の施業や取扱いについて、引き続き検討していくとともに、傾斜地での検討も課題としたいと考えております。

また、ICTを活用した収穫調査の手法について、さらに検討していきたいと考えております。

7 結び

国有林では、生産性が高く、かかり木の発生が少ない列状間伐を進めてきました。多くの事例では、2伐4残の伐採方法を採用してきましたが、次の施業をいかにするかが課題です。

2伐4残の列状間伐は、残存列が4列と多いため、間伐効果を疑問とする見方があります。間伐により残存木の保育を促し、蓄積を増やすことは、平均連年成長量を高めることになり、収入の増大を見込むことができます。

列状間伐施業地の2回目の間伐をどのように進めるのか、引き続き取り組むことが必要であり、民有林においても共通の課題となると考えます。

最後に、本課題の取組に当たり、伐採方法の聴き取りで貴重なご意見をいただいた、有限会社齊藤造林代表取締役の齋藤忠市様及びOWLの調査・解析等でお世話になった日光森林管理署の皆様には、お忙しい中ご協力いただき、ここに感謝申し上げます。

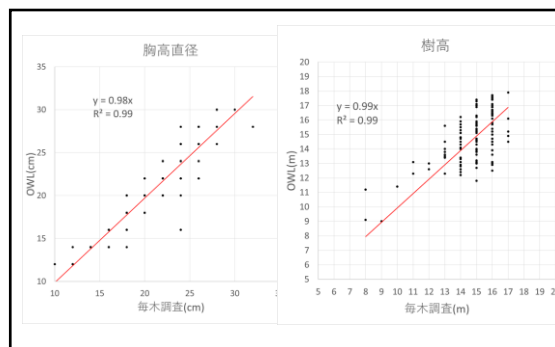


図11 胸高直径、樹高データの比較
(OWL、毎木調査)

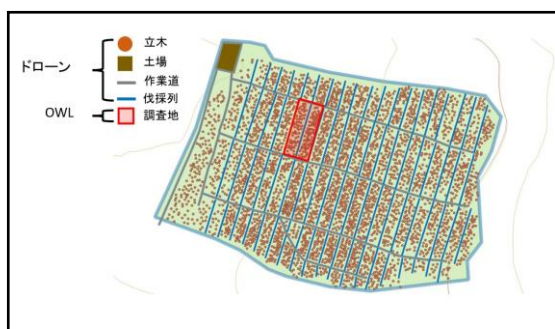


図12 OWLとドローンを組み合わせた収穫調査
方法の各調査対象地の区分

防護ネット柵の高機能化による造林地の獣害対策

静岡県西部農林事務所 天竜農林局 大場 孝裕
株式会社ヤマイチネット 防獣事業部 竹川 智 古屋敷 匠

1 造林地のシカ対策の課題

収穫期を迎えた人工林で、主伐・再造林を進める場合、植栽した苗木を食べてしまうシカの存在が大きな障害となっています。図－1の柵外のように、シカの生息域では、防護柵なしでは成林しない箇所も少なくありません。この造林地は、高強度で耐久性も高い金属柵が施工されています。望ましいシカ対策ではあるのですが、金属柵は、資材単価が高いのに加えて、重くて硬く施工しづらいため、敬遠されがちです。そのため、金属柵に比べて、安く軽量で可変性に優れる、ネット柵が選択されることが多くなっています。



図－1 防護柵の中と外の植栽木の違い

しかし、ネット柵には、これまで2つの弱点がありました。

1つは、動物にネットを切断されることです。ネットの素材は、ポリエチレンなどの合成繊維で、それにダイニーマ®などの強化樹脂や、軟質のステンレス鋼線を混撚して補強した糸が使用されてきました。ただ、図－2のように、軟質ステンレス鋼線の入ったネットでも、動物に切断されることがあり、強度不足であることは否めません。



図－2 軟質ステンレス鋼線入り
ネットの動物による切断

2つ目は、ネットと地面との固定が弱く、めくられてしまうことです。そもそも、固定に使っている杭の抵抗力は弱く、土質によってはさらに抜けやすかったりもします。また逆に、岩などで杭が打ち込めず、固定できない箇所もあります。決定的なのは、イノシシがめくり上げる力に敵わないことで（図－3）、できた隙間からシカ等も侵入してしまいます。



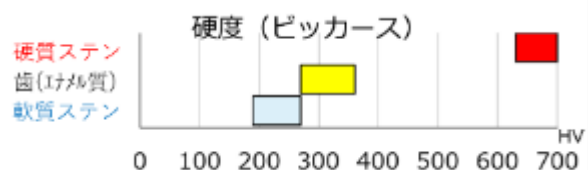
図－3 ネットの裾をめくり上げる
イノシシ

2 改善案

そこで、これら弱点の改善案を模索しました。

まず、網糸の強化については、動物の体の中で最も硬い歯のエナメル質よりもさらに硬い、硬質ステンレス鋼線（図－4）を網糸に混撚することを考えました。

つぎに、地際部分の強化については、杭の改良による対応では解決しないと判断し、地際部分にステンレスワイヤーロープを緊張させることを考えました。



図－4 歯（エナメル質）とステンレスの硬度

3 ネット網系の切断強度試験

網系の切断強度試験は、県の浜松工業技術支援センターの協力も得て、図－5の左の写真の精密万能試験機を使って、押し切りと引張りの切断荷重を測定する形で実施しました。

押し切り切断試験は、クイキリ（ニッパー）に網系を挟み、切断に掛かった力を測定しました。引張切断試験は、試験片にかんな刃を挟んだ治具を当てて引張りあげ、ちぎれるのに掛かった力を測定しました。

その試験結果を図－6に示しました。

左から、ポリエチレン（PE）ネット、PEネットに超高分子量ポリエチレン繊維を混燃したもの、PEネットに軟質ステンレス鋼線（W1）を混燃したもの2種類と、PEネットに硬質ステンレス鋼線を混燃したもの4種類になります。

左の押し切り切断強度試験の結果、右の引張切断強度試験の結果とも、同じ太さと本数のステンレス鋼線を混燃したもの（0.19mm×4本、0.19mm×8本）を比べると、硬質ステンレス鋼線（WPB）の方が勝っています。

意外だったのは、超高分子量ポリエチレン繊維を混燃したものと、何も加えていないPEネットに切断強度の差が認められなかったことです。

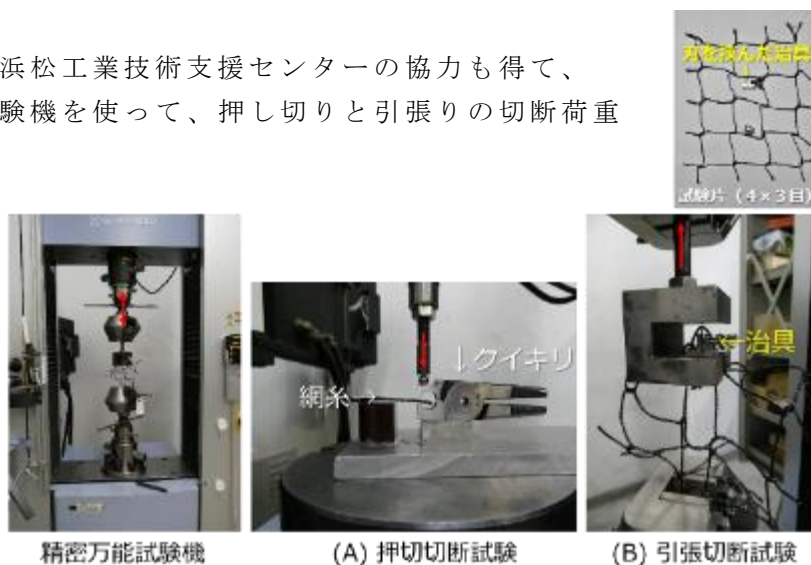
4 ステンレスワイヤーロープ地際緊張の強度試験

地際部分にワイヤーロープを緊張する改善案に対しても試験を実施しました。

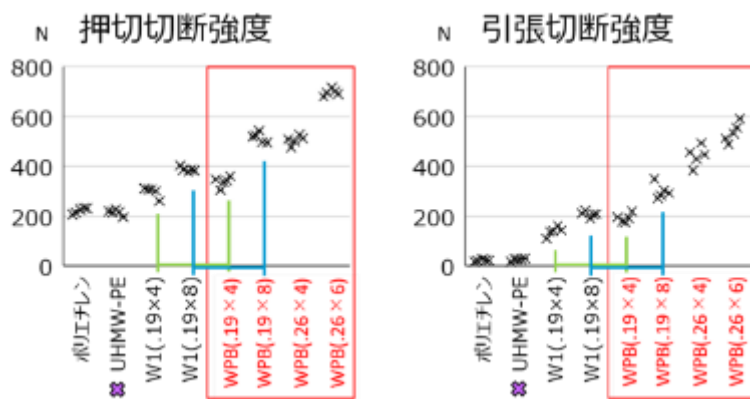
図－7の左の写真のように、間隔3mの防護柵用の支柱間に、φ2.0mmのステンレスワイヤーロープを、支柱地際で4段階の荷重で緊張させて固定した後、真ん中の写真のように、三脚につるした、デジタルスケールとレバーホイスを使って、支柱間の midpoint で、10kgf（キログラムフォース）ごと、引き上げ荷重を掛けた時の、右の写真のような、ワイヤーロープの引き上がり量を計測しました。

試験結果を図－8に示しました。

ワイヤーロープの引き上げ荷重を大きくするほど、引き上がり量は増加し、ワイヤーロー



図－5 ネット網系の切断強度試験



図－6 ネット網系の切断強度試験結果

ブの緊張力が強いほど、引き上がり量は少ない、想定どおりの結果が得られました。

また、今回試験したワイヤー緊張荷重 10kgf（水色）と 40kgf（オレンジ）の数字で示した引き上がり量の差は 2.5cm～4.5cm でした。

ワイヤーロープはほとんど伸びないため、引き上げ荷重を大きくしても、引き上がり量の差は増加しなかったと考えられます。



図ー7 ワイヤーロープの引き上げ荷重試験

今回、掛けた力と生じた隙間サイズ、シカとイノシシの体のサイズを踏まえると、人力でのワイヤーロープの緊張で、シカやイノシシの侵入抑止に有効な状態にできる、と考えられました。

