

令和7年度

森林・林業交流研究発表集録

林野庁
近畿中国森林管理局

森林・林業交流研究発表集録の発刊にあたって

昨年は大阪・関西万博が開催され、大屋根リングをはじめとする多くの会場施設において木材が積極的に活用され、木材利用や森林の価値が大きな注目を集めました。このことは、持続可能な社会の実現に向け、森林資源を適切に循環利用していくことの重要性が、広く国民にも共有された一年であったと受け止めております。



さて、令和3年に「森林・林業基本計画」が閣議決定されてから5年が経過することから、本年は当該計画を変更する年であり、現在、林政審議会において新たな計画策定に向けた議論が行われております。

近畿中国森林管理局ではこの5年間、現行の「森林・林業基本計画」に示された伐採から再造林・保育に至るまでの収支をプラスに転換する「新しい林業」の実現に向けた様々な取組を行ってまいりました。こうした取組の基礎となるものが新たな技術の開発や導入であり、その成果の現場への普及・定着を図るためには、研究・教育機関を含むすべての関係者間において研究成果を共有しながら普及啓発に連携して取り組むことが不可欠であります。こうした意味合いからも、森林・林業交流研究発表は、大変意義のある場だと思っております。

本研究発表会は、昭和43年（1968年）から国有林の「業務研究発表会」として開催し、当局職員はもとより各種研究機関、高等学校の皆様等、多様な視点からの発表の場となっております。これまで発表された課題数は、約千五百課題におよび、各地域における新たな技術の開発・導入・普及に関する幅広い情報・経験の共有や、次世代を担う若手の方や学生の皆様の人材育成にも貢献しているものと考えます。

本集録は令和7年度の研究発表会で発表された28課題をまとめたものです。1年生苗やシカ柵の新たな設置方法を活用した低コスト造林、竹被覆工による獣害対策、生分解性コンテナ苗の植栽試験など地域の課題に密着した幅広く、時宜にかなったテーマが多く、今後の地域の森林・林業の発展に大いに貢献するものと期待している次第です。

発表いただきました皆様及び関係各位には、厚く御礼申し上げますとともに、本発表会が、森林・林業の活性化をはじめとする地域振興並びに、それぞれの地域における林業を取り巻く様々な課題解決にとって、意義のあるものとなることを祈念いたします。

令和8年3月

近畿中国森林管理局長 上口 直紀

目 次

森林・林業交流研究発表集録の発刊にあたって 1

目次 2

研究発表

I 森林技術

○少花粉スギ生分解性コンテナ苗植栽に係る共同実証試験 6
(4年間の研究結果について)

鳥取森林管理署 藤井 亮太
鳥取県林業試験場 柴田 寛

○無線自動識別 (RFID) 用フィルムアンテナを活用した境界管理業務の効率化 12
近畿中国森林管理局企画調整課 大西 知芳
京都大阪森林管理事務所 矢納 佳実

○下刈省力化に向けたドローン除草剤散布の実施状況について 19
兵庫県但馬県民局朝来農林振興事務所 木戸 彩乃
〃 井上 靖
日本土地山林株式会社山林事業部 吉本 墨

○森林域における単独測位 UAV の飛行パターンと位置精度の実用的評価 24
滋賀森林管理署 竹内 秀行
城第 智久

○桧股国有林における1年生コンテナ苗の植栽による造林コストの低減について 33
奈良森林管理事務所 早子 航
辻村 学

○ICT活用による林道業務の効率化に関する取組 40
ー地上レーザスキャナ「アウル (OWL)」の実証ー
滋賀森林管理署 奥田 成拓
上田 富一

○下刈回数の削減・省力化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	48
～下刈実施箇所と未実施箇所の比較～	

福井森林管理署	中西 涼
	山口 真一
	小崎 浩文

○藻類を配合した航空実播工における BSC 形成の効果・・・・・・・・	55
島根森林管理署	根村 輝

II 森林保全

○被災地における建設資材（生コン）供給量不足の懸念に対する取り組み・・・・・・・・	62
～令和6年能登半島地震・奥能登豪雨の早期復旧に向けて～	

石川森林管理署	四宮 臣人
	岡倉 洋平

○樹木採取権制度を活用した効率的かつ安定的な林業経営の一考察・・・・・・・・	69
～「近畿中国1新見樹木採取区」の実施状況について～	

株式会社戸川木材	戸川 睦徳
近畿中国森林管理局資源活用課	斎藤 俊彦
岡山森林管理署	伊藤 由希

○枯れ木を見分ける・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	73
～枯れ木発見率の向上方法～	

鳥取県林業試験場	西 信介
----------	------

○水源林構造事業地における保持林業の取組（事例報告）・・・・・・・・	77
（国研）森林研究・整備機構 森林整備センター	浮田 昌和
中国四国整備局	山台 英太郎

○鹿防護柵の沢部設置方法の検討について・・・・・・・・・・・・・・・・	81
～設置経費の節減と破損リスク軽減の両立を目指して～	

広島北部森林管理署	田口 高行
	森永 啓吾

○竹被覆工によるシカ被害対策の効果検証・・・・・・・・・・・・・・・・	86
-------------------------------------	----

和歌山森林管理署	正司 康智
	三浦 はな

○ニホンジカによる被害発生地域での取組について・・・・・・・・	94
～各種シカ防護柵の比較～	

広島森林管理署	小林 莉詠
	山本 光夫
	井谷 大輔

○ヒトデ成分の忌避剤を用いたウサギ食害防止の新たな可能性……………	97
山口森林管理事務所	片岡 彰 新岡 連太朗
○ノウサギの森林被害防止のための捕獲試験について……………	102
森林技術・支援センター	佐伯 浩一
○シカの行動調査と学校林の有効利用……………	110
兵庫県立山崎高等学校	大村 莞月 上村 春翔 藤原 龍真
○クヌギ林とクリ林の育成による「広葉樹林業」のモデル構築……………	113
～大都市近郊の里山で豊かな生物を育み、生物の多様性を未来につなぐ～ 完了・検証編	
大阪府森林組合豊能支店	小島 洋平 橋田 卓也

Ⅲ 森林とのふれあい・木材利用

○七里御浜国有林における地元市町村と連携した松林を守り育てる取組について…	121
-GC（グリーン・グロー）作戦等について-	
三重森林管理署	岩元 猛
○Potential of wood products……………	129
～未来に繋げる京都府内産木材の利用～	
京都府立北桑田高等学校	岩間 龍之介 川路 優真 田中 悠仁 三橋 マイラ 安井 夕加里
○都市近郊の国有林における広葉樹の有効利用について……………	131
-こうべ森と木のプラットフォームへの参画、 神戸大学との共同研究実施協定による取り組み-	
兵庫森林管理署	富田 大智
神戸大学大学院農学研究科	東 若菜
○「みえ森林教育ビジョン」に基づく取組の促進に向けた「みえ森林教育プログラム」 の作成について……………	138
三重県林業研究所	瀧川 史也
○学校林を活用した土壌生物の採集・分類とその標本化に関する授業の試行……………	141
京都市立桃陽総合支援学校中学部	石井 巧
国立大学法人京都教育大学理学部	亀田 直記

特別発表

○森林における降水と渓流水の水質への環境影響と施業影響	144
（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所 小林 政 広	
○銘木「滑マツ」に由来する抵抗性アカマツ品種の開発	148
（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター関西育種場 高 島 有 哉	
○大阪府におけるシカ生息状況モニタリング	151
～多様な主体の連携による高密度地域及び侵入初期地域での動向把握～ 地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所 幸 田 良 介 石 塚 謙	
○スギ A 材の利用拡大に向けて	157
～丸太のヤング係数による製材の強度区分～ 島根県中山間地域研究センター 後 藤 崇 志 福 井 修 二	
審査委員講評	165
受賞結果	171
審査委員名簿	173

※ 本文の名前欄の○印は代表発表者

少花粉スギ生分解性コンテナ苗植栽に係る共同実証試験
(4年間の研究結果について)

鳥取森林管理署 業務グループ ○藤井亮太
鳥取県林業試験場 森林管理研究室 柴田寛

1 研究背景

全国のスギ人工林の半数以上が利用期を迎えており(図-1)成熟した木材資源の活用や次世代に向けた資源の蓄積のため主伐と主伐後の再造林が必要となってきます。また、近年の花粉症拡大を受け、国としても再造林には花粉の少ない苗への植え替えを推進しているところです。この研究を始めた令和3年度当時は少花粉のマルチキャビティコンテナ苗が不足していました。そうした中で、鳥取県では少花粉の生分解性苗も生産されていましたが当署管内では生分解性コンテナ苗の使用実績がありませんでした。そこで生分解性コンテナ苗が植栽後に支障が生じないか検証することにしました。

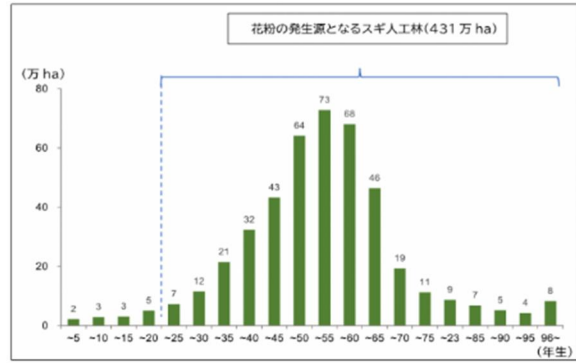


図-1 全国のスギ人工林の林齢と面積の構成

2 研究方法

試験地に3カ所のプロットを設定し、4種類の苗を混植し生育比較を行いました。表-1に調査スケジュールと管理のための施業について示します。初年度は植付、成長量調査を行い、2年目の令和4年度以降は成長量調査に加え、抜取調査を行いました。成長量調査では苗長、根本径を測定し、抜き取り調査は、発根状況、生分解性シートの分解状況について調査しました。

続いて、試験地の概要について図-2に示します。場所は鳥取県倉吉市の西鴨国有林です。中国地方最高

表-1 調査スケジュール

年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度
調査事項	成長量調査	成長量調査 抜取調査	成長量調査 抜取調査	成長量調査 抜取調査	成長量調査 抜取調査
施業等	主伐、植付 シカ防護柵			下刈	

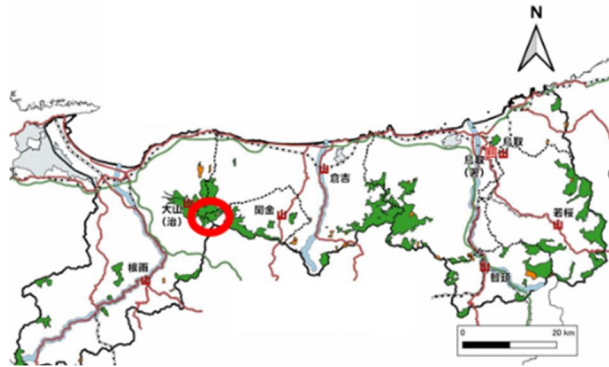


図-2 試験地位置図



図-3 プロット位置図

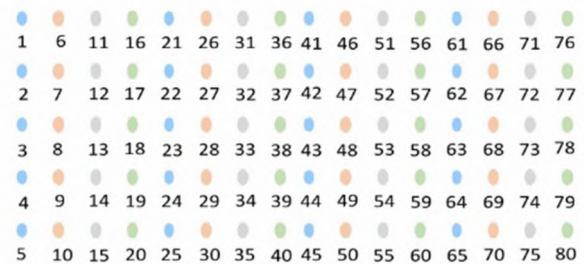


図-4 植栽配置

峰の大山の南東付近に位置しています。

続いて、図-3にプロットの位置図を示します。①、②が中腹、③が尾根下に設定しました。植栽の配置について、図-4に示します。プロット左から縦に5本ずつ、4種類を4セット、1プロットに計80本植栽しました。

使用した苗は表2に示します。樹種はスギ、苗品種は少花粉と在来品種とし、根鉢のタイプ（以降、根鉢性状といいます。）が生分解性コンテナポット（以降、生分解性といいます。）を使用した苗と、マルチキャビティコンテナ（以降、MC といいます。）で育苗した苗になります。苗品種と根鉢性状を組み合わせた4種類の苗を試験に使用し、すべて挿し木苗で市販されているものです。

植付前のMC苗と生分解性苗について、写真-1、写真-2に示します。生分解性のシートは外さずにそのまま植付を行います。

表-2 苗種類、植付本数

区域	樹種	苗品種	根鉢性状	植付本数	計
●	スギ	少花粉	生分解性	20本	80本
			MC	20本	
		在来	生分解性	20本	
			MC	20本	



写真-1 MC苗



写真-2 生分解性苗

3 研究結果

今回は平均当初樹高と平均樹高成長量の分析結果を報告します。樹高調査の結果の概要は表-3のとおりです。各統計処理にはエクセル統計を用いました。

表-3 樹高に関する調査結果

プロット	苗品種・根鉢性状	サンプル数 (本)	平均当初樹高 (cm)	平均5年目樹高 (cm)	平均樹高成長量 (cm)
①	少花粉・生分解性	14	35.4	157.6	122.2
	少花粉・MC	16	33.1	145.5	112.4
	在来・生分解性	15	43.2	212.4	169.2
	在来・MC	18	56.4	222.7	166.3
②	少花粉・生分解性	16	38.5	110.3	71.8
	少花粉・MC	17	33.4	93	59.6
	在来・生分解性	15	44.1	171.8	127.7
	在来・MC	15	58.9	161.9	103.0
③	少花粉・生分解性	14	39.7	132.7	93.0
	少花粉・MC	18	33.6	103.5	69.9
	在来・生分解性	15	47.0	179.4	132.4
	在来・MC	16	60.2	172.5	112.3

※統計処理には枯死や主軸折れ等除いた

(1) 平均当初樹高

各パターンで平均当初樹高が大きい順に左から並べ、統計上の処理を行いました。その結果、赤枠で囲った通り、開始時点で在来品種が少花粉より大きいことが分かりました(図-4)。

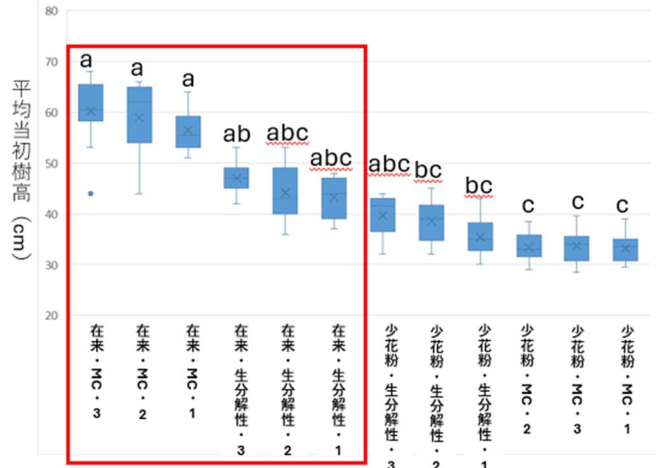


図-5 平均当初樹高

表-4 重相関係数と決定係数

重相関係数	0.809
重相関係数の2乗	0.655

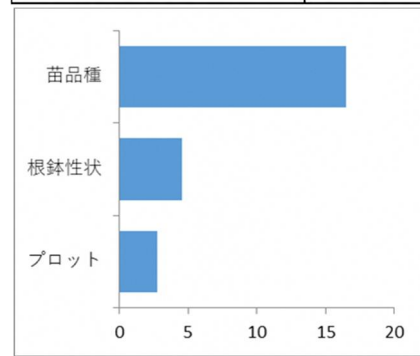


図-6 各説明変数レンジ

次に説明変数にプロット(1から3)や品種(在来品種と少花粉)、根鉢性状(生分解性とMC)のカテゴリデータを用いて、当初樹高を目的変数として数量化1類で統計処理を行い、各目的変数が当初樹高に与えている影響を確認しました。表-4の決定係数からやや当てはまりがよいモデルであることがわかり、図-5からは苗品種の影響が大きく、他の2つは影響が小さいことがわかりました。また、表-5の目的変数との相関からも苗品種が強い影響を与える結果となりました。

表-5 目的変数との相関

説明変数	相関係数
苗品種	0.773
根鉢性状	0.202
プロット	0.083

(2) 平均樹高成長量

先ほどの当初樹高と同様の処理を行った結果、平均当初樹高と順番は変わっていま

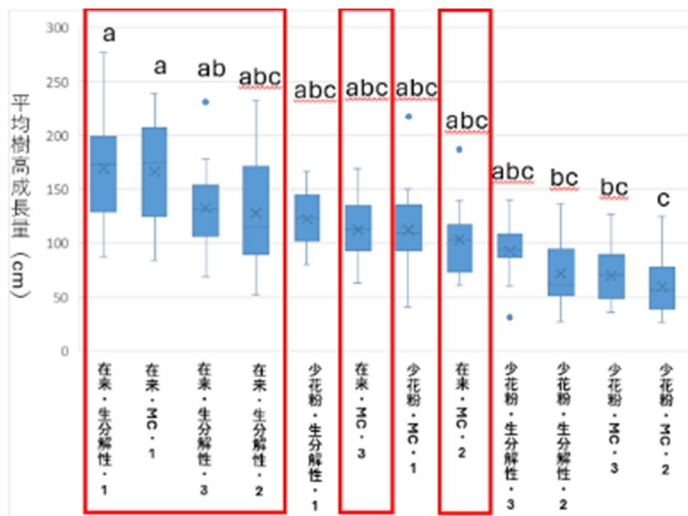


図-7 平均樹高成長量

表-6 重相関係数と決定係数

重相関係数	0.726
重相関係数の2乗	0.527

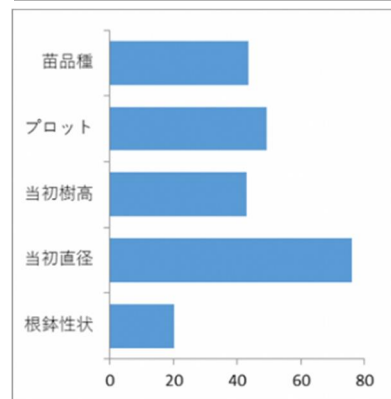


図-8 各説明変数レンジ

すが、赤枠で囲っているように在来品種が固まっており、在来品種が少花粉より成長量が多い傾向であることが分かりました。

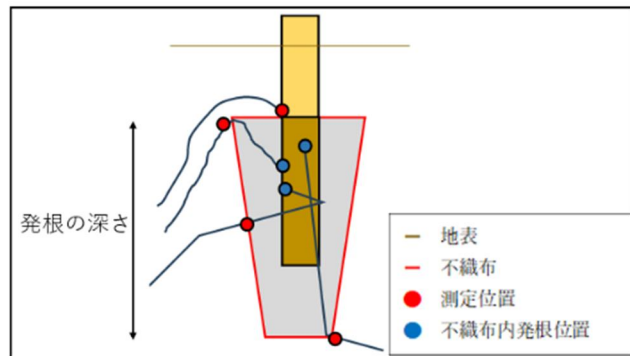
次に説明変数として当初樹高と当初直径を（１）の項目に追加し、各項目が平均樹高成長量に影響を与えるかを（１）と同様に数量化１類で統計処理を行い確認しました。数値データである当初樹高と当初直径は、当初樹高は5 cm単位、当初直径は1 cm単位で区分化してカテゴリーデータとしました。結果、表－６のとおり、決定係数からやや当てはまりがよいモデルが得られました。図－７では苗品種から当初直径までの４つの影響が大きく、根鉢性状の影響が小さいことがわかりました。表－７の目的変数との相関から苗品種とプロットが影響していることがわかりました。

表－７ 目的変数との相関

説明変数	相関係数
苗品種	0.501
プロット	0.475
当初樹高	0.222
当初直径	0.212
根鉢性状	0.153

(3) 発根状況

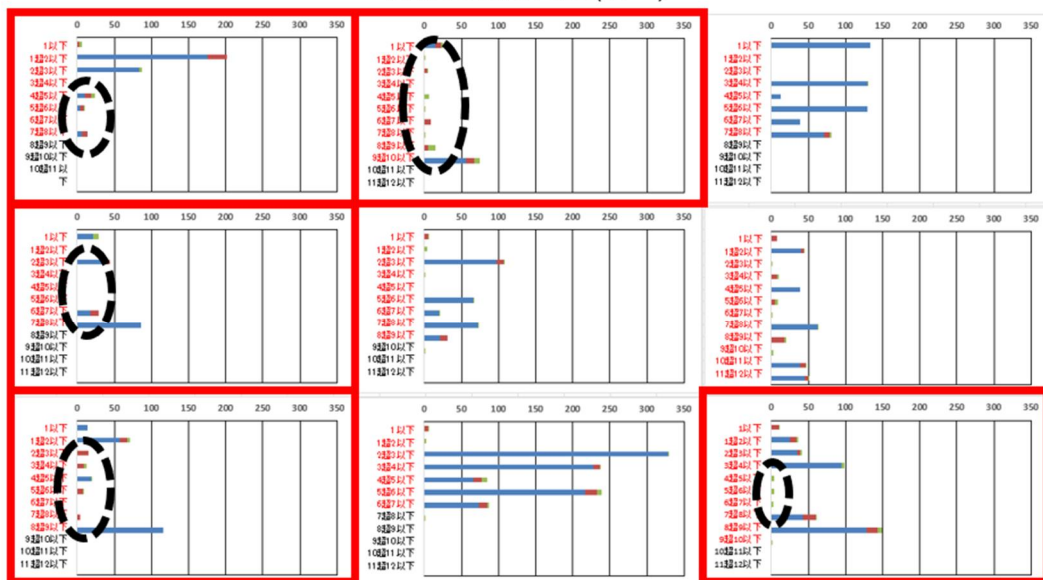
各プロット外から生分解性苗を3本ずつ無作為に抽出し抜き取り、図8のように不織布を貫通して発根している位置について、その深さと発根している根の直径を計測し、断面積を算出しました。今回、植栽時の根鉢部分のみを比較したものを図－9に示します。縦軸はコンテナポットの未使用時の長さを基準として設定しています。各サンプルの根鉢部分を目視で判断し、苗時点の根元部を0とし、不織布底部までの範囲を、各図の縦軸に赤字で示しています。



図－9 生分解性苗断面イメージ

発根の深さ(cm)
浅
深

合計発根断面積(m²)



プロット1 プロット2 プロット3
凡例：発根断面積 ■ 4m²以上 ■ 2m²以上4m²未満 ■ 2m²未満

図－10 発根深別発根断面積

す。1 つを除き、根鉢部分が短くなっていましたが、植栽時の踏み固めにより根鉢がつぶれて短くなった可能性があります。横軸は発根断面積の合計です。根の断面積が小さいほど最近発根していると考えられますので、凡例のとおり断面積によって3区分してそれぞれを合計し、積み上げて示しています。根鉢部分の合計発根断面積の深さの分布を確認すると、赤枠で囲っているのは、苗時点の根元に近い部分と底部部分の合計値に対し、中央部分の値がないか、小さいサンプルが確認できました。これらは生分解性シートの影響を受け、ある程度シートが分解するまでは発根が遅れた可能性があります。

(4) 生分解性シートの調査

抜き取った植栽木の根鉢にある生分解性シートがどれだけ分解されたかを確認しました。写真の3と4は植栽5年目の今年度10月末に抜き取ったものです。写真-3のように根鉢の原型を留め、シートが半分ほど残っているものもあれば、写真-4のようにほとんど残っておらず、断片的にシートが確認できる程度に分解が進んでいるものがありました。



写真-3 植栽5年目



写真-4 植栽5年目

写真の5から7は、根鉢から生分解性シートをはがし、並べた写真です。まず写真-5は令和4年度分で、植栽して2年目の状況のため、ほとんど分解が進んでいません。それに対し、写真の6と7の植栽5年目である今年度掘取分は、サンプルごとに分解状況が異なりましたが、どのシートも根鉢の泥を落とすために水でゆすいだけで小片にわかれてしまう程度の強度になっていました。



写真-5 植栽2年目

次に、今回植栽した生分解性苗に使用していた生分解性不織布コンテナポットについて、経年変化による重量減少を確認する目的で、0時点を推定する目的で未使用のもの97個と、植栽2年目（育苗から数えると4年目、写真-5を含む）のもの10個の重量を気中雰囲気下で測定し、ヒストグラムにしたものを図-10に示します。未使用品について、最小は872mgで、最大は1,046mgとなり、その差はおおよそ1.2倍あり、ばらつきが大きいことが分かりました。また、植栽後2年目のものを測定した結果、未使用品より重いものが見られました。これについて、植栽2年目は写真-5のように微細な土等を含んでおり、純粋な生分解性不織布の重量が測定できていないと考えられます。しかし、この微細な土等を除くことは困難で、漂白

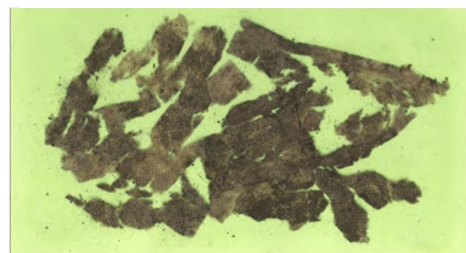


写真-6 植栽5年目

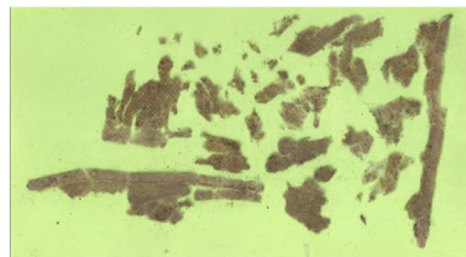
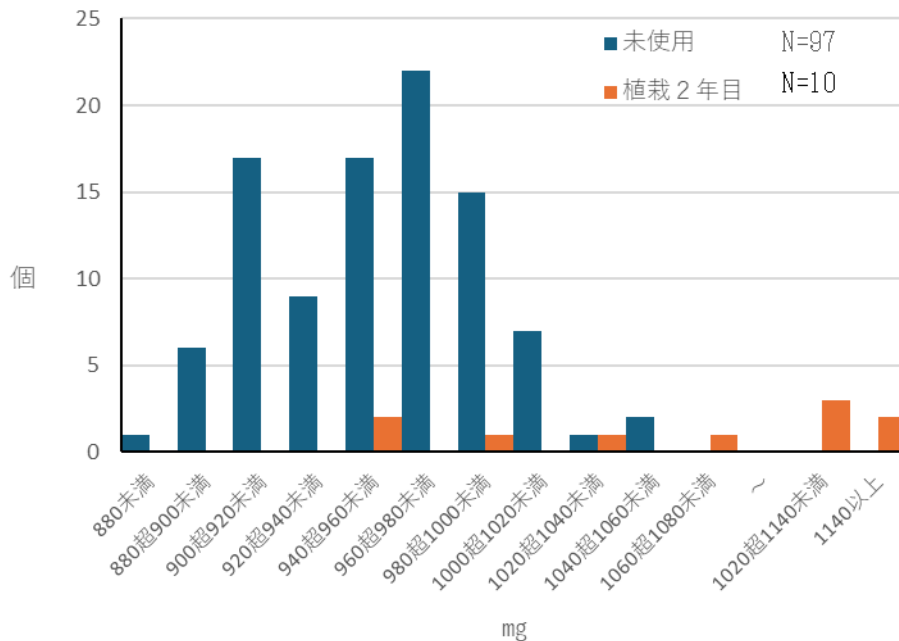


写真-7 植栽5年目

等を行うと生分解性不織布そのものが分解する可能性があり、現状、現地から採取したサンプルの重量から、物性の経年変化を測定するのは困難と考えられます。



図－１１ 生分解性不織布コンテナポット重量ヒストグラム

4 まとめ

成長量に関して、影響が大きいのは苗品種（少花粉か在来品種か）とプロットであり、根鉢性状（生分解性かMCか）の違いが与える影響は小さいことが分かりました。4年間の分解状況に関して、サンプルごとに異なりましたがどれも水でゆすいだけで小片に分解してしまうほどの強度になっていました。以上の結果から、生分解性苗の植栽について現時点では使用に問題ないと考えます。ただし、発根状況に関して、発根の深さ、断面積を確認したところ、一部に生分解性シートの影響を受けていると考えられるサンプルがあったため、今後、成長が悪くなる等、影響が発生しないか継続して調査を実施します。

謝辞

本調査について、元鳥取県林業試験場 池本省吾氏と、土壌調査について助言・指導いただいた鳥取県林業試験場森林管理研究室長 西 信介氏、その他調査に協力いただいた諸氏に心より御礼申し上げます。

参考文献

林野庁、「発生源対策」について、「花粉症発生源スギ人工林減少推進計画」, [hass eigen-6.pdf](#), (参照 2026-01-21)

無線自動識別（RFID）用フィルムアンテナを活用した境界管理業務の効率化

近畿中国森林管理局 企画調整課 情報管理係長 ○大西 知芳
京都大阪森林管理事務所 地域技術官 ○矢納 佳実

1 研究の背景と目的

国有林野の境界保全は管理経営の基盤となっています。従来から巡検・巡視や刈払い、ペンキの塗布や蛍光テープの巻き付けによる明示に加え、近年ではGNSS機器の活用等で境界管理の効率化を図ってきましたが、テープ等の経年劣化や下層植生の繁茂、苔の付着等による境界標の番号の判読困難といった課題がありました。

これらを改善し、境界標の見つけやすさと情報取得性を高めるため、電池交換を要さず3～5m程度で反応するRFID（Radio Frequency Identification）フィルムアンテナ（RFIDタグ）に着目し、効果の検証を行いました。

2 先行事例と本研究 RFID タグの比較

境界標を見つけやすくするための先行事例として、平成19年度に和歌山森林管理署が取り組んだICタグを利用した境界巡検があります¹⁾。アクティブタグとパッシブタグを検証しましたが、前者は電池交換が必要で価格も高く、後者は接触に近い状態にしないと情報が読み出せないといった課題があり、その後の検証や実用には至っていません。

表－1 先行事例と本研究 RFID タグの比較

	先行事例 (アクティブタグ)	先行事例 (パッシブタグ)	本研究の RFID タグ
電波反応距離	約 5 m	接触～数 cm	約 3～5 m
電池交換	必要	不要	不要
概算単価	3,000～4,000 円	100 円	200～500 円 (量産品を想定)

本研究の RFID タグは、令和5年に株式会社村田製作所と日本航空電子工業株式会社が共同で開発したもの²⁾、³⁾であり、表－1に示したとおり、先行事例における2種類のタグの性能の長所を合わせ持つものです。

3 試験方法と結果

境界巡視における RFID タグ活用の効果を確認するため、以下のとおり試験を実施しました。

- ①：RFID タグ設置による境界標探索効率化の検証：境界標の探索時間を計測
- ②：RFID タグ取り付けに有効な境界の検証：様々な環境下の境界で①の調査を実施
- ③：読取情報を活用した境界番号管理の効率化の検証：RFID タグに書き込める情報量、読取精度を確認

試験実施場所は京都大阪森林管理事務所管内の国有林（表－2）としました。

表—2 試験実施場所

国有林名	境界種別	試験箇所の特徴
高台寺山	I種	毎年刈払い、目印（ペンキ、ピンクテープ等）あり 一部境界沿いにフェンスあり
アラレ 駒倉（A）	II種	里道沿いで多少の見通し有り
駒倉（B）	II種	笹藪が多く見通し悪い

(1) 様々な条件の境界における探索時間の比較試験

上記①と②の検証を行うため、以下のとおり実施しました。

ア 試験方法

RFID タグの有無による境界標の見つけやすさを比較するため、

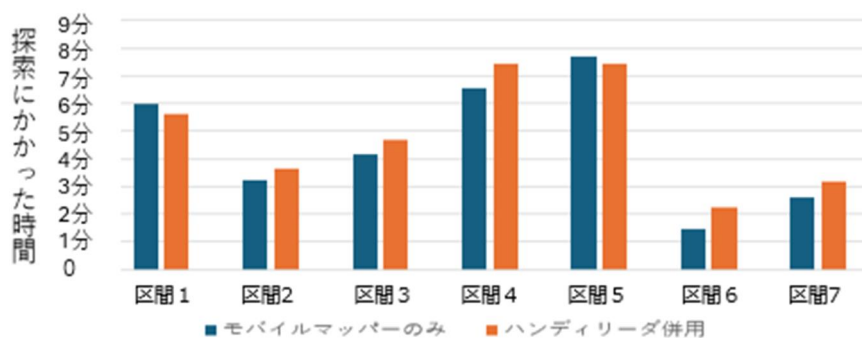
- ・基本図+モバイルマップパーで探索（従来からの探索方法）
- ・従来からの探索方法に加え、RFID タグを探すハンディリーダーを併用

の2種類の方法で時間計測を行いました。

探索の条件は、境界点区間1箇所につき探索は2名1組で各組1回ずつ、計16区間の試験を実施しました。各組のうち1名は記録係であり、実質的には1名が探索を行います。

イ 試験結果（図—1～3）

- ・I種境界（高台寺山国有林）ではタグ有無による探索に要する時間の有意差はなし
- ・II種境界で比較の見通しの良いアラレ・駒倉(A) 国有林でもタグ有無による探索に要する時間の有意差はなし
- ・II種境界で笹藪の多い駒倉国有林では、タグの有無によって探索に要する時間に有意差が見られた。タグ有の場合に最大40%程度時間を短縮する効果が見られた。



図—1 各境界点区間の探索時間の比較(アラレ・駒倉国有林 (A))

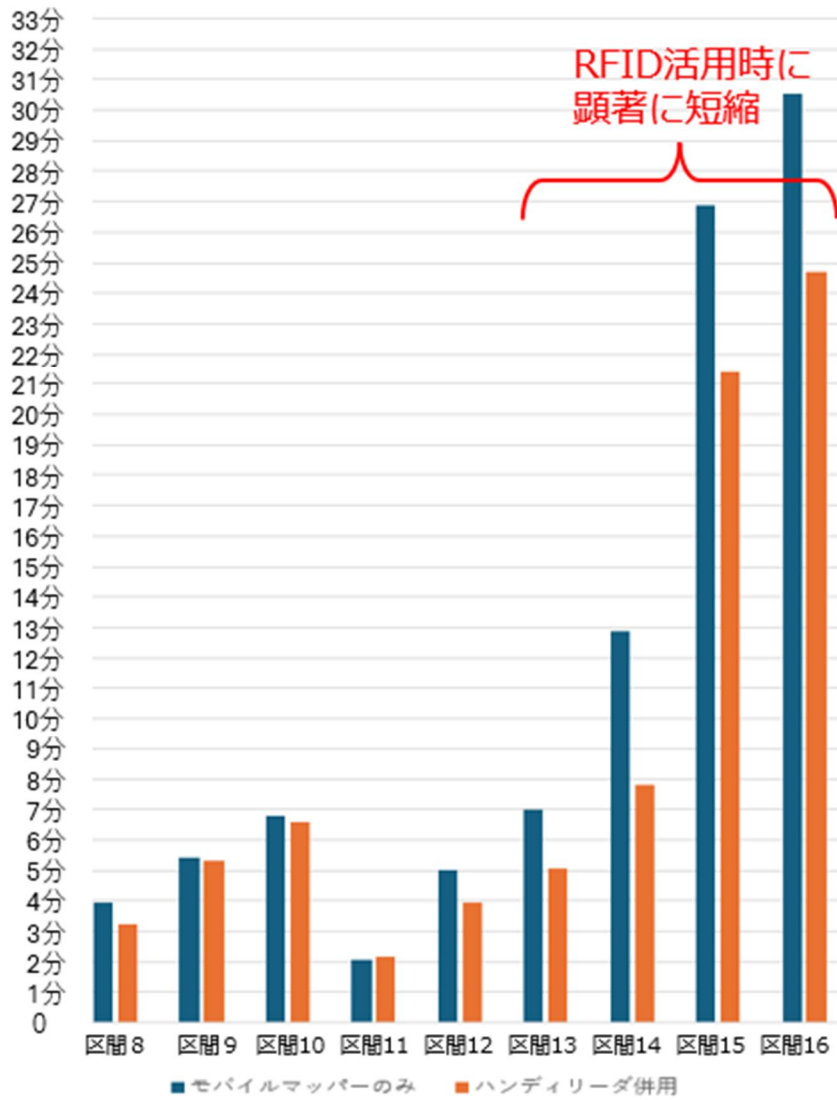


図-2 各境界点区間の探索時間の比較 (駒倉国有林 (B))

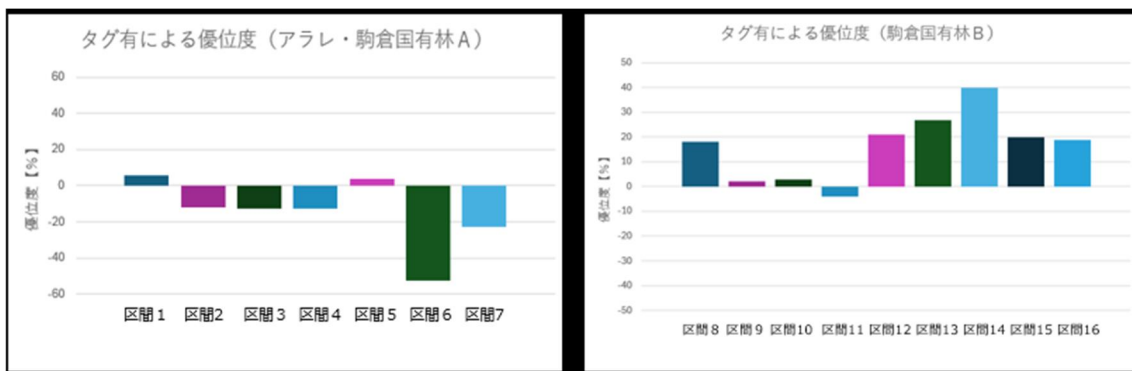


図-3 タグの有無による優位度計算 (ゼロよりもプラスがタグ有優位)

(2) RFID タグへの情報書込み性能確認 (図-4)

③の検証を行うため、ハンディリーダーにて RFID タグに境界番号、座標値、過去の巡検等の結果を書き込み、読み込んだ結果を表示させました。

結果、読取は正常にできましたが、16 進数で 64 文字までしか使用できないことが分かりました。境界番号・座標値等を表すには 16 進数の A~F の文字のうち、例えば F ならば改行、B ならばマイナスを表す等、文字に役割を持たせて変換させることになります。



図-4 ハンディリーダーによる境界標情報の読み込み結果

4 考察

(1) I 種境界において RFID タグ併用の有無による探索時間の違いはほとんど見られない結果となりましたが、これは刈払いやテープ等により境界標が明示されていることにより、現状でも一定の視認性が確保されているためと考えられます。

(2) II 種境界では笹藪等で視認性が悪い区間において、RFID タグを併用することで探索時間が大きく短縮し、最大で約 40%の短縮効果を確認しました。II 種境界では、巡視の頻度も低く、刈払い等が行われない場合もあるなど視認性が悪い場合があります。また、実際の境界管理においても、職員が着任中 1 回程度しか巡視を行わないため、一つ一つの境界探索に要する時間は比較的長くなることが考えられます。

また、ハンディリーダーが反応することで境界標の存在が確実に分かり、探索する職員に安心感が得られるという心理的効果もありました。このような効果は、上述のような状況下において特に有用であると考えられます。

(3) 視認性の悪い境界標の近くでは、モバイルマッパーの画面の現在地の点の表示が大きく、ピンポイントで境界点を特定できないが、ハンディリーダーがあると最後の数メートルの詰めが容易にできることが分かりました(図-5、6)。



図ー5 モバイルマッパーの画面
(駒倉国有林境界番号 379 付近)



図ー6 駒倉国有林境界番号 379 付近
の様子

- (4) タグ情報の書込みは 16 進数 64 文字が上限であり、境界番号・座標・巡検結果などを格納できますが、現時点では符号化等の工夫が必要であり、符号を変換表で置き換えて読み取る必要があります。ユーザーインターフェースを考える際には、符号を一目でわかる用語に置き換えることができるアプリを開発し、ハンディリーダーに搭載する等が必要と考えます。

5 その他導入にかかる課題

(1) ハンディリーダーの携帯性

探索時にモバイルマッパーとハンディリーダーの 2 台を持って踏査を行うのは、図面確認や書き込み時の煩雑さ、急傾斜地等での安全確保を考えると調査職員に負担がかかることが判明しました。

今後、可能であればモバイルマッパー等への機能集約に期待します。



図ー7 モバイルマッパーとハンディリーダーの 2 台を持った状態

(2) RFID タグの境界標への取り付け

境界標は測量時に標柱の頭頂部が露出していなければならない、また国有林の管理経営上、側面の境界番号や山印は視認できることが必要です。

このため、

- ・露出できない場合は測量の際に RFID を容易に取り外しが可能
- ・RFID タグはアンテナであるため、性能を低下させる針金の使用は不可であることが必要になります。

今回使用した RFID タグは試作品であるため、取り付け方法の詳細は量産品が設計される際に検討が必要ですが、平成 18 年に岡山森林管理署で開発された樹脂キャップ⁴⁾を使用した例を図-8に示します。

樹脂キャップは小コンクリート標用であり、境界標はそれ以外にも多様な大きさがあるため、専用の樹脂キャップを作るのは費用が掛かることから検討が必要です。



図-8 樹脂キャップを使用した例

6 まとめと今後の展望

(1) まとめ

- ・RFID タグの導入により、施業方針上定期的な刈払いが困難な地域など、特定の条件下で境界管理業務の効率化が期待できることが分かりました。中でも最大で約40%の探索時間の短縮ができたことを確認しました。
- ・また、境界標が確実にあるという安心感を探索職員にもたらすという心理的な効果が確認できました。また、それが境界標の効率的な探索に結びついていることが確認できました。
- ・一方で、RFID タグの単価が現時点ではまだ高く、設置に適した場所の条件整理が必要であることや測量の支障とならないタグの境界標への取付け方法、タグに書き込む情報についても引き続き調査が必要ということが分かりました。
- ・これらを総合すると、長期間巡視をしないうちにテープ等の目印がはずれたり、境界標が亡失してしまう可能性があるⅡ種境界、保護林等管理方針上下層植生の刈払いが制限され視認性が悪いような境界、境界番号の表示できない金属鋳境界が有効な候補地として考えられます。
- ・なお、導入に際しては、RFID タグ等の資材費や設置・管理コストに加えて実際に設置することが最大のコストであることを考えると、国庫帰属制度によって新たに国有林に編入される森林等、境界標の設置が予め想定され、かつ巡視の頻度が低い区域においては特に高い効果を発揮するものと考えられます。

(2) 今後の展望

今後の展望としては、量産型 RFID タグの受発信性能・価格・耐候性の評価、ハンディリーダーとモバイルマッパー等との一体化や画面操作性の改善、各種境界標への取付容易性の向上などを進めながら、上述の箇所への設置を検討していく必要があります。

参考文献

- 1) 和歌山森林管理署新宮森林事務所 川村直樹、「IC タグを利用した境界巡検ー新しい手法の模索ー」、平成 19 年度近畿中国森林管理局森林林業交流研究発表会
- 2) 日本航空電子工業株式会社プレスリリース、「スプリットリング共振器アンテナ技術を用いた RFID フィルムアンテナを開発」、2023 年 10 月 11 日
- 3) 「日本航空電子、RFID アンテナ開発 境界杭向け」、日本経済新聞オンライン、2023 年 10 月 11 日
- 4) 岡山森林管理署業務課 梶原利廣、「境界標識の保全と経費節減の一考察」、平成 18 年度近畿中国森林管理局森林林業交流研究発表会

謝辞

本研究にあたっては、株式会社村田製作所 技術・事業開発本部 事業インキュベーションセンター RFID 事業推進部の皆様に試作品の提供から現地での試験実施の人員協力まで多くのご協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。

下刈省力化に向けたドローン除草剤散布の実施状況について

兵庫県 但馬県民局 朝来農林振興事務所 主 事 ○木戸 彩乃
農政専門員 井上 靖
日本土地山林株式会社 山林事業部 主 任 ○吉本 壘

1 課題を取り上げた背景

兵庫県内の人工林は伐採利用可能な森林（10 齢級以上）が 83%を占めており、当県では成熟した人工林資源の循環利用を進めるため、主伐・再造林を推進しています。県下の主伐・再造林の実施面積は近年増加傾向にあります。それに伴い再造林後の保育作業として下刈りの作業量も増加しています。

夏場の炎天下で実施される下刈り作業は、林業においてもかなり過酷な作業に分類され、急傾斜地においては切創や転倒等の危険性も高く、これまでも課題であったことから、下刈り作業の省力化及び労働安全性の向上を目的として、当県では実施事例の無いドローンを活用した除草剤散布の試行に取り組むこととしました。

2 経過

(1) 実施方法

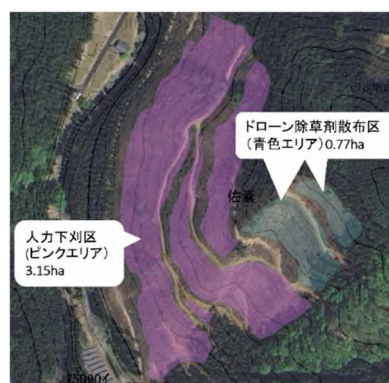
日本土地山林株式会社へ当県の単独事業費を活用し、ドローンの除草剤散布事業を委託しました。ドローンの除草剤散布業務全般に関しては、日本土地山林株式会社から大同商事株式会社へ依頼し、薬剤は大同商事株式会社から保土谷アグロテック株式会社に、実際の操縦や国土交通省への申請手続き等は別途ドローン運航会社へ依頼する形で実施しました。

(2) 試験地の概要

試験地は、日本土地山林株式会社の社有林である兵庫県朝来市佐囊千束 97-2 です。斜面上部にドローン除草剤散布区 0.77ha、比較対象として斜面下部に人力下刈り区 3.15ha を設定しました。標高は 350m から 400m、平均傾斜は 35 度となっており、令和 4 年の秋に少花粉スギを植栽した箇所となっております（図—1、2）。



図—1 位置図



図—2 施業図

(3) 使用した機材、薬剤

使用した機材は、農業用ドローンである Dji AGRAS T10 です。機材の詳細については表—1 のとおりです。

使用した薬剤は、クズヤイネ科の防除に有効な保土谷アグロテック株式会社のザイ

トロンフレノック微粒剤（成分含有量：トリクロピル3%、テトラピオン5%、鉍物質微粉等92%）です（写真—1）。使用量の基準が100kg/haであるため、今回は77kg使用しました。

表—1 ドローン機材情報

使用機器	Dji AGRAS T10
微粒タンク容量	12L、粒剤散布10kg
大きさ	1,958×1,833×553mm
総重量(バッテリー無)	12.2kg
標準離陸重量	24.8kg



写真—1 当日散布した薬剤

(4) 散布方法

令和6年7月23日午前5時5分に散布を開始しました。葉から薬剤が吸収されていくと効果的に枯れるため、朝露の水滴が葉に付着する早朝での実施となりました。薬剤投入やバッテリー交換のため9回に分けて飛行し、オペレーター、ナビゲーター、監督員、薬剤投入2名、森林所有者である日本土地山林株式会社1名の合計6名で散布をしました。今回ドローンの操作は手動で、斜面上部から下部へ進み、下部から上部へ戻ってくる飛行ルートで実施しました（写真—2、3）。



写真—2 ドローン散布の様子



写真—3 薬剤投入の様子

3 実行結果

(1) 作業工程

除草剤散布区0.77ha、平均傾斜35度の急斜面地での作業をわずか59分で完了しました。人力下刈りを実施した場合に比べて作業人数は多かったものの、作業時間は大幅に減少し、86%の工程削減となりました（表—2）。

表一 2 人力下刈りとドローン除草剤散布の作業工程

下刈方法	作業員	下刈時間	工程	削減効果
従来（人力）	3人	14時間（2日間）	42時間・人	-
ドローン散布	6人	1時間	6時間・人	86%減

(2) 経過観察

除草剤散布翌日には、タケニグサ等の雑草種の葉が裏返る様子が見られ、効果が表れていました。1か月がたった頃には、シロダモやジャケツイバラといった雑木種も葉が枯れて茶色くなっているもの多くなり始めました。散布から3か月後にはほとんどの雑草木が枯れ、散布前に一面緑で生い茂っていた斜面から枯れて茶色くなっている様子が伺えました（写真一4、5）。しかし、カラスザンショウには除草剤効果が薄く、先端枯れの個体はあったものの、多くは散布3か月後も枯れている様子は見られませんでした（写真一6）。

スギの苗木に関しては、散布後も枯れは発生せず順調に成長している様子であり、苗木への薬害は無いと考えられました（写真一7）。



写真一4 除草剤散布前の様子



写真一5 散布3か月後の様子



写真一6 散布後のカラスザンショウの様子



写真一7 散布後のスギ苗木の様子

(3) 除草剤散布区と人力下刈り区の比較

除草剤散布を行った区域と人力下刈りを行った区域にて、散布から11か月後に調査を行いました。人力下刈り区域は写真一8のとおり人の背丈を超えるほどタケニグサが繁茂しており、スギ苗木を見つけるのが難しい状況でした。一方で、除草剤散布区は枯れずに残っているカラスザンショウが繁茂しスギ苗木よりもかなり樹高が高くなっていたものの、人力下刈り区に比べて下草の密度、高さは低く、苗木が頭を出していました（写真一9）。このことから、スギ苗木と光競合する雑草木がカラスザン

シヨウ以外に無く、除草剤散布翌年の下刈りを省略できる状態でした。



写真一八 散布 11 か月後の人力
下刈り区の様子



写真一九 散布 11 か月後の除草剤
散布区の様子

(4) 事業費の比較

人力下刈りについては兵庫県造林単価を用い、ドローン除草剤散布区については見積書を基に、今回ドローン除草剤散布を行った 0.77ha の事業費を比較しました(表一3)。ドローン除草剤事業費は人力下刈り事業費に比べ 1.7 倍の費用がかかりました。しかし、ドローン除草剤散布区の散布翌年の状況から翌年の下刈り(除草剤散布)が不要と考えれば、単年費用は人力下刈りで行った場合よりも低い費用となりました(表一4)。

表一3 人力下刈りとドローン除草剤散布の事業費

下刈り方法	面積(ha)	造林単価	諸経費率	消費税	事業費
従来(人力)	0.77	184,000 円	0.39	0.1	216,000 円
ドローン散布	0.77	-	-	0.1	360,000 円

表一4 人力下刈りとドローン除草剤散布の単年費用

下刈り年数	1 年目	2 年目	1 年あたり費用
従来(人力)	実施(216 千円)	実施(216 千円)	216,000 円/年
ドローン散布	実施(360 千円)	不要	180,000 円/年

4 考察

ドローンを活用した除草剤散布は、刈り払い機を使用することなくドローン操作をメインとした作業になり、作業時間も大幅に減らせたことから、下刈り作業の省力化及び労働安全性の向上に向けた一つの選択肢となり得ることがわかりました。事業費についても、今回は実際に散布した小さいエリアでの事業費比較となりましたが、散布面積が広がれば実施面積におけるドローン運行経費や機材派遣費等は下がると考えられ、大面積で実施する場合には人力下刈りよりも大幅に事業費を抑えられる可能性があると考えられます。

課題としては、薬剤を使用することから周辺環境への配慮が必要となること、今回使用した薬剤が現在入手困難となっていることから代替薬剤の検討が必要になっています。また、住民や隣接所有者等への散布前の説明や危被害防止のための下見等ドローン飛行前の準備が多いことが挙げられます。

今後の取組として、代替薬剤の検討及び再度の試行や散布後の環境調査に取り組む等

により、今後の普及につなげていきたいと考えています。

引用

- 1) 兵庫県 林業：令和5年度兵庫県林業統計書、6、2025
- 2) DJI DJI Agras T10 スペック
<https://www.dji.com/jp/t10/specs> (2026年2月19日)
- 3) 保土谷アグロテック株式会社 ホドガヤザイトロンフレノック微粒剤
http://www.hodogaya-agrotech.co.jp/products/green/green_zaitoronfrenockbr.html
(2026年2月19日)
- 4) 兵庫県 令和7年度7月適用造林事業単価表

森林域における単独測位 UAV の飛行パターンと位置精度の実用的評価

滋賀森林管理署 森林技術指導官 竹内 秀行
総務グループ係員 ○城第 智久

1 課題を取り上げた背景について

管内で運用している UAV（ドローン）は、単独測位方式を採用しており、一般に数メートル程度の位置誤差が生じるとされています。このため、UAV を活用した写真測量においては、測位誤差に起因する計測結果の精度低下が懸念されます。

特に、森林域のように地形の起伏が大きく、立木が存在する環境では、衛星測位信号の遮蔽やマルチパスの影響を受けやすく、測位誤差や撮影条件の違いが計測結果に及ぼす影響が大きくなる傾向にあります。そのため、計測精度の安定的な確保がより困難になると考えられます。

先行研究では、撮影方向の多様化や飛行パターンの工夫により、写真測量結果の安定性や精度が向上する可能性が示されています。しかし、地形条件が複雑で立木等の植生の影響を受けやすい森林域を対象とした精度検証事例は限られており、飛行方法や撮影条件の違いが計測結果に与える影響については、十分に体系的な検証がなされているとはいえません。

このような状況を踏まえ、UAV を森林管理業務や資源調査等の実務においてより効果的かつ安定的に活用するためには、森林域における計測精度の特性を把握するとともに、適切な飛行条件および撮影方法を明らかにすることが重要であると考えられます。

そこで本研究では、森林域を対象として、飛行方法および撮影条件の違いが各種計測結果に与える影響について検証を行うこととしました。



図1 単独測位方式イメージ図

2 調査方法について

(1) 飛行方法

飛行方法については、高度設定、飛行経路および撮影方向の違いが計測精度に与える影響を体系的に評価するため、複数の条件を組み合わせ設定しました。高度基準については、地形の起伏の影響を受けやすい森林域における測位特性を考慮し、「水平高度一定」と「対地高度一定」の2条件を設定しました。ここで、水平高度一定飛行とは、離陸地点を基準として一定高度を維持しながら飛行する方法であり、対地高度一定飛行とは、地形起伏に応じて高度を調整し、地表面からの高度を一定に保ちながら飛行する方法です。

飛行パターンについては、一般的に用いられる「ライン飛行」と「グリッド飛行」の2条件を採用しました。ライン飛行は、一定間隔で平行に飛行することにより撮影を行う方法であり、グリッド飛行は、縦横方向に飛行経路を設定し、対象範囲をメッシュ状に撮影する方法です。なお、ライン飛行については、グリッド飛行で設定した飛行経路のうち、一方向の経路のみを抽出する形で設定し、撮影範囲、撮影高度および重複条件が可能な限り同一となるよう配慮しました。

