

II 令和4年度試験研究の概要

(森林経営部)

ICT技術を活用した原木丸太デジタル情報共有化技術の検討

担当G：森林経営部経営G、道東支場

協力機関：北海道水産林務部林務局林業木材課、下川町、芦別市、厚真町、
日立建機(株)、住友建機(株)、(株)新宮商行、コマツカスタマーサポート(株)

研究期間：令和2年度～4年度 区分：受託研究(スマート林業EZOモデル構築事業協議会)

研究目的

原木生産から運搬、工場受け入れまで繰り返し行われる検知作業を省力化するために、原木丸太のデジタル情報化と活用方法を検討する。

研究方法

1) 丸太原木デジタル情報測定精度の比較
ハーベスタや写真検知のような機械検知、そして、人力検知(2cm括約)は、それぞれ測定方法が異なるため、誤差の出方が異なる。そこで、縦横2方向で測定した直径の平均値を基準とし、それぞれの測定方法で得られたデータとの誤差の平均値(平均測定誤差)を比較検討する。
○使用機械：ハーベスタ(ワラタ)、写真検知(ビーシステム、ティムベター)

2) 原木丸太デジタル情報の活用方法の検討
ICTハーベスタで測定したデータの活用方法の一つである最適造材機能(以下、バリューバックング)を検証する。
*バリューバックング
あらかじめ用意した材価表に基づき、最も利益が上がる造材条件(例えば、1本の原木丸太から3.65m材○本、3.0m材■本、2.4m材△本を造材する)をハーベスタが提案する
使用機械：ハーベスタ(ワラタ)

研究成果

1) 丸太原木デジタル情報測定精度の比較
表-1に、mm単位で測定した基準値(縦横2方向で測定した直径の平均値)に対する各測定方法の平均測定誤差を示す。人力検知ではトドマツとカラマツともに約2cm、写真検知(ビーシステム)ではトドマツで約3cm、カラマツで約2cmとなった。写真検知(ティムベター)では、トドマツで他と同様の測定誤差であったが、カラマツでは測定誤差が小さい結果となった。また、ハーベスタ検知での測定誤差は1cm以下になった。

このうち、写真検知については、繰り返し測定が可能であるので、出荷元と受入先で再測することも可能である。そこで、20枚の円板(ヨーロッパトウヒ)を床に並べ、基準円板を代えながら測定した。円板の並びは2パターンで行ったので、円板1枚当たりの測定回数は40回/枚である。測定結果に対する比較に用いた原木丸太直径測定値は、縦横2方向で実測した直径の平均値(基準値)である。図-1に、円板ごとに基準値に対する写真検知測定の誤差を箱ひげ図で示した。個々の円板に対する写真検知による直径測定の誤差は全ての円板でみられ、外れ値と判定された測定値(ひげよりも外側に点で表示された値)も十数点みられ、毎回同じ測定値が出る方が稀だった。各測定回で測定誤差が±1cm未満に収まった円板は全体の53.1%、同じく±2cm未満では80.5%となった。一方で、全測定値における測定誤差の平均値は0.08±0.8cmという結果も出た。個別測定のばらつきは全体に直すとうまく打ち消しあう傾向が見受けられた。ちなみに、同じ円板を繰り返し基準直径として使用する場合、何度やっても同じ測定値が得られ、この場合は完全な再現性が認められた。

測定方法	トドマツ	カラマツ
人力検知	1.6±0.8cm	1.3±0.9cm
写真検知(ビーシステム)	2.7±1.9cm	1.5±1.4cm
写真検知(ティムベター)	2.8±1.1cm	0.4±1.3cm
ハーベスタ検知	—	0.2±0.9cm

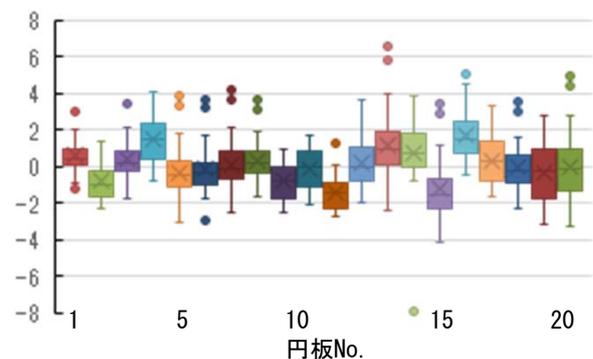


図-1 円板直径基準値に対する写真検知測定の誤差

2) 原木丸太デジタル情報の活用方法の検討

ワラタ社製ハーベスタ(写真-1)には、ICT機能の一種である最適造材機能(以下、バリューバックキグ)が搭載されている。

このバリューバックキグ機能について、普段はグラップルローダやフォワードしか操縦経験の無いハーベスタ操縦初心者を対象に、バリューバックキグ指示による造材結果とオペレータ判断のみの造材結果を比較検証した。なお、バリューバックキグ機能では判断できない、曲がりや腐れの判断については、両者ともにオペレータによって行われた。

材長別の造材結果について、図-2に示す。原木丸太生産数は、バリューバックキグでは221本(材積14.2m³)、同じく、初心者オペレータ判断では250本(材積14.7m³)だった。材長別の出材傾向は、3.65m材を多く取ることは両者で共通しているが、3.0m材については、バリューバックキグの方が多く取る傾向がみられた。また、パルプ材の比率が、バリューバックキグの方がオペレータ判断より、少ない傾向も認められた。

次に、上記の出材結果から推計した木材販売額について、図-3に示す。販売額の内訳は、パルプ材を除けば(パルプ材は3000円/m³と他の材種の半分以下の低価格なため、出材本数は最多だが販売額内訳上は極端に比率が小さくなる)、出材傾向を概ね反映している。総販売額では、バリューバックキグの方がオペレータ判断よりも約7%高い結果となった。

次に、販売額で多くを占めた3.65m材を対象に、出材丸太の径級分布と材価帯を重ね合わせ、バリューバックキグとオペレータ判断の傾向を検討した(図-4)。バリューバックキグの方が低価格帯の小径級材を多く造材していた傾向がみられた。このことが、バリューバックキグの方がオペレータ判断より3.65m材の出材本数比率が高いにも関わらず(図-2)、販売額ではオペレータ判断よりも下回った要因(図-3)と考えられる。

作業観察からは、オペレータ判断では、造材時に材価が高い3.65m材を優先し、残りから他の材種を取ろうとする傾向が見られたが、バリューバックキグでは必ずしもそうではなく、時には3.0m材を間に挟んで梢端の方でも3.65m材を取ることもあり、1本の立木からなるべく多くの一般材を取ろうとする傾向が見られた。

これらの結果より、ICTハーベスタの一機能であるバリューバックキグ機能は、一般材の出材比率を高めることにより、ハーベスタ任せでもオペレータ判断と同等かそれ以上の木材販売額を実現可能と出来ると考えられた。



写真-1 ワラタ社製のICT機能を有するハーベスタ

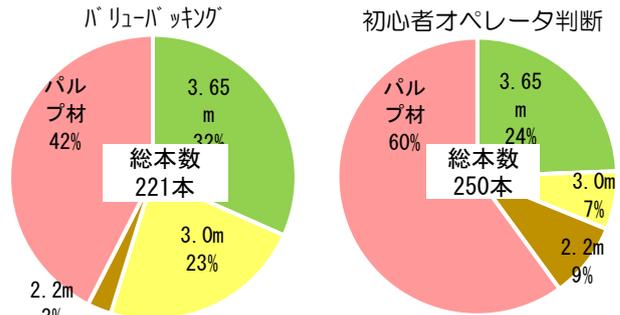


図-2 バリューバックキグ機能と初心者オペレータ判断による材長別出材本数の比較

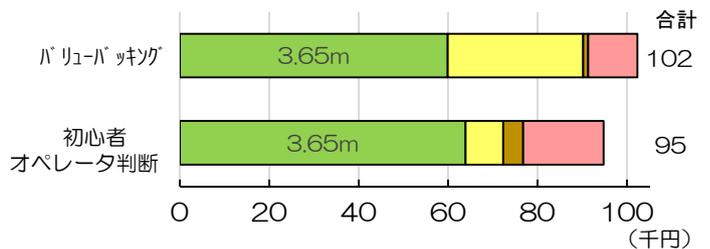


図-3 バリューバックキグ機能と初心者オペレータ判断による出材結果から推定した木材販売額の推計(凡例は図-2に準じる)

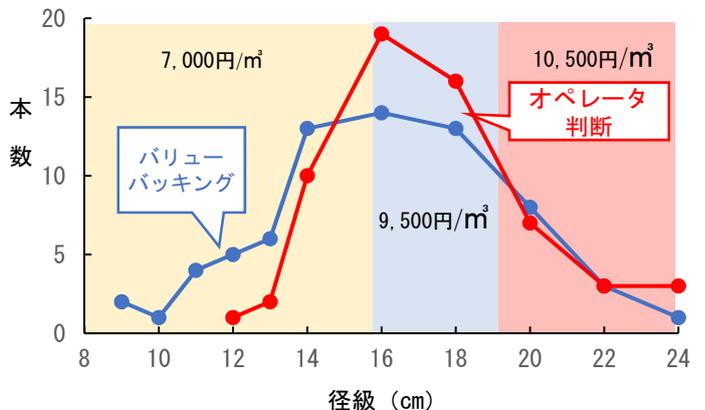


図-4 3.65m材におけるバリューバックキグと初心者オペレータ判断による出材丸太の径級頻度分布(背景色の違いは材価帯を表す)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

渡辺ほか(2022) ICT技術を活用した原木丸太デジタル情報化技術の検討。北方林業,73(3)
 渡辺一郎(2023) ICTハーベスタの測尺精度と活用方法の検討。北海道スマート林業EXPO2023

製材からプレカットまでを行う 垂直統合型・垂直連携型事業体の成立条件の解明

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関：林産試験場

研究期間：令和4年度～令和6年度

区分：重点研究

研究目的

道外の木材加工施設では様々な品質の原木を用いて製材からプレカット、発電まで行う「垂直型事業体」が見られ、製造工程の分断による工場間の輸送費等のコスト増加要因（以下「工程間ロス」）の解消に繋がっている。本研究では、製材、集成材、プレカットの3部門の統合・連携による工程間ロスの低減効果の検証や低質材による建築材製造および効率的な原木集荷・選木方法の実証により、道内での垂直統合型事業体もしくは垂直連携型事業体の成立条件を明らかにする。

研究方法

実証実験を行う製材工場のトドマツ原木購入先の一つである渡島東部道有林を対象に、原木供給可能量の推定に必要な次の2項目を実施する。

- ①原木供給量の確保に必要な林内路網整備の水準（路網密度及び道路規格）を現地調査及びシミュレーションにより推定
- ②林内から原木需要先までの効率的な運材方法の構築

研究成果

1) 原木供給量の確保に必要な林内路網整備の水準

- ・実証実験を行う製材工場の原木購入先である渡島東部道有林を対象に、路網整備が新規に必要なトドマツ小班(施業履歴がなく路網から25m以上離れている166ヶ所：273ha)に対して、森林作業道規格の路網の路線長及び作設費用を算出した(使用ソフト：FRD((株)住友林業))。平均路線長は385mであり、500m以内の路線が77%を占めていた。また、同一の路線長であっても、地山の平均勾配により作設費用が異なった(図-1)。
- ・路線整備により収穫可能となる材積に対する作業道作設費用(積算値)を算出した(図-2)。収穫可能材積(積算値)が5万 m^3 以降での収穫材積に対する作業道の作設費用の増加率(グラフの傾き)が大きくなっており、収穫可能材積が5万 m^3 までに比べ作業道の作設費用が高いことが判明した。

2) 林内から原木需要先までの効率的な運材方法の構築

- ・渡島東部道有林内にて、既往の中間土場に類似した地形（地形起伏指数及び面積）を抽出し現地踏査を行った結果、4箇所が中間土場として利用可能と判断された。
- ・原木輸送における小班から製材工場への直送と中間土場経由の経済性を比較するため、実証実験を行う製材工場と各小班間の運転時間を直送と中間土場経由で比較し、より短時間で輸送が可能となる方法を小班毎に判定した(図-3)。

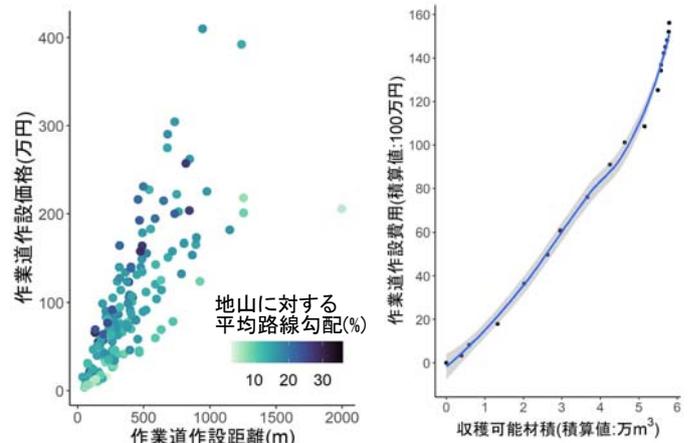


図-1 各小班における作業道作設の距離・勾配と作設費用 図-2 収穫可能材積に対する作業道作設費用の関係

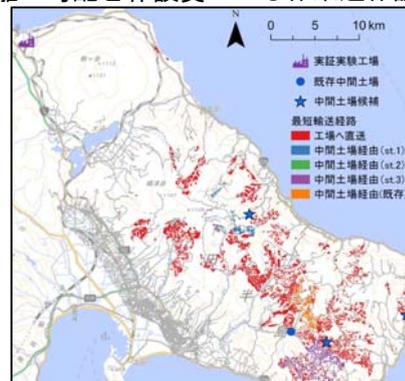


図-3 中間土場の候補地及び小班毎の原木輸送における運転時間の短い輸送方法

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

森林の急激な環境変化が 野生植物の生態的・進化的変化に与える影響

担当G：保護種苗部育種育苗G

共同研究機関（協力機関）：帝京科学大学（主管）、東京大学、
（森林総合研究所北海道支所）

研究期間：令和2年度～令和4年度 区分：公募型研究

研究目的

生物を取り巻く環境の変化に対する生物側の変化には、個体数や個体内の機能形質が変化する「生態的変化」と、集団内の遺伝的組成が変化するといった遺伝子スケールでの応答を指す「進化的変化」がある。森林植物集団を対象とした野外調査を実施して、生育環境の変化に伴った生態的変化の実態を観察するとともに、集団ゲノム解析により進化的変化を評価することで、比較的短い時間スケールで起こる急激な環境変化に対する植物側の環境応答を探ることを目的とする。本課題の中では、地域環境に適応するような進化的変化がすでに知られており、林業用種苗に遺伝的変異が活用されている常緑針葉樹のトドマツを材料として、光を主体とした急激な環境変化への応答の一端を明らかにする。

研究方法

・圃場試験（処理別、産地別の効果の検証）
調査地：林業試験場苗畑
材料：由来産地別トドマツ苗（4地域のべ16産地※測定項目により変わる）
試験：2処理（開放区・遮光区）での2年間の育苗試験を実施し、諸形質を継続測定

・トドマツの諸形質における処理と遺伝の効果の定量
測定：成長）樹高、肥大成長、樹冠成長、資源）部位別の乾燥重量、資源獲得量、資源配分、形態）枝数、枝長、枝細さ（枝の資源量あたり長さ）、生理）葉の光合成活性
解析：諸形質への処理（遮光有無）と遺伝（由来産地）の効果（ANOVA）※光合成活性は季節推移を解析対象

研究成果

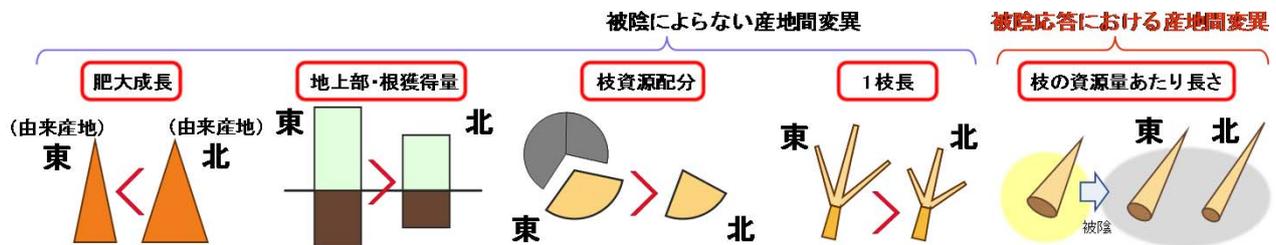
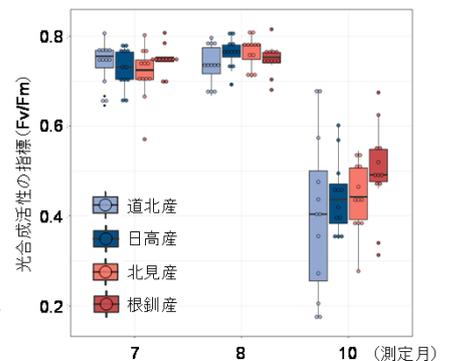


図-1 育苗試験でみられた産地間変異の概念図 解析形質のうち変異があったものを示す。東と北は由来産地を表す。

・被陰による、個葉単位での形態的応答と、個体単位での成長応答や形態的・生理的応答を明らかにした。成長性や資源配分、枝長には、被陰によらず産地間差異があることが明らかになったが（図-1）、被陰による枝細さ（枝の資源量あたり長さ）の変化が道北地域産において大きく、環境応答幅に遺伝的変異があることを明らかにした（図-1）。

・光合成活性の指標（Fv/Fm）の夏期から秋期にかけての季節推移を解析したところ、開放区において産地間差異が認められ、根釧地域産は秋期でもFv/Fm値が高い傾向を示した（図-2）。

図-2 測定月ごとのFv/Fmデータの分布を表す箱ひげ図を地域別に示す。Fv/Fmは葉の活性の高さと関連し、通常、秋から冬にかけて低く推移する。



研究成果の公表(文献紹介や特許など)

Sugai T, Ishizuka W, Watanabe T (2023) Landscape gradient of autumn photosynthetic decline in *Abies sachalinensis* seedlings, *Journal of Forestry Research*, doi:10.1007/s11676-022-01592-0.
安栖永遠・石塚航・遠藤いす貴・井手淳一郎 (2023) 地上部および根の切断がトドマツの苗木の根渗出物量に及ぼす影響, *北方森林研究*, 71, 27-29.
菅井徹人・石塚航 (2022) 冬の環境変動がトドマツに与える影響, *北海道の林木育種*, 65(1): 28-33.

長距離ジーンフローが卓越する針葉樹で なぜ高標高エコタイプが存在しうるのか？

担当G：保護種苗部育種育苗G

共同研究機関：東京大学（主管）、森林総合研究所、森林総合研究所北海道支所

研究期間：令和2年度～令和4年度 区分：公募型研究

研究目的

一般的にマツ科針葉樹はジーンフロー（遺伝子流動）が卓越するが、それにも関わらず局所適応（自生環境へ特化した遺伝的な適応）が発達する種がみられる。高標高環境下でしばしばみられるエコタイプ（特異な生態的特性を示す集団）は、大きなジーンフローの中でも局所適応を維持できる要因を探るのにふさわしい系である。本研究では、遺伝的基盤が整備されている北方針葉樹トドマツの高標高エコタイプを材料に、エコタイプの特性や適応的遺伝子のジーンフローの実態を解明することを目的とする。

研究方法

・苗木と接ぎ木クローンを用いた共通圃場試験
調査地：林業試験場苗畑
材料：山岳・標高・母樹別の苗木群（2019年播種4年生）、高標高自生個体・低標高自生個体・標高間交雑第一世代の接ぎ木クローン群（2017年接ぎ木）

・遺伝的変異の実態評価とジーンフロー解析
調査地：3山岳（大麓山、十勝岳、芦別岳）
材料：標高別の天然林集団とその次世代
解析：各集団の繁殖個体探査、開花観察、DNAサンプリング、DNA解析によるジーンフローの推定

研究成果

・どの山岳においても高標高由来の集団ほど成長が緩やかで（図-1）、結実数も多かったため、繁殖への資源投資が大きい傾向があった。これらは高標高エコタイプの遺伝的特性としてまとめられた。
・標高別の天然林における空撮データと現地での抽出調査から繁殖個体の密度とサイズ分布を把握し、高標高で有効集団サイズが小さいことを示した。

・高標高集団は遺伝的に特異で、他集団との間で花粉散布によるジーンフローが制限されていた。
・2022年に全標高で十分な繁殖が認められたことから、雄花の開花期を現地にて観察したところ、高標高集団の開花が遅いことがわかった（図-2）。高標高エコタイプを維持しうる機構の一つとして、開花フェノロジーのズレが寄与すると考察された。

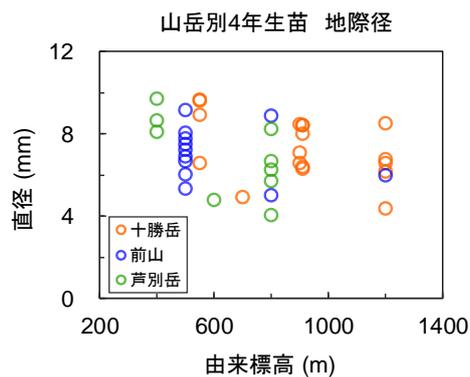


図-1 共通圃場試験における実生の地際径
各点は母樹別の値で、凡例に示す山岳別に色分けした。2022年測定の前4年生時の値。由来標高に沿ってx軸上に並べて示すとおり、標高ラインが認められた（Pearsonの相関； $r = -0.302$, $p < 0.05$ ）。

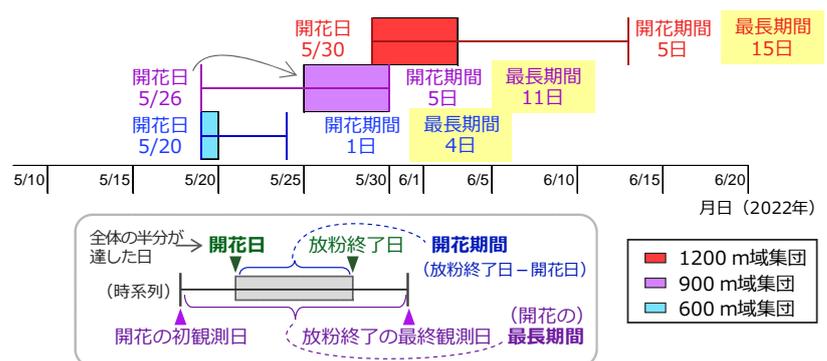


図-2 十勝岳における標高別集団の2022年開花スケジュール
各集団で固定観察木をあらかじめ選定し（ $n = 7$ ）、2022年5月上旬から6月下旬まで、雄花の開花状況を週2回頻度で観察し、データを得た。開花の評価については、雄花を直接叩いて花粉散布を見ることを行った。観察データをもとに、図中の凡例に沿ってまとめた。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

Ishizuka W, Kitamura K, Hara T, Goto S (2022) Characterization of the complete chloroplast genome of *Abies sachalinensis* and its intraspecific variation hotspots, *Journal of Forest Research*, 27, 6, 476-482.
石塚航・北村系子・中西敦史・津山幾太郎・内山憲太郎・種子田春彦・久本洋子・後藤晋 (2022) 繁殖にみるトドマツ天然集団の標高間差, 第11回 森林遺伝育種学会.
北村系子・中西敦史・石塚航・後藤晋・津山幾太郎・種子田春彦・久本洋子・内山憲太郎 (2022) 十勝岳トドマツ天然林における高標高帯分布限界集団の遺伝的分化, 第54回 種生物学シンポジウム.

