

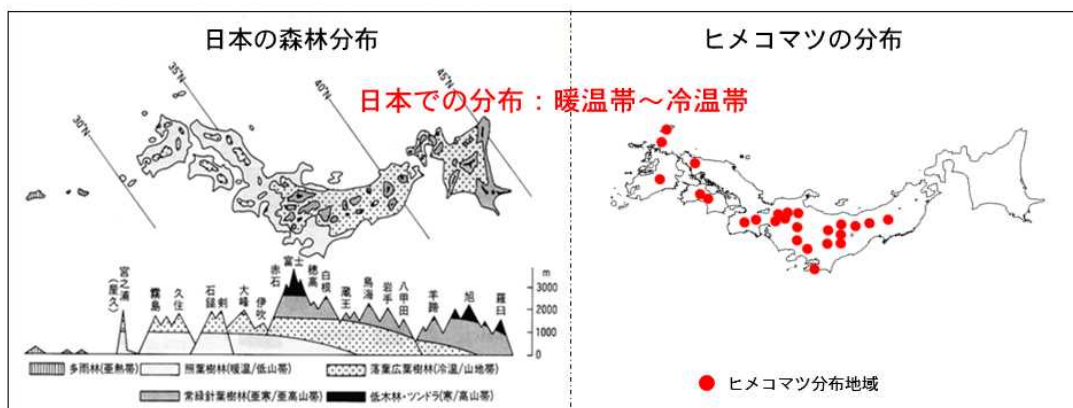
1 - 2 森林保全部門

千葉県房総丘陵のヒメコマツの保護について

千葉森林管理事務所 梶井昌克
所 和美

1 課題を取り上げた背景

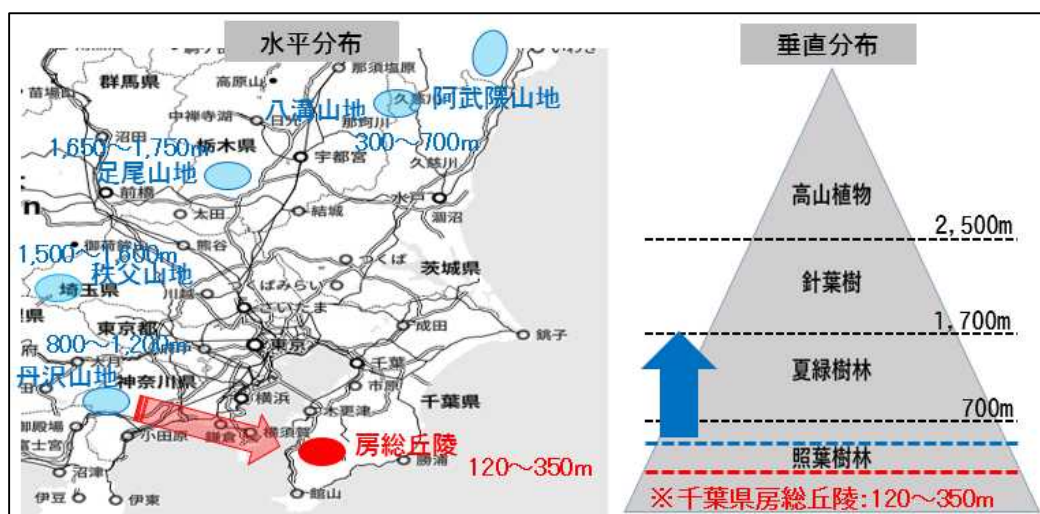
ヒメコマツ (*Pinus parviflora* var. *parviflora*、次ページ 写真-1) は、維管束植物で、アカマツ (*Pinus densiflora*) やクロマツ (*Pinus thunbergii*) の葉が2枚 (二葉) であるのに対し、葉が五枚 (五葉) あることから、別名「五葉松」といわれている山地性の針葉樹です。分布域は、(図-1) の日本の森林分布 (水平分布) とヒメコマツ分布図のように、本州の東北南部以南の太平洋側、四国及び九州の主に温帯域に分布しています。



(図-1) 日本の森林分布 (水平分布) とヒメコマツ分布図

また、関東周辺の個体群は、(図-2) の関東近県におけるヒメコマツ分布 (水平分布及び垂直分布) のように、隔離された孤立個体群であり、中でも房総丘陵の個体群は孤立度合いが強く、丹沢山地から約80km離れ、約1万年前までの最終氷期には今より広く分布していたものが局所的に残った遺存分布とされています。

房総丘陵のヒメコマツの分布域は、標高が120~350mと比較的低く、ヒメコマツの標高分布限界にあり、気候的にも暖温帯に属する特異な分布となっていることから、その個体群は房総丘陵の植物相や植生の成り立ちを考える上で重要な存在にあります。



(図-2) 関東近県におけるヒメコマツ分布図 (水平分布及び垂直分布)

しかしながら、千葉県房総丘陵の個体は、昭和 40（1970）年代以前には数千本が自生していたものが、平成 13（2001）年の県内成木調査では生存個体が 98 個体まで減少し、絶滅の危機にさらされています。その要因は、次のことが考えられています。

(1) 成木の枯死・消失

- (ア) マツ材線虫による枯死
- (イ) 成木の木材利用等による伐採
- (ウ) 気候変動による干害等

(2) 天然更新の阻害

- (ア) 自殖化の進行による不稔性
- (イ) 更新・生育環境の悪化
- (ウ) ニホンジカの採食圧
- (エ) かさぶたがんしゅ病による罹病
- (オ) 採取圧



(写真-1) ヒメコマツ（ゴヨウマツ）

特に、(1) - (ア) により昭和 40（1970）年代以後、松くい虫による松枯れ等により急速に減少しているため、平成 16（2004）年 千葉県レッドリスト（以下「RDB」という。）「C：要保護生物」に掲載され、更に平成 21（2009）年 千葉県 RDB「A：最重要保護植物」に変更されたものの、平成 26（2014）年には生存個体が 76 個体まで減少しています。

このため、千葉県ヒメコマツ保全協議会（平成 20（2008）年に行政、NPO 及び研究機関を構成委員として設置した協議会。以下「協議会」という。）は、このままでは 100 年後に県内個体が絶滅の危機にあるとし、「千葉県ヒメコマツ回復計画」（平成 22（2010）年 3 月 31 日策定、平成 27（2015）年 3 月 31 日改訂。以下「回復計画」という。）に基づき、生存個体に対する予防措置や生育域外保全等の緊急措置を実施するとともに、科学的な蓄積に基づいたヒメコマツとその生育域の生態系の相互作用の回復に努めています。

このようなことから、関東森林管理局 千葉森林管理事務所（以下「千葉所」という。）では、協議会の構成委員として、国有林内の元清澄山等のヒメコマツ個体群を保護するため、松くい虫被害対策として樹幹注入を実施するとともに、個体ごとの生育状況を調査・記録することとし、「平成 30（2018）年度 元清澄山等ヒメコマツ保護事業（樹幹注入外）」（以下「保護事業」という。）を実施しました。また、平成 30（2018）年 9 月 30 日に関東地方に上陸した台風 24 号による塩害が房総丘陵でも広範囲で見受けられることから、本事業の実施区域における枝葉の褐変状況等を併せて調査・記録することとしました。

2 具体的な取組

協議会及び構成機関による保全対策においては、喫緊の減少要因の排除など、あらゆる対策を実行し、中長期的に有効な対策として、回復計画に基づき、①生育個体の保全（樹幹注入等によるマツ材線虫病予防対策等）、②系統保存と補強、③生育個体及び生育環境のモニタリング、④基礎的研究の継続、⑤社会合意形成のための教育活動と社会還元、⑥新知見に基づく回復計画・行動計画の見直しを基本方針として取り組んでいます。

このうち、千葉所は、平成 30（2018）年度に保護事業として前述①及び③を実施しましたので、その取組を報告します。

(1) 生育個体の保全（樹幹注入等によるマツ材線虫病予防対策）

(ア) 施業技術者（資格要件等）

施業技術者（資格要件等）として、施業の施工技術の未熟による形成層障害を防止するため、施工にあたっては薬剤メーカーの松保護士による施業技術講習を受講し終了した者により施工しています。

(イ) 実行数量及び実施方法

樹幹注入は、予定数量 32 本 22.43 m³について、「関東森林管理局仕様書」及び「特記仕様書」に記載する実施方法に基づき、(図-3) 作業手順で実施しています。

(ウ) 実施個体の整理

樹幹注入を実施した個体及び枯損等により実施を見送った個体は、「生育調査表（樹幹注入）」、「個体情報記録（ヒメコマツ）」及び「樹幹注入木調査野帳兼管理台帳」に記載・整理するとともに、その位置をGPS等により測位し、位置データを保存の上、国有林GISにより基本図（5千分の1）挿入し、整理しています。

(エ) 協議会の専門家等へのヒヤリング

樹幹注入に当たっては、効果的な防除と合わせて薬害を防ぐことが重要であるため、協議会の専門家「千葉県立中央博物館 主任上席研究員 尾崎 煙雄氏」から個体の生育情報及び実施に当たっての処理意見等を事前ヒヤリングして樹幹注入を施工しています。

(2) 生育個体及び生育環境のモニタリング

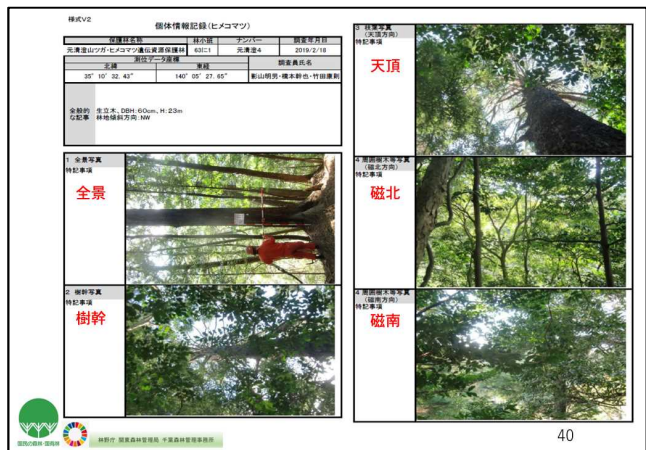
生育状況調査は、樹幹注入作業を実施しながら生育状況を個体ごとにデジタル写真で撮影のうえ、「生育調査表（樹幹注入）」及び「個体情報記録（ヒメコマツ）」（図-4）に記録し、関係者で生育状況のデータを共有するとともに、協議会事務局を通じ構成委員にも情報共有しています。

(3) 台風 24 号の塩害による枝葉の褐変状況調査

過年、襲来した台風 24 号による塩害については、周辺樹木の枝葉の褐変状況等も併せて調査したものの明確な判別までには至らなかった状況です。



(図-3) 作業手順



(図-4) 個体情報記録（ヒメコマツ生立木）

3 取組の結果

(1) 成果

これまで国有林では、ヒメコマツ保護に係る実施状況の記録が曖昧であったことから、本事業において個体の生育状況を把握するとともに、松くい虫の被害対策として現状で最も効果的な樹

幹注入による松枯れ予防の作業により、ヒメコマツ保護に向けて有効な成果となっています。また、職員は、2～3年後に配置換えとなる中で、本事業報告書の作成や本発表会で発表した内容及び本発表集冊子の発行により、5年後、10年後の保護事業に携わる職員にとってのレガシーとなります。

(2) 今後の課題

生育状況調査において、「生育調査分析表」(表-1)のとおり、松くい虫の被害により枯損木となった個体、樹勢が衰えている個体(図-5)及び松ヤニが出ている個体が確認されるなど、依然として個体の減少傾向が続いていることから、今後も定期的にモニタリングを実施し、薬効が切れる前の令和5(2023)年に再度薬剤注入等によるヒメコマツの保護事業の継続が必要です。

また、今回の事業において薬剤を樹幹注入したことから、個体の生育調査と合わせて、個体への薬害の有無や薬剤の残留濃度を計測するなど、薬品メーカー等による専門的な検査方法を用いた定期的(1年ごと)なモニタリングが必要と考えています。

4 まとめ

房総丘陵のヒメコマツは、暖温帯に属するという特異な分布となっており、房総丘陵の植物相や植生の成り立ちを考える上で重要な存在にあるため、今後も千葉県及び関係機関と連携し、継続して定期的にモニタリングを実施するとともに、薬効が切れる前に再度薬剤注入等によるヒメコマツ保護事業の着実な実施が必要です。

(表-1) 生育調査分析表

地区	調査対象	生育地形状	幹形	生育個体数	生存個体						枯死個体											
					生育状況						生育状況											
					正常	歪曲	折損	折折	折折	折折	正常	歪曲	折損	折折								
房総	尾根頂	斜面	正常	8	7																	
			歪曲	1																		
			折損	1																		
		計	9	7																		
		正常	1	1																		
		歪曲	1	1																		
	崖途中	斜面	正常	3	3																	
			歪曲	1	1																	
			折損	3	3																	
		計	5	5																		
		正常	1	1																		
		歪曲	1	1																		
崖ふち	斜面	正常	4	4																		
		歪曲	4	4																		
		折損	8	5																		
	計	12	9																			
	正常	14	13																			
	歪曲	2	1																			
計	14	11																				
計	30	25																				



(図-5) 個体情報記録(ヒメコマツ枯死木)

【参考・引用文献等】

- ・「千葉県ヒメコマツ回復計画」(平成22年3月31日策定、平成27年3月31日改訂)
- ・「平成29年度ヒメコマツの現地調査・保全業務報告書」(平成30年3月 房総のヒメコマツ研究グループ)
- ・森林・林業学習館「日本の森林分布(森林帯)」
- ・「私たちの森林」(日本林業技術協会)
- ・千葉県立中央博物館 生態学・環境研究科 主任上席研究員 尾崎煙雄氏(森林生態学)
- ・「ゴヨウマツ類かさぶたがんしゅ病」山田俊博氏
- ・「SDGs ロゴ(持続可能な開発目標)」(国際連合広報センター)



東日本大震災における海岸防災林の復旧状況（５） ～クロマツ植栽木の生育状況～

磐城森林管理署 原町治山事業所
治山グループ

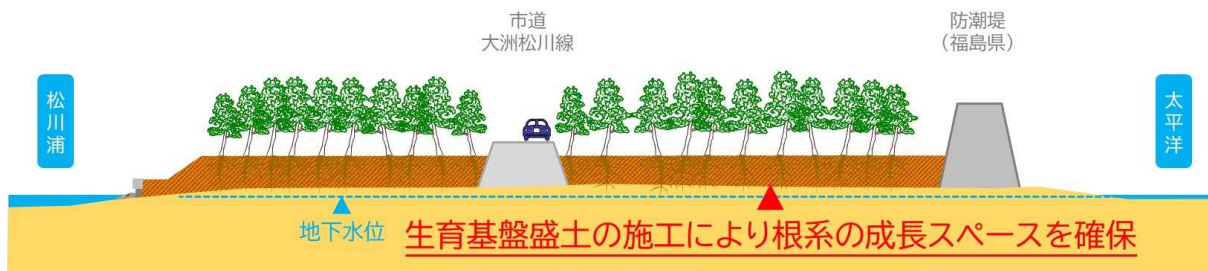
長野祐介
武藤暢光

1 松川浦地区における復旧工事の概況

大洲国有林は、松川浦と太平洋を隔てる砂州上に位置し（図－１）、クロマツを主体とした海岸林が広がっていましたが、H23年3月11日の東日本大震災時に発生した津波により多くの立木が流失しました。被災後に行われた調査の結果、流失したクロマツの多くは、当地の地下水位が高いことで直根の成長が阻害され、根張りが浅かったために、津波に対する抵抗力が弱まったものと考えられました。そのため、防災林復旧の計画では、元地盤の上に生育基盤盛土を施工し、根系の成長スペースを確保した上に植栽を行い、クロマツの直根が発達した津波に強い海岸防災林を造成することとなりました（図－２）。磐城森林管理署ではH25年度から防災林造成工事を着工し、H28年度に生育基盤盛土の施工が完了、現在、順次植栽工を実行しています。



（図－１）松川浦地区



（図－２）復旧計画の模式図

2 植栽工及び対策工の施工と現況

植栽工の基本的な仕様として、苗木は主に地元相馬地方で生産されたマツクイムシ抵抗性のクロマツコンテナ苗を使用しています（写真－１）。植栽本数は、計画当初は海岸林の林帯前縁の標準植栽本数 10,000 本/ha としましたが、植栽木の生育が良好であることから、現在は汀線から 30m 以上離れた箇所は 5,000 本/ha で実行しています。また、植栽に併せて当地の厳しい気象環境を考慮した対策工を施工しています（写真－２）。



（写真－１）植栽直後の苗木

（１） 強風等への対策

強風などの気象環境から植栽木を守るために二つの木製柵を施工しています。一つは、長さ 3m の丸太で高さ 2m の柵を構築する丸太防風柵、もう一つは、丸太杭とパネルを用いて高さ 1.2m の垣根を 10m×20m の区画を標準として構築する静砂垣です（写真－２ 左、中）。松川浦地区の沿岸部では冬から春にかけて内陸側から、夏には海側からの強風が吹くため、それら主風向に対して垂直になるよう防風柵を南北方向、静砂垣は長辺が南北方向になるように配置しています。

(2) 滞水への対策

植栽したクロマツは健全に成長していましたが、一部区域でまとまって枯死が生じました。この原因として考えられたのが盛土表面に発生した滞水の影響です。盛土は植栽の生育基盤であるため、造成地のような締め固めは行っていません。そのため、自重による自然沈下によって盛土面に凹凸がモザイク状に生じ、低位置に雨水が集中するものと考えられました。このような滞水が慢性化、長期化することにより枯死が発生すると考えられ、植栽木の健全な成長のためには盛土表層の滞水の解消が不可欠と判断されました。そこで設計、検討されたのが、水路により集水した表面水を地下水へ浸透分散させる浸透工です（写真-2右）。構造としては、盛土を地下水水位程度まで掘削してフトンかご2列を配置し、切込碎石で埋め戻した縦暗渠となっており、素掘り水路を4面に配置することで周囲から表面水を集水します。浸透工間隔 100m、水路延長 50m を標準とし、現在の滞水状況等も考慮して配置しています。H28 年度の浸透工設置以降、滞水は短時間で解消され、枯死発生箇所においても、補植した苗木は順調に生育しています。



