

令和4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

我が国の森林は、戦後造林された人工林資源が本格的な利用期を迎えており、「伐って、使って、植えて、育てる」ことを通じて森林の持つ多様な機能を活かしつつ、循環利用を推進することが求められています。また、地球環境や社会経済の持続性への危機意識を背景として、我が国においてもSDGsの達成に向けた取組が求められています。このような状況を踏まえ、令和3年6月に閣議決定された森林・林業基本計画においては、森林資源の適正な管理・利用を通じ、林業・木材産業の持続性を高めながら成長・発展させることで、社会経済生活の向上と2050年カーボンニュートラルに寄与する「グリーン成長」の実現に取り組むこととされています。



基本計画では、森林の適正な管理・利用について、林業適地の育成単層林における適正な伐採と再造林を確保する一方、それ以外の育成単層林を効率的に育成複層林に誘導するとともに、国土強靱化に向けた森林整備及び治山対策を加速することとされています。加えて、エリートツリーを活用するなど林業のイノベーションを推進し、伐採から再造林、保育までの収支をプラスに転換する「新しい林業」の展開、木材産業の競争力強化や輸出促進、都市等における「第2の森林」づくりを推進していくことも示されています。

こうした施策を推し進める上で礎となるのは、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人材の育成にほかなりません。このため、近畿中国森林管理局では、昭和43年から国有林の「業務研究発表会」を開催し、現在は「森林・林業交流研究発表会」と称しておりますが、通算の発表数は優に1000課題を超えています。令和4年度の発表会は、昨年度に続き会場での発表とWebによる発表を併用するとともに、多くの方々に発表会を御覧いただけるよう、YouTubeによるライブ配信を行うことといたしました。当日の11月15・16日には、近畿中国森林管理局の職員に加え、森林大学校・高等学校の学生・生徒さん、研究機関の方々の御参加も得て、多様かつ新鮮な内容の研究成果を発表いただくことができました。

本集録は、令和4年度の研究発表会で発表された24課題をまとめたものです。低密度植栽・低コスト造林の取組、ICTの技術を活用したスマート林業、環境に配慮した治山構造物の設置など、時宜にかなったテーマが取り上げられています。

発表いただきました皆様に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の更なる進展を心から祈念する次第です。

令和5年2月

近畿中国森林管理局長 柏原 卓司

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

○大杉谷国有林における地域性苗木植栽による森林植生の回復について…………… 6
三重森林管理署 加藤 彩

○1年生コンテナ苗の植栽試験について…………… 13
～中間発表～
奈良森林管理事務所 坂部 凌
本谷 駿介

○滑山国有林における2,000本/ha植栽の検証及び造林コストの削減について…………… 18
山口森林管理事務所 平木 里南
竹下 茜
佐藤 博雅

○低コスト造林への挑戦…………… 24
～低密度植栽地の調査結果から最適な再造林に向けて～
岡山森林管理署 片岡 彰
芦谷 初樹
赤瀬 誠太郎
根村 輝
伊藤 由希

○低密度植栽地（ヒノキ）の現況と再造林の省力化に向けた取組…………… 30
広島北部森林管理署 清水 康平
山本 伊織

○新たな造林樹種を選択に係る一考察…………… 34
～早生樹「コウヨウザン」の初期成長について～
近畿中国森林管理局 森林技術・支援センター 黒瀬 祐二

○ICT を活用した多目的造林機械による地拵え・植栽・下刈り工程の無人化……………	40
～植栽デザインと地拵え工程～	
山口県農林総合技術センター 林業技術部林業研究室	川元 裕
株式会社筑水キャニコム 国内事業本部	高倉 知温
株式会社NTTドコモ ライフスタイルイノベーション部	河田 朋巳
株式会社コア中四国カンパニー 営業統括部	板屋 真一郎
○林地保全と森林景観に配慮した広葉樹植栽の取組……………	44
京都大阪森林管理事務所	前田 文明
	倉品 佐武郎
○3D Walker を用いた収穫調査の提案……………	50
島根森林管理署	加藤 貴明
○分収造林地での植栽樹種の生育状況と課題について……………	52
兵庫県立森林大学校	井上 智礼
○コウヨウザンの成長量調査について……………	59
～森林整備センター中国四国整備局における試行的な取組～	
(国研) 森林研究・整備機構 森林整備センター	
中国四国整備局 広島水源林整備事務所	山崎 浩介
	林 真梨奈

II 森林保全

○ツタウルシ除去技術の研究について……………	65
～気比の松原の白砂青松復活を目指して～	
福井森林管理署	野口 一樹
○緑化工に使用する環境に配慮した草本類の検討……………	70
滋賀森林管理署	上田 正幸
	森下 凌汰
○オオサンショウウオに配慮した治山構造物の設置について……………	77
鳥取森林管理署	廣田 修歩
	岡本 拓也
○釜ヶ峰アベマキ巨木林の成立過程、現況及び今後の管理について……………	80
近畿中国森林管理局 計画課	西村 貫太
兵庫県立大学 自然・環境科学研究所	藤木 大介

○山間奥地大崩壊地の山腹緑化について……………	88
～手取川上流での取組～	
	石川森林管理署 吉谷 康 佑 竹原 昇 平
○都市近郊林の小溪流における土砂等の流下抑制対策について……………	95
	兵庫森林管理署 下澤 篤 志 末 光 弘 明
○新しい円形囲いワナの捕獲試験について……………	99
	和歌山森林管理署 小谷 悠 人 畑 中 宣 輝
○大型配水管を活用した残渣処理試験について……………	103
	和歌山森林管理署 瀧 岡 忠 雄 久保田 啓太
○緑をとりもどせ！その5……………	109
～持続可能な森林経営に向けた挑戦～	
	鳥取県立智頭農林高等学校 谷 本 愛 翔 堀 村 展 汰

Ⅲ 地域連携、森林とのふれあい、労働安全、林木育種

○林福連携による木工品づくり……………	114
	京都府立北桑田高等学校 日下部 碧 中野 花 菜 濱 田 由 伸
○森林環境教育用紙芝居等の活用について……………	117
～森林からの贈り物～	
	近畿中国森林管理局 箕面森林ふれあい推進センター 矢 放 七 海
○森林保育作業における労働負担に関する研究……………	119
	兵庫県立山崎高等学校 木 村 弦 貴 藤 原 怜 也 西 野 優 希 眞 鍋 連 斗
○少花粉スギ採種園におけるカメムシ類の早期防除の効果……………	123
	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 中 川 湧 太 吉 野 豊

大杉谷国有林における地域性苗木植栽による森林植生の回復について

三重森林管理署 尾鷲森林事務所 係員 加藤 彩

1 背景

大杉谷国有林は、三重県と奈良県の県境である三重県南西部に位置し、面積は5,071haです。原生的な森林生態系が残ることから全域が吉野熊野国立公園に指定されています。また、国有林のうち1,391haは大杉谷森林生態系保護地域に設定されています。

林業面では、江戸時代に伊勢神宮の造営材を伐出した歴史があり、明治時代から一部を人工林化した結果、現在は約4割が人工林となっています。

一方、大杉谷国有林では昭和30年代の伊勢湾台風などの大型台風による風倒被害の発生により、ニホンジカ（以下、「シカ」という。）の餌資源となるミヤコザサの分布拡大が進みました。その影響を受けシカの個体数が急激に増加し、昭和60年代には人工林でのシカ被害が深刻化し、天然林でも剥皮等により植生が衰退しました。その結果、一時は未立木地化した森林が200haを超えました。

その後の未立木地対策や天然更新により未立木地の面積は減少しましたが、令和4年度時点で87haの未立木地が存在しており、森林植生の回復が課題となっています（写真-1）。



写真-1 未立木地の状況



写真-2 植生保護柵（令和4年度設置）

この対策として、平成24年度に近畿中国森林管理局において「大杉谷国有林におけるニホンジカによる森林被害対策指針」が策定され、三重森林管理署ではこの指針に基づいて対策を進めてきました。指針では、対策の基本的な考え方として、①森林の成立基盤の保全、②森林後退の拡大の抑止、③天然林の更新環境の回復、④シカの個体数管理の4つを挙げています。このうち、③天然林の更新環境の回復では、植生保護柵を用いた母樹の保護や、後継稚樹、幼木の人為的導入を検討することとしており、平成25年度からは本指針に基づき、苗木の植栽及び植生保護柵の設置を実施してきました（写真-2）。

苗木の植栽に当たっては、立地に適した樹種を植栽することとし、広葉樹を中心として、先駆種、遷移中・後期種や、低木、亜高木、高木などの様々な特性を持つ樹種を組み合わせて植栽し、階層的な森林構造の発達を目指しました。また、苗木は地域的な遺伝攪乱を防ぐため、大杉谷国有林に自生する樹種から種子を採取した「地域性苗木」を用いて植栽を行いました。

しかし、これまで地域性苗木の植栽を行った箇所での森林植生の回復状況については、

詳細な調査による検証を行っていません。そこで、今回の研究では、地域性苗木の植栽箇所での森林植生の回復状況と苗木植栽の効果を検証し、効果的な未立木地対策手法の検討を行うことを目的としました。

2 調査方法

(1) 調査地の概要

調査地は大杉谷国有林 572 へ 1・ち 3 林小班及び 566 と 1 林小班としました。調査地の概況は表－1 のとおりです。

表－1 調査地の概況

項目	572 林班	566 林班
標高	900m	1,050m
気候帯	中間温帯 ※	中間温帯 ※
斜面方位	北向き	西向き
土壌	細粒性普通褐色森林土	細粒性普通褐色森林土
周辺林分	スギ人工林、広葉樹林	ヒノキ人工林、広葉樹林
林縁からの距離 (斜面上部)	約 30m	約 30m

※暖温帯と冷温帯の境界付近（大杉谷では標高 800～1,350m）

調査地では、平成 28 年度に植生保護柵の設置及び植生保護柵内への植栽を行っています。また、表土の流出が見られる箇所には、土砂の流出を防止するための土砂留め柵を用い、土砂留め柵内に植栽を行っています（写真－3）。



写真－3 土砂留め柵



写真－4 通常植栽



写真－5 対照区

(2) 調査方法

調査プロットは、土砂止め柵を用いた植栽箇所を A 区、通常の植栽箇所（写真－4）を B 区とし、それぞれ 2 プロットずつ設置しました。また、植生保護柵に隣接した箇所に対照区（写真－5）として 2 プロットを設置しました。調査プロットの概況は表－2 のとおりです。また、植栽樹種は表－3 のとおりです。

調査はプロット内の毎木調査とし、令和 4 年度の 8 月から 10 月にかけて調査を行いました。対象は樹高 30cm 以上の木本類とし、樹種、樹高を調査しました。

表－2 調査プロットの概況

No.	区画	林小班	面積(m ²)	傾斜(°)
1	A区(土砂留め柵)	572ち3	24(6m×4m)	26
2	A区(土砂留め柵)	572ち3	48(8m×6m)	40
3	B区(通常植栽)	572へ1	24(6m×4m)	38
4	B区(通常植栽)	566と1	24(6m×4m)	36
5	対照区	572ち3	24(6m×4m)	27
6	対照区	566と1	24(6m×4m)	42

表－3 植栽樹種

樹種名	出現遷移型	林分出現型	植栽プロット No.			
			1	2	3	4
ウリカエデ	中期	亜高木		○		○
ウリハダカエデ	先駆	高木	○	○		○
エゴノキ	中期	亜高木	○	○	○	
カマツカ	中期	高木	○			
ケヤキ	中期	高木	○			
コハウチワカエデ	後期	高木	○			
ナナカマド	先駆	亜高木	○			
ヒメシャラ	中期	高木		○	○	
ミズナラ	中期	高木	○			
ミズメ	中期	高木	○	○		○
ムラサキシキブ	先駆	低木	○			○
モミ	後期	高木	○			
ヤシャブシ	先駆	高木		○	○	
ヤマザクラ	中期	高木	○	○		○
ヤマハンノキ	先駆	高木		○	○	
リョウブ	中期	亜高木		○	○	

3 調査結果

(1) 高木・亜高木類の更新状況

各調査区での本数密度、平均樹高、天然更新木の割合を表－4に示しました。A区及びB区では、高木・亜高木を合わせて、いずれも10,000本/haを超える立木本数密度となりました。特に、B区では天然更新木が93%を占め、樹木が密生していました。植栽時に表土の流出が見られたA区では、B区と比較して立木密度が低く、天然更新の割合も比較的低い結果となりました。一方、対照区では、A区、B区と比較して本数密度が低く、シカの忌避植物であるアセビが多く見られました。

表－４ 高木・亜高木類の本数密度、平均樹高及び天然更新木の割合

	A区	B区	対照区
本数密度（本/ha）	12,500	33,750	2,708
平均樹高（m）	1.2±0.7	1.9±0.7	0.5±0.1
天然更新木の割合（%）	52	93	—

※樹高は平均値±標準偏差。

(2) 各植栽区の出現樹種

A区では、合計16種の木本類が確認されました。高木・亜高木類では、遷移中期種であるリョウブ、エゴノキの2種で合計49%を占めていました（表－5）。

B区では、合計19種の木本類が確認されました。高木・亜高木類では、遷移中期種のリョウブが73%を占めており、全て天然更新木でした。

表－5 各植栽区の樹種構成

A区（土砂留め柵）				B区（通常植栽）			
樹種	林分型	本数 (/ha)	割合 （%）	樹種	林分型	本数 (/ha)	割合 （%）
リョウブ	亜高木	24,583	30.2	リョウブ	亜高木	24,583	51.1
エゴノキ	亜高木	6,042	18.9	アセビ	低木	6,042	12.6
ヤシャブシ	高木	5,625	10.4	ズイナ	低木	5,625	11.7
ウリハダカエデ	高木	3,125	7.5	ヤシャブシ	高木	3,125	6.5
ヒメシャラ	高木	1,667	5.7	エゴノキ	亜高木	1,667	3.5
アセビ	低木	1,042	3.8	ウツギ	低木	1,042	2.2
カマツカ	高木	833	3.8	ハコネウツギ	低木	833	1.7
クロモジ	低木	833	3.8	ヒメシャラ	高木	833	1.7
ヤマハンノキ	高木	625	3.8	ウリハダカエデ	高木	625	1.3
イヌツゲ	低木	625	2.8	クロモジ	低木	625	1.3
コハウチワカエデ	高木	625	2.8	ミズメ	高木	625	1.3
ウリカエデ	亜高木	417	1.9	ヤマザクラ	高木	417	1.3
ヤマザクラ	高木	417	1.9	イヌシデ	高木	417	0.9
カナクギノキ	亜高木	417	0.9	ニシキウツギ	低木	417	0.9
コックバネウツギ	低木	208	0.9	カナクギノキ	亜高木	208	0.4
ナナカマド	亜高木	208	0.9	カマツカ	高木	208	0.4
				クマノミズキ	亜高木	208	0.4
				ミズナラ	高木	208	0.4
				ヤマハンノキ	高木	208	0.4

表－6 対照区の樹種構成

樹種	林分型	本数（/ha）	割合（%）
アセビ	低木	9,166	62.9
リョウブ	亜高木	3,333	22.9
ヒメシャラ	高木	1,250	8.6
エゴノキ	亜高木	416	2.9
カナクギノキ	亜高木	416	2.9

(2) 林分型別樹高分布

A区及びB区の高木・亜高木について、樹高階ごとの林分型別の立木密度を図-1、図-2に示しました。A区では、多くの個体が樹高0.3mから2.1mの間に分布しており、植栽木である高木や亜高木が全層に分布していました。B区では、多くの個体が樹高1.2mから2.4mの間に分布しており、A区と比較して、天然更新木の割合が高い一方で、高木性の樹種の割合が低くなっていました。

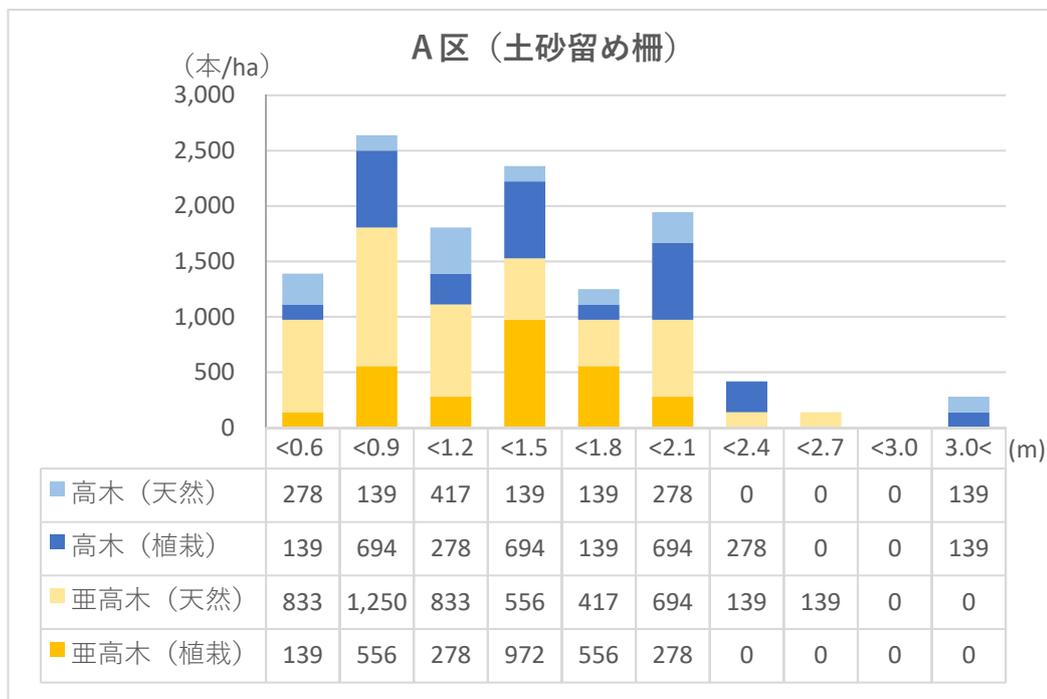


図-1 林分型別樹高分布 (A区)

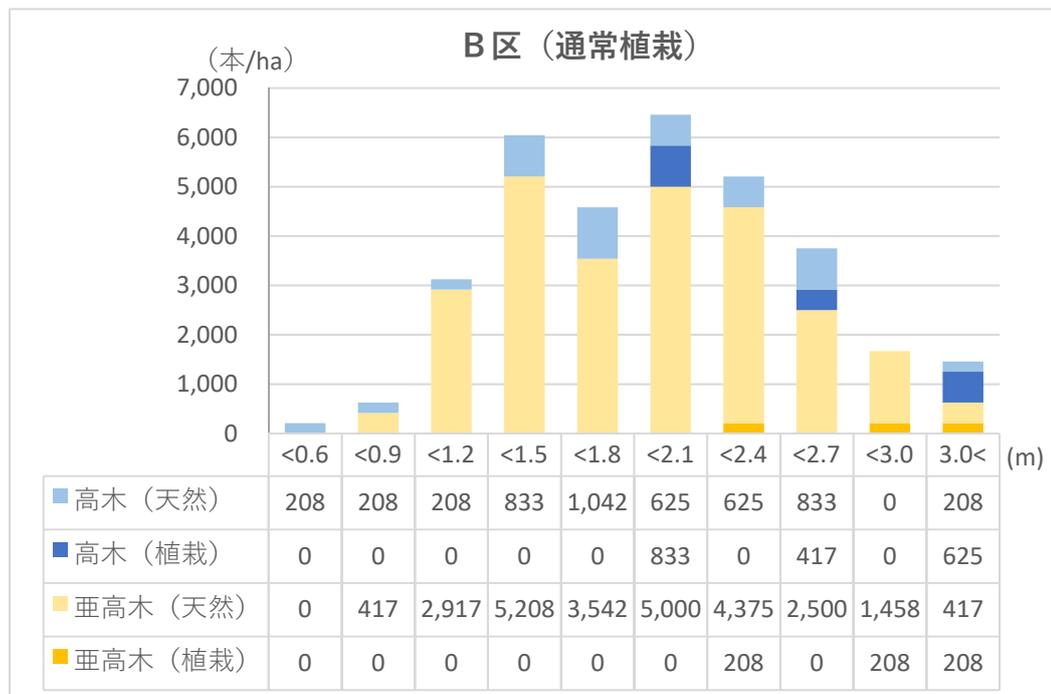


図-2 林分型別樹高分布 (B区)

4 考察

(1) 植生保護柵の効果

植生保護柵内では植栽木と天然更新木を合わせて、高木・亜高木が 10,000 本/ha 以上更新しており、そのうち天然更新木の割合は 5 割以上を占めていました。一方対照区では、低木であるアセビが 63% を占めており、高木・亜高木の本数密度は 2,708 本/ha にとどまっていた。

また、植生保護柵内では、A 区及び B 区のいずれも平均樹高が 1.0m を超え、シカによる食害は見られませんでした。一方、対照区では平均樹高は 0.5m であり、リョウブやヤシャブシはシカによる食害が確認されました。

これらのことから、更新密度の確保や更新木の成長のためには、植生保護柵の設置が効果的であると考えられます。また、植生保護柵外で天然更新や更新木の樹高成長が抑えられている要因として、シカによる食害の影響が考えられます。

(2) 植生の回復状況

植生保護柵内では植栽木と天然更新木を合わせて、高木・亜高木が 10,000 本/ha 以上更新しており、国有林の天然更新完了基準では A 区、B 区のいずれも更新完了と判断することができました。また、森林の発達段階（藤森、1997）では、A 区、B 区のいずれも林冠の閉鎖に至っていないことから、いずれも林分成立段階であると考えられます（図-3）。林分成立段階は、天然林では攪乱の後 15 年くらいまで、人工林では皆伐、植栽をしてから 10 年くらいまでに相当するとされており（林野庁、2022）、本調査地は植栽後 6 年目であることから、森林の発達段階として適当であり、順調に森林植生の回復が進んでいると考えられます。

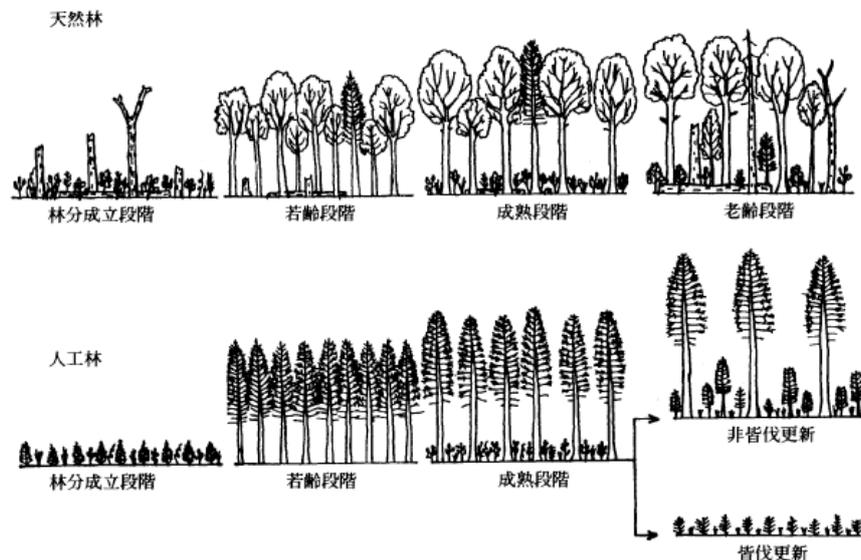


図-3 森林の発達段階

(3) 植栽の効果

植栽時に表土の流出が見られた A 区では、B 区と比較して天然更新木が少なく、植栽木が高木・亜高木のうち 48% を占めていました。このことから、高木・亜高木を中心とした更新木の確保という観点から植栽が有効であったと考えられます。

また、調査時には、天然更新木が土砂留め柵の上部など土壌が安定している箇所

定着していることが確認できました。このことから、天然更新のためには土壌の安定性を向上させる必要があると考えられます。

したがって、表土の流出が見られる箇所では、早期に土壌の安定性を向上させるという点からも、引き続き植栽を行う必要があると考えられます。

一方、植栽時に表土の流出がなかったB区では、天然更新木が高木・亜高木のうち93%と高い割合を占めていました。天然更新には、高木性樹種の種子供給源である母樹が存在していることが特に重要な項目である（中島・江口、2018）とされており、本調査地では、林縁からの距離30m程度にヤシャブシやリョウブなどの広葉樹の母樹が存在していたことから、周辺からの散布種子が定着した可能性が考えられます。また、天然更新には、前生稚樹も重要である（森林総合研究所、2010）とされており、今回の調査では把握出来ていませんが、前生稚樹の成長により天然更新した可能性が考えられます。

これらのことから、表土の流出が見られない箇所において、林縁からの距離30m程度に広葉樹の母樹が存在する、前生稚樹が存在する、という条件がそろっている場合は、天然更新が活用できると考えられることから、植栽を行わず植生保護柵の設置による更新が可能であると考えられます。

なお、今回の天然更新では、特定樹種の優占度が高く、高木性樹種の割合が低いという結果が見られました。そのため、未立木地対策として広葉樹等の植栽を行う場合には、前生稚樹や周辺林分の母樹による天然更新の樹種を考慮して、樹種を選定する必要があると考えます。

4 まとめ

本研究では、地域性苗木の植栽を行った林分について森林植生の回復が進んでいることを確認しました。また、土壌の安定状況から植栽の要否を検討することにより、効率的な未立木地対策が可能になると考えられます。

一方で、植栽を行わない場合には、前生稚樹の把握や母樹からの距離の検討など、天然更新に必要な条件の整理を行う必要があります。また、今回の調査は、更新6年目の林分成立段階であることから、今後も継続した状況把握を行う必要があります。引き続き、効果的な未立木地対策を進めていくため、検証を重ねていきたいと思っております。

引用文献

- 1) 独立行政法人森林総合研究所（2013）広葉樹林化ハンドブック 2010 ー人工林を広葉樹林へと誘導するためにー（改訂版）
- 2) 中島寛文・江口則和（2018）天然更新による伐採跡地の森林回復手法の確立（第2報）2013年度～2017年度：愛知県森林・林業技術センター報告 No. 55、1～8
- 3) 藤森隆郎（1997）日本のあるべき森林像からみた「1千万ヘクタールの人工林」、森林科学 19 巻、2～8
- 4) 林野庁（2022）森林総合監理士（フォレスター）基本テキスト

1年生コンテナ苗の植栽試験について ～中間発表～

奈良森林管理事務所 総務グループ 係員 坂部 凌
事務管理官 本谷 駿介

1 はじめに

我が国の森林は、戦後造成した人工林が主伐期を迎えています。木材価格の低迷と造林費用の大きな負担が、主伐・再造林の進まない主な要因となっています。

国有林では、造林コストの低減を図るため、伐採と造林の一貫作業システムを導入して、地拵えなどを省略しているところではあります。

私たちは、更に造林コストの低減ができないかを検討することとして、苗木に着目しました。

伐採と造林の一貫作業システムで使用する苗木は、植栽時期を選ばない「コンテナ苗」を使用します。

通常、「コンテナ苗」は2年生を使用しますが、苗木価格の低減の可能性のある「1年生」のものを使用しました。

ただし、1年生の苗については、2年生の苗に比べて成育期間が短く、根鉢の形成が十分でないことから、生分解性の不織布で根鉢を包んでいるものを選定しました。

以上のことから、2年生コンテナ苗と比較しながら、活着状況、成長量などについて調査することとし、令和元年に試験地を設定し、令和2年に発表したところではあります。

植栽から4年目となる今回は、その中間報告を行います。

2 試験地の概要

試験地の設定場所は、奈良県南西部の野迫川村に所在する桧股国有林です。

ヒノキの生分解性コンテナ苗を、1年生と2年生、それぞれ50本を令和元年6月上旬に植え付けました。

また、試験地を設定している地域では、ノネズミによる被害が確認されていることから、対策として単木保護管を設置しました（図-1）。

◆植栽箇所：奈良県野迫川村

桧股国有林835林班ろ小班

◆標高：1,070m～1,090m

◆植栽本数：

1年生ヒノキコンテナ苗50本

2年生ヒノキコンテナ苗50本

◆苗木：三重県産

◆コンテナ：生分解性（250cc）

◆植栽時期：令和元年6月

◆獣害対策：単木保護管

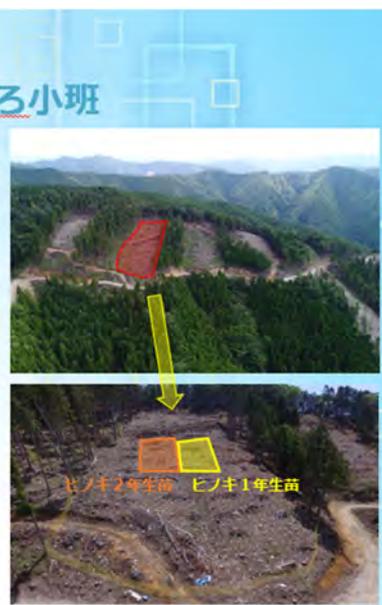


図-1 試験地の概要

3 生分解性コンテナ苗を使用した理由について

コンテナ苗の種類の中で、生分解性のものを選択した理由は、生分解性の不織布を容器としていることから、容器をつけたまま植栽が可能となり、1年生苗のデメリットでもある根鉢が崩れやすい点が解消されることからです（図-2）。

◆生分解性コンテナとは

生分解性（ポリ乳酸）不織布の加工容器を使用したコンテナ苗

◆メリット

- ・容器をつけたままで植栽可能
- ・根鉢が崩れにくい
- ・苗木の抜き取りが容易



図-2 生分解性コンテナの説明

4 成長量調査

成長量の調査時期は、第1成長期終了後の令和2年1月、第2成長期終了後の令和3年3月、第3成長期終了後の令和3年12月の計3回です（写真-1）。



写真-1 成長状況

(1) 根元径の成長状況比較 (図-3)

根元径の成長状況について、第1成長期から第3成長期までの成長量の合計は、1年生で11.1mm、2年生で13mmと大きな差はありませんでした。

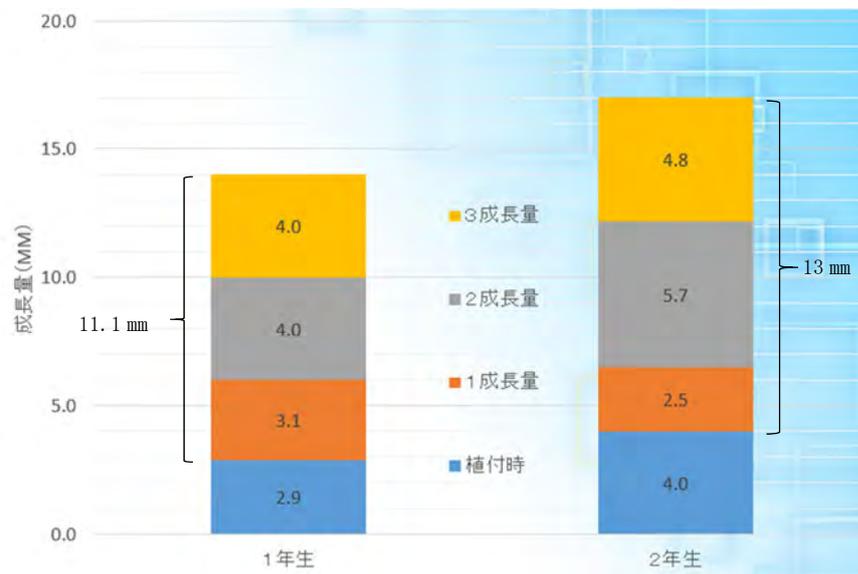


図-3 根元径の成長状況比較

(2) 苗長の成長状況比較 (図-4)

苗長の成長状況について、第1成長期から第3成長期までの成長量の合計は、1年生で101.8cm、2年生で115.8cmとなり、根元径の成長量と同様に、大きな差はありませんでした。

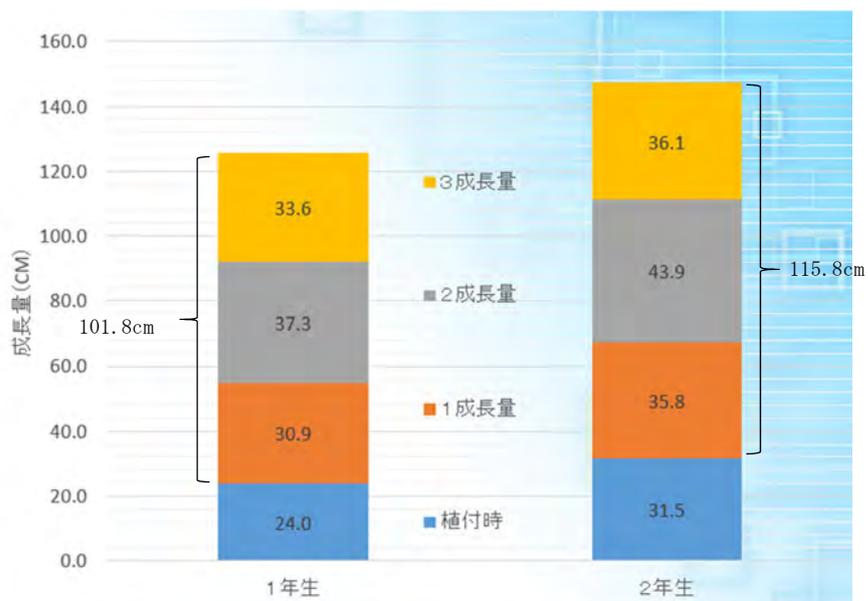


図-4 苗長の成長状況比較

(3) 形状比の比較 (図-5)

1年生苗の形状比は、植栽時点の平均が82.8、令和3年12月時点では89.9となりました。

2年生苗の形状比は、植栽時点の平均が78.8、令和3年12月時点では86.6となりました。

形状比は植栽後、数値が上昇していますが、第2成長期以降は徐々に落ち着いてきています。

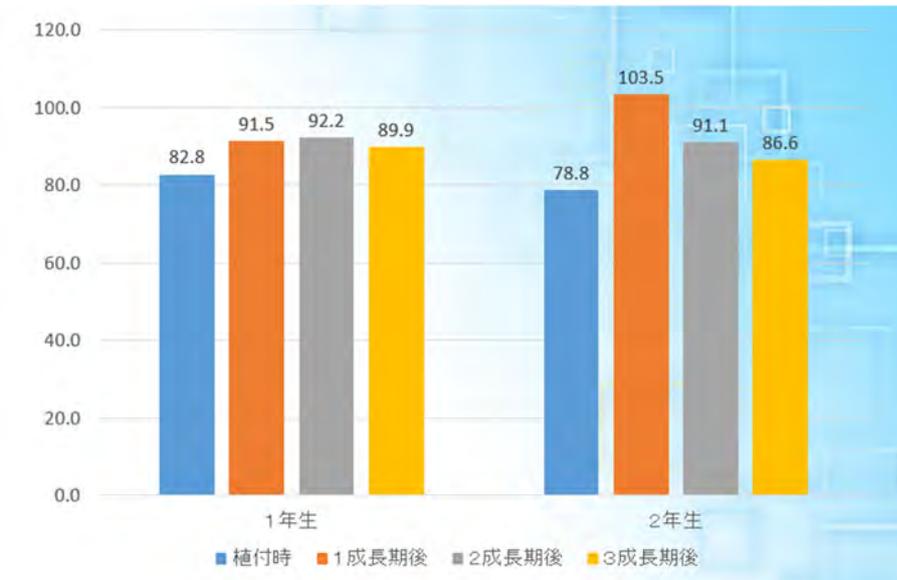


図-5 形状比の比較

(4) 活着状況、根茎の状況 (写真-2)

根茎の状況については、各試験地内において、平均的な成長を示している苗木から1本ずつ掘り取り、根の張り具合などを調査しました。

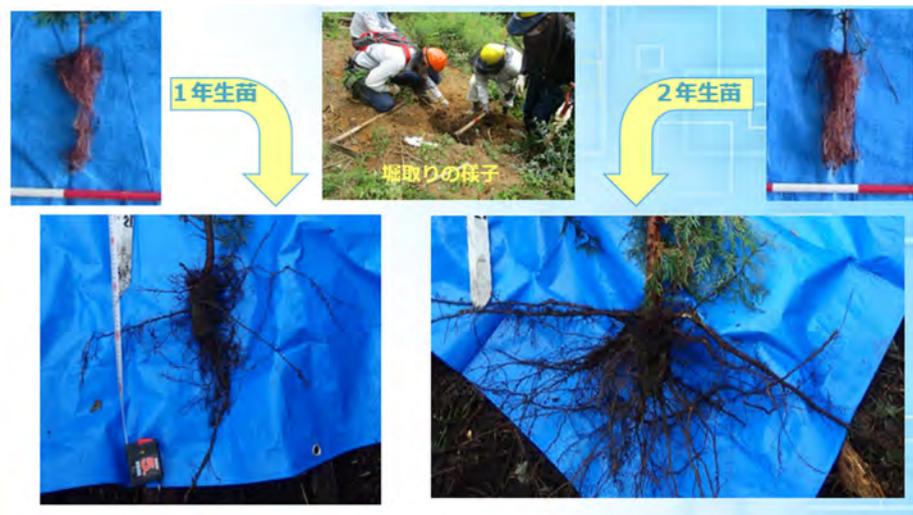
1年生苗については、主根が48 cm、一番長い側根で33 cm、平均的な側根が25 cmでした。

生分解性の不織布は完全に溶解していないものの、根が不織布を突き破って隙間や根鉢上部から張り出していました。

2年生苗については、主根は63 cm、一番長い側根で83 cm、平均的な側根が38 cmでした。

1年生苗と比較して、2年生苗は根の量が多いのが分かりました。

なお、第1成長期終了後の活着率は、1年生・2年生とも、100%に近い数値を示していました。



写真－2 根茎の状況

5 考察

途中経過ではありますが、1年生苗と2年生苗の成長量を比較した結果、根元径、苗の長さとも大きな差がなかったこと、根茎の量に差はあったものの、成長に異常は見られなかったことから、今後も遜色ない成長が期待できると考えています。

また、生分解性の不織布は、根鉢の形状を維持したまま残っていましたが、活着に影響がある様子はみられなかったことから、1年生の生分解性コンテナ苗は、苗木として使用可能であると考えます。

6 今後について

本試験地の今後について、令和元年から始めた調査を、第4・第5成長期まで継続的に実施し、苗木代と、植栽や下刈りにおける造林コストを取り纏めたうえで、総合的なコスト検証を行い、最終報告を行う予定としています。

1年生苗を使用することは、単に安いことだけではなく、成育期間の短縮により、苗木の安定した供給の確保が図られるのではないかと考えています。

また、1年生苗が普及することで、さらなる低コスト化や品質の向上につながり、地域産業の活性化が期待でき、林業の抱える課題の解決策の一つになると考えていますので、今後も検証を重ねていきます。

滑山国有林における 2,000 本/ha 植栽の検証及び造林コストの削減について

山口森林管理事務所 森林情報管理官 平木 里南
係員 竹下 茜
森林技術指導官 佐藤 博雅

1 課題を取り上げた背景

造林コスト削減に向け 1,500 本/ha 植栽が検討されているところですが、当局においては、広島署管内の新元重山国有林の試験地での試験結果を基に、平成 15 年に造林方針書を改正し 2,000 本/ha 植栽に変更されました。しかし、2,000 本/ha 植栽の根拠となった試験地と気象条件等が異なる当所管内の滑山国有林における 2,000 本/ha 植栽（写真－1）の生育状況等の検証が行われていないことから、同国有林内の 3,000 本/ha 植栽箇所（写真－2）と生育状況等の比較・検証が必要と考えました。造林方針書改正後のスギ・ヒノキの 2,000 本/ha 植栽箇所（林齢 18 年～20 年生）と平成 15 年以前に 3,000 本/ha 植栽を行った箇所の胸高直径、樹高、細り率等の生育状況を比較調査し、3,000 本/ha と 2,000 本/ha 植栽との生育状況にどのような違いがあるか検証しました。また、近年行われているコンテナ苗を使用した一貫作業システムや下刈りの省力化などを加味した低コスト造林の取組が 2,000 本/ha 植栽の始まった当時と比較し、どの程度コスト削減につながっているかについて比較・検証を行いました。



写真－1 植栽本数 2,000 本



写真－2 植栽本数 3,000 本

2 調査方法について

(1) 調査位置

調査箇所として選定したのは中国山地西部に位置する滑山国有林です。（図－1）滑山国有林は、山口市徳地に所在し、管内の国有林面積約 8,000ha のうち、約 2,500ha を占めており、県内で最も大きな団地です。平成 16 年から 2,000 本/ha 植栽を導入してきたことから、平成 16 年～18 年に植栽されたスギ、ヒノキの箇所を選定しました。また、比較対象として、3,000 本/ha 植栽箇所もスギ、ヒノキそれぞれを選定しました。



図－1 国有林の位置図（緑色）

(2) 調査方法

調査方法は、新元重山国有林試験地を基準として同様の方法で調査することにしました。標準地調査の要領で、区域内立木の1.2m高の直径、3.2m高の直径、樹高を測定しました。(写真-3) これらの調査結果から、ha当本数、形状比、細り率、Ryを算出しました。



写真-3 測定状況

3 調査結果のまとめ

表-1は広島署管内の新元重山国有林における試験結果です。表の上2段が3,000本/ha植栽、下2段が2,000本/ha植栽のデータです。形状比、細り率を見ても生育に大きな違いは見受けられないという結果が得られています。

表-1 新元重山国有林(広島署管内)試験地結果※平成14年度研究発表収録集より抽出

林小班	林齢 (調査 時点)	植栽本数	樹種	平均直径	平均3.2m 高直径	平均樹高	ha当本数	形状比	細り率 (%)	Ry
755ろ	29	3,000	スギ	19.3		17.4	1,681	90	92.9	0.82
755ち2	30	3,000	ヒノキ	17.1		15.3	2,100	89	92.9	0.88
755ろ	29	2,000	スギ	20.3		19.3	1,660	84	92.4	0.79
755ち2	30	2,000	ヒノキ	17.8		15.2	1,788	85	96.8	0.81

表-2は滑山国有林の試験地結果です。形状比を見るとどの林分においてもおよそ70以下となっており、望ましいと言われる数値に近いものが出ており、3,000本/ha、2,000本/ha植栽に大きな違いはありません。細り率は2,000本/ha植栽箇所のヒノキ林分ではうらごけとなっていますが、若齢であるため、これからの生育に期待ができます。この結果から、滑山国有林においても、3,000本/ha植栽と2,000本/ha植栽が同程度の生育をしていることが確認できました。

表-2 滑山国有林の試験地結果

林小班	林齢 (調査 時点)	植栽本数	樹種	平均直径	平均3.2m 高直径	平均樹高	ha当本数	形状比	細り率 (%)	Ry	本数残 存率 (%)
3ち	26	3,000	スギ	18.52	17.78	11.78	2,547	63.6	96.0	0.77	85
3ち	26	3,000	ヒノキ	14.29	13.31	9.57	2,849	67	93.1	0.65	95
23よ	16	2,100	スギ	13.27	11.73	8.68	1,760	65.4	88.4	0.5	84
12く	16	2,100	スギ	20.3	18.9	14.3	1,362	70.4	93.1	0.64	65
29な	15	2,100	ヒノキ	13.1	11.3	9.1	2,100	69.5	86.3	0.52	100
21ろ	18	2,200	ヒノキ	15.17	12.82	9.85	2,200	64.9	84.5	0.61	100

4 コストの削減について（スギ）

(1) 植栽本数による削減（表－3）

裸苗の植栽本数を 3,000 本/ha 植栽から 2,000 本/ha 植栽へ変更することで 1,000 本/ha 分の苗木代と植え付けコストが削減され、ha あたり 172 千円の削減となりました。

表－3 植栽本数による削減

ha当たりのコスト	苗木代(裸苗) @84.6円	植え付けコスト (運搬・植え付け)	計	備考
3,000本植栽(従来)	253,800円	278,400円	532,200円	
2,000本植栽	169,200円	191,400円	360,600円	
差額	△84,600円	△87,000円	△171,600円	32%削減