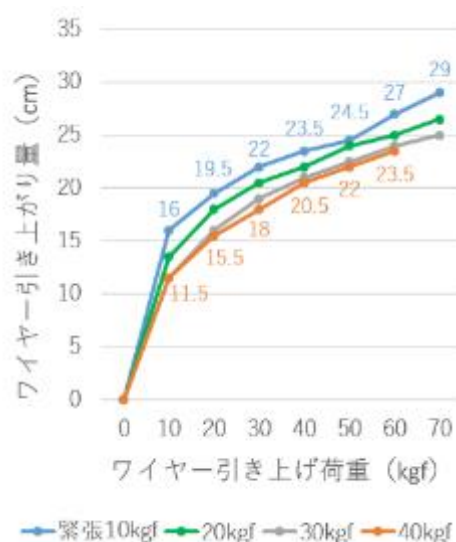
5 製品化「ソリッドン工法」

開発した「ソリッドン工法」は、ネットの高さ 1.2m までは、網糸に硬質ステンレス鋼線が混撚されています（図ー9）。硬質ステンレス鋼線を網糸に混撚するのは容易ではなく、編網途中にステンレス線の断線や機械の消耗などの苦難がありましたが、なんとか量産できる体制を確立することができ、特許も取得しました。

地際にステンレスワイヤーロープを緊張するためのフックについても、試行錯誤の末、ワイヤーを固定するフックと、フックを支柱に固定する方法を確立しました。

ステンレスワイヤーロープの施工は簡単です。立てた支柱にフックをはめて地面まで落とし、ワイヤーロープをフックに 1 周させ巻き付けます。上からクサビを打ち込み、フックを固定しますが、この時、フックが地面に潜り込むことで、ワイヤーロープがより緊張するようになっています。

ワイヤーロープを緊張することで、地面にネットを固定する杭の打設が減らせます。スカート部分の固



図ー8 引き上げ荷重試験結果



図ー9 製品説明（ソリッドン工法）

定用に1本、あとは地形に応じて、ワイヤーロープの押さえに打つだけになり、支柱間3m当たりの杭の打設本数は、従来の5本から、1～2本に減らせます。

これまでに、浜松市内の民有林5箇所、国有林2箇所の再造林地で設置いただき、最初の現場は1年10か月経過（令和7年2月時点）しました。徳島県でも3箇所で採用されています。すべての場所で、問題なく機能しています。

6 設置費用

設置費用（2023年）を表－1に示しました。静岡県規格で延長100m当たりの数量、金額になります。

①支柱と②控えロープの資材量はどちらも同じです。③ネットは、ソリッドン工法の方が100mあたり10,500円高くなり、④フック（S-ONフック）とステンレスワイヤーロープの費用がさらに掛かります。しかし、⑤プラスチック杭は使用本数が減る分安くなります。資材費の合計では100mあたり2万円弱高くなりました。

一方、⑥労務費は、ソリッドン工法の方が0.54人工少なく済みました。これは主に杭の打設本数が減ったことによります。

設置費用の合計では6,420円高くはなりました。しかし、設置後の被害発生リスクの低減や、点検・補修の軽減が期待できる点を踏まえると、ソリッドン工法には、この差額を埋めて余る効果があると考えています。

7 まとめ

株式会社ヤマイチネットと静岡県は、造林地の獣害対策として、防護ネット柵の高機能化に協力して取り組みました。

まず、網糸に硬質のステンレス鋼線を混燃したネットを開発して、切断強度を向上させました。つぎに、ネットをめくられてシカ等に侵入されないよう、地際部分にステンレスワイヤーロープを緊張するためのフックを開発しました。

これらにより、従来品よりもシカ・イノシシに侵入されにくい高規格の防獣ネット柵「ソリッドン工法」を製品化しました。これからの造林地獣害対策や植生保護に活用いただけると幸いです。本製品の利用は、柵の設置や維持管理に掛かる労務負担の軽減にもつながります。

表－1 設置費用（静岡県規格 延長100m当たり）

項目	ソリッドン 工法		軟質ステン レスネット	備考
① 支柱 +キヤップ	51,000円 34本	=	51,000円 34本	φ38mm×2.4m
② 控え （ロープ+杭）	2,315円 17本	=	2,315円 17本	φ6mm×55m L型43cm
③ ネット （上端ロープ含）	72,450円 硬質ステン混燃	>	61,950円 軟質ステン混燃	1.8m+0.3m 0.19mm×8本
④ フック +ワイヤーロープ	17,950円 34個+102m	>	0円 －	クサビ含む φ2.0mm
⑤ 杭 +結束線	6,031円 67本	<	14,723円 167本	L型43cm ネット固定用番線
資材費 計	149,746円		129,988円	
⑥ 労務費	89,661円 3.63人	<	102,999円 4.17人	普通作業員 社内歩掛データ
合計	239,407円		232,987円	差額6,420円

有害鳥獣捕獲における錯誤捕獲防止の取り組み

群馬森林管理署

黒田 隆

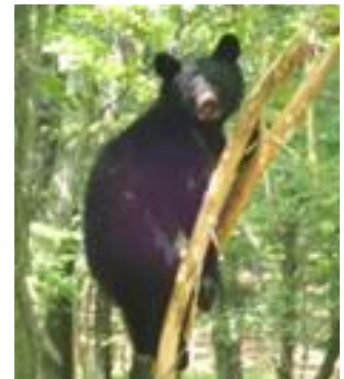
1 課題を取り上げた背景

群馬森林管理署管内でも、ニホンジカ（以下「シカ」）による被害面積の拡大から、防除柵や忌避剤等の被害対策とともに、職員による直営捕獲や業務委託での捕獲（許可捕獲）を進めています。

くくりわなによる捕獲は、小林式誘引捕獲によることとしていますが、捕獲対象のシカ以外の獣類、特にツキノワグマ（以下「クマ」）も誘引し錯誤捕獲してしまうというリスクがあります（令和5年度、直営1頭、委託3頭の錯誤捕獲）。

捕獲したクマへの対処では、暴れることで危害を受ける可能性があると同時に、行政上の捕獲許可がないため、許可者（市町村長）による処置の判断を待ち、関連する手続きからも業務上多大な負担が生じます。

これらのことから、錯誤捕獲を極力回避しシカのみを捕獲する技術の実用化が望まれています。



（写真）直営捕獲で
錯誤捕獲されたクマ

2 具体的な取組



（図1）取組条件とわなの配置

この取組では、4種類の誘引資材と4種類のわな資材（表1）を組み合わせ、錯誤捕獲を防止する観点から効果的な方法を追求するため、センサーカメラで誘引と捕獲の状況を撮影しました。

取組条件とわなの配置は、（図1）のとおりです。

なお、群馬署における直営捕獲は、従事者（職員）の業務負担を最小限にとどめるため、1泊2日（1日目：わなの仕掛け、2日目：見回り・捕獲処理・わな回収）を1サイクルとして、隔週で実施しています。

（表1）誘引資材・わな資材一覧

誘 引 資 材	わ な 資 材
ハイキューブ	オリモ式
	オール塩ビ
鉋 塩	空はじき知らず
	小林開発
ユ ク ル	ベアウォーク
	いのしか御用
鉄	こじゃんと
	セルフロックスタンション

※くくりわな(改良わな含む)については、小林式誘引捕獲によりハイキューブで誘引。



（写真）ユクルに誘引されるシカ

3 取組の結果

センサーカメラで撮影されたシカ個体のうち誘引資材を採餌するシカの撮影頻度は 62%（表 2）でした。また、撮影された状況等による各種誘引資材の評価については（表 3）のとおりです。

（表 2）誘引資材別センサーカメラ撮影頻度				
誘引資材	ハイキューブ	鉋塩	ユクル	鉄
撮影頻度	30%	13%	19%	0%

（表 4）わな資材別捕獲取りまとめ					
わな資材		設置 基数	捕獲 頭数	捕獲 割合	資材別 効率
くくりわな	オリモ式	40	6	55%	1%
	オール塩ビ	7	1	9%	1%
	空はじき知らず	1	0	0%	0%
	小林開発	3	1	9%	3%
改良型わな	ベアウオーク	2	0	0%	0%
	いのしか御用	2	0	0%	0%
囲いわな	こじゃんと	1	2	18%	17%
首用わな	スタンション	4	1	9%	2%
合 計		60	11		
捕獲効率＝捕獲頭数/（わな設置基数×捕獲夜数）×100 ＝11頭/（60基×12夜）×100 ＝1.53%					

（表 3）誘引資材撮影頻度からの評価	
ハイキューブ	秋季～冬季について 選択性あり。
鉋 塩	降雪期以外は選択性あり。 クマ誘引あり。
ユ ク ル	シカ誘引はされるが選 択性は低い。
鉄	撮影されず。 判断不能。

一般的なくくりわなの捕獲効率（1%以下）と比較しても、実施期間全体での捕獲効率は 1.53%（表 4）となりました。この結果については、シカの母子グループの通り道で誘引した一定の成果と捉えています。

4 まとめ

撮影されたシカの誘引画像及びわな資材の構造と誘引資材に対する嗜好性から、錯誤捕獲防止に有効な資材の組み合わせを考察し、撮影された割合（◎：7割以上、○：4割～6割、△：3割以下）に応じて整理しました（表 5）。

（表 5）わな資材と誘引資材の組み合わせ								
わな資材	誘引資材		ハイキューブ		鉋塩		ユクル	
	シカ	クマ	シカ	クマ	シカ	クマ	シカ	クマ
	○	×	○	○	○	×	○	○
くくりわな	○		△		○		—	
改良型	○		△		△		—	
囲いわな	◎		◎		◎		—	
首用わな	◎		◎		◎		—	

（1）クマの錯誤捕獲を考慮した場合のベストミックスは、

「囲いわな×ハイキューブ」

＊上部からクマが脱出するわな構造と誘引資材のクマ嗜好性の低さ

（2）シカのメス個体を選択的に捕獲することを考慮する場合には、

「首用わな×鉋塩」

＊オスは角が邪魔して掛からないわな構造と誘引資材のシカ嗜好性の高さ

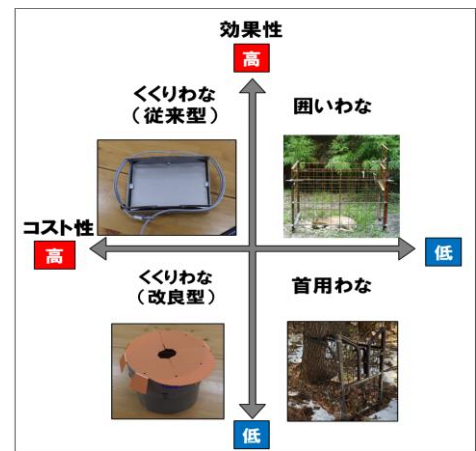
ただし、（表 5）からは、クマの錯誤捕獲を抑止する効果は不明でした。

このことを踏まえると、時間の制約を受け、日常業務におけるシカ捕獲では、「シカのみを誘引し捕獲する効果を高める」ことが、効率的な錯誤捕獲防止になり得るものと考えます。