(写真-2) 各種対策工（左から丸太防風柵工、静砂垣工、浸透工）

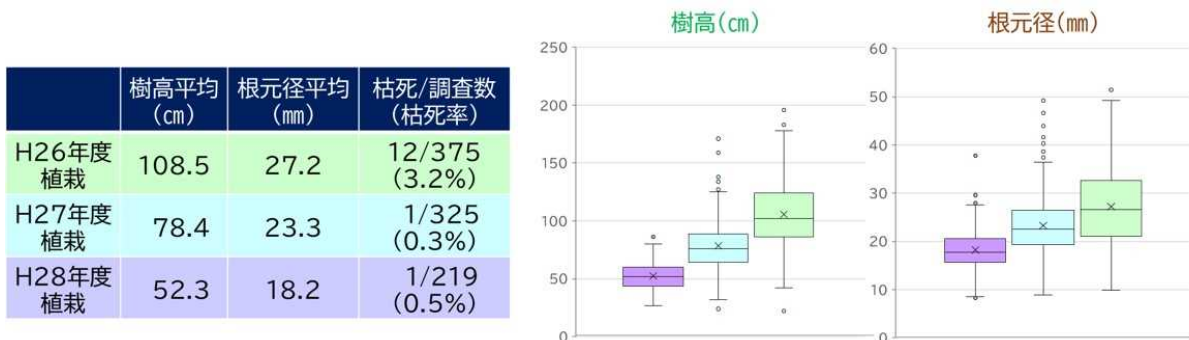
これらのような対策工と共に H26 年度から植栽工を実施しており、国有林内の盛土の進捗状況や近隣工事との関連などから植栽区域を設定し、令和元年度末時点（見込み）で約 44ha、約 30 万本の植栽を完了しています（ボランティア植栽協定箇所含む）。

3 植栽木の成長調査

滞水対策の施工後は、植栽木にまとまった枯死は見られず順調に生育しています。一方でその成長にばらつきが見られる、一律に成長していない様子が確認できました。そこで、植栽木の成長がどのように進行しているか、成長のばらつきについて調査を行いました。

(1) 成長調査

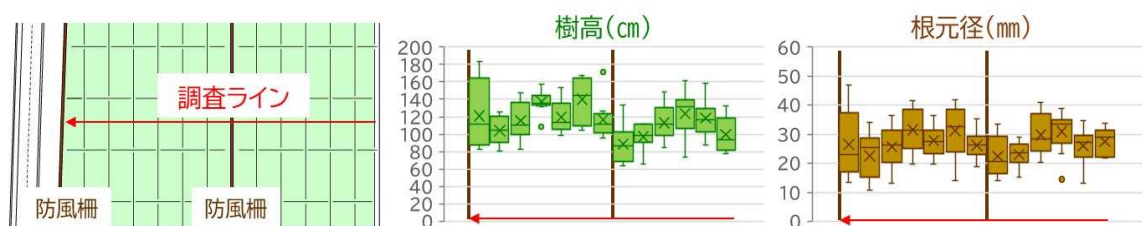
調査は植栽後時間が経過した H26、H27、H28 年度植栽区域から東西方向に植栽列を一系列抽出、これを各年度 3 本のラインで行い、それぞれで樹高と根元径を計測しました。それぞれ同一年度に盛土の施工を完了し、各年度、同一工事で植栽された箇所から抽出しました。



(図-3) 調査箇所における成長量と枯死率（緑：H26、青：H27、紫：H28 年度植栽箇所）

結果を見ると、計測箇所の枯死率はH26年度で3.2%とやや高くなっていますが、H27、28年度では1%未満となっており、まとまった枯死は発生していないことが改めて確認できました（図-3左）。生長良については、樹高、根本径ともに古い年度のものほど成長していますが、最小値を見ると大きく変わらず、植栽後時間が経過するほどに個体間の成長量にばらつきが生じている傾向が確認できました（図-3右）。

そこで、特にばらつきの大きかったH26年度植栽の箇所について、東西方向の成長量のばらつきの分布を見ることとしました。調査前の想定としては、より風の影響が弱まる防風柵沿いでは成長が良く（樹高が高く）、防風柵から離れるにつれて樹高が小さくなると考えていましたが、防風柵間隙で成長の良い個体は見られるものの、全体を通してはそのような傾向は見られませんでした（図-4）。防風柵沿いよりも明らかに成長の良い区画もあり、成長のばらつきの原因には、風の影響よりも強く働く何らかの要因があるものと考えられました。



（図-4）H26年度植栽箇所における東西方向でみた成長量のばらつき

(2) 面的な樹高分布調査

より詳しくばらつきの分布をみるために面的な樹高分布を調査しました。H26年度植栽区画から、2区画、20m四方に植栽された200本の樹高を計測しました。併せて、この区画を真上から撮影した空中写真と樹高分布とを比較することで、空中写真からどの程度成長の様子が判別できるかの検証を行いました。

結果を見ると、樹高の高い箇所と低い箇所はある程度まとまっていますが、特に規則性はなく、狭い範囲でも樹高のばらつきがモザイク状に分布していることがわかります（図-5左）。このようなばらつきを生み出す要因として、モザイク状の分布から連想されたのが滞水の分布です。滞水の発生は、前述のとおり盛土完成後の圧密沈下等によって排水性や土壌硬度の違いがモザイク状に生じること原因のひとつとされています。現状、浸透工により長期間の滞水は解消され、まとまった枯死も発生していませんが、排水性の違いによって、降雨翌日には水が溜まってしまいう箇所もあります。このようなことが原因で現時点、もしくは生育初期の時点で成長が阻害されているのかもしれませんが、現時点では分布の様態が似ているというだけで、因果関係については検証できていませんが、今後も滞水等の分布状況と成長の様子を注視していきたいと思えます。



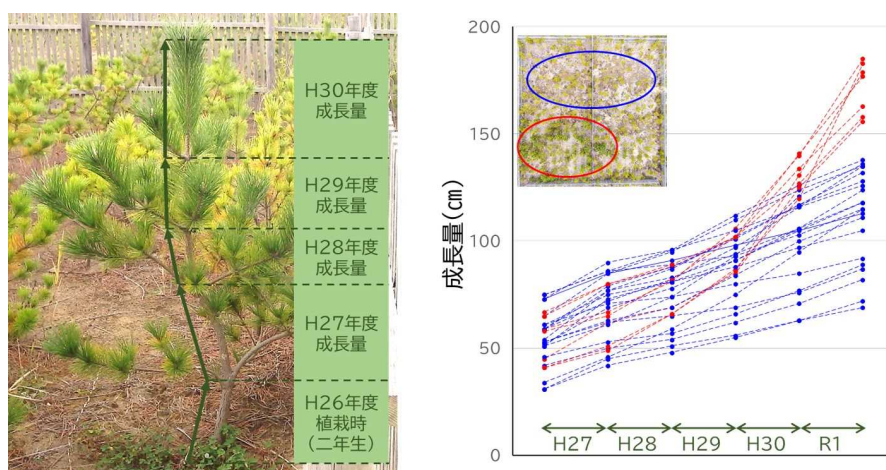
（図-5）H26年度植栽区画における樹高の面的分布（左）と空中写真（右）

また、空中写真（図-5 左）と分布図と比較すると樹高が低い個所では疎密度が低く、葉の色も樹高が高いところではやや濃い緑色をしており、樹勢の違いも分かります。このように空中写真から植栽木の成長をある程度判別できることが確認できました（図-5）。

(3) 成長量調査

ここでより重要なのは樹高の低い個体が今後どのように成長していくのかということです。現時点で、成長が頭打ちになってはいないか、また、今後成長量が増加する見込みはあるのかということが問題です。そこで、植栽木のこれまでの成長パターンを比較することとしました。クロマツでは、輪生枝間の長さが何年目にどの程度成長したかの目安となるため（図-6 左）、面的な調査を実施した箇所において、樹高の高い個体と樹高の低い個体について輪生枝間の長さを計測し、植栽後の成長パターンに違いがあるかを検証しました。

結果を見ると、樹高の高い個体は特にH30 年度に成長量が増加し、二次曲線的な成長線を示したのに対し、樹高の低い個体は一定速度で成長しています（図-6 右）。今回はパターンの検出にとどまり、このような成長パターンの違いをもたらす要因の検討、検証まではできていませんが、樹高の低い個体も成長が頭打ちになるような傾向は見られず成長を続けており、今後の成長も見込めるものと考えられました。今後、赤で示した個体のように急激に成長する可能性も考えられるため、経過を観察していこうと思います。



（図-6）クロマツの輪生枝間の成長（左）と面的調査箇所での成長パターンの比較（右）

4 まとめ

今回は、ばらつきのパターンをわずかに検出することにとどまり、その要因について深く考察、検証することはできませんでしたが、空中写真を用いた現況把握の有用性を確認するなど、今後の保育管理等を検討する上での足掛かりとすることができました。植栽木の生育状況に限らず、滞水の分布や侵入植生の状況（下刈等の必要性）など、必要に応じてドローン等を用いた調査検討を行いたいと考えています。

震災から10年となる来年、令和2年度に植栽を含む防災林復旧工事は完成予定となっています。今後の保育管理等を見据え植栽木の生育状況等も注視しつつ、健全な海岸防災林を目指し工事完成に向け事業を進めていきたいと思っております。

希少猛禽類の生態系に配慮した林道工事について

福島県 会津農林事務所 森林林業部 森林土木課 半沢竜馬

1 課題を取り上げた背景

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

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

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

会津農林事務所では、林道大滝線(会津美里町)でイヌワシの生息が確認された平成 4 年より猛禽類保護の取組を 5 路線で実施しております。これは当県レッドリストが策定される 10 年以上前からの独自のものです。

本発表では、当事務所が過去 20 年以上に亘り続けてきた林道事業と希少猛禽類保護を両立させる取組を紹介するとともに、過去の累積データからその効果を報告します。

2 具体的な取組

当事務所では『猛禽類保護の進め方』等に基づき、様々な取組を実施しています。①生息状況の一次検索、②生息状況のモニタリング調査、③専門家を交えた保全措置の検討、④専門家の指導助言を元にした保全対策の実施です。

①生息状況の一次検索として、環境省メッシュデータ、県自然保護課が管理するデータベースから情報を検索します。次にこうした情報に基づき猛禽類が生息していると判断されれば、

表 1 福島県会津地方の主要な猛禽類

種名	法令・文献における指定状況*			
	a	b	c	d
イヌワシ	天	国内	EN	A
クマタカ		国内	EN	A
ハイタカ			NT	C
ハチクマ			NT	C
サシバ			VU	C
ツミ				C

会津地方で確認されている主な猛禽類と令和 2 年 2 月現在の法令等の指定状況

a : 文化財保護法(昭和 25 年法律第 214 号)

「天」天然記念物

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

「国内」国内希少野生動植物種

c : 環境省レッドリスト 2015(鳥類)(平成 27 年 環境省)

「EN」絶滅危惧 I B 類、「VU」絶滅危惧 II 類、「NT」準絶滅危惧

d : ふくしまレッドリスト 2017 版(平成 29 年福島県)

「A」絶滅危惧 I 類、「B」絶滅危惧 II 類、「C」準絶滅危惧

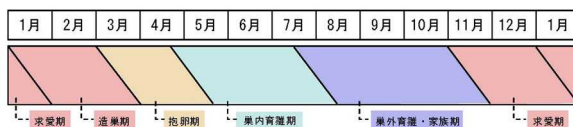


図 1 クマタカの標準的なライフサイクル
ライフサイクルを示した概念図。11 月頃から求愛期が始まり、産卵期、抱卵期を経て翌春から巣内育雛が始まる。雛はある程度大きくなると巣外で育てられ、若鳥が巣立ちするまで家族を形成する。

個体、年度ごとに時期には若干のずれがある。出典『図鑑 日本のワシタカ類』

②モニタリング調査を行います。これは沿線で通年生息する希少猛禽類を対象とし、工事施工年度ごとに漏れなく実施しています。調査には専門知識を要することから、工事に付随する業務として専門のコンサルタント会社に委託し、工事が行われる路線について実施しています。

③専門家を交えた保全措置の検討については、毎年、前年度の結果を踏まえて5月下旬に「猛禽類検討委員会」を開催してきました。今年度は猛禽類の専門家3名、市町村の担当者、モニタリング調査受託者などがモニタリング調査結果を踏まえて影響を評価するとともに当年工事の工期や手法について提言を受けま

す。④委員会での検討結果を施工業者と共有し、保全対策を実践しています。これまで提言を受けて、猛禽類が騒音に慣れるように試運転する期間を設けるいわゆる「コンディショニング」、抱卵や孵化直後の伐採や土工の中止など、多岐にわたる対策を行っています。

なお、施工者には図のように独自の取組に挑戦する例も見受けられ、騒音の測定などが実施されています。



図2 施工者独自の取組

(左) 騒音計を用いた重機発生音の調査

(右) 通行車両に騒音防止を呼び掛ける看板

3 取組の結果

これまでのモニタリング調査の結果をもとに猛禽類検討委員会の委員からは、工事の有無に関わらず飛翔経路等に変化が認められないこと、継続した繁殖が確認されていること、巣の放棄が起きていないことを踏まえ、「適切な取組により生息環境の保全効果が現れている」との提言を受けているところです。加えて、長年のモニタリング調査により蓄積された膨大なデータは貴重であり、データを活用することが望まれていました。

蓄積されたデータを踏まえた検証に移ります。

検証方法については、これまで20年間で蓄積されたデータの中で工事の影響が及ぶと判断されたクマタカ10ペア合計117件の繁殖履歴を抽出し、統計学的に解析しました。

クマタカは、各法令で指定される絶滅危惧種であり、国内で2,000羽程度しか生息していないとされます。生活圏は森林を主とし、寿命は30~40年、ペアの片方が死別により入れ替わりを繰り返しながら同じ巣を使い続けて定住するとされています。クマタカは警戒心が強く、ヒトが発する騒音などで繁殖放棄や営巣地変更を起こすとされています。

10ペアの繁殖履歴を表2にまとめました。

ここで○と示したものが「繁殖成功」で、求愛行動がみられたペアの間に生まれた雛が無事に巣立つことができたという意味です。×は繁殖がなかったあるいは何らかの原因で失敗したものです。不明(?)については、調査者がどちらとも判断がつかないとしたものです。なお、巣から1.5km以内というクマタカの高利用域内で工事があった年度とペアについては紫色で色分けしています。

繁殖履歴を分析(表3)したところ、117件中39件が成功、繁殖成功率は33.3%でした。高利用域内での繁殖事例は64件あり、うち42.2%で成功。また高利用域外での繁殖成功率は22.6%でした。

表2 確認されたクマタカのペアと繁殖の成否

	調査年度(年)																			
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
ペアA	○	?	?	?	○	×	○	○	×	×	×	○	×	×	×	○	×	×	×	×
ペアB	×	○	×	○	○	×	×	×			○	×	×	○	×	×	×	○	×	○
ペアC	×	×	×	×	×	×	×	×			×	×	×	×	○	×	○	○	×	○
ペアD				○	?	?	×	×	×	?	?	×	?	×	○	×	×			
ペアE					×	○	×	×	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○
ペアF								○	×	○	×	×	?	×	○	×	×			
ペアG								○	?	?	○	○	×	×	○	?	○			
ペアH														○	×	○	×	×		
ペアI																○	×	○		
ペアJ																		×	?	○
調査数	18				27					37					35					
繁殖	6				7					12					14					
成功率	33.3				25.9					32.4					40.0					

過去20年度のクマタカのペア毎の繁殖結果。上段を年度、左段はペア。「○」は繁殖成功(本文参照)、「×」は繁殖成功に至らなかったもの。また、工事が高利用域内(巣から半径1.5km以内)で行われた事例を薄紫で着色した。なお、猛禽類保護の観点から、ペアの営巣地及び付近の林道路線名については明記しない。下段に示したのは、5年毎に区切って求めた繁殖成功率。

表3 高利用域の内外における繁殖成功率

	繁殖成功	繁殖なし	小計	繁殖成功率
高利用域	27	37	64	42.2%
高利用域外	12	41	53	22.6%
合計	39	78	117	33.3%

上記で示した繁殖結果から繁殖成功率を割出した集計表。繁殖結果が不明だったもの「？」については「繁殖なし」に集約した。

以上の結果から、まず10ペアのクマタカはいずれも継続した繁殖を続けていました。また繁殖成功率は33.3%である一方、自然界での繁殖成功率を示した2015年の田悟らの先行研究では512件中同33.2%でした。これらをカイ二乗検定で比較したところ、有意差は認められませんでした。(p=0.98)

さらに高利用域内で工事した場合とそうでない場合をカイ二乗検定で比較したところ、高利用域内のほうが繁殖成功率は有意に高いという結果が得られました。(p=0.019)

以上の結果を踏まえ、令和元年5月23日、猛禽類検討委員会にて報告しました。

検討委員である由井博士によれば、林道工事による生息環境対策の保護効果が現れている。当事務所の林道工事が少なくとも繁殖成功率を著しく減らすものではないことを認める。その一方で、繁殖成功率の有意な増加についてはこの結果だけで早計に判断してはならず、今後も継続した調査を続ける必要があるとの見解が併せて示されました。

4 まとめ

本発表では、当事務所の希少猛禽類の保護の取組を紹介するとともに、生息環境の保全措置を適切に講じることで、森林環境に影響されやすい希少猛禽類であるクマタカの繁殖に影響を与えることなく林道工事を進めることが可能との調査結果が得られました。

適切な森林施業は、希少な猛禽類に対し好適な生息地をもたらすとされます。今後も森林整備の推進につながる取組を継続したいと考えています。

今後の課題としては、モニタリング調査は工事期間中しか委託できないことから、工事の事後調査として、自然保護団体との協力や、職員がモニタリング調査の知識や手法を修得し、希少猛禽類の生息状況を常に観測できるようになればよいでしょう。工事後の繁殖状況を追跡することで、会津地方の自然環境中での繁殖成功率が明らかとなり、工事自体が与える影響を精査できると考えています。