また、撮影画像の重複率については、オーバーラップを90%、サイドラップを70%

に設定し、SfM 処理における特徴点抽出およびマッチング精度の確保を図りました。さらに、樹冠側面や斜面部の形状把握への影響を検討するため、従来のライン飛行・グリッド飛行に加え、新たに対角線方向からのオブリーク（斜め）撮影手法を考案し、条件として設定しました。本手法は、対象範囲を対角線方向に飛行し、斜め方向約 30° の角度から撮影するものです。飛行方向を対角線とすることで撮影方向の多様化を図り、SfM 解析における幾何拘束の強化と立体構造の再現性向上を狙ったものです。また、本手法は、撮影効率の観点からも検討を行い、できるだけ短時間で広範囲を撮影できる方法として設計しました。

以上の条件を組み合わせることにより、高度基準 2 条件、飛行パターン 2 条件、オブリーク撮影 2 条件の計 8 通りの飛行方法を設定し、同一調査区域において測量を実施しました。これにより、各飛行条件が各種計測結果の精度に及ぼす影響について比較・検証を行いました。

表 1 試験飛行条件

No.	高度基準	基本飛行パターン	追加飛行パターン
1	水平飛行 100m	ライン	—
2		グリッド	—
3		ライン	対角線（斜め 30° 撮影）
4		グリッド	
5	対地高度一定 100m	ライン	—
6		グリッド	—
7		ライン	対角線（斜め 30° 撮影）
8		グリッド	

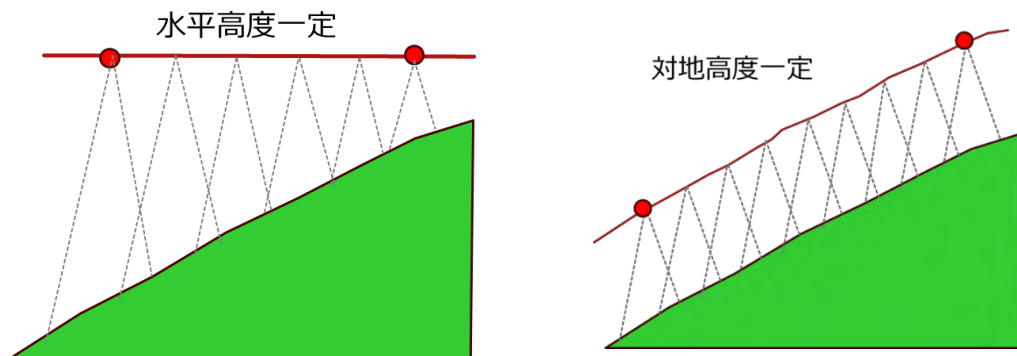


図 2 高度基準イメージ図

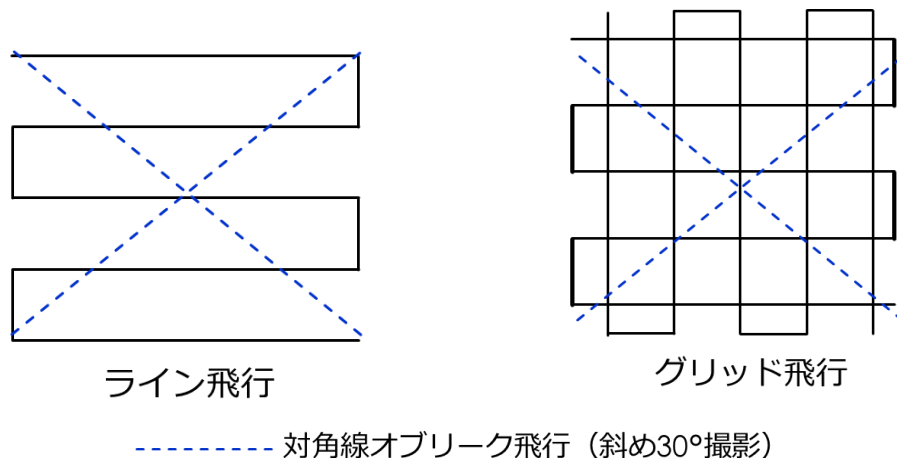


図 3 飛行パターンのイメージ図

(2) 調査場所

調査場所は、滋賀県近江八幡市奥島山国有林 78 林班に位置するスギ・ヒノキ人工林 (林齢 42~122 年生)、約 25ha の区域としました。



図4 現在位置図及び状況写真

(3) 使用機材

使用した UAV (ドローン) は、Autel Robotics 社製 EVO II Pro V3 (単独測位 GNSS) です。SfM 解析には、Agisoft 社の Agisoft Metashape を使用しました。また、対空標識の測量には、ネットワーク RTK 対応の 3 周波 GNSS アンテナを用い、FIX 解により 30 回測位した平均値を採用しました。これにより、測位に含まれるランダム誤差を可能な限り低減しました。

表2 UAV の主な諸元



離陸重量	1191g
サイズ	230×130×108mm(折畳時)
最大水平飛行速度	20m/s
最大飛距離	25km
最大飛行時間	40分(無風)
GNSS	GPS/Beidou/Glonass/Gallieo
カメラ	1インチCMOS:2,000万画素

図5 UAV (ドローン)

3 調査内容について

調査区域内の、森林作業道に 21 箇所の対空標識 (基準点) を設置し、これらの基準点を用いて位置精度等の検証を行いました。

調査内容は、①水平位置精度 (X, Y 方向のずれ)、②DSM (表層モデル) の鉛直精度 (Z 方向のずれ)、③樹高推定精度、④飛行パターン別の所要時間としました。



図6 調査区域内の対空標識（基準点）

具体的な調査方法は以下のとおりです。

(1) 水平位置精度（X Y方向のずれ）

水平位置精度については、各飛行方法について、21地点の基準点における水平座標を算出し、GNSS測により計測した座標値との差を求めることで、水平位置誤差を確認しました。

算出した誤差については、各基準点ごとに整理し、飛行条件間で比較しました。

これにより、飛行方法の違いによる位置誤差の傾向を把握しました。



図7 水平誤差の確認

(2) DSM（表層モデル）の鉛直精度（Z方向のずれ）

DSMの鉛直精度については、各飛行方法のDSMと航空レーザ測量由来のDEMデータを、地面共通点3点による位置合わせを行ったうえで整合させ、基準点における標高差を求め、DSMの鉛直位置誤差を確認しました。

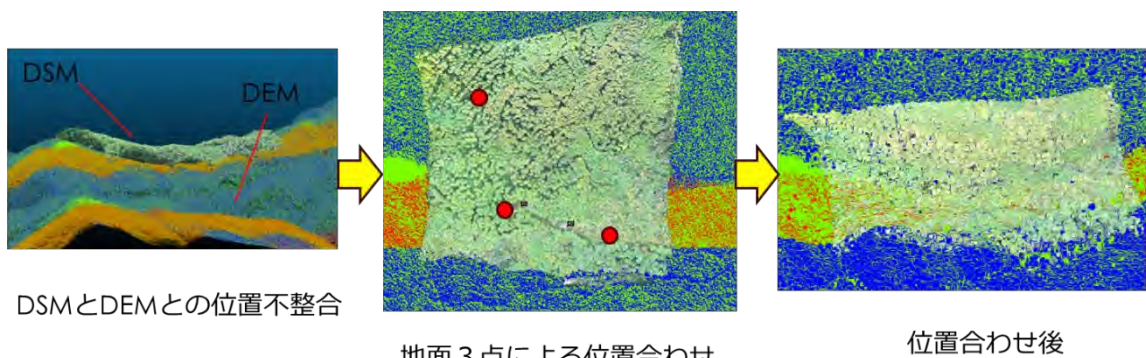


図8 DSMの位置合わせ

(3) 樹高推定精度

樹高推定精度については、基準点近傍に位置する立木を対象に、現地において実測により樹高を把握した上で、DSM上の標高値から算出した樹高と比較することにより、各飛行条件における樹高推定精度を確認しました。

(4) 飛行パターン別の所要時間

各飛行パターン別の所要時間については、それぞれの飛行パターンごとに、離陸から着陸までに要した飛行時間を計測し、飛行方法の違いによる作業時間への影響を確認しました。

4 調査結果

本研究では、水平飛行と対地飛行の実施日時が異なるため、誤差を単純に同列で比較することは適切ではないと判断し、水平飛行と対地飛行を分けて評価を行いました。

(1) 水平位置精度 (X Y方向のずれ)

ア 水平飛行

水平飛行においては、平均誤差はパターン間で一定のばらつきが見られました。誤差のばらつきは、ライン飛行よりもグリッド飛行、特にオブリーク撮影を併用した場合に小さくなる傾向が確認されました。箱ひげ図においても、オブリークを追加した条件では四分位範囲が比較的狭く、誤差の分布が集中する傾向が見られました。

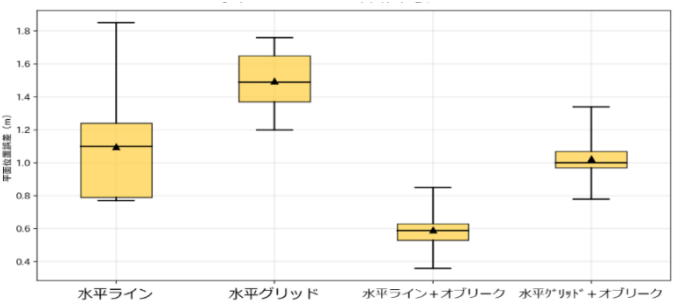


図9 水平飛行パターン別位置誤差

イ 対地飛行

対地飛行においては、平均誤差は飛行パターン間で一定のばらつきが見られました。誤差のばらつきは、ライン単独飛行よりもグリッド飛行でやや改善されました。一方で、オブリーク撮影を追加した場合のばらつきの変化は限定的であり、飛行パターン間の差は水平飛行ほど顕著ではありませんでした。

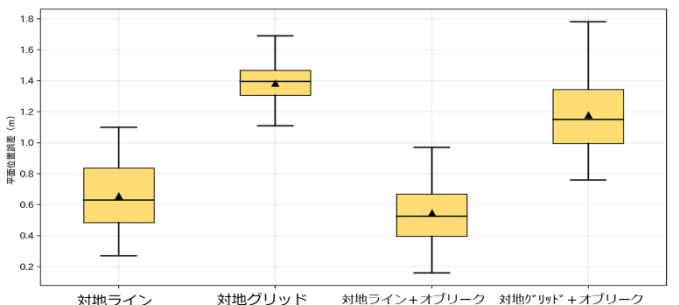


図10 対地飛行パターン別位置誤差

(2) DSM (表層モデル) の鉛直精度 (Z方向のずれ)

ア 水平飛行

水平飛行においては、ライン飛行を基準として比較した結果、グリッド化及びオブリーク撮影はいずれも誤差低減に寄与する傾向が確認されました。特に、オブリーク撮影を併用した条件では、平均誤差・RMSEともに小さく、統計的にも有意な改善が認められました。

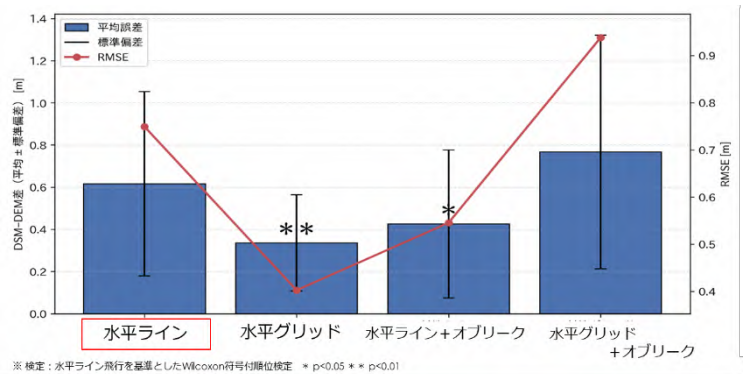


図11 水平飛行パターン別鉛直誤差

※ 検定: 水平ライン飛行を基準としたWilcoxon符号付順位検定 * p<0.05 ** p<0.01

イ 対地飛行

対地飛行においては、対地飛行を基準として比較した結果、対地グリッド飛行及び対地ライン+オブリーク撮影で誤差が低減しました。特に対地グリッド飛行では誤差のばらつきも小さく、安定した傾向が認められました。一方、対地グリッド+オブリークでは有意な改善は認められませんでした。

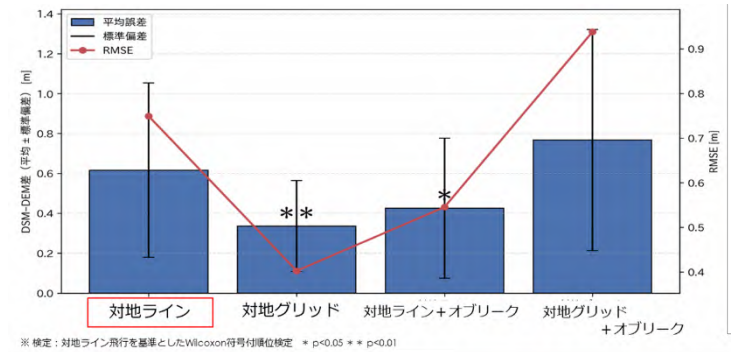


図 12 対地飛行パターン別鉛直誤差

(3) 樹高推定精度

ア 水平飛行

水平においては、ライン飛行を基準として比較した結果、グリッド飛行およびオブリーク撮影を組み合わせた条件において、樹高誤差は概ね低い水準に抑えられる結果となりました。また、平均誤差および RMSE についても、いずれの指標においてもライン飛行より小さくなる傾向が確認されました。

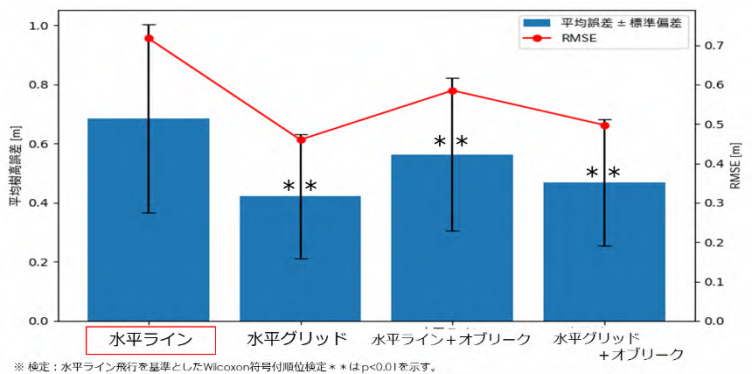


図 13 水平飛行パターン別推定樹高誤差

イ 対地飛行

対地飛行においては、ライン飛行を基準として比較した結果、グリッド及びオブリーク撮影の有無による樹高誤差の差は小さく、有意な差となる傾向は確認されませんでした。RMSE についても同様の傾向を示しました。また、標準偏差で示される誤差のばらつきについても、飛行条件間で顕著な差は認められませんでした。

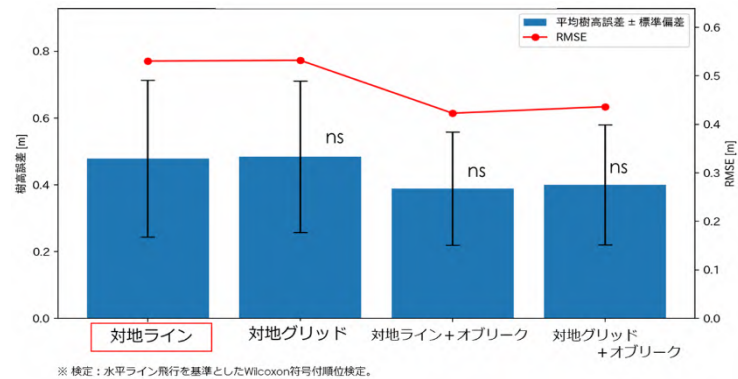


図 14 対地飛行パターン別推定樹高精度

(4) 飛行パターン別の所要時間

飛行パターン別の飛行時間を整理したところ、最も所要時間が短かったのはライン飛行であり、グリッド飛行の追加、さらにオブリーク撮影を組み合わせた条件では、順次飛行時間が増加する結果となりました。飛行ライン数の増加および撮影方向の増加に伴い、飛行経路延長が生じ、これに比例して所要時間が増加する傾向が確認されました。

また、高度条件（水平高度一定・対地高度一定）の違いによる飛行時間の差は、飛行パターンの違いによる増減傾向と同様の方向性を示しました。

以上のとおり、飛行パターンの構成要素が増加するにつれて、飛行時間も段階的に増加する結果となりました。

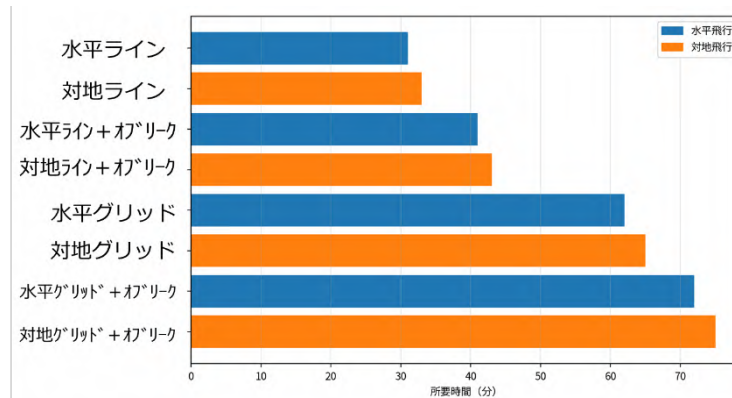


図 15 飛行方法別の飛行時間比較

5 考察

(1) 水平位置精度 (X Y 方向のずれ)

水平位置精度の評価については、平均誤差は単独測位による系統誤差の影響を受けている可能性があります。そのため、飛行パターン間における平均値の差は、撮影条件そのものの影響に加え、単独測位特有の誤差要因が含まれていると考えられます。

一方、誤差のばらつきが小さい条件では、誤差分布が比較的一様となる傾向が確認されました。このような条件下では、アファイン補正等の後処理を行った場合に補正効果が安定しやすいと考えられます。

このことから、飛行方法の違いは、平均的な位置精度そのものよりも、成果の安定性や後処理による補正の適用しやすさに影響を与える要素として整理できると考えられます。

(2) DSM (表層モデル) の鉛直精度 (Z 方向のずれ)

水平飛行において、グリッド化およびオブリーク撮影の追加により明確な改善が認められました。一方、対地飛行では、グリッド化等により一定の改善は見られたものの、その効果は水平飛行に比べ全体としては限定的でした。これは、対地飛行では初期状態から幾何拘束が比較的確保されており、撮影方向数の増加による追加的な効果が小さくなった可能性があります。

これらの結果から、Z 精度は、特に水平飛行条件下において、撮影方向数の影響を強く受けると考えられます。

表 3 飛行方法別 Z 方向精度への影響整理

項目	水平飛行	対地飛行
グリッド化の効果	○(精度改善)	○(精度改善)
対角線オブリーク (斜め撮影) 追加の効果	◎(精度顕著に改善)	△(改善限定的)
評価	撮影方向の増加が Z 精度向上に寄与	初期状態から幾何拘束が確保され、追加効果は小さい

(3) 樹高推定精度の評価

水平飛行においては、グリッド化およびオブリーク撮影の併用により推定誤差の低減が確認され、鉛直精度とともに樹高推定精度も同様に改善する傾向が認められまし

た。

一方、対地飛行条件下では、飛行パターンの違いによる樹高推定精度の明確な改善は認められませんでした。これは、対地飛行ではもともと鉛直精度が比較的安定しているため、飛行パターンの違いによる追加的な改善効果が樹高推定に反映されにくかった可能性があると考えられます。

以上より、樹高推定精度は鉛直精度の影響を強く受けることが示唆され、特に水平飛行条件下においては撮影方向数の増加が有効に作用することが確認されました。

表4 飛行方法別推定制度への影響整理

項目	水平飛行	対地飛行
グリッド化の効果	○ (精度改善)	△ (明確な改善認められず)
対角線オブリーク (斜め撮影) 追加の効果		
評価	鉛直精度の改善に伴い、 樹高精度も同様に向上	初期精度が安定しており、 飛行方法変更による効果 は限定的

(4) 飛行パターン別の所要時間

各飛行パターンの飛行時間については、グリッド化及びオブリーク撮影の追加により、飛行距離が増加することから、飛行時間もそれに伴い段階的に増加する傾向が確認されました。飛行時間の増加は、特定の精度指標の改善に寄与する場合があることから、実務においては求める成果精度と作業効率のバランスを総合的に考慮した飛行方法の選択が重要であると考えられます。

(5) まとめ

水平飛行は、高度が一定であるため撮影条件が安定しやすいという特徴を有します。一方で、単純なライン飛行のみでは鉛直方向の精度が相対的に低くなる傾向が認められましたが、グリッド化や対角線オブリーク撮影を追加することにより、鉛直精度および樹高精度の向上が確認されました。

これに対し、対地飛行は地表からの距離を一定に保ちながら飛行する特性を持ち、ライン飛行のみでも一定の水平精度が確保されています。しかし、グリッド飛行や対角線オブリーク撮影の追加による改善効果は限定的でした。これは、対地飛行においては既に撮影間の視差が十分に確保され、幾何拘束が比較的強く働いていたことが影響している可能性があります。

利用場面としては、水平飛行は飛行条件に一定の制限がある場合であっても、鉛直精度や樹高精度が求められる場面において有効な手法であると考えられます。一方、対地飛行は一定の精度を確保しつつ、地上解像度の確保や飛行高度に制約がある条件下において、安定的に運用できる手法として活用が想定されます。

以上より、森林域における UAV 測量の実務においては、各飛行方法の特性を十分に理解した上で、飛行方法そのものの優劣ではなく、水平・対地それぞれの特性と作業条件を踏まえ、求める成果精度に応じて飛行

表5 飛行方法別特性のまとめ

項目	水平飛行	対地飛行
特徴	高度が一定で、撮影条件が安定	地表からの距離を一定に保つ
精度特性	グリッド化、オブリーク追加で 水平位置ばらつき低減、 鉛直・樹高精度が向上	ライン、グリッド飛行のみで 一定の水準を確保
適した利用場面	水平飛行の制限下でも、 鉛直・樹高精度が求められる 場面など	一定精度を確保したうえで、 地上解像度の確保や飛行高度 に制約がある条件など

方法を使い分けることが重要であると考えられます。

検股国有林における1年生コンテナ苗の植栽による造林コストの低減について

奈良森林管理事務所 業務グループ 係員 ○早子 航
 森林整備官 ○辻村 学

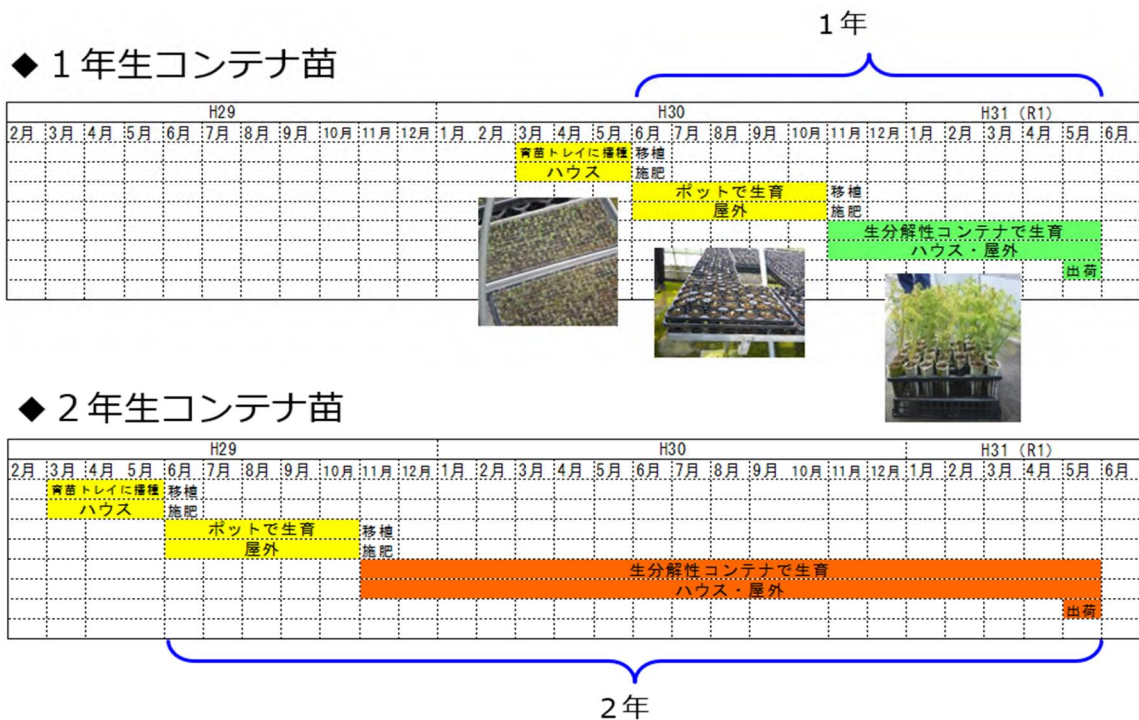
1 はじめに

我が国の人工林は主伐期を迎え、主伐・再造林への移行が進む一方、木材価格の低迷により再造林コストの低減が課題となっています。このような中でほぼ通年に渡って植栽が可能なコンテナ苗を活用し、伐採から造林までの一貫作業システムを導入することで、地拵えを省略するなど、造林コストの低減を図ることが可能となってきました。コンテナ苗については、国有林を中心に普及しつつあります。

一方で、コンテナ苗は、植栽は効率的であるものの、普通苗と比べて苗木の価格が高く、奈良県及び近隣県においては、普通苗の1.6から1.8倍となっています。また、密植して育苗されるため、形状比が高くなる傾向があり、苗木が倒伏しやすいなどのデメリットもあります。このため、令和元年度から、育苗期間が短く、育苗コスト及び苗木価格の低減につながる可能性のある1年生コンテナ苗に着目し、2年生コンテナ苗と比較しながら、育苗コストや活着状況、成長量、形状比と成長量の関係性などについて調査・検証を行いました。

2 聞き取り調査

令和元年の植栽試験の際に苗木を調達した三重県の苗木生産者を対象に1年生苗と2年生苗のそれぞれの育苗方法、育苗コストを聞き取りました。



(1) コンテナ苗の育苗の流れ

コンテナ苗の育苗の流れは図-1のとおり、いずれも3月に播種し、5月に出荷されました。

(2) 育苗コスト比較

育苗コストについての比較は表-1のとおり、10aあたり40,000本生産の場合、2年生154円、1年生113円です。2年生苗に比べて3割程度のコストを低減できる可能性があると考えられます。

表-1 育苗コスト比較(2年生と1年生)

費用	2年生苗	1年生苗	差(%)
資材費(種子、培地、肥料、コンテナ等)	48	42	▲13
人件費(播種、培地詰、出荷等)	50	43	▲14
施設費(ハウス、灌水施設等)	40	20	▲50
光熱費(電気代)	16	8	▲50
合計	154	113	▲27

円/本当たり

※10a当たり40,000本生産を基準とした
(参考)三重県2年生コンテナ苗:180円

約27%減

3 コンテナ苗の種類と採用理由

本研究では生分解性不織布を容器とする生分解性コンテナ苗

を採用しました。生分解性コンテナ苗は容器を付けたまま植栽可能で根鉢保持に優れ、2年生苗に比べて根鉢の形成が不十分な1年生苗との適性が高いと判断しました。

4 植栽試験

(1) 概要

植栽場所：奈良県野迫川村桧股国有林 835 林班ろ小班

調達苗木：三重県産、生分解性コンテナ(250cc)

植栽：令和元年6月

獣害対策：防護柵・単木保護管

植栽本数：スギ・ヒノキ各1年生50本、2年生50本(計200本)



写真-1 生分解性コンテナ苗の外観

(2) 根系比較

写真-2 のとおり、植栽時点、植栽後3年ともに1年生苗の根量が少ない。

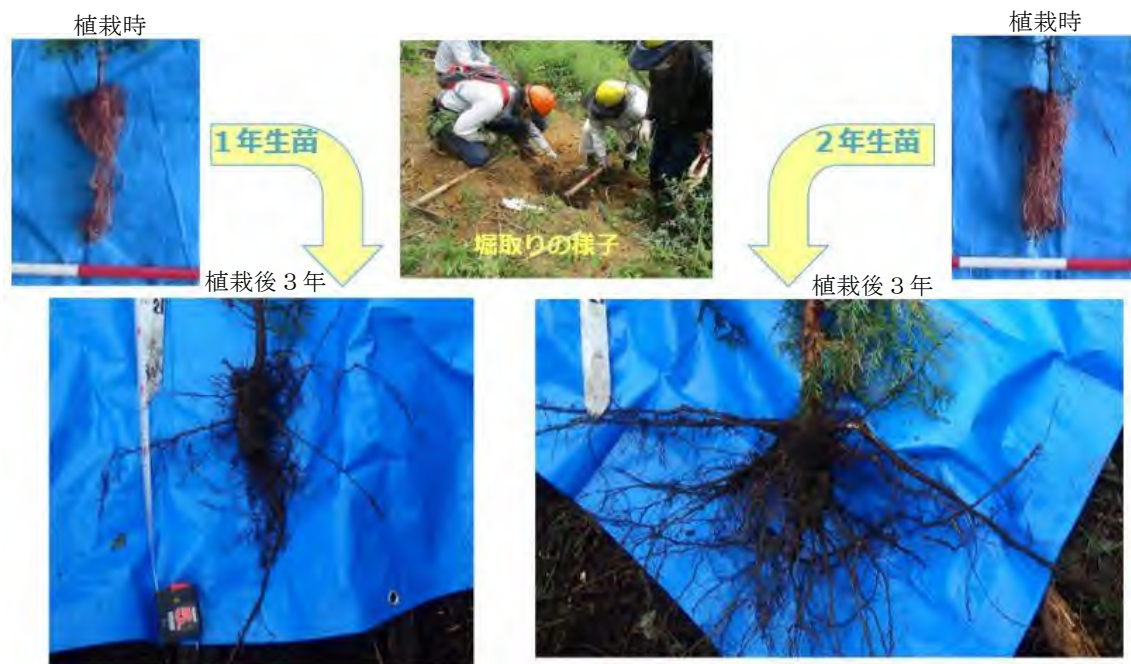


写真-2 根系の様子（植栽時と植栽後3年）

(3) 活着率

第1成長期（植栽7か月後）で1・2年生とも96%と高い活着率を示しました。枯死はその状況からノネズミなどによる獣害を理由としたものがほとんどであると推察されます。

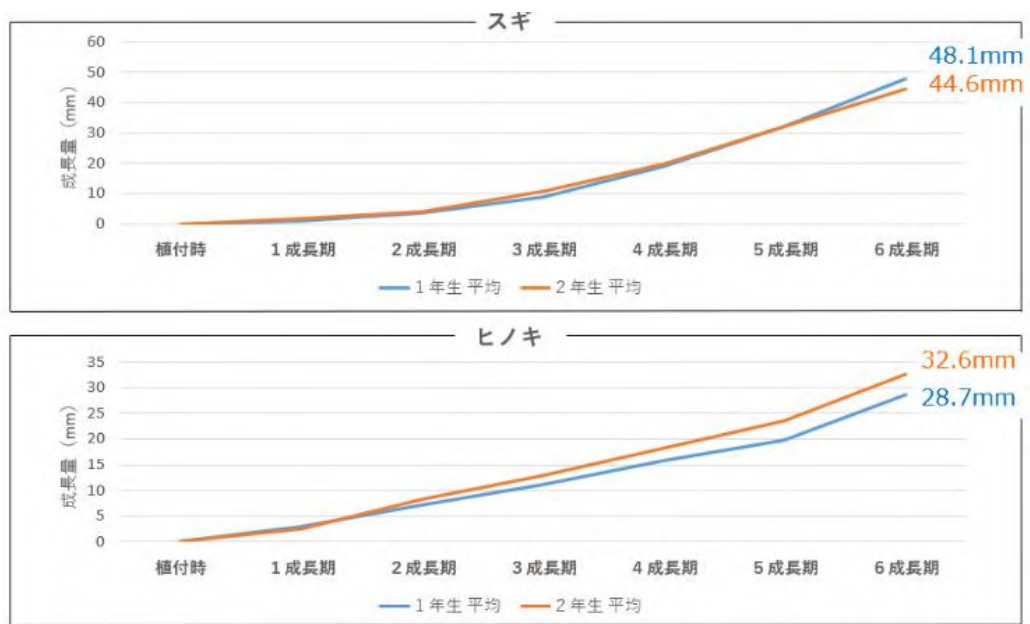
このことから、1年生苗は根系の発達が遅れているものの、2年生苗と同様、良好な活着が期待できると考えられます。

(4) 成長量比較

ア 根元径

令和元年の植栽時から第6成長期（令和6年11月）までの根元の成長量は、図-2のとおり、スギ1年生苗が48.1mm、2年生苗が44.6mmで、1年生苗が3.5mm上回る結果となりました。

また、ヒノキについては、1年生苗が28.7mm、2年生苗が32.6mmで、1年生苗が3.9mm小さい結果となりました。

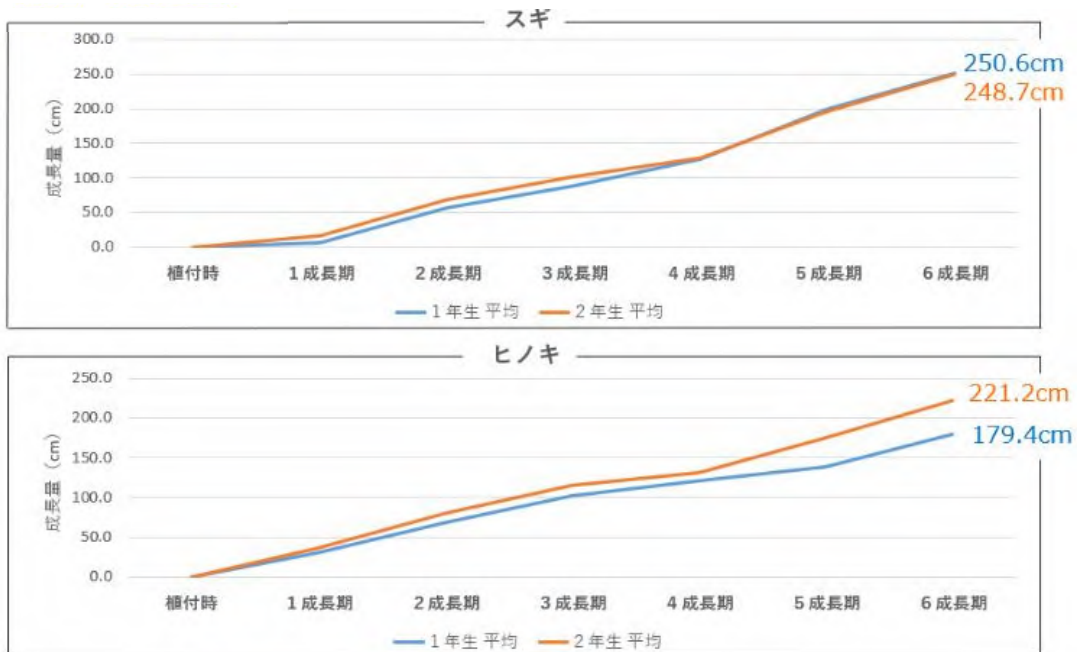


図－2 根元径の成長量

イ 樹高

第6成長期（令和6年11月）までの樹高の成長量は、図－3のとおり、スギ1年生苗が250.6cm、2年生苗が248.7cmで、1年生苗が1.9cm上回っています。

また、ヒノキについては、1年生苗が179.4cm、2年生苗が221.2cmで、1年生苗が41.8cm低い結果となりました。



図－3 樹高の成長量

(5) 形状比

形状比については、図-4のとおり、スギでは第2成長期の段階で、細長く折れやすい状態とされる100を超える結果となりましたが、年数の経過とともに徐々に低下する傾向となりました。

ヒノキにおいても、第1成長期から第2成長期にかけて数値が高くなるもののスギと同様に、徐々に低下しています。

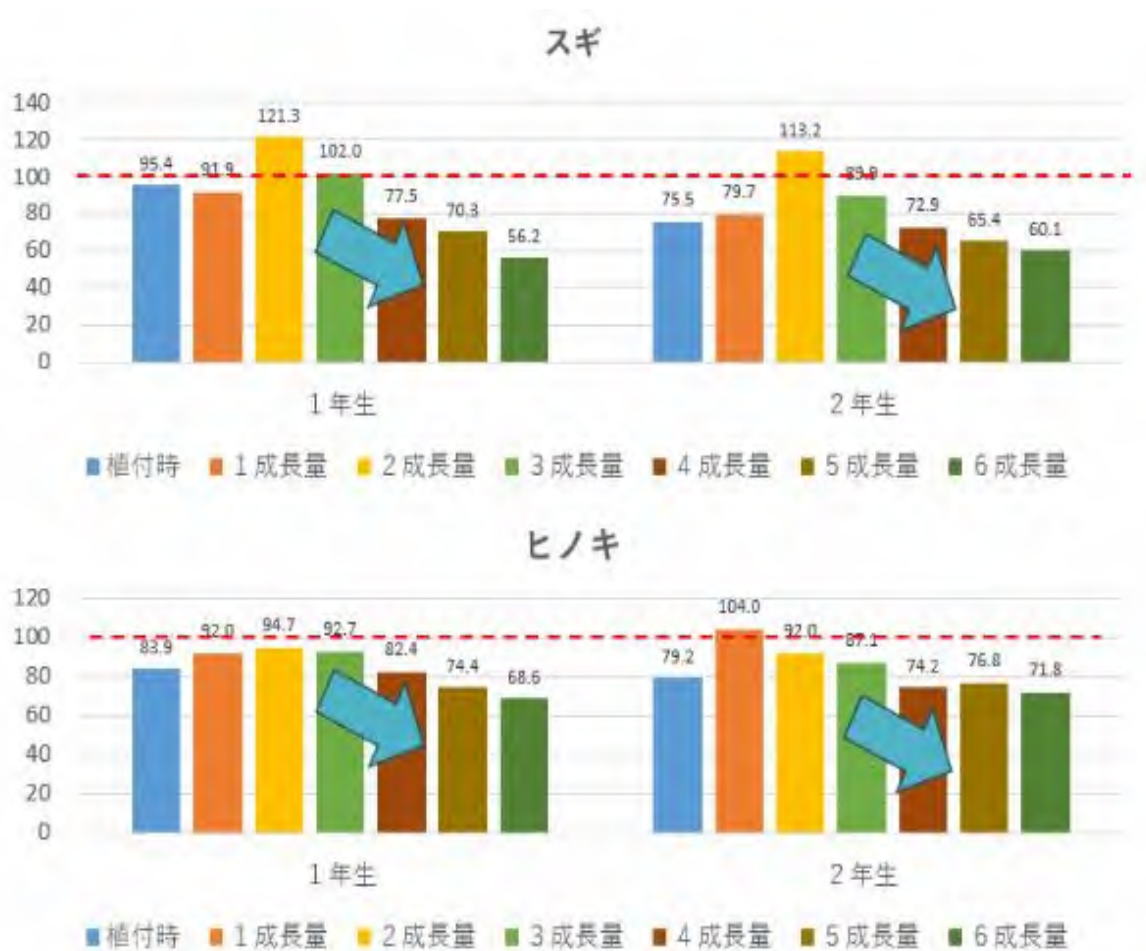


図-4 形状比の推移

5 考察

(1) 1年生コンテナ苗の育苗コスト

1年生苗の育苗コストについては、導入している施設の種類や生産規模等により、差が生じると考えられますが、令和元年当時の苗木生産者からの聞き取り調査では、2年生苗に比べて約3割低減できることから、単純計算すると苗木価格も約3割程度低くなる可能性があります。具体的には、コンテナ苗の単価が180円であれば、130円程度には低減できる可能性があります。

また、生産者にとっても、これまで出荷に2年以上かかっていたものが、1年生苗であれば、1年程度で出荷できるようになり、資金の回収が早くできるようになります。加えて、2年あまりで2回生産することも可能であり、収益も向上するものと考えられます。例えば、表-2の試算のとおり、1年生の苗木単価を130円とすれば、2年生苗の利益が2年で26円であるのに対して、1年生は、2年で34円となり利益は1.3倍となります。

このことにより、生産者・需要者相互の利益が創出されるものと考えます。

表-2 育苗コストの比較

	苗木単価	コスト	利益	利益(2年)
2年生	180	154	26	26
1年生	130	113	17	34

単位:円

➤ 1.3倍

(2) 1年生苗と2年生苗の成長量の比較

桧股国有林における1年生苗の成長量については、スギ、ヒノキともに根系の発達の遅れにより、当初は根元径、樹高ともに劣っていましたが、第6成長期後では、遜色ない状況となりました。写真-3は、令和7年12月のスギ植栽地の状況です。これにより桧股国有林においては、1年生コンテナ苗の活用が見出せたものと考えます。



写真-3 第6成長期後における試験地写真

(3) 生分解性コンテナの使用

今回の試験で、第6成長期後の成長量が一番小さかったヒノキ1年生コンテナ苗の樹高は200cmを超える結果となりましたが、桧股国有林の試験地で一番背丈の高い雑草であるススキが概ね200cm程度であり、成長に及ぼす影響も大きくなかったことから、生分解性コンテナの山行苗木への活用の可能性を見出せたものと考えます。写真－4は令和7年9月の試験地の写真です。



写真－4 植栽木とススキの比較

6 まとめ

1年生コンテナ苗は活着率が高く、成長量はスギ、ヒノキともに2年生と遜色なく、概ね良好でした。このことから、桧股国有林では1年生生分解性コンテナ苗は山行苗木としての活用が可能と考えられます。

7 今後の取組と課題

今後は自然条件の異なる箇所での調査継続、下刈などの造林経費費を含むトータルコスト検証を行うこととしています。また、普及への課題として、1年生苗の定義や規格、価格、需要等を関係機関や苗木生産者と調整する必要があると考えています。

ICT 活用による林道業務の効率化に関する取組 —地上レーザスキャナ「アウル（OWL）」の実証—

滋賀森林管理署 治山グループ 係員 ○奥田 成拓
係員 上田 富一

1 はじめに

近年、局地的な集中豪雨が全国で発生し、各地で災害が頻発しています。林道においても路肩崩壊や既設構造物の被災が発生しており、場所によっては地域住民の緊急時の迂回路として林道が利用されることも有り、迅速な対応が求められます。

2 ICT 活用の目的

限られた人員で、林道の速やかな復旧を図るには、各種資料作成を迅速かつ効率的に行うことが重要となります。そこで、ICT 技術を活用することにより、測量・図面作成に要する時間や労力を削減できないかということを目的としました。

このような中で、国有林内で林道被災が発生したことから、滋賀森林管理署で保有する森林3次元計測システム「アウル」を活用することで、従来方法の計測、作図と比べ効率化が図られるか、併せて精度についても比較考察を行うこととしました。

3 災害申請要求の実施場所について

実施場所については、近中局管内の滋賀県南西部にある六個山国有林内の太神山林道被災地【図-1、2】で実施し、現場状況は区間延長約31m、林道幅3.6mとなっています。



図-1 実施場所

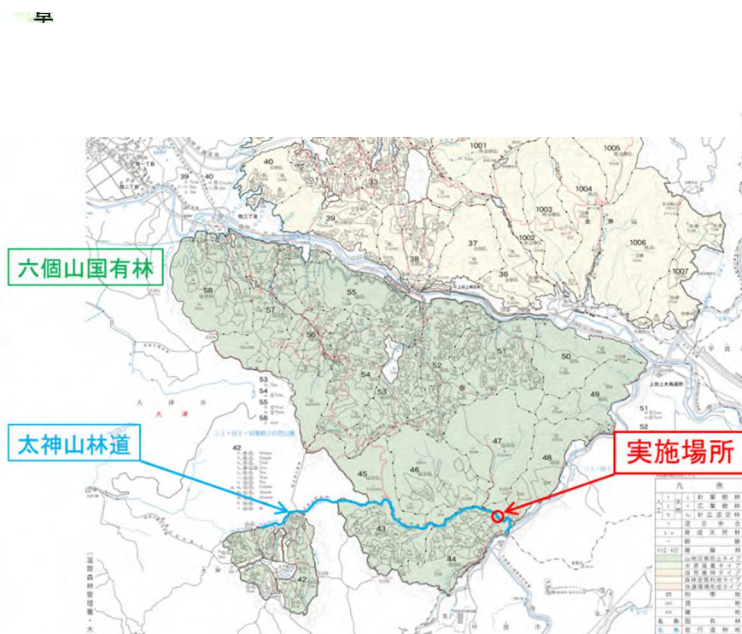


図-2 林道実施場所

4 災害申請要求資料作成の実施

災害申請の流れは、下図【図-3】のうち中央の申請資料の部分について実証を行いました。

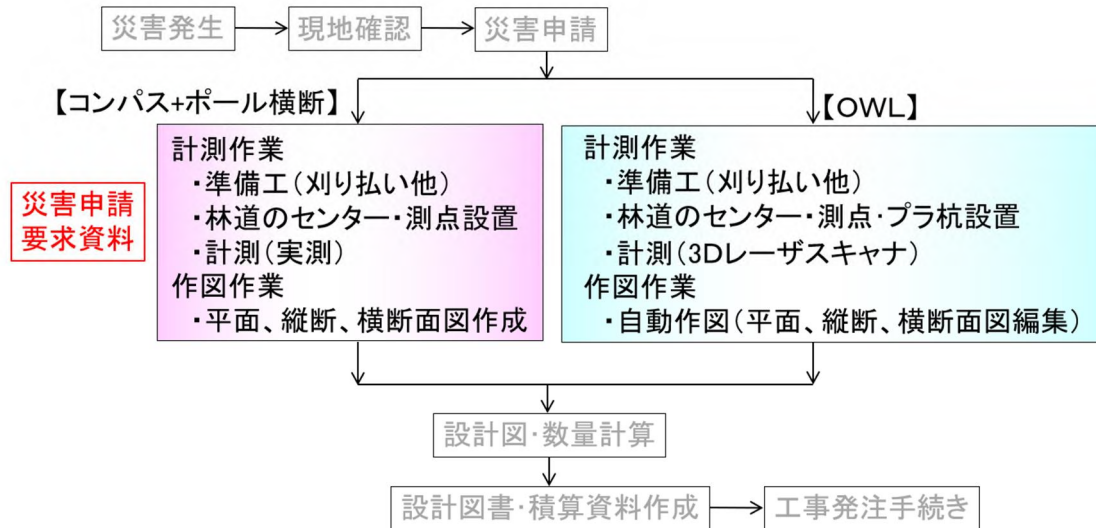


図-3 災害申請要求資料作成

5 災害申請要求資料

(1) 計測の実施

そもそもアウルとは赤外線レーザを使用したコンパクトな森林計測装置で、スキャンした3次元データをもとに専用ソフトを使用して収穫調査の本数、材積量、金額、治山図面等々自動で算出できるシステム【図-4】になります。その計測器データに今回は治山ソフト、アウルコンストラクション (OWL Construction) (以下コンストラクション) を活用し工事用の縦断、横断面図並びに平面図の作成することとしました。

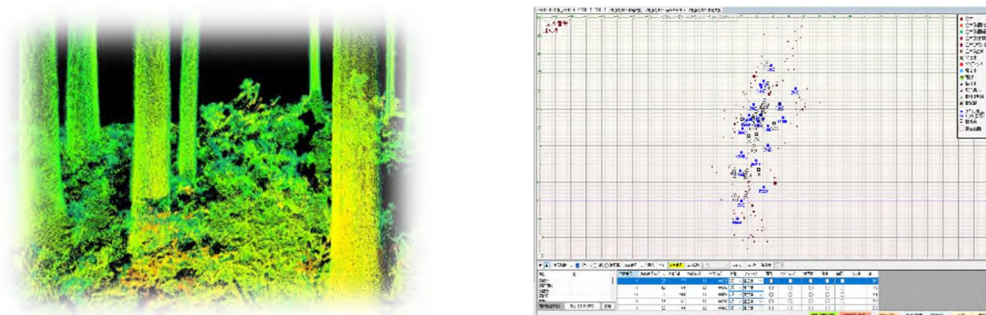
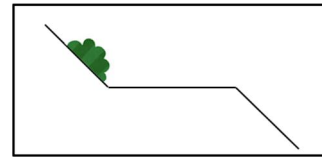


図-4 アウルマネージャーシステム

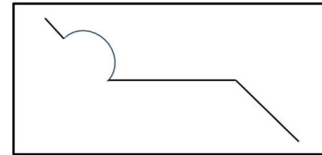
準備工のコンパス測量では崩落・崩壊した土砂に小径木や小枝が散乱していた場合、崩落した箇所をより明確に見えるようにするために、付近の刈り払い【写真-1】をします。アウルも同じ作業ですが、崩落していない箇所の草などを刈ることがあります。理由としては、草の形状をスキャンした場合浮いた地形となり、正確に表示できない【図-5】可能性が考えられるためです。



写真-1 刈り払い



実際の林道



林道をスキャンした結果

図-5 スキャン概要

次に、林道センター・測点を決定する作業で右写真【写真-2】のように帯テープとポールで林道のセンターと測点を決定し、コンパスとポール横断では測点の鋸を打ちます。

アウルでは鋸のほかにプラスチック杭【写真-3】(以下プラ杭)を立てます。上部に反射テープ、緩衝材をまいたプラ杭で、これらを地形、林道の変化点に設置し、測点箇所についてはアウルを据付しスキャンを行います。なおこのプラ杭は試行錯誤したうえで、職員で作成を行いました。



写真-2 測点設置

プラ杭を設置する理由としては、アウルは元々立木の調査を行う機械であり、木と認識するプラ杭を変化点に設置することでよりはっきり現地状況がスキャン出来ると考え、下右写真【写真-4】のようにプラ杭を設置しました。

プラ杭を設置する理由としては、アウルは元々立木の調査を行う機械であり、木と認識するプラ杭を変化点に設置することでよりはっきり現地状況がスキャン出来ると考え、下右写真【写真-4】のようにプラ杭を設置しました。



写真-3 プラ杭



写真-4 プラ杭設置

計測作業について、従来の作業【図-6】では、コンパス測量を行った後、ポール横断測量を行います。対してアウルは測点箇所にアウルを立て、スキャンを行うのみとなります。

コンパス測量は、コンパスの設置点から毎測点ごとを直視する必要があり、その間の障害物によって目標点が直視できない場合はコンパスを移動しTPを設けるか、障害物を除去して直視できるようにしてから計測する必要があります。また、計測には最低2人は必要になります。

一方アウルを用いた計測【写真-5】では、低草木の除去等の事前対応が必要であるものの1点あたりの計測は概ね30秒程度で完了します。測点ごとで直視の必要がなく障害物の除去が不要であり、場合によっては1人で測定作業を行うことも可能です。

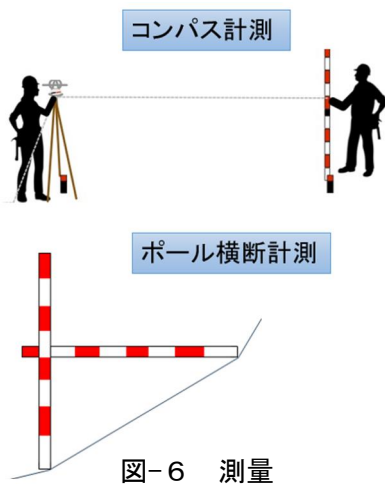


図-6 測量



写真-5 アウル計測

(2) 図面作成

図面作成について、コンパス、ポール横断計測では、測量データを書いた野帳をもとに、平面図、縦断面図、横断面図などを入力、作成しています。

一方アウルでスキャンしたデータは外付けの USB メモリに保存され、高性能パソコンでデータを読み込み、収穫調査等ができるアウルマネージャーソフト (OWL Manager) (以下マネージャー) の情報からコンストラクションソフトにより縦断面図、横断面図が作成され、それを CAD 互換性 (DXF) ファイルにデータを下図【図-7】のとおり出力することができます。

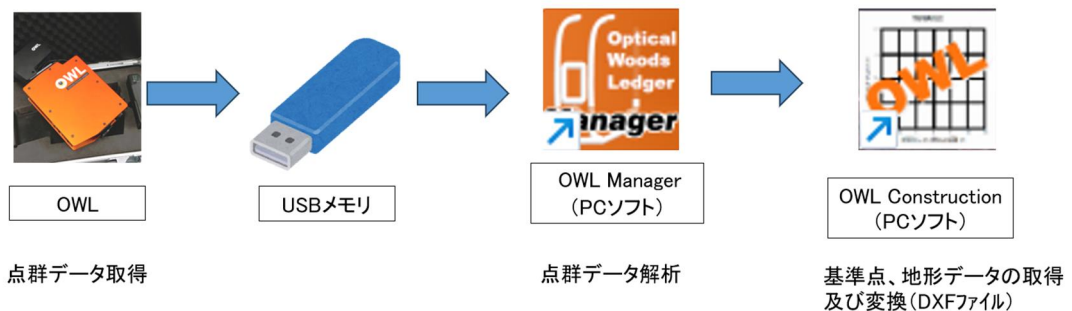


図-7 アウル図面作成

下図左【図-8】は縦断面図を作成している画面です。下図右【図-9】は横断面図を作図している画面になります。この画面でも分かるとおり、林道センターに対し直角に作図を行えます。自動作成された縦断面図【図-10】です。アウルを置いた場所もこのように青い三角の点で縦断面線の中に表示されます。同様に作図された横断面図【図-11】になります。横断面図は複数の断面を作成する必要がありますが、縦断を作成する際に、同時に横断面図も作成され時間を短縮することができました。

作図された縦断面、横断面図の青い印は、元々は表示されず実線のみでしたが、開発元の会社にソフトの改良をお願いし、測点・中心点を表示できるようになったことで、CAD 図面の際に、林道センターの測点及び、各測点横断のセンターが反映表示することが可能となりました。

