

人工林の保残伐がもたらす生態系サービスを大規模実証実験で明らかにする

担当G：森林環境部機能G、森林資源部保護G

共同研究機関：(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所、北海道大学

研究期間：平成25年度～29年度 区分：公募型研究

研究目的

近年、木材生産と生物多様性の両立をめざす森林管理法として、保残伐* (retention harvesting) が世界的に導入されており、これは生態系サービス(生態系が人間にもたらす利益、公益的機能など)を損なわないように森林を管理することを目標としている。日本では1,000万haの人工林が主伐期を迎え、国産材の有効活用を図るために、このような伐採方法の開発が必要になっており、北海道ではトドマツ人工林の伐採、管理手法が求められている。そこで、トドマツ人工林で保残伐実験を行い、伐採前後5年間の生態系サービス(具体的には水土保持、虫害抑制、山菜の供給)の変化を明らかにする。

*本研究では保残方法として、トドマツ林内に混生する広葉樹を残したり、トドマツを群状に残すなどの施業を行う。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：道有林空知管理区241～249林班
トドマツ人工林、天然生広葉樹林小流域
(流域面積10ha前後)
伐採方法：皆伐、広葉樹少量(10本/ha)保残、
中量(50本/ha)保残、大量(100本/ha)保残

保残伐施業前後の調査項目
1.水土保持サービス：水量、水質、底生動物相
2.虫害抑制サービス：害虫の天敵生息状況
3.山菜供給サービス：山菜の現存量変化

研究成果

1. 水土保持サービス

伐採前後の水流率(年流出量/年降水量)を比較したところ、伐採年は、保残量に関わらず1.5～1.8倍増加した。伐採1年後、皆伐流域では増加したままであったが、中量、大量保残流域では低下した(図1)。

各流域の年間窒素流出量を算出し、伐採前後の変化を比較した。保残量に関わらず、伐採年は流出量が2.5～3.1倍となったが、大量保残流域では翌年に変化量が低下した(図2)。

2. 虫害抑制サービス

粘土製のダミーモムシ(疑似餌)を使い鳥類の捕食効果を調べたが、捕食率と保残方法との明確な関係は見られなかった(図3)。

3. 山菜供給サービス

直径1cm以上のタラノキ、ウドは天然林には出現しなかった。伐採により増加も確認されたが、保残量との関係よりも、伐採前の現存状況が影響していた。

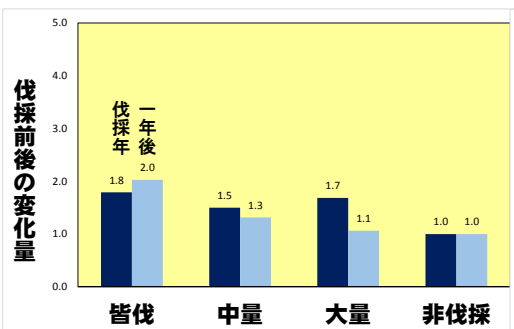


図1 各流域における水流率の変化 (非伐採流域の変化を1とする)

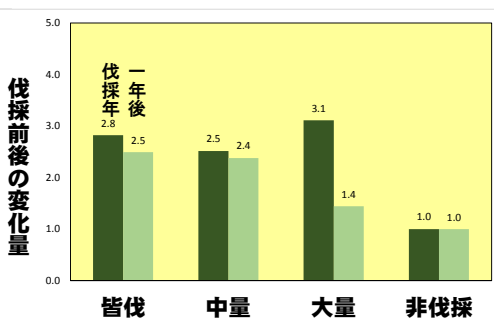


図2 伐採前後の窒素流出量変化 (非伐採流域の変化を1とする)

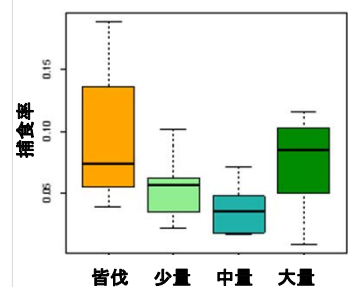


図3 鳥類によるダミーモムシ捕食率の比較

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

長坂晶子ら(2013)北方森林学会大会、長坂晶子ら(2015)日本森林学会大会、長坂 有ら(2015)北方森林研究63、長坂 有ら(2016)日本森林学会大会、長坂 有ら(2016)北方森林学会大会、Ozaki et al.(2016) IUFRO Meeting、長坂晶子ら(2017)日本生態学会大会、速水ら(2017)日本生態学会大会、長坂 有ら(2017)日本森林学会大会、速水ら(2017)日本森林学会大会、尾崎ら(2017)日本森林学会大会、長坂 有ら(2018)第65回日本生態学会大会、Yamaura et al(2018) Bulletin of Forestry and Forest Products Research Institute 17

北海道太平洋沿岸の海霧を考慮した 気候的乾湿度に対する海浜樹木の環境応答

担当G：森林環境部環境G

協力機関、研究機関：(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所

研究期間：平成26年度～29年度 区分：公募型研究

研究目的

本研究では、気候変動に対する樹木の応答能力についての基礎的データを得るため、北海道太平洋沿岸に特徴的な海霧を考慮に入れた、地理的スケールにおける気候的乾湿度に対する海浜生カシワの生理学的な応答様式を明らかにすることを目的とする。

研究方法

- ◆地域気象の観測：北海道沿岸部に気象観測装置を設置して気候的乾湿度を推定(石狩・天塩・浜頓別・白糠・大樹・新ひだか・伊達・長万部・江差)
- ◆カシワの生理生態学的特性の調査：葉の蒸散速度、炭素安定同位体比、クロロフィル量等の測定
- ◆土壌の蒸散量の推定：石狩と白糠に土壌水分計を設置し、土壌水分動態をモニタリング
- ◆湿地周辺の土壌水分環境の調査：湿性気候における過湿地土壌の蒸散量を推定(長万部)

研究成果

カシワ海岸林9カ所(天塩、浜頓別、白糠、新ひだか、長万部、江差、石狩、伊達、大樹)において気象観測を行い、Penman-Monteith式から地表の蒸発散能 λE を推定した。また、最寄りの気象台のデータから、霧日数などを引用して、気象データ間の相関分析を行った。このうち、霧日数は平均気温との間に有意な負の相関が認められ、 λE に影響していることが明らかになった(図2)。植物におけるストレス指標となる炭素安定同位体比 $\delta^{13}C$ およびクロロフィルaとbの比(Chl a/b)について、 λE を固定効果、調査地と調査年をランダム効果とした一般化線形混合モデルGLMM分析を行ったところ、 λE は $\delta^{13}C$ の場合に負の効果を、Chl a/bの場合は正の効果をもつことが認められた(図2、3)。この結果により、海霧の発生によって葉の蒸散速度が抑制され、集光能力を高めていることが示唆された。石狩と白糠でカシワ葉の蒸散速度を測定したところ、霧日数の多い白糠での測定値は常に石狩での測定値より低かった(図4)。

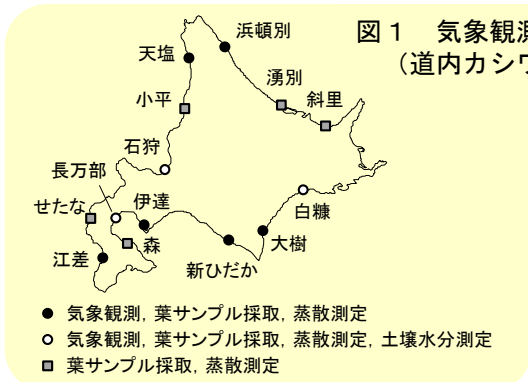


図1 気象観測実施箇所
(道内カシワ海岸林9カ所)

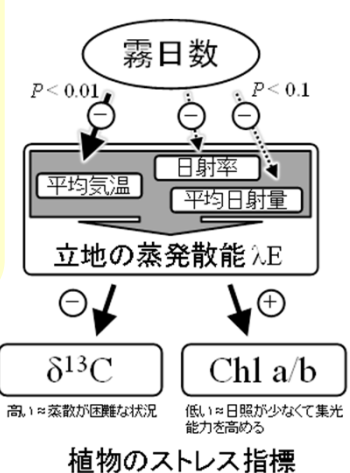


図2 霧日数が植物の水ストレスへ与える影響の流れ
+は正の関係、-は負の関係を表す

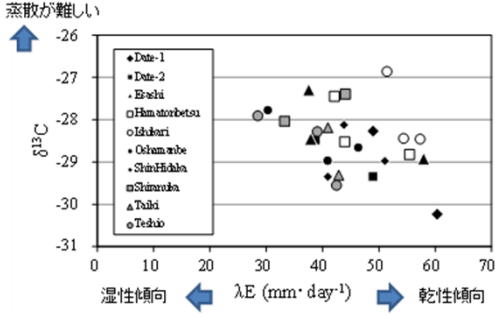


図3 $\delta^{13}C$ と蒸発散能 λE の関係についてのGLMMによる予測値。

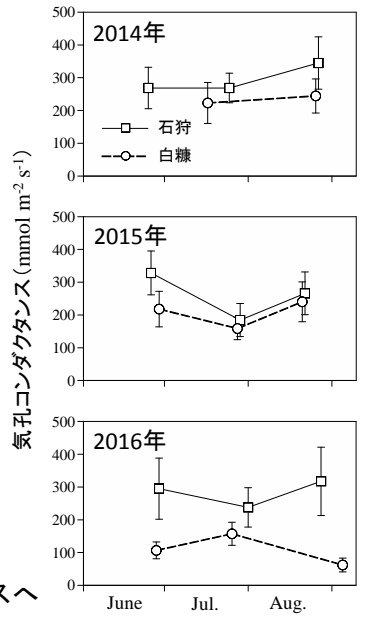


図4 石狩・白糠におけるカシワ葉の気孔コンダクタンス(各10個体)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・岩崎ほか(2016)海岸林学会誌15(2): 37-41.

グイマツ海岸林の密度管理および地位指数曲線の作成

担当G：森林環境部環境G、道南支場

協力機関、研究機関：北海道水産林務部林務局治山課、各総合振興局・振興局林務課

研究期間：平成27年度～29年度 区分：経常研究

研究目的

北海道に広く見られるグイマツ海岸林の造成・維持管理指針を提示するため、林齢が異なるグイマツ林の毎木調査を行い、密度管理図および、地位指数曲線を作成する。また、林分構造と枝の枯上がり高との関係を調査し、適正密度と防災機能のパラメータの一つとなる樹冠長の関係を評価する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

林齢が異なるグイマツ林を対象として毎木調査を行い、密度管理図および地位指数曲線を作成する。
調査地：全道のグイマツ海岸林（林齢10～84年生、84データ）

密度管理図作成のための基本調査、および地位指数曲線作成のための樹幹解析（24林分の上層木）
方法：植栽枡面積に応じたプロット内の毎木調査
測定項目：胸高直径、樹高、枝下高

研究成果

1. 密度管理図作成のための毎木調査

全道のグイマツ海岸林データから密度管理図を作成し、密度管理案を提示した（図1）。各林分の生枝下高を説明する要因として、上層高Hと林分密度N、林分材積V、その交互作用を想定した一般化線形モデルGLMによるモデル選択の結果、HとN、V、H×Nの交互作用項がベスト・モデル（Model 1）として選択されたが、簡易版としてのHとN、H×Nによる予測モデル（Model 2）も使用可能である（図2）。

2. 地位指数曲線の作成

樹幹解析による時系列データ（24林分）から、林齢－上層高関係のガイドカーブを求めた。この曲線を基に林齢20年生を基準とする地位指数曲線群を作成した（図3）。地位指数は汀線からの距離で変わり、同じ距離で比較すると太平洋側＞オホーツク海側＞日本海側の順で大きかった（図4）。

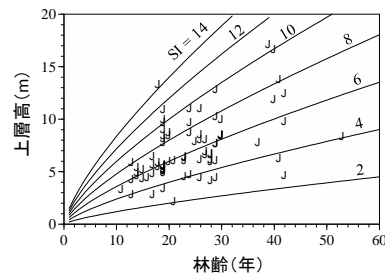
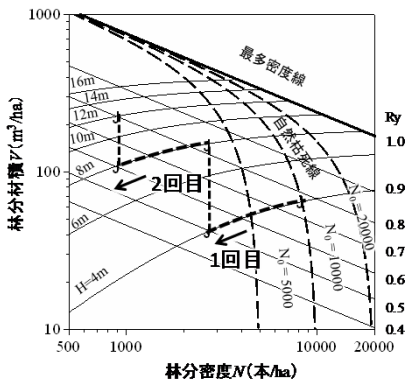


