

令和 2 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

今年は新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、国内にとどまらず世界的な規模で多くの課題に直面することとなりました。木材需要の縮小や丸太価格の下落などの、私たち森林・林業を取り巻く環境も依然と厳しい状況が続く中であって、アフターコロナの林業・木材産業のあり方を模索することが求められております。



昨年度から森林経営管理制度の運用と森林環境譲与税の譲与が始まり、市町村による森林の集約化、森林整備の推進や木材需要の拡大等が期待される中、今後の林業の成長産業化を推し進める礎となるのは、研究・教育機関を含む関係者が連携した新しい技術開発と森林・林業の次世代を担う若手の育成にほかなりません。

令和2年度の発表会は、民間ホールを会場として、Webによる研究発表という新しいスタイルを取り入れました。また、同時にYouTubeによるライブ配信を行い、発表会当日に傍聴参加できない方でも視聴できるようになりました。そうした中、近畿中国森林管理局の職員に加え、森林大学校や高校の生徒をはじめとする教育機関、自治体、研究機関、森林組合など、14機関・団体にご参加いただきました。

本集録は、令和2年度の研究発表会で発表いただいた24課題をまとめたものです。シカの被害対策や低コスト造林の取組、早生樹造林、木材有利販売の取組など地域の課題に密着した幅広いテーマが取り上げられています。本集録が、今後の地域の森林・林業の発展の一助となれば幸いです。

発表いただきました皆様には、厚く御礼申し上げますとともに、森林・林業の発展や地域の課題解決に向けた取組がさらに進展することを御祈念いたします。

令和3年3月

近畿中国森林管理局長 山口 琢磨

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

○セヶ所山国有林の複層林における生産事業について 6
～下木損傷調査等から複層林施業を検証する～

広島北部森林管理署 山本 光夫

○1年生コンテナ苗の植栽試験について 14

奈良森林管理事務所 春名 誠
本谷 駿介

○スギ・ヒノキコンテナ苗の植栽後の活着率、初期成長と雪害抵抗性 22
～1年生苗と2年生苗の比較～

島根県中山間地域研究センター 陶山 大志
島根森林管理署 高田 隼輔

○冬下刈り試験の実施について 27
～下刈りの省力化による作業環境の改善を目指して～

和歌山森林管理署 河合 敏宏
大島 明里

○ICTを活用した丸太材積の測定方法について 32

鳥取森林管理署 都 賢太郎

○滑マツ稚樹育成における刈出し効果に関する考察 39

山口森林管理事務所 檜木野 俊昭

○3次元点群データを用いた森林管理 43

近畿中国森林管理局 森林技術・支援センター 坪倉 真

○リサイクルビーズを利用した資源の有効活用に向けた取組について 50
(国研) 森林研究・整備機構森林整備センター

松江水源林整備事務所 山田 道昭
杉山 悠太
カノウエフエイ株式会社 松本 健時

○ペカン増殖に向けた取組……………	56
～早生樹及び果樹としての可能性を探る～	
岡山県農林水産総合センター森林研究所	西山 嘉寛 新原 一海

○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……………	64
～丸太強度の簡易な選別方法～	
兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター	小長井 信宏

II 森林保全

○保安林整備事業における丸太筋工の改良による負担軽減の取組について……………	71
三重森林管理署	橋本 徹 川上 吉伸

○防護柵の維持管理コストの削減について……………	79
～ドローンを活用したコスト削減効果の検証～	
滋賀森林管理署	山口 真一

○継続したシカ捕獲事業の取組経過と今後の課題について……………	85
京都大阪森林管理事務所	岡本 哲知

○都市部国有林林縁部の森林整備による土砂流出対策の提言……………	91
～堂徳山国有林の森林整備から15年経過して～	
兵庫森林管理署	貫井 洋介 山本 康二

○緑をとりもどせ！……………	98
～生態系の多様性の保全と土砂崩壊の防止を目指して～	
鳥取県立智頭農林高等学校	木村 梓馬 坂本 雅治 川下 翼

○石川県の白山周辺地域におけるニホンジカの生息状況について……………	102
～調査成果を捕獲事業へ活用～	
石川県白山自然保護センター 石川森林管理署	北市 仁 山口 静瑠

Ⅲ 木材・特用林産物、森林とのふれあい、担い手育成

- 林福連携による世代を超えたつながりで創る木工製品 …………… 108
京都府立北桑田高等学校 谷 風 凜
神谷 遼
市原 旦
- 丹後地域の社叢林の特徴について …………… 111
～巨樹から見える丹後の自然・歴史～
京都府立宮津高等学校 宮下 真之
西川 銀之助
坂根 知樹
松田 健吾
和田 庄世
- 360度カメラを活用した森林ふれあい体験の取組 …………… 117
～VR森林散策～
近畿中国森林管理局 技術普及課 井上 創太
- 森林大学校における実習現場でのリスクアセスメントについて …………… 121
～林業機械学実習を安全に実施するために～
兵庫県立森林大学校 齋藤 尚一
- 国産キハダの栽培推進と優良な県産製品の拡大に向けた奈良県研究分野統合本部の
挑戦 …………… 128
～育苗と木材利用、どう育てるか、どう使うか～
奈良県森林技術センター 酒井 温子
久保 健
成瀬 達哉
今治 安弥
清川 陽子
- 市民林業士制度の歩みと課題 …………… 135
大阪府森林組合三島支店 原田 泰治
原田 美鈴
株式会社組合立森林研究所 西川 静一
- 腐葉土づくりと活用法の研究 …………… 141
兵庫県立山崎高等学校 吉岡 和輝
末澤 柊人
石原 悠貴
- 里山広葉樹材需要拡大ワーキンググループの取組 …………… 145
～広葉樹利用を取り巻く現状と課題について～
近畿中国森林管理局 技術普及課 磯崎 愛永

審査委員講評	149
受賞結果	154
審査委員名簿	156

※ 本文の名前欄の○印は代表発表者

(3) 複層林の特徴

複層林施業のメリットとしては次の点があげられます。

- ア 上木の伐採があっても、常に樹木が林地に生育している状態が保たれ、水源涵養や土砂流出防備等の公益的機能が維持される。
- イ 様々な階層の樹木が存在することにより、生物多様性の保全に寄与できる。
- ウ 上木が存在することで、下刈り作業の簡素化や作業強度の低減効果がある。

一方、複層林施業のデメリットとして次のような指摘があります。

- ア 上木を適正に伐らないと、下木に十分な光が当たらず、成長が遅れる。
- イ 上木を伐採する際、下木を傷めないように伐採することが非常に難しく、コスト高になってしまう。
- ウ 一般に単層林を複層状態に誘導していくには長期間を要し、急激な複層林造成は風害等の森林被害を招きやすい。

このような点を踏まえ、令和元年度の生産事業では、森林作業道を作設し、高性能林業機械による終伐（上木全木伐採）及び受光伐（上木間伐）を実施しました。

2 調査地の概要

(1) 位置

調査地の七ヶ所山国有林は、広島県の北東部、庄原市西城町に位置します。島根県・鳥取県とも隣接しており、中国山地脊梁部分で標高は高く、地形も急峻です。当国有林は、スギ・ヒノキの人工林を主体とし、ほぼ全域が水源かん養保安林に指定され、江の川水系の西城川の水源にもなっています。

(図-2)

令和元年度に生産事業を行った事業地の位置は、図-3のとおりです。

そのうち、8と林小班は、複層林施業指標林に設定されています。

(図-3の黒枠囲み)

(2) 地況及び林況

調査地の地況に関しては、方位、傾斜等に若干のばらつきはあるものの、際だった変動因子はなく比較に問題はありませ

ん。林況は、下木の植栽方法、樹種決定について、国土保全等公益的機能に配慮しつつ現地の実態に応じ弾力的に対応しています。

気象条件については、当該国有林全体が多雪地帯に当たり、ヒノキ下木の多くに根曲がりが見られます。

また、ニホンジカの生息は見られません。



図-2 位置図

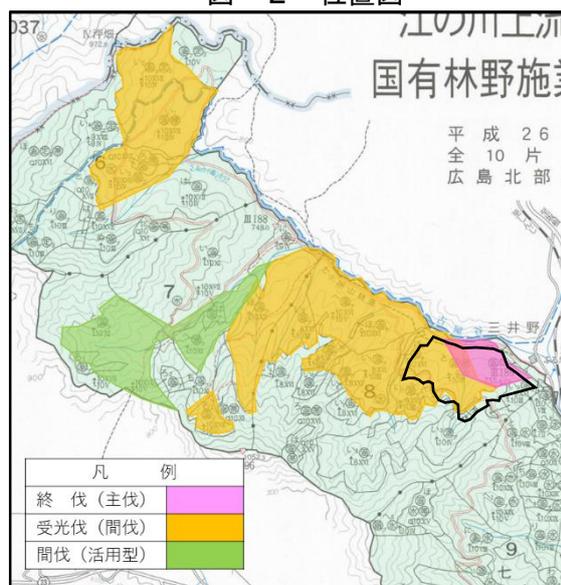


図-3 位置図

(3) 施業履歴等

施業履歴及び作業内容は表-1のとおりです。

表-1 施業履歴・作業内容 (R1の伐採率は材積率)

林班	小班	複層林区分	今回の作業種	上木林齢	下木林齢	複層林施業体系表の上木伐採 (伐採率は本数率)				R1事業のHa当たり伐採数量		上木の平均値 胸高直径 / 樹高
						更新伐 50% 60年	第1回 受光伐 50% 70年	第2回 受光伐 40% 80年	終伐 120年	本数 (本)	材積 (m3)	
6	い1	群状伐採 (モザイク型)	受光伐	87	26	H6	H15	R1 スギ14% ヒノキ19%	-	48	69	スギ42cm/23m ヒノキ40cm/23m
8	へ	単木伐採	受光伐	82	28	H4	H15	R1 スギ18% ヒノキ26%	-	40	73	スギ54cm/27m ヒノキ40cm/23m
8	と	単木伐採	受光伐	82	26	H6	H15	R1 スギ19% ヒノキ15%	-	39	77	スギ52cm/26m ヒノキ40cm/18m
8	と	単木伐採	終伐	82	26	H6	H15	R1 スギ・ヒノキ100%	-	182	317	スギ44cm/25m ヒノキ42cm/18m

※ 更新伐時に、下層に ha 当たり 2,000 本のスギ及びヒノキを植栽しています。

3 取組の内容と結果

(1) 調査内容

ア 下木の損傷調査

単木伐採区の終伐、単木伐採区の受光伐、群状伐採区 (モザイク型) の受光伐の3つの伐採区ごとに、15m 四方の調査プロットを2箇所設定し、その中の下木について傾斜、倒伏、幹折れ、梢端折れ、枝折れ、樹皮剥離、損傷なしの7区分を調査しました。

イ 請負事業体への聞き込み

作業における工夫について聞き取りをしました。

ウ 下木の生育状況調査

下木損傷調査と合わせて樹種ごと、直径、樹高、直、曲がり毎木調査しました。

(2) 調査結果

ア 下木の損傷調査

下木の損傷調査の結果については、表-2~4のとおりです。

表のうち損傷が重複しているものは () で別計上しています。

(ア) 単木伐採区の終伐 (上木の全木伐採) では、45%が損傷を受けていました。(表-2) 特に幹折れ、梢端折れが多く、傾斜、倒伏、樹皮剥離など複数の損傷が重複していました。(写真-4~6)

表-2 終伐箇所の下木損傷調査結果

調査プロット番号	下木の様態	傾斜	倒伏	幹折れ	梢端折れ	枝折	樹皮剥離	損傷率	損傷なし	調査プロットの 下木本数
1	本数	(5)	(3)	7	7	0	(4)	14 (12)	11	25本
	%	2.0	1.2	2.8	2.8	0	1.6	5.6	4.4	
2	本数	1	2	0	0	1	2 (2)	6 (2)	13	19本
	%	5	1.1	0	0	5	1.1	3.2	6.8	
計	本数	1 (5)	2 (3)	7	7	1	2 (6)	20 (14)	24	44本
	%	2	5	1.6	1.6	2	5	4.5	5.5	

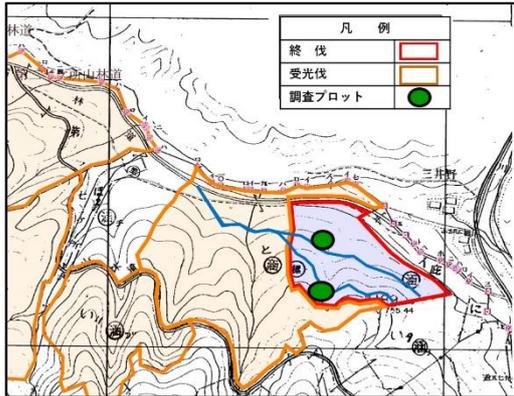


図-4 終伐箇所位置図



写真-1 終伐箇所航空写真



写真-2 単木伐採区終伐実施前

写真-3 単木伐採区終伐実施後



写真-4 梢端折れ



写真-5 幹折れ



写真-6 調査時の様子

(イ) 単木伐採区の受光伐(上木の20%抜き伐り)では、8%が損傷を受けていました。(表-3)倒伏、幹折れの損傷が主でした。(写真10~11)

表-3 受光伐箇所の下木損傷調査結果

調査プロット番号	下木の様態	傾斜	倒伏	幹折れ	梢端折れ	枝折	樹皮剥離	損傷率	損傷なし	調査プロット下木本数
1	本数	0	3	1	0	0	0	4	2.9	3.3本
	%	0	9	3	0	0	0	12	8.8	
2	本数	0	0	1	0	0	0 ⁰ (1)	1	2.5	2.6本
	%	0	0	4	0	0	0	4	9.6	
計	本数	0	3	2	0	0	0 ⁰ (1)	5 ⁵ (1)	5.4	5.9本
	%	0	5	3	0	0	0	8	9.2	

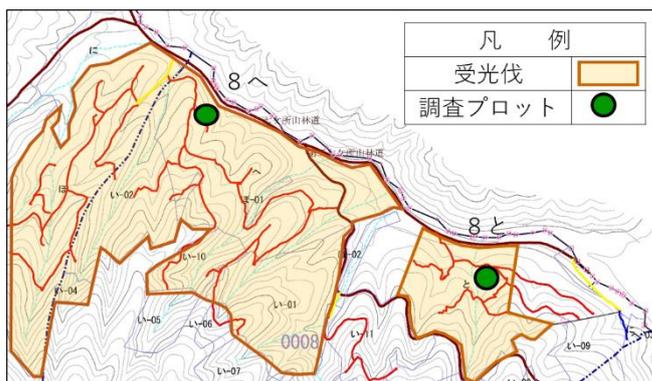


図-5 受光伐箇所位置図



写真-7 調査プロット付近



写真-8 単木伐採区受光伐実施前



写真-9 単木伐採区受光伐実施後



写真-10 樹皮剥離



写真-11 倒伏

(ウ) 群状伐採区 (モザイク型) の受光伐 (上木の17%抜き伐り) では9%が損傷を受けていました。(表-4)

表-4 群状伐採区受光伐調査結果

調査プロット番号	下木の様態	傾斜	倒伏	幹折れ	梢端折れ	枝折	樹皮剥離	損傷率	損傷なし	調査プロット下木本数
1	本数	0	0	0	1	0	1	2	4	44本
	%	0	0	0	2	0	2	5	9	
2	本数	1	0	1	1	0	3	6	3	42本
	%	2	0	2	2	0	7	14	8	
計	本数	1	0	1	2	0	4	8	7	86本
	%	1	0	1	2	0	5	9	9	

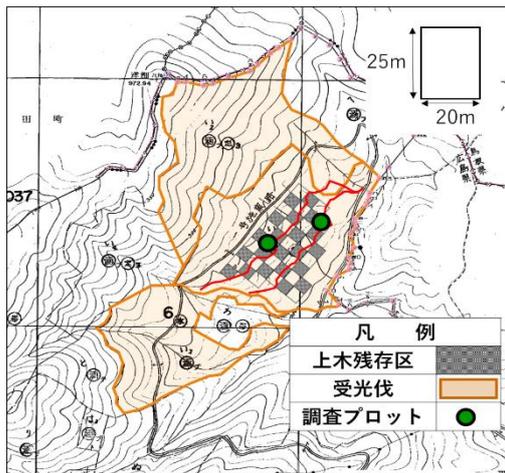


図-6 群状伐採（モザイク型）位置図



写真-12 モザイク型航空写真



写真-13 幹折れ



写真-14 樹皮剥離

以上の（ア）～（ウ）の調査結果から、終伐時の下木損傷は45%程度、受光伐では10%程度であることが分かりました。

イ 請負事業体への聞き込み

当該請負事業の事業者へ作業時の工夫について聞き込みを行った結果は次のとおりです。

（ア）損傷の少ない空間への倒し込みで損傷を低減。（森林作業道への倒し込み、被害部分を最小限に留めるため凹地等へ倒し込み場所の集中。）

（イ）伐倒木を枝払いし、ロウソク状にして集材。

以上のとおり作業方法を工夫したことで損傷が低減したものと推測できます。

ウ 下木の生育状況調査

今回は損傷状況の調査と合わせて、下木の生育状況も調査しました。

表-5は、調査プロットの下木の胸高直径と樹高を計測した結果です。

表の横が胸高直径、縦が樹高、（ ）が本数で、樹高は胸高直径級ごとに集計し、平均値を四捨五入しました。

表－5 下木の生育状況調査結果

林班	小班	下木林齢	今回の作業種	複層林区分	樹種	胸高直径 (cm)							備考
						4 cm	6 cm	8 cm	10cm	12cm	14cm	16cm	
6	い1	26	受光伐	群状伐採 (モザイク型)	ヒノキ	4m (11)	5m (30)	6m (25)	6m (13)	6m (4)	8m (2)	16m (1)	平均樹高 (m) 8.3cm 樹高 5.7m
8	へ	28	受光伐	単木伐採	ヒノキ	5m (3)	5m (8)	5m (11)	6m (6)	6m (4)	7m (1)		
8	と	26	受光伐	単木伐採	スギ		4m (1)	5m (4)	6m (6)	10m (1)	9m (9)	7m (2)	
8	と	26	終伐	単木伐採	スギ ヒノキ	4m(3) 4m(5)	4m(5) 5m(4)	4m(2) 5m(5)	7m(8)	7m(9)	7m(2)	8m(1)	

一般的な造林地と比較すると、26～28年生にしては生育不良ですが、複層林施業体系図(図－1)と比較すると、体系表の胸高直径、樹高は20年生で7.1cm、5.7m、30年生で11.3cm、8.6m、これに対し調査プロットの全平均の胸高直径、樹高は8.3cm、5.7mであり、やや成長が遅いものの、ほぼ同程度に生育していることが分かりました。

(3) 結果・まとめ

本研究では、複層林区分ごと伐採方法ごとに、下木損傷状況と下木の生育状況について調査を行いました。

まず一点目の下木損傷については、受光伐時の下木損傷率が約10%程度であったのに対し、終伐時の下木損傷率は45%程度でした。

また、損傷率は伐採率にほぼ比例する形で増加していました。

調査結果から、2回目以降の受光伐を、ha当たり40本程度(15m四方に1本の感覚)を目安に実施すれば、下木損傷率は10%程度で収まると考えられます。

一方、終伐時には下木を50%程度抜き伐りしておく必要があると考えられます。

次に、二点目の下木の生育状況については、複層林施業体系図(図－1)と比較して、おおむね合致していることが分かりました。

今後、上木の受光伐(間伐)と下木の保育間伐を繰り返すことで、日照改善と成長促進が期待できるものと考えます。

4 おわりに

本研究の結果から、終伐時に下木を50%抜き伐りしておく従来の施業体系は、合理的であると考えられます。

しかし、終伐時に上木と下木の総本数の半分以上を伐採した場合、残存している下木の多数が損傷を受けてしまうと考えられ、経営上の観点からは、大きなロスが生じるようになります。

これに対し、上木の終伐を一度に行わず、数回に分けて行い、損傷木を中心に下木の間伐を実施すれば、終伐終了時の下木損傷ロスをより小さくできる可能性があると考えられます。

更には、下木を間伐する時は、上木を伐る時の伐倒方向を考えて選木を行うなどすれば、伐倒空間の確保にもつながり、下木損傷を低減できるのではないかと考えます。

最後に、今回の取組を通じて得られた結果を踏まえ、今後の下木損傷低減に向けた施業に向け、施業方法の更なる見直し、検討を継続していく考えです。

なお、本研究を実施した七ヶ所山国有林8と林小班は、複層林の施業指標林に設定され

ています。終伐後の林地の様子を見ることもできますので、複層林施業の一事例として、参考にしていただければ幸いです。

参考文献

- 1) 大阪営林局計画課 森林施業の基準、1989
- 2) 野田晋一ほか 単木伐採法による複層林上木の全面伐採－短期二段林の可能性を探る－、平成 26 年度森林・林業交流研究発表会（近畿中国森林管理局）、2014
- 3) 戸高朝憲ほか 七ヶ所山国有林の複層林施業の経過報告について、平成 11 年業務研究発表会（近畿中国森林管理局）、1999

1年生コンテナ苗の植栽試験について

奈良森林管理事務所 首席森林官 春名 誠
森林整備官 本谷 駿介

1 目的

我が国の森林は、戦後植林された人工林を中心に充実しつつあり、「伐って、使って、植える」といった森林資源の循環利用を確立する必要がある一方で、再造林にかかるコストをいかに削減するかが大きな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付が可能であるコンテナ苗を活用し、伐採から植付までの一貫作業を行うことでコストの低減を図ることが可能となりました。コンテナ苗については、国有林を中心に普及しつつあるものの、裸苗と比べて、①資材費等がかさむため価格が高い（近畿圏では、裸苗1本100円程度、コンテナ苗1本160円～180円程度）、②密植して育苗されるため、根元径が小さく、形状比が高くなる傾向があり（徒長苗）、苗木が倒伏しやすく、樹高成長が劣る可能性が示唆されているなどのデメリットもあります※(引用文献による)。このため、2年生コンテナ苗と比べて、生育期間が短く、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年生コンテナ苗と成長比較をしながら、育苗コストや活着状況、成長量、形状比との成長量の関係性などについて調査を行うこととしました。

なお、今回使用した1年生苗については、現地が保安林であり、その指定施業要件の中に「1年生以上の苗を植栽すること」とされていることを踏まえ、育苗期間が1年3ヶ月（2年生未満）のものを使用しました。

2 調査方法

(1) 育苗コストに係る調査

ア 調査内容

1年生コンテナ苗（以下「1年生苗」（育苗期間1年3ヶ月）という。）及び2年生コンテナ苗（以下「2年生苗」（育苗期間2年3ヶ月）という。）の育苗コストについて、苗木生産業者より聞き取り調査を行いました。

なお、今回の調査では、平成30年3月に播種し、翌年5月に出荷した苗を1年生苗、平成29年3月に播種し、翌々年5月に出荷した苗を2年生苗としました。

(2) 1年生苗の活着調査、成長量調査

ア 調査内容

1年生苗と2年生苗の成長量について、各苗木の樹高と根元直径を植栽時と成長期完了毎（今回の報告では1成長期完了後まで）に、活着状況調査については、成長期毎に行うこととしました。

イ 調査個所

奈良県吉野郡野迫川村桧股国有林 835 林班ろ小班
南向き斜面、標高 1,070m～1,090m、B D 土壌

ウ 植付時期

令和元年 6月 5日

エ 植栽本数

ヒノキ 1年生苗 50本
ヒノキ 2年生苗 50本

オ 獣害対策

本箇所は、ノウサギの被害が懸念されたことから、各苗木にポリエチレン製の単木保護管（H=75cm）を設置しました。



写真－1 桧股国有林植栽試験地

3 調査結果

(1) 育苗コストに係る調査について

ア コンテナ苗の育苗方法

今回の植栽試験で用いた1年生苗、2年生苗は、近隣府県の苗木生産者が育成した苗木を用いました。本生産者が行っている1年生、2年生苗の育苗方法は図－1のとおりです。1年生苗、2年生苗とも、3月に播種を行いビニールハウス内で育苗した後、6月頃に幼苗をポリポットに移植して育苗、その後11月頃にコンテナに移植し育苗しました。1年生苗は翌年5月頃に出荷を行い、2年生苗は翌々年の5月に出荷を行いました。

1年生苗																
H29						H30						H31 (R1)				
2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
													育苗トレイに播種	移植		
													ハウス	施肥		
														ポットで生育	移植	
														屋外	施肥	
															コンテナで生育	
															ハウス・屋外	
																出荷

2年生苗																
H29						H30						H31 (R1)				
2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
													育苗トレイに播種	移植		
													ハウス	施肥		
														ポットで生育	移植	
														屋外	施肥	
															コンテナで生育	
															ハウス・屋外	
																出荷

図－1 コンテナ苗の育苗スケジュール

イ コンテナ苗の種類

今回植栽試験で使用したコンテナ苗の種類については、生分解性コンテナを使用しました。生分解性コンテナとは、ポリ乳酸でできた生分解性の不織布で形成した容器を用いたものです。生分解性コンテナ苗とマルチキャビティコンテナ苗の特徴の比較は、表-1のとおりです。生分解性コンテナ苗のメリットとしては、生分解性であるので、容器をつけたままで植栽が可能であり、根鉢が崩れにくく、直接根に触ることがないので根を傷めることはありません。また、マルチキャビティコンテナでは、コンテナの底面や側面のスリットで空気根切を行うが、生分解性コンテナでは、不織布には通気性があるので容器全体で空気根切が可能です。さらに、マルチキャビティコンテナでは、苗木の抜き取りが難しく、通常出荷時の1回しか行わないが、生分解性コンテナでは、苗木の抜き取りが容易であり、苗木を抜き取って、苗木の高さ毎に揃え、出荷に備えることが可能です。

今回1年生苗を植栽するにあたって、生分解性コンテナ苗の特徴である容器をつけたままで植栽が可能で、根鉢が崩れにくいという点が、2年生苗と比較し、根鉢の形成が未発達であろう1年生苗に適していると考えられます。

表-1 生分解性コンテナとマルチキャビティコンテナ苗との特徴の比較

	生分解性コンテナ苗	マルチキャビティコンテナ苗
容器	生分解性不織布	トレイ
空気根切	根鉢全体	底面のみまたは底面と側面の一部
育苗中の苗木の移動	自在に任意の箇所に移動可能	可能であるが、専用の器具等が必要であり、根鉢が崩れる可能性もある
根系への接触	根鉢は不織布に覆われているため、接触なし	根鉢は、根が剥き出しになっており接触の機会多い



写真-2 生分解性コンテナ苗

ウ コンテナ苗の育苗コスト

苗木生産者から聞き取り調査をした1年生苗、2年生苗の育苗コストについては、表-2のとおりです。種子、培地、肥料、農薬、コンテナ容器等の資材費については、2年生苗で1本あたり48円、1年生苗で42円となりました。播種、培地詰、移植、出荷等の人件費については、2年生苗では50円、1年生苗では43円となりました。ビニールハウスや灌水施設等の施設費については、耐用年数期間から

算出すると2年生苗が40円、1年生苗が20円となりました。電気代等の光熱費は、2年生では16円、1年生では8円となりました。合計で、2年生が154円、1年生が113円で差は41円となり、今回の調査では、1年生苗は2年生苗と比べて育苗コストは26.6%経費が削減されることがわかりました。

表－2 2年生苗と1年生苗の育苗コスト比較

科目	2年生苗	1年生苗	差	
			金額	%
資材費	48	42	6	▲ 12.5
人件費	50	43	7	▲ 14.0
施設費	40	20	20	▲ 50.0
光熱費	16	8	8	▲ 50.0
合計	154	113	41	▲ 26.6

※10aあたり40,000本生産を想定。

(2) コンテナ苗の成長量等に係る調査について

ア コンテナ苗の形態

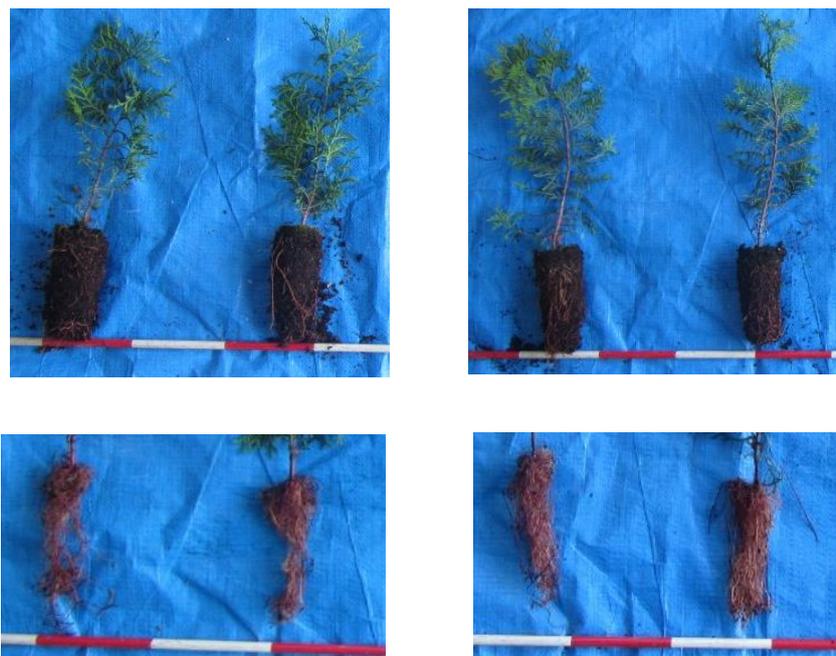
1年生苗と2年生苗の形態については、表－3のとおりです。苗高、根元径、地上部と地下部の重量(乾)の平均値は、すべて1年生苗の方が有意に低くなりました。このことから1年生苗は、2年生苗と比べて、小さく、軽量であることが示されました。

形状比については差がなかったが、2年生苗に対する1年生苗の苗高・根元径・地上部重量の比が0.8程度に対して、地下部重量は0.58と低い値となっており、またTR率についても同比が1.52と高い値となっていることから、1年生苗の根の成長は遅く、未発達であることが示されました。

表－3 1年生苗と2年生苗の形態の比較

区分	個体数 (本)		苗高 (cm)	根元径 (mm)	重量(生)		比較苗高 (形状比)	T/R率
					地上部 (g)	地下部 (g)		
1年生コンテナ苗 (ヒノキ)	5	平均	25.5	3.1	10.2	2.6	82.4	4.1
		標準偏差	(0.7)	(0.2)	(0.5)	(0.6)	(3.9)	(0.9)
2年生コンテナ苗 (ヒノキ)	5	平均	31.7	3.9	12.2	4.5	80.9	2.7
		標準偏差	(1.5)	(0.2)	(0.9)	(0.7)	(3.2)	(0.5)
比			0.80	0.79	0.84	0.58	1.02	1.52
			***	***	**	**		*

*** P<0.001,** P<0.01,* P<0.05



写真－1 植付時の1年生苗（左）と2年生苗（右）の根系の様子

イ 苗木の活着状況

1年生苗と2年生苗の1成長期後の活着状況（活着率）については、表－4のとおりです。1年生苗と2年生苗の活着率はそれぞれ96%、94%と高い活着率を示しました。枯損木は、すべてノネズミによる被害と推察され、獣害がなければ100%の活着率でした。よって、1年生苗は2年生苗と同様良好に活着することが示されました。

また、1成長期後の1年生苗の根系についても、2年生苗と同様、十分に発達している様子でした。

表－4 1成長期後の活着状況

	本数	活着数	枯死	活着率%
1年生コンテナ苗	50	48	2(2)	96%
2年生コンテナ苗	50	47	3(3)	94%

※()は獣害による枯死





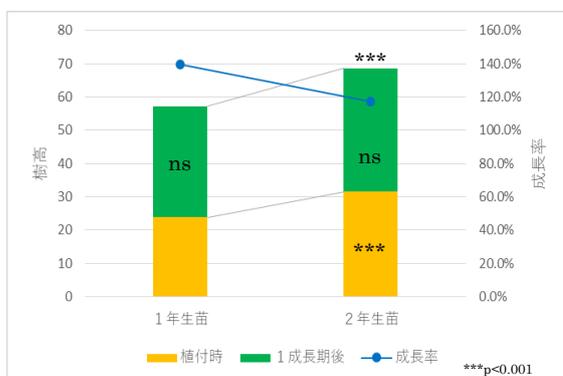
写真－2 1 成長期後の1年生苗（左）と2年生苗（右）の根系の様子

ウ 1年生苗と2年生苗の成長量、成長率の比較

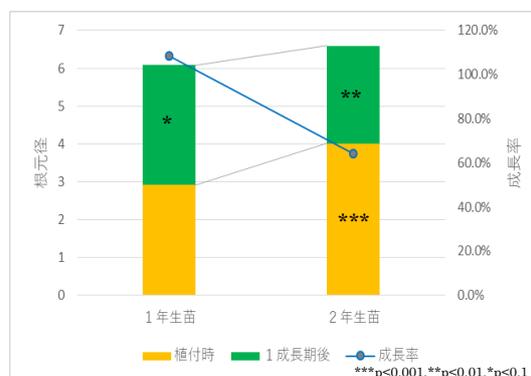
1 成長期後の1年生苗と2年生苗の樹高、根元径の成長量、成長率の比較については、図－2、根元径の成長量、成長率の比較については、図－3のとおりです。

樹高の1 成長期後の成長量については、1年生苗が約33cm、2年生苗が約37cmと同程度であり、差はみられませんでした。根元径の成長量については1年生苗が約3.2mm、2年生苗が約2.6mmとなり、1年生苗の方が有意に大きくなりました。成長率については、樹高では1年生苗が約140%、2年生苗が約117%となり、1年生苗の方が成長率は高くなりました。根元径についても1年生苗が約109%、2年生苗が約64%と、1年生苗の方が成長率は高くなりました。

このことから、1年生苗は、植付時の樹高は低く、根元径は小さいものの、1 成長期後の成長は良いことが示されました。



図－2 1 成長期後の樹高成長量、成長率の比較



図－3 成長期後の根元径成長量、成長率の比較

エ 形状比と成長率の関係

植栽時の形状比と1 成長期後の樹高、根元径の成長率の関係については、図－4、5のとおりです。樹高については、2年生苗は形状比と成長率とは負の相関が見られ、形状比が高くなると、樹高の成長が小さくなる傾向が見られたが、1年生苗の形状比と成長率との関係は、ばらつきが多く相関はありませんでした。

根元径については、1年生苗、2年生苗とも形状比と成長率とは正の相関がみられ、形状比が高くなると根元径の成長が大きくなる傾向が見られました。

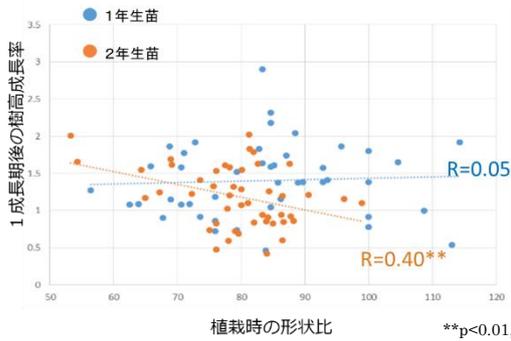


図-4 植栽時の形状比と1成長期後の樹高成長率の関係

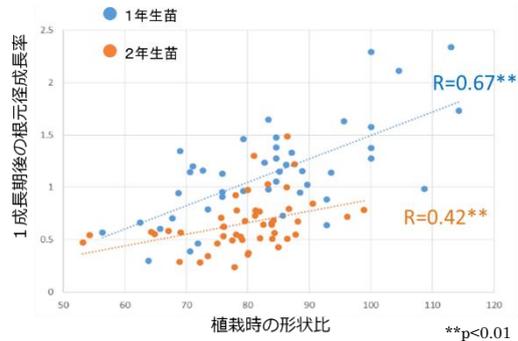


図-5 植栽時の形状比と1成長期後の根元径成長率の関係

オ 形状比の変化

2年生苗、1年生苗の植栽時から1成長期完了後の形状比の変化については、図-6、7のとおりです。植栽時は2年生苗、1年生苗の形状比がそれぞれ平均値79.2、83.8であったのに対し、1成長期後には、それぞれ105.7、95.8と高くなりました。また、70未満、70以上80未満、80以上90未満、90以上の階層においても、1年生の90以上以外はすべて、形状比が大きくなりました。

このことは、1年生苗、2年生苗とも根元径より樹高の成長量の方が大きいことを示しています。

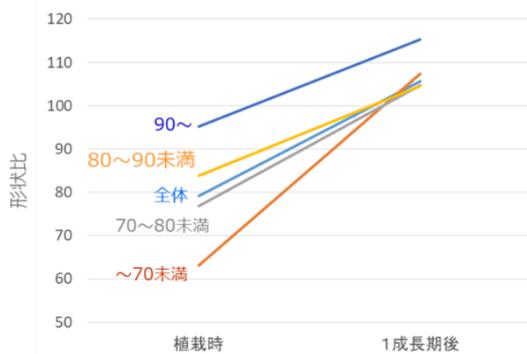


図-6 2年生苗の形状比の推移

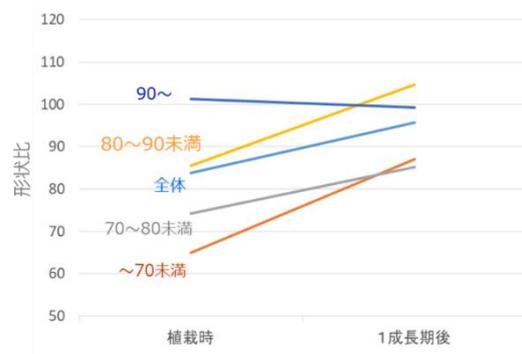


図-7 1年生苗の形状比の推移

4 考察

(1) 1年生苗の育苗コスト

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、ばらつきが生じるが、今回の苗木生産者からの聞き取り調査によると、2年生苗に比べて約27%削減できることから、単純計算すると苗木価格も約27%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、2年生苗であれば、出荷まで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、生産から早く現金化できるとともに、2年あまりで2回程度生産できるため収益も向上するものと考えられます。例えば、表-5の試算とおり、1年生苗が130円とすれば、2年生の利益が2年で26円であるのに対して、1年生は、17円となり利益は1.3倍となります。

表-5 2年生苗1年生苗の利益比較（試算）

	苗木単価①	コスト②	利益 ③=①-②	利益(2年)	比
2年生苗	180	154	26	26	1
1年生苗	130	113	17	34	1.3

(2) 1年生苗の植栽試験

1年生苗の活着・成長量については、今回の調査では、活着率は2年生苗と同様に高く、また、植付時から1成長期後の成長量、成長率は、2年生苗と比べて、同程度かそれ以上であり、良好な成長がみられたことから、1年生苗は、山行苗として十分活用可能と考えられます。

形状比については、山地での植栽は、コンテナでの育苗より密度が低い形状比は低くなるものと考えられたが、今回の調査では1成長期後は高くなる傾向がみられました。原因としては、環境や遺伝的な特徴、単木保護管の影響も考えられることから、引き続き経過を調査するとともに、今後、植栽事例を増やして確認していく必要があると考えられます。

形状比と成長量の関係については、形状比が高い場合は、根元径の成長量が大きくなり（1年生苗、2年生苗）、逆に、2年生苗で形状比が低い場合は、樹高の成長量が大きくなる（2年生苗）傾向が見られました。よって、植付時は、樹高成長が期待でき、倒伏のおそれの少ない形状比の低い苗木が望ましく、また、育苗段階においても、育苗密度を低くして、形状比の低い苗木を育成することが重要と考えられます。

(3) 今後について

今後については、引き続き、2成長期後以降の成長量や形状比等の推移について調査するとともに、下刈りの必要性も含めたトータルコストを調査することとします。また他の条件の異なる箇所でも1年生苗を植栽し、活着・成長量等の調査を行い、データを収集・分析していきたいと考えています。

今後の課題としては、1年生苗の普及に向けて、1年生苗の定義や規格、価格等を県や生産組合等と調整する必要があります。また、保安林では、1年生未満の苗木は指定施業要件上使用できないので、今回使用した苗木と同様に1年以上の育苗期間を確保するほか、県等への要件緩和の働きかけなどが必要となります。

引用文献

- 1) 八木橋勉ほか スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係：日本森林学会誌 98巻4号、139～145、2016

スギ・ヒノキコンテナ苗の植栽後の活着率、初期成長と雪害抵抗性
～1年生苗と2年生苗の比較～

島根県中山間地域研究センター ○陶山 大志
島根森林管理署 業務グループ 高田 隼輔

1 はじめに

従来のコンテナ苗生産では、苗畑で育成された満1年生幼苗を概ね春季にコンテナのキャビティに移植して1成長期育成して出荷する2年生苗が主流でした。しかし、近年、春季に播種して1成長期で育成して出荷する1年生苗も生産されるようになってきました。しかし、短期で育成された1年生が、2年生苗と比較して、植栽後に良好に成長するかについて調査された例はありません。そこで、スギとヒノキについてそれぞれ1年生と2年生のコンテナ苗を育成し、これらを11月に植栽し、翌年以降の両種の苗の成長を比較しました。コンテナ苗の育成は、1年生苗の育苗試験を行っている島根県中山間地域研究センター（島根県飯南町）で行い、植栽試験は同町内の程原国有林で行いました。なお、程原国有林は標高が520mと高く多雪地でもあったことから、植栽後の雪害についても調査し、両種の苗の被害程度を比較しました。

2 育苗方法

(1) 培地と肥料

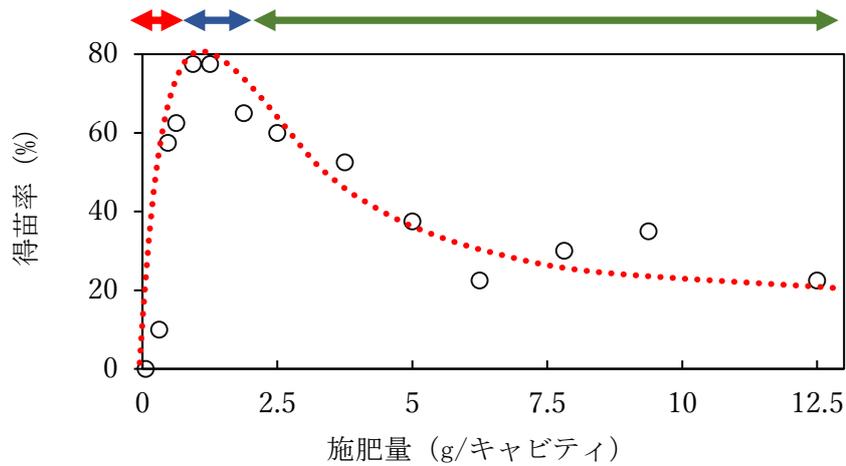
培地はココピートオールドと呼ばれる堆肥化されたヤシ殻を使用しました。肥料は180日程度と長期間にわたって肥料の効果が持続する肥効調節型肥料（ハイコントロール085-180）を基肥として培地に混合しました（表-1）。追肥は行っていません。

表-1 育苗方法

	培地	肥料(元肥)	追肥	移植	管理	灌水
1年生	ココピート オールド	ハイコントロール085-180 3g/cavity	なし	4月3日	5月下旬まで ハウス 以降、露地	30分-1時間/日 8-16mm/日
2年生	ココピート オールド	ハイコントロール085-180 1.5g/cavity	なし	5月11日	通年露地	30分-1時間/日 8-16mm/日

1年生と2年生での大きな違いは施肥量です。2年生ではキャビティあたり1.5gとし、1年生では3gと倍の量を施肥しました。コンテナ苗を高い得苗率で生産するためには施肥量の調整が重要であることが分かっています。図-1は2年生コンテナ苗の施肥量と得苗率の関係を示していますが、おおまかに3つの施肥量区に分けられます。

Aの不足区では残存本数は多いのですが、苗木サイズが小さく、得苗率は低いです。Cの過剰区では地上部の根元直径と苗高は規格に達していますが、根の張りが悪く、また枯死本数が多くなり、得苗率が低くなる傾向です。これに対してBの最適区は苗のサイズや根の張りが十分で、枯死本数も少なく、得苗率が最も高い範囲です。したがって、得苗率を高くするには施肥を最適量に調整がすることが重要です。



図－1 施肥量と得苗率の関係

(2) 移植方法

ア 1年生苗

2018年3月上旬にガラス室内で、育苗箱に種子を播いて管理し、4月上旬に発芽間もない芽生えをキャビティに移植しました（写真－1）。芽生えは小さいことから効率的に行え、コンテナ容器1個（JFA150、40キャビティ）でおおよそ10分を要しました。5月下旬までガラス室内で管理し、それ以降は露地で育成しました。