このためには、シカを効率的に誘引する「効果性」と、業務としての有害獣類捕獲対策にかけられる「コスト性」を考慮することが重要です。

今後における効率的なシカ捕獲業務に向け、特に優先度をつけ重点化して実施していく必要があるため、(図2)を整理しました。

今後の錯誤捕獲対策を兼ねたシカ捕獲においては、以下の優先度により進めることとします。



(図2) 4象限マトリクス

- ① くりわな (効果性・高×コスト性・高) … 効果を実証したことからも継続して実施
(取組方向：本結果を基にしたシカのための誘引性の向上で実績向上)
- ② 改良型わな (効果性・低×コスト性・高) … 投資対象として重点化すべきわな
(取組方向：シカのための誘引に頼らずとも錯誤捕獲を回避するわな機能を拡充検討)
- ③ 囲いわな (効果性・高×コスト性・低) … 誘引資材との組合せで効果はあるがコスト面で劣後
(取組方向：本結果を基にしたシカのための誘引性の向上とわな設置場所の検討)
- ④ 首用わな (効果性・低×コスト性・低) … 捕獲機能とコスト面から最後列
(取組方向：シカのための誘引性の向上から継続的に観察)

今年度、職員による直営捕獲では錯誤捕獲はなかったものの、事業者への業務委託では2頭のクマの錯誤捕獲がありました。

委託する場合においても、本結果を基に、シカのみを誘引しコスト面での有利性を考慮した取組をフィードバックする必要があると考えています。

本結果に加えて、引き続きセンサーカメラで動物種の生息分布や行動特性を具体化して把握する必要性を感じています。

さらにICT機器の活用から、遠隔地における捕獲状況の視覚的な確認により従事者の見回り負担を改善するとともに、捕獲日数に応じた効率的なシカ捕獲(捕獲効率)から、森林資源の効果的な保全管理に資する取組を進めてまいります。

単木柵と防草シートを活用した保育作業省力化の可能性

利根沼田森林管理署 小林 隆司
群馬県林業試験場 山田 勝也

1 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、従前の単木保護資材は、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、資材の径が細いものが多く、幼齢～若齢段階での撤去が必要となります。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っていました。これらの問題を解決する獣害対策資材として、群馬県林業試験場が単木柵を開発しました（図-1）。さらに、利根沼田森林管理署ではその普及に向けて実証地を設定するとともに単木柵と防草シートを組み合わせることによる下刈の省力化の可能性について検討しました。



図-1 単木柵

2 試験地と試験区

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とし、令和4年5月にスギ植栽地（令和4年春植栽）に、0.05haの実証地を設定しました（図-2）。実証には98本のスギを使用し、単木柵の有無と2種類の防草シートにより計4種類の試験区を設定しました。単木柵は交互にスギ49本に設置しました（図-3）。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、参加いただいた県内の林業関係者の協力のもと行いました。なお、実証地では防草シートによる下草抑制効果を検証するため、単木柵の設置以降は下刈を実施せずに経過観察を行いました。加えて98本の試験区とは別に、比較対象として、当初から下刈及び忌避剤の通常管理を継続した対照区と無下刈かつ無獣害対策を継続した無処理区について令和5年11月から経過観察しました。



図-2 実証試験地の位置

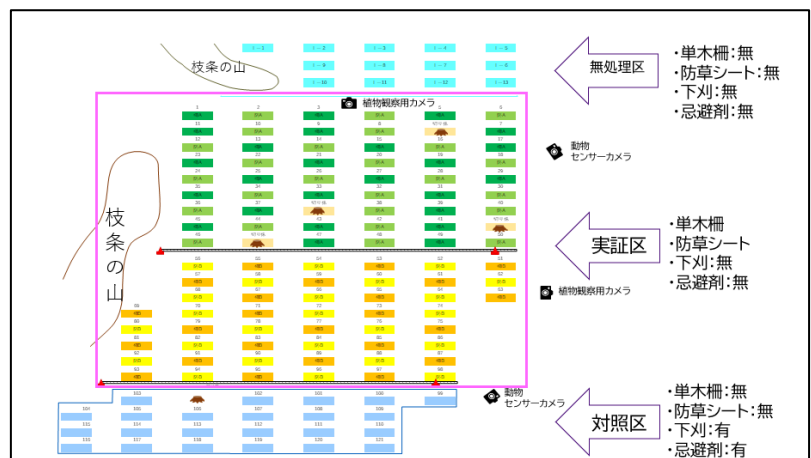


図-3 単木柵と防草シートの組み合わせ配置図

3 調査内容

実証試験では、防草シートの効果を検証するため下層植生による被圧の状態と苗木の成長量を調査しました。あわせてセンサーカメラによる野生鳥獣のモニタリング調査を行いました。

- (1) 成長量調査について、苗木の食害や損傷の有無と苗木の根元径と苗高を計測
- (2) 下層植生の被圧について、判断基準（図-4）により C1 から C4 に区分

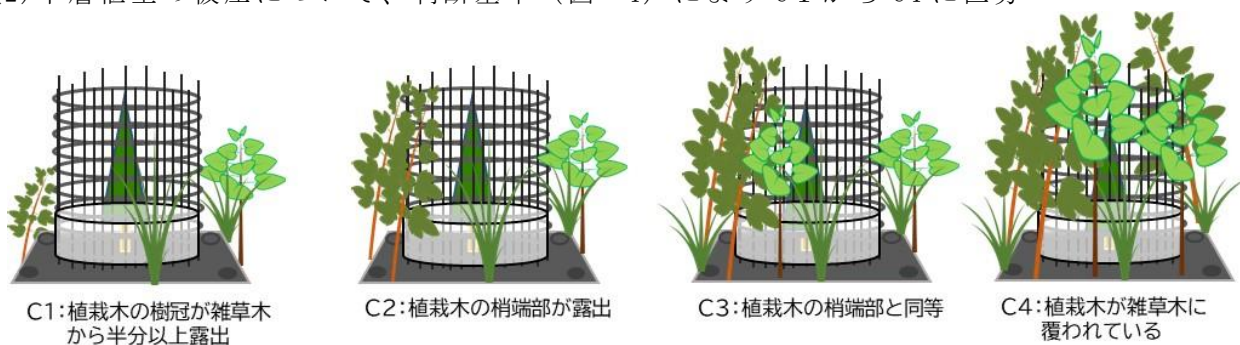


図-4 下刈省略の判断基準（山川ら 2026）

- (3) 防草シートの状態（図-5）について、破損状況（めくれやシートの植物突き抜け等）の調査



図-5 単木柵と防草シート

4 結果

- (1) モニタリング調査

この地域は群馬県ニホンジカ適正化計画において指標が高い地域です。モニタリング調査では主にニホンジカが確認され、冬期はノウサギが多く確認されました（図-6）。

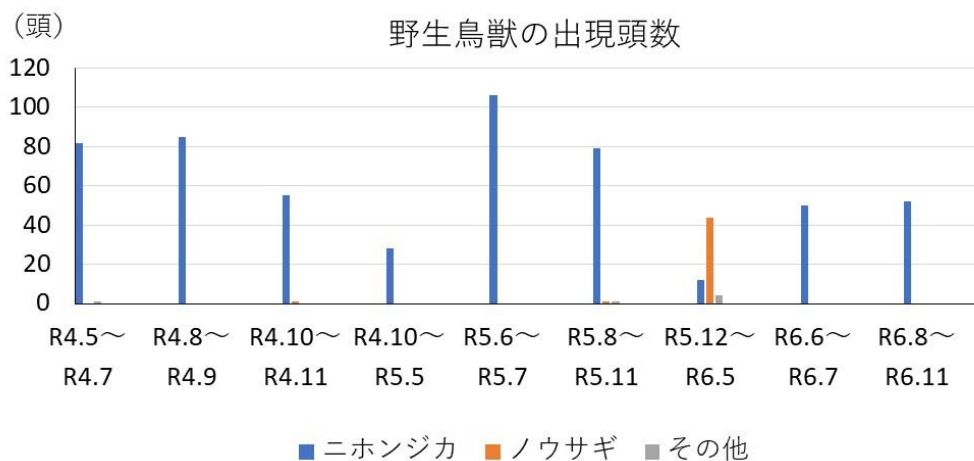


図-6 実証地でのセンサーカメラによるモニタリング調査の結果



ニホンジカ



ノウサギ

- (2) 単木柵の獣害対策の効果について

対策別の食害率については、単木柵ありの場合約20%、単木柵なしの防草シートの場合約80%、忌避剤散布した対照区は約80%、無処理区は100%食害があり（図-7）、単木柵の獣害対策効果が確認されました。単木柵の被害は冬期のウサギ被害が中心（図-8）だったことから、積雪地における冬期のウサギ対策が課題です。

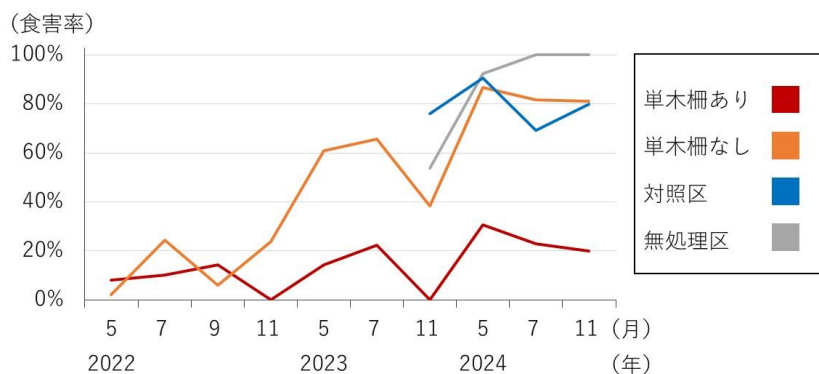


図-7 苗木が食害にあった割合



図-8 ウサギによる食害

(3) 単木柵の抑草効果について

破損の経過観察の結果、不織布タイプで1件シカ等獣類による破損事例がありました。いずれの防草シートも下層植生の突き抜け等の破損は確認されませんでした（図-9）。3年間の実証試験では素材（高密度・不織布）による差は見られませんでした。