(2) 一貫作業システムの導入（表－4）

2,000 本/ha 植栽が導入された平成 16 年当時は地拵え・裸苗による植栽が一般的でした。近年では、伐採から造林までを一体的に行うことのできる一貫作業システムが導入されています。植栽時期が限定されないコンテナ苗を伐採直後に植え付けることで地拵えを省略でき、低コスト化、作業の効率化を図ったものです。価格は裸苗の約 2 倍と高いですが、伐採から間を置かず植栽ができることで、雑草が繁茂するまでの時間が長くなることから、1 年目の下刈を省略することができます。従来の作業と一貫作業システムの植え付けまでの経費を比較したときに、ha 当たり 152 千円の造林コストが削減できることとなります。

表－4 一貫作業の導入による削減

ha当たりのコスト	地拵	植栽	苗木	計	備考
2,000本植栽 (従来)	295,800円	人力運搬 191,400円	裸苗 169,200円	656,400円	
2,000本植栽 (一貫作業システム)	0円	人力運搬・機械運搬可 121,800円	コンテナ苗 383,000円	504,800円	
差額	△295,800円	△69,600円	213,800円	△151,600円	23%削減

(3) 下刈り省略化による削減

下刈りは植栽後 1 年目から 5 年間行っていました。先に説明した一貫作業システムの導入により初年度の下刈りが省略可能となり、その後は下刈り実施の判断を C 区分判定表（図－2）により行い、現地に合わせた回数を実施することで下刈り回数の削減を進める取り組みがなされています。

従来の下刈り 5 回行った場合と、2 回省略した場合とで ha 当たり 139 千円の削減ができることとなります。今後、2.5 回までに減らしていく取組が行われていますが、山口所においては、3 年目に 1 回、最終年度に 1 回の計 2 回で下刈りを完了できる箇所もあり、

さらなる削減が期待できます。

従来：植栽(裸苗)→下刈(毎年・通算5回)

現在：植栽(無地拵・コンテナ苗)→初年度下刈り省略～現地の状況に応じて実施を判断。

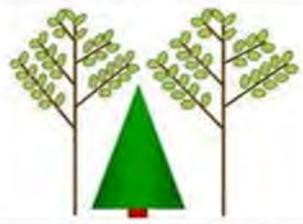
C1	C2	C3
		
樹冠の梢端が雑草木から露出 【下刈省略】	樹冠の梢端と雑草木の高さが同じ 【下刈省略を検討】	樹冠が雑草木に埋もれている 【下刈を実施】

図-2 C区分判定

(4) 結果のまとめ (表-5)

2,000本/ha植栽が導入された当時と一貫作業システムを導入した現在のコストを比較してみると、下刈り回数の削減によりおよそ29%の造林コストが削減されていることが分かります。今後、1,500本/ha植栽へ移行した場合には、さらに下刈り回数を削減することにより一貫作業システムの場合には21%のコスト削減を見込むことができます。

表-5 造林コストまとめ

ha当たりコスト	地拵	植栽	苗木	下刈	合計	削減率
3,000本植栽 (従来)	295,800円	人力運搬 278,400円	裸苗 253,800円	5回 348,000円	1,176,000円	
2,000本植栽 (従来)	295,800円	人力運搬 191,400円	裸苗 169,200円	5回 348,000円	1,004,400円	↓ 29%
2,000本植栽 【一貫作業システム】	0円	人力運搬 (機械も可) 121,800円	コンテナ苗 383,000円	3回 208,800円	713,600円	
1,500本植栽 【一貫作業システム】	0円	人力運搬 (機械も可) 104,400円	コンテナ苗 287,250円	2.5回 174,000円	565,650円	↓ 21%

5 考察

(1) 管理経営の指針や保安林指定施業要件の変更

検証の結果、滑山国有林においても2,000本/ha植栽が3,000本/ha植栽と同程度の生育をしていることが確認され、今後、1,500本/ha本植栽に取り組むうえでの後押しとなりました。しかしながら、滑山国有林はほとんどが水源涵養保安林に指定されており、指定施業要件は最低でもスギが1,700本/ha、ヒノキが1,900本/haとなっています。また、管理経営の指針では、2,000本/haが標準とされているため、これを下回る植栽ができない状況にあり

滑山国有林でも2,000本/ha植栽の生育に問題ない

↓

保安林指定施業要件

- ・スギ：1,700~2,100本/ha
- ・ヒノキ：1,900~2,200本/ha

管理経営の指針

- ・2,000本/ha 標準

図-3

ます。これは、山口所だけで取り組めることではありません。今後、保安林指定施業要件や管理経営の指針(図-3)の変更について、林野庁も含めた検討が必要となります。

(2) 植栽間隔が広がる事の懸念

調査箇所の一部では、つる類が繁茂しており(写真-4)、2,100本/ha植栽したところ1,400本/haまで減少していました。植栽間隔が1.8mから2.2mに広がったことに起因しているかは定かではありませんが、今後1,500本/ha植栽を検討していくうえで、下刈や除伐といった保育作業の必要性の判断が重要になってくるのではないかと考えます。



写真-4 灌木やツル類による影響

(3) 成長の早さが期待できる苗木を検討

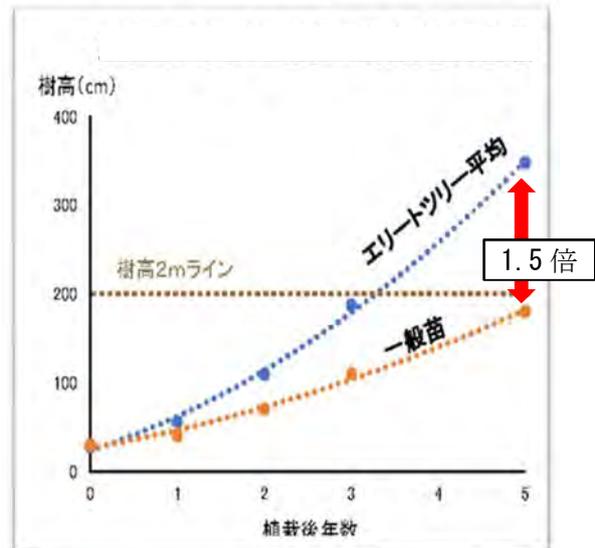
大苗や中苗を導入することにより、さらに下刈りを省略することが可能と考えられます。滑山国有林のようにシカ被害がなく、ウサギ被害が甚大な箇所においては、はじめから大きな苗木を導入することで獣害対策が不要になる可能性も期待できます。

ただし、大苗は運搬・植栽コストが通常よりもかかり増しになるため、条件に応じて導入を検討する必要があります。

またエリートツリー(特定母樹由来苗木)などの初期成長の早さが期待できる苗木を導入することで、下刈省略による造林コストの削減が期待できると考えます(写真-5)。成長速度が1.5倍(図-4)と言われており、順調に活着すれば下刈回数の削減が期待できます。



写真-5 森林総合研究所林木育種センター関西育種場より提供



※林野庁「再造林の推進」より抜粋

図-4 エリートツリーと一般苗木の樹高成長の推移

(4) 獣害対策におけるコスト削減が課題

滑山国有林においては、ウサギによる食害被害が多く見受けられており、防護柵や単木保護管の設置を行っています。獣害対策コストの削減が昨今の大きな課題です。

現在行っている取り組みのひとつが支柱の代わりに立木を利用する方法です。(写真

ー6) 他に削減の可能性として考えられることは、ネットの素材を変更することです。
現在、使用しているネットは高さ1m、5cm目合いのもので、全面にステンレスが入っていますが、月1回程度の点検において、ウサギがネットを噛み切ろうとした形跡が確認されていないことから、ステンレスが入っていないものに変更することで低価格で同等の効果が得られると推察されます。ネットの種類も多くあるため、一概にはいえませんが、資材費を100m当たり1/3程度に抑えることが可能と考えます。



写真-6 立木を使用した柵の設置



写真-7 単木保護管の設置状況

その他の対策として、単木保護管（写真-7）を設置していますが、現在使用している保護管はプラスチック製の1組約500円のもので、1本1本を保護するため効果は高く日常点検の手間は少ないと感じています。

しかし、撤去に多大な費用がかかることが課題の1つです。そのため、生分解性の支柱や結束具、ネット状のものを使用し、撤去の手間を少しでも減らす工夫が必要であるといえます。

6 今後の取組

1,500本植栽に向けて林野庁をはじめ各局で取組が進められているところですが、地形や植生などの自然条件に応じて取捨選択をしながら、より低コスト造林事業を進めていけるよう取り組んでまいりたいと考えています。

低コスト造林への挑戦
～低密度植栽地の調査結果から最適な再造林に向けて～

岡山森林管理署	森林整備官	片岡	彰
	係員	○芦谷	初樹
	係員	○赤瀬	誠太郎
	係員	根村	輝
	係員	伊藤	由希

1 研究背景

(1) 低密度植栽の背景

戦後造林した林分の成熟により主伐が推進されている中、森林の多面的機能を維持していくためには、主伐後の再造林を確実に実施し成林させていくことが必要です。

令和3年6月に閣議決定された新たな森林・林業基本計画では、社会経済生活の向上とカーボンニュートラルに寄与する「グリーン成長」を実現することとし、5つの柱の施策に取り組むこととされています。その中では、森林の循環利用を進めつつ、再造林や複層林化を推進し、伐採から保育に至る収支のプラス転換を可能とする、「新しい林業」に向けた取組を展開することとされています。

そうした中、森林育成にかかる現況としては、林業従事者数の推移をみると減少の一途を辿っており、特に育林従事者において顕著です。また、育林経費のうち造林初期費用の割合は約7割にも上ります。このような現状もあり、民有林において主伐面積に対して再造林面積は3～4割程度で推移している状況です。森林の持つ多面的機能の維持や、グリーン成長実現のためには、造林費用の低コスト化等によって、森林所有者等の林業経営への意欲を向上させることが求められています。

低密度植栽では、従来よりも植栽本数を減らすことにより、苗木購入費や植栽労務費、間伐回数を縮減し、再造林や保育の低コスト化を図り、再造林を推進することを目的としています。

(2) 近中局管内での取組状況

昭和47年～48年度、大苗の低密度植栽による地拵、植付、下刈工程の省力化の検討のために、広島森林管理署管内に所在する新元重山国有林（広島県福山市）に試験地が設置され、継続的な調査の結果、スギ、ヒノキ共に低密度植栽による森林施業でも問題なく木材生産は可能であると報告がありました。（岩田ら2002）近畿中国森林管理局では、その結果を基に、平成15年度に管理経営の指針を改定し、管内の標準的な植栽本数を2,000本/haとしました。それに伴い、岡山森林管理署でも、平成19年度から2,000本/ha植栽を基本とし、木材価格の低迷や林業従事者減少等の時代の流れに併せて、造林の低コスト化について取り組んできているところです。

(3) 懸念点と課題

造林費用の低コスト化のため2,000本/ha植栽を標準化してから、岡山署では約15年経過していますが、その生育状況の経過については検証されていない状況でした。また、低密度植栽は、植栽本数の低減によりうっ閉するまでの期間が、通常より長期化することが予想されます。それによって、下刈り期間の長期化による造林コストのかかり増し等が懸念されており、林地保全の観点からも、伐採後、裸地化した林分の保全を図るためには、伐根の緊縛力が衰退する前に、早期にうっ閉を図り、森林を育成していくことが必要となってきます。しかし、植栽密度ごとの初期のうっ閉期間については、調査されたデータは無く、2,000本/ha植栽から更なる低密度植栽に移行するうえで、将来予測が立たず、懸念が生じている状況でした。

2 目的

(1) 2,000 本/ha 植栽地の生育状況調査

岡山署管内の 2,000 本/ha 植栽箇所において、植栽木が順調な成長を遂げているか生育状況を調査し、初期成長の生育評価を行うこととしました。

(2) 植栽本数別低密度植栽試験地の生育状況調査

ヒノキの低密度植栽試験地にて、植栽密度毎に生育状況を調査し、同林齢の 2,000 本/ha 植栽地の調査結果と比較し、生育評価をすることとしました。その結果から、低密度植栽を行った場合でも健全な森林育成が可能か検討することとしました。

(3) 植栽密度毎のうっ閉期間予測

下刈り期間の長期化や林地保全の観点から、うっ閉期間についても注目することとしました。植栽密度ごとのうっ閉期間を予測し、低密度植栽においても 2,000 本/ha 植栽地と同程度の期間でうっ閉することが分かれば、初期段階において健全な森林育成が可能ではないかと考えました。

3 調査対象地について

(1) 2,000 本/ha 植栽地

7 年生から 12 年生の 6 か所の造林地で調査を行いました。保安林の指定施業要件で決定されている、下限植栽本数から 2,100 本/ha で植栽されている箇所についても、選定しております。また、林齢 13 年生以降については、枝張り長の測定に影響が出るほど、隣接木間で枝が触れ合い、対象木の枝の判別が難しい状況等があったため、今回は 12 年生までの調査としました。調査地の選定に当たっては低密度植栽試験地と同条件とするため、苗木種はヒノキのコンテナ苗、地位は 2 等級相当の箇所を選定しました。概要及び位置図については、図-1、表-1 のとおりです。

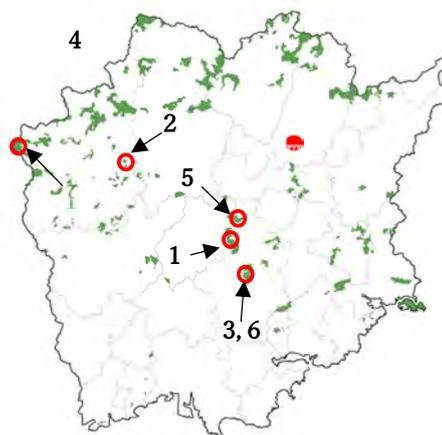


図-1 2,000 本植栽地 位置図

表-1 2,000~2,100 本植栽地の概要

No	林齢 (R4 年時)	国有林名	林小班	植栽本数
1	7 年生	加茂山	835 る 2	2,000 本
2	8 年生	赤滝	526 ほ	2,100 本
3	9 年生	土倉山	855 わ	2,000 本
4	10 年生	三室	702 い 1	2,100 本
5	11 年生	小本宮	830 い 1	2,000 本
6	12 年生	土倉山	853 に	2,000 本

(2) 植栽本数別低密度植栽試験地

調査対象地に選んだ低密度植栽試験地は、日本森林技術協会委託の試験地で、試験は令和 2 年度に既に終了していますが、今回 7 年生になった現在の林況を調査し、低密度の可能性を探ることとしました。試験地内は 1,100 本/ha 区、1,600 本/ha 区、2,500 本/ha 区の 3 区画があり、0.5m 間隔に差が出るよう植栽密度が設定されています。地位に関しては、試験地林縁部の樹高を測定（尾根・谷計 10 本）し、その結果から 2 等級に決定しました。

試験地の概要は表-2 のとおりです。

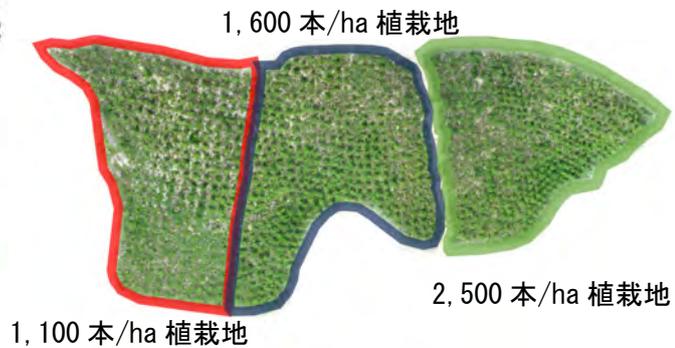
表－2 植栽本数別低密度植栽試験地の概要

場 所	加茂山国有林 839 に 4 林小班（岡山県吉備中央町）		
苗木種	ヒノキ コンテナ苗		
林齢（R4年時）	7年生（平成28年12月植栽）		
植栽密度	1,100本/ha	1,600本/ha	2,500本/ha
植栽面積	0.29ha	0.39ha	0.37ha
植栽間隔	3.0×3.0m	2.5×2.5m	2.0×2.0m
植栽本数	323本	468本	700本
地 位	2等級		
標 高	350～370m		

試験地位置図、オルソ化した写真は図－2、図－3のとおりです。試験地上空写真については、左から、1,100本/ha植栽地（左）、1,600本/ha植栽地（中）、2,500本/ha植栽地（右）です。



図－2 試験地位置図

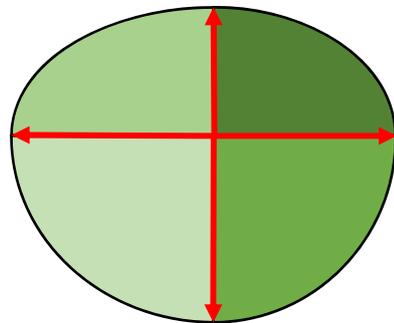


図－3 試験地上空写真（オルソ化）

4 方法

(1) 調査方法

2,000本/ha植栽地及び、植栽本数別低密度植栽試験地共に、樹高、胸高直径、根元径、樹幹面積の4項目について調査しました。樹高は、地際に箱尺を立て目視で測定、胸高直径及び根元径は、基本的にデジタルノギスで測定し、ノギスの測定限界幅（152mm）以上の対象木のみ直径巻尺で測定しました。樹冠面積は、コンベックスで等高線方向2か所及び斜面方向2か所の枝張り長を測定し、4方向の枝張り長を基に決定しました。決定方法としては、隣接した2方向の枝張り長から算出した楕円形の面積を4分の1した扇形の面積をそれぞれ4つ算出し、その合計から各植栽木の樹冠面積を決定しました。（図－4参照）調査本数は、2,000本/ha植栽地では、各調査対象林小班的の植栽間隔が均一で標準的な箇所では30本以上調査することとしました。試験地では各植栽密度区の植栽本数の、5%以上を標準的な箇所では調査することとしました。そのため、1,100本/ha区では21本、1,600本/ha区では31本、2,500



図－4 樹冠面積算出図

本/ha 区では 40 本、各調査を行いました。

調査時期は、樹木の夏期成長を考慮し、2,000 本/ha 植栽地、試験地ともに 9 月上旬から 10 月中旬に実施しました。

(2) うっ閉期間の予測方法

本発表では、樹冠疎密度が 0.8 に達した状態をうっ閉と定義しました。予測するに当たっては、7 年生から 12 年生の樹冠面積の平均結果をグラフ化し、成長曲線を作成しました。成長曲線は、累乗近似と指数近似を比較し、R² 乗値の高い近似曲線を採用することとしました。その後、植栽密度毎にうっ閉に必要な一本当たりの樹冠面積を算出し、その面積に到達する期間を、作成した成長曲線からうっ閉期間を予測しました。

5 結果

(1) 調査結果 (2,000 本/ha 植栽地)

林齢別の調査結果については図-5～8のとおりです。

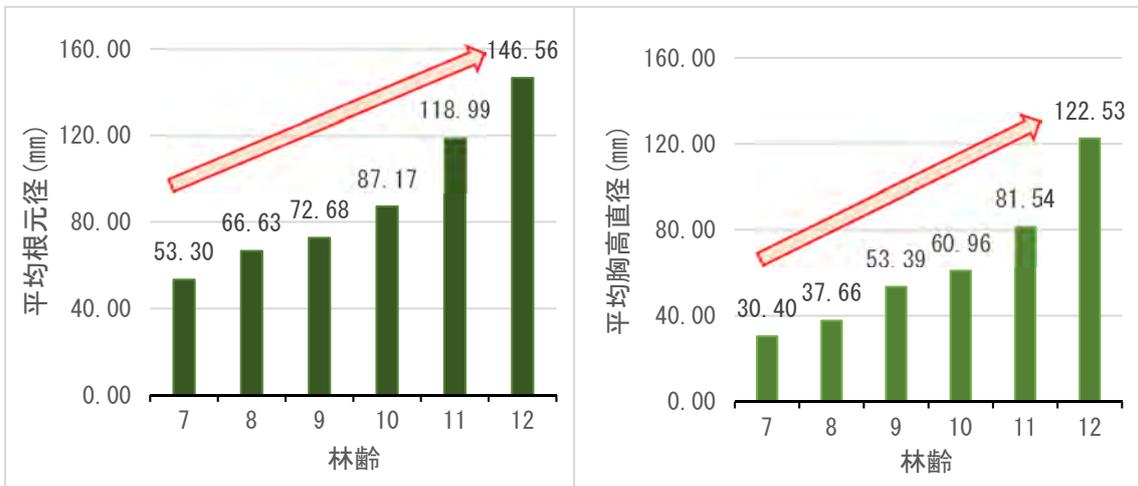


図-5 平均根元径

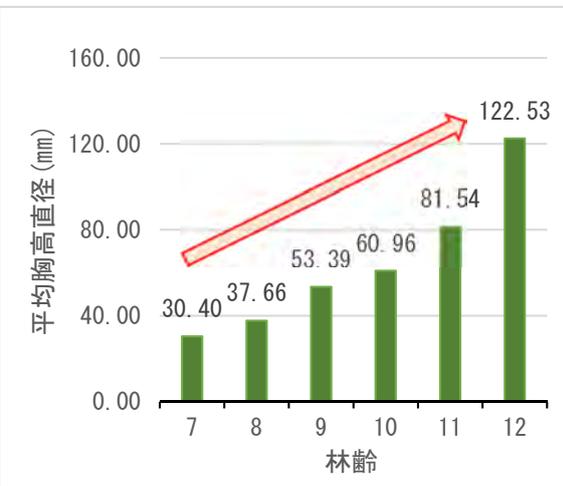


図-6 平均胸高直径

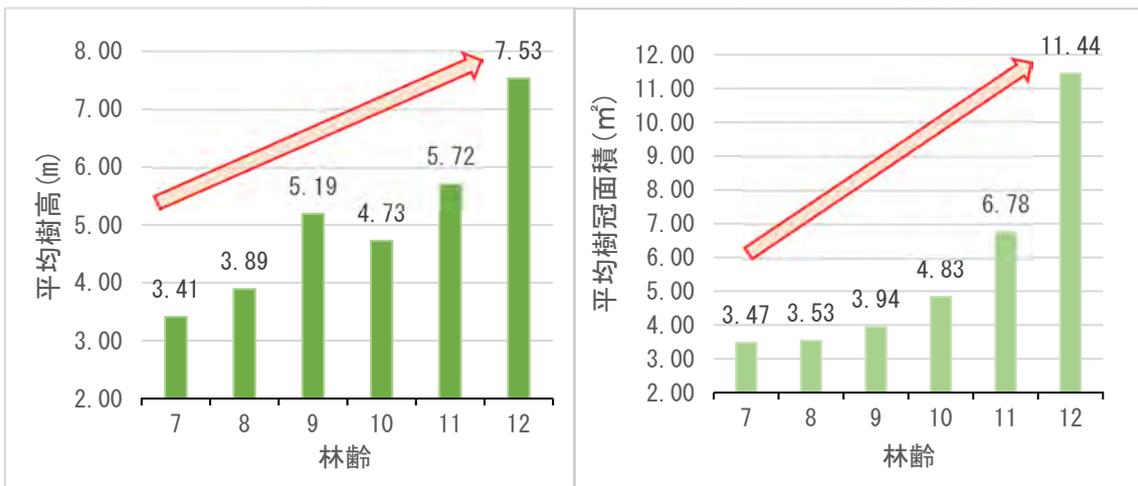


図-7 平均樹高

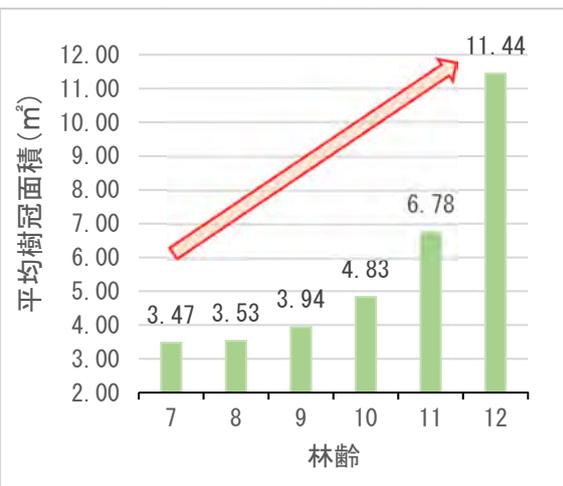


図-8 平均樹冠面積

グラフからわかるとおり、どの調査結果においても林齢の増加とともに順調に成長していることがわかりました。

(2) 調査結果 (植栽本数別低密度植栽試験地)

低密度試験地の調査結果については、2,000 本/ha 植栽地の生育状況との比較を行いました。(図-9～12)

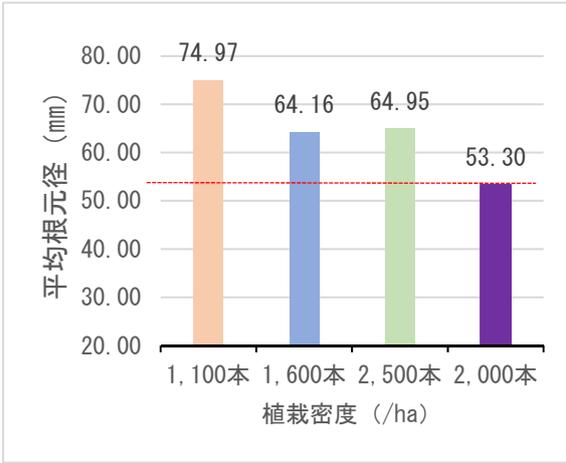


図-9 平均根元径

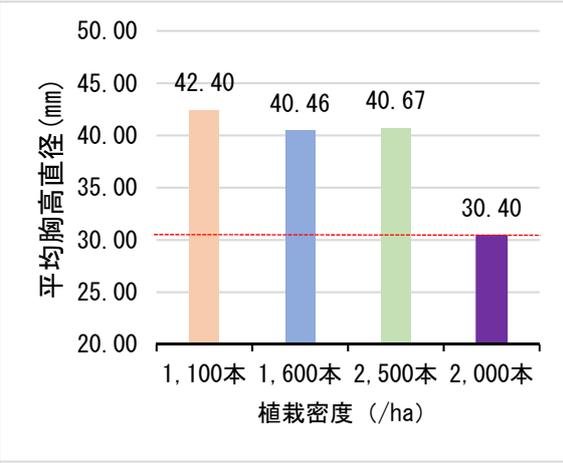


図-10 平均胸高直径

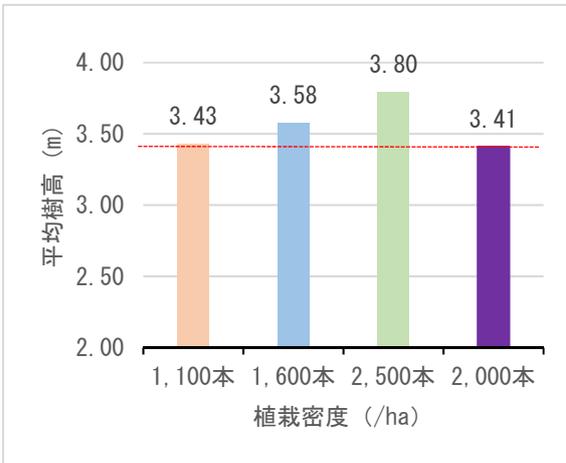


図-11 平均樹高

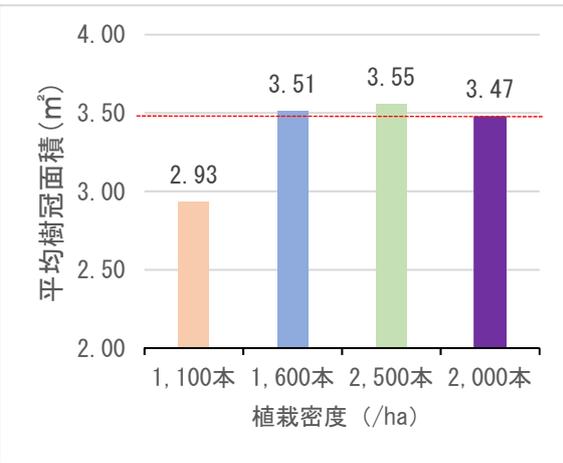


図-12 平均樹冠面積

一番右のグラフが、今回調査した7年生の2,000本/ha植栽地（加茂山835る2林小班）の調査結果です。低密度植栽地全般的に、2,000本/ha植栽地よりも良好に生育していることがわかりました。

(3) うっ閉期間予測結果

予測は、指数近似を用いて行いました。作成した成長近似曲線及び、うっ閉期間予測表は図-13、表-3のとおりです。予測の結果、植栽密度毎のうっ閉期間は、1,100本/ha植栽地では11年0か月、1,600本/ha植栽地では9年5か月、2,000本/ha植栽地では8年5か月、2,500本/ha植栽地では7年6か月、それぞれ必要であることがわかりました。1,600本/ha植栽地においては2,000本/ha植栽地と比べて、うっ閉に達する

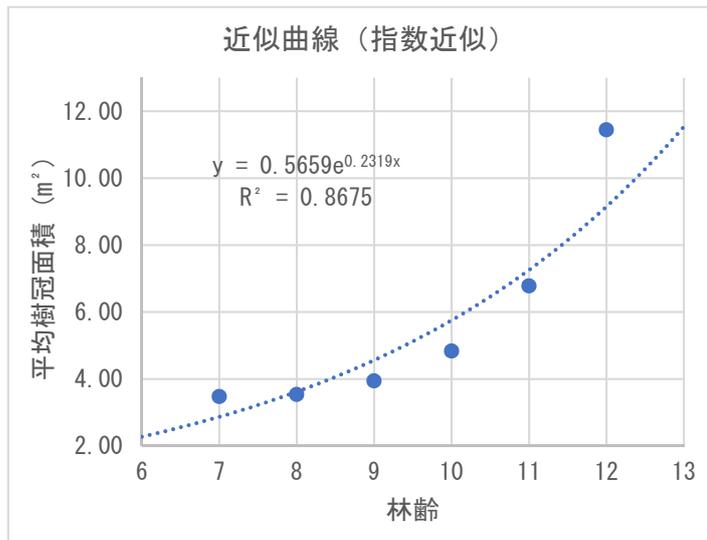


図-13 平均樹冠面積の成長曲線（指数近似）

までに1年程度の遅れがありますが、概ね同程度の期間であることがわかりました。以上のことから、1,600本/ha植栽では初期段階において、2,000本/ha植栽と同様に健全な森林育成が可能ではないかと考えます。

表-3 うっ閉期間予測表

植栽密度	一本当たり必要な樹冠面積	うっ閉期間予測結果
1,100本/ha	7.273m ²	11年0か月
1,600本/ha	5.000m ²	9年5か月
2,000本/ha	4.000m ²	8年5か月
2,500本/ha	3.200m ²	7年6か月

6 考察

(1) 植栽経費（植栽労務費、苗木代）の比較

条件を固定し、1,600本/ha植栽地と2,000本/ha植栽地の植栽に係る経費を積算し、比較しました。その結果、1,600本/ha植栽地では2,000本/ha植栽地と比べて、約2割の経費削減が可能と考えます。

(2) 間伐工程の予測

間伐工程の予測には、林分密度管理図を用いて行いました。予測条件としては1回目の間伐を保育間伐（存置型）とし、Ryは0.7から下げ幅0.1、2回目以降の間伐は保育間伐（活用型）を想定し、Ryは0.75から下げ幅1.5で、主伐期における立木本数が700~900本程度になるようにシミュレーションしました。（図-14参照、右から3,000本/ha植栽地、2,000本/ha植栽地、1,600本/ha植栽地）工程予測の結果、それぞれ3,000本/ha植栽地では3回、2,000本/ha植栽地では2回、1,600本/ha植栽地では1回（1,100本/haでは無間伐）となり、1,600本/ha植栽地では、2,000本/ha植栽地よりも1回間伐回数が削減できる予測となりました。

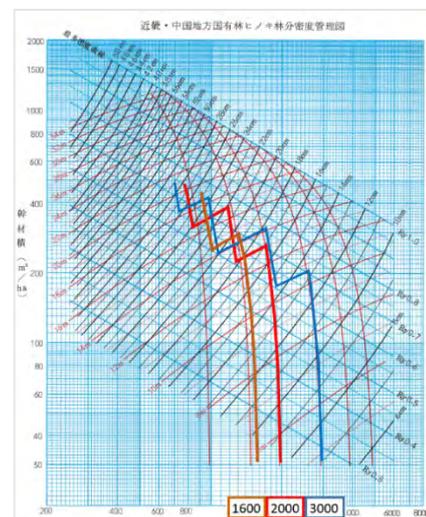


図-14 林分密度管理図

7 まとめ

今回の調査から地位2等級の並材生産を行うヒノキ林に関しては、1,600本/ha植栽地であっても2,000本/ha植栽地と同様に健全な森林育成ができる可能性が示されました。また、1,600本/ha植栽は植栽経費や間伐経費の軽減が期待でき、更なる低コスト造林により、主伐後の確実な再生林に寄与できる可能性があると考えます。

参考文献

- 1) 岩田幸治、村上隆史 植栽本数の違いによる成林状況の一考察：平成14年度森林・林業交流研究会発表集録、26~32、2002
- 2) 林野庁：スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針、2020
- 3) 林野庁：再生林の推進、2020
- 4) 林野庁：令和2年度低密度植栽技術追跡調査に関する委託事業報告書、2021

低密度植栽地（ヒノキ）の現況と再生林の省力化に向けた取組

広島北部森林管理署 総務グループ 係員 清水 康平
業務グループ 係員 山本 伊織

1 課題を取り上げた背景

「森林・林業基本計画」では、従来の森林施業を見直し、技術開発が進みつつある新技術を活用して、伐採から再生林・保育に至る収支プラス転換を可能とする「新しい林業」を展開することとされています。当署管内の篠原山国有林では、平成4年度に超低コストな施業方法「合自然的森林施業方法の確立」試験地を設定し、10年間の生育調査を実施しており、植栽から30年が経過した現在の林分を改めて調査・分析しました。

2 経過

平成4年度に設定した試験地は、平成5年3月に自然的区1,000本/ha、1,500本/haと対照区3,000本/haの植栽を行い、自然的区は、苗間・列間が異なる長方形植えとして下刈り作業を省略しました。

平成24年度に灌木の伐採を含む間伐（材積率19%）を行い、現在に至っています。

今年度、植栽から30年が経過したことから、試験地設定当時のプロットを再現し、胸高直径、樹高、材質（応力波伝播法）、細りなどの調査を行いました。

表-1 試験地の概要

場所	広島県神石高原町 篠原山国有林 733-Iか林小班
標高	600~680m
傾斜	中(15~30度)
方位	西
地質	中生層
土壌型	BB
年間降水量	1,366mm(油木)

(1) 植栽から10年間の成長

植栽から10年が経過した平成15年度（写真-1）の調査では、自然的区は下刈りを省略したことで灌木と植栽木が競合していますが、植栽木の生育は確認できます。



写真-1 植栽から10年後の生育状況

(2) 植栽から10年間の成長量

植栽から10年間の成長量（図-1）は、根元径において、1,500本区85mm、1,000本区76mm、対照区123mmとなっており、下刈りの有無が、根元径の成長に影響、樹高においては、1,500本区504cm、1,000本区459cm、対照区626cmとなっており、地形的条件が樹高の成長に影響があったのではないかと平成8年度に報告された初期成長の結果において分析されています。

(3) 間伐等の実施

平成 24 年度に樹幹のうっぺいや灌木との競合が著しくなったことから、灌木の伐採を含め材積率 19%の間伐を行っています。そこで、植栽当時の森林施業に掛った経費比較（表－2）をしたところ自然的区 16.4 人/ha、対照区 50.7 人/ha となり、下刈を省略したことで人工数に差が出た結果となっています。



図－1 植栽から10年間の成長量（根元径・樹高）

表－2 森林施業に掛った経費等の比較

以上が、平成 24 年度までの経過となっています。

年度	作業種	自然的区		対照区		備考
		自然的区	対照区	自然的区	対照区	
4	地ごしらえ	8.3	12.2			平成4年11月
	植付	7.8	9.4			平成5年3月
6	下刈			4.5		
	つる切			3.8		
7	下刈			4.6		
8	下刈			4.6		
9	下刈			5.3		
24	間伐	0.3	6.3			間伐率19% 灌木の伐採を含む
計		16.4	50.7			

3 植栽から30年経過した林分の調査分析

試験地設定当時の調査プロットを現地で再現し林分状況、胸高直径、樹高、材質（応力波伝搬法）、細りなどの調査を行いました。

(1) 林分状況の比較

試験地全体の生育状況は、いずれも良好で大きな差がないように見えます。（写真－2～4）

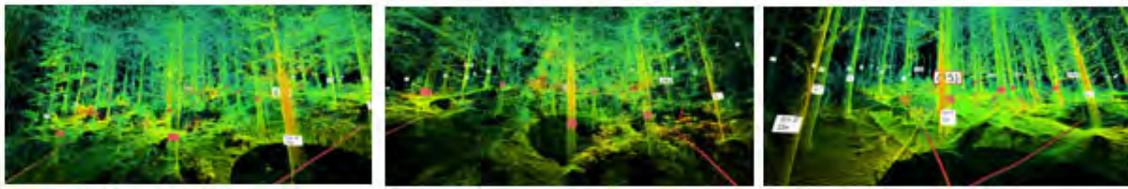


自然的区①1,500本区

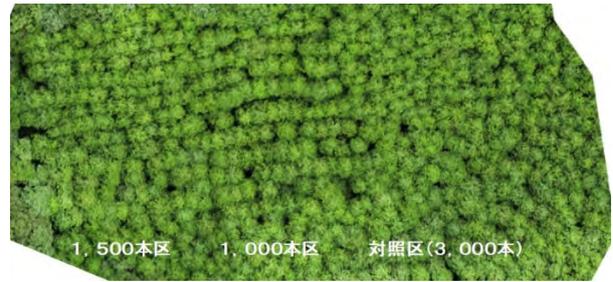
自然的区②1,000本区

対照区 3,000本区

写真－2 令和4年9月の生育状況



自然的区①1,500本区 自然的区②1,000本区 対照区3,000本区
 写真-3 令和4年9月の生育状況（地上レーザ）



点群データ オルソ画像
 写真-4 令和4年9月の生育状況（ドローンレーザ）

(2) 胸高直径・樹高の調査

調査プロット内の平均胸高直径は、1,500本区 23.5cm、1,000本区 22.9cm、対照区 22.3cm となり、大きな差がない状況です。平均樹高は、1,500本区 15.7m、1,000本区 12.4m、対照区 16.0m となり、1,500本区と対照区に大きな差がない状況です。

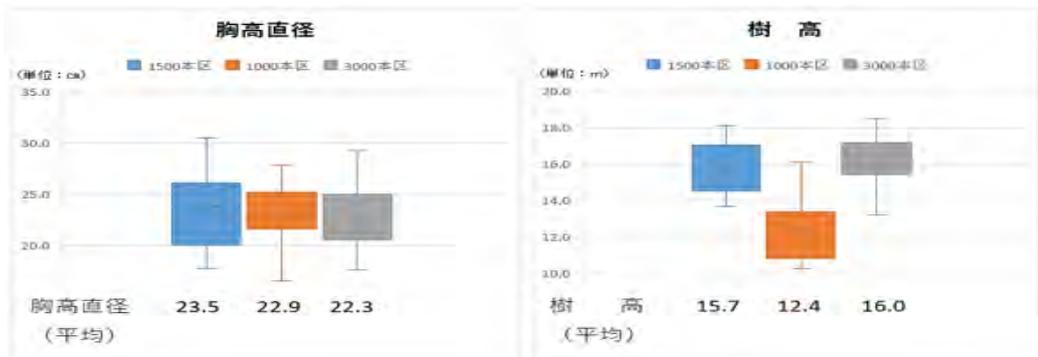


図-2 令和4年9月の調査結果（胸高直径、樹高）

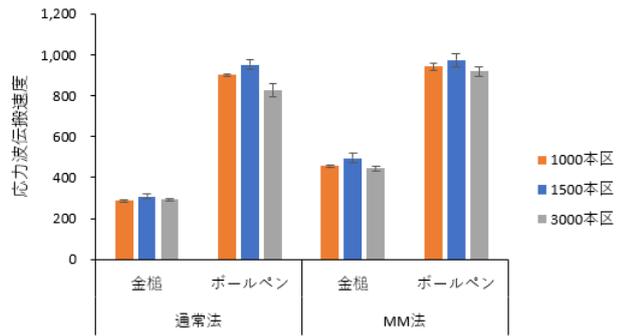
(3) 材質調査（応力波伝播法）

広島県立総合技術研究所林業技術センターの協力を得て、FAKOPP を用いて立木における材質調査を実施しました。調査方法は、通常方式と鳥取県林業試験場研究員 桐林真人氏が考案された幹の両端を挟み込んで計測するMM法とし、打撃については、FAKOPP 付属の金槌と改良ボールペン打撃による調査としました。



写真-5 FAKOPP 調査

調査結果として、応力波伝搬速度を比較したところ、いずれの植栽区においても大きな差はなく「密度別の植栽方法の違いは、強度に与える影響はほとんどない」という結果となりました。



※誤差棒は標準誤差を表す。

図-3 応力波伝搬速度

(4) 細り調査

胸高直径やFAKOPPの結果により各プロットから選木した標準木を伐採して細り調査を行ったところ、根元から6mまでは大きな差がないことが分かりました。

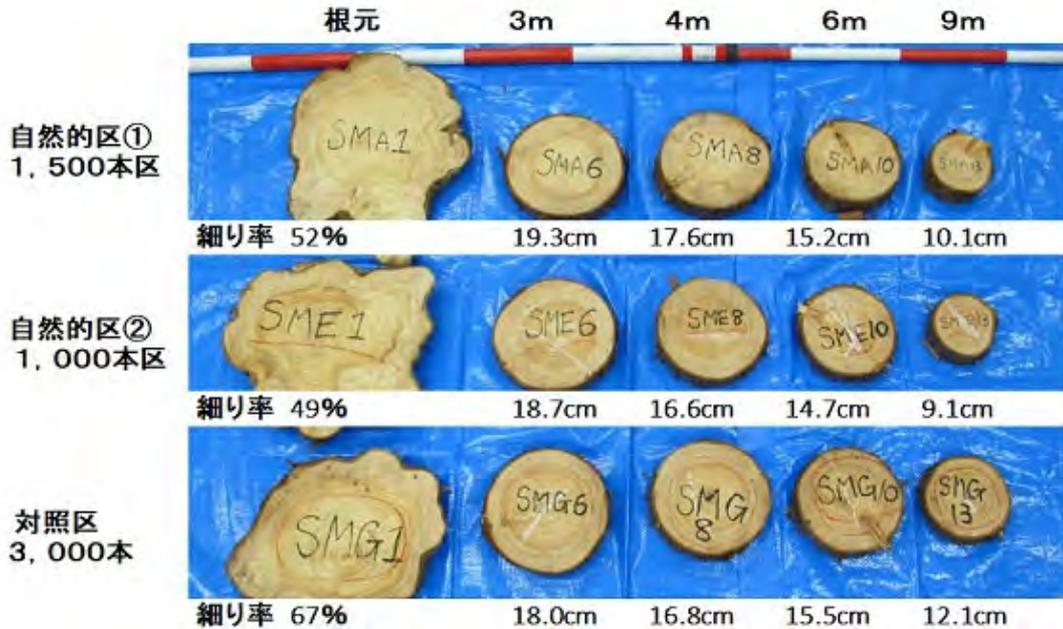


写真-6 細り調査

※細り率：3mと9mとの直径比率

4 考察・謝辞

植栽から30年が経過した低密度植栽地の調査等の結果、1,500本区と対照区の成長に大きな差がないことが分かりました。しかし、試験地の面積や調査本数は少ないため、この成果をそのまま新技術として展開するのではなく、有識者のご意見をいただきつつ、関係機関等と連携・情報共有を図って行きたいと考えています。