写真－1 芽生えの移植方法

- 1：育苗箱で発芽した芽生え。
- 2：子葉が展開したら速やかに移植。
- 3：芽生えの移植の様子。

写真-2にスギ1年生コンテナ苗の8月下旬時点での施肥量別の育成状況を示しています。この時点では、1.5g以下では苗木のサイズが小さいことが見て取れます。



写真-2 スギ1年生コンテナ苗の生育状況（8月27日）

イ 2年生苗

5月下旬に1年生幼苗をキャビティに移植しました。1年生幼苗は大きいため、移植に手間がかかり、コンテナ容器1個でおおよそ18分を要しました。また、ヒノキは活着率が100%近くと高かったのですが、スギでは細根の発達が不良な幼苗もあり、活着率が60%程度であったことから、補植を行いました。移植後、約2週間、寒冷紗下で管理し、その後は露地で育成しました。



写真-3 1年生幼苗の移植

3 植栽試験

2018年11月下旬、飯南町の程原国有林に試験地を設定し、植栽を行いました。試験地内に40m×40mの植栽プロットを設け、1年生、2年生、裸根苗の各100本を交互に植栽しました。翌年4月に植栽後のサイズを計測し（表-2）、5月に活着率と雪害を調査しました。それ以降の2020年11月まで、植栽木のサイズを定期的に計測しました。

表-2 植栽後のサイズ

		根元直径	樹高	形状比	活着率	備考
スギ	1年生コンテナ苗	4.6	37	81	100	サイズやや小
	2年生コンテナ苗	5.3	48	90	99	サイズ・形状比やや大
	裸根苗	6.1	44	72	78	
ヒノキ	1年生コンテナ苗	3.5	30	89	100	サイズやや小
	2年生コンテナ苗	5.2	48	94	98	サイズ・形状比やや大
	裸根苗	4.5	31	70	80	

4月10日調査

4 試験結果

活着率ですが、1年生、2年生ともに98%を超え、裸根苗と比較して高い値を示しました。

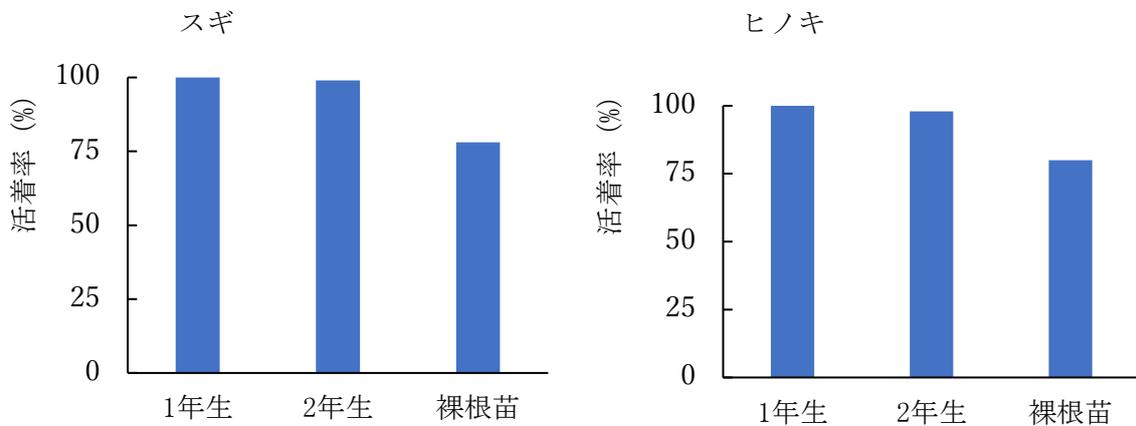


図-2 各苗の活着率

植栽翌年の4月時点で、スギ、ヒノキともに1年生が2年生より樹高は低かったです。しかし、その後の成長は1年生が優れ、2020年11月には両者の樹高はほぼ同等となりました。とくにヒノキ1年生では初期サイズは2年生の6割程度でしたが、樹高成長が旺盛だったことは注目されました。

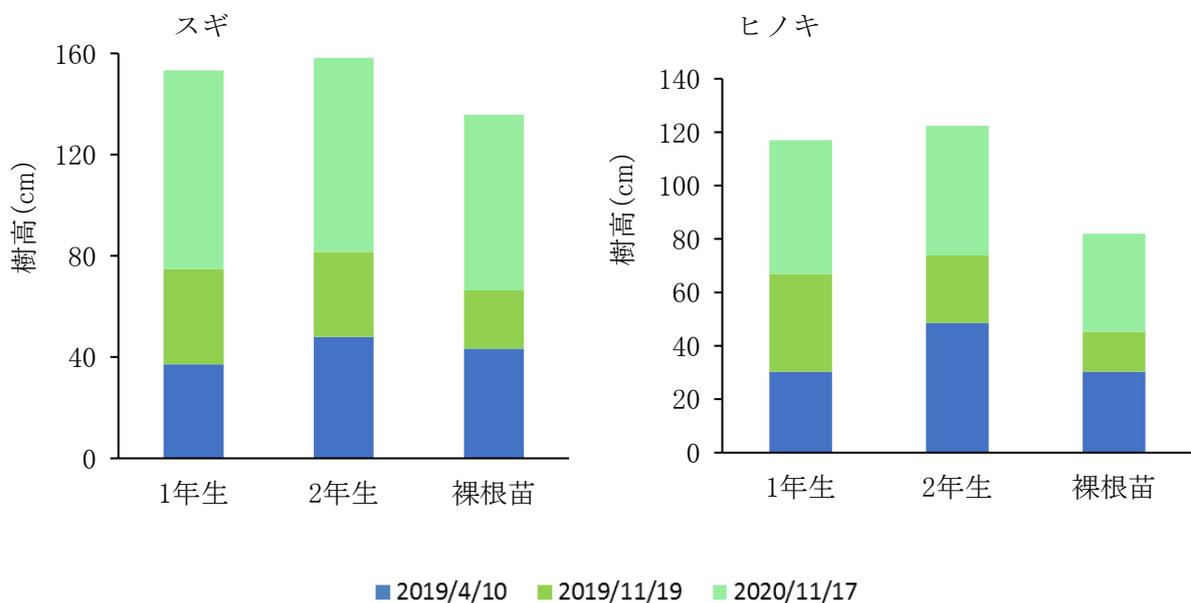


図-3 各苗の植栽後の樹高

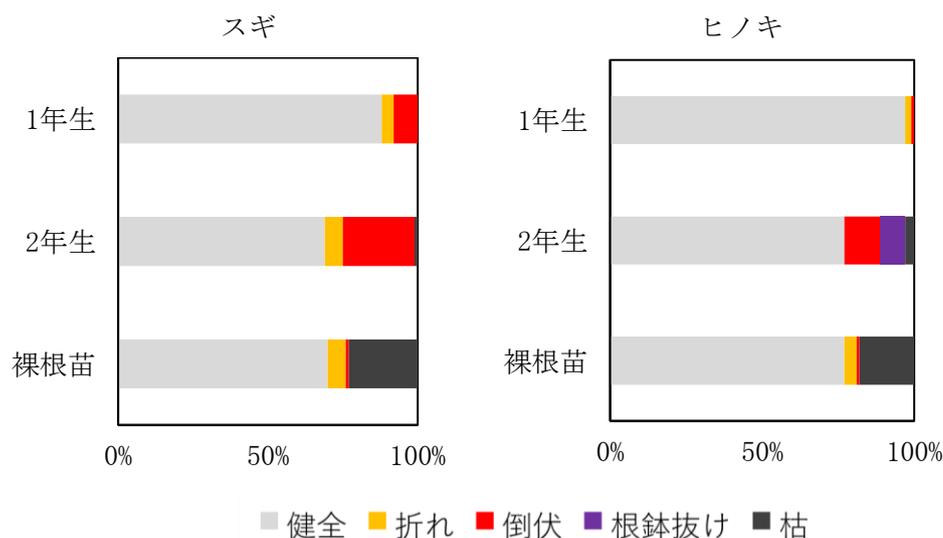
つぎに雪害ですが、雪害のタイプは主軸折れ、倒伏、根鉢抜けに分けられました。倒伏は自立による直立が困難で、人力による雪起こしが必要と判断したものです(写真-4)。スギでは2年生で雪害が多い傾向で、30%が雪害を受けており、倒伏が24%発生していました。1年生では雪害は10%程度とわずかでした。

ヒノキでは雪害の発生は2年生で20%でしたが、スギと異なり根鉢抜けが目立ちました。

これはヒノキの枝葉が平たく展開するため、雪の移動によって苗木が引き抜かれたものと考えられました。1年生苗ではほとんど雪害がなく、この原因としては苗木がまだ小さく、柔軟であったことが考えられました。



写真－4 雪害の事例



図－4 雪害の被害割合

5 まとめ

本研究では、スギ、ヒノキの1年生苗と2年生に対して、活着、植栽後の樹高成長、および雪害について比較しました。その結果、活着率は両者とも98%以上と高い値を示し、差異は認められませんでした。植栽後の樹高成長は、スギ、ヒノキともに1年生は苗木サイズが小さかったにもかかわらず、2成長期後にはほぼ同等の樹高に達していました。また、雪害については1年生のほうが明らかに被害は少ない傾向でした。以上から、1年生苗の植栽には問題は認められず、植栽しても良好な苗木と考えられました。

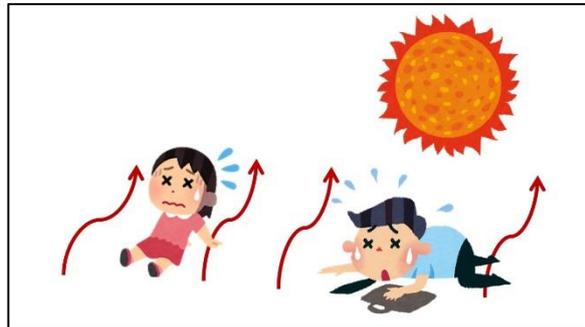
冬下刈り試験の実施について ～下刈りの省力化による作業環境の改善を目指して～

和歌山森林管理署 西牟婁森林事務所 森林官 ○河合 敏宏
業務グループ 係員 大島 明里

1 はじめに

下刈りは造林作業において最も厳しい作業です。作業期間は6月上旬から8月末までとなっています。和歌山県の昨年8月の平均最高気温は約30℃で、炎天下の現場では40℃近くまで上がることもあります。また、湿度は平均90%と大変高く、これに下刈りをした草などの蒸気も加わり更に湿度は上がります。このため、熱中症による災害も多いです。

また、夏は植物が最も成長する季節であるため、当然灌木類も繁茂しています。そのため植栽木が見えず、しゃがんで確認し、立ち上がって刈り払う、という動作を何度も何度も繰り返すことになるため、作業効率が上がりず身体への負担も大きくなります。更に、ハチやヘビなどの危険生物の活動期でもあり、作業中に刺されたり噛まれたりすれば、命の危険にさらされることとなります。



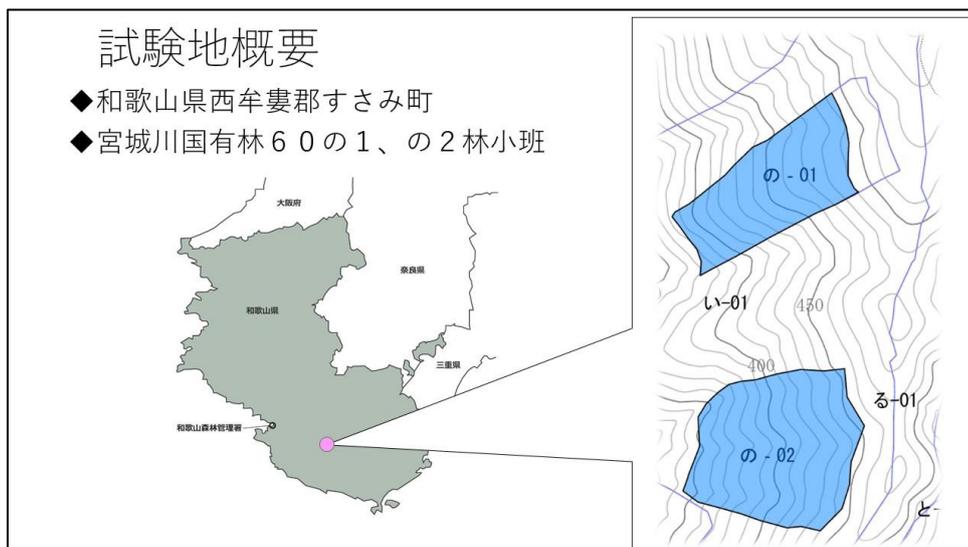
図－1 6月上旬～8月末のイメージ

このような困難を伴う夏という季節に、植栽してからの5年間毎年実施するのが、従来の下刈りです。

これらの、下刈りを行う上での現場の問題を冬下刈りなら解決できるのではないかと思います。思い今回の試験を実施することとしました。

2 試験地概要

試験地は和歌山県西牟婁郡すさみ町に所在する宮城川(みやしろがわ)国有林 60 の1、の2林小班です(図－2)。平成29年3月に一貫作業システムにより無地拵えで2年生のコンテナ苗を植栽し、植栽後1年目及び2年目の下刈りを省略しました。



図－2 試験地位置図

写真-1のように3年目にはアカメガシワ、クサギ、ノイチゴ、カラスザンショウなどの灌木類が大量に繁茂しました。これではハチの巣があってもマムシなどの危険生物いてもすぐには分かりません。また、見通しが悪いため枝条などに足を取られ、転倒する危険もあります。



写真-1 繁茂状況

写真-2の赤い丸が植栽木です。赤い丸以外にも植栽木がありますが、まったく分かりません。このように植栽木の確認は非常に困難で、切損の可能性が危惧されました。



写真-2 植栽木

3 冬下刈り実行結果



写真-3 刈り払い前

和歌山県の令和2年2月の平均最高気温は13℃で、湿度は平均64%でした。写真-3は令和2年2月に撮影された刈り払い前の写真です。写真を見て分かるように刈り払い対象の灌木類は落葉しており、すぐに植栽木が確認できました。

写真-4は3年前の植栽時のものです。無地拵えなので、地面には丸太や枝条がたくさん残っています。灌木類が生えていない植栽時には問題ありませんが、写真-1のように、夏で灌木が大量に繁茂している状態では、枝条が確認できず下刈り作業の支障になる恐れがありました。

しかし、3年が経過したことで、枝条は腐り、歩行の支障になることはありませんでした(写真-5)。また、腐りきっていない丸太も、灌木類は落葉し、見通しがよくなったことで、足を取られる危険もありませんでした。

ただ、2年間下刈りをしていなかったため、灌木類が大きい上に、直径も太いものが多く見られました(写真-6)。



写真-4 植栽時の状況



写真-5 3年後の枝条の状態



写真-6 灌木の状況

請負事業体からは、「夏と違って暑くなく、身体が楽だったため仕事がやりやすかった。」
「植栽木の確認が簡単で切損の恐れがなかった。」
「灌木が大きく、下刈りと言うよりまるで除伐のようだった。」などといった声が聞かれました。



写真-7 10月の成長

いるものもありました。梢端部が周囲の灌木から抜け出していることが確認できます。現時点で、この試験地での今後の下刈りは不要だと判断しています。よって、下刈り回数は、たったの1回で完了する見込みとなりました。

ここまでで冬に下刈りするメリットは分かっていただけだと思います。ところで、今までは夏に下刈りするのが普通で、なおかつ5年間毎年していた下刈りを冬にして、植栽木の成長に影響はないかという疑問がでてきました。

写真-7は令和2年2月の冬下刈り実施から8か月後の10月に撮影された写真です。このように、冬下刈り後、灌木に被圧されることなく順調に成長していることが分かります。植栽木は成長の良いところで冬下刈り後1.5m程度成長し、全長3m以上になっ

4 まとめ

植栽木の確認が困難だったことについては、冬に実行することで、刈り払い対象の灌木類が落葉しており、植栽木の確認が非常に容易でした。暑さと湿度による、労働環境の厳しさも、冬に実行することで、身体的に楽な環境下で作業することができました。足下の悪さも、植栽してから3年経過後の下刈りだったため、枝条が腐っていたことに加え、冬で灌木が落葉していたので、腐りきらなかった丸太などの確認も容易で、問題ありませんでした。灌木が太く作業が大変だったのは、気候がよかったため、むしろ作業効率が上がりました。今回の実施結果から、冬下刈りの実施は、下刈りの省力化、及び林業従事者の労働環境の改善に、大きく寄与できると感じました。 s

5 考察

従来の施業体系では、生産と造林は別々に実行されます(図-3)。生産事業完了後、1年から2年経過後に造林を行うので、灌木類が繁茂し、どうしても地拵えが必要になります。地拵え終了後、植え付けをし、5年間毎年下刈りを行います。これに対して現在の一貫作業システムは、伐採・集造材・搬出・地拵え・植付けを一連の流れで一貫して行います(図-4)。集造材や搬出に用いた林業機械を地拵えや造林資材の運搬に使用することが可能で、コスト低減や労力の軽減にもつながります。また、コンテナ苗を使用するため枝条が散乱しているような無地拵え箇所でも植付けが可能です。そのため、一貫作業に適した新たな施業体系の確立が急務となっています。

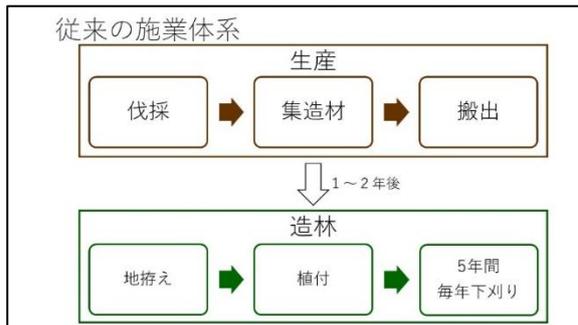


図-3 従来の施業体系

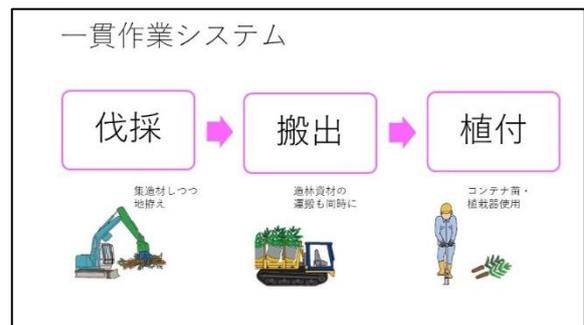


図-4 一貫作業システム

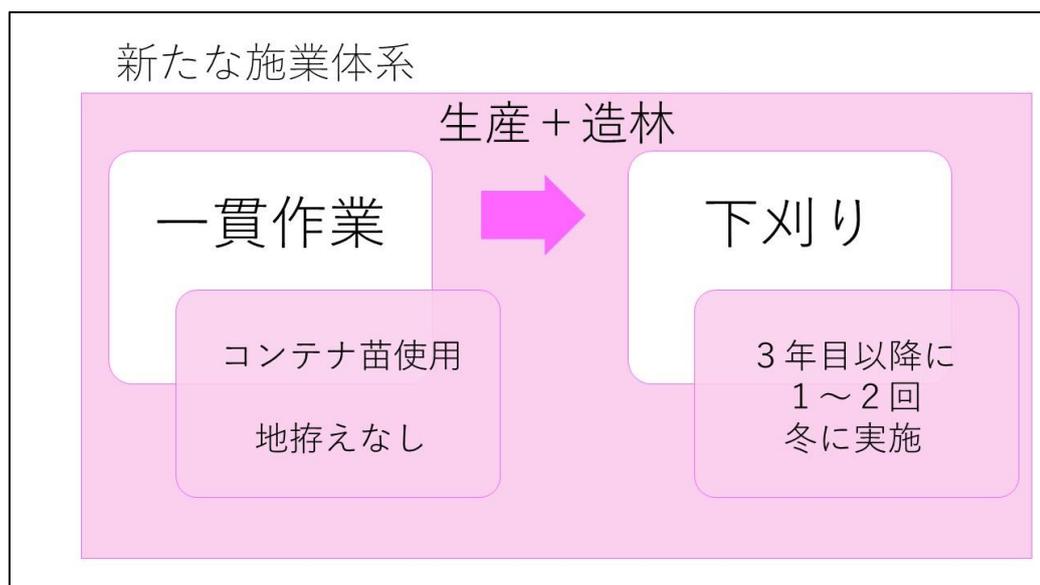


図-5 新たな施業体系

今回の試験内容や他の国有林でも試験を実施し、データを収集しながら、皆伐と同時に無地拵えで植栽器を使ったコンテナ苗の植え付けを実施、下刈りは、3年目以降に1回か2回、冬に実施するというような、新たな施業体系(図-5)を確立する必要があります。そして、新常識「下刈りは 冬が1番！」と言われるようにしていきたいと思います。

ICT を活用した丸太材積の測定方法について

鳥取森林管理署 業務グループ 都 賢太郎

1 課題を取り上げた背景

近年、SDGs や森林経営管理制度の導入等により、森林・林業は転換期を迎えています。林業においても、日本の木材供給量を 2025 年までに 4,000 万 m³ に増加させるという目標を設定し、目標達成のために様々な取組が行われています。その取組の 1 つに ICT などの先端技術を活用し、林業の生産性や安全性を向上させる「スマート林業」の取組があります。

今回の調査では、丸太の材積を測定する「検知」作業をスマートフォン（以下「スマホ」という。）やデジタルカメラ（以下「カメラ」という。）を活用して、自動で行うことができる方法について調査を行いました。

2 調査方法

今回の調査では、3つの方法を採用して、材積の誤差や検知に要する時間等について比較検討しました。まず、1つ目として、竹尺を使用し、人力で計測する「手検知」と呼ばれる従来の方法で検知を行いました。2つ目として、iPad mini 4（以下「iPad」という。）に「AI 丸太検知くん（国土防災技術（株））」というアプリケーション（以下「アプリ」という。）をダウンロードして、iPad で丸太の写真を撮影することで材積を測定する方法について調査をしました（写真－1）。3つ目として、パソコンに「検知丸（株）竹谷商事」というソフトをインストールして、カメラで丸太を撮影し、パソコンで解析を行うことで材積を測定する方法について調査しました（写真－2）。



写真－1 AI 丸太検知くんによる検知状況
※ピンクの丸はベンチマーク（基準となる円）



写真－2 検知丸による検知状況
※青い丸はベンチマーク（基準となる円）

3つの調査は1人で実施することとし、屋外での現地調査と屋内での解析作業に分けてそれぞれ時間計測を行いました。また、手検知で調査した材積と ICT を活用したそれぞれの方法を比較して、誤差がどの程度の範囲に収まるのかを検証しました。

なお、材積の誤差については、林野庁の検知の検査基準が、「95%以上の合致をもって合格」としていることから（素材等検知業務請負監督・検査要領 林野庁）、ICT を活用した場合の誤差が 5%以内であれば、問題なく使用できると判断します。丸太の

長さに関しては、3つの調査方法に共通しているため、今回は調査の対象から外しています。

具体的な調査手順としては

(1) 手検知

現地調査は、竹尺を使用して丸太の太さを測定するところから、野帳にデータを記載するところまでと、解析作業は、現地で作成した野帳のデータをエクセルで作成した野帳にデータを入力するところまでの時間を合計して検知時間とします。

(2) AI 丸太検知くん

現地調査は、ベンチマークと呼ばれる基準となる円（直径 10 cm）を丸太に設置するところから（写真-3）、iPad 上に必要事項を入力して写真を撮影し、ベンチマークを撤去するところまでと解析作業は、iPad 上でデータの解析と検知ができていない丸太の追加や明らかに太さを誤認しているものの修正等を行い、エクセルで作成した野帳にデータを入力するところまでを検知時間とします。

(3) 検知丸

現地調査は、ベンチマークと呼ばれる基準となる円（直径 12 cm）を丸太に設置するところから（写真-3）、カメラで写真を撮影し、ベンチマークを撤去するところまでと、解析作業は、パソコンに写真データを取り込んでから、解析と検知ができていない丸太の追加や明らかに太さを誤認しているものの修正等を行い、エクセルで作成した野帳にデータを入力するところまでを検知時間とします。



写真-3 ベンチマーク（ピンクの円：AI 丸太検知くん）（青い円：検知丸）

3 実行結果

今回の調査では、木材市場の土場と山元土場で調査を行い、合計 10 桧で調査を行いました。そのうち「検知丸」では 5 つの桧で調査ができませんでした。この原因としては、1 枚の写真にベンチマークを 3 枚以上丸太に設置しないと解析できないのですが、それができていなかったことと木材市場で調査した際に、丸太に設置されている白い紙の伝票とベンチマークが重なってしまい解析できなかったということが考えられます。

しかし、昨年度中部森林管理局で調査したデータをいただくことができたため、それらのデータを含めて、「AI 丸太検知くん」では 11 桧（うち時間計測 10 桧）、「検知丸」では 8 桧（うち時間計測 5 桧）のデータで解析を行いました（表-1）。

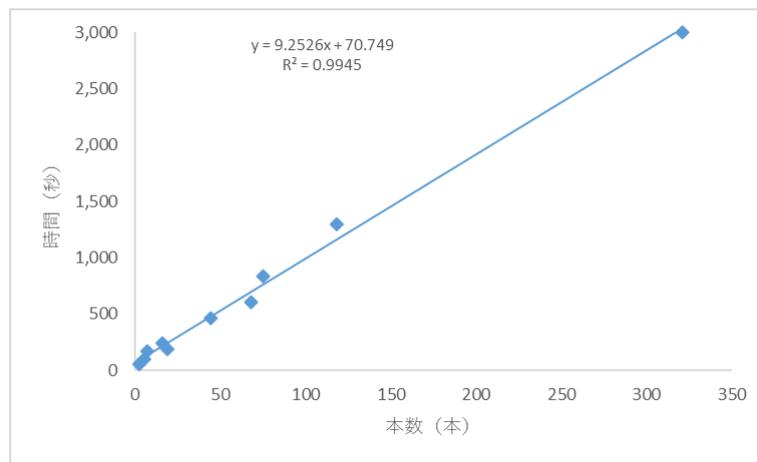
表－1 3つの調査方法による調査データの集計表

樁番号	手検知					A I 丸太検知くん (iPad)					検知丸(カメラ)						
	調査時間 (秒)			本数 (本)	材積 (m3)	調査時間 (秒)			本数 (本)	材積 (m3)	比率 (%)	調査時間 (秒)			本数 (本)	材積 (m3)	比率 (%)
	現地調査	解析作業	合計			現地調査	解析作業	合計				現地調査	解析作業	合計			
1	387	71	458	44	4.146	280	493	773	44	4.256	102.7	調査できず					
2	130	107	237	16	2.130	196	248	444	16	2.268	106.5	調査できず					
3	507	100	607	68	10.788	220	461	681	69	10.792	100.0	調査できず					
4	793	44	837	75	18.972	150	1,160	1,310	75	17.562	92.6	140	525	665	74	16.524	87.1
5	1,260	37	1,297	118	29.212	205	589	794	120	26.912	92.1	160	886	1,046	120	27.462	94.0
6	144	28	172	7	3.278	115	68	183	7	3.314	101.1	調査できず					
7	157	34	191	19	1.554	210	390	600	19	1.490	95.9	72	267	339	19	1.554	100.0
8	77	22	99	5	0.390	99	366	465	5	0.380	97.4	69	227	296	5	0.486	124.6
9	31	25	56	2	0.240	163	296	459	2	0.240	100.0	調査できず					
10	2,809	190	2,999	321	57.068	230	1,990	2,220	319	54.406	95.3	232	2,251	2,483	322	56.536	99.1
11				193	69.094				193	73.612	106.5						
12				2,836	573.068							2,835	573	99.9			
13				1,924	237.885							1,926	234	98.6			
14				2,172	390.890							2,173	413	105.6			
合計	6,295	658	6,953	7,800	1,398.715	1,868	6,061	7,929	869	195.232	1,090	673	4,156	4,829	7,474	1,322	809
平均 (1樁)	630	66	695	557	99.908	187	606	793	79	17.748	99.1	135	831	966	934	165	101.1

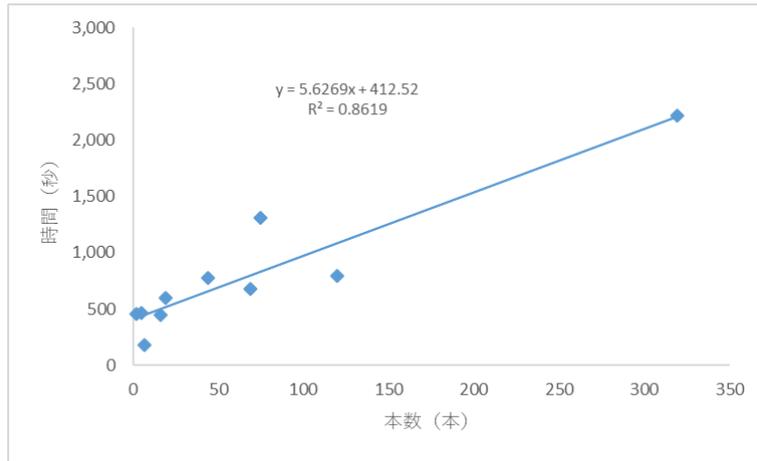
※比率とは、手検知の材積を100%として、それぞれの調査方法の材積を%で表したものです。

4 考察

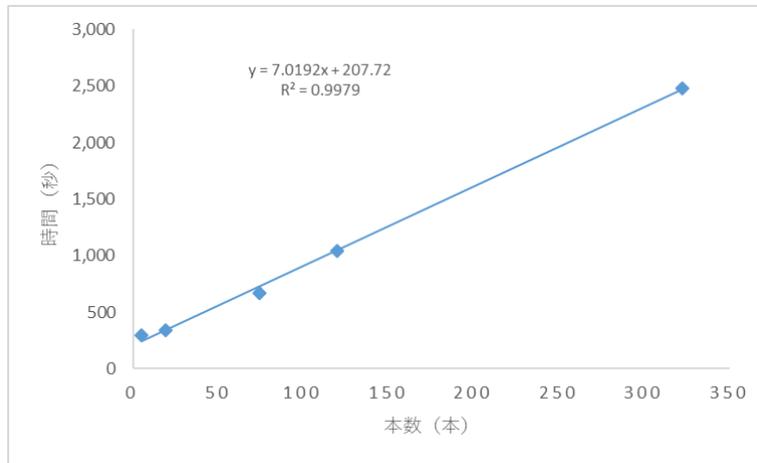
今回調査した3つの調査方法について、比較検討するために解析を行いました。まず、時間について比較するために、3つの調査方法の本数と計測に必要な時間について、近似式を作成し、本数をXに代入することで計測に必要な時間(秒)を算出できるようにしました(図-1)(図-2)(図-3)。



図－1 手検知による本数(本)と計測に必要な時間(秒)の相関



図－２ AI 丸太検知くんによる本数（本）と計測に必要な時間（秒）の相関



図－３ 検知丸による本数（本）と計測に必要な時間（秒）の相関

手検知： $y = 9.2526X + 70.749$ ($R^2 = 0.9945$)

AI 丸太検知くん： $y = 5.6269X + 412.52$ ($R^2 = 0.8619$)

検知丸： $y = 7.0192X + 207.72$ ($R^2 = 0.9979$)

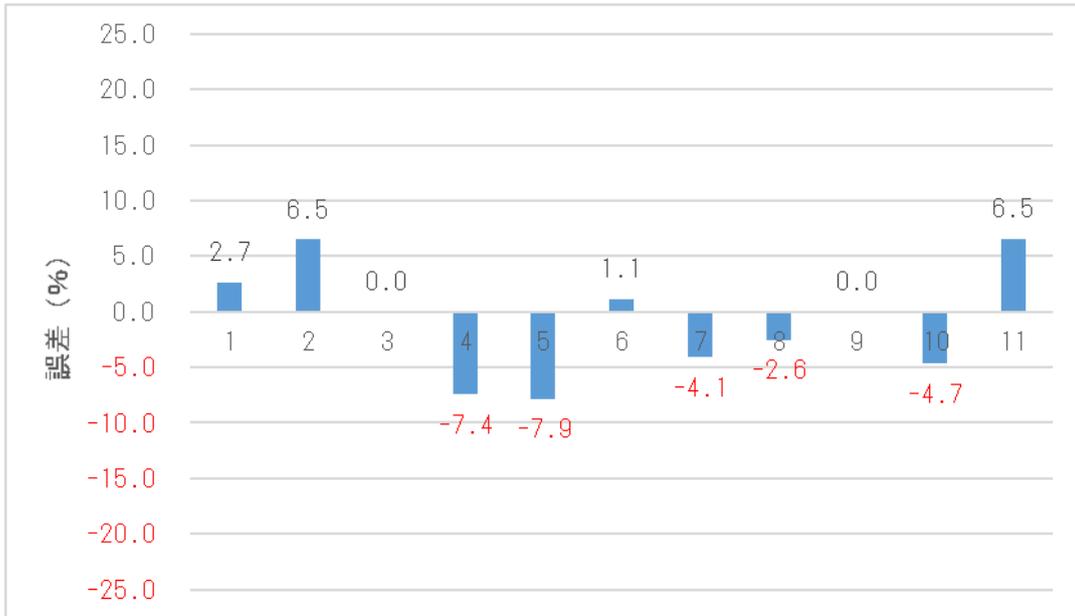
これらの近似式により算出した結果、61本以下は手検知が一番早いということがわかりました。62本以上だと検知丸が手検知よりも早くなり、95本以上だとAI丸太検知くんも手検知より早くなりました。また、148本以上だとAI丸太検知くんが検知丸を抜いて、最も早くなるということがわかりました（表－2）。

表-2 3つの調査方法による計測に必要な時間の算出表

本数	時間（秒）		
	手検知	AI丸太検知くん	検知丸
1	80	418	215
10	163	469	278
20	256	525	348
30	348	581	418
40	441	638	488
50	533	694	559
60	626	750	629
70	718	806	699
80	811	863	769
90	903	919	839
100	996	975	910
110	1,089	1,031	980
120	1,181	1,088	1,050
130	1,274	1,144	1,120
140	1,366	1,200	1,190
150	1,459	1,257	1,261
1,000	9,323	6,039	7,227

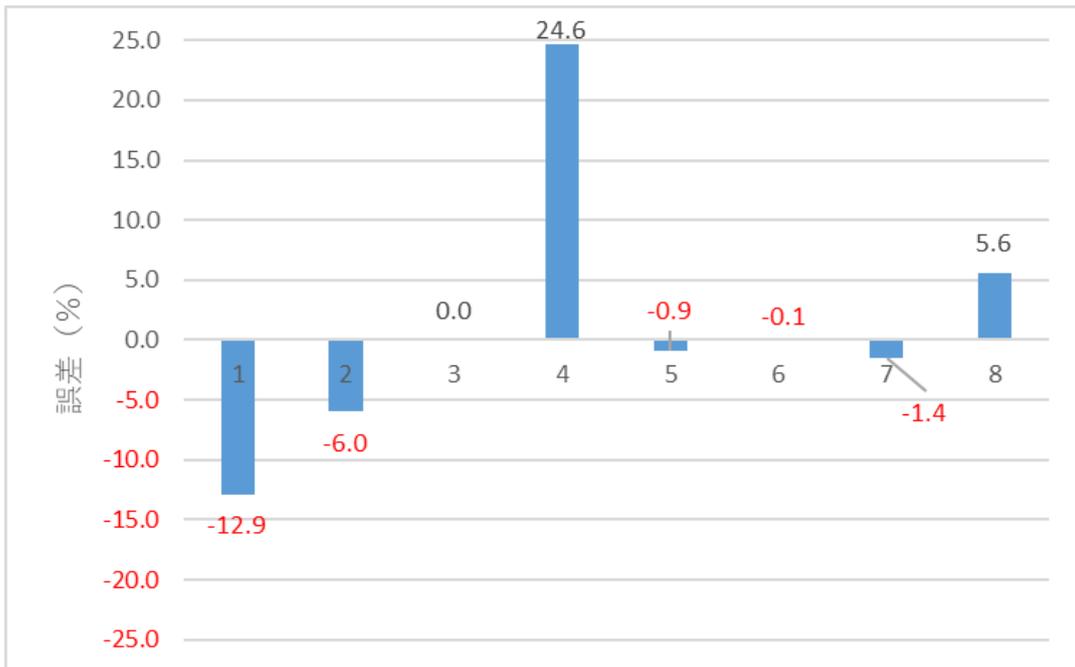
材積については、手検知の材積を100%として、ICTを活用した場合の材積の比率をそれぞれの調査方法で算出しました。そして、比率を平均化し、誤差5%以内（95%から105%まで）に収まるのかを検証しました。すると、AI丸太検知くんでは平均値が99.1%となり、誤差5%以内に収まりました。また、検知丸では平均値が101.1%となり、こちらも誤差5%以内に収まりました。これらのことから、どちらのICTを活用しても誤差5%以内に収まるため、問題なく使用できるということがわかりました。

ただ、1極ごとに注目したところ、誤差5%を超えてしまう極もあったため（図-4、図-5）、平均値からどの程度ばらつきがあるのかを表した標準偏差を算出しました。



図－4 AI 丸太検知くんの手検知との誤差

※手検知の材積を0%として、AI 丸太検知くんの材積を%で表したもの



図－5 検知丸の手検知との誤差

※手検知の材積を0%として、検知丸の材積を%で表したもの

AI 丸太検知くんの標準偏差は4.7となりました。つまり、おおよそ94.4%から103.8%の間に検知結果が収まるということがわかりました。また、検知丸の標準偏差は10.2となり、おおよそ90.9%から111.3%の間に検知結果が収まるということがわかりました。これらのことから、どちらも誤差を平均化すると誤差5%以内に収まりますが、ばらつきを含めると誤差5%以内を超えてしまう可能性もあるということがわかりました。

5 まとめ

今回の調査で、検知時間については、本数によって最も早い方法が異なりますが、148本以上の場合、AI丸太検知くんが最も早いということがわかりました。また、材積の誤差については、どちらのICTを活用しても誤差5%以内に収まるということがわかりましたが、誤差のばらつきまで含めると誤差の幅はAI丸太検知くんの方が小さいということがわかりました。

これらのことから、今後、AI丸太検知くんを国有林で試験的に導入するように検討すべきだと考えます。ICTを導入することで従来の手検知と比較して、屋外作業の時間は短縮され、屋内での作業が増えることで、労働環境の改善になります。また、ICTを導入することで検知に必要な時間も短縮され、業務の効率化になります。

加えて、ICTを活用することで、検知データを迅速に電子データ化することができるため、生産者と消費者がほぼリアルタイムで情報を共有することができます。また、写真さえあれば、簡単な操作で誰でも検知を行うことができるため、スマホの操作に慣れた林業と関係のない人に検知を委託することも可能になります。

さらに、電子データを基に丸太の売買を行うことができれば、山元土場から工場等へ山地直送で輸送することができるため、3,000円/m³程度のコストの削減が期待できます（瀬戸亨一郎 相馬智明 安藤直人 山元での原木材積の画像解析による測定法の開発：東京大学農学部演習林報告125巻、45～70 2011）。

ICTを活用した検知を行うことで、多くのメリットがあると考えられますが、検知は販売価格に大きな影響を与えるので、まずは国有林で試験的に導入し、誰もが安心して活用できるように調査を重ねていくべきだと考えます。そして、十分なデータが得られた後、林業・木材業界に普及させていくべきだと考えます。

滑マツ稚樹育成における刈出し効果に関する考察

山口森林管理事務所 森林整備官 檜木野 俊昭

1 はじめに

滑山国有林は、中国山地の西端に位置し、山口森林管理事務所から北東約 40km の位置にあり、面積約 2,500ha、標高は 200~936m、年平均気温は 11~13℃、年間降水量は 2,000mm 程度と林木の育成に適した気候です（図-1）。

滑山における建材利用の歴史は古く、約 800 年前の源平の戦いで焼失した東大寺を再建するために伐採・搬出されたのが始まりと言われ、その後も天然林からスギ、ヒノキ、ケヤキ、モミなど多くの良質材を産出し、その名声を高めました。

また、滑山国有林の中腹から尾根筋にかけて天然に生育している、樹齢 200 年以上、胸高直径 60cm を超える良質なアカマツは「滑マツ」と呼ばれ賞賛されてきました。生立木は幹が真っ直ぐで枝下が高く、材質は年輪幅が均等緻密でヤニが少ないのが特徴です（写真-1）。

しかし、昭和 30 年から 40 年にかけて行われた拡大造林に伴う天然林の伐採や、近年の気象害、病虫害等の影響により、わずかに点在するのみとなりました（写真-2、写真-3）。

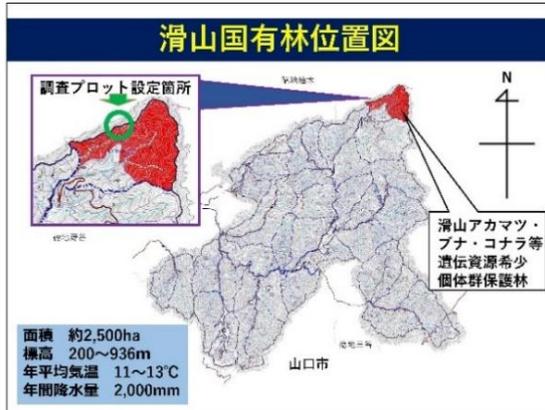


図-1 滑山国有林位置図



写真-1 滑マツ断面



写真-2 昭和 40 年頃の滑マツ
(滑山国有林 15 林班)



写真-3 現在の滑マツ
(滑山国有林 15 林班)

山口森林管理事務所では、「滑マツ」稚樹の成長促進を図る「刈出作業」を平成18年度から継続的に実施していますが、これまで行ってきた刈出作業地の林地条件によって、稚樹の生育状況にどのような違いがあるのかを検証したので、その経過を報告します。

2 経緯

この地域の名産である滑マツ保全のための更なる理解を深めるため、平成26年に山口県、山口市、森林組合、樹木医、森林インストラクター、ボランティア団体等の有識者からなる「滑マツ保存会」を組織し、稚樹の生育促進や壮齢樹の保護に取り組んでいます(写真-4)。

併せて、山口所が実施している刈出し作業により、稚樹の育成促進を継続的に行っていましたが、後継樹と言えるまでに成長していないのが実情です。

今後、稚樹を後継樹として育成するにあたって、滑マツ保存会との検討会において、「マツの生態に詳しい専門家の助言を受けてはどうか」との意見が多数あったことから、令和元年度に「ヤクタネゴヨウマツ」の保護活動に関わる森林総合研究所九州支所の金谷先生を招き、現地視察を実施しました。



写真-4 「滑マツ保存会」の活動

現地視察において金谷先生から、「種子の発芽・成長を促すため、刈出作業を継続しつつ、樹幹注入により母樹の枯死を防ぐことが重要である」こと、「刈出作業を効果あるものにするためには、データの収集・分析が必要である」との助言を受け、過去に実施した刈出作業が、林地条件により稚樹の生育促進の効果に違いが生じているかを検証しました。

3 取組内容と結果

(1) プロット設定

今年度、刈出作業を行った5つの作業地において、

- ・日照
- ・斜面の向き
- ・傾斜角

の条件が異なる区域を10カ所選定し、それぞれ3m四方の調査プロットを設定しました(図-2)。

各プロットにおいては、生育するアカマツ稚樹の樹高と根際直径の測定と併せ、プロット周辺の種子を散布したと考えられるアカマツ成木の位置も調査しました。

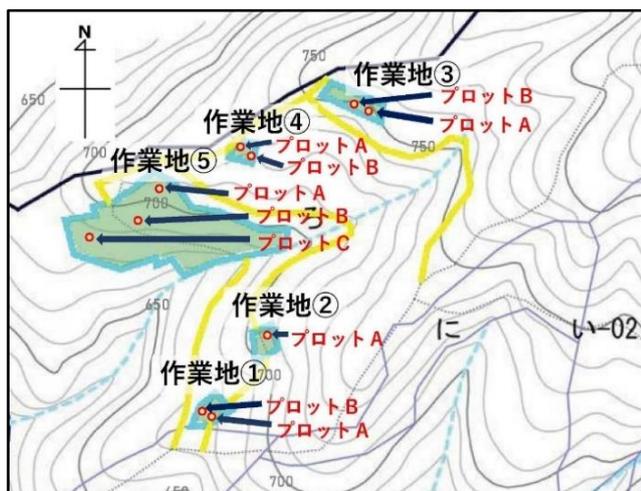


図-2 調査プロット位置図

(2) 実行結果

稚樹の発生本数が最多となったのは、作業地②プロットAと作業地⑤プロットAの17本でした。

それぞれの作業地の条件は、作業地②プロットAは傾斜角 26° と他のプロットに比べて緩く、方位は東向き、照度は 661 ルクスでした。また、周囲 8m の位置に母樹が 5 本生育しています（写真－5、表－1）。作業地⑤プロットAは傾斜角 34°、方位は南西向き、照度は 1,990 ルクス、母樹は周囲 19m の位置に 1 本生育しています（写真－6、表－1）。