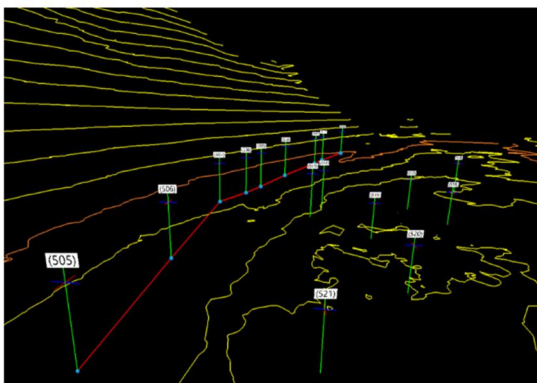


図-8 縦断面

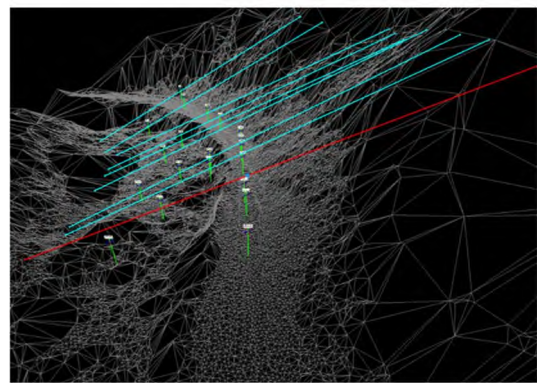


図-9 横断面

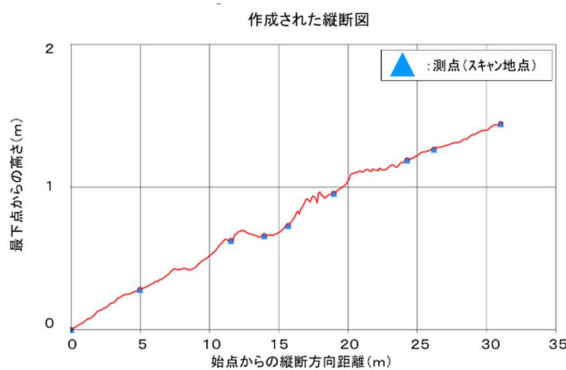


図-10 縦断面図

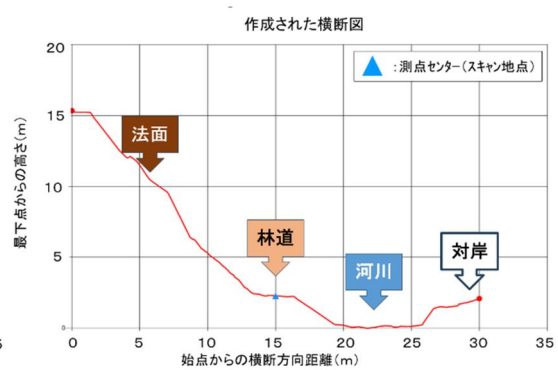


図-11 横断面図

また、他の利用方法として点群データという機能があります。右図【図-12】のようにスキャンしたデータは写真と違い、後からでも立体的画像がどの角度からでも移動しながら歩いているように見ることができます。この機能は災害申請時に現地情報をより理解することが可能であると思われます。



図-12 スキャンデータ

(3) 精度の比較

アウルの精度を確認するため、水準測量、トータルステーションを用いた測量も行い誤差の確認を行いました。そして計測結果を拡大比較したのになります。青い三角のマークがアウル、ピンクの四角いマークがトータルステーションになります。平面図【図-13】、縦断面図【図-14】及び横断面図【図-15】共にズレなどはほとんどありませんでした。

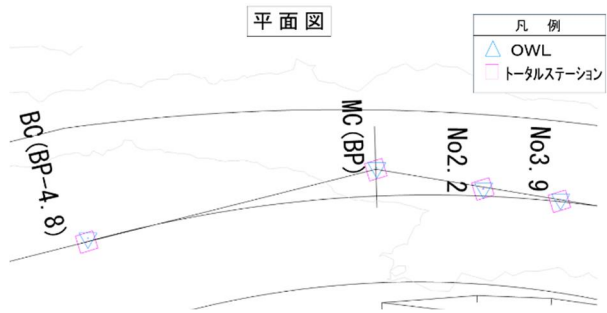


図-13 平面比較

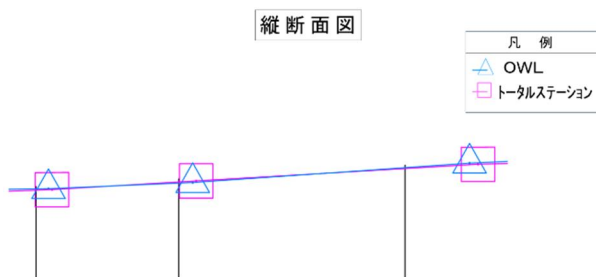


図-14 縦断比較

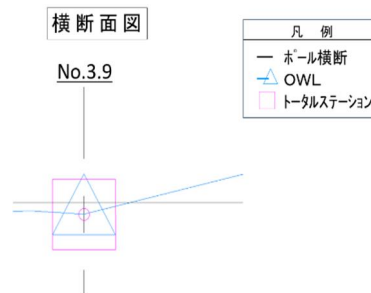


図-15 横断比較

測点間距離を測定したものが左表【表-1】の数値になり、トータルステーションとアウルの誤差を示したグラフが【図-16】になります。

表-1 測点距離比較

測点	トータルステーション	OWL	誤差 TS-OWL (cm)
	単距離 (m)	単距離 (m)	
BP-11.5	-	-	-
BP-4.8	4.979	4.963	1.6
No.0.9	6.599	6.578	3.7
No.2.2	2.408	2.407	3.8
No.3.9	1.706	1.720	2.4
No.6.7	3.359	3.301	8.2
No.9.3	2.039	2.043	7.8
No.12.6	3.247	3.257	6.8
EP+2.0	1.955	1.937	8.6
EP+6.6	4.779	4.824	4.1

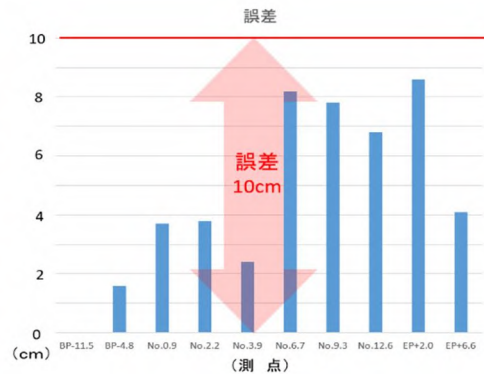


図-16 測点距離比較

地盤高を測定した値が左表【表-2】で、その誤差がグラフ【図-17】になります。

表-2 地盤高比較表

測点	トータルステーション	OWL	誤差 TS-OWL (cm)
	地盤高(m)	地盤高(m)	
BP-11.5	284.509	284.509	0.0
BP-4.8	284.745	284.789	4.4
No.0.9	285.059	285.133	7.4
No.2.2	285.151	285.166	1.5
No.3.9	285.255	285.237	1.8
No.6.7	285.452	285.463	1.1
No.9.3	285.534	285.615	8.1
No.12.6	285.602	285.697	9.5
EP+2.0	285.671	285.771	10.0
EP+6.6	285.876	285.951	7.5

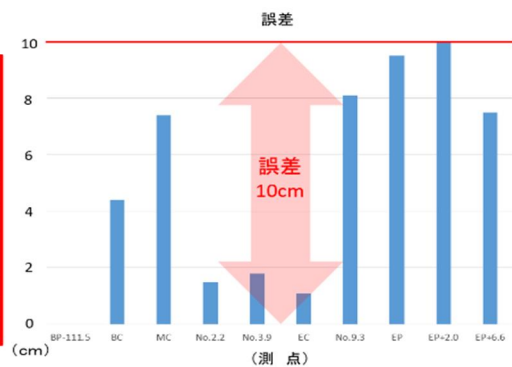


図-17 地盤高比較

測点間距離、地盤高ともに誤差は10cm程と施工管理基準範囲内となりました。

6 実施の比較

コンパスとポール横断の測量とアウルでは、総計時間で2倍以上差がありました。作業時間の差をわかりやすくしたグラフ【図-18】になります。

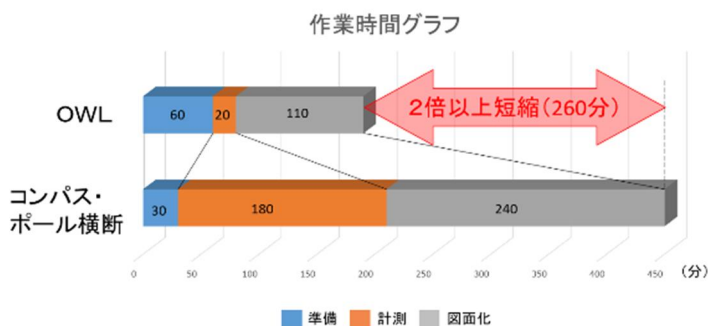


図-18 作業時間比較

作業の比較としてはアウルでの作業は、最初の準備こそ鋸とプラ杭

を設置したり、スキャン装置の初期設定が必要だったり、少し手間取る部分もあります。しかし計測では測点間の距離を測る必要がないことや、直視することがないため障害物を除去する必要がないことなど、作業の省力化を大幅に促進しています。また、図面化に関しては自動で作図を行うため、時間を短縮することができました。

これらの比較【表-3】から、総合的に災害申請時にアウル活用は評価が高いと考えられます。

表-3 作業内容比較

作業内容	コンパス+ポール横断		OWL	
準備	・林道のセンターを決め、測点（鋸）を設置。	○	・林道のセンターを決め、測点（鋸）と反射テープを巻いたプラ杭を設置。 ・計測器のスキャン準備(初期設定)が必要。	△
計測	・測点ごとにスチールテープで測定。 ・機器から測点を直接目視 ・計測器設置個所を変えるごとに機器の据え付けが必要。	△	・スチールテープの測定不要。 ・直接目視は不要。 ・計測器据え付けは機器の固定のみ。	◎
図面化	測量記録簿よりCADへ図面化	△	取得データから自動作図、CAD互換性ファイルへ変換 [Construction(ソフト)]	◎
総評価		△		◎

7 結果考察

アウルの活用は、コンパス、ポール横断測量で行う計算、読み取り間違いが無い、コンパス、トータルステーション等の測量技術が不要であり、時間と労力を削減できることが確認されました。また、専用ソフトによる自動作図について作業効率の向上、取得 3D 画像データを保存できることで、何時でもどの角度からでも現地を確認できる点について災害申請時の現地状況の把握にそれぞれ大きく寄与すると思われま

す。精度についても、各測量手法で実務上問題となるような大きな差異は認められず施工管理基準範囲内の誤差であった。特に平面図では等高線が取込め地形図の描写が可能、縦断面図及び横断面図は、地山の詳細な形状を図面に反映できる点で今後森林土木でも使えることが期待されます。

以上より、ICT 技術であるアウルは林道災害復旧における調査設計業務において、効率化・省力化に有用な手段であることを実証できました。

引用文献

図-1（実施場所）

滋賀森林管理署管内図

<https://www.rinya.maff.go.jp/kinki/siga/other/kannaizu.bmp>

図-2（林道実施場所）

湖南施業実施計画図（R4）湖南 6-4

図-6（測量）

[林業の裏方が実践！森林調査の1日（面積を測る！） | 旅山ブログ](#)

<https://n-kenkyujyo.com/backstagework-surveying/>

図-4（アウルマネージャースystem） 図-8（縦断面） 図-9（横断面）

図-10（縦断図） 図-11（断面図） 図-12（スキャンデータ）

[森林3次元計測システム OWL | 安全な赤外線レーザーを使用した軽量・コンパクトな森](#)

[林3次元計測システム](#)

<https://www.owl-sys.com>

下刈回数の削減・省力化
～下刈実施箇所と未実施箇所の比較～

福井森林管理署 係 員 ○中西 涼
主任森林整備官 山口 真一
地域林政調整官 小崎 浩文

1 課題を取り上げた背景

我が国の森林は、約4割が人工林で、戦後に造成された人工林が多く、6割以上が50年生を超えていることから、その多くが資源として利用可能な段階を迎えています(図-1)。また、近年、主伐収入で造林費用を賄えないことや、育林従事者の減少により主伐面積に対して再造林面積が低位なことから、森林資源の持続的な利用を確保していくためにも造林の省力化・低コスト化が求められているところです(図-2)。⁶⁾

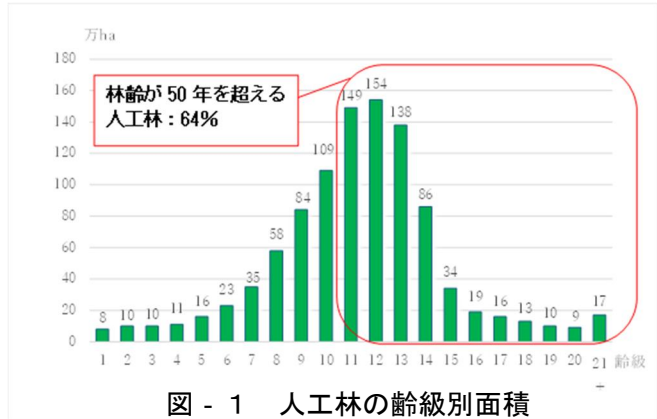


図-1 人工林の齢級別面積
※森林資源の現況⁵⁾を基に作成

なかでも、再造林後の下刈り作業は通常夏に行われ、炎天下の作業になります。ここ100年の日本の気温変化は+2.03℃で、1960年以降に限って言えば、世界の平均気温上昇の約1.6倍もの速さの上昇率です。また、1904年から2024年にかけて真夏日や猛暑日も増加しています。³⁾このことから、下刈り回数を削減することで作業の省力化と作業員の安全を確保することができますと考えられます。

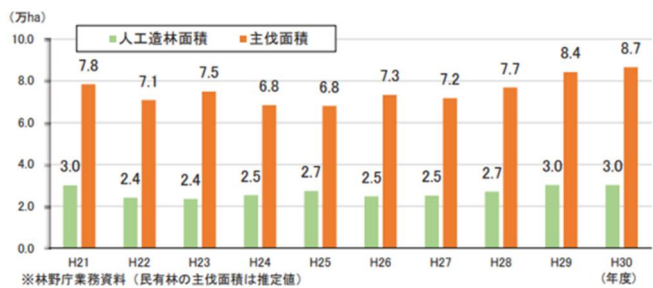


図-2 主伐面積と人工造林面積の推移
※林政審議会資料⁴⁾より引用

また、福井森林管理署において下刈り未実施箇所における成長量の知見がないため、令和6年度から比較検討に向けた取り組みを行っています。

2 調査の概要

(1) 調査地の概要

調査地は福井県敦賀市の南部、滋賀県との県境に位置する黒河山国有林の143へ林小班としました(図-3)。

143へ林小班は面積1.18haで令和4年に101年生のヒノキを皆伐し、同年秋に高知県産ヒノキのコンテナ苗を2000本/haの密度で植栽しています。

また、同時にシカ防護柵(金網柵)を設置しており(写真-1)、冬期の積

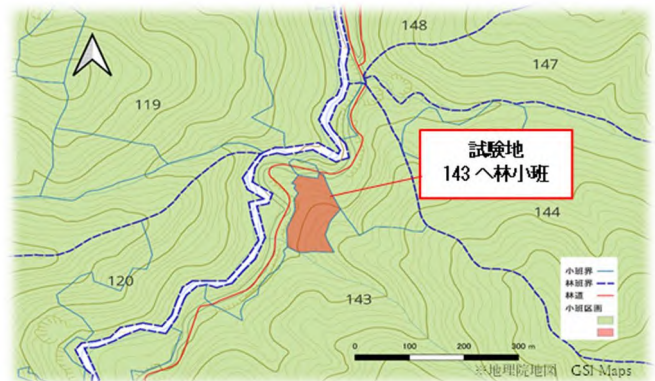


図-3 黒河山国有林143へ林小班

雪による柵の破損がなく、シカの食害による被害を抑えることのできる小班であることから調査地として選定しています。

周辺の状況については、林齢が 100 年を超えるブナやミズナラの落葉広葉樹林が広がっています (写真 - 2)。



写真 - 1 シカ防護柵の様子
(令和5年8月撮影)



写真 - 2 試験地周辺の様子
(令和7年12月撮影)

調査地が位置する敦賀市は、年間平均降水量約 2300mm で冬期に降水量の多い日本海側の特徴を有しています (図 - 4)。また、夏の最高気温は 2021 年から 2025 年にかけての平均で、7 月：約 32℃、8 月：約 33℃、9 月：約 30℃となっており (図 - 5)、特に 2025 年は 5 月から 9 月までの長期にわたって最高気温が 30℃以上となる日がありました。このことから、本調査地を有する敦賀市は日本の他地域同様に夏下刈りには過酷な気象条件であると考えられます。

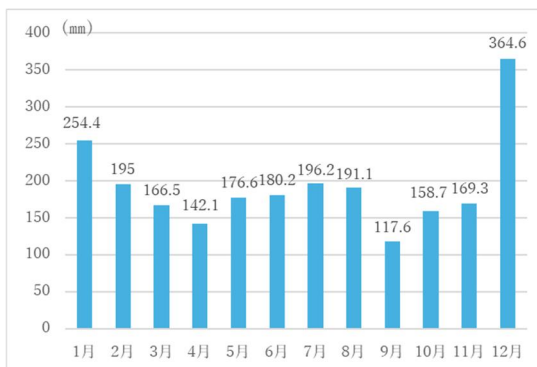


図 - 4 降水量の平均 (2021~2025)
※気象庁 過去の気象データ⁷⁾をもとに作成

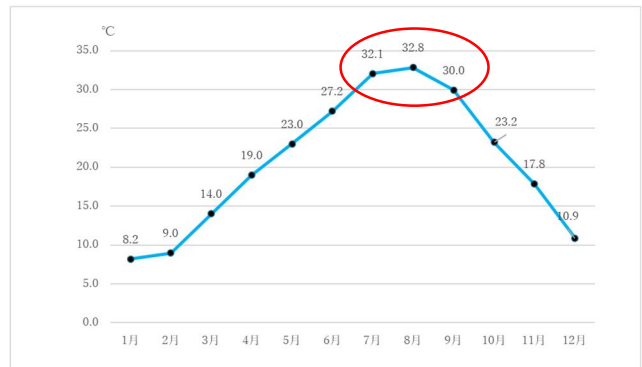


図 - 5 最高気温の平均 (2021~2025)
※気象庁 過去の気象データ⁷⁾をもとに作成

(2) 調査の概要

本調査では、無下刈箇所及び下刈箇所の成長量比較と無下刈箇所での雑草木調査を行いました。

ア 無下刈箇所及び下刈箇所の成長量比較

無下刈箇所及び下刈箇所の成長量比較調査では、143 へ林小班の西側斜面、標高約 260m の位置に無下刈のプロット (以降、無下刈箇所) 及び下刈を行うプロット (以降、下刈箇所) を設定し (図 - 6)、樹高と根本径を測定しています。プロットについては、西側斜面のうち傾斜が同等の箇所を選定し、立地による成長の差が出ないよう配慮しています。

樹高、根本径を測定する調査木は、各プロットから、10 本を選定し、測定については、令和6年12月13日、令和7年11月5日に実施しています。

また、下刈箇所の下刈については、通常の下刈同様に年1回の下刈とし、令和6年9月3日と令和7年11月5日に実施しました。

イ 無下刈箇所の雑草木調査

無下刈箇所の雑草木調査については、令和7年12月11日に、雑草木の樹高の測定及び樹種同定、ヒノキの上方被圧の状況把握調査を行いました。

樹高については、穂山・内村(2021)²⁾をもとにヒノキ植栽木の周辺50cm以内の4方向に生育する雑草木のうち最も樹高の高い雑草木の高さを測定しています(図-7)。

上方被圧の判断については、平田ら(2012)¹⁾を参考に、ヒノキ梢端に雑草木が接触している、あるいはヒノキ梢端が雑草木によって完全に被覆されている状態を上方被圧ありとしました(図-8)。

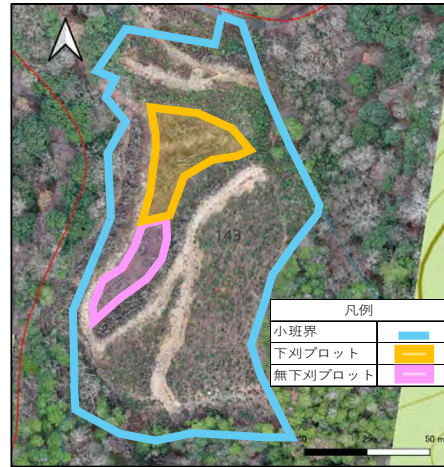


図-6 各プロットの位置
(背景は令和7年12月撮影)

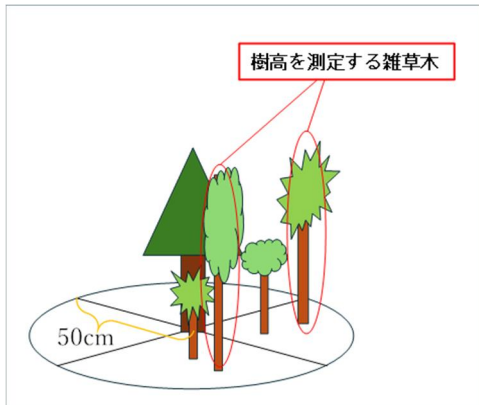


図-7 雑草木の測定基準

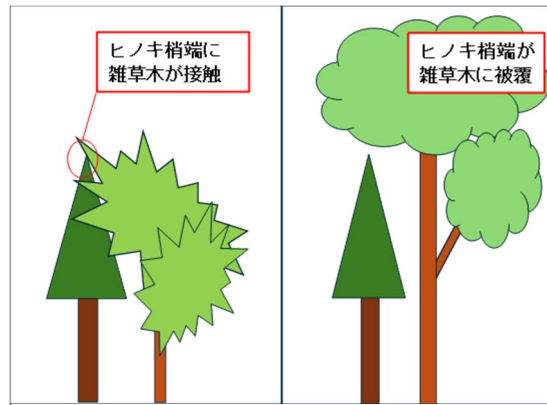


図-8 上方被圧の基準

3 結果

(1) 無下刈箇所及び下刈箇所の成長量比較

無下刈箇所及び下刈箇所の成長量比較については、樹高、根本径それぞれについて、「令和6年及び令和7年時点のヒノキの大きさ」、「令和6年から令和7年にかけての成長量」、「令和6年時点での大きさと成長量を表した分布図」に分けて検討を行いました。

ア 樹高

令和6年時点及び令和7年時点での調査木の樹高を図-9、図-10に、各年における樹高の平均値を表-1に表しました。これを確認すると、令和6年時点では、最も大きいサイズの調査木、平均ともに差はほとんどみられませんでしたが、一方で、令和7年時点では、最も大きいサイズの調査木では35cm、平均では13cmの差がみられました。

表-1 各年における樹高の平均

	樹高 (cm) (平均)	
	下刈	無下刈
令和6年12月	97	96
令和7年11月	144	131

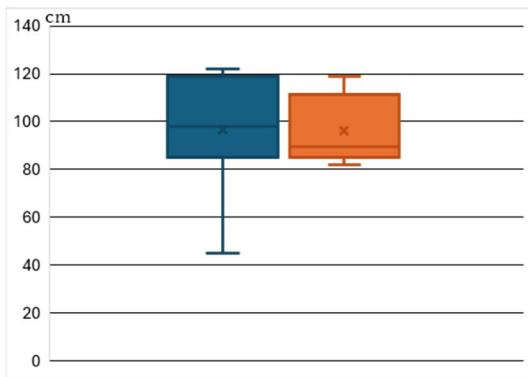


図 - 9 令和6年度計測（樹高）

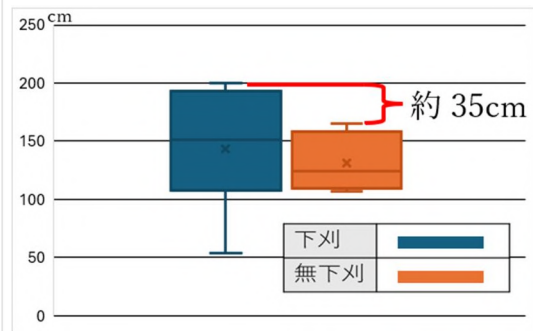


図 - 10 令和7年度計測（樹高）

成長量は、無下刈箇所と下刈箇所、平均値 12%ほどの差がみられました（表 - 2）。また、箱髭図（図 - 11）に表して確認すると、成長量の下限は無下刈箇所、下刈箇所ともに大きな差はありませんが、成長量が多い調査木については 15%から 20%程度の差がみられました。

表 - 2
令和7年にかけての平均成長量（樹高）

	樹高 (cm) (平均)	
	下刈	無下刈
成長量 (実測)	47	35
成長量 (割合 %)	48.5	36.5

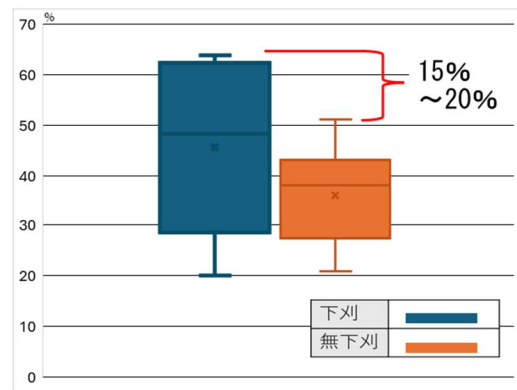


図 - 11 樹高の成長量 (%)

令和6年時点での調査木の大きさと令和7年にかけての成長量を分布図に表すと図 - 12 になり、無下刈箇所、下刈箇所ともに正の相関関係がみられました（相関係数 無下刈：0.62、下刈：0.92）。また、令和6年時点で樹高が同じような調査木については、令和7年にかけて類似した成長がみられました。ただ、無下刈箇所では 50cm 以上の成長がみられず、令和6年時点で樹高が 120cm 前後だった調査木については、無下刈箇所と下刈箇所成長量が 20cm 以上異なっていました。

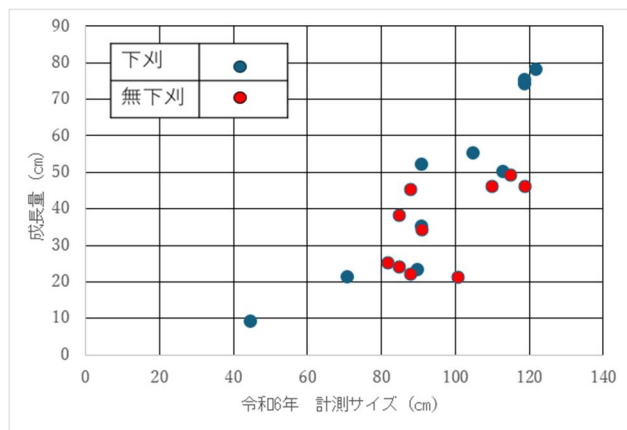


図 - 12 令和6年計測サイズと成長量（樹高）

イ 根本径

樹高同様に令和6年時点及び令和7年時点での調査木の根本径を図 - 13、図 - 14

に、各年における樹高の平均値を表 - 3 に表しました。根本径については、令和6年計測時点で平均約2mm、最も大きい調査木で約4mmの差が確認されました。この差は翌年にかけて拡大しており、令和7年の計測では、平均で約4mm、最も大きい調査木で約12mmと令和6年と比べ2倍から3倍の差となっていました。

表 - 3 各年における根本径の平均

		根本径 (mm) (平均)	
		下刈	無下刈
令和6年12月		12.73	10.62
令和7年11月		18.65	16.32

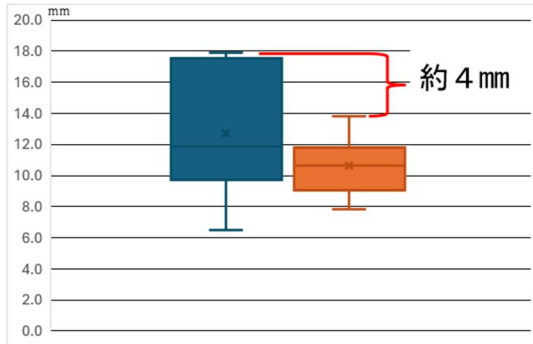


図 - 13 令和6年度計測 (根本径)

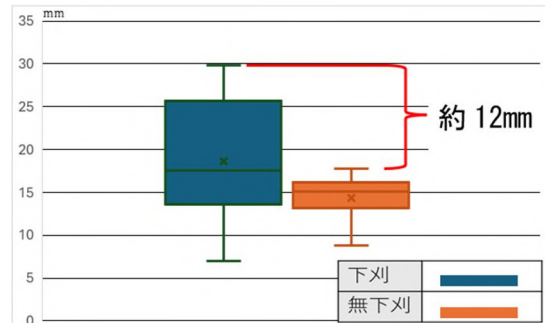


図 - 14 令和7年度計測 (根本径)

成長量は、無下刈箇所と下刈箇所、平均値約12%の差がみられました(表 - 4)。また、箱髭図(図 - 15)に表して確認すると、成長量が大きい調査木については、樹高よりも差が大きく25%から40%ほどの差がみられました。

表 - 4
令和7年にかけての平均成長量 (根本径)

		根本径 (mm) (平均)	
		下刈	無下刈
成長量 (実測)		5.92	3.70
成長量 (割合%)		46.5	34.8

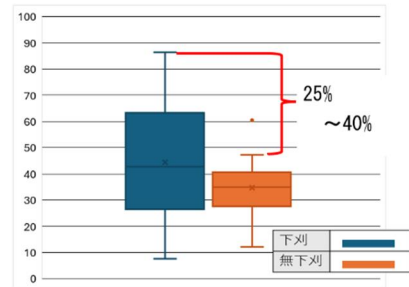


図 - 15 根本径の成長量 (%)

こちらも、樹高同様に令和6年時点での調査木の大きさと令和7年にかけての成長量を分布図に表すと図 - 16 になります。無下刈箇所、下刈箇所ともに正の相関関係がみられましたが、無下刈箇所についてはやや弱い相関となりました(相関係数 無下刈箇所:0.46、下刈箇所:0.75)。また、無下刈箇所については、令和6年時点で根本径が10mmを超えていた調査木は

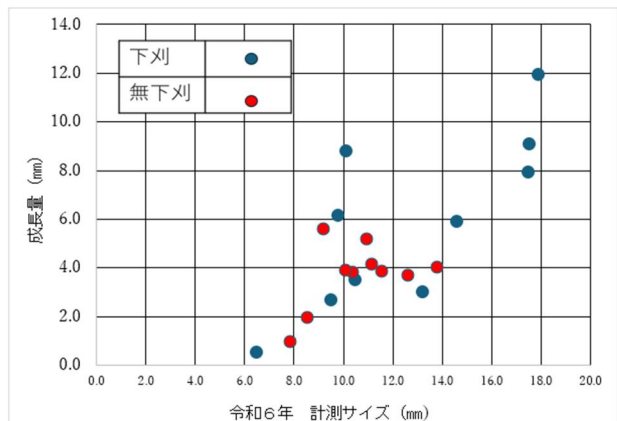


図 - 16 令和6年計測サイズと成長量 (根本径)

成長量が4mm前後にとどまっているものがほとんどで、6mmを超える成長量の調査木は確認されませんでした。一方で、下刈箇所においても令和6年時点で根本径が10mm以上あるにもかかわらず、成長量が4mm以下の調査木が2本確認されています。

(2) 無下刈箇所の雑草木調査

雑草木の最大高の平均は、折損していたものを除いて、135.3cmでした。

これは令和7年計測時の無下刈箇所のヒノキ調査木と同程度であり、タラノキやアカメガシワについては2mを超えるものが多く確認されています。

樹種については、タラノキやアカメガシワ、キイチゴ類、サルトリイバラといった落葉性の先駆樹種が多くを占めていましたが、ユズリハ、ヤブツバキ、シロダモ、ヒサカキといった常緑樹も確認されました。

続いて、被圧の状況ですが、無下刈箇所の調査木10本すべてが上方被圧を受けている状況でした(写真-3、4)。



写真-3 タラノキによる被圧
(令和7年11月 撮影)



写真-4 ユズリハによる被圧
(令和7年12月 撮影)

4 考察

今回、無下刈箇所は下刈箇所と比較して、根本径、樹高とも約12%、成長量が劣るといふ結果になりました。この結果は平田ら(2012)¹⁾における4年目から5年目にかけてのヒノキの成長量の差と同程度であり、特に根本径では、令和6年計測時点で10mm程度の太さがあった無下刈箇所の調査木について成長量が4mm前後にとどまっていることから、被圧による成長への影響がみられるといえます。一方で、樹高においては、平田ら(2012)¹⁾では31.9%だった上方被圧率が、本調査地の無下刈箇所の調査木では100%だったこと、令和6年時点で同じような樹高の調査木は令和7年にかけて同じような成長量が確認されたことを考えると、着実に成長していると考えます。

樹高について、無下刈箇所と下刈箇所ですら似通った成長量の調査木がみられた要因の一つとして、雑草木の種類による影響が挙げられます。令和7年時点での無下刈箇所の雑草木の多くがタラノキやアカメガシワといった落葉広葉樹で樹形が縦に広がる樹種であったことから、側方被圧の影響が小さく、また、雑草木が芽吹くまでの期間に成長が可能だ

ったと考えています。ただし、本調査地の無下刈箇所では落葉樹よりも被圧の影響が大きいリュズリハやシロダモのような常緑樹の侵入が確認されているため、今後下刈箇所と無下刈箇所との間に著しい成長量の差が表れる可能性があります。

また、根本径について、下刈箇所についても成長量が低調な調査木が数本確認されていますが、調査木周辺の雑草木により成長が阻害されたのではないかと考えています。今回の調査では下刈箇所での雑草木調査は行っていないため、次回以降の調査では下刈箇所についても雑草木調査を行うことを検討しています。

5 まとめ

以上のことを踏まえ、今回の調査で樹高の成長が同程度だった調査木の生育など、無下刈箇所と下刈箇所の成長量を継続して観察するとともに、下刈箇所においても雑草木調査を実施しすることで、無下刈箇所・下刈箇所での雑草木の成長によるヒノキへの影響を確認し、無下刈箇所の下刈の要否及び実施時期の判断に必要な知見を蓄積してまいります。

引用文献

- 1) 平田令子・伊藤哲・山川博美・重永英年・高木正博 造林後5年間の下刈り省略がヒノキ苗の成長に与える影響：日本森林学会誌 95(3)、135～141、2012
- 2) 穂山浩平・内村慶彦 スギ再造林地における下刈り回数削減の可能性：鹿児島県森林技術総合センター研究報告 22、1～8、2021
- 3) 文部科学省・気象庁 日本の気候変動2025（詳細編）、68～72、2025
- 4) 林野庁 現行森林・林業基本計画の実施状況、令和2年10月12日実施 林政審議会配布資料3、2020
- 5) 林野庁 森林資源の現況（令和4年3月31日現在）、2022
- 6) 林野庁 令和6年度 森林及び林業の動向、48～62、2024
- 7) 気象庁、「過去の気象データ 月ごとの値 敦賀（福井県）」、https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/view/monthly_sl.php?prec_no=57&block_no=47631&year=2025&month=&day=&view= , (最終閲覧日 2026年1月19日)

藻類を配合した航空実播工における BSC 形成の効果

近畿中国森林管理局 島根森林管理署 治山技術官 ○根村 輝

1 研究の背景

航空実播工は、種子や肥料などを混合した植生基材をヘリコプターなどで運搬及び散布することにより植生回復を図る工法です。空中から散布を行うため、資材や重機の搬入が困難な奥地や、人力での施工が困難な急斜面の崩壊地でも施工可能なことが最大の特徴です。しかし、その一方で基礎工を伴わない航空実播工では、施工後に散布した植生基材が降雨等により部分的に流亡する場合もあり、期待する植生回復が見込めない可能性があることがかねてよりの懸案事項でした。

そこで、航空実播工の短所を補うものとして、本発表のテーマでもある BSC に注目しました。BSC (Biological Soil Crust) とは、植生遷移の最初期段階において、裸地にコケ植物や地衣類などが侵入し、表土を巻き込みながら繁茂することで形成されるシート状の土壤微生物のコロニーのことです(写真-1)。BSC の形成により表土が緊結されることで、土壌流出が抑えられ斜面が安定し、早期の植生回復の基盤となることが期待できます(図-1)。



写真-1 礫を巻き込む BSC

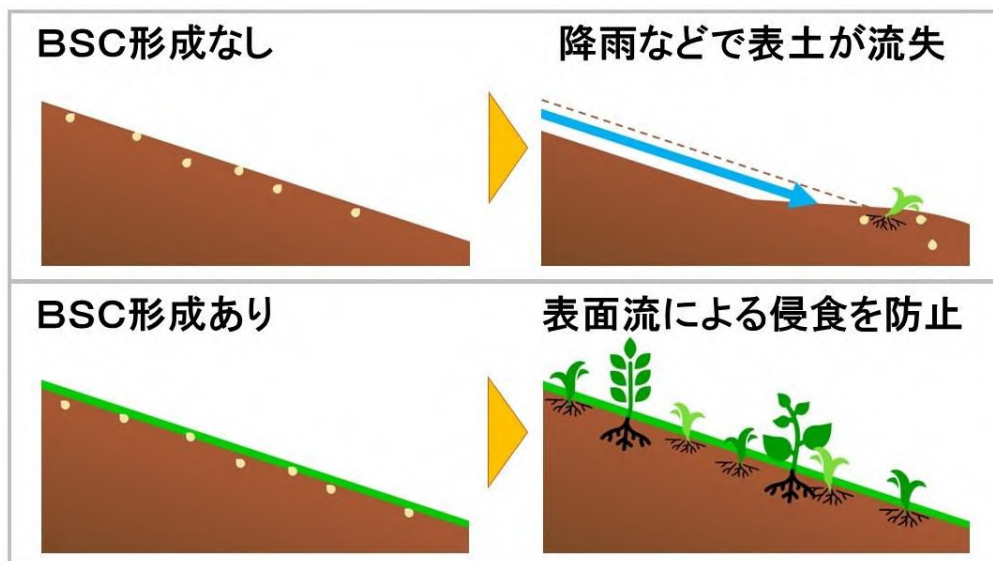


図-1 BSC の形成による表面侵食防止効果

この BSC を航空実播工に取り入れることにしました。

2 実際の工事の施工方法

島根森林管理署が管轄する島根県浜田市に位置する柿木山国有林において、平成 27 年の大雨により山腹斜面が約 0.8ha にわたり崩落し、流木及び土砂が直下の谷に流出しました。流出した崩壊土砂は土砂ダムの形成までには至りませんでした。斜面が拡大崩壊すれば約 200m 下流の第二浜田ダムの貯水池(写真-2)に崩壊土砂が流出し被害

を及ぼす恐れがありました。このことから山腹工事を検討しましたが、施工箇所への重機や資材の搬入及び崩壊地内での作業が困難であったため、自然回復を期待し経過観察を行ってきました。しかし、崩壊発生から8年経過した令和6年時点においても植生の回復はほとんど認められませんでした（写真－3）。そのため工法を再検討し、ヘリコプターによる航空実播工を実施することとしました。



写真－2 崩壊地とダム（赤丸囲い）



写真－3 崩壊地（令和6年2月撮影）

しかし、今回の施工箇所が平均傾斜 40 度以上の急斜面であり、崩壊時に露出した基岩が広範囲にみられるなど表土の流失が著しいことから、通常の航空実播工では植生の回復が難しいことが予想されました。

そのため、本工事では、BSC の形成を目的とした土壌藻類資材を植生基材に配合して施工することとしました。植生基材の配合は従来の実播工の考え方に基づき設定した4種の芝類、イタドリ、メドハギ、ヤマハギ（落葉低木）の種子と肥料等の配合に、土壌藻類資材を追加したものとした。

航空実播工の施工にあたり、施工地から直線距離で約 500m の位置に作業ヤード及び仮設ヘリポートを設営しました。作業ヤードでは植生基材の混合及び攪拌を行い、スラリー状（かゆ状）の植生基材を散布用バケツに充填したのち、ヘリコプターで吊上げ施工地への散布を行いました（写真－4）。



写真－4 航空実播施工中

本施工地において、BSCの形成により得られる効果として期待しているのは以下の4点です。

- ・表土の固定による種子の生育環境の構築及び保全
- ・BSCが散布種子を巻き込むことによる種子の流失防止
- ・施工地周辺からの飛来種子捕捉による在来種の定着
- ・将来的な露岩部での植生回復

施工後において、期待する効果が得られるか調査するため、施工後にBSCの形成状況や種子の発芽及び生育の状況を確認するモニタリング調査を行いました。

3 施工後経過

航空実播工による植生基材の散布を、令和6年10月に実施しました。以降、数か月おきにドローン等による遠景撮影及び近景の撮影を行いました（表-1）。

表-1 航空実播工施工箇所のモニタリング状況



施工直後には、植生基材に混合した着色料により斜面が施工前と比較して茶色く着色されていることから、植生基材が崩壊斜面全体に散布できていることが遠景から確認できました。

施工から約2ヶ月が経過した12月のモニタリング調査では、部分的ではあるものの、雨水による侵食部を中心に藻類が増殖し、表土や礫を巻き込みながらBSCが形成されている様子が確認できました。また、同じく侵食部で芝類であるレッドトップやバミューダグラスの分布が見られました。

施工から約4ヶ月が経過した翌年2月には、バミューダグラスが冬季休眠状態となり地上部が枯れ、置き換わるようにレッドトップが繁茂し、分布も広がっている様子が確認できた。冬季は日中の気温が十分に上がらないことから、藻類の増殖は停滞すると予測していたが、現地では順調に分布を広げており、さらに、露岩部にも亀裂や窪みを辿るように増殖している様子もみられた（写真-5）。しかし、その一方で、BSCが形成されているが植生密度が比較的低い箇所の一部では、小規模な表土の崩落が見られました（写真-6）。



写真－5 12月（左）と2月（右）の露岩部における藻類の繁茂状況比較



写真－6 表土の剥離による崩落

施工から約7ヶ月が経過し、春季を過ぎた5月には施工地斜面の様子が大きく変わり、複数種の芝類が混在して繁茂し旺盛に生長していたほか、イタドリやヤマハギの種子も発芽し生長している様子が確認できました。散布した種子の中では特にイタドリの繁茂が目覚ましく、これはイタドリに日当たりの良い場所を好む習性があり、施工箇所が南向きで日当たりの良い斜面だったためであると考えられます。さらに、散布した種子の他に在来種のオカオグルマの黄色い花が多数確認できたほか、代表的な先駆種であるアカメガシワやヌルデなどの落葉樹が繁茂していました。また、露岩部では藻類の増殖が亀裂や窪みから広がり、被覆している様子が見られました。

最後に施工から約9ヶ月が経過した7月のモニタリング調査（写真－7、写真－8）では、表土が残っていない箇所を除きほとんどの部分を芝類が覆い、5月に見られた先駆種が大きく生長している様子が確認できました。藻類についても、露岩部の被覆が広がっており（写真－9）、経過としては非常に良好であると言えます。



写真－7 遠望（令和7年7月撮影）



写真－8 近景（令和7年7月撮影）



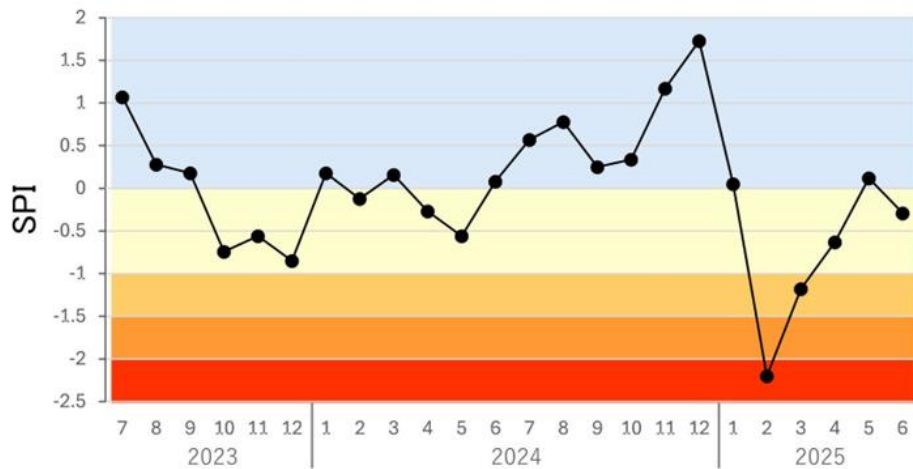
写真－9 露岩部の藻類（令和7年7月撮影）

4 考察とまとめ

施工地は8年間植生の回復がほとんど見られない箇所でしたが、施工後には早い段階から侵食部でBSCの形成が確認され、同じ場所で芝類の発芽も認められました。通常、植生基材の流亡は表面水の流れが集中する侵食部を中心に発生するため、急傾斜地の侵食部では植生の回復が遅れますが、本施工地においては反対の結果となりました。これは、湿潤な土壌を好む藻類が、侵食部で増殖し早期にBSCを形成したことで、表土及び散布種子が固定されるとともに、土壌の保水能力が向上し芝類が発芽及び生長しやすい環境になったためだと考えられます。

2月には表土剥離が見られました。崩落した土砂は乾燥して白色に近い色であったのに対し、残った斜面内部は黄褐色であり、まだ湿っていたことから、表土剥離の原因は乾燥ではないかと考えました。そこで、乾燥を評価する指標として、気象庁のウェブサイトで公開されている干ばつを評価するための指標の一つである標準化降水指数（SPI）に着目し、松江における過去2年間のSPIをグラフ化したところ（図－2）、島根県では、例年よりも湿潤傾向であった令和7年1月までから一転して、2月には50年に一度の乾燥が記録されていました。このような異常気象によって施工地表面が急激に乾燥し、表面と内部で乾燥による収縮率の差が生じた結果、表土剥離が発生したと考えられます。また、BSCはシート状の形態をとるため雨水等による表面侵食には耐性を発揮する一方、表土剥離に対しての耐性は低く、表土の崩落に至ったと考えられます。しかし、植生密度の高い箇所では表土の剥離はあまり見られませんでした。このことから発達した根系が表土剥離を抑制していたと考えられます。

島根県(松江)における標準化降水指数(SPI)



SPI	程度の分類	現象の頻度
0 ~ -0.99	軽度の乾燥	3年に一度
-1.00 ~ -1.49	中程度の乾燥	10年に一度
-1.5 ~ -1.99	著しい乾燥	20年に一度
< -2.0	極端な乾燥	50年に一度

図-2 島根県(松江)における標準化降水指数(SPI)

(「世界の天候データツール (ClimatView 月統計値)」(気象庁) (<https://www.data.jma.go.jp/cpd/monitor/climatview/frame.php>) をもとに作成)

さらに、5月のモニタリング調査では散布した種子の内、2月の調査では見られなかったイタドリやヤマハギの種子が発芽していたことから、BSCにより種子の流失防止に一定の効果があったと考えられます。また、施工以前にはみられなかった在来種の分布がみられたことから、飛来した種子を捕捉し定着させることにも一定の効果があったと考えられます。施工後、早期に芝類が繁茂していたことや少雨が続いたことから、これらのことにBSCの形成がどの程度影響を与えていたかを評価するのは難しいですが、先行研究によりBSCが高い侵食防止効果を有していることが確認されていることから、藻類が表土と共に種子を巻き込みBSCを形成することで、種子の流失防止効果を発揮したのではないかと考えられます。

以上のことから、BSCの形成の効果として期待していた4点の内3点について、本施工地において効果が表れていることが分かりました。また、4点目の「将来的な露岩部での植生の回復」についても、露岩部での藻類の被覆がみられることや、落葉樹の繁茂により土壌や養分の供給が見込まれることから、十分期待が持てる結果となりました。

5 今後の課題

今回のモニタリング調査では、施工後の初期段階におけるBSCの形成過程及び散布種子の流失防止効果を観測することができませんでした。そのため、今後の藻類を配合した航空実播工において、施工直後から短いスパンでのモニタリング調査や定点撮影を検討する必要があると考えています。

併せて、本施工地の今後の経過についても引き続きモニタリング調査していく予定です。

参考文献等

- 1) 気象庁ウェブサイト, 「世界の天候データツール (ClimatView 月統計値)」, (https://www.data.jma.go.jp/cpd/monitor/climatview/spi_commentary.html), PDL1.0 (https://www.digital.go.jp/resources/open_data/public_data_license_v1.0), (最終閲覧日: 2025年9月9日)
- 2) 小島壘・大澤和敏・松浦麻希・藤澤久子・富坂峰人・松井宏之. 藻類・菌類による被覆土壌の受食性評価および WEPP による侵食解析. 土木学会論文集 G (環境). vol. 74, no. 5, p. 223-239, 公益社団法人 土木学会, 2018
- 3) 新田壮真・矢部和弘・今富祐樹・江口文陽・徳永冠哉. 微細藻類を用いたのり面保護工の機能評価. 森利誌 35(2), p. 97-101, 森林利用学会, 2020

被災地における建設資材（生コン）供給量不足の懸念に対する取り組み
～令和6年能登半島地震・奥能登豪雨の早期復旧に向けて～

近畿中国森林管理局 石川森林管理署
奥能登地区山地災害復旧対策室 ○四宮 臣人
岡倉 洋平

1 課題の背景

令和6年1月1日に能登半島を震源とする最大震度7、マグニチュード7.6の「令和6年能登半島地震」が発生しました。震源となった奥能登地域及び近隣地域では2,000カ所以上の山腹崩壊が発生、流出した土砂によって多くの土砂ダムが形成され、河川内に堆積した不安定土砂の再流下など、二次災害を防ぐために早急な対策が必要でした。

林野庁では発災直後の1月2日から石川県へのリエゾン派遣、ヘリ調査、技術者派遣等による被害状況の迅速な把握に努め、2か月後の令和6年3月には石川県知事からの要請を踏まえ、大規模崩壊地等の復旧について国による直轄事業として実施することを決定、令和6年4月上旬から災害復旧事業（応急対策）に着手しました。

応急対策工事を進めている最中、地震から8か月余りが過ぎた9月21日から23日にかけて、奥能登地方を観測史上最大の豪雨が襲い、崩壊地の拡大、土石流が重なって発生し、甚大な被害が生じました。特に直轄事業施工地である大谷区域（珠州市大谷町）では再流下した土砂、流木が下流の住宅を直撃し、不幸にも1名の尊い命が失われました。

このような過去最大級の災害が同年に起こる「二重災害」からの早期かつ確実な復旧を目指し、令和7年度当初から本復旧工事を開始しています。

2 民有林直轄治山事業の概要と事業実行における課題

奥能登地区民有林直轄治山事業は輪島市、珠洲市の6区域において総事業費約88億円を計画しています。令和6年度～令和15年度の10年間で予定しており、各機関と連携、情報共有しながら事業を進めています(図-1)。

しかしながら建設資材については、当初から各機関と調整を行っていたところではありましたが、地域内の資材供給体制が十分でないところに、二重災害の影響が重なって、砕石などの資材や産業廃棄物処分場の確保が困難な状況となっています。令和7年4

月以降は各機関の災害復旧事業の発注が重なったこともあり、特にレディーミクストコンクリート（生コン）の供給が地域内で大きく不足している状況にあります。

復旧工法や建設資材については様々ありますが、コンクリートは耐久性、造形性に優れ、現地の地形に馴染むことから治山構造物に広く使用されており、採用が困難となれば、今後の事業進捗に大幅な遅れが生じかねません。

奥能登地域（珠州市周辺）を例にしますと、被災後は生コン工場2社による供給体制になっており、従来であれば珠州市全域において運搬距離、時間の制約の影響はなく、



図-1 奥能登地区民有林直轄治山事業区域

供給が可能な地域です（図－2）。

しかしながら、現状市街地周辺への供給が優先され、治山事業実施箇所である山間部への供給がやむを得ず後回しにされている状況にあります。このような生コン供給体制では今後の災害復旧に伴う需要を満たすことは非常に困難であると考えられます。

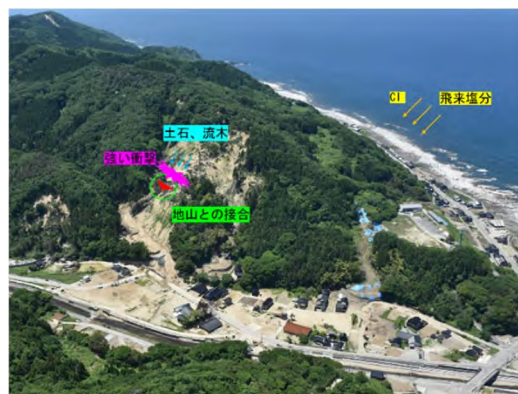
当民有林直轄事業の施工地（大谷区域）は、上流に堆積した不安定土砂及び流木からの衝撃力に対する強度や海からの飛来塩分に対する耐腐食性を考慮した構造とする必要がありました。そのため、これらの要求性能を満たすにはコンクリートによる構造物が最適と判断しました（図－3）。

コンクリートを使用する場合、その安定的な供給が確保できるかが課題となります。コンクリートは工場からの供給と現場練りコンクリートによるものの2つに大別され、一般的には工場生産のものが広く用いられています。今回、前述の供給体制の現状を踏まえて「ドライミックスコンクリート」を使用した現場練りコンクリートによる施工を試験的に実施することとしました。

本論文では、「ドライミックスコンクリート」による施工で得られた知見や留意点について整理し報告します。



図－2 位置図



図－3 大谷区域周辺の状況

3 ドライミックスコンクリートの諸元について

ドライミックスコンクリート（以下ドライミックス）は現場練りコンクリートの手法の一つで、各種材料の配合設計、計量作業をあらかじめ指定の工場で行い、各種材料をパッケージ化したものです（図－4）。

従来の現場練りコンクリートであれば材料の保管、計量作業を現地で行う必要があり、現場作業員が主体となって品質管理を行うことから大きな負担となっていました。

一方、ドライミックスであれば、現地での計量作業は不要となり、またコンテナパックに梱包されて搬入されるため施工地内に十分な作業ヤードがあれば保管、移動が容易です。現地での練り混ぜに際しては、骨材の含水比による水量の調整が必要ではありません



図－4 資材イメージ図
（ドライミックス事業協同組合 HP より）

が、梱包された各資材を指定の順番でミキサーに投入するのみで、現地での作業内容は非常に簡易であり、現地作業員の負担が軽微になります。

以上のように、ドライミックスによる施工であれば、練り混ぜから打設完了までの時間が大きく削減でき、また生コン工場との日程調整が不要となること、打設の工程が天候に左右されにくくなるなどのメリットも大きい建設資材であると言えます。

4 比較検討

施工地（珠洲市大谷町）から最寄りの生コン工場は約 20km 離れた地点に所在していますが、前述のとおり市街地近隣への供給が優先され、当現場への安定的な生コン搬入は困難な状況にあります。

そのような条件の中で今回、溪間工（体積 1,163 m³）をドライミックスによる現場練りコンクリートにより施工する優位性について、効率性、施工性、経済性の 3 点から従来工法と比較検討を行いました。

(1) 効率性（労務）での比較

現地での練り混ぜ作業、運搬にかかる人員数について、従来施工と比較検討を行いました。

従来の工場出荷の場合、運搬時間と最寄りの生コン工場の運搬体制から生コン車 4 台（4 m³/台）、1 日 6 時間稼働の条件で、積込みから打設までの 1 サイクルは約 90 分と試算できます。最大日打設量は 4 台 × 4 m³ × 4 回稼働/日 = 64 m³ となり、生コン車の運転手は 1 日当たり 4 人必要となります。

一方、ドライミックスでは施工地内ですべて完結できることから、1 サイクル当たりの時間は実績から約 13 分程度と大幅に削減できました。この場合、最大日打設量は 1 台 × 4 m³ × 27 回稼働/日 = 108 m³ と大きく増やすことが可能になります。練り混ぜ完了後の運搬は練り混ぜ場から打設箇所までのごく短い距離になり、生コン車の運転手は 1 人で十分となります。比較的近距离の運搬になることから、運転に不慣れな者でも十分対応でき、ドライバー不足が散見される中でも人員確保が比較的容易になると考えられます。