抵抗性育種に向けた カラマツ樹皮に含まれるネズミ忌避物質の評価

担当G：保護種苗部育種育苗G

協力機関：林産試験場

研究期間：令和4年度

区分：職員研究奨励事業

研究目的

カラマツは北海道における主要造林樹種である一方で、もともと本州からの導入樹種であるために在来のエゾヤチネズミによる食害が問題となっている。林業試験場ではこれまでグイマツと種間交雑することで、カラマツよりも耐鼠性が高いグイマツ雑種F₁の創出は行ってきたものの、カラマツそのものの耐鼠性を改良する取り組みは行ってこなかった。そこで、カラマツ人工交配林にてネズミの発生数が多かった年以降に、個体ごとの食害程度のばらつきには、親の違いに起因する遺伝的影響が存在するのか評価する。また、樹皮中の候補忌避物質について、それぞれの含有量と食害程度との関係を遺伝特性として解析することで、忌避物質としての働きを評価する。

研究方法

材料：カラマツ類人工交配林
 造成地：美唄
 造成年：1976年(調査時46年生)
 調査対象：カラマツ231個体
 グイマツ雑種F₁28個体

測定項目：1)食害面積 2)候補忌避物質(特定テルペノイド)6種の含有量
 方法：1)LiDARによる食害個体ごとの点群データ取得→3D解析ソフトによる食害部分の抽出・表面積測定
 2)個体ごとの樹皮採取→ガスクロマトグラフによる部位(内樹皮・外樹皮)別の目的物質の定量

研究成果

食べられにくいカラマツ系統も存在

グイマツ雑種F₁に比べ、カラマツは食害面積に大きなばらつきがあった(図-1)。次に交配情報をもとに、親系統の遺伝的な食害の受けやすさを評価したところ、被害を受けやすいものから受けにくいものまで系統による違いがみられた。また、カラマツの中にもグイマツと同程度の食べられにくさを示す系統が存在することが明らかになった(図-2)。

忌避物質の可能性

カラマツ調査個体について、遺伝的な食害の受けやすさと候補忌避物質含有量との関係を解析したところ、内樹皮中α-Pineneのみで、食害程度との有意な負の相関がみられ、忌避物質としての働きが示唆されたが、相関係数は大きくなかった(図-3)。

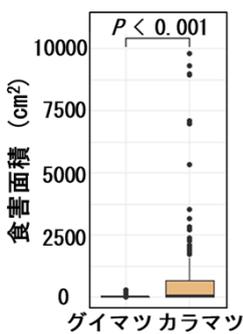


図-1 樹種ごとの食害面積
 カラマツはグイマツ雑種F₁よりも有意に食害面積が大きかったが、被害のない個体も多く存在した。

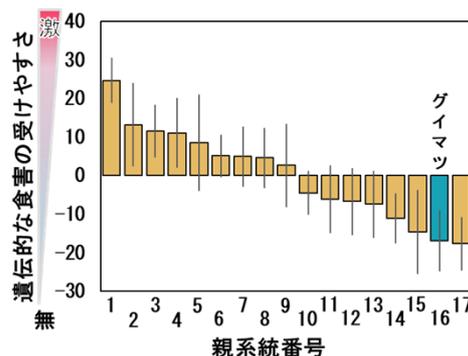


図-2 親系統別の遺伝的な食害の受けやすさ
 食害の受けやすさは値が小さいほど食べられにくいことを示す。黄色はカラマツ、青はグイマツの系統を表す。

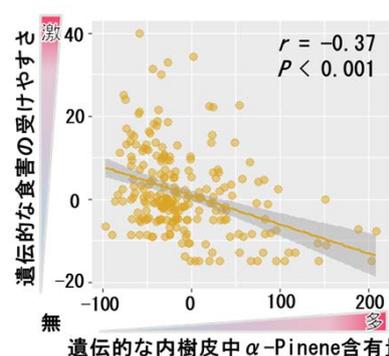


図-3 内樹皮中α-Pinene含有量と食害の受けやすさの遺伝的な関係
 縦軸は図-2参照。横軸は値が大きいほど含有量大きいことを示す。なお、内樹皮中α-Pineneが対象物質の中で唯一食害の受けやすさと有意な負の相関を示した。

カラマツは、種内交配によって耐鼠性を改良できる可能性がある。また忌避物質の存在が示唆されたものの、その効果は大きくはなく、食害程度の決定要因については今後も検討が必要である。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 米澤美咲・石塚航(2022) カラマツ次代検定林におけるネズミ食害面積と樹皮中テルペノイド含有量について. 森林遺伝育種学会第11回大会.
- 米澤美咲・石塚航(2023) カラマツのネズミ食害程度に影響する遺伝と環境の要因探索. 第134回日本森林学会大会.

品質改良に向けたクリーンラーチ種苗の遺伝的管理

担当G：保護種苗部育種育苗G

共同研究機関：住友林業（株）筑波研究所

研究期間：令和4年度 区分：一般共同研究

研究目的

クリーンラーチはグイマツ‘中標津5号’を母親、不特定のカラマツ精英樹を花粉親とするため、花粉親側の改良によって成長特性や材の強度的性能といった形質の向上や、発現形質の均質化が期待できる。このような品質改良の取り組みには、効果的・効率的に個体の遺伝情報と形質評価とを組み合わせ、活用することが重要である。そこで、本研究では、クリーンラーチ種苗を正しく識別して遺伝情報を取得するとともに、遺伝的管理技術として、形質評価を行う試験地のクリーンラーチ個体への適正な遺伝情報の紐づけを試みた。

研究方法

材料 1) クリーンラーチの識別と遺伝情報取得
クリーンラーチ挿し木苗818個体。種子源は道有訓子府採種園で、共同研究先が挿し木して育苗。
2) 適正に遺伝情報が紐づいた試験林の造成
紋別市（共同研究先所有林）に面積0.5 haで皆伐地拵え地を準備。ここに対照のカラマツとともに植栽したクリーンラーチ挿し木苗818個体を対象。

方法 1) 遺伝解析による挿し木苗の親判別を実施：ゲノム情報の一部を解析（縮約解読）して遺伝子型を取得し、得られた変異情報に基づいて母親と父親の遺伝的系統を推定する。
2) 試験林の配植を設計し、植栽を実施：遺伝的特性を把握できるような設計とし、遺伝子型一個体情報を維持させながら植栽する。

研究成果

1) クリーンラーチ挿し木苗の識別と遺伝情報取得

これまでも実績のある遺伝解析手法（GRAS-Di@技術）を適用させることで、供試個体の75%において親が特定でき、これらは58系統のカラマツ親で構成されていた（表-1）。全個体に遺伝子型情報を付与した。

表-1 遺伝解析に供したクリーンラーチ挿し木苗の遺伝解析結果

分類	個体数	台木数	台木あたり 個体数	父親系統数	父親あたり 個体数	(最小-最大)
全体	818	245	3.3			
父親特定	611 (75%)	174 (71%)	3.5	58	10.5	(1-77)
父親未特定	207 (25%)	71 (29%)	2.9	unknown		

2) 適正に遺伝情報が紐づいた試験林の造成

次代検定の枠組みで無作為化配植を行い（図-1）、個体単位で植栽地番を割り振った。今後の追跡のために、苗木に個体識別番号を付与し、遺伝子型一個体情報が維持された状態の適正な試験林を造成できた。

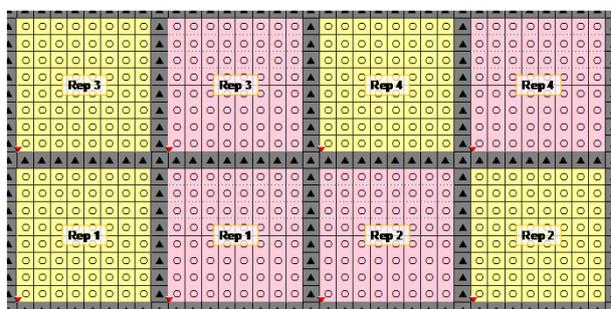


図-1 試験地の設計の一部 苗木は丸印マスに無作為に配り、地番と個体情報を紐付けて管理した。黄色マスは1個体単位で扱うプロット、桃色マスは父親が同じ4個体を1単位で扱うプロットで、それぞれ反復を設けた。灰色マスへ境界木のトドマツを植栽した。



図-2 植栽後の試験地の様子（2022年10月撮影）
落葉期のため判別し難いが、ラベル付き個体が植栽されている。境界に植栽したトドマツは判別が容易。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

石塚航・楠和隆・堀隆博(2023)新設採種園におけるクリーンラーチ種子の評価：2022年産種子の品質、令和5年北海道森づくり研究成果発表会。

カラマツ類優良品種の効率的な選抜のための技術開発

担当G：保護種苗部育種育苗G

協力機関：北海道水産林務部林務局森林整備課・森林環境局道有林課、空知総合振興局森林室、上川総合振興局北部森林室、オホーツク総合振興局東部森林室、東京大学、北海道大学、中央農業試験場

研究期間：平成30年度～令和4年度 区分：経常研究

研究目的

道内の人工林の多くは主伐・再造林期を迎え、苗木需要量の大幅な増加が見込まれるため、優良種苗の確保に向けた育種事業の重要性が高まっている。ところが、検定林造成から選抜まで30年以上要する年月の長さや、家系作出のための人工交配の手間が、選抜効率の点で大きな課題となっている。そこで、北海道の主要造林樹種であるカラマツ類（カラマツ、グイマツ雑種F₁）を対象として、初期成長を用いた早期選抜と、DNA情報を活用した交配親推定による優良親を選抜する新たな次代検定技術の開発を本課題の中で目指す。

研究方法

材料 1) 新規造成の次代検定林（3試験地、1試植地）
 造成地：北見・土別・岩見沢・三笠、造成年：2018年、対象：カラマツ・グイマツの交配次代
 2) 既存のグイマツ雑種F₁検定林
 造成地：富良野市、造成年：2006年、対象：グイマツ母樹1系統の採種園産自然交配次代。DNA解析においては、採種園内の父親候補となるカラマツも供試。

方法 1) 早期選抜の枠組み提示：3試験地の成長、試植地での生理特性を調査。親の遺伝的特性の優劣を評価し、優良系統を選抜する。
 2) DNA情報を活用した優良親の選抜の枠組み提示：成長、材質を調査。DNA解析によって父親を特定。特定した親について、遺伝的特性の優劣を評価し、優良な親を選抜する。

研究成果

1) **早期選抜** 通常の選抜齢（30年）と遺伝相関がある5年生時樹高や、さらに生理特性を加味させて遺伝的特性を評価し、選抜指数を算出した。5年時の早期選抜が可能なることを示した。

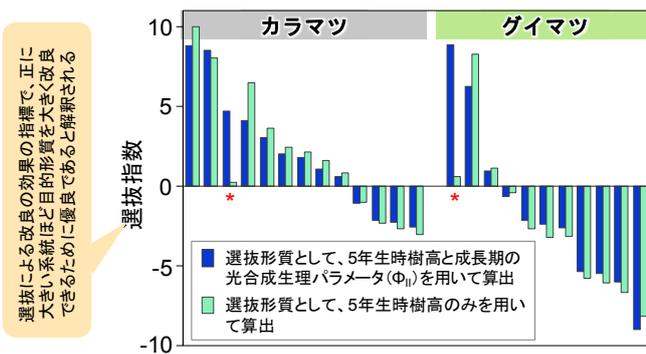


図-1 新設検定林での樹種別の親の遺伝的特性凡例にて説明する2つの選抜指数を、カラマツ・グイマツの親系統ごとに高い順で示す。*の系統は、次代検定林で測定した形質のみでは選抜されないが、生理パラメータを含めることで追加選抜できる系統。

2) **優良親の選抜** DNA情報によって、今まで不明だった父親情報を付与できた。その父親の遺伝的特性評価として選抜指数を算出し、実際に成長形質に優れた4系統を新規に見出せることを実証した。

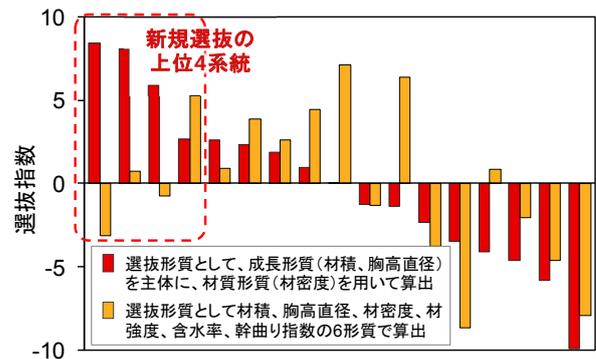


図-2 DNA情報により特定した親の遺伝的特性凡例にて説明する2つの選抜指数を、カラマツ親系統ごとに高い順で示す。選抜指数は15～16年時の成長・材質関連諸形質を用いて算出。図中の上位4系統が、優良であるとして新規に選抜したカラマツ系統。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

Chen S, Ishizuka W, Kuromaru M, Goto S (2023) Spatial heterogeneity analysis for estimating breeding values of tree height in a hybrid larch progeny test plantation, Journal of Forest Research. doi:10.1080/13416979.2023.2198132.
 Chen S, Ishizuka W, Unno Y, Kusunoki K, Goto S (2022) Pollen dispersal patterns and male reproductive success based on pedigree reconstruction in a hybrid larch (*Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi*) open-pollinated seed orchard, Tree Genetics & Genomes, 18: 33.
 石塚航・内山憲太郎・陳淑芬・後藤晋 (2022) グイマツとニホンカラマツにおける葉緑体-ミトコンドリア変異検出マーカーセットLgLk-CMVの開発, 日本森林学会誌, 104, 44-49.
 Chen S. (2023) Single and multi-trait genomic prediction integrating additive and dominance genetic effects in hybrid larch, 第134回 日本森林学会大会.

クリーンラーチ挿し木苗の得苗率を向上させる 育苗管理技術の開発

担当G：保護種苗部育種育苗G

共同研究機関（協力機関）：北方建築総合研究所、（北海道水産林務部林務局森林整備課、北海道山林種苗協同組合）

研究期間：令和元年度～令和4年度 区分：重点研究

研究目的

クリーンラーチ苗木の増産を促進するため、良質で従来よりも成長が優れた採穂台木の露地栽培条件を明らかにするとともに、挿し木育苗に適した温湿度、光環境を保持できる農業ハウスとその管理手法を開発する。併せて苗畑への移植過程で生じるダメージを軽減できる新たな育苗方法を開発し、最終的に挿し木から出荷までの得苗率を60%以上に向上させる育苗管理体系を確立する。

研究方法

項目1：採穂台木の促成栽培
試験①：トンネル（不織布、農PO）
 マルチ（黒色）の効果検証
試験②：農業用ハウス

項目2：挿し木ハウスの開発
要素：遮光率、ミスト、風防、
 トンネル
測定：温湿度、光、発根率

項目3：農業用セルトレイ
試験①：固化培土の比較
試験②：移植機での苗畑移植
試験③：コンテナ移植

研究成果

1. 採穂台木の促成栽培

不織布トンネルと黒マルチの組合せにより、トンネル内の気温・地温が上昇、土壌水分が保持され、採穂台木の成長が慣行法に比べて10日早まった（図-1）。一方、農POフィルムは、高温による枯損が発生し、トンネル被覆資材として不適だった。

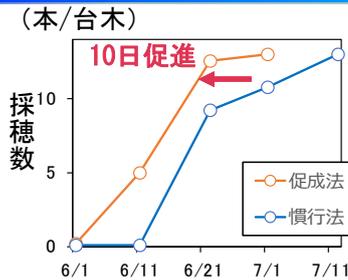


図-1. トンネル+黒マルチによる採穂数の推移と栽培の様子

ハウス栽培により、気温・地温が上昇し、採穂台木の成長が慣行法に比べて10日以上早まった（図-2）。トンネル栽培に比べ、設置コストはかかるが、安定した促成効果が見込められた。

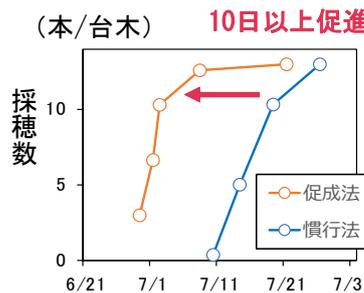
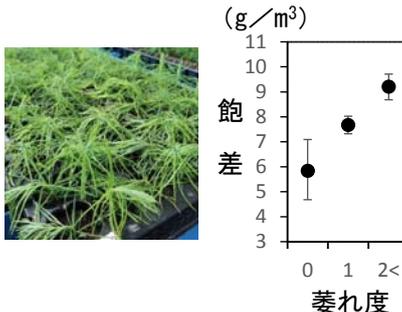
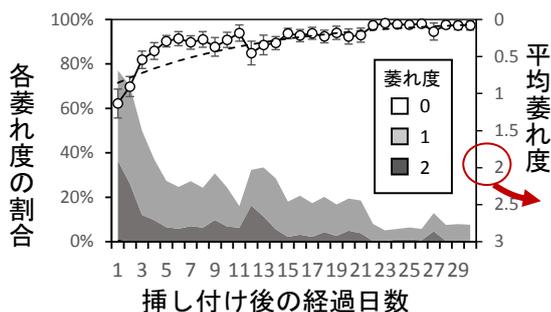


図-2. ハウス栽培による採穂数の推移と栽培の様子

2. 挿し木ハウスの開発



飽差*が9.2g/m³を越えると、挿し穂の強い萎れが発生していた（図-3）。

飽差：飽和水蒸気圧と水蒸気圧との差

(a) 平均萎れ度の経時変化

(a) 萎れ度と飽差

図-3. 挿し付け後の挿し穂の萎れと飽差との関係

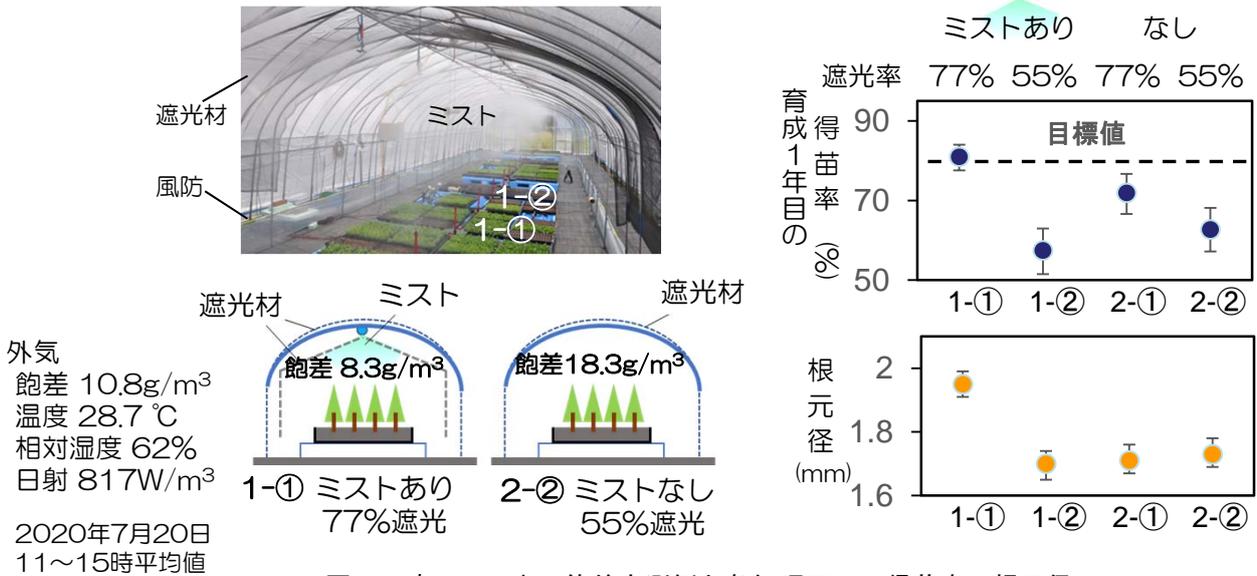


図-4. 晴天日中の飽差実測例と各処理区での得苗率、根元径

3年間のベ21処理の試験及びシミュレーションから適正なハウスの仕様と運用方法を明らかにした(図-4: 試験の1例)。

【必要事項】

飽差を低減する低圧ミストの施用〔高飽差 (>9.2g/m³) 時に3分間隔で5秒噴霧〕、75%程度の遮光、温度を抑制する外気導入(ハウス出入口・側窓の開放)、セルトレイ周りの風防設置(高さ40cm程度)、トンネル不要等(図-5)

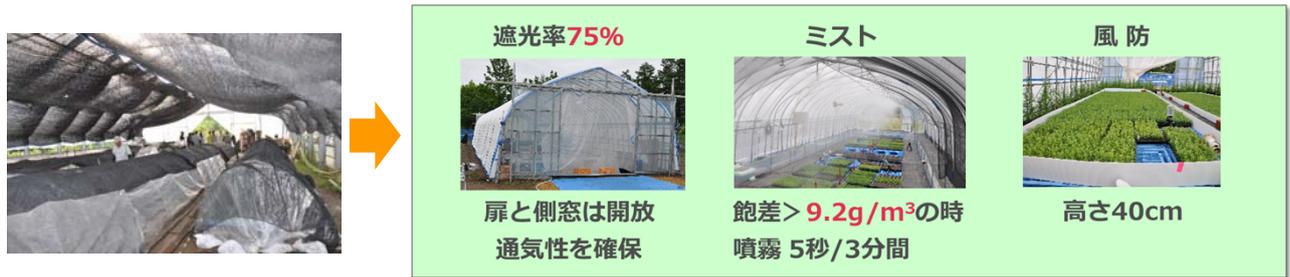


図-5. 従来一般的な栽培施設(左)と改良した栽培施設(右)

3. 農業用セルトレイ

試験①: 固化培土の比較

試験②: 苗畑試験、試験③: コンテナへの移植

ココ繊維・ピートモス混合の培土で発根・生育が良好

土付き移植で成績が向上

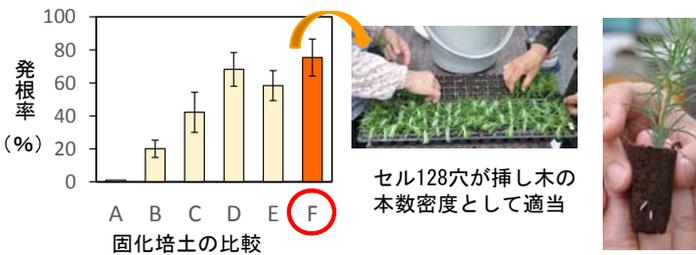


図-6. 市販固化培土別の発根率と発根後のセル苗(右)

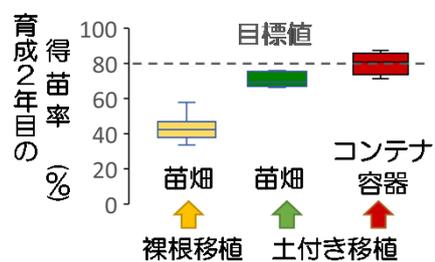


図-7. 慣行法と固化培土の移植成績の比較

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 今博計(2020)クリーンラーチ挿し木苗の生産状況について, 山づくり, 507: 1-2
- 今博計・来田和人・黒丸亮(2021)クリーンラーチ挿し木苗の得苗率低下に影響する要因, 北海道林業試験場研究報告58: 41-49
- 立松宏一・今博計(2021)パイプハウス内環境を改善する方法, 北海道の林木育種64(1): 2~6
- 今博計・立松宏一(2022)グイマツ雑種F₁における挿し付け後の穂の萎れを引き起こす影響要因, 日本森林学会誌104: 139-145