写真－5 作業地②プロットA



写真－6 作業地⑤プロットA

反対に稚樹の発生数が最少となったのは、作業地①プロットBで、平均樹高、平均根元直径ともに最低でした。

林地条件は、傾斜角 48°、方位は東南東向き、照度は 388 ルクス、プロット周辺の母樹は未確認でした（写真－7、表－1）。



写真－7 作業地①プロットB

表－1 調査結果一覧（発生数）

作業地	プロット	傾斜角(°)	方位	照度(lx)	稚樹数	平均値(cm)		母樹候補木		稚樹の生育状況等
						樹高	根元直径	本数	距離	
①	A	48	東南東	205	6	79.9	1.1	なし		稚樹発生数最少
	B			388	1	1.7	0.2			
②	A	26	東	661	17	21.3	0.4	5	8m以内	稚樹発生数最多
③	A	36	北東	198	7	29.2	0.6	1	11m以内	
	B	33	南西	1,190	4	62.0	1.5	2	7m以内	
④	A	31	南	538	2	41.5	1.3	1	9m以内	
	B			444	8	30.7	0.9	1	9m以内	
⑤	A	34	南西	1,990	17	27.9	0.7	1	19m以内	稚樹発生数最多
⑤	B	38	南東	486	2	35.5	0.5	3	16m以内	
	C	34	南西	1,199	6	181.8	3.3	2	19m以内	樹高が高成長

稚樹の発生数が最多であった作業地②プロットAと作業地⑤プロットAを比較してみました。作業地②プロットAは、林地傾斜 26° と他のプロット設定値よりは比較的緩く、プロット周辺には種子を散布したとみられるアカマツ成木が 5 本生育したことから種子の飛来する環境に恵まれ、活着しやすかったと考えられますが、稚樹の生育は不良であり、付近の伐開地における照度が 2,000 ルクス程度だったことを考慮すると、当該プロットの照度が不足しているとみられます。

作業地⑤プロットAは林地傾斜 34°、種子を散布したとみられるアカマツ成木は当

該プロットから 19m 離れた場所に 1 本生育したのみで、母樹の条件が悪いにも関わらず、稚樹の発生本数が最多であったことから、母樹からの種子散布範囲が広範囲にわたっている可能性があります。当該プロットは南西斜面の最も照度が高い位置に所在していることから、一日を通じて日当たりがよく、稚樹の生育にとっては好条件と考えられます。

最も良好な生育を示したのは作業地⑤プロットCで、林地傾斜 34°、種子を散布したとみられるアカマツ成木は 19m 離れた場所に 2 本存在しました。稚樹発生本数は 6 本でしたが、南西斜面であり、一日を通じて日照条件が良好なことが、成長に好条件だったと考えられます（写真－8、表－1）。



写真－8 作業地⑤プロットC

表－1 調査結果一覧（最成長）

作業地	プロット	傾斜角 (°)	方位	照度 (lx)	稚樹数	平均値 (cm)		母樹候補木		稚樹の生育状況等
						樹高	根元直径	本数	距離	
①	A	48	東南東	205	6	79.9	1.1	なし		稚樹発生数最少
	B			388	1	1.7	0.2			
②	A	26	東	661	17	21.3	0.4	5	8 m以内	稚樹発生数最多
③	A	33	北東	198	7	29.2	0.6	1	11m以内	
	B		南西	1,190	4	62.0	1.5	2	7 m以内	
④	A	31	南	538	2	41.5	1.3	1	9 m以内	
	B			444	8	30.7	0.9	1	9 m以内	
⑤	A	34	南西	1,990	17	27.9	0.7	1	19m以内	稚樹発生数最多
	B			南東	486	2	35.5	0.5	3	16m以内
	C	34	南西	1,199	6	181.8	3.3	2	19m以内	樹高が高成長

これらの結果から、林地条件と刈出効果の関連性は明確ではありませんでした。

4 おわりに

本調査では稚樹の発生や成長に適した環境との関係が、明確に関連付けられませんでした。今後も成長量調査の継続とともに、林地条件がよく母樹となるアカマツが近い好条件の箇所は、稚樹の発生を促すための「地掻（じかき）」も検討するなど、新規育成箇所の拡大にも取り組む予定です。

貴重な森林資源である「滑マツ」を後世まで伝えるよう、「滑マツ保存会」などの協力団体とも連携を継続していきます。

3次元点群データを用いた森林管理
～林業イノベーション時代の調査手法確立を目指して～

近畿中国森林管理局 森林技術・支援センター 坪倉 真

1 はじめに

人工林の本格的な利用期に突入している現在、それを利用するためには精度の高い森林基礎データが必要となっています。

そのような中、林業成長産業化に向けた、林業イノベーションすなわち林業の新たな基軸を構築することも重要な課題です。

近畿中国森林管理局森林技術・支援センターでは、平成30年度は、地上型三次元レーザースキャナ（以下「地上レーザースキャナ」という。）の精度検証を行い、樹高補正が必要であるとの結論に至りました。令和元年度は、地上レーザースキャナとドローン（以下「UAV」という。）を連携させることにより、正確な樹高データの取得に取り組みました。

今回は、さらに発展させ3次元点群データの活用に着目して、より正確に、調査にかかるコスト面についても考慮しながら検証を行いました。

3次元点群データとは、1つ1つにX、Y、Zの座標を持っている点の集合体です。

現在は、様々な分野で活用されています。（例：3Dスキャナで得た点群データを3Dプリンタで実体化させる等）

計測された無数の点の集合により1つの画像を形成しています。（図-1、図-2）

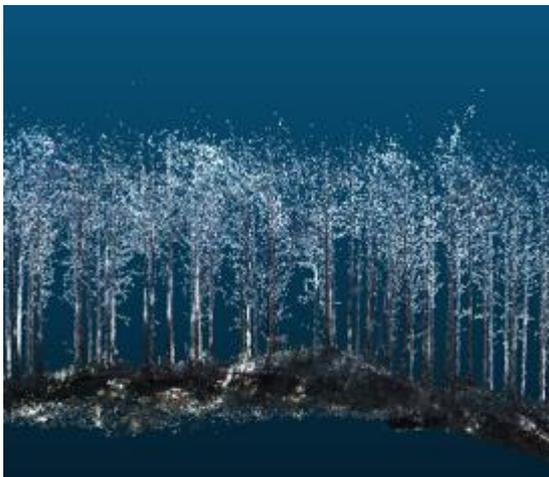


図-1 3次元点群データの画像①

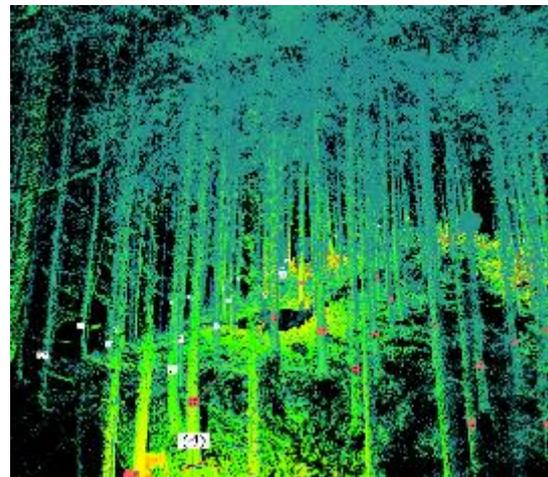


図-2 3次元点群データの画像②

2 調査の手法について

(1) 3次元点群データの取得環境

森林管理のための3次元点群データは主にLiDARデータ（ライダーデータ）とSfM（エスエフエム）データの2種類存在します。

LiDARデータとは、レーザー光線の照射により得られるデータです。「航空レーザー計測」、「地上レーザースキャナ計測」等が該当します。かなり詳細なデータを取得できますが、地上レーザースキャナは計測機器が高価であり、また、航空レーザー計測には多大な費用が必要です。（図-3）

S f Mデータとは、複数の写真を解析して得られた点群データです。UAVによる連続した空撮写真の解析により得ることができます。UAVの機体は約20万円、解析ソフトは約50万円で購入できます。

カラー写真から解析するため、大まかな樹種の判別も可能です。(図-4)

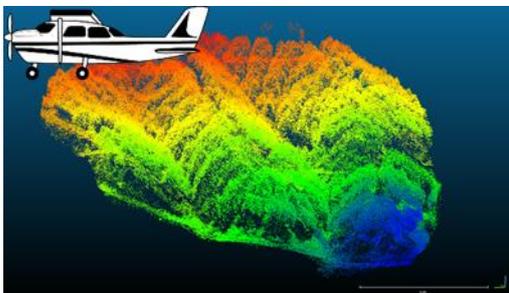


図-3 LiDARデータの一例



図-4 SfMデータの一例

(2) 3次元点群データ調査方法(機器)の比較

それぞれの特徴をまとめると下表のとおりです(表-1)

地表データ、樹冠上部データ、樹種の判別、胸高直径、下層木の状況等、いずれの機器も、単体でカバーできる範囲には限界があり、それぞれの長所を組み合わせながら利用することで、より詳細な森林情報の把握が可能となります。

表-1 調査方法の比較

比較表	航空レーザー計測	地上レーザー スキャナによる計測	UAV空撮写真の 3次元解析
経費(円)	3600万/1万ha	500万/1基	20万/1基+ 解析ソフト50万
地表データ	○	○	×
樹冠上部データ	○	×	○
樹種判別	△	×	△
胸高直径	×	○	×
樹高	○	△	×
下層木情報	×	○	×
計測範囲	広大	1Ha以下	数10ha

3 取得データの活用

取得データについてはフリーソフトのQGIS上で様々な解析を行い、森林情報を得ることができます。

(1) 樹高と立木本数の抽出(航空レーザー計測データの活用)

ア 立木本数の計測

表層高(DSM)の3次元点群データをQGISのプラグイン機能の1つであるFUSIONを使用して樹頂点を自動抽出し、立木本数を求める事ができます。

イ 樹高の算出

抽出した樹頂点の表層高(DSM)から地標高(DEM)を引いてQGIS上で自動計算させて立木1本1本の樹高を求めることができます。(図-5)

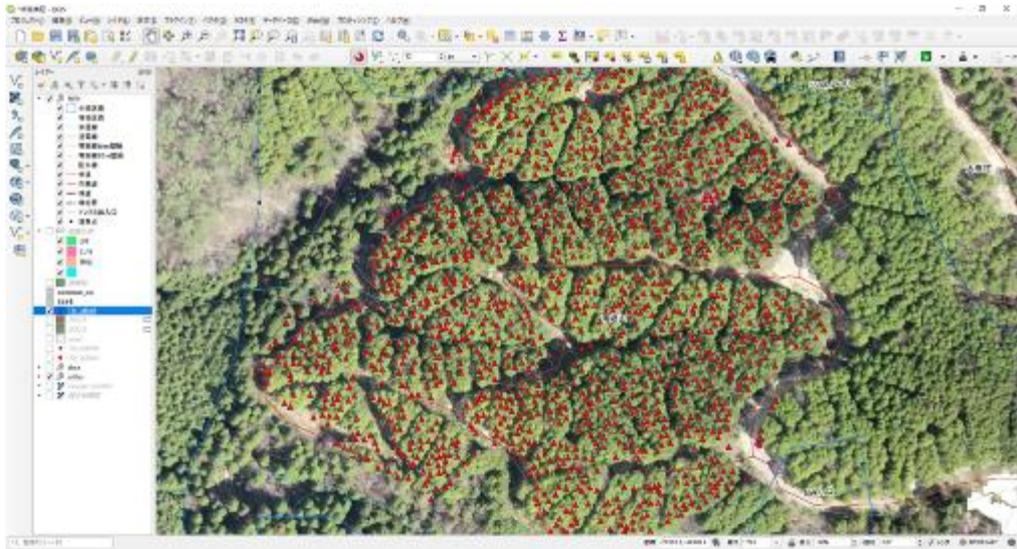


図-5 QGISで解析した画面

これにより広範囲の樹高と本数を計測することができ、標準地調査に比べて精度の高いデータを効率的に取得可能となります。

(2) 樹高、抽出本数データの比較（航空レーザー、UAV空撮、地上レーザースキャナ）

ア 樹高データの比較

樹頂点表層高から地標高を引いて計測された樹高について、航空レーザー、UAV空撮、地上レーザースキャナによるもので比較しました。（表-2）

林況	航空レーザー計測	UAV空撮	地上レーザースキャナ計測
48年生ヒノキ	21.13	21.46	16.20
91年生スギ・ヒノキ	28.33	28.47	21.33
28年生スギ	15.45	17.32	10.81
28年生ヒノキ	15.60	17.36	7.29

イ 抽出本数データの比較

実測値に近い地上レーザースキャナ計測による本数と航空レーザーによる本数、UAV空撮による本数で比較しました。（表-3）

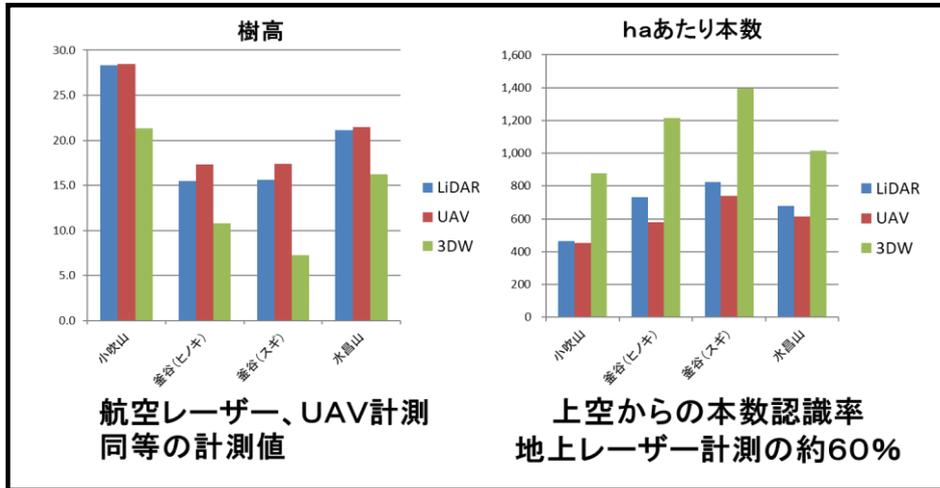
林況	航空レーザー計測	UAV空撮	地上レーザースキャナ計測
48年生ヒノキ	679	612	1,017
91年生スギ・ヒノキ	464	454	879
28年生スギ	825	740	1,394
28年生ヒノキ	731	577	1,214

ウ 精度と課題

樹高に関しては、航空レーザーとUAVによる計測では同等の計測値が出ており、地上レーザースキャナによる計測値は約4割低く計測される事がわかりました。

ha あたりの本数では、UAVや航空レーザーなど上空からの情報は、実測値に近い地上レーザースキャナ計測による本数の約60%の認識率となりました。(表-4)

表-4 データ比較まとめ



樹高計測精度に関しては、航空レーザー計測、UAV空撮データとも、誤差、ばらつきは少なく十分に使用できるものと判断できます。

課題としては、UAV空撮により抽出された樹頂点は、航空レーザー計測に比べ抽出漏れが多い傾向にあり、GIS上でのオルソ画像との目視により樹頂点を確認し、補完する必要があります。

森林の計測にあたっては、入手コストはかかりますが、比較的变化の少ない航空レーザー計測による地表面のDEMデータを中長期的に使用しながら、成長等で変化する森林の表層面の計測は、比較的安価なUAV空撮により十分対応できると考えます。

4 これからの森林計測

これまでの検証結果を踏まえて実務への応用について考察しました。

(1) UAV空撮データと航空レーザー (DEM) データの活用

UAVによる空撮データと航空レーザーによる地表データのみで蓄積を推定する方法について検証を行いました。上空から得られる空撮データの解析から樹高と本数を把握し、本数については先ほど導き出された補正係数0.6を与えて補正しました。

(図-6)

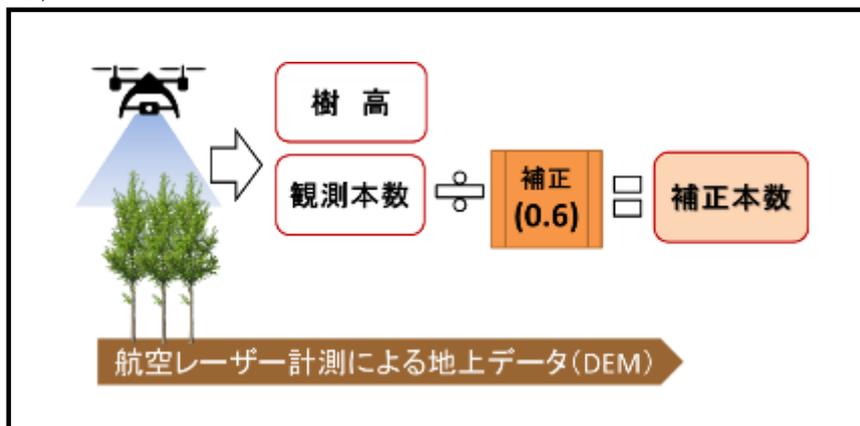


図-6 UAV空撮と航空レーザー地上データによる森林計測概念図

次に、林分密度管理図の曲線式を使って先ほど算出した ha あたり本数と、上層木平均樹高により、蓄積を計算します。材積の算出式に、ha あたり本数 1,021 本と上層木平均樹高 21.46m を代入して計算したところ ha あたり材積 584.13 m³ となりました。実測値は 530.28 m³ であり、約 90% の精度となりました。(図-7)

UAV による空撮から得られるデータのみで蓄積把握が可能となり、森林計画樹立時などにおいて効率的な森林調査が行えます。

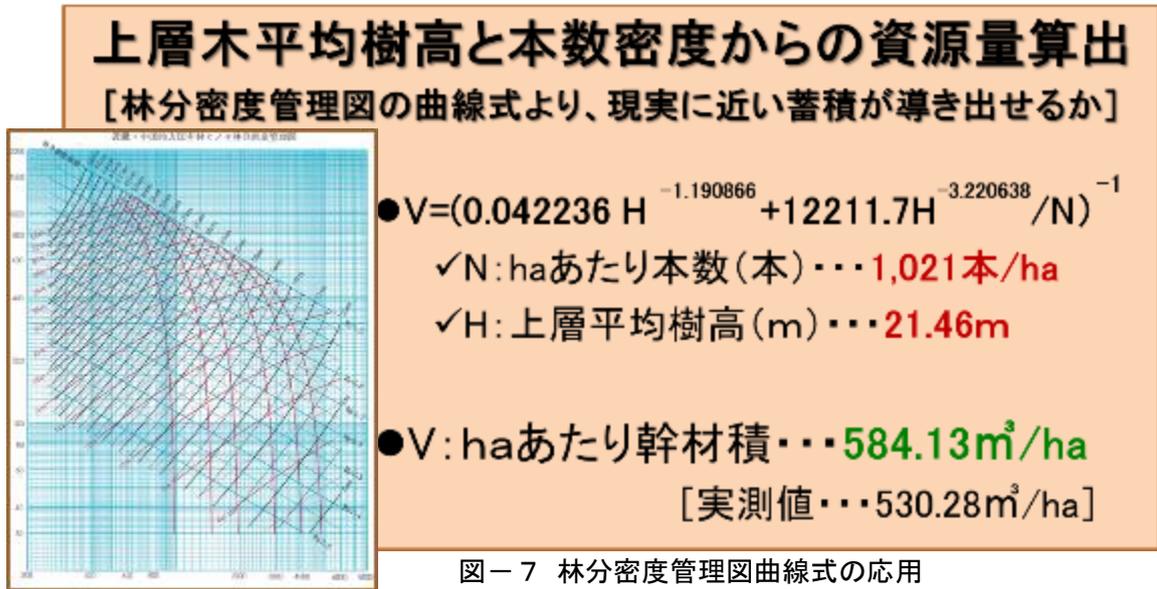


図-7 林分密度管理図曲線式の応用

(2) QGIS 上での密度管理

上層木平均樹高と生立本数により、密度管理の判断が行えます。区域面積 2.73ha、ha あたり抽出本数に係数 0.6 を代入し 625 本、上層木平均樹高 23.54m、そこから導き出された相対幹距比は 17% となりました。相対幹距比は 20% 以上が理想的とされているので、少し込み入っている林分であると判断できます。

(図-8)



図-8 QGIS 上での密度管理の実例

(3) QGIS上での地位判定

区域内の平均樹高、樹種、林齢の属性情報の情報から、収穫予想表を用いて詳細な地位判定を広範囲で行う事ができます。(図-9)

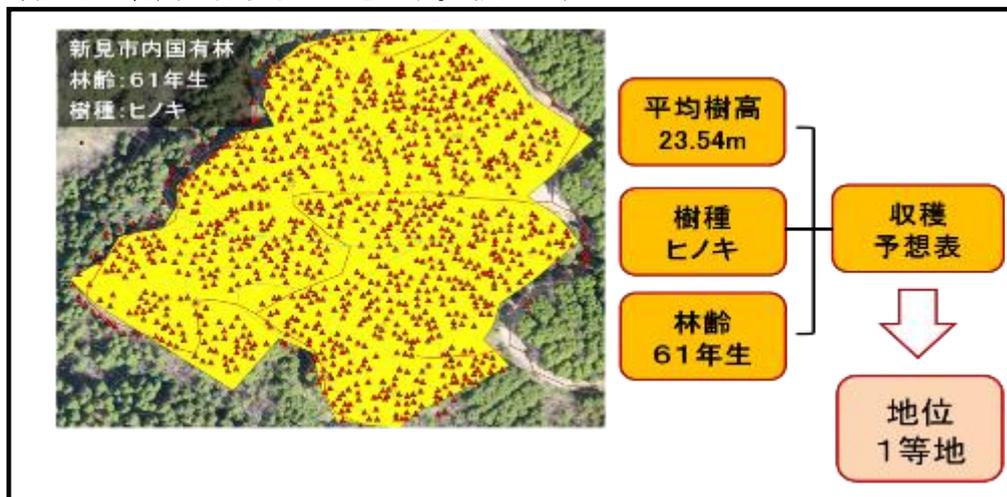


図-9 QGIS上での地位判定の実例

(4) QGIS上での地位によるゾーニング

QGIS上で1本1本の樹高を視覚的に色分けし、広範囲にわたり地位を判定することで、「木材生産林」とするか、または公益的機能も視野に入れた「針広混交林」に導くかなど、ゾーニングの判断根拠となります。(図-10)

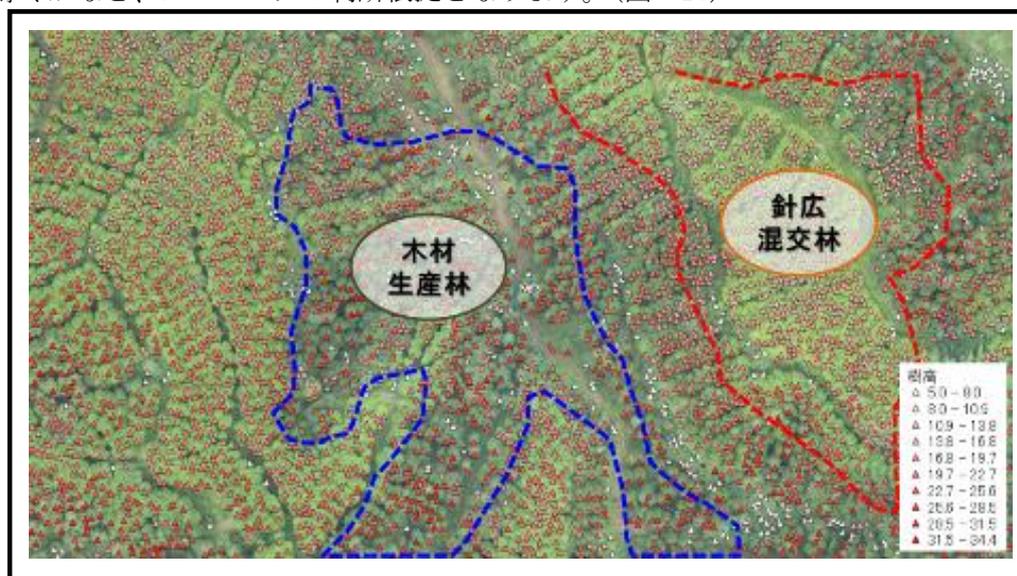


図-10 QGIS上でのゾーニングの実例

5 まとめ

3次元点群データの活用により、現地調査にかかる負担を大幅に軽減できるとの結論に至りました。

航空レーザー計測の成果等は新たな森林経営管理制度を進めるうえでの判断材料として、公的機関がこのようなデータを整備し、そのデータを公開することによりICT化が達成できるものと考えます。

そのためには、機器やデータを扱える人材が必要であり、利用方法等を普及する等のソフト的な取組も同時に進める必要があります。

信頼性の高い森林資源を管理することで、需給バランスがとれたサプライチェーンの構築の基礎となるものと考えます。

今後も、林業の成長産業化に向けて技術開発を進めたいと思います。



写真－1 実際の調査風景

リサイクルビーズを利用した資源の有効活用に向けた取組について

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林整備センター 松江水源林整備事務所 ○山田 道昭

杉山 悠太

カノウエフエイ株式会社

松本 健時

1 課題を取り上げた背景

森林整備センターは、昭和 36 年度から水源林造成事業を開始しており、現在までに約 48 万 ha、全国の民有林保安林の約 1 割に相当する水源林を造成しています。

このうち島根県では、約 3 万 3 千 ha を造成しており、9 齢級以上の森林が、約 1 万 5 千 ha と全体の 45% を占め、多くの林分が収穫期に達しています。

こうした状況も踏まえ現在では、造林事業で使う作業道はもとより、収穫時期に入った森林においても木材搬出の基盤となる、路網の整備を推進しているところです。

また、水源林造成事業における作業道は、林業専用道に準じた「基幹作業道」、2t トラックを含む四輪自動車の走行を想定した「トラック道」、フォワーダ等の林業機械の走行を想定した「林業機械道」の 3 つの規格があります。

これらの作業道のうち、四輪自動車の走行を想定している「トラック道」の路盤は敷砂利を基本の仕様としており、砕石を現地で採取できない場合などは、購入した砕石を使用することになります。

この砕石は主に、再生クラッシュランを 10cm 厚で使用していますが、一部の軟弱土壌では、車両の安全走行を確保するため、20cm 厚の山ズリを使用するなど、路盤の強度を高める工夫を行っているところです。

今回の取組は、この軟弱土壌で使用している山ズりに、バイオマス発電所で生じる焼却灰等を原料としたリサイクル資材である、リサイクルビーズを利用することで山ズリの使用量を低減し、資源の有効活用が図れないかと考え、リサイクルビーズを使用しても、山ズリと同様に、車両の安全走行を確保できるか検証を行ったものです。

2 リサイクルビーズの概要

リサイクルビーズは、山口県周南市にある、「カノウエフエイ株式会社」の工場で、製造されているもので、バイオマス発電所等で発生する焼却灰に、生石灰やセメント等を混ぜて製造したリサイクル資材となります。

この資材の特徴として軽量であることや、多孔性のため水を通しやすく、路面がぬかるみにくいメリットがあります。

また、焼却灰には「バイオマス発電所」で発生する焼却灰と、「火力発電所」で発生する石炭灰の 2 種類がありますが、現在、「カノウエフエイ株式会社」では、「バイオマス発電所」で発生する、焼却灰の有効活用を進めるべく、取り組んでいるとのことです（図-1）。

なお、今回、検証に使用したリサイクルビーズは、島根県江津市にある「しまね森林発電」で発生した、木質バイオマス発電由来の焼却灰を原料としたものを使用しました。



図－1 リサイクルビーズ

3 調査方法及び実行結果

(1) 試験地

リサイクルビーズの供給区域の関係もあり、島根県鹿足郡津和野町笹山にある分収造林地（図－2）で行いました。

また、試験区は、令和2年5月に開設した作業道で、黒ボク土の土壌です。



出典：国土地理院発行地形図使用

図－2 リサイクルビーズの供給地域及び試験区の位置

(2) 試験区（プロット）の種類

試験区は、軟弱土壌であることから、路床に沈み込みにくい、粒度の大きなものを使用したいと考えました。リサイクルビーズは、天然の砕石と比べ硬度が低いことから、転圧時等に粉碎されることが想定されるため（写真－1）、リサイクルビーズを一定量、山ズリに混ぜたものを比較対象とすることにし、配合率を変えた3種類のプロット（図－3）を設け比較しました。

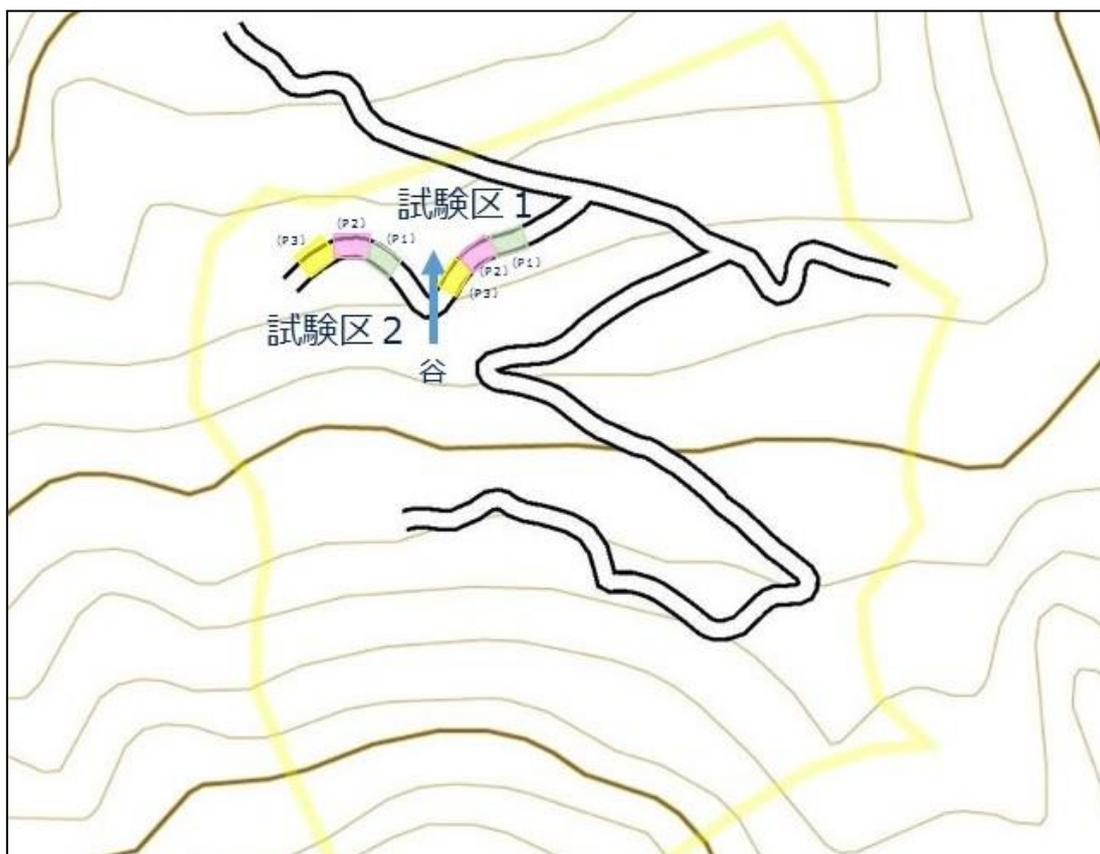
また、3種類の各プロットの延長は20mとし、3つのプロットで、1つの試験区としました（図－4）。



写真－1 リサイクルビーズ



図－3 プロットの種類



出典：国土地理院発行地形図使用

図－4 試験区の配置

(3) 試験方法

各プロットで、簡易支持力測定器（キャスポル）を用いインパクト値を計測し、CBR値及びコーン指数を求めて比較するとともに、トラック等の走行に支障がないと想定される基準値を設け検証しました。

なお、基準値は舗装設計便覧で「CBR値が3%未満の場合は軟弱土壌で、路床の改良を積極的に行う」とされていることから、CBR値が3%未満だとトラック等の走行に支障がでると考え、3%以上をCBR値の基準値とし、コーン指数は河川土木マニュアルに「ダンプトラックの走行に必要なコーン指数が平方メートル当たり 1,200kN」とされていることから1,200kN以上をコーン指数の基準値としました。

また、試験は雨期を挟んだ6月と8月の2回行い、降雨による変化も検証することとしました（写真－2）。



写真－２ 試験状況

(4) 試験結果

ア 6月

山ズリの割合が多いほど高い計測値を示す傾向となりました。

また、山ズリのみプロット3はもとより、リサイクルビーズを50%混ぜたプロット1、リサイクルビーズを25%混ぜたプロット2、共に基準値と定めた CBR 値3%、コーン指数1, 200kN を大きく上回る結果となりました。

また、試験区1の方が試験区2に比べ全体的に高い結果となりました。

イ 8月

各プロットの計測値は6月と同様の傾向を示す結果となりました。

また、基準値と定めた CBR 値3%、コーン指数1, 200kN を6月と同様に大きく上回る結果となりました。

ウ 6月と8月の比較

殆どのプロットにおいて6月に比べ8月は、計測値の減少が見られました。

これは、降雨により路盤が緩んだものと考えられますが、8月の計測値も全てのプロットで基準値と定めた CBR 値3%、コーン指数1, 200kN を十分上回っていることから、降雨の影響は少ないと考えられます(表-1)。

また、試験に用いた山ズりは購入材を使用しましたが、リサイクルビーズを使用したことで山ズリの使用量が減ったことにより、配合割合が1:1の場合で約3%資材費が減少しました。

表－1 6月及び8月の試験結果

試験区	CBR値 (%)			コーン指数 (kN/m ²)		
	6月	8月	増減	6月	8月	増減
試験区1 (プロット1) リサイクルビーズ 50% 山ズリ 50%	23.1	21.8	-1.3	1,806.0	1,709.1	-96.9
" (プロット2) リサイクルビーズ 25% 山ズリ 75%	28.0	25.9	-2.1	2,186.4	2,024.8	-161.6
" (プロット3) 山ズリ 100%	29.4	31.9	+2.5	2,293.2	2,484.7	+191.5
試験区2 (プロット1) リサイクルビーズ 50% 山ズリ 50%	20.8	20.2	-0.6	1,632.0	1,584.8	-47.2
" (プロット2) リサイクルビーズ 25% 山ズリ 75%	23.9	22.5	-1.4	1,870.6	1,761.3	-109.3
" (プロット3) 山ズリ 100%	25.1	23.8	-1.3	1,960.1	1,863.2	-96.9

4 まとめ

リサイクルビーズは現在、輸送距離の問題で供給地域が限られています(図－2)が、今回の検証結果では、リサイクルビーズを混ぜた山ズリであっても、CBR 値、コーン指数ともに、トラック等の走行に支障が無い結果が得られました。

このことから、リサイクルビーズを1：1で配合したものであっても、山ズリのみを敷均した路盤と同様に、トラック等の安全走行が確保されるものと考えられます。

さらに、リサイクルビーズの活用によって資材費の低減も期待でき、かつ、バイオマス発電所から発生する焼却灰を山に戻すリサイクル(資源の有効活用)にも繋がることから、今後も本取り組みを継続するとともに1年後に再度試験を行う等、長期間の時間経過による変化等も検証したいと考えています。

最後になりましたが、今回の取組を行うに当たりご協力頂いた、株式会社鹿野興産様、高津川森林組合様、伊藤忠エネクス株式会社様にお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 日本道路協会 舗装設計便覧、日本道路協会、2006
- 2) 一般財団法人国土技術研究センター 河川土工マニュアル、一般財団法人国土技術研究センター、2009

ペカン増殖に向けた取組
～早生樹及び果樹としての可能性を探る～

岡山県農林水産総合センター森林研究所 特別研究員 ○西山 嘉寛
技 師 新原 一海

1 はじめに

近年、ナッツ類（殻果類）が有する機能性（ビタミン類、抗酸化作用）が大きく注目される中で、ペカンナッツ（以下 ペカン、図-1）も、その一つに挙げられ（終風舎 2010、講談社 1995）、その殻果は特に食味が良いことから、商品化も進められています。

そもそも、ペカンは、特用樹として古く大正時代から国内へ試験導入されてきた経緯があり（倉田 1951、農山漁村文化協会 2000）、岡山県内にも、樹齢 20～30 年生以上と予想される個体が分布していることが、これまでの調査から明らかになっています（図-2、図-3）。近年では、埼玉県では耕作放棄地対策として、新たに栽培化が進められていますが（日本農業新聞 2020）、現在のところ、主産地はなく、国産化にも至っていないのが実情です。



図-1 ロースト処理前後におけるペカンの殻果
注. 左側：ロースト処理前 右側：ロースト処理後

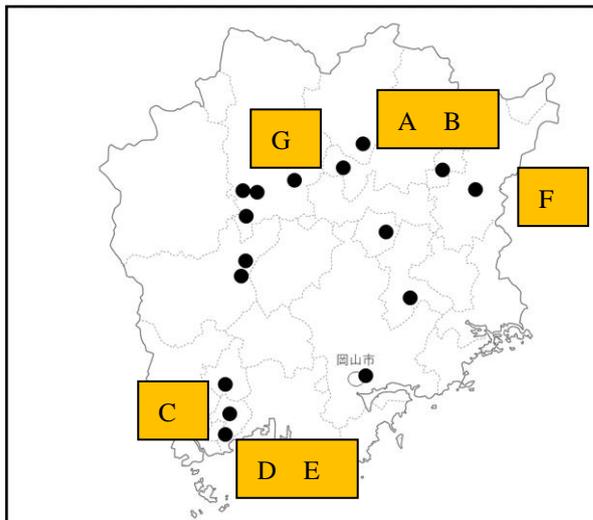


図-2 岡山県内におけるペカン個体の分布

注 1. 2020 年 3 月時点

注 2. A～F：胸高直径が 20cm 以上の個体



図-3 ペカンの個体 (C)

注. 岡山県浅口市鴨方町地内



図－４ 小郡教会内のペカン材利用事例

注. 山口県農林総合技術センター（渡邊氏）より提供

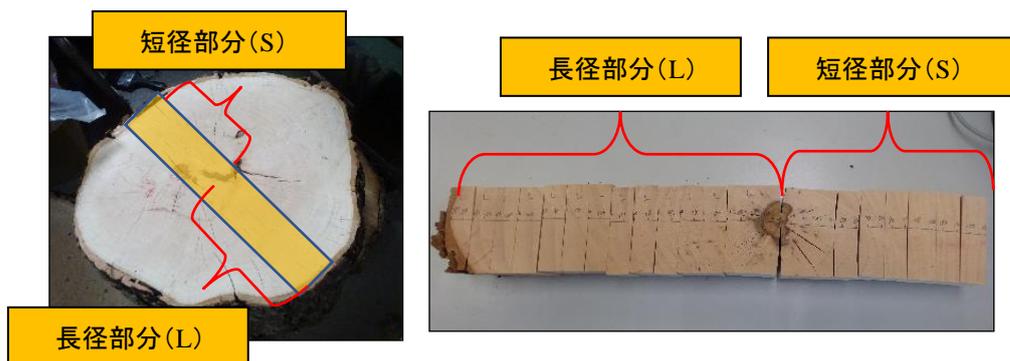
さて、当研究所では、当該樹種について、栽培果樹として早い段階から着目し、2011年以降、主に増殖を試みてきました。一方、用材として見た場合でも、これまで運動器具（スキー板）、床板、器具の柄に利用されてきたことが報告されており（日本木材加工技術協会編 1983、樹の散歩道 HP）、有用広葉樹（材）としても有望であると考えています（図－4）。

今回、新たに切株を入手し、その円盤解析（肥大成長分析）を実施したことから、さらに早生樹としての側面からも、当該樹種の可能性について検討を行ったので報告します。

2 方法

(1) 材質調査

岡山県浅口市鴨方町地内に分布していた個体（前掲 図－4）が2020年3月に伐採されたのに伴い、翌4月にその切株を入手し、5～6月にかけて心材～辺材部までの材片試料（試験片）を作成し、それぞれ材質分析（比重等）に供しました（図－5）。



図－5 ペカン切株と分析に供した材片試料

注. 左側：切株 右側：材片試料

(2) 成長調査

岡山県内に分布している個体（前掲 図－2）の中で、胸高直径が20cm以上の7個体について、2016～2020年度、胸高直径と樹高の関係を調査しました。合わせて、岡山県内で過去に伐採された切株と、上記（1）の切株の計2個体について、2018～2020

年度、樹齢ごとに年輪幅を解析し、直径成長の良否を判定しました。

(3) 増殖試験（接ぎ木）

優良系統の増殖試験として、2011年度、ペカンと同じ科に属するオニグルミ台木に、2016～2018年度は実生台木（共台）へ接ぎ木試験（切り接ぎ）をそれぞれ実施しました。

(4) 播種試験

2018年12月、浅口市金光町占見地内で自然落下したペカン種子を採取するとともに、同月下旬に、当新研究所内（温室）において、300cc容量のコンテナ（JFA300）に播種し、翌2019年12月まで発芽及び生育状況を調査しました。

3 結果及び考察

(1) 材質調査

ペカンの気乾比重は、長径部分（L）で平均0.71（0.66～0.75）、短径部分（S）で同0.67（0.65～0.69）となっていました（表-1）。この点について、国内に自生している樹種の気乾比重（林業科学技術振興所 1985）と比べると、同値が高いブナ科のアベマキ（0.98）、コナラ（0.76）に比べると低い値でしたが、一方、同じ科のクリ（0.60）、バラ科のヤマザクラ（0.62）、ニレ科のケヤキ（0.64）、クワ科のヤマグワ（0.62）（表-2）と比べた場合には、相対的に高い数値を示していました。

一方、日本木材加工技術協会編（1983）によれば、ペカンの気乾比重は0.75と報告されており、今回の調査結果（数値）はこれをやや下回っていましたが、当該樹種の材質特性として、気乾比重は総じて高いレベルにあることが実証されました。このように、ペカンは成長が早く、かつ材の気乾比重が大きい点から、バイオマス利用で有利であるのほか、当該樹種の特徴（材質の硬さ等）から、既往文献（日本木材加工技術協会編 1983）の指摘にもあるように、今後、耐久性、摩耗性が要求される、建築材（床材）等での用途開発が進めばと考えています。

表-1 木片試料による材質特性調査

No	厚さ (mm)	幅 (mm)	長さ (mm)	初期重量 (g)	気乾重量 (g)	全乾重量 (g)	初期比重 (g/cm ³)	気乾比重 (g/cm ³)	全乾比重 (g/cm ³)	含水率 (%)
L20	40.57	68.20	38.64	108.7	70.5	64.3	1.02	0.66	0.60	69.0
L50	18.01	68.25	38.83	49.8	33.0	30.3	1.04	0.69	0.63	64.5
L70	16.87	68.24	39.09	47.3	31.5	28.8	1.05	0.70	0.64	64.2
L90	17.00	68.21	39.36	48.1	32.0	29.2	1.05	0.70	0.64	64.5
L110	18.07	68.27	39.60	51.0	34.5	31.3	1.04	0.71	0.64	63.1
L130	17.04	68.30	39.84	49.8	33.5	30.4	1.07	0.72	0.66	63.8
L150	16.99	68.32	40.12	48.8	32.5	29.6	1.05	0.70	0.64	64.6
L170	17.61	68.39	40.39	51.1	34.5	31.4	1.05	0.71	0.64	62.9
L190	17.13	68.44	40.64	49.6	33.5	30.6	1.04	0.70	0.64	62.0
L210	18.45	68.44	40.91	53.9	37.0	33.8	1.04	0.72	0.65	59.5
L230	16.75	68.51	41.16	49.6	34.5	31.9	1.05	0.73	0.67	55.6
L250	17.51	68.56	41.44	52.8	37.5	34.6	1.06	0.75	0.70	52.3
L270	-	-	-	61.9	42.5	38.8	-	-	-	59.4
S20	39.69	67.72	38.09	104.7	68.5	61.9	1.02	0.67	0.60	69.2
S50	16.96	67.56	37.55	43.9	28.5	26.1	1.02	0.66	0.61	68.1
S70	17.94	67.45	47.34	45.4	39.0	36.5	0.79	0.68	0.64	24.4
S90	16.05	67.31	37.10	41.2	27.5	26.0	1.03	0.69	0.65	58.4
S110	19.37	67.14	36.84	48.9	33.0	30.0	1.02	0.69	0.63	63.1
S130	16.24	66.98	36.59	39.9	26.5	24.3	1.00	0.67	0.61	63.8
S150	17.09	66.88	36.35	41.1	27.0	24.8	0.99	0.65	0.60	65.6

注1. 岡山県農林水産総合センター森林研究所木材加工研究室による分析

2. L: 長径部分で中心からの距離 (mm) S: 短径部分で中心からの距離 (mm)

(2) 成長調査

調査した7個体のうち、樹高が25m以上の例は2個体確認されました(図-6)。この点については、アメリカ(北米)では30mにも達するとの報告が既があり(柗風舎 2010)、地位級が高い、肥沃地へ植栽すれば、樹高成長を期待できると考えられます。