以上のことからドライミックスを使用することで、労務効率は大きく向上し、従来工法に比べ優位性があると認められます。

(2) 施工性での比較

従来施工では最大日打設量の関係から打設ブロック数が 32 と細分化され、7 日ごとに 1 ブロックを打設すると仮定すると、打設完了までの期間は 224 日と試算されます。一方、ドライミックスの場合、同条件で最大日打設量に合わせて同時に 2 ブロックの打設も可能となり、打設ブロック数が 27 に抑えられ 98 日で打設が完了しました。

（図-5）。

以上のことから、ドライミックスの場合、単純計算で約 50% 工期を短縮できることとなりました。さらに、現場の作業状況に合わせた打設が可能になり、進捗によって適宜止めることや、早めることができる点も踏まえると現地での施工性は大きく向上すると考えられ、従来工法に比べ優位性があると認められます。

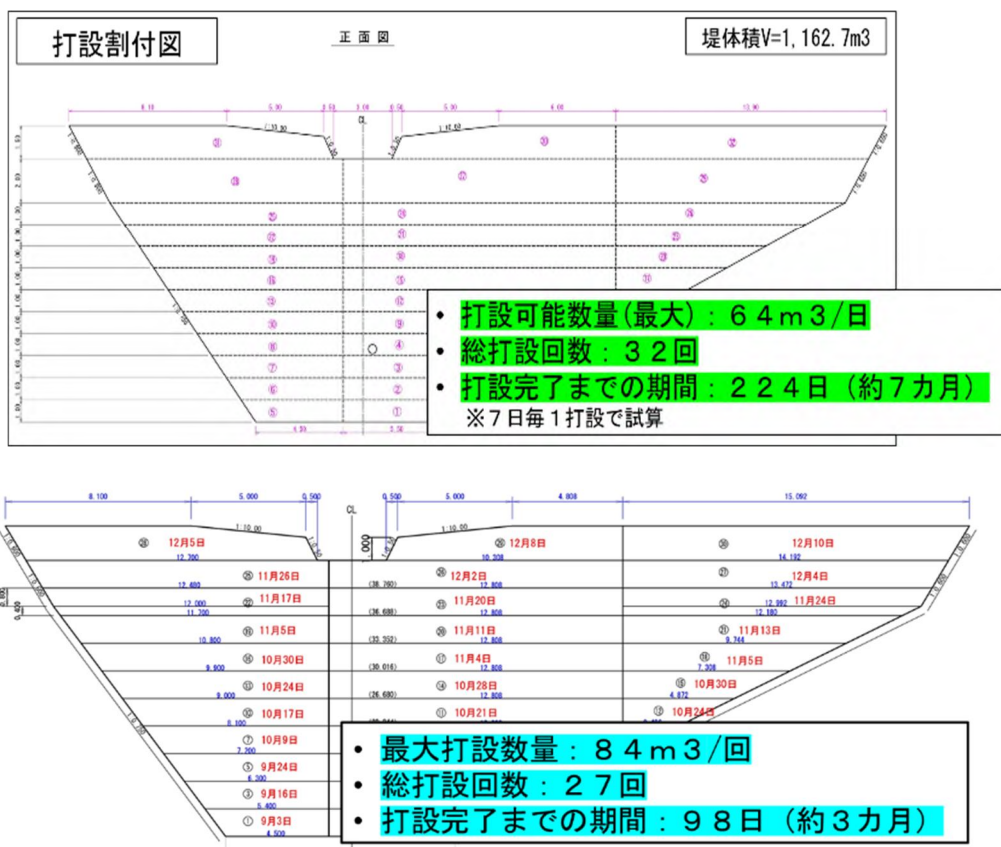


図-5 工法ごとの打設割の比較

(3) 経済性での比較

ドライミックスは普及しつつあるものの、特許権の関係から製造できる工場は限られています。そのため購入、運搬に係る費用は従来のものと比べ割高になることから、コストについて比較検討を行いました。

工場生産のコンクリートの場合、石川県公表単価を参考にすると珠洲地区では現着価格で1 m³当たり 23,700 円となっています。

一方、ドライミックスの場合、資材価格は運搬費を含め1 m³当たり 53,000 円になり、資材費用のみでも約 2.2 倍の価格差が生じました。それらに加え別途ミキサー、アジテータ、貯水タンク等の機材の諸費用が発生することとなります。

以上の結果からトータルコストを見るとドライミックスは不利となりました。

(4) 比較検討とりまとめ

労務効率の面からは運転手数が 1/4 に削減でき、施工性を見ると大幅な施工期間の短縮となりましたが、コスト面では割高となる結果となりました(表-1)。

今回検討を行った大谷区域での災害復旧において最も重視されるべきは早期かつ確実な復旧であり、ドライミックスは資材コストとしては割高になり課題はあるものの、コスト上昇分は労務費の削減や工期の短縮で十分吸収可能であると考えます。

特に山間部での復旧工事においては有効な工法と考えられることから、今後の流通量増加がなされれば資材価格の適正化が進み、一般的な工法として積極的に採用されていくことが期待できます。

5 取組経過

以上の検討結果を踏まえ、実際に大谷区域の災害復旧工事においてドライミックスによるコンクリート谷止工の施工を実施しており、取組状況は以下のとおりです。

(1) 配合決定から現地搬入まで

はじめに、試験室で梱包する材料を用いて各種試験を行った後、示方配合を決定しました。

表－1 比較検討表

	通常施工のコンクリート (レディーミクストコンクリート) 生コン工場から運搬 (L=20km・約40分) 生コン車4台体制、16回/日 (6時間稼働、1台当たり4回稼働/日)	現場練りコンクリート (ドライミックスコンクリート) ヤードから積込運搬 (L=0.2km・約4分) 生コン車1台体制、27回/日 (6時間稼働、1台当たり27回稼働/日)	
運搬条件			人員数：1/4倍
打設可能数量	64m ³ /日 (4m ³ /台)	108m ³ /日 (4m ³ /台)	
打設ブロック数	32ブロック	30ブロック	
打設日数	224日 (7日/1ブロック打設で試算) (床掘・型枠設置等含む)	98日 (実績より) (床掘・型枠設置等含む)	打設効率：約2倍
コスト比較	コンクリート資材単価 23,700円/m ³ (V=1162.7m ³)	コンクリート資材単価 53,000円/m ³ (V=1162.7m ³)	コスト：約2倍

評価結果	人員の確保	○ (生コン車運転手4名の確保が必要)	◎ (生コン車運転手1名で施工可能であり、建設作業従事者の削減に寄与)	人員削減
	施工性	○ (打設ブロックが細分化し、約7か月で施工可能)	◎ (天候によるプラント等との諸調整が不要であるため、約3か月で施工可能)	工期短縮
	経済性	○ (標準の石川県単価)	△ (施工実績が少なく、資材価格が高い)	工事費増大



図－7 品質確認

① 資材の保管方法 (水濡れ対策)



図－8 資材の保管方法

試験は指定工場において遠隔臨場により確認し、その後各材料を梱包して現地への搬入を行いました (図－7)。

現場内での資材保管については、極力乾燥した条件で保管することが求められます。当現場においては、パレットを敷き地面からの湿気に対処するとともに、ビニール袋及びブルーシートにより養生を行って雨水・湿気が浸透しないよう保管を行いました (図－8)。

また、セメントについては屋外での長期保存は困難であることから、打設前に都度現地搬入を行いました。

(2) 水質試験と含水率による補正

ドライミックスの場合、練り混ぜ水については一般的に現地採取となります。事前に水質試験を行い塩化物イオンの混入や強度発現を阻害する混入物が無いか、品質確認しています。

また、北陸地方は雨が多く多湿な環境であることから、骨材の湿潤状況には十分注意しなければなりません。そのため、細骨材の表面水率試験を練り混ぜ前に行い、配合の補正を実施し施工しました。

(3) 生コン打設状況等

当該工事の生コン打設は8月上旬の豪雨等の影響により9月上旬から打設開始となりましたが、想定以上の施工スピードで進み、12月10日に打設を完了しました。(図-9)。

今後も実際の施工を行っていく中で検証を行い、引き続き工夫すべき点や課題等を整理しつつ、より現場目線で使いやすさを追求する取組みを進めていきます。

なお、工事施工業者からは「ドライミックスの場合は施工者のみで柔軟に作業変更が可能である」、「打設日、打設量の事前予約や天候不順への対応の必要がない」、「打設日の前倒しや打設間隔の短縮ができる」など、工程管理等の施工調整が容易である点で好評でした。



図-9 ドライミックスコンクリートの練り混ぜ、打ち込み状況

6 まとめ

今回試験的に導入したドライミックスコンクリートと従来工法の比較結果については以下のとおりです。

- ・ドライミックスの場合、コストは割高となりますが、施工スピードや作業人工の削減などを考えた場合、コスト分を十分吸収できると考えられ、メリットは非常に大きい。
- ・被災地の確実な早期復旧を考慮した場合、建設資材の安定的かつ確実な供給を確保する手段の一つとして有効であると考えられる。
- ・奥能登地域のような地理的条件が整っていない現場や資材供給体制が脆弱な状況においてもコンクリートの採用が可能となることから、他の治山現場においても今後の活用が大いに期待される。

これまで経験したことのない災害の中、地域住民から早期の復旧が渴望されており、日頃より林野庁への強い期待を感じています。

当庁が持つ技術力を結集し、一刻も早い復旧・復興へ向け強い信念を持って事業の早期完了に邁進していく決意であります。

参考文献

- 1) ドライミックス事業協同組合ホームページ, <https://doraimix.com/>, (令和8年2月20日)

樹木採取権制度を活用した効率的かつ安定的な林業経営の一考察 ～「近畿中国1新見樹木採取区」の実施状況について～

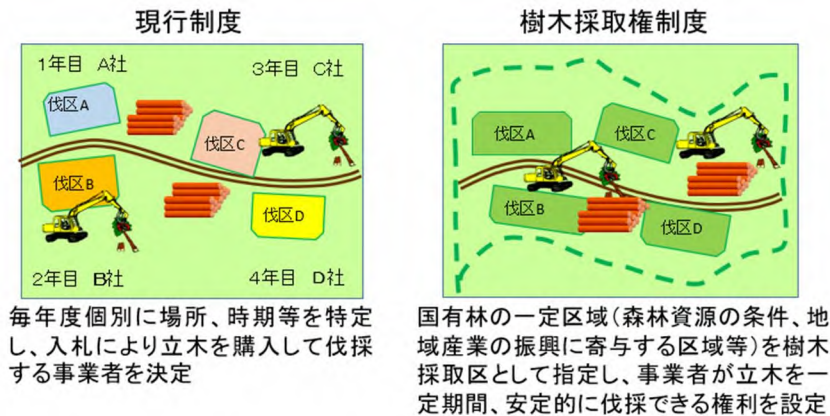
株式会社戸川木材 代表取締役 ○戸川 睦徳
近畿中国森林管理局 資源活用課 企画係 ○斎藤 俊彦
岡山森林管理署 業務グループ 係員 ○伊藤 由希

1 はじめに

(1) 樹木採取権制度について

我が国では戦後造成されてきた人工林の約6割が本格的な利用期を迎えています。この豊富な森林資源を「伐って、使って、植える」循環利用を進めることにより、先人が築いてきた森林を次世代に継承することが林業施策の大きな課題となっています。この課題に対応するため、経営管理が不十分な私有林について、市町村が森林所有者から経営管理の委託を受け、そのうち林業経営に適した森林を意欲と能力のある地域の林業経営体に再委託する森林経営管理制度が平成31年4月から始まりました。

森林経営管理制度の要となる林業経営体を育成するためには、長期・安定的な事業量の確保が必要であり、民有林からの木材供給を補完する形で、国有林から長期・安定的に事業者が樹木を採取できるようにすることが有効です。そのため、林業経営体の育成を図ることを目的として、令和2年4月に施行された「国有林野の管理経営に関する法律等の一部を改正する法律」において樹木採取権制度が創設されました。樹木採取権制度では、一定の区域を樹木採取区として指定し、当該区域で一定期間安定的に樹木の採取が可能となります（図—1）。また、樹木採取権者は川中・川下業者と木材の安定的な取引関係の確立に関する協定を結び、安定した木材の供給が可能となります。



図—1 現行制度と樹木採取権制度の比較

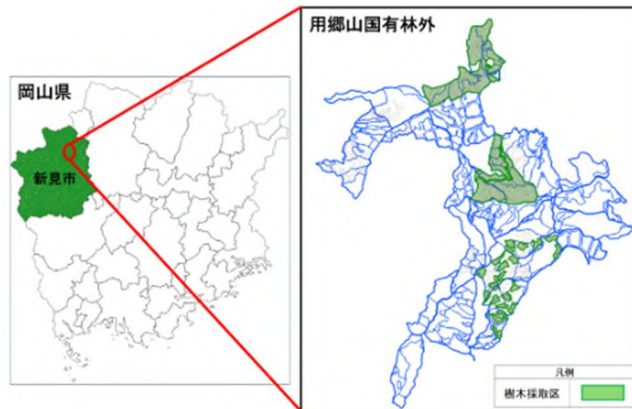
(2) 近畿中国1新見樹木採取区の概要

樹木採取区は全国で8カ所指定されています（令和7年4月1日現在）。近畿中国森林管理局管内では第1号となる「近畿中国1新見樹木採取区」（以下、「新見樹木採取区」という。）が、岡山県新見市において指定されました（図—2）。

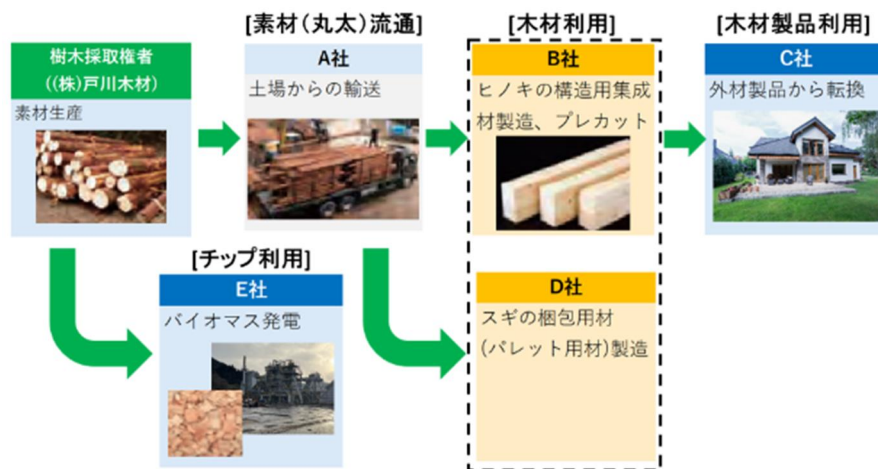
新見樹木採取区において樹木採取権の設定を希望する林業経営体の公募を行い、審査のうえ株式会社戸川木材が樹木採取権者に選定され、第1期を令和4年3月から令和8年3月まで、第2期を令和8年4月から令和13年3月までとする実施契約を近畿中国森林管理局長と締結しています。そのため権利存続期間は通算で9年間となります。

新見樹木採取区においては、樹木採取権者は製材工場やバイオマス発電所などの川中・川下業者と木材の安定的な取引関係の確立に関する協定を結び連携しています（図—3）。

令和7年度末をもって第1期が終了することから、樹木採取権制度が林業経営体の育成にどのように寄与したかを取りまとめ、制度の有用性について考察しました。



図—2 樹木採取区位置図



図—3 木材の安定的な取引関係の確立に関する協定の関係者

2 新見樹木採取区における樹木採取権者の取組状況

(1) 樹木採取権の申請理由

株式会社戸川木材が樹木採取権に応募した理由については、長期・安定的に事業量が確保できる点、将来性のある川中・川下の業者と取引できる点を魅力に感じ、以下の2つの目標を達成する一助となると考えたためです。

- ・経営規模の拡大・合理化の推進
- ・地域産業の振興への貢献

岡山県新見市は森林率が86%と高いものの、人口減少による地域産業の衰退が大きな問題となっています。そのため、先人が築いてきた森林資源の利活用を進めることで、林業が地域の主産業となり、次世代へ豊かな森林資源を引き継いでいくことが重要だと考えています。樹木採取権者となることで皆伐再造林一貫作業の理念を広く民有林にも浸透させたいとも考えました。

(2) 樹木採取区における取組

経営規模の拡大・合理化の推進という目標に対しては、タワーヤーダ等の高性能林業機械の導入による作業効率の向上、苗木生産の開始による事業の拡大、新見地域からの新規雇用の継続という3つの取組を行いました。

また、地域産業の振興への貢献という目標に対しては、新設の木質バイオマス発電所へ燃料となるチップ材の供給を行いました。

ア タワーヤーダ及び移動式チップパーの導入（写真—1, 2）

木質バイオマス発電所の新設に伴うチップ材の急速な需要拡大に対応するため、タワーヤーダ及び移動式チップパーを導入しました。タワーヤーダで全木集材を行い、移動式チップパーを用いることで、現地で枝葉を効率的にチップ材へ変換できます。また、林地残材が無くなるため植林が容易となること、作業道開設及び運材のための重機が不要となることなどの利点が挙げられます。現在は第2期でのタワーヤーダの本格稼働に向けて、効率的な作業システムの習熟を図っています。



写真—1 タワーヤーダによる全木集材



写真—2 移動式チップパーによる枝葉のチップ化

イ 苗木運搬用ドローンの導入（写真—3）

労働負荷低減及び作業の効率化を図るため、大型ドローンを導入し、苗木の運搬を行っています。最大運搬重量は25kgであり、一度にコンテナ苗200本を空輸可能です。



写真—3 ドローンによる苗木運搬

ウ 苗木生産の開始による事業の拡大（写真—4）

事業の拡大を図るため、令和6年度から遊休農地を活用した苗木の生産を開始しました。令和6年度の苗木生産量の実績は約3万本であり、樹木採取区にも植栽しています。令和7年度には岡山県から種子の配布を受けたこともあり、将来的には年間30万本の苗木生産を目指しています。



写真—4 遊休農地を活用した苗木生産

エ 新見地域からの新規雇用の継続

新見市のような人口の少ない中山間地域において労働力を確保することは困難であり、課題となっていました。「危険でキツイ仕事」といった林業のイメージを払拭し、安心して就職できる地元企業を目指し、働きやすい環境を整備することが必要だと考えました。高性能林業機械の積極的な導入による作業の効率性と従業員の安全性の向上及び令和4年度からの完全週休2日制の導入による年間休日的大幅な増加によ

り、新見地域から毎年1～2人を新規に採用することができており、労働力の確保と地域の雇用拡大に貢献しています。

オ 新たな木材需要の開拓（写真—5）

令和6年4月に稼働を開始した新設のバイオマス発電所に樹木採取区から燃料材となるチップ材を供給しており安定的な稼働に貢献しています。

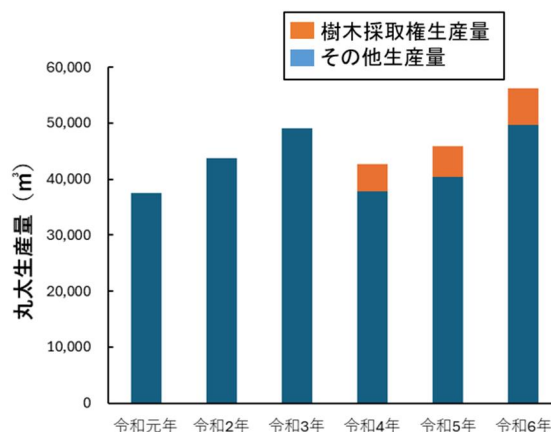


写真—5 新設のバイオマス発電所へのチップ材搬入

3 評価と今後の展望

(1) 第1期を終えての評価

樹木採取権の取得により、年間の丸太生産量のうち1割強を安定して確保することができるようになりました（図—4）。これにより売上や利益が見通しやすくなり、経営の安定性が向上しました。また、長期・安定的な事業量の確保は、新たな設備投資による作業効率の向上や事業規模の拡大にも貢献し、社員の安心と地域の信頼にも繋がりました。



図—4 年間丸太生産量の推移

(2) 第2期に向けての展望

タワーヤーダの本格稼働により、さらなる作業効率の向上を図ります。また、自社での苗木生産の拡大により、苗木の安定確保を図ります。さらに、新たな設備投資や新規雇用の継続により経営規模の拡大を推進します。

4 まとめ

樹木採取権制度は、長期・安定的に事業量を確保することができるため、高性能林業機械の導入や雇用促進を通じた経営規模の拡大・合理化に繋がっています。また、長期・安定的な木材の供給が可能なことから、地域の製材工場やバイオマス発電所等の川中・川下業者との連携が強まり地域産業の振興にも貢献していることがわかりました。

枯れ木を見分ける ～枯れ木発見率の向上方法～

鳥取県林業試験場 森林管理研究室長 ○西 信介

1 課題を取り上げた背景

松くい虫被害（以降「松枯れ」）はピークを過ぎたものの依然として日本最大の森林病虫害被害であり、東北地方では年々北上、増加傾向にあります。また、ナラ類の集団枯損（以降「ナラ枯れ」）も、令和5年にはそれまで被害が確認されていなかった北海道でも確認され、被害の多かった日本海側から太平洋側にも拡大し、松枯れ同様に深刻な状況が続いています。

これら被害の拡大防止には、速やかに被害木を見つけて位置を把握し、対策することが重要です。鳥取県では、担当職員や森林保全巡視指導員が、自動車やヘリコプターにより目視で探索し、被害を把握していますが、実際の現場では、逆光や太陽の位置、雲の状況等の条件により被害木を発見し辛く、見落としが生じるという問題が発生しています。

筆者は、約15年前から松枯れやナラ枯れの被害調査に、ゴルフ用サングラスを使用しており、同行者より被害木の識別が容易に出来ていると感じていました。今回、その効果を客観的に評価するため、デジタルカメラでサングラス越しに撮影した画像と通常の撮影画像を比較し、識別のしやすさの違いを検証しました。

2 方法

(1) 検証方法

令和7年10月9日の午前11時から午後4時にかけて、鳥取県東部の当年生の松枯れ、ナラ枯れがみられる山腹を、斜面方位は考慮せずに、三脚で固定したデジタルカメラで通常の撮影（写真-1）を行うとともに、レンズの前にサングラスをかざして同じ風景を撮影（写真-2）し、2枚1組の画像を20組取得しました。撮影した20組の画像の中で、当年生の松枯れ木とナラ枯れ木に1本ずつ印をつけることが可能な11組の画像について、レーザープリンターでA4サイズにカラー印刷し、検証に用いました。

林業試験場の職員15名に、最初に通常の画像（以降「通常」）11枚、次にサングラスをレンズの前にかざして撮影した画像（以降「G30」）11枚について、各画像で認識できた当年の松枯れ木とナラ枯れ木全てに、1本ずつ印を付けて貰いました。なお、画像の提示順序の影響が排除できない点は今後の課題になります。



写真-1 通常の撮影画像

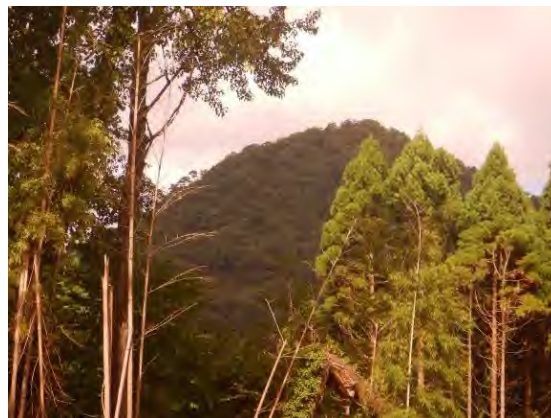


写真-2 サングラスをかざした撮影画像

(2) 使用機材等

ア デジタルカメラ

使用したカメラは Nikon COOLPIX W300 で、画像サイズを 2MP に設定し、オート撮影モードで撮影しました。

イ サングラスのレンズ

カメラの前にかざしたレンズの形状は、OAKLEY 社製の Half Jacket XLJ で、レンズは、平成 19 年購入のゴルフ用レンズ G30Iridium になります。色はローズ系の薄赤色で、緑色のコントラストを向上し、芝目や傾斜、地形の微妙な違いが見やすくなるように作られたレンズです（写真－3）。



写真－3 使用したサングラス

ウ プリンター

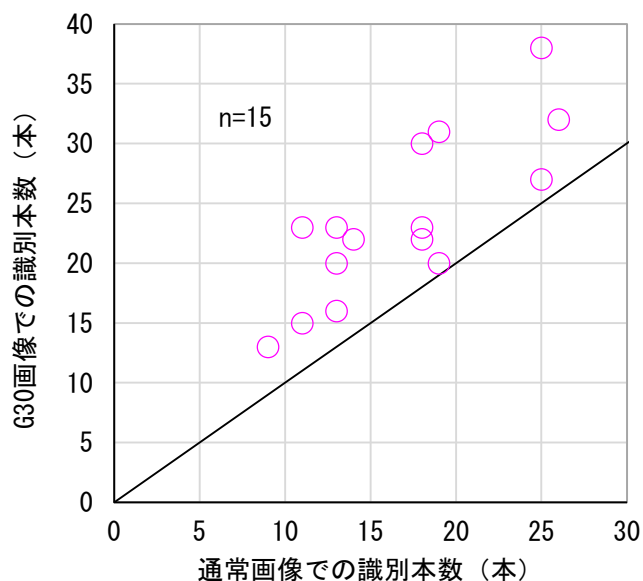
デジタルカメラ撮影した画像は Canon のレーザープリンター iR-ADV C3830F で、A4 サイズにカラー印刷しました。

3 結果

撮影、検証に使用した画像の例は、写真－1、2 のとおりで、G30 の方がレンズの色を反映して赤味がかかり、緑色のコントラストも上がって緑色の違いが強調され、相対的に緑色以外の色が識別しやすくなります。

今回検証に用いた 11 種の画像には画像 1 枚あたり 2～10 本、平均 4.3 本/枚、11 枚で合計 47 本の当年生松枯れ木とナラ枯れ木が確認できました。被験者 15 名は 11 枚の画像に対して通常画像では 9～26 本/人、平均 17 本/人の枯れ木を識別し、G30 の画像では 13～38 本/人、平均 24 本/人を識別、被験者全員が 1～13 本、平均 6.9 本、G30 の方が多くの枯れ木を識別できました（図、表－1、Wilcoxon の符号順位和検定、 $P < 0.01$ ）。全員、識別数が増加しましたが、G30 では 9 月頃から紅葉が始まるヤマザクラや高温によるケヤキの葉の褐変等を被害木と誤認するケースがあり、15 名中 13 名で G30 の画像で誤認数が増加しました（表－2、Wilcoxon の符号順位和検定、 $P < 0.01$ ）。G30 では誤認数は増加しましたが、識別数の増加幅が大きかったため、枯れ木識別数に対する誤認数の発生割合（誤認率）は、通常画像と統計的に有意な差は生じませんでした（表－3、Wilcoxon の符号順位和検定、 $P = 0.14$ ）。枯れ木の識別数が増加しながら、誤認率に有意な差がなかったことから、ゴルフ用サングラスを使用する方法は精度を維持したまま、枯れ木の発見率の向上が可能であることが分かりました。

なお、今回検証を行った職員 15 名の属性は、男性 12 名、女性 3 名、年齢は 20 歳代から 70 歳代で 60 歳代が 6 割を占め、林業試験場や林業行政の経験年数も 1 年から 40 年以上、正職員、退職した正職員及び会計年度任用職員になりますが（表－1、2、3）、被験者の属性と枯れ



図－1 個人別通常画像とG30画像の識別本数の関係

木の識別数等には関係がみられませんでした。

表－1 当年性松枯れ木及びナラ枯れ木の個人別識別数

被験者	年齢層	業務年数*	職種	識別数								
				通常(a)	G30(b)	増減(b-a)						
A	20代	1～5	正職員	11	23	12						
B	30代	11～	正職員	9	13	4						
C	40代	11～	正職員	26	32	6						
D	40代	6～10	正職員	25	38	13						
E	60代	11～	会計年度(元正職員)	19	31	12						
F	60代	11～	会計年度(元正職員)	11	15	4						
G	40代	6～10	会計年度	18	30	12						
H	60代	1～5	会計年度	14	22	8						
I	60代	1～5	会計年度	18	23	5						
J	60代	1～5	会計年度	13	20	7						
K	60代	1～5	会計年度	19	20	1						
L	60代	11～	会計年度	13	23	10						
M	60代	11～	会計年度	13	16	3						
N	60代	6～10	会計年度	25	27	2						
O	70代	6～10	会計年度	18	22	4						
小計等	20代	1	1～5	5	正職員	4	平均	16.8	平均	23.7	平均	6.9
	30代	1										
	40代	3	6～10	4	会計年度 (元正職員)	2	最少	9	最少	13	最少	1
	50代	0										
	60代	9	11～	6	会計年度	9	最多	26	最多	38	最多	13
70代	1											

* 枯れ木の探索経験ではなく、林業行政又は林業試験場での業務年数

表－2 当年性松枯れ木及びナラ枯れ木の個人別誤認数

被験者	年齢層	業務年数*	職種	誤認数								
				通常(c)	G30(d)	増減(d-c)						
A	20代	1～5	正職員	0	0	0						
B	30代	11～	正職員	0	3	3						
C	40代	11～	正職員	2	4	2						
D	40代	6～10	正職員	8	13	5						
E	60代	11～	会計年度(元正職員)	4	9	5						
F	60代	11～	会計年度(元正職員)	0	2	2						
G	40代	6～10	会計年度	3	10	7						
H	60代	1～5	会計年度	4	5	1						
I	60代	1～5	会計年度	6	7	1						
J	60代	1～5	会計年度	5	6	1						
K	60代	1～5	会計年度	6	7	1						
L	60代	11～	会計年度	7	13	6						
M	60代	11～	会計年度	4	7	3						
N	60代	6～10	会計年度	7	5	-2						
O	70代	6～10	会計年度	0	1	1						
小計等	20代	1	1～5	5	正職員	4	平均	3.7	平均	6.1	平均	2.4
	30代	1										
	40代	3	6～10	4	会計年度 (元正職員)	2	最少	0	最少	0	最少	-2
	50代	0										
	60代	9	11～	6	会計年度	9	最多	8	最多	13	最多	7
70代	1											

* 枯れ木の探索経験ではなく、林業行政又は林業試験場での業務年数

表-3 当年性松枯れ木及びナラ枯れ木の個人別誤認率

被験者	年齢層	業務年数*		職種	誤認率(誤認数/識別数)					
					通常(c/a)	G30(d/b)				
A	20代	1~5		正職員	0%	0%				
B	30代	11~		正職員	0%	23%				
C	40代	11~		正職員	8%	13%				
D	40代	6~10		正職員	32%	34%				
E	60代	11~		会計年度(元正職員)	21%	29%				
F	60代	11~		会計年度(元正職員)	0%	13%				
G	40代	6~10		会計年度	17%	33%				
H	60代	1~5		会計年度	29%	23%				
I	60代	1~5		会計年度	33%	30%				
J	60代	1~5		会計年度	38%	30%				
K	60代	1~5		会計年度	32%	35%				
L	60代	11~		会計年度	54%	57%				
M	60代	11~		会計年度	31%	44%				
N	60代	6~10		会計年度	28%	19%				
O	70代	6~10		会計年度	0%	5%				
小計等	20代	1	1~5	5	正職員	4	平均	21%	平均	26%
	30代	1								
	40代	3	6~10	4	会計年度 (元正職員)	2	最少	0%	最少	0%
	50代	0								
	60代	9	11~	6	会計年度	9	最多	54%	最多	57%
70代	1									

* 枯れ木の探索経験ではなく、林業行政又は林業試験場での業務年数

4 考察

今回、ゴルフ用サングラスによる枯れ木探索の向上効果を、デジタルカメラの画像比較で検証したところ、枯れ木識別数の増加に有効でした。松枯れ及びナラ枯れの対策では被害の把握が重要であり、ゴルフ用サングラスによる探索方法は、裸眼より発見率を高め、見落とし率を軽減する方法として有効であることが分かりました。また、筆者は同サングラスで枯れ木の探索のほか、タケ類の開花や種の分布調査、造林地での植栽木探索でも有効であることを体感しており、用途の拡大も期待されます。

但し、ゴルフ用サングラスは各種販売されており、その目的は、ゴルフ場での強い直射日光を防ぐためやゴルフボールを見やすくするため等の商品もあり、ゴルフ用サングラス全てが枯れ木識別を向上させるとは限りません。ゴルフ用サングラスの中でも、芝目を読むように作られたグリーン用の商品は、緑色系の波長を抑えることで、相対的に緑色以外の色を強調し、緑色のコントラストを際立たせ、芝目や傾斜、起伏を見やすくなるように作っている商品が多く、枯れ木探索の向上に有効と予想されます。今回検証したローズ系の色のレンズ以外にも、茶色系や黄色系のレンズで、同じく緑色系の波長を抑えるとともに赤色系の波長を強調する商品もあり、より枯れ木探索に適した波長の検討が今後の課題です。

今回の検証では、その効果に個人差がみられました。個人差の要因として、被験者の集中度や作業の習熟度のほか、日本人には一定割合存在するとされている色覚の程度差があり、こうした複数の要因が識別結果に影響したと推察されます。

水源林造成事業地における保持林業の取組（事例報告）

水源林業務課長 浮田 昌和
水源林業務課 施業計画係主任 ○山台 英太郎

1 課題を取り上げた背景

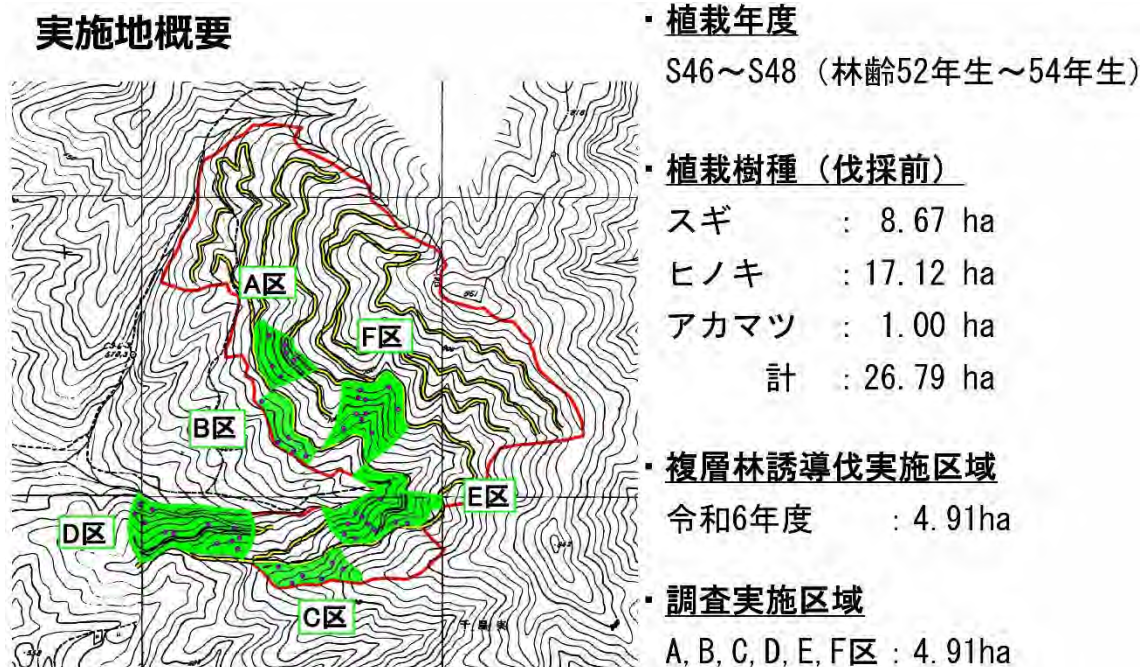
保持林業は、生物多様性の保全や生態系の回復のために、森林を伐採する際に高木性広葉樹等の一部を残す森林施業であり、欧米や北海道で取り組まれています。森林整備センター中国四国整備局では、従来からの針広混交林等の造成に加え、さらなる生物多様性の向上を目指し、森林総合研究所との連携のもと保持林業の取組を開始しました。

2 経過

森林整備センターでは、前生・後生広葉樹を群状または帯状に配置した針広混交林、成長した植栽木を群状又は帯状に伐採し、複数の樹冠層を有する森林を形成する育成複層林といった、公益的機能を十分に発揮する多様な森林を造成する水源林造成事業を行っています。そのような森林において、まずは広島県、山口県、高知県、岡山県で保持林業が実施できるのかどうかを確認しました。また、岡山県の育成複層林試験地においては、以下の点について調査を行いました。

(1) 保持林業実施地の概要

図1の外側を赤く囲っている実線から内側が水源林造成事業地であり、事業地全体で植栽はS46～S48にかけてスギ、ヒノキ、アカマツを計27haほど植栽、その内A, B, C, D, E, Fの区域4.91haで、令和6年度に複層林誘導伐及び保持林業を行っています。今回の保持木の調査についてはA～Fの区域全てで実施しています。



図－1 保持林業実施地の概要

(2) 調査の目的と方法

ア 調査の目的は以下の通りです。

- ・ 伐採・集材作業を行う皆伐地で保持林業が実施できているかを確認すること。
- ・ 実際に保持木の選定から伐採・集材を行った作業実行者の意見を聞くこと。

- ・同様の調査を3年後に行うことで、保持木の変化や生存率、植栽したヒノキの成長量を確認すること。

イ 調査の方法は以下の通りです。

- ・保持木の胸高直径、樹高、生枝下高を測定。今後の調査に備え、胸高直径を測定した場所を写真-1のように白く明示。
- ・保持した樹木一本ごとにGPSの座標登録を行い、識別のためにナンバーテープで番号を割り振った。



写真-1 明示方法

3 実行結果

広島県、山口県、高知県、岡山県の水源林造成事業地においては、問題なく保持林業が実施できることが確認されました。また、岡山県の試験地においては以下のような結果が得られました。

(1) 保持木の配置について

保持木を区域内に設定する際には、前提として高木性広葉樹の成木を区域内に均等に配置することを目標として設定しました。その結果、設定区域が図-2のように3つの状況に分けられました。

- ・高木性広葉樹の成木を区域内に均等に保持できた状況（状況①のC, D, E, F区域）
- ・高木性広葉樹の成木は保持できたものの保持木が区域の境界付近に固まってしまった状況（状況②のB区域）
- ・高木性広葉樹の成木が区域内に少なかったため、将来高木となるであろう高木性広葉樹の幼齢木を半数保持し、区域内に均等に保持している状況（状況③のA区域）

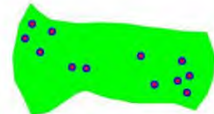
・状況①

高木性の広葉樹を保持
区域内に均等に配置

C区



D区



E区



F区



・状況②

高木性の広葉樹を保持
区域の境界付近に多く配置

B区



・状況③

保持木の半数が幼齢木
区域内に均等に配置

A区



※現段階で高木である高木性広葉樹を均等に配置することを目標とした結果



図-2 保持木の配置

以上区域を3つの状況に設定することができました。特に状況②, ③のように、森林の状況によっては高木性の広葉樹の成木が区域内に均等に配置できない場合もあるため、今後各区域の保持木、植栽木の継続調査を行い、各状況によってどのような変化があるかを確認していきます。

(2) 保持木の樹種と大きさについて

図-3のように、全区域で計19種の高木性広葉樹を49本保持しており、最も多かった樹種がケヤキ、コナラで7本ずつで14%、次いでクリ、ブナ、ヤマザクラという結果になりました。

また、比較的胸高直径と樹高が大きな高木性広葉樹を保持しているのがD,F区域、最も胸高直径と樹高が小さかった区域についてはA区となっており、B,C,E区域ではその中間のような個体が多く見られました。

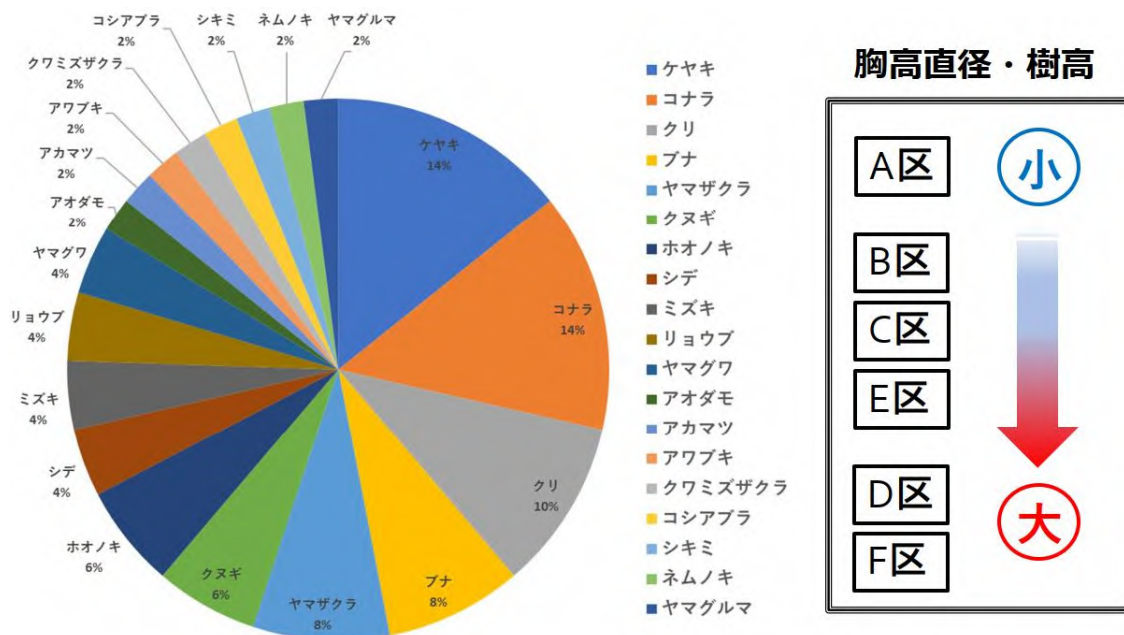


図-3 保持木の樹種と大きさ

以上(1),(2)の結果から、全6区域ともに高木性広葉樹等を10本/ha程度保持できたこと、各区域で保持木の配置、樹種、大きさについて違いがあることが確認できました。今後、各区域で保持木や植栽木にどのような変化が出るかについて調査していきます。

(3) 作業者の意見

保持林業を実際に行った作業者へ聞き取りを行ったところ、以下のような意見が得られました。

- ・保持木の決定については、事前に森林整備センターと現地を歩き、高木性広葉樹を残すという目合わせを行っていたため、容易であった。
- ・保持した樹木が及ぼす伐採・集材作業への影響については、伐採・集材作業を行う際に保持木に当たってしまうため、普段より注意を払う必要があった。
- ・今後の注意点として、保持木の樹冠直下は植栽木の成長阻害が懸念されるため、植付を行う場所に注意しなければならない。
- ・保持林業を行った区域を地元の人が見たときに、保持木が切残しのような印象を与えるかもしれない。
- ・一方で、先祖から引き継いできた木を残すことができるので、土地所有者が自分の山に対して良い印象や興味を持つのではないかと。

今後の植栽、保育を進めていく過程で、様々な意見が出てくることと思われるため継続的に聞き取りを行っていきます。

4 考察

今回の調査・聞き取りを踏まえ、中国四国地方では生物多様性の保全や生態系の回復のため

めの保持林業の実施が可能であること、また、保持林業を行うことによって、自分の所有している山林に対して興味・関心をもつ一助となる可能性があることも分かりました。

鹿防護柵の沢部設置方法の検討について
～設置経費の節減と破損リスク軽減の両立を目指して～

広島北部森林管理署 森林整備官 ○田口 高行
森林技術指導官 森永 啓吾

1 課題を取り上げた背景

広島北部森林管理署の管轄地域では広島県安芸高田市を中心に鹿が高密度に生息しており、造林事業を行う上では、獣害対策が必須となります。広島北部森林管理署の令和4年度～7年度における植栽時経費の内訳では、獣害防護柵に係る費用の割合が最も高く、全体の5割を占めています(図-1)。低コスト造林を進めるうえで、植栽時に着目すれば、この「獣害防護柵」に係る経費を抑えることが効果的といえます。

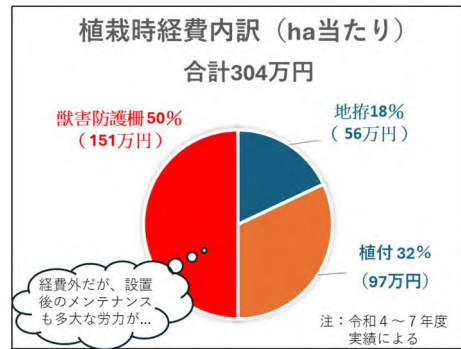


図-1 植栽時経費内訳

造林事業地には、大小の沢部を有する箇所が多くあります。そのような現地で実査していると、沢部における防護柵の設置には沢を横断して沢ごと囲う方法(パターン①)、沢を横断せず、沢に沿って分割して囲う方法(パターン②)のいずれを選択するかという悩みが常にあります。パターン①の方法は、防護柵の延長が短かいのでコストは安く済みますが、大雨が降ると上流から流れてくる土砂や流木が防護柵に引っ掛かり(写真-1)、一度に破損してしまうリスクがあります。

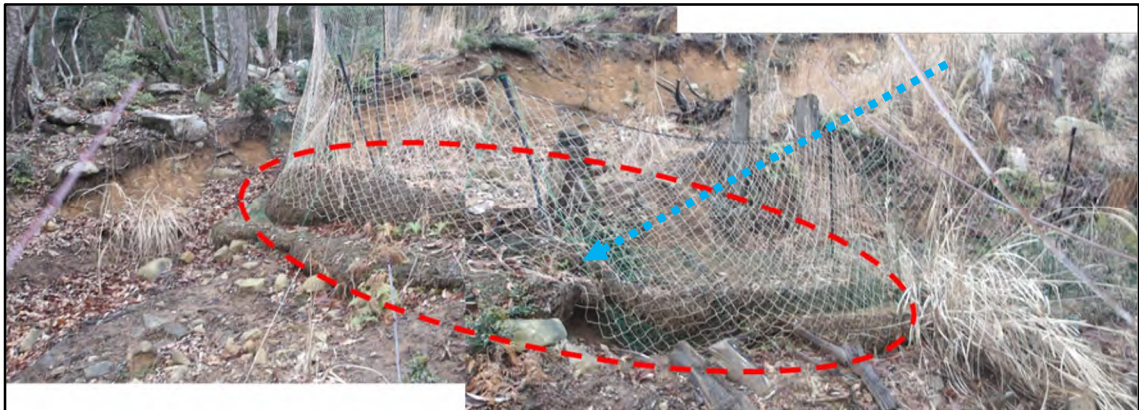


写真-1 防護柵に土砂が堆積した様子

一方、パターン②の方法では、破損リスクは少ないですが、延長が長くなり、コストが跳ね上がります。さらに、設置後の点検や補修作業で移動する距離が長くなるなど労力の負担が非常に重くなってしまいます。そこで、「壊れにくく、かつコストが安く済む方法はないか」というところから、パターン①におけるデメリットの改善に着目し、防護柵設置にかかるトータルコストの削減と破損リスクの軽減に向けて、今回の試行が始まりました。

2 試行方法

沢部での壊れにくい防護柵として、「沢の中に土台を置き、その上部に防護柵を連結する」という、いわば土台連結型の方法を試行しました。さらに、沢の大きさに応じて2種類の土台を使い分けました。一口に沢といっても大小があり、求められる強度が異なってくるからです。沢の大きさ（つまり流域面積）が大きいほど、大雨時に沢に流入する土砂の量は多くなります。それに伴い、破損リスクは高くなり、求められる強度は大きくなります。今回の試行においては、分かりやすい目安として、常水のある沢を大きな沢、常水の無い沢を小さな沢に分類し、土台に使用する資材を使い分けて試行しました。

常水のある「大きな沢」の土台には、（写真-2）のように、強度のある「ふとんかご」を使用しました。水圧や土圧がかからないよう、中詰材を入れない空の状態を設置し、その上部に防護柵を連結して設置しています。

常水の無い「小さな沢」では、（写真-3）のように、より軽量で扱いやすい「ワイヤーメッシュ」を土台として設置、その上に防護柵を連結して設置しました。軽量のワイヤーメッシュがずれることが無いよう、丸太を沢部を渡すように設置し、連結しています。



写真-2 ふとんかご設置状況



写真-3 ワイヤーメッシュ設置状況

これらと、従来の設置方法（沢を横断せず設置した箇所）を比較し、令和4年度～7年度にかけて経過を観察しました。評価方法として、国有林野事業担当者の視点から、4項目について評価しました。まず「侵入防止性」、耐久性等の面からシカの侵入を防いでいるかどうか、次に「メンテナンス性」、破損時の補修のしやすさや、目詰まり等したときの除去のしやすさ、そして、「経済性」、資材費・労賃の観点から安く済むかどうか、最後に、「施工性」、設置のしやすさ、どれだけ手間がかかるかという観点です。

3 試行結果

(1) 侵入防止性（耐久性）・メンテナンス性

「ふとんかご」については、大雨時に目詰まりや変形が起きることがありましたが、土台そのものが破損することはなく、防護柵本体へのダメージを防ぐことができました。自重があるため安定しており、観察の結果、大きな沢でも水量に十分に耐えられることが確認されました。

「ワイヤーメッシュ」については、軽量であるため、大きな出水で目詰まりし、たわみが生じることがありましたが、破損に至ることはありませんでした。また、素材が軽量なため、土台であるワイヤーメッシュを一度引き抜いて取り外し、土石を逃がしてから再設置できるため、現場でのメンテナンスが容易でした。

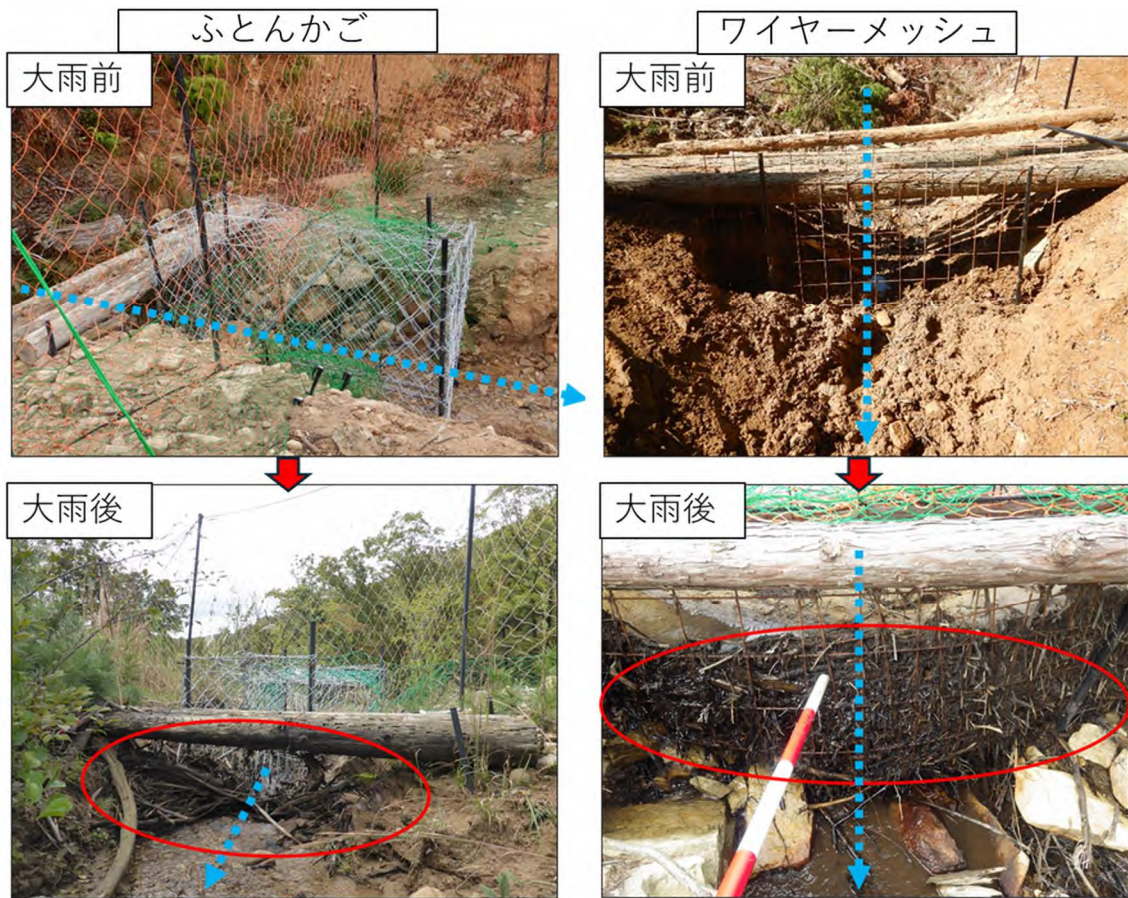


写真-4 大雨前後の状況

検証という面ではどちらの設置方法も破損した箇所が無かったため、どちらも、沢部からの侵入防止性、つまり耐久性は確保されていることが確認されました（写真-4）。

ただし、令和4年～7年までの間において、最大日雨量101.5mm、最大1時間雨量36.0mmを観測しましたが、過去の主要な豪雨災害の年を見て分かるように、時間雨量40mmを超えるような豪雨が設置後、無い状況ですので、極端な雨による耐久性については、今後の検証の課題となります。

(2) 経済性

仮に100㎡四方（1ha）（図-2）とした場合、机上での試算の結果、通常設置では約150万円かかるケースにおいて、ふとんかご設置・ワイヤーメッシュ設置ともに約110万円と、全体で約3割の経費削減が見込めることがわかりました（表-1）。

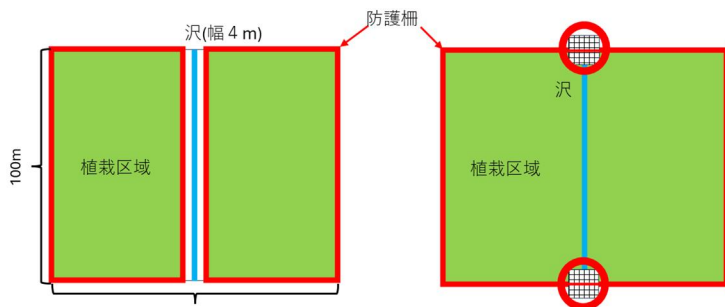


図-2 沢部を横断しない場合(左)と横断する場合(右)

これは単純に、沢を横断することで設置延長を大幅に短縮できたためです。

沢の部分だけみれば、ふとんかごやワイヤーメッシュの経費がかかり増しとなります。具体的にはふとんかごが90,560円、ワイヤーメッ

シュが95,024円ですので、通常の防護柵のm当たり単価が2,547円であることから、防護柵に換算すると35-38m程の経費が掛かり増しになることとなります。つまり、試算の条件では、防護柵の延長を38m以上削減できるかどうかを沢を横断して設置するかどうかの判断基準になってくると言えます。