図3 グイマツ海岸林の地位指数曲線。

図1 グイマツ海岸林用の林分密度管理図。原植密度1万本/haの場合の密度管理案を示す（●と太破線）

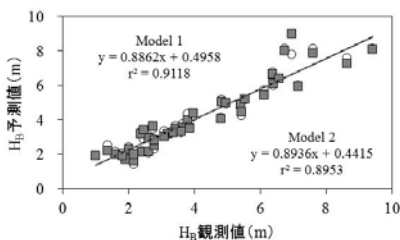


図2 枝の枯れ上がり高 (H_B) の観測値と予測値の関係。

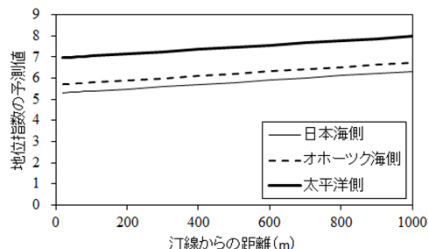


図4 グイマツ海岸林の地位指数に影響を与える要因。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・真坂ら（2016）北方森林学会、ポスター発表

・真坂・阿部（2017）2017年森づくり成果発表会、ポスター発表

海岸防災林の力学的モデルと成長モデルを 組み合わせた津波抵抗性の評価

担当G：道南支場

研究期間：平成27年度～30年度

区分：公募型研究

研究目的

海岸林が防潮機能を高度に発揮するには、まず津波に対して頑強な林であり、かつどのような管理計画を立案すれば、それが実現するのかを明らかにする必要がある。そこで本研究では、林の津波に対する力学モデルと成長モデルを組み合わせ、管理計画の違いが成長過程における津波抵抗性に与える影響を明らかにし、津波抵抗性の高い海岸林を構築するための管理計画に資することを目的とする。

研究方法

クロマツ林における施業が樹幹内曲げ応力分布に与える影響

方法：幹折れ位置の推定を行うため、樹幹内曲げ応力分布を評価した。

施業が津波抵抗性に与える影響

方法：施業の違いによる津波抵抗性の変化を検討した。

研究成果

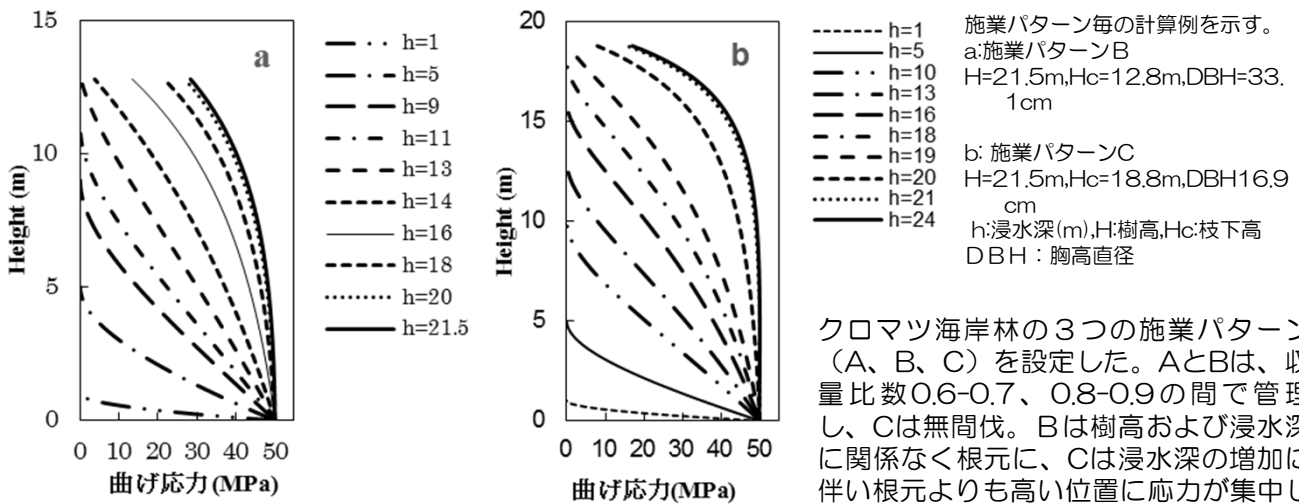


図1 樹幹内の曲げ応力分布の計算結果例

クロマツ海岸林の3つの施業パターン(A, B, C)を設定した。AとBは、収量比数0.6-0.7、0.8-0.9の間で管理し、Cは無間伐。Bは樹高および浸水深に関係なく根元に、Cは浸水深の増加に伴い根元よりも高い位置に応力が集中した。

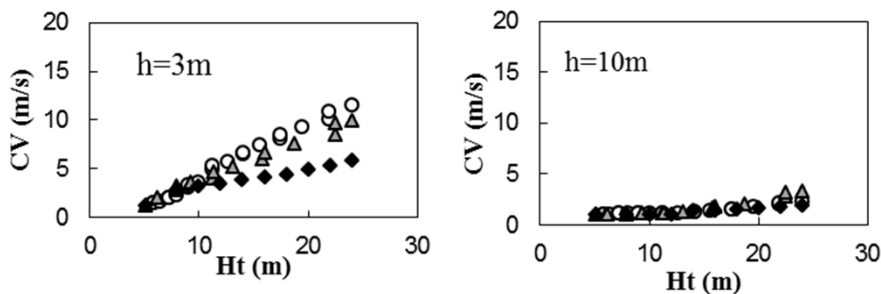


図-2. 限界流速と林分成長の関係

○：A、▲：B、◆：C、CV：限界流速（被害が発生するときの流速、津波に対する抵抗性の指標）、Ht:上層高(m)

施業により、津波抵抗性に差異が生じるが、津波が一定レベルの高さを超えると、施業による効果が消失する事が示唆された。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

第66回北方森林学会、第129回日本森林学会大会

GISを活用した森林機能評価および区分手法の開発

担当G：森林環境部機能G・森林資源部経営G

研究期間：平成27年度～29年度 区分：経常研究

研究目的

目的 森林の多面的機能のうち、木材等生産機能、生物多様性保全機能、水源涵養機能について評価手法を開発するとともに、GISを利用した森林機能区分の表示システムを開発する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地等について

調査地：道央地域

使用データ：森林調査簿、地形データ等

調査項目

1. 木材生産機能維持増進林分の評価手法の開発
2. 生物多様性保全および水源涵養機能の評価方法の開発
3. 森林機能区分の表示手法の開発

研究成果

1. 木材生産機能維持増進林分の評価手法の開発

トドマツ、カラマツ、スギ（道南地域）について地位指数推定式を作成し、地位を小班単位で推定する手法を検討した。表層土壌、地質、平均傾斜度、方位、露出度、気候的乾湿度が地位指数に対して影響を与えていた。

美唄市一般民有林を対象に地位指数（カラマツ）の評価に加え、傾斜と林道敷設状況から機械作業適地区分を行い、木材生産機能の評価手法を検討した（図-1）。

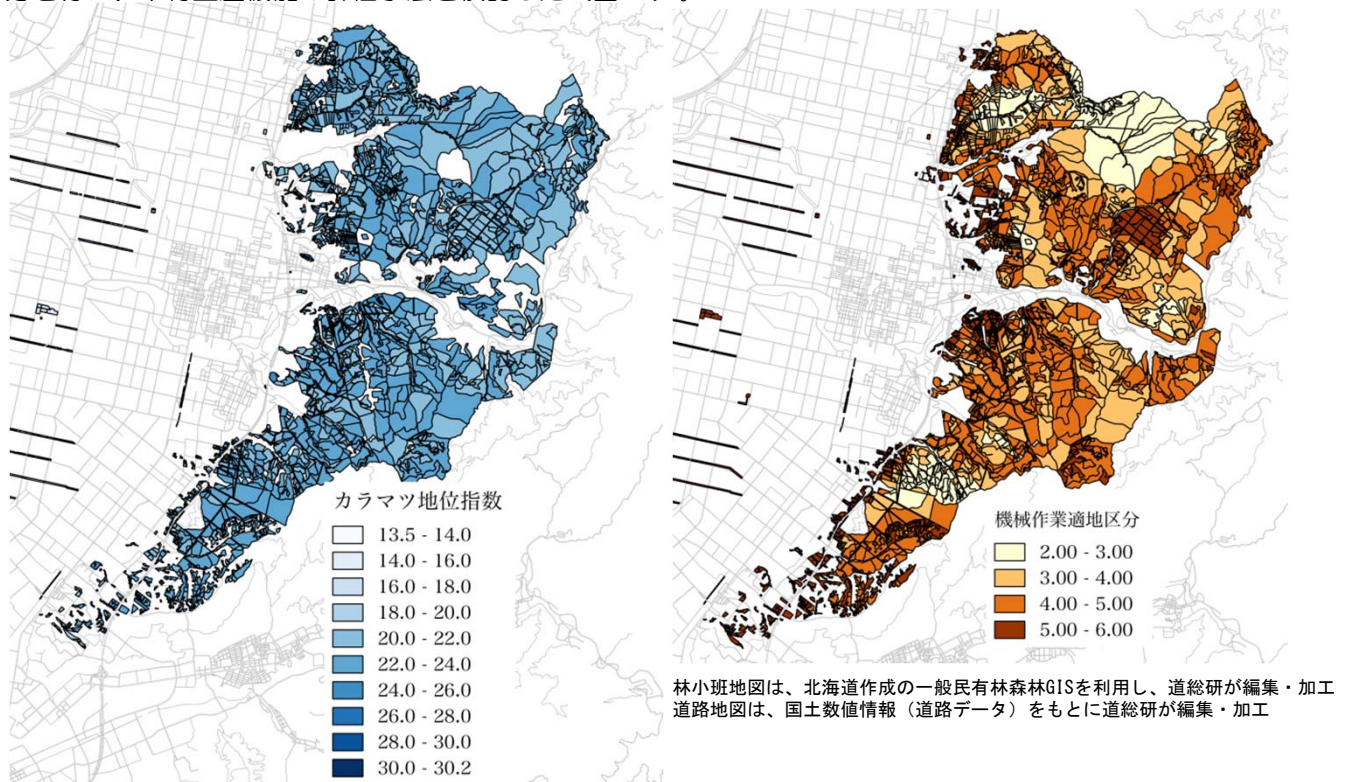


図-1 美唄市一般民有林におけるカラマツの地位指数評価（左）と機械作業適地評価（右）

美唄市民有林の平均地位指数は21であった。地位指数の高低と、機械作業の適地区分の高低を重ね合わせることで、成長の良い小班での機械作業を効率的に計画するために活用できる。

2. 生物多様性保全および水源涵養機能の評価方法の開発

生物多様性保全機能について、標高、傾斜、林冠閉鎖度、針葉樹と広葉樹の混交率、ササの種類から、小班単位で林床植生の多様度を推定するモデルを試作するとともにGIS上での表示形式を検討した（図-2）。

水源涵養機能については、「森林の機能別調査実施要領（昭和52年林野庁通達）」ならびに「北海道森林機能評価基準（<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/srk/hyouka/standard/index.htm>）」の評価方法により空知管内民有林の水土保全機能を評価し、GIS上での表示形式を検討した（図-3）。

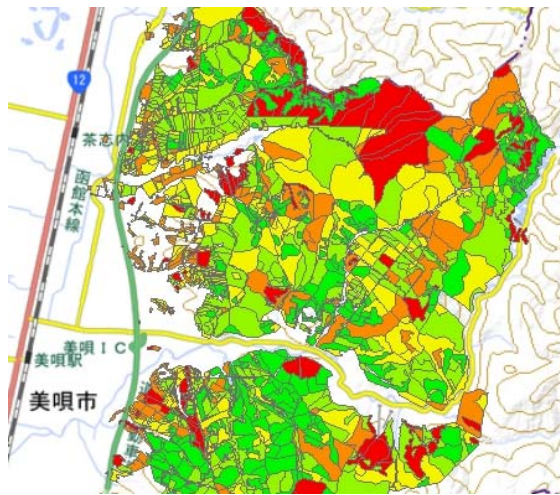


図-2 美幌市民有林における下層植生の多様度予測結果
標高、傾斜、疎密度、針広混交率、ササの種類等のGISデータを使用して小班毎の値を算出した。緑色が種数が多い小班、黄色ー橙ー赤に向かうにつれ少ないと予測された小班を表す。