【参考文献】

環境省自然環境局野生生物課 編 (2012) 『猛禽類保護の進め方 (改訂版)』

田悟和巳、鈴木由季子、白井明夫、山岸哲 (2015) 『クマタカの繁殖成功率とそれに関わる環境要因』 64(2): 195-206

森岡照明 (1998) 『図鑑日本のワシタカ類 第2版』 文一総合出版 ISBN-10: 4829921250

民国連携「その先」を目指して ―ニホンジカ情報発信の取り組みから―

茨城森林管理署 菊池 毅

1 課題を取り上げた背景

平成25年度、国有林野事業は、それまでの国営企業としての「特別会計」から「一般会計」へと大きく制度が変わりました。公益重視の管理経営の一層の推進のほか、森林・林業再生への貢献、「国民の森林」としての管理経営や地域振興への寄与などが謳われ、特に、地域の民有林等への貢献、すなわち「民国連携」の推進が大きな役割のひとつになりました。

当初、民国連携の取り組みといえば共同施業団地の設定の推進などでしたが、その後の民国連携に係る研修では「その先」を目指すべき、との講義がありました。

一方、「林業の成長産業化」に資するため、ここ数年で低コスト施業を主体とする新しい施業体系など、具体的には「伐採造林一環作業システム」や「コンテナ苗の活用」などが確立されつつあります。

このような新しい技術は「森林・林業の再生に貢献」しますが、一般の方々などへの普及啓発が必要でした。このため、その有用性や地域貢献への情報発信が国有林に期待されたところです。

2 具体的な取組

手探り状態ではじめた「民国連携のその先」と「情報発信の取り組み」でしたが、まずは、低コスト施業などに資する現地検討会などを開催し、新しい技術の情報発信などに取り組みました。

開催時には、事業体をはじめ県や市町村、研究機関など多数の方々にご参加いただき、マスコミからも業界関係紙の取材はありました。

しかし、プレスリリースを行うものの、幅広く情報を提供するために欠かせない一般紙の関心はなかなか高まりませんでした。

模索が続く中、平成30年5月の地元紙に「大子にニホンジカ？」との記事が掲載されました（写真-

1)。茨城県北西部に位置する福島県、栃木県、茨城県の三県に跨る「八溝山」の茨城県側で、オスのニホンジカ（以下、シカ。）が国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センターが設置したセンサーカメラで撮影された旨の報道でした。



(写真-1) 地元紙に報道されたシカの記事（引用：茨城新聞）



(写真-2) 当署が八溝山へ設置したセンサーカメラで撮影したシカ

この報道を受け、当署でも大子町の八溝山の国有林へセンサーカメラを設置しました。この結果、平成30年11月下旬、オスのシカが撮影されました（写真－2）。

さて、全国ではシカの生息は決して珍しくはありません。それではなぜ、これほど問題視するかと言えば、茨城県では大正末期ごろにシカは絶滅したとされてきたからです。

この全国唯一ともいえるシカの生息空白区でシカが確認されたことから、私自身の他県での勤務経験からも、林業をはじめとする様々な分野に影響を及ぼす危険性が危惧されたためです（図－1）。

しかしながら、未だシカが数頭しか確認されておらず、しかも食害などが確認されていない中、あまり騒ぎ立てるのはいかなものかとの思いもありました。

そこで、毎年開催している「民国連携会議」をはじめとして、様々な機会でも連携している茨城県職員に相談することにしました。特に、平成29年度から毎年開催している「森林総合監理士受験対策講座」では、講座後の懇親会なども含めて茨城県の林業指導普及員さんとは良好な関係にありました。これ以外でも相互に開催する検討会などで行き来しています。

中でも、私が10年以上前に係長として茨城署に勤務していた時に懇意になった県職の方とは、腹を割った話ことができました。この結果、シカの生息は、進めている林業の成長産業化にブレーキをかける恐れがあり、これ以外にも農業、観光、健康などへの影響が大きいと思慮されること、また、県民も今まで県内へのシカの生息が途絶えていたことから認識しづらいだろうことなどから、共催して情報の発信に取り組むこととなりました。

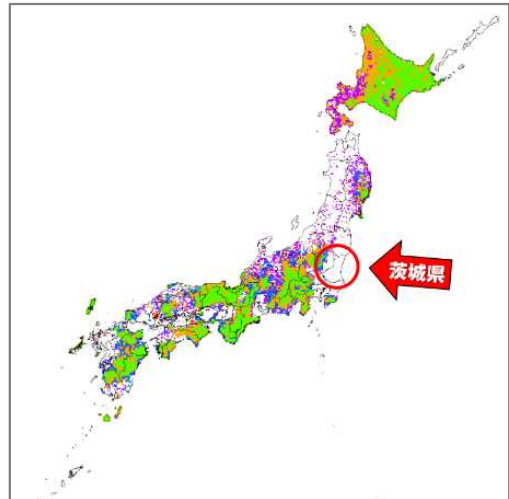
この時、課題であった「民国連携その先」と、「情報発信」のヒントが掴めたような気がしました。

茨城県への相談の結果、各林業団体のほか、茨城県猟友会も傘下にもつ社団法人茨城県林業協会にも共催者としてご協力いただくことになりました。

その後の様々な調整の結果、「茨城県、茨城県林業協会、茨城森林管理署」の共催により、平成31年2月、水戸市内において「森林・林業におけるニホンジカの影響に関する情報発信」が開催できました（写真－3）。

開催にあたっては、茨城県や林業協会とは事前に役割分担を行い、駐車場の誘導から議事進行までスムーズな運営に努めました。

また、茨城県農林水産部次長兼林政課長のご挨拶のほか、シカの研究者として、つくば市に所在する国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所の岡部門長（当時）にも専門的な立場からのご講演をいただきました。岡部門長には、その後も打ち合わせやご講演を度々お願いしているところです。



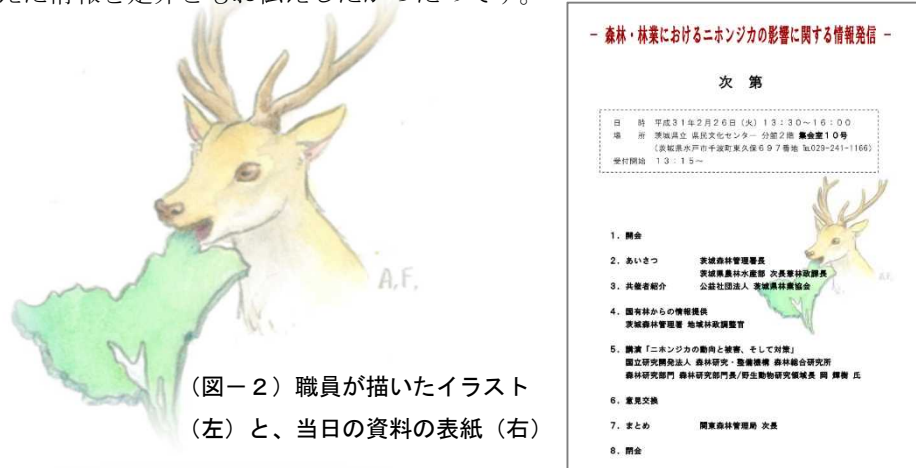
（図－1）ニホンジカの分布 2015
（引用：環境省「シカの近年の動向」）



（写真－3）「森林・林業におけるニホンジカの影響に関する情報発信」（水戸市県民文化センター）

それから、これは些細な取り組みなのですが、当日の資料の表紙や、私が「国有林からの情報提供」として使用したパワーポイント、プレスリリースで使用したシカのイラストは、当署の職員（当時）に描いてもらったものです（図-2）。先にご紹介したとおり、これまでは一般紙などの取材がなかなか無かったことから、少しでも興味をもってもらうためでした。これも、情報発信にあたっては、広く一般の方々に周知してもらうためには、一般紙からの取材が欠かせないと考えたためです。

また、情報発信では、国有林で取り組んでいる「林業の成長産業化」の概要や、当署の事業の特徴などを説明しました。近年、当署の収穫量は全国の国有林の中でトップです。このことは、シカ被害が皆無だったことも大きく関係していると考えており、シカが生息することで発生する様々な負の影響をはじめ、他県の対応を踏まえた情報を是非ともお伝えしたかったのです。



(図-2) 職員が描いたイラスト
(左)と、当日の資料の表紙(右)

3 取組の結果

「森林・林業におけるシカの影響に関する情報発信」は、プレスリリース段階から一般紙からの問い合わせがありました。開催の翌日、今までの沈黙が嘘のように、一般紙をはじめとする各種のメディアからの取材攻勢や一般紙などへの掲載が続きました（写真-4）。

茨城県内へのシカに関する影響を広く発信し、併せて国有林の取り組みも認識してもらうという当初の目的が達成されたのです。

この時、少しでも「民国連携その先」へ踏み出し、「情報発信」にも繋がったかなと思えました。



(写真-4) 各種の様々なメディアに紹介された。
(引用：茨城、東京、朝日、日本農業新聞など)

シカに関する情報発信は、関係機関との協力により成功裏に終わることができました。特に、協力関係が進展した茨城県とは、その後、培ってきた連携の幅を広げ、更なる民国連携の推進に資するための「茨城県フォレスター等連絡協議会」の設立を目指して調整した結果、令和元年6月、県と国の職員61名の会員をもって設立することができました（写真-5）。

一方、シカに関する情報を発信しましたが、この問題に引き続き取り組んでいる姿勢も重要であることから、福島県、栃木県、茨城県の国有林所在局署で構成する「八溝山周辺ニホンジカ対策協議会」も、情報共有を目的に令和元年6月に設立しました（写真-6）。

これらは、シカを介在とした民国連携の一形態だと捉えているところです。



(写真-5)「茨城県フォレスター等連絡協議会」設立総会の様子



(写真-6)「八溝山周辺国有林ニホンジカ対策協議会」の設立総会の様子

その後も、茨城県や茨城県林業協会との協力関係を更に進展させるべく、また、発足した「茨城県フォレスター等連絡協議会」の活動の一環として、令和元年12月、「新たな森林管理システムの実践に向けて」と題した「森林・林業活性化セミナー」を共催し、併せてシカに関する講演や国有林の情報発信を行いました。

国有林の情報発信も、単独ではなく何かと組み合わせて開催することで、より取り上げられる機会が増加するようです。

それから、これは余談になりますが、令和元年10月の台風19号などは茨城県にも大きな傷跡を残しましたが、はじめて実施した「災害対策情報連絡員(リエゾン)」活動も、滞りなく情報交換等が行えたところです。

県や市町村と、日ごろから良好な関係を築くことが、民国連携で一番重要であると感じた経験でした。

このほか、令和2年2月、茨城県自然環境課主催による県内の農林業や狩猟団体等で構成する「茨城県ニホンジカ情報連絡協議会」が当署も参画して設立しました。

当署のシカに関する発信もきっかけとなったようで、茨城県との連携も次のステージへ向かいつつあると感じています。今回の発表のテーマである民国連携「その先」とは、このあたりからを指すのではないかと、つまり、国有林からの発信が、新たな広がりを生み出す契機となったと思うポイントです。

4 まとめ

1. シカ案件がマスコミに大きく取り上げられ、一般の方々へ広く状況を伝えることができました。また、その後の取材機会などが増えました。
2. 関係者間における問題意識の醸成に資することができました。結果的に、県がシカの情報提供を県民へ呼びかける契機になったようです。さらに茨城県主催による「茨城県ニホンジカ情報連絡協議会」が設立されました。
3. 関係部局や研究機関などとの情報共有のネットワークが構築できました。セミナーなど、様々な機会に研究者への講師依頼や情報交換を行っています。
4. 研究者からは、「シカが本格的に生息する前段で対策できた唯一の県」との評価がありました。様々な機関と協力して情報発信できた結果ではないかと思っています。
5. 民国連携の「その先」とは、何も特別な事ではなく、我々自身の他県での国有林勤務等を通じて得た経験などを踏まえ、地域の実情を勘案して必要な構想をして実践していくことなのだと思います。

そして、そこからの更なる広がりこそが「その先」ではないかと…

お幕場海岸防災林造成事業について

下越森林管理署村上支署

吉川貴光

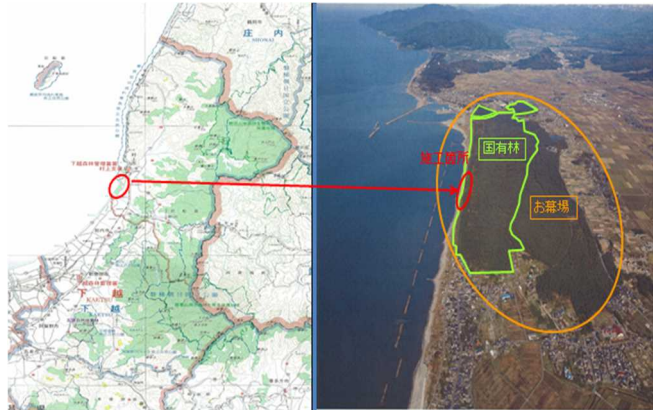
井上 賢

1 課題を取り上げた背景

■お幕場について

新潟県の北部に位置する村上市の塩谷海岸に面した約 280ha の松林は「お幕場」と呼ばれており、この内、海岸線に接する約 175ha が国有林で、防風保安林や保健保安林に指定されています（写真-1）。

樹齢 120 年を超える松が立ち並び、「日本の白砂青松 100 選」に選定されているお幕場は、季節を問わず森林レクリエーションを楽しむ人たちが見られ、地域から親しまれる松林となっています。



(写真-1) 事業箇所

■海岸浸食被害とその要因

近年お幕場の海岸では深刻な海岸浸食被害が発生しており、国有林境界から最大で 10m も浸食されています（写真-2）。波によってえぐられた砂浜は、浜崖化し、防風柵や植栽木が崩落する被害も発生しています。

海岸は本来、砂浜の浸食と堆積の均衡によって地形を維持形成しています。しかし様々な要因によって海岸浸食や汀線の後退が進んでいきます。

お幕場の海岸浸食については主に 2 つの原因が考えられます。

- ① 冬期の強風や悪天候等による高波・高潮による浸食
- ② 近隣の防波堤整備による潮流の変化や漂砂の流入阻害



(写真-2) 国有林の浸食被害

お幕場の海岸は、年間発生する風の 20% が風速 15~20m/s となる強風の地域で、北西からの強風が事業箇所に吹きつけます。

強風の風向きは、事業箇所に吹き付ける北西の風です。特に冬期は、季節風の影響で風が強く、高波が発生し、浸食が拡大します。それに対し、北側から海岸を沿うように流れる潮流によって運び込まれた漂砂が海岸に堆積することで地形を保っていました。しかし、近隣に大型の防波堤が昭和 39 年から平成 12 年にかけて整備されたことにより、潮流によって運び込まれた漂砂の流入阻害が生じました。その結果、漂砂の堆積が減少し、浸食被害が更に拡大したと考えられています（写真-3）。



(写真-3) 潮流の変化、漂砂の流れ

■これまでの動き

この海岸浸食に対して、新潟県は突堤 5 基を建設、沿岸部に離岸堤 15 基を設置しました。また、港に堆積した砂をポンプで輸送し砂浜の復元を図るサンドリサイクル工を継続して実施しています。

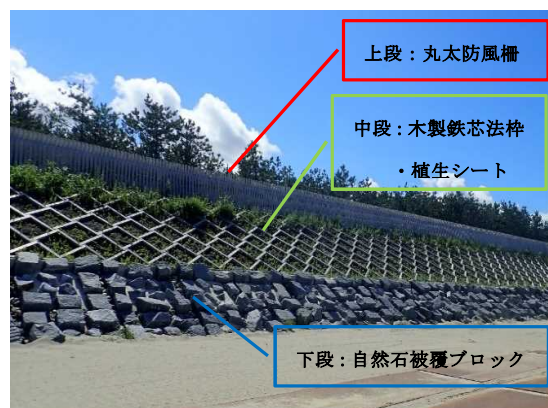
お幕場の地元である塩谷地区では「塩谷海岸浸食防止委員会」を発足させ、地区として関係機関への働きかけを行いました。地域住民からの強い海岸浸食対策要望に対して、村上支署は国有林浸食被害防止、保安林機能の維持向上を目的としたお幕場海岸防災林造成事業を平成 27 年度から施工しました。

2 具体的な取組

お幕場海岸防災林造成事業は国有林浸食区間に対して全長 402.6m の防潮護岸を設置し、海岸浸食被害の防止と緑化による法面保護、保安林の風害対策を一体的に行いました。

防潮護岸の構造は、下記のとおりです(写真-4)。

- ・ 上段部：丸太防風柵を設置し、保安林への風害対策を図る。
- ・ 中段部：植生シート及び木製鉄芯法枠を設置し、砂丘法面の保護と緑化を図る。
- ・ 下段部：自然石を使用した自然石被覆ブロックを法面に設置する自然石被覆工を実施し、波による浸食対策を図る。



(写真-4) 防潮護岸工

■自然石被覆ブロックの製作

自然石被覆工に使用する自然石被覆ブロックは、外周用石材 8 個（500kg/個内外）と天端用石材 4 個（125kg/個内外）を使用し、内側にアンカー部材を取り付けて結束し、それらをコンクリートで 1 つに固めたものとなります。自然石被覆ブロック 1 基あたりの石材重量 4500kg 内外、コンクリート重量 1955kg 内外で 1 基の総重量約 6455kg 以上かつ形状 2.3m×2.3m×0.7m（許容範囲±10cm）の基準を満たしているかを測定し、支障ないものを使用します（写真-5）。



（写真-5）自然石被覆ブロック

■自然石被覆ブロックの設置と自然石被覆工の特徴

砂丘法面に対して、砂の吸い出しおよび流出を防止する土砂流出防止シート、碎石（厚さ 30cm）、栗石（厚さ 20cm）、石の抜け出しを防止するシートを順に敷設します。その上に自然石被覆ブロックを設置します。ブロックとブロックの間には栗石を設置します（写真-6）。自然石被覆工の特徴は、ブロックの凹凸が波を砕き分散させて洗掘量を抑えることや波を被った際、碎石層に浸透し、戻り流れの流力を抑制する効果があります。また自然石を使用しているため景観にも馴染みやすい特徴があります。



（写真-6）自然石被覆ブロックの設置

■防潮護岸の工程

伐開工^{ばっかいこう}、作業土工後、最上部に丸太防風柵工を行います。次に下段部を掘削後、鋼矢板の埋め込み、そこに基礎コンクリートを打設します。砂丘法面には前述のとおり碎石等を敷き、自然石被覆ブロックの 1・2 段目を設置し、埋め戻しを行います。水叩き・天端コンクリートを打設後、残りの自然石被覆ブロック 3・4 段目を設置します。中段部には植生シートを設置し、その上に木製鉄心法枠・植生ポットを設置して防潮護岸が完成します（写真-7）