つまり、沢を横断せずに設置する場合、沢の両側に防護柵を設置することを考えると、 $38m \div 2$ 、ha 当たり19m以上の沢があれば橋渡しした方が有利になるということになります。

表-1 試算による比較結果（経済性）

	設置延長	設置費用	
			土台設置経費(資材1個・枚当たり単価)
従来の設置方法の場合	0.59km	1,502,764円	-
ふとんかご設置の場合	0.40km	1,109,383円	90,560円 (16,560円/個) ※ <u>防護柵35.6m相当</u>
ワイヤーメッシュ設置の場合	0.40km	1,113,847円	95,024円 (640円/枚) ※ <u>防護柵37.3m相当</u>

(3) 施工性

施工性については、本来であれば工期毎に時間観測をして比較すべきですが、データが無かったため、代わりの指標として、「積算時における人役」、「資材運搬に係る重量」で比較しました。

設置工期は、ふとんかごが13.41人で3割削減、ワイヤーメッシュは16.13人で1割削減という結果になりました(表-2)。ワイヤーメッシュの方が人工数が増える理由としては、部材の設置だけで済むふとんかごに対し、ワイヤーメッシュでは現地の立木を丸太にして組み合わせる作業が発生するためです。

「どれだけ人手がかかるか」という面ではふとんかごが一番良いように見えますが、土台の資材重量に着目すると、ふとんかごが71.20kgであるのに対し、ワイヤーメッシュは8.64kgと大きく開きがあります。ワイヤーメッシュは1人でも運搬できますが、ふとんかごは部材自体が重いので、人力で運搬する場合も、組立作業に相当の労力が必要となります。

表-2 試算による比較結果（施工性）

	設置工期	防護柵資材重量	
			内沢部資材重量
従来の設置方法の場合	17.89人・日	705.58kg	-
ふとんかご設置の場合	13.41人・日	549.76kg	<u>71.20kg</u> (17.80kg/個)
ワイヤーメッシュ設置の場合	16.13人・日	487.20kg	<u>8.64kg</u> (2.16kg/個)

(4) 試行結果まとめ (メリット・デメリット)

試行結果を(表-3)に取りまとめました。「侵入防止性」の面では、沢部においては破損して侵入されるような状況が全く発生しませんでした。また、設置延長が短くなる分、メンテナンスが効率的に行えるため、結果として侵入防止効果を維持しやすいという結果となりました。

「メンテナンス性」では、ふとんかごではそもそもメンテナンスが不要でしたが、もし撤去が必要になるような破損が生じた際、その重量から補修作業は困難といえます。ワイヤーメッシュの場合は定期的なメンテナンスが必要ですが、作業自体は容易に行えることが分かりました。

「経済性」の面では防護柵の縮減延長によっては土台連結型の方が資材費・労賃の面で圧倒的な優位性が見られました。「施工性」の面では沢部においては従来よりも労力がかかりますが、防護柵設置全体としてみれば、延長を縮減できることによる省力化のメリットの方が大きいと言えます。

表-3 試算による比較結果 (施工性)

		ふとんかご活用 (沢部を横断して設置)	ワイヤーメッシュ活用 (沢部を横断して設置)	従来の方法 (沢部を横断せず設置)
現場での 観察評価	侵入防止性	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>沢部の破損が無かった</u> ・<u>延長が短い分侵入リスクも低い</u> ・<u>点検しやすくなることにより侵入防止効果を維持しやすい</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>沢部の破損が無かった</u> ・<u>延長が短い分侵入リスクも低い</u> ・<u>点検しやすくなることにより侵入防止効果を維持しやすい</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>延長が長い分侵入リスクも高い</u> ・<u>点検が追い付かず侵入防止効果を維持しにくい</u>
	メンテナンス性	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>メンテナンス対象延長短く省力的</u> ・<u>資材の補修・撤去は困難</u> (ふとんかご重量17.8kg/個) ・<u>資材自体が強固で破損しにくい</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>メンテナンス対象延長短く省力的</u> ・<u>資材の補修・撤去が容易</u> (ワイヤーメッシュ重量2.16kg/枚) 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>メンテナンス対象延長長く大変</u>
	機上での 試算結果	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>資材費・労賃とも安価</u> (約110万円/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>資材費・労賃とも安価</u> (約110万円/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>資材費・労賃とも高価</u> (約150万円/ha)
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>設置延長が短く省力的</u> ・<u>設置工期を削減できる</u> ・<u>運搬する資材量が削減できる</u> (資材総重量549.76kg/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>設置延長が短く省力的</u> ・<u>設置工期を削減できる</u> ・<u>運搬する資材量が削減できる</u> (資材総重量487.20kg/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>設置延長が長く労力がかかる</u> ・<u>設置延長が長く設置工期もかかる</u> ・<u>設置延長が長い分資材量も多い</u> (資材総重量705.58kg/ha)
総合評価		○	○	×

4 まとめ・今後の課題

まず、「ふとんかご」「ワイヤーメッシュ」どちらの資材も活用することでトータルコストが削減され、メンテナンス作業が効率的になることで侵入防止効果が高まることになりました。活用にあたってはヘクタール19m以上の沢があれば横断させた方が良く、ふとんかごは仮に破損した場合のメンテナンスが困難なこと、ワイヤーメッシュはメンテナンスが比較的容易であるが定期的な手入れが必要なことに留意する必要があります。これらの留意点を踏まえ、実際には一つの伐区の中で、ふとんかごは下流の流水の多い谷に設置し、ワイヤーメッシュは上流や枯れ沢に設置するなど、地形に合わせて使い分けることとなります。

ただし、課題として、この3年間、「記録的な豪雨」に見舞われていないことから、各部材の「耐久性」については今後も継続して観察していく必要があります。今後、この手法をさらに検証し、他の現場でも横展開できるように、設置の基準等を整理していきたいと考えています。

竹被覆工によるシカ被害対策の効果検証

和歌山森林管理署 治山グループ 係員 ○正司 康智
業務グループ 係員 三浦 はな

1 課題を取り上げた背景

治山事業では、崩壊地の森林への早期回復を目的に緑化工を施工していますが、シカの生息密度の高い地域では食害により緑化が進んでいません。傾斜地に半割りの竹を縦に並べ、シカの脚を滑らせて侵入を防止する工法(写真-1)として平成 27 年に開発(小林ほか 2017)した「竹被覆工」は、平成 29 年及び 30 年に治山事業地(八升前地区、下モ谷地区、本田垣内地区)において試験地を設定しており、施工後約 8 年が経過したため、追跡調査を実施し、効果検証を行いました。



写真-1 竹被覆工写真

2 調査方法

各試験地に生育していた植物を同定し、その配置や樹高、シカの食害状況を確認するとともに、ドローンで航空写真を撮影し、Agisoft Metashape を用いて作成したオルソ画像から QGIS を用いて、植物種ごとの占有面積を求め、木本類、草本類、シカの嗜好性(橋本ほか 2014)の有無で 4 パターンに分類し、その占有割合を算出しました。

3 試験地概要

(1) 八升前地区

平成 29 年に法枠工施工箇所に試験施工を行い、試験区 1、2、3 は傾斜 30 度以上、試験区 4 と対照区 5 は傾斜 30 度未満となっており、試験区 1、2 は竹被覆工を法枠 2 枠幅(約 4 m)、試験区 3、4 は法枠 1 枠幅(約 2 m)で囲うように施工しています。また試験区 1 の区画では枠内モルタル吹付箇所からの侵入の有無を検証するため、枠内モルタル側は施工しておらず、試験区 2 の区画では上部の傾斜 70 度

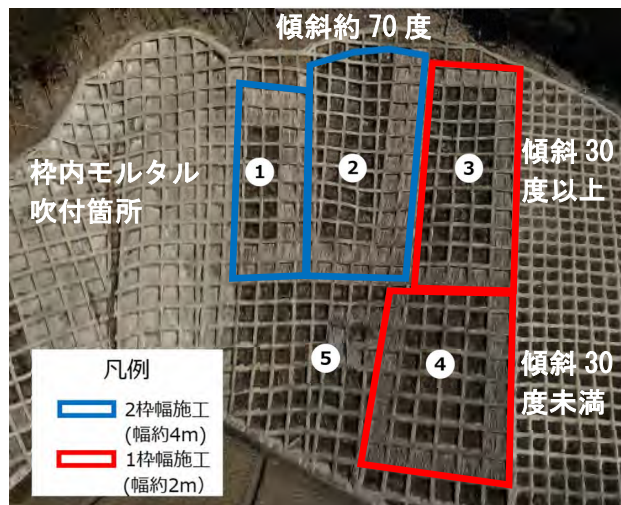


図-1 八升前試験区の全景
(平成 29 年 7 月施工)

の急傾斜地からの侵入の有無を検証するため、上部をあえて施工しない区画としています(図-1)。また、すべての施工箇所には緑化基材を撒き、ヤマグリ、アラカシ、ケヤキの地域苗を合計100本植栽しました。

(2) 下モ谷地区

平成30年に傾斜30度以上の試験区を3箇所設け(図-2)、すべて1枠幅(約2m)で施工しており、地域苗を植栽しています。試験区1は内側にセンダン7本を植栽しました。試験区2では伏工の施工箇所に竹被覆工を施工し、内側にヤマグリを1本植栽しました。試験区3ではケヤキ、ヤマグリ、アラカシを合計10本植栽しました。



図-2 下モ谷試験区の全景
(令和7年5月)

(3) 本田垣内地区

平成29年に試験施工を行っており、傾斜30度以上の法枠工施工箇所に2枠幅(約4m)で施工した箇所です(図-3)。本田垣内地区は、八升前・下モ谷とは異なり、自然進入を期待し、木本類の植栽は行わず、牧草類の吹付のみを行いました。施工6か月後の時点ではシカの侵入を防ぎ、牧草類が良好に生育していることが確認されました(写真-2)。その後もシカの侵入を防ぎ続けましたが、施工から約2年半後に竹上部に生えた草や腐食の影響によりシカの侵入が確認されました。

現在は吹付した牧草類が食べられ、全体的に不嗜好性のススキが優先しています。しかし、竹被覆工の施工箇所では樹木が多くみられたことから、直接竹で覆われた箇所を1地区、その内側を2地区として調査しました。

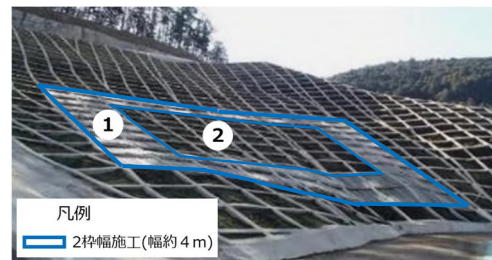


図-3 本田垣内試験区の全景
(平成29年2月)



写真-2 牧草類の繁茂状況
(平成29年8月)

4 調査結果と考察

(1) 八升前地区

傾斜 30 度以上である試験区 1～3 の箇所では、木本類の占有面積が 397 m²(占有率 82%)、草本類の占有面積が 39 m²(占有率 8%)と木本類が非常に多くみられました(図-4、表-1)。一方で試験区 4 と対照区 5 では不嗜好性のススキが優先し、草本類の占有面積が 272 m²(占有率 77%)と多くみられ、木本類の占有面積は 41 m²(占有率 12%)と少数でした(図-4、表-2)。また、



図-4 八升前 木本・草本別の分布図

傾斜 30 度以上の箇所では陽樹を中心とした 12 種類の植物が自然進入していることが確認されました(図-5、表-1)。一方で試験区 4 と対照区 5 では植物の自然進入は非常に少ないことが分かりました。(図-5、表-2)。

表-1 八升前 試験区 1～3
植物種別の占有面積

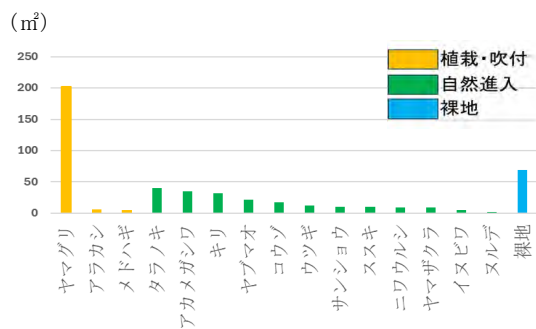
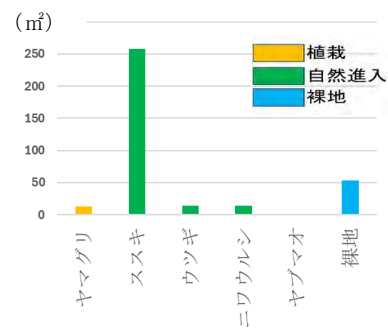


表-2 八升前 試験区 4、対照区 5
植物種別の占有面積



また、樹高については試験区 1～3 において植栽したヤマグリが約 5m 程度に生育し(写真-3)、自然進入したタラノキが約 5m(写真-4)、キリが約 12m(写真-5)に生育していることが確認されました。

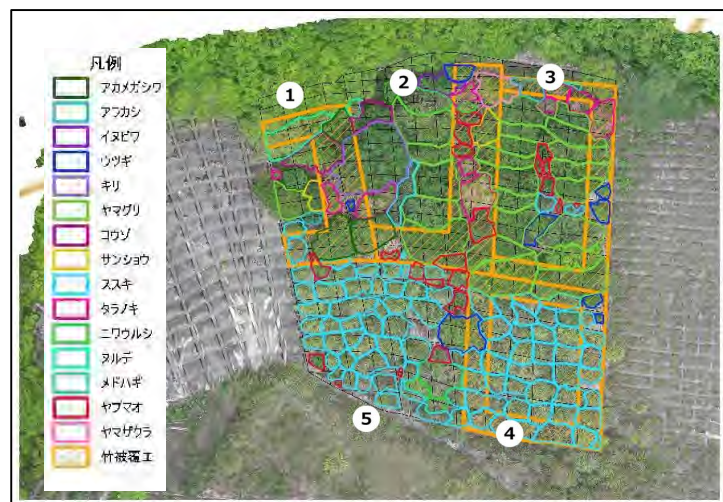


図-5 八升前 植物種別の分布図



写真-3 ヤマグリの
生育状況(令和7年9月)



写真-4 タラノキの
生育状況(令和7年9月)



写真-5 キリの生育状況
(令和7年9月)

傾斜 30 度以上の試験区 1～3 で、植栽したヤマグリや自然進入した陽樹が多く生育していた理由としては、樹木の初期成長期にシカの侵入、食害を防げた結果と考えられます。一方で、成長の遅いアラカシ、ケヤキの植栽木は、ほとんどが消滅しており、竹被覆工が有効に機能する間に生長しきれず食害にあったものと考えられます。

(2) 下モ谷地区

試験区 1 のセンダン植栽地では竹被覆工の内側に植栽したセンダン 7 本が最大で樹高 5m 程度に生育していました(図-6、写真-6)。また、一部でウツギなどの植物がみられたものの、八升前に比べて、自然進入した植物は多くみられませんでした(図-6)。

原因として、下モ谷は乾燥が激しい環境であることに加え、天然の種子供給が限定的であったことなどが考えられます。



図-6 試験区 1 植物種別の分布図



写真-6 センダンの
生育状況(令和7年5月)

試験区 2 (写真-7) では、植栽したヤマグリが樹高 2m 程度に生育していました。樹高約 1.2m 以下の枝はシカの食害が確認されましたが、ディラインを超えて、成長して

いたことから、生育に問題はみられませんでした(写真-8)。竹被覆工が有効に機能している間にヤマグリの頂芽がシカに食べられることなく生育したためと考えられます。

この結果から傾斜 30 度以上の伏工施工箇所においても竹被覆工の有効性が確認できました。



写真-7 ヤマグリの生育状況
(令和7年5月)



写真-8 地上1.2mに確認された
ディアライン(令和7年5月)

試験区3(写真-9)は施工直後からシカに侵入された場所です。施工地直下に平場があり、施工直後からシカが助走をつけて侵入されたものと考えられ、植栽木はケヤキ一本を残して消滅し、土壌が流出していました。しかし、竹被覆工の直下からは、ニワウルシやシダ類が確認されました(写真-10)。

竹で囲まれた内側と対照区では、シカの踏み荒らし等により表土が流出していたのに対して、竹の下では表土が残っていたことが要因であると思われます。

このことから、竹被覆工による表土保護機能が確認できました。



写真-9 試験区3の全景
(令和7年5月)



写真-10 竹の隙間から植物が生育している
様子(令和7年5月)

(3) 本田垣内地区

1 地区では、不嗜好性のススキの占有面積が約 64 m² (占有率 33%) であったものの、嗜好性の木本類の占有面積は約 91 m² (占有率 42%) と比較的多く残っていました(図-7、8、表-3)。一方で、2 地区では対照区と同様にススキが優先しており、草本類の占有面積が 135 m² (占有率 92%) で、木本類の占有面積は 2 m² (占有率 2%) のみとなっていました(図-7、8、表-4)。

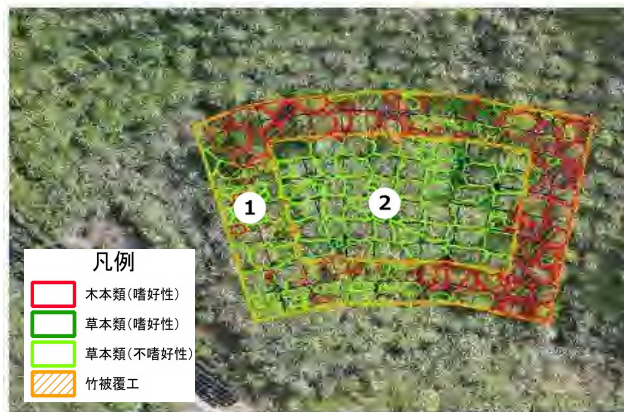


図-7 本田垣内 木本・草本別の分布図

表-3 本田垣内 1地区
植物種別の占有面積

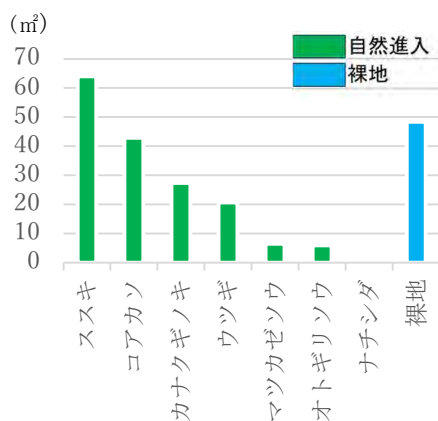


表-4 本田垣内 2地区
植物種別の占有面積

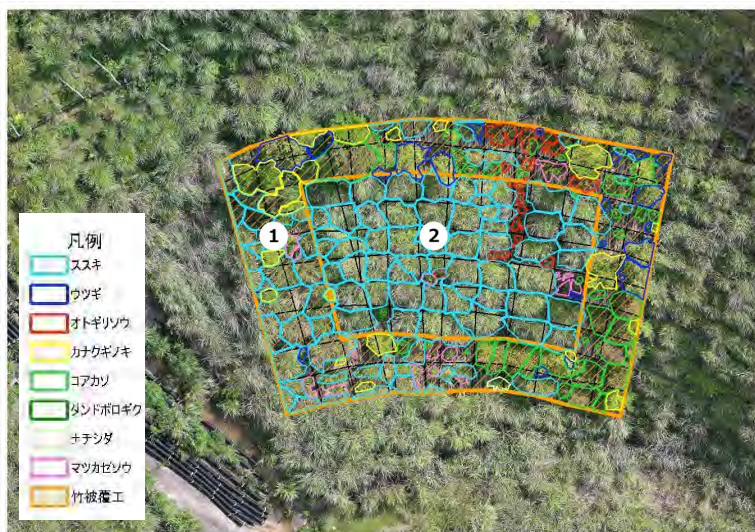
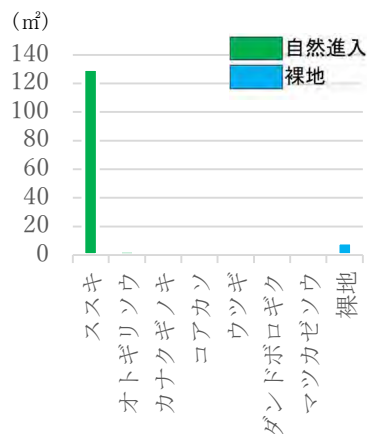


図-8 本田垣内 植物種別の分布図

1 地区において、確認された樹木の樹高については、カナクギノキが約 3m(写真-11)、コアカソが約 2m(写真-12)、ウツギが約 4m(写真-13)になるなど良好に生育していることが確認されました。



写真-11 カナクギノキの
生育状況(令和 7 年 9 月)

写真-12 コアカソ、
カナクギノキの生育状況
(令和 7 年 9 月)

写真-13 ウツギの
生育状況(令和 7 年 9 月)

1 地区の竹被覆箇所では、施工から約 2 年半後にシカの侵入を受けた後も滑りやすい状態が継続したことに加え、法枠 2 枠幅で施工していたことにより、竹の外から口が届きにくく、自然進入した樹木の多くが生存できたと考えられます。

5 まとめ

シカの多い地域における災害復旧等において、傾斜 30 度以上の箇所では、竹被覆工を幅約 2m 以上で施工することにより、施工後約 2 年半はシカの侵入を防ぐことができることから、それまでの間にディアライン(シカの口が届く高さ)を超える樹高に生長するセンダンやヤマグリ等の初期成長の早い樹木を同時に植栽することで、崩壊地の森林への早期回復が可能です。

また、令和 7 年 11 月に傾斜 30 度未満の箇所も含めて、シカの侵入後も竹で直接覆われた箇所は、シカの踏み荒らしから表土が守られるため、土壌の流出が抑えられ、植生の回復を期待できる状況となっていました。特に竹被覆工の幅約 4m の施工箇所では、周りからシカが食べにくく幅 2m の施工より天然更新がしやすいことが分かりました。

また、試験地に施工した竹は腐食が進み、土に還りつつあり、通常のシカ柵等と比べ、撤去が不要であることが確認されました。

これまでの研究から本工法の有効性が確認されたため、令和 7 年に新たに下モ谷地区で竹被覆工を施工しており、引き続き森林への早期回復を進めているところです。

今後の展望としては竹に防腐処理を施し、侵入防止効果をさらに持続させることで初期成長の遅い樹木の植栽も想定しています。

また、和歌山森林管理署で開催した現地検討会において、本工法の成果について民有林関係者や請負事業者等へ紹介しました。今後も竹被覆工の普及に努め、シカ被害箇所の森林への早期回復の一助となることを考えています。

参考文献：

- 1) 小林正典、岡井邦仁、秋田顕二 シカによる緑化被害の対策について
：平成 29 度 国有林野事業業務研究発表集、57～62、林野庁、2017
- 2) 橋本佳延、藤木大介 日本におけるニホンジカの採食植物・不嗜好性植物リスト
：人と自然、133-160、兵庫県立人と自然の博物館、2014

ニホンジカによる被害発生地域での取組について ～各種シカ防護柵の比較～

広島森林管理署 総括森林整備官 山本 光夫
主任森林整備官 井谷 大輔
係 員 ○小林 莉詠

1 課題を取り上げた背景

広島県においては、中央部にニホンジカが高密度で生息しており（図1）、生息数は2002年から2020年の18年間で5倍、林業での被害率は2020年から2024年の4年間で1.5倍に増加しています²⁾。

ニホンジカによる林業被害としては、造林地での苗木食害のほか、樹皮を剥がされたことが原因となって材に腐朽が発生するケースが見られます。当署において令和4年に皆伐を行った箇所では伐採木の大半が被害を受けており（写真1）、剥皮の多くは10年生から30年生の頃に受けたものでした。

林業的に重要である元玉に腐朽が入っており、大きな収入減となりましたが、こうした被害は立木の状態で把握しづらく、シカが高密度で生息している地域では、育林や再造林を進めていく上で剥皮害のリスクも考慮しておく必要があります。

苗木食害防止用に設置されるシカ柵には一般的に樹脂製ネットが使用されており、耐用年数は5～8年程度とされていることから、成林後も長期にわたって剥皮害を防止することは困難です。一方、鋼製ネットを使用したシカ柵では数十年間使用されている事例も見られることから、広島県では初となる林業用鋼製柵を試験的に設置することとしました。

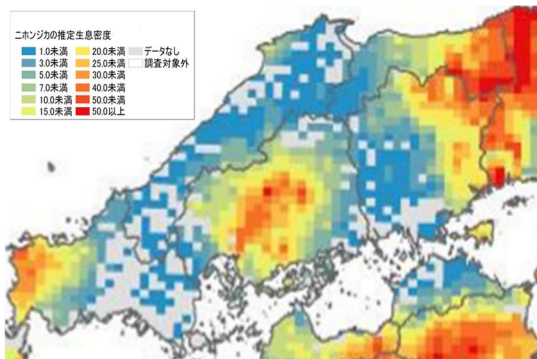


図1 中国地方のニホンジカ推定生息密度
（環境省 2024年）¹⁾



写真1 剥皮による元玉部の腐

2 経過

試験設置を行った林地は、広島市の北東部に位置しており、シカが頻繁に目撃されていることから、かなり高密度に生息していると考えられ、鋼製ネット柵（延長400m）及びステンレス線入り樹脂製ネット柵（延長1370m）を設置して再造林を行いました。また、ステンレス線入り柵の内部には、シカが侵入した際に被害が林分全体に及ばないように、簡易な樹脂製ネット柵を設置し、3つの区画に分けてあります（図2、表1）。



- ・押手山国有林 30 に 1 林小班 (12.96ha)
- ・平均斜度 10~30 度、標高 410m~600m
- ・56 年生ヒノキを皆伐し再度ヒノキを植栽



図2 試験地の概略

表1 シカ柵の仕様

	鋼製ネット柵	ステンレス線入りネット柵	簡易な樹脂製ネット柵
使用ネット	フォレストクロスフェンス (日亜鋼業株式会社) 15cmメッシュ	ステンレス入りネット (木下一二商店) 10cmメッシュ	アニマルネット (株式会社シンセイ) 1.6cmメッシュ
高さ	2m	2m	2m
支柱間隔	5m	4m	4m

3 実行結果

今回設置したシカ柵の資材費については、鋼製柵が 100m 当たり約 14 万円であったのに対して、ステンレス線入り柵はネットが高価であり、跳躍・もぐりこみ防止のスカートネットを付けたことから約 25 万円となりました (表 2)。

また、資材重量では、鋼製柵は他の柵に比べて 3 倍近くありますが、設置作業の能率はほぼ同程度であり、大きな低下は見られませんでした。

表2 各種ネット柵の比較 (100m 当たり)

	資材費	資材重量	作業能率
鋼製ネット柵	139,969円	209.7 kg (ネット80.4kg、支柱129.3kg)	4.0人日
ステンレス線入りネット柵	246,710円	74.5 kg (ネット22.0kg、支柱52.5kg)	3.9人日
簡易な樹脂製ネット柵		65.3 kg (ネット128.kg、支柱52.5kg)	3.7人日

4 考察

柵の設置を行った作業員にアンケートを行ったところ、鋼製柵のデメリットとして「重量が負担になる」「樹脂製ネットより資材がかさばる」といった意見がありました。実際の設置作業では顕著な能率低下は見られませんでした。資材価格の面においても、条件によっては樹脂製ネット柵よりも安価に設置できる可能性があり、剥皮害を想定したシ

カ被害対策として有力な選択肢であると言えます。

また、樹脂製ネットを使用した柵は損傷が起きやすく、頻繁に見回りを行って補修などのメンテナンスを行う必要がある一方、鋼製柵は耐久性が高く、メンテナンス費用を大幅に低減できると考えられることから、設置後のランニングコストを含めて考えれば、初期の苗木食害対策としても鋼製柵の方が有利である可能性があります。

引用文献

- 1) 環境省, 本州以南におけるニホンジカの密度分布図(令和4年度当初)の作成について, https://www.env.go.jp/press/press_02936.html, (2026/2/5)
- 2) 広島県, 第二種特定鳥獣(ニホンジカ)管理計画(第5期), 2~10, 2022

ヒトデ成分の忌避剤を用いたウサギ食害防止の新たな可能性

山口森林管理事務所 森林情報管理官 ○片岡 彰
係 員 ○新岡 連太郎

1 課題を取り上げた背景

山口森林管理事務所が管轄する造林地では、シカによる食害被害は少ないものの、ノウサギによる食害が継続的な課題となっています。

現在は対策として高さ約1mのウサギ防護柵を設置していますが、網の破損や地際部からの侵入を完全に防ぐことは難しく、維持管理に労力がかかることも課題としてあります。

現場の知見として、人工植栽した苗木は食害を受けやすい一方で、天然更新した個体は被害が少ない傾向が見られます。

この要因として、育苗過程で使用される肥料成分（塩分等）が苗木に付着・吸着し、ノウサギの嗜好性を高めている可能性が考えられます。もし苗木が成分を取り込む性質を持つのであれば、忌避成分も同様に付着・吸着することで、忌避効果を一定期間持続させられる可能性があります。

そこで本研究では、ヒトデ成分を用いた忌避剤（以下「ヒトデ忌避剤」（写真—2）という。）の有効性と持続性を検証しました。



写真—1 折損された苗木

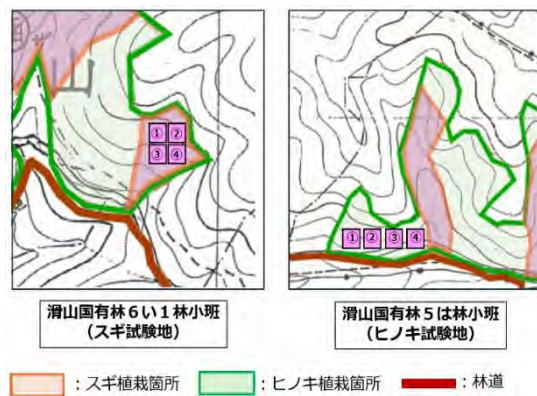


写真—2 ヒトデ忌避剤

2 試験方法

試験開始前にヒトデ忌避剤により苗木が枯損するリスクがあったため、滑山国有林24は林小班にて、スギ苗木の根元に忌避剤(20g)を散布し、観察を行ったところ、3カ月経過後も枯損は見られなかったため、本試験を行いました。

試験地は、滑山国有林5は林小班（ヒノキ試験地）、6い1林小班（スギ試験地）を設定し（図—1）、対象樹種はスギ、ヒノキの2樹種、調査期間は令和6年12月から令和7年11月までの11カ月としました。

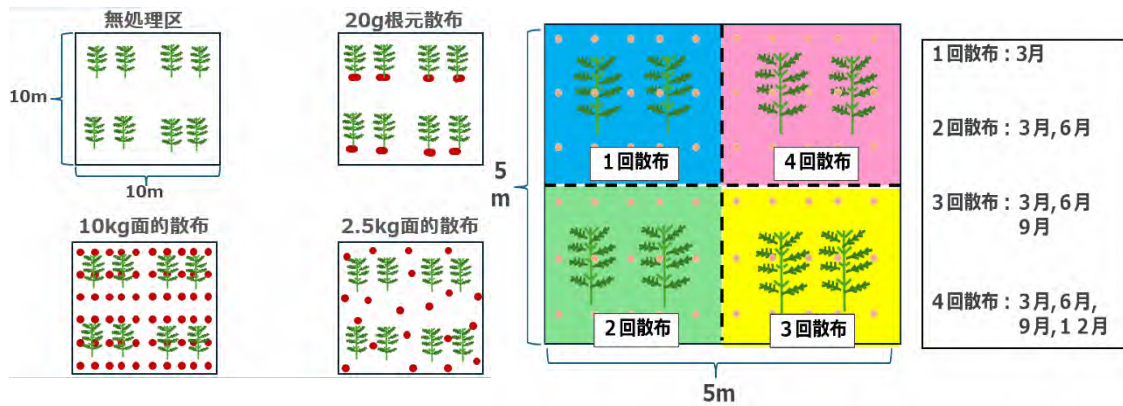


図—1 試験地位置図

造林地での適切なヒトデ忌避剤の使用

方法を検討するため、試験地にヒトデ忌避剤の散布量及び散布方法が異なる4区画（無処理区、20g根元散布、2.5kg面的散布、10kg面的散布）を設定しました。（図—2）

さらに1区画を4分割し、散布回数の違いによる被害状況の調査を行いました。（図—3）



図—2 試験地の区域配置図

図—3 試験区域の散布状況

3 調査結果

(1) 月別 食害被害結果

試験地における月別の食害被害は図—4のとおり結果となり、ヒノキ試験区では本試験を通して被害はほとんど確認できない結果となりました。

ヒノキ試験地で被害が見られなかった要因として試験地の環境による影響が大きいと考えられます。

ノウサギの生態の特徴として、開放的な環境では低木等の身を隠せる環境を好むこと（島野ほか, 2003）、ネムノキやカラスザンショウなどの植物を好むことなどが知られています。

ヒノキ試験地では開放的な環境でかつ身を隠せる低木や茂みが少なかったこと、ノウサギが好むカラスザンショウが試験地周辺に多く自生していたことで被害が少なかったと考えています。

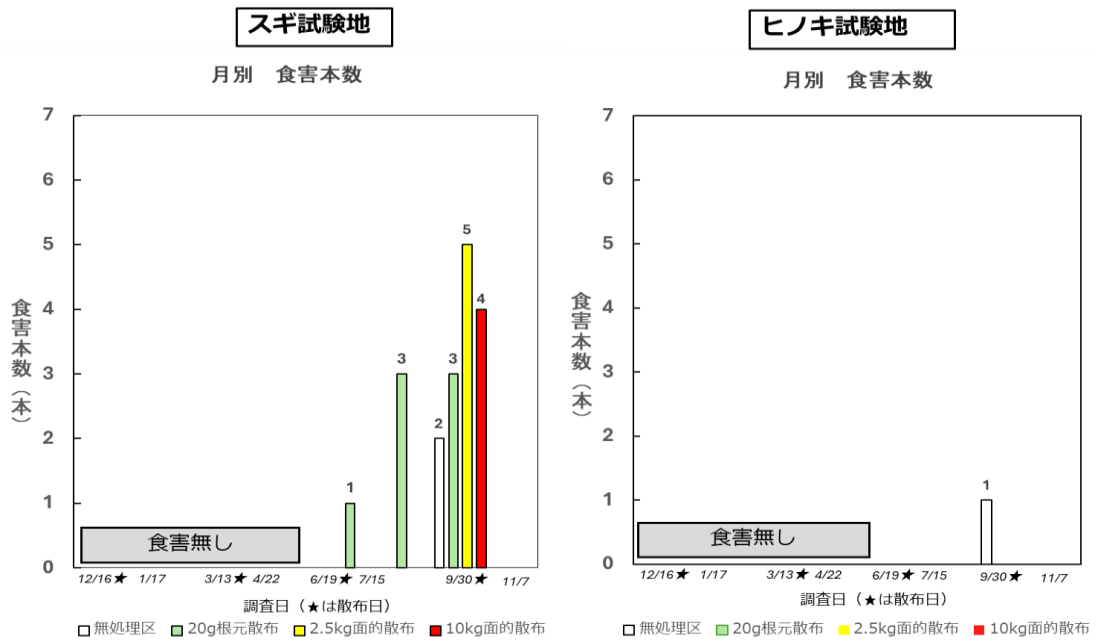
対してスギ試験区では、12月から5月までは、全区域で食害は確認されず、6月に20g 根元散布箇所において初めて食害被害が確認され、他の区画では被害は見られませんでした。8月以降、笹が繁茂し観察や苗木の成長に支障があったため試験地にて刈払い（9月3日）を行いました。（写真—3）

刈払い実施後の調査では、全区域で被害の増加する結果となりました。（図—5）

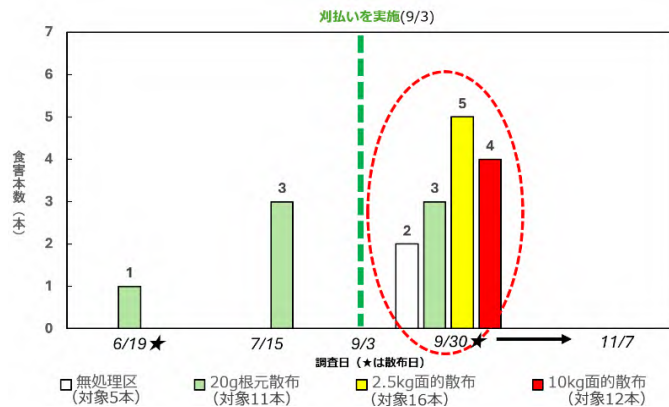
同月9月30日に散布を行った後の11月時点では、新たな被害の増加は確認されませんでした。



刈払い前 刈払い後
写真—3 刈払い前後の様子（スギ試験地）



図—4 月別の食害被害結果



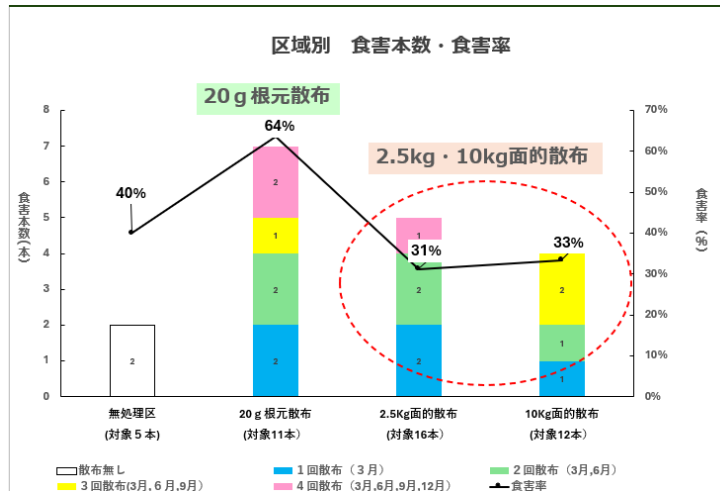
図—5 食害被害結果（6月～11月に限定）

(2) 区域別 食害被害結果

区域別に比較を行うと、20g 根元散布箇所（対象木：11 本）が最も食害本数・食害率（60%）ともに高い結果となりました。

2.5kg 面的散布箇所（対象木：16 本）と 10kg 面的散布箇所（対象木：12 本）の食害率はどちらも同程度（30%程度）となり、根元散布よりも面的散布による散布方法の方が忌避効果が高くなる結果が得られました。（図—6）

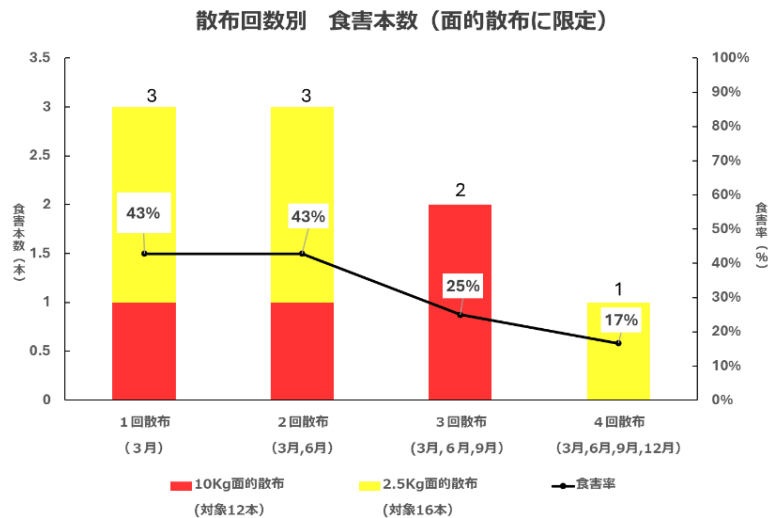
無処理区について、植栽された対象木が少なかったことや、試験区域外の苗木には食害が多くみられていたことから、食害率の考察を行うためには、より本数を増やして観察を行う必要があると考えます。



図—6 区域別 食害被害結果

(3) 散布回数別 食害本数・食害率 (面的散布による方法に限定)

忌避効果が高いとされる面的散布に限定して散布回数別の食害本数・食害率をまとめると図—7のようになり、散布回数が多くなるほど食害本数・食害率ともに低くなる結果となりました。

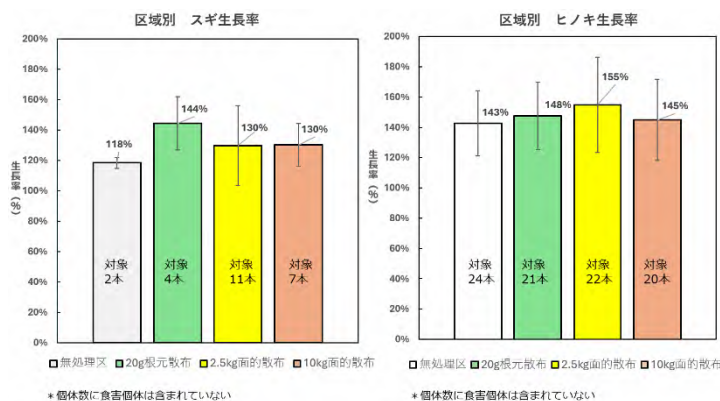


図—7 散布回数別 食害被害結果

(4) 樹高生長量

スギとヒノキで樹高成長量 (食害個体を除く) を比較した結果が図—8 となります。スギでは 20g 根元散布区が他の区域よりも高い成長量を示しましたが、無処理区とともに対象本数が少ないことから、より有意性のあるデータを得るために対象本数を増やして調査を実施し比較を行う必要があると考えます。

一方、ヒノキではどの区域も一定の成長率を示す結果となりました。



図一8 樹高生長率

4 考察

調査結果3-1より、6月から7月にかけて根元散布箇所では被害が見られた一方、面的散布箇所では被害が確認されませんでした。このことから、ヒトゲ忌避剤を面的に散布する方法は、一定の食害抑制効果を有する可能性が示唆されました。

9月に被害が拡大した要因としては、前回散布から約3か月が経過し忌避効果が弱まっていたことに加え、刈払いによって苗木の視認性や接近のしやすさが向上したこと、さらに下層植生の減少により苗木に意識が集中したことが考えられます。

今後は、刈払い後に被害が増加した結果を踏まえ、刈払いの時期に合わせたヒトゲ散布の実施を検討し、また地際まで刈払うのではなく、苗木の生長に影響しない範囲で下層植生を残すなど、刈払い方法の工夫によって食害を低減できるのか検証を行う必要があると考えます。

調査結果3-2より、根元散布よりも面的散布の方が忌避効果が高い傾向が確認されたことから、面的散布により苗木周辺に忌避成分が広く存在する状態が形成され、接近そのものを抑制する効果があった可能性が考えられます。

今後、面的散布を基本とする場合、1ヘクタール当たりの最適な散布量の検証や、防護柵（アニマルネット等）との併用によるコスト及び被害量の比較を行う必要があると考えます。

調査結果3-3より、散布回数を増やすことで食害被害が少なくなる傾向が見られたことから、今回使用したヒトゲ忌避剤の持続性はおおむね3か月間隔が最も効果を発揮する結果となりました。一方で、散布回数が少ない区域においては、初回散布後の12月から9月までは被害が確認されず、食害は刈払い後に集中して発生しました。これらの結果を踏まえ、適切な散布回数を検討するためには定期的な散布よりも、現地のノウサギの生態や作業時期を考慮する必要があると考えます。

参考文献

1. ノウサギ被害対策アプローチブック（令和6年3月初版）、9～36、林野庁森林整備部研究指導課森林保護対策室、2024
2. 谷口 明、ノウサギの生態に関する研究（IX）—食性について—、209～210、日林九支研論集 No36、1983
3. 島野 光司・矢竹 一穂・梨本 真・松木 吏弓・白木 彩子、林内から伐採跡地にかけてのノウサギによる植生利用の変化、25～36、野兎研究会誌 29 巻、2003

ノウサギの森林被害防止のための捕獲試験について

森林技術・支援センター 森林技術普及専門官 ○佐伯 浩一

1 課題を取り上げた背景

戦後造成された人工林の多くが利用期を迎え、主伐・再造林の取組を積極的に進めていく必要がありますが、再造林が盛んになるにつれて、ノウサギによる被害問題に注目が集まっており、当センターにも被害対策について県や市から問い合わせがあり、また、視察にも来られています。

一方、ノウサギの捕獲には経験が必要であり、難易度が高いことが知られています。

このような背景を踏まえ、少しのコツで、誰もが楽に捕獲が出来る手法の確立が必要不可欠であると考えたため、課題として取り組むこととしました。

2 N型誘引捕獲罠による捕獲

岡山県新見市の東部にある赤滝国有林では、平成 27 年にコウヨウザンとスギを植栽し、『企業ニーズを捉えた早生樹植栽試験』を実施した箇所（図-1）があり、コウヨウザンの約 85%でノウサギによる食害が報告された箇所でもあります。

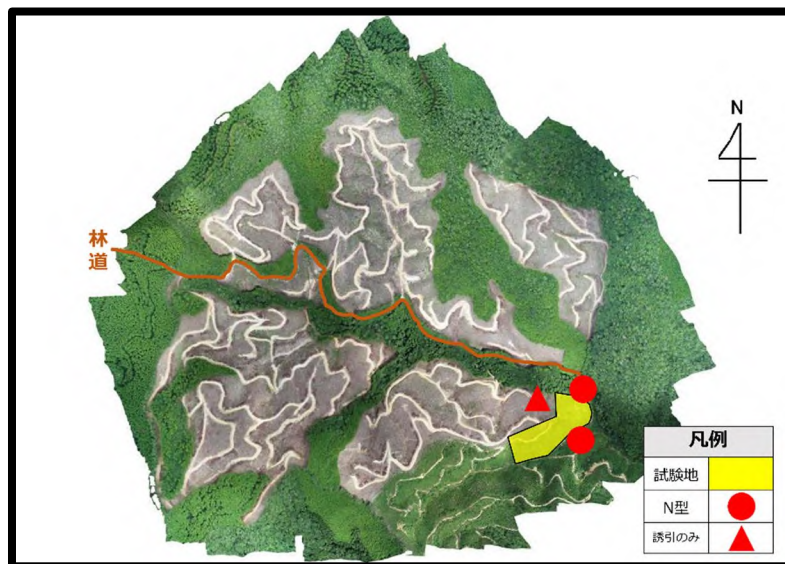


図-1 植栽試験地とN型試験の位置関係

ノウサギ対策として、植栽木を防護する方法には、主に対象区域全域を防護柵で囲む方法、植栽木ごとに単木保護管を設置する方法、忌避剤を撒く方法があります。

一方、ノウサギを捕獲する方法としては、獣道を見つけて、くくり罠や箱罠を設置するか、銃殺する方法がありますが、罠での捕獲は経験が必要であり、難易度も高く、効率が悪いことが知られています。

このような中、ノウサギを捕獲する新たな方法として、令和3年度に和歌山森林管理署で考案されたN型誘引捕獲罠、通称N型が公表されたことから、当センターでも実施することとし、過去にコウヨウザンがノウサギ被害を受けた箇所（図-1）周辺において、令和4、5年度に赤丸の2箇所にN型誘引捕獲罠を設置するとともに、令和5年度においては、三角の箇所において捕獲をせずに誘引のみでノウサギが来るのか試験しました。

3 N型誘引捕獲罾による捕獲を実施した結果

当センターにおいて、令和4、5年度にN型誘引捕獲罾の試験を実施した結果、ノウサギは捕獲できませんでした。

和歌山森林管理署から、見本として、N型誘引捕獲罾の一式を2セット頂くことができ、現地に設置しました。その際、罾については、専用の罾（図-2：オリモ式くくり罾の改良版。割箸等で水平にして、軽く乗っても罾が発動しやすくしている。）を使用しているということから、同じ仕掛けを使用しましたが、罾の発動加減の調整が上手くいかず、ノウサギがN型誘引捕獲罾を通過するものの捕獲は出来ませんでした。

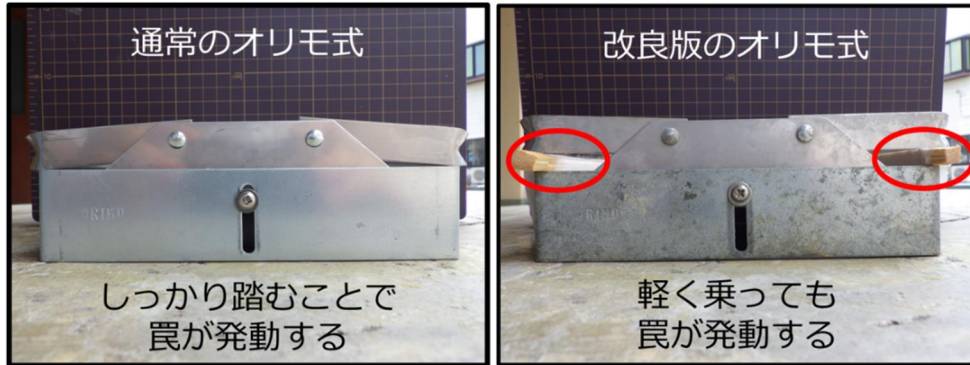


図-2 オリモ式くくり罾の改良版

また、カラスザンショウやヘイキューブ等を誘引餌としましたが、誘引できたという映像は撮影できませんでした。新見市は鹿が少なく周辺の植生が旺盛であるため、ノウサギが人間の用意した餌を食べるの必要がなく、興味を引くことができなかつたのではないかと推察しました。

なお、N型誘引捕獲罾設置後しばらくは、ノウサギがN型誘引捕獲罾内部まで近寄らず、罾に慣れるまで時間がかかりました。

4 捕獲の方法の見直し

令和6、7年度は、捕獲の方法を一部見直すこととし、心得3箇条を作成しました。（図-3）

心得3箇条

1. 見回りを楽にするため、試験地に向かう森林作業道沿い、もしくは、林道沿いで罾の設置が出来る場所を探す。
2. 極力安価な素材で、誰もが捕獲が出来る仕掛けを構築することを目指す。
3. ノウサギの行動条件を知る必要があるため、活動時間等を整理。

図-3 心得3箇条

(1) 心得1点目 罾の設置場所

罾の設置場所については、見回りを楽にするため、試験地に向かう森林作業道沿い、もしくは、林道沿いを中心に検討しました。(図-4)

N型誘引捕獲罾は令和4、5年度に引き続き検証するとともに、新たな罾を複数箇所設置することとしました。

なお、令和6、7年度に行っている試験地は、黄色で囲んだ箇所です。

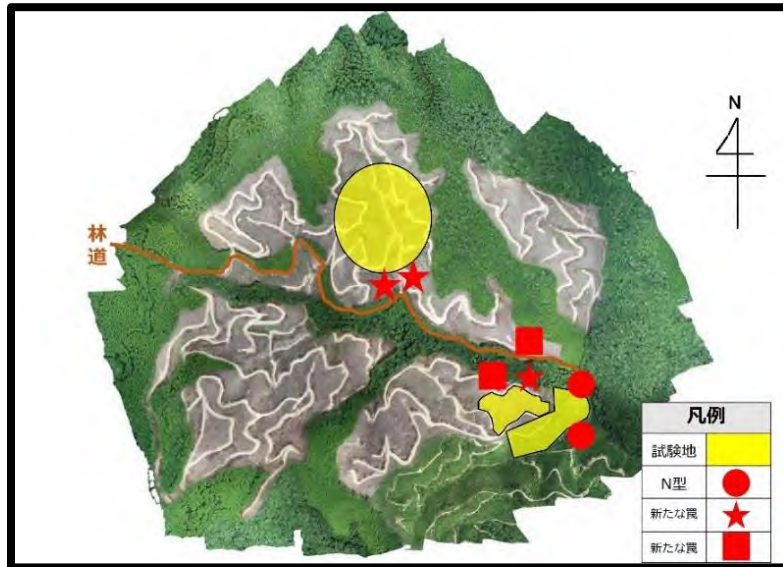


図-4 試験地と罾の位置関係

(2) 心得2点目 新たな罾の考案

ア 仕掛けのコンセプト

極力安価な素材で、誰もが捕獲が出来る仕掛けを構築することを基本に考えました。

ノウサギが罾を警戒しなくなるまでの時間の短縮を考慮した結果、誘引せず、現地にある素材でノウサギの通り道を限定する仕掛けを構築できるのではないかという結論になり、2つの仕掛けを考案しました。

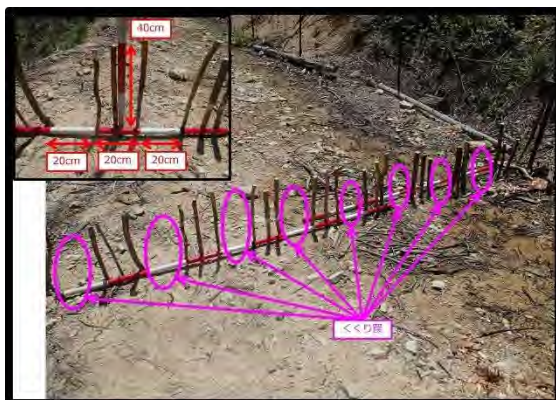


図-5 スティック型誘導捕獲



図-6 枝条型誘導捕獲

スティック型誘導捕獲（図－５）、通称スティック型については、杭になりそうな枝条等を地面に刺して、40cm程度の高さになるよう設置しました。直線状に20cmの範囲に3本刺し、その隣にN型誘引捕獲罠の隙間を参考に20cmの間を空けるように杭を設置してその20cmの隙間に罠を設置しました。ノウサギが付近を通過したとき、スティックが邪魔をし、隙間に誘導されることを狙いました。

枝条型誘導捕獲（図－６）、通称枝条型については、高さが20cm以上となるように、左右に枝条を積みました。N型誘引捕獲罠の隙間を参考に20cmの間を空けるように調整し、その隙間に罠を設置しました。枝条ではなくても、石や残存木等を積み重ねて行動を制限し、20cm程度の隙間が空けば良いと考えます。

いずれの仕掛けも設置してから1週間以内にノウサギが通過している映像が撮影出来たことから、これらの仕掛けは警戒心が少ないと考えました。

イ 針金等の素材について

足くくり罠での捕獲は難しかったことから、針金等で首を絞めつけるタイプの罠で捕獲できないか検討しました。

素材については、四国局が考案しているノウサギの被害対策を参考に、まずは6種類の素材（図－７）を検討しました。

猟師の方と相談し、光沢が少なく加工がしやすく、強度が望める太さ1mm程度の素材という理由から、バインド線とアルミ線を使用することとしました。



図－７ 検討した6種類の素材

ウ 枝条型誘導捕獲での罠の設置方法

スティック型と違い、付近に罠を設置できる支柱等がないため、両先を尖らせた竹を曲げ（図－８）、高さ40cm前後のアーチ状にした上で、しっかりと差し込み、上から針金をつるしました。