トドマツコンテナ苗の 育苗期間短縮に向けた発芽・育苗条件の解明

担当G：保護種苗部育種育苗G

協力機関：北海道山林種苗協同組合、北海道水産林務部林務局森林整備課

研究期間：令和2年度～令和5年度 区分：経常研究

研究目的

現在4年を要するトドマツコンテナ苗の育苗期間を、3年に短縮できるか検討する。コンテナへの移植時に起こる根の損傷を、セルトレイや小型コンテナを利用して低減できるか調査する。また、生産性を高めるために必要な発芽促進処理について、温度や薬剤による事前処理の効果を評価する。コンテナ苗の更なる普及に先駆け、省力的かつ生産性の高い発芽・育苗条件を明らかにする。

研究方法

調査①：育苗方法の違いによる苗の成長特性の比較

調査方法：330 ccコンテナ直接播種、50 ccコンテナ播種、12 ccセル播種(播種後30日目、90日目に330 ccコンテナに移植)、苗畑播種での実生の成長を比較した。

測定項目：苗長、地際径、葉・シュート・根重量

調査②：発芽促進処理による発芽勢の向上効果

調査方法：発芽促進物質としてジベレリンまたは過酸化水素を与えた種子の発芽を観察した

測定項目：発芽数、日数

研究成果

○育苗方法の違いによる苗の成長特性の比較

330 ccコンテナに直接播種した場合に苗高伸長量が最大となり、3年生時で90%が出荷規格に到達した。慣行栽培(2年生移植)の3年生時では4%だった。セルトレイや小型コンテナに播種し、根鉢を保ったまま330 ccコンテナに移植したところ、いずれも3年生時に70%以上が出荷規格に到達した(図-1)。

苗木の蒸散能力を5月(移植直後)、8月(伸長終了後)、10月(成長期末)に測定した。移植を経験しない直接播種、根鉢を温存できる小型コンテナ移植、根系が小さいため移植時の損傷が少ない1年生移植と比較して、移植時に根系を大きく切除せざるを得ない2年生移植の苗木は葉面積あたりの蒸散量が少なかった(図-2)。2年生移植苗木は移植時の切除によって根が不足し、葉の量にみあう十分な量の水分を得られなくなるため、成長が抑制されるという仮説を裏付ける結果と考えられる。

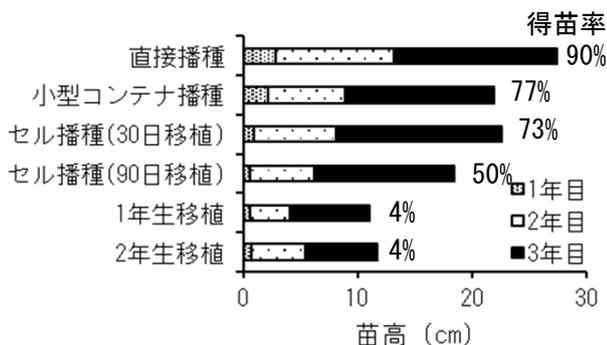


図-1 育苗方法と年間の伸長量

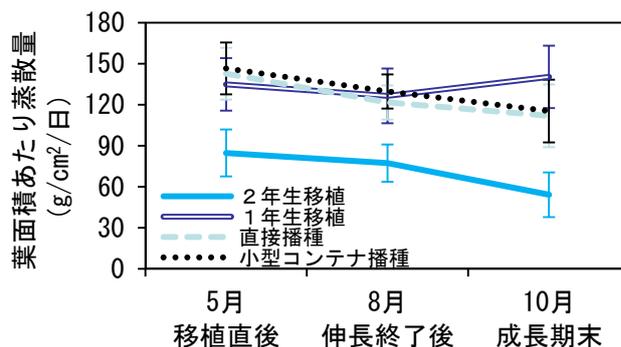


図-2 葉面積あたり蒸散量 (g/cm²/日)

○発芽促進処理による発芽勢の向上効果

発芽促進物質の候補として2種類の物質を検討した(表-1)。低温湿層処理後の種子をそれぞれの物質の水溶液に1時間浸漬したのち、シャーレに播種した。ジベレリンを低濃度(50 ppm)で与えた処理区では対照区と比較して20日後の時点でほとんど発芽し終わり、発芽数も多かった(表-1)。過酸化水素は高濃度(100 mM)で与えた処理区において、同様の傾向が見られた。

表-1 発芽促進物質と種子の発芽数

処理	7日後	20日後	38日後
対照(水に浸漬)	3	36	43
ジベレリン 200 ppm	0	13	18
ジベレリン 50 ppm	4	45	47
過酸化水素 100 mM	7	40	47
過酸化水素 25 mM	3	33	38

シラカンバ人工林における上層高予測モデルの作成と 径級分布に影響する要因の検討

担当G：森林経営部経営G

協力機関：北海道水産林務部林務局森林計画課・森林環境局森林活用課

研究期間：令和3年度～令和5年度 区分：経常研究

研究目的

シラカンバ人工林における用途に応じた材の供給可能性を検討するため、上層高の予測モデルを作成するとともに、径級分布を分析しそれに影響する要因を明らかにする。

研究方法

使用データ

シラカンバ人工林の毎木調査データ
(全道148林分、林齢11～60年生)
調査方法：20m×20mプロットの毎木調査
調査項目：樹種、胸高直径、樹高、枝下高

研究内容

1) 上層高に影響する立地要因（地理的要因および気象要因）の検討
2) 立木の径級分布の解析と、径級分布に影響する要因の検討

研究成果

1) 上層高に影響する立地要因の検討と予測モデルの作成
地位指数と、地理的要因および気象要因との相関分析を行ったところ、7月の日最高気温の平均値との相関が最大で、相関係数は $R=0.43$ だった(図-1)。2位は6月の日最高気温の平均値、3位は6月の全天日射量であったことから、上層高に夏の気候が影響している可能性がある。

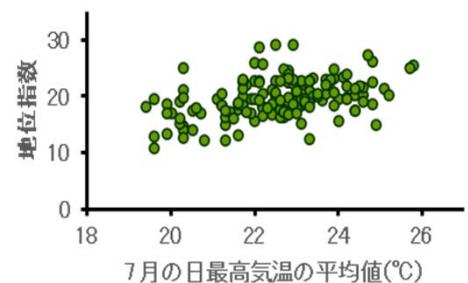


図-1 シラカンバ人工林における地位指数と7月の日最高気温の平均値との関係

2) 立木の径級分布の解析と影響する要因の検討
各林分における径級分布に3パラメータワイブル分布を適用し、3つのパラメータ（①尺度パラメータ:分布のピーク的位置に関係、②形状パラメータ:分布の形状を決定、③位置パラメータ:調査林分の最小径級に関係）を求めた(図-2)。カイ二乗検定の結果、いずれの箇所でも5%水準で有意差は認められず、実測値に精度よく適合していることを確認した。各パラメータと諸要因との関連を調べたところ、位置パラメータと尺度パラメータ(図-3左)は林齢とともに増加する傾向があったが、形状パラメータには明瞭な傾向はなかった(図-3右)。

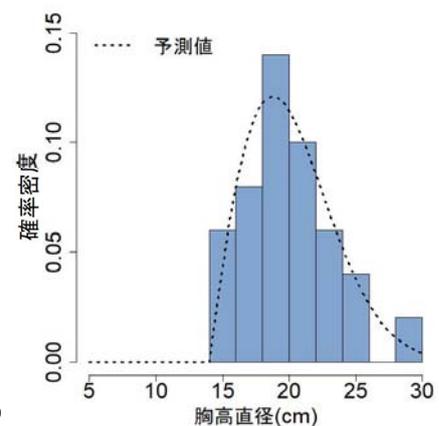


図-2 直径分布のヒストグラムと、ワイブル分布のあてはめの例

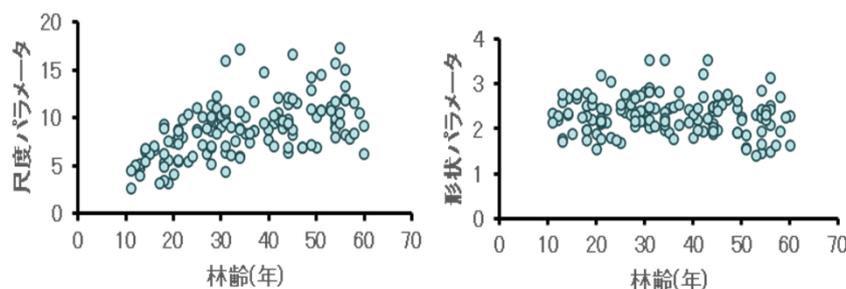


図-3 ワイブル分布の尺度パラメータ（左）および形状パラメータ（右）と林齢の関係

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・内山和子・大野泰之・滝谷美香・角田悠生・山田健四 (2023) シラカンバ人工林の直径分布に対するワイブル関数の適用. 第134回日本森林学会大会(オンライン開催)

カラマツ類及びトドマツの種苗配置適正化と優良品種導入による炭素吸収量増加効果の評価

担当G：森林経営部経営G、保護種苗部育種育苗G

共同研究機関：(国研)森林総合研究所北海道支所、

(国研)森林総合研究所林木育種センター北海道育種場、東京大学

研究期間：令和4年度～令和6年度

区分：重点研究

研究目的

北海道は温室効果ガス排出量の2050年での実質ゼロを目指し、森林の炭素吸収量の目標を2030年に850万t-CO₂とし、2050年に向けて更なる増加が求められている。しかし、人工林の約8割を占めるカラマツ類及びトドマツは高齢化により炭素吸収量が減少しており、伐採・再造林による炭素吸収量の増加が課題である。そこで、カラマツ類及びトドマツ種苗における将来の気候を見越した現行種苗の適正配置の解明とともに、トドマツの高吸収品種を選抜し、それらによる炭素吸収量の増加効果を長期予測によって明らかにする。

研究方法

① 将来の気候を見越した林分成長モデルの構築
気候要素等の環境情報を1km²メッシュで整備し、両樹種の生育状況の現地調査・資料整理とあわせ、気候要素から成長量を予測するモデルを構築する。

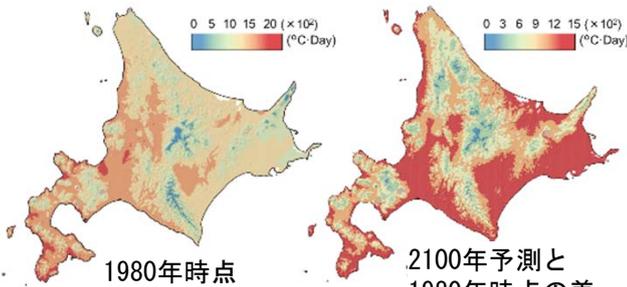
② トドマツにおける炭素吸収量の高い優良品種の選抜
道内各地域に設定し、遺伝的特性を評価する適齢を迎えた次代検定林の資料分析から、成長・材質に関する遺伝的特性を算出し、高吸収品種を選抜する。

研究成果

1) 将来の気候を見越したカラマツ類・トドマツ種苗の林分成長モデルの構築

● 林木の成長に関わる気候変数を、気候モデルとシナリオを基に1980～2100年まで整備した。

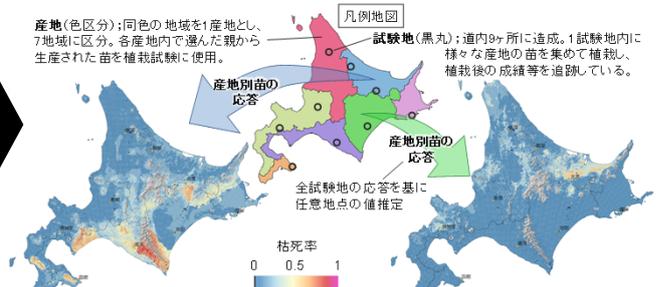
● トドマツの産地毎の枯死率と現在の気候変数との関係を分析し、各地に植栽した際の枯死率を推定した。



1980年時点 2100年予測と1980年時点の差

整備した気候変数の一例(有効積算温度)

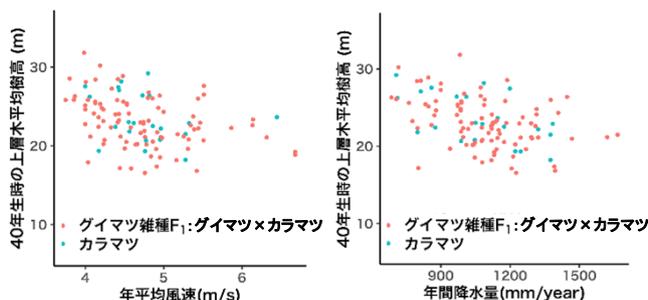
※2100年予測値はMIROC5モデル、RCP8.5シナリオ(追加的な緩和策をとらなかった場合)での推定



トドマツ産地別苗木の推定枯死率の地理的傾向

※解析した7地域(凡例参照)のうちオホーツク(青)と十勝(緑)を産地とする苗木を例に、任意の植栽先での枯死率を可視化

● 道内各地でのカラマツ類の成長量を調査し、気候変数との関連を分析した。



カラマツ類における上層木平均樹高と気候との関係

2) トドマツのCO₂高吸収品種の選抜

十勝のトドマツ次代検定林(40年生)から、林分平均より高い成長を示す個体を20個体選抜した。



選抜個体に期待される改良効果

※改良効果=(選抜個体平均-林分平均)/林分平均

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

石塚航ら(2023) 第134回日本森林学会大会、令和4年度 第3回北海道林業用種苗需給連絡会議への情報提供

著作権法上認められた行為を除き、許可なく引用、転載及び複製を禁じます

成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発

担当G：森林経営部経営G、保護種苗部育種育苗G

共同研究機関（協力機関）：森林総合研究所（主管）、三井物産フォレスト（株）、
（北海道水産林務部）

研究期間：平成30年度～令和4年度 区分：公募型研究

研究目的

カラマツ類の優良育種苗（エリートツリー）に対応した植栽・保育技術を開発するため、エリートツリーの成長と競合植生、立地環境との関係などを調査し、植栽密度や下刈りスケジュールなどの施業モデルを環境条件に応じて提案する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

育苗試験：林業試験場構内
調査地（多地点調査）：渡島、檜山、空知、十勝管内の1齢級のカラマツ類造林地（60箇所）

育苗試験：クリーンラーチに対するグルタチオン等の施用試験（追試）
多地点調査：カラマツ類植栽木の生残と樹高測定、および競合植生の高さ測定

研究成果

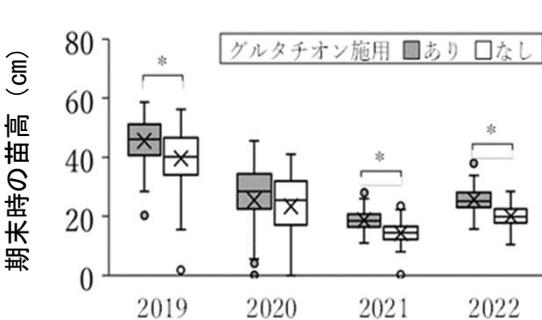


図-1 クリーンラーチ1年生コンテナ苗に対するグルタチオン施用の効果

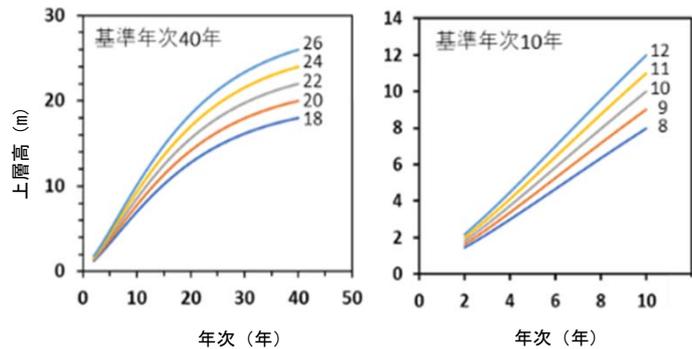


図-2 基準年次を40年、10年とするクリーンラーチの地位指数曲線群

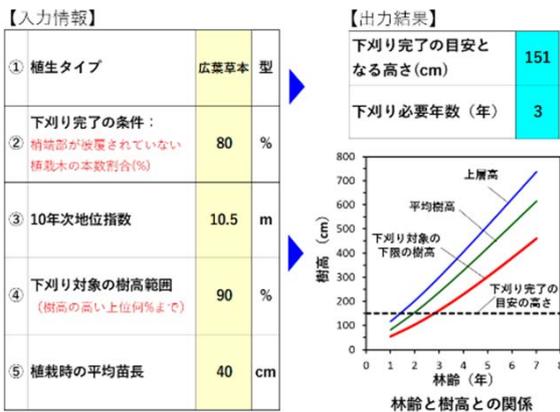


図-3 下刈り支援ツールの画面

クリーンラーチ1年生コンテナ苗に対するグルタチオン施用試験では、実施した4回のうち3回で苗高や地際径が有意に大きく（図-1）、成長促進効果が確認された。

下刈りスケジュールを立案するためのツールをクリーンラーチ向けに構築した。①クリーンラーチの樹高成長曲線（図-2）、②2齢級までの樹高分布推定モデル、③下刈り完了の目安となる樹高を表示するためのモデルを作成し、これらの結果を用いて下刈り完了時期を判断するための支援ツールを構築した（図-3）。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・大野泰之、原山尚徳（2022）日本の林木育種の過去・現在・未来：（1）カラマツ-8 植栽苗の生存率と成長特性から見たクリーンラーチの造林・育林方法、森林遺伝育種 11：130-134
- ・大野泰之（2022）クリーンラーチを使うとカラマツよりも下刈り期間を短縮できるか？-育林コストの低減も見据えて-、北海道の林木育種 65: 5-9

新たな付加価値を含めた木材利用を考慮した 広葉樹の育成技術

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関：北海道大学（主管）、林産試験場

研究期間：平成30年度～令和4年度 区分：公募型研究

研究目的

カンバ林を対象に成長・形状に対する保育作業（除・間伐）の効果を林分の発達段階ごとに明らかにするとともに、カンバ類の材質と立木の径級・形状・生育環境との関係から明らかにすることを目的とする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地概要

間伐の影響

- ・調査地：幌加内町などの天然生カンバ二次林
- ・林 齢：6～60年生

材質

- ・調査地：幌加内町の天然生カンバ二次林
- ・林 齢：70年生

方法

- ・間伐の影響：毎木調査（胸高直径、樹高、枝下高）
- ・材 質：毎木調査（胸高直径、樹高、枝下高）
立木位置、偽心の大きさ

研究成果

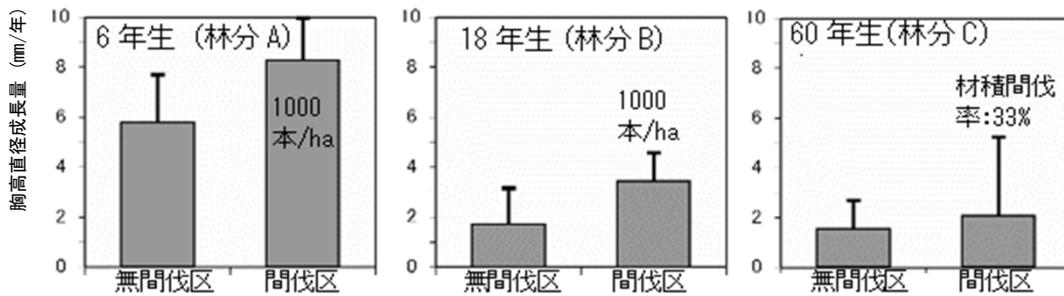


図-1 カンバ二次林の胸高直径成長量
図中の林齢は初回間伐が行われた時期を示す。

6年生、18年生、60年生の時点で初回間伐が行われたカンバ二次林を調査し、その後の肥大成長量を無間伐区とそれぞれ比較した（図-2）。6年生の無間伐区林分では肥大成長量が他の林齢に比べて大きく、間伐区ではさらに成長が好転した。林齢が高くなるほど成長に対する間伐の効果が小さく、樹高成長が旺盛な若齢時ほど間伐の効果が表れやすいと推察された。

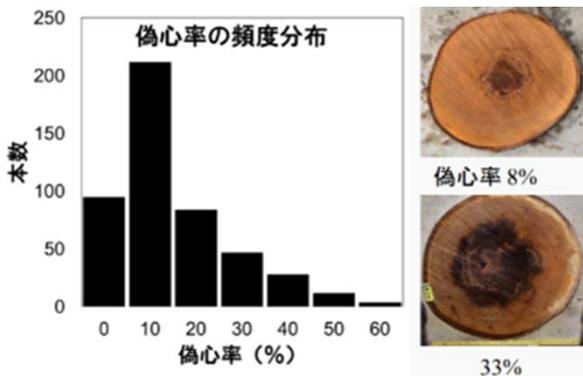


図-2 シラカンバの木口断面における偽心率の頻度分布

樹齢約70年生のシラカンバ（482本）を対象に偽心率（木口の断面積に占める偽心の割合、図-2）を算出した。同齢林であっても偽心率の大きさには個体間で大きなばらつきがみとめられた。偽心率に与える要因を樹木のサイズや形状、立地環境要因との関係から解析した。偽心率には樹形や微地形が関係することが示唆された。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

トドマツ人工林の連年成長量予測モデルの開発

担当G：森林経営部経営G

協力機関：北海道水産林務部林務局森林計画課他

研究期間：令和2年度～令和4年度 区分：経常研究

研究目的

林分の属性や環境条件からトドマツの連年成長量を予測するための式を構築し、森林簿の作成に用いられている、材積や樹高テーブルなど管理表の改訂等に向けた基礎データを提示する。

研究方法

全道多点データ：道水産林務部、林野庁主管
 2220林分：うち2回繰り返し調査を実施した林分は329林分
 検証用データ：解析結果の検証用25林分

全道多点データ
 1871林分：非線形回帰モデルによる林齢-材積の関係構築
 329林分：機械学習を用いた、環境要因による年当たり連年成長量予測の検討
 検証用データ：毎木調査（直径及び樹高）

研究成果

■成長予測式の構築および管理表改訂への提言

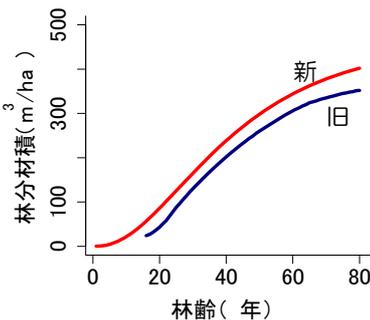


図-1 高齢級データにより改善された林齢-林分材積関係（赤線）と旧版（青線）との比較

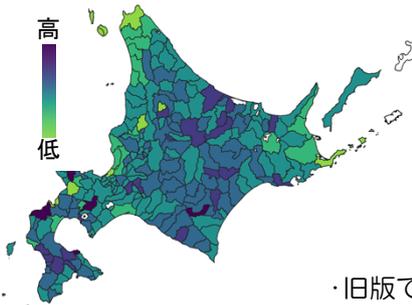


図-2 新しい材積成長量の市町村区分

林分	材積		成長量		成長率		平均樹高		林分	材積		成長量		成長
	現行	新	現行	新	現行	新	現行	新		現行	新	現行	新	
1	0	0	0	504.8%	0	0	85	315	348	1	0	0.4%		
2	0	0	1	100.0%	0	0	86	316	347	1	0	0.2%		
3	0	0	1	100.0%	0	0	87	316	349	1	0	0.2%		
4	2	1	1	50.0%	1	0	88	317	350	1	0	0.2%		
5	3	2	1	33.3%	1	0	89	317	352	1	0	0.2%		
6	4	3	2	50.0%	1	0	90	317	353	1	0	0.2%		
7	4	3	2	50.0%	1	0	91	318	354	1	0	0.2%		
8	4	3	2	50.0%	1	0	92	318	355	1	0	0.2%		
9	12	3	3	25.0%	2	0	93	319	357	1	0	0.2%		
10	15	4	4	26.7%	3	0	94	319	358	1	0	0.2%		
11	19	4	4	21.1%	3	0	96	319	360	1	0	0.2%		
12	23	4	4	17.4%	3	0	97	319	361	1	0	0.2%		
13	27	5	5	18.5%	4	0	98	320	362	1	0	0.2%		
14	34	5	5	15.0%	4	0	99	320	363	1	0	0.2%		
15	37	5	5	13.5%	4	0	100	320	364	1	0	0.2%		
16	10	2	4	15.0%	11.0%	5	5	101	320	365	1	0	0.2%	
17	12	2	4	15.0%	12.0%	6	6	102	321	366	1	0	0.2%	
18	14	2	4	15.0%	11.0%	6	6	103	322	367	1	0	0.2%	
19	16	2	4	15.0%	10.0%	6	6	104	323	368	1	0	0.2%	