（写真-7）防潮護岸作業工程

■施工時に発生した課題点

・自然石被覆ブロック製作ヤード

自然石被覆ブロックを製作する作業ヤードは、大型重機を使用することやブロックが重ね置きできないことから広い作業面積を持つ製作ヤードの確保が必要となります。平成 27 年度は、運搬距離約 2km、作業面積約 940m²の製作ヤード（写真-8）を使用してブロックを製作していました。しかし、次年度以降ブロック製作数が増加していく中で、作業面積が不足する事態となりました。2 回に分けての施工も検討しましたが、1 回のブロック製作・養生には 2～3 ヶ月が必要であり、冬期の波浪・気象条件の影響や製作待ちによる工程の遅れが予想される為、使用し続けることは困難と判断しました。このため、1 度でブロックを製作できるヤードとして運搬距離約 12km、作業面積約 1860 m²あるヤード（写真-9）を検討し、その後使用することとなりました。



（写真-8）作業面積約 940m²の製作ヤード

（写真-9）作業面積約 1860m²の製作ヤード

・波浪対策

平成 27 年度施工時、波浪対策として仮設で鋼矢板、大型土のうを設置しましたが、高波による浸食被害が発生しました（写真-10）。また、作業道に設置した敷鉄板についても波に流されてしまう被害が発生しました。仮設の波浪対策、自然石被覆ブロック設置、埋め戻しまでの工程が完了していれば、ある程度の波に耐えることができますが平成 27 年度施工時では、その工程が完了する前に冬期の強風・高波の時期になり、浸水してしまったと考えられます。



（写真-10）平成 27 年度施工箇所浸食被害

平成 28 年度以降は、施工後の区間を含め一体的に大型土のうを設置し、作業道の波浪対策を強化しました。また、自然石被覆ブロックの設置時期を波の強くなる時期より前にすることで海岸浸食被害は発生していません。

・湧水の発生

防潮護岸下段部の基礎工で掘削した際、深さ 70cm 前後まで湧水が発生し、施工が困難な状態となりました。対策として常時排水ポンプを稼働させて施工を行いました。基礎碎石を敷き、2mの鋼矢板を埋め込み、基礎コンクリートを打設することで転倒防止を図りました（写真-11）。



（写真-11）掘削時の湧水

3 取り組み結果

■浸食状況

防潮護岸設置箇所については、現在までで国有林に影響を及ぼすような崩落・浸食等の被害は発生していません。また、防潮護岸の劣化、破損についても確認されていません。

■景観状況

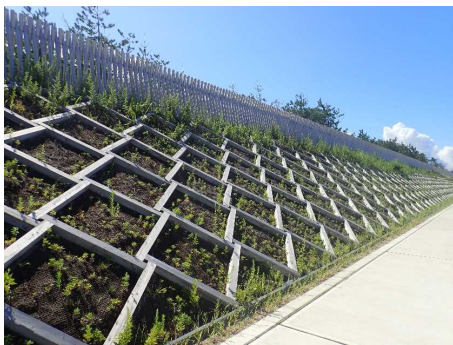
防潮護岸の外観の大部分は木材と自然石であり、自然に馴染みやすい構造となっています。自然石被覆ブロックの凹凸には、吹き上げられた砂が堆積し、コンクリート部が目立ちにくい外観となり、一部周辺の海岸と一体化しています。

■植生状況

植生状況については、一部良好となっているが、全体的にはあまり生育がよくない状況です（写真-12）。砂の流出については現在確認されていないので今後経過観察が必要と考えています。

■国有林の状況

丸太防風柵を設置したため、海から吹き付ける強風が海岸林に直接当たらなくなりました。その結果、下草が繁茂し、土壌は安定してきています（写真-13）。



（写真-12）植生の状況



（写真-13）国有林の状況

■地域住民の反応

お幕場の地元の塩谷地区では、地域住民と関係機関が現在も定期的に意見交換や現地視察を行っています（写真-14）。そこで当該事業について、地域住民から感謝の声が寄せられています。県の実施する対策事業については更に要望が高まっており、今後は地域全体で更に海岸浸食対策が進んでいくと思われます。



（写真-14）現地視察の様子

4 まとめ

お幕場の海岸では漂砂の流入阻害や冬期の高波等を原因とする海岸浸食により、以前に設置した防風柵や植栽木が崩落する被害が発生しました。地域住民の海岸浸食対策の要望もあり、国有林の浸食被害防止と保安林維持向上を目的としたお幕場海岸防災林造成事業を実施しました。国有林浸食区間に対して防潮護岸を設置し、浸食対策、法面の保護と緑化、風害対策を一体的に行いました。

その結果、防潮護岸設置箇所については浸食や崩落の被害は発生しておらず、海岸浸食に対して効果を発揮しています。国有林の状況についても下草が繁茂し土壌の安定化につながっています。

今後は冬期の強風・異常気象等の影響や自然石被覆ブロックの経年劣化について、経過観察していく必要があります。これからも地域住民や関係機関と協力・連携し、引き続きお幕場の森林保全に取り組んでいきます。

1 - 3 森林ふれあい部門

高尾小下沢国有林で針広混交の森づくり

— 落葉広葉樹の生長が森林性鳥類に与えた影響 —

東京神奈川森林管理署 藤井 幸
日本山岳会高尾の森づくりの会 白井聰一

1. 背景

日本の森林景観の特徴の一つであるスギ・ヒノキ人工林では、これまで森林性鳥類の種や個体数は少ないといわれてきました。近年、保全上の対策として針葉樹林の針広混交林化の進め方についていろいろの提案がなされるようになりましたが、実施例の記録は見当たりません。このため、針広混交林化が鳥類に及ぼす影響について調べたものがないのが実情であります。高尾の森づくりの会では針葉樹林のギャップ地を落葉広葉樹林へ再生させる活動を行い、針広混交林の生長が認められるようになったため、生物多様性保全の観点から鳥類に及ぼす影響について調査を行いました。

2. 調査地と調査方法

(1) ギャップ再生の取り組み

高尾の森づくりの会では、2001年から高尾小下沢国有林において、1986年の雪害により220, 221林班のスギ・ヒノキ林のギャップ地となったエリアで落葉広葉樹の苗木を植樹し(図1)、パッチ状の針広混交林化を目指しました。小下沢国有林一帯は高尾山全体の冷温帯側に位置するため落葉広葉樹を植樹しました。2001～2006年には高尾山在来種の13科、30種、8000本の苗木を植樹しました。ギャップ地の大きさは0.1～1.0haで、毎年1～複数個を整地し、樹齢1～2年の苗木を植樹し、パッチ数と総面積を拡げました。



- 落葉広葉樹植栽地
- ★ レコーダ設置ポイント

図1. 調査地(高尾小下沢国有林220, 221林班植栽地)

苗木の植樹方法としては、100 m²のエリアに同一樹種20本の苗木を1ユニットとして植樹(苗木間隔2m)し、ユニットはランダムに配置(混植)しました。苗木が樹木に生長したかどうかの判定は、樹冠投影図で直径3mを超えたとき(隣の樹木の枝葉と1mの重なり)このユニットはうっ閉(樹林化)と定義しました。植栽地内の生存総ユニットに対するうっ閉ユニットの比率を林地完成度とし、80%を超えたときこの植栽地を林地と定義しました。

(2) 調査地の特徴と鳥類調査の方法

2002～2006年ギャップ再生に取り組んだ221林班(面積30ha)は、ギャップ数が最も多く、広葉樹林化が広域に最速に進むと考えられたため、ここを調査地を選びました。この林班は四方を尾根に囲まれ、中央にザリクボ沢が東西に流れる盆地状の山林で、スギ、ヒノキ林が75%を占有していました。

鳥類の調査方法としてラインセンサス方式と録音方式を検討し後者を選択しました。2006～2015年の10年間に調査を行いました。録音は繁殖期の1日に行い、気象条件のよい日を選んだため毎年録音日はまちまちでした(4/10～5/7)。日の出前30分から日没後30分の時間帯の音声を録音しました。調査対象は高尾山在来の留鳥10種とし、夏鳥や希少種は除外しました。15分を1ユニットとし、この間に1回以上の鳴き声を確認できた種は出現ありと記録しました。鳴き声はさえずりと地鳴きをカウントし、キツツキのドラミングはカウントから外しました。毎年の調査において、総ユニットに対する出現ユニットの比率を、その年のその種の出現率としてデータ分析に用いました。

ギャップ地で広葉樹林の生長が確認できた段階で、スギ、ヒノキ100%の類似の林齢の人工林でもデータを採取し両者を比較するため、212林班内でも録音定点を定め(図1★印)同一日時に録音しました。

3. 調査結果

ギャップ地に植樹した苗木の植生は、一例として図2のように遷移しました。2001～2006年の植栽地では遷移がどのような経緯を経て進んだかをA～Dの記号で示すと、表1のようになりました。この表より2012年を境にして急速に林地化が進んだことがわかります。

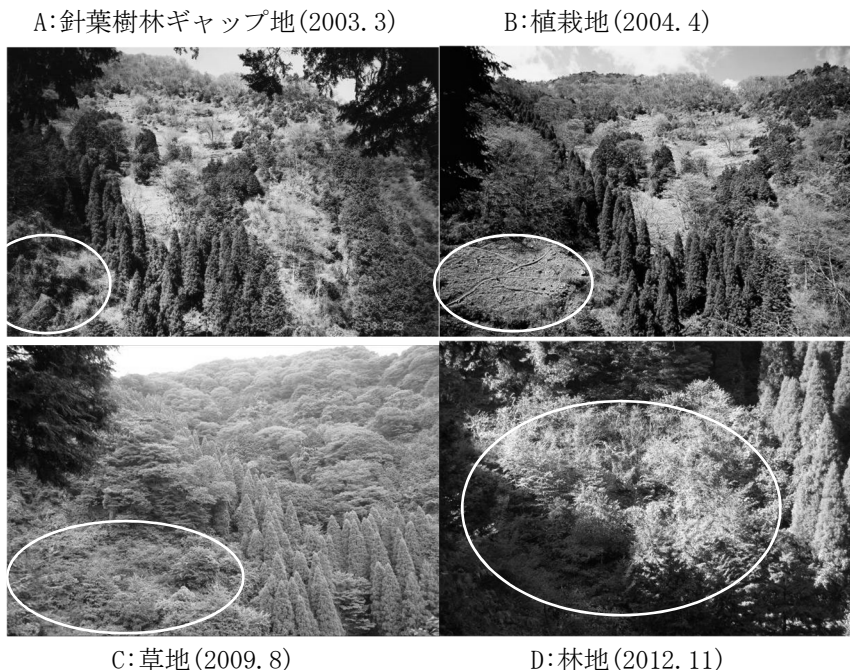


図2. ギャップ地の植生遷移例

表 1. 植栽地の植生遷移 (2000~2013 年)

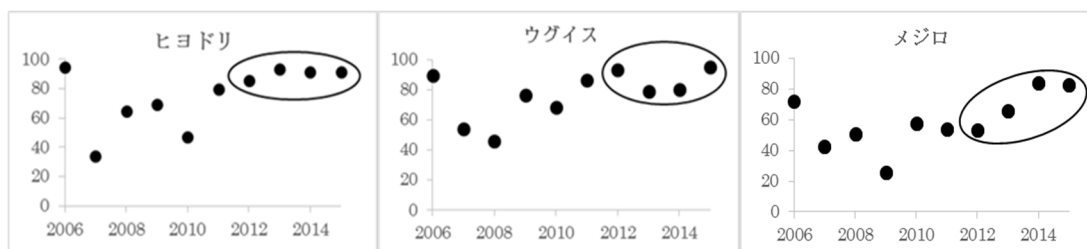
経年 植樹年\	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
2001	A	B	C	—	—	—	—	—	—	—	—	D	—	—
2002	A	—	B	C	—	—	—	—	—	—	—	—	D	—
2003	A	—	—	B	C	—	—	—	—	—	—	—	D	—
2004	A	—	—	—	B	C	—	—	—	—	—	—	D	—
2005	A	—	—	—	—	B	C	—	—	—	—	—	—	D
2006	A	—	—	—	—	—	B	C	—	—	—	—	—	—

注 1. A~D は図 2 の植生遷移の例で示す

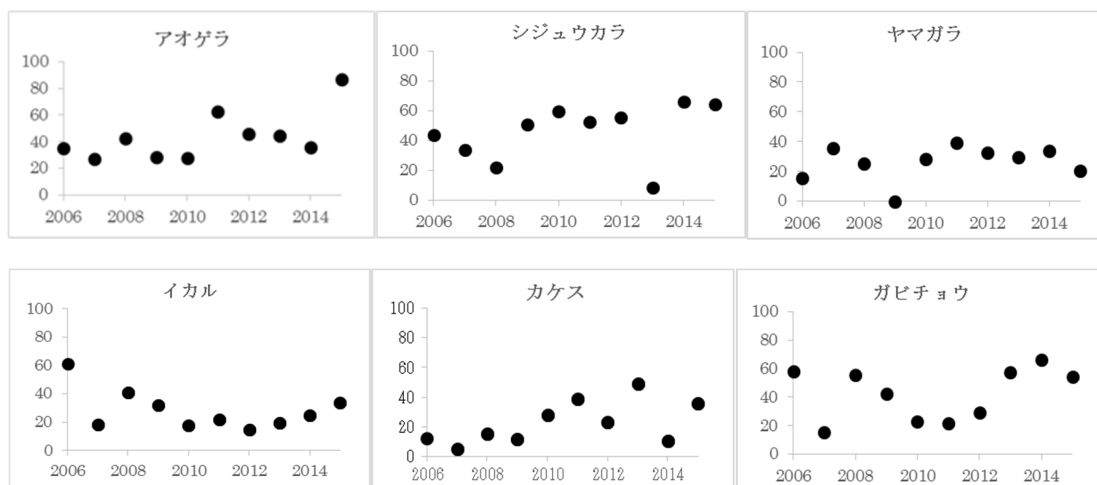
注 2. 「—」は植生遷移の状態が前年と同じであることを示す

下図 (図 3) は留鳥 10 種の出現率が 10 年間にどのように推移したかを示すグラフであります。この 2012 年を境に出現率に 3 つのタイプがあることがわかりました。

①2006~2011 年の草地期に比べ 2012 年からの林地期に出現率が増加した種 ; ヒヨドリ、ウグイス、メジロ (タイプ A)



②増減が明確でない種 ; アオゲラ、シジュウカラ、ヤマガラ、イカル、カケス、ガビチョウの 6 種 (タイプ B)



③2012年の林地期になって減少した種；ホオジロ（タイプC）

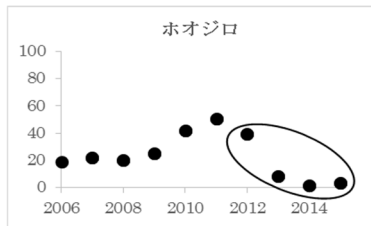


図3. 留鳥10種の出現率推移

針広混交の樹林化が始まった翌年から3年間、2013～2015年の同一日時に100%スギ、ヒノキ人工林でも出現率を調査し、比較した結果、鳥類相（18種）に差は見られませんでした。針広混交林で出現率が3年間とも高かったのは、アオバト、アオゲラ、ヒヨドリ、ウグイス、シジュウカラ、ヤマガラ、メジロ、カケス、ガビチョウの9種でした。一方、針葉樹人工林の方で高かったのはヒガラ、コガラの2種でした（表2）。この調査で針広混交林の方が出現率の高い種が多いことがわかりました。

表2. 針葉樹林と針広混交林での種別出現率比較

(単位：%)

調査年月日 種名	2013. 5. 7		2014. 4. 10		2015. 4. 24～25	
	針葉樹林	針広混交林	針葉樹林	針広混交林	針葉樹林	針広混交林
キジバト	9.8	3.8	7.1	28.6	3.6	8.5
アオバト	8.2	23.0	1.8	8.9	3.6	33.9
ツツドリ	18.0	9.8	0	0	39.0	27.1
アオゲラ	31.1	44.3	33.9	35.7	44.1	86.4
ヒヨドリ	60.7	93.4	83.9	91.1	74.6	91.5
クロツグミ	4.9	32.8	0	0	5.1	10.9
ウグイス	42.6	78.7	80.4	98.2	89.8	94.9
キビタキ	54.7	49.2	0	0	25.4	71.2
オオルリ	19.7	29.5	0	0	57.6	64.4
ヒガラ	82.0	6.6	62.5	50.0	66.1	45.1
コガラ	14.8	0	39.3	21.4	32.2	20.3
シジュウカラ	4.9	8.2	51.8	66.1	33.9	64.4
ヤマガラ	13.1	29.5	16.1	33.9	18.6	20.3
メジロ	32.8	65.6	67.9	69.6	59.3	84.7
ホオジロ	0	11.5	23.2	1.8	1.7	5.2
イカル	37.7	19.7	35.7	25.0	28.8	33.9
カケス	8.2	49.2	5.4	10.7	8.5	35.6
ガビチョウ	16.4	57.4	14.3	66.1	47.5	54.2

○ 3年間とも針広混交林で出現率が高かった種 □ 3年間とも針葉樹林で出現率が高かった種

4. 結果の考察

樹林化が始まり、その影響としてタイプAの種が増えた一方、タイプBの種では針葉樹林と広葉樹林をうまく使い分ける種であるか、今後広葉樹林としての成熟が進めば増減の傾向がみえてくる種であると考えられます。

今回の調査段階ではギャップ再生林はまだ未成熟であり、将来これらの生長がさらに進むと針葉樹林と広葉樹林の違いが明確になり、鳥類に対する効果が顕著になる可能性があると考えられます。

録音による調査は、機器の性能が向上しているため有効に使用できると考えられます。とくに長期調査を行う場合担当者が変わってもほぼ同一基準で調査が可能であり、複数箇所でも同時調査が可能という利点もあります。

221 林班のギャップ地には小パッチが多くありましたが、鳥類にとっては小パッチでも過小評価すべきでないとする論文があります。しかし、小パッチでは林縁の樹木の生長の方が早く、苗木の生長が阻害されやすいので、パッチは大きい方が有利と考えます。