一方、2個体の肥大成長をみると、樹齢25~30年生で直径が40cm以上に達しており、その間、ほぼ直線的に肥大(毎年1.6cm程度肥大)していることが明らかになりました(図-7)。この点に関し、スギ人工林(岡山県地位級1)の平均胸高直径(西山 2011)と比較しても、樹齢25年生時では、ペカンの肥大成長が倍程度優れていました。さらに、早生樹の観点から、肥大成長が早いユリノキ(西山ら 2018)、フウ類(新原ら 2020)と比べ、同レベル以上と推察されました。ペカン2個体(伐採個体)とも単独木であり、周囲からの被圧等の影響は受けていなかった点を考慮しても、ペカンは早生樹として十分有望であることが今回の調査結果から示されたといえます。

表-2 国内樹種(落葉樹)における気乾比重一覧

樹種	科	気乾比重 (g/cm ³)	用材の用途
アベマキ	ブナ	0.98	
コナラ	ブナ	0.76	家具材
ミズナラ	ブナ	0.68	家具材 床材
クリ	ブナ	0.60	土台 家具材
ヤマザクラ	バラ	0.62	鴨居 版木
ケヤキ	ニレ	0.64	建築材
トチノキ	トチノキ	0.52	家具材
ヤマグワ	クワ	0.62	指物

注.財団法人林業科学技術振興所(1985)より抜粋

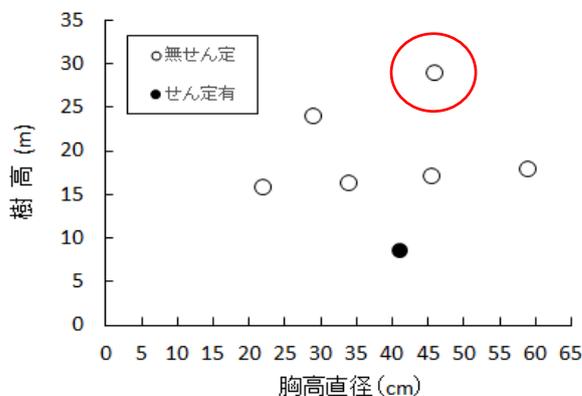


図-6 ペカンの胸高直径と樹高の関係

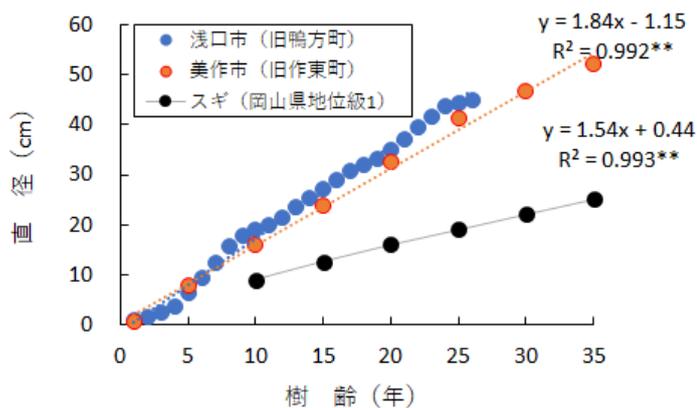


図-7 ペカンの直径成長推移

(3) 接ぎ木試験

2011年4月中旬、まず予備試験として、ペカンと同じ科に属するオニグルミ植栽木（樹高1～2mサイズ）を台木として使用し、接ぎ木（切り接ぎ）を実施しましたが、全く活着がみられませんでした（表-3、西山（2015））。一方、2016～2018年の3カ年間、優良な5系統を、いずれも4月中旬に、ペカン台木へ接ぎ木（切り接ぎ）を実施したところ、同活着率は平均32%（19.0～46.2%）となり、系統間でバラツキが見られました（表-4、図-8）。クリの活着率については、栽培栗（品種：筑波）で90%以上を記録しており（農山漁村文化協会 1985）、この数値に比べ、今回の結果は明らかに低い数値でした。

また、2018～2019年の2カ年間、優良系統6系統（系統Eを除く）について、夏季の7～8月、ペカン台木にそれぞれ芽接ぎを実施した結果では、活着した個体は全く確認できませんでした（表-5）。

以上の結果を総合的に判断しますと、現時点では、接ぎ木（切り接ぎ）による増殖方法が最も有効であると考えています。

表-3 オニグルミへの接木試験結果

ペカン穂木 採取個体	オニグルミ 台木供試数	接木部平均 地上高(cm)	接木部台木 平均直径(cm)	接木部穂木 平均直径(mm)	活着率 (%)
No10	5	36	13.4	7.7	0
No17	7	34	14.7	8.5	0
No19	3	37	13.5	7.4	0
田淵	5	38	13.2	8.1	0

表-4 切り接ぎによる活着状況

ペカン 種 類	接木 (2016.4)			接木 (2017.4)			接木 (2018.4)			接木 (2019.4)			計		
	接木本数 (本)	活着本数 (本)	活着率 (%)												
A	16	1	6.3				11	4	36.4	15	3	20.0	42	8	19.0
B	18	4	22.2				19	11	57.9	21	4	19.0	58	19	32.8
C	13	5	38.5				8	6	75.0				21	11	52.4
D				3	2	66.7				10	4	40.0	13	6	46.2
E										13	3	23.1	13	3	
計	47	10	21.3	3	2	66.7	38	21	55.3	59	14	23.7	147	47	32.0

注. 活着有無の判断は接木実施当年の12月末時点のものである



図-8 切り接ぎによる活着個体

注. 左側：2018年4月実施 右側：2019年4月実施

表-5 芽接ぎによる活着状況

ペカン 種 類	2018.7			2019.8		
	接木本数 (本)	活着本数 (本)	活着率 (%)	接木本数 (本)	活着本数 (本)	活着率 (%)
A	15	0	0	10	0	0
B	18	0	0	11	0	0
C	8	0	0	-	-	-
D	10	0	0	-	-	-
F				3	0	0
G				5	0	0
計	51	0	0	29	0	0

注. 活着有無の判断：2019年1月時点及び2020年6月時点の判断による

(4) 播種試験

同一種子を5種類のコンテナ（A～E）に播種した場合、とり播きでの発芽率は平均32%（8～45%）であり、コンテナ間でもバラツキが見られました（図-9）。このことについて、同じ科に属する大粒殻果のオニグルミでは、同発芽率が75%（66～80%）であるとする報告（関西地区林業試験研究機関連絡協議会育苗部会編 1980）がなされていることから、より健全な種子が採集・精選ができれば、40%、もしくはそれ以上の発芽率を期待できるのではないかと考えています。

播種当年の苗高（長）については、全34個体のうち、例えば、形状比100以下、苗高（長）40cm以上、地際直径5mm以上を山行苗規格とした仮定した場合、形状比80以下、同100以下、120以下では、それぞれ5個体（14.7%）、9個体（26.5%）、12個体（35.0%）、それぞれ得苗を期待できることが明らかになりました（図-10）。このことについては、2020年度も、引き続き調査を行っており、今後、苗高、地際直径及び形状比を含めた苗規格を明確にしいくとともに、得苗率向上に向けた検証をさらに進めていく予定にしています。

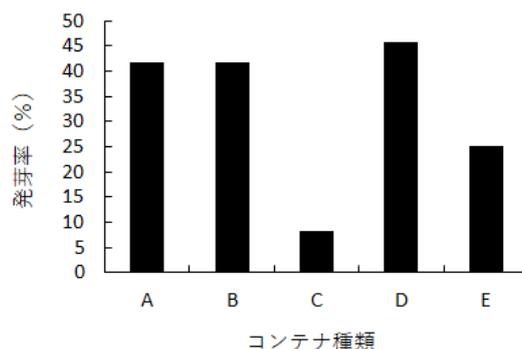


図-9 コンテナ別発芽率

注. 300cc コンテナ使用

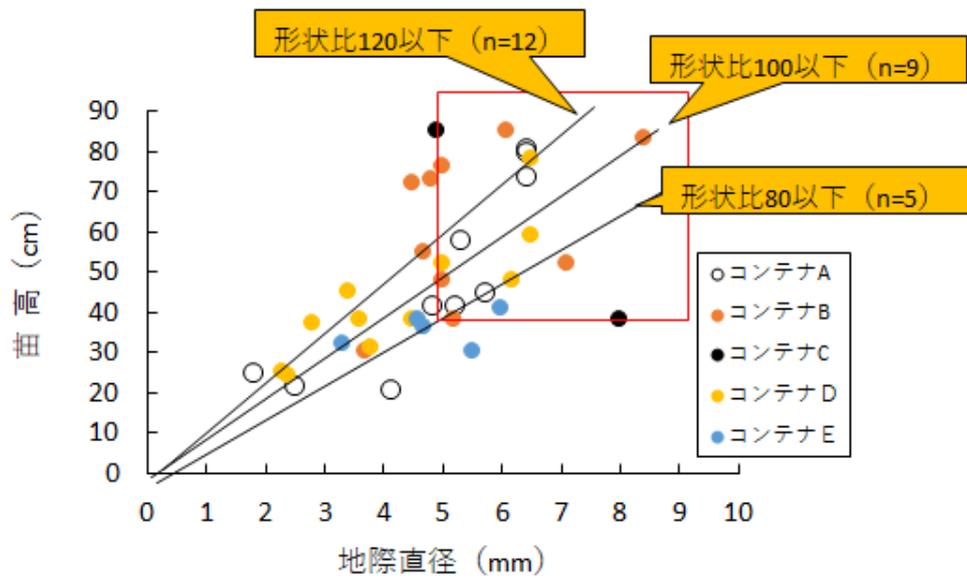


図-10 播種当年の地際直径と苗高の関係

注. 全標本数 39

5 おわりに

ペカンには早生樹及び果樹としての可能性が十分にあると推察されることから、今後、両面から関連データの収集を行うとともに、種子・採穂用母樹園の整備（図-11）、ジベレリン処理等による着花結実促進（図-12）に向けた取組も併せて進めていく予定です。



図-11 種子・採穂用母樹園の整備状況

注1. 岡山県農林水産総合センター森林研究所内

注2. 2020年8月現在



図-12 ペカン個体へのジベレリン処理

注. 2020年8月、ジベレリンペーストを幹に注入

文献

- 1) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会育苗部会編 (1980) 樹木のふやし方ータネ・ホ
とりから苗木まで一, 農林出版株式会社, 東京: 340pp.
- 2) 樹の散歩道 HP
(http://kinomemocho.com/sannpo_hickory.html)
- 3) 講談社 (1995) 世界のくだもの 365 日事典: 427pp.
- 4) 倉田益二郎 (1951) 特用樹の有利な栽培法, 博友社, 東京: 286pp.
- 5) 新原一海・西山嘉寛 (2020) 新たな早生樹種の選抜に向けた基礎研究—フウ類の生育
状況について, 令和元年度森林林業交流研究発表集録: 25-32.
- 6) 日本農業新聞 (2020) 地域活性化へペカンナッツ講習, 4月22日版.
- 7) 西山嘉寛 (2011) 岡山県における木質バイオマス資源の有効利用に向けた低コスト作
業システムの研究, 岡山県森林研究所研究報告 27: 99-118.
- 8) 西山嘉寛 (2015) ペカン栽培に関する研究—岡山県内の分布と増殖—, 第66回応用森
林学会大会研究発表要旨集: 46p.
- 9) 西山嘉寛・阿部良文 (2018) ユリノキという木は短伐期で木材として利用できるのか
—岡山県2地点での調査結果—, 平成29年度森林林業交流研究発表集録: 13-20.
- 10) 農山漁村文化協会 (1985) 果樹全書 クリ・クルミ・オウトウ・アンズ: 680pp.
- 11) 農山漁村文化協会 (2000) 果樹園芸大百科 16: 379pp.
- 12) 日本木材加工技術協会編 (1983) —世界の有用木材 300 種—: 126pp.
- 13) 終風舎 (2010) 世界の食用植物文化図鑑: 360pp.
- 14) 林業科学技術振興所 (1985) 有用広葉樹の知識, 東京, 太平社: 514pp.

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～

兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター森林活用部
主任研究員 小長井 信宏

1 背景

人工林資源の成熟に伴いスギ大径材の生産が増大しており、JAS構造材利用拡大の流れに乗って、中小製材工場が得意とするスギ無垢横架材（梁・桁等）の需要増大が期待されています。しかしながら、当地域の中小製材工場のJAS取得は、「目視等級区分構造用製材」に比べ、「機械等級区分構造用製材」の取得、つまり強度性能表示が進んでいないのが現状です。

この理由には、強度表示されたスギ無垢製品の需要が低迷していること、さらにJAS（機械等級区分）の取得・維持にかかるコスト（システム導入にかかるイニシャルコスト、計測・格付け・更新にかかるランニングコスト）が高いことなどが挙げられます。加えて、強度不明の原木丸太を製材するために一定割合で強度不足製品が発生し、これらの処分方法（安売りまたは再加工）や風評被害を製材工場が懸念している、という事情があります。

私は研究員として、技術開発によって解決し得る問題としてスギ大径木丸太の強度が明らかでない点に着目し、製材工場が木材市場で高強度丸太を安定的に調達できるシステムの確立を目指し、(1)高強度丸太を簡易に選別する技術の開発、(2)高強度丸太の選別コストの算定について検討を行いました。

2 調査方法

(1) 高強度丸太を簡易に選別する技術の開発

ア 丸太強度の算出方法

丸太強度の評価方法のひとつである、動的ヤング係数 E_{fr} (kN/mm^2) は、以下の式で求められます。

$$E_{fr} = 4\rho f^2 L^2 / 10^9 \quad \dots \text{式1}$$

L：丸太の長さ(m)

ρ ：丸太の密度(kg/m^3)

f：丸太の木口をハンマーで叩いた音の
固有振動数(Hz)

しかし、密度 ρ を正確に求めるには、丸太の材積（末口・元口の直径、長さ）と重量を測定する必要があります。特に重量測定には重機（グラップル）や吊り秤を使用するなど多くの手間を要します（写真-1）。



写真-1 重機による重量測定

一方で、開発した技術を普及するためには、できるだけ簡易な手法が求められることから、この密度測定の省力化がポイントとなります。そこで、密度については丸太を個々に測定せず、あらかじめ測定しておいた多数の密度データから得られる統計的に信頼できる推定密度を利用することで、強度選別作業が効率化できないか検討しました。

イ 密度データの採取方法

平成29年6月～平成30年2月にかけて、兵庫県宍粟市に所在する（株）山崎木材市場において、末口径30cm以上のスギ4m丸太558本の密度データを採取しました。

丸太の材積 $V(\text{m}^3)$ はスマリアン式とし、直径は外周を円周率で割って求めました（ただし、皮付き丸太は求められた直径から 1 cm を減じた）。

$$V = \pi (D_1^2 + D_2^2) / 8 \times L / 10^4 \quad \dots \text{式 2}$$

D_1 : 末口直径 (cm), D_2 : 元口直径 (cm)

重さは、グラップルを用いて丸太をスリングベルトで 2 点吊りして、吊り秤（秤量 1 t、1 kg 単位）2 台で測定し（写真－1）、密度 ρ を以下の式で求めました。

$$\rho = (W_1 + W_2) / V \quad \dots \text{式 3}$$

W_1, W_2 : 吊り秤 2 台それぞれの測定値 (kg, スリングベルトの重さを含まず)

ウ 推定密度の算出方法

強度選別に用いる推定密度に平均値を採用する場合、理論上は半分が過大、残る半分が過小となるため、ここでは推定密度に 10% 下限値（本数の 9 割はそれ以上の密度となる値）を採用することとしました。

エ 得られた推定密度による強度選別手法の精度検証

(ア) 精度検証

令和元年 11 月～令和 2 年 3 月にかけて、上記の推定密度（10% 下限値）を採用して、吊上げずに土場上で簡易に強度判定を行い、推定強度 E_{fr}' が 6.9 kN/mm^2 以上の丸太を「高強度丸太」とみなし、期間を通じて 42 本選別しました。これらの丸太については、選別を行った後に実際に吊上げて重量を測定して正確な密度を確認し、この正確な密度から求めた実際の強度 E_{fr} を算出し、 6.9 kN/mm^2 以上の丸太が選別された確率が果たして 90% に近いかどうかを検証しました。

(イ) 土場上の簡易な強度選別における推定強度 E_{fr}'

推定密度による丸太の推定強度 E_{fr}' (kN/mm^2) は以下の式で求めました。

$$E_{fr}' = 4 \rho' f^2 L^2 / 10^9 \quad \dots \text{式 4}$$

L : 丸太の長さ (m)

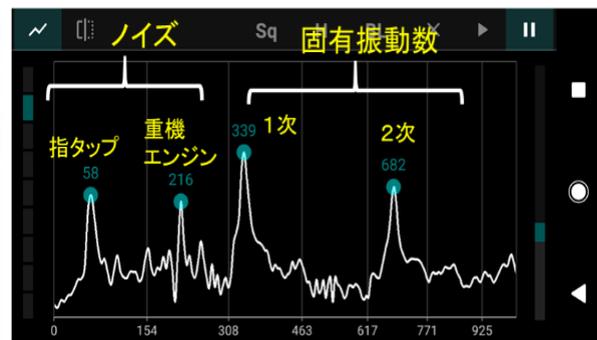
ρ' : 丸太の推定密度（10% 下限値密度 kg/m^3 ）

f : 丸太の木口をハンマーで叩いた音の固有振動数 (Hz)

固有振動数 f は、丸太木口面をプラスチックハンマー（0.5 ポンドあるいは 1 ポンド）で軽く叩いた音をスマートホン android アプリ FFT Spectrum Analyzer（フリーソフト）で測定し（写真－2）、1 次波形をもって固有振動数としました（図－1）。



写真－2 固有振動数測定状況



図－1 FFT Spectrum Analyzer 画面

また、選別作業の効率化のため、プラスチックハンマーの柄に、強度 6.9 kN/mm^2 から逆算した、長さ L ごとの固有振動数 f の目標値を早見表（非公表）にして貼り付け、目標値以上の固有振動数を示す丸太を高強度丸太と判定しました。

(ウ) 吊上げによる実際の強度 Efr

前述の2調査方法(1)ア及びイの手法に基づき丸太の長さLと密度ρを求め、固有振動数fはスリングベルトで2点吊り(ベルト間隔2.0m、写真-1)した状態で元口面を叩いて打音を測定のためFFT Spectrum Analyzerで解析して求め、式1により実際の強度Efrを算出しました。

(2) 高強度丸太の選別コストの算定

平成30年10月1日及び4日、山崎木材市場土場において、研究員による丸太の強度判定を実施して、67本の高強度丸太にマーキングをしました。そのうち、10月1日に実施した35本の強度判定については、作業内容ごとに時間を計測しました。なお、この時点では、強度が明らかでない丸太と高強度丸太が同じ桝に混在していましたが、実際の強度選別販売を想定するのであれば、高強度丸太を仕分けて別の桝に整理する必要があると考えました。そこで、4日に重機(グラブ)で高強度丸太67本を抜き取り移動させ、高強度丸太単独の桝に整理しました。この重機作業を観察し、重機による移動と、高強度丸太の桝付けに要した時間を計測しました。

これら、強度判定作業及び重機作業にかかる労務費及び機械損料等をもとに作業コストを算出しました。

3 結果

(1) 高強度丸太を簡易に選別する技術の開発

ア 調査対象丸太の寸法の概要

このたび測定した558本のスギ丸太の末口直径は、最小で30cm、最大で58cmで、元玉と2番玉等(3番玉以降含む)別ではそれぞれ290本、268本でした(表-1)。

表-1 直径別本数内訳

区分	末口径 cm															合計
	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	
元玉	30	43	42	31	43	39	24	19	11	3	4	0	1	0	0	290
2番玉等	50	51	32	19	38	28	16	14	9	3	4	2	0	1	1	268
計	80	94	74	50	81	67	40	33	20	6	8	2	1	1	1	558

長さについては、元玉と2番玉等とは、ばらつきに差がありました(図-2)。

2番玉等は平均で416.5cm、標準偏差σ=7.9cmとまとまっている一方、元玉は根鉢を丸太につける習慣が残っているため、長さは平均で432.3cm、標準偏差σ=15.9cmとばらつきが大きくなりました。

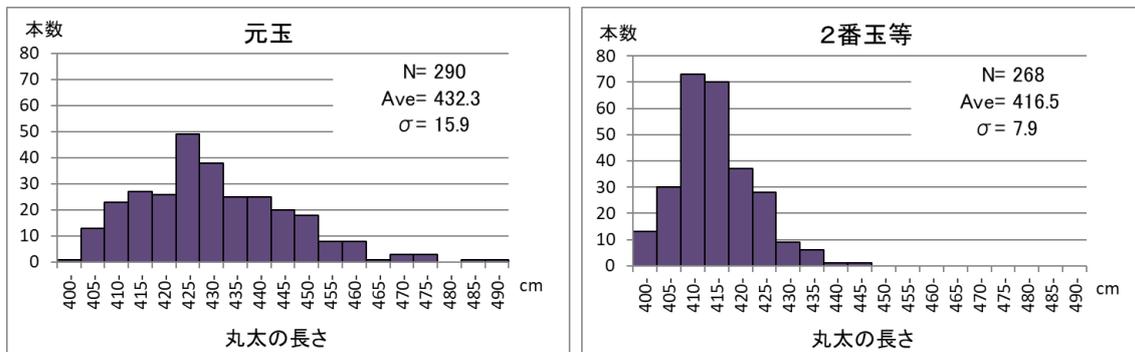


図-2 丸太の長さ別本数 元玉(左)、2番玉等(右)

イ 調査対象丸太の密度分布

測定データを解析した結果、測定日による平均密度にはばらつきがあり（図-3左）、平均値の相対的な高低によって時期を便宜的に分割し、温暖期（6～8月）174本と寒冷期（9～1月）384本に区分したところ、2つの時期の密度は有意に異なりました（ $p < 0.001$ 、図-3右）。

要因としては、温暖期の方が丸太は乾燥しやすい気候条件であったことが考えられ、丸太が伐採されてから市場の土場で売られるまでの間、丸太の含水率低下の度合いに差異が生じたためと思われます。

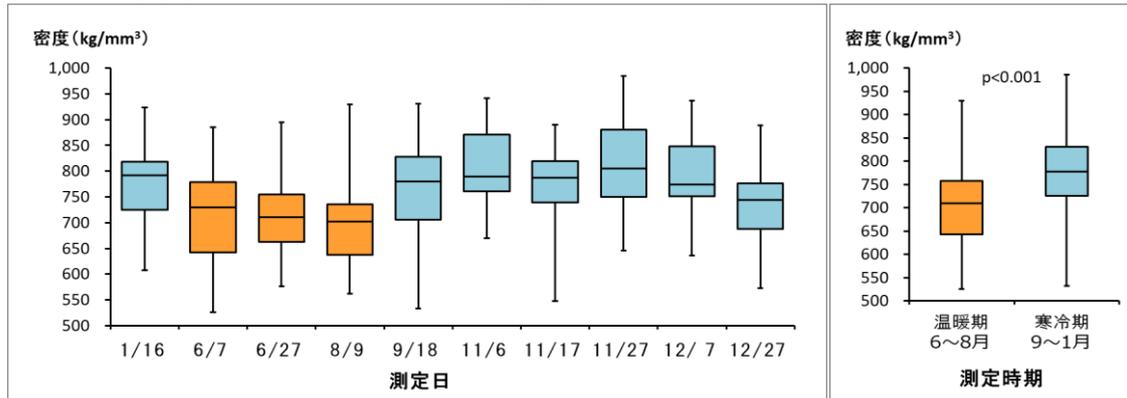


図-3 測定日別の丸太密度分布（左）、測定時期別の丸太密度分布（右）

ウ 推定密度の算出

測定した558本全体の密度分布を図-4に示します。推定密度に用いる10%下限値は、 642.0 kg/m^3 となりますが、温暖期（6～8月）と寒冷期（9～1月）に区分した場合の密度には有意差が認められたことから、推定密度をそれぞれ求めることとしました。この結果、推定密度に用いる10%下限値は、温暖期は 600.0 kg/m^3 、寒冷期は 683.4 kg/m^3 となりました（図-5）。

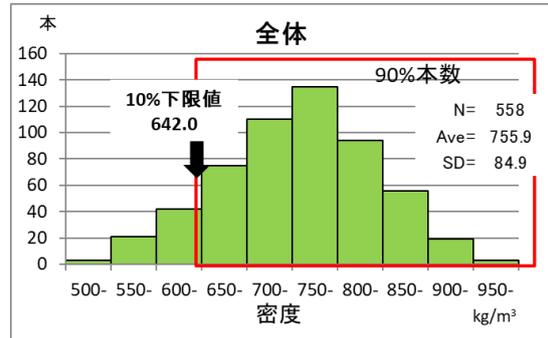


図-4 全体の密度分布

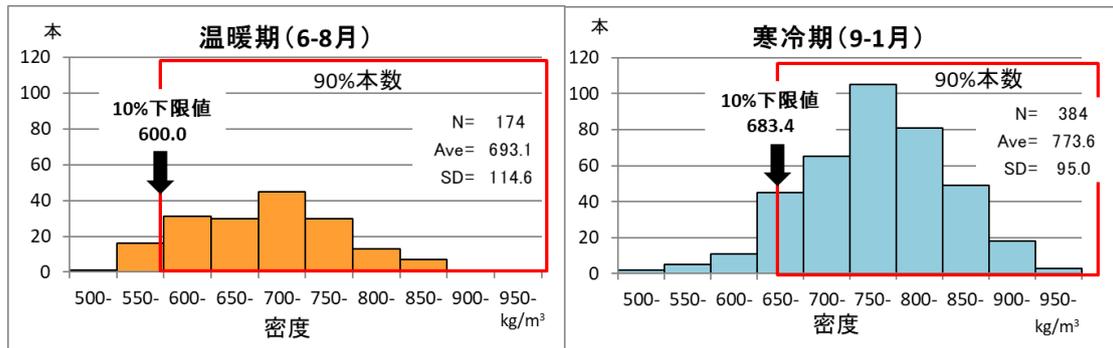


図-5 時期別の密度分布 温暖期（左）、寒冷期（右）

エ 精度検証

(ア) 強度判定に用いる推定密度

精度検証を行った時期は、令和元年11月～令和2年3月であったため、強度判定に用いる推定密度は、気候的に近いと考えられる寒冷期（9～1月）の10%

下限値密度 683.4kg/m³を適用しました。

(イ) 長さ測定作業の効率化

2番玉等は平均で417cm、標準偏差σ=7.9cmでまとまっているため、長さを測定せずに4.10mと短めの値に固定しました。これによって、密度と長さが既定値となり、固有振動数fだけで2番玉等の推定強度Efr₂'を算出できるようになりました。

$$Efr_2' = 4\rho' f^2 L^2 / 10^9 = 4 * 683.4 * f^2 * 4.10^2 / 10^9 \dots \text{式5}$$

※Efr₂' ≥ 6.9kN/mm²となる固有振動数fの丸太を高強度丸太と判定

一方で、元玉は根鉢付近を丸太につける習慣があるため、長さは平均で432cm、標準偏差σ=15.9cmとばらつきが大きくなりました。元玉の推定強度Efr₁'を求める式6において、Lは2乗されるためにLの誤差の影響が大きくなります。仮に2番玉等と同様に、元玉の長さを短めに固定してしまうと、実際は強度があるのに強度不足と判定される丸太が増加し、高強度丸太の検出割合が少なくなってしまうので、元玉については、個別に長さを測定することとしました。

$$Efr_1' = 4\rho' f^2 L^2 / 10^9 = 4 * 683.4 * f^2 * L^2 / 10^9 \dots \text{式6}$$

※Efr₁' ≥ 6.9kN/mm²となる固有振動数f、長さLの丸太を高強度丸太と判定

なお、その際の長さ測定作業の効率化のため、通路側(末口側)から釣り竿(伸縮式へら竿 L=4.5m)を丸太に添えて物差しにすることで、丸太の元口、末口の間を移動せずに済むように工夫しました(写真-3)。

(ウ) 推定強度と実際の強度の比較

重機で吊上げずに、土場上の簡易な選別方法で6.9kN/mm²以上の強度を見込んだ高強度丸太42本について、実際に重機で吊上げて強度を確認したところ、6.9kN/mm²以上の丸太は36本あり、本数割合で90%となりました(図-6)。



写真-3 釣り竿による長さ測定

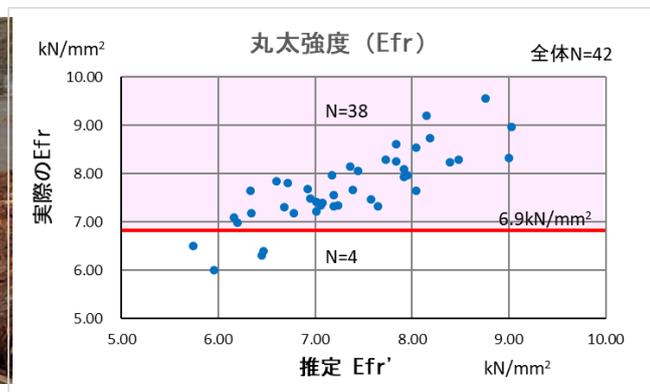


図-6 推定強度と実際強度の比較

(2) 高強度丸太の選別コストの算定

ア 強度判定コスト

研究員による強度判定は、①打音測定、②長さ測定、③強度判定・丸太へのマーキング、④本数確認・記録の一連の流れで実施し、これらの作業時間の内訳は表-2のとおりで、1本あたり1.26分となりました。

また、測定技術者の単価は研究員相当とみなし、時給3,000円としてコストを算出したところ、1本あたり63円となりました。

イ 重機による移動・桟付けコスト

作業時間計測日の翌々日の6日は(株)山崎木材市場の特別記念市にあたり、普段より多い3,420m³の丸太入荷があったため通常よりもスペースに余裕がなく、強度判

定とマーキングを行った 67 本については、元の場所から 20～50m 離れた場所まで重機（グラップル）で移動させる必要が生じました。また、移動した先で、造材（元玉、2 番玉等の別）、末口径、材の評価（材色、虫害の有無、枝の有無等）によって 67 本を 29 個の極への仕分け・整理（極づけ）をしました。これらの作業時間の内訳は表－3 のとおりで、1 本あたり 1.10 分となりました。

また、重機の損料、燃料代、オペレータ労務費からコストを算出したところ、1 本あたり 90 円となりました。

表－2 強度判定コスト

	元玉	二番玉等	計
測定本数	23本	12本	35本
打音測定	10分	5分	15分
長さ測定	9分	0分	9分
強度判定・マーキング	10分	4分	14分
本数確認・記録	4分	2分	6分
時間計	33分	11分	44分
1本あたり時間	1.43分	0.92分	1.26分
労務単価（時間あたり）	¥3,000	¥3,000	¥3,000
1本あたりコスト	¥72	¥46	¥63

表－3 重機作業コスト

	高強度丸太
移動・極付け本数	67本
移動（グラップル使用）	25分
極付け（ " ）	49分
時間計	74分
1本あたり時間	1.10分
労務単価（時間あたり）	¥2,900
重機使用料（時間あたり）	¥2,000
作業単価計（時間あたり）	¥4,900
1本あたりコスト	¥90

ウ 選別コスト

市場での強度選別（強度判定・移動・極づけ）に要したコストは、1 本あたり 153 円となりました。また、選別した丸太の平均径は 35cm、材積では 0.49m³ であることから、強度判定コストは 1 m³ あたりでは 312 円/m³ となりました（表－4）。

表－4 強度判定コスト

	1本あたり コスト	1m ³ あたり コスト
強度判定	¥63	¥128
重機作業	¥90	¥184
計	¥153	¥312
※測定木平均材積		0.49 m ³

4 考察

(1) 技術の信頼性

このたびの精度検証では、寒冷期（9～1月）の10%下限値密度 683.4 kg/m³ を推定密度に適用した結果、選別した 42 本の丸太が高強度丸太である割合が 90%となりましたが、推定密度の適用時期を変えた場合の選別精度等について検討してみました。

仮に、全体の10%下限値密度 642.0kg/m³ を推定密度に適用した場合、固有振動数 f の目標値は 387.5Hz から 399.8Hz に上がって基準が厳しくなるため、本来選別されるべき高強度丸太が漏れてしまうこととなります（表－5）。

逆に温暖期（6～8月）において全体の10%下限値密度を採用した場合は、固有振動数 f の目標値が 413.6Hz から 399.8Hz に下がって基準が甘くなるため、高強度丸太でない丸太を選別してしまう恐れがあります。

これらのことから、強度選別を実施する時期に合わせて、適切な推定密度を選択することは、選別本数を確保するだけでなく、選別精度を落とさないためにも有意義だと言えます。

今後の課題は、今回データの取れなかった時期（2～5月、7月、10月）の密度デ

表－5 時期別の固有振動数 f の目標値

項目	単位	適用時期		
		全体	温暖期 (6～8月)	寒冷期 (9～1月)
本数	本	558	174	384
10%下限値密度	kg/m ³	642.0	600.0	683.4
固有振動数fの 目標値※	Hz	399.8	413.6	387.5

※長さ4.1m、Efr6.9kN/mm²から逆算した固有振動数f

ータを採取して通年の密度動態を把握することであり、強度判定技術のさらなる精度向上に努めたいと考えています。

(2) 選別コスト

重機で吊上げて密度を求める従来手法に比べ、重機を使用せずに土場上で簡易に選別することによって、大幅に強度判定の手間が軽減されたほか、2番玉等の長さ測定を省略すること、早見表を用いて判断すること等によって作業の効率化が図られました。さらに、スマートホンの無料アプリを利用することによってシステムの新規導入にかかるコストを抑え、強度判定から移動・極づけに要する選別コストは1m³あたり312円/m³に抑えることができました。

選別コストについては、土場のスペースに余裕があれば、元の極の隣に高強度丸太の極をつくれればよいので、移動・極づけ手間の省力化によりさらなるコストダウンが可能と考えられます。

5 技術の普及

平成30年10月6日の特別記念市においては、(株)山崎木材市場の協力により高強度丸太専用の浜が開設され、研究員の強度選別手法についての説明の後、67本の丸太がセリに掛けられました(写真-4)。その結果は、残念ながら、一般の丸太の単価と高強度丸太の単価にはほとんど差は現れませんでした。これは、高強度丸太を必要としていた製材工場の需要量より多くの高強度丸太が極づけされたため、セリで競う必要がなかったこと、また買方への聞取りの結果、買方の多くは高強度丸太の強度特性よりも見た目の材質を重視しているため、価格が上昇しなかったことによるものと推察されました。

しかしながら、高強度丸太の販売方法は、選別コスト(312円/m³)が回収できる額でツケ売り(協定販売)も可能と考えられます。製材工場への聞取りによれば、高強度丸太が一般丸太より1,000円/m³程度高くても、製品歩留まり等の向上により採算が合うとの意見もありました。今後、本技術の普及にあたっては、協定販売を含めた高強度丸太の安定供給方法についても検討いただき、売り手買い手の双方にWin-Winの関係が構築されることを期待します。



写真-4 高強度丸太のセリ

(注) スギ丸太の密度は、品種、造林方法(年輪間隔)、丸太の保管期間等によって地域や市場ごとの差異が生じると考えられるため、山崎木材市場の密度データが他の木材市場でも利用できるとは限りません。

本研究は、平成29年度～令和元年度宍粟材普及促進支援事業(宍粟市補助事業)を活用し、当センターが参画する「しそう材ブランド化推進グループ」の協力のもと、データ採取等を実施しました。

保安林整備事業における丸太筋工の改良による負担軽減の取組について

三重森林管理署 治山グループ ○治山技術官 橋本 徹
総括治山技術官 川上 吉伸

1 はじめに

保安林を適切に管理するため、過密化や表土が流出するなど保安林機能が低下した林分について、本数調整伐や丸太筋工を実施し、保安林機能を回復させるための保安林整備事業を行っています。



写真-1 本数調整伐の状況



写真-2 丸太筋工の状況

丸太筋工は、本数調整伐の伐倒木を現地で加工し横木及び杭木として利用していますが、横木と杭木を結束する鉄線は人力で作設現場まで運搬する必要があります。

しかし、施工箇所は林道から遠く離れた現場がほとんどを占め、結束に使用する鉄線は重く、運搬に大変な労力を要しています。

また、丸太は腐朽し林地還元しますが、結束に使用する鉄線は長期間林地に残るため、環境負荷になり、後々の造林作業を行う上での支障にもなります。



写真-3 鉄線重量 25kg/巻



写真-4 腐朽した丸太筋工

丸太筋工を 100m 施工した場合、50 kg以上の鉄線を運搬することになります。

森林整備に従事する作業員が高齢化し減少している中、結束資材である鉄線の運搬労力は受注者の大きな負担となっています。

これらのことから、環境負荷・運搬労力の軽減に繋がるよう丸太筋工の改良を試みました。

2 調査箇所の概要

(1) 試験施工

構造検討にあたり試験施工を、三重県北部いなべ市北勢町に位置する、悟入谷国有林で実施しました。

悟入谷国有林は、岐阜県境と接する尾根伝いに細長く所在する面積約 1,000ha の国有林です。

気候は、年間降水量 2,111mm で全国平均の 1,700mm よりやや多く、冬期間は雪雲の影響によっては大雪に見舞われることもあります。

(2) 検証施工

改良した丸太筋工を保安林整備事業の実行箇所である三重県南部多気郡大台町に位置する大杉谷国有林で実施し検証しました。

大杉谷国有林は、奈良県境と接し主に水源かん養保安林に指定され、区域の一部は吉野熊野国立公園にも指定されており貴重な動植物も多い、面積約 5,000ha の国有林です。

気候は、年間降水量 3,148mm で全国平均の 1,700mm の 1.9 倍と、非常に雨が多い場所です。



図-1 位置図

3 取組内容

(1) 構造の検討

まずは従来型の丸太筋工を、①材料の運搬労力の軽減、②施工のしやすさ、③現地発生材の使用、を念頭に構造の改良を検討しました。

試行錯誤しながら構造を検討し、鉄線にて緊結しない横木を両側から杭木で挟み込む形で固定を図る丸太筋工を考えました。

また、改良した丸太筋工の名称を「挟込式丸太筋工」としました。

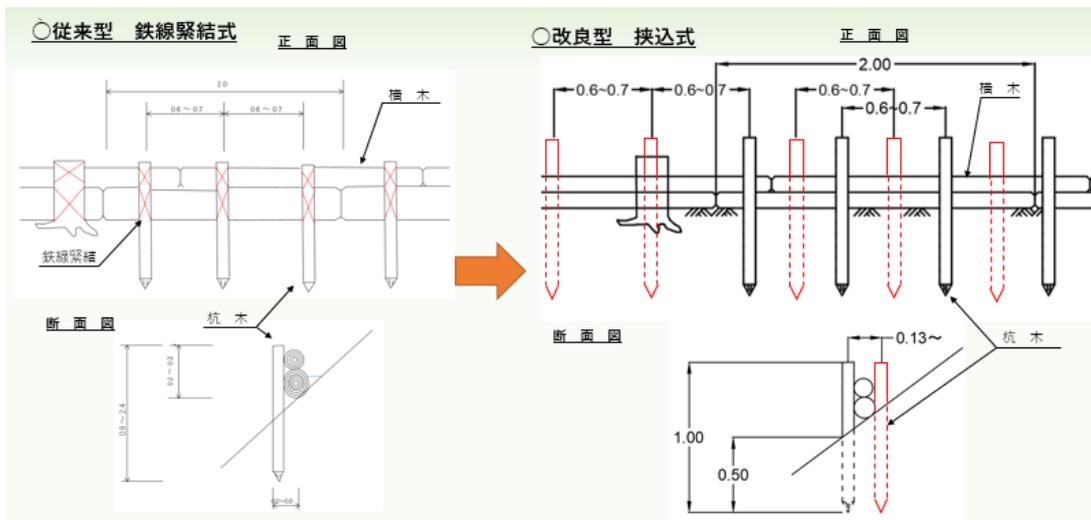


図-2 構造検討比較

(2) 試験施工

この改良した挟込式丸太筋工について、施工性・耐久性等について試作し検証しました。

試作にあたり、使用材料の加工や扱いやすさについても考慮し、杭木の長さ・横木の直径といった材料の規格についても検討しながら作設を行いました。



写真－5 現地伐倒木の採取状況



写真－6 杭木の加工状況



写真－7 杭木の打ち込み状況



写真－8 横木の組み立てと杭打ちの状況



写真－9 試作完了の状況（挟込式丸太筋工）



写真－10 杭間隔の状況



写真－11 杭間隔の状況



写真-12 杭木の長さ



写真-13 杭木の径



写真-14 横木の長さ



写真-15 横木の径

エ 材料規格の検証結果

杭木について、採取した材の径は8cm~9cmの範囲が多く、12cm以上の径の材は太すぎると感じられることから、末口径は8cm前後が妥当と判断、長さは1.0m~1.4mの範囲となり、打ち込みやすさの点から長さは1.0mとしました。

横木について、採取した材の径は8cm~12cmの範囲が多く、16cm以上は重すぎると感じられることから、末口径は11cm前後が妥当と判断、長さは現状の2.0mが扱いやすいと感じられることから、規格の変更はなしとしました。

この検証結果から、以下の材料の規格を採用することとしました。

(ア) 杭木：末口径6cm以上 → 6cm~9cm

長さ0.9m~2.4m → 1.0m

(イ) 横木：末口径7cm以上 → 7cm~15cm

長さ2.0m → 2.0m 変更なし

(3) 試験施工後の経過観察



写真-16 作設後3か月の状況



写真-17 作設後3か月の状況

作設後3か月経過した状況を確認したところ、異常箇所などありませんでした。



写真-18 作設後5か月の状況
(衝撃テスト)



写真-19 作設後5か月の状況
(衝撃テスト)

作設後5か月経過しても、ゆるみなどなくしっかり固定されています。作設後の耐久性について、転石による衝撃テストを想定し検証しました。



写真-20 作設後5か月の状況
(土砂流出防止効果)

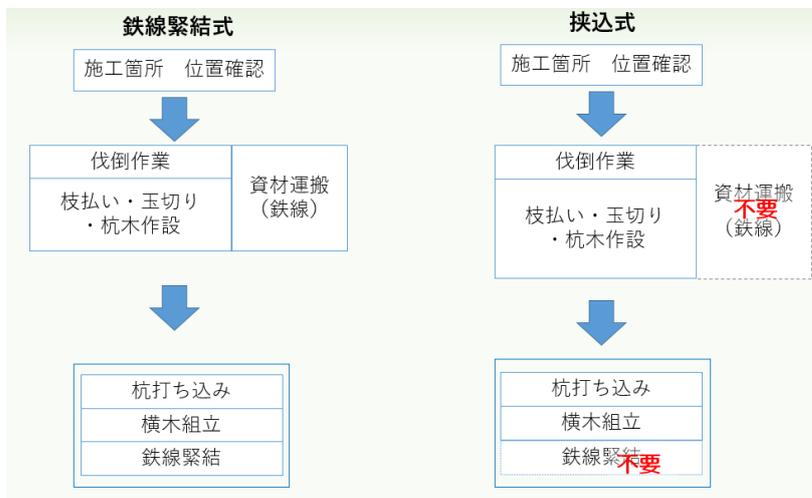


写真-21 作設後5か月の状況
(土砂流出防止効果)