図-3 改正されたトドマツ林分材積テーブル（赤文字：改正箇所）

・旧版では50年以上の林分材積は、成長量予測式を外挿により求めていたが、高齢級地点数を増やしたデータセットにより解析し、80年生までの実測値による推定式を得た（図-1）。

・各市町村（2000年以前の区分）で、平均的な成長量の区分を提示した（図-2）。

・本成果は、北海道水産林務部において改正されたトドマツ地位級テーブル及び林分材積テーブルに反映された（図-3）。

・繰り返し調査データ（329林分）より計算した連年成長量（m³/ha/年）について、環境要因による影響を解析した。

・林齢といった期首の林分状況のほか、海岸線からの距離や積雪深、温量指数※などの影響が大きかった。

・全道10kmメッシュレベルで、連年成長量の地域的な差を示すことができた（図-4）。

■環境要因等に基づく成長予測式の構築及び精度検証

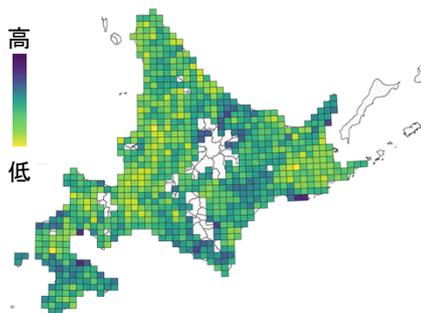


図-4 繰り返し調査データと環境要因による解析結果から試算した40年次当年の成長量予測（10kmメッシュ；標高700m以下について表示）

※温量指数 月の平均気温が5℃を越える月を植物が生育できる期間とし、月平均気温が5℃を越す月の平均気温から5℃をいた値を加算して求められる。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

北欧をモデルにした北海道十勝型機械化林業経営のための 実証試験

担当G：森林経営部経営G、道東支場

協力機関：(有)大坂林業、(株)渡邊組、(有)サンエイ緑化、(国研)森林総合研究所、
(株)フォテク、KITARINラボ、(株)サトウ、大澤木材(株)

研究期間：令和4年度～令和5年度 区分：公募型研究

研究目的

作業計画から素材生産、流通、再造林、保育に至る、新技術を導入した安全で収益性の高い作業システムについて、北欧をモデルに地形や気候などに類似点が多い十勝地方を対象に構築する事業においてICTハーベスタデータによる生産管理や植栽位置情報を活用した保育作業の実証試験を行い、省力化効果を検証する。

研究方法

1) ICTハーベスタデータの生産管理への活用方法の検討

ICTハーベスタによる造材量管理手法を検証する。
取得された造材データを山側と製材所側で活用する際の課題を検討する。
調査地：幕別町忠類、足寄町

2) 植栽位置情報を活用した保育作業の省力化の検討
植栽計画時もしくは植栽時に生成された植栽位置情報の精度を検証すると共に下刈り作業への省力化効果を検証する。

調査地：陸別町

作業機：山もっとモット

研究成果

1) ICTハーベスタデータの生産管理への活用方法の検討

幕別町忠類において、11/28～12/1および1/16～26の日程で、ハーベスタ・フォワーダ作業システムによる造材作業を行った。ICTハーベスタの指定した生産数に達するとオペレータに通知するリミテーション機能を使い、あらかじめ設定した生産量(3.65m材50m³)を4セットに分けて正確に生産した。次に、3.65m材のみをフォワーダ集材した。

その後、1月下旬～2月上旬に、足寄町にある丸太自動選木機において、直径などを計測した。丸太自動選木機から得られたデータとハーベスタによる機械検知データの差について、t検定の結果、統計的有意差は認められなかった(表-1)。

他方、カラーマーキングについては、山での作業時では問題なかったが、工場土場での保管中にかなり退色し、識別に耐えられるのは1～2ヶ月ほどと思われた。

2) 植栽位置情報を活用した保育作業の省力化の検討

(株)フォテクが開発中の植栽位置誘導システムを応用し、乗用型刈払機(山もっとモット)を誘導するシステムを開発した(写真-1)。この位置誘導装置を用いて、10/31～11/1に陸別町にて、植栽後の列間に当たる伐根だけを地拵え時に切削する試験を実施した。植栽列間終端部での「切り返し」のところで誘導装置の方向指示が上手く伝わらず若干時間を要した部分があったが、地拵え作業工期は0.047ha/時となり、昨年度に喜茂別町で実施した地拵え(位置誘導は無し)の工期0.040ha/時とほぼ変わらない結果を得る事ができた。

来年度は、植栽後に位置誘導による伐根処理を含む下刈りを行い、今年度の結果と比較検証する。

表-1 ハーベスタおよび自動選木機の測定結果の比較(平均材積)

ハーベスタ検知	0.170 m ³ /本
自動選木機検知	0.171 m ³ /本
P値	0.879



写真-1 山もっとモットに取り付けられた位置誘導装置(タブレットのモニターに進行方向が表示される)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

山田健・古家直行・佐々木達也・渡辺一郎・渡邊裕哉・小玉哲大(2023) 海外製自動植付機の作業性能。第134回日本森林学会大会

衛星画像を用いた北海道全域の 天然林資源情報把握手法の開発

担当G：森林経営部経営G、道北支場

協力機関：北海道水産林務部林務局森林計画課・森林環境局道有林課、
北海道大学地球環境科学研究所、千葉大学園芸学研究科

研究期間：平成4年度～令和7年度 区分：経常研究

研究目的

天然林資源を持続的に利用し、事業として成り立たせるには、なにが・どこに・どれくらいあるか、即ち資源空間分布の情報基盤が整備されている必要がある。しかし、情報基盤を担う森林簿では、天然林の情報は不足しており、天然林の資源情報を空間的に把握するための技術開発が関連機関より求められている。本課題では森林簿など情報基盤への天然林資源情報の付与のため、衛星画像から得られる反射特性などから、道内全域の天然林をメッシュ単位でいずれかのタイプに分類するための手法を開発するとともに、林分材積を推定する手法を検討する。

研究方法

北海道全域で約1200箇所設定（各0.1 ha）された、生物多様性基礎調査（林野庁）のデータより、林分間の比類似度を基にしたクラスター分析を行い、衛星画像によるタイプ分類に用いるための教師データを整備した。また、衛星画像の前処理として、教師なし分類を用いた教師データの補完方法について検討した。

研究成果

○クラスター分析をもとに22個の種組成タイプに類型化した場合（表-1）、北海道の天然生林で確認される種組成タイプ、例えばトドマツやアカエゾマツなどの常緑針葉樹林やミズナラ、シナノキ、イタヤカエデ、ブナ、カンバなどの広葉樹林、針広混交林の他、ヤナギ林やヤチダモ林などが検出された。

○教師データの中心の点から周囲250 mの範囲を対象に光学衛星画像データの教師なし分類を行った。教師データと同一の種組成タイプと推測される林分の空間分布（図-1）を把握することができた。

表-1 クラスター分析をもとに22個の種組成タイプに類型化した場合の優占種

ID	第1	第2
	優占種	優占種
1	トドマツ*	ミズナラ
2	エゾマツ	トドマツ
3	トドマツ	シナノキ
4	トドマツ	ミズナラ
5	トドマツ	ダケカンバ
6	ダケカンバ*	カエデ類
7	ダケカンバ	エゾマツ
8	ミズナラ*	イタヤカエデ
9	ミズナラ	イタヤカエデ
10	ブナ	イタヤカエデ
11	ハンノキ類	ヤナギ類
12	ハルニレ	ハンノキ類
13	シナノキ	イタヤカエデ
14	アカエゾマツ	トドマツ
15	イタヤカエデ	シナノキ
16	カンバ	ミズナラ
17	シラカンバ	ミズナラ
18	ヤナギ類	ハンノキ類
19	オヒョウ	ハンノキ類
20	ヤチダモ	イタヤカエデ
21	ウダイカンバ	イタヤカエデ
22	イタヤカエデ	ミズナラ

*：純林状を呈した林分を示す。

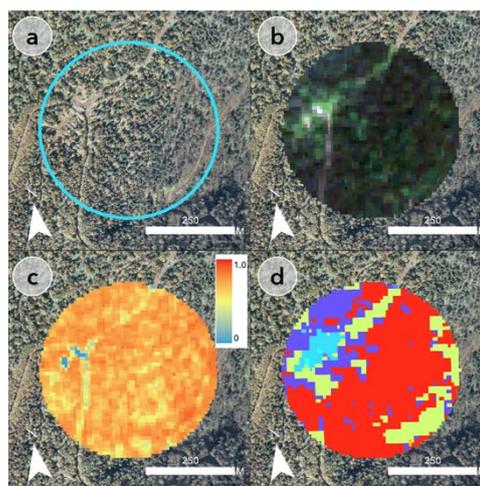


図-1 教師なし分類に用いた衛星画像と分類結果の例

a：円が分類解析対象範囲（中心が教師データ位置）、
b：トゥルーカラー表示、c：植生指数表示、d：教師なし分類の結果各色は教師なし分類の分類タイプを示す。
背景画像は地理院タイル（全国最新写真）

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

針葉樹人工林の成績の違いが侵入広葉樹の群集構造と動態にどのように影響するのか？

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関（協力機関）：北海道大学、千葉大学、
（北海道水産林務部林務局森林計画課）

研究期間：令和2年度～4年度 区分：公募型研究

研究目的

針葉樹人工林に侵入した広葉樹の生育実態を把握するとともに、広葉樹の成長特性を明らかにし、広葉樹の侵入した針葉樹人工林の管理方法について検討するための知見を得る。

研究方法(調査地概要や調査方法)

解析対象：全道の針葉樹人工林（約500箇所）
プロット面積：0.1ha
林 齢：15年生以上

内容：
 ・多地点の毎木調査データの精査
 ・針葉樹、広葉樹別の胸高断面積合計、本数の集計
 ・種組成の解析：非計量多次元尺度構成法による調査地の座標付け

研究成果

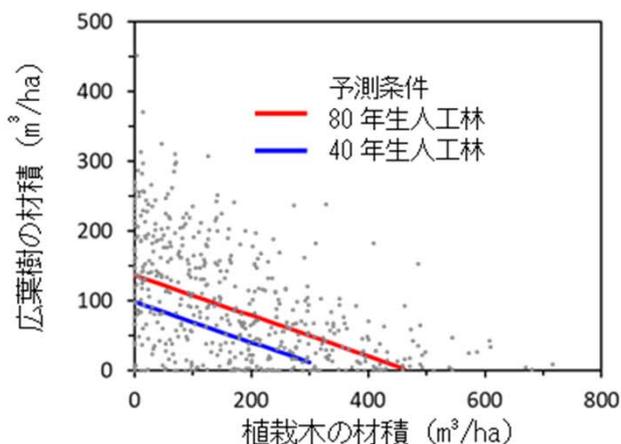


図-1 植栽木の林分材積と広葉樹材積との関係
実戦は予測値を示す。

植栽木の材積は広葉樹の材積、本数（胸高直径5cm以上）に対して負の効果を与え、林齢は正の効果を持っていた（図-1）。また広葉樹本数には人工林の樹種も影響しており、林齢や植栽木の材積が同じであればトドマツに比べてカラマツ人工林で多くなることが示された。

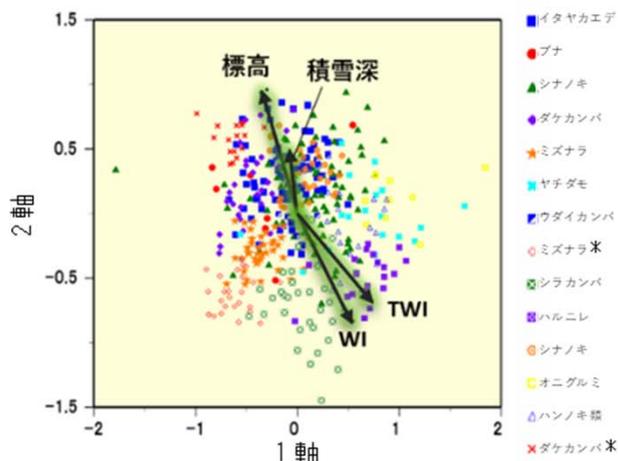


図-2 種組成の非類似度に基づく調査林分の座標と関連する環境要因（非計量多次元尺度構成法）

WI:暖かさの指数、TWI：地形湿潤指数

*：純林を示す。

針葉樹人工林における広葉樹の種組成タイプを類型化し、種組成タイプと植栽木の材積、立地環境との関係を解析した結果（図-2）、種組成タイプは植栽木材積と独立であり、生育立地の標高や暖かさの指数（WI）、水分環境（TWI）によって影響されていた。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

市町村における人工林資源持続可能性評価ツールの開発

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関：北海道水産林務部林務局森林計画課

研究期間：令和3年度～令和5年度 区分：経常研究

研究目的

北海道の人工林面積の内47%を占める一般民有林は、地域森林管理のマスタープランに位置づけられる市町村森林整備計画に基づき森林管理がなされており、市町村では人工林資源の持続的供給を具体的に計画し、実行管理する必要があるが、現状の伐採量が持続可能な水準かどうかの評価方法が確立していない。そこで、各市町村でのカラマツ及びトドマツ人工林を対象に、伐採量や造林量等を変数とした人工林資源の長期推移及び持続可能性の可視化を行える人工林資源持続可能性評価ツールを開発する。

研究方法

①林業に関わる社会経済的因子による市町村の分類及び減反率の推定
木材生産及び原木需要に関する社会経済的因子から各市町村を分類する。また、人工林面積及び伐採面積から、主伐や間伐時期を推定する。

②市町村別林分成長量及び材積テーブルの調製
各市町村のカラマツ及びトドマツ人工林における地位、径級分布、立木密度に関する既往資料の整理及び現地調査を行い、林齢毎の成長量及び材積テーブルを調製する。

研究成果

1) 林業に関わる社会経済的因子による市町村の分類及び減反率の推定

- カラマツ及びトドマツ一般民有林について、市町村別の減反率分布の傾向と林業に関連する属性（地位、素材生産従事者数、高性能林業機械数、近郊の製材工場数及び原木価格）との対応関係を分析した。その結果、減反率分布に対して地位、近郊の製材工場での原木消費量、林業従事者数の影響が大きかった（図-1）

- 上記を基に、森林面積が小さく減反率が直接計算できない市町村の減反率分布を推定し、市町村別の平均伐採齢を算出した（図-2）。

2) 市町村別林分成長量及び材積テーブルの調製

- 全道のトドマツ及びカラマツ類人工林を対象とし、地位指数別及び植栽本数別の林分材積テーブルを作成した。植栽本数を500本刻みで1000本/ha～3500本/ha（6通り）とし、地位指数をトドマツは全道平均17を中心に10～24、カラマツは平均23を中心に17～30のそれぞれ90組み合わせを想定した。

- 人工林資源予測ツールのデモ版（EXCELで動作）及び使用マニュアルを作成し、市町村の担当者等に試用してもらい、使用上の改善点を抽出した。

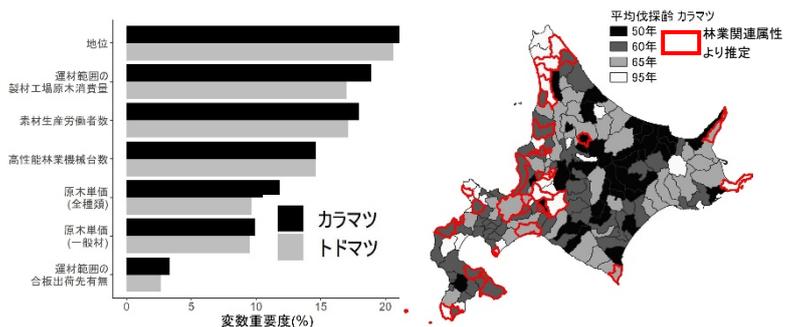
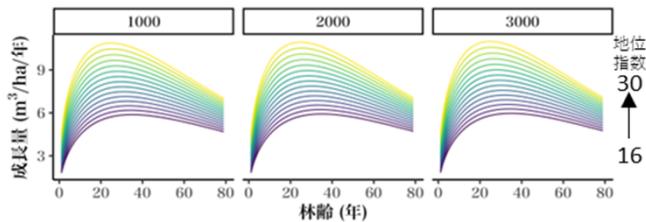


図-1 各樹種における減反率に対する林業関連属性の影響度

図-2 市町村別平均伐採齢（カラマツ）

カラマツ



トドマツ

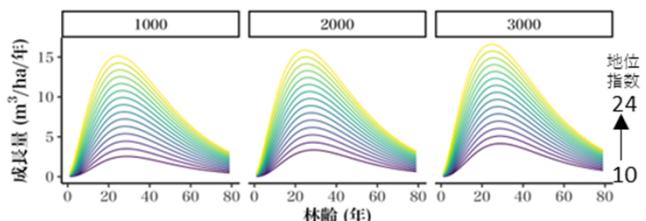


図-3 カラマツ及びトドマツの地位別・本数別連年成長量

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

森林施業プランナー育成対策事業「実践研修」(主催：北海道森林組合連合会 令和4年10月4日開催)での情報提供及びデモ版の資源予測ツールの提供

食葉性昆虫の大規模食害による失葉下での異常な木質形成のメカニズムの解明

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関：北海道大学（主管）、信州大学

研究期間：令和2年度～令和4年度 区分：公募型研究

研究目的

道内の主要樹種であるカラマツとウダイカンバを対象に、成長期の失葉が光合成産物の分配を通してどのように木質形成に影響するのか？そのメカニズムを明らかにすることを目的とする。

研究方法

実施場所：林業試験場

年輪解析（対象）：樹齢約90年のウダイカンバ（奈井江町：40個体）
樹齢54年のカラマツ（足寄町：30個体）

方法

年輪解析：ウダイカンバ、カラマツから採取したコアサンプル用いて年輪幅の測定
解 析：年輪幅の標準化と気象要因との関係解析

研究成果

ウダイカンバ（奈井江町）



カラマツ（足寄町）



図-1 年輪解析に用いたウダイカンバ、カラマツのコアサンプル

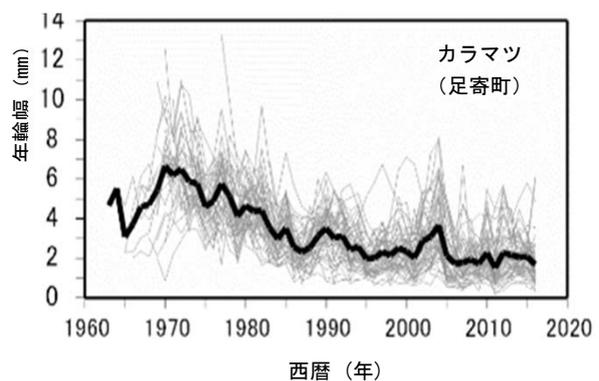
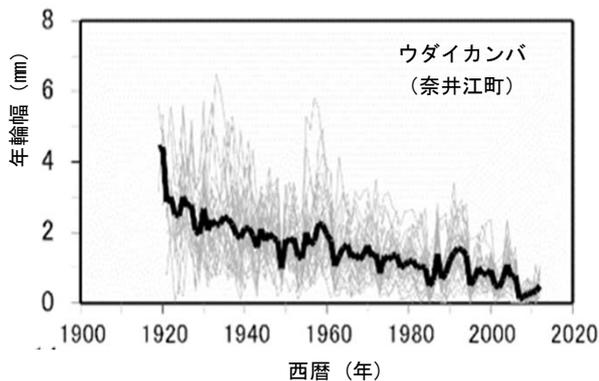


図-2 ウダイカンバ、カラマツにおける年輪幅の年次推移

- ・ 樹齢約90年のウダイカンバ（図-1）、54年生のカラマツを対象に年輪幅データと気候因子（月平均気温、月降水量など）を基に食害が発生した可能性のある時期を抽出した。
- ・ 両樹種の年輪幅データ（図-2）から年輪幅指数をそれぞれ算出した。年輪幅指数を気候要因（月ごとの平均気温、降水量）から推定する予測式を構築し、年輪幅指数の年次推移の理論値を算出した。
- ・ 推定した年輪幅指数（理論値）と実測値の差から気候以外の要因によって年輪幅の減少した年を抽出した結果、ウダイカンバでは1988年と1994-1995年、カラマツでは1986-1988年に年輪幅指数が理論値に比べて低くなっていた。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・ 大野泰之、渡邊陽子（2023）北海道におけるクスサンの発生状況と樹木への影響. 北方林業74: 1-4.
- ・ 大野泰之、渡邊陽子（2023）傷害や虫害に対する樹木の応答（個体レベルの応答）. 木本植物の被植防衛（共立出版、小池孝良ら編）.