本報告は、221 林班のスギ、ヒノキ人工林比率が当初 75%であったものを 2014 年に 58%に減らした結果、鳥類にどのような影響を与えたかについてのものでした。スギ、ヒノキ林比率がもっと高いところで広葉樹林化を進めれば、鳥類に与える影響はもっと大きいかもしれないと考えます。

この報告書は日本鳥学会誌 Vol. 67, No. 2 に掲載された論文を取りまとめたものです。

森は友だち「山と心に木を植える」

～人と自然を大切に作る心を育む 15年間の森づくり報告～

日光森林管理署 神子内森林事務所 新屋将希
NPO 法人森びとプロジェクト委員会 大野昭彦

1 課題を取り上げた背景

私たちは、地球温暖化を何とか防げないかと真剣に考え、日光森林管理署のアドバイスをいただき、2005年から足尾銅山周辺の荒廃地に森づくりを始めました。そして、人間が自然を壊し、生きる糧を奪い、命を縮めた荒廃地で同じ過ちを繰り返さないようにと、森づくりを通じて自然を敬う心を育ててきました。活動を通じて、人間の暮らしは“森に寄り添いながら営まれている”ということを知り、この視点を社会へ、世界へ広げていきたいと思っています。



(図1) 植樹前の足尾・臼沢

2011年3月11日に発生した東日本大震災で津波被害を受けた福島県と宮城県の沿岸では“森の防潮堤”づくりや、岩手県八幡平市の松尾鉱山跡地での森づくりも行っています。

2 具体的な取組

2004年、横浜国立大学名誉教授・“世界で4千万本の木を植えた男”と言われる宮脇昭先生と足尾町松木地区の調査に入りました。栃木県が臼沢に植えた木は、卒塔婆のような竹だけが残り、苗木はみな立ち枯れていました。引き抜くと根がありませんでした。土壌調査を行い「厳しい足尾で森づくりが出来れば、世界のどこでも森づくりが出来る」と言われ、森づくりがスタートしました。

(1) まずは土台の整備から始めました。日光森林組合の協力(日光森林管理署、当時の川端署長の紹介)を得て間伐材をいただき、森の中で階段用に間伐材を足尾に運び、1段1段を作っていました。そして、多くのボランティアの協力を

あえて足尾の地を選択



(図2) 植樹前の足尾の山々

まずは土台の整備



(図3) 階段づくり

得て、土を背負いあげ、シカなどの食害にあわないように獣害柵づくりも行いました。

(2) 素人の森づくりのため日光森林管理署のアドバイスをいただき、以前に栃木県が植林した傾斜30度もある草地に、ミズナラ、コナラ、トチノキ、クヌギ、ヤマザクラなど16種類を植えて「臼沢の森」をつくりました。植樹後は最低3年間の草刈り、獣害防止柵の補強で育樹してきました。



(図4) 臼沢の森

2004年、食害や草の生長に負けて枯れた木の目立つ臼沢で、70cm²の穴を掘り、黒土、腐葉土、炭などを、「まじえるまじえる」して土壌をつくり、一つの穴に3本、ミズナラやコナラ、トチノキ、クヌギ、ヤマザクラなど16種類の木を混植・密植しました。

(3) 「松木の杜」は、草地に1m四方の穴を掘り、黒土、腐葉土、炭を混ぜ、1穴に3本、23種類の幼木を植えました。活着し、根付いて生長した木は、クヌギ、コナラ、クリ、ナツツバキ、シラカンバで、その他の種は生長が鈍く枯れた木もありました。また、現在では風で飛んできたカラマツが活着し、元気に育っています。鳥やクマの行動範囲に種が蒔かれるようになりました。



(図5) カラマツが活着

(4) 2011年から「新松木」、2014年から「民集の杜」の植樹を開始しました。この2か所の杜は、植樹地全体を重機で開墾し、黒土、腐葉土、炭、バーク堆肥などをその地の土に混ぜ、22種類の苗木を植えました。植えた木々はどの樹種もすべて生長し、3年位で「松木の杜」の穴掘り地に植えた木々の樹高を超えました。



(図6) 民集の杜

(5) 上空から見た松木の各森・杜。中倉山の山頂から見た松木の植樹地です。その面積は、47,554m²、15年間で10,887人が植樹に参加し、71,509本の苗木を植えました。この地も3年間の下草刈り、獣害対策を自然の動きに合わせるように育樹してきました。秋になると落葉広葉樹が紅葉し、ハイカーや写真家の目を楽しませています。

3 取組の結果

(1) 森はいのちの循環を育む大切な友だち

森の生長にともない、樹木に寄生する昆虫類が増え、それらをエサとするカエルやヘビ、ネズミ、鳥類が森に生息するようになりました。

「臼沢の森」ではクマが休息し、子育ての様子が見られました。密集した低木の「民集の杜」では、ウグイス、モズが天敵からヒナを守るために巣をつくります。アナグマが「臼沢の森」「民集の杜」で見かけるようになりました。森が広がったことで生息域が広がったようです。

2016年6月からの足尾では、森づくりと生態系の関連を観察するために「生態観察チーム」を設置し、生態観察を始めています。土壌動物からツキノワグマに至る生態を観察し、森の生長と生態の繋がりを観察しています。

足尾・松木沢を訪れる方々に、森の恵に寄り添って生きて行く人間の森と向き合うことの大切さを感じ取っていただきたいと願っています。

(2) 森の機能を発揮する森へ

令和元年の台風15号、19号の豪雨は、足尾にも被害をもたらしました。沢では土砂が崩れ落ち、草地の溝には土砂が大量に流されました。植樹してきた森(杜)内を見ると、土砂が流れた跡はありませんでした。

「臼沢の森」内は、幹径20cm程の木が落岩をくい止め、地表には苔が広がっています。また、ミズナラ、コナラの実生が生えて、主役の出番を待っています。夏の森内は涼しく、気持ちが悪く落ち着く環境になっています。さらには、生きものたちが運んできた種、風などで運ばれた種が芽生え、森の新しい仲間が増えています。

7万本以上の若木は、約3,100人が1年間に排出する二酸化炭素を吸収しています。そして、約3,300人分の酸素を生産しています(森林総研資料を基に算出)。

4 まとめ

15年間の森づくりをまとめると、現在の松木村跡地は50年以上放置している今でも草地のままです。重金属が含まれた土壌、大きな石が堆積している土地を森びとスタッフが開墾し、ボランティアの皆さんが、その地に黒土・腐葉土・炭を混ぜ、土づくりを行うことで、植えた幼木が生長し森となりました。



(図7) 中倉山上空から



(図8) 足尾で見られる生き物たち



(図9) 落石防止機能

つまり、森づくりは土壌改良、草との競争に負けない環境づくりをしなければならないこと、人間が自然に働きかけることの大切さを学びました。この森から生き物たちの命を育む環境が豊かになりつつあります。やがて、それは人間の命を育む人間社会の基盤として、豊かな大地として形成されていくことが明確となりました。



(図 10) 50 年以上草地

5 15 年間の森づくりから見えること

(1) 地域へつながる森の友だち

①2014 年から、桐生ロータリークラブ会員のシニアとローターアクトの小学生、中学生、高校生、群馬大学の留学生など、幅広い年齢層のみなさんが植樹体験をしています。土を掘るとミミズが出てくるのですが、土壌分解動物は土をつくる大切な友だちと知ること、人と生き物たちとの共生を学んでいます。



(図 11) 土壌改良

②2015 年から群馬県桐生市樹徳高校は、1 年生から 3 年生が植樹に参加し、昨年は先輩たちが植えた幼木の下草刈りを行いました。3 年目になると幼木が一気に生長する様子を見て、刈った下草が栄養となり成長を促すことを学びました。先生も生徒も、協力し合い、自然に触れることで「森に生かされていることを学び」生き生きとしてきます。



(図 12) 高校生の体験学習

(2) 足尾の魅力を広げる活動

①2019 年 8 月の夏休みに、「かじか荘」との共催で、子供たちに「森は友だち」ということを体験から学んでもらうことを通じて、足尾の魅力を広げる取り組みを試行しました。木をこすり合わせて火をおこす「火おこし体験」では、火種で薪に火を起こし、串に刺した団子を焼いて食べました。竹を細工して水鉄砲をつくり、水飛ばしなど、昔の子供たちが自然のものを利用して遊んだことを体験してもらい、森の恵みで人間の暮らしがつくられていることを感じるイベントを試行しました。火おこしは、親の方が夢中になりました。

②足尾の松木沢の南側にそびえる中倉山の稜線に一本の巨木が生えていることを知り、調査しました。幹の直径が 45cm、樹齢が 100 年以上あることから貴重なブナだと感じました。

北側の斜面が崩れ、根がむき出しになっているので、林野庁日光森林管理署と古河機械金属足尾事業所に相談し、ブナの根を保護する活動を始めました。

下野新聞、毎日新聞、東京新聞や「しもつけの心」という郷土誌に紹介され、足尾・中倉山を訪れる登山者やハイカーが増えました。今年、登山者の協力を得て、土を荷揚げし、植生袋を根に張り付ける活動を行いました。

(3) 足尾から世界に広がる森づくりの心

① 鉱山開発で露天掘りの採掘がおこなわれたフィリピン・ベンゲット州ルボ村は、企業が撤収した後、荒廃地が残りました。

足尾銅山跡地での植生回復に取り組む「森びと」の活動を知り、2009年に森づくりの研修に訪れました。植樹方法や斜面の土留めの方法など、その土地にあるものを活用して森づくりを行うことを学びました。

フィリピンに戻り、竹や木を土留めに活用し、「足尾モデル」としてその土地本来の木を種から育て植樹を行っています。現在では、村民の森づくりを行政がサポートしています。

② ジャイカ東京 環境学習サポートや米国・ミシガン大学の研修サポートでは、地球温暖化防止と環境保全について、さらに田中正造の生き方を現代社会に活かさないかと足尾で討論しています。植樹を体験することで、二酸化炭素の吸収源である森の大切さを実感しています。

③ 2019年7月に開催した育樹祭では林野庁をはじめとする専門家の皆さんに植樹地を見ていただきました。

木々の生長の違いやその特徴、育樹方法など、今後の森づくりに参考となるアドバイスをいただきました。引き続きご指導をいただきながら森を元気にしていきたいと思いません。



(図 13) 中倉山のブナ保護



(図 14) ルボ村の森づくり



(図 15) 足尾から世界に

6 今後の課題

(1) 新たに私たちは、15年間の森づくりで培った森と生きていく知恵を、この森を散策（「森の案内人」がご案内します）しながら、AI時代が叫ばれて失いつつある、生きていくことに欠かせない人間のもつ素晴らしい五感を磨いていきたいと考えています。

(2) 中倉山の稜線で一世紀以上生きているブナは棲息するには厳しい場所であり、大雨などによって木の命である土が流されつつあります。このブナは110年前頃から煙害に耐え、今度は温暖化による異常気象の大雨に耐えていかなければならない危機にあります。負の遺産の歴史の証人でもあるこ

のブナも大切な財産として保護活動に努めていきます。

(3) この事業は、始めて体験している少子高齢化社会の中にある足尾町で何か役に立っていないかと思い、林野庁、古河機械金属㈱、県・日光市、足尾町の皆さんのアドバイスを頂いて進めたいと考えています。

(4) 私たちは「すべての生物は森に生かされている」ことを15年間の森づくりで実感しています。それは暮らしの基盤は森であるということではないかと思えます。「公害の原点」と言われる足尾銅山ですが、現在も人間の活動によって地球温暖化が進み、世界中で被害が広がっています。

荒廃地での森づくりを通じて、少しでも温暖化にブレーキをかけ、足尾の荒廃地を未来の財産にしていきたいと思えます。

今後は、生存が不安定な課題を孕んでいる社会ですが、15年間の森づくりで学んだ「森に生かされている」ことを深堀し、世紀末に生存が不安定な時代を迎えないために、一人でも多くの理解者、実践者を拡大し、未来に生きる若者たちの“いのち”を育み、地球を元気にさせる森を育てていきたいと願っています。これまでの、林野庁森林管理局、森林管理署の多くの皆様のご理解・ご協力に心から感謝を申し上げます。

参考資料（主な樹種）

〈臼沢の森〉コナラ、ミズナラ、クヌギ、ヤマザクラ、イロハモミジ、アカガシ、ウラジロガシ、アラカシ、シラカシ、コブシ、ナツツバキ、トチノキ、アキグミ、ケヤキ、カツラ、ブナ

〈松木の杜、新松木の杜、民集の杜〉コナラ、ミズナラ、クヌギ、ヤマザクラ、エゴノキ、ハクウンボク、ウワズミザクラ、オオオシマザクラ、ヤマモミジ、イタヤカエデ、ハウチハカエデ、エノキ、クリ、コブシ、ナツツバキ、トチノキ、カツラ、ブナ

山と心に木を植えた15年の感謝
専門家のアドバイスで本物の森へ
2019年7月21日 育樹祭



(図16) 本物の森へ

山と心に木を植えた15年の感謝
地球人の心をひとつにして地球温暖化にブレーキを!



(図17) 地球人の心ひとつに

山と心に木を植えた15年の感謝
足尾の荒廃地 負の遺産を未来の財産へ



(図18) 未来への財産へ

「森林環境教育」を充実するための取組について

高尾森林ふれあい推進センター 磯田伸男

1 課題を取り上げた背景

林野庁では、「森林環境教育」を充実させるために、平成28年5月、「森林・林業基本計画」により、「青少年等が森林・林業について体験・学習する機会の提供や木の良さやその利用の意義を学ぶ活動である“木育”を推進し、国有林においてもフィールドや情報の提供、技術指導等を推進する。」としています。

このような状況から、当センターの果たす役割は益々高まってきています。そのために、当センターが実施している活動を検証し、将来に向けて充実した「森林環境教育」を実施するための考察を行ったので報告します。

2 具体的な取組

「森林環境教育」として次のとおり実施しています。

(1) 幼稚園・保育園・小学生を対象とした「森林教室」

① 森林観察

実際に森林の中を歩いて、植物や樹木に触ったり、匂いを嗅いだり、沢の水に触ったり自然を体感します。(写真1)

② 森林学習

職員手作りのパワーポイントを使用して森林の働きや林業のありかた、環境問題のことを学びます。

③ アニメーションによる地球温暖化の学習

東京都62市区町村の「みどり東京・温暖化防止プロジェクト」が作成した、地球温暖化をテーマにした環境教育用のアニメーションを上映します。

④ 丸太切り

森林教室の中で一番人気のプログラムです。

子どもたちが交代で丸太が動かないようにおもしろくなって切る順番を待ちます。輪切りを切ったあとの達成感がたまりません。(写真2)

⑤ 木の成長の説明

実際の30cm程度のスギの輪切りと2m程度のスギの苗木を使って、年輪では横に大きくなる肥大成長と、苗木では上に伸びる樹高成長について説明をします。

⑥ 炭焼き体験による環境学習

ドラム缶窯と伏せ焼窯の2種類があり、材料になる竹をそれぞれの窯に入れていき、火を



写真1：森林観察の様子



写真2：丸太切りの様子

起こしたら一生懸命にウチワであおぎます。みんなで交代しながら煙の色が変わるのを見ます。結構体力が必要です。煙の色が無色になったら窯を締めます。

(2) 一般を対象とした「森林カレッジ」

18歳以上70歳未満の方を対象に年間で4回実施しています。地球温暖化防止など森林の多面的機能、森林資源循環利用の必要性等に対する理解を深めるため、専門家の講義と間伐や下刈等の作業を通じて、人々の生活や環境と森林との関係について学びます。

(写真3、4)



写真3：講義の様子



写真4：間伐作業の様子

(3) 中学生を対象とした「職場体験」

当センターで実際に行っている仕事を体験してもらいます。「森林・林業の現状と課題」についての講義もあります。毎年、3校から6校程度の依頼があります。(写真5、6)



写真5：講義の様子



写真6：林道補修作業の様子

(4) 中学・高校・大学生、地方自治体職員等を対象とした「体験林業」

間伐や下刈などの作業体験と「森林・林業の現状と課題」等についての講義を実施しています。(写真7、8)



写真7：講義の様子



写真8：薪割り作業の様子

(5) 幅広い世代を対象とした「公募イベント」

親子や世代を超えて幅広く公募しているイベントです。

① 親子森林探検とクラフトづくり (写真9、10、11、12)



写真9：水鉄砲での当て



写真10：宝探し



写真11：クラフトリーフづくり



写真12：木の実図鑑づくり

② つるかご編み (写真13)



写真13：つるかご編み

③ 草木染め (写真14)



写真14：草木染め

④ 樹木博士 (写真15)



写真15：樹木博士

⑤ 炭焼き (写真16)



写真16：炭焼き体験

(6) 協定団体による「協定イベント」

関東森林管理局長と協定を締結している団体が主催し、年間を通して様々なプログラムを提供しています。（令和元年度は4団体：写真17～20）



写真17
森林インストラクター東京会
「初夏の自然観察会」



写真18
森とでんえん倶楽部
「魚取りと植物・生き物観察教室」



写真19
森と人のネットワーク
「自然観察会」



写真20
高尾パークボランティア会
「夏だ！高尾だ！水遊び！」

3 取組の結果

(1) 「森林教室」では、森林の働きや林業のありかた、地球温暖化などの環境問題等を学習し、丸太切りや森林観察、クラフトづくり、炭焼き等を体験することができました。

また、特別支援学校等からの要請を受けて実施しました。

小学生4～6年生を対象に作文コンクールに応募することができます。学んだことや感じたことなどを作文に残すことで、より強く心に残るものとなります。そして、毎年3月に最優秀



写真21：作文コンクール表彰式の記念撮影

賞の林野庁長官賞などの30作品の表彰式が行われています。(写真21)

- (2) 「森林カレッジ」では、年4回実施する中で、森林・林業・木材産業・環境について学習するとともに、下刈や間伐等の作業を体験することができました。
- (3) 「職場体験」では、当センターが実施している作業を通して森林・林業の重要性を理解するとともに、将来の職業を選択する際に“林業”に興味を持ち、理解する機会を与えることができました。
- (4) 「体験林業」では、高度な知識と森林・林業についての情報を提供し、「森林環境教育」の充実や林業の発展に貢献する人材育成の場となっています。
- (5) 「公募イベント」では、林業にかかわる作業で“楽しむ”ことにより、森林・林業への関心を持っていただいたことと、当センターが実施している「森林環境教育」の重要性をアピールしました。
- (6) 「協定イベント」では、年間を通してバラエティーに富んだプログラムを提供しました。