また、今回の調査にご協力いただいた、広島県立総合技術研究所林業技術センター、株式会社竹谷商事の皆様にご心よりお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 弘兼光秀 (1996) 平成8年度林業技術研究発表「合自然的造林方法の確立 (第一報) (福山営林署)

新たな造林樹種の選択に係る一考察 ～早生樹「コウヨウザン」の初期成長について～

森林技術・支援センター 森林技術普及専門官 黒瀬 祐二

1 はじめに

(1) 背景

戦後造成された人工林の多くが利用期を迎え、今後は森林資源の循環利用を進める時期に入っています。

しかしながら、木材価格の低迷等による採算性の悪化により、林業関係者の経営意欲は低下し、主伐・再造林が順調に進んでいない状況にあります。

また、近年頻発する気象災害により、森林の大切さが改めて見直されており、主伐後の再造林は、単なる木材の生産のみならず、適切に森林の公益的機能を発揮させるという観点からも重要になっています。

さらに、人工林の造林樹種の大半はスギやヒノキで画一化されており、川下に対する多様なニーズに応える必要があります。

そこで、従来の造林樹種以外で、良好な初期成長が見込める樹種を新たに選定することで、林業関係者の意識改革の一助に成り得ることができないか考えました。

(2) コウヨウザンとは

コウヨウザンの詳細は、以下のとおりです（写真－1）。



写真－1 広島県庄原市の私有林に成林するコウヨウザン（50 数年生）

学名：Cunninghamia lanceolata

科名、属名：ヒノキ科 コウヨウザン属
常緑針葉樹

分布：中国南部、台湾

特性：幹は通直、耐久性・耐腐朽性に優れる

曲ヤング率、圧縮強度：スギと同程度

材の利用：建築材、家具材（中国）

日本には江戸時代後期に渡来したとされ公園や寺社に単木的に植栽されています。

東北から九州まで幅広く植栽されており年平均気温が 12℃以上の照葉樹林が生育に適した場所とされています。

スギの代替材として期待されている樹種です。

幼齢時のコウヨウザンの面白い特徴として、幹からも着葉するということが挙げられます。この葉は、幹が太くなるにつれて徐々に減少し、胸高直径が 10 cm を超えると着葉量はわずかになります。

2 調査の概要

岡山県の西部、新見市内の赤滝国有林の試験地において、平成 27 年にコウヨウザン、スギを植栽し、令和 3 年までの 7 年間で、それぞれの平均樹高、平均根元径の成長量調査を行いました。

植栽試験地の詳細は、以下のとおりです（図－1）。



当初は、植栽密度別の成長量について調査を行う予定でした。しかしながら、植栽後、全区域にわたりノウサギの食害を受けたため、翌年に獣害防護ネットを施工しました。その後の調査は、被害を免れた健全木を中心に継続的に行いました。

コウヨウザンの2年生時、7年生時の生育概況は、以下のとおりです（写真－2、写真－3）。



写真－2 コウヨウザン
2年生時



写真－3 コウヨウザン
7年生時

2年生時には1mを超える個体が、7年生時には6mを超える個体が出現しました。その一方で、スギの7年生時点での最大樹高個体は3.8mでしたので、目視だけでもコウヨウザンの旺盛な生育状況が確認できました。

3 調査結果

(1) 成長量調査及び分析結果

平成27年～令和3年の平均樹高の推移、令和3年時点の樹高の分析結果は、図-2及び図-3のとおりです。

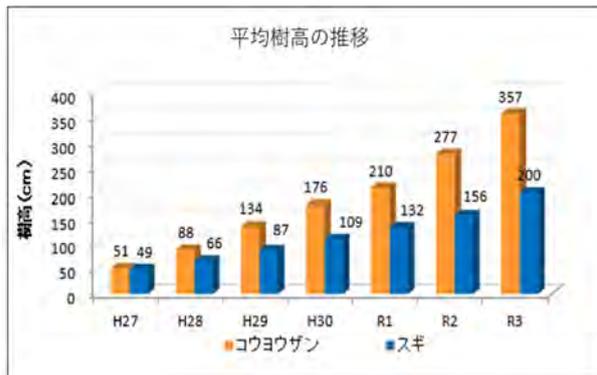


図-2 平均樹高の推移

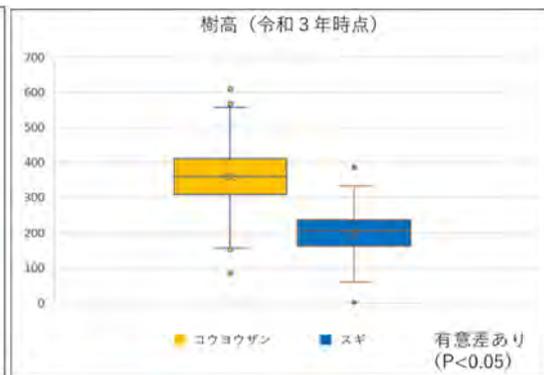


図-3 樹高分析結果

平成27年度から令和3年度までのコウヨウザン、スギの平均樹高の推移を比較しました。平成28年（2年生時）から差が開きはじめ、最終的に、コウヨウザンは、スギに対して約1.8倍となったことが確認できました。

コウヨウザン、スギの樹高について、詳しく分析を行いました。令和3年（7年生時点）でt検定を行ったところ、樹高において有意な差が確認できました。

植栽前の樹高においてもt検定を行ったところ、樹高に有意な差はありませんでしたので、樹高に関しては、この7年間の成長において有意な差が生じたことが確認できました。

次に、平成27年～令和3年の平均根元径の推移、令和3年時点の根元径の分析結果は、図-4及び図-5のとおりです。

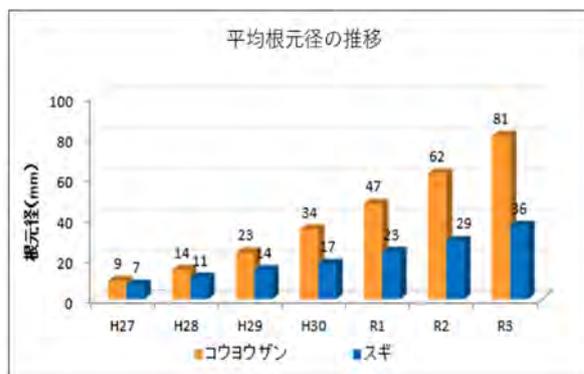


図-4 平均根元径の推移

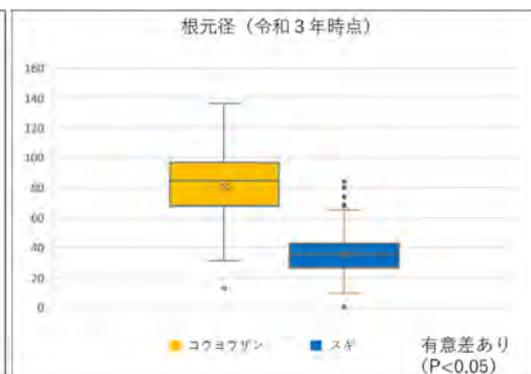


図-5 根元径分析結果

コウヨウザン、スギの平均根元径の推移についても比較しました。平成 29 年（3 年生時）から、スギとの差が開きはじめ、平成 30 年（4 年生時）からはその差が倍以上となりました。最終的に、コウヨウザンはスギに対して約 2.2 倍となったことが確認できました。

コウヨウザンとスギの根元径についても、詳しく分析を行いました。令和 3 年（7 年生）時点で t 検定を行ったところ、根元径においても有意な差が確認できました。

植栽前の根元径においても t 検定を行ったところ、すでにコウヨウザンが大きく、この時点から有意な差があることが確認できました。

4 初期保育の課題

コウヨウザンはスギと比較して旺盛な成長が確認できましたが、ノウサギの被害に遭いやすいという大きな課題も見つかりました。

ノウサギの被害状況は右のとおりです。葉の先端の若い芽が、被害されています（写真-4）。

令和元年（5 年生）時点における、ノウサギによるコウヨウザン、スギの被害率は、図-6 及び図-7 のとおりです。

コウヨウザンの被害率 85% で、甚大な被害となりました。その一方で、スギの被害率は 33% で、ノウサギはコウヨウザンに対して強い嗜好性があることが窺えます。

今回の試験地以外の他のコウヨウザンの植栽地においても、ノウサギによる被害は報告されており、初期保育の最大の課題はノウサギの被害対策になります。

当試験地においても、ノウサギの被害を受けた 2 年目に獣害防護ネットを施工しました（写真-5）。

しかしながら、ノウサギの侵入を完全に防ぐことは難しいため、今年度からノウサギ専用罠「ノウサギ N 型誘引捕獲罠」を設置して、ノウサギの数そのものを減らす取組も行っております（写真-6）。

今後は低コストで効果的な被害対策の開発が必要になると考えます。

ノウサギによる被害痕



写真-4 ノウサギの被害状況

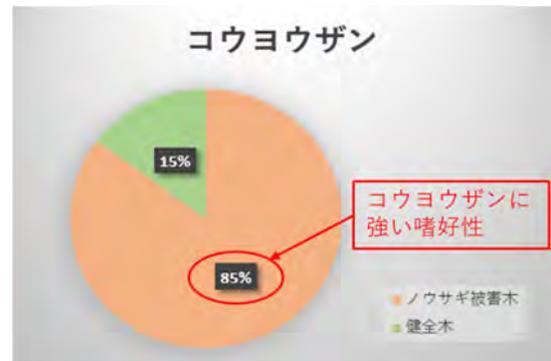


図-6 コウヨウザン被害率

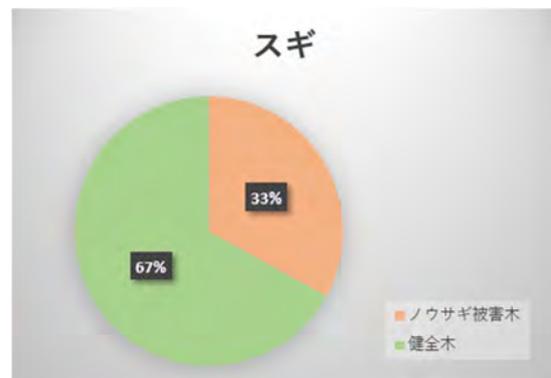


図-7 スギ被害率



写真-5 獣害防護ネット



写真-6 ノウサギ N 型誘引捕獲罠

5 コウヨウザンの有する可能性

コウヨウザンは、ノウサギの食害に遭いやすいという弱点もありますが、それを上回る魅力があることもわかりました。

それは針葉樹であるにも関わらず、高い萌芽力を有するという事です。右のとおり、食害を受けても、周囲から萌芽枝を発生させ、簡単には枯損しません（写真-7）。

このように萌芽力を有するという事は、植栽の手間とコストを抑えることができるため、低コスト化へ繋げることができる可能性を有しています。

食害を受けたコウヨウザン苗の樹形についても観察を行いました。

ノウサギの食害を繰り返し受けている個体は、成長することができず、徐々に小さくなっていき、団子状の樹形となっています（写真-8）。

その一方で、萌芽後にノウサギの食害を免れ、樹高が概ね1mを超えた個体は、被害を受けることが少なくなるため、幹は直立し順調に生育しています（写真-9）。

萌芽枝を有効に活用するに当たっては、ノウサギの再三の食害を受けないよう、苗の周囲をネットで囲うなどの保護を図ることで、萌芽による再生も十分期待できることがわかりました。

ノウサギによる被食痕
周囲から萌芽枝が発生



写真-7 コウヨウザンの萌芽状況



写真-8 繰り返し食害を受けた個体



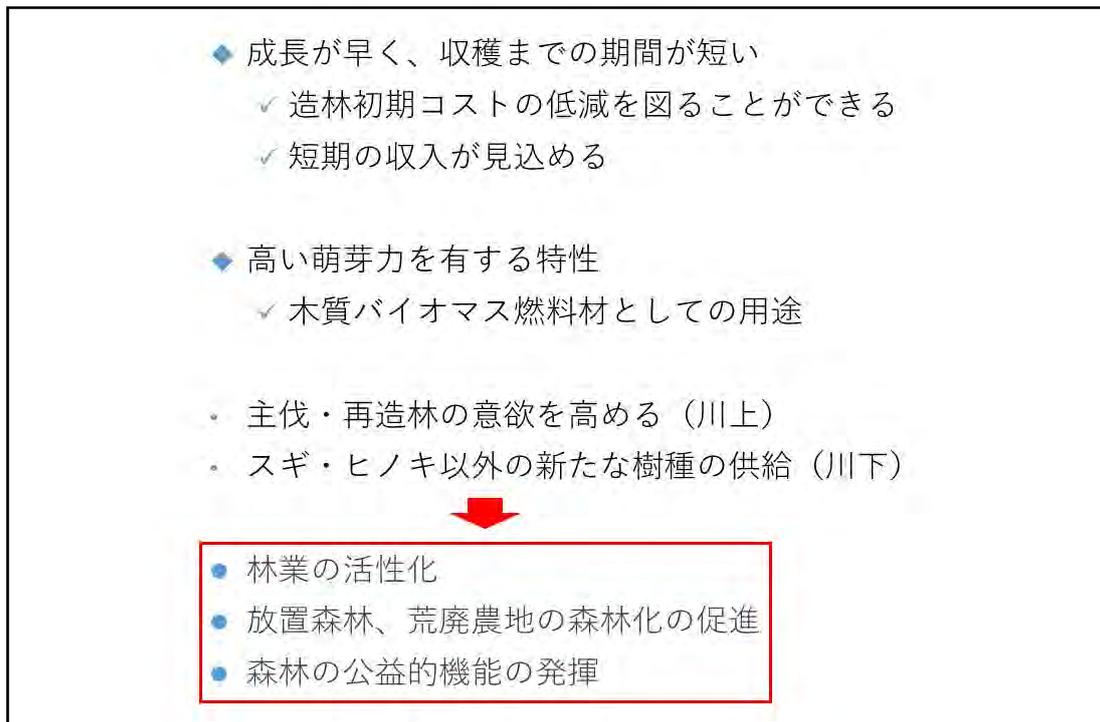
写真-9 食害を免れた個体

6 まとめ

コウヨウザンは初期成長に優れるため、下刈り等の省力化により造林費用や労力の低減を図ることができ、短伐期施業による短期収入が見込める可能性があります。

また、高い萌芽力を有するという特性を活かし、萌芽更新施業を行うことにより、コウヨウザンを木質バイオマスの燃料材として特化させて安定的に供給するという用途も有効であると考えます。

このようにコウヨウザンが新たな造林樹種と成り得ることを林業関係者へ示すことによって、川上においては主伐・再造林への意欲を高めるとともに、川下においては燃料材といった新たなニーズや利用方法を検討することができ、ひいては、林業の活性化や、近年問題になっている放置森林、荒廃農地の森林化への促進、森林の公益的機能の適切な発揮へ繋げていけるのではないかと考えます（図－8）。



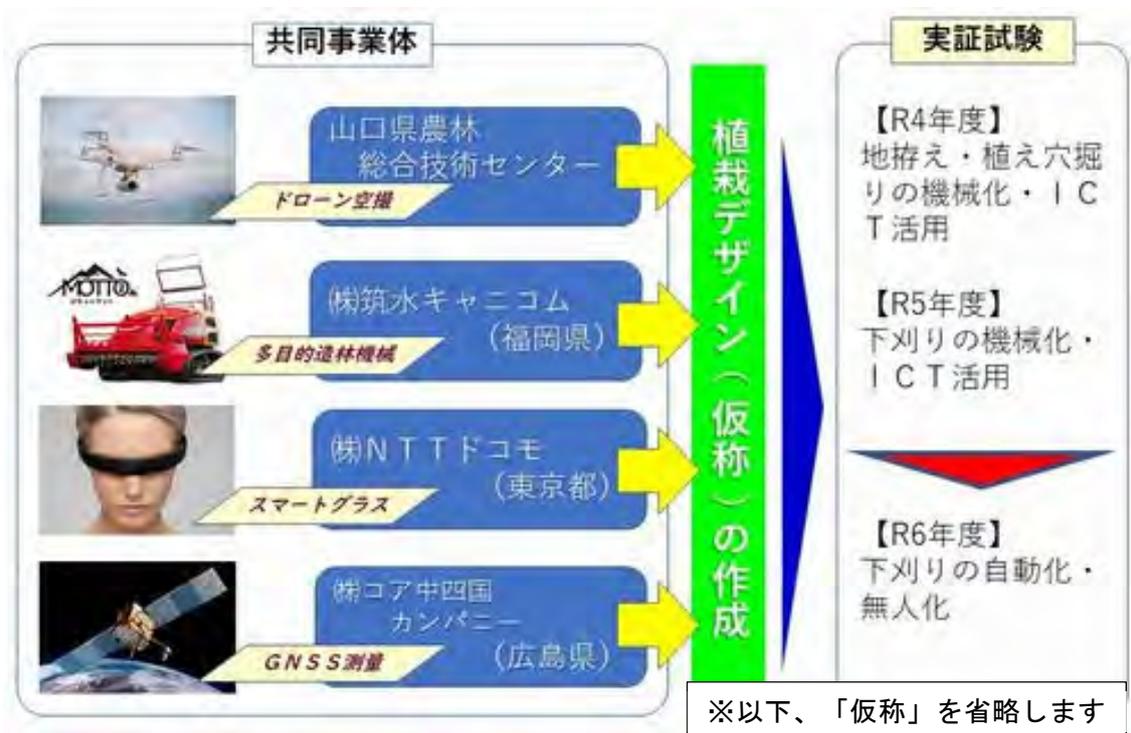
図－8 コウヨウザンを造林樹種として選択するメリット

ICT を活用した多目的造林機械による地拵え・植栽・下刈り工程の無人化
 ～植栽デザインと地拵え工程～

○山口県農林総合技術センター林業技術部林業研究室 川元 裕
 (株)筑水キャニコム 国内事業本部 高倉 知温
 (株)NTTドコモ ライフスタイルイノベーション部 河田 朋巳
 (株)コア中四国カンパニー 営業統括部 板屋 真一郎

1 課題を取り上げた背景

- ・山口県では、戦後造成されたスギ・ヒノキ人工林が成熟し、本格的に循環利用することが可能な段階を迎えています。
- ・本県の林業現場では、伐出工程の一部で機械化が進んでいますが、地拵、造林、下刈り及び伐採作業の多くを未だに人力に頼っており、3K（危険・きつい・高コスト）の原因となっています。
- ・林業労働力確保のためには、林業生産現場の労働強度の軽減、労働災害の発生防止及び作業の効率化を図る必要があります、人力作業の機械化が求められています。
- ・最近、多目的造林機械が開発され、地拵えから下刈りまでの機械化に道が開かれましたが、その普及に向けて現場からは根株の処理や下刈りについての効率的な運用方法の確立を求められています。
- ・山口県農林総合技術センターは、自動化・無人化技術を活用した林業技術体系を構築することを目的とし、その取り組みの一環として標記課題に係る試験を開始しました。



図－1 共同研究の概要

2 経過

多目的造林機械の現場普及を進めるためには、機械が効率的に林地を走行することを前提とした造林地づくり（⇒「植栽デザイン」）から始めることが必要だという考えに至りました。

主伐施工地において試験区を設定し、令和4年8～9月に植栽デザインの作成作業及び効率的な根株処理方法を実証するための試験を実施しました。

(1) 植栽デザインの作成

- QGIS上で根株位置を特定した上で、多目的造林機械で処理する根株（⇒機械の走行ルート上のみ）と植栽列を決めます。
- 植栽間隔は、ha 当たり植栽本数と機械の刈幅等から決定（植栽模式図）します。
- 下刈り等の機械操作を容易にし、かつ誰でも描画できることを意図して、直線のみを用いた簡単なものとします。
- 根株の位置の特定や試験区の周囲の測点には、ドローン空撮のオルソ画像及びGNSS測量による位置情報の取得を試行します。



図－2 多目的造林機械



図－3 植栽デザイン実行手順

(2) 効率的な地拵え方法の実証

- 植栽デザインに基づき、機械の走行ルート上にある根株を処理しました。その際、多目的造林機械のオペレータはスマートグラスを装着して機械を操作します。スマートグラスを通したオペレータの視界には、植栽デザインで処理することとした根株のみ、その位置が円柱で表示されます。
- 作業状況をビデオ撮影し、要した時間を計測します。

3 実行結果

(1) 植栽デザインの作成

- QGISの機能とオルソ画像の位置情報から植栽デザインを作成することができました。
- GNSS測量データ、オルソ画像とQGISの機能を用いて、植栽デザイン及び植栽模式図に基づいた植栽列と植栽点及び処理対象となる根株を計算し描画することができました。

(3) 地拵えから下刈りまでの全体の効率やコストの検証

- ・令和5年春の植栽及び夏の下刈りにおいて、植栽デザインに基づき多目的造林機械による試験を行い、その効果を実証するとともに、造林・下刈り工程全体の効率やコストを検証します。

(4) 機体の動きに影響を及ぼす因子への対応

- ・今後は、機体の動きに影響を及ぼす因子への対応を検討し、無人化（遠隔操作）を目的とした運用方法の実証を行います。



図－8 模式図を現場に適用したとき



図－9 機体の動きを計測

5 おわりに

- ・遠隔操作できる下刈り機械はすでに販売されていますが、林地で安定走行させるには障害物を回避する方法を実用化しなければなりません。
- ・私たちの研究は、その一つの選択肢として、既存の林業技術を機械走行を前提としたものに構築し直すというアイデアを試すものです。
- ・モニター画面を見ながらの遠隔操作技術に、植栽デザインを被せることができれば、作業者を夏の過酷な下刈り作業から解放できるのではないかと考えています。

林地保全と森林景観に配慮した広葉樹植栽の取組

京都大阪森林管理事務所 総括森林整備官 前田 文明
森林整備官 倉品 佐武郎

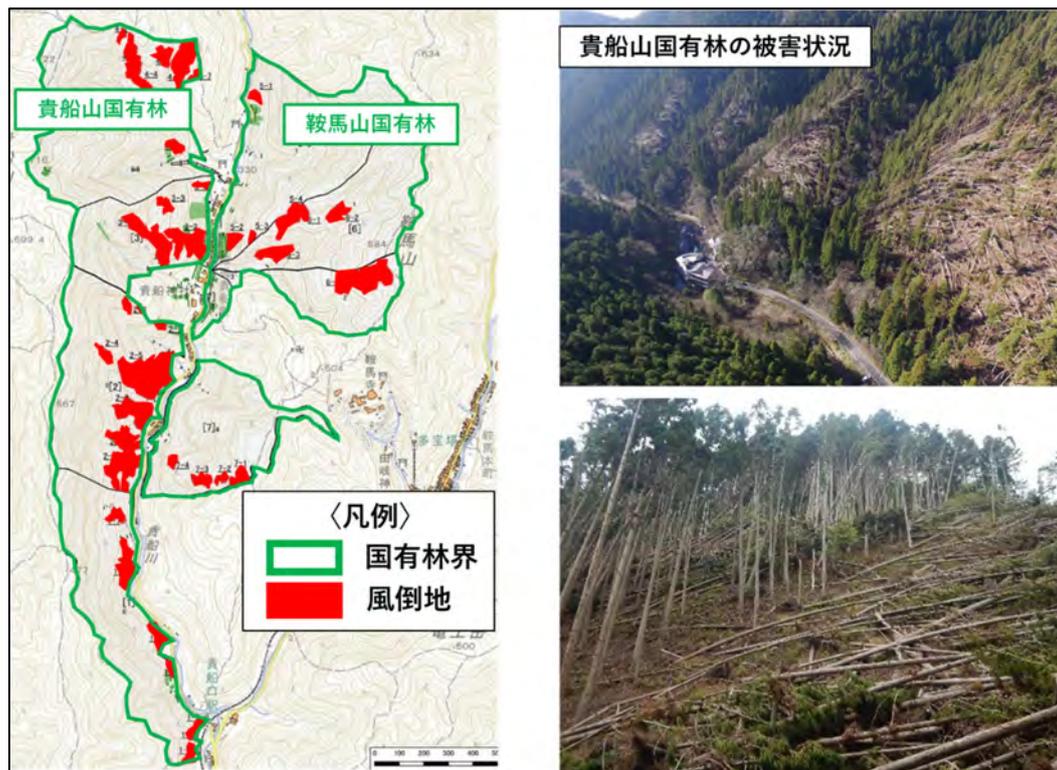
1 取組の背景

京都大阪森林管理所が管轄する貴船山国有林は、隣接する鞍馬山国有林とあわせて「京の奥座敷」と呼ばれる観光地域である京都市鞍馬貴船町に所在し、国有林は、民家や道路、貴船神社や川床料理で有名な料理旅館と近接しています。

当地域は、平成 30 年台風 21 号により大規模な被害が発生し、国有林においても 53 箇所、約 13 ha の風倒被害が発生しました（図－1）。この被害からの復旧、森林再生にあたっては、国有林が地域住民の生活や観光施設と近接していることから、奥地奥山にある国有林とは異なる扱いが求められました。

そこで、近畿中国森林管理局は、有識者からなる検討委員会による多角的な視点からの検討を行い、その成果を「平成 30 年台風 21 号等被害に係る森林再生全体計画（貴船・鞍馬）」（以下、全体計画。）としてまとめました。この全体計画においては、被害箇所の災害に強い森林づくりに向けた森林再生として、広葉樹林への樹種転換についてまとめられています。

今回の広葉樹植栽の取組にあたっては、全体計画に基づくとともに、現地や地域状況に配慮したより効果的な事業となるよう取り組みました。



図－1 貴船山・鞍馬山国有林の被害状況

2 事業地の概要

今回広葉樹植栽を行った貴船山国有林 7 林班な小班（京都府京都市）は、平成 30 年台風 21 号により風倒被害が生じ、令和 2 年度に被害木整理を実施して皆伐跡地状態となっ

た、面積 0.39ha、傾斜 32°～40°、東向きの林地です（写真－1）。国有林の機能類型は森林空間利用タイプであり、土砂崩壊防備保安林等に指定されています。

貴船地域の重要な生活道路である府道 361 号線沿いに位置し、南方には叡山電車貴船口駅、北方には観光地として有名な貴船神社や料理旅館が建ち並び、また、隣接民有地は繁忙期の観光バス駐車場に利用されるなど、地域住民や観光客に自然と目に入る場所となっています（図－2）。



写真－1 事業地の全景



図－2 事業地の概要

3 植栽樹種の検討、決定

今回の事業実行にあたり、林地保全及び森林景観に配慮した適地適木な広葉樹種の選定については、林地環境や専門家の意見を踏まえ、植栽樹種を検討、決定しました。

(1) 基盤構造の分析

事業地は、斜面下部、山裾に位置する地形であり、全体的に水みちが確認されること、また、事業地内の一部に表土の流出、移動が確認されました（写真－２）。このことから、事業地全体にわたって崩積土が基盤となった「崩積性基盤」とであると判断し、根系による緊縛力が期待できる樹種を検討しました。



写真－２ 表土の流出

（２）周辺環境の状況

事業地は、地域住民の生活や貴船神社等観光地へのアクセスに利用される府道沿いに位置していることから、観光地域における景観資源としても重要なポイントとなっています。このことから、都市近郊かつ観光地域における景観の維持、向上が期待できる樹種を検討しました。

（３）植栽樹種の決定

基盤構造、周辺環境の状況から、植栽樹種は次の 14 種類、計 780 本に決定しました。ケヤキ (142)、イロハモミジ (162)、オオモミジ (97)、モミ (38)、エゴノキ (16)、ヤマザクラ (16)、カゴノキ (20)、クマシデ (49)、ウラジロノキ (24)、ヤマボウシ (32)、メグスリノキ (60)、ヤマハゼ (24)、タニウツギ (20)、ウツギ (80)

※ () : 本数

4 請負作業仕様書の作成

今回の植栽作業を請負事業で行うため、事業者へ示す作業仕様書について検討、作成しました。

スギやヒノキの場合、列間・苗間の距離が規則的な方形植、また、スギは谷部、ヒノキは中腹～尾根部に配置するのが一般的です。しかし、今回の植栽は、林地保全及び森林景観に配慮した広葉樹植栽であることから、これら樹種の配置にあたっては、地形や土壌条件、景観に配慮して検討すること、また、配置の考え方を視覚化し明確にするために樹種配置図を作成することを作業仕様書に記載しました。

5 樹種配置の検討

樹種配置を検討するため、まず、事業地全体をドローンで撮影した航空写真をオルソ画像化し図面を作成しました（図－３）。このオルソ化図面により、事業地全体を把握するとともに、効果的な樹種配置となるように、事業者のほか、当地域の自然環境や広葉樹植栽による森林再生に幅広い知見を持つ専門家も交えて現地検討を行い、事業地における地表の起伏や水みち、日照の影響などを総合的に勘案して、樹種の配置を検討しました。



図－３ オルソ化図面

図-4は、事業地の主たる起伏と水みちを示しています。また、図-5は、日照区分を示しており、夏季は全体的に日光があたりますが、冬季は青色部分に集中していることが確認できます。このような事業地の状況確認により、植栽は水みちの上には行わないこと、また、林地保全の効果向上や日照強度の調整のため、先駆種と呼ばれる成長が早いウツギやヤマハゼなどを、中・後期種であるイロハモミジ、ケヤキなどと組み合わせて配置することを検討しました。

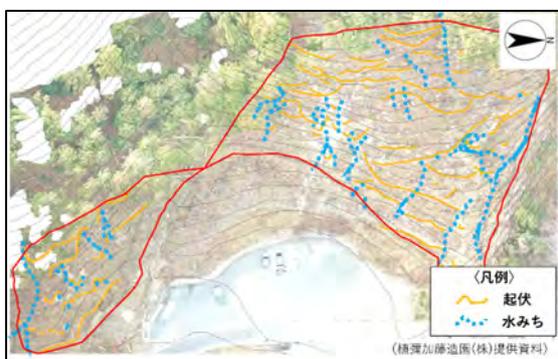


図-4 主たる起伏と水みち



図-5 日照区分

(図-4・5 植彌加藤造園(株)提供資料)

樹種配置の一例として、イロハモミジとウツギを示します。

イロハモミジは、岩盤を抱え込むように根が張ることから林地保全効果が期待でき、また、秋には紅葉で景観的にも美しいことから、事業地全体に配置することとしました(図-6)。このイロハモミジを配置した区域内には、表土が流出し裸地化した箇所があることから、強靱な先駆種で根の生長が早いウツギをあわせて配置することとしました(図-7)。この組合せにより、表土を早期かつ中・長期的に固定し、林地の保全がより効果的に、また、景観の維持・向上が期待できます。

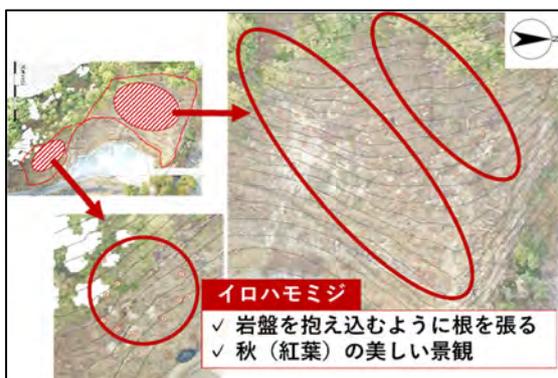


図-6 イロハモミジの配置

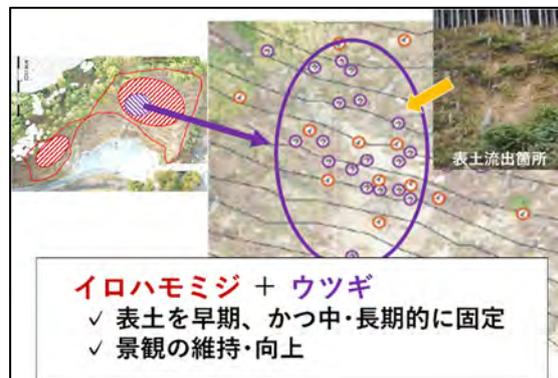
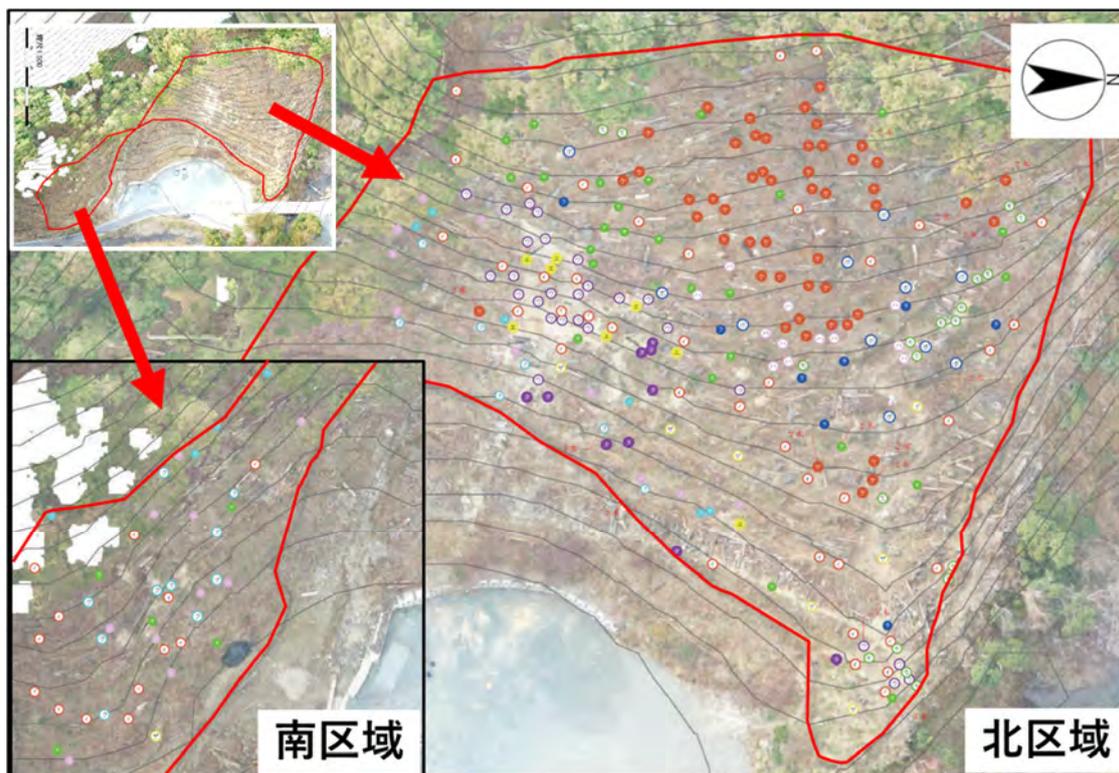


図-7 ウツギとの組合せ配置

このように、事業地内の状況や、樹種が持つ特徴・特性を活かし、適地適木となるよう全体の樹種配置を決定し、樹種配置図を作成しました(図-8)。



凡例	記号	樹種	合計本数	合計播付箇所	集積本数 (播付箇所)
	ケ	ケヤキ	142	50	3 (42) 2 (8)
	イ	イロハモミジ	162	54	3 (54)
	オ	オオモミジ	97	33	3 (31) 2 (2)
	モ	モミ	38	19	2 (19)
	エ	エゴノキ	16	8	2 (8)
	ヤ	ヤマザクラ	16	8	2 (8)
	カ	カゴノキ	20	10	2 (10)
	ク	クマシデ	49	17	3 (15) 2 (2)

記号	樹種	合計本数	合計播付箇所	集積本数 (播付箇所)
ウ	ウラジロノキ	24	8	3 (8)
ヤマ	ヤマボウシ	32	11	3 (10) 2 (1)
メ	メグスリノキ	60	20	3 (20)
ヤ	ヤマハゼ	24	12	2 (12)
タ	タニウツギ	20	10	2 (10)
ウ	ウツギ	60	27	3 (26) 2 (1)

図-8 樹種配置図

6 植栽の実行

樹種配置図に基づき、苗木の植栽を実行しました。

植栽方法は3本（または2本）一組の集積植えとし、植栽した苗木の根元には現地の石礫によるマルチングを施しました（写真-3）。これにより、降雨時の根元の流土対策となるとともに、地中の根が石礫の陰になることで乾燥対策にもなります。また、草本類の発生抑止の効果も期待できます。

さらに、植栽する苗木には、下刈時の誤伐防止



写真-3 3本集積、マルチング

や、将来にわたる効率的かつ詳細な現地管理のため、樹種名を記入したテープ付けを施しました。

7 今後の取組

今回の広葉樹植栽の取組は、地域住民や観光地域に近接した国有林の風倒被害地における広葉樹林化に向けた森林づくりの一例を示せたものと思料します。一方で、今後も風倒被害地を広葉樹植栽により森林再生を図っていくにあたり、今回の植栽が林地保全と景観の維持・向上にどのような効果を発揮していくかという点について、継続的なモニタリングによる検証が必要と考えます。今後は、今回植栽した事業地を「広葉樹の人工林」として適切に管理していくこととし、防鹿柵の点検や下刈など必要な森林施業を実施して、健全な森林への誘導を図ります。

当所管内、とくに貴船山・鞍馬山国有林においては、いまだ多くの風倒被害地があり、一刻も早い森林再生が望まれます。引き続き、地域住民が安心して生活できる災害に強い森林づくり、また、観光地域における景観資源となる森林づくりに向けて取り組んでいきます。

3DWalker を用いた収穫調査の提案

島根森林管理署 大田森林事務所 森林官 加藤 貴明

1 課題を取り上げた背景

林野庁では、「新しい林業」を展開していくため先進技術を導入した「スマート林業」を推進しています。収穫調査の分野においては、リモートセンシング技術が使われますが、これを使うと調査の効率化や、経験に関係なく誰でも同様な成果を得られるといったメリットがあります。今回、リモートセンシング機器である 3DWalker を活用して、効果的な収穫調査ができないか探っていくこととしました。

2 3DWalker について

3DWalker とは、3D レーザースキャナと呼ばれる計測機器を、背負子に取り付けて林内を計測するものです（写真－1）。計測したデータはパソコン上で専用ソフトを使ってデータの解析を行います。解析をすると、樹高・直径・矢高などの数値データが得られるほか、平面図上で歩行計測した軌跡の確認や区域設定などができます。



写真－1

3DWalker のメリットとして、レーザー照射が1秒当たり 30 万点、何も遮蔽物がない場合の最大検出距離は 100m となっており、膨大な点群データが得られることにより本数や直径の把握に有利と言えます。樹高や直径の把握状況を画像で確認できる点もメリットと言えます。また、歩きながら計測できるので、一人で短時間での計測が可能となっています。

デメリットとしては、レーザーによって膨大なデータが取得されるので、計測する面積や時間が大きくなるほどデータ解析に時間がかかります。また、樹種の判別や枯損木の区別が現状の解析技術では困難なうえ、樹高が低めに出るという特徴があります。

3 調査と検証

上記のようなメリット・デメリットを踏まえ、3DWalker を最大限に活用する方法を探るため、調査地を3箇所設定し、計測を行いました。右表が調査地の概要です（表－1）。データ量を抑え、簡易な計測とするため、いずれも標準地調査としました。

表－1 調査地の概要

	調査地1 列状間伐・標準地	調査地2 皆伐・標準地	調査地3 皆伐・標準地
調査地の傾斜	10°未満	35°～45°	30°前後
下層植生	少ない	中	中
樹冠	密	中	疎
調査対象樹種	ヒノキ	ヒノキ	スギ
林齢	42	53	66

調査地1は植栽列の整った箇所標準地を設定することで、パソコン上で列状間伐の伐採木が容易に特定できました。樹高については、樹冠が混み合っているため梢の部分

までレーザーが届かず、適切に計測できていないものが多くありました。

調査地2・3は皆伐地の標準地調査を想定して計測を行いました。下層植生がやや多く、レーザーが立木にまんべんなく当たるように配慮して計測する必要がありました。

樹高については、調査地1と比べて樹冠に隙間があり、適切に梢の部分で計測できているものが多くなりました。

次表は計測の結果をまとめたものです(表-2)。

表-2 計測結果

	調査地1 (ヒノキ) 列状間伐・標準地	調査地2 (ヒノキ) 皆伐・標準地	調査地3 (スギ) 皆伐・標準地
計測時間	5分	6分	6分
面積	530㎡	480㎡	630㎡
確定/計測本数	103/103	72/100	103/117
樹高比較 (バーテックス)	平均 -1.8m	平均 -1.0m	平均 -0.35m
樹高の最大差	4.7m	5.5m	3.6m

いずれも標準地調査で小面積のため、計測時間は10分以内となりました。

「確定/計測本数」というのは、計測データの解析により立木

として判断された全数から、立木と誤認されたもの、つまり解析ミスを除いたものを確定本数としました。これは下層植生の多寡に影響されるため、下層植生が少ない調査地1では100%立木を認識できていました。

樹高については、一部の立木を抽出しバーテックスとの比較を行いました。3DWalkerとの差はいずれの調査地でもばらつきが大きいです。差の平均をとると、樹冠の混み具合に応じて変化する様子が確認できました。つまり、樹冠が独立して梢部分まで見通せる場合に、レーザーが梢部分まで届いて計測できているということが、数字上からも確認できました。

4 まとめ

樹高の計測については、梢の部分までレーザーが届くかどうか重要で、樹冠の混み具合によって変わってきます。樹冠が混み合っている場合は、別途樹高調査を行って補正する方法が考えられます。樹冠が混み合っていないければ、樹高測定画像を根拠として、測定データをそのまま使うことを検討しても良いのではないのでしょうか。

本数については、レーザーが当たるように配慮して計測を行うことで確実に本数把握ができます。直径についても十分にレーザーが当たれば高い精度で計測され、輪尺の計測に比べれば、人によるばらつきがないと評価できます。また、直径や樹高について、その計測状況を画像で確認できることも大きなメリットだと考えます。以上から、3DWalkerの活用について提案します。

まず、列状間伐、皆伐地の標準地調査において、大いに活用できると考えます。ただし、下層植生が密なところは避ける必要があります。

そのほか、計測時間や本数把握のメリットを活かして、林道支障木調査や危険木調査、成長量プロット調査において、応用できると考えます。

また、民有林においては、施業提案や事前説明で山主さんたちに説明する際に、3DWalkerで解析された画像を提示すれば、山主さんの理解を得やすくなるのではないのでしょうか。説明する側も、画像を元に説明しやすくなると思います。

以上、3DWalkerの特徴を踏まえて、活用方法を提案しましたが、リモートセンシング技術はまだ課題も多く、発展途上の段階と言えます。今後より効率性や利便性の高い機器の開発につながるため、私たちはその時々にある機器を最大限活用し、フィードバックしていくことが重要だと考えます。

分収造林地での植栽樹種の生育状況と課題について

兵庫県立森林大学校 専攻科 井上 智礼

1 緒言

現在、林業では施業にかかる資金の多くを国からの補助金に頼っています。よって施業コストの削減が課題となり、造林分野ではコンテナ苗やエリートツリーの普及が進んでいます。

今回の研究では、植栽樹木の生育状況を昨年度と比較し、生育の障害となった原因の特定、苗種別のコスト比較も行いました。

2 研究方法

研究方法について以下に記します。

(1) 調査地の場所 (図-1)

兵庫県宍粟市山崎町大字上ノ字河原山国有林

スギ・ヒノキ・キハダの植栽場所の一部 (調査地AとCに分けて調査を実施)