路網整備候補林分の抽出手法の検討

担当G：道北支場

研究期間：令和4年度～令和6年度

区分：受託研究（中川町）

研究目的

高性能林業機械の導入など効率化を進めるには、作業システムに適合した路網が不可欠であり、そのためには資源や路網の現状や今後の施業計画、作業システムなど専門的知識をもつ多様な情報を統合する必要がある。そこで、林業試験場のこれまでの研究成果を活用し、中川町の民有林をフィールドとして、新たに路網整備をすることの有効性が高い林分を抽出することにより、市町村内での路網整備に向けた検討過程の事例を示す。

研究方法

調査地：中川町内の一般民有林（大学演習林を除く）

調査項目：既存資料や踏査による路網の現況把握
標準地調査および衛星画像による森林資源の現況把握

研究成果

1. 路網の現況把握

中川町内北部を踏査したところ、路網の現況は国土地理院数値地図（国土基本情報）の道路中心線データとおおむね一致していたが、一部で現状では通行できない区間やデータにないが通行できる区間が存在した（図-1）。



図-1 人工林と路網の配置

道路中心線は国土地理院数値地図のデータをもとに、踏査により修正。森林の区画は北海道の森林区域データによる。

2. 森林資源の現況把握

40～45年生のトドマツ人工林4林分における毎木調査の結果を「北海道版トドマツ人工林収穫予測ソフトver1.40」に入力した。地位指数は17～19、現状の立木本数はソフトで推奨される施業体系図よりも多かった（図-2）。

12～33年生のアカエゾマツ人工林において、UAVで撮影した画像を解析して樹冠を抽出し、樹高を計測した（図-3）。地位指数は15～20と推定された。

広葉樹の混交状況を把握するため、衛星画像の教師無し分類を試みた（図-4）。カラマツと落葉広葉樹は区別できなかったが、常緑針葉樹と落葉広葉樹はおおむね判別できた。

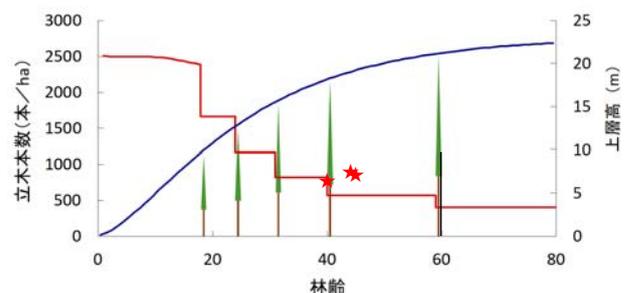


図-2 地位指数18の場合のトドマツの施業体系図

★は毎木調査実施林分の現況を示す。



図-3 UAV画像からAIで抽出したアカエゾマツ樹冠
抽出されていない部分は広葉樹やカラマツの樹冠



図-4 トドマツ、アカエゾマツ人工林の分布（赤線）と衛星画像（左）の教師無し分類結果（右）（2021年10月14日Sentinel-2A画像、解像度10m）

保残伐の大規模実験による自然共生型森林管理技術の開発

担当G：森林環境部環境G、森林経営部経営G、道北支場

共同研究機関（協力機関）：森林総合研究所（主管）（北海道水産林務部森林環境環境局 道有林課、空知総合振興局森林室、北海道大学、エネルギー・環境・地質研究所）

研究期間：平成30年度～令和4年度 区分：公募型研究

研究目的

2013年から北海道で開始した国内初の保残伐の長期・大規模実証実験において、伐採2～8年後を対象に生物多様性、水土保全機能、木材生産性に与える保残伐の影響を調査する。そして、その結果を伐採前のデータとあわせて解析することで、保残伐の初期の効果を明らかにし、各要因への効果を統合した、自然共生型森林管理技術を開発する。

研究方法(調査地概要・調査方法)

調査地域：道有林空知管理区225～250林班
 実験区：広葉樹単木少量保残区（単木少量）、広葉樹単木中量保残区（単木中量）、広葉樹単木大量保残区（単木大量）、群状保残区（群状）、人工林皆伐区、小面積皆伐区、広葉樹天然林対照区、人工林対照区

各実験区は3セット（小面積皆伐区のみ2セット）
 生物多様性：鳥類、林床植生、枯死材性甲虫
 水土保全機能：無機イオン、流量観測、底生動物
 木材生産性：植栽木と保残木の生残と成長

研究成果

生物多様性調査

- 鳥類の種数は皆伐、単木少量保残区では森林性鳥類が大きく減少したが、中量、大量保残区では減少傾向を抑えられることがわかった（図-1）。生態的に見ると、大きく減少したのは、樹洞や樹上で繁殖する種であった。
- 伐採後の下層植生の種組成は、群状保残区の保残部では変化が少なかったが、単木保残区では広葉樹保残量に関わらず種数は増加し、皆伐区と類似していた（図-2）。

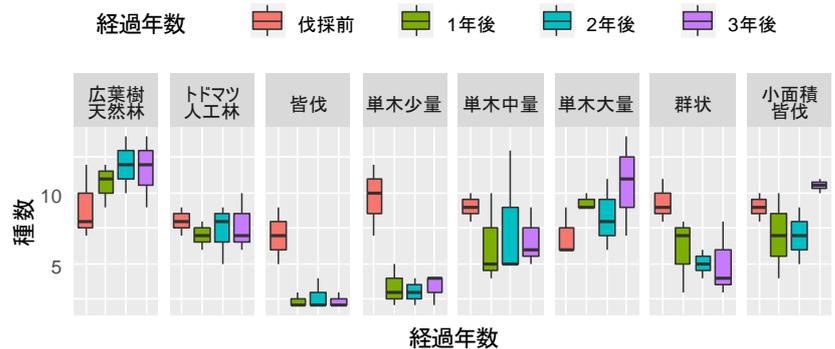


図-1 実験区の中心部の半径50m円内で観察された鳥類種数の変化

- 保残木密度の低い実験区で伐採3年後まで保残木が枯死し顕著に減少したが、その後は下げ止まりの傾向がみられた（図-3）。

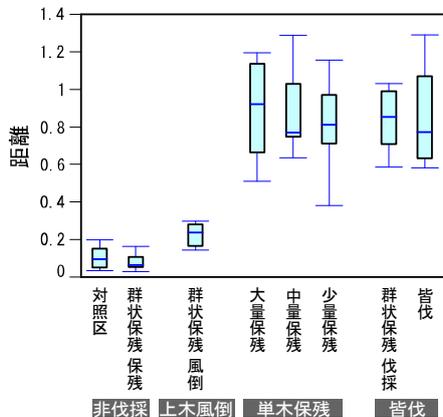


図-2 伐採前から伐採3年後までの種組成変化（変化の大きさを、非計量多次元尺度法による植生座標の平均移動距離として示した）

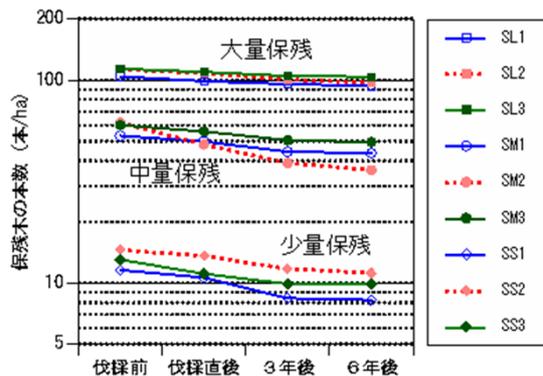


図-3 保残木本数の推移
 SL：少量保残、SM：中量保残 SS：少量保残
 1～3は設定年の違いを示す

水土保全機能調査

- 伐採区では保残量にかかわらず伐採年に年間流出率（降水量に対する流出量）が増加したが、その後は減少し、蒸発散量の回復を示唆した。大量保残区では伐採3年後以降、伐採前よりも1割以上減少した（図-4）。
- 伐採3年後に皆伐区、中量保残区で硝酸態窒素比負荷量が増加したが、4年後以降いずれの伐採区も減少し、皆伐、大量保残区では減少傾向が顕著であった（図-5）。このことは、保残区における伐採直後の窒素流出抑制効果を示唆する。

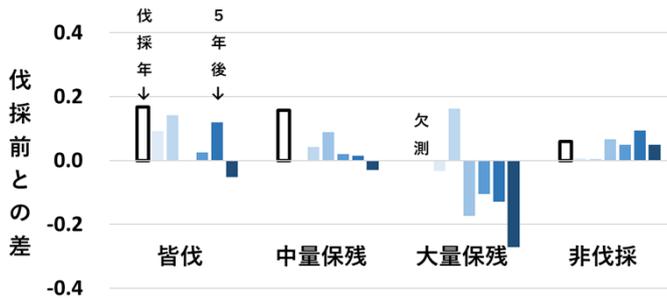


図-4 伐採前後の年間流出率（流出量／降水量）の変化

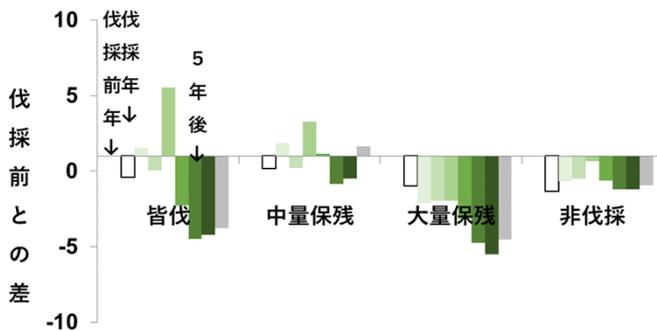


図-5 伐採前後の硝酸態窒素比負荷量（平水時）の変化
※比負荷量＝単位流域面積当たりの流出量（g/day/ha）

木材生産性調査

- 再造林されたトドマツの樹高成長は処理間で差が認められ、大量保残区の成長量が最も低かった（図-7）。
- 保残木の枯死要因の多くは強風による根返りや幹折れであった。根返りの割合が高かったのは、ダケカンバ、ケヤマハンノキなどで、ハリギリは幹折れが多く、イタヤカエデは生残率が高かった。

- 保残量の有無・程度と濁りの量には対応がなく、皆伐、大量保残区では、伐採翌年に台風による大雨で、沢を横断する集材路等の影響により濁りが発生した（図-6）。

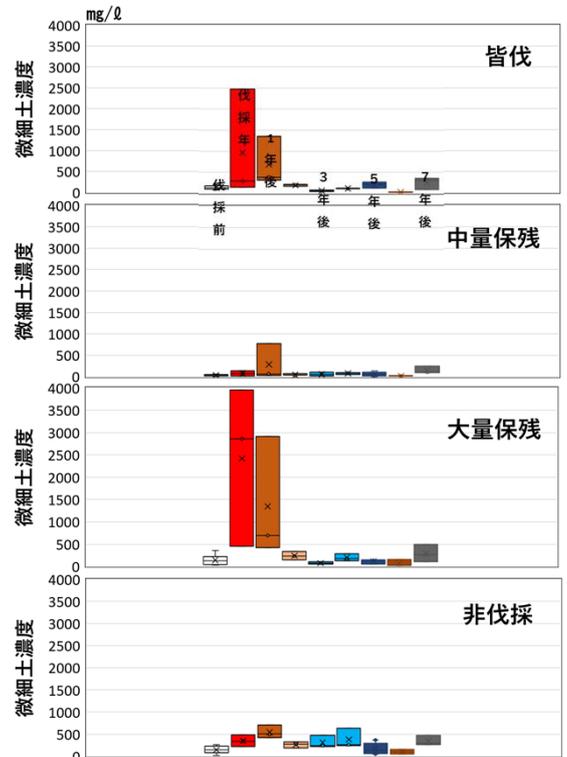


図-6 伐採前後の出水時微細土濃度（mg/L）
（各年の上位3回を示す）

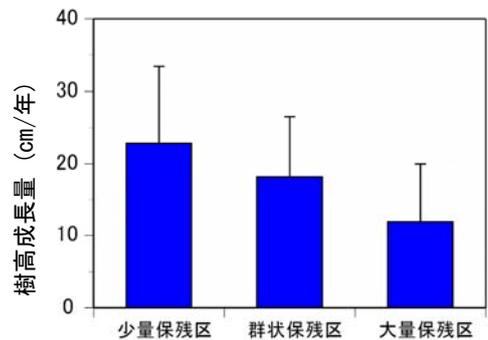


図-7 トドマツ植栽木の処理区別の樹高成長量（2017～2021年の樹高成長）
群状保残区は保残部林縁の植栽木

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- Akashi N (2023) Responses of understory vascular plant communities up to 6 years after retention harvesting in planted *Abies sachalinensis* forests. *Forest Ecology and Management*, 538: 120991
- Yamaura N, Unno A & Royle J A(2023) Sharing land via keystone structure: Retaining naturally regenerated trees may efficiently benefit birds in plantations. *Ecological Applications* 33: e2802
- 明石信廣（2023）下層植生に対する保残伐の効果と保残木の生残. *北方森林研究* 71
- 長坂 有（2023）水土保全機能の保持から見た保残伐の効果. *北方森林研究* 71

森林の多面的機能の評価における LiDARデータの利用可能性の検証

担当G：森林環境部環境G

協力機関：厚真町、森林総合研究所、北海道大学、三菱マテリアル株式会社、
京都府立大学

研究期間：令和4年～令和7年度 区分：経常研究

研究目的

本研究では、カラマツ人工林を対象に、森林の多面的機能評価におけるLiDARデータの利用可能性および各機能を精度良く説明できる指標を明らかにすることを目的とする。

研究方法

●研究項目

- 1) LiDARデータを含む環境情報の整備（現地調査、GIS解析、点群解析）
- 2) 森林の多面的機能の評価（現地調査、室内分析）
- 3) LiDARの利用可能性の検証（統計解析）

●調査地域

- ・安平町および厚真町内のカラマツ人工林

●対象とする機能

- ・生物多様性保全
- ・水源涵養
- ・物質生産

研究成果

1) LiDARデータを含む環境情報の整備

- ・三菱マテリアル株式会社の所有する安平および厚真町内の社有林に、計16か所の調査プロットを設置した（図1）。
- ・2022年の秋季にUAV-LiDARによる森林および地形計測を実施した。また毎木調査の結果、カラマツの平均DBHおよび林齢のレンジは、23.9～44.7cmおよび31-65年であった。

2) 森林の多面的機能の評価

- ・対象とした3タイプの多面的機能のうち、生物多様性保全機能を評価するため、植生調査（樹木、草本）、チョウ類調査、カミキリ類調査を実施した。
- ・毎木調査では、計31種518本を確認した。
- ・下層植生調査では、計100種（木本33種・草本67種）記録されたが、クマイザサの出現頻度(92.4%)と植被率(53.2%)が最も高かった。
- ・チョウ類については、計21種393頭を確認した。チョウ類に関する予備解析の結果、個体数・種数共に調査時に開花している花数と正の相関が認められ（個体数： $R^2=0.31$ 、種数： $R^2=0.55$ ）、林内のヨツバヒヨドリやアザミ類などエサ（吸蜜源）量が、訪花昆虫の多様性に寄与している可能性が示唆された。
- ・カミキリ類については採集個体の大まかな分類を終えており、今後、種の同定を行う予定である。

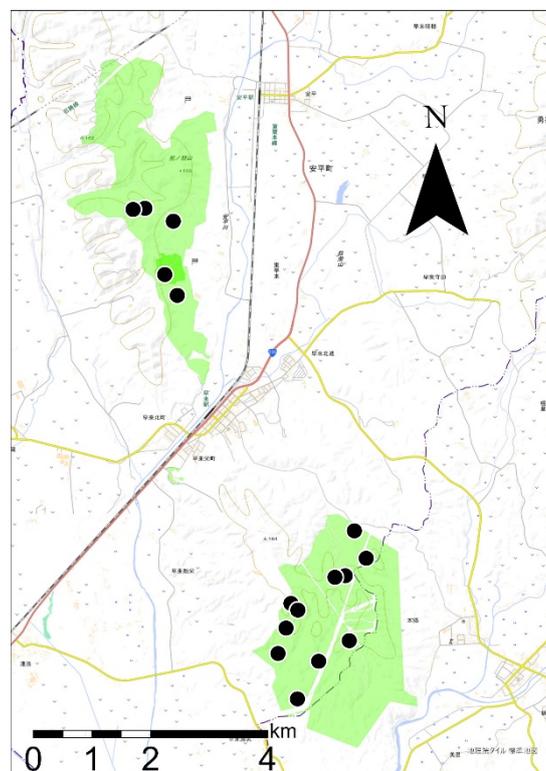


図-1 2022年度に設置した調査地点。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

風害地形の流体計算による再現に関する研究

担当G：森林環境部環境G
 研究期間：平成4年度～令和7年度 区分：公募型研究

研究目的

本研究では、過去の記述や各種の記録に残る森林風倒害と地形の複雑な関係について、①現在の流体計算技術によって再現可能か、②何が一般的に認められる関係なのかを明らかにする。

研究方法

- | | |
|--|---|
| <p>●調査地</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長崎県対馬（1987年台風12号被災地） ・北海道上川、石狩、胆振、日高地方（洞爺丸台風被災地） | <p>●調査方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各種記録に残る風倒被害地分布の整理（GIS）、文献に出現する風害地形の風の動きによる分類 ・流体計算による強風域再現と被害地分布との対応 |
|--|---|

研究成果

●各種記録にのこる風倒被害地分布の整理
 洞爺丸台風（北海道）、1987年台風12号（長崎県対馬）の風倒被害地分布をGIS上に入力、データ整備を行った（図-1）。また、文献（表-1※3）に出現する風害地形を関係する風の動きによって分類し、従来の研究で風倒被害との関係が指摘されている地形因子（露出度・斜面方位）との関連を整理した（表-1）。

表-1 風害地形の種類

記号	風の動きによる分類 (※2)	風害地形の種類 (※1)	風害地形の出現 (※3)			風害地形との 関連 (※4)	
			洞爺丸 北海道	T8712 長崎	T0418 宮島	露出度	斜面方位
a	直接当たる	風向斜面山腹、風向急斜面	✓			—	○
b	乗り越える	風背地（吹きおろしの風にあたる場所）	✓	✓	✓	—	×
c	収斂する	尾根・鞍部・沢の谷頭・山体の側面・高標高地	✓	✓	✓	○	○
d	谷が導く	風向に沿った谷筋の谷壁・谷頭など	✓	✓	✓	×, —	○, —
e	谷が曲げる	谷筋によって曲げられた先の谷頭	✓	✓		—	×
f	吹き渡る	広い高原、広い緩斜面	✓			○	—
g	乱流による突風	斜面が斜めに風を受けた時の浅い谷や窪地	✓			×	—

※1 風害の発生しやすい地形を略して風害地形という（玉手1958）。ここでは風害地形の種類を一般的な用語で記述した。
 ※2 風害地形の整理のため、関係する風の動きによって分類。風害地形は2つ以上の風の動きに由来することがありうる。
 ※3 洞爺丸、T8712、T0418は台風名である。洞爺丸：玉手（1958）、T8712：七里（1989）、T0418：丸山ら（2006）。
 ※4 文献の記載から、露出度・斜面方位との関連が想定できるもの。 ○：正の関連 ×：負の関連 —：関連不明。

●流体計算による強風域再現と被害地分布との対応
 1987年台風12号による風倒被害地（長崎県対馬）において、工学モデルのみの強風域再現を行い（メッシュサイズ50m）、風害地形との対応を検討した（図-1）。表-1に整理した「c収斂する」、「e谷が曲げる」に關係する風害地形は、再現できる可能性が認められた。しかし再現可能性が低いケースもあったため、引き続き検討が必要と考えられた。

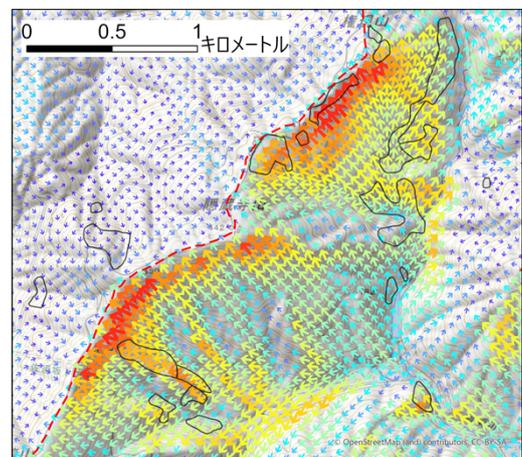


図-1 工学モデルにより推定された1987年台風12号の南東風による風向風速分布（長崎県対馬）

矢印の向きは風向、矢印の大きさ及び色は風速の相対的な大きさ（色については、青、緑、黄、橙の順に風速が大きくなり、赤が最大）、黒枠線は風倒被害地、赤破線は尾根を表す。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

野ネズミ発生予想の精度向上と再造林時に発生する枝条が野ネズミ被害に与える影響の解明

担当G：保護種苗部保護G、道北支場

協力機関：北海道水産林務部林務局森林整備課、北空知森林組合

研究期間：令和3年度～令和5年度 区分：経常研究

研究目的

近年のエゾヤチネズミ発生数の変動に基づいた新たな予測式を開発するとともに、野ネズミの種判別の誤判定を少なくすることにより、発生予想の精度を向上させる。再造林時に発生する枝条集積地が野ネズミ被害に与える影響を明らかにする。

研究方法

- 野ネズミ識別の誤判定事例の分析
2022年6月、8月、10月に一般民有林で実施された野ねずみ発生予察調査を対象に、捕獲された野ネズミの写真を用いて、野ネズミの誤判定を分析。
- 集積された枝条が野ネズミ被害に与える影響の解明
深川市のカラマツ人工林内におけるエゾヤチネズミの生息数と野ネズミ被害の発生状況を調査。

研究成果

1. 野ネズミ識別の誤判定事例の分析

野ねずみ発生予察調査において、エゾヤチネズミとして報告された749頭のなかに、エゾアカネズミが9頭、ヒメネズミが16頭などエゾヤチネズミ以外のネズミ（トガリネズミを含む）が38頭含まれていた。また、エゾアカネズミやヒメネズミなど他のネズミとして報告されたものにはエゾヤチネズミが15頭含まれており、実際のエゾヤチネズミは726頭であった（表-1）。

表-1 野ネズミ3種の報告数と実際のネズミ数の関係

報告数	実際のネズミ			
	エゾヤチネズミ	エゾアカネズミ	ヒメネズミ	その他
エゾヤチネズミ	749	9	16	13
エゾアカネズミ	2	751	234	0
ヒメネズミ	1	9	414	17
その他	12	16	14	
計	2219	726	785	30



写真-1
野ネズミに食害されたカラマツ

2. 集積された枝条が野ネズミ被害に与える影響の解明

2020年11月に約1.2haの調査地に186個のワナを4日間設置した結果、22頭のエゾヤチネズミがのべ57回捕獲された。翌年の5月における植栽木の被害は1,538本中183本（被害本数率11.9%）であった。

2021年11月の調査では15頭のエゾヤチネズミが、のべ45回捕獲され、植栽木1,378本のうち22本（1.59%）に被害が確認された。両年ともに枝条集積地付近でエゾヤチネズミが捕獲され、枝条に近い植栽木（写真-1）ほど被害を受ける確率が高かった。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 明石信廣・雲野 明・中田圭亮（2022）野ネズミ発生予察調査によるエゾヤチネズミ捕獲数、積雪および殺そ剤散布と植栽木被害の関係。日本森林学会誌104：235-240。
 南野一博（2022）「野ねずみ発生予察調査」における誤認事例と見分け方。光珠内季報205：6-12。
 南野一博（2022）北海道における野ネズミ被害と防除の変遷。森林技術967：8-11。
 南野一博（2022）哺乳類3種による獣害の特徴と見分け方—カラマツ幼齢木の被害を中心に—。北方林業73：71-74。

ニホンジカによる植生への現在の影響は深刻なのか？ 過去数千年の個体群動態からの検証

担当G：道北支場

共同研究機関：森林総合研究所（主管）、岐阜大学、山梨県森林総合研究所、
兵庫県立大学

研究期間：令和3年度～令和6年度 区分：公募型研究

研究目的

近年、日本各地でニホンジカの個体数が増加して植物種多様性が著しく低下する等の現象が生じており、植生への影響度を低減することが求められている。しかし、ニホンジカは日本の在来種であるため、現在見られるような植生への影響が過去にも生じていた可能性がある。そこで、ニホンジカとニホンジカの嗜好性植物、不嗜好性植物の塩基多型から、過去の個体群サイズを地域ごとに推定することにより、現在のニホンジカによる植生への影響度を、過去数千年スケールで位置付けて評価する。

研究方法

調査地

北海道道央以東の各地（収集済エゾシカサンプルの収集範囲）

北海道における採集候補植物種

アキノキリンソウ、ツリフネソウ、クリンソウ、フタリシズカ

研究成果

植物試料の採集

芦別市、厚真町、様似町、えりも町、旭川市、上川町、天塩町、津別町、西興部村、新得町、釧路町、厚岸町、浜中町において候補種を探索し、4種合計293点のサンプルを採集した（図-1）。