この罠をアルミ線1mmで仕掛けた結果、ノウサギがかかりましたが、すぐに噛み切れ（図－９）、逃げられました。



図－8 針金の設置状況

図－9 噛み切られた針金

エ 罠設置の参考例

その後、色々な太さ、素材の針金等を設置して試験した結果、ようやく捕獲出来ました。ノウサギが懸命に針金を噛みましたが、噛み切られることはありませんでした。捕獲できた罠設置の参考例は図－10 です。

光沢の少ない深緑色、1.6mmのソフトワイヤーを採用し、締め付け防止金具としてナットを活用し、光沢を抑えるため黒色に着色しています。ナットは、着色しなくても光沢のない製品もあるようです。

また、くくりつける長さを短くした方が噛み切られる恐れが少なくなると考えます。



図－10 罠設置の参考例

(3) 心得3点目 ノウサギの行動

ア センサーカメラでの撮影回数

罫設置箇所にセンサーカメラを設置しており、実際何個体確認できたか、設置していた期間の4年間(953日間)の画像データを整理(図-11)したところ、全体の41%がノウサギであり、他の動物等より多く撮影出来ていることがわかりました。

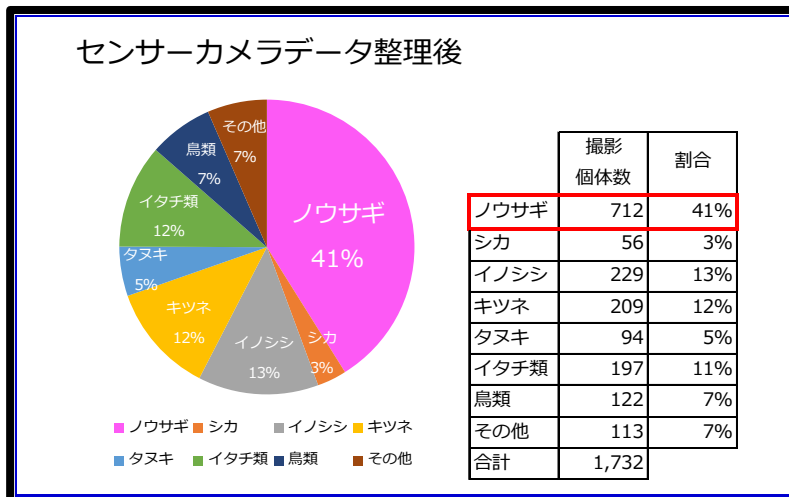


図-11 センサーカメラでの撮影回数

イ ノウサギの行動：時間、月

令和6、7年度のノウサギの活動時間を、3時間ごと及び月ごとに整理しました。(図-12)

時間帯によって撮影回数に違いが認められ、0時～6時、18時～24時の時間帯に、主に活動していることがわかりました。

また、月によって撮影回数に違いが認められ、5月、6月、9月、10月に多く撮影されていました。

ノウサギの行動：時間、月

活動時間区分	設置月	令和6、7年度												合計	割合
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
0時～3時	未明	20	35	33	15	5	31	28	2	5	5	2	5	186	27.76%
3時～6時	明け方	18	21	20	17	8	40	13	5	9	4	3	19	177	26.42%
6時～9時	朝									2				2	0.30%
9時～12時	昼前													0	0.00%
12時～15時	昼過ぎ	2	1											3	0.45%
15時～18時	夕方		2											2	0.30%
18時～21時	夜の初め頃	12	22	16	18	2	12	26	7	8	4	9	2	138	20.60%
21時～24時	夜遅く	20	23	35	13	3	25	21	4	8	3	1	6	162	24.18%
合計		72	104	104	63	18	108	88	18	32	16	15	32	670	
総合計		670													

カイ2乗検定 P<0.01

図-12 ノウサギの行動：時間、月

ウ ノウサギの行動：気温

ノウサギが活動している映像が確認できた時間帯の気温を、気象庁のデータで整理しました。(図-13)

15℃～20℃付近が最も活動している結果となりました。

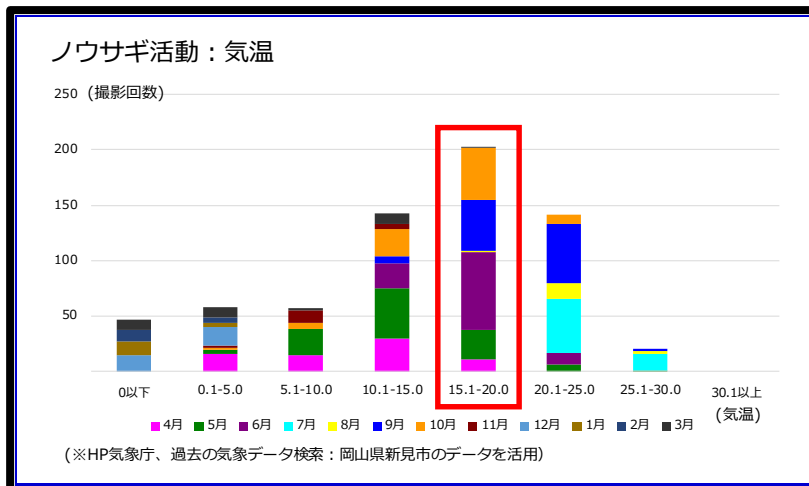


図-13 ノウサギ活動：気温

エ ノウサギの行動：天候

次に、天候によるノウサギの行動傾向を調べました。(図-14)

センサーカメラ設置期間の天候については、晴れ、曇り、雨の割合が概ね同程度となりました。

ノウサギ行動時の天候については、撮影回数に違いが認められ、雨の日については、センサーカメラ設置期間では37%だったのに比べ、ノウサギ行動時は9%となっていました。

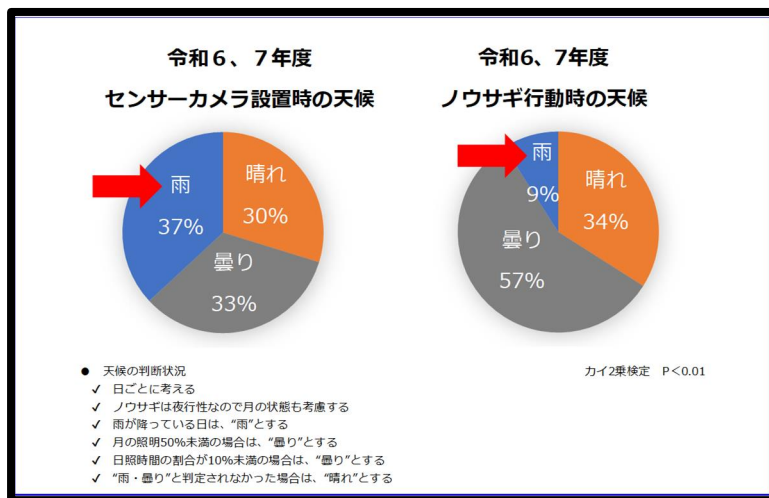


図-14 ノウサギの行動：天候

5 考察

(1) ノウサギの捕獲について

ノウサギの捕獲は難しいことが改めてわかりました。

誘引捕獲についても、シカが少なく、餌資源の多い場合は難しいと考えます。

また、人工物を多く使用した罟は、ノウサギが罟に慣れるまで時間がかかるため、捕獲期間を短くする場合は極力自然の素材を罟として利用した方がよいと考えます。

(2) 新たな罟の考案について

ワイヤーの太さは、1mm～2mmの間が良く、また、くくり罟のくくりつける長さを短くした方が、噛み切られる恐れが少なくなると考えます。

考案した2つの罠は、警戒されにくい仕掛けであり、高さ40cm前後アーチ状の仕掛けで捕獲出来たことから、有効な手段の1つになりえると考えます。

(3) ノウサギの行動について

ノウサギは主に夜に行動すること、気温は15℃～20℃付近で最も活動していること、1年間では5～6月と9～10月に多く活動していることが確認出来ました。

また、雨が降っているときは行動を控える傾向にあることが確認出来ました。

(4) 今後の取組について

ノウサギが活動する、月・時間帯・気温の把握が出来たことから、活発に活動する時期に、罠を集中して仕掛けると効率的に捕獲が出来ると考えます。

捕獲が難しい現状では、当面の被害対策としては、防護で被害を軽減する必要がありますが、被害対策には防護と捕獲セットで行うことが効果的であることから、引き続き捕獲試験を行うこととし、考案した2つの罠をベースに、そこに誘引してより効率的に捕獲する方法を再度模索する必要があると考えます。

引用文献

- 1) 宇田川竜男 ノウサギの害とその防ぎ方、日本林業技術協会、1968
- 2) 狩猟読本、大日本猟友会、2022
- 3) 林野庁ホームページ、ノウサギ被害対策検討事業（令和3年度～令和5年度）、<https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/tyouju/nousagi.html>（最終閲覧：2026/1/28）
- 4) 関東森林管理局ホームページ 令和5年度森林・林業技術等交流発表会 ポスター発表 森林保全部門、伊豆署におけるノウサギ捕獲の一考察、https://www.rinya.maff.go.jp/kanto/sidou/attach/pdf/kanto_presentation-80.pdf（最終閲覧：2026/1/28）
- 5) 四国森林管理局森林技術・支援センターホームページ、ノウサギの被害対策、https://www.rinya.maff.go.jp/shikoku/gijutu_c/HPnousagi.html（最終閲覧：2026/1/28）
- 6) 近畿中国森林管理局ホームページ 森林・林業交流研究発表会 令和3年度、発表課題「ノウサギの森林被害防止のための誘引及び捕獲試験について」、<https://www.rinya.maff.go.jp/kinki/koho/event/gijyutukaihatu/kakoR3.html>（最終閲覧：2026/1/28）
- 7) 国立天文台（NAOJ）ホームページ、岡山（岡山県）のこよみ、<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/dni/2025/dni34.html>（最終閲覧：2026/1/28）
- 8) 国土交通省 気象庁ホームページ、過去の気象データ検索 https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/view/monthly_a1.php?prec_no=66&block_no=0658&year=2025&month=06&day=26&view=p1（最終閲覧：2026/1/28）
- 9) Star Walk 2 ホームページ、月の満ち欠け、<https://starwalk.space/ja/moon-calendar>（最終閲覧：2026/1/28）
- 10) GPV 気象予報ホームページ、風速の目安、<http://weather-gpv.info/gw.php>（最終閲覧：2026/1/28）

シカの行動調査と学校林の有効利用

兵庫県立山崎高等学校 森と食科2年 ○大村 莞月
○上村 春翔
○藤原 龍真

1 はじめに

兵庫県立山崎高等学校森と食科では、演習林での林業実習をはじめ、学校林で森林管理や森林保育について学んでいます。また、学校所在地である兵庫県宍粟市は面積 90%を森林が占めており、本校は地域林業の担い手として活躍するとともに、地域の抱える課題をともに解決していく役割を担っています。

2 課題

宍粟市だけでなく、山間地の課題の一つに、獣害があります。写真-1は、山崎高校の上空写真です。山崎高校は、演習林とは別に、森と食科棟の裏に山があり、学校林として実習や調査などに活用しています。木がないように映っているところが、斜面になっており、下草刈りなどの手入れをしています。

写真-2は学校の裏山の様子です。シカの足跡や糞だけでなく、シカの寝床のような跡があります。地域の課題である獣害、また圃場、学校林、学校グラウンドにもシカなどの動物が侵入してきており、農作物への食害、フェンスの破壊、学校林の斜面崩壊などを招いています。そこで、獣害を防ぐために、シカの行動を調査し、新たな森林の活用方法を模索したいと考えました。



写真-1 上空写真



写真-2 学校林

3 計画

計画表を示しました(表-1)。トレイルカメラを仕掛け、行動を確認します。また、学校に来ていただいている特別非常勤講師の獺師の先生、兵庫県立森林大学校の先生など、外部の先生方にアドバイスを受けながら、わな設置を行うことにしました。それらと並行しながら、対策をしながら学校林の活用を目指すことにしました。

表-1 研究計画

	R6			R7									R8									R9								
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
行動調査		トレイルカメラ		トレイルカメラ				トレイルカメラ											トレイルカメラ※定点設置											
有効活用								販売所の調査		不嗜好性植物の選定					苗木の定植					定期販売を目指す										
外部連携		獣害対策について		獣害対策について																										

4 行動調査

写真-3はトレイルカメラの映像です。この写真-3だけでも5頭いることが分かります。猟師の先生に伺うと、「土地面積に対して多い」、ということでした。丸まって寝ている姿も撮影され、夜を過ごしていることもわかりました。さらには葉っぱを食べており、カメラに近づくなどシカも慣れてしまっている状況でした。また、イノシシの姿も確認されました。(写真-4)



写真-3 シカ



写真-4 イノシシ

5 対策方法

(1) ニホンジカの不嗜好植物

シカから植物や農産物を守るにはどうしたらいいか考えていたところ、学校玄関前のプランターでは、ほかの花は全部食べられているのに、マリーゴールドだけは無事でした。そこで、シカの嫌う植物を育てればいいのかと考えました。ニホンジカの不嗜好植物を調べたところ、スギやヒノキなどが好きで、アセビやイヌガシが嫌いということが分かりました。特に、有毒なもの、匂いが強いもの、とげがあるものは避けます。その中で、シキミに注目しました。(図-1)

ニホンジカの嗜好性		有毒なもの 匂いが強いもの
好き	嫌い	
<ul style="list-style-type: none"> スギ ヒノキ リョウブ ナナカマド ミスナラ 	<ul style="list-style-type: none"> アオキ タラノキ ノリウツギ アオダモ スズダケ ガマズミ 	<ul style="list-style-type: none"> ジャケツイバラ イヌガシ イワヒメワラビ ナンキンハゼ シキミ コシダ

図-1 ニホンジカの嗜好性

(2) シキミについて

本校が農産物や木工品、食品加工品の販売実習をさせていただいている地域の農産物販売所では、必ずと言っていいほどシキミがおかれています。仏壇のある家も多く、年間を通して需要があるそうです。シキミには葉、花、果実、種子などすべての部分にアニサチンという毒が含まれており、シカなどの動物は嫌う植物だということが分かりました。仏花としても利用されるシキミを育てることで、シカの食害を減らし、また斜面崩壊の改善につながるのではないかと、シキミを販売することで、新しい学校林の活用方法につながるのではないかと考えました。

6 シキミの栽培

植え付けには冬が良いので、苗木を購入するとともに、挿し木で苗を育てようとしています。まだ、今後シキミを育て、販売できるようにしていきたいと思っています。(写真-5)

7 今後の目標

- (1) シキミを圃場に植え、シカ害を防げるか確認します。
- (2) シキミを収穫し、収益につながるか実践します。
- (3) 挿し木苗を増やし、コスト削減を目指します。



写真-5 シキミの挿し木

クヌギ林とクリ林の育成による「広葉樹林業」のモデル構築
 ～大都市近郊の里山で豊かな生物を育み、生物の多様性を未来につなぐ～
 完了・検証編

大阪府森林組合豊能支店 主査 ○小島洋平
 主任 ○橋田卓也

1 課題を取り上げた背景

大阪府北部に位置する能勢町(図-1, 2)は、里山の原風景が残る農山村地域(写真-1)であり、古くから薪炭林として利用されてきたクヌギ林を中心とした広葉樹林が広く分布しています。能勢町は2016年に「生物多様性に優れた自治体ランキング」で全国1位を獲得するなど、広葉樹林が育む豊かな生態系が大きな特徴です。しかし近年は燃料革命や林業従事者の減少により、薪炭林としての利用は大きく減少し、管理放棄された森林が増加しており、これにより森林の過密化や林床植生の衰退、生物多様性の低下などが課題となっています。

一方で、再生可能エネルギーとしての木質バイオマス利用や地域資源の活用、里山保全への関心の高まりから、広葉樹資源の再評価が進んでいます。本事業では、クヌギ林およびクリ林を対象として、持続的利用と環境保全を両立する「広葉樹林業」のモデル構築を目的とし、長年放置されていた雑木林(里山)(写真-2)を対象に森林整備を行い施工内容および成果について検証しました。



図-1 参照：大阪府「大阪の森林と林業」



図-2 参照：能勢町地域公共交通計画



写真-1 能勢町の里山の原風景



写真-2 対象地の状況

2 経過

(1) 事業の目的と実施方針

ア 一次的目的は、地域資源を活かした安定的・持続的な生産と収益確保である。薪ストーブ用薪（写真－3）の需要は極めて高く、クヌギ材による池田炭（能勢菊炭）（写真－4）やブランド栗「銀寄」（写真－5）は重要な地域資源です。

イ 二次的目的として、生物多様性の維持向上や防災機能の向上を掲げました。実施にあたっては、職員自らが調査・施工に直接関わることで知識や技術習得とともに、森林資源量の把握やコスト解析を行う方針としました。（写真－6）



写真－3 組合で取り扱う広葉樹薪



写真－4 池田炭（能勢菊炭）



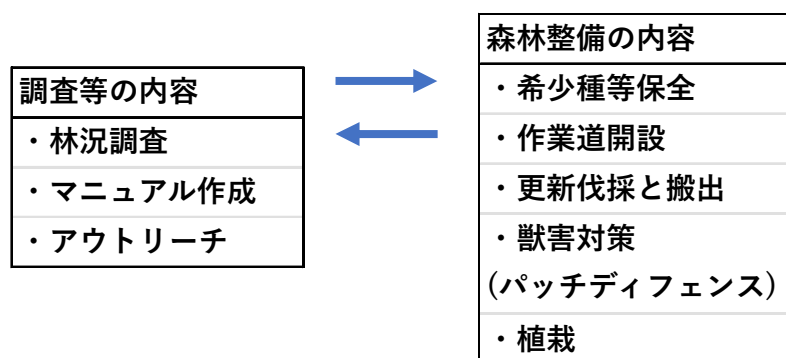
写真－5 能勢町発祥の栗（銀寄）



写真－6 調査事業打ち合わせ

(2) 実施方針

施業にあたっては、更新伐採と植栽を組み合わせた更新手法を基本とし、苗木の種類や防護資材の違いによる成長およびコストの比較検証を行いました。また、残置木や保全区域の設定により生物多様性への配慮を行い、モニタリングによる効果検証を実施しました。（図－3）



図－3 事業の全体イメージ

(3) 林況調査・森林整備の内容

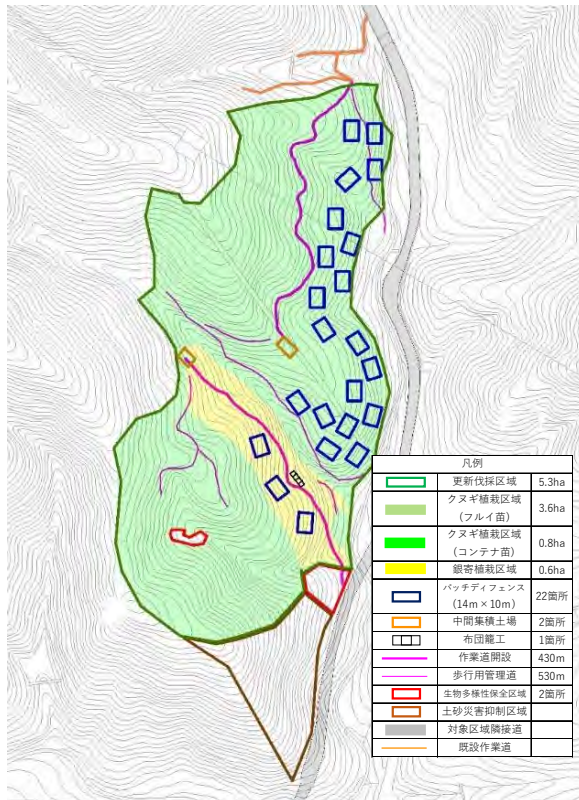
ア 林況調査

- ・資料調査：既存資料等（植生図、行政発行のレッドリスト）を基に林況を把握しました。
- ・植物相調査：現地踏査、希少種の確認や出現種の記録を行いました。
- ・資源量調査：プロットの作成、毎木調査を行い資源量の把握を行いました。
- ・土壌と微地形調査：土壌条件や地形特性を現地にて確認し、作業道開予定地の確認をしました。
- ・残置樹木選定：更新および景観に配慮し残置樹木を選定しました。
- ・希少種移植：保全対象植物の移植および経過観察を実施しました。

その結果を反映し、森林整備の計画変更を行いました。

イ 森林整備

- ・更新伐採および地拵え：防災面を考慮し、谷沿いや低木等を残置するなど工夫しました。
- ・薪材搬出等：更新伐採した樹木のうち作業道付近で薪材や椎茸原木として活用できる材を搬出し、組合が買取ることによって事業費の一部としました
- ・植栽：クヌギ（フルイ苗・コンテナ苗）および銀寄栗を植栽しました。
- ・獣害対策：チューブラー、サプリガードに加え、防災などを目的として要所にパッチディフェンス（写真－7）を設置しました。
- ・路網整備：作業道（幅員2.5m）（写真－8）および管理道（幅員1.5m）を開設しました。
- ・中間土場設置：中間土場兼作業車両の転回場として設置しました。
- ・布団かご設置：湧水が多い地点に1箇所設置しました。



図－4 竣工図



写真－7 パッチディフェンス



写真－8 作業道（幅員2.5m）

3 実行結果

(1) 残置樹林 (生物多様性保全)

事前調査の結果を踏まえ、湿地などを保全区域 (図-5) として設定し、更新伐採を行わない区域を設けることで、林内環境の維持を図りました。

その結果、事業完了後の調査において、モリアオガエルなどの卵塊が確認されました。これは、保全区域や残置樹林が、生息環境として機能していることを示す結果であると考えています。



図-4 生物多様性保全区域図



写真-9 保全区域内のモリアオガエル

(2) 希少種の移植

地区内で確認された希少種と分類したシソバツナミを移植し、移植直後と約1年後に追跡調査を行いました。活着率は約77%と比較的高く、1年後の調査では開花個体 (写真-10) を含め、生育が継続していることが確認されました。

株の残存により自生株の増加にもつながっており、一定の保全効果が得られたと考えています。

表-1 移植の結果検証

年月日	花茎付株	無花茎株	備考
2024/6/26	37	46	移植日
2025/6/6	11	53	調査日

花茎付株：成長し花が付いている株
 無花茎株：花が付いていないか、幼株
 今年は移植直後で十分に回復していないものの、活着率は77%と比較的高い。株が充実すれば開花株も増え、自生株も残っているため、移植はシソバツナミ群落の保全に効果があったと史料される。



写真-10 移植した株の開花確認

(3) 残置樹木の更新状況

残置樹木の実生発生（写真－11）と希少種の開花（写真－12）を確認しました。

表－2 主な残置樹木と残置理由

主な残置樹木	残置理由
アオハダ	調査地の林分で多く生育。林分の多様性を保全するため、一部を母樹として残置し下種更新を図る。
ウラジロノキ、エゴノキ、シラキ、コシアブラ	調査地の林分では少ないが、落葉樹林構成種なので、母樹として残置し、多様性を保全するため下種更新を図る。
ヤマザクラ、ホオノキ、タムシバ	能勢の里山を代表する樹木なので、母樹として残置し、多様性を保全するため下種更新を図る。
ナツツバキ	大阪府下では稀にしか生えていない樹木なので、全てを残置する。将来の観光資源として期待する。
コナラ	上層木伐採後の成長速度の比較検証するため、コナラの若木を数本残置する。



写真－11 残置樹木状況とアオハダの実生



写真－12 ナツツバキの開花状況

(4) 植栽（コスト比較）

フルイ苗とコンテナ苗では、以下のとおり施工効率に差が見られました。

表－3 苗木の種類比較（チューブラーを施工した1組当り）

苗木の種類	日当り施工	苗木単価	資材単価	植栽費合計
フルイ苗	35組/人工	105円/本	960円/組	1,524円
コンテナ苗	45組/人工	200円/本		1,521円

表－4 獣害対策費の比較（パッチディフェンス1基相当）

資材の種類	クヌギ28本	植栽費	設置費	資材費	植栽費合計
チューブラー	2,940円	4,200円	15,960円	26,880円	49,980円
パッチディフェンス			24,290円	130,170円	161,600円



写真－13 パッチディフェンス施工中



写真－14 チューブラー施工中

(5) 植栽（苗木種類、獣害対策の成長比較）

クヌギのコンテナ苗とフルイ苗について、獣害対策の違いによる成長状況を比較しました。

その結果、フルイ苗・コンテナ苗ともに、チューブラーおよびパッチディフェンス内で成長は確認されましたが、特にコンテナ苗にチューブラーを併用した区画で、最も大きな成長量が確認され、平均成長量は約65センチと高く、他の区画と比較しても良好な結果（表-4）となっており、初期成長の傾向としては有望な結果が得られました。

成長の違いについては、パッチディフェンス内では虫食いや横枝の伸長が多く見られた一方、チューブラー設置区では横枝が少なく、主幹が上方に伸びる傾向が確認されました。

以上のことから、初期成長を重視した植栽においては、チューブラーを用いたコンテナ苗が有効であると考えています。

表-5 クヌギ苗の成長比較

種類	調査回	調査日時	獣害対策	調査本数 (本)	平均樹高 (cm)	前回比 (cm)	平均成長率 (%)
フルイ苗	1回目	2025/5/1	パッチディフェンス	26	46.4	—	—
フルイ苗	2回目	2025/11/5	パッチディフェンス	26	54.7	8.3	119.1
フルイ苗	1回目	2025/5/1	チューブラー	5	47.2	—	—
フルイ苗	2回目	2025/11/5	チューブラー	5	57.8	10.6	123.0
コンテナ苗	1回目	2025/5/1	パッチディフェンス	28	50.4	—	—
コンテナ苗	2回目	2025/11/5	パッチディフェンス	28	65.7	15.3	133.7
コンテナ苗	1回目	2025/5/1	チューブラー	5	55.4	—	—
コンテナ苗	2回目	2025/11/5	チューブラー	5	121.2	65.8	233.3



写真-15 コンテナ苗/チューブラー



写真-16 コンテナ苗/パッチディフェンス



写真-17 パッチディフェンス内計測



写真-18 チューブラー計測

(6) パッチディフェンスの効果検証

パッチディフェンスはディフェンス内の植生回復によって以下の効果を期待して設置しました。なお、今回の効果検証では植生回復状況を調査しました。

- ・ 植生による土砂流出を抑制
- ・ 根系による斜面の安定
- ・ 里山のシードバンク機能発揮

パッチディフェンスの内外における植生回復の比較結果（表-5）について、フェンス内外で明らかな有意差が確認されました。

赤い円で囲った部分が調査地点（写真-19）で、フェンス内のNo. 1、2では植生の回復が確認できます。一方、フェンス外のNo. 3では、地表が露出したままで、植生の回復はほとんど見られません。

実際、フェンス内では切株からの萌芽が順調に進んでいるのに対し、外側ではそれが確認されていません。（写真-20、21）

これらの結果から、里山のシードバンク機能の発揮や、根系による斜面安定を促進するうえで、パッチディフェンスによる保護は有効であると考えられます。

表-5 パッチディフェンス内外の比較結果

調査日	NO.1,2,3は2025年7月23日、NO.4,5,6は2025年9月12日								
調査場所	パッチディフェンス内をコドラートとして4ヶ所（NO.1,2,4,5）、外で2ヶ所（NO.3,6）								
調査地点	内外 枠番	植被率%		優占種		出現種数	内訳		
		草本層1	草本層2	草本層1	草本層2		高木性	低木性	草本、つる
内 No.1		10	35	リョウブ	ウリハダカエデ	31	14	11	6
内 No.2		10	25	リョウブ	クヌギ	27	12	7	8
内 No.4		30	35	クリ	ソゴ	32	12	12	7
内 No.5		20	30	エゴノキ	ヒサカキ	29	12	10	6
外 No.3		0	10		クヌギ	16	6	7	3
外 No.6		7	15	クリ	ヒサカキ	19	9	6	4
備考	草本層1は草丈（樹高）0.5～1.5m、草本層2は0.5m以下を標準。NO.1,2,3はクヌギ植栽木を草本層2に、NO.4,5,6は土用芽の成長実態からクリ植栽木を草本層1に含めた。								
調査結果	パッチディフェンスの内側NO.1,2,4,5では切株からの萌芽が確認できたが、外側のNO.3,6では草本層1の切株から萌芽は確認できなかった。 植被率、出現種数も明らかにパッチディフェンスの内と外では有意差があった。								

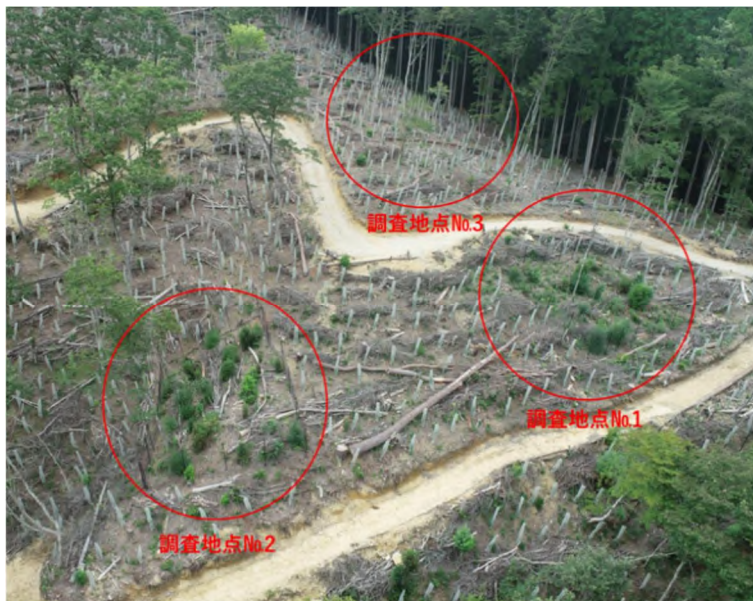


写真-19 ドローンによる調査状況



写真-20 No.3 の状況



写真-21 No.1 の状況

4 考察

本事業では、放置された広葉樹林を対象に更新伐採・植栽・保全措置を組み合わせた森林整備を実施し、資源の持続的利用と生物多様性の保全を両立する新たな「広葉樹林業」として整備を行いました。その結果、残置樹林の設定や希少種移植により生息環境の維持・回復が確認されるとともに、苗木の種類や獣害対策の違いによる成長特性や施工効率の差が明らかとなり、施業技術の選択に関する知見が得られました。

特にシカの生息密度が高い場所では、クヌギの植栽にコンテナ苗とチューブラーの組み合わせがシカ対策と初期成長に有効である可能性が示され、またパッチディフェンスは植生回復の促進による斜面安定、シードバンク機能の発揮に寄与するなど、防災機能と生態系保全の両面で効果が予見されました。これらから得た知見を活かして、大阪府森林組合は里山の再生と持続的な広葉樹林業を進めていく所存です。

本事業の成果を踏まえ、施業手順や管理方法を整理した「クヌギ林育成・管理マニュアル」を作成しました。今後は、森林組合だけでなく森林所有者の方々が広葉樹林業の標準的手法として作業されるとともに、能勢町においては、森林環境譲与税を活用したモデル林として展開し、森林資源の循環利用、生物多様性の保全、森林教育の推進につなげていくことが期待されます。



写真-22 竣工写真



写真-23 森林教育のイメージ



写真-24 パッチディフェンス付近を歩くシカ

七里御浜国有林における地元市町村と連携した松林を守り育てる取組について
 -GG（グリーン・グロー）作戦等について-

三重森林管理署 業務グループ 主任森林整備官 ○岩元 猛

1 背景

三重森林管理署飛鳥森林事務所が管理する七里御浜国有林は、三重県南部の熊野市から御浜町、紀宝町までの、1市2町を結ぶ国道42号線沿いの熊野灘に面した延長約25kmにも及ぶ海岸防風林で、美しい白砂と玉砂利の、緩やかな曲線を描く海岸沿いがあり、クロマツを主体とする海岸防風林としての機能を発揮しており、熊野灘海岸線の景観維持及び地域住民の散歩コース、憩いの場の提供等、公益機能が期待されている国有林です。(図-1)

七里御浜国有林の市町村別面積は表-1の通りで、合計で90.25haとなっています。



図-1 七里御浜国有林の位置図

表-1 市町村別七里御浜国有林面積

市町村名	面積 (ha)	林班
熊野市	34.24	877、878
御浜町	43.52	879、880、881、882い1、い2
紀宝町	12.49	882い3～は3、883
合計	90.25	

かつては、樹齢百年以上を経た見事な松林を形成していましたが、昭和 30 年代から松枯れ被害が発生し、深刻な影響を与え続け国有林の防風効果の後退が心配されるようになりました。

このような状況の中、当時の三重県南牟婁郡の全市町村と、県、環境省、(当時の)新宮営林署が参加する「七里御浜林を守る協議会」が設立されました。

当協議会が始めた「GG (グリーン・グロー：注1) 作戦はその活動に携わるボランティアの人々、関係市町村、県、環境省、国有林などの協力により、現在に至るまで続けられており、今のところ終わる予定はないことから、これまでの取組について改めて(注2)内容を紹介いたします。

注1) グリーン (松林を守り) グロー (育てる) という意味です。

注2) 平成 10 年度に当時の田辺営林署新宮森林事務所と三重県紀宝町の共同研究発表として最初のGG作戦取組紹介がされています。

2 七里御浜の歴史

七里御浜松林の歴史は古く、関ヶ原の戦いの後、初代紀州藩主の徳川頼信 (頼宣) に従って、新宮城へ入場した水野重央 (重仲) が、浜松からクロ松の苗木を取り寄せ植林したと伝えられています。

以来、防風林として地元に密着し守られ続け、明治の国有林成立後は一貫して国が管理し、防風保安林、吉野熊野国立公園の第1種特別地域にも指定され、「日本の渚百選」「日本の白砂青松百選」「21 世紀に残したい日本の自然百選」「日本美しの森お薦め国有林」(全国で 93 箇所) や、「紀伊山地の霊場と表詣道」のバッファ地域等(注3)ともなっています。

注3) 「紀伊山地の霊場と参詣道」のバッファ地域である七里御浜 (浜街道) は、その昔、西国三十三所を目指す巡礼者が多く歩いたことから「巡視道」とも呼ばれ、信仰の道としての役割を果たしており、海岸には、熊野川を経てたどり着いた様々な種類の石を見ることができます。また、春から夏にかけてアカウミガメが上陸する地として知られています。



写真-1 七里御浜の遠望 (中央が国有林)



写真-2 浜街道

3 七里御浜国有林における松枯れ被害と対策

(1) 松枯れ被害状況

昭和 28 年以降の被害状況（表-2）は昭和 40 年頃に増加し、昭和 60 年代から平成 4 年ごろにかけ大発生しています。昭和末ごろから平成にかけて被害木の若齢化が進み、大経木は減少してきており、松の数も大分減少したようです。

表-2 松枯れ被害状況表

年度	本数（本）	立木材積（m3）	1本当材積（m3）
S28～32	1,143	645	0.56
S33～37	4,377	2,933	0.67
S38～42	8,426	3,909	0.46
S43～47	8,641	1,822	0.21
S48～52	7,405	1,498	0.20
S53～57	7,760	1,579	0.25
S58～62	18,284	4,564	0.09
S63～H4	22,726	1,990	0.13
H 5～ 9	10,795	1,399	0.23
H10～14	—	—	—
H15～19	—	674	—
H20～24	—	95	—
H25～29	1,738	79	0.05
H30～R4	1,948	184	0.09

※平成 10 年度～14 年度の 5 ヶ年データについては所管換えによる影響で資料が見つからず不明です。（—と表示）

※平成 15～24 年度の本数についてもデータ不足のため不明です。（—と表示）

※平成 15 年度以降については衛生伐、伐倒駆除、特別伐倒駆除数量を基にイコール、松枯れ数量として計算していますのでおおよその数となります。

(2) 松枯れ被害の対策

七里御浜の松くい虫防除は、住宅・道路及び田畑に被害区域が接近していることから、大規模な空中散布は出来ないため平成 17 年度までは地上からの薬剤散布、平成 23 年度までは倒駆除等を実施していましたが、その後は近隣への影響から（地上からの）薬剤散布は樹幹注入（写真-3）伐倒駆除は（集積後の薬剤散布を伴わない）特別伐倒駆除（写真-4）へと変更して実施してきています。以下、表-3 は三重森林管理署に所管が移った平成 14 年度以降の実施データです。



写真-3 樹幹注入の様子



写真-4 特別伐倒駆除の様子

表-3 松枯れ被害対策事業実績表

実施年度	地上散布	樹幹注入	衛生伐	伐倒駆除	特別伐倒駆除データ	
	面積 (ha)	実施本数 (本)	材積 (m3)	材積 (m3)	材積 (m3)	実施本数 (本)
平成14年	31.00	0	185.30	50.60	0.00	本数データなし
平成15年	31.00	0	0.00	118.91	36.40	本数データなし
平成16年	31.00	0	90.97	95.00	0.00	本数データなし
平成17年	31.00	596	129.30	0.00	0.00	本数データなし
平成18年	-	1,396	0.00	0.00	82.00	本数データなし
平成19年	-	727	0.00	0.00	121.36	本数データなし
平成20年	-	852	0.00	30.13	4.66	本数データなし
平成21年	-	754	0.00	0.00	6.18	本数データなし
平成22年	-	1,533	0.00	14.94	0.00	本数データなし
平成23年	-	1,264	0.00	11.77	16.95	本数データなし
平成24年	-	1,221	0.00	0.00	10.03	134
平成25年	-	1,519	0.00	0.00	23.12	710
平成26年	-	1,039	0.00	0.00	17.47	250
平成27年	-	741	0.00	0.00	17.65	375
平成28年	-	946	0.00	0.00	21.04	403
平成29年	-	1,729	0.00	0.00	0.00	0
平成30年	-	1,103	0.00	0.00	17.07	214
平成31年 (令和元年)	-	1,081	0.00	0.00	43.07	495
令和2年	-	1,168	0.00	0.00	46.96	516
令和3年	-	1,714	0.00	0.00	52.85	509
令和4年	-	1,278	0.00	0.00	24.45	214
令和5年	-	0	0.00	0.00	39.97	261
令和6年	-	683	0.00	0.00	76.93	420

※令和5年度の実施0本については薬効期間の延長による。(5年→6年になった)

4 「七里御浜松林を守る協議会」の活動

(1) 協議会の設立

国有林における松枯れ被害状況は前述のとおりですが、このような状況にあって、昭和62年三重県南牟呂郡紀宝町が発起人となり、熊野地方の一市一郡の自治体に、「七里御浜の松林を守り育て、豊かな松林を取り戻そう」と呼びかけ、熊野市、御浜町、鶴殿村に加え、内陸部の紀和町を含む全市町村、1市3町1村と、三重県熊野農林事務所、吉野熊野国立公園管理事務所及び新宮営林署が加わって、「七里御浜松林を守る協議会」が設立されました。

(現在では、紀宝町、御浜町、熊野市と三重県(熊野農林事務所)、環境省(近畿地方環境事務所)、三重森林管理署で構成されています)

(2) 協議会の目的と事業

七里御浜松林を守る協議会設立の目的は、「七里御浜の松林をはじめとする海岸防災

林の自然環境の保全・整備・公益機能の維持向上を図るため、関係機関の連携を密にするとともに地域住民の協力を得て効果的かつ適切な対策を講じ、七里御浜海岸の防災林の保全・整備・利活用に資すること」とされており、設立以来、令和7年3月8日の令和6年度七里御浜防風林GG作戦にいたる計28回目（令和8年1月末時点）の植栽事業を実施しています。（詳細について次項にて説明）

5 GG（グリーン・グロー）作戦の展開

（1）住民参加の松原保全活動

協議会では、松の植栽による保全と、地元住民へのPRを図るため、住民参加を主体とするボランティア型の「GG（グリーン・グロー）作戦」を取り行い、国有林をフィールドに募集に応じた住民の方々の手によって松を植え、植栽した松の育成については森林管理署が担当しています。

（2）GG（グリーン・グロー）作戦の実績

GG（グリーン・グロー）作戦は、平成5年から実施され、地元の協力・参加の下、市町村ごとに松の植樹を実施してきました。

以下、令和7年2月実施の第28回GG作戦の様子です。



写真-5 紀宝会場での植林指導



写真-6 紀宝会場での植林の様子



写真-7 御浜会場の様子（補植前）



写真-8 熊野会場での植林の様子

次表（表-4）は、平成5年度から令和6年度までのGG（グリーン・グロー）作戦の実績表です。（令和6年度までに28回開催）

表-4 GG 作戦実績表

年度	回数	マツ植栽本数 (本)	その他樹種植栽本数 (本)	参加者人数 (人)
平成5年度	第1回	125	—	155
平成6年度	第2回	370	—	315
平成7年度	第3回	500	—	325
平成8年度	第4回	700	—	358
平成9年度	第5回	1000	150	317
平成10年度	第6回	1020	50	372
平成11年度	第7回	600	500	175
平成12年度	第8回	250	—	241
平成13年度	第9回	500	—	231
平成14年度	開催なし	—	—	—
平成15年度	開催なし	—	—	—
平成16年度	第10回	410	—	160
平成17年度	第11回	60	180	110
平成18年度	第12回	不明	—	不明
平成19年度	第13回	390	—	146
平成20年度	第14回	300	—	不明
平成21年度	第15回	300	—	127
平成22年度	第16回	300	—	40
平成23年度	第17回	300	—	37
平成24年度	第18回	200	—	120
平成25年度	第19回	260	—	145
平成26年度	第20回	170	—	150
平成27年度	第21回	110	—	130
平成28年度	第22回	200	—	160
平成29年度	第23回	200	—	151
平成30年度	第24回	170	—	124
平成31/令和元年度	第25回	80	—	102
令和2年度	番外	240	—	38
令和3年度	番外	240	—	27
令和4年度	第26回	240	—	169
令和5年度	第27回	240	—	149
令和6年度	第28回	240	—	135

※平成14年、15年度につきましては国有林野改革に伴う98森林管理署への再編の影響により開催されなかったようです。(七里御浜国有林もこの時に当時の和歌山営林署管轄から三重森林管理署管轄へと所管換えとなりました)

※令和2年度と3年度につきましてはコロナ禍の影響でGG作戦は実行されず、三重森林管理署職員と地方自治体職員のみにより植栽を行ったため、開催回数には含まれていません。

参加人数については当初数年(平成10年頃まで)は伸び傾向でしたがその後は減少し、それでも近年は150名前後と地域に根差したボランティア活動となっています。

なお、植栽本数としましては平成9年～11年頃が1100本程で、ピークであり、近年では3会場ではほぼ同数（80本）ずつの計240本と安定しています。

6 植栽後の問題点及び今後GG作戦を実行していくうえでの懸念事項について

近年では植栽後に野ネズミ（写真-9）、野ウサギ（写真-10）によるものとみられる獣害も受けており、GG作戦植栽の際に、同時に幹にテープを巻くなども試みているものの、テープ自体が成長を妨げる結果となるなど、なかなか有効的な対策がありません。また原因が特定できない立ち枯れも多く、成林を目指す上での今後の課題となっています。



写真-9 野ネズミとみられる被害木



写真-10 野ウサギとみられる被害

他にも、今後GG作戦を実行するうえで、植樹会場の確保に苦勞しており、植樹できる未立木地が無くなってきていることから、過去の植栽箇所で生育させられなかった場所で現在、低層木や蔓性植物が大量に繁茂しているところを整備するのに多大な労力を要しています。

また、松林を残してほしい等の意見がある一方で、一部の意見として、樹幹注入処理を長期に渡って実行しているのを目撃した地元住民の方からの「枯れてしまうのになぜ松を植えるのか？海岸は野鳥やシカなども見られ、自然も豊かなので、ドングリなどの実がなる木を植えた方がいいのではないか」などの意見もあり、地元でも人それぞれ多様な価値観を持たれていることが分かります。

7 七里御浜国有林の管理上の諸問題について

地元住民の散歩コースになっていることから、広大な範囲における草刈り要求、その他諸々と数え上げればきりが無い状態ですが、やはりゴミについての問題は多大であり、住宅地に近く、中に入れば人目付きにくいことから、ゴミの廃棄も後を絶たない状況で片付けを行っている担当森林官の負担は年々増え続けています。（写真-11～14）



写真-11 漁関連のゴミ



写真-12 船の残骸



写真-13 一般的なゴミ



写真-14 一般的なゴミ

8 まとめ

七里御浜国有林にて行なわれているGG作戦は生活に欠かせない七里御浜国有林を「守り育てたい」という地域住民の方々の熱い思いを背景に発足した「七里御浜松林を守る協議会」主導により国（林野庁の協賛、環境省の協力）、**地元自治体**（市町の協賛、県の協力）、**地域住民**の協力の下、長期間に渡り定期的（基本的には年1回）に開催され続け、それにより七里御浜国有林の保全・整備・公益機能の維持向上に必要なかつ有効である地元自治体及び地域住民との協力体制を築くなど一定の成果を得ることはできています。一方で年々植樹できる未立木地が減少してきているなど、新たな会場の確保に多大な労力がかかることや、GG作戦に参加するボランティアの人数確保及び、植栽後の獣による被害、その他原因の特定できない枯損などへの対策、ゴミ問題等、今後の課題もはっきりとしました。

以上を踏まえたうえで今後課題を解決していく方策として以下を考えています。

- ・植栽後の問題点である獣による被害、原因不明の枯損などに対しては、大学や研究機関等とも連携した調査を行うなどを検討していく。（例としては猛暑による影響若しくは菌根菌等への依存度などとの相関性に着目した調査）
- ・七里御浜国有林を管理するうえでのさまざまな問題点について三重署全体として今後の展望を検討していく。
- ・今後更に良いGG作戦の取組としていくには、これまで以上に地域の要望に耳を傾け、地域と密に連携して取り組んでいく。

引用文献

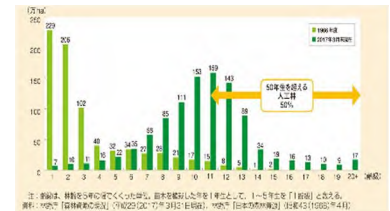
- 1) 平成10年度 林業技術研究発表
- 2) 熊野市観光協会出典パンフレット
七里御浜国有林のGG（グリーン・グロー）作戦について
田辺営林署 新宮森林事務所 森林官 山下 考
三重県 紀宝町産業課 林政係 福嶋 育也

Potential of wood products
 ～未来に繋げる京都府内産木材の利用～

京都府立北桑田高等学校 京都フォレスト科 2年 ○岩間 龍之介
 ○川路 優真
 ○田中 悠仁
 ○三橋 マイラ
 ○安井 夕加里

1 活動の背景・目的

現在、京都市右京区京北地区には伐期を迎える森林が多くあります。木工班ではこれまで、地域に根ざした活動に継続的に取り組んでおり、昨年度からは府内産木材の活用に力を入れています。今年度は府内産木材の有効利用の方法を考えるとともに、完成した木製品が少しでも長く使用してもらえるように、防腐処理を行い、定期的に耐久試験を実施し、継続的に木製品の様子を観察していくことにしました。



図－1 日本の森林を取り巻く状況

2 実施内容

(1) 材料準備

府内産木材の利用を前提とし、学校演習林より伐採した木材を製材、乾燥を行いました。その後必要な形に部材を加工し、今回の研究に必要な処理を施しました。

試験に当たっては、本校中庭にこれまで設置されていた4台の長椅子が朽ち果てており、その椅子をリニューアルする中で、薬剤の有無等により木材の腐朽に変化があるのか経過観察を進めていくこととしました。

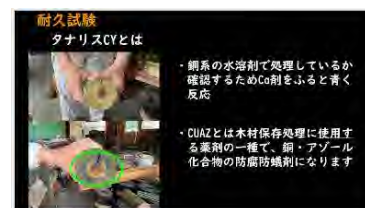


写真－1 木材の利用

(2) 薬剤の紹介

タナリスCYとは銅系の水溶剤であり、処理木材を焼却しても有害な金属が残ることのない薬品となっています。JAS保存薬剤CUAZに該当し、優良建築木材等認定において指定薬剤の一つとして認定されている安全な薬剤です

柿渋は青い渋柿から作る 100%天然の自然塗料。防水・防腐性に優れ、日本古来より、様々な用途で使用されてきた。色は赤褐色の半透明で、建材や家具に塗ると、ペンキでは出せない風合いを楽しむことができます。柿渋は室内での利用がメインであるため、屋外に設置するベンチでの耐久性においてどのような効果があるのかも調査することとしました。



写真－2 タナリスCY



写真－3 柿渋

(3) ベンチ作成

今回調査にあたり、試験区として設定するベンチは防
腐処理ベンチ、柿渋塗装処理ベンチ、ヒノキ材ベンチ、
ナラ材ベンチの4台。試験設定で用いるナラのベンチ
は、もともと使用されていた材が広葉樹であるために設
定しました。



写真-4 ベンチ製作

(4) 耐久試験

今回の調査には特別な機器を用いない「ドライバ
ー試験」を行うこととしました。調査の方法としては
木目に対してマイナスドライバーを平行に入れ、力
を入れずに椅子に座るような形でゆっくりと体重を
かけていきます。そうすることで健全な場所はへこ
まず腐敗した部分だけがへこみます。

この調査を行うことでベンチの耐久性の変化を調
べていきます。現在、自分たちで作成したベンチの経
過観察を行っていますが、数カ月では変化が見られま
せん。今後も継続して観察を行っていきます。



写真-5 4種類のベンチ



写真-6 耐久試験

3 まとめ

私たちの今年度の活動により、府内産木材を利用し製作したベンチをより長く使用するためにはどのような処理をするのが良いか、調査する実験をスタートさせることができました。数カ月の中では、大きな変化はなく、今後も継続的な調査を行っていく必要があります。ベンチは中庭に設置しており、日差しや雨風の当たり具合等は多少の違いがあるため、条件を揃えるためにベンチに使用した材の試供体を準備し、同一条件の中で材の違いが出るかの調査も行っています。木材の腐朽調査は時間がかかりますが、今後もデータを取りながら、色々なパターンで調査を行い、今後の木工製品の製作に活かしていきたいと考えています。



写真-7 完成ベンチ



写真-8 今後に向けて

都市近郊の国有林における広葉樹の有効利用について
 —こうべ森と木のプラットフォームへの参画、
 神戸大学との共同研究実施協定による取り組み—

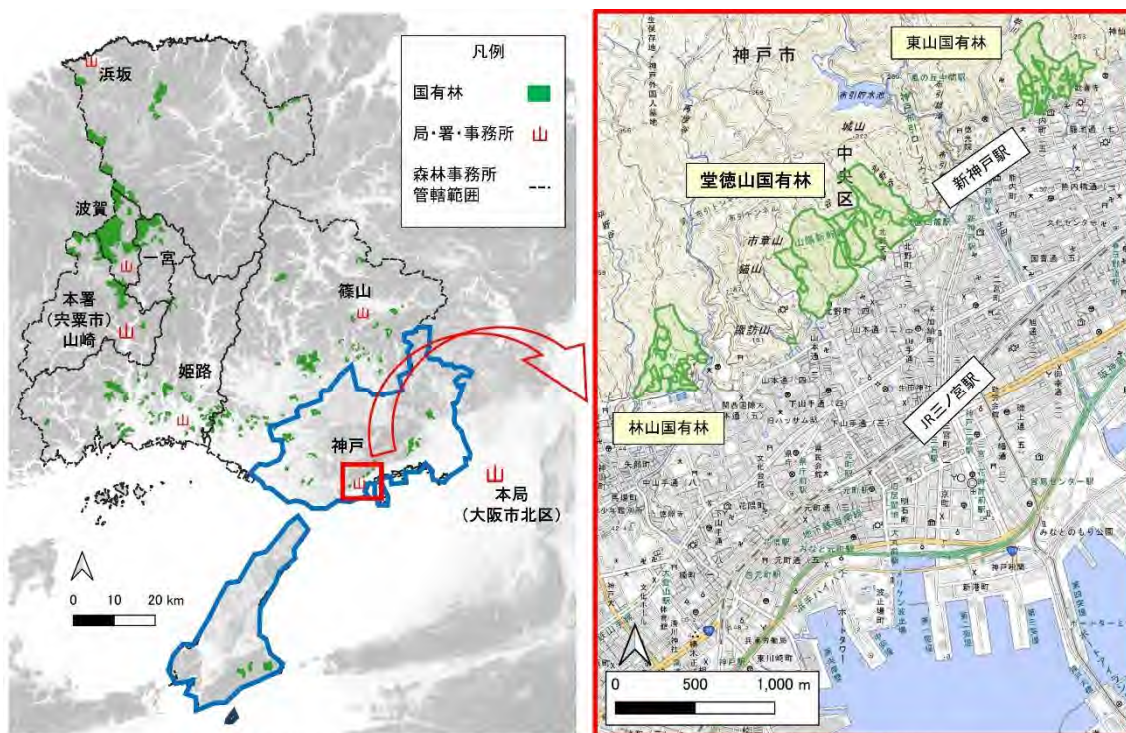
兵庫森林管理署 神戸森林事務所 森林整備官 ○富田 大智
 神戸大学大学院農学研究科 森林資源学研究室 准教授 東 若菜

1 背景・課題

兵庫森林管理署（以下、兵庫署という。）では神戸森林事務所管内を中心に、都市近郊に国有林が所在し（図 - 1）、広葉樹の大径化や老齢化により、倒木や落枝等の危険性が高まっています（写真 - 1、写真 - 2）。

兵庫署では、このような広葉樹の危険木処理を以前から実施していますが、近年は処理費用として年間1,000万円程度を支出しています（図 - 2）。伐採した広葉樹は通常、林内存置するか産業廃棄物として処分しており、有効利用されることはありませんでした。

こうした状況の中で、都市近郊の国有林において危険木として伐採した広葉樹に経済的価値を生み出し、資源として有効活用することを目的として、広葉樹の活用方法を検討するとともに、高付加価値化する取組を現場で実証したので、その取組結果を報告します。