(2) 調査期間

2022年4月～7月

(3) 調査方法

- ・インターネットでの検索
- ・河原山国有林での植栽樹木の毎木調査
- ・Excelによるデータ整理



図-1 分収造林契約地植栽図

3 研究結果

今回の調査研究により、以下の内容が明らかとなりました。

(1) 今年度の植栽樹木の生育状況について

今年度の苗木の生育状況について、コンベックスとノギスを用いて苗長と根本径を計測しました (写真1、2)。

調査地AとCに分けて調査を行い、全体で407本の毎木調査を行いました。



写真-1 苗長測定



写真-2 根本径測定

ア エリア別の調査結果

エリア別、苗種別の調査結果は、表－１のとおりです。

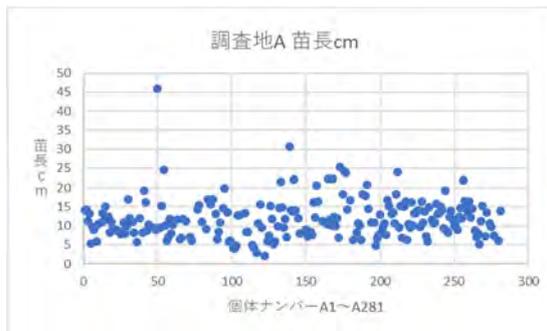
表－１ エリア別、苗種別の調査結果

調査地	苗種	全体 (本)	枯れ (本)	枯損率
エリアA	コンテナ	234	25	11%
	裸苗	43	10	23%
	不明	4	2	50%
	計	281	37	13%
エリアC	コンテナ	40	28	70%
	裸苗	83	9	11%
	不明	3	3	100%
	計	126	40	32%

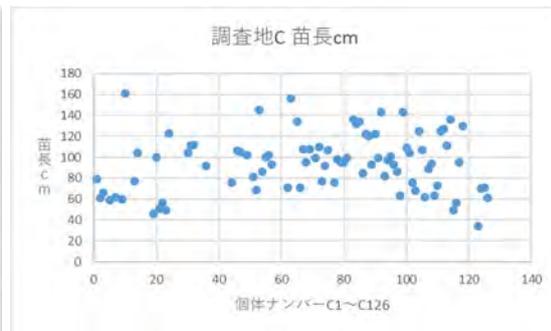
大部分の苗が適切に成長しています。成長の遅い苗に関しては地面がぬかるんでいることや尾根地形による乾燥、他の下層植生からの被圧を受けている等の特徴が見られました。苗種別には調査地Aでは枯れが少なく、調査地Cではコンテナ苗の枯れが非常に多かったです。全体的にみるとコンテナ苗よりも裸苗の方が枯れも少なく、適切に成長しています。

イ 全体の調査結果 (図－２～５)

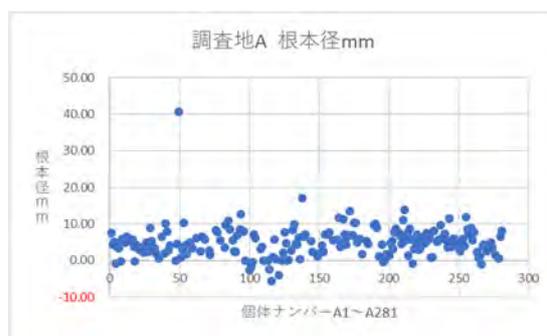
個体ごとに成長量を見ると、根本径は最大で47mm程度、最小で3mm程度、個体の多くは5mm～15mmの間に集中しています。苗長は最大で160cm程度、最小で8cm程度、個体の多くは40～80cmの間に集中していました。



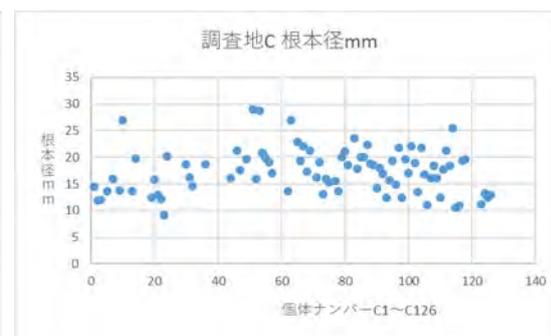
図－２ 調査地A 苗長 cm



図－３ 調査地C 苗長 cm



図－４ 調査地A 根本径 mm



図－５ 調査地C 根本径 mm

調査地ごとの結果としては、調査地AよりもCの方が高い枯損率でした。原因としてはA地点が谷地形であるのに対して、C地点では尾根地形であるため、地形の違いによる地面のぬかるみや乾燥による水分量の違いが原因と考えられます。

(2) 枯損苗の調査

調査地Aの個体ナンバーA1～A281の中から枯れていた苗4本を持ち帰り、根や葉の状況について観察と考察を行いました(写真-3)。

A70は裸苗で前年度に枯れており、付近の裸苗はすべて枯れていました。根や枝が曲がっていたことから、根が活着しておらず風で倒れたのか、他の樹木からの被圧を受けたのが原因ではないだろうかと考えます。

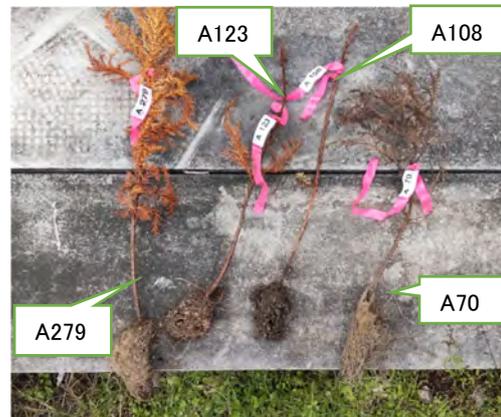


写真-3 調査に使った枯損苗

ア 枯損原因

A108はコンテナ苗で、前年度は生育しており、今年度の調査で枝葉が完全に消失していることから、水分が樹の上部まで届かなかったか、あるいは食害を受けた可能性が考えられます。

A123はコンテナ苗で昨年度は生育しており、付近のA127～A131の植栽箇所では大きな水たまりが見られたが、A130以外は適切に成長していたため、根腐れが原因ではないかと考えられます。

A279もコンテナ苗で昨年度は生育していました。付近では枯れ苗が少し見られ、生きている苗でも昨年度から根本径が1mm程度、苗長が3～6cm程度しか成長しておらず、成長率が低かったです。

地面がぬかるんでおり、下層植生の伸びが大きかったことから根腐れや他樹種からの被圧が原因ではないかと考えられます。

イ 空隙の有無について(図-6)

苗の枯れの原因の一つとして、空隙の発生が考えられたため、枯れ苗A278を使って調査を行った。根の長さは13cmで、穴の深さが18cmであったことから5cmの空隙があったと考えられます。

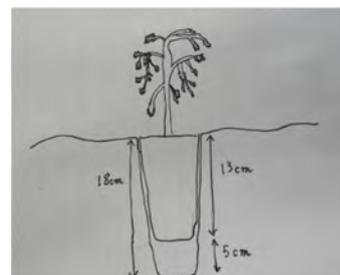


図-6 空隙の調査方法と結果

ウ 被圧の原因となった下層植生



写真-4 モミジイチゴ

モミジイチゴの特徴 (写真-4)

- ・棘があり、下刈りの際に厄介
- ・地下茎をつたって広がるためしばしば群生する
- ・冬に落葉する



写真-5 タケニグサ

タケニグサの特徴 (写真-5)

- ・シカが食べない
- ・日当たりの良い荒地などの痩せた土地によく生える
- ・大株になり、よく増え広がる
- ・有毒で殺虫剤にも用いられる



写真-6 タラノキ

タラノキの特徴 (写真-6)

- ・食用としても知られる
- ・成長が早い
- ・1年で20~60cm成長する
- ・伐採跡地に素早く出現し、大小の集団を作って群生する

(3) 調査結果

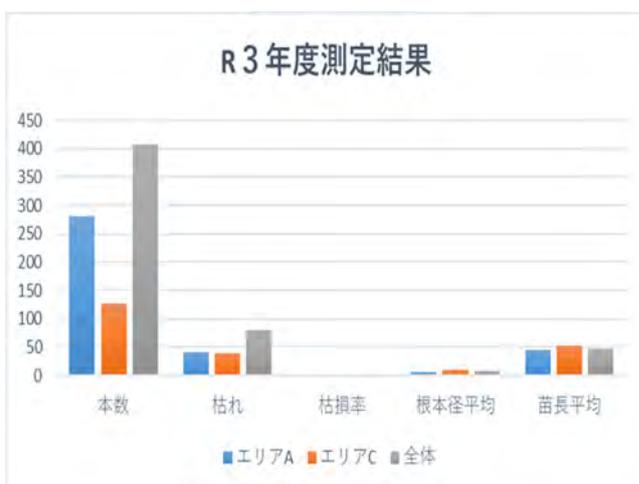
ア 昨年度との比較

表－2 昨年度の測定結果

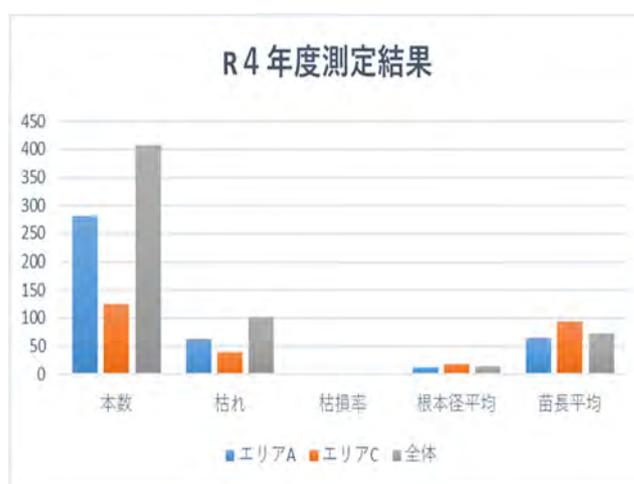
R3 年度測定結果					
調査地	全体(本)	枯れ(本)	枯損率	根本径平均(mm)	苗長平均(cm)
エリアA	281	41	15%	6.88	44.30
エリアC	126	40	32%	10.14	52.78
計	407	81	20%	7.73	46.51

表－3 今年度の測定結果

R4 年度測定結果					
調査地	全体(本)	枯れ(本)	枯損率	根本径平均(mm)	苗長平均(cm)
エリアA	281	62	22%	11.91	64.47
エリアC	126	39	31%	17.40	94.43
計	407	101	25%	13.47	73.01



図－7 昨年度の測定結果



図－8 今年度の測定結果

調査地Aでは枯損率が8%増加し、平均で根本径が5mm、苗長が10cm成長していました。調査地Cでは枯損率にあまり変化はなく、平均で根本径が7mm、苗長が42cm成長していました。全体では枯損率が5%増加し、平均で6mm、苗長が27cm成長しているという結果になりました。

イ 昨年度からの苗全体の成長率

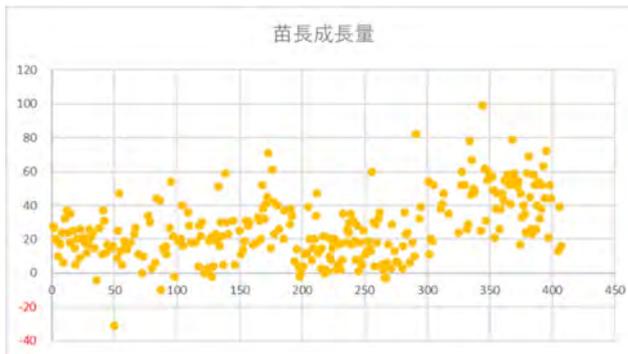


図-9 苗長成長量

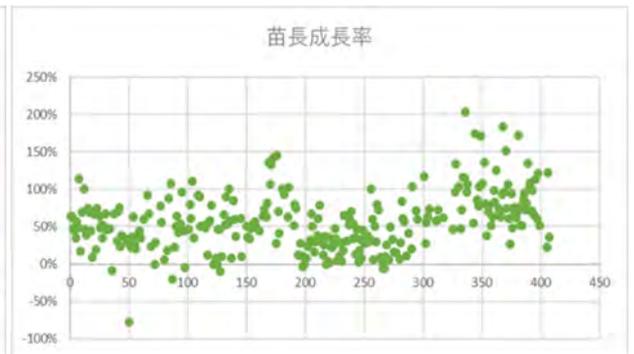


図-10 苗長成長率

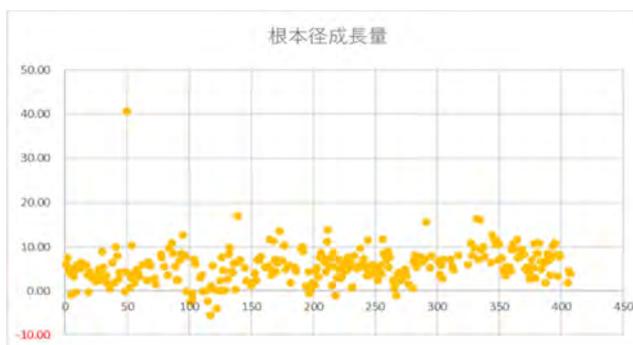


図-11 根本径成長量

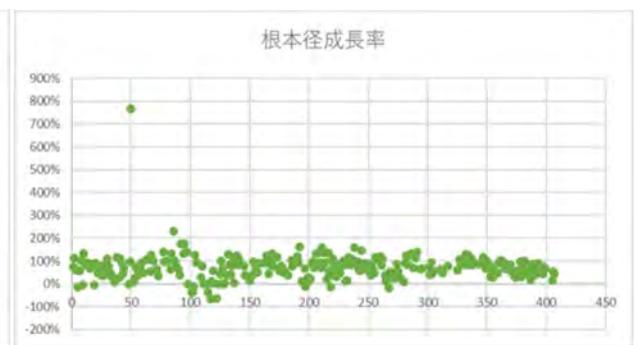


図-12 根本径成長率

枯損率は5%増加しているが、根本径や苗長は適切に成長していました（図9～12）。

成長量としては根本径が5～10mm程度、苗長が5cm～30cm程度、成長率としては根本径が50～100%、苗長が25～75%という結果になりました。

(4) 苗種別のコスト比較

森林総合研究所の各都道府県への聞き取り調査結果を参考にすると、以下のとおりです。

通常裸苗1本の価格70円～120円に対し、コンテナ苗1本の価格は130円～220円と約2倍の価格であり、苗の単価としてはコンテナ苗の方が高価格となっていました。初期成長が早いという利点があるため、適切な成長による下刈りや地拵えの省略化が可能となれば全体的な施業コストとして、低コスト化に期待できると考えます。

4 考察

一般的な調査結果では、従来の裸苗を使った造林よりもコンテナ苗を使った一貫作業システムの方が施業コストは安くなると言われていますが、今回の調査地では裸苗に比べるとコンテナ苗の成長が悪く、最終的な収益としては赤字になるのではないかと考えました。また、植栽苗の枯損率が増加しており、枯損の原因としては他樹種による被圧や空隙、地面のぬかるみによる根腐れが見られました。調査地ごとには調査地AよりもCの方が枯損率は高かったです。そして、成長率に差が見られたのは、谷地形の地面のぬかるみや尾根地形での乾燥により水分量に差が生まれたからではないかと考えました。

よって、今回の調査地での造林には植栽箇所や植栽方法に問題があったと考えられます。コンテナ苗の特徴として誰でも手軽に植えられることから、植栽の際に場所や方法についての配慮が欠けていたのではないだろうかと考えます。コンテナ苗を使用することにより、施業コストの削減になっても苗が適切に成長しなければ木材による収入が見込めないため、最終的には赤字になります。これからの再造林には施業コストの削減だけでなく、植栽地の調査・検討や適正な植栽技術も必要になると考えます。

参考文献

- 1) 森林総合研究所, 「ここまでやれる再造林の低コスト化」, [https://www. ffpri. affrc. go. jp/thk/research/research_results/documents/3rd-chuukiseika33_1. pdf](https://www.ffpri.affrc.go.jp/thk/research/research_results/documents/3rd-chuukiseika33_1.pdf) (2022年11月28日)
- 2) 森林総合研究所, 「コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開～実証研究の現場から～」, [https://www. ffpri. affrc. go. jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika37. html](https://www. ffpri. affrc. go. jp/pubs/chukiseika/3rd-chuukiseika37.html) (2022年11月28日)

コウヨウザンの成長量調査について
～森林整備センター中国四国整備局における試行的な取組～

国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林整備センター
中国四国整備局 広島水源林整備事務所 収穫係係員 ○山崎 浩介
収穫係主任 林 真梨奈

1 はじめに

コウヨウザン（広葉杉）は中国や台湾に分布する高木のヒノキ科コウヨウザン属の常緑針葉樹です。中国本土では家具、合板、土木資材などに広く使われています。コウヨウザンの持つ特徴として成長が早いことと、萌芽が旺盛であることが挙げられます。これらの特徴から、以下の3点により低コスト造林が期待されます。

1. 成長が速いことによる下刈回数の削減
2. 成長が速いことから30～40年生で収穫が可能
3. 萌芽性が高いことによる主伐後の再造林費用の削減

森林整備センター中国四国整備局では、低コスト造林の可能性を検討するため、平成28年からコウヨウザンの試行的植栽と成長量の調査を始めました。そして平成30年度森林・林業交流研究発表会では、成長量調査の中間報告を行いました。

本研究では令和4年までの継続調査の結果を報告するとともに、下刈回数の削減に着目して、現時点での低コスト造林の可能性について検証を行いました。

2 調査地について

コウヨウザンの試行的な植栽は気象等の地理的条件を幅広く設定するため、鳥取県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、愛媛県、高知県の7県にある分収造林契約地内で実施しました(表-1)。また、対照種としてスギまたはヒノキを植栽しました(表-2)。

表-1 調査地の地況

調査地	平均標高	年平均気温	年降水量	年最大積雪深	傾斜	斜面の向き
鳥取県鳥取市	110 m	15 °C	1,914 mm	0.5 m	15°	北東
岡山県備前市	220 m	14 °C	1,257 mm	0.0 m	20°	北
広島県尾道市	200 m	17 °C	1,020 mm	0.0 m	30°	東
山口県山口市	240 m	16 °C	1,800 mm	0.2 m	30°	北西
徳島県牟岐町	180 m	17 °C	3,000 mm	0.0 m	35°	南東
愛媛県久万高原町	1,210 m	15 °C	1,700 mm	0.3 m	25°	南
高知県四万十町	340 m	15 °C	3,269 mm	0.0 m	30°	南西

表-2 調査地の内訳

調査地	対照種	苗齢	植栽年	植栽本数(本/ha)
鳥取県	スギ	2年生	平成30年	1,500
岡山県	ヒノキ	1年生	平成28年	2,700
広島県	ヒノキ	1年生	平成28年	2,700
山口県	ヒノキ	2年生	平成30年	1,500
徳島県	スギ	2年生	平成30年	1,500
愛媛県	ヒノキ	2年生	平成30年	1,500
高知県	ヒノキ	2年生	平成30年	1,500

3 調査方法について

コウヨウザンと対照種の各 50 個体について、樹高、根元径、被害状況等を平成 28 年から調査しています。本研究では、植栽木のうち野兎害や干害による枯死木を除いた健全木について、コウヨウザンと対照種で成長量の比較を行いました。

4 結果

(1) 被害状況について

2 年次の調査で、コウヨウザンは野兎害を受けやすいことが分かりました(表-3)。鳥取県、岡山県、徳島県では野兎害は 0～16%と少なかったので成長量の比較が可能でした。一方残りの県では、コウヨウザンの多くに野兎害による主軸の切断があり、健全木が少なかったため、成長量を比較することができませんでした。

表-3 2 年次における調査地の野兎害率

調査地	コウヨウザン	対照種
鳥取県	被害なし	スギ 被害なし
岡山県	被害なし	ヒノキ 被害なし
広島県	41 %	ヒノキ 被害なし
山口県	60 %	ヒノキ 4 %
徳島県	16 %	スギ 被害なし
愛媛県	54 %	ヒノキ 31 %
高知県	74 %	ヒノキ 被害なし

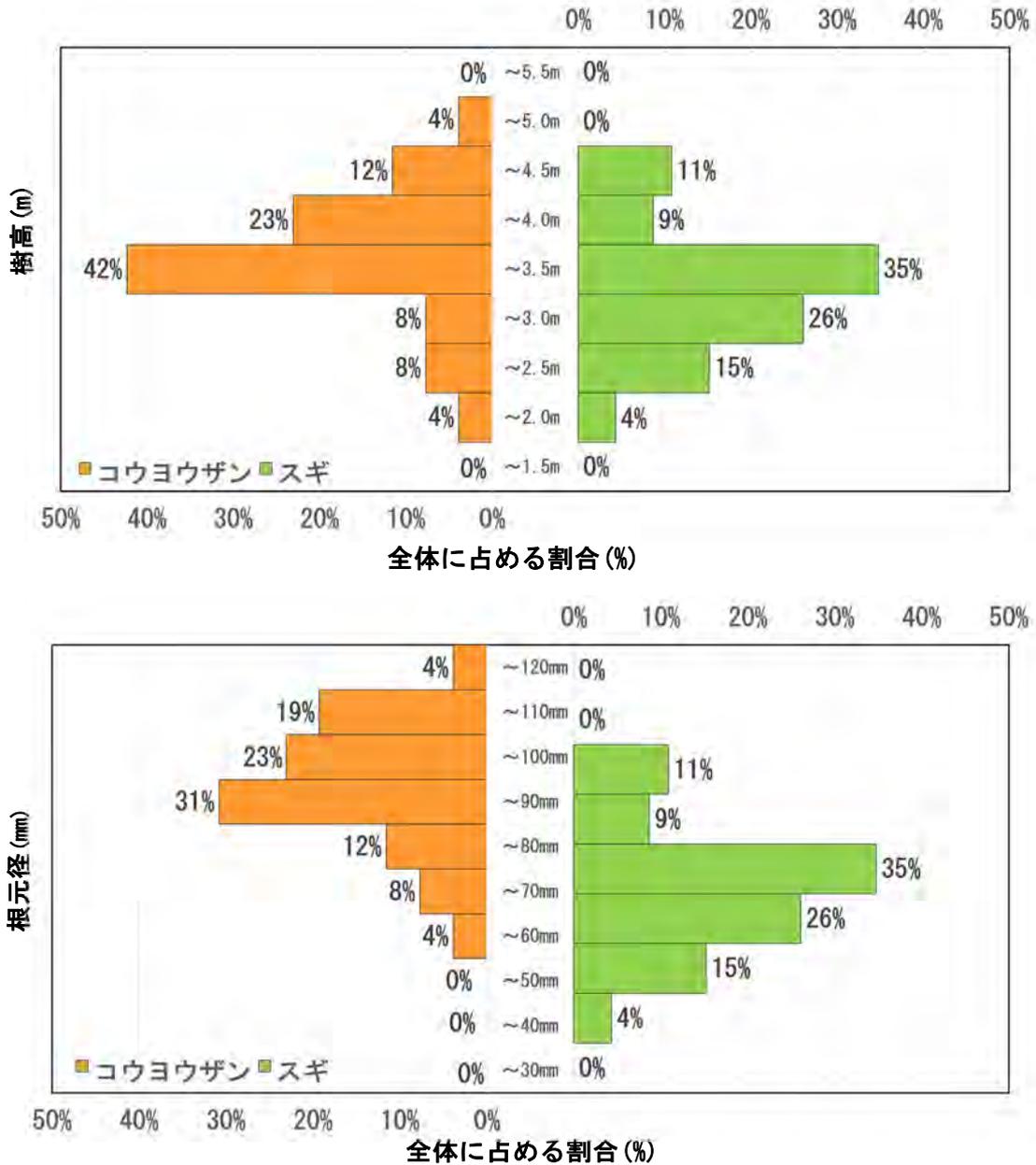
(2) 健全木の成長量の比較について

鳥取県、岡山県、徳島県のコウヨウザンと対照種について、5 年次における健全木の樹高と根元径を比較しました。

ア 鳥取県（図－1）

健全木の平均樹高は、コウヨウザンが約 3.4m、対照種のスギは約 3.0m となり、コウヨウザンの伸長成長はスギと比較して同程度以上という結果が得られました。

また、平均の根元径を比較すると、コウヨウザンが約 87mm、スギは約 69mm となり、肥大成長に関しては、コウヨウザンはスギに比べ良好という結果が得られました。



図－1 5年次におけるコウヨウザン-スギの樹高分布(上)根元径分布(下)

イ 徳島県 (図-2)

健全木の平均樹高は、コウヨウザンが約 3.7m、スギは約 4.4m となり、コウヨウザンはスギを下回りましたが、両種とも成長が極めて良好という結果が得られました。

また、平均の根元径を比較すると、コウヨウザンが約 85mm、スギは約 84mm となり、肥大成長に関しては、コウヨウザンはスギと同程度という結果が得られました。

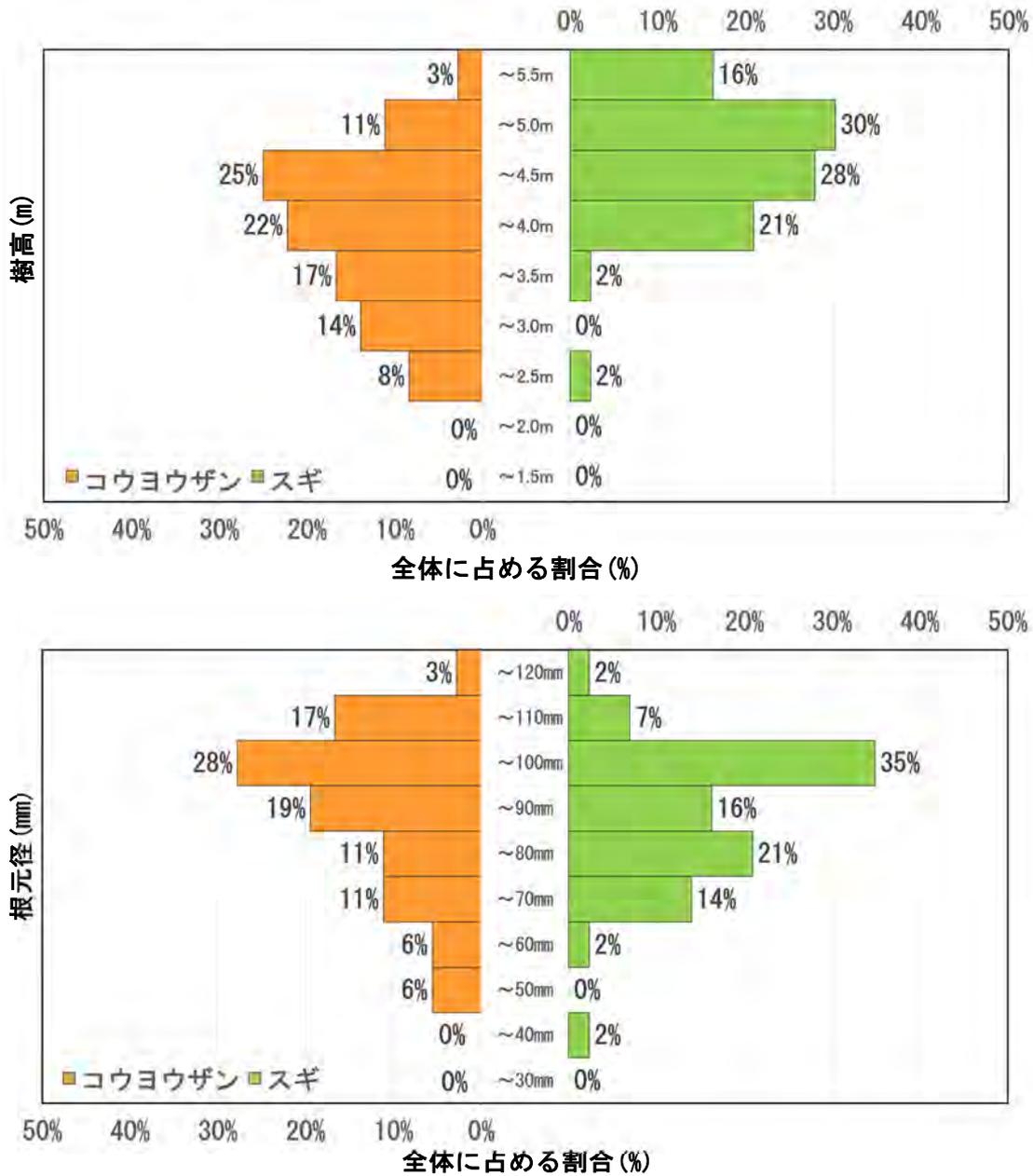


図-2 5年次におけるコウヨウザン-スギの樹高分布(上)根元径分布(下)

ウ 岡山県 (図-3)

健全木の平均樹高は、コウヨウザンが約 2.4m、ヒノキは約 2.4m となり、コウヨウザンの伸長成長はヒノキと比較して同程度という結果が得られました。

また平均の根元径を比較すると、コウヨウザンが約 51mm、ヒノキは約 40mm となり、肥大成長に関しては、コウヨウザンのほうが良好という結果が得られました。

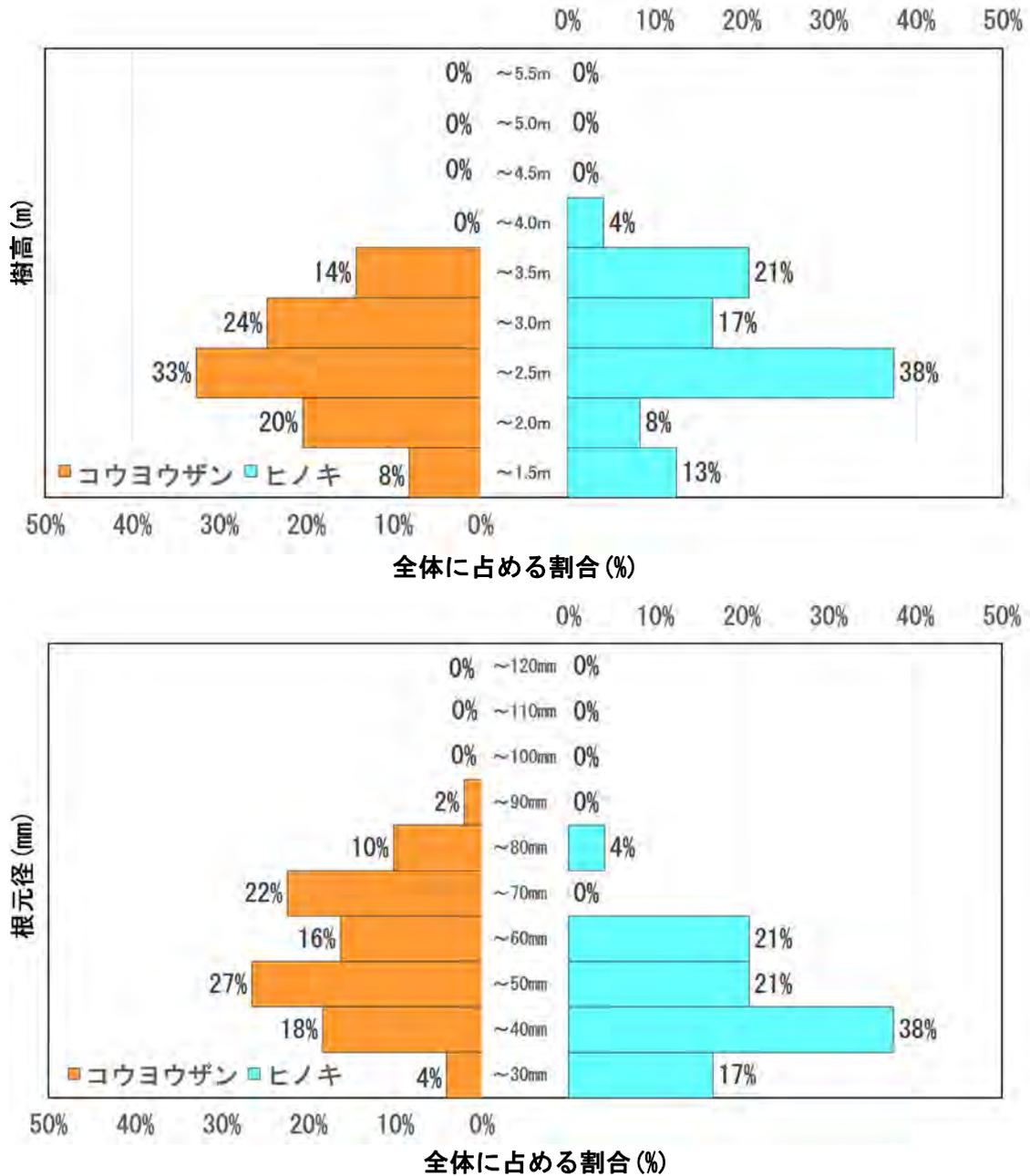


図-3 5年次におけるコウヨウザン-ヒノキの樹高分布(上)根元径分布(下)

(3) 野兎害を受けたコウヨウザンについて

野兎害が多かった4県の平均樹高の推移を図-4にまとめました。コウヨウザンは、継続的に野兎害を受けると伸長成長が見られませんが、継続的な被害でなければ萌芽枝が発生し、伸長成長が見られました。

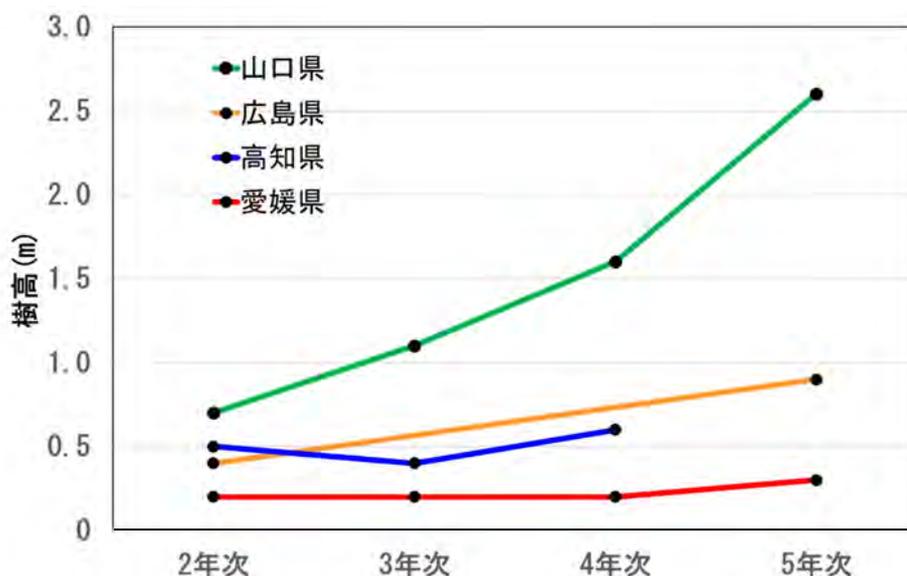


図-4 野兎害を受けた調査地のコウヨウザンの樹高推移

5 まとめ

本研究では、コウヨウザンの良好な初期成長から下刈回数の削減による低コスト造林を期待しました。5年次までの結果としてコウヨウザンはスギやヒノキと比較して肥大成長は良好であり、伸長成長は同程度となりました。下刈回数の削減という点においては肥大成長よりも伸長成長が重要であり、本研究では低コスト化にはつながらないという結果となりました。

しかしながら、コウヨウザンは早生樹であることから、今後対照種に比べ成長量が大きくなることも考えられます。短伐期での収穫や、萌芽更新による再造林費用の縮減の可能性を検討するため、引き続き調査を行っていきます。

引用文献

- 1) (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 第4期中期計画成果「コウヨウザンの特性と増殖の手引き」: 3~4、2018

ツタウルシ除去技術の研究について ～気比の松原の白砂青松復活を目指して～

福井森林管理署 業務グループ 係員 野口 一樹

1 課題を取り上げた背景

福井県敦賀市に所在する松原国有林、通称「気比の松原」は、東西約1km、南北約400m、面積約32haのマツを主体とした海岸林です。日本三大松原の一つとされており、名勝、若狭湾国定公園、保健保安林、レクリエーションの森などに指定されています。

古より白い砂浜と青々とした松林の美しさが「白砂青松」と形容されており、福井森林管理署では、この美しい海岸林を守るため、松林の保全・管理に取り組んでいます（写真－1）。



写真－1 白砂青松と呼ばれる気比の松原

その一環として、当署では、有識者や市民団体、行政等から構成される「気比の松原保全対策検討委員会」を設置しており、松原保全のために様々な取組や議論が行われています。この検討委員会は年2回行われてきましたが、平成30年3月の検討委員会で初めてツタウルシの被害報告がなされました。

ツタウルシはウルシ科ウルシ属のツル植物で、樹木の幹等に気根を這い上がらせて生育します（写真－2）。ツタウルシに触れるとアレルギー反応が生じるほか、マツを被覆することで景観に影響が出るなどの被害があります。



写真－2 ツタウルシの繁茂状況

そこで福井森林管理署と保全対策検討委員会では、このツタウルシの繁茂による被害対策について検討してきました。令和3年度には、ツル植物に有効とされるクズ処理剤を使用して試験的に除去対策を実施しましたが、ツタウルシの根株が細く挿し込みが困難となり、効果的な除去はできませんでした。そこで今年度、複数の除去方法を試験することで、より効果的な方法を確認するために、試験プロットを設置して検証することとしました。

2 試験プロットの設定

令和4年7月25日、以下の7種類の試験プロットを設定し、その後の経過を観察することにより、ツタウルシの除去効果を検証しました。

(1) 無施業

試験プロット①は、除去対策を比較するための対照区として無施業地を設定しました（写真－3）。

(2) 地掻き

試験プロット②は、ツタウルシを根株ごと鍬等により地掻きし除去しました（写真－4）。



写真－3 試験プロット①



写真－4 試験プロット②

(3) 除草剤

試験プロット③は、除草剤を均等に散布しました。

今回使用した除草剤は、有効成分としてグリホサートカリウム塩が含まれるものになります（写真－5）。

(4) 防草シート（織布）

試験プロット④は、防草シートの一つ目として、ポリプロピレンを素材とする織布タイプのシートを設置しました（写真－6）。



写真－5 試験プロット③



写真－6 試験プロット④

(5) 防草シート（不織布）

試験プロット⑤は、防草シートの2つ目として不織布タイプの防草シートを設置しました。こちらは先程の織布タイプのシートに比べて高価なものですが、耐候性に優れ長期間使用できるものとなっています（写真－7）。

(6) 防草シート（織布）＋除草剤

試験プロット⑥は、除草剤を散布した後、プロット④でも使用した織布タイプの防草シートを設置しました。このプロットは、除草剤と防草シートの相乗効果について検証するため設定しました（写真－8）。



写真－7 試験プロット⑤



写真－8 試験プロット⑥

(7) 防草シート（不織布）＋除草剤

試験プロット⑦は、除草剤を散布した後、プロット⑤でも使用した不織布タイプの防草シートを設置しました。このプロットもプロット⑥と同様、除草剤と防草シートの相乗効果について検証するために設定しました（写真－9）。



写真－9 試験プロット⑦

3 実行結果

(1) 無施業

試験プロット①では、3ヶ月後の10月28日時点までツタウルシの状況に大きな変化はみられませんでした。

(2) 地搔き

試験プロット②では、9月2日時点で一部ツタウルシの侵入がみられ、10月28日には約20%程度の侵入がみられました。ただしこれらはプロットの外に生育していたツタウルシの侵入がほとんどでした。

(3) 除草剤

試験プロット③では、9月2日時点でツタウルシは完全に消滅し、10月28日時点でもツタウルシの侵入はみられませんでした。

(4) 防草シート（織布）

試験プロット④では、9月2日時点でツタウルシは完全に消滅し、10月28日時点でもほとんど変化はみられません。

(5) 防草シート（不織布）

試験プロット⑤では、ツタウルシの除去効果は確認できたものの、9月2日時点及び10月28日時点でもツタウルシが少し残っているのが確認できました。

- (6) 防草シート（織布）＋除草剤
試験プロット⑥では、プロット④と同様にツタウルシの侵入はみられませんでした。
- (7) 防草シート（不織布）＋除草剤
試験プロット⑦では、プロット④と同様にツタウルシの侵入はみられませんでした。

今回実施した作業を元に、同作業を100㎡あたりで実施した際に想定されるコストとして、材料費・労務費について概算し比較しました。最もコストが少ないのはプロット③除草剤散布による除去方法で、次いでプロット②地掻きが安価となりました(図-1)。

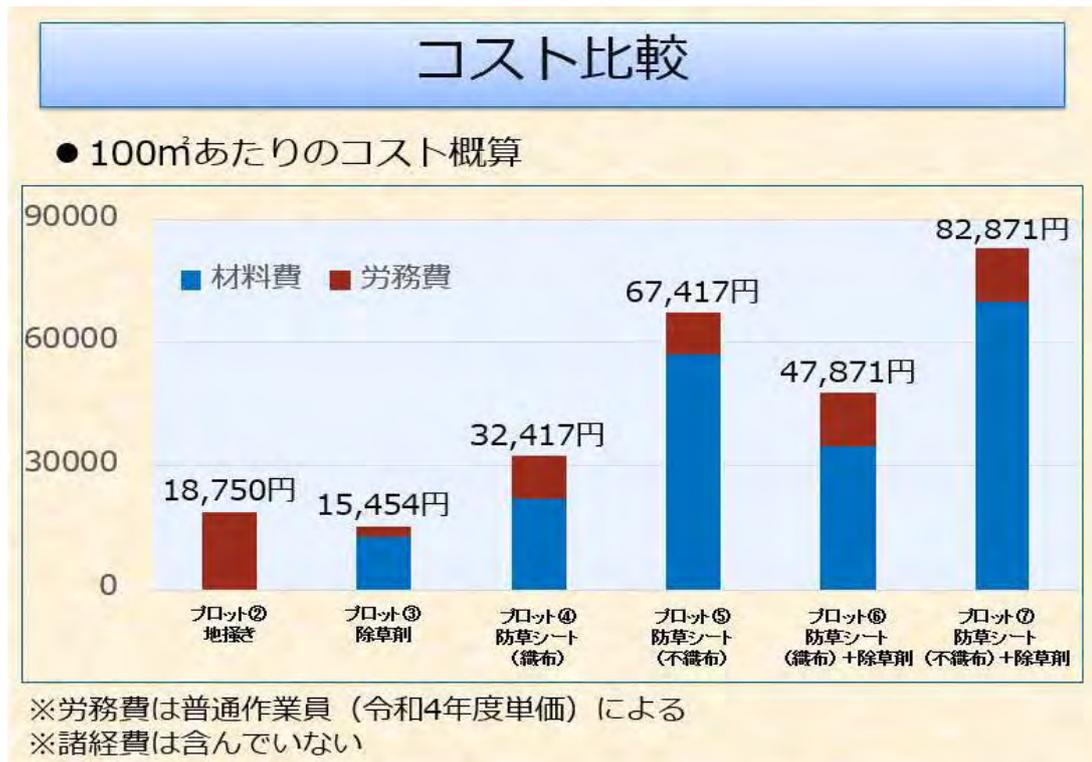


図-1 コスト比較

4 考察

- (1) 試験プロット②地掻きについては、1ヶ月程度でツタウルシの侵入がみられたことから、定期的に除去作業を実施する必要があると考えられます。コストとしては除草剤散布に次いで安価となっていますが、繰り返し実施する場合にはコストが割高になることが想定されます。ただし、今回確認できたのはプロットの外側からの侵入が多かったため、広範囲を一斉に除去することでより効果は高まると考えられます。
- (2) 試験プロット③除草剤散布については、現時点ではツタウルシの侵入がなく、また他の試験と比較して最も安価であったことから、除去効果は高いと考えられます。しかし、持続性については、防草シートの被覆と比較して長期間効果が持続するとは考えにくいいため、今後経過観察を継続して検証する必要があります。また、薬剤を使用することに対する、地元の方や入林者への配慮も必要と考えられます。
- (3) 試験プロット④⑤防草シートについては、織布タイプで不織布タイプより高い除去効果がみられ、材料費も安価であるため織布タイプのシートを使用の方が有効であると考えられました。防草シートを使用する場合、地掻き・除草剤と比べてコストがかかりますが、長期間設置できるため持続性に期待できます。一方で、地表にシート

を長期間被覆することによる景観への影響が課題となります。試験プロット⑥⑦除草剤との相乗効果については、本研究では認められず、コストが高くなるだけで使用する必要はないと考えられました。

- (4) 本研究は、短期間での検証ではありますが、いずれの方法でも除去効果がみられ、特に除草剤を使用することがコストの面で有効ではないかと考えられました。ただし、長期的に実施することを想定すると、今後も経過観察を継続することが重要と思われます。今年9月に委員会による現地視察が行われ、有識者である委員から「確実な結果を得るには1年間は経過観察した方が良い。」と助言を受けています。よって、今回は中間報告として発表しましたが、今後も引き続き委員会と連携し、ツタウルシの除去対策に努め、「白砂青松」の松原の保全・管理に取り組んでいきたいと考えています。