衝撃を受けても横木・杭木に問題はなく、転石を受け止めることができました。

作設後5か月経過したなかで、降雨等による細かな土砂等の堆積が確認でき、表土流出防止の効果も認められました。

(4) 作業工程比較



作業の流れで見ると左記の比較フローのようになり挟込式で施工を行った場合、鉄線の運搬及び緊結作業が不要となります。

図-3 作業工程比較フロー

4 事業実行箇所での施工

試作した挟込式丸太筋工の検証をもとに、実行可能と判断したため、保安林整備事業の実行箇所で施工しました。

(1) 施工個所の整理、材料採取・加工

最初に本数調整伐を実施後、施工個所の整理を行い、施工位置の選定と併せて杭木、横木の作成を行います。



写真-22 位置の選定状況



写真-23 杭木の長さ



写真-24 杭木の径

(2) 作設

次に杭木の打ち込みを行い、横木を組み立てます。



写真-25 杭の打ち込み状況

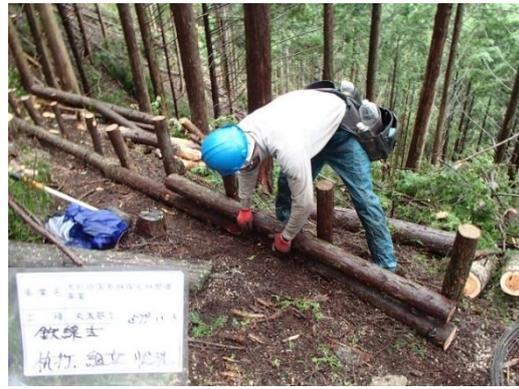


写真-26 横木の組立状況

(3) 作設完了

左の写真が従来の鉄線緊結式の丸太筋工で、右の写真が今回改良した挟込式丸太筋工です。



写真-27 作設完了 鉄線緊結式

写真-28 作設完了 挟込式丸太筋工

5 工程毎の調査結果

(1) 杭打ちは、10m 当たりで鉄線緊結式は 0.41 人、挟込式は 0.56 人で従来比 136% となりました。

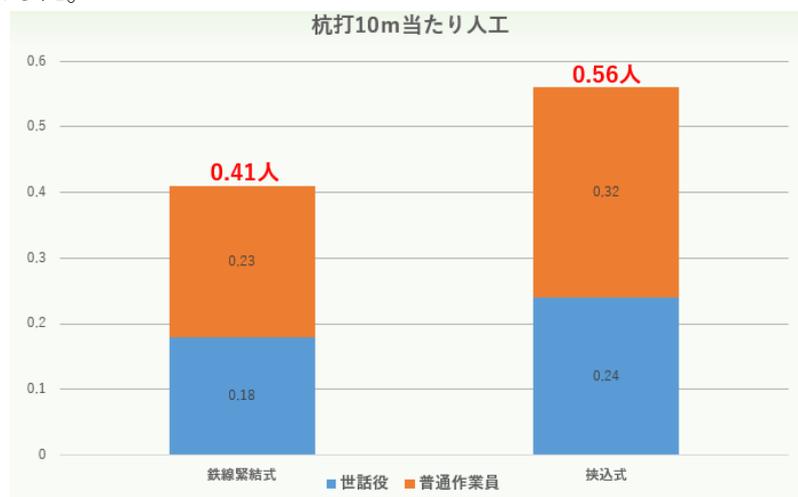


図-4 杭打 10m 当たり人工

(2) 横木組み立ては、10m 当たりで鉄線緊結式は 0.12 人、挟込式は 0.23 人で従来比 192%となりました。

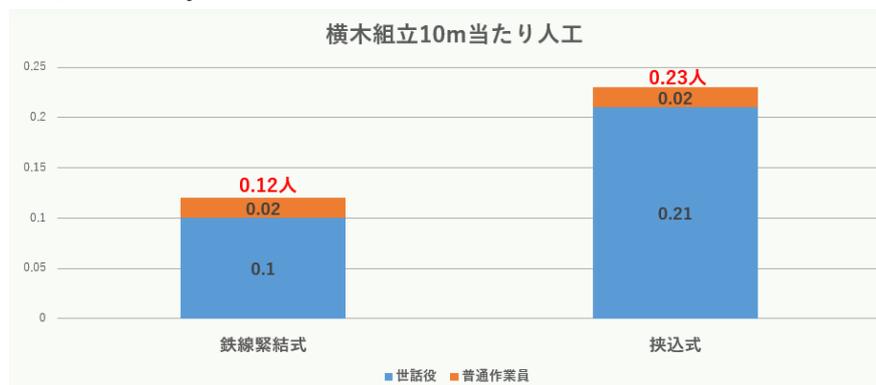


図-5 横木組立 10m 当たり人工

(3) 鉄線緊結は、10m 当たりで鉄線緊結式は 0.20 人、挟込式は鉄線を使用しないので 0 人、従来比は 0%です。

また、鉄線緊結式の施工費用のうち 33%は鉄線材料費が占めており高い材料比率です。



図-6 鉄線緊結 10m 当たり人工

(4) 丸太筋工を 10m 作設する場合で比較すると、鉄線緊結式は 0.73 人、挟込式は 0.79 人で従来比 108%となりました。

m 当たりの施工単価での比較では、119%と若干のかかり増しとなりました。

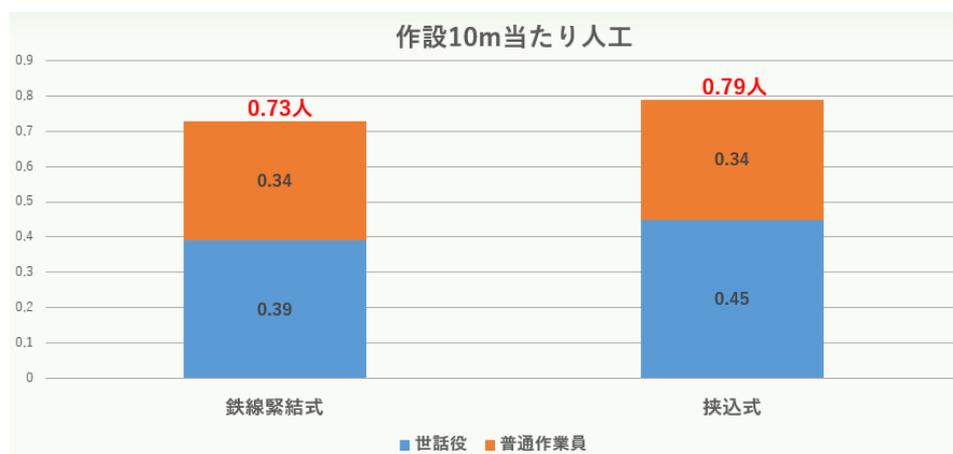


図-7 作設 10m 当たり人工

しかし、請負事業費換算で比較すると、101%とほとんど差はありませんでした。

一方、丸太使用材料では130%増となり間伐材の利用促進につながりました。

受注者の感想は、「重い鉄線の運搬や加工が不要となる点は大いに評価でき、特段何の問題もなく施工することができ、作業ロスも生じなかったことから施工しやすい」とのことでしたが、「杭打ち本数が増加するため材料の確保が要点となる」との意見もありました。

5 考 察

工程調査から、丸太筋工の施工としては若干のかかり増しとはなったものの、①鉄線運搬負担の削減、②鉄線緊結の手間の削減から丸太筋工の施工トータルでみた場合は、事業工期に影響するような遅れは生じませんでした。

挟込式の構造が分かりやすく、作業に慣れやすい点も施工のしやすさにつながったものと考えられます。

今回、横木を両側から挟み込む形で杭木を打ち込み固定する工法を検証しましたが、当初の目的は達成できたと考えています。

挟込式は、鉄線材料の運搬・加工が不要なことから、現場作業者の肉体的負担の軽減効果は大きいと思います。

また、試験施工個所で丸太筋工の背面に土砂が堆積しているのを確認でき、表土流出防止の効果についても検証ができました。

しかし、杭打ち工程や施工単価については少し増加傾向となってしまいました。

これは、丸太筋工の施工経費は、そのほとんどを人件費が占めるため、杭打ち本数の増加分が、そのまま施工単価に上乗せになったためです。

この点は、今後の検討課題と考えています。

6 まとめ

木製工法の普及、間伐材の利用促進については、重要な課題です。

今回の検証で、①運搬負担の軽減、②自然環境負荷の軽減、③間伐材の利用促進、④耐久性・施工性について一定の効果を確認できました。また、分かりやすい構造としたため特殊な技術・道具は必要なく作設ができました。

しかし、作業工程・施工単価については増加傾向となってしまいました。

この点については、地形は事業地ごとに異なります、作業の段取りは、受注者により異なります、このため複数の保安林整備実行箇所で作業工程等の調査を実施し、調査データの収集を行う必要があります。

そして、現地に応じた杭打ち間隔の工夫等の構造の改良が必要と考えています。

これらの点について、今後とも検証を重ねながら、作業工程・施工経費の削減につながるよう、丸太筋工の構造の改良に取り組んでまいります。

防護柵の維持管理コストの削減について ～ドローンを活用したコスト削減効果の検証～

滋賀森林管理署 主任森林整備官 山口 真一

1 課題を取り上げた背景

戦後造成された人工林が本格的な利用期を迎えており、これらの森林資源を有効かつ持続的に利用するためには主伐再造林の推進が必要です。しかしながら、木材価格の低迷により主伐後の再造林費用の捻出が困難なため、再造林費用を低く抑える工夫が求められています。その方法として伐採と造林を並行または連続して行う「伐採と造林の一貫作業システム」の導入等の取組がありますが、ニホンジカを始めとする野生鳥獣による食害が深刻な状況の中では、植付後の防護柵の設置及び設置後の維持管理が必須となっており、これが再造林費用を引き上げる主な原因になっています。

このため、防護柵設置後の維持管理を省力化する方法としてドローンを活用した見回りに着目し、そのコスト削減効果を検証することとしました。

2 経過

滋賀県甲賀市の三郷山国有林 113 ほ林小班では、平成 30 年度に保護伐(小面積皆伐)を行い、防護柵を設置した後、コンテナ苗を植え付けました。しかしながら、その後、倒木や防護柵周辺の法面崩壊により防護柵の一部が破損し、そこからニホンジカが侵入して食害が発生しました。

この反省から、防護柵の見回りを省力化できれば見回り回数を増やすことができ、防護柵の異状を素早く発見できると考え、当該林小班を対象として、見回りに要する時間等を人力とドローンとで比較し、両者のメリットとデメリットを検討することでドローンを活用したコスト削減効果を検証することとしました。

また、取り組むにあたって既存の研究・報告について文献調査を行ったところ、酒井¹⁾の報告からは、防護柵の不具合の4割が下張りロープと地面との隙間であり、防護柵の破損の要因は動物による潜り込みが3割、落石や土砂崩れが3割で、動物の潜り込みに対しては見回り頻度と質を上げて対応せざるを得ないと提案されています。吉本²⁾の報告では、防護柵をドローンで巡視をするには黒色ネットの視認と操作の熟練、植生の繁茂で確認しづらいというところに問題があると提起され、榎谷³⁾の報告では人力見回りに対し、ドローンを利用すると工期が約2分の1になると報告されています。以上から、ドローン利用の判断基準の明確化とドローン利用時のネットの視認性の向上を解決すべき課題ととらえ、問題点を確認することとしました。

3 試験地の概要

試験地として選んだのは、前述の三郷山国有林 113 ほ林小班で同小班内に2カ所造林地があります。それぞれの防護柵延長や面積、平均傾斜は表-1のとおりです。

4 試験の内容

(1) 巡回時間の比較

ア ドローンによる巡回時間の計測

ドローンによる巡回にかかる飛行時間を計測するとともに、ドローンは準備と片付けに時間がかかることから、これらの時間についても計測し、平均を取ることとします。

表－1 試験地の概要（滋賀県甲賀市 三郷山国有林）



イ 人力による巡回時間の計測

人力による巡回時間の計測については、実際にロープの緩みや浮き、倒木やネットの破損の有無等を調べながら巡回し、かかった時間を複数回計測の上、平均を取ることとします。

(2) ドローン巡回の問題点の確認と検証

既存研究・報告で分かったドローン巡回の問題点を確認するため、以下の項目について検証を行います。

- ア 支柱の折れ
- イ 防護柵への倒木
- ウ 支柱使用時のネットの視認性
- エ 下張りロープと地面の隙間（浮き上がり）
- オ ネットへの動物の絡み
- カ ネット破れ
- キ 植生の繁茂が著しい時のネットの視認性
- ク 立木支柱利用時のネットの視認性
- ケ 枯損木の発見
- コ 斜面崩壊の発見



写真－1 ドローンによる防護柵点検

5 試験結果

(1) ドローンと人力による巡回時間の比較

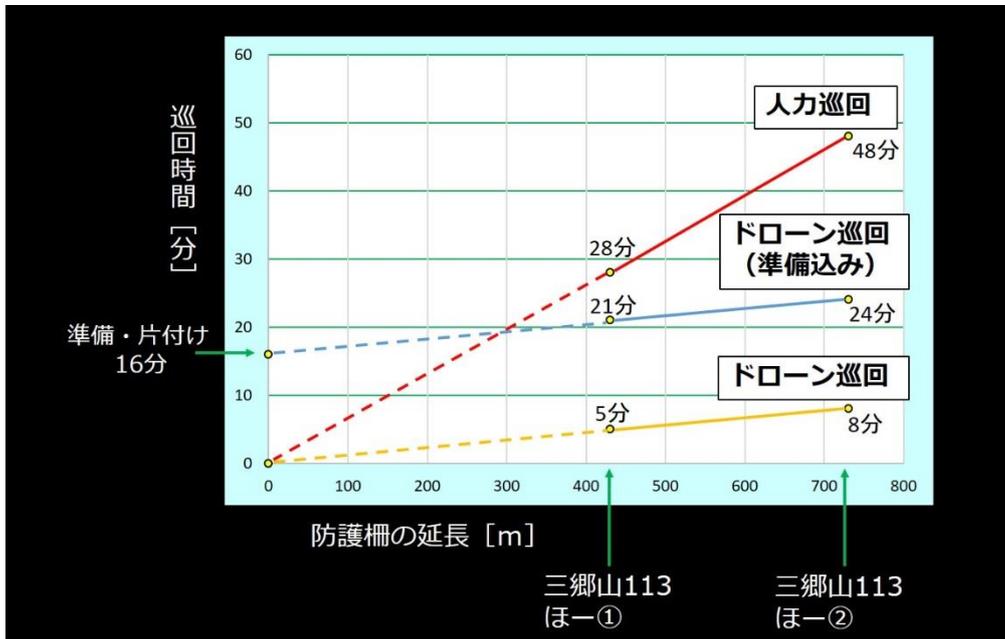
それぞれの巡回時間の計測結果は、図－1のとおりです。人力巡回に比べ、ドローン巡回は、準備等を含まない場合は、防護柵延長の短い三郷山 113 ほ林小班－①で約5分の1、防護柵延長の長い三郷山 113 ほ林小班－②で6分の1に時間を削減でき、準備・片付け時間（約16分）を含めても2分の1に時間を削減できました。

この結果から、

- ・防護柵延長が長いほどドローン巡回が有利であり、時間削減効果が高くなって人件費のコスト削減に効果があること。
- ・ドローンは準備・片付けに一定の時間が必要であり、それを考慮しても今回の結果では人力巡回の2分の1の時間削減を達成できること。
- ・防護柵延長が短い場合は、人力巡回の方が有利な場合もあること。

が分かりました。

しかし、防護柵延長が短かった場合でも、手軽に巡回できることや労働強度が低いことを合わせると、ドローン巡回が総合的には有利ではないかと考えます。



図ー１ ドローン巡回と人力巡回の時間計測結果

(2) ドローン巡回の問題点の確認と検証

各項目の検証結果は、以下のとおりです。

ア 支柱の折れ

ドローンの映像で確認できるため、点検は十分可能と判定しました。

イ 防護柵への倒木

ドローンの映像で確認できるため、点検は十分可能と判定しました。

ウ 支柱使用時のネットの視認性 (写真-2)

ネットは上張りロープを使用して張っており、このロープが見えればネットのたるみが分かります。ロープの色が黒や緑色の場合は見にくいですが、テープを垂らすことにより視認性が向上することが分かりました。今回はピンク、黄、白、青の4色で試験を行い、この中でピンクが最も判別しやすいことを確認しました。よって、工夫により点検可能と判定しました。

エ 下張りロープと地面の隙間 (浮き上がり) (写真-3)

シカやイノシシは下からの潜り込みが多いため、下張りロープの浮き上がりを発見することが重要ですが、上張りロープの確認はできるものの、下張りロープについては、印のピンクテープを付けても確認することができませんでした。よって、ドローンでは確認できないと判定しました。

オ ネットへの動物の絡み (写真-4)

防護柵にドローンを十分に近づければ確認は可能ですが、そのためにはドローンの操縦に習熟が必要ということが分かりました。よって工夫により点検可能と判定しました。

カ ネットの破れ (写真-4)

防護柵にドローンを近づけないと確認がしにくいことから、操縦に習熟が必要ということで工夫により点検可能と判定しました。

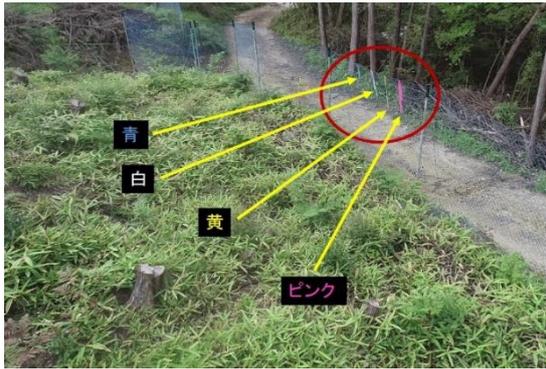


写真-2 ネットの視認性の確認



写真-3 下張りロープと地面との隙間の確認

キ 植生の繁茂が著しい時のネットの視認性（写真-5）

ネットの周辺に草木が著しく生い茂ってしまった場合はドローンでの確認は難しいため、人力巡回の際に草刈り等をしておく必要があることから、工夫により点検可能と判定しました。

ク 立木支柱利用時のネットの視認性（写真-5）

林縁1列目の木を立木支柱に使用している場合は、問題なくドローンでネットを確認できますが、2列目以降にネットを張った場合は他の立木や灌木に遮られて確認できないことから、1列目限定であれば点検可能と判定をしました。



写真-4 動物の絡み、ネットの破れの確認



写真-5 植生の繁茂、立木支柱使用時のネット確認

ケ 枯損木の発見

防護柵周辺にある枯損木を早期に発見し、倒木による柵の破損を防ぐことは大切ですが、人力巡回では見通しの悪いところでは見つけることができませんでした。ドローンでは造林地上空へ高く飛ばせば確認できるので、点検は十分可能と判定しました。

コ 斜面崩壊の発見

ドローンを上空へ高く飛ばせば確認できるので、点検は十分可能と判定しました。

6 考察

(1) ドローン巡回の課題とその解決に向けて

ア 防護柵への接近撮影

ネットへの動物の絡みやネットの破れの確認などにはドローンがネット自体に近づく必要がありますが、プロペラの破損や墜落のリスクが高くなります。このこと

から、ドローンの操作には高度な技術とその習熟が求められることになると考えます。

イ 効率の良いドローンの操作

ドローンの稼働時間はバッテリー容量に左右されます。この限られた時間内に効率よく巡回を終えるためには、操作の習熟が必要になると考えます。

ウ 操作地点の選定

ドローンを視界に捉えながら飛行させるためには造林地全体が見渡せる場所へ移動しなければなりません。そのため、事前に操作地点を検討する必要があると考えます。

エ 上張りロープの視認性向上

ネットのたるみを見つけやすくするためには、上張りロープの視認性向上が必要です。視認性を向上させる安価な方法として、上張りロープに数カ所ピンクテープを巻き付ける方法が有効ではないかと考えます。

オ 立木支柱使用箇所の視認性確保 (図-2)

林縁にある1列目の立木を支柱に使用した場合、強風等で立木自体が倒れてしまうリスクが高いため、林縁から2列目以降の立木を使用することが多いですが、これでは前列の立木や他の灌木に遮られてドローン巡回では防護柵を確認できないという問題があります。

ドローンでの巡回を行うためには、防護柵は倒木のリスクを承知の上で、林縁の1列目に設置する必要があります。

しかし、前述のとおり倒木のリスクと、1列目の立木の配置に左右されて防護柵延長が長くなってしまい、設置費用が高くなってしまいうという新たな問題が起きます。

このうち、倒木によるシカ侵入のリスクは、ドローン巡回で倒木箇所をいち早く発見して対応すれば解決可能ではないかと考えます。

また、防護柵設置の延長が長くなることに関しては、伐区の形をできるだけ単純化し、皆伐の設定調査の段階から立木支柱に使用する立木を想定して測量を行うことにより解決可能ではないかと考えます。

以上のことから、ドローン巡回が可能な環境を想定した皆伐実施の必要性を提案します。

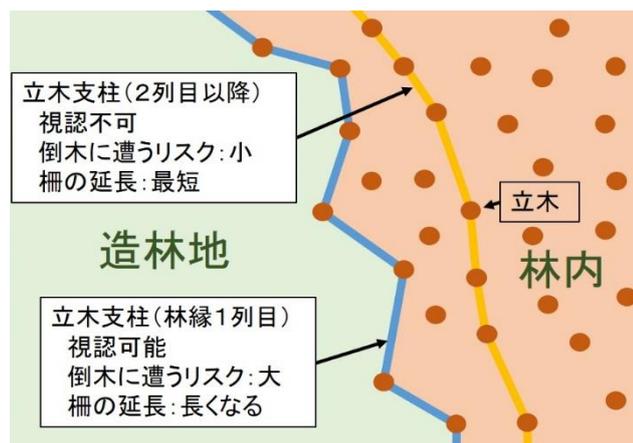


図-2 立木支柱の位置と視認の可否、倒木に遭うリスク及び防護柵延長の関係

(2) ドローン巡回の限界

今回の試験では、ドローン巡回による下張りロープの浮き上がりについては、目印を付けても確認することができませんでした。動物の侵入はネットの下側からが大半であることから、この確認ができないことは致命的であると考えます。このため、現状では人力巡回との併用は欠かせないと考えます。

7 結論

- (1) ドローン巡回は人力巡回と比較して、時間的、労働強度的にも有利であり、コストダウン効果があります。
- (2) 工夫を凝らしてもドローン巡回では確認できないことがあるため、人力巡回との併用は必要です。
- (3) ドローン巡回で対応可能な箇所を増やすため、伐区の形の単純化や立木支柱として利用する立木の選定など伐区設定の段階から検討が必要です。
以上から、ドローン巡回は機動的に、人力巡回は正確性を求めて運用すべきと考えます。

8 今後の課題

- (1) ドローン巡回と人力巡回の比較はデータ数が少ないため、他の施工地を含めて、更にデータの積み重ねが必要です。
- (2) 現状ではドローン巡回で確認できない防護柵の下張りロープの異常発見について、新技術の開発も含め検討が必要です。

引用文献

- 1) 酒井敦 皆伐・再造林地におけるシカ防護柵の実態と被害対策：p101, 108, 110、水利科学 No. 359、2018
- 2) 吉本和正、福山敦之 低コストで効果的な獣害防止対策（斜め張り・L型ネット）及びドローンを活用したシカネット巡視の取組について：p6、四国森林管理局業務研究発表、2016
- 3) 榎谷仁志 京都大阪所におけるドローン活用の取組について～現場業務の効率化を目指して～：p3-4、近畿中国森林管理局森林・林業交流研究発表、2018

継続したシカ捕獲事業の取組経過と今後の課題について

京都大阪森林管理事務所 野生鳥獣対策官 岡本 哲知

1 背景

ニホンジカ（以下「シカ」という。）の生息数増加による苗木の食害等の森林被害が、全国で長期にわたり継続しており、森林の公益的機能への影響が懸念されています。当所管内の国有林においても、生息状況の指標から、生息密度が高い状況であることが示唆されています。

管内全域で、下層植生の衰退、造林木への樹皮剥ぎ、苗木の食害等の被害が確認されており、その対策が必要となっています。

ニホンジカの推定生息密度(頭/km²) (2014年度当初中央値)

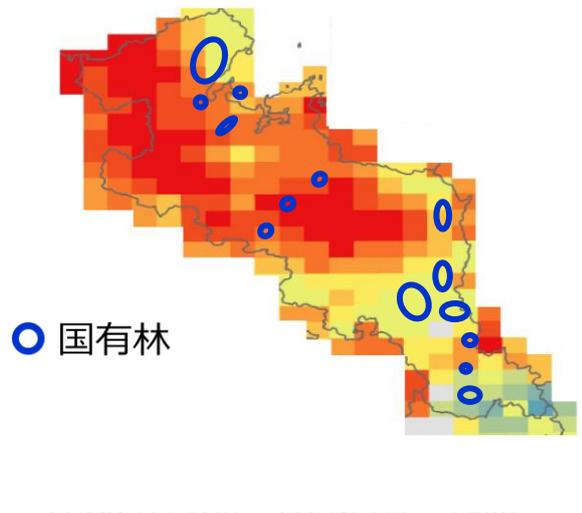


図-1 環境省による京都府のシカ生息密度分布図（平成26年度当初時点）
※出典 令和元年度事業実施計画実績資料編-ニホンジカ-京都府農林振興課

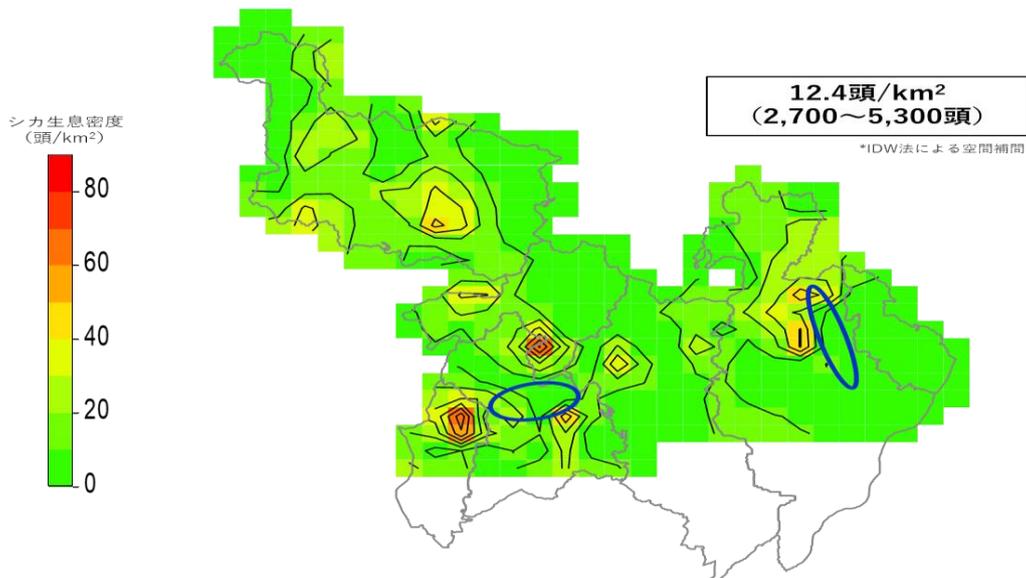


図-2 大阪府北部のシカ生息密度分布図（令和元年度速報値）
※出典 大阪府立環境農林水産総合研究所提供

こうした状況を踏まえ、当所では従前からの被害対策として実施してきた、防護柵設置等に加え、平成 24 年度からシカ捕獲事業を開始しました。

これまで実施してきたシカ捕獲事業の取組経過を振り返り、今後に向けての課題を検討しました。

2 経過

(1) 捕獲事業

捕獲事業実施にあたり、平成 24 年度は実行体制を構築することから始まりました。捕獲事業実施には、地域住民の理解、猟友会の協力、市町村との協議と関係者との調整が必要となることから、従来から地域住民との意見交換の場があった貴船山・鞍馬山国有林を捕獲事業の対象箇所を選定しました。

地域住民からは、シカによる被害により下層植生が喪失して土砂流出が起こるのではないかといった意見もあったことから、国有林での捕獲事業に理解が得られました。

しかし、実施について検討を進める中、狩猟者の高齢化と減少により人員確保が難しい状況であること、また、観光地近くでの猟銃使用に対して住民の不安があることが課題として浮かび上がりました。

これらの課題に対して、地元猟友会や地域住民と捕獲事業実施に向けた調整を行い、実行体制を構築していきました。

実行体制は、わなの見廻りを当所職員と地域住民が曜日毎に分担し、捕獲後の作業を猟友会が対応する体制で実施することとしました。

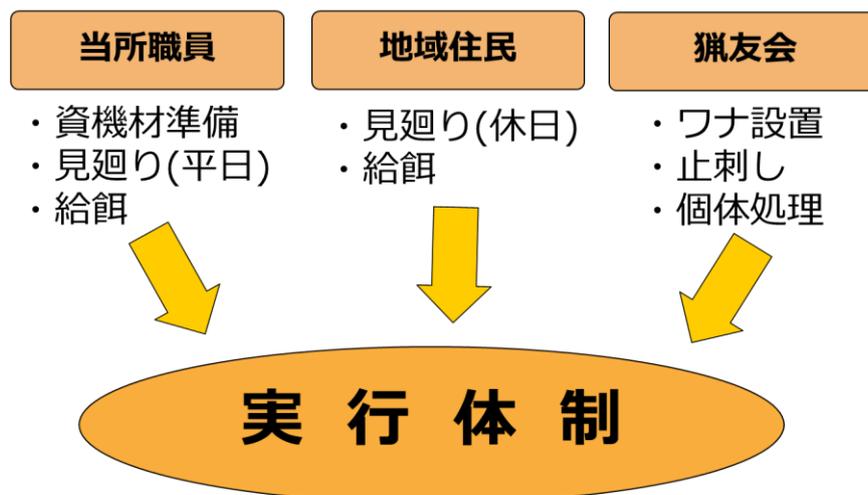


図-3 捕獲実行体制の役割分担

(2) 共同試験・研究

大学や研究機関と試験研究による被害対策として、嵐山国有林での捕獲試験や貴船山国有林での防護柵の設置とその効果について検討してきました。

ア 嵐山国有林での試験捕獲

嵐山国有林では、平成 24 年以前から苗木の食害や樹皮剥ぎなどが確認されており、地域住民からは捕獲の要望があり、シカ捕獲の検討を行ってききましたが、京都を代表する観光地であり、不特定多数の入込者があることから、ワナに捕まった個体の様子が目撃されたり、撮影されたりすることで観光地のイメージに影響を与えることが懸念され、これまで事業実施には至りませんでした。

そこで、平成 28 年度に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、京都府立大学と当所の三者共同による試験捕獲を開始し、捕獲事業の可能性を検証しました。試験捕獲の手法としては、捕獲後速やかに処理・搬出が可能であるドロップネットを採用し、また、捕獲にあたりシカの出没状況やその影響についても調査を実施しました。



写真-1 ドロップネット設置全景



写真-2 監視・待機状況

※国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所提供

イ 貴船山国有林での落石防護ネットを活用した防護柵

落石防護ネットを活用した防護柵は、京都大学と当所が共同研究により実施しました。実施箇所は、貴船川の岸に落石防護ネットが設置された箇所です。設置前の状態は下層植生が喪失し、所々地表面がむき出しの状態でした。また、傾斜が急峻なこともあり、このままでは土砂流出が懸念されることから、その対策が必要となっていました。共同研究では、既設の落石防護ネットの間を結合するように防護ネットを設置することで、シカの侵入防止と植生回復を図ることとしました。



図-4 ネット設置位置図

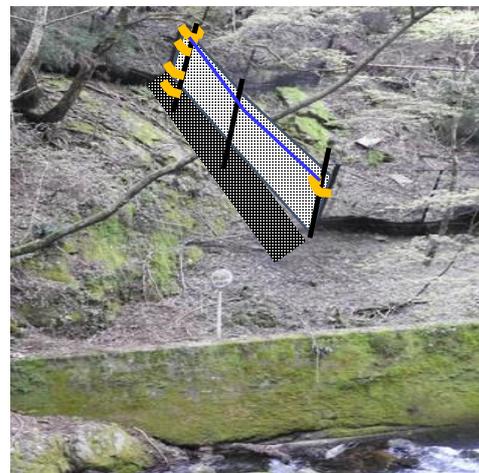


図-5 防護柵の設置イメージ

※京都大学資料提供

3 結果

(1) 捕獲事業の取組結果

平成 24 年度以降は、貴船山・鞍馬山以外の国有林でも捕獲事業を実施していきました。捕獲箇所も多くは、市街地内やその近辺に所在しており、常時不特定多数の入込者のある都市近郊林でした。わなの設置箇所は、人目につかない箇所を選定する必要があり、設置できる箇所や箇所数が制限される中、地域住民や猟友会等関係者の協力を得ながら、7年間事業を継続し、毎年の捕獲頭数も増やすことができました。

年度単位の捕獲頭数は、平成 24 年度が 5 頭でしたが、平成 30 年度には 71 頭に、捕獲箇所も 10 箇所に増え、7年間で計 284 頭捕獲することができました。

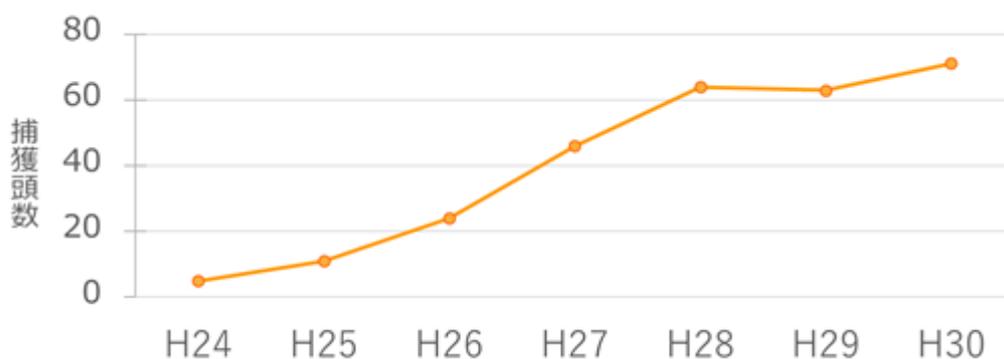


図-6 年度ごとのシカ捕獲頭数の推移

(2) 共同試験・研究の実施結果

ア 嵐山国有林での試験捕獲

試験捕獲による入込者への影響は、実施箇所に設置したセンサーカメラにおいて設置期間中に入込者は撮影されなかったことから、捕獲作業時また誘引時期においても安全に事業実施できることが明らかになりました。また、給餌前後によるセンサーカメラの撮影頻度・頭数を比較したところ、給餌後に撮影頭数が増え、翌日に餌が消失している例も確認されたため、誘引による捕獲が可能であると判断されました。



写真-3 ドロップネット落下



写真-4 ネットで捕獲された個体

※国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所提供

ドロップネットによる試験捕獲では、実施日を3回設け計3頭捕獲できましたが、仕掛の設置・撤去や捕獲時の監視に多大な労力がかかりました。

試験捕獲の実施結果から、翌年度以降事業実施を決定し、捕獲手法については、監視労力が省略できる囲い罠による捕獲に変更しています。

イ 貴船山国有林での落石防護ネットを活用した防護柵

2年間防護柵の経過観察を行った結果、シカの侵入は一度確認されただけで、柵内の植生回復により嗜好性植物も確認されるようになりました。植被率も改善されつつあり、景観保全と土砂流出防止に効果的であることが示唆されます。防護柵の横柵に落石防護ネットを活用することで、急峻な傾斜地であっても柵の強度が保たれ、メンテナンスもほぼ必要ない状態です。今後も経過観察を行い、その効果を検証していく必要があります。



図-7 防護ネット設置の前後の状況

4 今後の課題・取組

今後の課題として、2点あげられます。

1点目は、一部の地域で絶滅危惧種が確認されるなど捕獲効果が確認されていますが、7年間の事業実施後の現状において、全体的に被害軽減が進んでいない状況であることがあげられます。

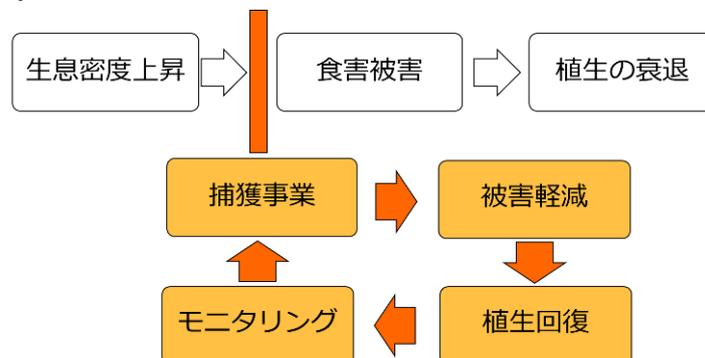


図-8 捕獲事業とモニタリング実施

そのため、今後の取組としては、捕獲事業に加えてモニタリングの実施による捕獲効果を把握することを検討しています。また、モニタリングから生息密度や出没状況を得ることで、有効な捕獲計画の立案と国有林だけではなく地域とも情報共有を図った広範囲の対策も可能になると考えます。

2点目は、7年間の事業継続により狩猟者の高齢化と減少がさらに進んでおり、今後は捕獲作業の負担増大が懸念されることです。

その対策として、近年捕獲作業において自治体で導入されつつある、ICT機器を作業支援ツールとして活用することです。これにより、パソコン上でわなの稼働状況を確認することや現地への見廻り回数を減らすことが可能となり、捕獲作業の効率化を図り事業の継続をサポートすることが期待されます。

都市部国有林林縁部の森林整備による土砂流出対策の提言
～堂徳山国有林の森林整備から 15 年経過して～

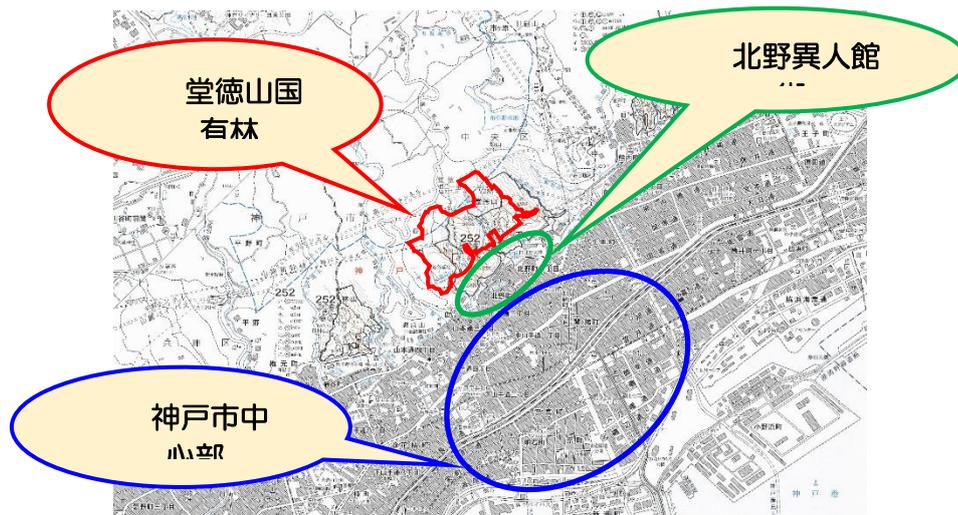
兵庫森林管理署 神戸森林事務所 ○貫井洋介
神戸治山事業所 山本康二

1 はじめに

今回、堂徳山国有林において平成 14 年度から平成 23 年度まで実施された森林整備の経緯及び現在の堂徳山国有林の状況と今後の方針に関して提言します。

兵庫森林管理署は、兵庫県内の国有林 2 万 4 千 h a を管轄しており、このうち神戸森林事務所は、神戸市・西宮市・淡路島等にある国有林が管轄区域となります。神戸森林事務所部内の国有林の特徴は、都市部に所在し、直下には観光地や住宅地が広がっていることです。また、広葉樹の二次林となっており、管理主体の業務を行っています。

今回取り上げる堂徳山国有林は、神戸市中央区の六甲山系南西の山裾部に位置し、平均傾斜が 35° の急峻な地形となっています。国有林直下には、神戸市の代表的な観光地のひとつである北野異人館や住宅が立ち並び、さらには神戸市の中心部である三宮へと続いています（図－1）。



図－1 堂徳山国有林の立地

またこの地域では、中世以来の戦乱、山火事及び薪炭材の過剰な採取等により、禿山となり幾多の土砂災害が発生しました。昭和 42 年の豪雨災害では、国有林からの土砂流出により直下の市街地に大きな被害をもたらしました。（写真－1）

【参考】昭和 42 年災害の概要

神戸市の被害 降水量 379mm ・崩壊箇所 2,549 箇所 ・崩壊面積 225ha ・家屋全壊 363 戸 ・家屋半壊 361 戸 ・死者 92 人

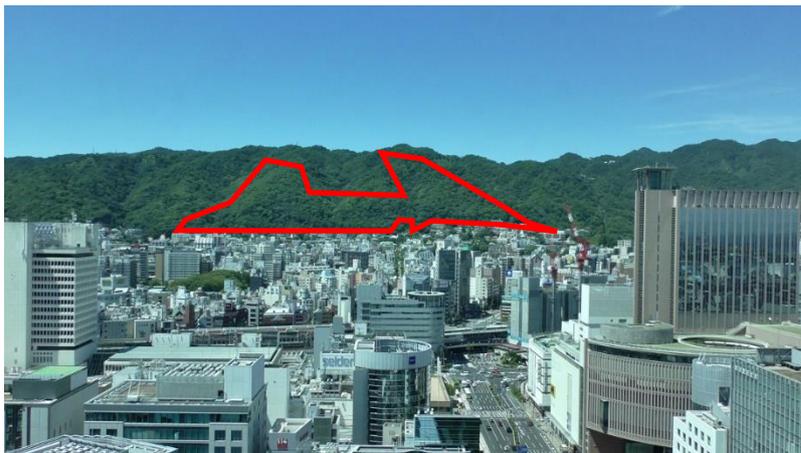


写真－1 昭和42年豪雨災害時の被災状況

その後、国や県による治山事業・砂防事業により、現在では緑に覆われた山になっています（写真－2）。平成7年の兵庫県南部地震時や平成30年7月豪雨時には、昭和42年豪雨災害時の降水量を上回る466mmの降水量がありましたが、国有林においては山腹崩壊等の被害は発生しませんでした。

【参考】六甲山系の治山事業量（S42～H6）

民有林 345.8 億円 国有林 24.5 億円（溪間工 50 基・山腹工 20.91ha）



写真－2 神戸市役所より望む堂徳山国有林

しかし、このような都市部に所在していることから、堂徳山国有林は、土砂流出防備保安林や山腹崩壊危険地区の指定はもちろんのこと、兵庫県により土砂災害防止法に基づく土砂災害特別警戒区域や土石流危険渓流にも指定され、防災機能の発揮が最大限求められる国有林でもあります。

今回の発表では、堂徳山国有林の林縁部において、平成14年度以降に実施した土砂流出防止を目的とした森林整備から15年程度経過し、現在の状況とそれを踏まえた今後の都市部の国有林の管理について、現場の視点から提言します。

2 堂徳山国有林における森林整備の経緯

平成 13 年度に堂徳山国有林治山調査業務が実施されました。当時の森林の状況ですが、クスノキ・アラカシ等の常緑広葉樹が高木層となり、樹冠を大きく広げていました。

このため林内に光が届かず、下層植生や種の多様性がなくなっていました。また土壌は、花崗岩が風化した真砂土で、ところによって 40° を超える急斜面のため土砂移動が激しく、立木の根が露出し、胸高直径 40cm を超える大径木が保全対象に覆いかぶさるように成長していました。このため、大径木の転倒又は土砂流出により人家等に直接被害を与える恐れが極めて高い、林内裸地化した危険な森林となっていました。



写真－3 下層植生が乏しい林内



写真－4 露出した立木の根

この調査報告に基づき、調査地における森林の取扱いについての指針と具体的な森林整備の方法等について提言を取りまとめ、作成した森林整備計画の妥当性を確認・検証するために堂徳山国有林森林整備方針策定委員会が開催されました。この委員会は、学識経験者・地元代表・関係行政機関代表で構成され、「森林自体の防災機能を確保しつつ、生態的にも景観的にも安定した、生活環境にやさしい森林」を目標に、森林整備方針が決定されました。

具体的な森林整備計画として、

- (1) 倒木などによる災害を未然に防ぎ住民の安全確保するため、上層木は、原則伐採する。
- (2) 萌芽更新を基本とするが、切株の枯損も考慮し、土留工や降雨による表土浸食防止のため伏工を施工する。
- (3) 森林整備については、10 から 20 年程度の間隔で行う。

と決定されました。

これに基づき、保全対象から約 30m までの大径木についてはすべて伐採・搬出し、その後伐採跡地の崩壊や土砂流出を防止するため、鉄筋挿入工や伏工を施工しました。

その 1 年後には、日照条件の改善や伏工の施工により土砂移動が止まったことなどから、草本類・木本類が非常に濃い密度で繁茂していました。

【参考】 草本類：エビガライチゴ・テイカカズラ 木本類：アカメガシワ・ヌルデ
カラスザンショウ

3 現在の堂徳山国有林

(1) 実態

現在の堂徳山国有林の状況について実地調査を行いました。

写真－5、6は森林整備当時に施工した鉄筋挿入工と木柵工の現状です。鉄筋挿入工は土砂流出が激しいため、斜面下部の土が流出し、鉄筋部分がほぼ露出しています。また木柵工も上部からの土砂の圧力によって転倒しかけています。



写真－5 露出した鉄筋挿入工



写真－6 転倒しかけた木柵工

現在、堂徳山国有林では直下の道路や住宅地への土砂流出が発生し、地域住民から苦情がたびたび寄せられています。このため、応急処置として土留鋼板を用いた土留工を施工しています。土留鋼板は、職員実行で施工しており、令和元年度は堂徳山国有林だけで4箇所施工しました（写真－7）。

さらに、都市部に所在している堂徳山国有林では、平成14年度の頃と同様の危険木等の問題も、再び発生しています。



写真－7 職員による土留鋼板施工

(2) 植生調査

このような状況を踏まえ、現在の林況を再評価するために植生調査を行いました。調査方法は平成13年度の事前調査に倣い、標準地を設定して樹種・樹高・胸高直径・植被率を調査しました。