林小班地図は、北海道作成の一般民有林森林GISを利用し、道総研が編集・加工
道路地図は、国土数値情報（道路データ）をもとに道総研が編集・加工

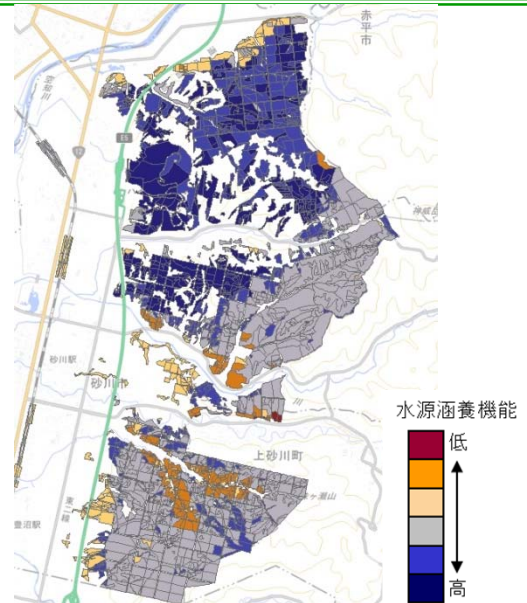


図-3 砂川市民有林における水源涵養機能の評価結果
「森林の機能別調査実施要領（昭和52年林野庁通達）」により評価したもの。

3. 森林機能区分の表示手法の開発

空知地域森林計画説明会（平成29年度に地域森林計画樹立年）において1）、2）の成果に基づく機能評価方法について紹介し、市町村の担当者にアンケートを実施し、24市町村から回答を得た。

GISの導入実態については、自治体により使用状況に温度差があった（図-4）。すべての自治体から、現行の「森林の区分」について現時点では見直しの予定がないと回答されたが、機能評価については「今後活用したい」と希望する自治体が半数近くにのぼった（図-5）。どんなツールとして提供してほしいか尋ねたところ、専門家が作成した「マップ」としての提供を希望する自治体が多く（図-6）、GISの導入状況や習熟度に左右されず使用できるためと考えられた。一方、GISを活用している自治体からは自力で評価を実施する「ソフト」の希望もあり、GISの普及段階に応じた成果の提供形態を検討する必要がある。



図-4 空知管内市町村の「GIS」導入状況。 図-5 機能評価の活用に関する希望。 図-6 機能評価の出力方法についての希望。

引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

八坂通泰(2018) 北海道の天然林における林冠層およびササが林床植物の多様性に与える影響—構造方程式モデリングによる分析—北林試研報55: 1-12.

カシワ海岸林の密度管理図の作成と天然林構造を 目標とした管理手法の検討

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、各総合振興局・振興局林務課

研究期間：平成28年度～30年度 区分：経常研究

研究目的

本研究では北海道のカシワ海岸林の造成・維持管理の指針を提示するため、カシワ海岸林の密度管理図および地位指数曲線を作成する。海岸林管理者が排水工など適切な改良工事の導入を図れるように、地位指数によって生育環境を評価できるようにする。また、人工林を高齡天然林のもつ構造へ誘導する密度管理手法*を検討する。

※「天然林のもつ構造へ誘導する密度管理手法」を検討する理由：

海岸防災林としての最適な林分構造は現段階においては未知であり、次善の誘導目標として天然林の構造が適切と考えられたため。

林分としての防災機能を向上させるには林冠を鬱閉させる必要があるが、これには本数密度が高い方が有利である。しかし個々の樹木の健全性を向上させるには幹を太くして頑丈にし、かつ樹冠を大きくさせなければならないが、これには本数密度が低い方が有利となる。このように林分としての防災機能と個々の樹木の健全性の同時追求は二律背反となり、両者をバランスする最適な林分構造は研究段階にあり未知である。この段階で密度管理の目標を設定するならば、飛来塩分や強風、濃霧（低温、日照不足、過湿が付随）などに耐え、長期間安定して森林状態を維持してきた実績のあるカシワ天然林の構造が手本の一つとして有望と考えられた。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：留萌・オホーツク・檜山・十勝管内の
カシワ海岸防災林
(人工林75箇所、天然林11箇所)

方法：①約10×20m方形区の毎木調査 ②樹幹解析
測定項目：①胸高直径、樹高、枝下高
②円盤採取、年輪幅・数の計測(7個体)

研究成果

H30年度は、データを取り増した上で、密度管理図と地位指数曲線を用いた密度管理手法の検討を行う。

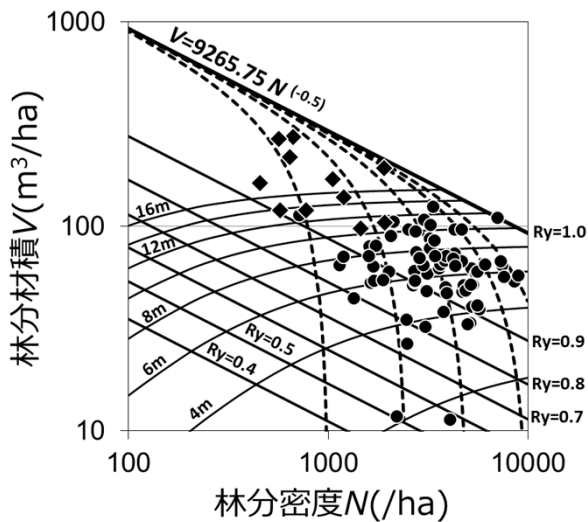


図1 カシワの密度管理図(暫定版)
カシワ海岸人工林データ(●)で作成
◆：カシワ海岸天然林

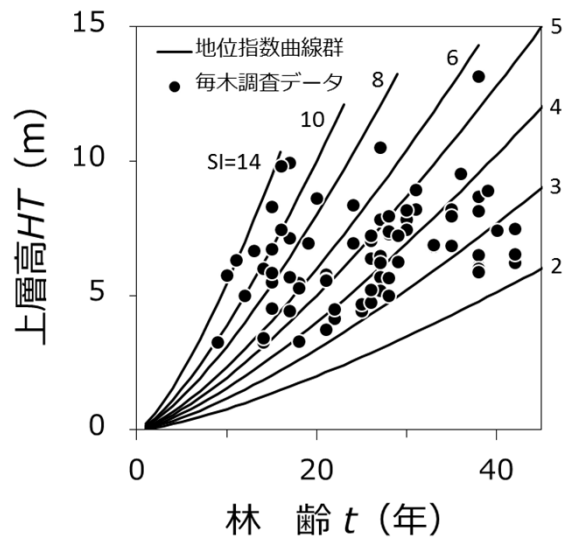


図2 カシワの地位指数曲線群(暫定版)
基準林齢は20年生とした

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない」

林内機械作業による土壌・植生への攪乱とその持続性の解明

担当G：森林環境部環境G

共同研究機関：（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所（主管）

研究期間：平成28年度～31年度 区分：公募型研究

研究目的

林業作業用車両の走行インパクトの持続性と、土質や植生相の異なる地域への適用について焦点をあて、車両機械の走行による土壌締固めからの回復過程の詳細を解明し、侵入した非森林性植物種が増加を続けるかを検証する。林業試験場では、従来の研究では捉えられなかった走行後1～4年間同一作業道の経年変化を追う試験地1と作設時期が異なる作業道で比較する試験地2における土壌締固めからの回復過程を解明する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地1：2016年、2017年に作設された各作業路
 調査地2：2012～2015年に間伐が行われたトドマツ人工林において毎年作設された森林作業道（4区間）

調査方法等
 道路作設後の経過年数による土壌物理性（硬度）の回復過程を評価する
 測定方法：動的コーン貫入試験器
 測定項目：Nc値（土壌硬度指標）※

※Nc値：5kgのおもりを高さ50cmから自由落下させたときに、先端のコーンが土中に10cm挿入されるまでの打撃回数

研究成果

継続調査
 を行う
 試験地1

- 2016年作設作業路：緩勾配区間では、深さ0.1mまでのNc値が5未満の地点が7箇所中5箇所であったが、すべての地点で0.1～0.2mの層でNc値が5以上となった（図-1）。一方、急勾配区間では、すべての地点で深さ0.1mまでのNc値が5未満であったが、0.1～0.2mの層でNc値が5以上となった。
- 2017年作設作業路：深さ0.1mまでのNc値は、すべての地点で作設前後ともに5未満の範囲であった。深さ0.1m以深のNc値は、作設前後で顕著な差がなかった。

作設年が異なる
 試験地2

- 作業道のNc中央値は、1年経過でH24作設区間を除いて値が同じか減少した（表-1）が、対照区間の値（表-1括弧の数値）と比較すると、各作設区間におけるNc中央値は高い値であり、まだ回復しきっていない。
- H25作設区間のNc中央値は、他の区間の値より高かった。一方、H25作設区間の対照区間の値が他の対照区間の値より高いことから、H25作設区間ではもとの地盤の硬さが異なっていた。

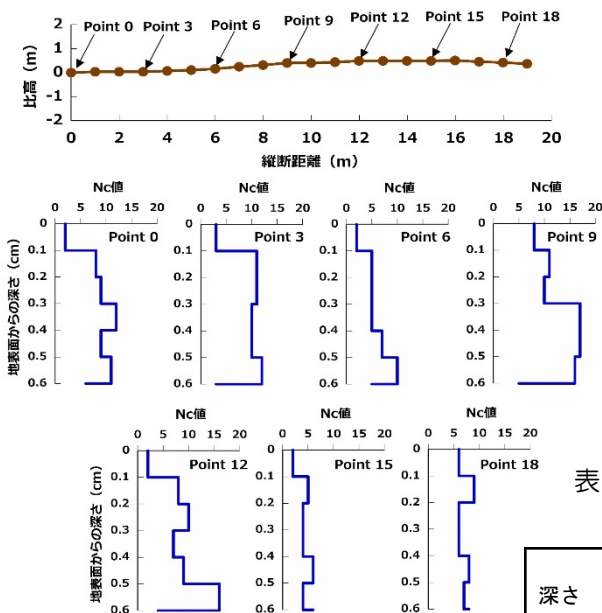


図-1 2016年作業路作設試験地における貫入試験結果

表-1 作設年が異なる作業道におけるNc値（中央値）の深さ別にみた年変化 括弧内は対照区間のNc値 *N=7

深さ	H24作設区間		H25作設区間		H26作設区間		H27作設区間	
	H28調査	H29調査	H28調査	H29調査	H28調査	H29調査	H28調査	H29調査
0.1m	2	2 (1)	8	6(1)	3	2(1)	4(1)	3(1)
0.2m	5	5(2.5)	12	12(5)	9	5(2)	8(2)	6(3)
0.3m	6	6 (3)	8	7(7)	10	6(3)	10(3)	8(3)

量的・質的研究アプローチによる知的障がい者のための森林教育活動に関する研究

担当G：道東支場

協力機関・研究機関：道内の知的障がい者施設・特別支援学校

研究期間：平成28年度～30年度 区分：公募型研究

研究目的

目的

森林教育活動の構成要素と評価の関係性・重度者の活動への参加状況・森林での活動によるストレス低減効果の視座に基づく分析・評価から地域資源としての森林の活用策について提言を行う。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地

当麻町・夕張市ほか

調査方法

- 障がい者を対象とした森林教育活動の実践
- 施設職員による活動評価(アンケート調査)
- 重い障がいを持つ人たちの行動観察

研究成果

1) 森林での活動を構成する諸要素と活動への評価の関係性の検討(H28～30年度)

施設職員が森林活動の評価で重視する「活動の雰囲気」「重度者の参加」の基準と活動構成要素との関連性を、これまでの7条件(内容・場所・参加形態・移動・要求動作・器材・動植物)に安全管理・準備・時間・活動目的・降雨の5条件を加えた12の条件とした(総事例数100:数量化I類を適用)。その結果、活動の雰囲気では「場所」「参加形態」「器材」「安全管理」「時間」「活動目的」、重度者の参加では上記に加えて、「要求動作」「動植物」「準備」「時間」「降雨」への配慮が求められることが示唆された(図1)。

2) 施設状況に応じた森林活動の試行と評価(H28～30年度)

活動評価に係るアンケート調査の自由記載の内容に形態素解析・主成分分析を適用して得られた結果より、ゲーム・体験型活動と散策型活動への意見(特に重度者のための改善に関するもの)を抽出・例示した。その結果、重度者の参加への配慮事項は散策型の活動では「時間」「体力」「天候」「散策路の状態」「運営」の状況との関連が強く、ゲームや体験型では「時間」「興味・理解」「安全」「実施環境」との関連が強いことがわかった(表1)。

3) 森林活動のストレス低減効果の検討(H28～30年度)

被験者の心拍間隔から自律神経の状態(リラックス・ストレス)を測定する器機を用いて、被験者16名を対象に活動前後のストレス状況の測定を行った。その結果、9名の被験者にストレス緩和の状況が認められた。