緑化工に使用する環境に配慮した草本類の検討

滋賀森林管理署 治山技術官 ○上田 正幸
治山グループ係員 森下 凌汰

1 課題を取り上げた背景

緑化工は、斜面に種子や土壌をまとめて機械で吹き付け、草本・木本類を生育させる工事です。森林土木事業においては、治山の山腹工事や林道の法面工事など、斜面の侵食や崩壊の拡大を防ぐために行われています。

従来、こうした緑化工に用いる植物は外来種、特にイネ科の牧草などが用いられてきましたが、2000年代頃から施工地外へ逸出して繁茂、希少な在来種の生息環境を脅かす事例も報告され、一部の種は法令で使用が規制されるようになりました。

しかしながら在来種を使用した緑化工は、

- ・遺伝子レベルで素性が明らかな種子を大量かつ安価に入手することが困難
- ・緑化に時間が掛かる上に確実性が低いこと
- ・施工時期が春先に限定される

などの問題を抱えるところであり、依然として災害の現場（写真－1）などを中心に外来種を使用した緑化工のニーズが存在しています。

本研究では、他事業で使用されている新たな外来草本類に着目して試験栽培を行い、森林土木事業への適性、在来種に与える負荷の強さについての確認を行いました。



写真－1 外来種で緑化した斜面の一例

2 草本類のスクリーニング

(1) 草本類の選定

試験栽培の時期から夏草を中心に、次の条件を目安に机上でリストアップを行いました。

- ・環境省の定める「生態系被害防止外来種リスト」に掲載されていないこと
- ・大量の種子を結実させないこと
- ・草丈が短く他の草本類を被圧させないこと
- ・他事業や民間で多くの使用実績があること
- ・環境への影響が報告されていないこと

この結果、公園整備事業などで使用されている矮性バミューダグラス、農業で用いられているセンチピードグラスに着目したところです。

(2) 矮性バミューダグラスの特徴

バミューダグラス自体は、古くから牧草や緑化工事で使用されてきたイネ科の外来草本類です（写真－2）。

公園の芝生やサッカー場や庭先の芝生に用いられる中で、手入れの頻度を減らしたいというニーズから、近年、矮性化などの品種改良が進められています。



写真－2 発芽後、1ヶ月程度の矮性バミューダグラス

(3) センチピードグラスの特徴

センチピードグラスは、イネ科の外来草本類です（写真－3）。2000年代頃から水田の畦畔管理に使用され始めました。

水田の畦は、カメムシ対策などのために、夏場には草刈りをしなければなりません。重い刈り払い機を扱う重労働であり敬遠されがちです。そこに草丈の低いセンチピードグラスを生育させて草刈り回数を減らすこと。また、草丈の高い草本類（いわゆる雑草）の生育を抑える効果、「アレロパシー」が評価され、西日本を中心に広く普及するようになりました。



写真－3 発芽後、1ヶ月程度の矮性バミューダグラス

3 試験栽培

(1) プランタを使用した栽培

試験栽培は、5月下旬から9月にかけて、大きめのプランタを使用して行いました。

使用する種子は、草本の矮性バミューダグラスとセンチピードグラスに加え、木本類の生育と比較できるようにヤマハギを用意しました。種子量は1平方メートル当たり草本2,800本、木本（ヤマハギ）1,200本、計4,000本の成立本数となるよう調整しています。

用土は基盤として山砂（マサ土）を30cmほど敷き詰め、その上に種子を混ぜた園芸土（肥料や土壌改良材入り）を水締めせずに5cm厚で載せています（写真－4）。種子は通信販売、用土はホームセンターで入手した市販品です。



写真－4 市販品のプランタ、種子、用土を使用した試験栽培の様子

(2) 矮性バミューダグラスとヤマハギの生育

矮性バミューダグラスとヤマハギは播種後、一週間程度で発芽。2ヶ月程度で成長は頭打ちとなりました。

成長しきった矮性バミューダグラスの草丈は20～30cm前後と従来型の半分程度、品種改良が進んだ結果、かなり低いものとなっており、ヤマハギはバミューダグラスが作る草むらの上方で葉を茂らしています（写真－5）。

治山事業では、木本類を中心とした斜面とするため、草本類と木本類を同時に播種する場合があります。状況によっては、成長が早く背丈の高い草本類に木本類が被圧されケースが生じます。しかしながら今回の試験では、矮性バミューダが草丈の低さから木本類の成長を阻害しにくい、遷移をスムーズに進めさせる可能性を見せました。

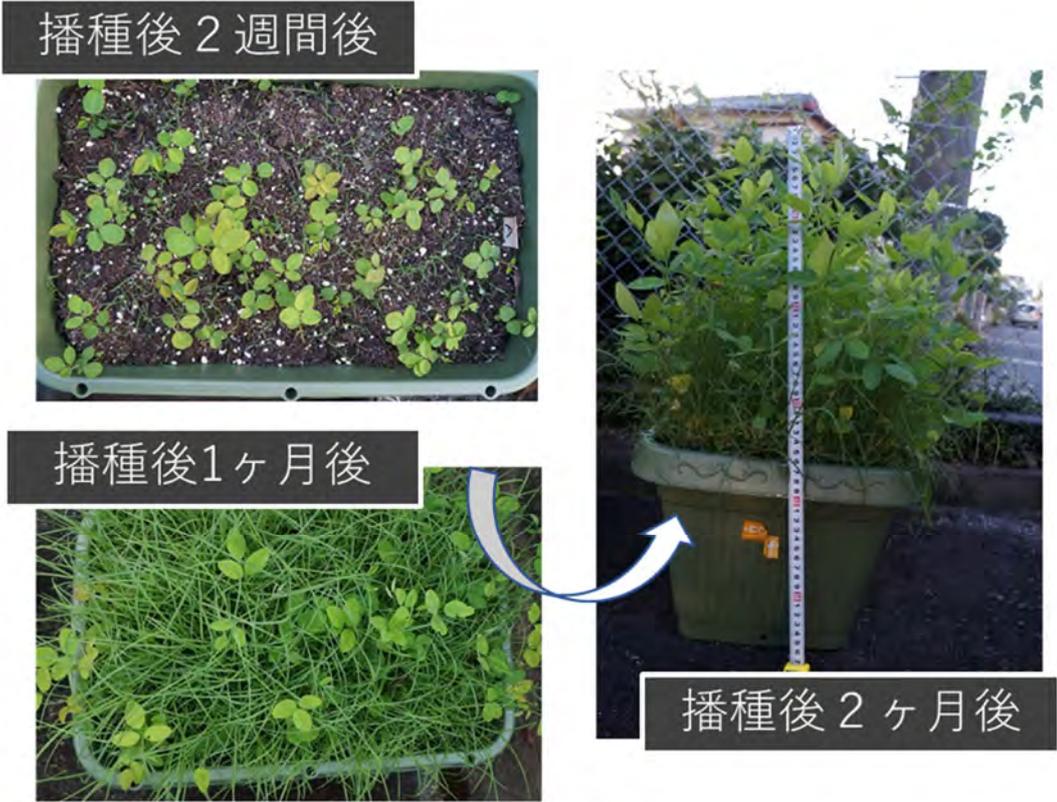


写真-5 矮性バミューダグラスとヤマハギの成長経過

(3) 矮性バミューダグラスの繁殖

矮性バミューダグラスは成長と同時に盛んに匍匐茎（以下、ランナー）を伸ばして周辺部へ生育範囲を伸ばしていきます（写真-6）。秋口になって一部の葉先から出穂しましたが、生産される種は数粒であり、ランナーによる繁殖が主体であると考えられました。

こうしたランナーにより繁殖する特性は、緑化工において発芽や生育状況にムラができて修復が見込まれることも意味し、治山事業や林道事業においては有利な特徴であると言えます。

在来種への影響という点では、草丈が低いため林縁部に達した時点で被圧されて成長できなくなるであろうこと、生産される種子量が少ないことなどからリスクは低いものと推察できました。

(4) センチピードグラスとヤマハギの生育

センチピードグラスとヤマハギについても播種後、一週間程度で発芽。2ヶ月程度で成長は頭打ちとなりました。

センチピードグラスの草丈は 10~20cm 前後と矮性バミューダグラスと比べても低くなっており、ヤマハギが上層を優先する状況となりました（写真-7）。

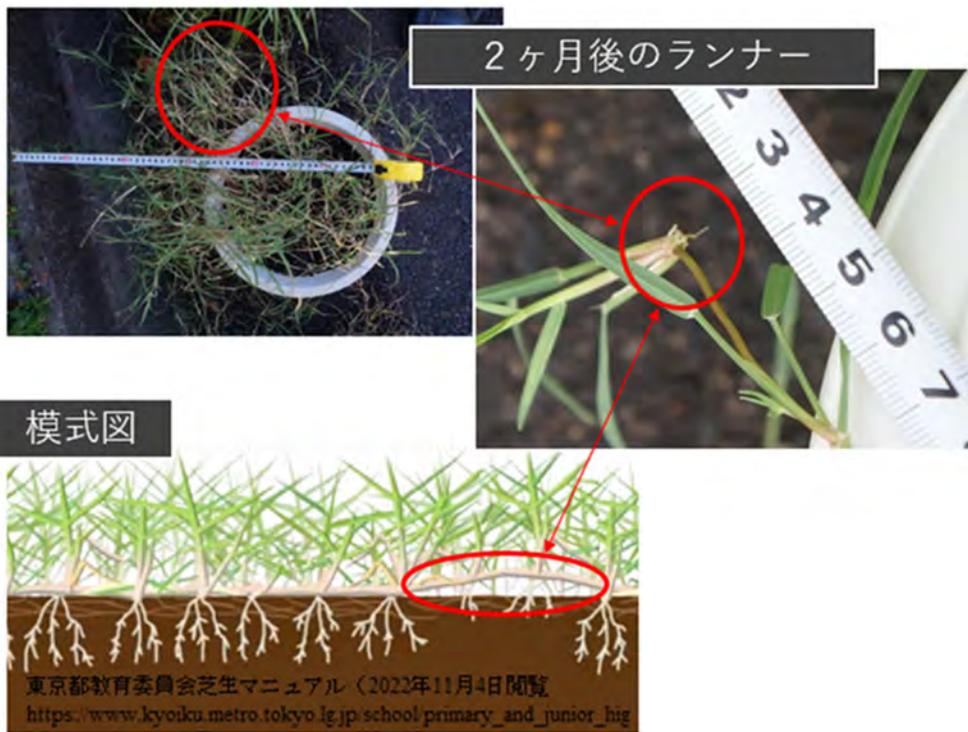


写真-6 矮性バミューダグラスの匍匐茎（ランナー）による繁殖過程



写真-7 センチピードグラスとヤマハギの成長経過

(5) アレロパシーの確認

センチピードグラスのアレロパシーを確認するため、別途、植木鉢でセンチピードグラスを栽培し、ヤマハギの種子 100 粒、バミューダグラスの種子を 1,000 粒ほど空播きする試験を行いました。

その結果、バミューダグラスでは全く発芽せず、ヤマハギは僅かに発芽。しかし一ヶ月たっても草丈が 2～3 cm、茎は 1 mm にも満たない細いもの（写真－8）で、やがて消失しました。

このことから播種直後にはアレロパシー物質は蓄積されないものの、次第に土壤中に蓄積。二～三ヶ月するとヤマハギなどの木本類の成長にも影響を与えるものと推察しました。

なお、センチピードグラスのアレロパシー物質は、主に必須アミノ酸の一種であるトリプトファンなどであり、動物には影響が少ないことが確認されています。



写真－8 アレロパシーの影響で大きく成長できないヤマハギ

(6) センチピードグラスの繁殖

繁殖は、矮性バミューダグラス同様、成長と同時にランナーを盛んに伸ばして行うことが確認できました（写真－9）。こちらも治山事業や林道事業においては有利な特徴であると言えます。

在来種への影響という点では、センチピードグラスの種子カタログには、必ずしも出穂しないこと。出穂して種子ができて昆虫類に捕食されてしまうことが謳われています。実際に試験栽培中に出穂することはありませんでした。

また、センチピードグラスが施工地から施工地外へ逸脱する目安として、井上、川口¹⁾が行った調査により、植栽後 3～7 年が経過した法面等の最大値で概ね 50～300cm と報告された事例もあることから、センチピードグラスが施工地外に大きく逸出するリスクは低いと思われます。



写真－9 センチピードグラスの匍匐茎（ランナー）による繁殖過程

4 まとめ

バミューダグラス、センチピードグラスともに治山事業や林道事業の緑化工に適していることが確認できました。在来種に与える影響についても、大量の種子を結実することなく、主に匍匐茎（ランナー）で繁殖することから環境面でのリスクが低い種であることが確認できました。

センチピードグラスは、アレロパシーを持つ特性から同時に播種する草本類を被圧、施工地を占有してしまう可能性があります。そうした特性を逆手に取れば、林道の路肩に生える草丈の長い草本類や灌木類の生育を抑制でき、緑化を果たしながら視界の確保や草刈りの軽減など、管理上のメリットを見出すこともできると考えています。

5 今後の課題

今後は、在来種では難しい秋口や春先の施工時期への適応性を考え、複数の冬草を複数混ぜた場合の観察も必要であると考えます。

また、センチピードグラスのアレロパシーに耐えうる木本類をスクリーニングすることで、治山事業において草地から森林への遷移を容易にする手法の開発にもつながるかと考えます。

参考文献

- 1) 井上拓弘、川口佳則 センチピードグラスの畦畔等植栽地からの逸出について：農業及び園芸 83 号、pp. 768、2008 年 7 月 1 日
- 2) 東京都教育委員会「園庭・校庭における芝生維持管理マニュアル」、p10、2018 年

オオサンショウウオに配慮した治山構造物の設置について

鳥取森林管理署 大山治山事業所 治山技術官 ○廣田 修歩
治山グループ 係員 岡本 拓也

1 取り上げた背景

鳥取県西部に所在する大流国有林は、我が国でも有数の山岳景勝地のひとつである大山北側の山麓（さんろく）に位置し、自然環境の維持や動植物の保護を図るため大山森林生態系保護地域として指定されており、自然が豊かで生物多様性にも優れた国有林です。

また、当該地域を源流として日本海まで流れる甲川（きのえがわ）は、国指定特別天然記念物「オオサンショウウオ」の発見事例もあり、その流水もきれいで生息可能な環境であることから、オオサンショウウオが生息している地域となっています。また、当該河川は清流であることから沢遊び・溪流釣り等にも親しまれている河川でもあります。

こうした状況の中、当該地域は、平成25年8月の連続降雨により山腹崩壊が発生その後も度重なる豪雨を受けて河床（かしょう）の侵食が拡大していることから、植生の回復が見られず、土砂の崩落・流出した経緯があります。

このため、当該流域の溪床安定化を図るため、崩壊地の下流に治山ダムが必要であり、治山事業として溪間工を実施することとしました。

工事の施工に伴い、関係機関及び専門家と協議調整を図る中でオオサンショウウオへの影響に配慮した治山構造物の設置が求められ、遡上路を設置した鋼製枠谷止工の施工を行いました。

2 取組の経過

従来型の治山ダムの構造（図-1）であれば、ダム設置箇所に落差ができる滝形状となり、河川の上下流が分断されオオサンショウウオの遡上が困難となっていました。

そこで、滝形状を解消し、遡上路の確保を目的とした構造物を設置（図-2）することを関係機関及び専門家と協議を行いながらオオサンショウウオへの影響が最小限となる構造の検討を実施しました。

遡上路の構造としては、いろいろな施工事例があり、複雑であったり簡易であったり様々ですが、そのほとんどがコンクリート製でした。

今回の工事箇所では簡易なスロープ形状とすることとしました。

理由としては工事箇所が奥地でコンクリートの運搬が困難であり、構造物を鋼製枠谷止工として計画したものであることから、遡上路についても構造物と一体感を持たせるため、鋼材による施工としました。また、コンクリート製であれば、複雑な構造による施工が可能ですが、鋼材による複雑な構造はコスト高となることからです。

また、工事着手前にはオオサンショウウオの生息状況調査として現地調査を実施しました。

これは、工事現場内でオオサンショウウオが生息している場合に、工事の際に傷つけてしまわないようにするためです。

調査の方法としては、現地の石の下を確認したり、エサで誘い出したりしてみましたが、今回の調査ではオオサンショウウオは確認できませんでした。

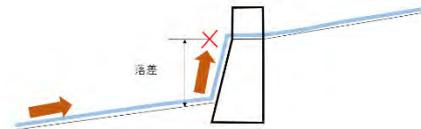


図-1 従来型ダム構造

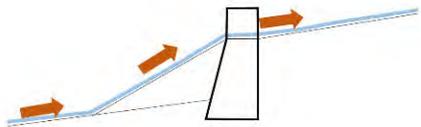


図-2 遡上路設置後の構造

しかし、平成19年に鳥取県教育委員会により作成されている特別天然記念物オオサンショウウオ調査事業報告書によれば、甲川では、これまで計4例のオオサンショウウオの発見事例があるため、今回の調査地点でも治山工事箇所の上流にオオサンショウウオが生息している可能性は排除できないという結果でした。

なお、現地調査ではオオサンショウウオは発見できませんでしたが、哺乳類1種（カワネズミ）、両生類3種（ヒダサンショウウオ、ニホンヒキガエル、タゴガエル）、魚類1種（イワナ属）の計5種の動物を確認でき、このうち4種類は鳥取県レッドデータブックのリスト掲載種でした。

工事施工状況については、鉄工所において鋼材で製作したものを現地にそのまま搬入しました。今回の工事で作成したスロープのサイズが幅2.0m、長さ4.8mであり、トラックに積載が可能であったからです。

設置については搬入したスロープをクレーンで吊り下げながら鋼製枠谷止工にボルトで固定を行いました（写真-1）。

なお、スロープにはオオサンショウウオが遡上しやすいように滑り止め（写真-2）を設置しています。



写真-1 スロープ設置状況



写真-2 滑り止め設置状況

工事完成後（写真-3）に、その効果を検証するため経過観察として、定点カメラを設置し現場状況の撮影を試みました。令和4年5月中旬から令和4年9月末まで設置を行いました。

しかし、今回の設置期間ではオオサンショウウオを撮影することはできませんでした。

なお、オオサンショウウオの撮影は出来ませんでしたが、親ガモが子ガモと遡上路を渡っている状況も見ることができ、オオサンショウウオ以外の生物にもその効果が発揮されていることがわかりました（写真-4）。

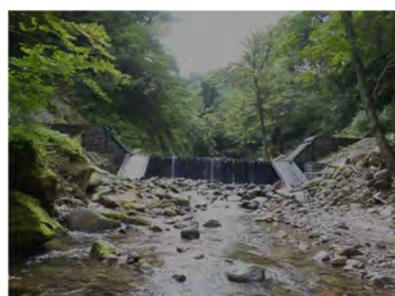


写真-3 完成状況



写真-4 遡上路利用状況

3 実行結果

現時点では、施工後の効果を検証するために設置した定点カメラによるオオサンショウウオの遡上状況の写真撮影はできなかったものの、遡上路を兩岸に設置したことによ

り、オオサンショウウオの上下流への移動経路が複数確保できており、施工後のオオサンショウウオの生息への配慮は達成できたと考えています。

懸念事項としては、自然相手であるため、遡上路に流水が適切に流れるかどうかという点があります。

そのほかにも、上流の崩壊地からの流出土砂による遡上路の閉そくや流路の変更による影響などです。

4 考察

今後も引き続き定点カメラの設置によるオオサンショウウオの遡上状況の撮影を行い、効果の経過観察の実施を考えています。

実行に際して、撮影位置、角度、撮影モードについて再検討が必要であると考え、試行錯誤を行いながら実施する予定です。

今回の工事は、治山施設の新設のため計画段階で協議を重ね、治山ダムの構造物はオオサンショウウオへの影響に配慮した工事となりましたが、残る当該流域の治山ダム計画箇所はもとより、既設の治山施設についても、遡上路を設置するなどの検討が必要ではないかと考えています。

釜ヶ峰アベマキ巨木林の成立過程、現況及び今後の管理について

近畿中国森林管理局 計画課 生態系保全係 ○西村 貫太
兵庫県立大学自然・環境科学研究所 准教授 藤木 大介

1 はじめに

(1) アベマキとコルク

本発表の主題となるアベマキは、ブナ科コナラ属の落葉広葉樹で樹皮にコルク層が発達し、深い割れ目があることが特徴です。アベマキは、薪炭材として利用されたほか、コルク層が発達する樹皮が国産唯一のコルク資源として利用されていました。国有林でも官行剥皮が実施され、戦前の三次事業区（広島県北東部）で生産されたアベマキ樹皮の多くは、広島市方面へ出荷¹⁾ されていました。

(2) 調査地の概要

本研究の調査地は広島県庄原市口和町に位置する釜ヶ峰山国有林の釜ヶ峰アベマキ・アカマツ遺伝資源希少個体群保護林（以下「アベマキ保護林」という。）です。昭和 31（1956）年に学術参考保護林として設定された後、昭和 53（1978）年に特定植物群落に選定（環境庁第 2 回自然環境保全基礎調査）、平成 2（1990）年に林木遺伝資源保存林、平成 30（2018）年の保護林再編に伴い希少個体群保護林となり、現在に至るまで保護されています。保護対象種はアベマキ及びアカマツで面積は 5.41ha です。

アベマキ保護林は複数の専門家から、国内でも稀有な規模の里山樹種の巨木林であると指摘されており、通直で枝下高が高い個体が多いことも特徴です。里山林の高齢級化が進む中で、このアベマキ林はひとつの到達点を示し、目標林型となり得るものであるほか、実際にコルク樹皮が生産された過去から、近代コルク産業の生きた遺産としての価値もあります。

また、毎年、地元小学生を対象に森林教室が開催され、郷土学習に役立てられています。

なお、同じく保護対象種であるアカマツは、かつては形質優良な個体が多数ありましたが、現在はマツ枯れによりほぼ消滅しており、令和元（2019）年頃からは、ナラ枯れによりアベマキにも被害が生じています。

2 目的

本研究の目的は次の 3 点です。1 点目は、アベマキ保護林の成立過程の解明と現況の評価です。2 点目は、現在発生しているナラ枯れ被害の状況把握と保全対策の検討です。これにより、予防方法を明確にします。3 点目は、前述の 2 点を踏まえた、当該保護林の将来予測と今後の管理方針の明確化です。

3 調査概要

本研究では 3 つの調査を実施しました。1 つ目が年輪解析で、5 本の伐倒木から円板を採取し、兵庫県立大学の藤木大介氏が計測及び解析を行いました。2 つ目が文献調査で、施業履歴等を確認するため、過去の文献資料^{1) ~ 6)} を収集して記載事項を調べました。3 つ目が林況調査です。林況調査は広島北部森林管理署による過去 2 回の調査データを使用しました。1 回目は、令和 3（2021）年 10 月 13 日に歩道沿いの被害木を対象にしたもの、2 回目は令和 4（2022）年 5 月 27・31 日に胸高直径 20cm 以上の広葉樹の直径・樹高・被害状況を毎木調査したものです。また、同年 8 月 30・31 日に、局計画課と技術普及課が共同で、稚樹の発生状況及び混交樹種調査等を実施し、9 月

30日には広島北部森林管理署と森林技術・支援センターがドローンによるナラ枯れ調査を実施しました。

4 結果（アベマキ林の成立過程）

（1）アベマキの施業体系

過去文献^{1) 3) 6)}の調査結果によれば、アベマキ保護林のある釜ヶ峰山国有林では、戦前・戦中とコルク樹皮採取のためのアベマキ林施業が実施されていました（写真－1）。この地域の一般的なアベマキの施業体系は表－1のとおりです。

なお、台伐りとは、植栽5年程度で行う作業で、初期成長を促進し、形質を優良にする効果があります。

昭和13（1938）年度の施業案では、伐期は40年とされています。前施業案までは製炭目的も兼ねて35年だった伐期を、この施業案からコルク樹皮生産に重点を置き40年に延長したものの¹⁾です。

また、コルク層が発達する形質優良なアベマキ個体は母樹として保残しました。



写真－1
アベマキ剥皮状況昭和5（1930）年7月撮影。広島北部森林管理署蔵

表－1 釜ヶ峰山国有林一帯のアベマキ林施業体系（昭和13年度施業案）

作業	林 齢	施 業 内 容
植 栽		3,000～4,000本/haを標準（谷筋は純林、尾根沿いは混交林）
台伐り	5	根元付近で伐り、萌芽させる
芽かき	6～7	台伐りの1～2年後に、萌芽を1～2本に整理
剥 皮	25～30	1回目の剥皮。適期は6月下旬～8月下旬
	35～40	剥皮2回目（初回10～15年後）
伐 期	40	伐採

（2）アベマキ保護林の施業履歴

アベマキ保護林では表－2のとおりで、明治17（1884）年の新植以降の施業に係る確実な記録がありませんが、同国有林の他小班において、アベマキ植栽後に刈払・補植・枝打を実施したとの記録⁵⁾があり、参考になります。

昭和13年度に策定された昭和15～24（1940～1949）年度の施業案の計画期間に予定されていた不要樹種等の伐採に係る実行の有無が確認できる資料は見つかっていません。

その後、昭和63（1988）年度までには、マツ枯れが発生し被害木が処理されており、平成3～12（1991～2000）年度まで、アカマツの後継樹育成のための除伐等が実施されました。令和元（2019）年頃からは、ナラ枯れが発生しています。

表－2 アベマキ保護林の施業履歴 ^{1) 3) 6)}

年（西暦）	施 業 内 容
明治17年（1884）	新植・萌芽更新
昭和15～24年度 （1940～1949）	母樹林として、不要樹種（形質優良なアカマツは保全）・不良個体（コルク層の発達が悪いアベマキ個体）の伐採を計画
昭和63年（1988）	マツ枯れ5本16m ³ ※その後断続的にマツ枯れが発生しアカマツが漸減

平成3～12年度 (1991～2000)	育成天然林施業総合試験（除伐・稚樹移植・地かき・刈出し） 実施
令和元年（2019）	ナラ枯れ発生
令和4年（2022）	3月危険木45本伐倒（累計アベマキ枯死81本）

(3) 年輪解析の結果

年輪解析結果は図-1のとおりで、本稿執筆時点で5本中、判読が完了している4本分のデータを示します。4本は円板の直径（以下「D」という。）の大きさを区分し、シンボル（D=95cm）、中径木ア（D=74cm）、小径木イ（D=46.7cm）、小径木ウ（D=32.5cm）と呼称します。シンボルはアベマキ保護林内で最大とされていたアベマキ個体です。

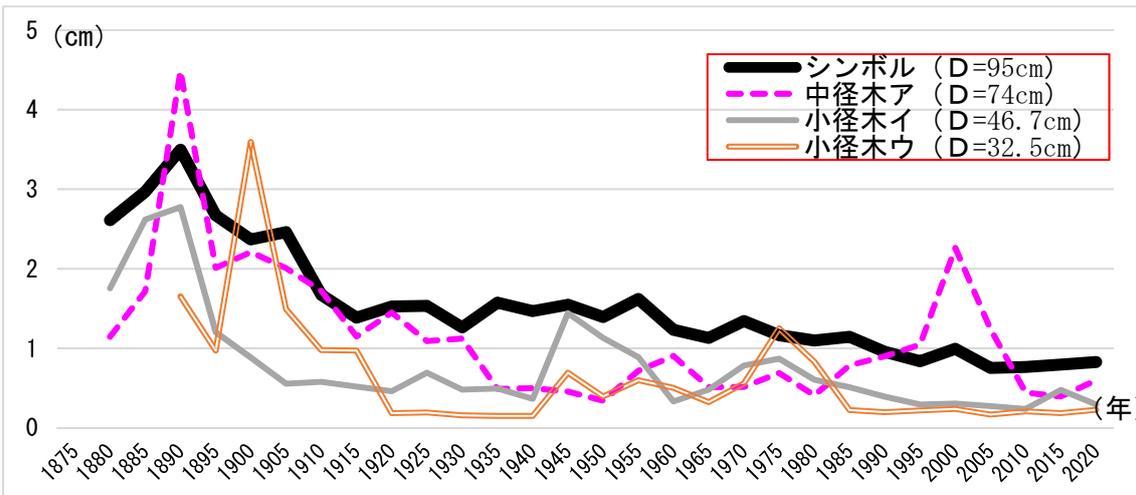


図-1 5年間年輪幅の推移（藤木氏判読データより作成）

いずれも初期成長は良好で、最大直径のシンボル（D=95 cm）の樹齢は144年でしたが、小径木イとウも含め4本全てが樹齢140年生前後であり、大きさは植栽年の違いでなく成長の違いによるものでした。

次に、前後10年の年輪幅成長量変化の割合を図-2で示します。10年スパンで年輪幅を平均するのは、気候やその他の短周期変動成分を除去するため、期間の前後からの成長の変化を把握できます。

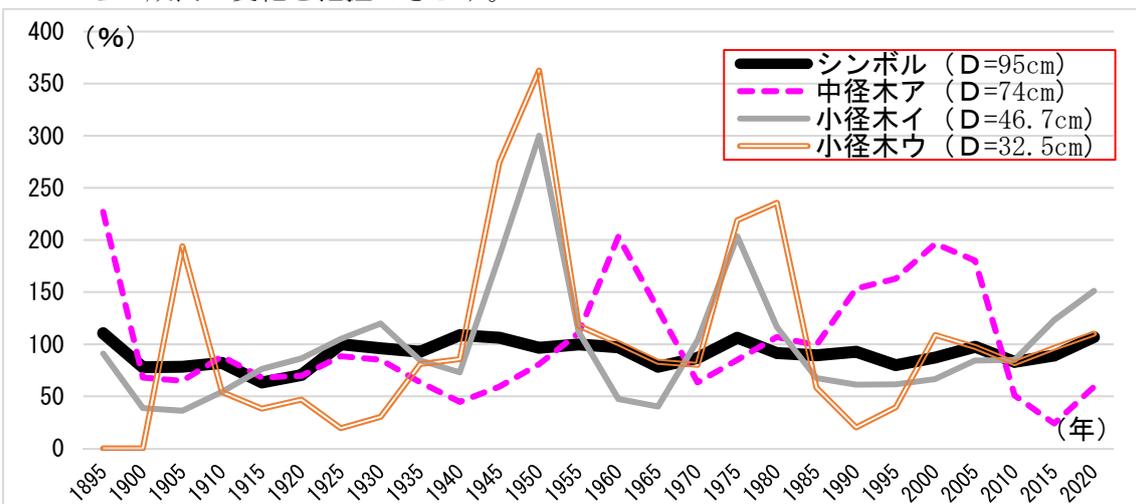


図-2 前後10年の年輪幅成長量変化の割合（藤木氏判読データより作成）

この図からは、シンボルツリーの成長が一貫して良好なことが分かります。小径木イとウは、1940～1945年と1965～1975年に2回の一気の成長、つまり被圧から解放される何らかの攪乱イベントがあったことが分かります。また、中径木アは、小径木イとウとは時期がずれますが1955～1965年と1990～2005年の2回、被圧からの解放による成長（攪乱の発生）が見られました。

(4) 考察

アベマキの林齢は概ね140年前後で、林班沿革簿の記録と概ね一致します。また、いずれも初期成長が良好なため、皆伐後に新植又は萌芽更新した林分と推察されます。

形質の優良さについては、台刈りが実施されていた場合は、その効果による可能性も考えられます。

アベマキ施業地であった周囲の林分は戦後にスギ・ヒノキ林に転換されていますが、アベマキ保護林は、戦前に種子採取のための母樹林とされていたため、樹種転換を免れたものと考えられ、戦後は1956（昭和31）年に学術参考保護林が設定されました。

アベマキ林分の成長については、昭和15～24（1940～1949）年度の施業案で伐採計画があり、この伐採が実行されたとすれば小径木1回目の攪乱が説明できることから、施業が実行されたと推察されます。

また、中径木アの2回目の攪乱である平成2（1990）年からの攪乱はマツ枯れ等による局所的攪乱によるものと推察されます。

その他の攪乱の原因については、今回確認した資料では推定できませんでした。

施業履歴の空白を埋める資料は、昭和47（1972）年の三次大水害で当時の三次営林署庁舎が水没した際に失われてしまった可能性もあります。今回の研究を通じて、森林管理における施業履歴の保存の重要性を改めて認識しているところです。

5 アベマキ保護林の現況とナラ枯れ

(1) 現況の評価とナラ枯れ被害

表-3と表-4は、ナラ枯れによる被害前後のアベマキ保護林の本数・胸高断面積合計（以下「BA」という。）の一覧で、表-3はアベマキのみ、表-4は、アベマキを含むコナラ属及びクリ属の一覧です。保護対象種のアカマツは確認されていません。

表-3からは、林分内でアベマキの比率が圧倒的に高いことがわかります。

また、蓄積量の目安であるhaあたりのBAは、保護林内の発達した小林分では48.43 m²/ha⁷⁾に達しており、ブナ老齢林に匹敵する巨木林となっています。参考として他文献の中国地方のデータを見ると、天然林43.5 m²/ha⁸⁾、二次林21.5～27.7 m²/ha⁹⁾となっています。

表-3及び表-4の被害前と被害後の数値を比較するとアベマキの本数及び材積は10%程度低下していますが、林分全体に占めるアベマキの比率はかえって上昇しています。これは、他のコナラ属の樹種がアベマキより多く枯死したことによります。

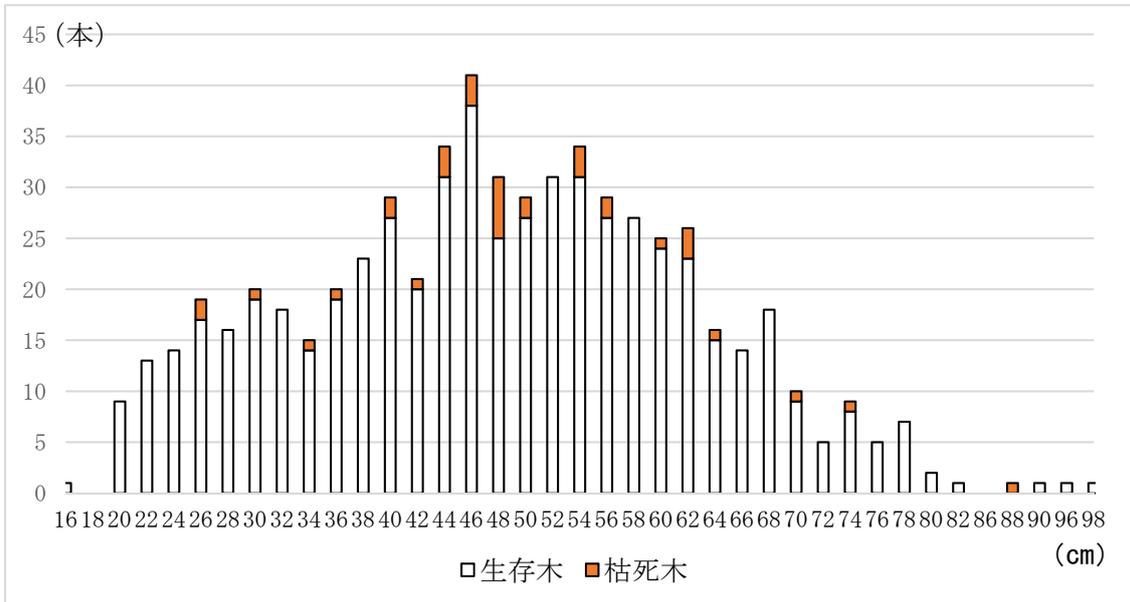
図-3はアベマキの直径階分布です。胸高直径（以下「DBH」という。）は最大98cm最小16cmで平均48cm、枯死したシンボルツリーよりも大きな個体も新たに数本確認されました。枯死率は必ずしも大径木で高い訳ではなく、DBH48cmで19.4%と最も高くなっています。

表－3 現況とナラ枯れ被害一覧（アベマキのみ）

アベマキ						全樹種	
本数	本数	本/ha	減少数（本）	占有率	減少率	本数	本/ha
被害前	616	113.86		79.38%		776	143.44
〃後	535	98.89	81	80.09%	13.15%	668	123.48
BA	BA (m ²)	m ² /ha	減少数 (m ²)	占有率	減少率	BA (m ²)	m ² /ha
被害前	121.80	22.51		87.64%		138.98	25.69
〃後	107.37	19.85	14.43	89.64%	11.84%	119.78	22.14
材積	材積 (m ³)	m ³ /ha	減少数 (m ³)	占有率	減少率	材積 (m ³)	m ³ /ha
被害前	1,134.17	209.64		88.15%		1,286.69	237.84
〃後	1,014.98	187.61	119.18	90.48%	10.51%	1,121.76	207.35

表－4 現況とナラ枯れ被害一覧（コナラ属及びクリ属）

コナラ属及びクリ属						全樹種	
本数	本数	本/ha	減少数（本）	占有率	減少率	本数	本/ha
被害前	743	137.34		95.75%		776	143.44
〃後	638	117.93	105	95.51%	14.13%	668	123.48
BA	BA (m ²)	m ² /ha	減少数 (m ²)	占有率	減少率	BA (m ²)	m ² /ha
被害前	137.00	25.32		98.57%		138.98	25.69
〃後	117.87	21.79	19.13	98.40%	13.96%	119.78	22.14
材積	材積 (m ³)	m ³ /ha	減少数 (m ³)	占有率	減少率	材積 (m ³)	m ³ /ha
被害前	1,273.19	235.34		98.95%		1,286.69	237.84
〃後	1,108.64	204.92	164.55	98.83%	12.92%	1,121.76	207.35



図－3 アベマキ直径階（DBH）分布

次に令和3（2021）年までの被害木の位置を地図上にプロットしました（図－4）。枯損度4と5が確実に枯死している個体で、×印が、令和4（2022）年3月に伐採した個体です。なお、枯損度の定義は図－6のとおりです。

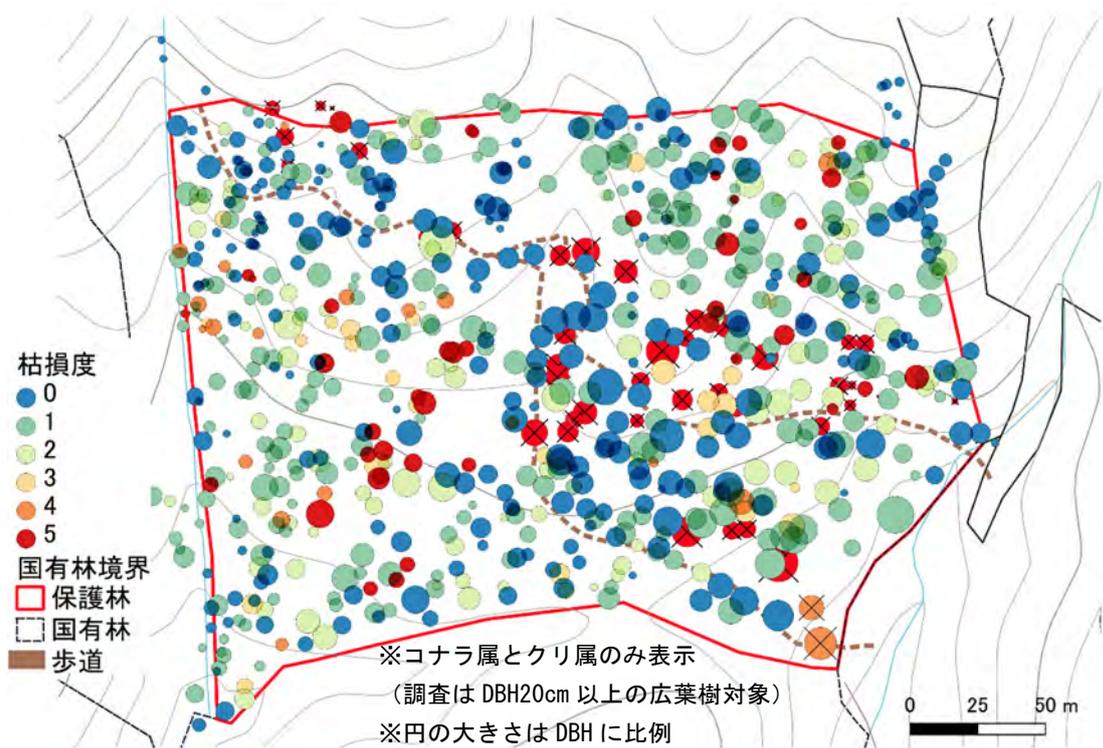


図-4 令和3（2021）年までの被害状況

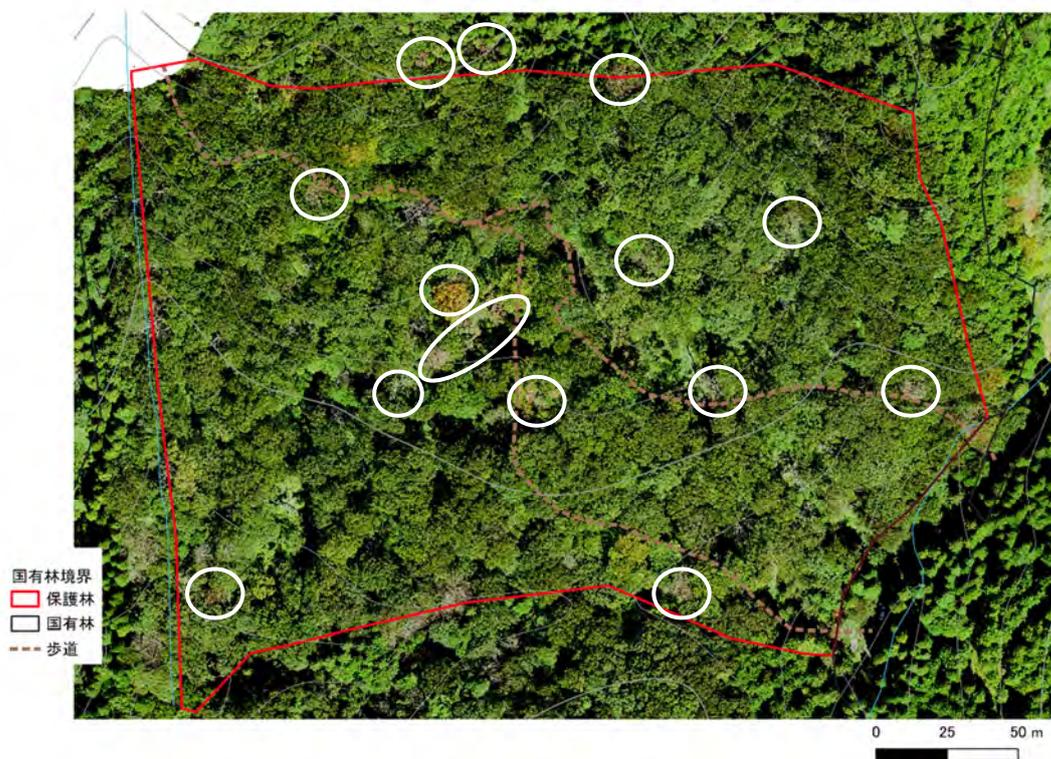
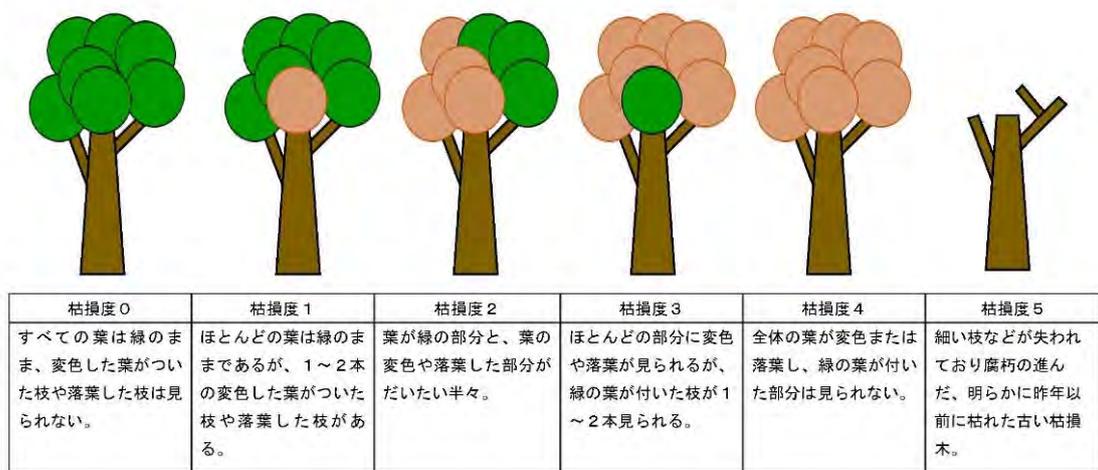