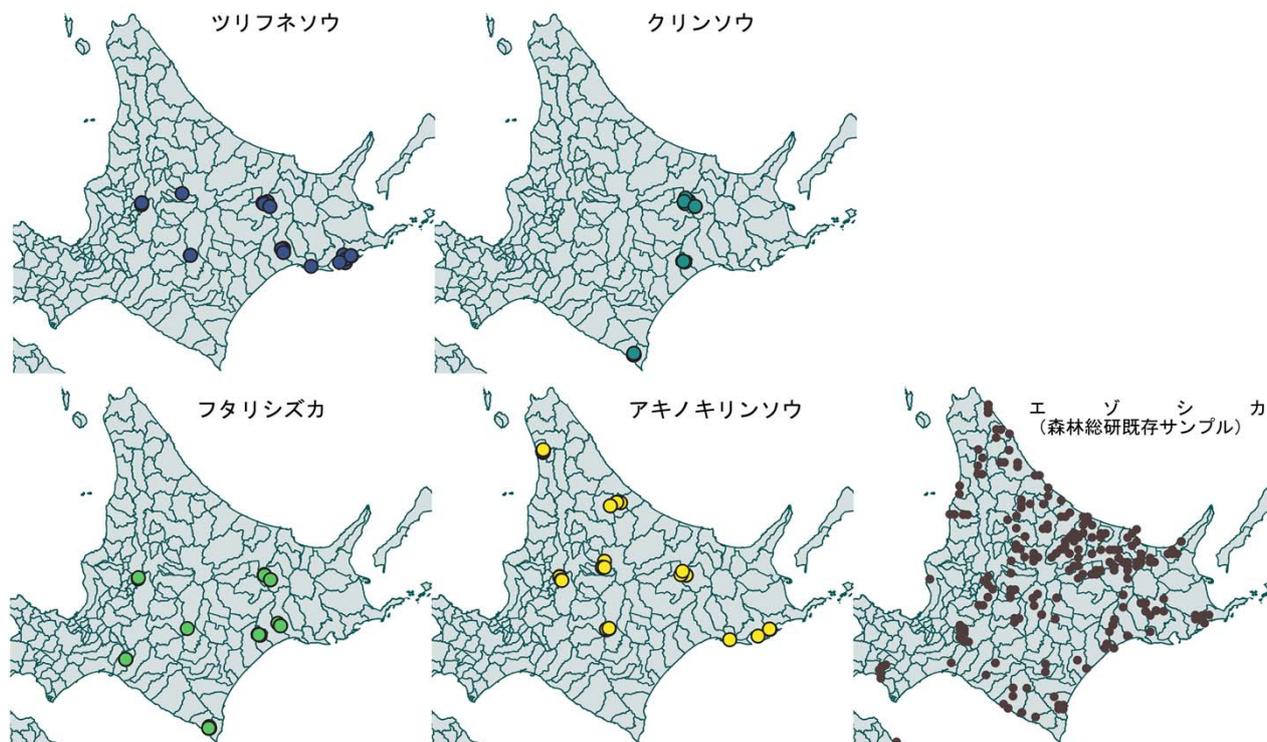


図-1 2021年度及び2022年度の試料採集地点

ニホンジカ忌避剤の複数回散布による効果試験

担当G：保護種苗部保護G、道北支場

協力機関：厚真町

研究期間：令和4年度 区分：受託研究（林業薬剤協会）

研究目的

カラマツが適用対象となっていない忌避剤について、ニホンジカに対する食害防止効果を明らかにする。

研究方法

調査地：厚真町有林 カラマツ2年生
 処理方法：試験薬剤1回散布区、2回散布区、対照薬剤区、無処理区（各30本×3反復）
 散布日：1回目散布（6/20）、2回目散布（8/4）

試験期間：6月20日～9月21日
 調査項目：当年枝の伸長量、期首樹高、期末樹高、食害の発生状況、薬害の発生状況

研究成果

1. 当年枝の伸長量、樹高

93日後の平均伸長量、期首樹高、期末樹高はいずれの処理間にも有意差は認められなかった（図-1）。

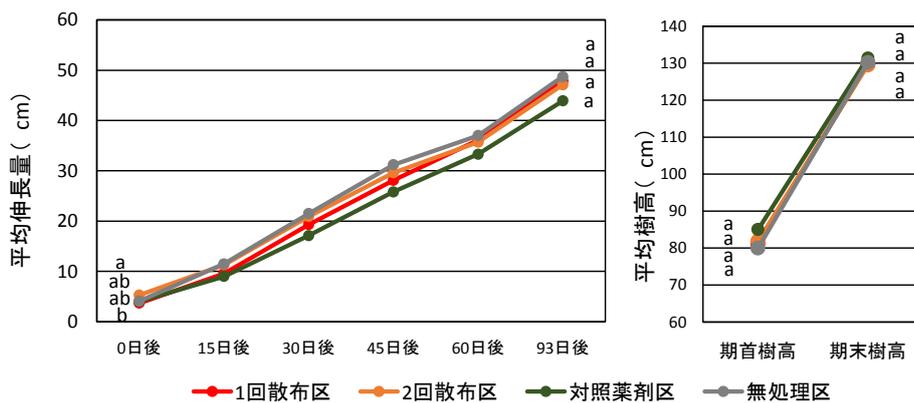


図-1 各処理区における平均伸長量および平均樹高の変化（同じアルファベットは有意差がないことを示す。）



写真-1 各調査項目の測定位置

2. 食害の発生状況

ニホンジカによる食害は、散布60日後には試験薬剤区（1回散布区、2回散布区）が無処理区よりも有意に少なく、93日後は2回散布区が他の処理区よりも有意に食害が少なかった（図-2）。

表-1 食害程度の区分

区分	食害状況
—	食害が全く認められない
I	苗の先端一部をわずかに食害
II	苗の10% 前後の枝の先端を食害
III	苗の30% 前後の枝の先端を食害
IV	苗の50% 前後の枝の先端を食害
V	苗の全葉を食害



写真-2 ニホンシカによる食害

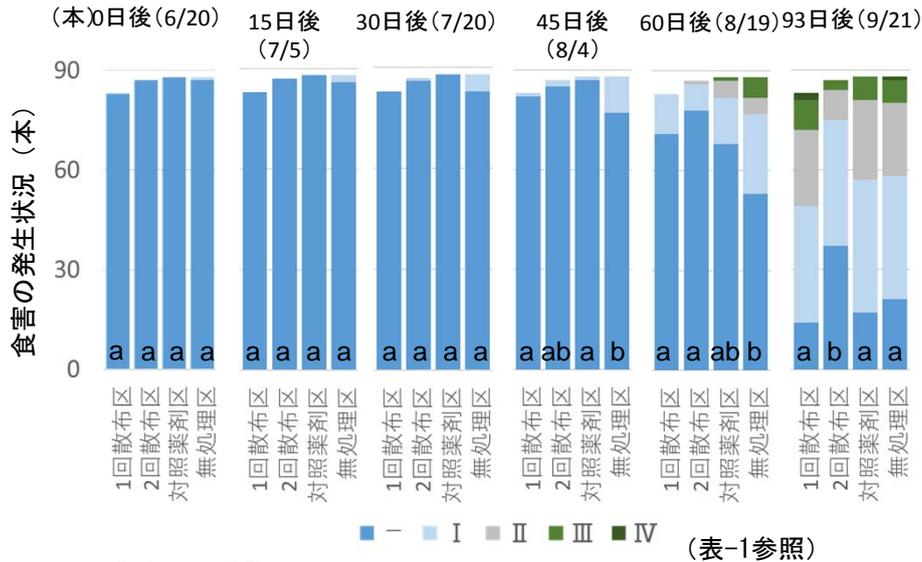


図-2 食害の発生状況
同じアルファベットを付したものは、5%水準で有意差がないことを示す。

3. 薬害の発生状況

薬剤散布から15日後の調査では、試験薬剤区（写真-3）、対照薬剤区（写真-4）ともに薬害による葉の変色が認められ、30日後の7月20日には、試験薬剤区で薬剤の付着した葉の大部分が落葉した供試木も確認された（写真-3）。散布から93日後の調査では、2回散布区で薬害の発生がより顕著にみられた（図-3）。

表-2 薬害程度の区分

区分	薬害状況
0	葉の変色や失葉がみられない
+	葉の変色や失葉がわずかにある
1	葉の1/4程度に変色や失葉がみられる
2	葉の2/4程度に変色や失葉がみられる
3	葉の3/4程度に変色や失葉がみられる
4	葉の大部分に変色や失葉がみられる



7月5日（15日後） 7月20日（30日後）
写真-3 薬害による葉の変色（試験薬剤区）

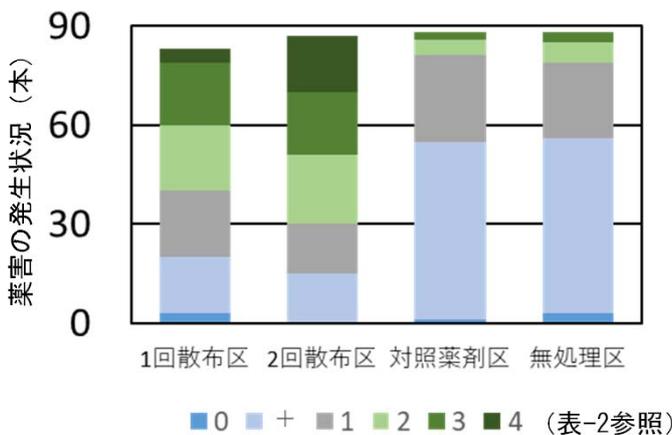


図-3 薬害の発生状況（9月21日）



写真-4 薬害による葉の変色（対照薬剤 7月5日）

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・南野一博・明石信廣（2023）二ホンジカ忌避剤効果試験。令和4年度林業薬剤等試験成績報告集 51-60

北海道のカラマツで急増する大量枯死の原因解明 — 病虫害と衰弱要因の解明 —

担当G：保護種苗部保護G

協力機関：北海道水産林務部、森林総合研究所、日本大学、北海道大学

研究期間：令和2年度～令和4年度 区分：公募型研究

研究目的

北海道ではカラマツがここ数年で急激に衰弱し、大量枯死する事例が発生しているが、枯死原因は未だ特定されていない。本研究では、1) カラマツの直接的な枯死原因となっている病虫害の特定、2) 気象条件などカラマツを衰弱させる要因の特定により、北海道で急増するカラマツの大量枯死の原因を明らかにする。

研究方法

被害多発地における詳細調査

調査地：被害多発地である道東地方の7林分
被害報告が少ない空知・上川地方の6林分

方法：0.1haプロットの毎木調査

測定項目：直径、葉量、キクイムシ被害、ならたけ病、樹脂滲出能等



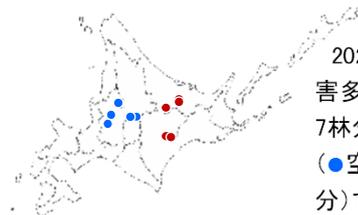
カラマツヤツバキクイムシ



ナラタケ属菌の菌糸膜と根状菌糸束

研究成果

1. 調査林分の被害状況



2020～2022年、被害多発地域(●道東、7林分)、非多発地域(●空知・上川、6林分)で調査

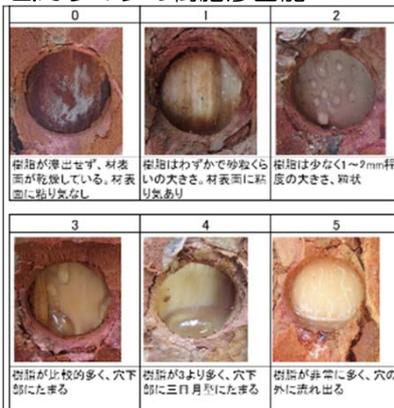
- 各林分の枯死率は0～69.5(平均11.9)%で、道東地方以外でも大量枯死被害が発生していることが明らかとなった。
- カラマツ枯死木で確認された主要な病虫害は、カラマツヤツバキクイムシとならたけ病だった。
- ならたけ病感染率は被害多発地の道東で高く、本病が生立木を衰弱させていることが示唆された。

表-1 林分の枯死率と生立木、枯死木別にみた被害の内訳

所在	枯死率 (%)	生立木の内訳 (%)				枯死木の内訳 (%)			
		無被害	キクイムシのみ	ならたけ病のみ	両被害発生	無被害	キクイムシのみ	ならたけ病のみ	両被害発生
道東	0～15.7 (7.7)	5.9～100 (34.3)	0～8.9 (1.3)	0～94.1 (64.4)	0 (0)	0 (0)	0～66.7 (24.2)	0～75 (35.0)	25～50 (40.8)
空知・上川	0～69.5 (24.3)	54.9～86.2 (70.4)	0 (0)	13.8～44.9 (29.6)	0 (0)	0～100 (31.9)	0～60 (23.9)	0～11.1 (3.7)	0～75 (40.5)

※ ()内は各林分の平均値から算出した地域毎の平均値

2. カラマツの樹脂滲出能



- 枯死率が高くないものの、樹脂滲出能が低い個体が多く衰弱傾向にあるとみなせる林分の存在が明らかになった。

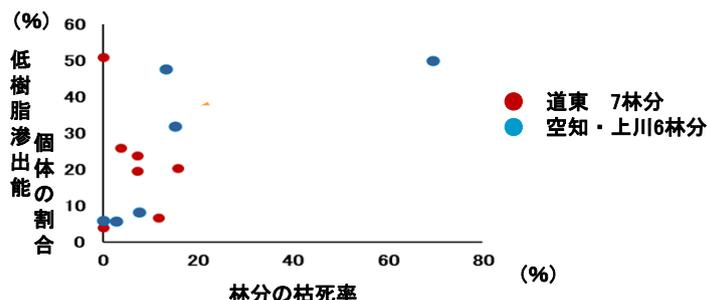


図-1 林分の枯死率と低樹脂滲出能個体の割合

※ 径12mmのポンチで穴を開け、1昼夜後に観察

※ 低樹脂滲出能個体の割合=滲出能0および1の個体数の合計/生立木数

ストレス環境を考慮したカラマツ類の病虫害抵抗性の比較

担当G：保護種苗部保護G、森林経営部経営G

協力機関：北海道水産林務部林務局森林整備課・森林環境局森林活用課、北海道大学、三井物産フォレスト（株）

研究期間：令和2年度～令和4年度

区分：経常研究

研究目的

クリーンラーチをはじめとしたカラマツ類造林での病虫害リスクを考慮した効率的な植栽の実現にむけて、若齢林でのカラマツ類の病虫害発生状況やカラマツ類の病虫害抵抗性の違いを調べるとともに、ストレス環境（乾燥・食葉性害虫などによる失葉）が各樹種の病虫害抵抗性をどの程度低下させるのかを明らかにする。

研究方法

1. 植栽地での病虫害発生状況調査

カラマツ（以下JL）、グイマツ雑種 F_1 （以下 F_1 ）、クリーンラーチ（以下CL）の植栽地における過去の成長記録から、各樹種の植栽初期における枯損原因を推定・比較

JL、 F_1 、CLの混合植栽地でのならたけ病とカラマツ落葉病の発生状況を調査するとともに、カラマツ落葉病と関係するカラマツ類の状態を調査

2. 乾燥と失葉のストレス下での病虫害抵抗性

JL、 F_1 、CLの2年生ポット苗に対して乾燥処理と食葉性害虫の被害を模した失葉処理を2020年と2021年に実施し、2022年は全個体無処理で育成

乾燥・失葉の処理期間中および処理翌年の各樹種の病虫害抵抗性を調査し、葉・根系の病虫害抵抗性及び樹脂による防御能力を樹種間で比較

研究成果

1. 植栽地での病虫害発生状況調査

JLとCLが同時に植栽されている9林分における成長記録を精査すると、5年生時までの枯損原因として、JLでは野鼠害などの獣害が多かったのに対し、CLでは獣害・誤伐以外の枯損が多かった（図-1）。

病害の発生状況を3～12年生の4林分で調べたところ、 F_1 とCLにおいてならたけ病（写真-1）とカラマツ落葉病（写真-2）の発生がJLよりも有意に高かった。ならたけ病はカラマツ類若齢林で枯損被害をもたらす病害であることから、 F_1 やCLでの初期の重要な枯損原因である可能性があった。

カラマツ落葉病は葉の養分状態と関係しており、葉の窒素量が増加すると罹病しやすくなることが分かった。また、前年に乾燥や失葉のストレスを受けていた F_1 やCLでは、カラマツ落葉病に対する抵抗性が増加する傾向がみられた。

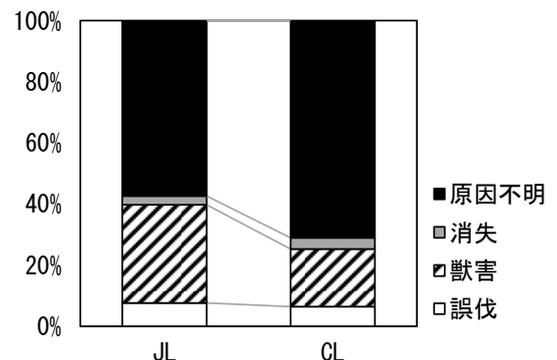


図-1：JL・CL植栽地での枯損原因 5年生時までの枯死個体について、原因別に9林分での平均割合を示す



写真-1：ならたけ病の被害の様子（左）
地際部樹皮下には白色の菌糸膜が見える（右上）
枯損木から発生した子実体（右下、撮影：10月上旬）



写真-2：カラマツ落葉病の被害の様子（左）
感染すると葉に褐色の病斑ができる（右上）
罹病葉は8～9月頃に早期落葉する（右下）

2. 乾燥と失葉のストレス下での病虫害抵抗性

葉：平時ではJLの防御物質量が少なく、食葉性昆虫等の被害を受けやすい可能性があった(表-1)。

また、失葉被害は翌年の葉の防御能力を高めるものの、被害が2年続くとJLでは食害を受けた後に防御能力を高めることができず、食害が深刻化する可能性が示唆された(表-1)。

根系：平時では、JLで防御物質量の総量が多く、病虫害抵抗性が高いと予想された。

乾燥や失葉によって防御物質自体は変化しなかった。しかし、失葉被害後はどの樹種においても根量が大きく減少した上に(写真-3) 餌としての質が高くなっており、加害生物に好まれやすい(=病虫害被害を受けやすい)状態になっていた(表-1)。

樹脂：F₁とCLは2年間の乾燥や失葉のストレスを受けると、翌年ストレスのない状態でも樹脂滲出量が大きく低下した(写真-4)。樹脂はキクイムシ類やならたけ病などに対する重要な防御機構であり、乾燥や食害が続くとF₁やCLではこれら病虫害への抵抗性が低下する危険性が分かった。

JLは前年に失葉や乾燥の影響を受けていても樹脂量の減少は確認されなかった(表-1)。

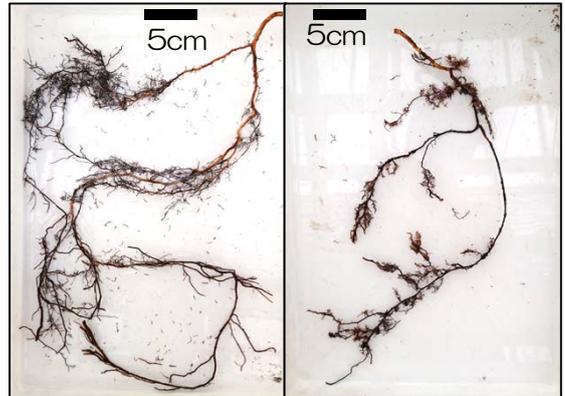


写真-3: CLの根系(無処理(左)と失葉(右)) 同サイズの個体から5mm径の根を採取した様子 失葉個体では根の長さや分枝が減少している



写真-4: CLの樹脂滲出量(無処理(左)、失葉(中央)、乾燥(右)) 6mm径のポンチで樹皮を剥ぎ取った翌日の様子

対照では樹脂が溢れているのに対し、前年まで失葉や乾燥処理を受けた個体ではほとんど出ていない

表-1: 各樹種の平時の病虫害抵抗性と連年で失葉や乾燥の被害があった時の病虫害抵抗性の変化

	葉の病虫害抵抗性				根の病虫害抵抗性			樹脂による防御		
	平時	失葉時	乾燥時		平時	失葉時	乾燥時	平時	失葉時	乾燥時
		静	誘導	静						
JL	小	↗	↘	→	大	↘	→	—	→	→
F ₁	大	↗	→	→	中	↘	→	—	↘	↘
CL	大	↗	→	→	小	↘	→	—	↘	↘

平時…ストレスがない状態での病虫害抵抗性を樹種間で比較した大小関係

失葉・乾燥…各ストレス後における平時と比較した病虫害抵抗性 ↗: 増加、→: 維持、↘: 低下

葉の病虫害抵抗性…静: 樹木が元々備えている防御量、誘導: 病虫害の被害後に誘導される防御量

以上から、F₁やCLではカラマツ落葉病やならたけ病のリスクがJLよりも高いことが明らかとなった。ただし、各病害に対して著しく弱いわけではないので、病害があることを認識した上での森林管理が重要である。

また、F₁やCLは基本的にはJLよりも食葉性害虫に対して高い防御能力を持っているが、食害が連年で発生してしまうと、根系や樹脂による防御が低下することが分かった。そのため、F₁やCL造林地においてハバチ等の連年被害が起きると、風雪害が発生した場合にキクイムシの激害が起きるリスクがある。

研究成果の公表

和田(2022) カラマツ落葉病とクリーンラーチ。山つくり 521:2-3
 和田ら(2023) カラマツ類ポット苗で発生したカラマツ落葉病。北方森林研究 71:47-48

With/Postナラ枯れ時代の広葉樹林管理戦略の構築

担当G：保護種苗部保護G、道南支場

共同研究機関（協力機関）：森林総合研究所（総括）、茨城県林業技術センター、青森県産業技術センター林業研究所、群馬県林業試験場、埼玉県寄居林業事務所、大日本除虫菊(株)、（北海道森林管理局、渡島森林管理署、檜山森林管理署、北海道水産林務部林務局森林整備課・森林環境局森林活用課・森林環境局道有林課、渡島総合振興局林務課・東部森林室・西部森林室、檜山振興局林務課・森林室）

研究期間：令和4年度～令和6年度 区分：公募型研究

研究目的

ミズナラ等のナラ類が枯損するナラ枯れ被害が本州で発生している。被害は北上を続けており、北海道への被害拡大が危惧されている。その対策として、ナラ林を監視・管理する技術や体制の整備が急務である。そこで、ナラ枯れ発生のハイリスクエリアを特定し、行政機関との連携体制を構築する。

（課題全体の目的：「With/Postナラ枯れステージ」への移行を実現するために、気象データによる被害予測、樹幹内の害虫駆除、衛星画像による被害地特定、ナラ類の流通、被害地の更新等について技術開発する。）

研究方法

○調査地

渡島半島（せたな町、長万部町、函館市、松前町等）の国有林、民有林。

ミズナラ含む天然林32地点を広域を対象に選定。

海岸に近い場所を優先的に選定（図-1）。

○調査方法

カシノナガキクイムシをフェロモン成分とエタノールにより誘引し、衝突板トラップ（サンケイ化学）により捕獲（図-2）。

トラップ設置期間は7月上旬から8月上旬。

研究成果



図-1 2022年のカシノナガキクイムシのトラップ設置地点



図-2 設置した衝突板トラップ

・2020年に北海道松前町周辺でカシノナガキクイムシの捕獲試験を開始し、初めて5個体捕獲された（図1中の黒丸の4地点）。

・2021年には、広域の分布状況を把握するため調査地域を拡大してトラップを設置したが、捕獲頭数はゼロだった。

・2022年にも、広域調査を継続したが、すべての地点で捕獲されなかった。

2年連続で捕獲されなかったことから、北海道ではまだカシノナガキクイムシが広域分布していないか、生息していたとしても密度が低いと推測される。

地域特性に応じた再生可能エネルギー供給と 省エネルギー技術の社会実装

2.(1) 木質バイオマスの利用拡大技術の開発

担当G：森林経営部経営G、道北支場

共同研究機関（協力機関）：エネルギー・環境・地質研究所（主管）、林産試験場、
建築性能試験センター、北方建築総合研究所、（当別町、株式会社東日本計装）

研究期間：令和元年度～5年度 区分：戦略研究

研究目的

木質バイオマス利用のための先進的な技術・手法の実証、導入施設におけるバイオマスエネルギーの利用技術の高度化により、木質バイオマスの利用拡大のための政策立案に必要な課題を解決するとともに、その導入プロセスを構築することを目的とする。