防草シート	単木柵	設置数	2022 (年)			2023 (年)			2024 (年)		
			7	9	11	5	7	11	5	7	11
高密度	あり	25									
	なし	25									
不織布	あり	24									
	なし	24			1						



図-9 防草シートの破損数の推移

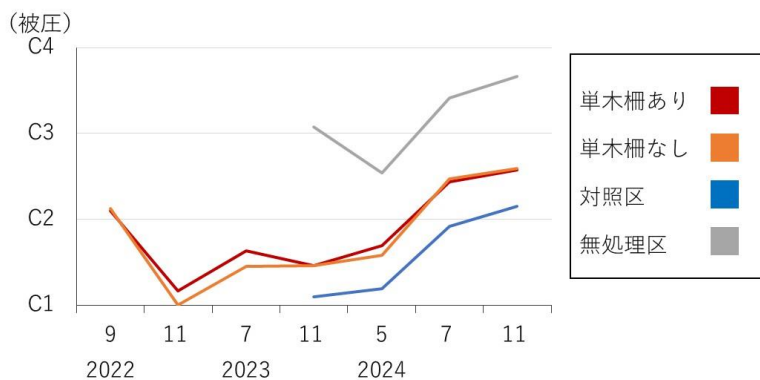
今回、防草シートには苗木を通すため十字の切れ目を入れましたが、そこから雑草木が侵入する事例がありました。防草シートに一筋の切れ目を入れて設置時にシートを重ねてピンで止めるなど、日光を遮断する工夫が必要だと考えています（図-10）。



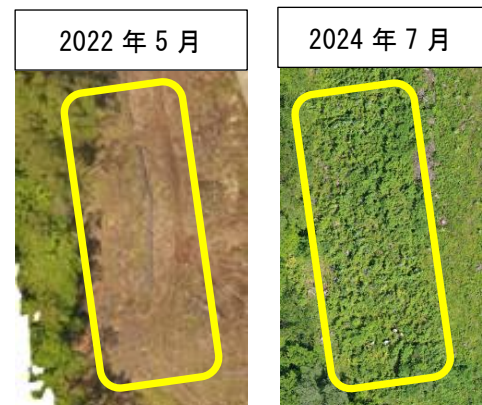
図-10 防草シートの苗木を通す穴から雑草木の侵入を防ぐ工夫

(4) 対策別の被圧の状態の推移

植栽3年目の被圧の状態は単木柵あり C2～C3、単木柵なし C2～C3、対照区 C2、無処理区は C3～C4 と被圧が高くなっており（図-11）、防草シートにより被圧を防ぐことは可能と考えます。ただし、今回のように下刈を全く実施しない場合、造林地全体の雑草木が繁茂して立ち入るのが困難な状況（図-12）になるため、管理等で恒常的に人が入林する現場では、下刈作業との併用を検討する必要があります。



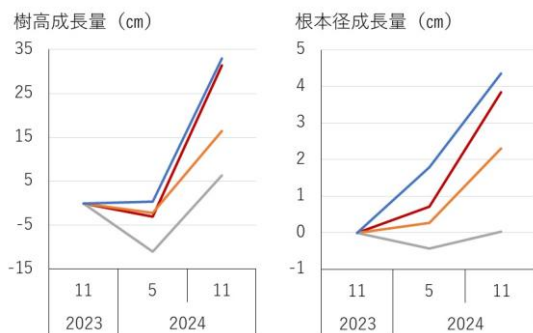
図－11 対策別の被圧の状態の推移



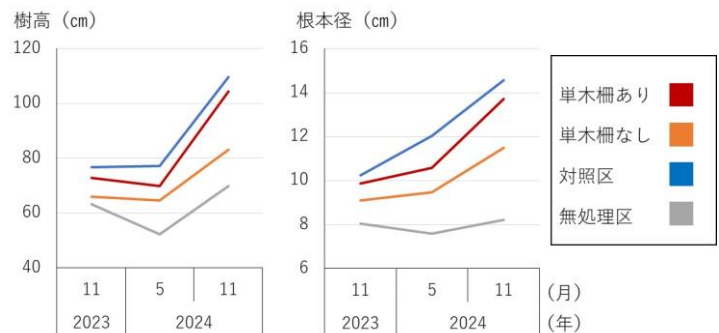
図－12 下層植生の様子

(5) 除草方法による成長量の比較

スギ苗木の1年間の成長量を比較した結果、対照区と単木柵ありにおいて30 cm以上の成長が確認され、差は約1 cmと僅かでした(図－13)。根元径も対照区と単木柵ありの成長量差が0.6 cmと同等の成長が確認されました。植栽後3年目の樹高は対照区が110 cm、単木柵ありが105 cm、根元径は対照区14.6 cm、単木柵ありが13.7 cmに成長しました(図－14)。この結果から、無下刈りの単木柵と防草シートの組合せと通常の施業を行った対照区の成長量は同程度であることを確認しました。



図－13 対策別の成長量の推移



図－14 対策別の樹高・根本径の推移

5 まとめ

(1) 単木柵の獣害防止効果について

- ① 単木柵は、忌避剤と比較して、食害率を約1/4に抑制することができました。
- ② 積雪地においては、冬期のウサギ対策方法を検討する必要があります。

(2) 防草シートの抑草効果について

- ① 3年間の経過観察では素材(高密度・不織布)による差は見られませんでした。
- ② コスト面から高密度防草シートの設置方法を工夫して使用することが有効です。

(3) 本手法による保育作業省力化の可能性

- ① 単木柵と防草シートの組み合わせにより、無下刈でも対照区(下刈・忌避剤散布あり)と同等の樹高・根本径成長を確認しました。
- ② 下刈との併用が必要な場合においても省力化(例:下刈を2年目以降隔年で実施する等)の検討が可能です。

3 森林ふれあい・民国連携部門

児童の関心を引き出す森林教室

埼玉森林管理事務所

本郷 さんご
土田 梨奈

1 森林教室の意義

森林教室の意義は、森林・林業に興味を持つきっかけづくりであり、そして、森林の重要性、森林・林業の課題を子供たちに理解してもらい、ひいては彼らに森林・林業に関心を持ち続ける人材の育成です。

そのためには、児童の関心と主体性を引き出し、印象に残る森林教室である必要があります。しかしながら、当所の森林教室は講師である職員の話が一方通行であったり、森林のお話の内容が毎年ほぼ同じだったりし、マンネリ化していたため、そこから脱する必要があると考えました。

2 令和6年度の森林教室における具体的な取り組み

(1) 当所の森林教室の概要

当所の森林教室は、例年森林に関する知識の付与として森林のお話と、児童が木材に触れる機会を設けるため火起こし体験を行っています。実施場所は当所のある秩父市の隣町である、ときがわ町に所在する明覚小学校、玉川小学校、萩が丘小学校の3校の町立小学校を毎年順番に回っています。令和6年度は明覚小学校の5年生を対象に実施しました。

今年度は森林のお話と、火起こし体験に加えて、当所が独自に作成した、解説テキストの配布を行いました。また、さいたま市にある埼玉大学教育学部附属小学校のご依頼でオンライン授業に協力しました。



写真1 明覚小学校の森林教室の様子

(2) 森林のお話

過去の森林のお話は、要約すると、世界の森林の問題、日本の森林の特徴、森林の役割、シカ被害です。今年度は森林の役割とシカ被害のお話は残し、世界の森林の課題、日本の森林の特徴を世界と日本・ときがわ町の森林率に変更し、放置林のお話を追加しました。

放置林のお話を追加したのは、伐って、使って、植えて、育てるという適切な森林資源の活用を伝えるためです。

(3) 火起こし体験

火起こし体験では、職員が道具の使い方を一通り説明した後は児童たちが協力しあいながら楽しく火を起こす姿が見られました。

アンケートでは、「火起こし体験は楽しかった」の声が多く、達成感を味わうことのできる体験である



写真2 火起こし体験の様子

ことから、今後も安全を確保しながら継続したいと考えます。

(4) 解説テキスト

今年度からは解説テキストを作成し、森林教室実施後に先生を通じ、児童に配布し、自主学習の資料として活用することで、森林について勉強する機会を提供することができました。

解説テキストの内容は、森林教室における森林のお話の内容、時間の都合上、そこでは説明しきれなかった森林に関することを記載しました。

文字だけでは想像しにくいことなどが、イメージがしやすくなるように図解や写真も入れるようにしました。

解説テキストの最後には、森林教室や、解説テキストの課題点を見て、来年の森林教室や解説テキストの改善に繋げるために、アンケートとは別に感想欄を付けました。実際の感想ですが、シカ被害について、森林についてもっと知りたい等の書き込みが見られました。

このことから、児童たちの森林・林業への関心の高さがわかります。また、来年度、さらに内容を充実させるための貴重な資料となりました。

(5) オンライン授業

オンライン授業はさいたま市にある埼玉大学教育学部附属小学校からのご依頼があったため、協力することにしました。この小学校は当所から直線距離で約 88 k m と遠く離れた箇所にあります。

これによりネット環境が整えば、どこでも森林教室が実施可能だと判断しました。また、埼玉大学附属小とのオンライン授業では、担当教諭の学習指導案で、児童が複数のグループを作り、グループで調べ、そこで疑問に思ったことを我々職員に質問するという形式を取りました。

このような形式をとることにより、講師側の話が一方通行になりがちな、オンラインであっても、児童の主体性を引き出すことが可能なことがわかりました。



写真3 オンライン授業の様子

3 まとめ

(1) 明覚小学校での森林教室

明覚小学校の森林教室実施後に取ったアンケートでは「シカ被害」「ときがわ町の森林が70%であることに驚いた」「森林のことをもっと知りたい」等のコメントがあったことから、児童たちから森林・林業に対する関心を引き出すことができたと考えます。