図-5 令和4（2022）年の新たなナラ枯れ被害状況

その後、令和4（2022）年8月に、広島北部森林管理署と森林技術・支援センターが共同実施したドローン調査の結果からは、新たに10本以上の被害木が確認されました（図-5の○囲みの個体）。



図－6 枯損度の基準 (国研) 森林総研四国支所後藤主任研究員提供

6 ナラ枯れ被害への対応

このような特殊な林分でナラ枯れの防除を行うに当たり、今回、(国研) 森林総合研究所四国支所の後藤秀章主任研究員から現地確認も含めて指導と助言を得ています。

ナラ枯れの原因となるカシノナガキクイムシは、1本の繁殖成功木から周辺の数本～数十本を枯らす可能性があるほど繁殖力が旺盛で、当年枯死木だけでなく、穿入生存木、衰弱木、新鮮な伐根や倒木等でも繁殖することができるため全量駆除は極めて困難とのことです。このため、被害発生初期のタイミングを逃すと、くん蒸や破砕・焼却処理を伴うものを含めて伐倒駆除によるカシノナガキクイムシの密度抑制及び被害の拡大防止はできないとのことでした。

一方、枯死を免れた穿入生存木は再加害を受けても枯死率は低いとされます。以上のことから、未穿入の木を中心に確実に守りたい個体にシート被覆を行い、単木的に成虫の穿入を阻止することが現実的ではないかとの指導でした。

そこで指導の内容を踏まえ、アベマキ保護林については、既に被害がまん延していることから、駆除のための伐倒は実施せず、令和4(2022)年3月に、歩道沿いの枯死木45本を危険木として伐採するに留めました。

また、ほとんどの個体が穿入生存木であったため、歩道沿いの大径木から重点的に予防することとし、同年10月、22本にシートによる被覆を実施しました。シート被覆は、景観に配慮した防虫シートを使用し、アベマキ保護林内の既存の穿入孔の高さに基づき、地上高6mまで被覆しました。

7 アベマキ保護林の将来予測と管理方向

(1) アベマキの更新状況

令和4(2022)年8月の調査で確認した当年生実生は2個体で、より成長した幼稚樹は確認できませんでした。過去の保護林モニタリング調査⁷⁾や林木遺伝資源保存林の候補地調査⁴⁾でも稚樹が確認できないと報告されています。

(2) アベマキ保護林の遷移予測

樹齢300年以上のアベマキ個体は全国に29本存在⁹⁾し、その中には推定400～500年の個体もある比較的寿命が長い種であると考えられます。アベマキ保護林は、既に林分成熟段階にあります。アベマキの各個体は今後も成長を続け、災害や病害虫による大きな被害が生じない限りは、300年以上の寿命が期待されます。

現時点のアベマキ保護林内には、高木層にはアベマキが優占し、亜高木層では、天然更新したシデ類やカエデ類が主体となっています。亜高木層には、クマノミズキ、ノグルミ、ヤマザクラ等も確認されましたが個体数はわずかでした。

以上から、ナラ枯れの予防に努めつつ自然の推移に委ねた場合、アベマキは数を減らしつつ残存個体が成長を続けるとともに、ギャップでも更新可能なシデ類が侵入し、将来的には、高木層のアベマキと亜高木層のシデ類やカエデ類を主体とする混交林になると推察されます。その後の遷移は未知数です。

(3) 今後の基本的な管理方向

現在、アベマキ保護林内にはアベマキの稚樹や幼木は確認されず、実生もわずかで、現在の個体群の天然更新は期待できません。

しかし、ナラ枯れの予防に努めることで長期間は現状維持が可能であることから、現在の個体群を維持していくことを基本的な管理方向として考えています。

一方、長期展望として、形質優良なアベマキ個体群の遺伝子を保全していくことも重視するのであれば、ナラ枯れ等で生じた林冠ギャップを利用し、保護林内で採取した種子の埋め込みやそれら種子から育苗した苗の植栽、芽かき等の保育等の施業を検討する必要があります。

さらに、現地で行われてきた森林教室に、ドングリの採取、育苗、植栽等を取り込むことができれば、地域社会への普及啓発にも貢献するものと考えます。

謝辞

本研究を進めるに当たって御助言御指導いただきました（国研）森林総合研究所 四国支所 産学官民連携推進調整監 佐藤重穂様、主任研究員 後藤秀章様、元鳥取大学教授 大住克博様へ深く御礼申し上げます。

また、本研究においては、広島北部森林管理署、森林技術・支援センター、局技術普及課から調査データの収集等の協力を得ています。

引用文献

- 1) 大阪営林局 昭和 13 年度第 3 次検訂 実行期間昭和 15～24 年度 三次事業区 施業案説明書、1939
- 2) 広島北部森林管理署 林班沿革簿
- 3) 大阪営林局 国有林の展望、(財)大阪林野共済会、1952
- 4) 広島北部森林管理署、林木遺伝資源保存林関係業務参考資料、1989～2007
- 5) 三次営林署 造林箇所別表、年代不明
- 6) 大阪営林局 局報、1939
- 7) 近畿中国森林管理局 平成 30 年度保護林モニタリング調査報告書、2019
- 8) 橋詰隼人 大山のブナ林における稚樹の動態、33～41、鳥取大学農学部研究報告、1994
- 9) 藤江勲・安井鈞 鳥取大学蒜山演習林におけるコナラ林の林分構成および現存量、37～43、1980
- 10) 環境省生物多様性センター、「巨樹・巨木林データベース」, <https://kyoju.biodic.go.jp/>, (2022. 10. 21 閲覧)

山間奥地大崩壊地の山腹緑化について ～手取川上流での取組～

石川森林管理署 手取川治山事業所 治山技術官 吉谷 康佑
業務グループ 係員 竹原 昇平

1 はじめに

平成 27 年 5 月上旬、石川県白山市尾添地区大汝国有林において大規模な山腹崩壊が発生しました。石川森林管理署では崩壊発生以降、継続して復旧作業に取り組んできました。今回はこれまで実施してきた対策工事について、事業の有効性についての考察や実行する中で見つかった課題を報告します。

2 手取川上流崩壊地の概要

平成 27 年 5 月に雪解けの影響を受けて発生した山腹崩壊は、面積約 15ha、崩壊土砂量約 130 万 m³にも及びました（写真－1）。この崩壊による土砂は、直下を流れる手取川に流出し、それによる高濃度の濁水は約 60km 下流の河口まで到達しました（写真－2）。農業・漁業を中心に多方面に影響が及び、新聞やテレビ等のマスコミにも大きく取り上げられました。



写真－1 手取川上流崩壊地
(平成 27 年 6 月)



写真－2 手取川の濁水発生状況
(平成 27 年 6 月)

3 崩壊地の特徴

本崩壊地の最大の特徴は林道等のない山間奥地に位置していることです。崩壊地までは登山道経由でも 1 日以上要するので、重機やトラックを使用できない等工事用資材の運搬や施工方法に大きな制限を受けます。そのため、ヘリコプターによる運搬、散布、設置を行いました。また、崩壊地は白山国立公園の特別保護地区内でもあるので、緑化には自生する郷土種のみを使用する等、生態系保全に配慮した施工が必要になります。郷土種の種子数量には限りがあるため、積極的に種子を導入する箇所とそれ以外の自然緑化に任せる箇所に区分して施工する必要が生じました。

4 事業概要

(1) 平成 27～28 年度事業（対策工）

崩壊発生後から平成 28 年度にかけては応急対策として、セメントや侵食防止剤を配合し、現地に散布する航空侵食防止工を中心に施工しました。また、平成 29 年 2 月には有識者からなる「手取川上流崩壊地に関する技術検討会」が設置され、工法や調査方法、今後の方針について検討を行いました。

(2) 平成 29～令和 3 年度事業（5 カ年緑化工）

技術検討会での意見を受けて、平成 29 年度から、5 年の期間で緑化対策を講じることを決定しました。また、施工効果の確認を行うため、毎年度施工後にはモニタリング調査を行いました。モニタリング調査では現地踏査や、航空写真の撮影等により現地の植生や全体的な緑化状況等を観察しました。さらに目標とすべき緑化の指標として「初期緑化目標」を設定し、モニタリング調査の結果を照らして達成状況を確認しました。

「初期緑化目標」には 5 つの項目があり、その内 3 つ以上の項目で基準をクリアしている場合に目標が達成されたとみなします。

事業の目的である緑化の促進のためには、斜面の侵食を防ぎ、安定化させることや、安定した土壌の上に植物群落を定着させることが必要になります。そこで平成 29 年度以降の緑化工では次の 3 種類の施工を中心的に行いました。

ア 袋型石詰筋工（写真－3）

谷部のような侵食を受けやすい箇所においては侵食や土砂移動を抑止するために、比較的緩勾配の箇所では土砂堆積による植生の土壌基盤形成を図るため、石を詰めた袋材をヘリコプターで筋状に設置しました。

イ 航空緑化導入工（写真－4）

この工法では面的に緑化を行うことでマクロな植生回復を促すことを目的に、土壌や肥料等を水で攪拌し、泥状にしたスラリーと呼ばれる混合物を散布しました。施工地を緑化の進行度合いで区分分けし、航空緑化導入工 A と航空緑化導入工 B の 2 種類を施工しました。

(ア) 航空緑化導入工 A

すでに緑化の進行している箇所に郷土種子入りのスラリーを散布し、更なる土壌改良や散布種子の定着を図りました。使用する郷土種子は自生する植物の種子を採取・精選の後、スラリーに混合しました。

(イ) 航空緑化導入工 B

土壌が流出している箇所に種子無しのスラリーを散布し、流亡した土壌養分の回復や蘚苔類等の侵入、周辺種子の定着を図りました。



写真－3 袋型石詰筋工



写真－4 航空緑化導入工

ウ 航空コア緑化工

面的な緑化を促す航空緑化導入工に対して、点的に緑化を行うことで、よりミクロな植生回復を促すことを目的に施工を行いました。この工法では緑化の期待が持てる箇所に集中的に種子やヤナギを散布しています。

(ア) 航空コア緑化工 A

水溶性の紙容器に郷土種子や肥料等を入れた、緑化ペレット（写真－5）を地盤の安定している箇所に散布しました。

(イ) 航空コア緑化工 B

本施工地と環境が似通った崩壊地の現況から、湿地の緑化に適していると思われるヤナギの挿し木を崩壊地の溪流沿いに散布しました。ヤナギ挿し木は事前に発根させ、乾燥防止のために、赤玉土と共に麻袋に入れる工夫を行いました（写真－6）。



写真－5 緑化ペレット
（航空コア緑化工 A）



写真－6 ヤナギ挿し木
（航空コア緑化工 B）

5 事業結果と評価

(1) 各種工法

ア 袋型石詰筋工

谷部に施工した筋工は、ほとんどが移動せずに、残存していました。また現地状況からも、背面に土砂の堆積が見られ、溪床の浸食防止、斜面の勾配緩和効果が確認できました（写真－7）。ただし、一部の筋工については上流からの土石流等で流出してしまいました。平坦部に施工した筋工は、そのほとんどで、筋工自体に変状は見られず、機能を維持していました。また、背面には土砂が堆積し、筋工前後で植生の回復が確認できました（写真－8）。ただし、1実施箇所で、一部土砂と共に移動している様相を示しました。



写真－7 袋型石詰筋工
土砂堆積状況（谷部）



写真－8 袋型石詰筋工
土砂堆積状況（平坦部）

イ 航空緑化導入工・航空コア緑化工

(ア) 航空緑化導入工 A・航空コア緑化工 A

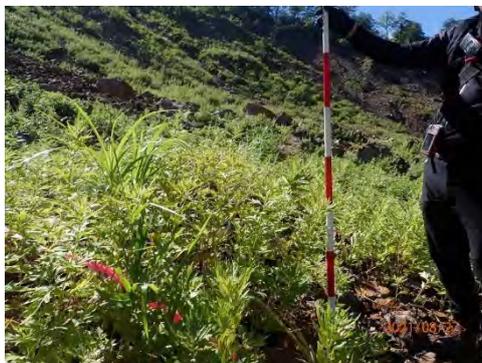
現地踏査等の結果から、崩壊地内でイタドリ、ヨモギ（オオヨモギ）、フジアザミ、ススキ等の導入種の活着が確認されました。また、イタドリ、ヨモギ（オオヨモギ）、フジアザミ、オノエヤナギ等の導入種の定着が確認できました。さらに、ヨモギ（オオヨモギ）が優占種となる導入種の植物群落が複数箇所を確認されました（写真－9）。

(イ) 航空コア緑化工 B

現地踏査等の結果から、平地部で、散布由来かは断定できませんが、オノエヤナギの植物群落を確認できました。また、溪流部でも、散布由来と思われるオノエヤナギの活着個体が確認できました（写真－10）。しかし、それ以外の個体は、枯死が確認されたほか、流出・埋没のために、現地で確認することができませんでした。

(ウ) 航空緑化導入工 B

現地踏査等の結果から、崩壊地内で、フキ、ゴマナ、コウゾリナ、カンチコウゾリナ等の侵入種が、活着を確認できました。また、フキ、クマザサ、オノエヤナギ等の侵入種が、定着を確認できました。さらに、崩壊地内左側壁側で侵入種が優占種となる植物群落は確認でき、崩壊地頭部周辺では、オノエヤナギが優占する植物群落が確認できました。



写真－9 ヨモギの植物群落



写真－10 オノエヤナギ活着個体

(2) 初期緑化目標の達成状況

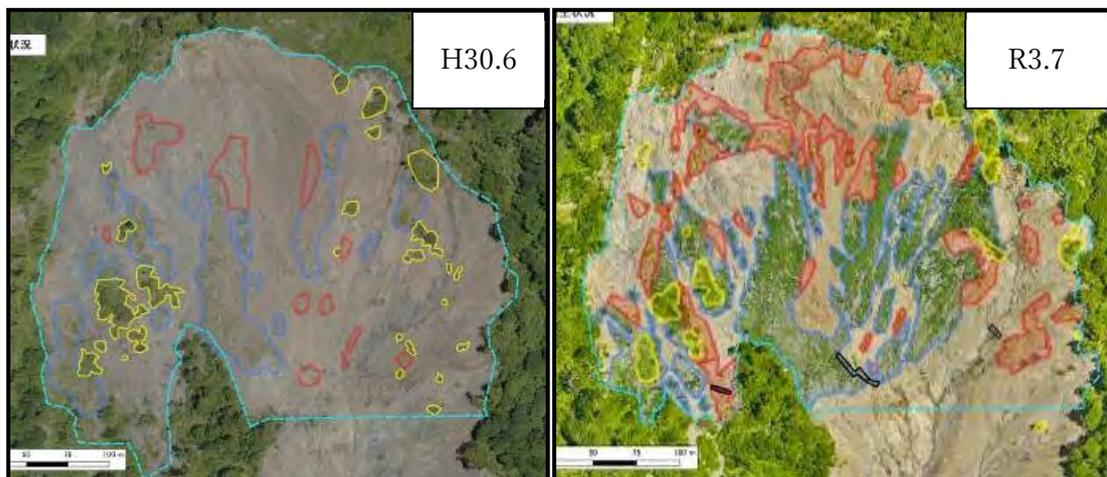
ア 植生被覆状況の確認

現地踏査等の結果から、植被率(※)が、図-1、写真-11のとおり、平成29年度～令和元年度まで漸増傾向にあり、令和元年度以降は約43%で横ばい傾向にあることが確認できました。

(※) 植被率：植生が被覆している面積÷モニタリング対象面積



図-1 植被率の推移



良好部 中庸部 残存木

写真-11 植生被覆状況の遷移

イ 散布種子の定着状況・周辺植生の定着状況

5 (1) イ (ア)、(ウ) の結果のとおり確認できました。

ウ 植生の遷移状況・植生の生長状況

現地踏査等の結果から、令和2年度、3年度と草本類の植物群落の中に、別種の木本類が侵入していたことから草本類から木本類への遷移が進んでいると考えられます。また、生長状況についても伸長を確認できました。

以上より、表-1のとおり令和元年度以降、初期緑化目標を達成できています。

表-1 初期緑化目標の達成状況

評価項目	基準		年度毎の結果（達成：着色）			
	評価ポイント	目標	H30	R元	R2	R3
植生の被覆状況	植被面積、植被箇所数の変遷	漸増、横ばい	○	○	○	○
散布種子の定着状況	導入種について	評価ポイント 1項目以上確認	○	○	○	○
	・活着を複数確認					
	・定着を複数確認					
周辺植生の定着状況	侵入種について	評価ポイント 1項目以上確認	×	○	○	○
	・活着を複数確認					
	・定着を複数確認					
植生の遷移状況	木本種について	評価ポイント 1項目以上確認	△	×	○	○
	・定着を確認					
	・本数が漸増傾向					
植生の生長状況	・植生率が漸増傾向	評価ポイント 1項目以上確認	△	○	○	○
	・前年より伸長を確認					
	・前年より葉量の増加を確認					
	・種子の結実状況を確認					
	・周辺へ植生の拡大傾向を確認					

6 考察と見つかった課題

(1) 袋型石詰筋工

施工後の土砂堆積状況から、斜面での土砂移動を抑制し、谷部での縦浸食防止や平坦部での土壌基盤の形成に有効であるといえます。また、一部の石詰筋工で確認された流出は、崩壊土砂の重量に袋材が耐えきれず流されたことが原因の一つとして考えられます。今後同じような施工を行う場合には袋材1つ当たりの重量を増加する、袋材同士を連結する等、構造全体での重量を増加して流されにくくするような工夫が必要だと思われれます。

(2) 航空緑化導入工・航空コア緑化工A

崩壊発生直後に比べて植被率が大幅に増加したことや、散布種子・周辺種子由来の植物群落の拡大が確認できたことから施工地における緑化の促進に有用であったといえます。しかしながら、令和元年度以降、植被率はほぼ横ばいであり増加は止まっています。植被率が頭打ちになった原因としては、緑化の進行していた箇所が小崩壊による土砂に覆われたことや、急勾配の斜面や常水箇所など条件の厳しいところが緑化せずに残っていることが考えられます。このような箇所では、表層の土砂移動が激しく、土壌養分の流出も大きいので、散布材料の配合を変更するといった工夫が必要になります。また、より細かいゾーニングを行い、緑化しやすいところに施工範囲を絞ることも重要だと考えられます。

(3) 航空コア緑化工B

一定の効果が見られた航空緑化導入工や航空コア緑化工Aとは異なり、施工したほとんどのヤナギ個体が枯死または流出しており、不定着に終わりました。定着しなかった理由については、降雨による流出や土砂による埋設、乾燥による枯死などが考えられ、

今回のような急傾斜の施工地においては、効果を得ることが難しい可能性があります。

(4) 施工計画期間

今回は5年の期間で緑化対策を講じましたが、令和元年度には初期緑化目標を達成しており、その後も継続して達成できていることから、施工計画期間は施工開始から2、3年程度に短縮しても効果が得られる可能性があると考えられます。

7 おわりに

今回の事業で施工した各種の工法は、そのほとんどで一定の効果が得られたことから、類似環境の工事に有用であると考えます。また、本施工地においてはすでに初期緑化目標を達成しており、崩壊発生直後に問題となった濁水についても現在は落ち着いているため、事業全体としては経過観察に移行する段階にあると考えられます。さらに、ヘリコプターを用いた緑化工は施工実績も少ないので、施工後のモニタリングを行うことも極めて重要です。今後も施工地の経過観察を通じて、工法の長期的な有効性等についても検証していきたいと思えます。

都市近郊林の小溪流における土砂等の流下抑制対策について

兵庫森林管理署 ○下澤 篤志
末光 弘明

1 課題を取り上げた背景

都市近郊林の小溪流で発生する土砂等の移動現象を抑制する対策として、軽量の資材を使用し簡易に施工できる工法を試験したので報告します。

兵庫県南部の国有林は、都市化の進展に伴い宅地や道路等が国有林境界付近まで開発された結果、森林と生活圏が隣接しており、その森林面積は694haになります。

この国有林は、六甲山山系の山麓に位置しており、花崗岩がマサ化した土砂が小溪流内に堆積することや、林内が灌木等で構成されていることから、継続的に落葉・落枝が小溪流内に供給されています。

また、気候は温暖で降水量が少ない瀬戸内海気候に位置しており、全国平均よりも、かなり少ない降水量であることから、常水がない小溪流が多くみられます。

このため、マサ化した土砂と落葉等が堆積した常水の無い小溪流が都市生活圏に極めて隣接して存在している特徴があります。

この小溪流では、マサ化した土砂と落葉等が溪床に堆積する現象がみられる一方で、集中豪雨時には、土砂と落葉等が一気に流下して下流の水路を閉塞させるなどの被害が多発しています。

このため、職員により様々な流下抑制対策を実施していますが、人家裏などの狭小地を通行して資材を人力運搬する必要があることや、重い器具による設置作業が必要なことから身体的負担が大きく、その軽減対策が課題となっています。

また、従来工法による対策は水を通さない構造のため、雨水が集中すると構造物の脇から土砂や落葉等が流下することも課題となっています。

2 経過

(1) 工法の検討

試験施工にあたり、従来工法の課題を洗い出しました。

- ア 資材が1基あたり12.5kgの重量があり人力運搬が大変。
- イ 杭径が50mmあり重いハンマー等での打込作業が重労働。
- ウ 打込み工具が約7kg、大型ハンマーが6kgと工具類の重量が重く、運搬及び作業時の負担が大きい。
- エ 水を通さない構造のため、土砂や落葉等を一時的にとどめる効果はあるが降雨が続くと鉄板の脇から流れ出る現象が起きる。

この課題を改善するために、次の条件を満たす資材を検討しました。

- ア 1基あたりの資材が軽量であり、人力運搬が容易であること。
- イ 設置にあたり特殊な技術を必要とせず、簡易な作業であること。
- ウ 作業時の工具も軽量であり運搬等に負担が無いこと。
- エ 下流に影響を与える可能性の高い、土砂、落葉・落枝は捕捉するが水は流下させる構造であること。
- オ 価格も従来工法と同程度であること。

以上の条件で工法を検討したところ、三宅島の火山噴火により発生した山腹荒廃斜面に緑化基礎工として施工された実績をもつ「東京クレセントロール」という製品に着目しました。

製造元へ連絡したところ、過去に神奈川県内において常水のない凹面流路に設置した事があり、表土・ヒノキの落葉等の流出抑止効果を確認した製品も有るとの回答を得たことから、試験工法として実施することにしました。

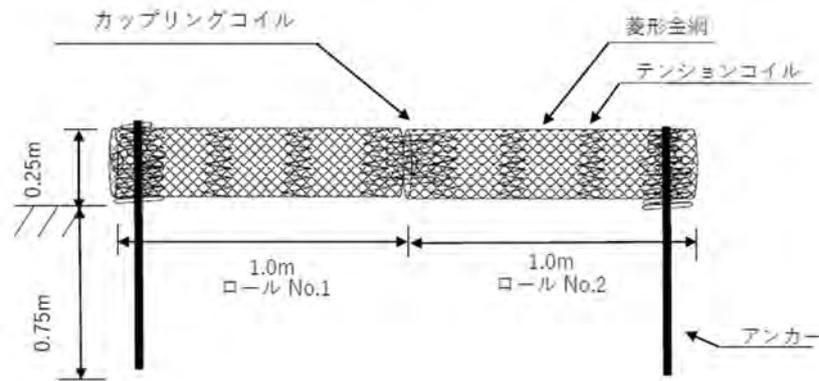


図-1 東京クレセントロールの構造

資材の構造（図-1）は、コアコイルと呼ばれる、スプリング状のコイルを中心に亜鉛メッキした菱形金網を一定の厚みを持たせ巻き上げてロール状とし、そのロールを貫通する様に、金網の厚みを一定に保つテンション用のコイルを配置したスケルトンな積層構造となっています。

コアコイルとテンション用のコイルがスプリング状になっていることにより、外力がかかった場合も反発することが出来ることから長期間にわたり形状を維持することができるのが特徴です。

1基の大きさは2mで2分割でき、分割した部分は、カップリングコイルにより人力で容易に連結できます。

また、ロールの固定は直径13mmのネジ加工された異形鉄筋アンカーを地面に人力打設して、調整コイルとヘリワッシャーをヘリナットにより本体と一体化させる構造です。

(2) 施工方法

施工方法は、資材の材料数も少なく施工も容易です。

- ア 資材運搬
- イ 本体の連結
- ウ アンカー打設
- エ 本体とアンカーの固定

このため、設置にかかる時間は従来工法に比べてかなりの短縮となります。

具体的な設置方法は、運搬材材料の総重量は7.6kgとなり2名で運搬した場合一人あたり4kg程度となります。

このほかに工具として、ハンマーとペンチを各2本程度持参するのみであり、従来工法と比較して資材運搬作業がかなりの負担軽減になります。

本体の設置は対策予定の小溪流に、上流に向けて「く」の字となるように折り曲げて配置します。

多少の凹凸は柔構造物であることから柔軟に地形に追従するため掘削等の作業が発生しない構造です。

連結した本体の両サイドにハンマーにてアンカーを打設します。

アンカーは多少位置がずれても、スプリングコイル等で調整が可能なため、地下の転石等の状況を見ながら挿入可能な場所に柔軟に打設することができます。

次に、本体とアンカーを調整コイルとヘリワッシャー及びヘリナットで結合させて完成です。

アンカーと本体をスプリングで固定することで、本体とアンカーの連結強度を確保します。

一連の工程は、施工方法を理解していれば2名で10分程度で施工可能であり、設置に必要な機材もハンマーとペンチが1～2本のみで可能なことから、かなり施工性がよい結果となります。

3 実行結果

(1) 新工法の効果

試験施工後に降雨があり現地確認したところ、資材の上流側には土砂や落葉等が堆積していることが確認できました（写真－1）。

一方、下流側は土砂、落葉等が無いことからスケルトン構造により雨水は流下させ、土砂と落葉等は捕捉したのではないかと推測されます。

また、降雨が強まった際は一時的に流下する水量が増えたため、土砂や落葉等による閉塞効果により上流部に水たまりが出現し小規模なダム効果を発揮する可能性もありました。

あわせて、下流側ではスケルトン構造の資材と土砂と落葉等の間を通過することにより、上流側よりも水が澄んでいる様子も確認でき濾過機能が発揮されている可能性があります。



写真－1 土砂と落葉・落枝の捕捉状況

(2) 負担軽減効果

試験施工の結果、従来工法の課題である資材運搬、施工性も優れていることがわかりました。

まず、重量比較では従来工法に比べ資材が約 6 kg 軽減され、工具類も約 12 kg 軽減されます。

このため、従来工法に比較して約 70% の重量削減となります。

また、設置時間比較では、整地時間、杭打ち時間で大幅な短縮効果があり、作業強度的にも従来工法に比較して簡易な作業のため、作業者の体感としてもかなりの負担が減るとの感想です。

このため、設置時間は従来工法に比較して約 60% の短縮効果を得ることができ、作業強度的にもかなりの負担軽減が図られることがわかります。

試験の結果をまとめると、資材の軽量化により人力運搬の大きな軽減が図られ、軽量工具のみ用いて、人力で容易に施工可能であり作業者の負担を大きく軽減させる効果があることがわかります。

また、材料費のみで比較すると、従来工法の場合 12,000 円程度、試験工法の場合 13,000 円程度となり材料価格も同程度になります。

今年はまとまった降雨が少なかった事から、豪雨時の機能性、耐久性、メンテナンス性について今後も確認していくことが必要と考えています。

また、土砂及び落葉落枝の一時的な抑制効果のほかに、現地調査において示唆された洪水のピーク流量調整に役立つと思われる流水の減衰効果、水質汚濁抑制効果もあわせて確認していきたいと考えています。

新しい円形囲いワナの捕獲試験について

和歌山森林管理署 業務グループ 係員 ○小谷 悠人
業務グループ 係員 畑中 宣輝

1 課題を取り上げた背景

囲いワナや箱ワナは従来から金属製のものが使用されてきました。しかし、これらのワナには下記のような問題があります。

①金属製のため、重たく、入口ゲートが閉まる音が大きいため、周囲のシカが警戒してしまい、続けての捕獲が難しくなる。また、ワナの移動や再設置時の負担が大きい。②捕獲したシカを安全に止め刺しができない。③ICTゲートは100万円近い価格となり、かなり高価になる。

これらの問題を解決するため、安価で軽い、イノシシ用の円形ネット式囲いワナ（写真－1）を改良した、新しいシカ用円形ワナの開発に取り組みました。



写真－1 イノシシ用円形ネット式囲いワナ（改良前）太田製作所 HP より引用
(<https://www.inoshikajp.com/net-trap>)

2 試験地

和歌山県南部に位置する、宮城川国有林、大塔山国有林でワナの試験を実施しました（図－1）。

また、新しいワナは直径が10m程度となりますので、ある程度広い平らな土地が必要となります（写真－2）。



図－1 試験地位置図



写真－2 新しいワナ設置箇所（土場）の様子

3 捕獲試験

(1) ワナの改良

ア 改良前のワナの特徴

円形ネットの直径は6mで、アンカーからアンカーは直径10m程度のワナになります（写真－3）。

改良前のワナの特徴は以下のとおりです。

①イノシシが高さ2m以上のワナを飛び超える心配は少ないため、ワナ上部は開いている。



写真－3 ワナの直径

②イノシシはネットの下に潜り込んでワナに侵入するので、ワナに入口がない。

イ 改良点

改良点は3点あります。

1点目は上部ネットの追加です(写真-4)。シカはネットを飛び越える可能性があります。また、シカの止め刺しを安全に行うために、囲いワナに蓋をする形で上部ネットを追加しました。加えて、上部ネットを支えるため、低木を利用した2m50cm程度の支柱をワナ中心に設置しています。従来のネット(側面のネット)とは結束バンドで留めています。



写真-4 上部ネット(黒)と入口アーチ

2点目は入口の追加です(写真-4)。シカはイノシシのようにネットの下へ潜り込まないので、アーチ状の入口を設置して、くぐり抜けることができるようにしました。

3点目は留め金具の追加です(写真-5)。改良前は直接ネットに支柱を通していました(写真-6)。しかし、シカ捕獲後、ネットを外す作業に時間を要してしまいました。留め金具を設置することで、留め金具を外す作業のみとなり、ネットを簡単に外すことができました。



写真-5 留め金具の追加



写真-6 留め金具設置前

(2) 誘引方法

初めに、ワナを設置する前にヘイキューブによる誘引を行います。ここまでは、従来の囲いワナと同じです。次に、ワナを設置し、ヘイキューブによる誘引を行います。しかし、ここではネットを1～2週間程度上げた状態にしておきま

す(写真-7)。シカがワナに慣れさせます(写真-8)。

れた頃にネットを下げ、入口を設置し、ワナを稼働させます(写真-8)。

以上のように、一度、ネットを

上げておくことで、シカをワナに慣れさせ

る期間を設けます。



写真-7 ネットを上げた状態のワナ



写真-8 ワナを稼働した状態

はじめはこのワナを警戒し、周辺のヘイキューブのみを食べに来ます。しかし、一度慣れてしまうと、ワナの中に入り、ヘイキューブを食べるようになります（写真－9）。ワナ稼働後、ワナに慣れたシカは前足を折りたんでワナに侵入し、ヘイキューブを食べます（写真－10）。

また、入口が閉じるまではシカが出入り可能なため、2頭以上のシカが入ることもあります。今回の試験では大塔山国有林、宮城川国有林ともに、一度に2頭入りました。



写真－9 ワナに慣れたシカ（一番右）



写真－10 ワナに侵入するシカ

ワナに入ったシカはネット内部の縁を歩き回ります。実際、ワナの縁が泥だらけになっていることがわかります（写真－11）。このように、シカは何度もワナ内縁を歩き回り、シカ自ら入口を塞いでしまいます。



写真－11 ワナ内縁が泥だらけに

(3) 捕獲方法

始めに、外部の支柱に接続しているネットを外していきま

す。作業は「イ 改良点」に記載した、留め具を外すだけなので簡単



写真－12 留め金具を外し、ネットを下ろす



写真－13 動けなくなったシカ

(4) 再設置

再設置の手順はまず、側面のネットを外部の支柱に掛け直します。これは、留め金具をつけるだけです。次に、ワナ中心の支柱を立てます。最後に、入口アーチを設置

します。再設置は4人で15分程度で完了し、大きな手間にはなりません。

(5) ワナの費用

合計金額を比較すると、従来の囲いワナの 47%も削減となりました（表-1）。一度に2頭以上捕ることが目的である ICT ゲートのワナと比較すると1/4以下となります。加えて、従来の金属製のワナは4m×4m以上のものになると、総重量が200kg以上となります。しかし、新しいワナはネット式なので50kg以下となりました。

表-1 ワナの費用比較表

	新しい円形ワナ（直径約6m）	従来の囲いワナA（4m×4m）	従来の囲いワナB（4m×4m）	従来の囲いワナC（ICTゲート）
ワナ本体	220,000円	340,000円	336,000円	300,000円以上
ゲート作用センサー	-	100,000円	100,000円	-
ICTゲート	-	-	-	650,000円
上部ネット	5,000円	-	-	-
支柱（防護柵用）×10本	100円	-	-	-
入口アーチ	6,000円	-	-	-
合計	231,100円	440,000円	436,000円	950,000円以上

4 まとめ

メリットは以下のとおり5点あります。

- ・ ネット式なので従来の金属製のワナと比較して軽量である。
- ・ シカが動けなくなるので、安全な止め刺しができる。
- ・ 捕獲したシカが傷つかないため、ジビエ利用に有効である。
- ・ 比較的安価でかつ、ワナの再設置及び撤収が容易である。
- ・ 同じ箇所でも継続的な捕獲ができる。

特に、4点目、5点目のメリットに注目すると、ワナが安価で、再設置の負担も軽減されることから、従来の金属製のワナと比較して、費用対効果が大きいといえます。

5 今後の取組

本研究では、1頭のみでなく、2頭同時に捕獲することができました。しかし、複数頭の捕獲を考えると、シカ自らが入口を塞ぐ仕組みが問題となってしまいます。従って、さらなるワナの工夫が求められます。

また、ワナの上部ネットには10cm目合のものを使用しており、シカの頭は抜ける場合があります。そのため、シカが暴れるとネットとの絡まりがひどくなり、ほどくのに時間を要してしまいます。実際に、大塔山国有林のワナでは、シカの首や頭にネットが何重にも絡まってしまう、シカを取り出す作業に時間を要してしまいました。上部ネットも側面ネットと同じ、5cm目合またはそれ以下のものを使用し、足だけが絡むように改良する必要があります。

加えて、直径6mのワナだけでなく、従来の囲いワナの4×4mや5×5mと同規模のワナ、つまり、直径4mのワナにする等、規模に関しても工夫していきたいと考えております。

今後は、捕獲効率の向上かつ、さらに安価で安全に捕獲できるワナを目指して試験を実施していきます。

大型配水管を活用した残渣処理試験について

和歌山森林管理署 地域林政調整官 ○瀧岡 忠雄
治山グループ 係員 久保田 啓太

1 背景

近年、二ホンジカやイノシシなどの有害鳥獣により、農作物の食害や森林植生の消失等の被害が生じています。農作物被害額は年間 160 億円前後で推移しており [農林水産省 2022]¹⁾、森林の被害面積は年間約 4 千 ha (令和 2 年度) [林野庁 2022]²⁾ にのぼります。国有林においては特に二ホンジカによる被害が顕著で、食害による植栽木の被害や下層植生の単一化、消失そして最終的には裸地化が引き起こされます。これにより森林生態系への大きな悪影響や土壌の流出、水源かん養機能等の減少など森林の持つ多面的機能が大きく損なわれることから、和歌山森林管理署では積極的な鳥獣捕獲を実施してきました。

もちろんこれらの被害は国有林にとどまらず、各都道府県、市町村でも対策に取り組んでいます。また、平成 25 年には農林水産省と環境省が二ホンジカ、イノシシの生息頭数を令和 5 年度までに半減させる「抜本的な鳥獣捕獲強化対策」を取りまとめて以来、全国的な捕獲頭数は右肩上がりに上昇傾向にあります。

このように全国的に捕獲を強く推進する動きがある一方、捕獲個体の処理について問題が浮上しています。捕獲個体の処分には自家消費、食肉利用、埋設、廃棄等があり、捕獲個体をそのまま廃棄する場合には一般廃棄物として市町村が処理責任を負うこととなりますが、自治体が所有する一般廃棄物処理施設で処理するには技術、コストの両面でハードルがあります。それに加えて起伏の激しい山中で捕獲した個体を処理施設へ運ぶのは捕獲者に大変大きな負担になるので、捕獲した山中で埋設処理を行うことが多くなります。この際、野生鳥獣が掘り返して摂食されることが多く、和歌山県ではツキノワグマが誘引されるリスクを持ち問題になっています。

以上のように鳥獣捕獲はこれからも盛んにおこなわれることが見込まれる一方、その処理方法について処理施設の技術とコストの両面、捕獲者の負担と危険性について問題を抱えています。今回の試験ではこれらの問題を解決するため、大型配水管を活用した残渣処理法の試験を行うこととしました。

2 実行内容

(1) 残渣処理施設設置と費用

西ノ河国有林にて、施設本体として TAC パイプ (直径 1m・全長 4m)、蓋兼投入口として取り付けキャップ、この2つを半割継手により固定し (図-1～3 参照)、地上高 1m になるよう土中に垂直に設置しました (図-4 参照)。以上の掘削から設置まで 6 時間で完了しました。設置後、ツキノワグマに対してより強固に残渣を保護するため鉄製の対熊プレートを追加設置しました。これらの資材、施工を含めた費用は 1 基当たり約 54 万円になりました。

(2) 悪臭の発生と対策

残渣投入後、激しい悪臭とともに真鍮製の南京錠が激しく腐食し開錠が困難になる事態が発生したので対策を実施しました。一般に市販されている、もみ殻、米ぬか、油粕などの有機質資材を発酵させたぼかし肥料 (1 袋 500g) を 1 頭処理ごとに 2 袋投入したところ悪臭が収まりました。

(3) 施設へのツキノワグマの接触

令和 4 年 9 月には残渣処理施設の本体と周辺に足跡と体毛、爪をかけた跡が発見されました。大小少なくとも 2 種類の足跡が見られたことからメスの親熊と子熊と思われます。

なお、これ以降施設周辺にはツキノワグマの痕跡は見られていません。



図-1 TAC パイプ (大型排水管)



図-2 取り付けキャップ



図-3 半割継手



図-4 設置後の様子

表 1 各処理方法のメリット、デメリット及びコスト例（あくまでも実績に基づく目安）

処理方法	メリット	デメリット	処理コスト目安	導入コスト目安
化成処理を行い、資源化（イノシシのみ）	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲者による切断が不要 ・減容化できる（常温保存可） ・飼料・肥料として利用できる ・導入コストが小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ニホンジカは資源化できない ・近くに化製処理工場が必要 ・鉛弾除去が必要 ・処理コストがかかる 	169.7 円/kg	約 170 万円 （プレハブ冷凍庫、1 坪）
破砕機で切断し、焼却	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲者による切断が不要 ・衛生的に減容化できる ・導入・処理コストが小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ・備え付けの破砕機が無い ・焼却施設もある 	86.2 + α 円/kg	約 170 万円 （プレハブ冷凍庫、1 坪）
生物処理、焼却又は埋立（野積み式）	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲者による切断が不要 ・減容化できる ・肥料として利用できる可能性あり ・導入・処理コストが小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ・臭気が屋外に拡散するため用地に限られる ・衛生面の配慮が必要 	155.3 + α 円/kg	約 300 万円 （建屋等、100m ² ）
生物処理、焼却又は埋立（装置式）	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲者による切断が不要 ・減容化できる ・肥料として利用できる可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・脱臭装置等の臭気対策が必要 ・衛生面の配慮が必要 ・導入・処理コストが大きい 	200.2 + α 円/kg	約 2,000 万円 （装置等、処理槽 2,000L）
動物専用焼却炉で焼却	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲者による切断が不要 ・衛生的に減容化できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉛濃度が高くなる可能性がある ・導入・処理コストが大きい 	786.2 円/kg	約 1 億 5,000 万円（焼却炉等、200kg/バッチ）

一般処理業者に委託	・導入コストなし	・業者や地域により単価が異なる ・指定サイズへの分割等が必要な場合がある	50.0～250.0 円/kg	なし
現場埋設	・導入コストなし ・処理コスト小さい	・捕獲者の負担が大きい ・不適正な埋設の恐れ	22.5 円/kg ※（個人が手掘りした場合）	なし
大型配水管を用いた埋設 （現場で生物処理のち埋設）	・導入、処理コスト小さい ・現場近くに設置可能 ・捕獲者による切断が不要 ・減容化できる ・一基ごとの処理可能数が多い	・土壌への影響を考慮 ・臭気が屋外に拡散するため用地が限られる ・衛生面の配慮が必要	2.2 円/kg	約 54 万円 （一基当たり）

[資源循環・廃棄物研究センター, ほか 2019]³⁾ より引用
青色部分は本研究による

3 実行結果

図-5及び6の通り、投入した残渣数に対して体積が小さくなっています。39 林班線では約 33 頭を投入し 0.9m の堆積、妹尾支線では約 76 頭を投入し 1.3m の堆積となりました。明らかに投入時より大きく体積が減少しており、骨格が露出していることから分解が良く進行していることがわかります。



図-5 39 林班 約 33 頭投入 0.9m 堆積
令和 4 年 5 月 2 日撮影

また、表1に示す通り、1kg当たりの処理コストは2.2円(2頭ごとに投入するぼかし剤の費用)、1基当たりの新規導入費用は約54万円と、大型排水管による処理はほかの処理法と比較して処理コスト、導入コストともに圧倒的に安価であることが示されました。さらに大型排水管は再利用が可能なため、継続して運用した場合さらなるコスト軽減が見込めます。



図-6 妹尾支線 約76頭投入 1.3m堆積
令和4年5月2日撮影

4 考察

和歌山県に生息するツキノワグマは他地域から分断されており、その生息数は少ないと推測されることから平成6年(1994年)から狩猟が禁止されています。「環境省レッドリスト2017」では絶滅のおそれのある地域個体群として、「和歌山県レッドデータブック(2012年改訂版)」では絶滅危惧I類として掲載されています[和歌山県]⁴⁾。

このように個体群の存続のためツキノワグマの捕獲や殺傷は禁止されていますが、狩猟、有害鳥獣駆除として二ホンジカを捕獲する地域の中にはツキノワグマが生息する地域も含まれています。罠の設置、巡回を行う猟友会など業務委託者や職員のツキノワグマによる被害を避けるために、二ホンジカの個体数管理を継続する中でどのように接触リスクを下げるかが大きな課題になっています。

このような状況の中、捕獲後に埋設した二ホンジカがツキノワグマに掘り起こされ捕食される事例が確認されるなどその生息域が作業地域に広がることが確認されています。ツキノワグマは自身の獲物に強い執着心を示し、食べきれない分はその場に残留して繰り返し摂食しに来る習性があります。もし、今後も捕獲後の埋設物が繰り返し摂食されるのであれば、作業員がツキノワグマと接触してしまう可能性が高くなることが考えられます。これを防ぐためにツキノワグマが摂食できない形で埋設する必要があります。また、埋設場所が捕獲場所から遠方で埋設に時間がかかる方法だと人手がかかり、捕獲効率の低下を招きます。