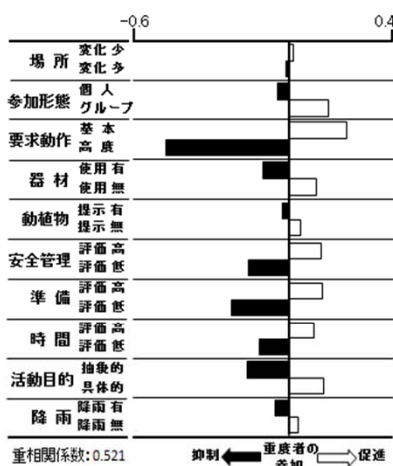


図1 重度者への配慮と活動構成要素

表1 重度者への配慮事項(散策・ゲーム活動)

	散策型の活動	ゲーム・体験型の活動
時間	<ul style="list-style-type: none"> ○時間の余裕があればもう少し散れ合いを楽しみた ○不要な待ち時間のため落ち着かない利用者がいる ○散策で疲れてくる人たちが遅く待つ時間が長かった 	<ul style="list-style-type: none"> ○順番がまわってこないでなかなか参加できない ○待ち時間が長く過ぎてしまっている人がいた ○待ち時間が長く待っている間に不安定になる人がいた
体力	<ul style="list-style-type: none"> ○肥満の利用者がいて歩かざるができない ○グループ内でも多くペースがバラバラで疲れてしまおう ○参加者に体力のない方、足腰の弱い方が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ○重い利用者さんは器機で遊んでいた内容に興味がない ○器機の障害を持った方でも簡単に楽しめる内容・プログラム ○真中を飛ばさせるプログラム
天候	<ul style="list-style-type: none"> ○寒かったので振れている人は防寒対策が必要 ○暑さで途中で引き返す人もいた 	<ul style="list-style-type: none"> ○興味 ○若干の器機の利用者には興味を持っていない人がいた ○理解 ○教育・器機への理解が必要 ○器機と器機の関係が利用者には結びつきづらい ○なかなか作品が出来上がらず、成果がわかりづらい ○真中を飛ばさせるプログラム
散策路の状態	<ul style="list-style-type: none"> ○道端の確保がなく危険な場所があった ○前日に降雨があり道端がぬかるみがあった ○散策は楽しいが身体障害のある人には大変な活動 	<ul style="list-style-type: none"> 安全 ○寒さや火を扱うことでの安全確保
運営	<ul style="list-style-type: none"> ○スタッフの配置不足で個別してしまつた ○突然の予定変更などは障害者にとって対応が難しい ○ヒゲや襟などがあるのも関わらず森に入るのはどう考えるか悩むところ 	<ul style="list-style-type: none"> 実施環境 ○人数も多くなり賑やかな環境で苦手な人には大変

十勝地域における効果的な内陸防風林更新手法の提案

担当G：森林環境部環境G・道東支場

協力機関：北海道水産林務部林務局治山課、十勝総合振興局林務課、十勝農業試験場

研究期間：平成29年度～31年度 区分：経常研究

研究目的

十勝地域では各地で防風林の更新事業が進められており、効果的な防風林更新手法の提案が求められている。本課題では、防風林更新時に実施される部分皆伐について、伐採面積および皆伐区の配置が減風効果および残存林帯への風の吹き込みに及ぼす影響を明らかにする。また、残存林帯が植栽木に及ぼす影響と、景観的に評価の高い防風林植栽樹種を明らかにする。以上の結果を基に、伐採面積・風況への影響・植栽環境への影響の3点から見て効果的な防風林の伐採手法および良好な成長と景観が期待できる防風林植栽手法を提案する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

主な調査地

防風林更新試験地（士幌町）
 ✓カラマツ防風林に、伐採手法の異なる4つの処理区と、伐採を実施しない無処理区を設定
 ✓伐採後の林帯において、6樹種（カラマツ・アカエゾマツ・シラカンバ・ヤチダモ・ミズナラ・カシワ）の植栽試験を実施

調査手法

- ① 風速観測（防風林更新試験地）
- ② 植栽木の生育調査・残存林帯の林分調査・微気象観測（防風林更新試験地+更新後10年以内の防風林複数林分）
- ③ 景観構成要素の把握・写真撮影・視覚的評価実験（樹種の異なる成林した防風林）

研究成果

① 防風林更新試験地での風速観測

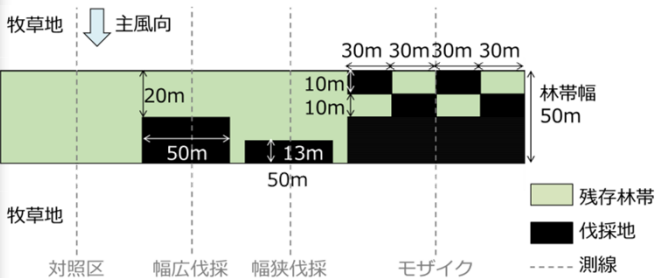
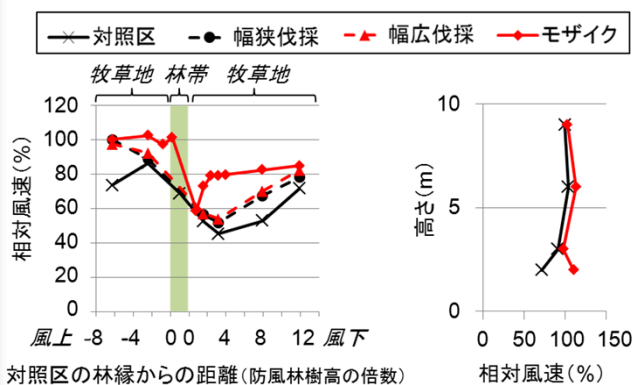


図1. 防風林更新試験地の概要

(a) 防風林前後の風速水平分布 (b) 残存林帯内の風速鉛直分布



減風効果：
 対照区 > 幅狭伐採
 ≧ 幅広伐採 > モザイク

高さ3～9mでは、
 対照区とモザイクの差
 ほとんどなし

図2. 防風林前後の風速分布と残存林帯内への風の吹き込み

② 植栽試験

活着率：カラマツ75%、シラカンバ80%
 アカエゾマツ88%、カシワ92%
 ミズナラ97%、ヤチダモ100%
 次年度以降、植栽木の成長を比較する。

③ 景観的に評価の高い防風林植栽樹種の解明

シーニックバイウェイ北海道 十勝平野・山麓ルートを車で走行して動画を撮影し、10秒ごとに景観構成要素を抽出した結果、4つの走行区間で異なる景観の特色が認められた。

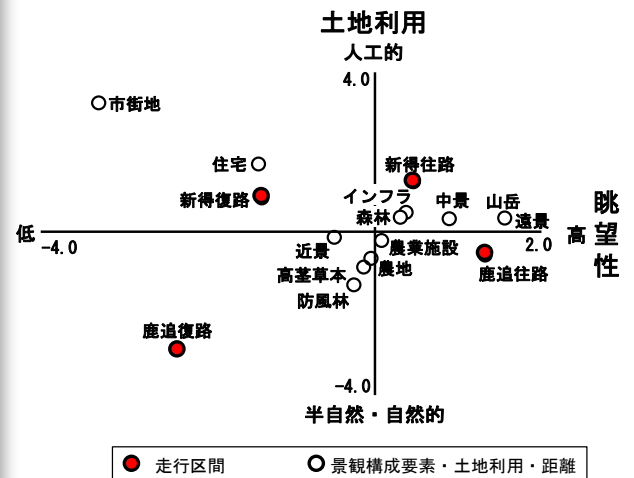


図3. 数量化Ⅲ類を用いた各対象地の景観的特色の類型化

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない」

防雪林に対する除伐・枝打ちが吹雪捕捉機能に及ぼす影響

担当G：森林環境部環境G・道東支場・道南支場

協力機関：JR帯広保線所、国立研究開発法人防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター
新庄雪氷環境実験所、(株)雪研スノーイーターズ

研究期間：平成29年度～31年度 区分：経常研究

研究目的

防雪林が造成された後、除伐によって吹雪捕捉機能が低減することが心配され、管理が遅れる傾向がある。また、針葉樹では沈降圧による枝抜けが生じるため、病虫害が心配され、「裾枝打ち」作業が推奨されている。しかし、実際に枝抜け跡からの腐朽があるのか、また除伐や枝打ちによって吹雪捕捉機能が低減するのか調査された事例がない。そこで、本研究では、除伐時期に達した防雪林に対する除伐、および枝打ちが吹雪捕捉機能に及ぼす影響を定量的に評価し、防雪林の保育管理に向けた基礎データを提供することを目的とする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

① 除伐・枝打ちの吹雪捕捉機能への影響調査

調査地：新得町内の鉄道防雪林

方法：無処理区、除伐+枝打ち区、枝打ち区を設定し、冬季間、各区の前後に形成された堆雪丘の断面形状を測定

② 枝抜け跡の腐朽状況の調査

調査地：道内の主要な防雪林

方法：枝抜け跡の巻き込み状況を目視等で調査し、除伐処理等で伐採された木を対象に枝抜け跡位置の断面から腐朽状況を確認

③ 模型林を用いた風洞実験

方法：風洞装置内に模型林を設置し、吹雪に模した顆粒の堆積状況を調査

研究成果

① 除伐・枝打ちの吹雪捕捉機能への影響

2018年1月時点で、風下側の約10m地点に約3mの高さの堆雪丘のピークが生じたが、枝打ち処理によりピークが風下側後背の約20m地点に移動した。除伐+枝打ち処理により、ピークはさらに後ろに移動した(図1)。

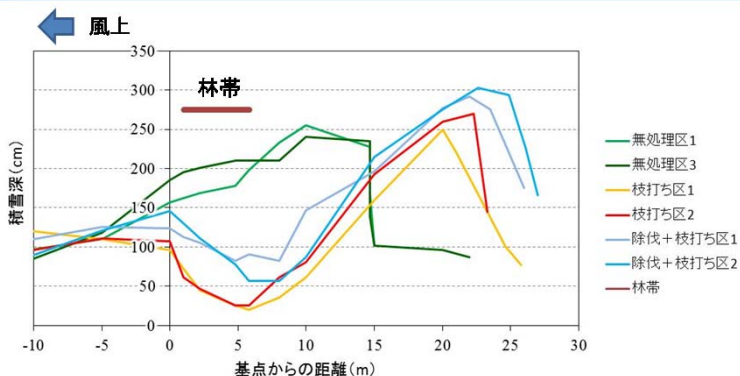


図1 2018年1月25日における堆雪丘の形成状況

② 枝抜け跡の腐朽状況の調査

新得町内の鉄道防雪林で除伐された個体について調査した結果、枝抜け痕のある樹木10本中10本で腐朽や腐朽と思われる変色が見られ、うち6本では樹幹中央部にまで腐朽または変色が進行していた。

③ 模型林を用いた風洞実験

4パターンの模型林形を用いて実験した結果、枝打ちなし+苗間5cmでは林帯背後に堆雪丘が形成されなかったものの、枝打ちありの場合と枝打ちなし+苗間10cmでは林帯背後に堆雪丘が形成された(図2)。

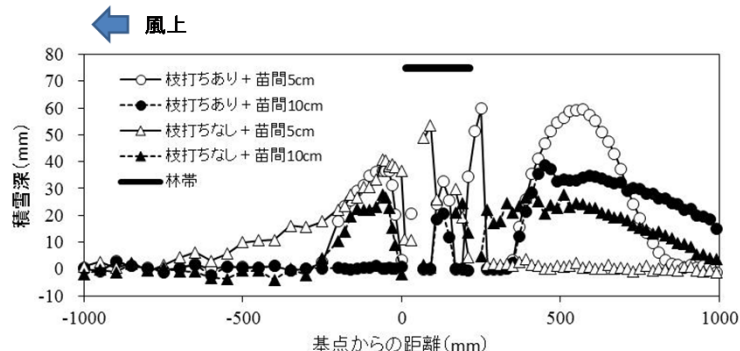


図2 風洞実験における模型林型前後の堆雪丘の形成状況

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない」

津波による最大リスク評価手法の開発と 防災対策の実証的展開

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）、地質研究所、北海道大学大学院・文学研究科、埼玉大学大学院・理工学研究科（東北大学、北海道総務部危機対策課）

研究期間：平成29年度～31年度 区分：重点研究

研究目的

北海道における津波による死傷リスクを低減するため、積雪寒冷や暗夜条件などによる最大リスク評価手法並びに都市・地域の人口や土地利用の経年変化を考慮した津波防災対策効果の評価手法を開発する。また、津波防災対策の実施を支援するために防災対策案を定量的に評価するために防災対策案を定量的に評価する手法を開発し、具体の市町村で津波避難計画や津波防災地域づくり計画を作成するなどにより実証的に展開する。