地理院地図、国土数値情報、e-Stat政府統計の総合窓口より作成。山崎森林事務所、一宮森林事務所は本署に併設のため記号は省略。

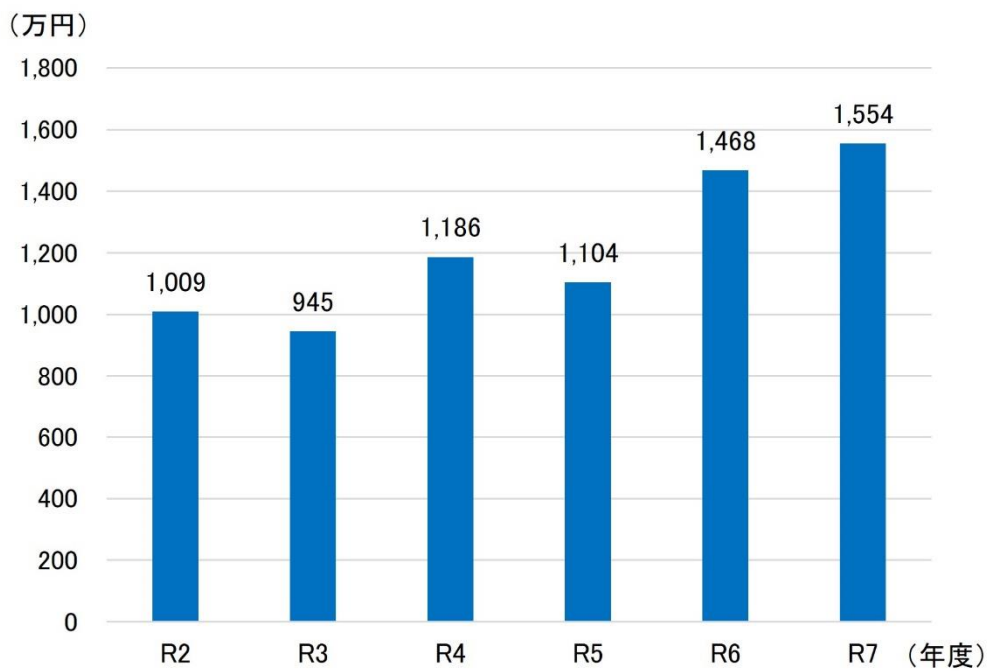
図 - 1 兵庫署管内、堂徳山国有林位置図



写真 - 1 近隣施設への倒木
(劔谷国有林、芦屋市)



写真 - 2 隣接する公園への越境木
(堂徳山国有林、神戸市中央区)



(注1) 事業費は、契約額(税込額)を示す。

(注2) 事業の内訳は、危険木処理事業、レク森・修景伐採事業、保安林総合改良整備事業(予防保全タイプ)等である。

(注3) R7年度の事業費はR8.1までを集計した。

図 - 2 兵庫署管内における危険木等処理事業費の推移

2 実行内容

神戸市中央区に所在する堂徳山国有林では、令和6年度から保安林総合改良整備事業（予防保全タイプ）を実施しています。本事業は治山事業による危険木処理であり、北野異人館街や住宅地に近接した倒木等のリスクが高いエリアにおいて、危険木の事前伐採を行うものです。

危険木として伐採した広葉樹を有効活用するにあたって、兵庫署では、令和5年度から地域関係者との連携を進めました。具体的には次のとおりです。

(1) こうべ森と木のプラットフォーム（以下、PF という。）への参画

PF は森林・林業関係者の意見交換の場であり、メーリングリスト等を活用した会員ネットワークでの情報発信・共有が行われるとともに、ストックヤードの運営等が行われています。

令和5年11月に、神戸市内の国有林の森林資源の利活用の取組に資することを目的として、PF に兵庫署も参画しました。その結果、神戸市内で伐採した国有林材の保管場所の確保が可能となりました。

(2) 神戸大学との共同研究実施協定の締結

令和6年7月に、神戸大学大学院農学研究科と「国産広葉樹材の流通に向けた製材及び資源再生に関する研究に係る共同研究実施協定」を締結しました。

本協定を通じ、堂徳山国有林保安林総合改良整備事業の実施に先立って、共同で現地調査を行い、有用広葉樹を選木するとともに、活用方法に関する助言を踏まえて採材基準の検討を行いました（図-3）。

また、検討した採材基準の内容は、令和6年度堂徳山国有林保安林総合改良整備事業の特記仕様書に反映しました（図-4）。

令和6年度堂徳山国有林保安林総合改良整備事業で伐採・採材した材は、神戸市北区に所在するPFのストックヤードへ運搬し、副産物という扱いで末木枝条等として販売することになりました。

副産物販売で販売される材は通常、チップ材用途が多く、調査数量（ m^3 ）単位で販売しますが、今回は少量での使用や、個々の丸太の大きさや状態が購入の判断材料となる用材利用も想定し、丸太1本単位での販売も可能としました。

また、販売にあたっては地域材としての価値を付加することにしました。具体的には販売材がどのような地域の森林から出材したものか分かるような「ストーリー」を作成し、末木枝条等の販売のホームページへの掲載資料に添付しました（図-5）。クスノキは兵庫県の県木であり、神戸市内の街路樹等でもよくみられることから、「神戸市産材としてのクスノキ」であることをアピールする内容としました。

➤ 広葉樹のニーズ

- ・末口直径30cm以上
- ・通直部長2.0m以上
- ・樹種:クスノキ、クリ、コナラ等
- ・家具材、内外装材を想定

- ・末口直径30cm未満
- ・通直部長1.0m以上
- ・樹種:アベマキ、コナラ、カシ等
- ・薪、チップ、ほだ木を想定
ただし、数量の確保が必要

- ・木工品は小径材、少量も可
サクラ、カエデ、リョウブ等

図 - 3 広葉樹のニーズを踏まえた採材基準の検討

➤ 特記仕様書への反映

- ・径級：末口径 30cm以上
- ・採材長：2m
(やむを得ない場合は1.5m)
- ・枝葉の処理
：主幹に沿って切り落とす
- ・採材対象外
：木口から確認できる割れ、虫害、
芯腐れ等

図 - 4 特記仕様書への反映内容

神戸市中央区北野の背山
堂徳山のクスノキ

神戸市中央区北野の堂徳山から来た
クスノキをご紹介します！！

クスノキは昭和60年頃に誕生し
阪神・淡路大震災を経験しつつ、
山のうえから神戸の街をずっと
見守りながら生きてきました。

樹木としての役目は終わりましたが、
木材としてまだまだ活躍できると
私たちは思っています！！

クスノキに新しい活躍の場を提供して
いただける方を募集しています。

図 - 5 堂徳山から出材した
クスノキの「ストーリー」

3 実行結果

令和7年2月に令和6年度堂徳山国有林保安林総合改良整備事業で伐採したクスノキ3本から採材を行い、PFのストックヤードへ運搬しました。販売材は丸太5本、径級は36cm～46cm、長さは1.4m～2.4m、材積は計1.62m³となりました(図-6、表-1)。

(1) 販売の経過(図-7)

令和7年3月に末木枝条等の販売情報を近畿中国森林管理局ホームページに公表するとともに、PFのメーリングリストを活用して会員間に販売情報を周知しました。

その結果、令和7年6月に神戸市内のシェア工房が購入を決め、販売が成立しました。その後、同年7月に引き渡しを完了しました。購入者によれば、購入材は神戸市内の製材所にて製材した後、1～2年程度、天然乾燥を行うほか、今後の活用方法としては、木育教材や市内公共施設での利用等を検討しているとのことでした。

(2) 販売価格、経費の比較

ア 販売価格

今回の取組による販売単価は11,728円/m³となりました。これは、令和3年度の近畿中国森林管理局里山広葉樹林活用・再生プロジェクトによる市売における広葉樹丸太の平均価格11,375円/m³と同程度の価格で販売できたこととなります。

また、購入者から購入理由を聞き取りしたところ、「クスノキ材は柔らかく加工しやすい、木目がよい、神戸市内で数量を確保しやすい、今回販売していたものは形もよかった」とのことでした。このことから、神戸大学と事前に現地調査のうえ、需要者のニーズに合致した搬出対象木を事前に選定したことも、購入してもらうにあたって有効であったと考えられます。

これらのことより、価格面で危険木として伐採した広葉樹にも一定の価値、ニーズを生み出すことができると示唆されました。

イ 経費の比較

伐採木の処分経費について、全量産業廃棄物処理する場合と伐採木の一部を広葉樹丸太として販売する場合とに分けて試算を行いました。産業廃棄物処理費用とトラック運搬費の試算値を用いて比較した結果、伐採した危険木の一部を広葉樹丸太として販売することで、伐採木を全量産業廃棄物処理するよりも72,000円の経費圧縮になることが示唆されました(表-2)。



図-6 販売材の写真資料

表 - 1 販売したクスノキ丸太5本の一覧

丸太番号	野帳番号	径級(cm)	長さ(m)	材積(m ³)	備考
1-ア	No. 125	36	2.0	0.26	1番玉、低質
1-イ	No. 125	36	2.0	0.26	2番玉、曲がり
1-ウ	No. 126	46	2.0	0.42	1番玉、正常
1-エ	No. 126	46	1.4	0.30	2番玉、正常
1-オ	No. 137	40	2.4	0.38	1番玉、曲がり
計				1.62	



図 - 7 販売の経過

表 - 2 経費による比較 (試算値) (注1、2)

		全量 林内存置	全量 産廃処理	全量 販売	一部販売 残り林内存置	一部販売 残り産廃処理
産業廃棄物 処理	産廃処理費	0	388,000	0	0	341,000
	トラック運搬費	0	213,000	0	0	187,000
販売	販売収入	0	0	+155,865	+19,000	+19,000
	トラック運搬費	0	0	165,000	20,000	20,000
合計		0	601,000	9,135	1,000	529,000

(注1) 建設副産物の処理ならびに受入価格(R7.6.1適用 兵庫県土木部)、R6治山林道必携より試算。
産廃処理費は全て幹として試算した。

(注2) 「全量」はR6年度事業の伐採全量13.29m³、「一部」は同販売数量1.62m³、「残り」はそれらの差引11.67m³で試算。

4 まとめ・今後の取組

都市近郊の国有林において、危険木として伐採された広葉樹が有効活用される事例はほとんどないのが現状です。しかしながら、伐採等費用を回収できる水準ではないものの、地域関係者との連携、すなわち、PF への参画、神戸大学との共同研究協定締結といった条件が重なったことで、危険木として伐採した広葉樹の高付加価値化が可能であることが本取組より示唆されました（図 - 8）。

近畿中国森林管理局管内各署（所）において、都市近郊の国有林における危険木処理が実施されています。同様の取組の拡大により、危険木となった広葉樹も新たな資源となる可能性があり、資源循環にも寄与するものと考えられます。

今後の取組について、堂徳山国有林では引き続き保安林総合改良整備事業による危険木処理の実施を計画しています。ただし、今後の事業計画箇所では、現地条件より伐採木の長尺材での搬出が困難な状況です（写真 - 3）。

そのような状況の中、短尺材にもニッチな需要があることについて、神戸大学や PF から情報提供を受けました。林内には多種多様な樹種がみられる状況であり、ナナミノキ等、樹種によっては木工品等の用途で活用可能であるとのことでした（写真 - 4）。

今後はクレーン等を使用した長尺材の搬出が困難な事業箇所が想定されることから、短尺材の活用についても検討していきたいと考えます。

引き続き危険木等処理事業により、適切な森林管理と近隣地域の安全確保を行うとともに、都市近郊の国有林における広葉樹材の有効活用、高付加価値化に取り組んでいきます。

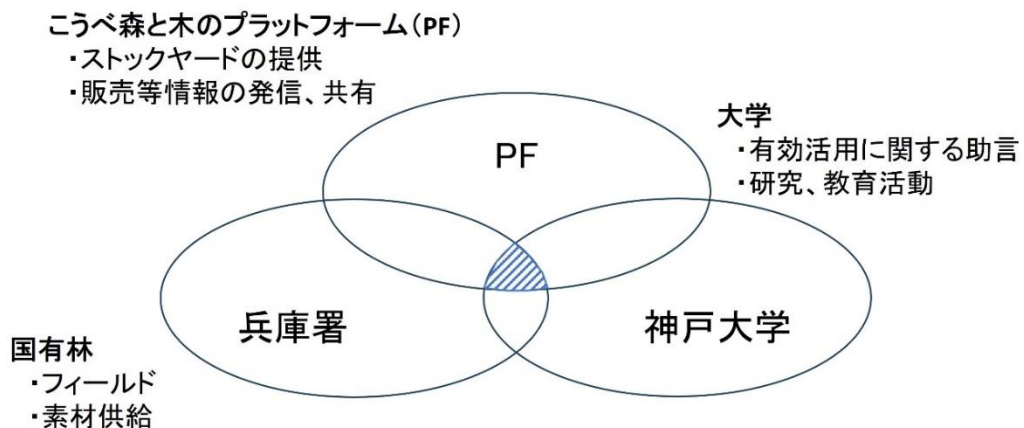


図 - 8 今回の取組の条件（神戸大学、PF、兵庫署の関係）



写真 - 3 長尺材が搬出困難な現地状況



写真 - 4 短尺材でも有用とされる広葉樹の一部（ナナミノキ、ニセアカシア、アラカシ）

「みえ森林教育ビジョン」に基づく取組の促進に向けた 「みえ森林教育プログラム」の作成について

三重県林業研究所 普及・森林教育課 主任 ○瀧川 史也

1 課題を取り上げた背景

人口減少や少子高齢化、気候変動による自然災害の激甚化など、めまぐるしい社会情勢の変化に対して、森林と私たちの暮らし、経済がともに持続可能で豊かな社会を作っていくため、新たな視点で森林や木、木材を活用する活動やビジネスを展開できる人材の育成が求められています。

こうした中、三重県では、令和2年度に森林環境教育・木育について、明確な目的意識の下、より効果的に実施していけるよう、「みえ森林教育ビジョン」（以下、ビジョンといいます。）を策定しました。

ビジョンにおいては、「みえ森林教育」を「森林と私たちの暮らし、経済がともに持続可能で豊かな社会を作っていくために、子どもから大人まで、三重県で暮らす誰もが、森林や木、木材に親しみ、自ら考え、判断して行動できる人に育つことを促す教育活動」として定義しており、ビジョンの実現に向け、森林教育の裾野の拡大、子どもから大人まで一貫した教育体系の構築、主体的・対話的で深い学びの充実、指導者の養成などの取組を進めてきました。

2 経過

ビジョンの実現には、年代に応じた学びや気づきの積み重ねが必要であり、ビジョンに基づく取組を促進していくにあたって、①継続的な教育活動とするための段階的な目標の設定、②学校における学習基盤となっている学習指導要領との関連性の整理、③より効果的な森林教育を提供していくための企画・運営の方法の明示、といった課題が明らかになりました。

このことから、「みえ森林教育」が関係者にとって、より取り組みやすいものとなるよう、令和7年に「みえ森林教育プログラム」を作成しました。

(1) 段階的な目標の設定

ビジョンが目標とする「森林や木、木材に親しみ、自ら考え、判断して行動する人」の育成に向け、めざす年代ごとの姿を13のステップに分類しました。

めざす年代ごとの姿については、「みえ森林教育」における段階的な目標設定と年齢に応じた無理のない目標の目安を定めることで、より効果的なプログラムを展開していくために設定しました。

また、目標の意図と目指す状態がより明確となるよう、目標の概要も整理しており、例えば「遊び・楽しむ」については、「身近な自然や動植物を活用した豊かな体験を通して、感じ、気づく」と定義しています。

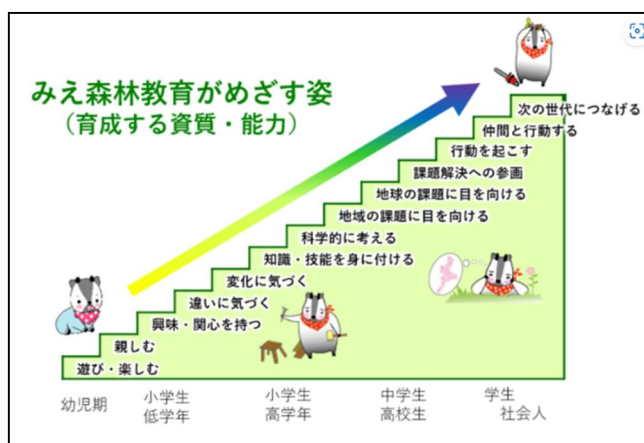


図-1 「みえ森林教育」がめざす年代ごとの姿

(2) 学習指導要領との関連を整理

学習状況を考慮したプログラムとなるよう、学習指導要領における森林や木、木材に関連する学習テーマを年代ごとに整理しました。

学習指導要領は幼稚園から高等学校まで作成されており、全体的な目標に加えて、「理科」や「社会」などの教科ごとや、「1学年」、「2学年」などの学年ごとに目標やその内容などが定義されていることから、学習指導要領やその解説及び教科書等において、森林や木、木材に関連する単語を抽出し、視覚的に関連性を把握できるようにしました。



図－2 学習指導要領に基づく森林や木、木材に関する学習内容

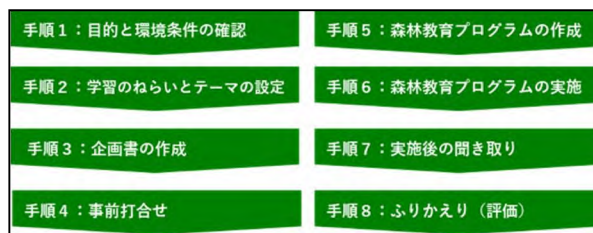
こうすることで、プログラムを行う際に、こういった表現や単語であれば伝わりやすいのかを確認する目安になるとともに、教科横断的に関連のある活動の計画を行うことができると考えられます。

例えば小学5年生の社会において、「森林資源のはたらき」、理科において「土砂運搬」の単語があることから、「樹木が土を支える実験」を実施することで、相互理解を促すことができるなどの活用が考えられます。

(3) プログラムの進め方を明示

みえ森林教育プログラムを実施するにあたっての指導計画・取組内容を企画・運営していくための手順を整理しました。

まず、実施に至った経緯や目的を整理し、対象者の年代や特性、地域の自然環境や文化などの環境条件を関係者間で確認しながら学習のねらいとテーマを設定していくなどの手順を示しています。



図－3 みえ森林教育プログラムの進め方

プログラムを実施する際の時間配分や取組内容の詳細を明確にしていくことで、実施前の関係者間の共通認識を高めるとともに、実施後のふりかえり等をより具体的に行うことができます。

示した手順はあくまで標準的なものであるため、内容の創意工夫などの柔軟な対応が必要となりますが、プログラムの作成とそれに基づいた運営を行うことで、経験の蓄積とより効果的なプログラムの運用を図ることが可能となります。

(4) 具体的な取組事例の掲載

「みえ森林教育プログラム」においては、(1)～(3)を踏まえたうえで、分類に応じた取組事例を集め、掲載しています。

取組事例については、取組の目標と実施時期、場所、所要時間、参加人数に加えて、取組の内容や学習指導要領との関連性、参加者や関係者の反応やコメントをまとめており、プログラムの内容やその成果をより具体的にイメージできるようにしています。

また、取組事例によっては、プログラムの始まりから終了までといった順番で進めたか具体的に示したものもあり、写真やコメントに加えて内容自体を「知る」、「体験する」、

「考える」、「行動する」の4分類に整理して掲載することで、視覚的にプログラムの内容や作り方を共有し、新たなプログラムの実施にあたり活用しやすくできるようにしています。

3 実行結果

「みえ森林教育プログラム」は県ホームページにて内容を公表するとともに、関係者による「みえ森林教育」の活動を広げていくため、県内の小・中学校や市町、森林教育指導者に向けて冊子を作成、配布しています。

4 考察

今後は「みえ森林教育プログラム」を活用して「みえ森林教育」の普及・展開を一層促進するとともに、取組事例の追加、更新を図っていくことで、新たなプログラムの開発や実施してきたプログラムの改良など、さらなるブラッシュアップを図り、ビジョンの実現に向け、取組を継続的に進めていきます。

引用文献

1) 三重県ホームページ, 「「みえ森林教育プログラム」を作成しました」, <https://www.pref.mie.lg.jp/RINGI/HP/m0135700256.htm>, (令和8年2月12日)

学校林を活用した土壌生物の採集・分類とその標本化に関する授業の試行

京都市立桃陽総合支援学校 ○石井 巧
国立大学法人京都教育大学 亀田 直記

1 課題を取り上げた背景

理科の生態系の学習においては、フィールドワークの実施や土壌生物の採集や分類に関する実践が繰り返されています。また、特別支援学校（病弱）においては、直接体験を伴う学習の場合、その際必要な配慮についての指摘がなされています（有馬ら，2018）。具体的には、アルコール消毒や滅菌された土の活用、ラミネート加工などです。

一方、それら必要な配慮について検討された事例は限られており、中学部第3学年「生物と環境」を含めて検討した事例は管見の限り存在しません。したがって、特別支援学校（病弱）においては、生態系学習のカリキュラムの検討や実践事例の蓄積が急務であります。

そこで本研究では、学校に隣接する学校林を活用した土壌生物の採集と分類、標本作成に関するカリキュラムを検討し、その授業実践を通して教材の評価を行うことを目的としました。本発表ではその授業の開発と試行について速報します。

2 方法

授業実践の概要を以下に示します。実践対象は近畿県下の特別支援学校（病弱）A校を対象とし、中学部第3学年の「生物と環境」を中心に、カリキュラムを検討・実施することとしました。具体的には、1「安全指導と調査地点の確認」、2「土壌採取と土壌生物抽出」、3「生物の分類と簡易同定」、4「レジンをを用いた標本化」を中心に実施しました。本校については4のレジンをを用いた標本化までを実施し、分教室については、4で標本化した生物を用いてオンライン等で活用し授業を実践しました。

3 結果

1「安全指導と調査地点の確認」においては、生徒が野外で土壌などに触れてもよいことを確認した上で実施しました。また、学校林での事故防止のため、長靴を常時着用し、必要に応じてゴム手袋や軍手を着用しました。

2「土壌採取と土壌生物抽出」においては、ツルグレン装置を用いて土壌生物の抽出を行うことを前提として土壌採取を行いました。篩と移植ごてを用いて土壌を破碎し（図1）、前処理した土壌をツルグレン装置に供することとしました。



図1 篩と移植ごてを用いた土壌前処理の様子

3「生物の分類と簡易同定」では、教科書や生物図鑑を用いて採集した土壌生物の分

類に取り組みました。土壌動物は「ゴキブリ科」であると推察されましたが、詳細な種小名の同定には至りませんでした。

4「レジンを用いた標本化」については、上の3の生物の分類実施と同時進行で取り組みました。特にレジン（紫外線硬化樹脂）の硬化時間は安定しにくいものの、薄片であれば15分程度で作成可能でした（図2）。

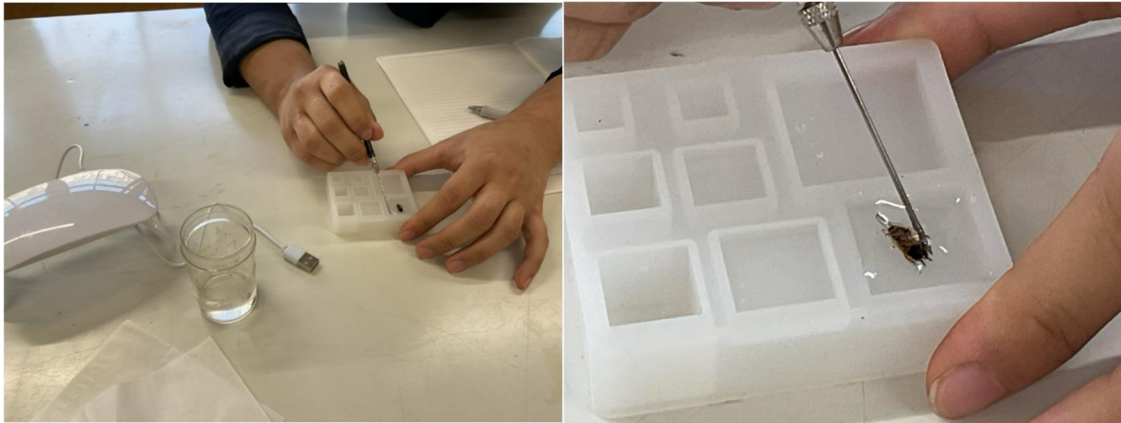


図2 レジン（紫外線硬化樹脂）を用いた土壌生物標本の作製
（左：作業実施全体像，右：薄片作成拡大像：柄付き針で位置固定と気泡除去実施）

また、2で採取した土壌を用いて、放射線測定（図3）や土壌微生物の培養（図4）も実施しました。



図3 学校林で採集した土壌等を用いた自然放射線の測定
（左：サンプル瓶簡易封入後の土壌，右：自然放射線測定の実施の様子）

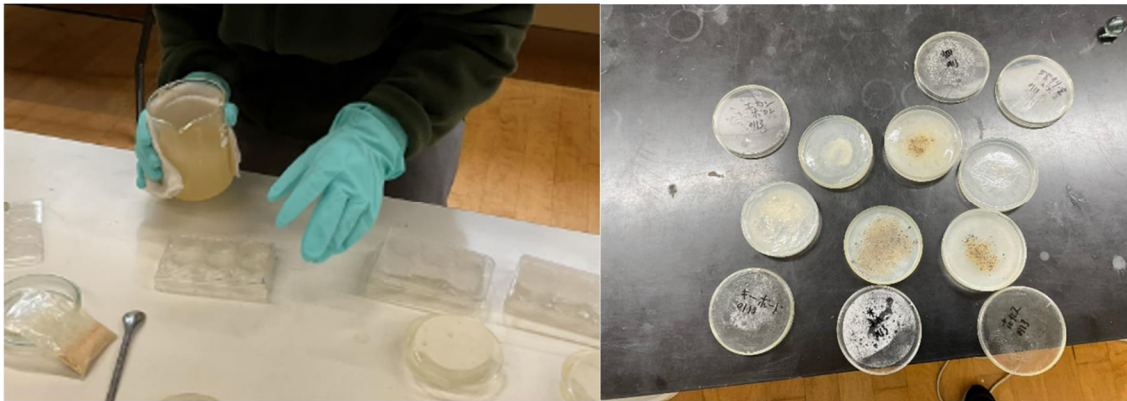


図4 学校林で採集した土壌由来微生物の培養
(左：培地のシャーレ，6穴セルプレートへの分注，右：培養中の土壌微生物等の様子)

また，生徒から得られた感想の一部を以下に示します(図5)。これら一連の学習は生徒の生態系の理解を促進する一助になったと考えられます。

- 学校の森，自分は保全派です。理由は，もし森を開発して建物を建てたりしたら，その生態系，植物，動物のすみかがなくなってしまう。自分はできるだけ干渉しない。最低限のことはするけど，森は森で，町は町で，やった方がいいと思う。けど，土地を広げるため，くらしをよくするためには開発は必要だとも思う。
- 自分で体験した方がおもしろい。どんな植物，動物，そこから，広げていく。
- まとめ：共生するためには，森を一つの国と考えたら面白かった。

図5 単元を学習し終えた生徒の感想の一部抜粋

4 考察

本研究では，特別支援学校(病弱)における学校に隣接する学校林を活用したカリキュラムの検討とそれを用いた授業実践を試行しました。今後の課題として，今年度は数名への教材の活用・授業実践のみでした。今後も同様の実践を重ねて知見を蓄積したいです。また，教材として深化させるためにも「指導事例集」の開発などにもつなげていきたいと考えます。

引用文献

- 1) 喜屋武つばさ・濱田栄作(2015)「院内学級の学習の実態に応じた科学体験学習教材の開発と実践」『日本理科教育学会全国大会要項』pp. 528.
- 2) 有馬美幸・涌井剛・高野美由紀(2018)「院内学級における体験的な学習活動に関する教員への質問紙調査」『特殊教育学研究』第56巻，第4号，pp. 199-207.

謝辞

放射線測定の実施に当たっては，公益財団法人日本科学技術振興財団による放射線測定器等の貸し出しを受けている。ここに記して感謝申し上げます。

そして，本発表を行うにあたり，授業に協力してくれた児童・生徒の皆さんに感謝申し上げます。また，発表に際し，日頃から授業でお世話になっている本校の教職員の皆様に感謝申し上げます。

森林における降水と渓流水の水質への環境影響と施業影響

森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所 ○小林 政広

1 はじめに

森林の公益的機能の中で、良好な水質の水を安定的に供給する機能には国民から継続的に高い期待が寄せられています。また、森林からの流出水に含まれる窒素、リン、ケイ素、鉄などの物質は、下流の水域の生物生産や生物多様性にも関わっています。森林の渓流水の水質は、流域での様々な物質循環過程とともに、大気汚染物質の流入や気候変動等の環境変化や伐採等の施業の影響を受けます。森林を適切に管理して機能を維持するとともに、機能の変化を早期に検知することが大切です。それには降水や渓流水の水質の継続的な観測（モニタリング）が有効です。森林研究・整備機構森林総合研究所では、北海道から九州までの異なる気候条件下の森林を対象として、降水と渓流水の水質モニタリングを継続しています。ここでは、関東地方の観測地である桂不動谷津流域でのモニタリングデータから、大気環境の変化および流域内での間伐の影響を明らかにした事例を紹介いたします。

2 試験地と方法

(1) 水質モニタリング試験地

茨城県城里町に位置する北山国有林内に設定されている桂不動谷津流域（図-1）において、降水と渓流水を定期的に採取しました（小林ら，2018）。この流域是那珂川水系に属しており、流域面積は約 60 ha、標高は 130～300 m の範囲です。また、同流域内の上流部に設定されている面積 2.3 ha の小流域（以下、上流部小流域）でも渓流水を採取しました。全体流域の地質は中古生層の堆積岩、その上を火山灰が覆っており、土壌は火山灰を主な母材とする褐色森林土です。斜面下部は 2020 年現在 55 年生のスギ人工林、斜面上部は主に落葉広葉樹の二次林です。本流域を含む関東周辺の森林流域で渓流水の広域多点調査が実施されており、本流域では関東平野に接する大気からの窒素流入が多い地域と比べて、渓流水中の硝酸イオン濃度が低いことが明らかにされています（吉永ら，2010）。

(2) 試験地で実施された間伐

桂不動谷津流域では、2012 年 8 月から 11 月に全流域面積の約 1/5 に相当する下流右岸側の部分、2013 年 6 月から 8 月に残り約 4/5 の部分のスギ林を対象として、作業道の作設をとまなう林業機械



図-1 桂不動谷津流域と上流部小流域



写真-1 間伐時に作設された作業道

特別発表

を用いた本数で約 35%の列状間伐が実施されました（写真－1）。上流部小流域では、この間伐が実施されたことに加えて、2003年12月にも本数で33%の間伐（定性間伐、材の持ち出しなし）が実施されています。

（3）試料の採取と分析方法

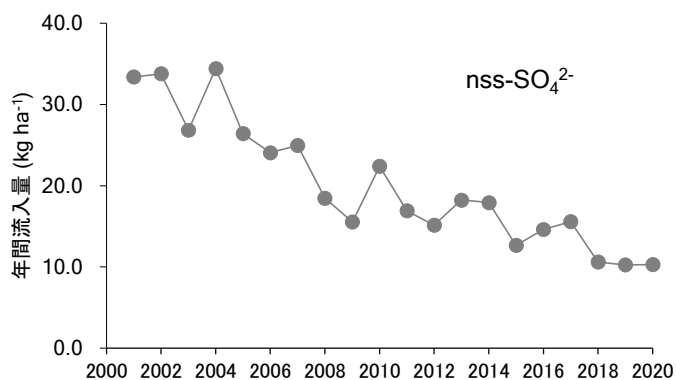
降水は、林道の途中にある樹木が植栽されていない開けた平坦地で採取しました。採取装置には、ポリプロピレン製ロートと容積ポリエチレン製タンクを合成樹脂製チューブで接続したものを用いました。渓流水は不動谷津流域および上流部小流域の末端に設置された量水堰のやや上流の流水部から容積 250 mL のポリ容器で直接採取しました。水試料は孔径 0.45 μm のフィルタでろ過し、分析まで冷蔵庫で保管しました。主要な溶存イオンをイオンクロマトグラフ法で分析しました。

3 結果と考察

（1）降水による硫黄と窒素の流入量の変化

降水中の硫黄および窒素について、降水量と濃度を乗じて積算し、年間流入量を求めました。硫黄については、海水飛沫に含まれる硫酸イオンを除いた「非海塩性硫酸イオン（ nss-SO_4^{2-} ）」の流入量を求めました。窒素については、アンモニウムイオンの形態（アンモニウム態窒素）の流入量と硝酸イオンの形態（硝酸態窒素）の流入量をそれぞれ求め、これらを足し合わせて無機態窒素流入量を求めました。

硫黄の年間流入量は、20年の間に減少する傾向が明らかでした（図－2）。これには産業活動にともなう大気への硫黄酸化物の排出が減少したことが影響していると考えられます。なお、2000年の三宅島噴火後に関東地方では降水による硫酸イオン流入量が顕著に増加し、その影響は数年続きました（藤田ら、2012）。本流域においても同様に影響していた可能性があります。



図－2 非海塩性硫酸イオンの年間流出量の変化

特別発表

窒素の年間流入量については(図-3)、硝酸態窒素の年間流入量の減少傾向が明らかでした。硫黄と同様に、大気への窒素酸化物の排出の減少が影響していると考えられます。これに対してアンモニウム態窒素の年間流入量は変動が大きく、2011年以降は硝酸態窒素の年間流入量との量比が逆転しています。周辺地域における家畜飼育施設等からのアンモニアの放出などが影響している可能性が考えられますが、より詳しい解析が必要です。

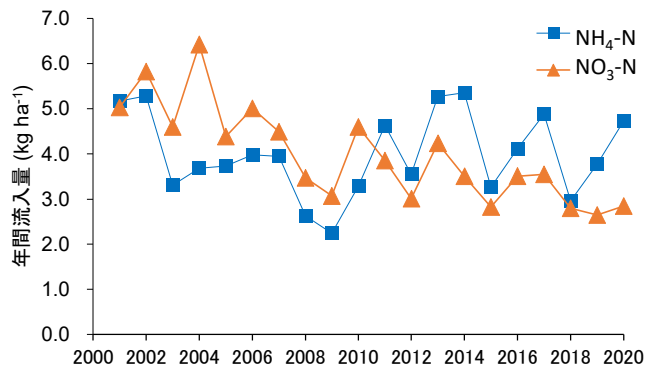


図-3 硝酸態窒素 (NO₃-N) とアンモニウム態窒素 (NH₄-N) の年間流出量の変化

(2) 渓流水質への間伐の影響

桂不動谷津流域の渓流水中の硝酸イオンの年平均濃度は、2001年から低下傾向にありましたが、間伐作業があった2012年、2013年には急激に上昇しました(図-4)。また、硫酸イオンとカルシウムイオンの年平均濃度は長期的にほぼ一定でしたが、間伐のあった年には急激に上昇しました(図-5、図-6)。

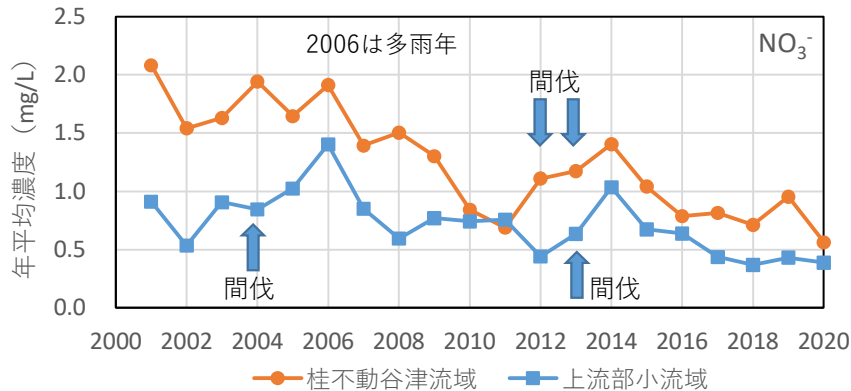


図-4 渓流水中の硝酸イオン (NO₃⁻) の年平均濃度の変化

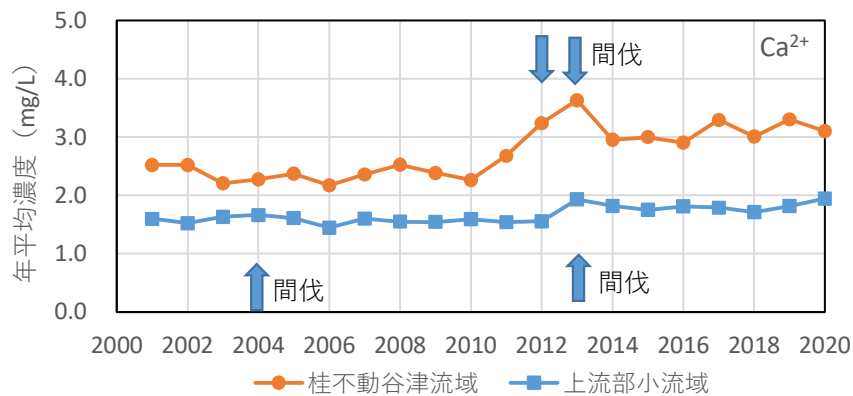


図-6 渓流水中のカルシウムイオン (Ca²⁺) の年平均濃度の変化

特別発表

窒素に関しては、森林の伐採、特に皆伐を行った場合には、樹木による窒素の吸収が減少し、下層植生等による窒素吸収が十分に増えるまでの間、渓流水中の硝酸イオン濃度が上昇することが知られています（福島, 2012）。一方、間伐の場合、いわゆる「抜き切り」が本数 30-40%程度で行われる場合に関しては、渓流水の硝酸イオン濃度はほとんど変わらないとする報告事例があります（福島, 2012）。上流部小流域では、2003 年 12 月に「抜き切り」による間伐が行われましたが、2004 年の年平均硝酸イオン濃度に急激な上昇は見られませんでした。これに対して、同じ上流部小流域での 2013 年の作業道の作設をとともなう間伐の際には、間伐実施年の急激な濃度上昇が見られました。上流部小流域の硫酸イオン濃度とカルシウムイオン濃度は、2003 年の間伐時には変化しませんでした。2013 年の間伐時には急激に上昇しました。上流部小流域における方法の異なる間伐に対する水質変化の違いから、桂不動谷津流域での 2012 年および 2013 年の間伐時の急激な濃度上昇には、作業道の作設の影響が影響したと考えられます。谷部に沿って作業道が作設されたことにとともなうかく乱により、硝酸イオン等を豊富に保持している表層土壌が渓流に入り込んだことが影響したと推察されます。

以上のように、渓流水の水質モニタリングにより間伐の影響が捉えられました。ここで、桂不動谷津流域の渓流水中の硝酸イオン濃度はもともと低く、間伐時に上昇した際でも水道水質基準と比べて十分に低いレベルでした。また、間伐後の経過に着目すると、上昇した硝酸イオンの年平均濃度は間伐から 3 年後にはほぼ間伐前のレベルに戻りました。

4 おわりに

桂不動谷津流域を含む森林総合研究所の全国の観測流域では、現在も降水と渓流水の水質モニタリングを継続しています。データは順次、「森林降水渓流水質データベース：FASC-DB」において公開しています（稲垣ら, 2008）。今後は、近年の夏季における高温、長期的な少雨、豪雨のような極端な気象現象が森林に及ぼす影響を明らかにすることにもデータが役立つと期待されます。

謝辞

桂不動谷津流域における降水および渓流水の水質モニタリングの実施中、関東森林管理局茨城森林管理署には、林道の整備や大雨後の土砂の浚渫等、さまざまな形でご協力いただきました。また、2012 年、2013 年の間伐作業の最中においても、調査のための試験地への立ち入りことができました。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 小林政広・吉永秀一郎・伊藤優子・篠宮佳樹・相澤州平・岡本 透・釣田竜也、桂不動谷津流域における 2001~2014 年の降水と渓流水の水質、森林総合研究所研究報告、17 (4)、333-373、2018
- 2) 吉永秀一郎・伊藤優子・相澤州平・釣田竜也、関東平野北東部の森林流域における渓流水の NO₃-濃度分布と東京都心からの距離との関係、日本森林学会誌、94、84-91、2012.
- 3) 藤田慎一・速水 洋・高橋 章・光瀬彦哲・三浦和彦・出田智義、東京都狛江市における降水組成の経年変化、環境科学会誌、25、26-36、2012
- 4) 福島慶太郎、森林生態系の物質循環および渓流水質からみた攪乱影響評価の可能性、森林立地、54 (2)。51-62、2012
- 5) 稲垣昌宏・池田重人・金子真司・高橋正通、森林降水渓流水質データベース (FASC-DB) の構築、森林科学、54、53-55、2008

銘木「滑マツ」に由来する抵抗性アカマツ品種の開発

林木育種センター関西育種場 ○高島 有哉

1 背景

滑マツは、山口県滑山国有林内に生育する樹齢 200 年以上のアカマツ個体群で、現在は、滑山アカマツ・ブナ・コナラ等遺伝資源希少個体群保護林に指定され保護されています。滑マツの特徴は、1) 材が通直で先細りが少ない、2) 枝下が高く枝が少ない、3) 樹皮が極めて薄く、赤色が鮮明、4) 年輪幅が狭く均等で直円、5) 辺材が少ない、6) 心材は樹脂が少なく、赤色鮮明で光沢に富む、等の特徴があり、優良材を生産するアカマツとして知られています(銘木史編集委員会編 1986)。使用例としては、皇居新宮殿の長和殿における、石橋(しゃっきょう)の間および松風(まつかぜ)の間の長押(なげし)や山口県岩国市の錦帯橋の修繕等が記録に残っています。

しかしながら、近年はマツ材線虫病の被害により生存個体が激減しており、滅失の危機に瀕しています。マツ材線虫病は、北アメリカからの外来種であるマツノザイセンチュウによって引き起こされる萎凋病であり、非常に伝染性が強く、国内で最大の森林病害です。

森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター(以後、林木育種センターとする)では、1970年代からマツノザイセンチュウ抵抗性育種に関する研究および事業に取り組んでおり、これまでに全国で 266 品種の抵抗性アカマツ品種(第 1 世代)が開発されてきました。関西育種基本区では、これまでに 116 品種の抵抗性アカマツ品種(第 1 世代)が開発されていますが、地域により開発数に大きな偏りがあり、滑マツが生育する山口県においては抵抗性品種を開発できていませんでした(図-1)。このような背景の中、滑マツの優良な遺伝子を後世に遺すために、林木育種センター関西育種場(以後、関西育種場とする)では、滑マツに由来するマツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発に取り組んできました。

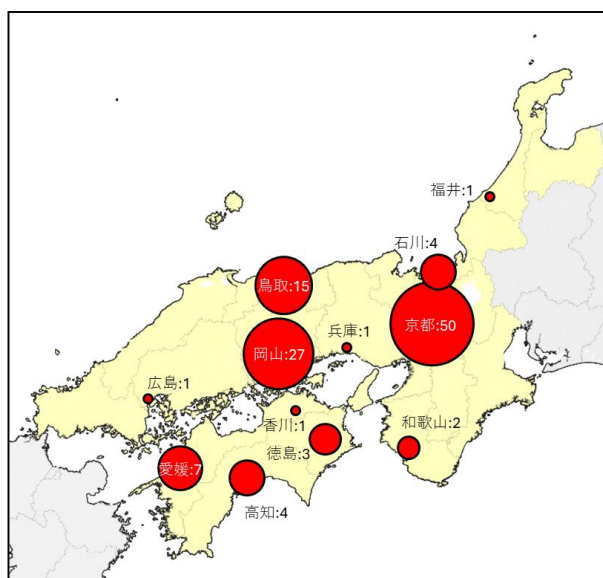


図-1 関西育種基本区における抵抗性アカマツ品種(第 1 世代)の府県別開発数

2 方法

平成 25 年 9 月に、滑山アカマツ・ブナ・コナラ等遺伝資源希少個体群保護林内に 22 基のシードトラップを設置し、平成 26 年 1 月にシードトラップ内に落下・捕集されたアカマツの種子を収集しました。その後、関西育種場において、収集した種子から苗を育成し、平成 27 年 7 月および平成 28 年 7 月に、実生苗木一本当たり一万頭のマツノザイセンチュウを接種し、被害が軽微であった個体を選抜する一次検定を実施しました。

一次検定を通過した個体を育成後、つぎ木増殖により 1 クローン当たり 10 本以上のつぎ木苗を育成しました。令和 4 年 7 月または令和 5 年 7 月に、これらのつぎ木苗に再びマツノ

特別発表

ザイセンチュウを接種する二次検定を実施しました。

また、検定個体の親が滑マツであることを確認するために、保護林内に現存している大径木を中心としたアカマツ 92 個体および検定個体の DNA を用いて、単純反復配列 (Simple Sequence Repeat; SSR) マーカー 8 座による親子鑑定を行いました。

3 結果

一次検定に供試したシードトラップ毎の実生本数と 2 回の線虫接種後の健全および枯損本数を図-2 に示します。供試した 140 個体のうち、33 個体が一次検定を通過しました。

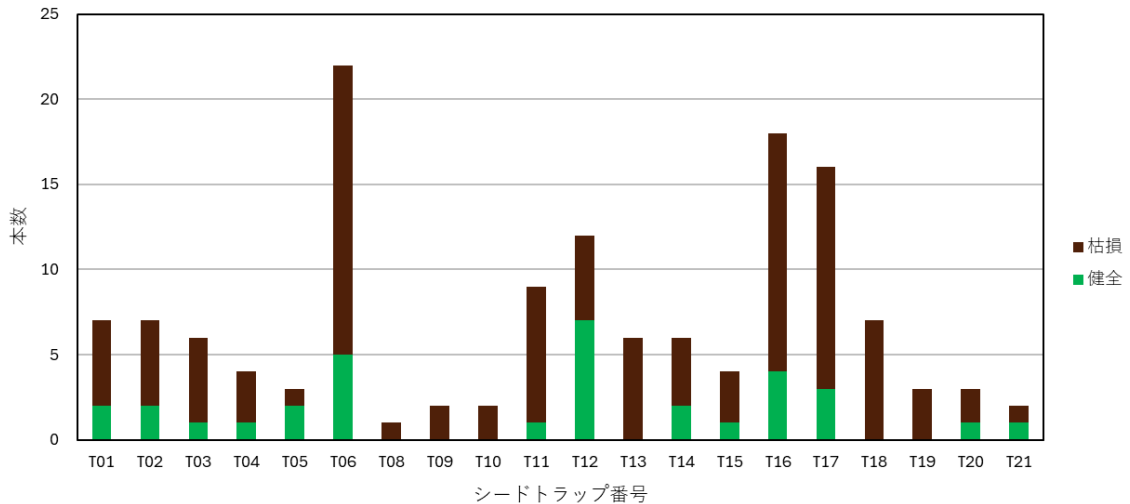


図-2 一次検定におけるシードトラップ毎の枯損本数および健全本数

一次検定を通過した 33 個体から、つぎ木により 1 クローン当たり 10 本以上のつぎ木苗を育成し、二次検定を実施した結果を図-3 に示します。二次検定に供試できた 29 クローンの内、大半のクローンが生存率および健全率において対照系統 (既存の抵抗性品種) を上回りました。「国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター品種開発実施要領「マツノザイセンチュウ抵抗性品種」(平成 21 年 6 月 25 日施行 21 森林育第 84 号、最終改正令和 6 年 8 月 6 日施行 6 森

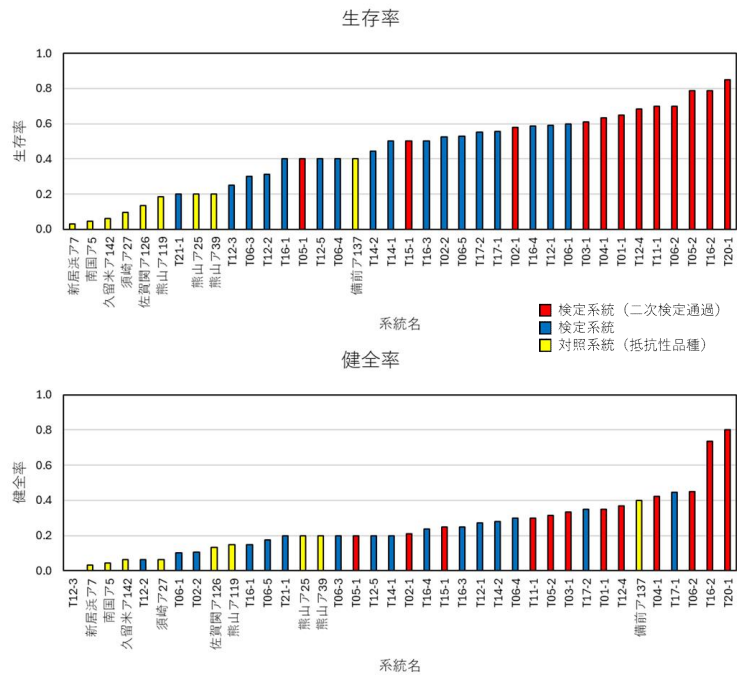


図-3 二次検定におけるクローンごとの生存率(上図)および健全率(下図)

特別発表

林林育 19 号) に従い評点を算出した結果、12 クローンが二次検定を通過しました。

二次検定に通過した 12 クローンについて、保護林内に現存する 92 個体との親子鑑定を実施した結果、10 クローンが滑マツの遺伝子を受け継いでいることが確認されました。さらに、クローン間の血縁関係も調査し、遺伝的多様性を備えた 9 クローンを、令和 7 年度林木育種センター優良品種・技術評価委員会に品種申請し、優良品種 (マツノザイセンチュウ抵抗性) として評価されました (図-4)。

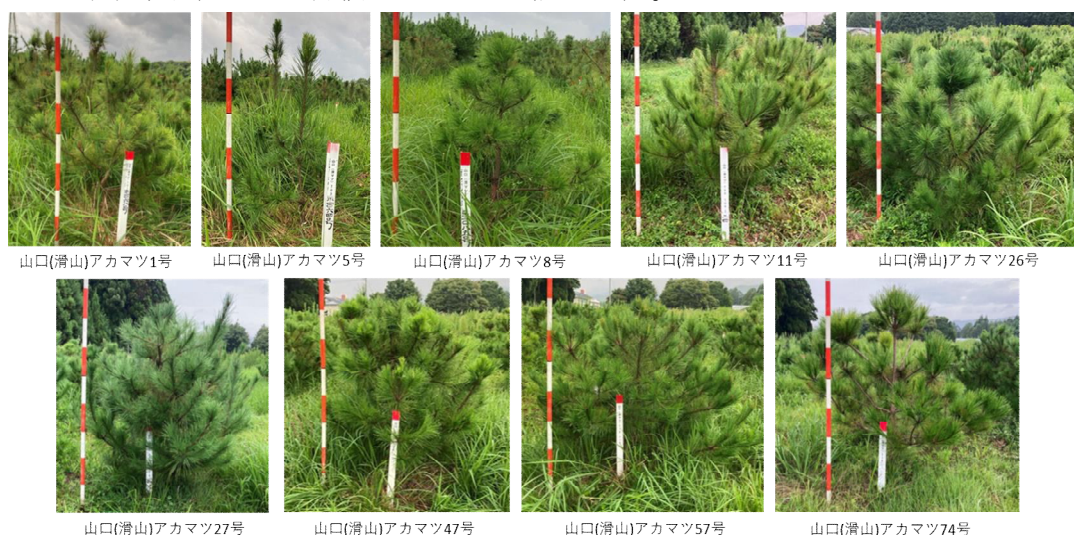


図-4 開発された滑マツに由来する抵抗性アカマツ品種

4 今後の取組み

今回開発された品種は、滑マツの遺伝子を継承するとともに、マツ材線虫病に抵抗性を示すことから、これらの交配苗やつぎ木苗を滑山に植栽することにより、現存する滑マツの遺伝子を未来に継承していく一助になります。また、優良材を生産してきた形質も受け継いでいることが期待されるため、優良材生産に資する品種として活用することを検討しています。

また、一般的な品種開発では、マツ材線虫病の被害地で候補木を選抜し、候補木から穂木や球果を直接採取して検定苗木を育成しますが、今回は、シードトラップで得られた種子から育成した検定苗木に接種検定を実施し、生存個体の DNA 分析によって滑マツの遺伝子を受け継ぐ個体を特定した上で品種開発を行いました。このように、希少な遺伝資源の保全と品種開発を同時に進める本手法は、滑マツと同様に滅失が危惧される日本各地に存在する有名マツ林の遺伝子を未来へ引き継ぐ手段の一つとして、今後の活用が期待されます。

引用文献

- 1) 銘木史編集委員会 銘木史、107～109、全国銘木連合会、1986

大阪府におけるシカ生息状況モニタリング：
多様な主体の連携による高密度地域及び侵入初期地域での動向把握

大阪府立環境農林水産総合研究所 主任研究員 ○幸田 良介
主任研究員 石塚 譲

1 背景

近年、シカの個体数増加や分布拡大に伴う農林業被害や森林生態系への影響の顕在化が全国的な社会問題となっています。全国での野生鳥獣による農作物への被害金額は、令和5年度時点で約164億円、そのうちシカによるものが約70億円と最も大きく、近年も被害が増加傾向にあります（図1a）。

大阪府においてもシカによる被害は深刻ですが、被害金額で見ると令和5年度時点ではアライグマ、イノシシに次ぐ3番目の大きさとなっています（図1b）。これは、大阪府でのシカの分布状況に大きな地域差があることに起因しています。大阪府では、淀川以北の北部地域には古くからシカが生息し、高密度地域を中心に被害が深刻化している一方で、南部地域にはほとんどシカが生息していません（幸田 2021）。全域に分布するアライグマやイノシシと同等の被害を北部地域のみで及ぼしているシカが、いかに影響力の大きな動物なのかを示しているとも言えるでしょう。一方で、これまでシカが生息していなかった南部地域でも、隣接する奈良県や和歌山県でのシカの増加や分布拡大にともなって、シカの目撃や捕獲事例が増加するなど、シカの侵入・定着が進行しつつあります（幸田 2022）。

このような状況の中で効果的に対策を進めるためには、地域ごとのシカ生息状況を詳細に把握することが欠かせません。地域ごとの詳細な状況把握が行えれば、北部地域では特にシカが高密度で生息する地域で捕獲圧を強化するといった対策が可能となります。また、南部地域ではシカの侵入・定着が顕著な地域で重点的に捕獲や啓発の取り組みを行うことができます。一方で、府県レベルの広域スケールでの詳細な調査には多大な労力が必要であり、単独の研究機関で実施していくことは現実的ではありません。そこで大阪府では様々な機関や団体と連携することで、広域的なシカ生息状況モニタリングを進めています。以下では、シカの生息状況の異なる北部地域と南部地域、それぞれでの取り組みを紹介します。

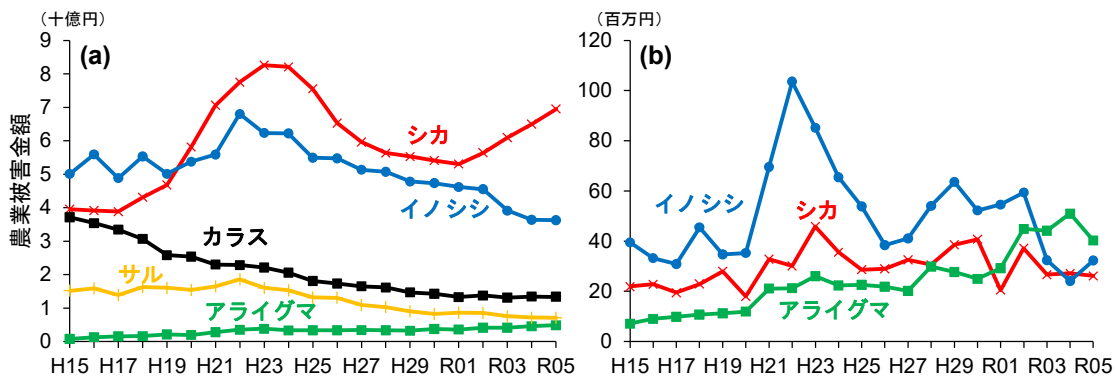


図1 (a) 全国と (b) 大阪府の主な鳥獣種ごとの農業被害金額の推移。

全国の農業被害金額は、農林水産省ホームページ「全国の野生鳥獣による農作物被害状況について（令和5年度）」（<https://www.maff.go.jp/j/press/nousin/tyozyu/241227.html>、（令和8年2月20日確認））をもとに作成。

2 モニタリング方法と連携体制

(1) 北部地域におけるシカ生息密度分布の広域モニタリング

北部地域では、シカ推定生息数や高密度地域を把握し、効果的な捕獲方策を議論できるように、シカ生息密度の詳細な分布状況のモニタリングを進めています。シカの生息密度推定手法としては、これまで区画法やライトセンサスなどさまざまな手法が考案されてきました。その中でも、その場所に落ちているシカの糞の数から生息密度を推定する手法である糞粒法や糞塊法は、地域ごとの詳細な生息密度推定に適した手法であると言えます。一方で、従来の糞粒法や糞塊法には、推定に使用するパラメータが非常に多く、特に糞の分解速度が大きく変動するため推定精度が低下しやすいという課題がありました。そこで大阪府では、この分解速度の影響を受けずに密度推定が可能な「糞塊除去法」(Koda et al. 2011)を採用し、シカ生息密度分布を把握する調査を継続的に行っています。

糞塊除去法の調査手順のイメージは図2のとおりです。この手法のポイントは、シカの糞塊(1回の排糞で排泄される多数の糞粒のひとまとまり)の除去と再調査という2回の調査を1セットとして行うことにあります。まず、調査範囲内にあるすべての糞塊を除去します。新しい糞も古い糞も混在する調査地内の状況を、言わば一旦リセットさせるわけです。その後、糞塊が分解されない程度の期間をあけてから再度調査地を訪れ、新たに調査範囲内に加入した糞塊数をカウントします。こうすれば、新たに加入した糞塊数は分解速度の影響をうけていないので、除去から再調査までの期間中に調査範囲を利用したシカの生息密度をそのまま反映した値になっているはずです。すなわち、以下の数式の関係が成立します。

$$\frac{\text{新規加入糞塊数}}{\text{調査面積}} = \text{シカ生息密度} \times \text{排糞頻度} \times \text{再調査までの日数}$$

本州に生息するホンシュウジカの排糞頻度(シカ1頭1日当たりの排糞回数)については、数粒のみの排糞も数えたものが23.3回/日と報告されていますので(Horino and Nomiya 2008)、これを糞塊除去法での糞塊の定義である10粒以上のみの回数に補正した2.4回/日を代入して計算すれば、シカ生息密度が計算できることになります。

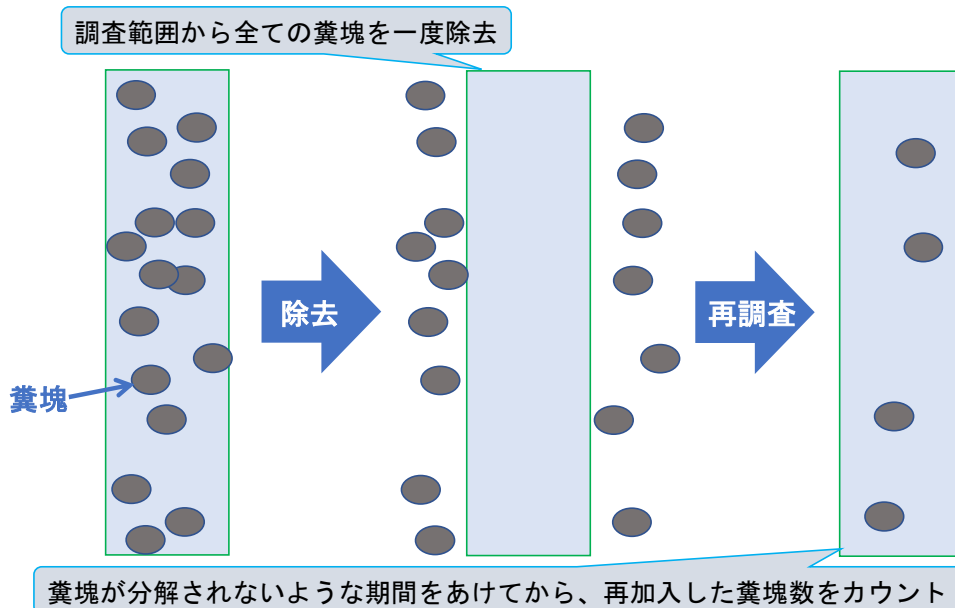


図2 糞塊除去法による調査手順の模式図.