本試験の大型排水管による残渣処理では、実行内容、結果で示した通り、ツキノワグマがたとえ近づいても摂食されることはなく、かつ容易に残渣を投入が可能であり、経済性にも優れていることが明らかになりました。今後は残渣容積が2m程度に達し次第、排水管を抜き取り、土で埋め戻し、抜き取った排水管を他所に再設置して排水管の再利用試験を行うとともに周囲の土壌等を調査し本施設の環境への影響を調べる予定です。

また、もう一つは、ぼかし肥料で臭気低減と残渣分解が促進されたメカニズムは不明瞭な点もあり、我々の知識でこれを調査、考察することが難しいため、専門家の意見を仰ぐ予定です。

参考文献

- 1) 農林水産省, 「鳥獣被害対策コーナー」, <https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozuy/higai/> (2022年12月)
- 2) 林野庁, 「野生鳥獣による森林被害」, <https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/tyouju.html> (2022年12月)
- 3) 国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター、農研機構中央農業研究センター、宇都宮大学雑草と里山の科学教育研究センター、森林研究・整備機構森林総合研究所 有害鳥獣の捕獲後の適正処理に関するガイドブック、2019年11月
- 4) 和歌山県, 「ツキノワグマ」, <https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/032000/032500/yasei/kuma.html> (2022年12月)

緑をとりもどせ！その5 ～持続可能な森林経営に向けた挑戦～

鳥取県立智頭農林高等学校 森林科学科3年 谷本 愛翔
堀村 展汰

1 はじめに

令和2年度、全国の森林面積のうち約2割でシカの「枝葉、樹皮の食害」や「角とぎ」による剥皮被害が確認されています。多雪、風衝地のために樹木が生育しにくい山腹斜面では、シカの食害後に裸地となり、土砂崩壊や流出の危険が増大しています。

私たちは、5年前よりススキの植栽を進めてきましたが、昨年度よりシカの「忌避樹木」の苗を植栽することで裸地の森林化の試みを始めました。

2 実施計画

令和3年10月と11月、シカの忌避樹木の苗を斜面に200本植栽しました。

令和4年5月と9月に活着状況と生育状況の調査を行い、その結果を考慮しながら、11月に別の種類の忌避樹木を100本植栽することとしました。

3 実施方法

(1) 植栽樹種

樹種は、元鳥取大学農学部林学科教授であられる山本福壽様から助言をいただき、ネジキ・レンゲツツジ・ウリハダカエデ・ゴマギ・ミツマタ・エゴノキ・アセビ・シロダモ・ソヨゴ・シキミの10種類としました。

(2) 植栽方法

唐クワを使い、斜面に苗木のポットが入る穴を掘り、やや山側に倒して苗を植えました。土を戻して、しっかり踏み固めた後、竹杭を苗木の横にやや斜面に倒して打ち込みました。竹杭と苗木を地際から20cmの高さのあたりで、シュロ縄を使って固定しました（写真-1）。



写真-1

(3) 植栽位置

苗の間隔は1.5m程度あけて、森林になったときの様子を想像しながら、樹種に偏りがないようにしました。

(4) 調査項目

5月は、シカの食害の有無と活着状況さらに、雪害の有無を調査しました。9月は、5月の調査の雪害状況の経過観察に加えて、大雨に伴う土砂流出による消失や埋没の状況を観察しました。欠損した個体はその高さも測りました。新芽の伸長が確認できなかった個体を枯死（写真-2）、新芽が伸長している個体を活着（写真-3）、植栽箇所に確認できなかったものを消失（写真-4）としました。



写真-2



写真-3



写真-4

雪害については、このように倒伏して根が露出しているものを根こげとしました（写真－5）。なお、こうした個体は植え直しをしました。斜面に沿って倒れている個体を倒伏（写真－6）、幹が途中で折れている個体を幹折れ（写真－7）、幹の上部が完全になくなっているものを欠損としました（写真－8）。



写真－5



写真－6



写真－7

4 結果

(1) 全体

樹種別に、シカによる食害、9月段階での活着状況、雪害状況を一覧表にしました（表－1）。カッコ内は、5月から9月の間に枯死、消失した数です。



写真－8

表－1 雪害状況および活着状況一覧（樹種別）

(本)

樹種名	ネジキ	ソヨゴ	レンゲツツジ	ウリハダカエデ	ゴマギ	エゴノキ	ミツマタ	シロダモ	アセビ	シキミ	合計 (9月追加分)	
食害の有無	1	0	2	0	0	1	0	6	0	1	11	
活着状況	枯死	5 (2)	2 (1)	2 (1)	4 (3)	2	1	6 (3)	2	0	2	26 (10)
	活着	13	16	14	13	16	13	8	16	15	12	136
	消失	2	2 (1)	4 (3)	3 (2)	2	6 (1)	6 (6)	2 (1)	5 (5)	6 (2)	38 (21)
雪害状況	根こげ	3	1	2	2	0	2	0	2	2	3	17
	倒伏	1	3	0	1	1	1	0	1	0	0	8
	幹折れ	3	2	2	3	1	5	4	3	2	2	27
	欠損	7	8	8	6	8	9	16	8	16	8	94
	合計	14	14	12	12	10	17	20	14	20	13	

5月の調査の結果、52本が健全に生育していました。雪害の主なものは、欠損が94本、幹折れが27本、根こげが17本でした。9月の調査の結果、新たに消失した本数は21本、枯死した本数は10本でした。活着したと思われる本数は136本でした。

(2) シカの食害状況について

食害本数は、11本でした。樹種は、シロダモが6本、レンゲツツジが2本、ネジキ、エゴノキ、シキミが各1本でした。

被害状況は、頂芽をむしり食べられていました。食害が原因で枯死した個体はありませんでした。

シカの食害状況は、写真－9のように樹木の先端や上部がみ切られていました。



写真－9

(3) 雪害状況について

雪害の発生状況を樹種別にグラフにしました(図-1)。

このように、すべての樹種で幹折れと欠損が発生していました。また、倒伏と欠損の複合被害も発生していました。

「ミツマタ」と「アセビ」では、植栽したすべてが雪害を受けていました。続いて、「エゴノキ」の発生本数が高かったです。逆に、「ゴマギ」の発生本数が最も低く、「ウリハダカエデ」と「レンゲツツジ」が続いて低かったです。発生率は100%~50%でした(図-2)。

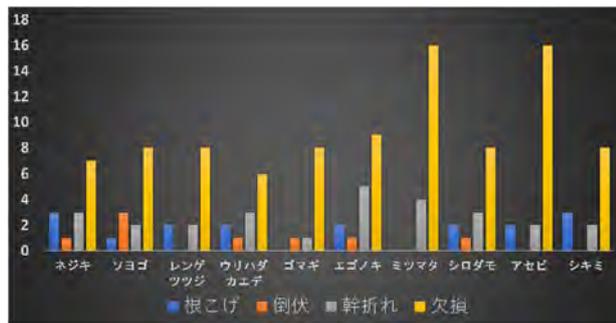


図-1 雪害の発生状況 (樹種別)

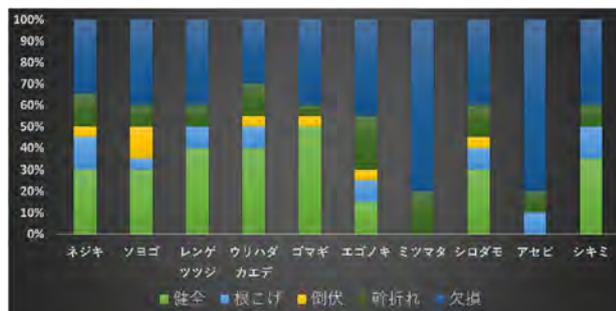


図-2 雪害の発生割合 (樹種別)

(4) 活着状況について

活着したと思われるものは136本でした。最も活着率が高かった樹種は、「ソヨゴ」、「ゴマギ」と「シロダモ」の80%でした。低かったものは「ミツマタ」の4%でした。全体の68%が活着しました。

(5) 樹種別の生育状況

ア シロダモ

健全に活着した個体です(写真-10)。上部がシカに食害された個体です(写真-11)。脇芽の伸長も見られず、完全に褐変し枯死した個体です(写真-12)。

イ ネジキ

集中豪雨で土砂が崩壊流出し、根が露出した個体がありました(写真-13)。



写真-10



写真-11



写真-12



写真-13

ウ ソヨゴ

健全に活着した個体です(写真-14)。竹杭が雪圧で倒伏し、固定した苗も一緒に倒伏した個体です(写真-15)。

エ レンゲツツジ

健全に活着した個体です(写真-16)。5月に開花した個体もありました(写真-17)。

オ ウリハダカエデ

健全に活着した個体です(写真-18)。

5月に葉が展開していても、9月に上部が褐変した個体が見られました（写真-19）。



写真-14



写真-15



写真-16



写真-17



写真-18



写真-19



写真-20



写真-21

カ ゴマギ

健全に活着した個体です（写真 20）。竹杭が雪圧で倒伏し、苗も一緒に倒伏してしまった個体がありました。幹折れをしないで曲がったまま成長を続けました（写真-21）。

地上 20cm で欠損した個体です。しかし、脇芽が伸長し活着しました（写真-22）。

キ エゴノキ

健全に活着した個体です（写真-23）。上部が欠損しても、脇芽が 20cm 伸長した個体がありました（写真-24）。

ク ミツマタ

幹折れした個体です（写真-25）。



写真-22



写真-23



写真-24



写真-25

ケ アセビ

豪雨で土砂に埋もれてしまっても、活着している個体がありました（写真-26）。

コ シキミ

健全に活着した個体です（写真-27）。

幹が欠損した後、脇芽が順調に成長した個体です（写真-28）。



写真-26



写真-27



写真-28

6 考察

(1) シカの食害状況について

食害はシロダモの6本にみられ集中していました。被害の見られた植栽場所は、シカの通り道だった可能性があります。

(2) 雪害状況について

植栽樹木の4分の3が、雪害を受けました。令和3年度の冬は、積雪も多く例年通り1m以上の積雪量でした。植栽地は傾斜30度前後で斜面箇所によっては雪崩が発生するなど雪圧が強いためと思われます。

また、支柱に固定した箇所で、幹折れや欠損が生じた個体が多く見られたことから、支柱の方法が原因で、雪害が逆に発生した可能性があります。

(3) 活着状況について

9月の時点で、136本の苗が葉の展開などから活着したと思われます。5月の時点で雪害を受けず健全に成長していた個体が52本であったことから考えると、雪害によって頂芽がダメージを受けても脇芽が伸長して、枯死しなかったためだと思われます。又、地域内で自生する広葉樹を選定したためと思います。目指す森林化には長期管理が必要なので、その間、様々な被害に注意する必要があり、特に、豪雨による土砂の移動や浸食にも注意が必要と思われます。

7 おわりに

シカの忌避樹木が、シカの食害によって枯死に至るダメージを受ける危険性は少ないと思われます。しかし今回、雪害対策を考える必要があることがわかりました。

シカの食害を受けることが少ない樹種を、傾斜度30度前後の斜面で植栽する方法を今後も継続試行していきます。本年度も新たに5種類の樹木苗を、支柱の仕方等を調整しながら植栽して、生育調査をしていきます。

林福連携による木工品づくり

京都府立北桑田高等学校 京都フォレスト科 3年 日下部 碧
中野 花菜
濱田 由伸

1 課題を取り上げた背景

北桑田高校京都フォレスト科木材加工班は、様々な団体と交流し、新しい木製品の開発に取り組んでいます。ここ2年は西院デイサービスセンターと共同で木製品を製作することにより福祉社会に林業が貢献することを模索しています。昨年度は、鞍馬寺から2018年に鞍馬山を襲った台風被害による風倒木を有効利用してほしいという依頼がありました。とりあえず軒下に保管してあったヒノキを運び込んで製材してみました。予想より太く節のない上等な材が取れたので有効活用できる方法を考えました。鞍馬寺との協議の結果、昨年度は鞍馬寺初代管長さんが亡くなられてちょうど50年になりその法要がおこなわれるため、参列者に渡す記念品をつくることになりました。

この記念品の加工を西院デイサービスセンターのお年寄りとの交流に活かさないかと考え、記念品の最終仕上げをお年寄りに手伝っていただき、研磨作業を担当してもらいました。お年寄りには作業の手数料が入ります。その様子はNHK BSの「ハートネットTV」という番組になり放送されました。今年度もそれらの活動を引き続き行うことにしました。風倒木の有効活用と福祉社会への貢献が研究テーマです。



写真－1 記念品製作

2 経過

- (1) まず始めに実際に鞍馬山自然科学博物苑に出向き台風被害の様子を見学しました。台風の被害が大きかった場所はほとんど伐採され新しい苗が植えられていました。樹齢1000年のご神木大杉が無残に倒れてしまっていました。しかし、この木は神様なので、そのまま残されていました。

見学したついでに、ヒノキの風倒木をもらってきて搬入しました。これから製作する木工小物の原材料として使えるように、製材しました。製材した板は今後すぐ使いやすいうようにするため、ベルトサンダーで厚さを調整しました。



写真－2 ご神木

- (2) この風倒木を使って何か活動ができないかと考えたとき、京都市右京区社会福祉協議会の方が来校され、認知症高齢者や一般市民でも社会的に孤立しそうな方が集まって、お茶を飲みながら話をしたり、手作り作業を通してコミュニケーションを図るカフェを立ち上げるので、そこでできる木工教室を提案してほしいという相談がありました。昨年度本校は福



写真－3 社協の方と会議

社関係のテレビ番組で紹介されたこともあり私たちが福祉社会に貢献していることは認識されたうえで相談にいられました。

さらに地元京北にはみんなが集まれるコミュニティーサロンがあるので、そこで行う木工遊びの指導をしてほしいとも言われました。

- (3) 具体的にコミュニティーカフェに参加人たちが作る、木工品を試作しました。とにかくお年寄りでも簡単に木工体験ができるということを重視しました。初めはコースターを考えました。最も基本的な磨くという作業をしてもらいます。原材料は鞍馬山の風倒木を使い環境にも配慮した取組であることをPRします。



写真－４ 名札

次の段階として組み立てや接着という作業をしてもらうため小箱やシュガーポットを作って貰うことにしました。コースターと同じ材料をレーザー加工機で切断し、部材を作ります。コミュニティーカフェの名称が正式に「にこにこカフェ」に決まったので、スタッフが付ける名札も注文されたので作りました。

- (4) いよいよ第1回目のにこにこカフェオープンの日を迎えました。私たちもサンサ右京に出向きカフェに参加するお年寄りと交流する予定でしたが、中間テストの日と重なったため出席できませんでした。そこでコースターの磨き方や、小箱の組み立て方をビデオに収録しそれを見ながら作業してもらうことにしました。



写真－５ カフェの作品

2回目のにこにこカフェでは1回目の様子を反省し、新たな木工品も準備をしました。組み立て作業は難しいようなので、コースターの研磨作業と私たちが作った木製パズルと一緒に遊んでもらうことを考えました。

- (5) 地元京北には各地域にコミュニティーサロンがあり、そこにお年寄りが集まって手芸を楽しみ、コーラスやダンスなどをしておられます。そこで簡単な木工教室や木工遊びができないか依頼されていたので、昨年度の先輩が小学生用に考案していた輪ゴム鉄砲を作って遊ぶことにしました。部材はレーザー加工機で切断しました。輪ゴム鉄砲で遊ぶのも事前に作りました。



写真－６ 輪ゴム鉄砲

3 実行結果

- (1) 第1回目のにこにこカフェには、実際に参加できなかったのが、磨き方や組み立て方のビデオを制作し現地で流してもらいました。小箱やシュガーポットの組み立ては、お年寄りには難しかったようで、参加した先生の手を煩わせたようです。高校生が参加して手伝ったとしても、時間がかかりそうなので、カフェで気軽に取り組んでもらう材料としては見直す必要がありました。コースターを磨いて仕上げる作業は簡単す

ぎて面白くないと思っていましたが、参加したお年寄りには、非常に熱心に楽しんでおられたそうです。

- (2) 第2回目のにこにこカフェには、実際に現地に行き参加しました。ここではコースターを磨く作業と、新たに考案した木製パズルを持って行って、一緒に遊ぶことをしました。非常にスムーズで、お年寄りが楽しそうにしておられたのが印象的です。



写真-7 カフェでの交流

- (3) 「中江のふれあいサロン」は木工遊びが主な目的だったので、時間の充分あり、輪ゴム鉄砲を組み立てる活動は、充実したものになりました。材料は事前に本校が準備していたので接着するだけで組み立てられるので、お年寄りでも手伝ってあげれば、うまく製作できました。出来上がった作品で射的遊びを楽しむことができました。高校生との交流は非常に受け入れてもらえました。これらの取り組みは社会福祉協議会や右京区の広報誌でも掲載され、木工品普及のPRにもつながっています。



写真-8 サロンでの交流

- (4) その後、社会福祉協議会以外でも右京区の健康福祉部が行う子育てサロン「にこにこ広場」というイベント参加記念品の作成依頼があり、福祉関係への交流に広がりを見せており、木工品と福祉活動はつながりやすい傾向にあります。その他2年前から交流している西院デイサービスセンターからの依頼で、和柄コースターを作りました。レーザー加工機のプログラムは2年前の先輩が作ったものをそのまま利用しています。私たちは、板の切断と研磨を行い、デイサービスを利用するお年寄りたちが、オイルフィニッシュの塗装やパッケージ作業を行い、その施設のイベントで販売されます。売り上げは本校と折半し、お年寄りにも少し作業代が入ります。



写真-9 にこにこ広場記念品

4 考察

普段一人暮らしで、社会から孤立しそうな高齢者が集まり、コミュニケーションを取る機会を提供するのが福祉の「カフェ」や「サロン」ですが、ここに集まった方がコースターを磨いたり木工品で遊んだりするのはとても楽しそうでした。単純に木製品を提供するだけではなく、直接高校生が出向いて、お年寄りとお話をし、交流することでも充実した福祉の取り組みとなることが分かりました。

課題はレーザー加工機で切断している間に、ほかの作業ができておらず効率よく進められなかったことや、機械に慣れておらず木材を無駄にしたところもあります。今回のプロジェクトでは高齢者の方との交流がメインでしたが今後は小学生との交流も考えていきたいです。最後にこれからもいろんな方々に楽しんでもらえるような木工製品を作り福祉社会に貢献したいです。

森林環境教育用紙芝居等の活用について ～森林からの贈り物～

箕面森林ふれあい推進センター 係員 矢放 七海

1 子どもたちに森林を届けるために（背景・目的）

箕面森林ふれあい推進センターでは、国民の環境への関心が高まる中、国土の3分の2が森林であること、私たちが国民の身近な森林である国有林の管理経営に携わっていることから、特に未来を担う子どもたちに向けた森林環境教育に取り組んでいます。そこで、子どもたちに、わかりやすくかつ楽しく森林や林業のことを伝えるにはどうすればと考えた末に、絵とストーリー仕立てで学ぶことができる紙芝居にすることを計画しました。センターの職員である私が絵画等の技術を習得していることから、外部に発注するよりもより実情、伝えたいことを伝えられると考えたからです。

2 森林を紙芝居の世界へ（作成）

紙芝居といえば、紙でできている、めくっていくというイメージですが、近年は、どこの教室にも液晶テレビ等も備えられていることや体育館等の広い会場でも使ってもらえることから、パワーポイント等でも使えるデジタル形式の紙芝居にして作成することにしました。また、最初に伝えたいテーマとして、森林を語るうえで重要なキーワードである『森と水』を選びました。このテーマは、子どもたちにとって身近な飲料水から興味を広げられることから、受け入れやすいのではないかと考えました。

テーマが決まり、ストーリーの大筋を考えます。子どもたちに『森林は、水をキレイにしてくれる場所』を最低限伝えることとします。

主人公が、おばあちゃんの家で水を飲んでみて美味しいなと感じたことをきっかけに、なぜだろうと思い自分自身が雨水になって冒険するというストーリー設計にしました。

そして、疑問を持つキャラクターと解説するキャラクターの会話で物語が進むようにしました。ストーリーの大筋がまとまると、登場人物のデザインと背景のデザインを決定します。小さな子供が親しみやすいように絵柄はかわいくデフォルメされたものをデザインしました。キャラクターデザインと背景が決まった後は、タブレットと使った清書作業です。作業自体はスケッチブックにアナログで書くのと変わらず、鉛筆のような専用ソフトで下書きをした後に色付けをします。色合い的は、幅広く親んでもらえるように、柔らかな色で仕上げました。



写真－1 森林環境教育用絵本
『雨水のぼうけん』

完成した紙芝居「雨水のぼうけん」は2020年7月からホームページで公開を始めました。公開した紙芝居をもっと知ってもらうためにはどうしたら良いのかと検討した結果、絵本にすることで直接読んでもらい、読み聞かせでも活用してもらえるのではないかと考えて、挿絵を追加して絵本として編集し、紙芝居とともにホームページ上で公開することにしました（写真－1）。

この取組が好評だったことから、木材としての利用に焦点をあてた第2弾「もくざいのヒミツ」を2021年度に作成しました。この第2作は、学校だけでなく木育のイベントや木工教室等で利用され、前作とは違った場面で活用されています。

3 森林からのおくりもの、世界へ（反響）

公開から2年を経過した現在、各森林管理局、直接HP等に問合せがあった県や市の行政機関や教育機関、各地域のボランティア団体の様々な場面で紙芝居や絵本が活用されています。森林教室や自然観察会での活用に加え、小学校4年生の学習指導要領に『雨水のゆくえ』という単元がありますのでその学習の補助としての活用など様々です。

金沢市の小学校での活用の様子（写真－2）ですが、ホームページ上で「その使い方やアレンジはご自由に」としているため、子どもたちの年齢や場面によって表現を変えたり方言を交えたりした独自の使い方がされていました。また、紙芝居に声やBGMをつけた動画をSNSに載せることで、さらに身近に感じてもらえるものと期待しています。



写真－2 金沢市の小学校での活用

こうして様々な人たちの話題になったことから、ラジオや新聞等で紹介されることが増えました。毎日放送ラジオの『ありがとう、浜村淳です』や京都ラジオへの出演、さらに毎日新聞、林政ニュース等各種マスメディアでも紹介されました。その結果、口コミやSNSでも取り上げられ、絵本版は、現在約1,500部が全国の図書館や小学校、幼稚園等の図書として置かれることとなりました。また、林野庁からの紹介もあり、今年度開催された「アジア・太平洋水サミットシンポジウム」で英語版も作成して世界に向けて発信しています。

4 もっと、子どもたちを森林へ誘うために（今後の展望）

絵本や紙芝居に触れていただいた方々からは、予想を上回る好意的な反響がありました。「森と水、木材だけでなく、他の森の魅力を題材にした作品も作ってほしい。」「もっと高学年向けの専門的な話を作品として作ってもらいたい。」などの要望があったことから、現在森林総合研究所関西支所の研究者と協同して3作目の制作に取り組んでいます。

この取組で紙芝居や絵本のように物語を通して「森林・林業」について伝えることが有効な手段であると確信しています。今後も継続して、他の題材を取り上げていくことや伝える媒体をさらに工夫していくつもりです。また、既存の紙芝居を専門家と協同して、さらに詳しく、面白くりメイクすることやアニメーション動画にすること等にも取り組んでいきたいです。

今後もより森林・林業について知ってもらえるために、より楽しくわかりやすく伝えられるツールを作成したいと思います。

森林保育作業における労働負担に関する研究

兵庫県立山崎高等学校 森林環境科学科 環境班

○木村 弦貴
○藤原 怜也
西野 優希
眞鍋 連斗

1 課題を取り上げた背景

刈払機は、林業従事者のなかで多く使用されている代表的な作業器具です。林業は伐採よりも保育の時間を長く必要とします。特に下刈りは5～10年間と長い期間行うためその森林保育作業にとって刈払機が必然的に林業にとっても重要なことです。また、作業を行う時期は6月下旬から8月中旬にかけて行うため、疲労のたまりやすい環境での作業となります。刈払機を扱う林業従事者に発症する腰への過度な負担として作業姿勢が指摘されており、森林保育作業の際、腰背部の筋肉が持続的な筋緊張を強いられる姿勢のために腰痛が発生しています。森林保育作業に用いる刈払機は作業効率の向上が認められています。

先行研究では、膝の内角を平面作業時の角度170度、斜面作業時の角度150度と、地面に対してかかとが直角で面に対しての角度を統一して作業することで、脊柱起立筋の負担が大きくなることが判明しています。しかし、肩甲骨周辺の筋肉は、機械の特性上、左右の疲労に差が発生することがわかっています。また、アンケートから脚部への負担を感じるといったような意見がありました。

現在、刈払機に関する基礎的な研究があまり行われていないため、原因を明らかにする必要があり、使用頻度の高い器具を研究することでより効率的な疲労削減につながると考えたのでこの研究をすることにしました。本研究では刈払機使用時の身体における、筋緊張の筋硬度を測定して、身体への負担の少ない作業姿勢や作業角度を追求することを目的とし、森林保育作業における労働負担に関する研究を行うこととしました。

2 経過

刈払機を用いた筋硬度調査、傾斜角度の違いによる筋硬度の変化を探りました。測定部位は脊柱起立筋と脚部の左右を対象に一定の箇所を筋硬度計で5回測定しました。作業前と作業後の筋硬度の差を上昇値としました。傾斜角度を設定し、作業姿勢をとりました。姿勢はすべて左足を前方に踏み出した姿勢としました。作業時の腰と左足に内角（調査地1—165度・調査地2—158度・調査地3—111度）、膝の内角（調査地1—151度・調査地2—139度・調査地3—117度）を測定しました。作業前同様作業後に脊柱起立筋と脚部の左右を測定しました。



写真—1 筋硬度測定

実験における使用器具は、筋硬度計（Huanyu デュロメーター0-100HC）刈払機（shinndaiwa 270）、デジタル角度計（シンワ）、ストップウォッチ（CASIO）を使用しました。調査地1 傾斜0度の農場、調査地2 傾斜30度の演習林内斜面、調査地3 傾斜38度演習林内斜面を調査地として研究を行いました。

3 実行結果

調査地1 2名の被験者を除き数値の減少が見られました。腰部左は作業前と比べ作業後の数値は平均-5.8となり、他の部位に比べ低い数値となりました。調査地1では数値の上昇が見られませんでした。

表-1 調査地1の筋硬度結果

調査地1	作業前筋硬度/kPs						作業後筋硬度/kPs					
	腰右	腰左	背右	背左	脚右	脚左	腰右	腰左	背右	背左	脚右	脚左
A	25.0	21.6	28.2	27.8	22.8	20.2	19.8	19.2	24.6	24.4	17.8	19.4
B	24.6	26.6	27.2	29.4	25.4	26.8	24.4	20.0	24.6	20.0	21.4	21.2
C	21.4	20.8	24.2	22.0	20.4	21.8	19.4	16.6	21.2	29.8	21.6	19.0
D	19.4	23.6	26.0	24.0	26.2	24.6	20.4	19.0	20.0	20.4	18.4	19.4
E	20.6	22.0	22.6	21.8	22.8	20.6	14.2	14.8	16.8	17.2	19.0	19.8
F	29.6	30.8	31.0	33.4	26.4	25.8	22.8	21.2	22.6	28.2	17.4	19.2

調査地2 各部位平均5を超える値となりました。特に背部に関しては平均8を超えています。背部左は作業前と比べ平均8.8と最も高い値となっていました。個人での結果として腰部、背部に10の上昇が見られました。特に背部の上昇が顕著に見られ、17.4の値を示している被験者もいました。調査地2では各部位5以上の上昇となっています。

表-2 調査地2の筋硬度結果

調査地2	作業前筋硬度/kPs						作業後筋硬度/kPs					
	腰右	腰左	背右	背左	脚右	脚左	腰右	腰左	背右	背左	脚右	脚左
A	11.4	10.4	12.0	14.2	10.4	9.2	14.0	14.0	19.0	31.6	18.6	13.2
B	10.8	13.4	12.4	14.0	8.4	13.2	21.6	23.8	24.0	25.0	14.0	18.8
C	9.6	16.6	13.2	14.8	13.6	11.6	19.2	17.6	25.6	21.6	16.6	17.6
D	10.4	15.0	14.0	13.8	11.8	10.2	11.8	29.6	17.8	16.2	15.4	13.8
G	9.2	8.0	11.0	12.4	9.8	11.0	14.0	14.8	16.4	18.8	16.8	18.4

調査地3 各部位平均5を超える値となりました。特に腰部、背部右の上昇が他の部位に比べ高い上昇値を示しました。作業前と比べ腰部左に平均12の上昇を示した被験者が2名おり、調査地3の結果から脊柱起立筋を中心に高い数値を示しています。

表－3 調査地3の筋硬度結果

調査地3	作業前筋硬度/kPs						作業後筋硬度/kPs					
	腰右	腰左	背右	背左	脚右	脚左	腰右	腰左	背右	背左	脚右	脚左
D	10.8	16.0	17.8	17.6	12.4	13.6	15.0	18.4	21.8	20.2	13.4	14.4
H	10.4	11.8	14.6	14.0	13.6	10.0	19.6	16.0	20.0	22.6	16.4	13.8
I	10.6	9.0	10.8	13.0	12.2	12.0	17.6	21.0	18.4	19.6	17.4	19.4
J	10.2	7.0	12.2	13.8	12.6	12.0	20.8	19.0	23.4	18.4	15.0	16.8

4 考察

調査地1の結果から安定した平地での作業であったことから、無理な姿勢や作業中の緊張感がなく作業に臨めていることが考えられます。また、作業時間も30分程度であったため身体的にほぐれたことから数値の減少が見られたと考えられます。背部左に7.8の上昇をした被験者がいたことからベルトが肩掛け式で1カ所に集中していたことが原因であると考えられます。



写真－2 下刈り作業

調査地2の平地での結果から調査地の傾斜として30度の斜面で、下草が繁茂しており凹凸のある不安定な足場での作業が続いたことから脚部の筋硬度上昇につながったと考えられます。腰部の結果から左側が右側に比べ上昇していることから刈払機を振る動作の支点になっているためだと考えられます。背部では斜面に対して刃を平行に維持するため、持ち上げの動作が必要となってきます。調査地の地形の影響があったと考えられます。

調査地3の結果から本実験のなかで傾斜が一番急である調査地でしたが、調査地2に比べると筋硬度の上昇は少し低い数値となっています。特に脚部右の筋硬度の上昇は平均2.9であったことから軸足となる右脚が安定していたこと、ジャケツイバラの繁茂している場所であったため、移動が少なかったためだと考えられます。また、脊柱起立筋の上昇していることから何度も刈払機の操作をしているため腰部、背部の筋硬度上昇につながっていると考えられます。

本研究で、刈払機を使用した森林保育作業では、作業姿勢の角度は腰部や背部への負担に大きく関わっていることがわかりました。急傾斜地での刈払機作業姿勢時の脊柱起立筋の筋硬度が大きくなる傾向にありました。また脚部の筋硬度も高くなる傾向にありました。

左右の脊柱起立筋の上昇値に偏りが出てしまうことがありました。原因は腰の回旋角度が大きくなるために、回旋させた側の脊柱起立筋の緊張が強くなり、負担が大きくなるためだと予想されます。作業時の腰部の回旋角度を左右均等に近い状態にする必要があります。本実験では調査地2の腰部の結果、調査地3の背部の結果は左右近い筋硬度になっていたことからバランスの良い作業である結果となりました。

先行研究の課題であった脚部の負担に関して、急傾斜地である調査地2及び3の結果から脚部への負担があり、筋硬度上昇につながりました。特に、急傾斜地での作業では左

脚に刈払機の重量を支えることや身体のバランスを保つため強い負荷がかかります。

刈払機を使用した森林保育作業での身体的負担を軽減するためには、保育作業を行う人が現場の状況に合わせていかなければなりません。様々な角度や林業従事者の作業姿勢を調査して行きたいと考えます。森林での作業はさまざまな地形で行われることが多いため、多くの場面を想定することが必要となります。持続的な森林を作っていくためにも森林保育作業はとても重要になってきます。未来の林業のため今後も継続的に研究を進めていきます。

本研究がそのための提言として参考にして頂ければ幸いです。

少花粉スギ採種園におけるカメムシ類の早期防除の効果

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 職員 ○中川 湧太
吉野 豊

1 背景

兵庫県では、当センター緑化センター（兵庫県朝来市）において、遺伝的に優良かつ品種系統が明らかな種子を計画的・安定的に生産しています（写真－1）。採種園で生産された種子は、精選を経て、県内林業用苗木生産者へ供給されています。2019年度からの主伐・再造林の推進¹⁾に伴い、県内の苗木及び種子需要は直近5か年で1.2倍に増加しています。一方、県産少花粉スギの種子発芽率は、2021年度産種子で16%に留まり、平均的なスギの種子発芽率26.2%²⁾を大きく下回っています。これらのことを踏まえ、兵庫県では2021年度から少花粉スギにおける種子発芽率の向上に取り組んでいます。

種子発芽率を低下させる要因の一つとして、チャバネアオカメムシをはじめとするカメムシ類による加害が知られています。先行研究では、採種園におけるカメムシ類による種子被害率は、スギでは30.6%³⁾、ヒノキでは35.6%⁴⁾になることが報告されています。本県採種園においても、過去の調査^{5)、6)}でスギ、ヒノキともにカメムシ類による種子被害が確認されています。この被害は、球果にカメムシ類の侵入を防ぐ袋を掛けること（写真－2）により軽減され、種子発芽率の向上につながる事が明らかになっています。例えば、スギでは6月中旬に袋掛けした場合は、しなかった場合に比べ、種子発芽率が3.4～17.2%向上することが明らかになっています⁶⁾。

越冬したカメムシ類は、気温が10数℃になると飛翔行動を起こすことが知られており、温暖化がカメムシ類による加害開始時期の早期化、カメムシ類の繁殖時期の拡大をもたらす可能性が示唆されています⁷⁾。また、カメムシ類の増殖率の増大に、温暖化による越冬成虫の死亡率の低下やスギ・ヒノキ球果の早熟化が影響している可能性も示唆されています⁷⁾。

そこで、本研究では、少花粉スギ採種園において、袋掛けの開始時期を5月～8月の時期別に変えて、種子発芽率向上効果を検証しました。



写真－1 少花粉スギ採種園（朝来市）

写真－2 精英樹ヒノキにおける袋掛けの状況

2 材料と方法

本研究では、2021年度に緑化センター内の12年生少花粉スギ採種園において、結実量が多かった10個体を対象に実施しました。対象木の枝ごとに、5月～8月の時期別

袋掛け区、無処理区を設定しました（表-1）。袋掛け区の袋は、従前から精英樹ヒノキでのカメムシ類の防除に使用しているもの（布状、縫製、約20cm×約30cm）を用いました。なお、袋掛けは各月の20日前後に行い、10月中旬の球果採取までその状態を継続しました。採取した球果は、同一クローン、処理区ごとに室温で乾燥後脱粒させ、種子を得ました。

種子発芽率は、林木種子の検査方法細則⁸⁾及び国際種子検査規約⁹⁾に準拠して行いました（1試料あたり100粒×4回繰り返し）。種子の形態は、種子をカミソリ刃で切断し、その断面（種子内の胚）の状態から有胚、シブタネ、シイナの3つに区分しました（表-2）。種子発芽率は、アークサイン変換を行ったのち、R ver. 4.12を使用して多重比較を行いました。

表-1 処理区と袋掛けの期間

処理区	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
袋掛け区	5月開始	→					球果採取
	6月開始		→				
	7月開始			→			
	8月開始				→		
無処理区							

3 結果と考察

表-2 種子の形態区分

形態	定義	原因	写真
有胚	乳白色の胚がみられる稔性種子	-	
シブタネ	赤褐色の固形物が詰まっている不稔種子	交雑不和合性 + カメムシ被害	
シイナ	固形物が詰まっていない不稔種子	未受粉	

種子発芽率は、処理区別に見ると袋掛け時期が早いほど向上する傾向を示しました（図-1）。特に、5月袋掛け区は、種子発芽率が平均で44%に達しました。これは、無処理区での平均17%と比べ2.4倍高く、有意性（ $p < 0.05$ ）が認められました。本研究では、先行研究での6月袋掛けによる種子発芽率の向上効果3~19%^{3)、4)、6)}よりも高い発芽率向上効果が見られました。これは防除を従来から1ヶ月前倒ししたことにより、カメムシ類による飛来前に袋掛けでき、加害が防止されたためと推測されます。また、

温暖化によるカメムシ類の活発化による種子加害の増加により、防除効果が増加した可能性も考えられます。一方で、6月以後の袋掛け区と無処理区間では有意性が認められなかったことから、5月中旬以降はカメムシ類による加害が継続してあった可能性が示唆されました。朝来市におけるフェロモントラップでは5月上旬から、予察灯でも6月中旬からチャバネアオカメムシの捕獲があること¹⁰⁾から、6月中旬にはカメムシ類がスギ少花粉採種園に飛来していた可能性が考えられます。また、当該採種園では7月上旬からチャバネアオカメムシの幼虫が確認され始めたことから、その前後からカメムシ類による種子加害（吸汁）が発生したと推測されます。

無処理区と5月袋掛け区では、シイナの割合は大きな差は認められませんでした。一方で有胚及びシブタネの割合は、無処理区ではそれぞれ19.4%、67.0%、5月袋掛け区では44.4%、43.1%であり、有胚の割合は5月袋掛け区で約2.4倍増加しました。これは、袋掛けによりカメムシ類の加害が防止され、有胚の割合が増加したと考えられます。

本研究により、袋掛けによるカメムシ類の防除を5月以前に実施することで、種子発芽率が有意に向上することが明らかになりました。さらなる防除適期の絞り込みのためには、採種園にどこからいつ飛来するのかを把握する必要があります。カメムシ類の発生消長及び生活環を細やかに把握する必要があります。また、早期に袋掛けすることによる播種後の稚苗成長への影響の検討を進める必要があります。これらの課題解決に向けて、引き続き採種園でのカメムシ防除に係る調査研究を継続していきます。

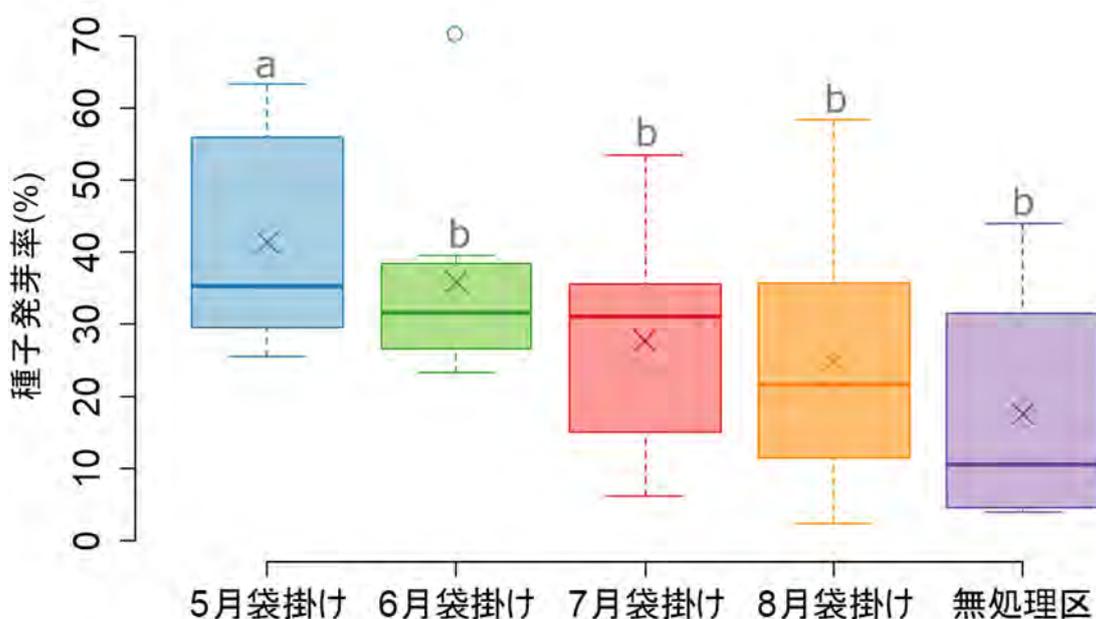


図-1 処理区別種子発芽率
中央線は中央値、×印は平均値、
異なる英字間は有意差 (p<0.05) あることを示す。

引用文献

- 1) 兵庫県農政環境部 ひょうご農林水産ビジョン 2030 御食国ひょうご令和の挑戦 都市近郊の立地を生かした農林水産業の基幹産業化と五国の持続的発展、40、2021
- 2) 外山三郎 林木の育種及其基礎研究(第4報), 主要林木種子の平均発芽効率、日林誌 26 : 284-287、1944 (1946)

- 3) 小林一三・横山敏孝 カメムシ類の加害によるスギ種子の発芽率低下、林木の育種 133: 16~19、1984
- 4) 奥田清貴、小林一三 カメムシ類によるスギ・ヒノキ種子の被害、第 95 回日林論 503-504、1984
- 5) 吉野豊、田畑勝洋 ヒノキ採種園におけるチャバネアオカメムシの種子への加害(I) -加害の時期と発芽率-、日林誌 71(4): 160-163、1989
- 6) 吉野豊、谷口真吾 スギ採種園におけるカメムシ類による種子への加害、日林誌 73(6): 460-465、1991
- 7) 村井保 果樹病害虫の発生に及ぼす温暖化の影響、茨城県病害虫研究会報 45: 1-14、2006
- 8) 農林水産省林業試験場 林木種子の検査方法細則、1969
- 9) International Seed Testing Association International Rules for Seed Testing 1976, Seed Sci. & Technol. 4(1): 1-177, 1976
- 10) 兵庫県立農林水産技術総合センター病害虫部(兵庫県病害虫防除所) 令和4年度病害虫発生予察注意報第1号(果樹カメムシ類について)、2022

リモートセンシングによる森林資源・林分構造の広域評価に関する取組

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 主任研究員 田中 真哉

1 はじめに

国内の森林資源が本格的な利用期を迎えています。踏査や現地調査によって森林の現況を把握することが難しくなっています。広い範囲を効率的に調査するには空からの調査が適していることから、リモートセンシングによる森林資源や林分構造の評価に期待が寄せられています。森林総合研究所でも、リモートセンシングデータを利用した研究を様々な空間スケールを対象にして進めています。本稿では、発表者が最近取り組んでいる研究を簡単に紹介いたします。

2 衛星データを用いた広域の森林資源評価

定期的に地球を観測している人工衛星のデータは広域を解析するのに適しています。そこで、マクロな空間スケールで森林資源量を推定するために、Landsat 衛星のデータを利用して資源量推定に取り組んでいます。Landsat データのような中空間分解能の衛星データを研究に利用する際、これまで雲による被覆が障害になってきました。たまたま雲のない観測データがあれば研究に利用できるのですが、森林資源の解析に利用したい夏季は雲が多く、解析することが難しい場合が多かったのです。しかし近年、中空間分解能の衛星データに適用できる時系列解析の方法がいくつか提案され、任意の時点の観測値（地表面反射率）を推定し、雲なしの合成データを生成することも可能になっています。そこで、衛星データの時系列解析アルゴリズムのひとつである COLD (Zhu et al., 2020) によって九州を対象に解析を行いました。



図-1 時系列解析によって地表面反射率を推定した合成データ（左）と
2014年5月2日に実際に観測された衛星データ（右）

特別発表

1984年から2020年までのすべてのLandsatデータを利用して時系列解析を行い、モデルと時系列解析で得られたパラメータを利用して2014年5月2日の地表面反射率を推定したところ、図-1（左）のような雲なしの合成データを生成することができました。同日に実際に観測されたデータは図-1（右）の通りで、COLDアルゴリズムを利用することで雲なし合成データを生成できることが九州でも確かめられました。

現在、時系列データによって推定した地表面反射率と実際に観測した地表面反射率がどの程度類似しているか（あるいはしていないか）を確かめているおり（図-2）、今後は、このような時系列解析に基づく雲なし合成データと地上のサンプリング調査のデータを用いた広域の林分材積推定に取り組む予定です。

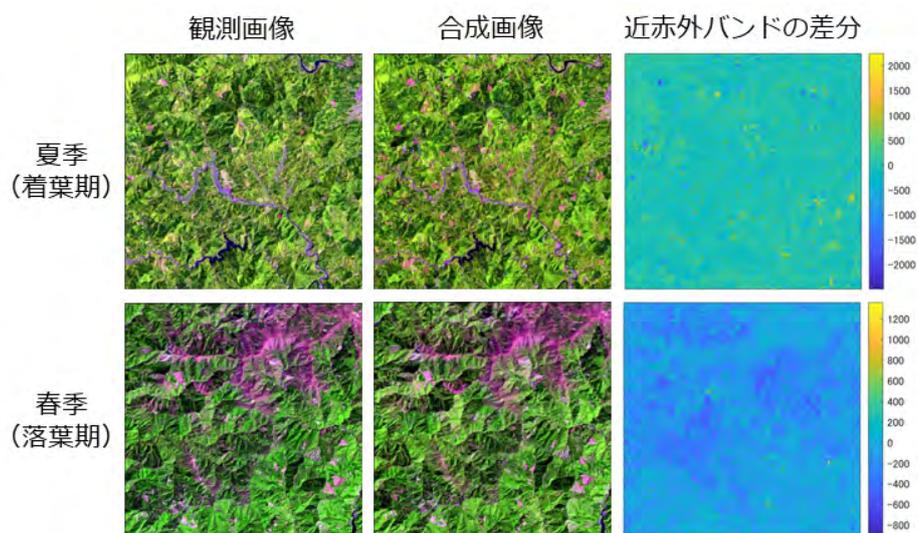


図-2 Landsatによる観測画像、時系列解析による合成画像、およびそれらの差分画像

3 航空機LiDARによる林分構造解析

衛星データを用いた森林資源評価よりも詳細な空間スケールでは、航空機LiDARのデータを利用した林分構造解析を進めています。航空機LiDARデータを解析して得られる平均樹高等の「高さ」に関する推定値の精度は高いものの、例えば若齢林になるほど個体識別と立木密度推定がうまくいかない等、データを利用するにあたって留意すべき事項があることもわかってきています。「高さ」はうまく推定できるものの立木密度の推定精度は悪いため、今のところ相対幹距や収量比数などの林分の混み具合を精度よく推定することができません。様々な仕様で計測されたLiDARデータを解析し、林分構造解析における有効性と限界を確認するとともに、今後は林分の混み具合を把握するための技術開発に取り組むと考えています。

4 おわりに

精度の高い解析結果が得られるデータをいつでも使うことができればよいのですが、そのようなデータは頻繁に計測することができないため、目的に応じてデータを組み合わせる必要があると考えます。リモートセンシングデータによる森林資源・林分構造評価を進めるため、今後も様々な空間スケールを対象とした研究を進めていく予定です。

引用文献

- 1) Zhu *et al.*, Continuous monitoring of land disturbance based on Landsat time series. *Remote Sensing of Environment* 238, Article 111116, 2020.