研究方法

調査地：釧路市音別町音別の海岸防災林
林帯幅：100m、林帯延長：1200m
植栽樹種：グイマツ、カシワ、ドロノキ
植栽年：1988、1989年
使用データ：クロマツ海岸林についての計算にはクロマツ密度管理図に基づいた施業体系図を使用

調査方法：16.7m×100m帯状区の毎木調査
数値計算：音別については現況と2018年から開始の減勢盛土、減勢堀の工事後のL2津波（汀線波高20m）に対する津波波力減衰効果を非線形長波方程式により計算。クロマツ林については施業体系図に基づいて波力減衰効果の時系列変化を計算。

研究成果

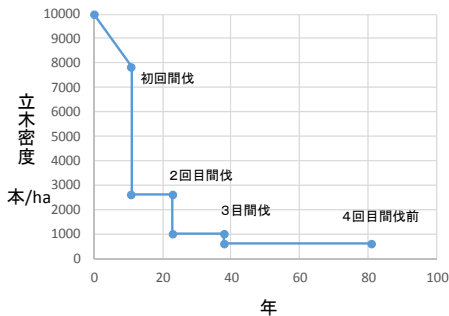


図1 クロマツ海岸林の施業体系図（地位指数12）

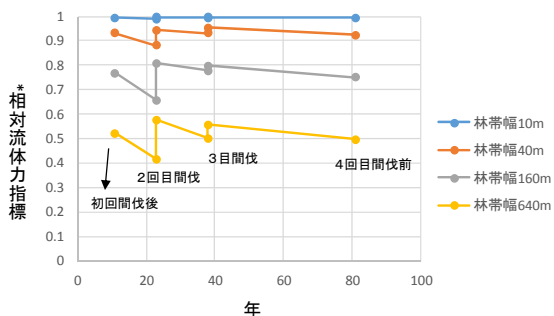


図2 施業体系図に沿った林帯背後における相対流体力指標*

* 林帯なしの流体力指標（水深×流速²で表される流れの勢いの指標）に対する林帯ありの流体力指標の比

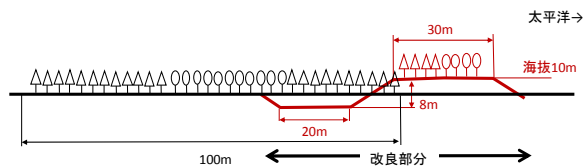


図3 音別町の海岸防災林の改良工事断面図（黒が現況、赤が改良後）

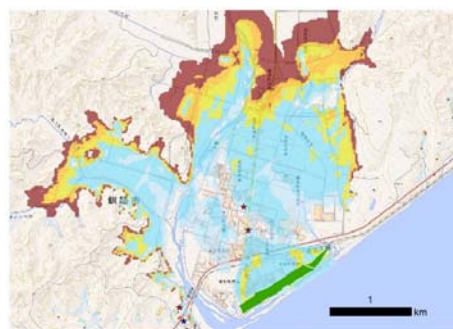


図4 音別町における改良工事による流体力減衰率（現況の最大流体力指標に対する改良工事後の同指標の減衰分の百分率）

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない」

図1、2で海岸林の波力減衰機能の時間変化を明らかにした。図3、4で海岸林改良による波力減衰効果を示した。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・Tanaka, T. et al(2017) Estimation of tsunami force reduction and the breaking mode of coastal trees applicable to coastal forest management as a bioshield. Proceedings of the 37th IAHR World Congress : 5968-5976

常呂川流域圏における 人間活動と水・物質循環とのつながりの解明

担当G：森林環境部機能G

共同研究機関（協力機関）：環境科学研究センター（主管）、地質研究所、

中央農業試験場、北見農業試験場、さけます・内水面水産試験場、北方建築総合研究所
（北見工業大学、常呂川水系環境保全対策協議会）

研究期間：平成29年度～31年度 区分：経常研究

本研究では、人の暮らしと産業が調和した流域システムの構築を目指し、研究フィールドとして常呂川流域圏を対象に圏内における水・物質循環の状況を明らかにする。さらにそれらを介した産業と人の暮らしとの関係性を分析し、流域圏の持続可能性に係る要因を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：常呂川流域圏（流域面積約2000km²）

- ・関係自治体：北見市、訓子府町、置戸町
- ・流域人口はおよそ13万人、上流は森林域、中下流は大規模な畑作地帯と都市圏、河口域はサケマスやホタテの好漁場となっている。
- ・突発的な土砂流出や水質悪化の問題を抱えており、総合的な流域管理のニーズがある。

研究の項目と方法：

- 物質流出モデルによる土砂の発生・移動量の評価
北海道開発局ならびに常呂川水系環境保全対策協議会よりデータ提供を受け、流域内の主要観測点5地点において年間負荷量を算出する。
- 流域圏サービスの変遷の把握
農林水産業の生産量、水利用等各種統計値の収集。

研究成果

●物質流出モデルによる土砂の発生・移動量の評価

北海道開発局（水位流量観測データ）ならびに常呂川水系環境保全対策協議会（水質）より提供されたデータを用いて、現状の常呂川流域における土砂流出量を計算した。

計算には2005年～2016年までの観測データを用い、流域内の主要観測点5地点においてLQ式*を作成し（図-1）、直近5年間の年間負荷量の計算を行った。最下流地点における年間土砂流出量は4万tから78万tと幅があったが、5地点の大小関係は各年同じ傾向であった。土砂流出量の空間分布をみると、A12とA13の間で土砂量が飛躍的に増大しており（図-2）、この区間で流入する支流や常呂川本流河道での土砂供給などが示唆された。

*LQ式：負荷量（L）と流量（Q）の関係をべき乗式で表したもの。

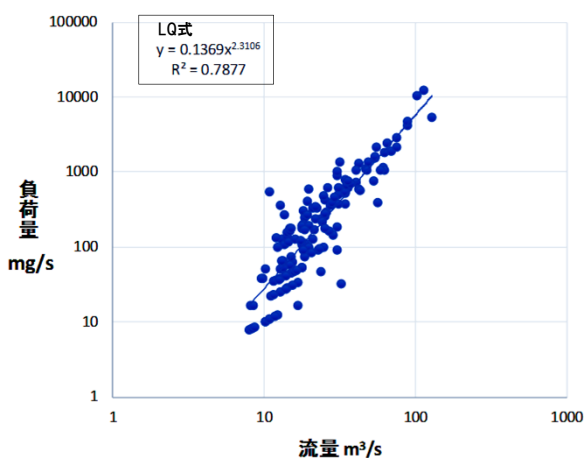


図-1 常呂川最下流地点（上川沿）の浮遊土砂（SS）負荷量と流量の関係（2005～2016年の観測データ）

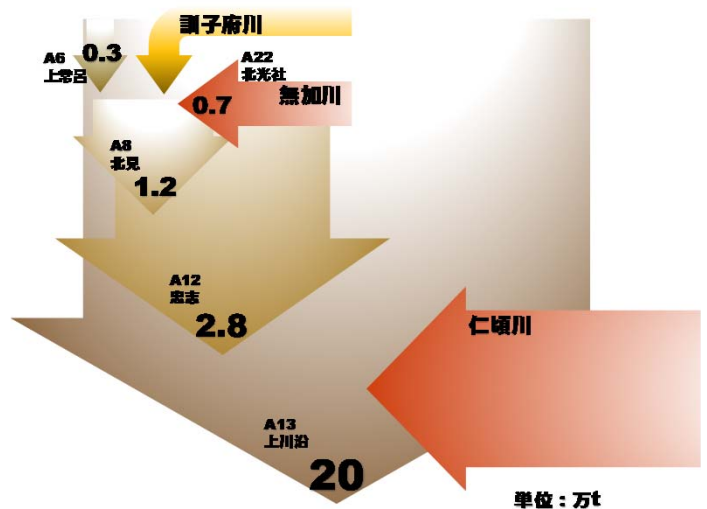


図-2 常呂川流域における年間SS負荷量の計算結果
矢印の太さは、相対的な負荷量の違いを表している。
仁頃川、訓子府川の年間負荷量は直接算出していないため数値は示していない。

引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない

乙部町における新規蜂場開設を目指した 蜜源探索に関する研究

担当G：森林環境部環境G、道東支場、緑化樹センター

協力機関：乙部町、三次はちみつ園蜂屋、株式会社林組

研究期間：平成29年度～31年度 区分：受託研究

研究目的

本研究では、乙部町内に生育するトチノキの分布マップを作成し、また毎年の豊凶状況を確認して、来拝川沿いに設置される蜂場における採蜜量と対応させ、他流域における蜜源としての潜在資源を推定する。一方、牧野跡地等に造成する蜜源としてクローバーに焦点を当て、道内のクローバー蜜の主要産地（日高、十勝、オホーツク）において、採蜜に必要なクローバーの花密度および面積を評価する。

研究方法

- 1) 採取可能箇所（蜜源）調査
 - トチノキの開花時期に、林道踏査による目視、およびドローンによる空中写真からトチノキの分布と開花状況を調査する。
 - 当地域に蜂場を設置する養蜂家から、トチノキ蜜の採蜜量を聞き取り調査する。
- 2) 新たな蜜源の環境整備調査
 - 道内の主要なクローバー蜜産地において、蜂場が設置される近辺のクローバーの花密度と分布面積を調査する。

研究成果

1) 採取可能箇所（蜜源）調査

乙部町の民有地におけるトチノキの分布概況を把握するため、魚つきの森協議会の案内の下、町内の道道、町道、林道を約100km走行し、目視によってトチノキの位置を調査した（図1）。その結果、町内の主要5河川（来拝川、女男川、突符川、小茂内川、姫川）のうち、トチノキの分布は来拝川と女男川、突符川沿いに多く、姫川沿いには少ない傾向が認められた。

2) 新たな蜜源の環境整備調査

クローバー蜜を採蜜している新ひだか町（採蜜地は町内）、遠軽町（採蜜地は雄武町、興部町）、上士幌町（採蜜地は足寄町）の周辺牧野におけるクローバーの開花状況を確認した。その結果、足寄町活込に造成されたクローバー畑の面積は約11haで、クローバーの花密度は 170.7 ± 75.1 個/m²（平均±標準偏差、畑内の任意の30地点、7月6日時点）だった。2017年は、蜂場には20蜂群設置され、このクローバー畑から1蜂群あたり24kgのクローバー蜜が採蜜されたため、クローバー畑1haあたりの採蜜量は43.6kgと推定された。