特別発表

この手法を用いて、大阪府北部地域にまんべんなく配置した約 100 ヶ所の調査地で平成 26 年度以降、毎年冬季にシカ生息密度推定調査を行っています。その後、得られた推定結果をもとに IDW (Inverse distance weighting : 逆距離加重) 法による空間補間でシカ生息密度分布図を作成することで、シカ高密度地域の特定やシカ生息数の推定を行っています。このような毎年の多地点での調査を継続的に行うため、大阪府では近畿中国森林管理局箕面森林ふれあい推進センターや京都大阪森林管理事務所と連携し、毎年共同で国有林内の調査地での調査を行っています。また、公益財団法人大阪自然環境保全協会にご協力いただき、大部分の調査地でのモニタリングについて対応いただくことで、多地点での継続調査を可能にしています。

(2) 南部地域におけるシカ侵入状況の広域モニタリング

シカの侵入・定着が進む南部地域では、確実なシカの確認情報を多地点で調べるため、赤外線センサー付き自動撮影カメラ（以下、センサーカメラ）を用いた多地点でのカメラトラップ調査を進めています。センサーカメラには、設置と定期的なデータ回収および電池交換さえ行えば、設置期間中 24 時間体制で記録が取れるというメリットがあります。また、撮影された画像を使えば、一般府民や行政機関にもシカの侵入という事実を分かりやすい証拠をもって説明できるため、対策のための普及啓発にも適しています。

一方で、センサーカメラ 1 台で調査できる範囲はカメラの画角におさまる 10 m 四方程度の範囲に限られるため、シカの侵入状況を把握するためには多数のカメラをできるだけ広範囲に設置する必要があります。その場合は、定期的なデータ回収や電池交換を行うだけでもかなりの労力がかかってしまいます。そこで大阪府では、各地域で活動する行政や企業、保全団体等の 10 団体と連携し、センサーカメラの定期的な管理作業をお願いすることで、広範囲でのカメラトラップモニタリングを可能にしています。現在 61 台のセンサーカメラを大阪府南部地域（一部和歌山県側を含む）に設置して、シカの撮影の有無や撮影されるシカの雌雄を調査していますが、このうち半数近くは他団体に管理いただいています（図 3）。

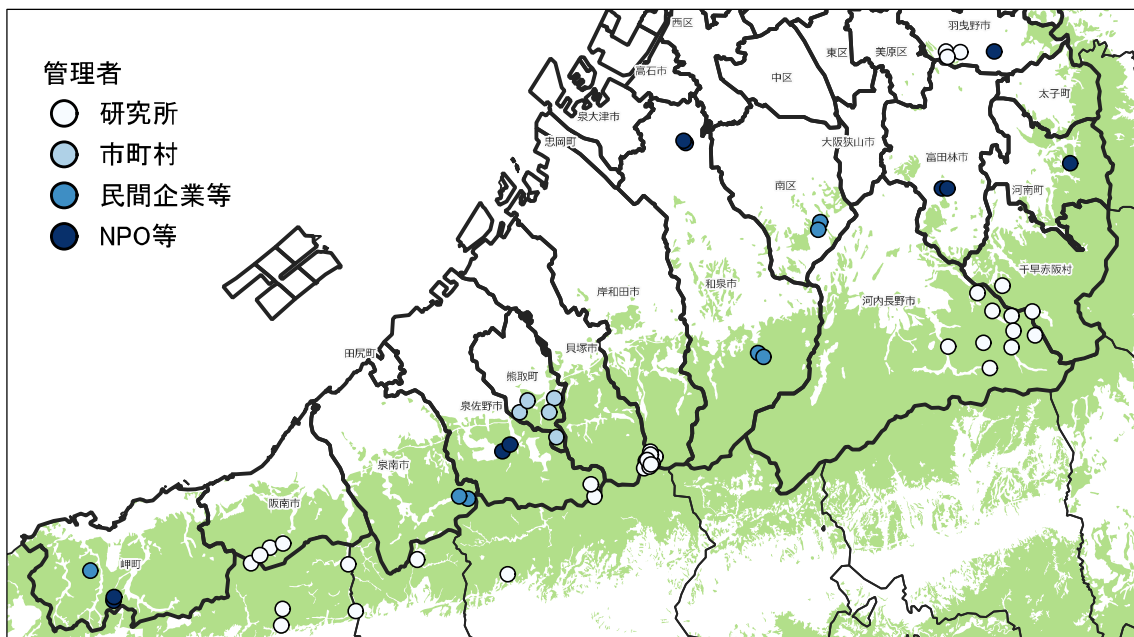


図 3 大阪府南部地域におけるセンサーカメラの設置位置とカメラの管理者。

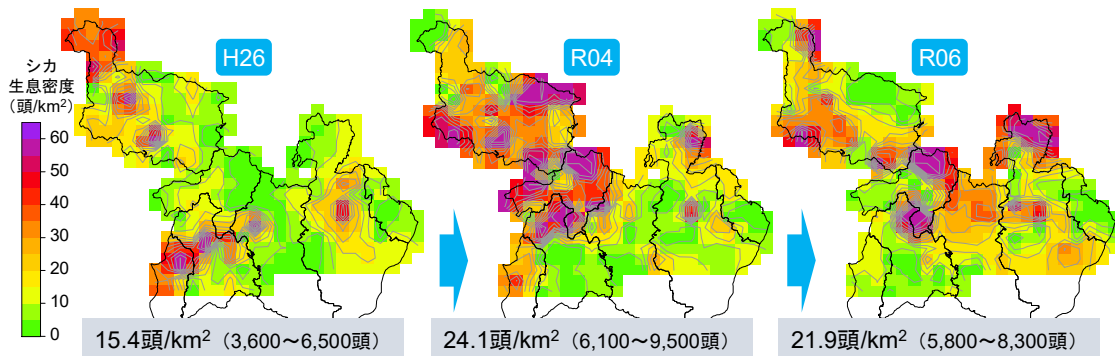


図4 大阪府北部地域におけるシカ生息密度分布とその推移.

3 モニタリング結果と対策の取組

(1) 北部地域におけるシカ生息密度分布の広域モニタリング

北部地域でのシカ生息密度分布調査の結果、平均シカ生息密度が平成26年度の15.4頭/km²から令和6年度には21.9頭/km²へと増加しており、依然としてシカ生息数が増加傾向にあることが明らかになりました。また、シカが40頭/km²以上と非常に高密度で分布している地域が移動しつつ拡大していることも分かりました(図4)。令和6年度からは本調査結果をもとに、高密度地域で重点的にシカ捕獲を強化する対策が大阪府によって開始されており、一部地域ではシカ生息密度が低下しつつあるなど対策の立案や効果検証にも役立っています。

また、別途進めているシカによる被害状況調査では、このようなシカ高密度地域を中心に農業被害や森林植生の衰退が深刻化していることが明らかになっています。さらに広域モニタリングで得られたシカ生息密度の推定結果と各被害状況との関係性を解析した結果、農業被害についても森林植生の衰退についても、シカ生息密度増加にともなって被害が大きくなり、一定程度で高止まりとなる関係性があることが分かりました(図5；幸田 2025)。この関係性から、農業被害を「軽微」程度に抑えようと思うと、10頭/km²程度にシカ生息密度を低下させる必要性が考えられます。同様に、森林植生の衰退度を「衰退度1」程度に抑えようとする、同じく10頭/km²程度にシカ生息密度が導かれます。これらの結果をもとに、大阪府のシカ管理計画では当面の目標として10頭/km²というシカ生息密度を定めています(大阪府 2022)。以上のように、多様な主体との連携による北部地域での広域モニタリング結果は大阪府の施策にも反映される成果となっています。

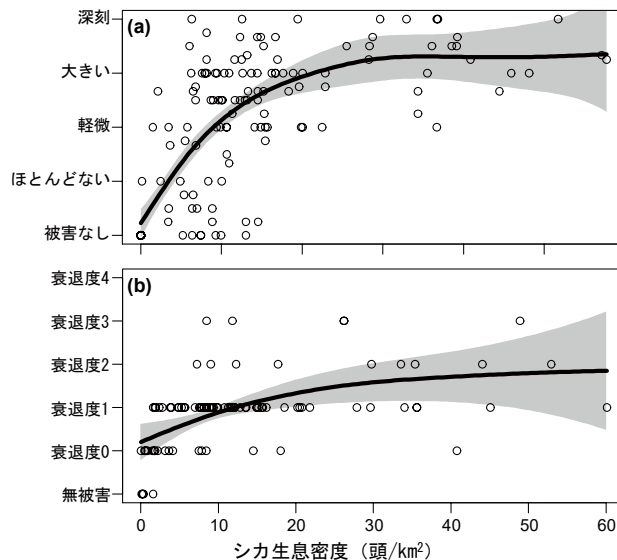


図5 大阪府におけるシカ生息密度と(a) 農業被害状況、(b) 下層植生衰退度の関係。太線は一般化加法モデルにより推定された関係性、白丸は実際の値、灰色は95%信頼区間を示す。詳細は幸田(2025)を参照。

特別発表

(2) 南部地域におけるシカ侵入状況の広域モニタリング

南部地域でのカメラトラップ調査の結果、61台のセンサーカメラのうち21台でこれまでにシカが撮影され、既に大阪府南部の広範囲にシカが侵入していることが明らかになりました(図6)。撮影されたシカの大半はオスジカでしたが、大阪府南東部に位置する河内長野市や千早赤阪村の4ヶ所ではメスジカの姿も確認されました。広範囲を移動するオスジカに対し、メスジカは行動範囲も狭く定着性が高いことが知られています。すなわちメスジカの確認は、シカが散発的に侵入しているだけでなく、その場所での定着が進行していることを示しています。河内長野市では仔ジカの姿も確認されており、今後のシカの増加や被害の発生に注意が必要であると言えます。

被害の発生を未然に防ぐためには、シカの侵入初期段階で早急に対策を講じることが重要です。一方で、南部地域でシカの侵入・定着が進行していることは、一般府民にも行政機関にもほとんど認識されていません。そのため、広域モニタリング調査で得られた結果や実際のシカの画像をもとに、早期対策を呼びかける研修会の開催や啓発チラシの作成を行っています。また、本調査結果でシカの定着が特に進行していると考えられた河内長野市において、令和6年度からシカ捕獲研修会や試行捕獲が大阪府によって開始されており、実際にオスジカ1頭が捕獲されるなど対策が進みつつあります。以上のように、多様な主体との連携によって確立したセンサーカメラによる広域モニタリングネットワークの成果も、北部地域でのモニタリング結果と同様に大阪府の施策に貢献する成果となっています。



図6 大阪府南部地域で撮影されたシカ。

(a) 河内長野市のメスジカ、(b) 河内長野市のオスジカ、
(c) 泉南郡岬町のオスジカ、(d) 風吹国有林(和歌山県岩出市)のオスジカ

特別発表

4 まとめ

このように、大阪府では多様な主体との連携により、広域かつ継続的なシカ生息状況モニタリング体制を確立してきました。その結果、シカが高密度で分布する北部地域ではシカ生息数の増加が依然として継続していることが明らかとなり、調査結果をもとにシカ高密度地域での捕獲強化などの対策が実施されるに至っています。また、これまでシカが生息していなかった南部地域では、既に広範囲でシカの侵入が進行していること、一部ではメスジカや仔ジカが確認されるなど定着が進んでいることが明らかとなり、調査結果を用いた啓発や試行捕獲などの対策が進みつつあります。引き続き多様な主体との連携を強化・拡大することでモニタリングの継続・拡充を行い、シカによる被害対策の効果検証や改善につなげていきたいと考えています。

引用文献

- 1) 幸田良介 2021. 迫りくる獣害問題:大阪府における野生動物の生息状況と被害状況. 環動昆 32 : 137-142.
- 2) 幸田良介 2022. 大阪府におけるシカ・イノシシの現状:近年の大きな変化を中心に. 都市と自然 532 : 8-9.
- 3) Koda R, Agetsuma N, Agetsuma-Yanagihara Y, Tsujino R, Fujita N. 2011. A proposal of the method of deer density estimate without fecal decomposition rate : a case study of fecal accumulation rate technique in Japan. Ecological Research 26: 227-231.
- 4) Horino S, Nomiya H. 2008. Defecation of sika deer, *Cervus nippon*. Mammal Study 33: 143-150.
- 5) 幸田良介 2025. 都道府県におけるニホンジカ管理と総合的な対策の重要性. 地球環境 30 : 95-104.
- 6) 大阪府 2022. 大阪府シカ第二種鳥獣管理計画 (第5期) . 大阪府.

スギ A 材の利用拡大に向けて
～丸太のヤング係数による製材の強度区分～

島根県中山間地域研究センター 木材利用科長 ○後藤 崇志
農林技術部長 福井 修二

1 課題を取り上げた背景

A 材とは通直で製材に利用される丸太のことで、主に木造建築の柱や梁桁等の構造材に加工されます。一方、B 材とは小径または小曲がりのある丸太で合板や集成材に、C 材とは大曲りのある丸太や末木でチップにそれぞれ加工されます。原木の買取価格は一般的に A 材が最も高く、C 材が最も安く取引されています（林野庁 2015）。

スギ A 材は原木市場で競りにかけられて製材業者へ販売されるので、品質に応じた取り引きによって価値向上を図る必要があると考えられます。木材の品質である形質、材質特性および強度性能は立木ごとに異なり、1 林分内でも分布があつてばらつく傾向が認められます（小泉 1998）。スギ A 材の用途は木造建築の構造材であるため、丸太の強度性能を明らかにすることが価格向上のためには有効だと考えられます。

丸太の強度性能は「ヤング係数」で表されます。ヤング係数とは、たわみにくさ・変形しにくさを表す物性値で、スギ材の平均値はおよそ 7.00kN/mm^2 ($\approx 70.0\text{ton/cm}^2$) です。

丸太のヤング係数は縦振動法によって測定します（田中 1995、小長井 2021）。縦振動法とは、丸太の重量、寸法を実測して密度を求め、さらに 1 本ずつ吊り下げて木口を打撃し、その打撃音を解析して固有振動周波数と次数を求めます。そして、長さ、密度、固有振動周波数と次数を基に丸太のヤング係数を計算します。

丸太のヤング係数と製材のヤング係数または強度（破壊に対する抵抗力）とは、一般的に正の相関関係が認められています（田中 1995）。従って、丸太のヤング係数による強度区分は、製材・乾燥した後の製材の強度区分にも有効です。

しかし、原木生産の土場や木材市場では、重機を使用して丸太を 1 本ずつ吊り下げて重量、固有振動周波数と次数を測定する作業は、多くの手間と時間を要するために敬遠されてきました（例えば、小長井 2021）。

そこで、本研究では市販の簡易測定器を用いて、はい積みされたスギ丸太のヤング係数が測定できるかどうか試験しました。試験①では、丸太の設置状況の影響を検討するために、1 段並べとはい積み 2 段、3 段の状態ではヤング係数を測定し、縦振動法によって 1 本ずつ測定した値と比較しました。試験②では、丸太の密度設定方法について、固有振動周波数の値から推定する方法を検討しました（有馬ら 1990）。

さらに、島根県大田市において公共建築物（道の駅）の木造化が検討され、その事業に関わる機会を得ました。研究成果も踏まえて、ヤング係数の測定方法について技術支援を行うとともに、市有林産スギの丸太と製材での強度区分を実践しました。

2 試験および取り組みの方法

(1) はい積みしたスギ丸太のヤング係数測定試験

ア スギ丸太の調達と縦振動法によるヤング係数の測定

スギ丸太は島根県内の 3 林分から 88 本を供試しました。県東部の飯石郡飯南町から 30 本、県中央部の大田市温泉津町から 28 本、県西部の鹿足郡吉賀町から 30 本それぞれ調達しました。丸太は 1 番玉、長さは 4.5m、丸太径の平均は 40cm です。

はじめに、3 林分それぞれの丸太について長さ、重量および寸法を実測して密度を求め、縦振動法によって固有振動周波数と次数を求めました（写真-1 左）。そして、(式 1) によりヤング係数を算出しました。

特別発表

ヤング係数 (kN/mm^2) = $(2 \times L \times f)^2 \times (\rho \div (n^2 \times 980)) \div 10^7 \dots$ (式1)

L:長さ (cm)、f:固有振動周波数 (Hz)、 ρ :密度 (g/cm^3)、n:次数

次に、試験①と試験②について、簡易型強度測定器 ((株)エーティーエー製 HG-2020sp) を用いてヤング係数を求め(写真-1右)、縦振動法での値と比較しました。

イ 試験① はい積みでの測定試験

試験は、3林分それぞれから調達した丸太ごとに行いました。丸太は角材の上に設置し、1段並べ、はい積み2段、3段の各条件で測定しました。なお、丸太の密度は各林分の平均値を算出してヤング係数を計算しました。

ウ 試験② 丸太の密度推定試験

固有振動周波数と丸太の密度との間には負の相関関係が認められています(有馬ら 1990)。そこで、固有振動周波数と丸太の密度との関係を求め、その回帰式から密度を求めてヤング係数を計算し、密度を実測した縦振動法の値と比較しました。



写真-1 スギ丸太のヤング係数測定

左：縦振動法、右：簡易型強度測定器を用いたはい積みでの測定

(2) 公共建築物の木造化に係るスギ丸太と製材の強度区分

島根県の東西の中央部に位置する大田市(人口約3万人)において、公共建築物(道の駅)の建築が計画されました。平成27年9月に整備構想が、平成28年3月に整備計画がそれぞれ策定され事業が動き出しました。

当時、市役所の森林・林業・木材産業の担当室には、「公共施設に市有林産スギ材を利用して市産材を使った建物事例としてPRし、公共建築物の木造化を推進する」方向性がありました。そこで、地元の関係事業者(森林組合、木材市場、製材工場)、市の担当室及び県の林業普及課と研究機関が連携し、市有林産スギ製材による木造化の検討が始まりました。

研究機関は、市有林産スギ材の強度性能の把握、スギ丸太と製材の強度区分方法の検討と実際の作業について技術支援を行いました。

3 実行結果と考察

(1) はい積みしたスギ丸太のヤング係数測定試験

ア スギ丸太の縦振動法によるヤング係数の測定結果

県内3林分から調達したスギ丸太について、形質と縦振動法によるヤング係数の測定結果を示します(表-1)。丸太の径は40cm前後、曲がり率は6%前後(矢高は25mm前後)でA材に相当する丸太でした。樹齢は林分によって異なり、平均年輪幅にも差異が認められました。ヤング係数は6.10~7.04 kN/mm^2 で、平均的なスギ材だと考えられました。節は大半の丸太にありませんでした。

表一 1 供試したスギ丸太の形質とヤング係数

林分	丸太の径 (cm)	曲がり (%)	平均年輪幅 (mm)	樹齢 (年)	生材密度 (kg/m ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	本数
飯南町	42.6(3.6)	5.8(2.1)	5.6(0.4)	45.7(1.4)	633(62)	6.10(0.94)	30
温泉津町	40.0(3.8)	6.4(3.0)	4.2(0.7)	58.9(15.0)	581(92)	6.70(0.80)	28
吉賀町	43.3(3.1)	5.9(1.9)	3.9(0.6)	67.9(8.9)	706(97)	7.04(1.01)	30

Note. 丸太の径：末口短径、曲がり：(矢高÷径級)×100、平均年輪幅：元口と末口の平均値、樹齢：元口年輪数による、()：標準偏差

イ 試験① はい積みでの測定試験の結果

簡易型強度測定器と縦振動法それぞれの方法で測定したヤング係数の関係について、1段並べとはい積み3段での測定結果を示します(図一1)。1段並べ(図一1左)とはい積み3段(図一1右)を比較すると、データ全体の分布に著しい違いは認められず、はい積みの影響はなかったと考えられます。また、はい積み3段について上段、中段、下段を比較しても、段の位置による影響はないと考えられました。はい積み2段で行った試験についても、同じ傾向が認められました。従って、はい積み丸太でも1段並べと同様にヤング係数を測定できたと考えられます。

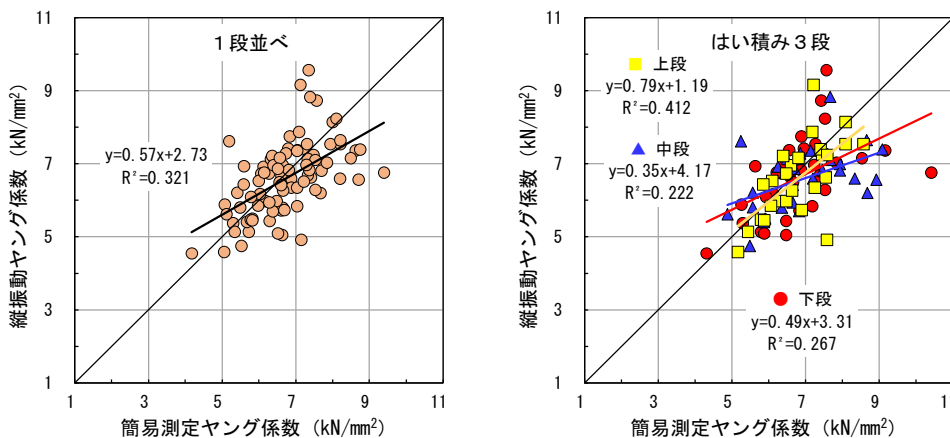
はい積み丸太では、固有振動周波数の2次または3次のピークが最大になりやすい傾向を認め、その値によって精度よくヤング係数を求めることができました。

はい積み丸太では、丸太の曲がり等の影響のためにはい積み中には空げきが多く、上下左右の丸太は点で接している様子が見られました(写真一2)。はい積み丸太の木材実質の体積率は0.55~0.78との報告もあります(飯塚 1974)。丸太同士が接している点は振動の「節」となり((公財)日本住宅・木材技術センター 2011)(図一2)、はい積み中の丸太は2点か3点で接しているため、固有振動周波数のうち2次または3次のピークが大きくなりやすかったと考えられます。

ウ 試験② 丸太の密度推定試験の結果

縦振動法により測定した固有振動周波数と生材密度との関係を示します(図一3)。固有振動周波数と生材密度との間には、負の相関関係が認められました。そこで、回帰式から求めた密度と簡易型強度測定器により測定した固有振動周波数からヤング係数を計算し、縦振動法により求めたヤング係数と比較しました(図一4)。

図一4について、例えば簡易測定ヤング係数 6.5kN/mm² 未満の丸太を除けば、縦



図一 1 簡易型強度測定器と縦振動法で測定したヤング係数の関係



写真-2 はい積み丸太間の空げき

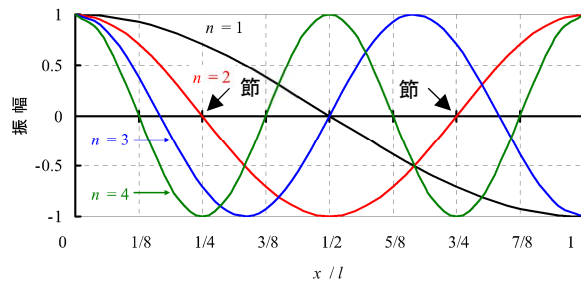


図-2 両端が自由な場合の縦振動
((公財)日本住宅・木材技術センター 2011) に筆者加筆

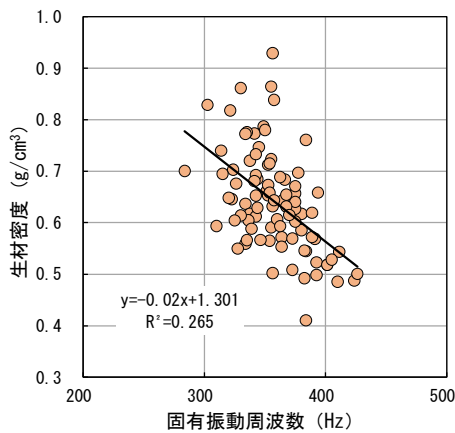


図-3 縦振動法による固有振動周波数と生材密度との関係

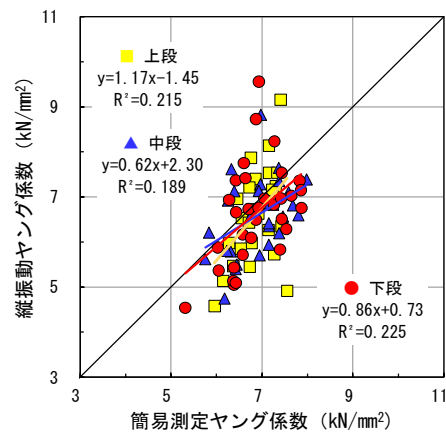


図-4 推定密度で計算した簡易測定ヤング係数と縦振動法によるヤング係数との関係

振動ヤング係数 6.5kN/mm^2 以上の丸太を大まかに区別できる傾向が認められました。

(2) 公共建築物の木造化に係るスギ丸太と製材の強度区分

ア スギ丸太と製材の強度区分方法の検討

公共建築物(道の駅)の木造化に向けて、関係者との連携を密にして取り組み、研修会、測定機器の選定、測定方法の目合わせを重ねて行いました(図-5)。

平成29年4月、大田市有林木材の品質実証研修会を開催し、市有林産スギ材は平均的な強度性能(ヤング係数 7.00kN/mm^2)を有することを確認しました。その上で、平成30年12月から市有林の伐採が始まりました。

令和元年6月に丸太の搬出が始まったのに合わせて、7月にははい積み丸太のヤング係数測定方法を検討し、丸太は強度区分した後に製材され人工乾燥されました。

そして、令和2年12月から製材のヤング係数と含水率の測定・強度区分が行われました。

イ スギ丸太と製材での強度区分の結果

スギ製材は、予めヤング係数 E70 以上が指定されていました。そこで、①丸太の強度区分、②製材の強度等区分、③強度による木配り(部材配置)が行われました。丸太から建築物に至る一連の強度区分の流れを示します(図-6)。

①丸太の強度区分では、製材・乾燥後の E70 未満の発生率を下げるために、E70 以上の丸太を選び出して製材・乾燥されました。

【大田市 森づくり推進室(当時)の取組目的】

製材による架構(8m) ← スギ材の強度(ヤング係数)を数値で保証

H29	4/20	大田市有林木材の品質実証研修会 市有林産スギ丸太のヤング係数の確認
H30	12月	市有林スギ立木の伐倒・葉枯らし 平均胸高直径40cm, R1.6月～造材・搬出
R1	7/2	はい積み丸太での強度測定の見直し 簡易測定器と丸太の設置状況の影響を検討
R2	3/12	製材用強度検査器の取扱研修会 検査器メーカーによる説明
R2	12/25 ～	道の駅「ごいせ仁摩」用スギ製材の ヤング係数と含水率の測定・選別



図-5 公共建築物(道の駅)の木造化に向けた取り組み(島根県 大田市)

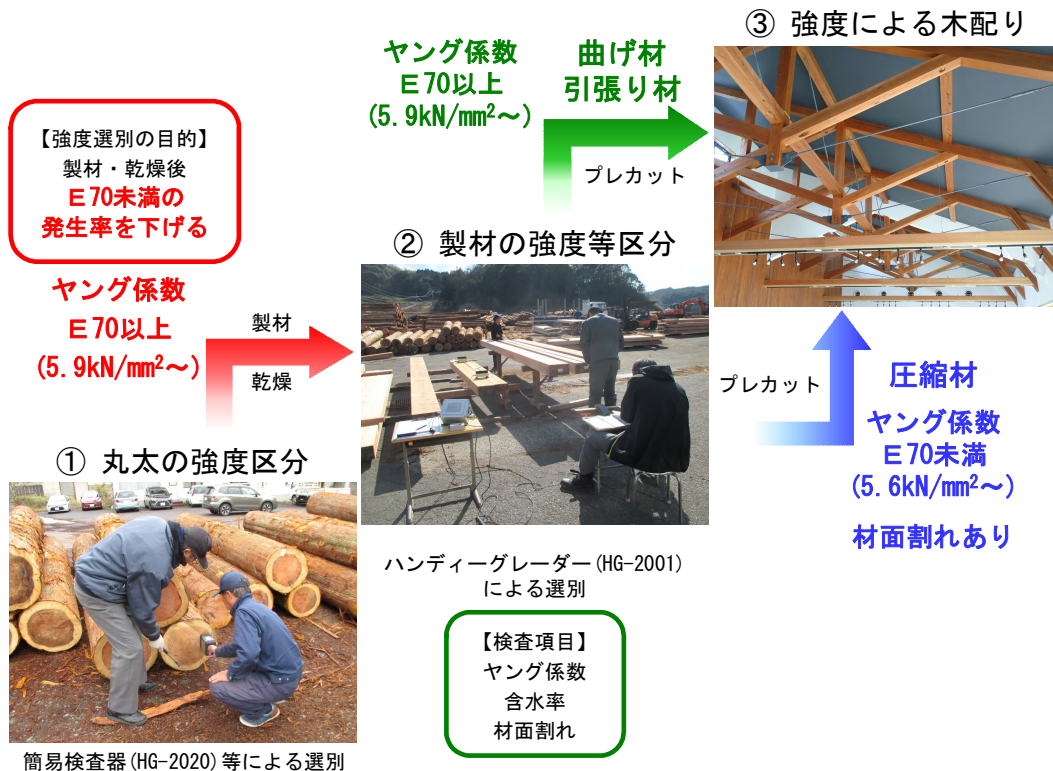


図-6 丸太から建築物に至るまでの強度区分の実践(島根県 大田市)

特別発表

②製材の強度等区分では、ヤング係数、含水率、材面割れの目視確認が全量実施されました。

そして、③強度による木配りでは、E70 以上の製材は高い強度性能が必要な曲げ材と引張り材に、E70 未満の製材のうち実測 5.6kN/mm² 以上の製材は圧縮材やつなぎ材に使用されました。

製材をヤング係数によって強度区分した結果を示します（図－7）。なお、縦軸の製材の JAS による区分とは、令和 2 年時の製材の日本農林規格（JAS）に基づく強度等級です（農林水産省 2019）。ヤング係数の平均値は 7.14kN/mm²（標準偏差 1.47 kN/mm²）で、強度等級では E70 の出現数が最多となりました。E70 以上は全体の 82%（916 体のうち 752 体）を占め、E50 以下は 18%に止まりました。

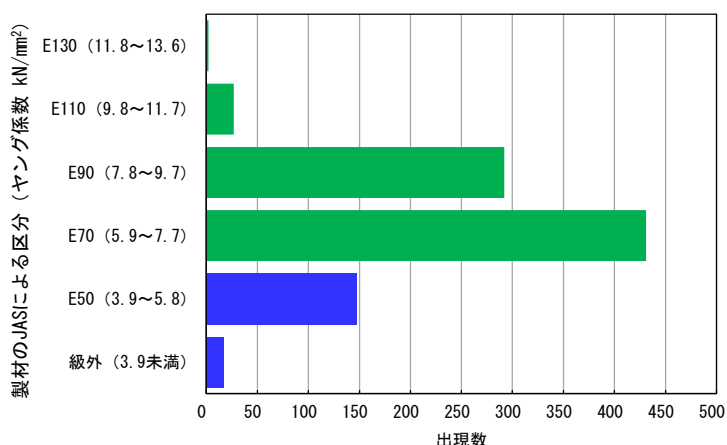
①丸太の強度区分において、丸太はヤング係数 E70 以上のものが選び出されました。しかし、②製材の強度等区分では、E50 以下の製材も少なからず出現しました。これは、木取りの影響と、ヤング係数を計算する際の長さや密度それぞれの設定値と実際の値との差異が少なからず影響を及ぼしたと考えられます（前述の（式 1）参照）。丸太の強度区分により、製材は E50 以下の割合が低減でき、E70 以上の割合が高まって高い歩止りに寄与したと考えられます。

ウ 木材市場でのスギ特 A 材供給の取り組み

丸太の強度区分の取り組みは、その後、大田市内にある木材市場でのスギ特 A 材の供給に活かされました。特 A 材とは木材市場の独自基準を満たした製材用丸太です。曲がりや欠点（割れ、シミ、腐れ）が少なく、年輪幅も均一で外観形質が優れ、かつヤング係数は簡易検査器による実測で E70 以上の丸太とされました（写真－3 左）。そして、特 A 材は特別に表示した上で競りにかけられました（写真－3 右）。

丸太の価格は、一般材（14 千円/m³）よりも 2～3 千円/m³ 高く取り引きされ、A 材の価値向上を实践した取り組みでした。

この取り組みは令和 5 年度で終了しましたが、丸太と製材での強度区分は公共建築物の木造化に際して現在も続けられています。公共建築物の木造化に係るスギ丸太と製材の強度区分の取り組みによって、市有林産スギ材を利用した公共建築物が実現されました。さらに、地元の関係事業者の技術力の向上と事業者間の連携強化が図られ、公共建築物の木造化に対応できる製材供給の体制が整えられました。



図－7 公共建築物（道の駅）に使用したスギ製材のヤング係数分布

Note. 総数：916 体、材種：正角（柱等）と平角（梁桁等）で主に心持ち材、製材寸法：断面 155×155～335mm、長さ 2.5～8.3m（仕上げ加工前）



写真－3 木材市場でのスギ特 A 材供給の取り組み
左：簡易検査器による丸太のヤング係数の測定
右：スギ特 A 材の表示をして競りにかけられる丸太

4 まとめ

本研究では、スギ丸太のヤング係数をはい積み状態で測定する方法を検討しました。そして、島根県大田市での公共建築物（道の駅）の木造化に関わり、市有林産スギ丸太の強度区分に活用するとともに、製材の強度区分についても技術支援を行いました。

丸太をヤング係数に基づいて強度区分することによって、一定以上の強度性能を有する製材を効果的に選び出すことができ、高い歩止りに寄与したと考えられました。今後、非住宅建築物への製材の利用拡大に向けて、強度区分されたスギ A 材の需要が高まることが期待されます。

謝辞

本研究の実施にあたり、島根県中山間地域研究センター木材利用科の皆様にご協力頂きました。また、スギ丸太の調達にあたり、島根県西部農林水産振興センター県央事務所、益田事務所の各林業普及課の皆様、島根県中山間地域研究センター県有林管理スタッフの皆様にご協力頂きました。

公共建築物の木造化に係る技術支援にあたり、大田市役所産業振興部 元森づくり推進室の森山久利氏、柿本将人氏、元道の駅推進室の吉田貴宏氏にご協力頂きました。

ここに記して、皆様に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 林野庁 資料 I－3 原木とその用途（イメージ）：平成 27 年版 森林・林業白書、10、一般社団法人 全国林業改良普及協会、2015
- 2) 小泉章夫 針葉樹造林木のヤング率の変異：木材工業 53（5）、206～211、1998
- 3) 田中俊成 第 1 章 製材（1）製材 < 2 > 構造用：新しい木質建材、23～31、日刊木材新聞社、1995
- 4) 小長井信宏 木材市場での高強度スギ丸太の選別販売に向けた取組について～丸太強度の簡易な選別方法～：令和 2 年度森林・林業交流研究発表集録、64～70、近畿中国森林管理局、2021
- 5) 有馬孝禮、早村俊二、丸山則義、宮沢俊輔、古沢 信 木材の打撃音分析によるヤング係数と水分変動の評価：材料 39（444）、1228～1234、1990
- 6) 飯塚 寛 実績係数の算出について：日本林学会九州支部研究論文集 No. 27、19～

特別発表

- 20、1974
- 7) (公財)日本住宅・木材技術センター IV. 動的弾性係数の非破壊測定方法 2. 固有振動による方法：構造用木材の強度試験マニュアル、59～63、2011
- 8) 農林水産省 JAS1083-4 製材：機械等級区分構造用製材：JAS1083 製材、56～63、2019

審査委員長

◎国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所

支所長 軽部 正彦

皆様、2日間にわたりご参加いただき、また熱心なご発表を賜り、誠にありがとうございました。

関係研究機関の代表研究者による特別発表を除いた皆様の研究発表を拝聴し、審査委員で慎重に検討して、各賞を決定いたしました。WEB配信のトラブルなど、発表中には予期せぬ事態もありましたが、デジタルネイティブ世代の皆様は、十分に準備され練習されておられたのか、落ち着いて対応されていた点が非常に印象的でした。

以下、各賞につきましてコメントを申し上げます。

◆近畿中国森林管理局長賞

○桧股国有林における1年生コンテナ苗の植栽による造林コストの低減について

奈良森林管理事務所

投資回収機会が2倍となる可能性が示され、今後の展開・発展が楽しみな内容でした。

○鹿防護柵の沢部設置方法の検討について

～設置経費の節減と破損リスク軽減の両立を目指して～

広島北部森林管理署

現場担当者の悩みを解決する対策の要点を、的確に整理・検証して、新たなステージへと誘う内容でした。

◆国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所長賞

○竹被覆工によるシカ被害対策の効果検証

和歌山森林管理署

シカ被害対策と放置竹林問題という、現場で直面している異なる2つの課題を、まとめて解決し得る可能性を示した、極めて興味深い内容でした。

◆国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター
関西育種場長賞

○少花粉スギ生分解性コンテナ苗植栽に係る共同実証試験

(4年間の研究結果について)

鳥取森林管理署・鳥取県林業試験場

植栽後の苗への影響を丁寧に検証されており、生分解性コンテナ苗を活用した現場作業の生産性向上に資する成果が得られていると評価しました。

◆一般社団法人 日本森林技術協会 理事長賞

○藻類を配合した航空実播工における BSC 形成の効果

島根森林管理署

災害復旧効果の向上を目的とした実証研究であり、ポイント押さえた分かりやすい発表が印象的でした。

◆一般財団法人 日本森林林業振興会 会長賞

○樹木採取権制度を活用した効率的かつ安定的な林業経営の一考察

～「近畿中国 1 新見樹木採取区」の実施状況について～

株式会社戸川木材・近畿中国森林管理局資源活用課・岡山森林管理署

新しい制度の実証について、当事者からの分かりやすい報告が印象的でした。今後、制度が広まるきっかけに繋げていただきたい内容でした。

◆森林・林業交流研究発表会 審査委員長賞

災害復旧対応、デジタル技術の併用による脱技能化・省力化・迅速化など、次代の森林活用に向けた新たな取り組みと共に、未来を担う皆様の積極的な姿勢を評価して、6点を選出いたしました。今後、一層の発展・展開を期待しております。

森林・林業分野の研究では、総合的な視点や新しい組み合わせや工夫が現場で生きてまいります。

研究発表においては、それら取り組みの成果を正しく伝えていただくために、対象・方法・結果・考察・結論を明確にして、過去の研究との違いや、提案する技術や内容の価値や位置づけを客観的に示していただくことが重要です。

また実際の発表では、用語、前提条件、背景、経緯などを、専門外の方にも理解できるよう、丁寧に説明することが求められます。

研究用語の選択においても、誰に伝えたいのか、受け取って欲しいのかを意識して、受け手に合わせて理解して貰える言葉を選んで伝えることが大切です。商品名を避けて一般名を使うなど、本質の議論に集中できるよう、より中立的な表現を用いるなどの配慮も大切です。

研究者にとって、研究成果を理解してほしい、自分が重要と考える点を共有したいという思いは自然なものであり、発表はその実現の場です。研究には、対象を調べる「調査」と、新たな価値を生む「開発」があります。調査では結果を左右する鍵を探し、開発では組み合わせや適用範囲の拡大が中心となることが多いと思います。

発表の際には、選定した対象、どう攻めるかの方法、そうして得られた結果、その結果を考察、そしてそれらをまとめる結論、と、研究の大きな幅の中の自らの立ち位置を分かりやすく整理し、伝えることが重要です。どれほど優れた研究の中身であっても、伝わらなければ評価されません。受け手にとっての当り前を想像して、それに合わせた説明と表現を工夫することが大切です。

また説明の際には、自身の日頃の研究の積み重ねがどのように過去の研究と異なるのか、どのような変化が生じているのか、を明確に示していただきたいと思います。結果が同じであれば、既往の研究の価値が継続していることを示すことにもなりますし、結果が異なると

いるとすれば、適用した方法、あるいは社会や自然の状況、そしてそれらの環境などの変化が影響した可能性を考察して、説明することが望まれます。

要旨集や発表集録は公開情報として長く残り、参照され続けるものです。発表が一時的なものであっても、記録には責任が伴います。自身の考えを整理し、他者が活用できる形で残していただくことを期待しております。

私自身、過去の研究発表要旨集を読み返すと、当時、考えていたことがよみがえることがあります。背景や方法選択の理由が分からなくなるような要旨は望ましいものではありません。後から読んでも納得できる記録を残すことが大切です。

森林をより良く利用し、その恵みを最大限に活かすためには、多面的な検討が不可欠です。視点や立脚点、見方（角度）を変えることで新たな気づきが生まれます。（一面的・平面的ではなく）立体的に捉えることで物事の本質に迫ることができ、そのためには他者の見方を教えて貰うなど、自ら視点変えて考えることがその助けとなります。

森林も森林の恵みも、多面的な理解があつて初めて活用が進みます。交流を通じて他者の意見や見方、考え方に触れていただき、自身では気づけなかった点を学ぶ機会として、研究発表会が継続されることを願っております。

研究とは「研ぎ究める」と書きます。皆さんそれぞれの取り組みの継続と共に、多面的な検討を繰り返す、不断の研鑽が求められます。皆様の今後のますますのご活躍を祈念し、講評とさせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

審査委員

◎国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター

関西育種場 場長 山田 浩雄

昨年に続いて参加させて頂きました。どの発表課題も、日々の業務や学業の中で感じる疑問や現場で直面する課題を踏まえたテーマ設定がなされており、大変興味深く聞かせて頂きました。限られた発表時間の中で、研究の背景、方法、成果を分かりやすく伝えようと工夫されていたと思います。表彰された課題とされなかった課題がありますが、その差は僅かであり、課題の着眼点が斬新であるか、地域の課題やニーズを踏まえているか、成果の波及効果が大きいか、普及が容易か、汎用性があるか、説明の仕方が良かったかなどの評価が高かった課題が表彰された印象をもちました。今回の成果が、それぞれの疑問や問題の解決、業務への実装に繋がることを期待いたします。

◎京都大学大学院 農学研究科 森林科学専攻 森林・人間関係学研究室

教授 立花 敏

EBPM (Evidence-Based Policy Making、証拠に基づく政策立案) がますます重要になっています。私たちのような大学や研究所に勤務する者だけではなく、森林・林業交流研究発表を行った森林管理署の技官の皆さん等の実験や調査の結果が Evidence として政策立案に活かされるようになっていきます。その観点でも、発表された皆さんの実験や調査の結果は大変興味深く、関係する政策立案に対して参考になるものがあつたと感じます。実験や調査のプロセスや結果が丁寧に述べられた発表が多かつたという印象ですし、発表のスライドや構成も一段と見易くなり、良くなっていました。

要旨や発表の中で、実験や調査の目的(課題)を明示すると一層良くなると感じるものがありました。具体的には、それぞれの問題認識や背景のもとで実験や調査の目的・仮説があり、それに対して適切な手法を用い、分析結果を得て、それを考察するという手順で、要旨や発表を構成していくことです。また、昨年も記載しましたが、これまでに紹介された成果や、他の森林管理局における発表会の成果を踏まえることも意識していただきたいと思いました。

◎フィールドサイエティ 事務局長 久山 慶子

様々な方法を模索し、新しい技術を駆使して尽力されている発表を聴きながら、あらためて自然環境と対峙することの重大さについて考えさせられました。いずれの活動も継続され、社会の価値観につながるよう、時間をかけて検証されることが望まれます。

森林は古来、風土として、水や食べ物やエネルギーの源として、人の生活を支えてきた存在です。しかし、その関係性が暮らしから遠ざかってすでに久しく、様々な課題への取り組みも林業や森林に携わる人々に託されているかようになってしまいました。

もっと地域ごとに、自然環境としての森林と暮らしとの接点を見出していかなければならないと感じます。森林・林業について考え合えた交流会が、その醸成に活かされることを祈念いたします。

◎地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所

環境研究部長 石原 理恵

社会全体でのカーボンニュートラルやネイチャーポジティブの実現に向けて、森林の保全・再生や林業の活性化は非常に重要です。また、森林は、水源の涵養や土砂災害の防止といった機能に加え、私たちの心に安らぎをもたらすなど、かけがえのない恩恵を提供してくれています。本日の研究発表は、日々現場で挑戦を続ける人々にとって大きな励みとなるとともに、高校生から若手・中堅、ベテランまで、様々な主体が各々の視点や発想、経験を活かした新しい取組成果を共有することで、全国的な展開を加速させ、未来を切り拓いてくれるものと大きな希望を感じました。皆さまの取組や熱意が多くの方々にも広く届くことを願っています。

◎島根県中山間地域研究センター 農林技術部長 福井 修二

高校、公設試験場、林業事業者など森林管理署以外の参加機関等から、幅広い分野の発表があり、多面的に森林・林業を考える契機となる良い交流会と思えました。調査の計画・実施から発表まで取り組まれた方々は貴重な経験をされ、また、物を見る解像度が高まり、考える深度が深められたと思えます。森林管理署と地方研究機関など共同で調査された発表は、試験設計、データ分析・考察が充実した良い発表でした。効果の判定には継続調査が望まれる発表も多く、今後の調査と適切な評価のうえ、有益な技術として普及につなげていただきたいと思えます。実用化が求められる興味深い発表が多かったので、大いに期待しております。

◎近畿中国森林管理局 計画保全部長 石上 公彦

発表者の皆様方におかれては、業務や学業のかたわら、それぞれの立場で課題解決に取り組まれており、敬意を表します。

能登半島の被災地における施工方法の工夫については、建設資材不足の中、復旧に支障が生じないよう取り組んだものであり、地域への貢献度が大きいと感じました。

また、約10年にわたる取組をまとめた竹被覆工によるシカ被害対策の効果検証や、1年生コンテナ苗の植栽、シカ防護柵の沢部設置方法の検討、樹木採取権制度を活用した効率的かつ安定的な林業経営、藻類を配合した航空実播工などは実践的な発表であったと思えます。他の発表も良い内容のものが多かったと感じています。

引き続き研究に取り組まれ、地域の課題解決が進んでいくことを期待します。

◎近畿中国森林管理局 森林整備部長 近藤 匡

森林・林業を取り巻く様々な課題に対して、多様な立場から問題意識を持って取り組んだ成果を発表いただき大変興味深く聴かせていただきました。

森林管理署等の職員からの発表は、日々取り組んでいる業務の中で工夫した点や得られた成果等を発表していただきました。国有林の現場では地域の課題に対して様々な取組をしています。そうした取組を広く知っていただくよい機会となったと思えます。

研究機関や教育機関、林業事業者、高等学校の生徒の皆さんといった幅広い団体からの発表では、国有林の現場とは違った視点で取り組まれたものが多く、また、枯れ木の発見方法の工夫は国有林の現場でも活用できるのではないかと紹介いただきました。それぞ

れの対場で行った成果を出し合っ情報交流できるのが本交流研究発表会醍醐味だと感じました。

来年も様々な立場の方々からの発表が聴けることを期待しています。

受賞結果

近畿中国森林管理局長賞

○桧股国有林における1年生コンテナ苗の植栽による造林コストの低減について

奈良森林管理事務所 早子 航
辻村 学

○鹿防護柵の沢部設置方法の検討について

～設置経費の節減と破損リスク軽減の両立を目指して～

広島北部森林管理署 田口 高行
森永 啓吾

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所長賞

○竹被覆工によるシカ被害対策の効果検証

和歌山森林管理署 正司 康智
三浦 はな

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター 関西育種場長賞

○少花粉スギ生分解性コンテナ苗植栽に係る共同実証試験

(4年間の研究結果について)

鳥取森林管理署 藤井 亮太
鳥取県林業試験場 柴田 寛

一般社団法人日本森林技術協会 理事長賞

○藻類を配合した航空実播工におけるBSC形成の効果

島根森林管理署 根村 輝

一般財団法人日本森林林業振興会 会長賞

○樹木採取権制度を活用した効率的かつ安定的な林業経営の一考察

～「近畿中国1新見樹木採取区」の実施状況について～

株式会社戸川木材 戸川 睦徳
近畿中国森林管理局資源活用課 斎藤 俊彦
岡山森林管理署 伊藤 由希

森林・林業交流研究発表会 審査委員長賞

- 被災地における建設資材（生コン）供給量不足の懸念に対する取り組み
～令和6年能登半島地震・奥能登豪雨の早期復旧に向けて～

石川森林管理署 四宮 臣人
岡倉 洋平

- Potential of wood products

～未来に繋げる京都府内産木材の利用～

京都府立北桑田高等学校 岩間 龍之介
川路 優真
田中 悠仁
三橋 マイラ
安井 夕加里

- ICT活用による林道業務の効率化に関する取組
－地上レーザスキャナ「アウル（OWL）」の実証－

滋賀森林管理署 奥田 成拓
上田 富一

- シカの行動調査と学校林の有効利用

兵庫県立山崎高等学校 大村 莞月
上村 春翔
藤原 龍真

- 「みえ森林教育ビジョン」に基づく取組の促進に向けた「みえ森林教育プログラム」の作成について

三重県林業研究所 瀧川 史也

- クヌギ林とクリ林の育成による「広葉樹林業」のモデル構築

～大都市近郊の里山で豊かな生物を育み、生物の多様性を未来につなぐ～完了・検証編

大阪府森林組合豊能支店 小島 洋平
橋田 卓也

審査委員名簿

審査委員長	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所 支 所 長 軽 部 正 彦
審 査 委 員	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター 関西育種場 場 長 山 田 浩 雄
"	京都大学大学院 農学研究科 教 授 立 花 敏
"	フィールドソサイエティー 事 務 局 長 久 山 慶 子
"	地方独立行政法人 大阪府立環境農林水産総合研究所 環境研究部長 石 原 理 恵
"	島根県中山間地域研究センター 農林技術部長 福 井 修 二
"	近畿中国森林管理局 計画保全部長 石 上 公 彦
"	近畿中国森林管理局 森林整備部長 近 藤 匡

令和8年（2026年）3月発行

令和7年度 森林・林業交流研究発表集録
（通算58回）

編集・発行 近畿中国森林管理局
〒530-0042
大阪市北区天満橋1丁目8番75号
TEL : 050-3160-6749（技術普及課）
E-mail : kc_fukyu@maff.go.jp