スギ精英樹の生存パターンに影響する要因の検証

森林総合研究所林木育種センター関西育種場育種課

主任研究員	○河合	慶恵
主任研究員	高島	有哉
主任研究員	宮下	久哉
育種技術係長	篠崎	夕子
育種研究室長	三浦	真弘
育種課長	磯田	圭哉

1 はじめに

(1) 精英樹と検定林について

1954年に開始した精英樹選抜育種事業によって、国有林を皮切りに、成長や形状などに優れた表現型を持つ精英樹が選抜されてきました(図-1)。のちに本事業は民有林も対象に加えたことから、森林管理局、都道府県、民間企業が一丸となって優良個体の選抜に取り組んできました。スギ、ヒノキ、マツ類などの主要な造林樹種を中心に、これまでに全国で約9,000個体が精英樹として選抜されています。先人の努力によって生育地を網羅するように選抜された精英樹は、造林用種苗としてのみならず、重要な育種母材料として特定母樹などの優良品種の開発に貢献しています。

精英樹などの遺伝的性能を検定する育種試験地を検定林といいます。検定林は全国に約2,300箇所設定され、総面積は約3,000haに及びます。検定林は精英樹などを母樹としたさし木苗や実生苗を使って設定され、定期的に成長量や生存状況などの調査が行われます。検定林は、検定目的により、一般次代検定林、遺伝試験林、地域差検定林、育種集団林があります。

(2) 地域差検定林について

地域差検定林は、スギについて1960年代後半より各育種基本区で造成されています。これは複数のスギ共通系統を様々な環境条件下に共通植栽した検定林であり、環境による系統の応答性の違いを実証するデータを得ることを目的としています。地域差検定林は系統内個体間競争の影響を小さくするため、大型の方形プロット(30本植え)が採用されています。関西育種基本区において地域差検定林は、基本区内の2府14県



図-1 精英樹の選抜. 左: スギ精英樹ヶ岩手5号の原木, 右: スギ精英樹の選抜地

を選抜地とする発根性の良好な 16 の共通系統によって構成されています（図－2）。関西地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会の共同試験として、1972 年から 1977 年にかけて 17 府県に 43 箇所が設定され、30 年次まで定期的に調査を行ってきました。

(3) 交互作用効果の検証について

各育種基本区の地域差検定林で長期間蓄積されてきた調査データから、これまでスギの樹高成長を中心に解析が試みられてきました。こうした検証の蓄積によって、樹高成長は林分間の共通性が高く系統順位が変わらない傾向が強いものの、ごく一部の系統では植栽地によって系統順位が大きく変動することが明らかになりました（西村・田島 1993、関西地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会 1993、2003 など）。こうした植栽する環境条件の変動に伴って系統間の優劣関係が変化することを、環境と遺伝子型の交互作用と呼びます。交互作用がある場合、育種種苗の潜在能力を造林地で引き出すためには、それぞれの系統の適応地域内に植栽する必要があります。これまで交互作用を示すデータは数多く報告されていますが、この作用に影響を与える因子についての実証的な知見は不足しています。

(4) 生存能力の評価

精英樹系統の生存能力は、林業収益のみならず林地土壌の保全に大きく影響すると考えられます。これまでの研究から、生存能力は樹高と同様に、系統間で遺伝的な違いが認められる形質であると推測されます（宮浦 1994）。また系統選抜地と植栽林分の間に積雪量を要因とした交互作用が認められています（三浦ら 2009）。しかしこれらの既往研究は調査年次や地域が限定されており、経時変化を加えた大規模データによる検証が必要です。

そこで本研究では、地域差検定林に共通植栽された系統について 20 年次までの経時的生存データを用いて生存能力の系統間変異を明らかにするとともに、交互作用に影響すると考えられる気候環境への応答特性を系統ごとに評価し、造林種苗の遺伝的性能力の最大化に資する知見を得ることを目的としました。

2 使用したデータと解析方法

生存率の遺伝性を評価するため、地域差検定林の定期調査データ（0 または 1、5、10、15、20 年次）から取得した生存率（生存本数／調査本数）を解析に使用しました。各検定林において、系統と反復を説明変数とする二元配置分散分析を行い、これらの変数の生存率に対する効果を検証しました。この分析において、生存率データについては正規分布を仮定させるため、平方根を逆正弦変換した値を用いました。

生存率の高い系統を植栽するうえで、林分環境に適した環境応答性を持つ系統を選び植栽することは効果的だと考えられます。一般にスギの気候環境に対する応答性として、成長期の気温が高く、その時期の降水量が多いほど成長が良くなることが経験的に知られています。また積雪の少ない地域を産地とするスギは、積雪地域に植栽すると枯損率が相対的に大きくなることが報告されています（三浦ら 2009）。このことから、気候環境に対する系統ごとの応答性を評価するため、メッシュ気候値 2000（気象庁 2002）を用いて、各検定林の位置（緯度・経度）の該当する三次メッシュにおける、月平均気温、月



図－2 地域差検定林の位置図

平均降水量、年最深積雪深を抽出しました。生存に対する気温の影響を検討するため、抽出した月平均気温から暖かさの指数、寒さの指数を算出し用いました。また春から秋の生育期間と、冬の成長停止期間に降水量が与える影響をそれぞれ評価するため、4月から10月、11月から3月までの生育期及び成長休止期における平均降水量を算出しました。また、各検定林の位置する斜面方位を4方位に区分したところ、北、南、西の3方位のいずれかになりました。斜面方位は日照時間や気温に影響する要因であると推測されることから、その影響を評価するため、方位を北または南であることを0または1とするダミー変数とし用いました。

上記の気候環境データと斜面方位を説明変数に、15年次生存率を従属変数とした重回帰分析を系統ごとに行い、生存に影響する要因やその影響力の強さの系統間での違いについて検討しました。

3 結果と考察

(1) 生存の遺伝性と順位変動の大きさ

生存率の検定林平均値は検定林間の差異が大きく、10年次で比較すると、最も生存率の小さい地検20では0.22、最も多い地検24では0.95であり、生存率は4倍以上異なりました。分散分析に供した地域差検定林のうち、5%水準で有意な系統間差が0-1, 5, 10, 15, 20年次でそれぞれ37か所(84%)、29か所(83%)、20か所(80%)、17か所(74%)、16か所(73%)で認められました(表-1)。時間経過とともに系統間差の認められない検定林がやや増加したものの、20年次を迎えてもなお70%以上の検定林で有意な系統間差が認められました。生存率が大きく異なる林分であっても、系統間変異は多くの検定林で認められたことから、生存能力における遺伝的な差異は多くの系統や林分に存在すると考えられました。いっぽう5%水準で有意な反復間差が認められたのは0-1, 5, 10, 15, 20年次でそれぞれ5か所(14%)、13か所(37%)、5か所(23%)、5か所(22%)、5か所(25%)の検定林にとどまりました。反復による効果が認められた林分数が少ないことから、林分内の微地形の変化は系統の違いほど生存に影響を与えないと考えられました。

系統別の平均生存率を用いて検定林間の相関係数の有意性を検証したところ、0-1, 5, 10, 15, 20年次でそれぞれ全組合せのうち8%、19%、30%、17%、16%の組合せで正の相関が認められました(表-2, spearman-test, $p < 0.05$)。また0-1年次、5年次および15年次でそれぞれ1.6%、0.5%、1.6%の組合せで負の相関が認められました。

スギの樹高においては、林分によらず系統順位が共通する傾向が関西(関西地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会1993、2003)および九州(西村・田島1993)のスギ地域差検定林で認められています。また山田・宮浦(2002)は、さし木検定林254か所と実生検定林

表-1 系統および反復の効果が認められた検定林の割合

説明変数	年次				
	0-1	5	10	15	20
系統	0.84	0.83	0.86	0.78	0.79
反復	0.19	0.37	0.23	0.22	0.26
検定林数	37	35	22	23	19

表-2 有意な相関が認められた検定林組合せの割合

年次	正相関	負相関
0-1	0.10 (66 / 663)	0.01 (8 / 663)
5	0.19 (116 / 595)	0.01 (3 / 595)
10	0.30 (69 / 231)	0.00 (0 / 231)
15	0.17 (43 / 253)	0.02 (4 / 253)
20	0.16 (24 / 153)	0.00 (0 / 153)

133 か所の樹高データから、ごく一部の系統を除き系統間順位の変動が認められない、つまり林分間で順位が共通していることを示しました。樹高で系統間順位変動が少ない、つまり交互作用が小さいことを示唆したこれらの結果とは異なり、表-2の相関の認められる組合せの少なさから読み取れるように、生存率では検定林間順位変動が大きいことが明らかとなりました。正相関を持つ検定林組合せの割合は10年次の30%をピークに減少しました。これに加えて、検定林間で負の相関を示す組合せもあることから、生存能力の系統間順位は林分環境による影響を成長特性よりも強く受け変動する、つまり交互作用が大きいと考えられました。

(2) 気候環境に対する生存の応答性

造林木が収穫前に枯損すれば、それまでの育成コストが全て回収不能になることから、生存能力は林業経営にとって重要な形質と考えられます。さらに樹木の生存は林地土壌を保全するうえでも重要です。これまでの解析から、生存能力は遺伝的変異を示すいっぽうで、検定林間の順位変動が樹高よりも大きい、つまり系統と林分環境の交互作用効果が大きい事が明らかになりました。

大きい交互作用を示す樹種を造林木に用いる場合、植栽環境に適した系統の選定が必要と考えられます。そこで林分の気候環境への15年次生存率の応答を重回帰分析により検証したところ、説明変数の中で、16系統全てにおいて暖かさの指数は負の、寒さの指数は正の偏回帰係数を示しました。これは全体的に生育期の気温が高いほど、また冬季の気温が低いほど、生存率が低くなる傾向を示します(表-3)。また最深積雪深は16系統全てにおいて偏回帰係数が正の値を示し、積雪が多いほど、生存率が高くなる傾向が見られました。4月から10月の降水量は全系統で、11月から3月の降水量は1系統を除き全ての系統で、偏回帰係数が正の値を示し、全体的に季節によらず降水量が多いほど、生存率が高くなる傾向が見られました(表-3)。斜面方位の効果は回帰係数の値が正負入りまじり、一致した傾向を示しませんでした。暖かさの指数、寒さの指数、最深積雪深および降水量が生存に与える影響は、全体的に一致した傾向が認められたものの、その程度(偏回帰係数の大きさと有意性)は系統によって異なることが示されました。この結果から、例えば寒冷的な造林地には、寒さの指数に対して有意な偏回帰係数を示さない系統を植栽するといった、環境応答性に基づき植栽地にふさわしい系統を選定することが可能となります。

また、各系統における偏回帰係数の有意性を検討したところ、平均生存率上位の6系統のうち4系統において(クローン1、2、5、6)、各説明変数に対する偏回帰係数は全て有意な値を示しませんでした。7位以下の12系統では全て、いずれかの説明変数に対して有意な偏回帰係数を示しました。こうした結果から、気候条件に対するスギ精英樹の応答性は、系統によって異なることが示唆されました。さらに、気候環境による影響を受けにくい系統がある可能性が考えられました。

表-3 系統ごとに検証した生存率に対する林分の気候環境の影響

系統番号	平均生存率	変動係数	暖かさの指数	寒さの指数	月平均降水量 (4~10月)	月平均降水量 (11~3月)	年最大積雪深	斜面方位 (南)	斜面方位 (北)
クローン1	0.81	22.38	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.09	-0.11
クローン2	0.80	21.40	-0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	-0.08	-0.18
クローン3	0.77	19.44	-0.04**	0.06*	0.00	0.00 ⁺	0.00	-0.01	-0.03
クローン4	0.77	25.17	-0.02	0.06 ⁺	0.00*	0.00**	0.01*	-0.09	-0.01
クローン5	0.75	22.45	-0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.03
クローン6	0.74	23.58	-0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	-0.12	-0.13
クローン7	0.73	28.43	-0.05**	0.10**	0.00**	-0.01***	0.01**	0.01	0.07
クローン8	0.69	24.65	-0.03 ⁺	0.06*	0.00	0.00 ⁺	0.00	-0.20*	-0.05
クローン9	0.67	27.72	-0.04*	0.06*	0.00 ⁺	0.00 ⁺	0.00	-0.19*	-0.12
クローン10	0.66	28.76	-0.06***	0.12***	0.00	0.00**	0.01**	-0.01	0.04
クローン11	0.65	29.45	-0.05**	0.10*	0.00	0.00*	0.01 ⁺	-0.06	0.11
クローン12	0.65	30.12	-0.02	0.03	0.00*	0.00 ⁺	0.00	-0.05	-0.06
クローン13	0.63	26.64	-0.04*	0.08*	0.00*	0.00*	0.01*	-0.11	-0.01
クローン14	0.63	27.65	-0.06***	0.10***	0.00 ⁺	0.00**	0.00*	-0.01	0.22**
クローン15	0.61	29.46	-0.05**	0.09**	0.00	0.00 ⁺	0.00 ⁺	-0.14	-0.02
クローン16	0.53	52.58	-0.02	0.02	0.00*	0.00	0.00	0.00	-0.20

***; $p < 0.001$, **; $p < 0.01$, *; $p < 0.05$, +; $p < 0.1$, ns; $p > 0.05$

林分による生存率の変動が小さく、広域で適応可能な系統は有用と考えられます。図-3は5年次から20年次までの、系統ごとの平均生存率と変動係数との関連性を示します。両者は全年次で強い負の相関を示しており(いずれの年次も $p < 0.001$)、生存能力が高い系統は年次によらず、林分による生存率の変動が小さいことが明らかになりました。これは15年次データを用いて前述した、生存率の高い系統は気候環境による影響を受けにくいとする推測を支持する結果であり、生存率が林分間で変動しにくい系統の活用は有効であることが示唆されます。

樹木の生長は気候要因と密接に関係していることが知られていますが(真下 1983)、今回の解析においてスギ精英樹系統の生存を予測するうえでも気候が重要な要因となることを示しました。しかしそのいっぽうで生存率が高く、気候の影響を受けにくい系統の存在も明らかになり、多様な系統特性を活用した造林が期待されます。

4 まとめ

地域差検定林の生存データを用いて分散分析を行った結果、系統間変異は多くの検定林で認められたことから、生存能力の遺伝的な差異は多くの系統や林分に存在すると考えられました。いっぽう、林分間系統間順位の変動は生存率において樹高よりも多く認められたことから、生存率における系統と環境の交互作用は大きいと考えられました。交互

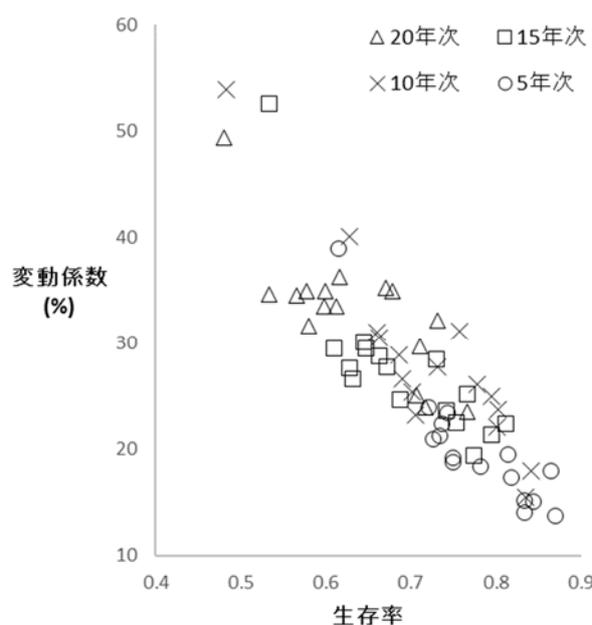


図-3 系統ごと平均生存率と変動係数の相関

特別発表

作用の大きさから、十分な生存数を確保するために、林分環境に適した系統の選抜と植栽が必要と考えられました。

気候環境への応答は系統によって異なりました。さらに、気候環境の影響を受けにくい系統ほど生存率が高く、年次によらず生存率の林分間変動が小さい可能性が示唆されました。こうした結果から、育種種苗を造林地に植栽する場合、系統間での環境応答特性の違いを考慮して、それぞれの系統に適した気候環境を選ぶことで、系統の遺伝的能力を最大限発揮させることが可能になると期待されます。しかし、環境応答性を実証するデータを得るには、膨大なコストと長い年月が必要であり、多数の系統について評価することは非常に困難だと考えられます。

気候環境に対する応答性が類似した系統群の選抜地をふりかえることにより、系統の環境応答性を間接的に推定できる可能性が考えられます（明石 1981）。ある地域で選抜された精英樹は、人為的な苗木の流通などもあり、その選抜地域を代表しているとは限りません（明石 1981）。しかし多数の系統の検定林データを解析に用いる事ができれば、こうしたアプローチの実現が期待できます。あるいは、積雪に適応したスギの針葉形態のように、何らかの生理的、あるいは形態的特性によって環境応答性の間接的な評価が可能かもしれません。今後はこれらのアプローチを試行し、系統の環境応答性評価を試みる考えです。

5 おわりに

林木育種事業・研究の推進に当たり、森林管理局はじめ関係機関の皆様には日頃より多大な御協力を頂き、心より感謝申し上げます。今後も関係機関の皆様と連携し、有益な成果を出せるよう努めて参ります。

引用文献

- 1) 明石孝輝, 地域差検定林のデータ処理, 林木の育種, 118 : 27-32, 1981.
- 2) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会, スギさし木クローンによる地域差検定林共同試験 (10 年次報告), 林木育種センター関西育種場, 1993.
- 3) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会, スギさし木クローンによる地域差検定林共同試験 (15, 20 年次報告), 林木育種センター関西育種場, 2003.
- 4) 気象庁, メッシュ気候値 2000, 財団法人気象業務センター, 2002.
- 5) 真下育久, スギ人工林の成長と環境, スギのすべて (新版), 坂口勝美ら編, 629pp, 全国林業改良普及協会, 99-123, 1983.
- 6) 宮浦富保, 関東育種基本区のスギ地域差検定林 10 年次データの解析, 林木の育種, 170 : 8-12, 1994.
- 7) 三浦真弘・野村孝弘・河崎久男・藤澤義武, 異なる種苗配布区域におけるスギ精英樹の生存率と樹高の違いー福島県と岐阜県における事例ー, 日本森林学会誌, 91 : 318-325, 2009.
- 8) 西村慶二・田島正啓, 九州地域におけるスギ精英樹クローンの生育状況からみた育種区分, 日本森林学会誌, 75(6) : 493-500, 1993.
- 9) 山田浩雄・宮浦富保, 関西育種基本区で選抜されたスギ精英樹クローンと後代家系の樹高成長と林地生産力との関係, 日本林学会誌, 84 (1) : 50-53, 2002.

地形情報を用いた人工林の資源量推定

岡山県農林水産総合センター森林研究所 専門研究員 牧本 卓史

1 課題を取り上げた背景

全国的に多くの人工林が主伐期を超え、岡山県でも人工林の齢級構成は高齢級に偏ってきています。人工林資源の持続的な利用と森林に求められる様々な機能を高度に発揮させるためには、これまで以上に計画的な森林の利用と管理の必要性が高まっていると言えます。森林を計画的に管理するためには、森林や林地の特性を知ることが重要であり、とりわけ、その森林の成長特性や資源量を把握することが強く求められています。

昨今は、森林におけるレーザー計測とその解析の技術が向上し、広域の森林情報を比較的詳細な地形情報とともに把握することが可能になりつつあります。とりわけ地形情報については、これまで地位という概念で表してきた立地条件を、より具体的かつ定量的に表現できる手法が開発されており、数値地理情報から算出した地理情報を基に、地位を推定する試み（廣瀬ら2016）や、地形解析によるいくつかの地形因子が地位の分布を説明しうることを示しています（図子 2010）。

本研究では、航空機レーザー計測により取得され、解析が行われた人工林の林況と、同時に取得された地形情報を用いて、人工林の成長と資源量に影響を与える地形条件を検討し、従来の成長モデルを補正することで、人工林資源量の予測精度を高める方法を開発することを目的としました。

2 経過

本研究では、2018年に新庄村が実施した航空機レーザー計測成果を用いました。解析に当たっては、林齢を森林簿から参照する必要があるため、樹種が森林簿と一致する区画のうち、森林解析による錯誤判読の多い若齢林や混交林、林縁部を極力排除した上で、解析供試林分を抽出して行いました。レーザー計測で得られた数値地理情報（Digital elevation model :DEM）から、標高の他、斜度、地形起伏指数（Terrain ruggedness index: TRI）、地形湿潤指数（Topographic wetness index: TWI）、日射量を、2種のGISソフト（ESRI社製 ArcGIS Spatial Analyst、QGIS）の解析ツールを用いてそれぞれ算出しました。各地形パラメータは、解析林分を表すポリゴンのラスタ平均値をその林分の代表値としました。また、航空機レーザー計測に基づく森林解析のデータから、樹種、樹高及び胸高直径を使用し、森林簿に記載された林齢から年平均相対成長率を算出し、地形パラメータ毎に成長特性を調べました。解析した成長特性に応じて、著者らが2005年に調整した長伐期に対応した成長曲線（牧本ら 2005）を補正する方法で、予測精度の向上を図ることができるか検討しました。

3 実行結果

(1) LiDARによる森林解析結果の概要

まず、本研究で使用した林分解析データのスギ・ヒノキ林分について、森林簿の記載に対する面積比を表-1に示します。航空機レーザー計測成果に基づく森林解析による新庄村内のスギ、ヒノキの面積は、それぞれ

表-1 新庄村における森林簿記載の人工林面積とLiDAR解析による森林面積

森林簿		第1優占種			第2優占種		
樹種	面積 (ha)	樹種	面積 (ha)	割合 (%)	樹種	面積 (ha)	割合 (%)
スギ	1,162	スギ	696	59.9%	スギ	47	4.0%
		ヒノキ	109		ヒノキ	93	
ヒノキ	1,600	スギ	226	56.7%	スギ	191	7.4%
		ヒノキ	907		ヒノキ	118	
その他	2,747	スギ	68		スギ	87	
		ヒノキ	57		ヒノキ	115	

※ “割合”は、森林簿記載の樹種と解析による樹種が一致した面積割合を表す。

1,365.4ha、1,378.6haで、森林簿に記載された面積は、スギ1,162ha、ヒノキが1,600haでした。森林解析では、それぞれの小班について、樹種毎の優占度に応じて面積が算出されています。森林簿でスギと記載されている小班の第1優占種がスギである面積は696haで、面積比は全体の59.9%でした。第2優占種まで含めた場合でも、森林簿と解析結果が一致するスギ林分の面積は743haで全体の63.9%でした。同様に、ヒノキの場合も、森林簿と第1優占種が一致する林分面積は907haで全体の56.7%であり、第2優占種まで含めた場合が、1,025haで64.1%となりました。

(2) 地形パラメータと成長率の関係

両種の平均樹高及び平均胸高直径の年平均相対成長率と各地形パラメータの間に明確な相関は認められませんでした。しかし、これらのばらつきの中で分布の幅が小さくなっている区間を見出すことができると考え、それぞれの地形パラメータの平均値を任意の数値で2つに区分し、それぞれの年平均相対成長率を比較し、最もその差が大きくなる閾値を探しました。その結果、標高、地形湿潤指数、地形起伏指数、斜度及び日射量の5つのパラメータについては、ある境界値で分けたときにその上下で年平均相対成長率に有意な差が認められる場合があることが明らかとなりました(表-2、3)。また、上記5つの地形パラメータでは、林齢と平均樹高及び平均胸高直径の関係についても、同じ閾値で区分することで、それぞれの間に有意な差が認められる場合がありました。

(3) 成長曲線の補正

林齢と平均樹高及び平均直径の関係について、前項の地形パラメータ毎の境界値で区分した上で、ばらつきの小さい集団に対して従来の成長曲線を補正する係数を最小二乗法で決定しました。それぞれの結果を表-4、5に示します。補正した成長曲線で予測した集団については、決定係数 R^2 が、いずれも従来の成長曲線よりも高い値を示し、予測精度が向上しました。

特別発表

表一 2 地形パラメータの閾値で区分したスギ林のサイズおよび成長特性の比較

	区分	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)		年平均相対成長率 (%)			
					平均樹高		平均胸高直径	
標高	800m未満	23.8		35.0	7.2		8.0	
	800m以上	18.7	**	28.3	**	6.9	**	7.6
TWI	3.5以上	25.1		36.3	7.1		7.8	
	3.5未満	22.2	**	33.0	**	7.2	*	8.1
TRI	1.15未満	24.4		36.6	6.0		6.8	
	1.15以上	22.3	*	33.0	**	5.8	*	6.6
斜度	20度未満	24.2		36.5	7.3		8.2	
	20度以上	22.4	*	33.2	**	7.2	N.S.	8.0
日射量	520kWh/m ² 未満	21.7		32.7	7.1		7.9	
	520kWh/m ² 以上	22.7	N.S.	33.5	N.S.	7.2	N.S.	8

※ Welch の t 検定において、**はP<0.01, *はp<0.05でそれぞれ有意差があることを表す。N.S.は有意差なし。

表一 3 地形パラメータの閾値で区分したヒノキ林のサイズおよび成長特性の比較

	区分	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)		年平均相対成長率 (%)			
					平均樹高		平均胸高直径	
標高	830m未満	16.4		23.9	9.6		10.8	
	830m以上	14.8	*	22.0	*	8.3	**	9.4
TWI	3.45以上	15.9		23.3	9.2		10.3	
	3.45未満	17.1	**	24.5	*	9.8	*	10.9
TRI	1.25未満	17.4		25.3	9.3		10.5	
	1.25以上	15.8	N.S.	23.1	N.S.	8.8	N.S.	9.7
斜度	25度以上	17.5		25.6	9.3		10.4	
	25度未満	15.8	*	23.2	**	8.7	*	9.6
日射量	550kWh/m ² 未満	15.0		21.7	9.2		10.3	
	550kWh/m ² 以上	16.1	*	23.5	**	9.4	N.S.	10.6

※ Welch の t 検定において、**はP<0.01, *はp<0.05でそれぞれ有意差があることを表す。N.S.は有意差なし。

スギの場合、標高の高い地域で補正係数が1より小さくなり、TWIの高い地域、TRIの低い地域、斜度が緩やかな地域でそれぞれ補正係数が1より大きくなりました。一方、ヒノキの場合は、標高の高い地域と斜度の緩やかな地域で補正係数が1より小さくなり、TWIの低い地域と日射量の大きい地域で補正係数が1より大きくなりました。

特別発表

表一４ 決定したスギ成長曲線の補正係数と寄与率

補正条件	補正係数 上段：樹高 下段：胸高直径	決定係数R ²	
		補正前	補正後
標高800m以上	0.922	0.763	0.899
	0.941	0.741	0.798
TW13.5以上	1.074	0.741	0.856
	1.094	0.765	0.822
TR11.15未満	1.102	0.788	0.834
	1.099	0.723	0.851
斜度20度未満	1.105	0.742	0.840
	1.097	0.755	0.837

表一５ 決定したヒノキ成長曲線の補正係数と寄与率

補正条件	補正係数 上段：樹高 下段：胸高直径	決定係数R ²	
		補正前	補正後
標高830m以上	0.922	0.763	0.899
	0.941	0.721	0.798
TW13.45未満	1.025	0.691	0.823
	1.036	0.774	0.847
斜度25度未満	0.959	0.781	0.814
	0.963	0.776	0.827
日射量550kWH/m ² 以上	1.052	0.688	0.786
	1.073	0.731	0.824

4 考察

今回の解析で使用した航空機レーザー計測による森林解析結果の示す樹種は、森林簿の記載に対して、6割程度の一致率となりました。このことについては、主に色調解析で行われる森林解析の樹種決定において、ある程度の錯誤判定があった可能性に加えて、森林簿の区画が実際の林相と完全に合致していないことなどいくつかの要因が考えられます。いずれにしても、正確な樹種が不明確な林地については、本研究のような成果を全ての林地に適用して実装することが困難であり、今後検証が必要な課題であると考えられます。

両種とも高標高域で成長がやや不良となることが明らかとなったほか、スギの成長が相対的にやや良好な地域の、地形上の特徴は、谷部に多い条件であり、従来から経験的に言われてきた、「谷部はスギの適地」という経験則を裏付ける結果であると考えられます。また、岡山県の場合、谷部を除く多くの地域でヒノキが植栽されていますが、ヒノキの成長が良好な条件を示す地形的特徴は、日当たりの良い中腹斜面に多く現れるもので、これも尾根に近いヒノキはやや成長が低位であるといった経験的印象を想起させるものでした。このように、本研究で生成した地形パラメータは、スギとヒノキの成長動態とそれに伴う資源量の推定に対して、一定の表現力を持つことが示唆されました。

引用文献

- 1) 廣瀬裕基、川田伸治、松村直人 森林資源有効活用に向けた数値地理情報による地位推定－三重県菰野町の事例－、79～82、中部森林研究64、2016
- 2) 牧本卓史、西山嘉寛 長伐期林の収穫予測システムの開発、43～52、岡山県林業試験場研究報告21、2005
- 3) 図子光太郎 (2010) 富山県におけるスギ成育適地の空間分布推定のための数値地形解析に関する研究、1～62、富山県農林水産総合技術センター森林研究所研究報告別冊、2010

令和4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。

森林総合研究所 関西支所の桃原より一言ご挨拶申し上げます。

新型コロナの度重なる流行の中研究を行い、本日その成果を発表して下さった皆さま、そしてコロナの第8波が迫る中、蔓延防止に配慮しつつ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、まずは感謝申し上げます。ありがとうございました。

それではここから講評に移らせていただきます。

◆近畿中国森林管理局長賞

○滑山国有林における2,000本/ha植栽の検証及び造林コストの削減について

山口森林管理事務所

低コスト化だけが注目される中、灌木やツルへの注意を喚起するなどの新たな気づきが高く評価されました。

◆近畿中国森林管理局長賞

○釜ヶ峰アベマキ巨木林の成立過程、現況及び今度の管理について

近畿中国森林管理局 計画課

兵庫県立大学 自然・環境科学研究所

巨木林が国有林独自の制度に由来することを明らかにしたことが高く評価されました。

◆近畿中国森林管理局長賞

○少花粉スギ採種園におけるカメムシ類の早期防除の効果

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

少花粉杉の発芽率を低下させるカメムシの効果的防除法を開発したこと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

○低コスト造林への挑戦

～低密度植栽地の調査結果から最適な再造林に向けて～

岡山森林管理署

低密度植栽の将来の間伐と収穫予測まで考えた研究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

○1年生コンテナ苗の植栽試験について

～中間発表～

奈良森林管理事務所

1年生苗に着目し、その効果をきちんと確認したこと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

○大杉谷国有林における地域性苗木植栽による森林植生の回復について

三重森林管理署

シカ被害地の植生回復における天然更新の可能性を明らかにした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

○新しい円形囲いワナの捕獲試験について

和歌山森林管理署

工夫を凝らした囲いワナを造ることで低コストと安全な捕獲を可能としたこと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

○新たな造林樹種の選択に係る一考察

～早生樹「コウヨウザン」の初期成長について～

近畿中国森林管理局 森林技術・支援センター

早生樹コウヨウザンの可能性を問題点も含めて提示したこと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

○森林環境教育用紙芝居等の活用について

～森林からの贈り物～

近畿中国森林管理局 箕面森林ふれあい推進センター

この発表は研究としては物足りないものがありましたが、成果の普及という点では多大な成果を上げているという点から、特別に表彰させていただきました。

◆森林・林業交流研究発表会 審査委員長賞

○緑をとりもどせ！その5

～持続可能な森林経営に向けた挑戦～

鳥取県立智頭農林高等学校

地域にあるシカの忌避樹種に着目した地道な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

○コウヨウザンの成長量調査について

～森林整備センター中国四国整備局における試行的な取組～

(国研) 森林研究・整備機構 森林整備センター

中国四国整備局 広島水源林整備事務所

広域かつ長期にわたる研究からコウヨウザンの成長や野兎害について検証した点が高く評価されました。

本年度の受賞者は以上です。受賞者の皆様、おめでとうございます。

さて、ここからは、私から研究に対する心構えについて、一言お伝えさせていただきたいと思います。

古い言葉になりますが、思えば学ばざればすなわち危うしという言葉があります。これは、過去に学ばず自分勝手に考えてことを運ぶと良くないことが起こるといった意味だと思います。

研究もこれと同じです。先人たちが積み上げてきた研究の手法や結果の解釈の仕方などを学ばなければ、どうなるでしょうか。

一回の実験で、Aの平均値の方がBの平均値より大きかったからと言って、Aの方が良いと言って良いのでしょうか。言えませんね。データにはばらつきがあるからです。そこ

で研究者は同じ研究を繰り返し行い、その結果を検定にかけ、ばらつきを加味した上で、AがBより良いか判断するのです。しかし、今回の発表では、そこまで考慮して実験し解析した発表はほとんどありませんでした。

次年度は、正しい実験計画、正しい解析を勉強した上で研究を実施し、本発表会に臨んでいただければと思います。

次年度皆さまの発表がレベルアップすることを祈念して、終わりの挨拶とさせていただきます。

本日はどうもありがとうございました。

審査委員

◎国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター

関西育種場 場長 古藤 信義

今年度の発表課題については、脱炭素、環境配慮、デジタル化、異業種連携など、社会の変化や時代のニーズを先取りした内容を含むものであり、どれも関心をもって聞かせていただきました。発表者の皆様のこれまでの地道な取組に対し、心より敬意を表します。

また、林木育種事業を進めていく立場として、早生樹コウヨウザンの成長及びノウサギ被害の調査報告、採種園管理の改善に資する取組、コンテナ苗の成長調査報告など有用な発表も多くあり、今後の業務の参考になるものと思われました。

本研究発表会を通じて、皆様の取組が広く注目されることとなり、森林・林業に携わる多くの関係者とのより一層の交流や連携を深める契機となることを期待しています。

◎京都大学大学院 農学研究科 森林科学専攻 森林・人間関係学研究室

教授 松下 幸司

新型コロナウイルスの感染が収束しないなかで、今年度の交流研究発表会もハイブリッド方式での開催となりました。発表者も運営担当者もオンラインに慣れてきたように思われます。さて、研究発表の内容は多岐にわたっており、その多くは現場での実践にかかわる興味深いものでありました。全体的に感じたことを一つあげると、調査方法に関する記述を指摘しておきたいと思えます。どのように調査を行ったのか、例えば、調査対象木をどのように選択したのかなどを記述する必要があります。発表者としてはわざわざ書くまでもない日常的な調査手順であったとしても、研究発表にあたっては、要旨及び発表用パワーポイントの両方において調査方法を正確に示す必要があります。

◎フィールド ソサイエティー 事務局長 久山 慶子

様々な社会問題や環境問題について考えさせられる度、解決の糸口は森林との関わりにあるように思われます。古来私たちの生活基盤とは、まずすべての命を育む健全な森にあり、つぎに暮らし・社会を支える元気な林にあり、そしてそれらはあらゆる秩序や人の協力の大切さを知らされる場所であったはずだからです。

森林と関わっていくという目標を共有しながら、それぞれの課題で活動を継続することの必要性を、今年度も皆様の発表に学ばせていただきました。現状に対峙するには、人の時間を超えて在るべき姿を理解し、多角的な視点から検証を重ね、個々の積み上げを発表し合って、知識や技術を活かしていかなければならないのでしょうか。これからも交流の場としての意義が高まることを祈念いたします。

◎岡山県 農林水産総合センター 森林研究所 所長 小椋 秀司

今回発表のあった24課題に携われた皆様お疲れさまでした。多くの方が研究を専門にされていない中で、地域の課題・ニーズを的確に捉え、この課題解決に向けた試験研究に積極的に取り組み、成果を発表いただいたことに心から敬意を表します。

特に、再生林の推進が喫緊の課題となっている現状を踏まえ、造林の省力化・低コスト化や野生鳥獣被害への対策等の発表が多くありました。それぞれ取り組まれた実証データや分析結果は貴重な資料であり、また大変興味深いものばかりでした。

皆様には、今後も継続して課題に取り組んでいただき、実用化に向けた研究がさらに一層進展することを祈念しております。

◎奈良県 森林技術センター 所長 高橋 龍治

森林・林業交流研究発表会に審査委員として参加させて頂きました。

近畿中国森林管理局管内の森林管理署の方を中心に、大勢の若い方が様々な課題に取り組み成果を上げておられることに驚くと同時に羨ましく感じました。

私の勤務しているような都道府県に限らず国においても森林・林業に携わる職員数は減少していることと思います。担当する通常の仕事量が増加する中で、このような研究・調査に意欲的に取り組み課題の解決に挑戦しておられる事に本当に感心いたしました。

また、高校、県の研究機関・森林大学校等の方々の発表もありました。様々な立場から様々な視点で精一杯取り組み、熱く発表されている姿を見て頼もしく、私も勇気づけられた2日間でした。

◎近畿中国森林管理局 計画保全部長 三浦 祥子

まず、今回の研究発表においても前回発表時と同様、新型コロナウイルス感染症対策のため、WEB配信を活用したことで、多くの方が視聴し、参加できたことは、技術者育成としても有意義であったと思っています。

さらに、今回の発表では、特に、低密度植栽や早生樹などの低コスト施業にかかる検証や獣害対策など、最近の新しい林業に向けた動向の取組内容が多く、非常に興味深く拝見しました。

今後、発表の成果がさらに進展し、現場業務に活用されることで、新しい林業の取り組みに寄与できることを期待します。

◎近畿中国森林管理局 森林整備部長 清水 隆典

森林・林業をテーマに様々な視点からの発表課題があり、それぞれ地域や現場の課題をしっかり捉え取組まれていたと思います。目的、アプローチの方法も様々で、それぞれ特色があり、独創的な視点のあるものにはハッとさせられました。改めて森林・林業の裾野の広さを感じるとともに、様々な技術・成果・知識が有機的に結びつくこと、客観的かつ俯瞰的な視点を持って森林・林業に携わることの大切さを再認識しました。林業には「古くて新しい課題」も多くあります。例えば、森林整備の効率化・省力化、獣害対策など特に現場で困っていることは、視点を変えてやってみる、常識に囚われないことも大切です。国有林では、小さな試験地レベルではなく、事業の中で実践・実証を積み重ねることです。また、様々な取組の成果には納得できる証拠（エビデンス）が求められます。引き続きそれぞれの立場で意欲的に取り組まれることに期待します。

受賞結果

近畿中国森林管理局長賞

○滑山国有林における2,000本/ha植栽の検証及び造林コストの削減について

山口森林管理事務所 平木 里南
竹下 茜
佐藤 博雅

○釜ヶ峰アベマキ巨木林の成立過程、現況及び今後の管理について

近畿中国森林管理局 計画課 西村 貫太
兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 藤木 大介

○少花粉スギ採種園におけるカメムシ類の早期防除の効果

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 中川 湧太
吉野 豊

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所長賞

○低コスト造林への挑戦

～低密度植栽地の調査結果から最適な再生林に向けて～

岡山森林管理署 片岡 彰
芦谷 初樹
赤瀬 誠太郎
根村 輝
伊藤 由希

(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

○1年生コンテナ苗の植栽試験について

～中間発表～

奈良森林管理事務所 坂部 凌
本谷 駿介

一般社団法人日本森林技術協会 理事長賞

○大杉谷国有林における地域性苗木植栽による森林植生の回復について

三重森林管理署 加藤 彩

一般財団法人日本森林林業振興会 会長賞

○新しい円形囲いワナの捕獲試験について

和歌山森林管理署 小谷 悠人
畑中 宣輝

森林・林業交流研究発表会 審査委員長賞

○新たな造林樹種の選択に係る一考察

～早生樹「コウヨウザン」の初期成長について～

近畿中国森林管理局 森林技術・支援センター 黒瀬 祐二

○森林環境教育用紙芝居等の活用について
～森林からの贈り物～

近畿中国森林管理局 箕面森林ふれあい推進センター 矢放 七海

○緑をとりもどせ！その5
～持続可能な森林経営に向けた挑戦～

鳥取県立智頭農林高等学校 谷本 愛翔
堀村 展汰

○コウヨウザンの成長量調査について
～森林整備センター中国四国整備局における試行的な取組～

(国研) 森林研究・整備機構 森林整備センター 中国四国整備局
広島水源林整備事務所 山崎 浩介
林 真梨奈

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 古 藤 信 義
〃	京都大学大学院 農学研究科 森林科学専攻 森林・人間関係学研究室 教 授 松 下 幸 司
〃	フィールドソサイエティ 事務局 長 久 山 慶 子
〃	奈良県 森林技術センター 所 長 高 橋 龍 治
〃	岡山県 農林水産総合センター 森林研究所 所 長 小 椋 秀 司
〃	近畿中国森林管理局 計画保全部長 三 浦 祥 子
〃	近畿中国森林管理局 森林整備部長 清 水 隆 典

令和5年（2022年）2月発行

令和4年度 森林・林業交流研究発表集録
（通算55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