4 考察・まとめ

小学生が書いてくれた作文に、今まで森林や自然や環境に興味が無かった子どもたちが森林教室を受けて、丸太を切ったり、森林を歩き植物に触れ、匂いを嗅いだり体験することにより森林に興味をわき、地球温暖化が進んでいることを学び、どうしたら防止できるのかを思い、考えてくれました。(写真22)

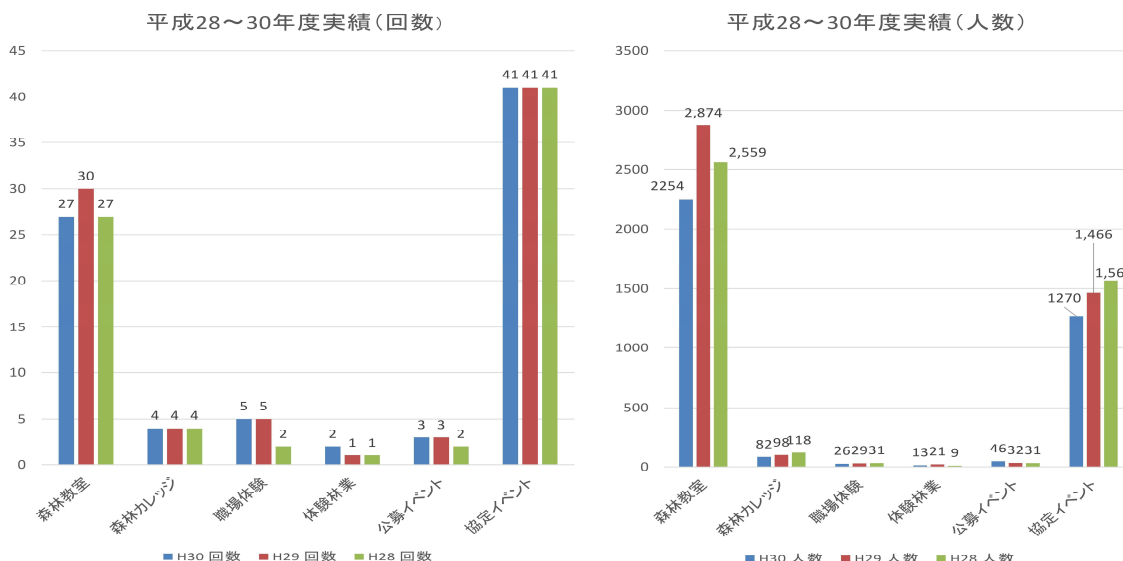


写真22：作文

また、中学生や一般の方が下刈や間伐等の作業を体験しての感想は、「非常にきつくて体力と技術が必要な仕事であること」そして「林業を経営するうえで必要な作業であること」を理解していただきました。

このように、「森林環境教育」は、森林・林業に興味を持っていただき、親しみ、ふれあい、学び、体験し、理解して、一人一人がどのように取り組んでいくのかを考えていくことが重要だと思います。また、学校等からの要請や時代のニーズに沿ったプログラムを実施することで、より一層「森林環境教育」を充実できるものと考えています。

参考：3箇年の実績



成熟した人工林の伐採によるイヌワシの狩場創出実験

赤谷森林ふれあい推進センター 松井琢郎
公益財団法人日本自然保護協会 出島誠一

赤谷の森のイヌワシの繁殖成功率が低下していたことから、赤谷プロジェクトにおいて成熟した人工林の伐採によるイヌワシの狩り場を創出する実験を行いました。イヌワシが伐採地の上空に出現する頻度は、伐採前1年間は観察時間100時間当たり2時間24分だったのに対し伐採後4年間の平均は4時間11分と、伐採前よりも伐採後は比較的高い状況が維持されました。さらに、伐採地の獲物に狩りをする行動も54回観察されました。このことから、イヌワシは実験によって創出した開放地を狩り場として利用し始めていると考えられました。そして、イヌワシの行動範囲内において伐採によって狩り場を創出することが、イヌワシの生息環境の質を向上する具体的な方法として効果があるのではないかと考えられました。

Key Word イヌワシ 人工林伐採 狩場創出

1 はじめに

(赤谷プロジェクトとは)

本実験が位置づけられている赤谷プロジェクトとは、三国山地／赤谷川・生物多様性復元計画のことをさし、3つの基本理念があります。その一つは、生物多様性を科学的な根拠をもって保全・復元することです。また、もう一つは、関東森林管理局、公益財団法人日本自然保護協会、赤谷プロジェクト地域協議会の三者が協働して取り組むことです。

そして、モデルプロジェクトとして、赤谷プロジェクトの活動で得られた知見を広く国有林野事業、更には民有林を含めた森林・林業施策に波及させていくことをミッションとしています。

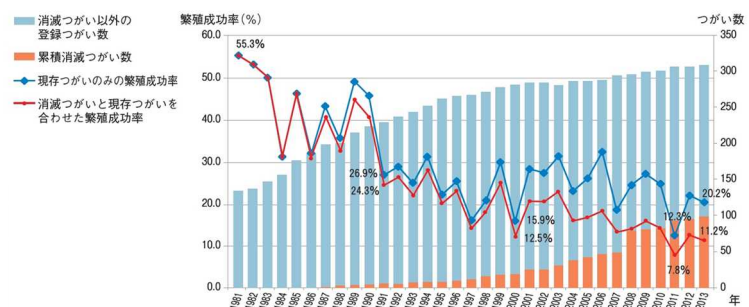
本実験は、生物多様性の復元の活動として行いました。

(日本におけるイヌワシのおかれた現状)

日本におけるイヌワシの生息状況は、日本イヌワシ研究会により調査されていますが、近年姿を消す個体が急激に増加しており、「消滅」したつがいについては、2013年には99と全体の登録数の約3割を占める状況にまで急激に増加しています。その結果、現在生息するつがいは220前後に激減し、絶滅危惧種に指定されています(図-1)。

繁殖成功率についても、1980年代前半は50%台だったのが、消滅したつがいを母数に加えると2013年には11.2%と急激に低下しています(図-1)。

繁殖失敗の原因については、「餌不足」が119例中28例と突出して多くなっており、その要因として餌そのものの減少と餌を捕るための「狩り場」が失われていることが考えられています。



(図-1) イヌワシの消滅つがいを含む登録数と繁殖成功率の推移

(イヌワシの生態)

イヌワシは、ノウサギやヤマドリ、ヘビなどを捕食し、森林の生態ピラミッドの頂点に立つ「アンブレラ種」であるため、森林の生物多様性の指標種に位置づけられています。

イヌワシは本来、開けた草原などを狩り場として生息しており、日本のような森林地帯に生息することは世界的に珍しいとされています。

しかし、日本のイヌワシも、両翼差し渡し2mあり、やはり開放地で狩りを行うのに変わりはなく、1つがい生息している赤谷の森のイヌワシの狩り場環境は、夏緑広葉樹林の展葉期は高標高域の多雪による自然草原で、その落葉期は高標高域には獲物動物が少なくなるため、少し標高の低い自然林や二次林のギャップ、雪崩崩壊斜面です。

(実験の目的)

赤谷の森のイヌワシは、2010年から5年連続で繁殖に失敗していたこと、赤谷の森を含め日本の森林は、特に伐期に達した成熟した人工林は、林冠が完全にうっ閉しておりイヌワシが林内に入り込めず狩りができない現状となっていたことから、赤谷の森のイヌワシの繁殖成功率の低下が餌を捕るための「狩り場」が不足しているためであると考えられたため、また、赤谷の森におけるイヌワシの生息地は、人工林を自然林に復元することとしているため、その復元過程における成熟した人工林の伐採により、イヌワシの狩り場を創出してイヌワシの生息環境の質を向上することを目的としました。

2 実験・調査方法

(人工林の伐採による狩場創出の経時変化のイメージ)

実験は、2014年に「イヌワシのハビタットの質を向上させる森林管理手法の開発—基本計画書」を策定し、行いました。



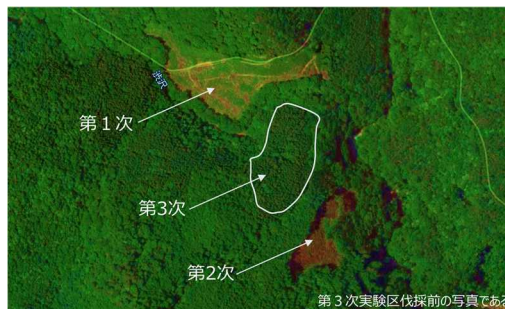
(図-2) 人工林を伐採して狩り場を創出する経時変化のイメージ

図-2のように、人工林を伐採すると伐採跡地で狩りができます。実験区は伐採後自然林に復元させますが、若い自然林は林冠がうっ閉し、再び狩りができなくなります。しかし、自然林が老齢に達すると、老齢木の枯死・倒木により生ずるギャップで再び狩りができるようになります。赤谷プロジェクトは、赤谷の森を最終的にこの老齢な自然林に復元することを目指しており、赤谷の森のイヌワシがギャップを利用していたこと、ギャップ面積の割合は、成熟した森林（原生状態の森林）では5～30%程度である（McCarthy 2001）ことから、これにより永続的に狩り場を供することができるようになります。

(実験区の作設方法)

赤谷プロジェクトが行われている赤谷の森は、群馬県みなかみ町北部の約1万ヘクタールの国有林であり、利根川の最上流部に位置します。

実験区は、イヌワシの行動圏内にいずれもスギ人工林を皆伐し、2015 年秋に第 1 次実験区を、以後 2 年おきに、2017 年秋に第 2 次実験区を、2019 年秋に第 3 次実験区を作設しました（写真－1）。実験区の諸元は表－1 のとおりです。



（写真－1）第 1 次～第 3 次実験区 空中写真

（表－1）実験区の伐採方法、面積、形状

番号	伐採年月	林況	伐採方法	伐採面積	実験区の形状	斜度
第 1 次	2015年9月	スギ人工林 45年生	皆伐	約 2 ha	等高線と平行に約200m 等高線と垂直に約90m 長方形形状	14°
第 2 次	2017年9月	スギ人工林 45年生	皆伐	約1ha	等高線と平行に約140m 等高線と垂直に約140m 三角形形状	26°
第 3 次	2019年10月	スギ人工林 49年生	皆伐	約1ha	等高線と平行に約80m 等高線と垂直に約120m 長方形形状	21°

（餌動物の出現状況の調査方法）

実験区及び対照区にセンサーカメラを設置し、イヌワシの獲物動物であるノウサギ、ヤマドリなどの出現頻度を調査しました。

（イヌワシの実験区の利用状況及び繁殖状況の調査方法）

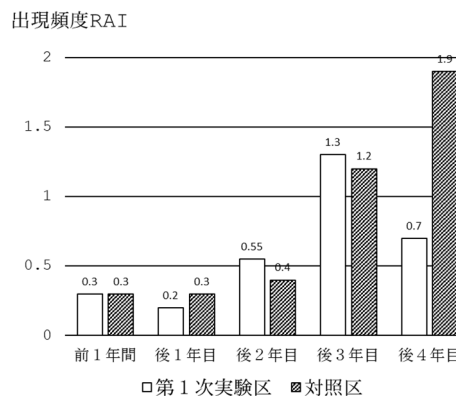
目視（定点観察法）によりイヌワシの出現及び行動を記録しました。

実験区を眺望できる場所に観察定点を設置し、週 3 日、8:00～16:00 に、双眼鏡（8 倍）及び地上望遠鏡（20～60 倍）を使用し観察し、イヌワシの捕食行動を 9 種類に区分しました。

3 結果

（餌動物の実験区への出現状況）

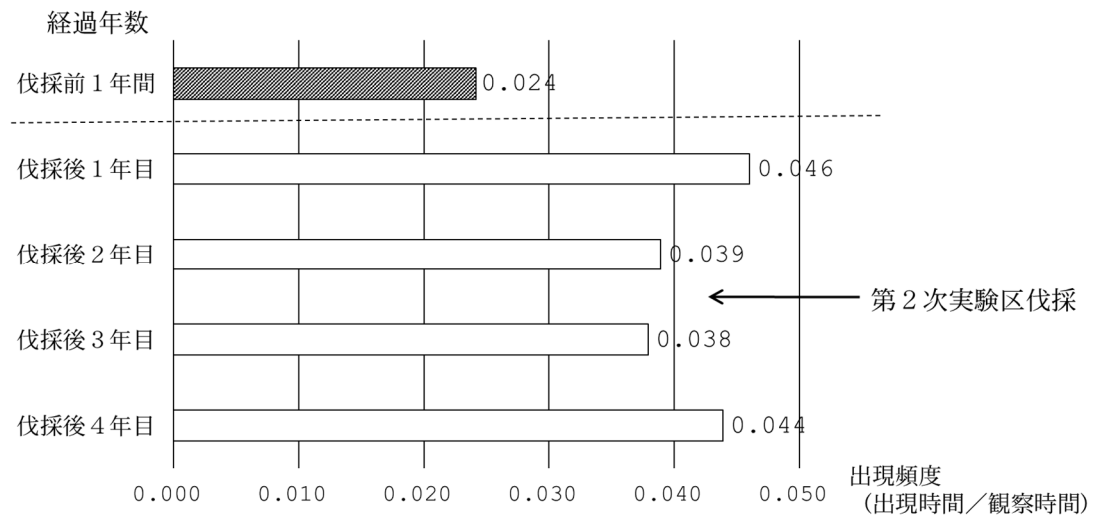
第 1 次実験区及び第 2 次実験区に設置したセンサーカメラにノウサギが撮影され、実験区へのノウサギの出現が確認されました（図－3）。第 2 次実験区においても、またヤマドリについても、同様に出現が確認されました。また、第 1 次実験区において、ノウサギの糞も発見しました。



（図－3）ノウサギの出現頻度

（イヌワシの実験区への出現状況）

イヌワシが実験区の上空に出現する頻度は、伐採前 1 年間は観察時間 100 時間当たり 2 時間 24 分だったのに対し伐採後 4 年間の平均は 4 時間 11 分と、実験区を伐採し狩り場を創出する前よりも伐採後 4 年間比較的高い状況が維持されました（図－4）。



(図-4) イヌワシが実験区周辺に出現した頻度 (出現時間/観察時間)

(イヌワシの実験区の利用状況)

実験区の上空で頭を下に向け獲物を探しているイヌワシを観察しました(写真-2)。

実験開始2年後に、実験区の獲物を捕らえようとするイヌワシを観察しました(写真-3)。

また、実験開始4年後に、実験区隣接林分の実験区に接する林縁の獲物を捕らえようとするイヌワシを観察しました(写真-4)。

実験開始後4年6ヶ月で、創出した狩り場への狩り行動が54回確認されました(図-5)。

なお、第1次実験区伐採後3年目に狩り行動の回数が大きく増加しましたが、2年目に対する3年目の増加分(9回)は、ちょうど伐採したばかりの第2次実験区への狩り行動の回数と一致しました。

(実験による狩り場の創出と繁殖行動及び繁殖成績との関係)

赤谷の森に生息するイヌワシのつがいは、実験開始前は2010年~2015年の6年連続で繁殖に失敗していました(表-2)。

実験による狩り場の創出が繁殖の成功にどの程度寄与したかは明らかではありませんが、狩り場創出の実験を開始した翌年の2016年6月に7年ぶりに繁殖に成功し、実験開始後は2016年~2019年まで4年間で2回繁殖に成功しました(表-2)。



(写真-2) 実験区の上空で獲物を探すイヌワシ♂



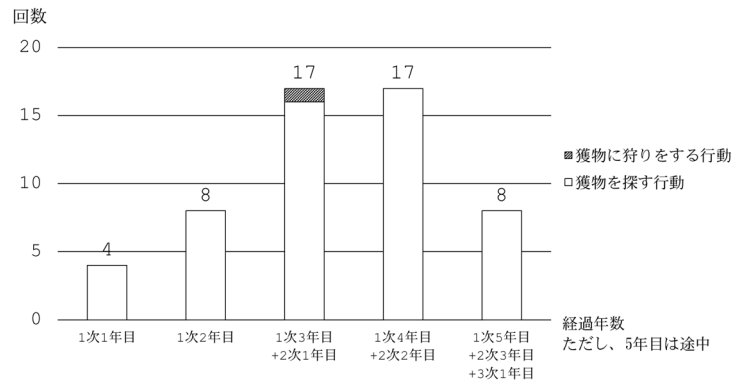
(写真-3) 実験区の獲物に向かって急降下するイヌワシ♂(2017年)



(写真-4) 実験区隣接林分の林縁の獲物に向かって急降下するイヌワシ♂(2019年)

4 考察

- ① イヌワシは実験によって創出した開放地を狩り場として利用し始めていると考えられました。
- ② イヌワシの行動範囲内において伐採によって狩り場を創出することが、イヌワシの生息環境の質を向上する具体的な方法として、効果があるのではないかと考えられました。



(図-5) イヌワシの実験区への狩り行動の回数

(表-2) 実験による狩り場の創出と繁殖行動・繁殖成績との関係

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
繁殖ステージ	造巢	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	抱卵	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	○	○	○	-	○
	育雛	○	-	-	-	-	○	-	○	×	×	○	○	○	○	-	×
	巣立ち	○	×	×	○	○	×	○	×	×	×	×	×	○	○	×	×

↑ 第1次伐採 ↑ 第2次伐採 ↑ 第3次伐採

(国有林の管理経営への本実験の展開に向けた考察)

国有林の管理経営への本実験の展開に向けた観点から考察すると、人工林の主伐・再生林や広葉樹林化の過程における主伐が、絶滅の危機に瀕するイヌワシの生息環境を改善できる可能性があることが明らかになりました。

(今後の課題)

今後の課題としては、長伐期施業における間伐や択伐、施業に伴う林道沿線の伐開についても、狩り場の創出に資する方法を検討する必要があります。

赤谷の森においては、引き続き、人工林を自然林に誘導する過程において、イヌワシが狩りをする環境を創出するとともに、その効果についてモニタリングを継続し、全国へ発信します。長期的には、伐採した試験地を老齢林に誘導し、継続的、安定的に、イヌワシが狩りをする環境を保全することを目指します。