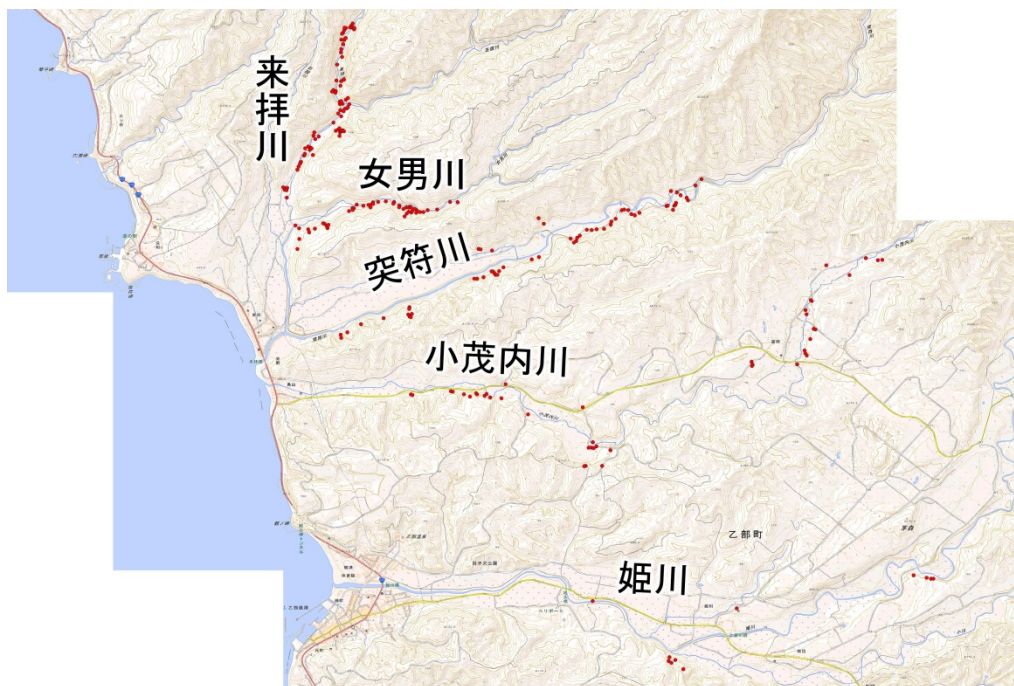


図1 乙部町内の民有地におけるトチノキの分布状況
●印がトチノキの位置

森林内におけるエゾシカ捕獲のための効果的な給餌手法の確立

担当G：森林資源部保護G

協力機関：環境科学研究センター、占冠村、知内町、釧路総合振興局森林室、日高振興局森林室、(株)ドリームヒル・トムラウシ、(株)シンカン

研究期間：平成27年度～29年度 区分：経常研究

研究目的

本研究では、エゾシカを誘引するために有効な餌の種類や効果的な給餌手法を確立し、森林内におけるエゾシカ捕獲の効率を高め、誘引捕獲の普及・推進を図る。

研究方法

1. 家畜飼料4種に対するエゾシカの嗜好性試験
試験地：知内町、三笠市、占冠村、浜中町
試験方法：カフェテリア方式による採食量の把握

2. 給餌に対する誘引状況の調査
試験地：浦河町（道有林）
試験方法：自動撮影カメラによる出没状況の把握

研究成果

1. 家畜飼料4種に対するエゾシカの嗜好性試験

エゾシカの家畜飼料に対する嗜好性について4地域で試験をしたところ、ビートパルプはすべての地域で負の選択性、圧片大麦は正の選択性を示した。

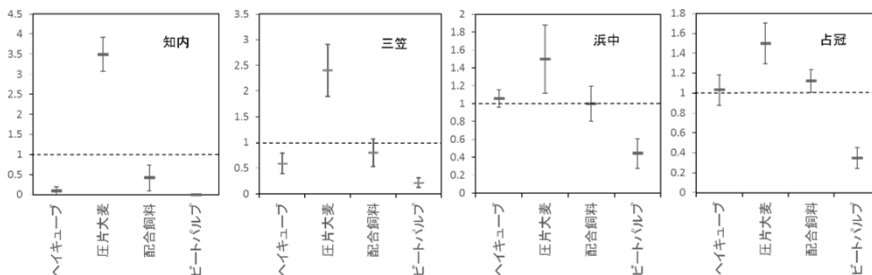


図1 Manlyの選択性指数による家畜飼料4種に対するエゾシカの嗜好性

選択指数が1より大きい場合は正の選択性、1より小さい場合は負の選択性を示す。エラーバーはBonferroniで補正された95%信頼区間を示し、1を含まない場合に有意性が認められる。

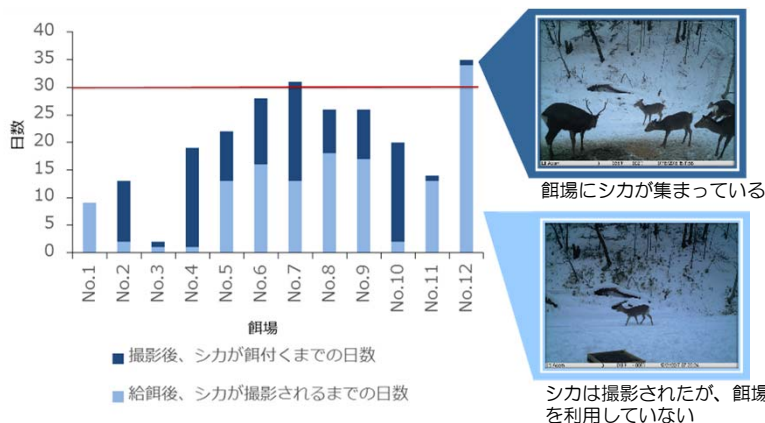


図2 H29日高モバイルカリングにおける餌付けに要した日数

2. 給餌に対する誘引状況の調査

H29年度の道有林日高管理区におけるモバイルカリングでは、誘引餌を設置後1ヶ月で75%の餌場にエゾシカを誘引することができた。

以上のことから、今後、新たに捕獲事業を実施する地域では、誘引餌に圧片大麦を用い、捕獲の1ヶ月前から給餌することで、エゾシカを誘引できる可能性が高まると考えられた。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 南野一博 (2018) 春～秋季に給餌によってエゾシカを誘引できるか？—実験林における誘引試験の結果から— 光珠内季報186：1-6
- 南野一博 (2017) 無雪期に給餌によってエゾシカを誘引できるか？ 日本哺乳類学会2017年度大会
- 南野一博 (2016) エゾシカの誘引餌における嗜好性と地域性、日本哺乳類学会2016年度大会
- 南野一博 (2016) オミット式カフェテリア法によるエゾシカの嗜好性試験、北方森林研究 64：23-25
- 南野一博 (2016) 飼料穀物4種に対するエゾシカの嗜好性、第127回日本森林学会大会

獣害防止ネットにおける耐積雪性に関する研究

担当G：森林資源部保護G

協力機関：そらち森林組合、サージミヤワキ株式会社

研究期間：平成27年度～30年度 区分：受託研究

研究目的

積雪による獣害防止ネットの損傷を抑え、侵入防止柵の耐久性を向上させるため、新たに開発されたネットの耐積雪性を検証するとともに、積雪に対応した柵の設置方法を検討する。

研究方法

試験地：美唄市林業試験場構内
美唄市、石狩市

支柱間隔：5m、4m、2.5m
供試ネット：新開発ネット（イザナス入りネット）
既存ネット

研究成果

- 支柱側面に固定していた吊りロープを木口面に変更した結果、吊りロープの落下(写真-1)は防げるが、木口面の接合部で網が1目破網することが多かった(写真-2)。
- 積雪が1mを超えるような場合、ネット中間部を支柱に固定して施行するとその部分で破網することが多かった(写真-3)。中間部の固定をしないうことで、中間部のネットの破網を防ぐことができた。



写真-1 支柱側面に固定して吊りロープが落下した状態。



写真-2 木口面に設置した場合の破網状態。

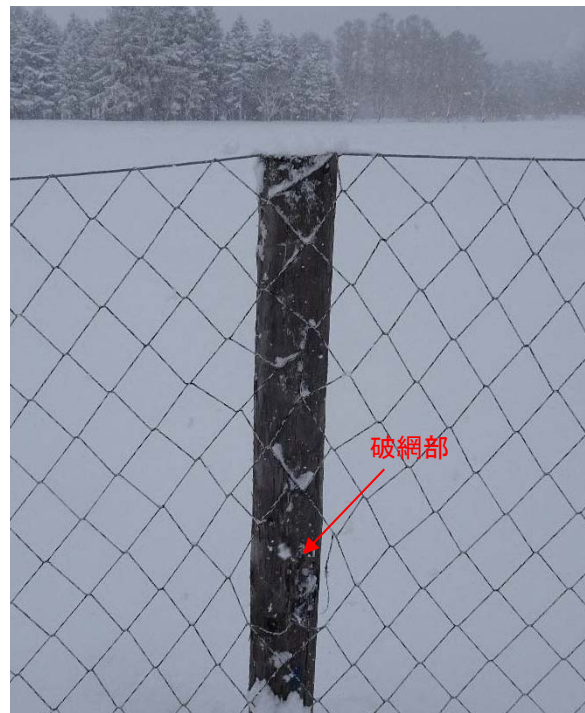


写真-3 支柱の中間部でネットを固定した時のネットの破網状態。

林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない。

食葉性昆虫の大規模食害による失葉に対する樹木の応答 — 成長と木質形成への影響 —

担当G：森林資源部経営G

協力機関、研究機関：北海道大学

研究期間：平成27年度～29年度

区分：公募型研究

研究目的

激しい食害が報告されているウダイカンバとカラマツを対象に、食害時期、強度の違いが幹の肥大成長と木部の組織構造に与える影響を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地1(年輪解析)：ウダイカンバ二次林
(富良野市、林齢約100年)

調査地2(摘葉試験)：北海道大学農学部の圃場

方法(年輪解析)：ウダイカンバ14個体

測定項目：年輪幅の測定、

方法(摘葉試験)：ウダイカンバ苗木60個体

(摘葉時期：6月上旬、7月下旬)

カラマツ苗木60個体

(摘葉時期：7月上旬、8月下旬)

研究成果

(1) 食害履歴の明らかな立木からの木部試料採取
および組織構造の観察(年輪解析)

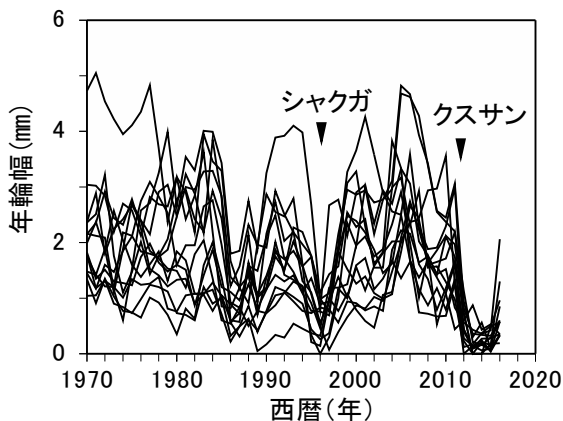


図1 富良野市の広葉樹二次林におけるウダイカンバの年輪幅の時系列変動
矢印は食葉性昆虫(シヤクガ、クスサン)の大発生した年を示す。

顕著な成長の落ち込みは1996年と2012年に認められた(図1)。これらの時期は、シヤクガやクスサンの大発生が報告された時期と一致していた。

(2) 食害を模した摘葉実験

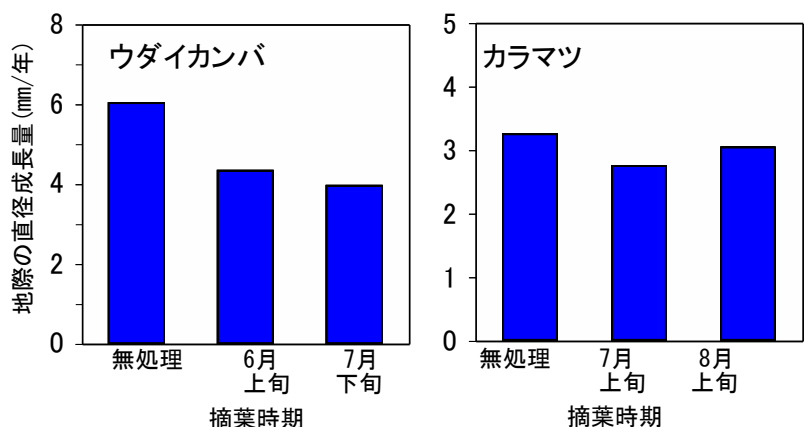


図2 摘葉した苗木の地際の直径成長量

ウダイカンバにおける6月上旬、7月下旬の摘葉はシヤクガ、クスサンの食害時期を想定したものであり、カラマツにおける7月上旬、8月上旬の処理は、それぞれマイマイガ、ハラアカハバチを想定したものである。8月上旬の摘葉では、成熟した葉を対象に切除し、その他の処理ではすべての葉を切り取った。

ウダイカンバでは摘葉によって地際の直径成長が低下したものの、カラマツでは成長に対する摘葉の効果は明瞭に認められなかった(図2)。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

渡邊陽子、大野泰之 (2018) カラマツ仮道管の細胞壁形成における成長期の失葉の影響。第67回日本木材学会大会

保残伐施業が伐採直後の鳥類群集に与える影響の解明と植生変化の把握

担当G：森林資源部保護G・経営G

協力機関：北海道水産林務部森林環境局道有林課、空知総合振興局森林室、
(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所、北海道大学

研究期間：平成28年度～31年度 区分：経常研究

研究目的

道有林を活用してトドマツ人工林における生物多様性保全や水土保全等の公益的機能の維持増進と効率的な木材生産を両立させる技術を確立するため、主伐時に一部の樹木を残す保残伐施業に関する大規模実験が開始されている。その施業地において伐採直後の植生変化（下層植生、植栽木、保残木）を把握するとともに、伐採が鳥類群集に与える影響について明らかにする。

研究方法

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、広葉樹単木中量保残区、広葉樹単木大量保残区、群状保残区、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セット設定（受光伐区のみ2セット）
鳥類調査：テリトリーマッピングによる生息数把握
植栽木の成長調査：植栽木の樹高・生残を調査
保残木の生残調査：保残木の推移を調査

研究成果

保残伐施業が伐採直後の鳥類群集に与える影響の解明

森林性鳥類のなわばり密度は、対照区と小面積皆伐区では伐採前と伐採1年後で変化しなかったが、保残区と皆伐区では減少した。皆伐区、単木少量、単木中量、単木大量と、保残本数が多いほどなわばり密度が高かった。種数の変化もほぼ同様の結果を示した。