図-1に示した箇所が調査地です。平成14年度に林縁木を伐採し、その後治山施設を整備した箇所です。



図-1 植生調査箇所

以下が植生調査の結果です(表-1)。標準地内の出現種数は13種で、森林の階層ごとの状況は表のようになります。高木層は常緑広葉樹でしかも、高木層・亜高木層の植被率が高く、低木層・草本層の植被率が低いことがわかります。

標準地1について平成13年度の調査結果と比較します(表-2)。標準地内の出現種数と低木層・草本層の植被率は平成13年度と同程度の水準に戻っており、下層植生に乏しく、種の多様性も少ないと言えます。

表-1 令和2年度植生調査結果

R2標準地No.1		(面積) 12×12=144㎡ (出現種数) 13種			
(階層)	(優占種)	(高さm)	(植被率%)	(胸高直径cm)	(種数)
T1 高木層	カゴノキ	9	30%	24	1
T2 亜高木層	アラカシ、ヤブツバキ	8~3	70%	18~2	9
S 低木層	ネズミモチ	2~0.5	10%		4
H 草本層	ヤブツバキ	0.5~	10%未満		8

表-2 平成13年度植生調査結果

H13標準地No.1		(面積) 12×12=144㎡ (出現種数) 14種			
(階層)	(優占種)	(高さm)	(植被率%)	(胸高直径cm)	(種数)
T1 高木層	ハゼ	15~12	30%	46~14	3
T2 亜高木層	ヤブツバキ、ネズミモチ	8~3	50%	18~4	5
S 低木層	アラカシ	2~0.5	10%		5
H 草本層	ベニシダ、ヤブツバキ	0.5~	10%未満		9

(3) 林内状況

写真で林内状況を確認します(写真-8、9)。森林整備から約15年経過し、萌芽更新で成長した広葉樹が再度高木層を形成し、林内は鬱閉した状況に戻っており、下層植生はあまり見られません。林内照度を測定すると、相対照度は1%しかありませんでした(一般に5%以下だと下層植生が乏しい状態)。

また、土砂移動の痕跡も多く見られ、立木の根が露出しており、林縁部の大径木が道路や住宅などの保全対象に覆いかぶさるように成長しています。



写真-8 下層植生が乏しい林内



写真-9 生育した大径木

(4) 森林整備目標の検証

これらの結果を踏まえ、現在の堂徳山国有林について平成13年度に策定された林縁部の森林整備目標の要件を確認します。

- ・照葉樹を主体に花木が混じる
- ・継続的な整備で樹高を低く保つ
- ・明るい林床で華やかな景観

残念ながらどれも満たしていないことが分かりました。特に、人家に近接する範囲の木の高さを常に保全対象との距離の半分以下に保つ状態とはかけ離れており、森林の防災機能の発揮において問題があると考えます。

4 関係自治体の取組

一方、六甲山の森林整備については関係自治体においても強い関心が寄せられています。その取組の一部を紹介します。

神戸市では、独自に「六甲山森林整備戦略」を策定し、土砂災害の発生、景観の悪化、病虫害の発生などを抑える森林整備を行い、関係省庁や自治体と現地研究会や連絡会議を重ねています(写真-10、11)。



写真－10、11 新神戸駅北側の森林整備状況

このほか、兵庫県では、平成 26 年度 8 月豪雨災害で都市部に隣接した急斜面で表層崩壊が発生したことを受け、平成 28 年度から「都市山防災林整備」として間伐、土留工、大径木の択伐等を行っています（写真－10、11）。

5 現場視点からの提言

以上を踏まえて、現場視点から提言します。

森林整備の観点からは、森林整備サイクルの見直しや、神戸市の取組も踏まえて低木林化に向けた樹種転換も検討するべきではないかと考えます。参考として、平成 29 年度に近畿中国森林管理局主催で実施された「都市部近郊における森林の整備・保全に関する検討業務」においても、「高木を伐採して省力的に管理できる方法が必要ではないか」や「林床は暗く、外来種が多く見られ、選択的に伐採してはどうか」などの意見が出されているところです。

また、既往の治山施設が老朽化していることから、長寿命化に向けた補強を行う必要があります。さらに、近年これらの国有林が土砂災害特別警戒区域に設定され、住民の不安が増大していることへの対応も含めて、都市部での治山事業のマニュアル作成を行うべきだと考えます。

参考文献

「兵庫県治山林道協会 六甲山災害史：54－56 及び 138 頁、平成 10 年」

「緑をとりもどせ！」
～生物多様性の保全と土砂崩壊の防止を目指して その3～

鳥取県立智頭農林高等学校 森林科学科2年 川下 翼
木村 梓馬
坂本 雅治

1 はじめに

鳥取県八頭郡智頭町にある本校の演習林には、近くの村の方が以前、かや場として活用されていた草原がありました。

しかし、7年前、何らかの理由でススキが一斉に枯死し、裸地となり、その後、シカの食害を受けて（写真-1）、草原は復元されず、山腹斜面は崩壊地となったままです。

その結果、草原に生息していた野鳥が見られなくなるなど生態系の多様性の減少と、崩壊土壌が道路暗渠を埋めるなどの状況が生じています。

4年前から、この裸地の緑化復元活動に取り組み始めました。

写真-1 ニホンジカ



2 方法と結果

これまでの取組でススキの復元を妨げている原因は、雪崩による根こげや豪雨による土砂崩壊よりも、シカが新芽を食べつくしてしまうことが原因であるとわかりました。

昨年よりマザーツリーとなる大株を定着させ、緑化の拠点とする試みを始めました。

方法1 ススキの大株の植栽と忌避植物を用いたシカの食害防止

その1 ススキの大株の植栽

令和2年4月、直径20センチ前後のススキの大株を、近くの放棄地から掘取り、2m間隔で25株、崩壊地斜面に植えました（写真-2）。その後、伸長状況とシカの食害を観察しました。

その結果、4月17日に植え付けたススキの大株は、5月7日、29日の観察では、順調に成長し、葉も展開していることが確認できました。6月に入りさらに成長し、17日の時点で60cmにまで成長しました（写真-3）。しかし、6月27日の観察でシカ

写真-2 ススキ植栽



写真-3 ススキ成長



近くにはシカの足跡もあり、すべての株で、昨年度の枯れた茎に囲まれることで食害を免れた地上高30cmまでの葉を残し、食害されていました（写真4）。ただ、その後の観察では、株全体が枯死することはなく、数本の茎が新葉を成長させていることがわかりました。

その2 忌避植物を用いたシカの食害防止

9月、シカの食害地でも生育するため忌避植物とされているミツマタとアセビの枝葉の煮汁をススキの葉に噴霧し食害防止効果を検証しました。枝葉を細断し1時間煮沸、その煮汁を植栽したススキの葉に噴霧しました。無処理個体との食害被害の違いが見られないか観察しました。

写真-4 ススキ食害



その結果、一週間後、観察すると、ミツマタ、アセビの煮汁を噴霧した株、及び対象株すべてがシカに食べられた形跡がありました（写真－5）。



写真－5 シカの食害

方法2 ヤナギの植栽による緑化と土砂流出防止
ヤナギはその活着の良さと成長の早さから道路工事などの法面の緑化に用いられます。また、河川敷など土壌水分の多い土地でも生育することから、河畔林を形成させて護岸工に利用されています。そこで、ヤナギの枝を用いて、崩壊斜面の緑化とあわせて崩壊地を流れる小川に河畔林を形成させながら、土砂流出を防止できないか、その基礎研究を始めました。

その1 さし木法と埋枝法を用いたヤナギの増殖

さし木法の材料は、千代川支流北俣川の河畔林として植生するオノエヤナギを用い、20cm さし穂を赤玉土に100本さし木をしました。

埋枝法の材料は、鳥取市福部町の休耕田に群生するタチヤナギを用いました。直径2cm～5cmの幹を長さ30cmに玉切り、挿し床の地中5cmに埋設しました。

観察の結果、さし木法では、5月1日、新葉が展開し、活着が確認されました。8月5日の時点で、もっとも大きな個体で100cmまで成長し（写真－6）、74本が苗となりました。

埋枝法では、5月1日、地上に新芽が確認されました。その後順調に成長し、8月5日には、最高1m50cmまで成長する個体も見られ（写真－7）、埋枝したすべての個体が発芽、発根していました。

その2 ヤナギの埋枝法による緑化

校内さし床で増殖させると同時に、直接、演習林の崩壊地斜面に30cmに玉切りしたタチヤナギを埋枝しました。埋めた枝を観察したところ、腋芽が伸長し新葉が展開したものが確認されました。しかし、展開した新葉はシカの食害を受けました。食害された枝に新たに新芽が出ることは確認されませんでした。8月に掘り取ってみると、発根の跡は見られましたが、菌糸が付着するなど成長途中で枯死してしまったことがわかりました。

その3 ヤナギ苗による溪畔林の形成

平成2年8月、校内で活着したタチヤナギとオノエヤナギの苗を崩壊地に流れる小川の河畔に植え、生育するか観察しました。シカに食害されないよう、ワイヤーメッシュ柵で取り囲みました（写真－8）。



写真－6 オノエヤナギ



写真－7 タチヤナギ



写真－8 ヤナギの植栽

その結果、植えたタチヤナギは、苗の株の葉が黄変しましたが、成長が確認されました。オノエヤナギは、植えた翌日にはすべて葉が枯れてしまいました。しかし、その後、腋芽が伸長して行く個体も見られました。9月の観察で植栽した苗 15 本中 13 本が定着したことが確認できました（写真9）。

その4 忌避植物によるシカの食害防止

小川の堆積壤土にタチヤナギの苗 12 本を植え付け、ススキの食害防止で行ったようにミツマタとアセビの枝葉の煮汁を噴霧しました。

その結果、アセビ、ミツマタの煮汁液を噴霧した苗、および無処理苗どれもシカの食害を受けました。しかし、先端を食べられたものの、その後枯死することなく新しい芽が伸長することが認められました。

その5 ヤナギを用いた土砂流出防止

タチヤナギの幹を用いて、大阪森林組合様が開発された「丸太交差法」を参考にしてヤナギの幹を小川の土留めとして使用できるか検討しました。さらに、幹が流出する土砂をせき止め、土砂に埋もれることで発根し、腋芽が成長すれば、土留めとなると同時に河畔林としても成長してくれることを期待しました。

タチヤナギを伐倒し、2.5mに玉切りした幹を小川に斜めに横断するように置き、両木口を土で覆いました。X字に二段で高さ50cmとしました（写真-10）。

その結果、大雨警報が発令された後に現地に行ってみると、流路が変わり、木口を覆っていた土が流されている場所もありましたが、ヤナギ自体は流されることなく、腋芽が伸長しているものも見られました。ヤナギが土留めとして働き土砂で幹が埋もれることはありませんでした（写真-11）。



写真-9 植栽結果



写真-10 土留め工設置



写真-11 大雨後の土留め工

3 考察

ススキの大株を植えることで、マザーツリーのような役割を果たすことは十分に期待できる結果となりました。シカが食料の少ない早春に新芽を食べることが草原の復元が妨げられているのなら、大株を植えることは前年度の枯れた茎が食害を防ぐことも考えられます。

しかし、シカの食害は、株の肥大化を妨げていることも考えられ、草原化の速度を弱めることになると思われます。

食害を防ぐためにシカの忌避植物の噴霧による防止効果ははっきりと認められませんでした。今後の研究課題として残りました。

ヤナギの植栽による緑化と土砂流出防止については、ヤナギの増殖をさし木法と埋植法を用いて、さし床という管理下で試み、どちらの方法も7割以上の成功となりました。これは材料のタチヤナギとオノエヤナギが共にさし木に適した種であることが大きな要因で、材料採取時期も最適であったと思われます。材料の調達、栽培方法も簡単で、緑化木として崩壊地で用いることに適していると思われます。

崩壊地に直接埋枝法で栽培を試みましたが、シカの食害により失敗しました。植え付けた時期は他の植物も新芽を出す時期でしたが、ヤナギの新芽は、より好んでシカが食していたようでした。緑化候補地に直接埋枝法を用いるにはシカの食害対策が必ず必要と思われる。

ヤナギを用いて河畔林ができるか試みた結果、壤土の少ない場所でも土壤水分の多い場所なら栽培が可能なのことがわかりました。また、シカの食害についても、50cm程度成長したヤナギは、先端の新芽を食べられるのみで、茎すべてを食べつくすことはないことがわかり、その後もヤナギは成長しつづける可能性がうかがえました。

忌避植物による食害防止効果については、ススキ同様はっきりとした違いは判断できませんが、今後も研究を続けていきたいと思えます。

ヤナギの幹を用いた土留め工については、来年度さらに研究を進めていきたいと思えます。

4 おわりに（成果と課題）

成果として、ススキの大株の植栽は、シカによる食害を受けてしまうが、マザーリーとして緑化の拠点となるとわかりました。

タチヤナギ、オノエヤナギを親株とする増殖方法は容易で、崩壊地緑化木として利用できます。

崩壊土壌の堆積する河畔でも、ヤナギは活着、生育できます。シカの新芽の食害を見越して、1m前後に成長した株を移植するなら、河畔林の形成を可能にすると思われる。

課題として、忌避植物であるミツマタ、アセビの食害防止効果は不明です。

ヤナギの新芽がシカの好物であり、食害された後もヤナギの成長量がシカの食害量を上回るのかを今後も研究していきます。

ススキの大株を植えて緑化していくには、長い年月が必要かもしれませんが、地道に植栽を続けるとともに、新たな方法を検討していきたいと思えます。

緊急な対策が必要な土砂流出防止について、ヤナギの幹を使った土留めと河畔林の形成の研究を進めていきたいと思えます。

石川県の白山周辺地域におけるニホンジカの生息状況について ～調査成果を捕獲事業へ活用～

石川県白山自然保護センター 技師 北市 仁
石川森林管理署 業務グループ 係員 山口 静瑠

1 背景

石川県内では、江戸時代までニホンジカ（以下「シカ」という。）が多く生息しており、それが明治時代の大量駆除や開発行為の進展などにより、大正時代にはほとんど絶滅に至ったと考えられています。しかしながら、平成になって全国的にシカの分布が拡大する中で石川県でもシカが確認されるようになり、南部を中心にシカの個体数が増加するようになりしました¹⁾。

石川県におけるシカの推定生息数を隣県と比較してみると、福井県では中央値で32,000頭²⁾、岐阜県では中央値で67,323頭であり³⁾、反対に富山県では中央値で988頭⁴⁾、石川県では1,200–2,600頭¹⁾と比較的少ないことがわかります。またシカは群れで行動することから、たくさんのエサを必要とするため、農林業被害や森林の下層植生に及ぼす影響が非常に大きいという特徴を持ちます。実際に植生等を食べ尽くされた例もあり⁵⁾、環境そのものを改変し、時には生態系そのものに影響を及ぼす潜在性を有しています。

石川県には、富士山、立山と並ぶ日本三名山の白山があり、山頂は2,702mに及びます。この白山周辺は石川県のほか、富山県、福井県、岐阜県の4県をまたいで、白山国立公園として指定されています。また白山国立公園は多くの国有林を内包しています。さらに、白山にはクロユリ等希少な高山植物が生育し、ツキノワグマやカモシカ等が高い密度で生息するなど、原生的な自然環境が多く残っていることが知られています。ところが近年では、白山においても散発的にシカの見撃情報が寄せられるようになりしました。今後シカの増加により白山周辺における高山植物等への影響が懸念されます。

そこで石川県白山自然保護センター（以下「センター」という。）と石川森林管理署（以下「石川署」という。）は、平成26年度から協力体制を構築し、シカの生息状況調査を共同で行っています。また、石川署では捕獲に役立てるデータを集めることを目的とし、今年度からシカの捕獲を行いました。今回はこれらの取組の経過と、白山周辺地域のシカの生息状況について紹介します。

2 調査方法

(1) シカの生息状況調査

今回の調査は、自動撮影カメラ（以下「カメラ」という。）を用いて、動画を撮影しました。調査地域および設置地点は、図-1に示す全19箇所にカメラを設置しました。今回は、この調査地域のうち、南側を白峰地区、北側を中宮地区とし、白峰・中宮地区をあわせて白山周辺地域と定義しました。このほかカメラの管理については、白峰地区に設置した11台のカメラは石川署、中宮地区に設置した8台のカメラはセンターがそれぞれ維持管理を担当しました。なお、維持管理は約3週間に1度カメラ設置地点を見回りし、SDカードの交換と必要に応じて植生の刈り払い等を行いました。

カメラ設置箇所は、広葉樹林あるいは針葉樹林内の林縁部で、やや開けた場所としました。また、カメラの設定は、動画10秒、撮影インターバル10秒、センサー感度はLowまたは低とし、地面から約1.2mの高さに固定しました。

撮影された動画から、動物種の判別を行い、シカが撮影された場合は可能な限り、成獣、幼獣、性別を区分して記録しました。また、オスのシカが撮影された場合は、角の

尖数も記録しました。このほか、同一個体の記録重複を取り除くため、同一個体と思われるシカが30分以内に連続して撮影された場合は、撮影回数は1回として扱いました。調査でカメラを設置した期間は、平成26年から令和2年まで、各年の6月から11月までです。今回は解析の都合上、平成27年から令和元年までの結果を使用しました。

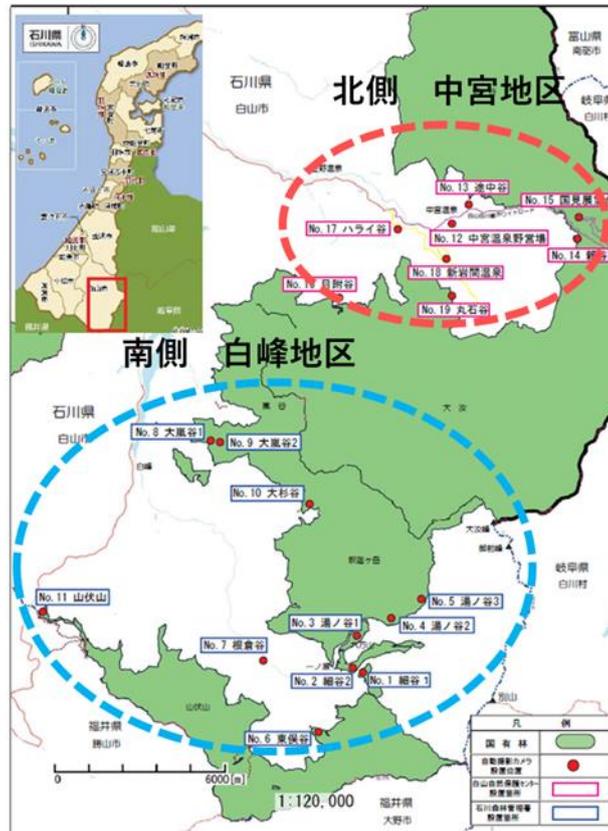


図-1 調査地 白山周辺地域

(2) シカの捕獲

石川署では、今回初めてシカの捕獲を行いました。そのため、今年度は山奥にあり捕獲従事者の確保が難しい白山市ではなく、カメラにシカが撮影されていること及び捕獲に関する申請書類が少ないこと、見回りがしやすいこと等の条件を満たす押水官行造林（宝達志水町）と垂氷国有林（小松市）で実施しました。

押水官行造林では令和2年3月に宝達志水町と協定を締結しました。その後、地域おこし協力隊を活用しカメラを設置した結果、シカが撮影されました。そこで、令和2年4月23日からクマが錯誤捕獲されたときに自力で脱出できるよう穴の空いた箱わなを設置し、餌は米ぬかを使用しました（写真-1）。

垂氷国有林ではカメラを設置した結果、親子のシカだけでなく複数のグループのシカも確認しました。また、分収育林地が近くにあるため優先して捕獲を実施することとしました。令和2年9月25日から箱わなを設置し、箱わなが作動した際に自動的にメールが送信される機能のある長距離無線式捕獲パトロールシステムを利用し、餌はハイキューブとユクルを使用しました（写真-2）。



写真-1 箱わな設置状況（押水官行造林）

写真-2 箱わな設置状況（垂水国有林）

3 実行結果

(1) シカの生息状況調査

平成 27 年から令和元年までにすべてのカメラ設置地点でシカが撮影されました。

ア 各年のシカ撮影回数

白山周辺地域における平成 27 年から令和元年までのシカの撮影回数は図-2 および図-3 のようになりました。白峰地区は中宮地区と比べて、シカの撮影回数が多い結果でした。このなかでも、No. 1 細谷 1 と No. 7 根倉谷では平成 28 年以降、撮影回数が増える傾向にありました。細谷 1 ではオスの撮影回数が多いものの、根倉谷ではメスの撮影回数が増える傾向がありました。ただし、これには同一個体が複数回撮影された可能性もあります。

イ 各年のシカ性・齢クラス

シカの性・齢クラス分けの結果は図-4 のようになりました。白峰地区では平成 29 年からメスの割合が増加傾向にあるだけでなく、平成 28 年からは幼獣が撮影されています。また中宮地区では依然としてオスの割合が多いものの、令和元年には幼獣が撮影されました。

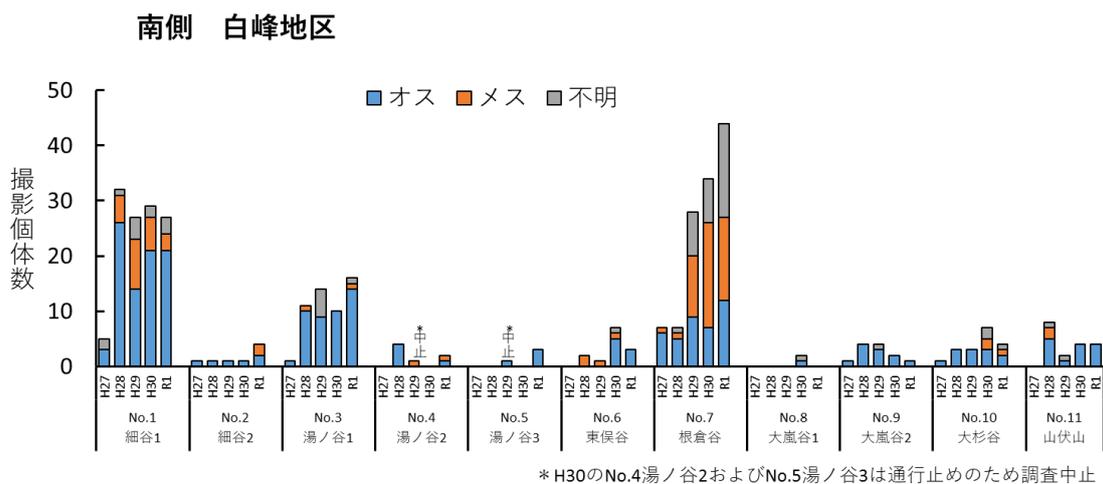


図-2 白峰地区のシカ撮影個体数

北側 中宮地区

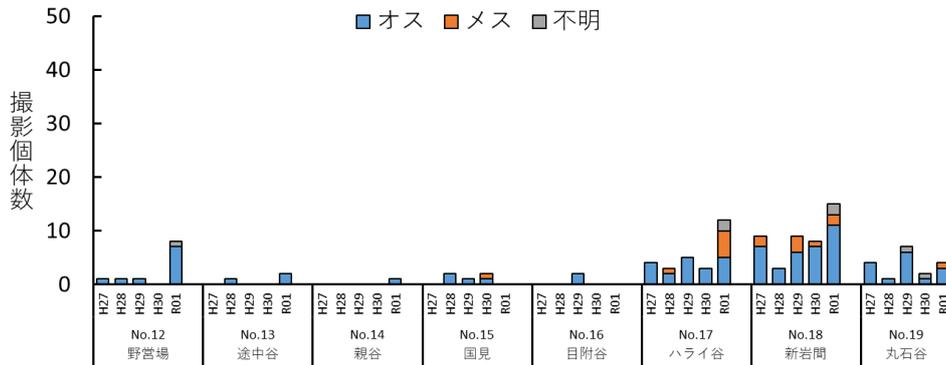


図-3 中宮地区のシカ撮影個体数

南側 白峰地区

北側 中宮地区

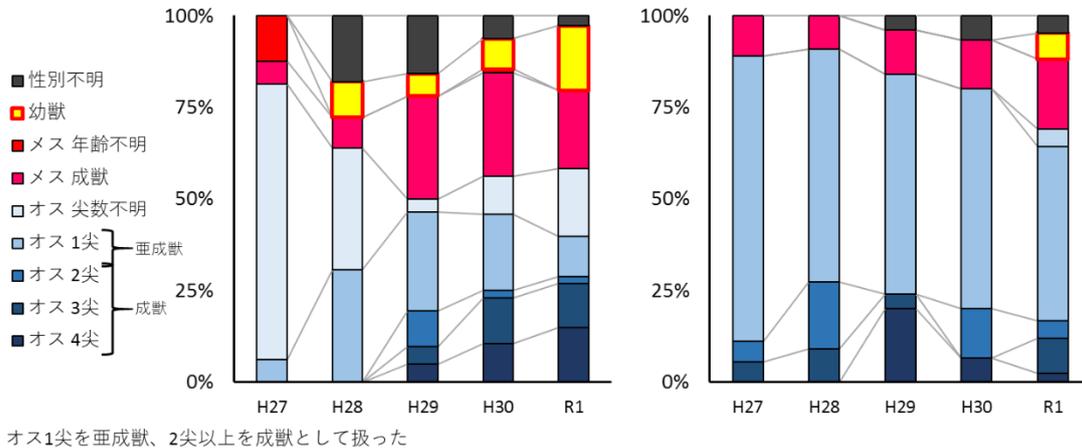


図-4 撮影されたシカの性・齢クラス分け

(2) シカの捕獲

箱わなを設置した2箇所ともシカは捕獲できませんでした。

押水官行造林では、箱わなを設置した1ヶ月後に一度シカは箱わなの前に現れましたが、その後は現れませんでした。

垂氷国有林では、クマが箱わなに興味を示し3回カメラに撮影されましたが、シカは一度も現れませんでした。

4 考察

(1) シカの生息状況調査

今回調査を行った白山周辺地域では、平成27年から継続的にシカの生息が確認され、確認されたシカはオス、メスの成獣のほか、幼獣が確認された地点もありました。このことから、これらの地域の一部ではシカが定着している可能性があります。

シカの分布域拡大は、まず若いオスが分散的に移動することから始まるとされ⁶⁾、次いでメスが侵入し、繁殖により個体数が増加し始めるという三段階に大きく分かれまます。特に白峰地区では複数年にわたって幼獣が確認されたことから、繁殖により個体数増加段階にあるのかもしれませんが。また中宮地区においても、令和元年に初めて幼獣が

確認されたことから、メスの侵入期から個体数増加段階に移行しつつあると考えられます。

白山周辺地域は冬期には5mもの積雪がある地域です。シカは深い積雪地域では生息が困難と言われているものの⁷⁾、今回の調査地域内ではシカの幼獣が確認されたため、幼獣の移動能力を考慮すると、通年生息していることが推察されました。実際に、石川県内で実施された猟師への聞き取り調査報告によると、冬期の白山麓においてもシカが目撃される例が多くありました⁸⁾。これらのことから白山周辺地域では、現時点では毎年の積雪等によるシカの個体数抑制は見込めるものの、近年の積雪量の減少に伴って、個体数増加に注意する必要があると考えられます。

(2) シカの捕獲

石川県はシカの生息密度が低く、下層植生が豊富な場所が多いため、わなを警戒し餌を食べるために中に入ってくれないこと、様々な種類の野生動物が生息しているため錯誤捕獲をなくす工夫が必要なことから、今後、このような場所でもシカを効率的に捕獲できる新たな捕獲技術の検討が必要であることがわかりました。

また、環境省のニホンジカ全国生息分布メッシュ比較図(図-5)のとおりにシカには市町村等の境界は関係ないため、捕獲を行うためには近隣の都道府県との連携が大切であることがわかりました。

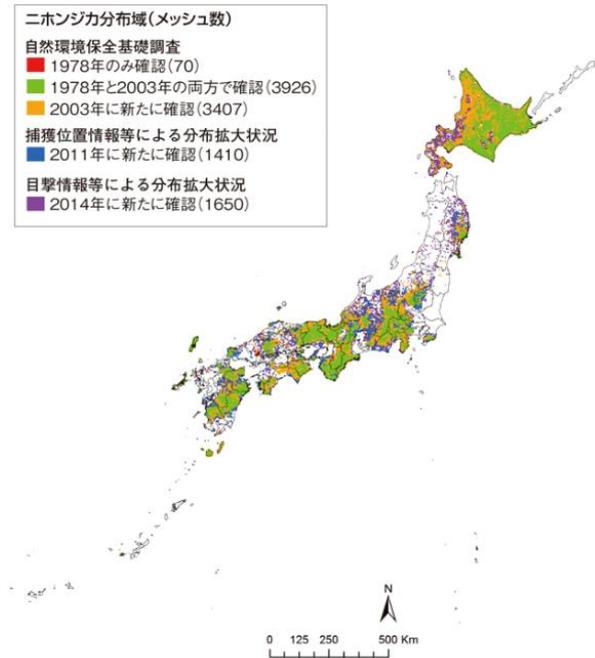


図-5 ニホンジカ全国生息分布メッシュ比較図
(環境省平成27年4月)

5 まとめ

本調査が開始されてから5年が経過し、白山周辺地域におけるシカの生息状況が少しずつ判明してきました。また、現在では白山麓におけるシカの生息状況調査は環境省も実施しています。これらの調査結果は、毎年、環境省、石川県森林管理課・自然環境課を交えて、情報交換会を実施し、お互いに情報共有しています。今後、シカの対策を考えていく際には、さらに関係市町や猟友会等と連携していく必要性があります。実際に今回示した調査結果は、捕獲を含めた対策等に貢献する必要性を強調するものと考えています。

野生動物の生息状況は常に変化します。このことから、今後もシカの生息状況を把握するためには、継続的なモニタリングが不可欠であり、石川県森林管理署および白山自然保護センターでは引き続き調査を継続していきます。

また、捕獲については、今回 ICT を利用するために長距離無線式捕獲パトロールシステムの親機を設置しましたが、親機は1つ設置すれば広い範囲で子機を使用することができます。今後もこのような ICT 機器を使用しつつ関係機関と連携を行っていき、箱わなの設置範囲と基数を増やし、継続して捕獲を行っていきます。

引用文献

- 1) 石川県 石川県ニホンジカ管理計画第2期、石川県、2018
- 2) 福井県 福井県第二種特定鳥獣管理計画（ニホンジカ）第4期、福井県、2017
- 3) 岐阜県 第二種特定鳥獣管理計画（ニホンジカ）、岐阜県、2016
- 4) 富山県 富山県ニホンジカ管理計画（第2期）、富山県、2017
- 5) 石川県白山自然保護センター 白山の自然誌 37 ニホンジカの生態：石川県、2017
- 6) 浅田正彦 ニホンジカとアライグマにおける低密度管理手法「遅滞相管理」の提案：哺乳類科学 53 巻2号、243～255、日本哺乳類学会、2013
- 7) 環境省 特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン（ニホンジカ編・平成27年度）、環境省、2016
- 8) 小川弘司・稲田奈緒 石川県におけるニホンジカの冬季の生息確認地点情報と生息環境－狩猟者への聞き取り調査の結果から－：石川県白山自然保護センター研究報告、第46集、1～8、2020

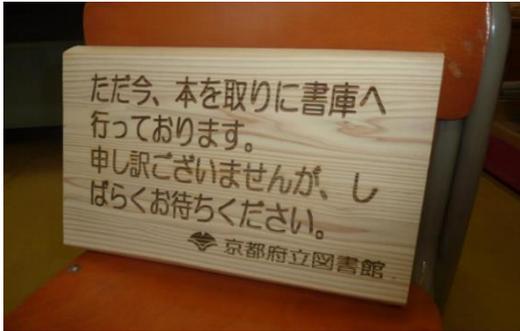
林福連携による世代を超えたつながりで創る木工製品

京都府立北桑田高等学校 ○谷 風凜
神谷 遼
市原 旦

1 はじめに

私たちコンピュータ木工班は、NCルーターやレーザー加工機でつくる新しい木製品を研究開発し、地元産木材をPRしています。先輩たちは、京都府立図書館で使う、家具や表示板を考案しました。この材料には地元の木である、北山杉の磨き丸太を使っています（写真－1・2）。

昨年度は、京都府立盲学校に出向き、本校が提案した木製トレイ研磨作業や凶形のパズルなど木製教材を使って交流しました。この活動を通し、様々な機会地元産木材の製品をPRし、その普及を図り、炭素循環型社会の実現に向けて努力しています。また、地元林業の活性化により、森が元気になり、災害に強い環境づくりに貢献できることも目標にしています。



写真－1



写真－2

昨年の秋に「チームKYO-SO」のメンバーが来校されました。このチームは、ICTを活用し山間部と都市部をつなげ林業や木工品の生産工程を見える化し発信することで山村地域や林業の活性化をはかるプロジェクトを行っています。その中に林福連携という考え方があり、高齢者福祉施設「西院」の所長さんより田舎の高校生と都市部の高齢者が共同で木製品の生産ができないかという交流の申し出がありました。「西院」はS i t t eというブランドでカッティングボードを製作し販売している実績があります。この新たな交流で福祉の分野にも貢献できる活動になることを期待しています。

2 取組の経過

(1) 製作品の決定

新型コロナウイルス感染が拡大したので、約3か月休校となり、活動開始できたのは6月でした。そして高齢者施設への立ち入りは、禁止なので、Zoom会議で始めました（写真－3）。

お互いの自己紹介や、京北の印象を聞いたりしました。オンライン接続方法や会議の流れを決めて、会議後のまとめなど、「チームKYO-SO」の方がサポートしてくれます。商品開発の勉強も地元で創作活動をしているメンバーの方にお世話になりました。



写真－3

初めに京北在住安井さんの工房にお邪魔し、作品アイデアの出し方について講義を受けました（写真－４）。安井さんは、田舎の工房でジュエリーをデザイン・製作を行い、現代アートの創作活動をしています。また、地元で手作り木製品を販売している工房「仙太」を見学し、木製小物を学びました（写真－５）。



写真－４



写真－５

２回目のＺｏｏｍ会議では、事前に簡単な試作品も届けたうえで、まったく新しいものの提案は難しいので、ネット通販にある木製品の中から私たちが作れそうなものを選んで、提案しました。そして、具体的にコースター・貯金箱・スマホスピーカーの三種類に販売品を絞り込みました。

（２）販売品製作

まず、今後の取組時間も考慮し、レーザー加工で量産できる工法を考え、そのための材料づくりをしました。ヒノキ材で厚さ 7.4mm 程度の板を大量に用意しました。この板は製材過程で厚い板が取れない部分を薄板として有効利用しています。

スマホスピーカーは、形状を変えていくつか試作しました。当初スマホケースから外して使っていましたが、ケースを付けたまま使えるようにし、充電コードも付けられるようにしました。音の出口は直線的な方が大きな音が出ました。

最終形状構造は 9 層の板を貼り合わせます。組み立て作業において 9 枚の板を一気に貼り合わせると不良品がいくつか出てしまいました。不良品を出さないようにするため製作工程を工夫し 3 つの部分に分けて接着すると問題が解決しました。最後は 2 種類のケースに対応できるように 2 種類の形状を作り、ベルトサンダーで研磨を行い、ロゴマークを彫刻しました。この後の塗装と、パッケージ作業は高齢者の方に引き継ぎます。

コースターは 5 種類の和柄を考案し、CAD で描いたものをそのままレーザーで切断しました（写真－６）。そしてベルトサンダーで研磨の仕上げまでは、本校で行いました。この後の塗装とパッケージ作業は高齢者の方に引き継ぎます。ラッピング用紙には、柄の名前を印刷します。またラッピング用紙のデザインはプロの安井さんをお願いしました。



写真－６

貯金箱は、試作品を事前に届けたところ、少しサイズが大きすぎるという意見があり、サイズの変更をしました。正面に『賽銭箱』と大きく彫刻し、貯金のたびにご利益がありそうな形状にしました。ヒノキの木目が美しく、少し良いにおいもある良いものになりました。部材づくりは、レーザー加工機で切断と墨付けを行い、溝はノミの手作業で彫り込みました。その後ベ

ルトサンダーで研磨して仕上げました。角材を差し込んで組み立てるのは、高齢者の方では難しいので、角材が下に落ちないように受ける部材を追加しました。

接合部を叩き込むため、ゴムハンマーも用意しました。高齢者の方には、この組み立てと、塗装・パッケージ作業をお願いしました。貯金箱の部材を納入するとき、特別に代表者2名が来場を許され、組み立て作業の講習会を行いました。初め高齢者の方は組み立てが難しそうだと不安になっていましたが、実際に丁寧に説明すると何とかうまく完成しました。私たちの訪問を大変喜んでおられました（写真-7）。



写真

(3) 価格決定とイベントでの販売

3回目のZoom会議ではまず安井さんから販売価格の決め方の講義を受けました。本校は材料費の回収ができれば特に生徒の手間賃は考えなくてよいですが、イベントで販売できれば高齢者の方に手間賃を受け取ってもらうように考えました。そのことで生きがいや社会に対する責任感が生まれると思います。そして西院が行う作業工程の説明をしました。

その後、本校・西院ともに大急ぎで製作したところ、それぞれ20個ずつ完成しました。それらの商品は、学校の近くで行われたイベントで販売しました。西院の高齢者の方も来られて一緒に販売しました。来場者数の制限があり、例年より規模は縮小されていましたが、しかし予想を上回る売り上げがありほぼ完売しました。このイベントでの販売の様子はNHK京都放送局に取材され、「京いちにち」という番組の特集で放映されました（写真-8・9）。



写真-8

3 まとめ

(1) 成果

「コロナ作品がイベントで販売でき地元の木をPRできた。NHKの取材を受けたことで、もっと強力なPRができ、社会的に価値のある取り組みであることも確認できた。Zoom会議を利用しコロナ禍での新たな交流を実践できた。高齢者の方も自分の作業が販売につながったことで、生きがいを感じることができた。炭素循環型社会と高齢者福祉社会の両方に貢献できた。」ことです。



写真-9

(2) 今後の課題

「簡単に量産できるものを開発し、安定供給する。イベントでの販売だけでなく、継続的な活動にする。後輩に受け継ぎさらに発展した活動にする。」ことです。

丹後地域の社叢林の特徴について ～巨樹から見える丹後の自然・歴史～

京都府立宮津高校フィールド探究部 坂根 知樹
西川 銀之助
松田 健吾
宮下 真之
和田 庄世

1 研究動機

(1) 丹後地域の環境について

私たちが暮らしている丹後地域は京都府北部に位置し、海の京都に指定されています。対馬暖流が流れる沿岸では、伊根のブリ、久美浜のカキ、間人の松葉ガニ等、豊かな海の幸に恵まれています。このように、海の豊かさに注目が集まりますが、豊かな海を支える森の存在には注目が集まっていない現状があります。

(2) 豊かな海と豊かな森の関係性

豊かな森には豊かな土壌が存在します。土壌に含まれる豊富な無機塩類は雨によって河に流れ込み、海に供給されます。その無機塩類を糧に植物プランクトンが増殖し、それを餌とする動物プランクトンが増殖し、それらを求める多くの海洋生物が集まり、豊かな海が育まれます(図-1)。このことから、豊かな海に恵まれた丹後には、豊かな森が存在すると推測できます。

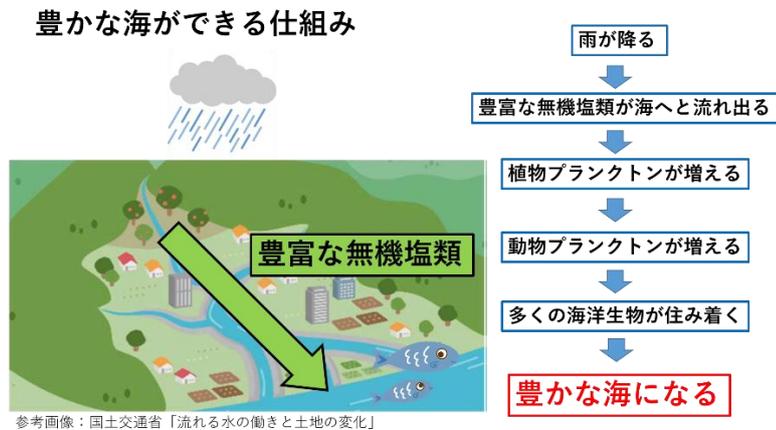


図-1 豊かな森と海の関係性

(3) 巨樹に注目した理由

森の豊かさを示すための指標として、環境省によって「自然の象徴的な存在、多くの生き物の住処、地域のシンボル」とされる巨樹を、私たちは「森の豊かさの指標」として捉えることにしました。

(4) 巨樹の定義

1本の幹で立つ「単木」については、胸高幹周(地上130cmの幹周りの太さ)が3m以上であるものが巨樹とされています(図-2)。一方、複数の幹からなる株立ち、1番太い幹の胸高幹周が2m以上で、全ての幹の胸高幹周の合計が3m以上であるものが巨樹とされています。この基準にしたがって、メジャー計測によってデータを集めました。

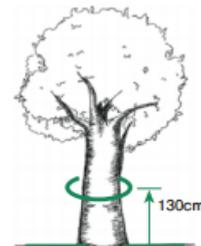


図-2 巨樹の測定

2 調査結果と分析

(1) 巨樹の調査と確認数について

丹後地域を巡り各地の寺社、高原部の水源林、沿岸部の魚付き林などの調査を行ってきました。私たちが調査を始める2018年まで、環境省巨樹巨木林データベースに丹後地域から報告されていた巨樹はわずか120本でした。この数字は他地域と比較して決して多いとは言えず、森の豊かさを示すには不十分と言わざるを得ない状態でした。

しかし、私たちの2年間の調査によって、当初の報告数をはるかにしのぐ2,720本を確認しました。確認した巨樹のGPSデータをGoogle Earthにマッピングしました(図-3)。丹後地域全域に非常に多くの巨樹が存在することが分かります。

近畿中国森林管理局管内の府県ごとに、環境省巨樹巨木林データベースの登録本数を比較しました(表-1)。

丹後地域には各府県をしのぐ圧倒的な数の巨樹が存在することが分かります。また市町村ごとの比較でも、京丹後市、宮津市では1,000本を超えており、伊根町、与謝野町を含めた丹後地域の全4地域が上位7位に収まっています(表-2)。

このように、丹後地域には非常に多くの巨樹が確認されたことから、豊かな森が存在していると言えます。



写真-1 2,000本到達記念の台状スギ



図-3 巨樹の分布

表-1 府県ごとの比較

地域	確認数
丹後	2720
石川県	2045
奈良県	1625
島根県	1582
兵庫県	1505
滋賀県	1457
福井県	1397
和歌山県	1286
三重県	1235
広島県	1171
鳥取県	964
京都府(丹後を除く)	906
山口県	874
大阪府	654
岡山県	482

表-2 市町村ごとの比較

	市町村	確認数
1位	京丹後市	1062
2位	宮津市	1006
3位	宇陀市	433
4位	加賀市	429
5位	長浜市	343
6位	伊根町	335
7位	与謝野町	317

(2) 巨樹の所在について

確認した2,720本の巨樹が存在する場所について分析しました(図-4)。その結果、神社とその周囲の森に全体の56%に相当する1,511本、寺とその周囲の森に全体の8%に相当する224本が存在していました。両者を社叢林としてまとめると、実に全体の63%にあたる1,735本に上ります。これには、社叢林では信仰と関わって伐採が行われなかったこと、明治政府による鎮守の森の保護政策などが関わっていると考えられます。一方で、社叢林以外の場所で巨樹が少なかったことは、薪炭林として森が活用されてきたことを反映していると考えられます。

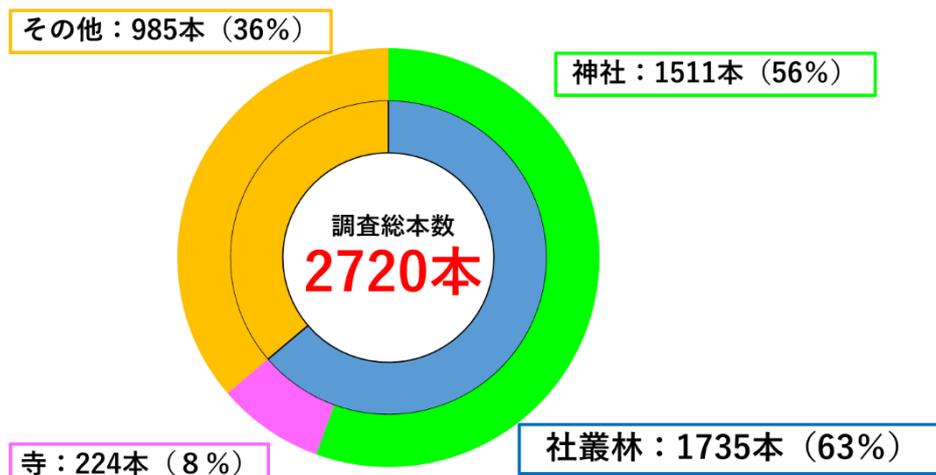


図-4 巨樹の所在地

社叢林中に存在していた巨樹のGPSデータをGoogle Earthにマッピングしました(図-5右側)。左側は図-3と同じものです。大部分の巨樹が社叢林に存在していることが視覚的に理解でき、半島中央部の山間部には社叢林中の巨樹が少ないことも分かります。また、私たちが調査に訪れた512の神社のうち60%で、168の寺のうち53%で巨樹の存在を確認しました。半数以上の寺社に巨樹が存在していたことから、社叢林は丹後の豊かな森を構成する重要な要素になっていると言えます。