他方で、アンケートの「木をモチーフにしたキャラクターといえば」ではウッドマン等のときがわ町のキャラクターが挙がったこと、その他の質問でもときがわ町の森林林業に言及する記載が多かったことから、児童の愛郷心が高いことがわかりました。また先生より「児童にはときがわ町の森林をもっと知ってもらいたい」というご意見もありました。このことから来年はときがわ町の森林に関するお話を多く取り入れるべきと考えています。

明覚小学校における森林教室は、森林のお話や火起こし体験では、児童との対話を重視しました。その結果、児童たちが自ら発言、話し合いなどをする姿から児童の積極性がみえました。

また、解説テキストについても、添付した感想欄を後日回収したところ、シカ被害のこと、森林

のことを言及する記載が見え、当所が意図した結果を得られました。また、児童たちは解説テキストを自主学習で活用していることから、森林教室実施後も自ら学習していることがわかりました。

(2) オンライン授業

オンライン授業の懸念点は一方通行になりやすいという点です。そのため、児童の主体性を保つには、どのような形で進めるかを学校側と事前打合せをする必要があります。

また今後は教材の充実化のため、森林に関する動画や、現場からの中継を用いていくなど考えています。

(3) まとめ

児童の関心を引き出す森林教室にするには、児童の主体性と対話をどのように導き出すかが重要です。具体的には、児童から回収したアンケートや、解説テキストの感想欄をもとに実施方法の改善、対話型の授業にするために、学校側と事前に進め方を綿密に打合せを行うことが重要です。

小笠原諸島における島民参加型の森づくりプロジェクト

小笠原総合事務所国有林課 山田 大翔
小笠原グリーン株式会社 横山 浩一
鈴木 遼平

1 課題を取り上げた背景

小笠原諸島は東京から南に約 1000km 離れた海洋島であることから、動植物の固有性が特徴的である一方、森林施業が確立されていないため、外来種対策に関与する人員の育成や島民への森林環境教育の実施、島の森林環境保全の担い手の育成が大きな課題となります。

こうした課題を背景として、小笠原総合事務所国有林課では、国有林において地域と連携した協働事業を進めるため、小笠原グリーン株式会社及び特定非営利活動法人小笠原野生生物研究会の2者との間で「モデルプロジェクトの森における協働事業に伴う活動に関する協定」を締結しています。（図1）

本発表では、島内の民間事業者・教育機関との連携により、島民の10%以上が森づくり活動に参加するようになった、小笠原での島民参加型の森づくりプロジェクト(TWR: Team Wood Recycle)をご紹介します。

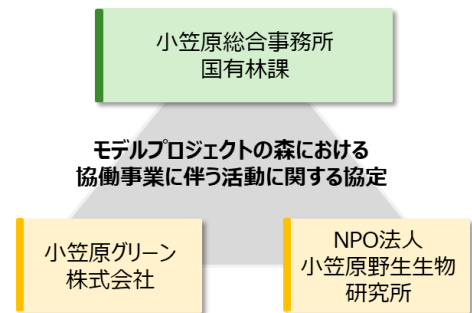


図1 協働事業の体制

2 具体的な取組

森林の保全や修復には多くの人手と協力が必要になることから、小笠原グリーン株式会社は、森に親しみながら森林保全の知識を身に付けられる仕組みとして「Team Wood Recycle」通称「TWR」という活動を立ち上げました。

この取り組みは、林業が存在しない小笠原において、島内で発生した樹木資源を住民協働でリサイクルし、自然再生を目指す活動として2022年4月に開始しました。活動の拠点である国有林「洲崎村民の森」では、島の子供たちに森と触れ合う経験を通して、環境保全のための知識を実践的に身に付けてもらう親子参加型のイベントを企画・実施し、現在では島民の10%以上もの人が参加する活動に拡大しています。（図2）

（1）小学4年生の総合学習を利用した「森づくり年間計画」

このTWRの活動の一環として2023年から実施しているのが、島の教育機関と連携した「森をつくろう！」プロジェクトです。このプロジェクトでは、島内の小学4年生の総合学習の時間を利用して「洲崎村民の森」における植生回復の取り組みをテーマとして、学び、計画を立て、小学生自らが伐根や植栽などの森林施業を実行する実践的なカリキュラムを構築しています。2023年に実施したカリキュラムでは、1学期に小笠原の在来種と外来種の特性や種類を学び、2学期には各自が興味を持った植物の特徴について調べ、学内発表を通して理解を深め、3学期には9か月間で学んだ植物と森林再生の知識を生かした、小笠原の



図2 子供たちによる伐根作業の様子

森が目指すべき方向性をまとめた「年間作業計画」を策定しました。この年間計画は、小笠原諸島森林生態系保全センターの協力のもと『洲崎国有林地森林整備マスタープラン』をベースとして立案しています。その中身は、月次での外来種の引き抜き計画や在来種の植栽計画だけでなく、森林環境整備の一環として、伐採した樹木から作ったウッドチップを敷き詰めた道づくりの計画や、利用者のための看板設置の計画などが盛り込まれ、子供たち自らが森をデザインする仕組みになっています。（図3）



図3 2024年の森づくり活動をまとめた年間スケジュール

（2）地域協力による取り組み参加者へのインセンティブの提供

この森づくり活動は、計画を作成した小学生のみならず、地域住民も参加可能なオープンイベントとして実施しています。この活動を島民に広げるための仕組みとして取り入れたのが、活動に協賛する事業者との間で発行する地域通貨の仕組みです。（図4）

TWRの活動では、森づくりで発生した間伐材を薪炭やウッドチップに加工し、島内で炭を利用する飲食事業者や農家に提供する代わりに、森づくり活動に参加した人に配られる地域通貨チケットを1枚 500円分のチケットとして店舗等で使用させてもらったり、農産物と交換させてもらうことで、間接的に森づくり活動に協賛いただくスキームを構築しています。これにより、活動の参加者には地域通貨を貰えるというインセンティブが得られ、活動を協賛する事業者には、そうした地域通貨を使い活動の参加者やその親・友達等が来店することで、集客の向上というメリットが得られます。

森づくり活動が無償ボランティアに留めるのではなく、地域経済の循環に結び付けた活動とすることで、森づくりに関与するすべての人の“Win”を作り出したことが、本プロジェクトの特徴です。



図4 地域通貨のチケット

3 取組の成果と課題

（1）本プロジェクトによる3つの成果

国有林「洲崎村民の森」を拠点とした民国連携のこの取り組みでは、次のような成果が得られました。

第一に、国有林を林業・環境教育の場として活用できた点です。林業が根付いていない小笠原において、島の次世代を担う子どもたちに森づくりを学び経験してもらうことは、島の未来にとって重要な教育のひとつです。第二には、子供たちのみならず、大人や島外から小笠原を訪れる観光客・出張者にも開かれた「森に触れられる場」としての仕組みを構築したことで、国民の森林としての国有林野の積極的な活用を実現することができました。そして第三には、そうした活動を持続可能な取り組みとするための工夫として地域通貨の仕組みを取り入れたことで、森づくりと地域経済の循環を結び付けた活用の方法を示したことです。森づくりに関わる全ての人のメリットを作り出す工夫を考案したことで、活動開始から2年という短期間で、島民の10%以上が参加する取り組みに成長させることができました。（図5）

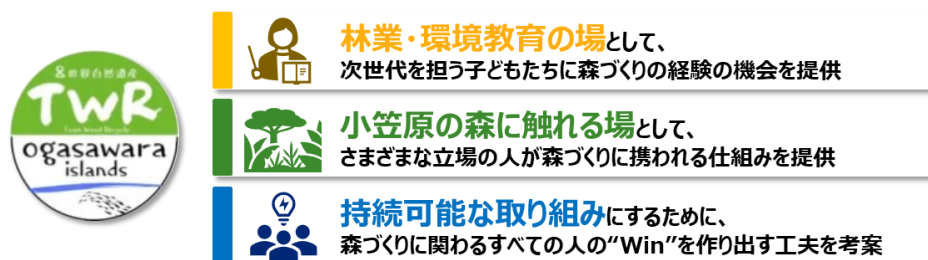


図5 本取組の3つの成果

（2）本取組における課題と展望

一方で、この取り組みを拡大し、より幅広い役割を担っていくためには、運転資金の確保という課題があります。現在では、小笠原グリーン株式会社のCSR活動として企画・実施するなかで、地域企業や事業者からの協賛を得て運営していますが、中長期的な活動に繋げていくためには、より踏み込んだ取り組みを講じる必要があります。

そのアイディアのひとつとしては、小笠原の豊かな自然環境を活かし、二酸化炭素の吸収量をエビデンスとしたカーボンクレジットを創出することにより、環境に経済性を持たせる取り組みが挙げられます。2023年に日本のカーボンクレジット市場が開設され、J-クレジットを売買できる環境が整備されました。昨今の環境規制の強化や投資家の環境意識の向上に伴い、森林由来の吸収系カーボンクレジットに対する需要は高まる一方で、クレジットの供給が追い付いていないという現状があります。こうした状況を利用することで、森づくり活動を通じたクレジットの創出を森林の保全活動や環境教育に役立てる土台とする方法も考えられます。

4 まとめ

本発表では、小笠原における島民参加型の森づくりプロジェクトをご紹介しました。世界自然遺産という森林環境の豊かさや地域的な特異性とは裏腹に、島民レベルでは森と触れ合い森を学ぶ機会が乏しかった小笠原において、国有林を拠点とした民国連携の森づくりを継続的に実施できている点は大きな成果だと言えます。一方で、活動を広げていくためには、地域協力の輪を広げ、地域経済の循環と結び付けた活動として展開していくとともに、経済的な自走の仕組みも求められます。

本取組は今後も継続して実施していくものであり、そうした課題への対応を民国連携して乗り越えていくことが我々の願いです。

イヌワシの保全につなげる木材の利活用



赤谷森林ふれあい推進センター 神田 駿
(公財) 日本自然保護協会 森本 裕希子

1 はじめに

(1) 赤谷プロジェクトとは

「赤谷プロジェクト」は、群馬県みなかみ町北部、新潟県との県境に広がる、約 1 万 ha (10km 四方) の国有林「赤谷の森」をフィールドとして、地域住民で組織する赤谷プロジェクト地域協議会、(公財) 日本自然保護協会、林野庁関東森林管理局の 3 つのセクターが中核団体となって、協働して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。