5 謝辞

本実験を行うにあたり、山崎亨座長、上田大志氏ほか赤谷プロジェクト猛禽類モニタリングWGメンバーにはイヌワシのモニタリング調査等において多大なご協力を頂きました。

6 文献

- 1) 水上貴博(2015) 激減する日本のイヌワシ, 自然保護, No. 544, 2-6
- 2) McCarty, j. (2001) Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests, Environmental Reviews, 9, 1-59

2 特別講演

住友林業の森林・林業による地域活性化支援（概要）

住友林業株式会社 山林部
林業企画グループ
佐々木 嵩史

日本の林業には、山林所有者に還元される収益が少なく、資源の循環利用ができていないこと、小規模零細な所有者が大半を占め、所有者・境界が不明である山林が多く施業の集約化が進んでいないこと、林業労働者の高齢化が進んでいて施業の担い手が不足しており、労働災害も未だに多く若者の参入の妨げになっていることなどといった問題があります。

2019年4月からは新たな森林整備の枠組み「森林経営管理制度」が開始し、あわせて「森林環境税」「森林環境贈与税」が創設されたことで、山積する林業の課題における市町村の役割がますます重要になってきています。

住友林業株式会社では、全国にある社有林の管理のほかに森林アセットマネジメント事業（社有林経営で培ってきたノウハウをいかし、地域の森林・林業の活性化のための支援事業）を行っています。

新たな森林管理システム「森林経営管理制度」に取り組む市町村向けには、森林情報の把握、地域協議会の運営、意向調査の実施、森林経営の評価、管理受託など、森林管理のトータルサポートを行っています。

そのほか地域林業への支援として、森林経営の根幹となる基本計画の作成支援や、人材育成・施業の集約化の推進・木材需要の創出を含むプラン実行体制の構築なども支援しており、森林・林業活性化に向けたコンサルティングを行っています。

こういった市町村支援のほかにも、スマート林業の実現に向けた技術開発等にも取り組んでいます。

1. コンテナ苗の生産施設を全国6カ所に整備

種子の充実・未熟を赤外線で見分ける方法を導入し、8～9割の発芽率を持つ種子を使って作業効率を向上させることを目指しています。また、施設内の温湿度を管理するクラウドシステムを導入し、年間約190万本の安定した苗木生産体制を構築しています。

2. 林業用アシストスーツの研究開発

コンテナ苗は土が付いているために裸苗よりも重く、造林作業時の負担になると考えられます。そのため、急傾斜地・不整地での移動の労力を軽減し、造林作業を20%軽労化するアシストスーツの開発を目指しています。

3. 苗木運搬ドローンの開発

造林作業時の負担軽減策として、ドローンによる苗木運搬も検討しています。専用フックとウインチを装備し、高精度化したGPSによって自動飛行が可能なドローンを用いて、従来は重労働であった苗木の運搬を効率的に行うことができます。

4. 路網の設計を支援するソフト FRD (Forest Road Designer) の開発
（国研）森林総合研究所と共同開発を行い、国内で初めて路網線形の自動設計機能を実装したソフトです。現地踏査の回数を大幅に削減でき、路網の危険度の「見える化」や設計業務の効率化を実現します。
5. ICT 技術等を活用した森林資源の「見える化」
航空測量成果等を活用し、経営者の目線に合わせた森林資源量の解析や見える化を提案し、森林クラウドシステムの導入を支援しています。
6. 丸太の画像検知システム
木口を撮影した写真から本数と径級を瞬時に計測するソフトを用い、現場で検知・検量する手間を省いて生産事業の進捗・運搬・在庫管理を効率化します。
7. 省電力無線システム（LPWA）を利用した安全管理システム
携帯電話が通じないエリアでも通信できるシステムを活用し、素材生産作業中の作業員の異常を事務所や他の作業員に即座に連絡するといったような、林業の労働安全という観点での貢献も目指しています。

このように、社有林で培ったノウハウを外部に提供しつつ、外部のコンサルティングや技術開発で培ったノウハウをまた社有林経営に還元するサイクルで、生き残るために事業を実践しています。

国有林においても一般会計後民有林への支援が非常に重要になっていると思いますし、今日の技術交流発表会のような場所で技術力を高めて、国有林の管理経営にフィードバックするというサイクルは重要かと思います。技術の交流や吸収を通じ、同じ林業・木材業界でのプレーヤーとして切磋琢磨していければと願って、特別講演を締めさせていただきます。

ご清聴ありがとうございました。

森林・林業分野における地域活性化支援

2020年2月14日

住友林業株式会社 山林部 林業企画グループ
佐々木 嵩史



歴史・沿革 大造林計画と保続林業の始まり



旧製鉄吹焼之図 (住友史料館所蔵)



製鉄所跡全景

1691年(元禄4年)：別子銅山開坑

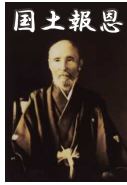
江戸幕府より周辺山林の立木利用の許可を受ける。

1894年(明治27年)：「大造林計画」を樹立

木材の過剰伐採と煙害で荒れ果てた別子の山々を大規模な植林で復旧。

1903年(明治36年)：「施業案(森林計画)」を民間で初めて編成

植えて、育てて、活用し、また植える—保続林業を基本理念に。



伊藤 勇剛

SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED. 2

会社概要 基本情報

社名	住友林業株式会社
創業・設立	創業1691年 設立1948年
資本金	32,752百万円
売上高	1,308,893百万円(2019年3月期)
経常利益	51,436百万円(2019年3月期)
従業員数	連結：19,159名
関係会社	子会社195社(海外165社) 関連会社79社(海外72社)

2019年3月31日現在

経営理念 住友林業グループは、公正、信用を重視し社会を利するという「住友の事業精神」に基づき、人と地球環境にやさしい「木」を活かし、人々の生活に関するあらゆるサービスを通じて、持続可能で豊かな社会の実現に貢献します。

行動指針

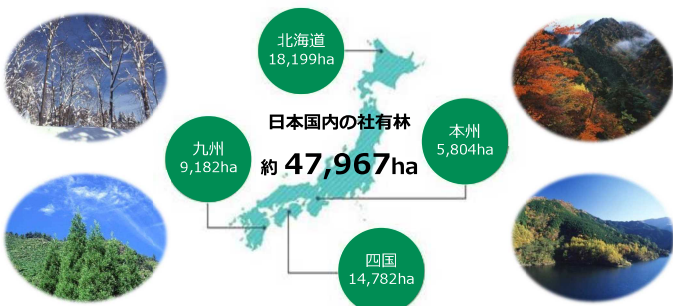
- ・お客様の感動を生む、高品質の商品・サービスを提供します。
- ・新たな視点で、次代の幸福に繋がる仕事を創造します。
- ・多様性を尊重し、自由闊達な企業風土をつくります。
- ・日々研鑽を積み、自ら高い目標に挑戦します。
- ・正々堂々と行動し、社会に信頼される仕事をします。

SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED. 4

会社概要 国内の社有林

日本の国土の約 1 / 800 の社有林を保有。

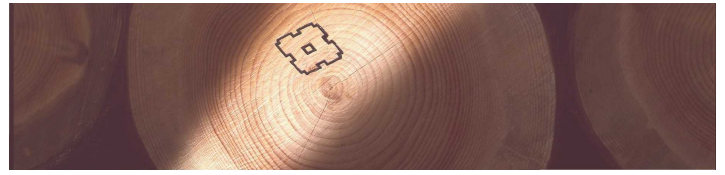
2019年3月31日 時点



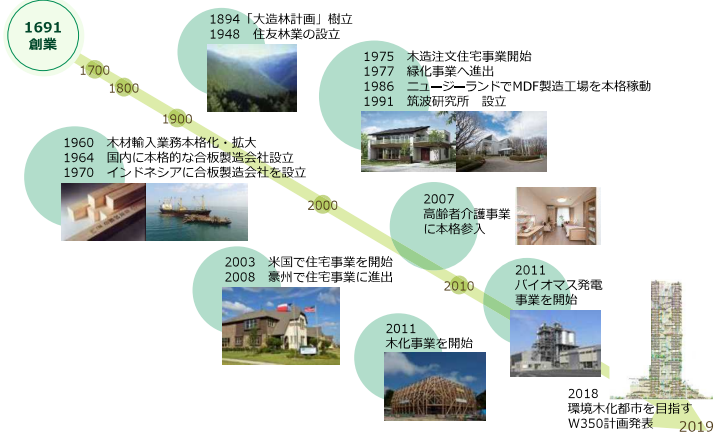
SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED. 6



1 住友林業グループの歴史と概要



歴史・沿革 木に関わる幅広い事業をグローバルに展開



SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED. 3

会社概要 海外に広がる住友林業グループ



SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED. 5

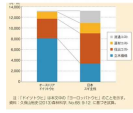


2 日本林業を取り巻く課題



1. 山元に還元される収益が小さく、持続可能な森林資源の循環利用が困難

- 人工林資源の50%が本格的な利用期を迎えている。主伐（皆伐など）による丸太供給量は、主伐期の人工林資源の成長量の4割以下。
- 主伐時の収入と比べて育林経費の方が高い。
- 素材生産のコストが高く、主伐時の収入を山元に還元できない。
⇒主伐・再造林が進まない



2. 森林所有が小規模零細かつ所有者や境界が不明な山林の増加

- 所有者や境界が不明確な山林が全国的に増加している。
- 保有山林面積が10ha未満の林家が全体の約9割を占める。

調査対象	不明確な土地の割合 (%)
全国	20.1%
都道府県別	14.5% (17.4%) (16.9%) (25.6%)
林業従事者数 (単位: 千名)	42.2 50 59 21.1 24.3
不明確な土地の割合 (単位: 千名)	125 12 17 34 52
林業従事者の割合 (%)	54% 73%

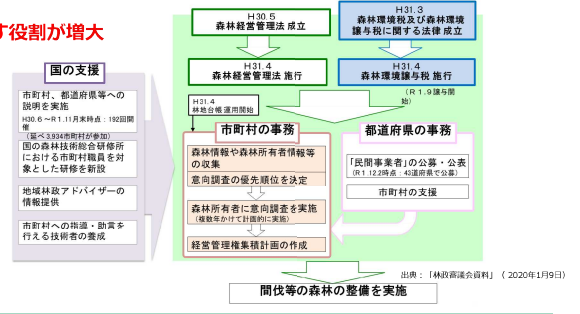
3. 担い手の減少・高齢化

- 林業従事者数は過去35年間で約3割に減少。
- 高齢化率は25%(全産業平均10%)・若年者率は17%(全産業平均27%)。
- 林業の労働災害発生率は全産業の中で最も高い(全産業の約14倍)。
- 作業種別の死亡災害発生数は、伐木作業中の災害が約半数を占める。



SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED.

- 2019年4月より「森林経営管理制度」がスタート。経営管理が不十分な民有林を、市町村がとりまとめ、「意欲と能力のある林業経営者」に集積・集約し、森林整備を推進。
- 「森林環境税」及び「森林環境譲与税」の創設が決まり2019年度から自治体への譲与が開始。
⇒市町村の果たす役割が増大



出典:「林政調査資料」(2020年1月9日)

SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED.



3 地域の森林・林業活性化支援



10

当社取組① 新たな森林管理システムの円滑な運用

- 森林経営管理制度に取り組む市町村向けに、地域の森林整備の基盤となる「森林情報の把握」や「地域の体制づくり」、また、「意向調査」や「森林評価」、意欲と能力のある林業事業者として「森林の管理受託」といった業務支援を実施



『新たな森林管理システム』に係る実務の入口から出口までをトータルサポート!

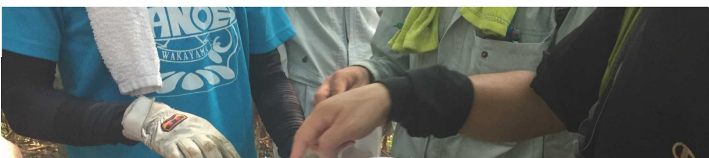
SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED.

当社取組② 森林・林業活性化に向けた自治体の取組支援

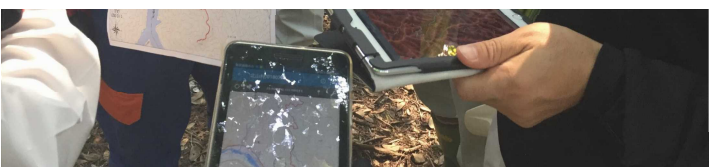
- 地域の森林・林業政策の根幹となる「森林・林業マスタープラン(基本計画)」を作成し、実行体制の構築までサポート。
- 実行性の高い地域独自の森林計画は、森林環境譲与税の計画的な活用につながる。とともに、林業の成長産業化の原動力に。



SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED.



4 「スマート林業」の実現に向けた技術開発・活用



14

関係取組紹介 会津地域13市町村連携プロジェクト

- 会津13市町村の広域連携による協議会と、その実行をバックアップする趣旨で設立(2018年)された民間会社(会津森林活用機構株式会社)の連携により、森林資源フル活用プロジェクトを展開中。



当社取組③ 施設栽培型生産施設による苗木生産の近代化

- (ほぼ)通年での苗木生産・出荷が可能なコンテナ苗木の生産施設を全国6か所に整備。(年間生産能力:190万本)
- 苗木生産の安定化・効率化のため、ハウス内の温湿度、土壌水分等の環境モニタリングシステム「みどりクラウド¹⁾」を導入。



1)株式会社セラクが提供するシステム

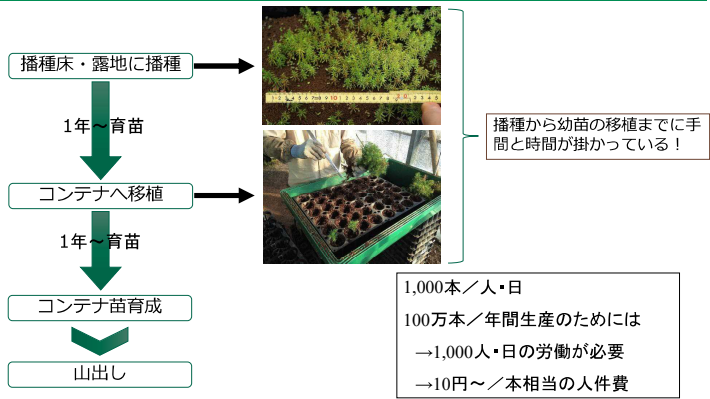
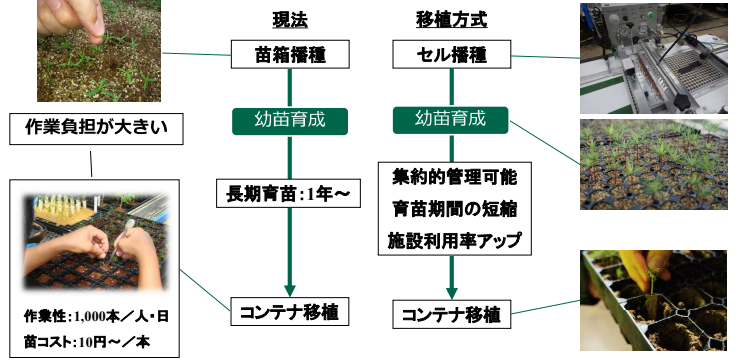
SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED.

- 発芽から育苗、出荷まで一貫して行うムービングベンチシステムや自走式灌水機等を導入し労働負担を軽減
- 苗木の成長を促進するため、木質チップボイラを導入し育苗棟内の温度を管理することで周年生産体制を構築。
- 福島県会津地域で域内市町村が広域連携して取り組む「森林資源フル活用事業」と連携し、本施設を活用した苗木供給体制の整備によって、伐採・再造林により森林資源の循環利用を加速
- 生産業務は地元企業に委託する方式を採用

施設概要 (2020年1月竣工)	
所在地	福島県南会津郡南会津町長野字加藤1874番地2
施設面積	育苗・作業棟 計2棟1,584㎡ 屋外養生スペース 1,188㎡
事業内容	コンテナ苗の生産 (カラマツ)
生産能力	年間30万本
総工費	約1.5億円

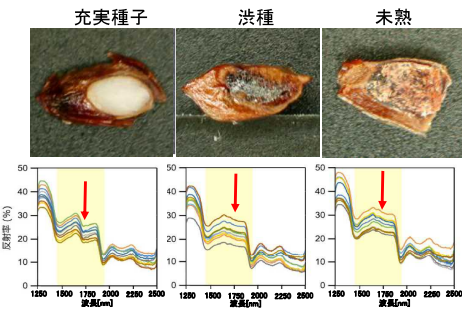


- 従来、発芽率が低いために、「毛苗移植」、「複数粒播種→間引き」により、大きな作業負担
- 高発芽種子が開発出来れば、コンテナ直接播種、あるいはセル苗移植方式が可能



発芽率が低いために、量産化、コストダウンが難しい!