図-5 社叢林の巨樹の分布

丹後地域で主に人が居住しているのは200m未満の標高です。人の居住域に寺社が多く存在することから、200m未満の標高とそれ以上の標高の山間部で、社叢林とそれ以外の場所に存在する巨樹の本数を比較しました(図-6)。その結果、平野部では77%に相当する1,668本が社叢林に存在していましたが、山間部ではわずか18%に相当する99本が社叢林に存在するのみでした。この結果から、社叢林は平野部の自然環境を構成する重要な要素になっていると言えます。

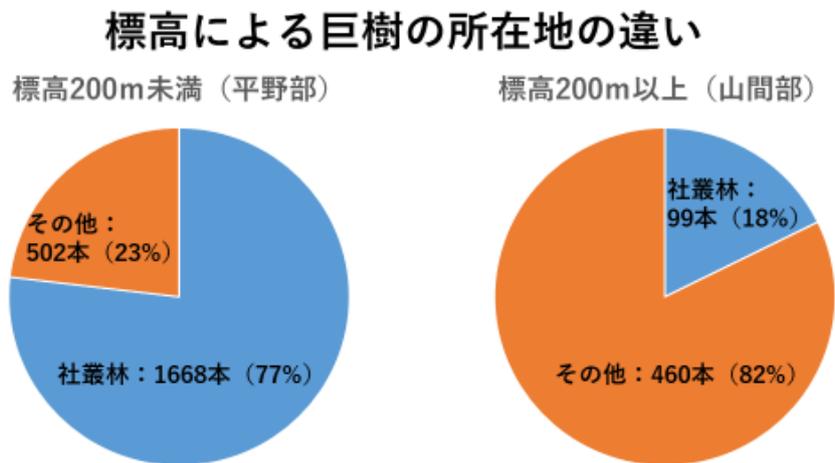


図-6 標高による巨樹の所在地の違い

(3) 巨樹の樹種について

社叢林に存在する巨樹について、樹種ごとの本数を分析しました(図-7)。計28の樹種の巨樹が社叢林に存在しましたが、スダジイ(写真-2)が全体の60%にあたる1,034本を、タブノキ(写真-3)が14%にあたる235本をそれぞれ占めていることが明らかになりました。これらの樹種は照葉樹林の代表的な常緑広葉樹であり、社叢林は丹後地方平野部の暖温帯の植生を色濃く反映していると考えられます。

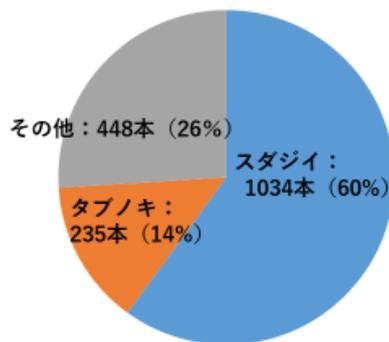


図-7 社叢林を構成する樹種



写真-2 スダジイ



写真-3 タブノキ

(4) 樹種から見える丹後の森の特徴について

確認した全2,720本の巨樹について、近畿中国森林管理局管内の地域と樹種の比較をしました(表-3)。ここでは、照葉樹林の代表的な樹種であるスダジイ、タブノキ、クスノキに注目しました。丹後地域ではスダジイは全体の45.4%、タブノキは12.0%、クスノキは0.6%を占めていました。これは日本海側の地域(石川県・福井県・鳥取県・島根県)と同様に、スダジイとタブノキが多く、クスノキが少ないという傾向が見られます。一方、太平洋側では逆にクスノキが多く、スダジイとタブノキが少ないという傾向が見られます。このことから、丹後地域の森林は日本海沿岸部の特徴が色濃く表れており、特に社叢林では図-7に示すようにスダジイが60%、タブノキが14%を占めており、その傾向が特に顕著であると言えます。

表-3 他の地域との比較

地域	丹後	石川県	福井県	鳥取県	島根県	
樹種	全登録数	2720	2045	1397	964	1582
スダジイ	登録数	1236	475	130	123	342
	%	45.4	23.2	9.3	12.8	21.6
タブノキ	登録数	326	228	137	126	202
	%	12.0	11.1	9.8	13.1	12.8
クスノキ	登録数	17	6	2	14	22
	%	0.6	0.3	0.1	1.5	1.4

日本海側
 ・スダジイ→多い
 ・タブノキ→多い
 ・クスノキ→少ない

日本海側の
 特徴

地域	京都府*	大阪府	兵庫県	奈良県	和歌山県	三重県	岡山県	広島県	山口県	滋賀県	
樹種	全登録数	1046	654	1505	1625	1286	1235	482	1171	874	1457
スダジイ	登録数	63	0	24	0	36	58	4	1	89	1
	%	6.0	0.0	1.6	0.0	2.8	4.7	0.8	0.1	10.2	0.1
タブノキ	登録数	90	0	7	4	17	20	9	8	74	58
	%	8.6	0.0	0.5	0.2	1.3	1.6	1.9	0.7	8.5	4.0
クスノキ	登録数	124	368	178	61	343	217	40	88	94	43
	%	11.9	56.3	11.8	3.8	26.7	17.6	8.3	7.5	10.8	3.0

多い 少ない

*丹後を除く

環境省巨樹・巨木林DBより

(5) 生活とつながる樹木について

丹後地域では、スダジイは伊根の舟屋(写真-4)の材として現在でも重宝されています。また、タブノキの大きく育った幹は丸木舟の材料として以前は活用されてきました。このように、私たちの生活圏に存在する巨樹は、資源として生活に欠かせないものになっています。

また、スダジイやタブノキに加え、ケヤキやイチョウなども社叢林や住宅地に多く存在していました。これらの樹種は油分が少なく水分が多いため耐火性、防火性に優れており、消防設備の整っていない時代集落を火災から守る防火壁の役割を担っていました。実際に、大火があった際に神社を境にして延焼が防がれたという地元住民からの証言も得られています。

以上のように、生活圏やその周囲に存在する巨樹は、人間生活の維持のために活用されてきたものであると同時に、大切に守られてきた存在であると言えます。



写真-4 伊根の舟屋

3 考察

丹後地域の社叢林はスダジイやタブノキの巨樹が多いことから、極相に達していると言えます。これは長い間、地域の人々の生活や信仰と関わって森が守られてきたことを反映していると考えられます。そして充実した社叢林が作り出す平野部の環境は、日本海側特有の生態系や景観を形作ってきました。さらに、高原部のブナ、ミズナラなどの夏緑樹林、麓の雑木林や針葉樹の植林地などに社叢林が加わることで、丹後地域全域に森の多様性を生み出しています。そして森の多様性は、それぞれの環境に適応する多様な動植物の生存を保証するとともに、それぞれの森を行き来する生物の生存をも可能にしていると考えられます。

以上のことから、丹後地域には社叢林を含む豊かで多様な森が存在し、里や海の豊かさを担保していると考えられます。その恵まれた環境や、大きく育った樹木を基盤にして、丹後地域の文化が育まれてきたと考えられます。

最後に、このように丹後の自然・文化を支える重要な要素となっている森林の将来についてです。スダジイとタブノキの幹周について分析しました(図-8)。胸高幹周が3m未満の樹木についてはデータを収集していないので断言することはできませんが、幹周が小さい樹木の数が多く、大きくなるにしたがってその数が減少するという典型的なピラミッド型を表しています。このことから、今後も巨樹の森が維持されていく可能性が見えてきます。

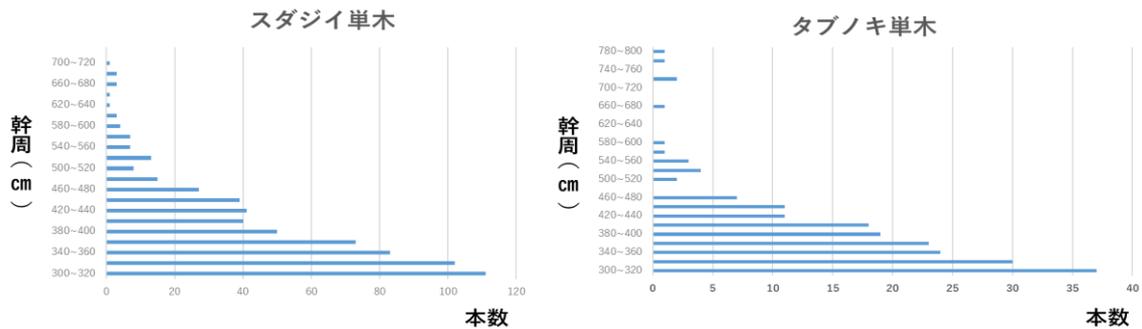


図-8 スダジイ、タブノキの幹周の大きさごとの本数

しかし、丹後地域では放置竹林が問題になっており、十分な光が獲得できずに枯れてしまいそうな巨樹を確認することが多くありました(写真-5)。また、シカの食害も深刻化しており、下層植物が失われ、樹皮がはぎとられた巨樹を確認することもありました。このことから次世代の巨樹が育ちにくい環境になりつつあることが窺えます。これらの問題は里の暮らしが変化したことによって、人が適切に森に関わる機会が減ったことが原因にあると考えられます。

多くの巨樹が存在する社叢林は、私たちが先人から受け継いだ丹後地域の豊かな自然と人々の暮らしを支える重要な環境です。

しかし、私たちが調査を進めるまでそれを実感したことはありませんでした。地域の財産である巨樹の価値をさらに深く探り、多くの人々にその存在を広めていきたいと考えています。地域の財産を知り、その価値を学び、未来へと伝えていく活動をこれからも行っていきます。



写真-5 タケの侵入

360度カメラを活用した森林ふれあい体験の取組 ～VR森林散策～

近畿中国森林管理局 技術普及課 緑の普及係長 井上 創太

1 はじめに

林野庁では、森林・林業の普及・啓発活動として、地方公共団体や教育機関等の地域関係者からの要請やニーズを踏まえて、植林・育林活動や森林教室などの学習活動を地域関係者と連携して取り組んでいます。

これまで森林環境教育の出前授業（写真－1）や体験型のふれあいイベントなどを行ってきましたが、新型コロナウイルス感染拡大に伴い、これまでと同様の取組を行うことが難しくなり、森林にふれあう機会が減ってきています。

「Withコロナ」時代において、森林にふれあう機会を提供するため、新たな取組として森林散策を仮想体験できる「VR森林散策」を考案しました。



写真－1 森林環境教育の出前授業の様子

(1) VR

VRは、Virtual Reality（バーチャル・リアリティ）の頭文字で、日本語では仮想現実や人工現実感という言葉になります。コンピュータなどを用いて現実のような環境を作り出し、まるでその場にいるかのように感じさせる技術のことで、人が集まることや外出自体がリスクとなり得るコロナ禍において、この技術が注目されています。

VRを作り出す手法はいくつかありますが、本取組では、360度カメラ（全天球カメラ）で撮影することで現実の空間を写し取り、それをYouTube（ユーチューブ）に投稿することでVRを体験できる仕組みを採用しました。YouTubeのモバイルアプリには、360度カメラで撮影した動画（360度動画）が、VRでも視聴できる機能があり、スマートフォンとVRゴーグルを組み合わせることでVRを体験することができます。

(2) 360度カメラ（全天球カメラ）

360度カメラとは、文字通り360度全方位を一度に撮影できるカメラのことで、非常にコンパクトなカメラです（写真－2）。カメラ上部に広範囲を撮影できる超広角レンズ（魚眼レンズ）が付いており、同じレンズが裏側にも付いています。多くの360度カメラは、表裏の2つのレンズで撮影したものを繋ぎ合わせることで、一度に360度が撮影できるという仕組みになっており、肉眼よりも広い範囲を撮影することができます。林野庁でも森林調査等で活用していますが、本取組では、これまであま

り活用されてこなかった 360 度の動画を撮る機能に着目しました。

また、本取組では、歩きながら動画を撮影する必要があることから、アクションカメラと呼ばれるカテゴリの 360 度カメラを採用しました。アクションカメラは、ウェアラブルカメラとも呼ばれ、動作をしながら動画を撮影することに特化した小型カメラで、スポーツやバラエティーなど様々な場面で利用されています。



写真-2 360度カメラ



写真-3 360度のレンズを備えたアクションカメラ

2 視聴までの流れ

全体の流れは図-1のとおりで、まず、360度カメラを自撮り棒の先端に取り付け、その状態で撮影しながら林内を散策します（写真-4）。次に、撮影した映像を 360 度自由に見ることができる動画（360 度動画）に編集し、農林水産省の公式 YouTube チャンネル『maffchannel』で公開します。



図-1 全体の流れ



写真-4 林内の撮影の様子

動画はパソコンやスマートフォンで誰でも自由に視聴できますが、スマートフォンで視聴した場合は、VRゴーグルと組み合わせることでVRを体験することができます。

(1) 撮影箇所

令和2年11月末までに公開している動画は3つで、第1弾は、大阪の中心からほど近い場所にある箕面国有林（大阪府箕面市）を散策した動画、第2弾は、大悲山国有林（京都市左京区）にある高さ日本一の杉の木「花脊の三本杉」を紹介した動画、第3弾は兵庫県と鳥取県にまたがる日本二百名山「氷ノ山」を登山した動画です。

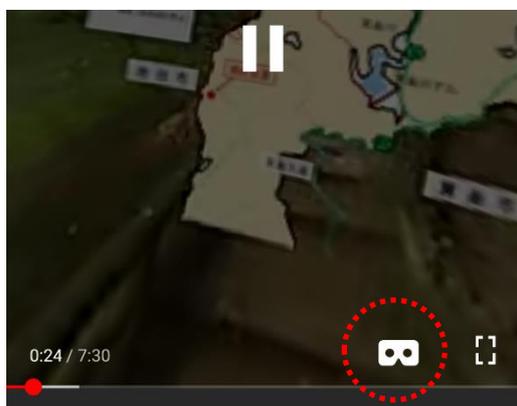
表－1 「VR森林散策」動画詳細一覧（12月初旬時点）

シリーズ	公開日	動画タイトル	撮影箇所
第1弾	2020.08.27	VR森林散策 箕面国有林	みのお 箕面国有林 大阪府箕面市
第2弾	2020.08.27	VR森林散策 花脊の三本杉	だいひざん 大悲山国有林 京都市左京区
第3弾	2020.11.09	VR森林散策 氷ノ山	おくやま しかのせん ひょうのせん 奥山、四ヶノ仙、氷ノ仙国有林 兵庫県養父市、鳥取県若桜町

(2) 視聴方法

YouTube で公開した 360 度動画は、パソコンで視聴する場合は画面上でドラッグ&ドロップすることで 360 度自由に見ることができ、スマートフォンやタブレットで視聴する場合は、端末の動きに合わせて視点が動くことで 360 度を自由に見ることができます。

また、YouTube のアプリにはVR 視聴の機能があり、360 度動画を視聴した場合、



写真－5 スマートフォンでの視聴画面
VR切り替えマーク（右下）



写真－6 VRゴーグルでの視聴の様子

写真－5の右下のようにゴーグルのマークが表示されます。このマークをタップするとVRゴーグルで視聴する画面に切り替わり、その状態のスマートフォンをVRゴーグルに装着することでVRを体験することができます（写真－6）。

3 結果

令和2年8月23日に近畿中国森林管理局で開催した「山の日」記念イベントにおいて、「VR森林散策」を体験してもらい（写真－7、8）、参加者からは、「ゴーグルで

見ると、本当に森の中にいるような感覚で楽しかった」「想像以上に立体的に感じられて良かった」等の御感想をいただきました。

また、「VR森林散策」の第1弾、第2弾の動画は、8月27日からYouTubeで公開しており、公開から約3か月で600回から800回視聴されています。11月9日から公開した第3弾は、公開から1か月あまりで500回以上視聴されています。



写真-7 イベントでの体験の様子
(VRゴーグルで視聴)



写真-8 イベントでの体験の様子
(タブレット端末で視聴)

4 まとめ

VRと360度カメラを組み合わせた「VR森林散策」は、コロナ禍の外出が制限される中でも、都会にいながら森林の中を散策し、気軽に目にすることができない貴重な自然の景観を楽しむことができます。YouTubeの視聴回数やイベントでの感想などから、「VR森林散策」には一定の需要があると推察します。

今後の課題は、コンテンツの充実と効果的な広報活動にあると考えます。「VR森林散策」の楽しさは、実際に体験してみて初めてわかる部分が大きく、動画のQRコードを添えたポスターなどを作成するなど、広報の方法にも工夫が必要です。

今後も様々な森林空間を題材にしたVR動画の配信に取り組むこととしています。

森林大学校における実習現場でのリスクアセスメントについて ～林業機械学実習を安全に実施するために～

専修学校 兵庫県立森林大学校 専攻科 2年生 齋藤 尚一

1 はじめに

林業労働の現場と同様に、林業機械を使用する実習の現場においても、まずは安全の確保を最優先したうえで、技術の習得と向上を目指すことが大切です。

私達が通う森林大学校の専攻科カリキュラムには、林業機械を使用する現地での実習が多くあり、これら実習の場においても、安全を確保するためのリスクアセスメントの導入は、当然必要なことだと考えました。

そこで、当校の実習においてリスクアセスメントに関する調査を実施し、その結果と今後に向けての安全対策を検討した結果について、以下に記載します。

2 概要

先ず、学校が所在する宍粟市ですが、兵庫県の西部、姫路市の北西に位置し、鳥取県、岡山県と隣接しています。古くから林業が盛んな地域で、県内でも有数の林業地域です。

学校は、市内東部の一宮町能倉にあり、旧小学校校舎を木質化した建物です。

今回のリスクアセスメントを実施した実習林は、市内北東部の神河町上小田というところにあり、学校から車で40分弱のところにあります。近年、映画のロケ地として観光客が増えている「峰山高原」の一角にあり、その県有林60ヘクタールのスギ林が実習地となっています。

私たち学生は、この峰山の实習林で、森林計測や測量学実習も行いますが、実習のメインとなる林業機械等を使用した実習は、2年間で延べ30日程度実施しています。機械学実習の主な実習内容は、間伐と作業道開設です。

(1) 実習地の概略

ア 森林の所在

峰山県有林 (兵庫県神崎郡神河町上小田字岩山 882-89)

標高：880～910m、南西斜面、平均傾斜 27 度

イ 実習木

樹種：スギ、林齢：57年生、平均胸高直径：29.7cm、平均樹高：19m

ウ 使用機械

チェーンソー、フォワーダ、プロセッサ、スイングヤーダ、フェラーバンチャ、木材グラブプル、バックホウ

(2) リスクアセスメントとは

リスクアセスメントの定義は、作業における危険性または有害性を特定し、特定された危険性または有害性によって生ずる恐れのある負傷または疾病の重篤度（被災の程度）と、その災害が発生する可能性を組み合わせることでリスクを見積り、リスクの大きさに基づいて対策の優先度を決めた上で、リスクの除去または低減の措置を検討・実践し、その結果を記録するという事です。簡単に要約すると、「作業を行う際の危険性を把握・評価し、その対策を考え、実行することで安全を確保する」ということになると思っています。

また、リスクアセスメントを取り入れる目的は、学生、講師全員が、危険を把握し共有すること、対策を考え、取り組むことで、実習に参加する全員の命と体、健康を守ることです。

(3) リスクアセスメントの流れ

リスクアセスメントの工程ですが、まず、危険要因の洗い出しにはじまって、リスクの見積りと評価、そして最後にリスク低減対策の検討と実施を行います。そして、これは1度だけではなく、定期的に繰り返す実施することが大切です。(図-1)



図-1 リスクアセスメントの流れ

学校でおこなう実習では、作業内容と使用する機械別に、作業のふりかえりとヒヤリハット報告を整理・とりまとめし、危険要因の洗い出しを行いました。次に、発生の可能性と重大性についてリスクの見積りを行い、危険要因の順位付けと対策優先順位を決定して、リスクを評価しました。

リスクの見積りと評価の方法は、災害の可能性、重大性を×、△、○の3段階で判定して、その結果を5段階に分け評価し、リスクへの対応の優先順位づけをしていきます。(図-2)

リスクの見積りと評価	
災害の可能性	×: かなり起こる、△: たまに起こる、○: ほとんど起こらない
災害の重大性	×: 極めて重大、△: 重大、○: 軽度
リスクの評価	××→5、×△・△×→4、△△・○×・×○→3、△○・○△→2、○○→1

図-2 リスクの見積りと評価方法

今回は、評価したリスクを最も危険なものから順に、要因別に整理しながら、リスクの低減対策と改善方法について検討しました。
その一部を、次の図-3、図-4に示します。

森林大学校の実習におけるリスクアセスメント結果 (その1)

チェーンソー			リスクの見積もり		評価
～のとき	～なので	～になった(なったかもしれない)	可能性	重大性	現状値
伐倒するとき	つるを切り過ぎたので	伐倒方向が変化し、かかり木になるかもしれない	×	×	5
伐倒するとき	つるの幅が左右で異なり、さらに切り過ぎたので	伐倒している途中で木が違う方向に倒れはじめた	×	×	5
伐倒するとき	つるを切り過ぎて	伐倒方向が変化し、周囲の者に伐木が当たったかもしれない	×	×	5
伐倒するとき	伐倒木の重さを量りすぎたので	木が後方に倒れてきて、伐倒者に当たりそうになる	×	×	5
伐倒	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p>「～の時」：伐倒するとき 「～なので」：つるを切りすぎたので 「～になったかもしれない」：伐倒方向が変化し、自分側に倒れてきたかもしれない 「可能性」：× 「重大性」：× → 「現状値」：5（早急に改善必要）</p> </div>				4
かかり					4
かかり					4
伐倒					4
根株					4
伐倒			4		
伐倒するとき	枯れ木を伐倒したので	枯れ枝が落ち、伐倒者にあたりそうになる	△	×	4

図-3 リスクアセスメント結果（説明用の抜粋1）

森林大学校の実習におけるリスクアセスメント結果 (その2)

リスク低減対策

評価	現状値：5	リスク低減対策（実習中における改善案）	リスクの見積もり	評価	
現状値			可能性	重大性	予想値
5		①つるを切り過ぎないよう、常につるの残量を両側で確認する ②すぐに退避	○	△	2
5		①つるを切り過ぎないよう、常につるの残量を両側で確認する ②すぐに退避	○	△	2
5		①つる	○	△	2
5		①枝の	○	△	2
4		リスク低減対策 ①つるを切り過ぎないよう、常につるの残量を両側で確認する ②伐倒後、速やかに退避をする	○	△	2
4		①立ち	○	△	1
4		①つる	○	△	2
4		①くさびは早く入れる ②ハの字に入れ倒す方向に向けて叩く	○	△	2
4		①かかり木になればフェリングレバーなどを使い、適正な処置をしたうえで倒す	○	△	2
4		①周囲の安全確認 ②指差し呼称の徹底	○	○	1
4		①フェリングレバーなどを思い、適正なかかり木処置をしたうえで倒す	○	○	1
4		①落下する枯れ枝を確認できるよう上方に注意しながら倒す	△	△	3

図-4 リスクアセスメント結果（説明用の抜粋2）

3 取組の内容と結果

リスクは、様々な要因が関係しており、危険要因の高いものから改善策を講じておくことが何よりも大切であることがよくわかりました。

図-5は、山側のスギの丸太を、プロセッサを使って旋回した際に転倒してしまった写真です。

原因は、重量のあるスギの伐倒木を、トングでつかんで旋回する際に、ブーム・アームを伸ばし、急旋回を行ったため、車体のバランスを崩したものとされます。幸い学生や指導員の方にケガはありませんでした。



図-5 重大なヒヤリハット事例

この重大なヒヤリハットを受けての今後の対策です。

原木をつかんだ状態で旋回する場合は、ブームとアームをなるべく車体に近づけ、かつヘッドの高さも地面に近づけ、低速でゆっくり旋回することが最も重要です。

今回のような、ブームとアームを伸ばした状態での谷側への急激な旋回は、転倒する危険度が高く、非常に危険なため、行わないことです。

次に、実習前後に行った、危険予知やヒヤリハットによる調査結果から、頻度が高く、危険と思われる項目上位3つについて、改善策を検討してみました。

はじめに、私たち学生が、最も使う時間が長いチェーンソーについてです。

(1) チェーンソー実習の改善点

ア 正確な「つる」の確保

伐倒方向が変わる危険に対しては、受け口と追い口を水平に切って、つるが正常に働くようにします。(図-6)

イ 脚部の安全作業

玉切りや枝払いを行う際に、脚を切ってしまうなどの危険に対しては、チェーンソーの下に脚がこないように徹底することです。

ウ キックバック防止

キックバックの防止は、キックバックを起こさないよう、特に枝払いや玉切りの際に切り方に注意することです。



図－6 実習の成果による適正な「つる」

(2) その他林業機械の改善点

そのほかの林業機械の中から、発生頻度が高く、特に危険と思われる上位3つについて、改善策を検討しました。

ア 集材機械

木材グラップル等での集材時に、材をつかんで旋回する時、機械が転倒しそうになります。この場合の対策は、急旋回をしないこと、また、アーム、ブームを縮ませ、機体の重心をできるだけ低くし、なるべく機体の近くで操作することです。

(図－7)

イ 造材機械

プロセッサ等で造材を行うときに、材を送る方向に人がいて、ぶつけてしまう可能性があります。この場合は、作業を始める前に、必ず指差し呼称を行うとともに、周囲の安全確認を徹底して作業を行うことが肝要です。(図－8)

ウ 運搬作業

フォワーダ等での材の運搬時に、作業道から転落してしまう事故も起きやすいです。この場合は、材を積みすぎないこと、スピードを出し過ぎないこと、崩れやすい道の谷川を避けて、山側を走るよう心がけます。(図－9)

また、荷の重心が偏らないように積み込むことも大切です。



図-7 グラップル等での集材作業



図-8 プロセッサによる造材作業



図-9 フォワーダによる運搬作業

事前の危険予測、作業後のヒヤリハット等で得た知識を実際の作業で活かせるように取り組む必要があり、現場でのコミュニケーションは作業環境の向上にもつながり、リスクアセスメントを行ううえでも重要であることがわかりました。

4 おわりに

調査結果から、機械実習における注意点を以下にまとめました。

- ・ 学生も職員もリスクアセスメントの重要性をしっかりと認識し、実習中に事故や災害が起こらないよう最優先で取り組む。
- ・ 機械操作では、誤操作がないよう集中して行い、操作手順に関するリスクの内容を確認し、危険要因を学生全員で確認しておく。
- ・ 実習後は全員でヒヤリハットを行い、指導する職員と学生双方が認識を共有し、ヒューマンエラーがあることを前提に、機械実習の危険防止対策に努める。
- ・ 班メンバーとのコミュニケーションを活発に行い、危険予知や実習内容について論議、情報交換をすることで事故の未然防止に繋げる。

参考文献

- 1) 林業・木材製造業労働災害防止協会 車両系木材伐出機械安全マニュアル、2019

国産キハダの栽培推進と優良な県産製品の拡大に向けた奈良県研究分野統合本部の挑戦
～育苗と木材利用、どう育てるか、どう使うか～

奈良県森林技術センター 課長 ○酒井 温子
副主幹 久保 健
指導研究員 成瀬 達哉※
主任研究員 今治 安弥
主任研究員 清川 陽子
(※現所属 奈良県南部農林振興事務所)

1 はじめに

キハダ (*Phellodendron amurense* Ruprecht または *Phellodendron chinense* Schneider (*Rutaceae*)) はミカン科の広葉樹で、古来より内樹皮を生薬オウバク¹⁾として利用してきました。奈良県の吉野地方で生産されている胃腸薬「陀羅尼助」を初め、多くの苦味健胃薬の原料に使用されています。医薬品原料として現在使用されているオウバクの大部分は中国産²⁾ですが、価格の高騰などの理由から国産品の需要も高まりつつあります。

一方、奈良県内には20年以上前に植栽されたキハダが点在しています。県内の栽培地の課題として、20年以上前に植栽を勧めた業者がいなくなり、栽培や管理方法が生産者任せのため、枝打ちや下草刈りなどを行わず放置状態になっています。また、生産者が高齢化しており、伐採や内樹皮を剥ぐ収穫作業が困難となっています。

そこで、平成30年度から、6公設試験研究機関で構成される奈良県研究分野統合本部では、研究テーマの1つとして「県産キハダ(オウバク)の栽培促進と有効利用に関する研究」に取り組むことになりました。令和元年度から2年度の実施状況を図-1に示します。



図-1 奈良県研究分野統合本部の取組 (令和元年度～2年度)

オウバクの地産地消を目指し原料の需要と供給を結びつけることと、オウバク以外の部分を有効に活用し、副産物による新たな収入源も確保することで、地域産業の活性化および中山間地域の振興を図ることを目指しています。

令和元年度の森林・林業交流研究発表会では、奈良県内のキハダの生育分布や生薬の主成分であるベルベリン等の含有量の測定結果を示しました。

令和2年度は、キハダの育苗と木材利用に焦点を当て、苗をどう育てるか、木材部分をどう使うかについて、試験結果を報告します。

2 材料と試験方法

(1) 育苗試験

ア 目的

奈良県森林技術センターでは、約40年前に林野庁の大型プロジェクトに参画し、キハダの育成技術について研究を行い、多くの知見³⁻⁵⁾を得ています。しかし、当時の育苗は苗畑で地植えをしていました。そこで、今回は、現在の施業方法に合ったコンテナ苗による育苗について検討しています⁶⁾。

イ 試料

平成30年10月中旬から11月上旬にかけて奈良県内で種子の採取を行いました。果肉の除去後、種子を選別し、播種までの間は冷蔵保存し冷温湿層処理をしました。

ウ 方法

種子をセルトレイに播種し、発芽してきた苗をMスターコンテナに移し替えて育苗しています。Mスターコンテナは根鉢の形成状況を確認でき、かつ生長に応じて苗の密度を変えることができるというメリットがあります。

キハダは、水分と養分が多い肥沃な土壌と、冷涼な気候を好みます。このため、育苗条件として十分な灌水と施肥を行いました。

(2) 木材の人工乾燥試験⁷⁾

ア 目的

伐採後の木材利用にあたっては、まず乾燥が必要となります。特にキハダの場合は、内樹皮が剥きやすい時期、すなわち6～8月という高温多湿な時期に伐採されるため、木材表面にカビが生育しやすいことから、人工乾燥法を検討しました。

イ 試料

令和元年6月～8月に伐採されたキハダの生丸太5体を製材し、写真-1に示すように、各丸太から厚さ約30mmの板目板を5～7枚得ました。その中から、傷や節、腐朽が疑われる変色や脆弱部分を含まず、無欠点で健全と推定された心材部分から、長さ200mm、幅100mm、厚さ20mmの試験体を合計9体切り出しました。

ウ 方法

人工乾燥スケジュールの推定は、100℃試験法⁸⁾により行いました。100℃試験法とは、人工乾燥のスケジュールが不明な樹種について、適切な乾燥スケジュールを推定するために考案されたものです。

具体的には、100℃の恒温器内に試験体を200×20mmの面を下にして入れ、定期的に重量を測定するとともに、発生する初期の表面割れを観察し8段階で分類しました。この測定と観察は、試験体が完全に乾燥し重量変化がなくなるまで、2～3日間継続しました。その後、繊維方向のほぼ中央で繊維に垂直方向に切断し、変形の程度を8段階で分類しました。また、内部割れの様子も観察し、6段階で損傷の程度を判定しました。

以上より判明した試験体の初期割れ、断面の変形および内部割れの程度から、人工乾燥スケジュールおよび人工乾燥にかかる日数を推定しました。



写真－1 製材されたキハダ材 (丸太番号 2019-26)

表－1 人工乾燥試験に供したキハダ材

丸太番号	産地 (伐採日)	推定樹 齢(年)	長さ 末口直径(cm)	試験体	採取 位置	初期含水 率(%)
2019-01	山添村 (6月23日)	32	101 28.5	A B	外側 内側	71.1 81.3
2019-03	天川村 (6月27日)	63	129 20.5	C D	外側 内側	65.8 71.6
2019-05	曾爾村 (7月6日)	27	98.5 21	E	内側	79.3
2019-08	奈良市都祁 (7月9日)	28	100 27	F G	外側 内側	119.6 105.3
2019-26	山添村 (8月8日)	25	97.5 22	H I	内側 外側	80.0 72.2

(3) 木材の材質試験

ア 目的

キハダ材の材質に応じた用途を検討するために、材質試験を行いました。

イ 試料

平成30年度または令和元年度に奈良県内で伐採されたキハダから、製材され天然乾燥された厚さ30mmの板を材料としました。

ウ 方法

カビ抵抗性試験は、(公社)日本木材保存協会規格 JWPAS-MW を参考に実施し、キハダ心材のカビの生えやすさを評価しました。供試したカビは、アスペルギルス、ペニシリウム、リゾープス、オーレオバシディウム、トリコデルマの5種類とし、キハダ試験体の大きさは50(繊維方向)×20(半径方向)×3(接線方向)mmで、各カビに6体ずつ使用しました。シャーレ内の寒天培地の上に、カビ懸濁液を約2ml入れ、その上にプラスチック製の網を置き、さらにその上にキハダ試験体を設置しました。27℃で4週間培養し、キハダ試験体への各カビの被覆状況を0～3で判定しました。

また、耐朽性試験は、JIS Z 2101 に準拠して実施し、キハダ心材の腐りやすさを評価しました。供試菌は、オオウズラタケ(褐色腐朽菌)およびカワラタケ(白色腐

朽菌)の2種類としました。900mlの培養ビンにあらかじめ腐朽菌を生育させた後、20×20×20mmのキハダ試験体を、各ビンに3体ずつ入れました。各菌あたりビンは3本ずつとし、キハダ試験体は9体ずつ使用しました。27℃で60日間培養し、培養前後の重量から重量減少率を求めました。

抗菌性試験は、JIS L 1902 菌液吸収法に準拠して実施し、雑菌の繁殖を抑制する効果について判定しました。供試菌として、黄色ブドウ球菌を使用しました。菌とキハダ辺材木粉あるいは心材木粉をバイアル瓶内で接触させ、37℃で18時間培養し、培養前後の生菌数から、抗菌活性値を算出しました。

乾燥に伴う寸法変化については、接線方向35～45mm、半径方向20mm、接線方向5mmのキハダ心材試験体5体を用いました。水を加圧注入して飽水状態とし、接線方向と半径方向の寸法を測定した後、105℃で乾燥させて、乾燥後の寸法を測定しました。飽水時と全乾時の寸法から、乾燥に伴う収縮率を算出しました。

3 結果と考察

(1) 育苗

種子採取から播種、そしてコンテナ苗での育苗への応用を試みました(図-2)。今回の簡易試験で、2つの課題が見つかりました。1つは、根鉢の形成に1年半程度かかることです。図-3に示しますように、1年生では根鉢の形成が未熟でした。苗生産の現場では、短期間の育苗が望まれますので、施肥の工夫等により1年で根鉢を充実させることを目標に検討を続ける予定です。また、2つ目の課題として、高温障害があります。夏場に根の一部が枯れる現象がみられましたので、遮光ネットの利用やコンテナにアルミホイルを巻くなど、工夫も必要です。



図-2 育苗の流れ

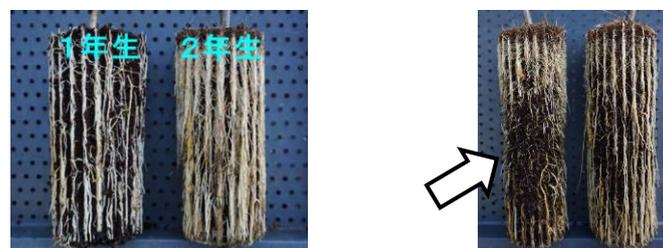


図-3 根鉢の充実の差(左、1年生と2年生)と高温障害による根系の被害(右)

(2) 木材の人工乾燥

100℃試験法で発生した試験体の損傷程度を表-2に示しました。また、その中央値から推定した人工乾燥スケジュールを表-3に示しました。キハダ材は広葉樹材の中では、人工乾燥は比較的容易であり、厚さ 20mm の板の場合、含水率 15%以下までの乾燥が 7～10 日で可能と推定しています。

表-2 100℃試験法で発生した試験体の損傷程度

損傷の種類	損傷の程度									
	A (外側)	B (内側)	C (外側)	D (内側)	E (内側)	F (外側)	G (内側)	H (内側)	I (外側)	中央値 (内側)
初期割れ	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2
断面の変形	2	4	3	3	6	3	4	5	4	4
内部割れ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表-3 キハダ板材の人工乾燥スケジュール

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)
～5.0	5.4	4
5.0～4.0	5.4	6
4.0～3.5	5.4	9
3.5～3.0	5.4	1.5
3.0～2.5	6.0	2.5
2.5～2.0	6.5	3.0
2.0～1.5	7.0	3.0
1.5以下	8.0	3.0

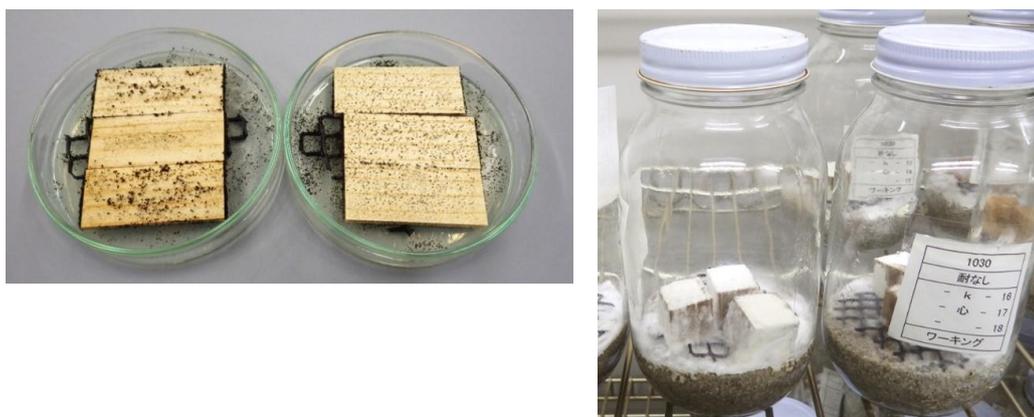
(3) 木材の材質

ア カビ抵抗性

アスペルギルスとリゾープスについては、キハダ心材試験体の全面への被覆が確認され被覆度は 3.0、一方ペニシリウムによる被覆は見られず被覆度は 0 となりました。5 種のカビの平均被覆度は 2.1 でした。同時に供試したスギ辺材では平均値は 2.7、過去の類似試験ではヒノキ心材の平均値は 1.7 でした。これらの比較から、キハダ心材のカビ抵抗性は中程度と考えられます。

イ 耐朽性

60 日間のオオウズラタケによる培養で、キハダ心材の重量減少率は 40%、カワラタケによる培養で重量減少率は 30%となりました。同時に供試したスギ辺材では、40%と 19%でしたので、キハダ心材はスギ辺材と同等に腐りやすいことがわかりました。ア、イより、キハダ材は雨や高湿度を避けて室内での利用が推奨されます。



写真－２ カビ抵抗性試験（左）と耐朽性試験（右）の様子

ウ 抗菌性

黄色ブドウ球菌を用いた試験で、抗菌活性値はキハダ辺材で3.2、キハダ心材で2.2となりました。今回採用した試験方法では、抗菌活性値が2.0～3.0で「抗菌効果が認められる」、3.0以上で「強い効果が認められる」と判定されますので、キハダは辺材心材とも抗菌効果があると言えます。食品トレイやお盆等への利用が考えられます。

エ 乾燥に伴う寸法変化

飽水状態から全乾状態に至るまでの寸法収縮率は、接線方向で8.4～9.0%、半径方向で6.5～6.8%でした。接線方向：半径方向の比率は、1.3：1程度となります。多くの樹種でこの比率は2：1程度であることから、キハダ材は乾燥に伴う収縮異方性が少なく、このため乾燥割れや反りが生じにくい可能性が示されました。

4 おわりに

本報告は、県産キハダ（オウバク）の栽培促進と有効利用について、現段階までの成果の一部を公表したものです。育苗については、育苗期間の短縮や高温障害の対策等、現在も研究を進めています。また、木材の材質には個体差がありますので、今後も個体数を増やして試験を続けていきます。



写真－３ 奈良県内の苗の生産現場の様子



写真－４ 奈良県内で加工されたキハダの雑貨

また、研究成果は、奈良県内の事業者積極的に情報発信し、普及に努めています。写真－３は、奈良県内のキハダ苗の生産現場の様子です。令和３年度には、スギ・ヒノキ人工林の皆伐跡地に、キハダ苗を植栽する計画があります。写真－４は、キハダ材を加工して作られた雑貨です。奈良県内で製造販売がされています。

今回報告した内容以外にも、奈良県研究分野統合本部では、６つの公設試験研究機関で調査や研究を継続して実施していますので、今後ともご支援いただければ幸いです。

引用文献

- 1) 厚生労働省 第十七改正日本薬局方：1747～1748、厚生労働省、2016
- 2) 山本豊・黄秀文・佐々木博・武田修己・樋口剛央・向田有希・森祐吾・山口能弘・白鳥誠 日本漢方生薬製剤協会生薬委員会 日本における原料生薬の使用量に関する調査報告：生薬学雑誌、73(1)、16～35、一般社団法人日本生薬学会、2019
- 3) 上田富茂 薬用原木生産を目的としたキハダの造林：奈良県林試林業資料、2、1～8、奈良県林業試験場、1987
- 4) 上田富茂 キハダの病虫獣害：奈良県林試林業資料、2、9～13、奈良県林業試験場、1987
- 5) 和口美明 上田富茂 西口陽康 岩田戩毅 人工造林におけるキハダの成長：奈良県林試林業資料、4、7～10、奈良県林業試験場、1989
- 6) 久保健 コンテナ苗によるキハダ育苗の取り組み：センターだより、133、4、奈良県森林技術センター、2020
- 7) 成瀬達哉 酒井温子 キハダ材の人工乾燥スケジュールの推定：奈良県森技セ研報、49、51～55、奈良県森林技術センター、2020
- 8) 寺沢真 木材乾燥スケジュールの簡易決定法：木材工業、20(5)、2～7、日本木材加工技術協会、1965

市民林業士制度の歩みと課題

大阪府森林組合 三島支店

○原田 康治

原田 美鈴

株式会社 組合立森林研究所

西川 静一

1 はじめに

大阪府森林組合では平成 16 年度から高槻市と連携して、都市住民と協働して森林整備活動を進める仕組み「市民林業士制度」を創設し、都市近郊林業の再生に挑んでいます。

今回、その歩みを振り返り、発展への課題を検討しました。

2 都市近郊林業の歴史と近郊森林組合の役割

近代以前、都市の周囲では全般に近郊立地を活かし、薪炭材の生産により都市近郊林業が成立していたと考えられます。大阪の周辺でもそうであったに違いありません。

中世・近世の時代から京・大坂への薪炭材の供給で有名なのは「池田炭」です。池田炭とは池田（今では大阪府池田市）が集散地であったためそう呼ばれるようになったもので、クヌギが使われ、断面が菊のようにみえるので「菊炭」（きくずみ）と言われ、室町時代から茶の湯の席で重宝されているものです。

当時から都市ではこうした有名な最高級炭だけでなく、一般の薪炭材需要が相当に高かったはずで、都市近郊林業はその需要に支えられて盛んであったと思われます。

しかし、近代に至りしばらくそれは続いていたでしょうが、1960 年代後半から 1970 年代にプロパンガス普及の燃料革命によって薪炭材の需要が激減し、そうした生業はごく一部の最高級炭生産者などを除き多くが衰退し、都市近郊林業と呼べるような状況は言わば雲散霧消してしまったのです。

その後、都市化が進展すればするほど森林は資産保有の意味が強まり、また開発目的の林地売却への期待感が広がるなど、森林所有と林業活動とがつつながらず、森林の社会的機能の維持が危惧されるようになりました。

近郊森林組合では、造林補助事業を始めとした全国画一の補助事業に取り組む一方、観光林業にも取り組みましたが、人工林の間伐の遅れや松くい虫被害、密生竹林の拡大の放置、そして、ナラ枯れの発生と蔓延など、荒廃が進み、流木を含む土砂災害の危険が高まり、都市の安心・安全な暮らしを脅かしかねない状況となっています。