研究方法

○現地調査	直径(cm)、樹高(m)
調査対象	トドマツ人工林4小班8プロット
調査区面積	0.04ha(20m×20m)
○UAV空撮	
調査対象	トドマツ人工林2小班4プロット
調査内容	UAV空撮、データ解析

林分材積推定値の比較 (m³/ha)
現地調査データによる林分材積と森林簿との比較
UAV空撮による林分材積との比較

研究成果

- 現地調査において測定した直径及び樹高より調査区内の材積を求め、ヘクタール当たりの林分材積へ換算した。
- UAV空撮画像解析により小班単位での材積を推定し、ヘクタール当たりの林分材積へ換算した。
- 上記現地調査及びUAVにより推定した林分材積(m³/ha)は、特に低蓄積林分で差が大きかった(図-1)。
- 不成績林分における侵入広葉樹の誤認識やUAV画像の質の低さ等が要因であると推察された。

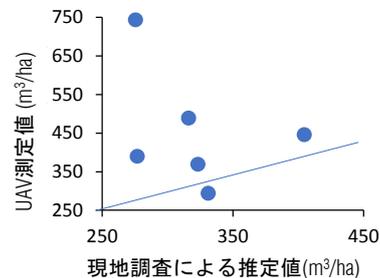


図-1 現地調査及びUAVによる林分材積測定値との比較（直線：y = x）

表-1 林分材積 (m³/ha) の現地調査推定値と森林簿との比較

林小班	林齢	森林簿	現地調査	現地調査／森林簿
A	44	234	529.7	2.3
B	44	234	594.8	2.5
C	52	214	455.8	2.1
D	52	214	685.0	3.2
E	48	249	558.9	2.2
F	62	157	441.6	2.8
G	45	234	549.1	2.3
H	41	208	407.2	2.0

※各小班における複数調査区の平均

研究成果の公表

なし

気候変動に伴う河川生態系のリスク評価 ：統計モデルとメソコスム実験の融合

担当G：森林環境部環境G

共同研究機関：北海道大学（主管）、土木研究所、愛媛大学、熊本大学、九州大学、
トリニティ大学

研究期間：令和元年～令和5年度 区分：公募型研究

研究目的

本研究では、水温モデリング、種分布モデリング、および野外操作実験を統合することで、種・群集・生態系と異なる階層において、温暖化の河川生態系への影響を予測する手法を提案することを目的とする。

研究方法

●研究項目

- 1) 全国スケールでの河川水温推定
 - ・水温および気温の観測ネットワーク構築
- 2) 生物分布の変化予測・将来予測
 - ・水生生物のサンプリングと統計解析

●調査地域

- ・道内（空知川） ・道外（木曾三川）
- ### ●水温観測地点の選定基準
- ・土地利用、河川規模、地質、標高、地形等が流域内ではばつくよう流域全体に複数地点を設定

研究成果

1) 全国スケールでの河川水温推定

・2022年秋季にデータ回収および機器の撤収作業を行い、4カ年にわたる水温観測調査を終了した。

2) 生物分布の変化予測・将来予測

・中部（木曾三川）および北海道（空知川）において、群集構造と夏季平均水温の関係を検証した結果、全地域・分類群において群集構造と夏季平均水温間に有意な関係性が認められた。

・この結果は、夏季水温が河川生物の群集構造決定に重要な役割を果たしており、温暖化が将来的に我が国の河川生態系に深刻な影響を与え得ることを示唆している。

・北海道では流域地質が関与しており、火山岩と非火山岩流域では群集構造が大きく異なっていた（図-1）。火山岩流域では冷水性種がより多くみられ、これは昨年度までに明らかにした「流域地質が持つ地下水涵養を介した水温冷却効果」に起因すると考えられた。

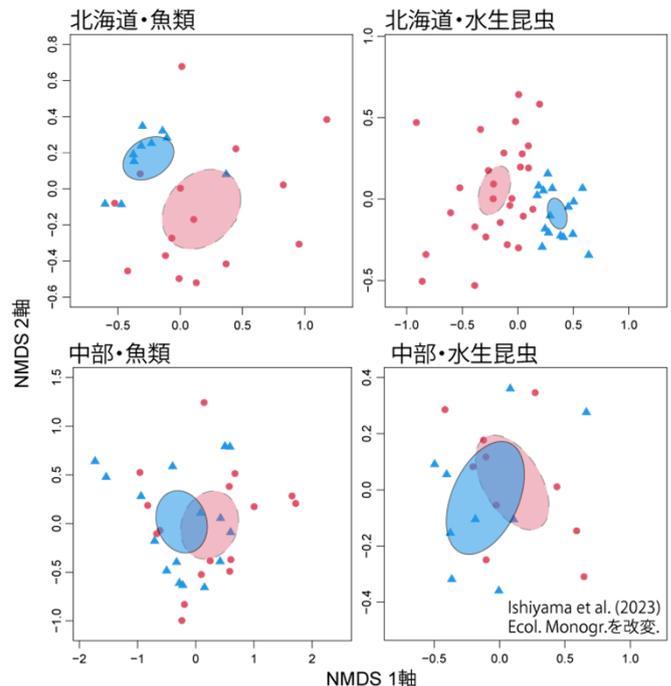


図-1 非計量多次元尺度法（NMDS）による群集構造の可視化。
（▲は火山岩河川、●は非火山岩河川）

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- Garc í a Molinos, J., Nobuo, I., Sueyoshi, M., & Nakamura, F. (2022). Timescale mediates the effects of environmental controls on water temperature in mid-to low-order streams. *Scientific reports*, 12(1), 1-10.
- Suzuki, H., Nakatsugawa, M., & Ishiyama, N. (2022). Climate change impacts on stream water temperatures in a snowy cold region according to geological conditions. *Water*, 14(14), 2166.
- Tolod, J. R., Negishi, J. N., Ishiyama, N., Alam, M. K., Rahman, M. A. T., Pongsivapai, P., ... & Nakamura, F. (2022). Catchment geology preconditions spatio-temporal heterogeneity of ecosystem functioning in forested headwater streams. *Hydrobiologia*, 849(19), 4307-4324.

気候変動下における流域森林の目標像の解明 ：治水と河川生態系保全の両立をめざして

担当G：森林環境部環境G

共同研究機関（協力機関）：東京大学、京都府立大学、名古屋大学、北海道大学、
（国立環境研究所、土木研究所、熊本大学）

研究期間：令和4年～令和7年度 区分：公募型研究

研究目的

①：流域の森林構造が河川的环境レジームに及ぼす影響、②：それらレジームが生息場構造の変化を介して河川生態系の生物多様性に及ぼす影響、を明らかにする。さらに、③：①および②の地域差を明らかにする。これらにより、全国スケールで治水と河川生態系保全の両立を実現する流域の森林構造を解明する。

研究方法

●研究項目

- 1) 対象流域の選定と森林構造の把握
- 2) 河川的环境レジーム・生物多様性指標の算出
- 3) 生息場構造および流域特性の把握
- 4) 統計解析

●調査地域

- ・全国のダム上流域
- 対象とする河川環境レジーム
 - ・流量 ・土砂 ・流木 ・水温
- 対象とする分類群
 - ・魚類 ・水生昆虫

研究成果

1) 対象流域の選定と森林構造の把握

国の直轄および水資源機構が管理する全国のダムについて、GISを用いて流域面積を算出した。その結果、最大4000km²、最小1km²、中央値200km²と流域面積は大きくばらついていた（図-1）。現地調査やリモートセンシングデータの解析のし易さを考慮し、その中から流域面積が500km²以下である約90か所を今後の主要な解析候補地とする。

森林構造の把握については、今後解析で用いる予定のリモートセンシング手法の精度検証を京都府立大学の 大野演習林で実施した。詳細な森林構造が把握可能なUAV- LiDARデータから抽出した単木の樹高を真値とし（n=77）、既存の航空LiDARデータで抽出した樹高との比較を行った結果、航空LiDARは概ね良好に樹高を評価できることが示された（RMSE=1.97）。

2) 河川的环境変動レジーム・生物多様性指標の算出

上記で選抜した対象流域のダムについて、H16～R2の17年間の流木流出量を収集した。

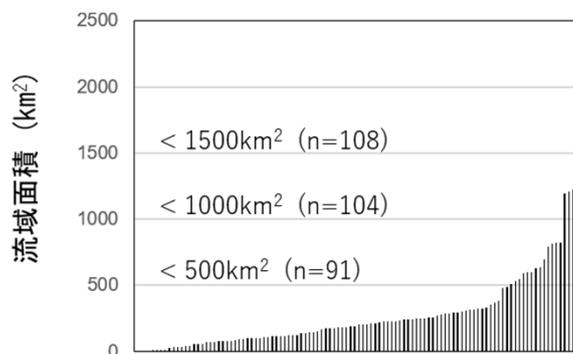


図-1 対象候補のダムの集水域面積.

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

SDGsの達成に向けた森林活用を学ぶ教材の開発と実践

担当G：道南支場

共同研究機関：林産試験場（主管）

協力機関：旭川工業高等専門学校、北海道教育大学、旭川農業高等学校

研究期間：令和3年度～令和4年度 区分：公募型研究

研究目的

SDGs達成に必須である「持続可能な森林の活用」に関する新たな学習方法提案に向け、若者の森林知識に関する調査および統計学的解析によるデータ蓄積を行うとともに、森林学習指導者（学校教員、行政職員等）が若年層（高校生・大学生）へ森林・木材に関する知識を効率的に教えるための学習用教材を開発する。

研究方法

調査地：旭川市・札幌市ほか
 高等専門学校（2校）・大学（2校）の学生・生徒
 （計25名）に協力を依頼して調査を実施

調査方法：教材の実施効果把握のための高校・大学の教員や学生を対象とした聞き取り・アンケート調査とデータの解析（対応分析、クラスター分析等）

研究成果

本研究は、1) SDGs達成に資する森林関連情報の収集・精査、2) 教材仕様の構築と試作、補助資料作成、3) テストプレイと評価・改善、の3つの研究項目で構成される。ここでは3)のうち林業試験場担当部分（令和4年度実施）のみ提示する。

(i) 対応分析による開発した教材への評価

教材実践後のアンケートの記述部分を要約・類型化してカテゴリを作成し、当該設問の全てに回答している21名を対象に対応分析を適用した。座標上には各回答者のカテゴリスコア（△）に加え、回答者数を示すものとしてバブルグラフを布置した。○の大きさが回答者の数を反映している。分析適用の結果2軸が導出され、1軸は「理解のしやすさ」、2軸は「ゲームへの印象」と解釈された（図-1）。

(ii) クラスター分析による開発した教材への評価

回答者のカテゴリスコアにクラスター分析を適用し、回答者を3つのグループに分類したところ、G1（好評価・改良を求めるグループ）、G2（教材の楽しさや学んだ内容を提示しているグループ）G3（難しさ・不確実さを訴えるグループ）に分類された（図-2）。

(iii) 教材評価に関する2つの分析結果のまとめ

上記の結果より、本教材はプレイ当初は理解に困難性が認められたが進めるうちに理解が深まり、楽しみ・面白さを提供すると共に、森林とSDGsとの関連性に一定の「気づき」を与えることができたものと捉えられる。また、より林業・林産業の実態に即した内容の付加を求める意見も認められたことから、これらの点を踏まえた改善策の検討が必要と考えられた。

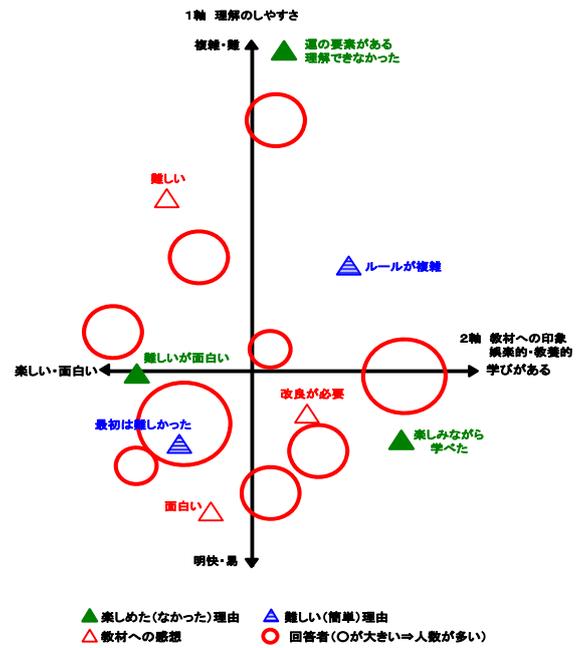
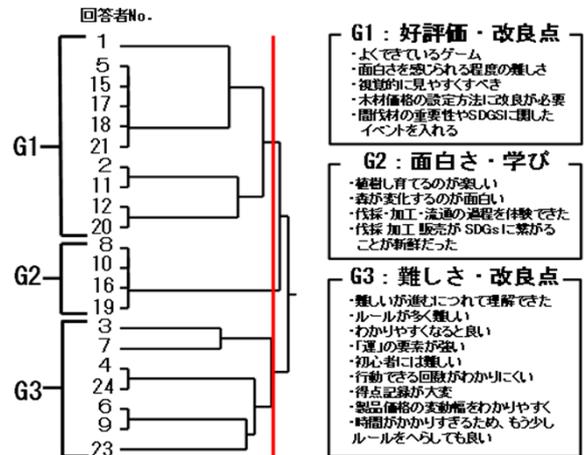


図-1 対応分析の結果 (n=21)



※ 回答者No.13,14,22,25：無回答の項目があったため分析対象から除外

図-2 クラスター分析の結果 (n=21)

北海道産クランベリー「ツルコケモモ」栽培の普及

担当G：森林環境部樹木利用G

協力機関：ファームレストラン AGRISCAPE

研究期間：令和4年度 区分：職員研究奨励事業

研究目的

民有地等でツルコケモモの試験栽培を行い、林業試で開発した栽培技術の再現性を確認する。

研究方法

試験項目等：民間等の圃場において林業試が育成したツルコケモモ苗木の栽培を行う。

研究成果

- ファームレストランの試験栽培では、ツルコケモモが旺盛に成長し、越冬後に開花・結実することを確認した(写真-1)。ツルコケモモはグランドカバープラントとして景観形成にも効果的であった。
- 自治体と農業法人において、栽培化に向けた検討がはじまった(写真-2,3)。



写真-1 ファームレストラン（於：札幌市）における実証試験



写真-2 標津町役場による試験栽培



写真-3 農業法人（於：長沼町）がツルコケモモ苗木を導入

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・錦織正智(2023)北海道産クランベリー(ツルコケモモ)の栽培がはじまりました。グリーントピックス66号

アジサイ属ノリウツギのクローン増殖技術の開発

担当G：森林環境部樹木利用G

協力機関：標津町役場、赤平オーキッド(株)

研究期間：令和4年度～令和6年度 区分：経常研究

研究目的

組織培養を用いた実用的なクローン苗木の生産技術（増殖率3倍/月以上）の開発を目指す。

研究方法

組織培養における基本的な3要件について、条件検索を行う。

- ①材料の採取適期：培養に適した材料の採取適期を確認する
- ②殺菌方法：殺菌剤と処理時間など
- ③培地組成：植物ホルモンの種類、濃度など

研究成果

- ①材料の採取適期：採取適期は4-5月であった。6月中旬から7月中旬の間は、腋芽が未分化の為に顕微鏡下で成長点を認識することができなかった。
- ②殺菌方法：一般的な殺菌方法（エタノール+次亜塩素酸ナトリウム処理）を試行した結果、殺菌率は実用的な範囲64.3-100%であった（表-1）。
- ③培地組成：異なる濃度の6-ベンジルアミノプリン（BAP）を添加した培地（woody plant培地 + トレハロース 20g/L + 寒天 8g/L）に生長点（外植体）を置床して、その後の変化を経過観察した。この結果、外植体の反応は3通り（不定芽の増殖、開葉のみ、枯死）に大別できた（表-2）。不定芽はBAP濃度0.4-0.8mg/lの処理区で増殖した。不定芽の分化までに約90日を要した。この不定芽はシュートの伸長と発根を経て植物体に再生することを確認した（写真-1）。

表-1 材料の採取時期と殺菌率の関係

採取日	4月15日	4月22日	4月27日	5月17日	6月23日	8月1日
供試数	12	14	17	50	18	60
殺菌率(%)	75.0	64.3	100	60.2	88.9	88.3

表-2 外植体の培養経過に及ぼす材料の採取時期とBAP濃度の関係

BAP濃度 (mg/l)	採取日					
	4月15日	4月22日	4月27日	5月17日	6月23日	8月1日
0.4	○△×	○△×	△×	○△×	○△×	○△×
0.8	-	-	○△×	○△×	△×	△×
1.0	-	-	-	-	-	△×
1.2	-	-	△×	△×	△×	△×

○：不定芽の増殖 △：開葉のみ ×：枯死



写真-1 組織培養の過程

左：不定芽の増殖 中：不定芽のシュート伸長 右：不定芽の発根

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・錦織正智(2023)和紙文化の継承を支える道産ノリウツギ, グリーントピックスNo.65

マツタケ菌根苗安定生産技術の開発

担当G：保護種苗部育種育苗G、森林経営部経営G

共同研究機関（協力機関）：林産試験場（主管）、（北海道水産林務部森林環境局森林活用課・道有林課、北海道大学、オホーツク総合振興局西部森林室、足寄町、伊藤組）

研究期間：令和3年度～令和6年度 区分：経常研究

研究目的

マツタケなど菌根性きのこを人工栽培する方法の一つに、菌を接種した苗木(菌根苗)を林地に植え付け、林分に菌を定着・きのこ発生させる方法(林地栽培)がある。これまでに、非無菌環境で菌を接種する「マツタケ菌根苗の作製方法」を北海道大学と共同開発した。植栽試験など次のステップに進むためにまず、菌根苗を大量かつ安定的に育成する方法を開発する必要がある。また、北海道におけるマツタケの発生環境の情報は極めて少ないことから、接種に適した林地条件を明らかにするために、発生地の情報を収集する必要がある。

研究方法

1) 初期育苗時の雑菌感染を防ぐため人工培土や殺菌剤を用い、ハウス環境下でマツタケ菌を接種したコンテナ苗を育成し菌根形成率を調査する。
調査項目：接種および管理方法の検討、苗木の成長・健全性の評価、菌根形成の評価

2) 道内のマツタケ発生地において環境情報を収集し、その特徴(地質、土壌、地形、林相等)を整理する。
調査項目：マツタケ発生地情報の収集、環境・地理情報の収集・整理、現地調査、土壌分析

研究成果

1) ハウス環境下における菌根苗の育成

トドマツ4年生コンテナ苗をマツタケ接種源とともに新しいコンテナに植え付け、菌根が形成されるか調べた。
検討条件①抗真菌剤処理を事前に行い、他の菌を抑制
検討条件②施肥なし(貧栄養)・施肥あり(富栄養)



3、6、12ヶ月後に根の一部を採取し、マツタケに特異的なDNA配列が検出された場合はマツタケ菌根が形成されていると判定した。

接種した苗木のうち、約半数の根からマツタケが検出された(表-1)。

条件①②と検出率の関係性は低いと見られ、競合する他の菌あり、施肥ありのような通常の育苗条件においてもマツタケ接種が可能であると考えられる。

写真-1 4年生コンテナ苗(左)
接種源に植え付けた苗木(右)

表-1 菌根形成が確認されたトドマツ接種苗の数

抗真菌剤 処理濃度	施肥	移植数	マツタケ検出数		
			3ヶ月後	6ヶ月後	12ヶ月後
200倍	○	7	1	0	3
	×	7	2	3	2
2000倍	○	7	2	2	4
	×	7	3	1	5
なし	○	7	2	4	3
	×	7	2	2	4

2) マツタケ発生地における環境情報の収集

道内のマツタケ発生地および植栽試験候補地のGPS情報をGIS上で環境情報との重ね合わせを行うとともに、土壌サンプルを採取し、CN含有率と物理性(三相組成)を分析した(表-2)。

発生地点の土壌には多様性があり、本州同様、マツタケが発生する環境は一様ではないことが明らかとなった。

表-2 マツタケ発生地点の土壌

	N (%)	C (%)	C/N 比	気 相 率 (%)	固 相 率 (%)	液 相 率 (%)
発生地点 最小	0.10	2.15	19.6	42	16	12
(5カ所) 最大	0.23	7.81	33.5	67	42	19
植栽試験 地点1	0.03	0.29	9.8	-	-	-
候補地 地点2	0.03	0.10	3.8	-	-	-
地点3	0.25	3.74	14.9	-	-	-



写真-2 発生林分の一例



写真-3 発生の様子

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

宜寿次ら(2021)：北海道の林木育種64、宜寿次・東(2022)：林産試だより2022年1月号

持続可能な農村集落の維持・向上と 新たな産業振興に向けた対策手法の確立

1.(1) 持続性の高い地域水インフラの運営・再編支援システムの開発

担当G：森林環境部環境G

共同研究機関（協力機関）：北方建築総合研究所（主管）、エネルギー・環境・地質研究所、
（富良野市）

研究期間：令和2年度～令和6年度 区分：戦略研究

研究目的

人口減少が続く中、地方自治体による運営を主軸とした従来型の生活系水インフラ維持管理の継続が困難になっており、水源・施設・維持管理体制など、身の丈に合った運営体制への再編を進めるための支援システムが求められている。本研究では、市町村が管理する形式だけでなく、地域住民による地域自律管理型など様々な主体が関与する水インフラの経営形態や施設再編の可能性を検討する。それぞれの再編シナリオについてコストを推計し、地方自治体や住民を含めた地域ステイクホルダーが持続可能性の高い水インフラの形態を選択する際に活用可能となる運営・再編支援システムを開発する。

研究方法

●調査項目と方法

- 1) 水インフラ運営・再編支援システムの現地検証
 - ・運営・再編支援システムに必要な実際のデータセット（※）を用意し、モデル市町村においてシステムの有用性を検証する。

（※）重点研究によって提供される「水資源Navi」の情報を
もとに作成する

●調査地

- ・富良野市
（富良野市役所、東京大学富良野演習林等）

研究成果

1) 水インフラ運営・再編支援システムの現地検証

- ・モデル市町村とした富良野市内の水道利用組合に、運営再編支援システムの概要を説明した（写真-1）。プロトタイプが準備が遅れているため、運営再編支援システムの概要紹介と検証への協力要請にとどまり、具体的な意見を引き出すには至らなかった。



写真-1 富良野市内の水道利用組合を対象とした運営再編支援システムの概要説明の様子

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

水資源の利用・管理支援システム 「水資源Navi(地域別)」の開発

担当G：森林環境部環境G

共同研究機関(協力機関)：エネルギー・環境・地質研究所(主管)、北方建築総合研究所、福島大学 共生システム理工学類、(訓子府町、さく井協会北海道支部、北海道大学)

研究期間：令和2年度～令和5年度 区分：重点研究

研究目的

地域自律型水道の分散水源の確保や水資源を活用した企業誘致などの産業振興の推進において、市町村が利用目的に応じた水資源の確保と持続的な利用を図るため、水資源を見える化し、水資源の利用・管理を支援するシステム「水資源Navi(地域別)」を開発する。