植栽木の成長の把握

第2セットのトドマツの平均伸長成長量は、単木大量に比べて群状保残区、単木少量で大きく、上木の保残状況を介した光環境の違いが伸長成長量に影響したものと推察される。

響したものと推察される。

保残木の生残の把握

伐採後に風倒や枯死が発生し、保残木本数は減少した（図-1）。しかし、保残した広葉樹の成長により、選木時から伐採後3年秋の胸高断面積合計(m^2/ha)は、第1セット単木大量5.77から6.52、単木中量3.92から4.21、単木少量0.61から0.64と増加した。

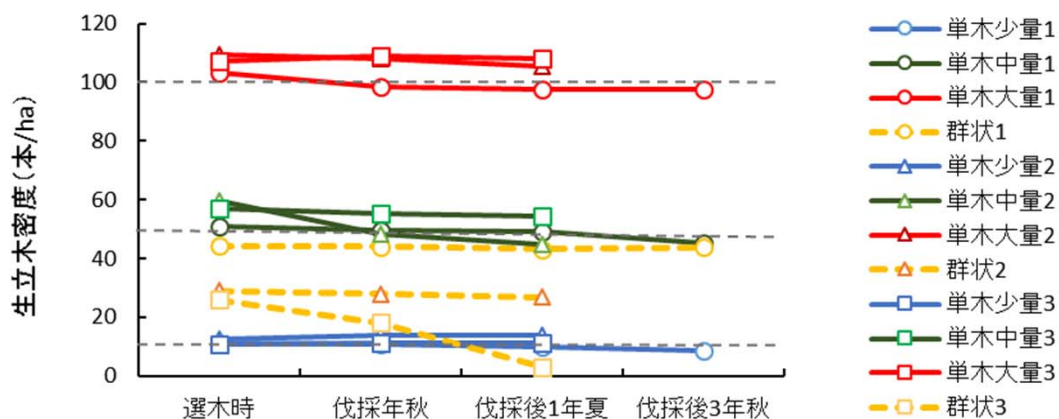


図-1 保残木密度の推移

実験区略称の数字は処理反復数(セット)。グラフの点線はそれぞれ実験区設定時の設定立木密度(SS: 10本/ha、SM: 50本/ha、SL: 100本/ha)

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない」

保残伐による森林景観の持続的管理手法の提案

担当G：森林資源部保護G、森林環境部機能G、道南支場

共同研究機関：(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所、環境科学研究センター

協力機関：北海道水産林務部森林環境局道有林課、空知総合振興局森林室

研究期間：平成28年度～29年度 区分：公募型研究

研究目的

北海道の人工林は1960～1980年代に植栽された林分が多いため、今後主伐期を迎える人工林が急増し、大面積の森林伐採が生物多様性保全等に及ぼす悪影響が懸念される。そこで、保全と生産を両立する施業方法として欧米を中心に注目されている「保残伐施業」について、トドマツ人工林を対象とした大規模実験によって、その効果を林分スケールで検証するとともに、評価を景観スケールに拡張し、木材生産を維持しつつ公益的機能を持続的に発揮できる森林管理について、長期的な視点から提案する。

研究方法

調査地：道有林空知管理区225-250林班のトドマツ人工林(芦別市、深川市、赤平市)
 実験区：皆伐、広葉樹単木少量保残、広葉樹単木中量保残、広葉樹単木大量保残、群状保残、小面積皆伐、広葉樹天然林対照区、人工林対照区
 (第1セット：2014年伐採、第2セット：2015年伐採、第3セット：2016年伐採)

研究項目：
 林分スケールでの調査：植物、鳥類、昆虫類
 小流域スケールでの調査：河川の底生動物、水質
 景観スケールでの森林の評価：森林現況の把握、木材生産と生物多様性の評価

研究成果

1. 林分スケールでの保残伐の効果

保残伐施業の実証実験の実験区のほか、8-44年生トドマツ人工林に新たに18箇所の調査区を設定し、既存の178箇所と合わせて下層植生のタイプを7つに区分した。これらのタイプは標高、間伐・主伐後年数、広葉樹胸高断面積からおおむね推定できた(図1)。

伐採1年後の下層植生は伐採前植生の影響を強く受けながら変化していたが、伐採3年後には種組成が均質化する方向に変化した(図2)。単木保残の保残木の周囲では地表攪乱の影響が弱く、変化が小さかった。群状保残部分では、周囲が伐採されても植生の変化は小さかった。

下層の植物や地表歩行性で移動能力の小さい昆虫類などを保全するには、林床を攪乱することなくまとまった面積を保残する「群状保残」の有効

性が高い一方、鳥類にとっては主に針葉樹で構成される小さな保残パッチよりも、全体に広葉樹を保残する「単木保残」の有効性が高いことを示唆するデータが得られており、群状保残と単木保残を組み合わせた森林管理が重要であると考えられた。

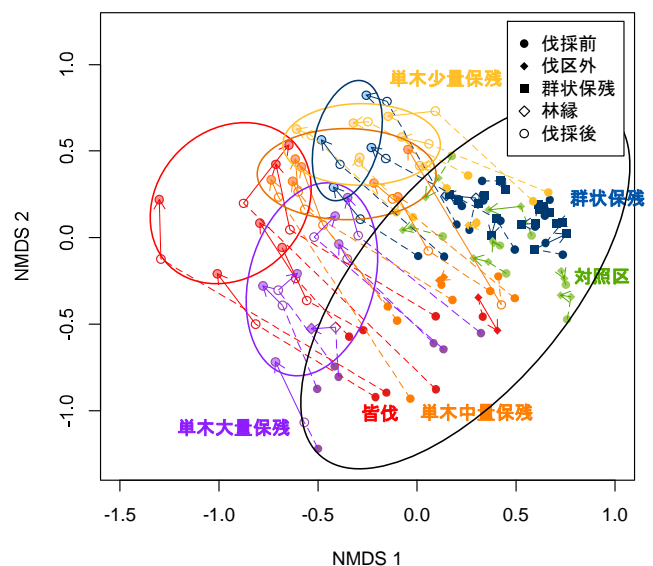


図2 第1セット実験区における伐採前～伐採1年後～伐採3年後の下層植生の変化(同一地点を矢印で示す)

非計量多次元尺度構成法(NMDS)によって区分された植生タイプが伐採地では伐採前から伐採1年後には左上方向に平行移動し、伐採3年後には左上の1点に集まる傾向があった。

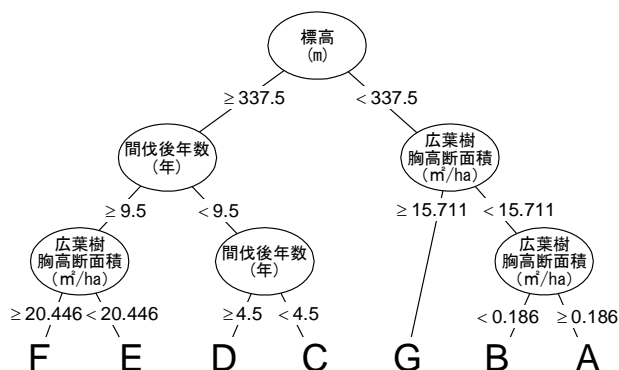


図1 トドマツ人工林の間伐履歴等から推定される下層植生のタイプ(A～F)

2. 小流域スケールでの伐採の影響

立木伐採による影響を受けやすいとされる硝酸態窒素に着目したところ、流域面積と硝酸態窒素流出量の関係が水系ごとに異なり、トドマツの割合が高い水系では、割合が低い水系に比べ年間流出量が約2倍に上ることが示唆された(図3)。水質保全の観点からみると、保残伐により積極的に広葉樹を残すことが有効であると考えられた。

3. 景観スケールでの森林の評価

空中写真判読により実験対象地域のトドマツ人工林約1,600haにおけるトドマツ樹冠率を把握した。その結果をもとに、トドマツが80%以上の林分を単層林施業、60-80%を保残伐施業、60%未満を施業対象外として、年間伐採材積8,000±1,500m³以内で現在の約7割以上の森林蓄積を維持するシナリオを検討した。将来の森林にも現在の林齢の偏りが

が反映されると予想される(図4)。将来、多くの人工林が若齢林になる時期があり(図5)、河川沿いなどの保全や保残伐施業等を組み合わせて多様な生息環境を維持する必要がある。

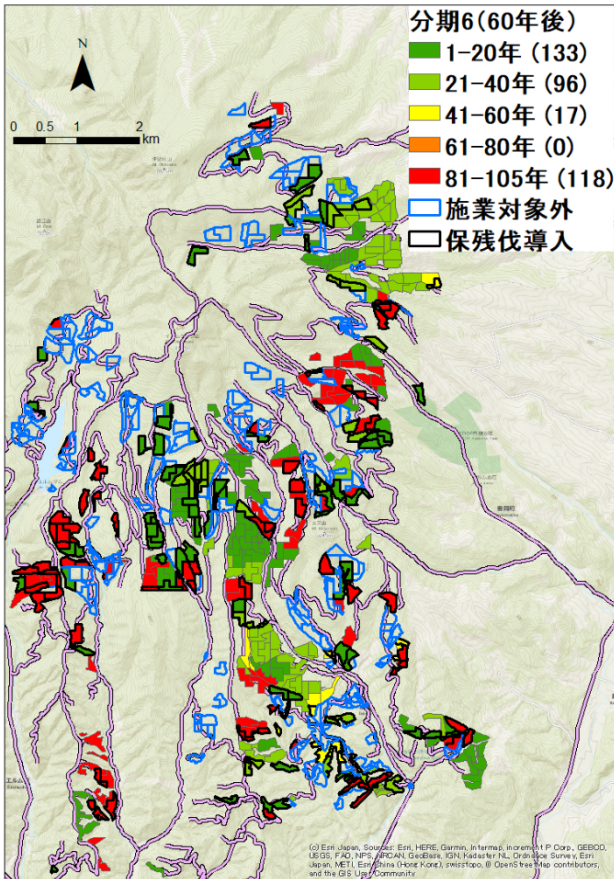


図4 持続可能な木材生産を目指したシミュレーションによる将来の林齢配置
現在の高齢林が更新されることで若齢林が集中するが、保残伐や施業対象外の林分が混在する。

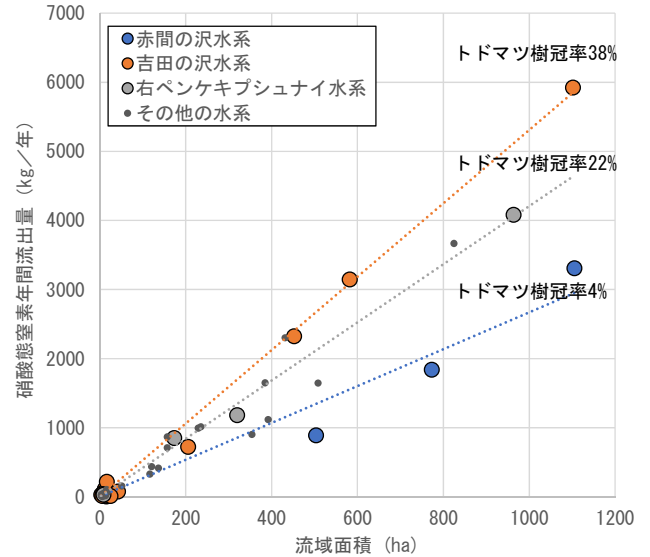


図3 流域面積と年間硝酸態窒素負荷量の関係
トドマツの割合が高い流域では流域面積の大小に関わらず硝酸態窒素の流出が多い傾向が見られた。

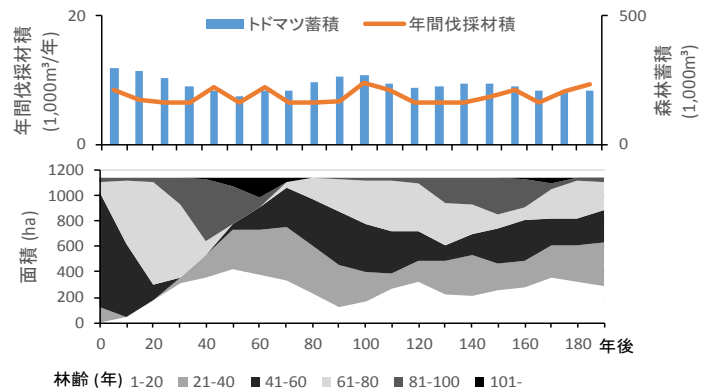


図5 持続可能な木材生産を目指したシミュレーションによる将来の年齢構成と伐採材積、蓄積の変化
蓄積を維持しながら伐採量を確保することは可能だが、61年生以上の林分がほとんどない時期や、下刈りや保育間伐の対象林分が多くなる時期があることが予想される。

林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできません。

研究成果の公表

- 明石信廣ほか(2017) トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験(REFRESH)における実験区の伐採前の林分組成. 北海道林業試験場研究報告 54: 31-45
- Yamaura, Y., Akashi, N., Unno, A., Tsushima, T., Nagasaka, A., Nagasaka, Y. and Ozaki, K. (2018) Retention Experiment for Plantation Forestry in Sorachi, Hokkaido (REFRESH): A large-scale experiment for retaining broad-leaved trees in conifer plantations. Bulletin of FFPRI 17: 91-109.