(2) 赤谷プロジェクトがめざすもの

ア 生物多様性の復元：赤谷プロジェクトでは、この地域の地形や地質、気象に応じた多様性に富んだ生態系の実現に向けて、豊かな自然環境の保全や復元を目指します。

イ 持続的な地域づくり：自然環境の復元、保全の取組は地域社会との関係の上に成り立っています。現在ある豊かな自然環境を保全しながら、自然を損なわないように活用していく地域づくりを進めています。



図1 赤谷の森に生息するイヌワシ

(3) 取組事例

ア 人工林から自然林への復元：赤谷プロジェクトが対象とする国有林は約 1 万 ha です。赤谷プロジェクトでは現在約 3 割を占めるスギやカラマツなどの人工林を 1 割に減らし、元々あった自然の森に復元することを目指しています。

イ 猛禽類の狩場創出：生物多様性の指標種であるイヌワシの生息地に適した環境としていくための森林管理を行っています。イヌワシは獲物を取るために大きく開けた空間を必要としています。しかし、アクセスの悪い奥山の人工林施業では不落札となることもあり、そのような隙間がない人工林では冬の繁殖期にイヌワシが獲物を獲れないことが問題とされていました。そこで、小面積皆伐にてイヌワシの狩場を創出するために多様な関係者と検討し、4 回の国有林の伐採を行いました。モニタリング調査の結果、これら第 1～第 4 次試験地でのイヌワシの狩り行動の頻度は高くなっていることが分かっています。

2015年伐採
第1次試験地(1.82ha)



2017年伐採
第2次試験地(0.84ha)

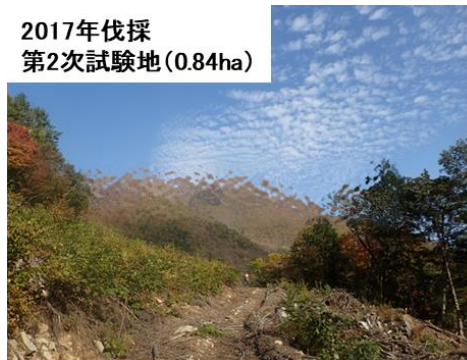




図2 イヌワシの狩場試験地

(4) 本取組が目指す姿

(3) で説明した「自然林再生」、「イヌワシ保全」のために伐採された木材を、さらに持続的な地域づくりの観点から「木材利活用」にまでつなげていくような、複数の目的が重ね合わさった取組となっています。試験地から伐採された木材を赤谷プロジェクトのストーリーをのせたブランドとして製品化し、希少種や森林の保全につながる木材の需要を高めて高付加価値化を図ることで、イヌワシが生息するような奥山の施業を促進していくことを目指します。



図3 目指す姿

2 具体的な取組

(1) 第2次試験地から伐採された木材について

イヌワシの狩場第2次試験地から伐採されたスギは、丸太で公売され、地域内製材業者が落札しました。初めての取組であり、どのような木材が利用されやすいのか分からなかったため、関係者と相談しながら、汎用性が高いと思われる2×4、1×4、1×8の2mの角材・板材に加工しました。その運送・製材乾燥等の費用は、(公財)日本自然保護協会が企業から得た支援金などを活用し、赤谷プロジェクト地域協議会メンバーでもある建築事業者が事例づくりを重ねました。また、その事業者は枝葉を林野庁から購入し、アロマオイルを精製し商品化にも繋げました。

(2) 第4次試験地から伐採された木材について

第4次試験地のアカマツは立木販売として出されたものを地域内伐採事業者が落札しました。そして、イヌワシの保全につなげる木材利活用のモデルづくりのために、企業からの支援金などが活用されました。アカマツは近年あまり流通していない樹種であり、曲がりやねじれも多い樹種であることから(公財)日本自然保護協会は地域内製材業者の協力を得て、低質な材の特性も踏まえつつ企業からの支援金で製材乾燥をしました。最終的に、厚みだけを揃えて耳付きとし、延長4mと2mの板材や角材に加工しました。



図4 第4次試験地の木材

（３）一般の方にむけた募集

これらの取組について、赤谷センターで作成している「赤谷の森だより」やみなかみ町の広報誌から情報発信するとともに、木材利活用の協力者を募りました。

３ 取組の結果

（１）狩場試験地の木材から多くの製品が誕生

イヌワシの保全につなげる木材は、赤谷プロジェクトの取組に共感する方々に購入、利活用されています。現在では 20 件を超える実績があり、テーブルや椅子、スノーボードなどの様々な製品が生まれています。



図5 狩場試験地の木材を利用した製品事例

（２）関係者の増加

今年度の会議にはこの取組に関心を持つ地域の方々が新たに 10 名参加され、総勢 25 名で今後の木材ブランディングの方向性等について話し合いました。赤谷プロジェクトの関係者が増加したことも大きな成果だと言えます。木材流通に掛かるコスト高に対しこの場面では企業の支援金を活用しましたが、取組の持続性のためにはブランディングがカギであるということに関係者の皆様と確認しました。現在、イヌワシの保全につなげる木材のブランディングやそこから生まれた製品の高付加価値化に協力して取り組んでいくための検討を行っています。

4 まとめ

「自然林復元」「イヌワシ保全」「木材利活用」の目的を重ね合わせて、施業が進みづらい奥山の森林整備を促進し、「持続的な地域づくり」にも貢献しました。このように社会課題解決に自然を活用する概念は、NbS (Nature-based Solutions) と呼ばれており、これは自然保護や森林保全の取組だけでなく、気候変動対策や防災、農林水産業の振興など、様々な社会課題の解決にもつながるように複数の目的を重ね合わせて、取組を推進していくという考え方に基づくものです。自然環境や社会の課題解決が国際的にも重要視されている中で、NbS への企業の関心も高まっています。本件はこうした企業の支援等も生かし、社会ニーズに合致した木材のブランディングに取り組んだものです。

今後も地域とともに木材の高付加価値化を図りながら、生物多様性の復元に向けた森林整備を進め、ネイチャーポジティブの実現に繋げていきたいと考えています。



図6 Nature-based Solutions (自然に根ざした解決)

みなかみネイチャーポジティブプロジェクトとの連携

本取組はみなかみネイチャーポジティブプロジェクト（以下 NPPJ）と連携した取組となっています。NPPJ は、群馬県みなかみ町、三菱地所株式会社、（公財）日本自然保護協会が、2023 年から 10 年間の連携協定に基づき進めている取組です。行政・企業・NGO が一体となって、それぞれの知見を生かしながら、ネイチャーポジティブな社会の実現を目指しています。NPPJ では、企業版ふるさと納税を活用し、三菱地所が、みなかみ町に「環境・生物多様性保全活動への支援」として寄付をしています。

赤谷プロジェクトと同じみなかみ町をフィールドとするプロジェクトであり、今後も様々な場面で連携しながら「生物多様性の復元」と「持続的な地域づくり」を達成していきます。



図7 NPPJ 三者連携協定のイメージ



図8 ネイチャーポジティブとは

林業の認知度向上のためのイベントの創造・実施

群馬県立農林大学校 書上 陸斗

1 課題を取り上げた背景

林業の認知度は低いと感じています。実際に私も、「林業」自体を知らない人に多く出会いました。林業は、育成した樹木を伐採して木材資源を生産する他にも、森林の維持管理や環境保全などの重要な役割を果たしています。これからの日本に、林業を発展させていく若い技術者は欠かせません。そのため1人でも多くの若者に林業を知ってもらい、職業選択の際に候補の1つとなるように浸透させることが、担い手を増やす第一歩だと考えました。

2 具体的な取組

本調査では、「林業教室」と題して、林業を題材にした体験型イベントを創造・実施することで、職業「林業」の認知度向上に取り組みました。イベントは林業の役割と重要性を伝える「知識講座」と、チェーンソー競技の実演を交えた「体験講習」の二部構成で、農林大学校の学生が対象施設に出向いて実施しました。その体験前後で、参加者にアンケート調査を行い、イベント開催の効果を検証しました。

- (1) 実施施設 第1回 群馬県立利根実業高等学校で1年生75人を対象に実施
第2回 群馬県立農林大学校文化祭「第41回榛の木祭」で一般客40人を対象に実施
- (2) 実施期間 2024年3月～11月（イベントは第1回を7月12日、第2回を11月9日に実施）
- (3) 対象者 高校生～一般の方
- (4) 使用道具 チェーンソー、くさび、刈払機、個人装備、丸太、馬型丸太設置台、切り株型丸太設置台、ハンマー、フェリングレバー、チルホール、トングなど。

(5) 実施内容

ア 意識調査

林業を学ぶ森林コースの1・2年生の学生を対象に、林業に対する意識調査を実施しました。質問は、「林業の存在を知った時期」と「林業関連の仕事に就きたいと思った時期」の2つです。

イ イベント「林業教室～チェーンソー実演と体験会～」の実施

イベントのプログラムは、まず、メンバーの紹介をし、林業の存在と役割について知って、興味を持ってもらうことを目的とした「知識講座」を行いました。その後、野外に出て、対戦形式でチェーンソー競技の実演を行い、迫力あるチェーンソーの音と共に森林コースメンバーの技を見学してもらう「体験講習」を行いました。企画では、林業現場で実際に使われている道具を紹介し、手で持ってもらうなど、体験を重視した参加型イベントを創造しました。最後に、森林コースの紹介と参加者全員で写真撮影を行いました。

ウ 体験前後で林業に対する理解度などのアンケート調査

(ア) 回答数の変化

調査項目は、林業の仕事、また、イベント内容を理解してもらえたかを判定するための「理解度」、林業の仕事や役割、重要性について、イベントを通して興味を持ってもらえたかを判定するための「興味・関心度」、イベントが要因で就職を視野に入れて考えてもらえたかを判定するための「就職希望度」の3つです。体験前後で同じ項目を実施しました。また、4段階で選択肢を設け、各項目で選択した人数の変化を調査することで、イベントの成果を数値化しました。

(イ) 得点（平均）の比較

参加者の回答から、調査項目の得点（平均）を算出し体験前後の比較を行いました。

エ マニュアルの作成

体験後のアンケートから、イベントが持つ影響力を読み取り、会場の様子と参加者の感想から総合的にイベント開催の効果を検証しました。その上でポイントや改良点をまとめ、森林コースの後輩や林業に携わる団体に提供する「実施マニュアル」を作成しました。

3 取組の結果

(1) 意識調査

森林コースの1・2年生を対象に行った林業に対する意識調査の結果を図1に示します。林業は、認知度の低い職業であるため、低年齢から親しみを持ってもらうことが重要であると考えました。