研究方法

●研究項目

- 1) 水資源データベースの作成
 - ・全道の沢水取水地点に関する情報収集と電子化
- 2) 森林流域における表流水の流出特性・水質形成要因の類型化

●調査地域

- ・空知川流域、常呂川上流域、函館平野※
- ※函館平野の調査はR3年度以降に開始

●調査方法

- ・各地域それぞれ10～20流域の森林溪流(面積10²～10³haクラス)における流量観測と採水分析

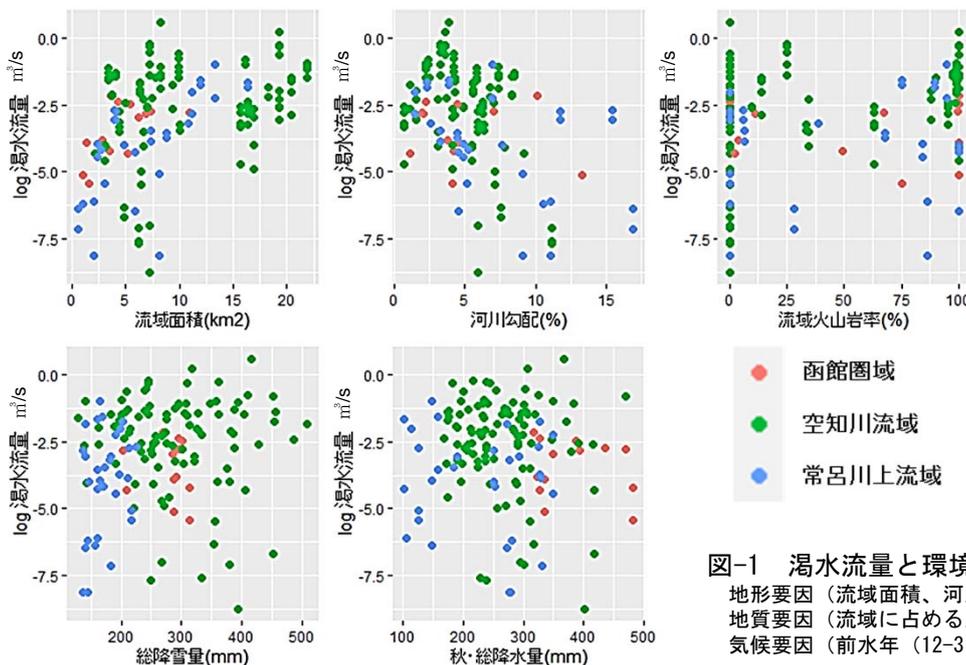
研究成果

1) 水資源データベースの作成

- ・昨年度に引き続き、国有林・道有林内に設置されている沢水取水地点に係る情報収集を行った。これまでに11市34町合計188地点の取水施設情報を入手し、位置情報はGISデータとして整備した。

2) 森林流域における表流水の流出特性・水質形成要因の類型化

- ・モデル地域(空知川流域・常呂川上流域・函館圏域)において、地質タイプ(堆積岩類/火山岩類等)、標高、集水域サイズ等を考慮して調査定点を設け、ロガーによる水位の連続観測と現地流量観測(年3～4回)を行った。水利用の指標として各観測点の湧水流量(1年の355日はこれを下回らない流量)を算出した。



・各観測点の地形、地質タイプ、土地利用、降水量等との関係を検討したところ、湧水流量には流域面積と河川勾配に加え、火山岩率、前水年(※)の総降雪量、秋の降水量の影響も認められた(図-1)。

※水年：河川の流量や地中の水分の貯留の状態から定めた1年の区切り。

河川の流量が最少になる時期を目安にして、湧水期と増水期の境目を水年の区切りとしており、北海道では融雪増水が終わり、夏期湧水に入る7月1日を水年の開始日とする。

図-1 湧水流量と環境要因との関係

地形要因(流域面積、河川勾配)

地質要因(流域に占める火山岩の割合)

気候要因(前水年(12-3月)の降雪量、秋(10-11月)降水量)

2018年胆振東部地震により発生した大規模山地災害のメカニズムと復旧方法の解明

担当G：森林環境部環境G

共同研究機関：石川県立大学（主管）、京都府立大学

研究期間：令和元年度～5年度 区分：公募型研究

研究目的

北海道胆振東部地震により発生した斜面崩壊に関して、地形・地質・土質および樹木根系との関連で発生メカニズムを明らかにし、同様に火山灰が厚く堆積する他地域に適用できる危険予測法の確立を目指す。それとともに崩壊地からの土砂流出を防ぐための効果的な植生回復方法を解明する。

研究方法

●カラマツ苗木の干害対策のための深植え効果の検証

堆積土に多く含まれるTa-d（9000年前の樽前山起源の火山灰土）を充填したポットにカラマツ苗木の普通植え、および深植え（普通植えより10cm深く植付け）を行った。降雨遮断（写真-1）をした上で、土壌水分（深度10cm、20cm）、および苗木樹高を測定した。普通植えでは深度10cm、深植えでは深度20cm付近に根系の多くが分布すると仮定している。

研究成果



写真-1 試験の様子

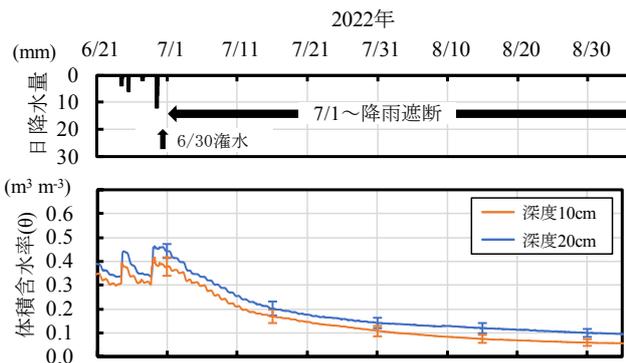


図-1 ポット内Ta-dの体積含水率の推移

体積含水率は平均値±SD（深度10cm n=16, 深度20cm n=16）

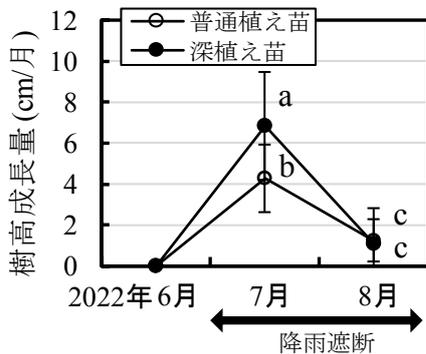


図-2 Ta-dを充填したポット内におけるカラマツ苗木の生育状況

平均値±SD（普通植え苗木n=43, 深植え苗木n=44）
異なるアルファベット間で有意差ありP<0.05

Ta-dを夏季に降雨遮断した場合、灌水しても深度10cmではすぐにpF3.0（生長阻害水分点）の体積含水率0.4（m³ m⁻³）を下回り乾燥ストレスが生じるが、深度20cmでは灌水から5日程度は0.4（m³ m⁻³）を上回ることが分かった（図-1）。

Ta-dを充填したポット内におけるカラマツ苗木の樹高成長量は、降雨遮断期間初期の7月では有意に深植え苗木>普通植え苗木であった（図-2）。このため、深植えでは普通植えと比べて根の分布域が深く短期的には土壌の体積含水率の低下を遅らせることができ、樹高成長量の低下を軽減できると考えられた。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

蓮井聡（2023）北海道胆振東部地震で発生した堆積土におけるカラマツ苗木干害対策のための深植え効果の検証。北方森林研究71：39-42
第56回森林・林業シンポジウム講演集

胆振東部地震に伴う崩壊地における 表土動態が植物の初期遷移に与える影響の解明

担当G：森林環境部環境G

協力機関：厚真町、北海道胆振総合振興局森林室

研究期間：令和4年度～令和8年度 区分：経常研究

研究目的

北海道胆振東部地震の崩壊跡地に自然侵入してきた植物の初期遷移過程（侵入・定着、および成長・生残）において、崩壊を免れた森林植生から斜面への種子供給とその後の定着過程に関わる生態学的要因だけでなく、複雑かつ面的に変化する表土動態や立地条件などの地形的要因の影響を明らかにする。

研究方法

●調査地概要

- ・厚真町高丘地区の道有林・幌内地区の町有林
- ・これまで継続調査を行っている8斜面

●調査方法

- ・コドラート内に出現した全植物種の植被率調査
- ・崩壊地周辺の残存森林の毎木調査

研究成果

●崩壊地の表土動態と残存植生が植物の定着に与える影響

・厚真町内の道有林と町有林に設定した8斜面において、上・中・下部に3つずつ計72コドラートを配置した。コドラート内の全体の植被率は、どの斜面でも斜面下部のほうが上部よりも高く、斜面位置と植生回復率との対応関係が確認された（図-1）。平均植被率が高い種は、順にタニガワハンノキ（31.3%）、カラマツ（17.1%）、アキタブキ（5.8%）であった。また、崩壊地周辺に残存する樹木150本の毎木調査の結果、植栽カラマツ・トドマツを除き、シナノキやミズナラが多く記録されたが、広葉樹の斜面内における出現頻度と平均植被率はいずれも低く、少なくとも早期の段階では周辺に残存する広葉樹は斜面の早期植生回復への寄与度が低かった。今後は、中長期での寄与度の影響評価を行う予定である。

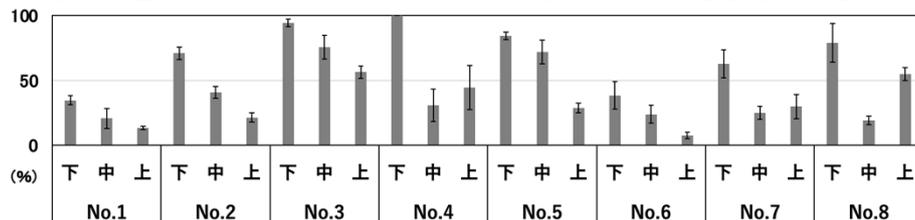


図-1. 各調査地点の斜面位置ごとの平均植被率

●崩壊地の表土動態が植物の成長・生残に与える影響

・発災後5年目の崩壊斜面内における優占樹種カラマツ・タニガワハンノキ・ウダイカンバの詳細な生育状況を把握するため、1斜面を対象に、コドラート内に出現した約120個体にタグ付けを行った後、生育密度と高さを計測した。その結果、生育密度はカラマツとウダイカンバが低く、タニガワハンノキは斜面下部のほうが上部よりも生育密度が低かった（図-2）。樹高は、カラマツが最も高く、3種ともに斜面上部よりも下部のほうが樹高が高かった。カラマツ・タニガワハンノキについて地下部の調査を行った結果、どの斜面位置においても主根・側根ともに斜面と水平方向に約10-60cm伸長させていることがわかった（図-3）。

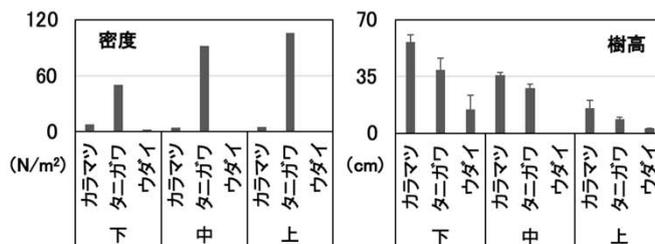


図-2. 優占樹種3種の生育密度と樹高



図-3. 崩壊斜面に生育する優占樹種の地下部

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

Hayamizu M. et al. (2023) Initial natural vegetation recovery at landslide scars caused by the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake 第70回日本生態学会,

石炭露天掘り跡地を低コストで樹林化するための 植栽方法の検討

担当G：森林環境部環境G

協力機関：空知炭礦株式会社

研究期間：令和3年度～6年度

区分：受託研究

研究目的

石炭露天掘り跡地を低コストで樹林化するための植栽方法を検討するため、現場における植栽木（カラマツ、アカエゾマツ、ケヤマハンノキ、イヌエンジュ）の適性を評価するとともに、保水材添加土壤による植栽木生育改善効果を検証する。

研究方法

試験地

- 空知炭礦株式会社敷地内
- 林業試験場構内

研究内容

- 植栽木（4樹種）の被害実態の把握（R3～R4）
- 保水材添加土壤の水分変化の把握（R4）

研究成果

表-1 植栽試験地におけるR3年度秋植え植栽木の被害率（R4年）

試験地	樹種	被害率 (%)		その他の被害率 (%)				
		(枯死せず)		(枯死せず)				(枯死)
		先端食	幹部食	先枯れ	幹折れ	斜立	倒伏	滞水
1	カラマツ	40	43		1			4
	アカエゾマツ	9	24	3			1	12
	ケヤマハンノキ	51	32	5				7
	イヌエンジュ	29						16
2	カラマツ	61	37				1	
	アカエゾマツ	11	38	2			2	
	ケヤマハンノキ	38	33		1			
	イヌエンジュ	84				4		
3	カラマツ	24		3	1	1	1	
	アカエゾマツ	16						
	ケヤマハンノキ	50		33				

●植栽木（4樹種）の被害実態の把握
植栽試験地を設定し、R3年度秋植えの植栽木の被害率を調べた（表-1）。結果、アカエゾマツ以外の樹種ではエゾシカによる食害が高くなることが分かった。ただし、食害木の多くは枯死には至らず、樹勢は比較的良好であったことから、引き続き調査を行い、現地に適応できる樹種を検討することとした。その他の被害では、試験地1において滞水による枯死が認められた。このため、排水施設の整備や滞水しやすいくぼ地を避けた植栽が必要と考えられた。葉がしおれて枯死に至った植栽木は認められなかったが、R4年度夏季は降雨量が多かったことが理由の一つと考えられた。

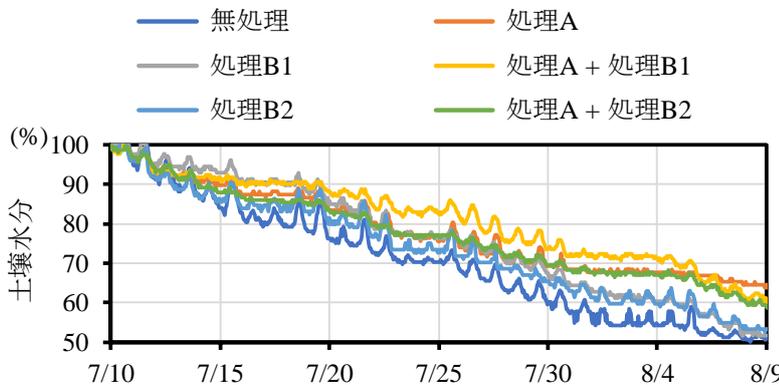


図-1 現場土壤を充填したポットにおける処理別土壤水分の推移

- 土壤水分：試験開始時の体積含水率を100%とした
- 処理A：マット敷設、処理B1：保水剤少量、処理B2：保水剤多量添加
- 処理A+処理B1の途中経過で土壤水分が高いのは、局所的に土壤水分が高い部分があったためと考えられる。

●保水材添加土壤の水分変化の把握
現場土壤を充填したポットにおいて処理別土壤水分の推移を比較した（図-1）。R4年度夏季に降雨遮断し、土壤水分（深度10cm）の推移を測定した。保水処理方法は処理A（マット）および処理B1、B2（保水剤）とした。結果、処理Aの方が処理B1、B2より土壤水分の低下を軽減できることが分かった。一方で、処理Aと処理A+処理B1、B2との比較では、最終的な土壤水分の低下の推移に大きな差はなかった。このため、現場土壤において低コストで植栽木の生育改善効果が得られる保水方法は、処理Aが推奨されると考えられた。

津波対策としての海岸林の機能向上と ダメージコントロールに関する研究タイトル

担当：森林研究本部

共同研究機関：埼玉大学理工学研究科

研究期間：令和4年度～令和6年度

区分：公募型研究

研究目的

本研究は、防潮機能を効果的に発揮しながら、更に森林被害発生時のダメージコントロールを含む海岸林の管理手法解明を目指し、森林計画立案に資することを目的とする。

研究方法

浸水深とクロマツ林の津波抵抗性の検討

実際に津波を受けた3林分に対し、立木が受ける倒伏モーメントと被害が発生する時の流速を力学モデルを用いて計算した。

林帯の津波減勢効果の検討

本数密度管理が異なる林分の組み合わせが津波減勢効果に与える影響を評価するため、海側林分(林帯幅の1/3)を中管理とし、残る林分を疎管理としたモデル林を想定し、シミュレーションを実施した。

研究成果

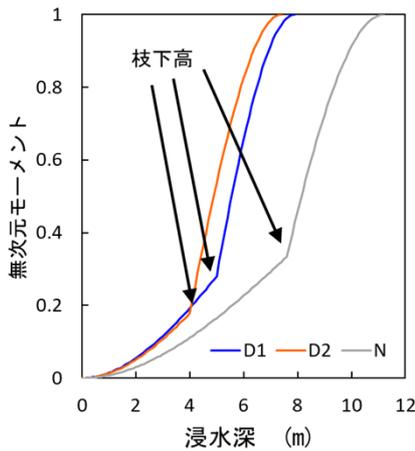


図-1 津波が立木に及ぼす外力
林分単位で平均的樹形を想定した
立木に加わる倒伏モーメント。

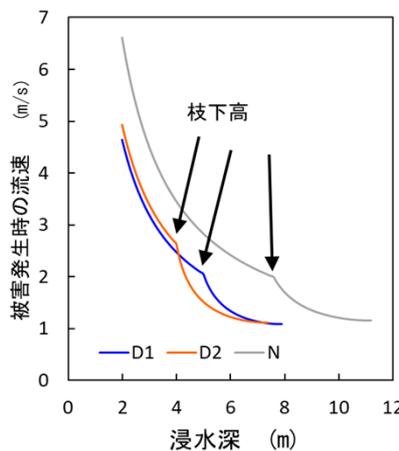


図-2 立木の津波抵抗性
林分単位で平均的樹形を想定した
立木で、被害が発生する時の流速。

浸水深が枝下高を超えると、急激に立木が受ける津波による外力が増加し(図-1)、抵抗性が低下することが示された(図-2)。枝下高は、海岸林を管理する上で重要な要素である。

解析対象林分(クロマツ)

D1林分(DBH:8.8cm, H:7.9m, Hc:5m), D2林分(DBH:10.6cm, H:7.4m, Hc:4m), N林分(DBH:12.6cm, H:1.2m, Hc:7.6m)

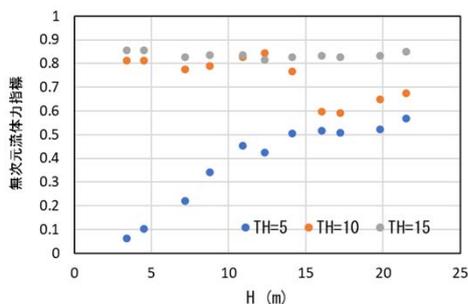
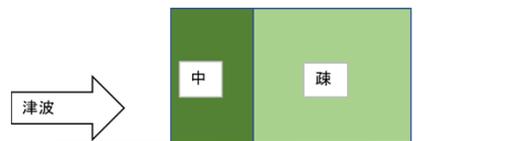


図-3 林分成長に伴う津波減勢効果の変化



本数密度管理が異なる林分の組み合わせ例。全体林帯幅300m、中管理林分幅を100mとしたケース。津波高(TH)5m、10mに対して、大きな減勢効果が得られた。

無次元流体力指標：流体力指標は、流速の2乗×水深で定義される流体の力を示す指標の一つ。図3は、汀線から750mにおける無次元流体力指標* (林帯ありの最大流体力指標/林帯なしの最大流体力指標) で示した。

H:平均樹高, Hc:枝下高, DBH:胸高直径, TH:津波高, 中:中庸管理(収量比数0.8-0.9), 疎:疎管理(収量比数0.6-0.7)

防風林を活用した絶滅危惧チョウ類 アサマシジミ北海道亜種の生息適地の創出

担当G：森林環境部環境G

協力機関：北海道水産林務部林務局治山課、兵庫県立大学、桜美林大学

研究期間：令和4年～令和6年 区分：公募型研究

研究目的

北海道の防風林周辺に生息する小型のチョウで「国内希少野生動植物種」に指定されているアサマシジミ北海道亜種を研究対象として、更新や林縁の草刈りなど防風林管理によって本種の生息適地を新たに創出できるか検証し、防風林の減風機能維持と絶滅危惧種の保全を両立させた森林管理方法を確立することを目的とする。

研究方法

●調査地

道東の防風保安林と周辺

※絶滅危惧種保護のため、分布情報の詳細は割愛

●調査方法等

- ・防風林管理方法の聞き取り調査
- ・防風林の多面的効果の普及パンフレット作成

研究成果

●道東地域の防風林管理方法に関する調査

研究を開始した2022年10月、道東の防風林管理方法の実態を把握し、防風林とアサマシジミ生息地周辺で調査地点を設定するため、防風林を管轄する釧路総合振興局森林室・浜中町農林課・釧根西部森林管理署に対して、研究計画および内容の事前説明を行うとともに、防風林の来年度の管理計画と実績について聞き取り調査を行った。

●防風林の多面的効果の普及・啓発

北海道水産林務部林務局治山課の新規施策「防風保安林の整備推進に向けた管理手法の検討、普及」において、道東地域の防風林管理方法の整理と絶滅危惧種の生息環境を保全した更新方法の提案・普及に関する協力体制を構築した。また、防風保安林の生物多様性保全効果を含む多面的な効果について一般の方々に広く普及啓発を行うため、普及誌の執筆やパンフレット作成(図-1)を行い、森林所有者を含むに対して森林管理がもたらす生物多様性保全効果などの普及啓発・情報共有を行った。

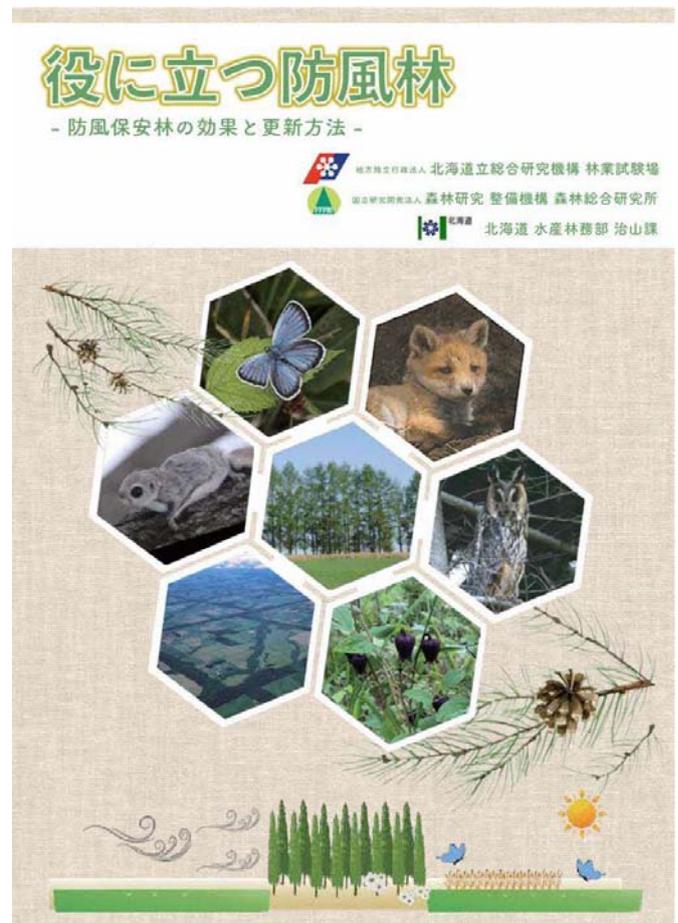


図-1：作成したパンフレットの表紙

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・速水将人・岩崎健太(2023)役に立つ防風林-防風保安林の効果と更新方法- 林業試験場, 16pp
- ・速水将人(2023)身近な森林の持続的管理とご利益：北海道の防風林管理が次世代に遺す生物多様性,北海道の自然(北海道自然保護協会会誌) 61 49-53