今日、都市近郊林業再生の主眼は、林業活動を通じて森林の社会的機能を維



図－1 大阪府の森林分布と大阪府森林組合

持することであり、これは近郊の森林組合にとって存在意義にかかわる課題です。都市近郊林の社会性の面から、直接的なハード事業だけでなく、その機能を享受している都市住民（＝市民）の参加・協力を得るソフト事業に工夫を凝らすことも近郊森林組合の重要な役割と言えます。

3 市民林業士制度の誕生

平成 16 年、高槻市に市民林業士制度が誕生しました。

その 3 年前、府内に 16 あった森林組合が合併し「大阪府森林組合」が発足しました。主要 4 組合がそれぞれ地域の要として支店となりました。その 1 つが三島支店となった高槻市森林組合であり、市民林業士制度の誕生に大いに関わっていました。

高槻市は京都市と大阪市の間地点の淀川右岸に面したベッドタウンとして発展し、JR と阪急が通る市内中央部から周辺部へと市街地が広がっていますが、北半分は丹波高地に連なる北摂山地で市域面積の約 44%が森林（人工林率約 52%）です（図－1 参照）。

こうした典型的な都市近郊林の所有者の非営利・協同組織である高槻市森林組合が大阪府森林組合の一支店となっていくのと同時に、この地域に実現可能な手法として、高槻市民にも林業士になって森林整備に携わることのできる制度を構想し、高槻市と相談し、具体化していきました。

ところで、「森林ボランティア」は、やはり「ボランティア元年」といわれた阪神・淡路大震災（平成 7 年）以降にその活動団体が増加しました。しかし、今でこそ森林作業を適正・安全に行えるノウハウをもった活動団体が多くなりましたが、基本的な知識・技術が乏しい場合は活動者側、森林所有者側双方に困惑を招く心配があります。森林所有者が森林ボランティアの受け入れを敬遠することも考えられます。そうした懸念から、森林ボランティアを漠然と志向している人たちが「林業士」の自覚のもとに、森林所有者に受け入れられて、胸を張って活動してもらえる制度が必要と考えられました。

4 市民林業士制度の概要

市民林業士制度の中心は「市民林業士養成講座」です。都市近郊林業に必要な基本的知識・技術を身に付けてもらう専門学校のような制度です。

表－1 に「市民林業士養成講座」実施要領を示しました。

「市民林業士養成講座」は、大阪府森林組合と高槻市の共催で実施されています。森林組合が運営・実習指導・修了認定を行い、市は募集と運営支援を行っています。

毎年 7 月から 11 月の隔週水曜日が開講日であり、全部で 11 回開講しています。募集対象は 18 歳以上、定員 20 名で、多数応募がある場合は抽選になります。

講師は、大学教授、森林組合役職員が担当するだけでなく、市民林業士 OB も担当しています。市民林業士制度の歴史が積み重ねられてきた結果とも言えるでしょう。

表－2 にカリキュラムの例を示しました。今年度で 16 回目ですが、おおむねこの内容に定着しました。講座の内容も専門家が指導し工夫を凝らして実施されています。大阪府森林組合本店と三島支店と同じ所在地の高槻市森林市民交流センターと高槻市内の

表－1 「市民林業士養成講座」実施要領

主催	大阪府森林組合	運営・実習指導・終了認定
	高槻市	募集・運営支援
日程	毎年 7 月～11 月隔週水曜日(全 11 回)	
対象	18 歳以上	
定員	20 名(多数抽選)	
受講料	11,000 円	
講師	大学教授、森林組合役職員、市民林業士 OB	
場所	高槻森林市民交流センター、高槻市内の森林	

森林において講義・実習が行われます。森林作業入門、天然林・人工林・竹林の各整備実習、チェーンソーの体験では、森林組合育成班の職員が指導しています。

表－2 「市民林業士養成講座」カリキュラム（令和2年度の例）

回	月日	内容
第1回	7月8日（水曜日）	開講式、森のしくみ1、基調講演
第2回	7月22日（水曜日）	高槻の森林の現状、高槻の森林視察
第3回	8月5日（水曜日）	森林作業の安全・ルール、森のしくみ2
第4回	8月19日（水曜日）	【実習】森林作業入門
第5回	9月2日（水曜日）	救急救命講習、府民協働の森づくり
第6回	9月16日（水曜日）	【実習】天然林整備実習、高槻の樹木について
第7回	9月30日（水曜日）	【実習】人工林整備実習
第8回	10月14日（水曜日）	森林の文化、森林資源の活用
第9回	10月28日（水曜日）	【実習】竹林整備実習
第10回	11月11日（水曜日）	ボランティアの任務、チェーンソーの体験
第11回	11月25日（水曜日）	林業の現状と課題、閉講式

「市民林業士養成講座」開講の様子を次のとおり写真で紹介します。



基調講演



高槻の森林視察



救急救命講習



天然林整備実習



人工林整備実習



竹林整備実習



チェーンソーの体験



閉校式・認定書の授与

5 市民林業士としての活動

市民林業士養成講座を修了すると、市民林業士に認定されます。

その後は任意ですが、NPO 法人「森のプラットフォーム高槻」に加入する道がひらけています。通称「森プラ」と呼ばれて親しまれていますが、この NPO 法人は、養成講座第 1 期生の市民林業士が中心となって設立されました。

4 回の定例活動を軸として主に次の活動を行っています。

NPO 法人「森のプラットフォーム高槻」の主な活動

- 1) 都市近郊林の保全・育成として森林整備作業の実施
- 2) 都市近郊林の林産物利用として間伐材有効利用
- 3) 木工品製作と寄付
- 4) 森林環境教育として園児・児童を対象とした各種森林環境教室の開催
- 5) 一般の森林ボランティアのリーダーとしてその活動の指導

図-2 は、市民林業士認定者等の推移を示したものです。

令和元年度末までの 16 年間で市民林業士認定者数の累計は 316 人となりました。

養成講座受講生のほとんどが市民林業士認定者となり、またきわめて高い率で市民林業士認定者が「森プラ」に加入しています。市民林業士は「森プラ」に加入することで定期的な森林整備活動などの機会を得ています。

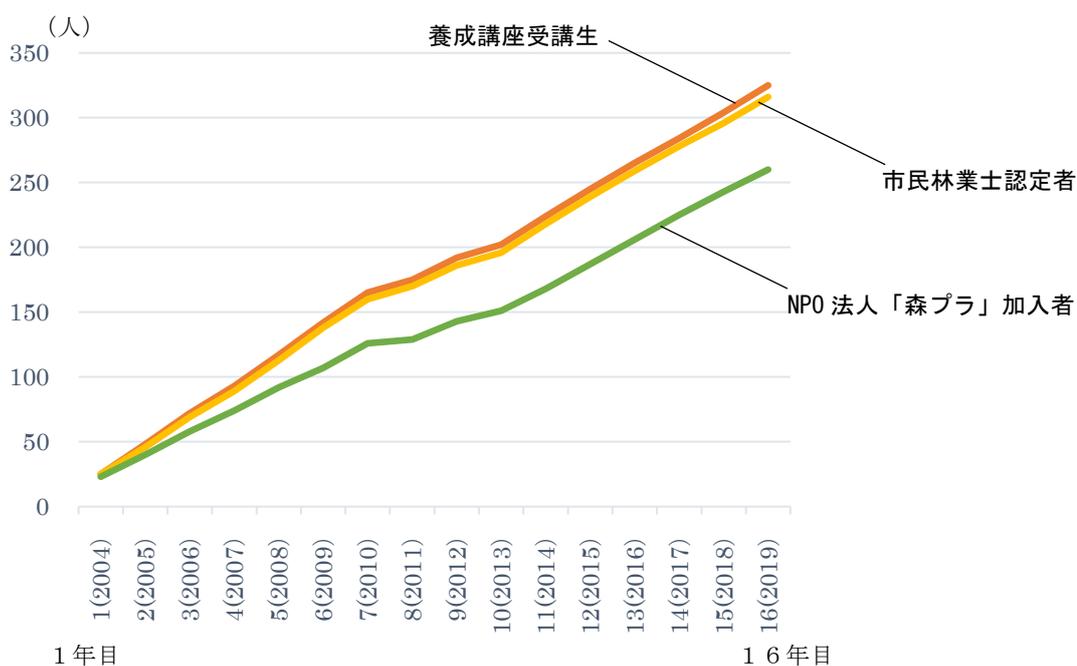


図-2 市民林業士認定者等の推移

6 「森プラ」の活動実績

表-3 に「森プラ」のこれまでの活動実績をまとめました。

定例活動として行っている森林整備活動では、実に 768 回、19,200 人、76.8ha の実績を上げています。整備箇所は 50 箇所近くになります。

その他にも間伐材を利用したベンチの製作、薪づくりや炭焼きなど、様々な取組を行っています。また、木工クラフトセンター運営、森林資源調査の業務を受託して行っています。

NPO 法人「森のプラットホーム高槻」の活動の様子を次のとおり写真で紹介いたします。

表-3 NPO 法人「森のプラットホーム高槻」の活動実績

森林整備活動 (定例活動)	4回/月 約25人/回 0.1ha/回
回数	4回/月 × 12ヶ月 × 16年 = 768回
人数	約25人/回 × 4回/月 × 12ヶ月 × 16年 = 19,200人
面積	0.1ha/回 × 4回/月 × 12ヶ月 × 16年 = 76.8ha 天然林整備 11箇所 人工林整備 20箇所 竹林整備 16箇所



天然林整備活動



竹林整備活動



炭焼き

炭焼きは、年4回実施しており、炭窯づくりから行い、1トンの炭材の窯入れ、300kgを生産するまでになっています。

薪づくりの開始時は個人需要に対応したものでしたが、2016年からはキャンプ場へ納品するようになり、安定した収入源となり、欠かせない活動となっています。



薪づくり

7 市民林業士制度の成果と課題

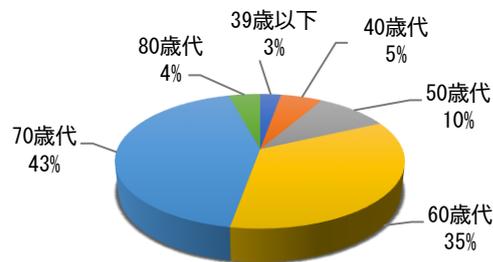
表－4に市民林業士制度の成果をまとめました。

表－4 市民林業士制度の成果

1	300人以上の市民林業士の養成
2	市民林業士によるNPO法人（「森プラ」）の活動
3	NPO法人（「森プラ」）と森林組合の協働
4	市民が森林組合育成班に準じた森林整備活動が行えるようになったこと

成果としては、まず、300人以上の市民林業士を養成したこと。同時に、市民林業士によるNPO法人「森プラ」が設立され、継続的に活動してきたこと。また、「森プラ」と森林組合が協働で森林整備を進めてきたこと。そして、やはり、市民が森林組合育成班に準じた森林整備活動が行えるようになったことが大きな成果といえます。

課題としては表－5のとおり、養成講座の受講生に若い世代が少なく、したがって、高齢市民林業士の比率がきわめて高くなっていることです（図－3参照）。また、近年の森林災害の特徴として、風倒木被害が顕著になっており、倒木処理など危険度の高い作業が増える傾向にあり、安全の確保、そのための技術の向上も課題となってきています。



図－3 市民林業士の年齢

8 今後の取組

最後に、今後の取組について、表－5にまとめました。

表－5 今後の取り組み

課題	目標	対策の検討
市民林業士の年齢別構成比平準化	若い世代の市民が市民林業士に関心をもち、応募するようになる。	市民林業士制度の改善 ・若い世代の受講促進（PR, 受講料減免等） ・養成講座カリキュラムの見直し NPO法人「森のプラットホーム高槻」の強化 ・安全教育の重要化と安全確保体制の確立 ・森林組合育成班との技術交流
市民林業士の作業安全確保	市民林業士自身が安全知識を十分に修得し、同時に組織も最大限に安全確保の措置をする。	
市民林業士の技術向上	市民林業士はいつでも技術向上を図れる環境にある。	

市民林業士の年齢別構成比の平準化という課題については、若い世代の市民が市民林業士に関心をもち、応募するようになることを目標として対策していく必要があると考えています。市民林業士の作業安全確保という課題については、市民林業士自身が安全知識を十分に修得し、同時に組織も最大限に安全確保の措置をすることが目標になると考えています。そして、市民林業士の技術向上という課題については、市民林業士はいつでも技術向上を図れる環境にあるというのが目標になると考えています。

9 おわりに

都市住民と協働して森林整備活動を進める仕組み「市民林業士制度」をさらに充実させて、高槻市、市民林業士OBらとともに、都市近郊林業の再生に取り組んでいきたいと考えています。

腐葉土づくりと活用法の研究

兵庫県立山崎高等学校 森林環境科学科 ○吉岡 和樹
○末澤 柊人
○石原 悠貴
中林 悠真
山本 嵐

1 はじめに

日本には多くの森林が広がっており、国土面積の 2/3 を占めています。その中で、落ち葉は、表土の上に何層にも重なっています。森林の土壌を保護する機能や小動物、微生物の住処になるため分解され、土中にすき間や水分が蓄えられています。兵庫県宍粟市は面積の 89%が森林であり、山崎高校でも敷地内に多くの樹木が生育しています。そこで毎年発生する落ち葉や保育作業の際に生じる剪定枝等をうまく活用できないかと考えました。そこで森林の町の高校生としてできることは何かと班員で話し合い、「腐葉土のことは知る」「腐葉土の活用法を探る」「地域の物的資源の活用」を活動の目標としました。

また、林内や高校敷地内の落ち葉を回収し腐葉土を作成することで、環境整備となり、健全な森林づくりに貢献できます。腐葉土の活用法として、多くの植物栽培に使用されているが、私たち自身で育てた野菜で、割合を変えて測定し、違いを見出すことを目的とし活動を始めました。



写真－1 牛糞堆肥



写真－2 落ち葉だまり

2 方法

私たちは、「実験1 効率的な腐葉土づくり」と「実験2 完熟腐葉土を使用した栽培実験」に取り組みました。実験1では、牛糞堆肥を加えることで微生物の活動を促進するための月に一度の混ぜ込みを継続して行いました。実験2では、5種類の土壌をつくり作物（ラディッシュ、コマツナ）を栽培して生育を比較しました。使用した土壌は、圃場の土 100%と対象区とし、腐葉土 25%を加えたものを処理区1、腐葉土 50%を加えたものを処理区2、腐葉土 100%のものを処理区3、堆肥 25%を加えたものを処理区4としました。

種子は各 20 粒を直播し、発芽後 35 日までの成長を測定しました。



写真－3 試験区・各処理区作成



写真－4 腐葉土の混ぜ込み

3 結果・考察

実験1については、開始してから時間が経っておらず、明確な実験結果が出ていない。実験2の結果、ラディッシュは対象区と処理区1、4は、草丈は平均12cm成長していました。処理区2は、他と比べると成長が遅く根は全く張っていませんでした。処理区3は他と比べて根の成長がよく、草丈も最も成長しました。コマツナでは、対象区のもの、20cmを超えるものもありました。処理区1は、最も成長して草丈が30cmのものもいくつかもありました。処理区2は、ラディッシュと同じであまり育ちませんでした。処理区4は、発芽率が他と比べて悪く、処理区3は、草丈が平均16.5cmでした。



写真-5 観察



図-1 ラディッシュ 対象区



図-2 ラディッシュ 処理区1



図-3 ラディッシュ 処理区2

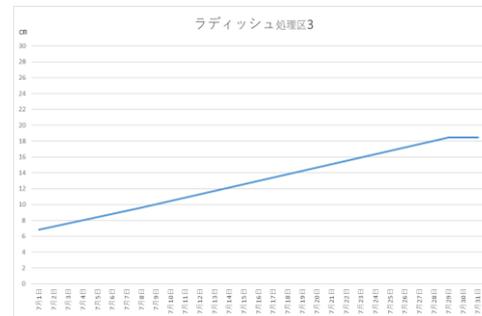


図-4 ラディッシュ 処理区3

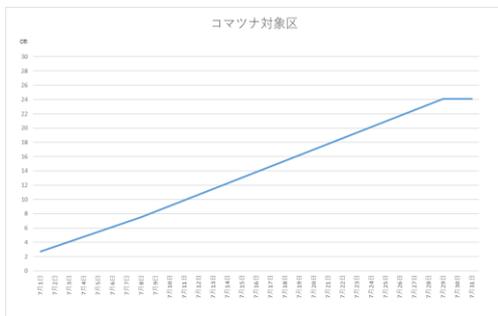


図-5 コマツナ 対象区

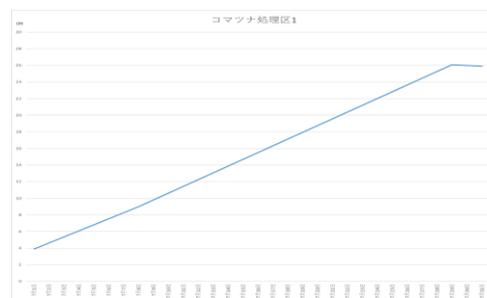


図-6 コマツナ 処理区1

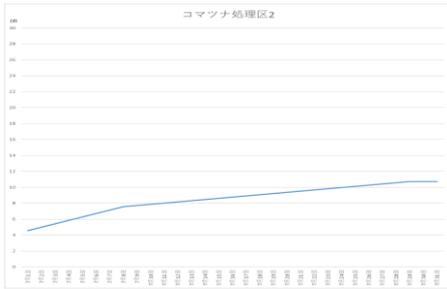


図-7 コマツナ 処理区2



図-8 コマツナ 処理区3

実験1については、今後、継続して腐葉土の完熟度合を経過観察し、堆肥を用いた腐葉土づくりの手順を明確化させたいと考えています。腐葉土は完成するまで時間がかかり、引き続き月1回の混ぜ込みを行う必要があると考えています。実験2については、腐葉土25%の対象区がラディッシュ、コマツナともに成長量が高かったことから、配合割合として適切なものであると考えられます。根の発達が思わしくなかったのは、温室の室内温度が高すぎたためと考えられ、温度を変更して行う必要があると考えます。



図-9 地域産業の振興・活性化に貢献 自己評価

ルーブリック評価・目標達成の到達ラインについて地域産業の振興・活性化に貢献していくことに関しては、班員の80%がSの自己評価をつけたことから、達成することができました。

修得した知識や、身につけた技術をより深い学びにつなげることができました。5種類の土壌を使用し、作物の生育調査を行うことができました。また、保育作業を通じて、作業道具の利用技術を向上に繋がりました。

4 おわりに

腐葉土の作成に関して、堆肥を使用した腐葉土作成はまだ始まったばかりです。そのため大きな変化は乏しいですが、月一回の混ぜ込みを繰り返し行い、継続しての観察のなかで作成手順を明確化していくことが森林資源の活用につながる可以考虑しています。

官能検査の結果で出ていたように土を変えることによってコマツナの味や歯ごたえが違ってくるわかりました。

地域の物的資源の利用に関して、堆肥を使用することにより学校で学んできた技術や知識をより深く学ぶことができました。

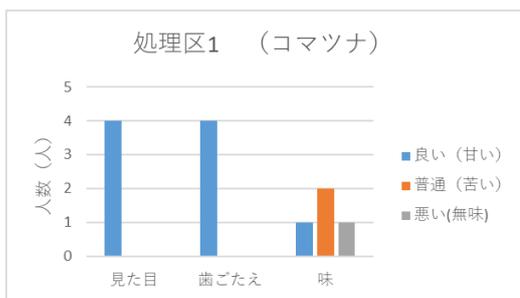


図-10 官能検査の結果①

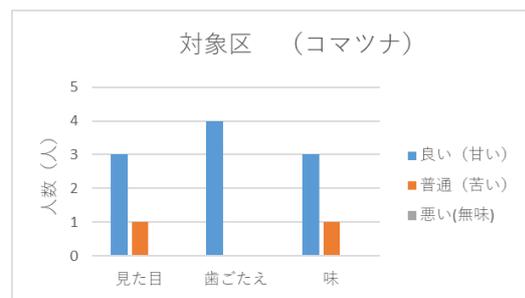


図-11 官能検査の結果②

5 今後の課題

継続して腐葉土の経過観察を行い、堆肥を用いた腐葉土の作成手順を明確化させていただきます。また地域資源の活用法をさらに検討していきます。

そのことでさらなる森林や地域の活性化に繋がると信じています。



写真－6 2020年 環境班メンバー

里山広葉樹材需要拡大ワーキンググループの取組
～広葉樹利用を取り巻く現状と課題について～

近畿中国森林管理局 技術普及課 磯崎 愛永

1 課題を取り上げた背景

里山林等の森林は、かつては薪炭用材の伐採や落葉の採取等を通じて、地域住民に継続的に利用されることにより維持・管理されてきました。しかし、近年里山林の利用が減少していることに伴い、幹が太く樹高の高い森林に変化し、ナラ枯れ被害や獣害被害の増長も懸念されています。

近畿中国森林管理局では、岡山県新見市内のアベマキやコナラ等から成る里山林において、広葉樹を伐採し、伐採した丸太を販売することによって、事業としての採算性やニーズを把握するとともに、伐採跡地の天然更新を検証する「里山広葉樹林活用・再生プロジェクト」に取り組んでいます。

本プロジェクトでは、平成29年度と令和元年度に、伐採方法や伐採率などを変えて広葉樹を伐採し、伐採した丸太を販売しました。市場で販売した材のほとんどが薪やチップ用として購入され、平均単価は8千円～1万4千円となりました。

クリやホオノキなどは、一部フローリング用として高値で購入されたものもありましたが、アベマキやコナラのほとんどが薪やチップとして購入されました（表-1）。

表-1 樹種ごとの平均単価と用途（令和元年2月販売結果）

樹種	用途①	用途②	販売単価(円/m ³)		
			平均	最低	最高
コナラ	薪(ピザ窯、壁炉用、ストーブ用)、製紙用チップ	フローリング板、フリー板、突き板	12,106	10,000	25,000
アベマキ	薪(ピザ窯、壁炉用、ストーブ用)、製紙用チップ		11,755	10,000	13,000
クヌギ	薪(ピザ窯、壁炉用、ストーブ用)、製紙用チップ		11,787	11,000	13,000
その他広	製函材(パレット)、発電用チップ		9,211	8,000	10,000
クリ	製紙用チップ	土台、框、フローリング板、基骨	9,838	9,000	13,000
ホオノキ	発電用チップ、製紙用チップ	まな板、木工品	10,652	8,000	25,000
サクラ	製紙用チップ	座板、敷居	9,705	8,000	13,000
計	-	-	11,680	8,000	25,000

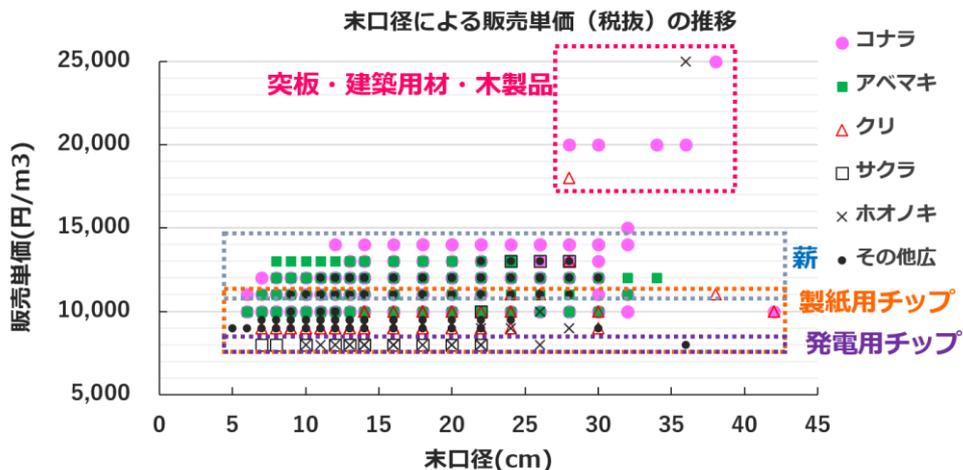


図-1 末口径による販売単価（令和元年2月販売結果）

このように、大径木であっても、薪やチップとして購入される場合は、安価で取引されています（図－1）。このため、広葉樹材に付加価値を付け、無駄なく製材利用してもらうことを目的に、近畿中国森林管理局管内の若手職員で構成する、里山広葉樹材の需要拡大を考えるワーキンググループを令和元年度に立ち上げました。

2 経過

はじめに、広葉樹材の需要拡大を考えるにあたり、広葉樹を取り巻く現状と課題を把握することが必要と考え、企業訪問と釜谷国有林（岡山県新見市）で生産した広葉樹を販売する初市（令和2年1月）で、買受者へのアンケートを実施しました。

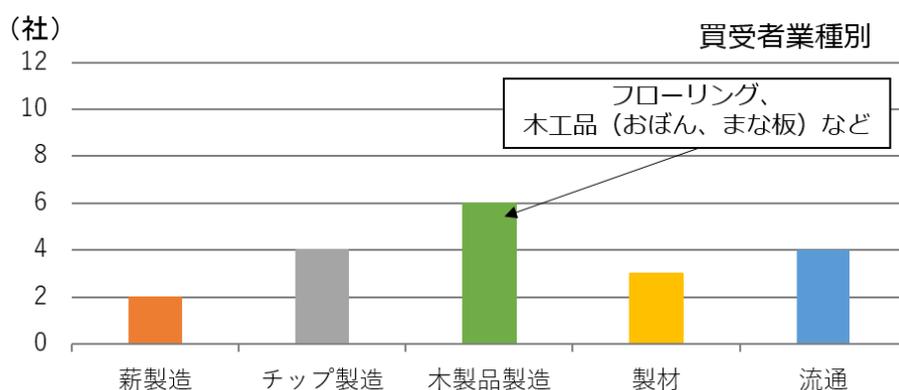
企業訪問では、近畿中国森林管理局管内の複数の企業や県立林業技術センター等を訪問し、広葉樹利用を取り巻く現状や課題、国有林への要望等をヒアリングしました。

また、初市で実施したアンケートでは、買受者の方々の業種や購入希望丸太の樹種・規格・数量・流通先及び丸太の年間取扱量や調達先、広葉樹丸太を調達するうえでの基準などを聞き取りました。

3 実行結果

（1）アンケート結果について

広葉樹材を購入された12社の各業種は、木製品製造業が6社、流通及びチップ製造業が4社、製材業が3社、薪製造業が2社で、買受者のほとんどが複数の業種を掛け持ちしています。また、自社で素材生産を行っている買受者は2社でした（図－2）。



図－2 アンケート回答者の業種

広葉樹材のニーズについては、「末口径30cm以上の広葉樹は製品用材として使用したい」「広葉樹材は内部の水分移動が止まっている冬から春先に伐採された材を調達したい」「近年、ピザ屋や薪ストーブなどの需要が高まっている一方で、工芸品としての需要が減っている」などの回答が得られました。

また、ワーキンググループでは、これらのアンケートやヒアリングの結果から、広葉樹の現状と課題を分析し、①需要と供給の課題、②技術面の課題、③ニーズの把握の課題、④情報発信の課題の4つの項目に分類しました。

（2）ヒアリングとアンケート結果による広葉樹を取り巻く課題の分析

ア 需要と供給の課題

広葉樹を伐採する川上では、枝が多く広葉樹独特の樹形により伐採や造材に手間がかかることや、伐採した材を加工する川中では、用途を問わず広葉樹の需要はあるが、安定的に供給されないこと及び用材として利用するための末口径30cm以上の大径木が少ないことが課題となります。

イ 技術面の課題

製材加工するうえで、広葉樹は硬く、乾燥が難しいことや水分量が多く、夏場の加工ができないことが課題となります。

ウ ニーズの把握の課題

工芸品としての需要が減っている一方で、バイオマス発電用のチップや、薪ストーブ等の燃料やピザ焼き用としての薪炭材の需要が高まっているほか、近年は自然派志向が増えており、広葉樹の不均一な木目を活かしたフローリングや化粧板などの需要が増えていることがわかりました。

エ 情報発信の課題

川上・川中・川下及び消費者の共通認識として、伐採や植え付けを行っている生産者の顔が見えにくく、消費者のニーズも生産者に届きにくいという状況が確認されました。

以上のことから、ワーキンググループでは、川上・川中の連携が必要であるとともに、川下への情報発信が重要であると考えました。

(3) 課題に対する提案

ワーキンググループでは、これらの分析した課題を解決するための方法を検討しました。

まず、需要と供給の課題については、川上・川中の連携が重要であることから、相互に情報交換のできる場を設ける必要があると考えます。川上から提供可能な品質や数量などを川中へ情報提供するとともに、川中が求める品質等を川上へ情報する場を設ける方法が考えられます。

次に、技術面の課題については、製材や加工に際して不安視されている技術的な課題を少しでも軽減させるために、製品サンプルを作製する方法が考えられます。

実際に、販売の用途が薪にしかならなかったアベマキを利用できないか検証するため、大阪市にある突板製造業者へプロジェクトから生産されたアベマキの丸太を持ち込み、突板を作製しました（写真－1）。

突板は、製材した丸太を0.2mm程度に薄くスライスしたのですが、製材を依頼した業者からは、製材（特に乾燥）の際は狂いが生じたが、スライスの際はあまり狂いを感じなかった。現状としてアベマキは木目が荒く扱いづらい材ではあるが、機械を改良することで、利用可能となるとの感想もありました。

アベマキの突板サンプルを作製したように、実際に使ってもらうことで樹種ごとの加工技術の課題を発見できるだけでなく、広葉樹に対する従来の意識の変化が期待されます。



写真－1 アベマキの突板サンプル（A4サイズ）

最後に、川上・川中から川下への情報発信として、シンポジウムやイベントなどを通して消費者や販売店に向けて、実際に伐採・搬出や製材・加工等に取り組む生産者の声を届けることが考えられます。当局の里山広葉樹プロジェクトも含め、様々な場面で広葉樹の利用について情報発信していくことで、国産広葉樹への関心が高まり、広葉樹の新たな需要先が広がっていくことが期待されます。

4 まとめ

令和元年度は、広葉樹を取り巻く現状と課題について洗い出しを行い、それに対する提案を検討しました。これらの成果を基に、令和2年度は、里山広葉樹材に付加価値を付けて高く販売する手法を提案することを目的に、丸太販売チームと広葉樹製品の普及チームの2チームに分かれて活動を進めています。

丸太販売チームでは、昨年度の市売りへの参加者が薪・チップ業者中心であったことを踏まえて、毎年の広葉樹市に様々な業種の方に参加してもらう方法や広葉樹を必要としている需要者に広く広葉樹材を届ける方法を模索しています。

広葉樹製品の普及チームでは、昨年度作成したアベマキの突板の利用や、身近な日用品を広葉樹に転換できないか、国産広葉樹の製品を広く使ってもらう仕組みづくりを検討しています。

近畿中国森林管理局の若手職員によるワーキンググループの取組が、近畿中国地方での広葉樹の需要拡大につながり、これまで放置されてきた里山の活用と再生の一助となるよう、活動を進めていきます。

令和2年度 森林・林業交流研究発表会 審査委員長等講評

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 桃原 郁夫

皆さま、2日間お疲れさまでした。

今年はコロナ元年という過去に例を見ない年となってしまいました。

そのなかで、「森林・林業交流研究発表会」の開催にご尽力いただきましたすべての皆さまに、まずはお礼申し上げたいと思います。

また、コロナ元年ということで、今年は研究を計画通り進めることが大変難しかったと思います。それにも関わらず、例年に匹敵する24課題を会場あるいはwebでご発表いただくことができました。発表者の皆さまにも感謝申し上げます。

それでは早速ですが、講評に移らせていただきます。

◆近畿中国森林管理局長賞

○スギ・ヒノキコンテナ苗の植栽後の活着率、初期成長と雪害抵抗性

～1年生苗と2年生苗の比較～

島根県 中山間地域研究センター、島根森林管理署

林業の低コスト化につながる一年生苗木に着目し、その利用に活路を開いた点が高く評価されました。

◆近畿中国森林管理局長賞

○3次元点群データを用いた森林管理

～林業イノベーション時代の調査手法確立を目指して～

森林技術・支援センター

森林の状態を調べる最先端の複数の技術に着目し、それぞれの長所をうまく活かしつつ、応用につなげた点が高く評価されました。

◆近畿中国森林管理局長賞

○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～

兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター

スギ価格が低迷する中、強度で木材を差別化し、スギ材の付加価値を高める取組が高く評価されました。

◆(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所長賞

○国産キハダの栽培推進と優良な県産製品の拡大に向けた奈良県研究分野統合本部の

挑戦 ～育苗と木材利用、どう育てるか、どう使うか～

奈良県 森林技術センター

地域にある樹木を対象に、複数の機関と連携し、着実に成果・実績を積み上げた点が高く評価されました。

◆（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

- 丹後地域の社叢林の特徴について
～巨樹から見える丹後の自然・歴史～

京都府立宮津高等学校

大人にはまねのできない、機動力にあふれた取組が高く評価されました。

◆一般社団法人日本森林技術協会 理事長賞

- 防護柵の維持管理コストの削減について
～ドローンを活用したコスト削減効果の検証～

滋賀森林管理署

シカ被害地における林業の低コスト化を図る上で重要な、シカ柵の点検コスト削減に取り組んだ点が高く評価されました。

◆一般財団法人日本森林林業振興会 会長賞

- ペカン増殖に向けた取組
～早生樹及び果樹としての可能性を探る～

岡山県 農林水産総合センター 森林研究所

新たな早生樹として期待されるペカンについて幅広く研究した点が高く評価されました。

◆森林・林業交流研究発表会 審査委員長賞

- 林福連携による世代を超えたつながりで創る木工製品

京都府立北桑田高等学校

福祉と林業とを結びつけた試みや zoom などの先進技術を活用した取組が高く評価されました。

◆森林・林業交流研究発表会 審査委員長賞

- 冬下刈り試験の実施について
～下刈りの省力化による作業環境の改善を目指して～

和歌山森林管理署

常識にとらわれない冬期の下刈りに着目し、労働災害防止などの有用性を示した点が高く評価されました。

◆森林・林業交流研究発表会 審査委員長賞

- ICT を活用した丸太材積の測定方法について

鳥取森林管理署

人手不足が深刻化する中、手間のかかる材積測定を省力化する方法を検討した点が高く評価されました。

◆森林・林業交流研究発表会 審査委員長賞

- 里山広葉樹材需要拡大ワーキンググループの取組
～広葉樹利用を取り巻く現状と課題について～

近畿中国森林管理局 技術普及課

若い方が、柔軟な頭を使って、広葉樹の需要拡大という今後の林業活性化において重要な課題に取り組んだ点が高く評価されました。

以上が受賞課題です。

これらの受賞課題以外の発表も決して劣るものではありません。
もう少しの工夫で、いずれも十分受賞を狙えるものでした。
次回の雪辱を期待しています。

さて、最後になりますが、今回のイベントが「研究発表会」ということですので、私が考える研究について少しお話させていただきます。

和英辞典で「研究」と引くと、「study」と「research」という単語がでてきます。studyは「知識獲得のための研究・勉強のこと」で、一方のresearchは「studyより学術的で、新事実などの発見をめざす研究・調査のこと」です。

今回の研究発表会は研究の定義付けがあいまいですが、人前での発表ですので、ぜひresearchすなわち「新事実の発見」について発表していただきたいと思います。

では、新事実の発見には何が重要でしょうか。
わかりますか？
答えは、過去の文献調査です。

過去にどのようなことが研究として報告されているか、それを知らないことには自分の発見が本当に新しいのか判断できません。

そして、我々が思いつくようなことは、大抵ほかの人も思いついて実験しているものです。それをそのまま繰り返したのでは、予算と時間の無駄になります。

研究というのは、一見かっこよく見えますが、実際は先人たちが積み上げてきた研究成果というレンガの上に新たなレンガを積み上げていく地道な作業です。

今は、昔と違い、インターネットで、職場や自宅から簡単に過去の文献を調べることができます。

皆さんが、研究を始める前や、研究成果を発表する前に、是非文献調査をして自分の研究の位置づけを確認するようになっていただければと思います。

「巨人の肩の上に立つ」

皆さん、この言葉を目にしたことがありますか。

これは、グーグルが提供している google scholar という論文検索用の検索エンジンにかかっている言葉です。

来年の研究発表会では、林業研究という巨人の肩の上に、新たなレンガを積み上げる、そういう発表を期待しています。

最後になりましたが、来年はより素晴らしいリサーチに会えることを祈念して私からの挨拶とさせていただきます。

皆さま、2日間お疲れ様でした。

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 添谷 稔

林野庁はじめ、地方自治体、高等学校等の幅広い方々から、低コスト化、獣害対策、早生樹や広葉樹の利活用等、様々な分野から発表をいただきました。

林業の成長産業化に不可欠である ICT やドローンの活用、高校生の皆さんの日頃の努力がにじみ出るような発表などが印象に残りました。

早生樹の分野では、関西育種場でもキハダ等の育種に取り組んでおり、育苗や利活用についての示唆に富んだ発表が参考となりました。

全ての発表にイえることですが、今回の発表で終わるのではなく、人事異動や卒業などで担当者が代った後においても、ぜひ継続的に取り組まれることを期待しております。

◎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

准教授 松下 幸司

今年は新型コロナウイルス感染症の拡大という状況下での発表会でしたが、どの発表も国有林をはじめとする現地の状況を活かした興味深いものでした。初めてのオンライン併用の発表会でしたが、成功だったと思います。

但し、接続時に手間取ったり、拡大した図表の解像度に難があったりする発表があったかと思います。近畿中国森林管理局は管轄範囲が他局に比べて広いので、オンラインの活用は業務にかかわる調査・研究の進展に役立つのではないかと思います。オンライン活用の研究発表会や関係者との意見交換などはコロナ後も残る可能性が高いと思いますので、普段からある程度使うようにするとより充実した発表会になるのではないかと思います。

◎フィールド ソサイエティ 事務局長 久山 慶子

制約が多い年度となってしまいましたが、発表者の方々が積極的に取り組まれていることが印象的でした。そして、内容も目的も様々でありながら、いずれの活動も人と森の関係性の再考に繋がることばかりだと感じさせられました。

世界で広がる感染症のなか、ともすれば地域の課題が後回しになってしまいそうです。けれどもその分、今後、暮らしを支える身近な環境への関わり方がより具体的に問われるようになり、各地の活動を検証し合う機会もさらに重要になっていくでしょう。

「森」とは、やはり畏敬すべき存在です。人間社会の論理に終始することなく、自然の偉大さに学ぶ視点で「森林・林業」を考え合う「交流研究発表会」が展開されることを願います。

◎兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター 所長 岩本 順三

発表者を始め、事務局の皆様には、大変お世話になりました。

また、入賞された皆さんはもとより、発表者を支えてきた職場等の関係者の皆様に敬意を表する次第です。

いずれの発表内容も、現場の課題をしっかりと捉えたうえで、これまでに積み上げられた実績を活かし、次につないだものや、独自のアイデアや視点を活かして解決に導いたものなど、みなさんの見識の高さや日々の研鑽、ご苦勞を窺い知るに余りあるものでした。

今回の発表を契機に、さらに実践と検証を重ね、かけがえのない財産である森林を守り・育て・活かせるよう、尽力いただくことを期待しております。

また、本会を通じ、知り合った国、県、大学、高校、森林組合など様々な立場のみなさんが相互に交流し、取組の輪がさらに広がることを期待しております。

◎鳥取県林業試験場 場長 村上 哲朗

今まで誰も経験したことの無いコロナ禍の中で、今回の発表会にご参加いただいた皆様に敬意を表するとともに、万全のコロナ対策により安全な発表会を開催された森林管理局の皆さまに感謝を申し上げます。

今回の発表は、それぞれの立場から直面する課題に取り組んだ発表で、大変興味深く聴かせていただきました。特に、丸太強度の簡易な選別方法、1年生コンテナ苗、ドローン・3次元点群データの活用にかかる研究は、まさに今、現場が欲している情報であり、日々、現場と対峙している公設試験研究機関として大変刺激を受けました。

「技術者たるもの最小限の経費で最大限の効果を生み出すもの。」と、私の恩師は言いました。この実現のためには、今回発表された一つ一つの研究が重要な役割を果たしていることは言うまでもありません。今後も、試験・研究を礎に、地域の林業・木材産業の発展に努力を続けていきたいと思います！

◎近畿中国森林管理局 計画保全部長 松永 彦次

今回の発表会は、新型コロナウイルス感染症対策として3分の1の発表がwebで行われるなど、準備段階を含め各発表者の皆様は大変だったと思いますが、いずれの発表も様々な立場の皆様の森林・林業への熱意が伝わる素晴らしいものでした。

特に、高校から発表された4課題は、高齢者との連携や地域の魅力発見につながるもののほか、地域の課題解決に向けて今後の進展が期待できるものであり、大人顔負けの素晴らしいものでした。その他の発表も林業の低コスト化、ニホンジカ対策、スマート化などの課題解決に取り組み、今後の進展や実用化が期待できる内容が多くありましたが、一方で、考察が弱かったり、昔からの課題に対して新たな展開に至っていないなど、もう少し踏み込んでいただきたいと思われるものもありました。

このような発表会を通じて、森林・林業が抱える課題の解決に向けて各現場でどのような創意工夫がなされているか、どのような技術が実用化に近づいているかなど最新の情報が共有され、技術レベルを底上げしながらさらに前向きな取組へと進んでいくことを期待しています。

◎近畿中国森林管理局 森林整備部長 善行 宏

リモートやマウスシールドを装着しての慣れない発表となりましたが、そのような状況下でも、各発表者とも随分と練習を重ねられたであろう堂々とした態度やわかりやすいスライド構成・言葉の選択などに感心しきりでした。

内容も例年に劣らず多様であり、360度カメラやリサイクルビーズなど新たなものに着眼したテーマもお目見えし、聞き飽きることのない二日間でした。

また、継続的に行われている研究課題の続編や造林の低コスト化に直結する課題、丸太の選別販売という「目からウロコ」的なテーマもあって、十分に聞き応えのあるものでした。

今後も、新型コロナウイルスの脅威などから一定の制約がある中であっても、常に「何かできないのか」という探究心を失うことなく、それぞれ意欲的に課題に向き合っていたければ幸いです。

受賞結果

近畿中国森林管理局長賞

- スギ・ヒノキコンテナ苗の植栽後の活着率、初期成長と雪害抵抗性
～1年生苗と2年生苗の比較～

島根県中山間地域研究センター 陶山 大志
島根森林管理署 高田 隼輔

- 3次元点群データを用いた森林管理
～林業イノベーション時代の調査手法確立を目指して～

近畿中国森林管理局 森林技術・支援センター 坪倉 真

- 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～

兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター 小長井 信宏

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所長賞

- 国産キハダの栽培推進と優良な県産製品の拡大に向けた奈良県研究分野統合本部の挑戦
～育苗と木材利用、どう育てるか、どう使うか～

奈良県 森林技術センター 酒井 温子
久保 健
成瀬 達哉
今治 安弥
清川 陽子

(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

- 丹後地域の社叢林の特徴について
～巨樹から見える丹後の自然・歴史～

京都府立宮津高等学校 宮下 真之
西川 銀之助
坂根 知樹
松田 健吾
和田 庄世

一般社団法人 日本森林技術協会理事長賞

- 防護柵の維持管理コストの削減について
～ドローンを活用したコスト削減効果の検証～

滋賀森林管理署 山口 真一

一般財団法人 日本森林林業振興会会長賞

○ペカン増殖に向けた取組

～早生樹及び果樹としての可能性を探る～

岡山県 農林水産総合センター 森林研究所

西山 嘉寛
新原 一海

森林・林業交流研究発表会審査委員長賞

○林福連携による世代を超えたつながりで創る木工製品

京都府立北桑田高等学校

谷 風凜
神谷 遼
市原 旦

○冬下刈り試験の実施について

～下刈りの省力化による作業環境の改善を目指して～

和歌山森林管理署

河合 敏宏
大島 明里

○ICTを活用した丸太材積の測定方法について

鳥取森林管理署

都 賢太郎

○里山広葉樹材需要拡大ワーキンググループの取組

～広葉樹利用を取り巻く現状と課題について～

近畿中国森林管理局 技術普及課

礪崎 愛永

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 桃 原 郁 夫
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 添 谷 稔
〃	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 准 教 授 松 下 幸 司
〃	フィールドソサイエティ 事務局 長 久 山 慶 子
〃	兵庫県立農林水産技術センター 森林林業技術センター 所 長 岩 本 順 造
〃	鳥取県林業試験場 場 長 村 上 哲 朗
〃	近畿中国森林管理局 計画保全部長 松 永 彦 次
〃	近畿中国森林管理局 森林整備部長 善 行 宏

令和3年（2021年）3月発行

令和2年度 森林・林業交流研究発表集録
（通算53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