また、結果から質問1と2いずれも「高校生

」が高い割合を示しました。そのため、イベントを行う対象として、高校生が有効であると判断し、第1回は高等学校での実施が決定しました。

(2) イベント「林業教室～チェーンソー実演と体験会～」の実施

イベントでは、予定していた全てのプログラムを実施することができました。

ア メンバー紹介

イベントの競技選手・スタッフである森林コースの学生6人の思いやエピソードなどを織りまぜて紹介し、興味を持って貰えるように実施しました。

イ 知識講座

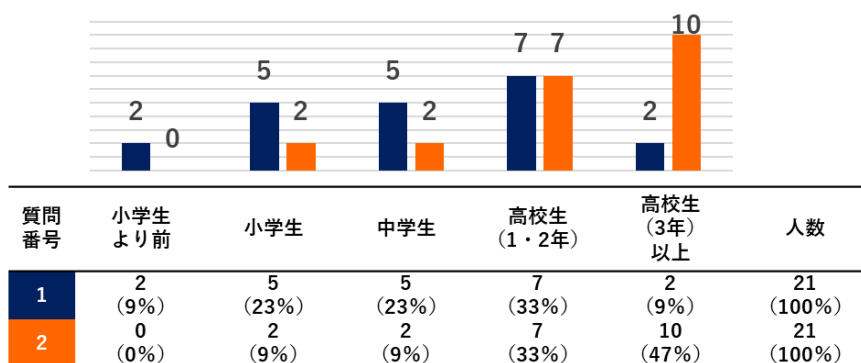
第1回は会議室、第2回は野外で「知識講座（図2）」を実施しました。「水でつながる山・海・空」、「山のしごと『リンギョウ』」と題して、自然と森林の関係から、それらを守る林業の重要性を伝える講習を行いました。

ウ 体験講習（競技）

「体験講習」のチェーンソー競技実演（図3）では、森林コースの学生が日々練習を重ねてきた技を1競技2人で対戦することで、チェーンソーの迫力ある技術を披露しました。

エ 体験講習（企画）

「体験講習」では、実際に参加者に体験してもらうことを重視した参加型の企画（図4）を実施しました。第1回は、雨天のため、体験講習の会場は、あらかじめ検討していた屋根のある倉庫での



質問1 林業の存在を知った時期

質問2 林業関連の仕事に就きたいと思った時期

(対象：群馬県立農林大学校・森林コース1・2年生21人)

図1 林業に対する意識調査結果



図2 知識講座



図3 体験講習（競技）

実施となりました。

オ 森林コース紹介・記念写真撮影

林業に興味を持った人の進路先として「森林コース紹介」を行い、最後に、参加者全員で「記念写真撮影」を実施しました。

(3) 体験前後で林業に対する理解度などのアンケート調査

ア 回答内容の変化

回答内容の変化（図 5）では、イベントに参加して、チェーンソー実演の見学や、実際にチェーンソーを持つ体験をして、林業を知ったことで、第 1 回・第 2 回の全ての項目で多くの人の得点が上昇しました。重視していた「認知度」では、第 1 回・第 2 回共に「あまり知らない人」「全く知らない人」が、体験後では 0 人になり、全ての参加者に林業を認知してもらえたことが確認できました。第 1 回の「興味・関心度」では、「全く知らない人」が 0 人になり、全ての参加者に興味・関心を持ってもらうことができました。

イ 得点（平均）の比較

得点（平均）の比較（図 6）では、第 1 回の体験前では林業の認知度が低く、「理解度」「興味・関心度」「就職希望度」の 3 項目で得点平均が低かったが、イベント参加後にチェーンソー実演や体験を通じて林業への理解が深まり、得点平均が向上しました。

しかし、第 2 回では対象が林業や農林大学校に係る参加者が多かったため、体験前の得点平均は高かったものの、上昇量は前回よりも低かったです。

1 理解度

2 興味・関心度

3 就職希望度

番号	調査内容	回答（数字＝得点）	第 1 回（利高 75 人）		第 2 回（榛祭 40 人）	
			体験前	体験後	体験前	体験後
1	理解度	4 「かなり知っている」	1	40	9	16
		3 「少し知っている」	25	34	13	23
		2 「あまり知らない」	40	0	13	0
		1 「全く知らない」	9	0	5	0
2	興味・関心度	4 「とてもある」	5	27	12	15
		3 「少しある」	36	45	19	19
		2 「あまりない」	29	2	7	1
		1 「全くない」	5	0	1	3
3	就職希望度	4 「とても思う」	0	0	9	7
		3 「少し思う」	8	29	8	15
		2 「あまり思わない」	46	35	13	13
		1 「全く思わない」	21	10	10	3

図 5 体験前後のアンケート結果＜回答内容の変化＞

第 1 回（利高 75 人）				第 2 回（榛祭 40 人）			
体験前		体験後		体験前		体験後	
2.24	1.03 上昇	3.54		2.65	0.72 上昇	3.41	
2.55	0.82 上昇	3.34		3.08	0.11 上昇	3.21	
1.83	0.43 上昇	2.26		2.4	0.13 上昇	2.68	

図 6 体験前後のアンケート結果＜得点（平均）比較＞

(4) マニュアルの作成

参加者のアンケートから、体験後にチェーンソーの重さ、そして林業の現状と重要性を重く捉えつつ、個人で考えを深めていることが分かりました。競技の実演では、くさび模擬体験（図 7）など体験を重視した企画の時間を多く取り



図 7 くさび模擬体験



図 8 切断面を触る参加者

入れたことで、チェーンソーの切断面を触ったり（図8）、チェーンソーを構えてみたりなど、積極的にイベントに参加する様子が見られました。参加型のイベントは、実演や実物を使って行うと強い印象を与えることができる、ということが、参加者の反応から読み取ることができました。



図9 競技後のインタビュー

また、競技選手へのインタビュー（図9）を通して選手に興味を持ってもらったり、道具の解説を学生が行ったりすることで、より身近に感じてもらったことが今回のイベントの工夫の一つです。次回につなげるために、今回のポイントや改良点をまとめた「実施マニュアル」（図10）を作成しました。



図10 実施マニュアル

4 まとめ

- (1) 今回のイベントは、林業の認知度向上を主の目的として実施することより「林業」に触れてもらう時間がつくれたことが最大の成果です。初めてのイベントのため、企画・実施が非常に困難でした。対象施設や年齢に合わせた内容の設定とスライド制作、時間・人員構成の調整、打ち合わせを兼ねた事前挨拶など、想定していた以上に行うことが多かったです。
第1回のイベントでは、雨が降っていましたが、雨天時の対応策を取っていたことで、屋根のある車庫を借りて対応することができました。イベントは、先生や友人のアドバイスを踏まえつつ、協力してもらうことで無事に開催することができました。ただし、企画・計画に時間を要し、イベントを数多く実施することができませんでした。対象施設によっては、十分な時間余裕をもって開催の検討・依頼を行うことが必要であると感じました。
- (2) 改善点として、十分な練習時間の確保と担当の分担制の導入が挙げられます。計画に多くの時間を費やしたため、その時間を競技や講座の練習に充てることで、より質の高いイベントを実現できると考えられます。また、主催者は全てに目を向ける必要があるため、監督役に徹し、他の協力者とともに各項目を分担して実施することが重要であると考えます。
- (3) イベントを実施する上で重要なのは、伝える姿勢です。林業に限らず、認知度の向上を目的としたイベントでは、講座・講習内容に加え、迫力やかっこよさなどの魅力をどのように表現して、何を伝えるか、ねらいを明確にして工夫を施すことで参加者にインパクトを与えることができます。開催者（選手やスタッフなど）の真剣に取り組む姿勢が、参加者の耳を傾けさせ、大きな効果を生むことを実感しました。
- (4) 今回の調査で、イベントが参加者の認知度向上に与える効果が検証されました。このようなイベントを通じて、一人でも多く、林業に携わる人を創り出したいです。立案・準備・実施時の参考として作成した「実施マニュアル」を森林コースの後輩や、林業に携わる団体に提供することで、今後、各地で林業のイベントを継続して展開してほしいです。

学校林活動による児童の森林に対する意識の変容について ーアンケート調査を活用した取組の改善ー

山梨森林管理事務所 田中 裕貴
平田 和嗣
遠近 深空

1 問い

はじめに、人と森の間にある様々な問題の根源とは何でしょうか？

この問いを掘り下げ、森に対する〈人のふるまい〉に着目すると、森の恵みを無関心に享受するなど、人と森の相互的な関係の喪失が根源に発見されます。

このような問題意識の下に、人々の現実の生活の中に森が根ざすことが重要であり、そのためには幼少期から森林の正しい知識を学び、森林を体験することによる関係の構築が必要です。

つまり、森林教育は子供たちの様々なことを学ぶという教育上の観点はもちろん、人と森に関する問題の解決の観点からもその重要性が指摘されると考えます。

2 森林教育の課題と目的

森林教育の実施には、様々な課題があります。

第一に、教育のプロが必ずしも森林のプロではないこと、また逆も同様です。

第二に、森林は、教科の様々な分野に横断しており、学ぶ機会が分散してしまっているということ。

第三に、意識的な森林の学びがあったとしても、それが座学中心であり、イベント的な体験となってしまうことが挙げられます。

こうした課題を踏まえ、今回の森林教育の目的を「“教育のプロ”と“森林のプロ”が協同、縦軸のストーリーを持った森林教育により児童の生活と森林を結びつける」こととし、当所で長年学校林協定を結ぶ相川小学校（5年生を対象）と甲府市の3者により、学校林活動の取組を改善しました。

効果検証には先行研究（※「8 参考文献」参照）を参考とし、アンケートの設問などを考えました。

3 取組の改善とスケジュール

従来の活動は、丸太切りと木工体験をメインとした活動を行い、それらを踏まえて調べ学習と作文を行うというイベント的な体験の要素が強い内容でした。

今年度は、当所職員による出張事前授業を追加し、一貫した縦軸のストーリー設定を目指しました（図1）。

具体的には、FORMを利用した「事前」アンケート（図2）を児童に実施し、その結果から授業設計に係る打合せ（写真1）を行い、9月、10月の活動に入りました。

6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
学校打合せ			活動準備	丸太切り 木工体験	調べ学習	作文