- ・スギ、ヒノキ、カラマツの充実種子を非破壊で判別する技術を開発。



コンテナ苗には土があるため、裸苗に比べて重い。

- ・路網集材であれば、フォワーダ等を活用して運搬
- ・架線集材であれば、架線を活用して運搬
- ・ドローンによる運搬を試験中
- ・アシストスーツによる運搬を開発研究中



開発段階

- 林業分野と工学分野それぞれに専門知識を持つ4機関¹⁾がコンソーシアムを結成し、林業用アシストスーツの研究開発を実施²⁾。
- 2020年度までに、急傾斜・不整地の移動に対応し、**造林作業を20%軽労化**する林業用アシストスーツのプロトタイプを開発を目指す。
- 2019年度は、植栽作業を想定した**水平歩行試験**や**安全性向上・軽量化**の開発を実施。
5年間の達成目標

年度	達成目標
H28	傾斜・不整地斜面における歩行アシスト機構の開発
H29	荷物運搬の負担軽減のための積載機能及び制御手法の開発
H30	快適で安全性の高い形状かつ実用レベルの林業用歩行アシストスーツのプロトタイプの開発
R1	植栽作業のアシスト制御機構の開発
R2	植栽作業等の現場での実証による安全性向上及び小型・軽量化等の改良



様々なセンサーの活用とアシスト力を制御する専用ソフトの開発により、急傾斜・不整地における歩行を的確にアシストできる技術を開発

1)住友林業、山研、山研(山研)森林総合研究所、奈良先端技術大学院大学 2)産研機械生研センター「革新技術開発・緊急要請事業(うち発達プロジェクト)」採択事業

水平歩行・下り歩行の負担軽減

膝角度センサと角度制御の追加により、斜面における**水平歩行・下り歩行時の総トルク量を3割削減**

量産を見据えたスリム化・軽量化・低コスト化

膝部分の突出解消などスリム化、低コストで安定した品質の板金構造の採用、防水性の向上、約3割(g/g)の軽量化を実現した実証機(5号機)を製作

4号機 5号機
膝部分の駆動方式を直接シリンダー方式へ改良
軽量で安定性の高い背負子構造
低コストで安定した品質の板金構造を採用

歩行動作予測手法の開発

機械学習法を用いて**ジャストタイミングな歩行アシスト制御**のための歩行動作予測手法を開発

足裏圧力の予測結果
歩行動作の予測によるアシスト制御手法

実用段階

- これまで**重労働だった苗木運搬**をドローンによって効率的に実施。
- 苗木の昇降は機体に取り付けた**ウインチによる上下作業**により実施。
- 苗木の運搬ルートを記憶させた**自動飛行**も可能。
- **2020年2月10日に販売開始(商品名: MORITO(森飛))**。

特徴①

①ウインチで苗木を巻き上げることで風の抵抗を抑え安定した飛行を実現

特徴②

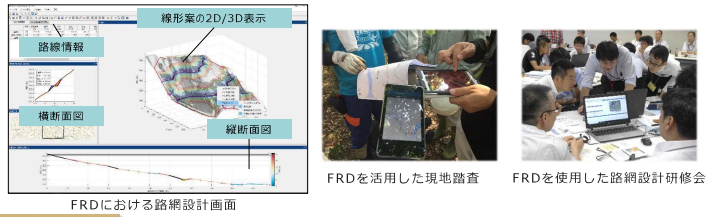
②張力変化を感じて自動で外れる専用フックで更なる省力化を実現

特徴③

③高精度なGPSを搭載し、ドローンの往復飛行を自動化

独自技術
専用フックにより苗木の離脱を自動化し、離れた場所からモニター確認で荷下ろしを可能に。

- 住友林業と白澤紘明氏¹⁾が共同開発した、林業従事者の路網設計業務を支援するソフトウェア。
- 現地踏査の回数を大幅に縮減し、路網設計業務の効率化を実現。
- 2019年7月末現在、全国30以上の自治体・林業事業体・民間企業が導入。国有林においては、全国の森林管理署が導入を開始している。
- 地形・地質を理解した崩れにくい路網づくりの普及のため、路網設計において留意すべき点や危険地形に関する講義を全国で実施。



独自技術
国内初路網線形案の「自動設計機能」を搭載。ソフト上で山の危険度の「見える化」を実現

1) (国研)森林総合研究所所属

- これまで手作業で行っていた本数・材積の検量を、丸太の写真撮影によって可能とするソフトウェア¹⁾の使用をテスト。
- 現場での手作業による検量手間を待たずに、生産量を効率的に確認し、作業の進捗や運搬量の管理に利用できる可能性あり。
- 2019年度に当社所有林の伐採現場で評価中。

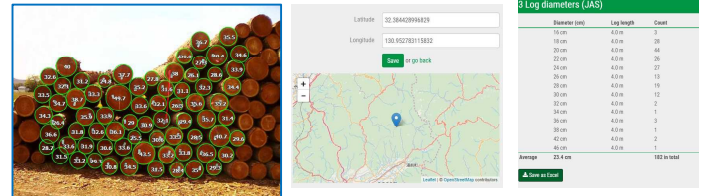
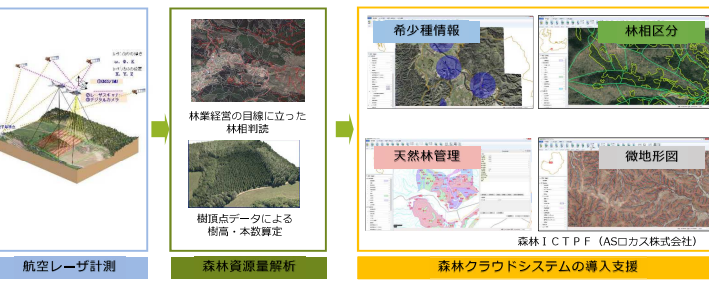


写真1枚から本数、径級を一瞬で計測可能。パソコン上で、計測場所の位置情報や、ログレポートも確認可能。ログレポートはエクセルに出力できる。

独自技術
生産量・在庫量・運搬量を適時把握することで、事業の進捗管理・計画策定を効率化

1) TIMBETER社の提供するソフトウェア「TIMBETER」

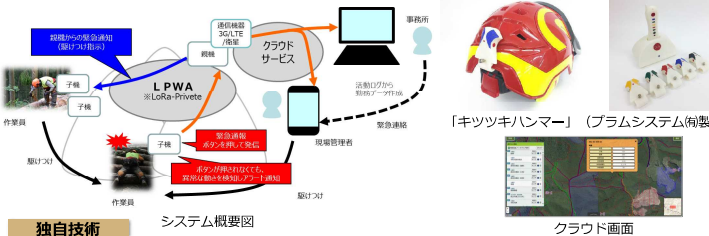
- 航空測量成果等を活用した森林資源量解析により、地域の森林を「見える化」。
- 全国13の自治体・林業事業体へ森林クラウドシステムの導入を支援。



独自技術
林業経営者の目線に立った高い解析技術と地域林業に即したシステムのカスタマイズ

SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED. 25

- キッツキハンマーとLPWA¹⁾を用いた安全管理システム
- ⇒ 携帯電話が通じないエリアにおいて、LPWAにより通信手段を確保。
- ⇒ ヘルメットに搭載したキッツキハンマーが加速度センサーにより事故発生を検知し、LPWAで親機に知らせる。
- ⇒ 親機は、3G・4G・衛星電話回線を介し、遠隔地の事務所へ通報する。
- ⇒ クラウド上で稼働するGISに、事故発生箇所（親機の位置）を表示する。（㈱NTTドコモ、ASロカス㈱、プラムシステム㈱との共同事業）



独自技術
加速度センサーにより作業員の異常を検知し、LPWAを用いて他の作業員や事務所に通報

1) LPWA : Low Power Wide Area(省電力広域無線通信技術)の略



3 講評及び審査結果

— 講 評 —

審査員長
宇都宮大学名誉教授
谷本 丈夫

今回審査員長を仰せつかりました谷本でございます。発表の講評を 20 分与えられましたのでお話を進めて参りたいと思います。

まず講評にあたりまして、大変お忙しい中沢山の演者にお集まりいただき、また沢山の方に傍聴にいらしていただいて、それをまとめてくださった森林管理局のみなさまに厚く御礼申し上げます。

今回の発表につきましては若い学生さんに入っているだけで、非破壊で強度を分かりやすくという発表、外部で分析的な調査をしなくてもある程度の木材の強度が推定できるという発表、そしてドローンを使って効率的な立木調査ができるというような発表があり、大変新鮮な気持ちで聞けました。

そのほかには、先ほどご講演いただいた地域の林業活性化のためというような、林学の中ではどちらかというと林政の方に入るのかなというような発表もありました。

全体的に見ますと、私も第 1 回から審査員をしています、そのときそのときの課題によってかなり話題が変化するというような印象を受けています。今年は引き続きドローンですとか、海岸防風林ですとか、長い期間観察して成果を出すということを継続して下さっていると感じました。

こういった発表の中で考えていかなければならないのは、人間の側から考えるかたちと、当然私たちはスギヒノキを始めとした生き物を相手にしているわけですから、生き物の生き方がどうなっているかということを入念に入れなければならないということです。今回はどちらかというと、スギヒノキや対象としている林木のほうがかまかま機能しているかどうかということよりも、人間の側からコストを安くというような見方の発表が多かったと思います。

特別講演では、1960 年代の住友林業さんの銅山からの流出で緑化の実現が現在の社是になっているとお話がありましたけども、それに関連させて少し歴史的にお話ししたいと思います。

林業そのものは適地適木、人間の方で言いますと働き方改革でかなり話題になっている適材適所と同じですが、この適地適木の観点から言うと、もともとその地域に生えていなかった木を植えるというのはかなり危険な状態にあるわけです。中国のタクラマカン砂漠の砂漠化防止事業で現地に派遣され、園長さんに植物園を見せてもらったことのあるのですが、砂漠の植物では何が一番いい成長をするかという研究のために、世界中の砂漠地帯から様々な樹種を持ってきて植えた結果、自国のものが一番成長がよかったという言い方をされています。これは昔から適地適木、いわゆるその地域の環境で長いこと生かされてきて、そこで植物社会を形成しているということなんです。もともと林業発祥の



頃から、たとえば種苗法で日本海側のスギを太平洋側に持ってきてはいけないとか、北海道のものを当然九州に持って行ってはいけないなどと定められていましたし、もっと極端な例を言えば熱帯地方のカトレアを日本に持ってきても温室がなければ枯れてしまいます。人間の都合で育てることを考えながら、やっぱり植物の側の都合もきちっと考えていかなければならないという仕組みがあるのでしょうか、植物の側からの観察も大事だということです。

その話をもう少しさかのぼりますと、明治政府になったときにドイツのプロシアの林業制度を基本にして小学校や中学校や 1925,6 年から 1937,8 年くらいまで、林政の森林法だとかできあがった特別経営時代のころですが、それまで草刈り場で大木がないというところにスギヒノキの大造林をして、それで富国強兵の一角を担うという国策としての大造林をやってきました。

つまり、明治政府になったときに日本全国にスギを植えるとかヒノキを植えるとかカラマツを植えるとか画一的にやってしまったわけです。しかし明治以前の農書を見ますと、各地域、たとえば秋田藩の渋江内膳正光の「山は国のたからなり、切り尽くすときには役に立たず」という言葉があります。これは成長量だけの分を伐っていけば本来の森林はいつまでも残り、常に平準化した収入が入るという輪伐や法正林の考え方で、このような考え方を中心にした林業を入れていました。

今回の発表会の中でも日本型フォレスターという話題になってという発表もありました。ドイツのハノーバーの森林を見せてもらいに行ったことがあります。そこで親子三代で営林署長をやっているという署長さんのところでお話を伺いました。ドイツではフォレスターのステータスがなくて、日本の子どもたちが大人になったら看護師さんになりたいとか電車の運転士さんになりたいというような雰囲気、ドイツの子どもたちは将来フォレスターになりたいというそうです。でも振り返って日本の林業を見てみますとつい最近まで 3K という、きつい・汚い・危険、林業なんか従事するものじゃないという風な言い方で宣伝されてきたものが、最近になって突然、森は大事だ、クリーンエネルギーでエコだというふうなことで日が当たり出していますよね。

ここで皆さんにこれから留意していただきたいなということをお話しします。ドイツは平坦地の林業なので日本の山岳林分にはなじまないけれども、オーストリアは日本と同じように山岳地帯だから、彼の国は立派な林業をやっていると話題になっています。でもヨーロッパは皆さんご存じのように緯度が高いところで、北海暖流があるために最高温度が低くて最低温度が高い、比較的穏やかな、昨今のゲリラ豪雨とか集中豪雨というのはほとんどないと、大陸が花崗岩からできている非常に安定した山です。日本の地質が火山爆発や、堆積岩が浸食を受けた土から成り立っているのとは全く違います。

たとえば路網密度をまねして作ったら、なにも無いときは問題ないと思いますけど、昨今のような状態になってくると何が起きるか全然分かりません。その正確な記録がほとんど残らない状態ではいけないと思いますし、このときはこうだったという記録を皆様の手元にきちんと残すことが非常に大切で、そういった意味でもこの発表会は非常に重要な位置づけにあると思います。

先ほどから話をしております、プロシアの林業を入れて、オーストリアの話までしたところですけども、日本でもオーストリアやドイツも、プロシアの林政を基本にして今の体制ができあがっています。そのオーストリアやドイツでは素晴らしい林業、花形産業とは言わないにしてもかなり評価されている林業体系、経営体系になっています。日本ではなぜ3Kで斜陽産業と言われるのか、こここのところの解決がないと、常に新しいことを入れるだけでは、5~6年くらいでまた話題が変わっていきただけになってしまいます。分かりやすく言えば、30年くらい前には砂漠化が始まって東京中も砂漠になっちゃいますよという話があったり、一時日光の山はみんな酸性雨で枯れてしまうという話もあったり、最近では地球の温暖化と生物多様性というような話になったり、という風に話題が変わるだけになってしまいます。

同じ林政を入れたドイツの環境と日本の環境とは基本的に全く違っていて、60年間以上環境の中で生かされる森林が全部一律になってしまっているというのは非常に矛盾していることなんです。先ほどお話しした秋田藩だとか、南部藩だとか津軽藩だとか、尾張の紀勢の山林だとか、それぞれの地域はそれぞれの地域の産業や地域の環境にあった林業をしてきたわけです。たとえば奈良の樽丸生産でいえば、奈良の酒屋さんの酒樽を作るために、きめの細かい、酒が漏れないような年輪幅のそろった大径材を使って、晩材のきちんとした樽材を作るということで奈良の林業は成り立っていました。九州の方の弁甲材っていうのは、あの曲がり、疎植にして曲がった木ができることによって、キールという船の骨になる部分に簡単に利用すればできるということで、疎植で木場作をして、その木場作をする人たちに森林の手入れをしてもらうというような、相互相助のもとで成り立っていた林業です。たとえば大子といえば漆ですけど、地域ではコウゾやミツマタなども中心とした利用が発達していました。このように、日本では営々としたそれぞれの地域の伝統的な風土での活動があったのですが、それを明治政府になったときに、日本の古来の技術等は古くさい、西洋に追いつくためにドイツの林政を入れなければいけないということになったのです。当時の評判によると日本の林学の教科書は変だと、日本語でドイツの山を案内されているみたいだと書かれて、確かに初期の頃の林業をみるとドイツ語をそのまま訳したような教科書ばかりです。

そのドイツ林学の話も含めて、林業では、実際に基礎科学としての基礎的な知識よりも、技術や作業いわゆる応用問題がほとんどです。お医者さんでも臨床医学と基礎医学というのがあって、基礎医学は人間の体を調べるのでなくてブタやサルで基礎的な実験をします。ではそういう先生が、風邪のような症状の人が来て診断できるかといったらできないわけです。林業も同じように基礎、サイエンスとしての林業と森林の知識と、それを応用して山を作っていくテクノロジーの技術は異なります。最近は科学的に科学的にという機運がありますが、科学的にやるとますます分からなくなって、何でこうなるんだろうっていうような結果になって、新しいことをやるとなんだかよく分からなくなってしまいます。技術の場合は生活がかかっていますから、とりあえず対処療法として次善の策としてこれをやらなきゃいかんという経験学です。そういった所をもう少し大切にしてもらえればなと思います。発表していただいた内容を、さらに収穫期まで一代続け、息の長い観察をぜひ引き続きお願いしたいと思います。

緑がなければ人間そのものの生存が不可能になってしまいます。化石エネルギーの基になっているのは森林ですし、樹木そのものは先ほど言ったように再生可能なエネルギー

ーそのものです。林地があつてきちんと太陽の光があつて、日本のように温暖で水の豊富な国では植物が勝手に炭水化物を作ってくれるので、それを人間が利用するような場所とシステムを確保すれば、永久に再生可能なことは間違いないわけです。ひところあつた、「鉄やプラスチックが素晴らしい近代資材で、腐る・燃えるの木材はこれからのものではない」というような考え方ではなく、逆に木材こそが最大・最高の資源です。ぜひ今ほどお話ししたような、生き物についての観察、なぜ対象としている樹木に素直に育つものと不機嫌になってしまうもの、あるいは枯れてしまうものがあるのか、それにはどういう理由があるのかということなどを常に観察することによって事実を明らかにして、次の時代の森林を作っていくような考え方を大切にしていきたいと思ひます。

以上、皆さんの発表を聞く中で考えていた事をお話させていただきました。こういった発表の場への皆さんのご関心が高まり、研究・技術開発の成果が上がることを願って、講評を終わりにしたいと思います。

令和元年度 関東森林管理局森林・林業技術等交流発表会 審査結果

最優秀賞 1 課題

新たな獣害防除資材「単木柵」の開発

群馬県林業試験場 坂和辰彦

優秀賞 8 課題（順不同）

ドローンによる林地除草剤散布試験の取組

茨城森林管理署 平尾翔太、佐々木美乃里

民国連携推進地区（秩父市）における活動実績報告

埼玉森林管理事務所 濱砂俊介

秩父市環境部森づくり課 阿部圭佑

東日本大震災における海岸防災林の復旧状況～クロマツ植栽木の生育状況～

磐城森林管理署 原町治山事業所 長野祐介

磐城森林管理署 武藤暢光

民国連携「その先」を目指して。—シカ情報発信の取組から—

茨城森林管理署 菊池 毅

シカ防護柵の破損リスク低減に向けた取組と課題について

国立研究開発法人森林研究・整備機構

森林整備センター関東整備局 田中浩二、長柄 豊

ニホンジカ防除柵（斜張柵・縦張柵・金網柵）の比較検討

群馬森林管理署 小澤一輝

国と市町村の新たな関わり方～掛川市における森林経営管理制度の検討を通じて～

天竜森林管理署 掛川森林事務所 石倉悠裕

成熟した人工林の伐採によるイヌワシの狩り場の創出実験

赤谷森林ふれあい推進センター 松井琢明

日本自然保護協会 出島誠一

特別賞＜奨励賞＞ 2 課題（順不同）

立木の非破壊強度測定による強度分布の把握

群馬県立農林大学校 照島和幸

ドローンは立木調査を省力化できるのか？～樹種判別と材積推定～

静岡県立農林大学校 林業分校 長嶋 航

特別賞＜林業振興賞＞ 1 課題

希少猛禽類の生態系に配慮した林道工事について

福島県会津農林事務所 半沢竜馬

令和元年度 関東森林管理局森林・林業技術等交流発表会 審査員

審査員長	宇都宮大学 名誉教授	たにもとたけお 谷本丈夫
審査員	栃木県林業振興会女性部会顧問	ふくだえいこ 福田栄子
審査員	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林植生研究領域 群落動態研究室長	しばたみつえ 柴田銃江
審査員	一般社団法人日本森林技術協会技術指導役	おちあいひろたか 落合博貴
審査員	群馬県森林組合連合会	たかはしのぶゆき 高橋伸幸
審査員	関東森林管理局次長	てらかわ ひろし 寺川 仁

順不同 敬称略

※所属・役職名は発表会当時のものです。