6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
第1回 学校打合せ	事前：児童 アンケート (授業設計/ 対照回答)	第2回 学校打合せ (授業構成)	第1回 事前授業 活動準備	第2回 事前授業 丸太切り 木工体験	調べ学習 直後：児童 アンケート (効果検証)	作文 事後：児童 アンケート (定着確認)	第3回 学校打合せ (来年度に 向け)

図1 従来と今年度のスケジュール

図2 Microsoft Formによる「事前」アンケート



写真1 授業設計に係る打合せ

その後、活動「直後」の11月に効果検証用のアンケートを行い、12月の作文が終了したのちに定着確認の「事後」アンケートを行いました。

1月には、一連のアンケート結果を検証し、来年度の改善に向けた打合せを行いました。

4 授業構成と縦軸のストーリー

授業内容に関する改善内容については、まず事前アンケートにより、初めて森林を学ぶという児童が半数おり、また林業を知らないという児童も同様に半数がいることが分かりました。

そこで、事前授業では、森林・林業の基本を伝える必要があると判断されました。

1回目の授業で、森林の8つの多面的機能について説明し、2回目の授業ではその中の物質生産機能に着目し林業について授業を行いました。



図3 授業構成等学習の流れ

ここでは、児童参加型の授業となるように付箋を用いたイメージの言語化やクイズを取り入れるように心がけました。

次に丸太切り体験については、丸太を実際に切るということに加え、事前授業で学んだ森林の機能を実際に感じてもらえるように話をする時間もとります。

この丸太切り体験にて自分で伐った円盤を使用し、木工体験につなげることで、木材が森から出て自身の生活の中に入っていくことを体感してもらいます。

その後、調べ学習と作文により、私と森の関係を言語化することによる定着を図っています。

このような縦軸のストーリー（図3）を設定し、知識と体験の結びつきを重視しています。

5 アンケートの方法

アンケートは、活動の「事前」・「直後」・「事後」の3回行っています。

内容は、森林の好感や生活とのつながりの意識変化を数量的に把握するリッカート尺度と、「言葉」が「世界」との関係を表すと考え、森林に対するイメージの自由記述をワードクラウドにより考察しました。

ワードクラウドとは、テキストマイニングの手法の一つで、語句の出現頻度に応じて文字サイズが変わります。

6 アンケートの結果

(1) 好感と生活への結びつき

まずは、森林に対する意識変化の数量把握です。

それぞれの設問に対して、「そう思う」～「そう思わない」を5段階で回答を得ました。

青色がポジティブな回答で、赤色がネガティブな回答を表します。帯グラフ全体が右側にシフトするほどポジティブな傾向変化です。

1 問目「あなたは森林に行くことを楽しいと思えますか？」の問いに対しては、「事前」から「直後」にかけてポジテ

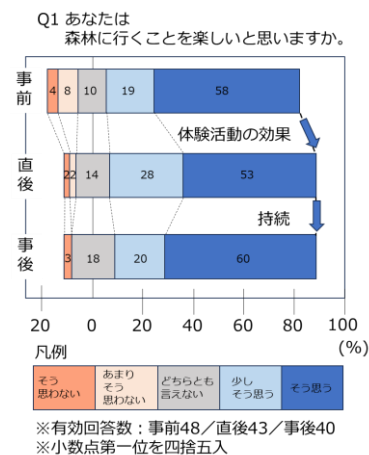


図4 アンケート結果（1問目）

ィブな傾向の変化が見られました（図 4）。これは複合的な要因によりますが、後述の自由記述などから、特に丸太切り体験で実際に森に入る活動が影響したと考えられます。その後、実際に森林に入ってから 2 か月経過した「事後」アンケートでも持続しており、一過性の変化ではないことが分かります。

2 問目「あなたの生活に森林が深く関わっていると思いますか？」の問いに対しては、事前から直後にかけて、「直後」から「事後」にかけて、一貫してポジティブな傾向の変化が見られました（図 5）。これは、事前授業で知識を学び、調べ学習と作文により言語化を通して森林との関係に向き合った結果であると考えます。

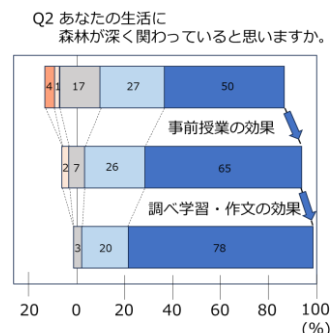


図 5 アンケート結果（2 問目）

森林に行くことの楽しさには個人差が出てしまうものですが、生活との結びつきははっきりと 100%に近い意識の変化を生み出すことができました。「森林に行くことは苦手だが、その存在は自身の生活にとって不可欠なのだ」と学んだ児童がいるということは、大きな意義であると考えます。

（2）森林のイメージ

次に、森林のイメージに関する自由記述のワードクラウドです（図 6）。

「事前」アンケートでは、森林＝自然という漠然としたイメージの回答が多くなりました。

その後、事前授業と体験活動の直後には、「地球温暖化防止」「木材」「環境」などといった事前授業で説明した森林の機能に関する記述や、「リラックス」「リフレッシュ」のような実際の森の中に入ることによって感じられる記述等、知識や体感に基づくイメージへと変化しました。

そして、作文の後に実施した「事後」アンケートでは、「生活」という言葉が多くなり、「おいしい」や「土砂崩れ」「住処」など自身の生活の中にある森林との具体的な関係を表す語句に「場所」という文章構造が増えました。また、ダイレクトに 8 つの機能がある場所であると回答してくれた児童もいました。

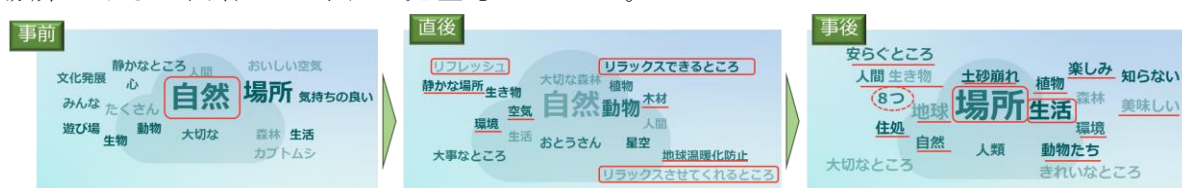


図 6 Q「あなたにとって森林はどのようなところですか（自由記述）」に対するワードクラウドによるアンケート結果

このように一連の授業により、森林と児童の生活が結びついたことが見えてきます。またイメージの変化の把握により、事前授業や体験活動はもちろん、事後学習である調べ学習と作文による能動的な学びの、言語化の過程が非常に重要であると考えられます。

（3）授業との因果関係

最後は、授業と考えたことの因果関係です。

自由記述は、授業の主な構成要素である事前授業・丸太切り・クラフト体験のそれぞれの記述があり、大きな偏りはありませんでした。その内容については、「森林と自身の

生活」や「林業と環境」に関する記述が多く、縦軸のストーリーで伝えたかったことをしっかりと学んでいることが確認できました。また、「太さ」、「硬さ」、「気温」など実際に森に入る活動の五感による記述も見られ、体験と知識のリンクも確認できました。

今回の取組改善の効果に関しては、従来活動の評価が明らかではないため比較はできません。しかしアンケートの結果に加え、森林に入る活動の際に「これは森林の〇〇という機能だよ」という児童たちの会話を聞くと、知識と体験の結びつき、又児童の生活と森林の結びつきが感じられ、今回設定した目的を達成することができたと考えます。

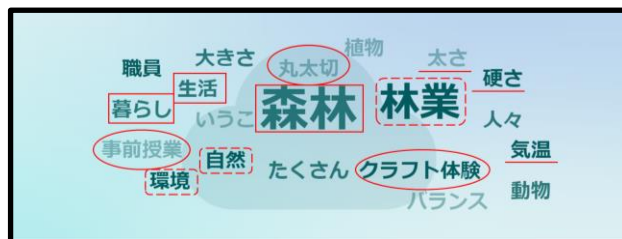


図7 Q「2回の事前授業と丸太切り体験とクラフト体験を通じて、森林や林業のことで感じたことや考えたことを教えてください（自由記述）」に対するワードクラウドによるアンケート結果

7 取組の総括（授業の反省・改善／持続的な取組に）

今回一連の授業で最も印象に残ったことを聞いたアンケートでは、「丸太切り体験」が最も多い回答となりました。

大きな印象を与えた丸太切り体験ですが、すでに用意した丸太を使用しているため、立木の伐採や林業従事者からの話を聞く機会を作れたら、より良い活動になったのではないかと考えます。

また、森林との関係構築には、難しく考えずに森林とふれあい、ただ向き合う時間も大切であり、こうした観点も今後取り入れることはできないか、検討の余地があると考えます。

さらに先生を対象としたアンケートでは、「当所職員が授業を行うことでキャリア教育にもつながった」という副次的効果に関する回答も得られました。このことから外部講師の有用性が示され、来年度からは甲府市からも授業を提供することとなりました（写真2）。

最後に、今回実際の授業を組み立てる中で、「教える・伝える」ということは、提供側のコストと効果が最初は比例しますが、いずれは能動的に学ばなければ乗り越えられない壁にたどり着くということが見えてきました。人手不足の現場においては、少ない労力でこの壁まで導くことが重要であり、今回の一連の授業がカリキュラムとして定着することが重要です（図8）。この定着に向けては、実施体制を維持し、今回作成したカリキュラムを基に年度ごとの授業構成の調整が必要であり、引き続き小学校と市役所と協同して、本取組を充実したものとしていきたいと考えています。



写真2 授業の反省と副次的効果

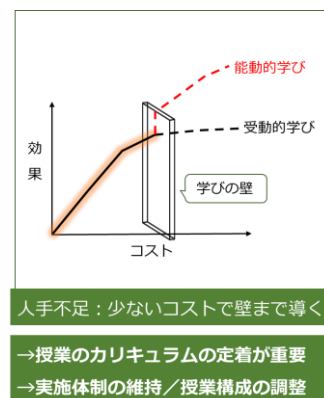


図8 コストと効果のイメージ

8 参考文献

- ・石川智代（2023）三重県における森林や木、木材に対する子どもの意識ーキッズ・モニターアンケート「森林教育について」の結果からー
- ・大石康彦・井上真理子・野田恵・小玉敏也（2017）森林体験を伴う環境教育活動による意識変容とその持続性ー多摩市立連光寺小学校5年生による1年間の学習活動を事例としてー