森林被害評価にもとづく日本型シカ管理体制構築に関する研究

担当G：森林資源部保護G

協力機関：北海道森林管理局、北海道水産林務部、北海道環境生活部、
環境科学研究センター

研究期間：平成28年度～31年度 区分：公募型研究

研究目的

日本各地でシカが増加して林業被害が拡大し、森林所有者にはシカ被害を防ぐためのコストが大きな負担となっている。そこで、北海道をフィールドとして、人工林被害や天然林への影響などのデータをもとに地域ごとのシカ被害レベルを評価し、人工林を対象に森林被害額を評価する手法を検討するとともに、森林被害額とシカ捕獲による被害額の減少の予測から、森林所有者にとって実現可能なシカ管理体制の考え方を提示する。

研究方法

調査地

釧路市・鶴居村・白糠町
カラマツI 齢級 60林分
各林分50本または100本についてエゾシカの食痕を調査

解析方法

各個体の1年間の食害回数、前年樹高、樹高成長量、林分の被害本数率等の関係をモデル化

研究成果

カラマツの樹高成長は、前年樹高が高くなるほど大きく、食害回数1回で10.9cm、2回で19.5cm、3回で26.1cm樹高成長量が低下した。

食害回数を目的変数、前年樹高を説明変数、調査地を变量効果とする順序ロジスティック回帰分析を行ったところ、調査地間の被害率の違いが非常に大きいことが示され、各調査地における变量効果の値は調査地のエゾシカ被害レベルを示す指数と考えることができた(図1)。

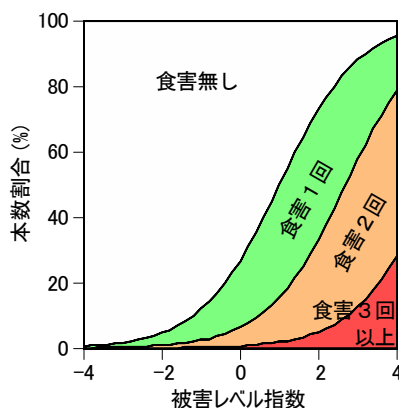


図1 樹高100cmのカラマツの年間食害回数と被害レベル指数の関係

变量効果を含む順序ロジスティック回帰(目的変数：食害回数のカテゴリ、説明変数：前年樹高、变量効果：調査地)における变量効果の値を被害レベル指数とした

各調査地における被害レベル指数と調査地ごとの本数被害率、平均樹高の関係から、本数被害率と林齢からおおよその被害レベルを推定できると考えられた(図2)。

これらの結果から、本数被害率と林齢のデータをもとに被害レベルを推定し、1年間の食害回数や樹高成長量を推定することが可能となった。

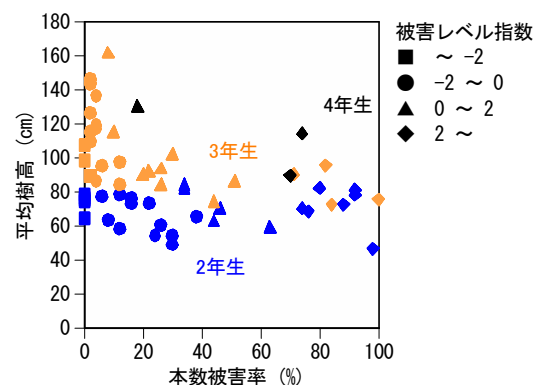


図2 カラマツの被害率、平均樹高と被害レベル指数の関係

記号の色は林齢、形は被害レベル指数を示す
樹高が高いと被害を受けにくいので、同じ被害率でも平均樹高の高い林分は被害レベルが高いといえる

研究成果の公表

明石信廣・藤木大介・田村淳・安藤正規・飯島勇人(2017) <公募セッション>森林におけるシカ問題の解決に向けて、森林技術 902: 24-25.

明石信廣(2017) 森林への影響。梶光一・飯島勇人(編)日本のシカ—増えすぎたシカとその管理の科学。46-64. 東京大学出版会、東京.

明石信廣(2017) 森林におけるエゾシカの痕跡を読み解く。光珠内季報 184: 1-6.

カラマツヤツバキクイムシ被害拡大抑制技術の開発

担当G：森林資源部保護G・経営G

協力機関：北海道水産林務部林務局森林整備課・森林計画課・森林環境局道有林課・森林活用課、十勝総合振興局、十勝森林室、陸別町、陸別町森林組合、上川総合振興局、上川南部森林室、南富良野町、南富良野町森林組合、森林総合研究所、(株)フォテク

研究期間：平成29年度～31年度 区分：重点研究

研究目的

近年、北海道の重要な森林資源であるカラマツで、虫害による枯死が劇的に増加しており、2016年には道東の3町から1,600ha以上のクイムシ被害が報告された。本研究では、クイムシによるカラマツの大量枯死被害を迅速かつ効果的に抑制するため、1) 無人航空機を利用した早期被害把握技術の開発、2) クイムシ被害の拡大過程の解明と抑制技術の開発、3) 被害対策の効果検証と被害対策方針の提示を行う。

研究方法

調査地

陸別町：カラマツ人工林（一般民有林）
南富良野町：カラマツ人工林（一般民有林）

調査方法

小型無人航空機（UAV）による空撮（5～9月）
空撮画像を用いた被害把握、収穫予測

研究成果

1. クイムシ被害の早期把握技術の開発

- 高度150m付近からの空撮画像1枚で、カラマツ600本前後の状態を正確に把握できることがわかった（図-1）。
- 新規枯死木（その年の夏に枯れる新たな被害木）がはっきりする6月下旬～7月が、被害調査に適していた。
- 生立木（緑）、枯死木（茶）、新規枯死木（黄～赤）を判読することで、被害率の迅速な数値化と新旧枯死木が多いハイリスク林分の抽出が可能であることがわかった。



図-1 高度150m付近からの空撮画像

2. クイムシ被害の拡大過程の解明

- 陸別町87地点、南富良野町33地点で、2017年7月の被害状況（推移調査の初期値）を把握した。
- 定点撮影すると、空撮画像全体の変遷のほか、個体毎の追跡もできることが明らかとなった（図-2）。

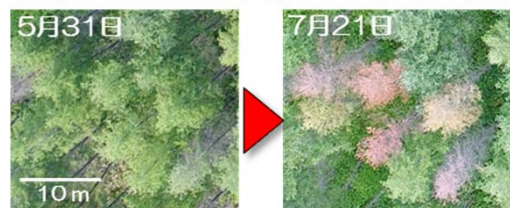


図-2 2017年5月、7月（新規枯死木発生）の状況

3. 伐倒・搬出効果の検証と被害対策方針の提示

- 被害木の伐倒搬出（整理伐）を予定する林分4調査区で現況を調査した。
- 収穫予測シミュレーションでは、整理伐をせず放置した場合、収穫量の大幅な減少が予想された。

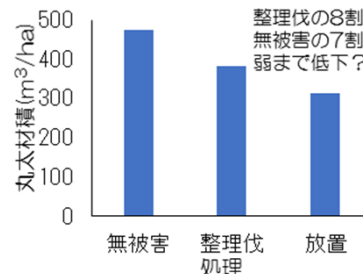


図-3 材積で48%の被害を受けた林分の場合

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない」

研究成果の公表

- 小野寺賢介（2017）小型無人航空機によるカラマツ枯損被害把握，森林施業技術研修会、南富良野町
- 徳田佐和子（2017）UAVを安全に飛ばすために～森林域での調査に向けた準備と注意点～，森林施業技術研修会、南富良野町
- 徳田佐和子・小野寺賢介（2018）道東で大発生しているカラマツヤツバキクイムシ被害とならだけ病について，北方森林研究 66：15-18
- 徳田佐和子・小野寺賢介（2018）北海道東部で発生したカラマツの大量枯死，第129回日本森林学会大会ポスター発表

カラマツヤツバキクイムシ大発生と被害拡大の要因解析による防除技術の提案

担当G：森林資源部保護G

協力機関：陸別町、陸別町森林組合、南富良野町、南富良野町森林組合、北海道水産林務部森林整備課、北海道水産林務部森林活用課、十勝総合振興局林務課、十勝総合振興局森林室足寄事務所)

研究期間：平成29年度～31年度 区分：経常研究

研究目的

近年、カラマツヤツバキクイムシの被害報告が増加傾向にあり、オホーツクや十勝地方を中心に2016年度には1,600ha以上で被害が確認された。そこで、カラマツヤツバキクイムシ被害の発生・拡大を防止する技術の開発に取り組む。1) カラマツ林に広域で発生した枯損被害地を早期に把握するために、衛星画像を用いて被害地を分類・抽出する技術を開発する。2) 平成27年度から報告されはじめたクイムシ被害と、原因の一つと考えられている雪害等との関係を分析する。

研究方法

調査地

- ・主にオホーツクおよび十勝地方のカラマツ人工林
(陸別町、足寄町など)

調査方法

- ・人工衛星 (SPOT) の画像解析による枯損被害地のスペクトル特性の把握
- ・道東地方の気象データの解析 (10月の降雪量の年変動の把握)

研究成果

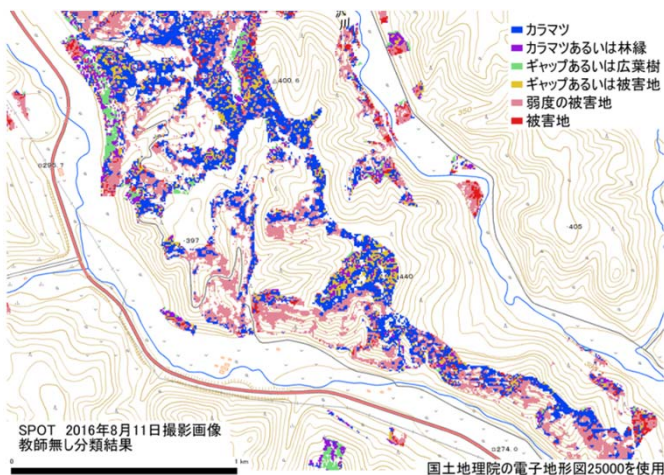


図1 カラマツ林の教師無し分類結果

2016年撮影のSPOT画像から、GISに基づき20年生以上のカラマツ林の小班地域のみを切り出し、画像分類を行った。分類情報として可視光3バンド、近赤外バンド、正規化植生指数を用いた。分類カテゴリー数は10に設定した。

分類結果について、上図凡例のような解釈を行ったが、現地調査結果と食い違うピクセルも多数存在した。

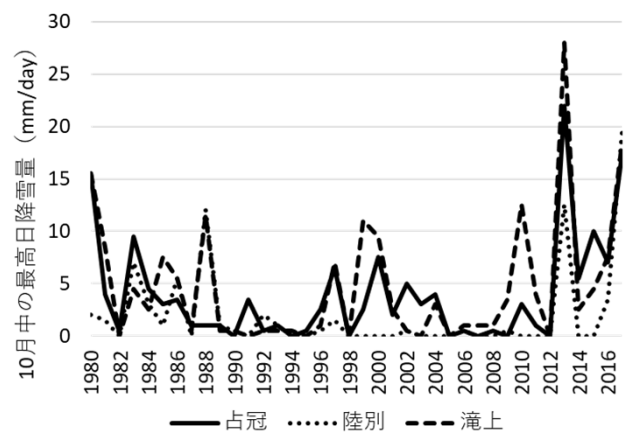


図2 10月中の最高日降雪量の経年変化

10月の最大日降雪量は1980年以来、2013年が過去最大量であった。また、それ以降も最大日降雪量が多い傾向にある(農研機構メッシュ農業気象データを利用して作図)。

10月の湿雪は、着葉しているカラマツに附着し幹折れや倒伏などの被害(雪害)を発生させる。雪害木はクイムシの餌となる。なお、2017年にも道東方面で10月の降雪による雪害が発生している。

汽水性水産資源の餌としての 陸上植物の貢献度評価手法の検討

担当G：森林環境部機能G

協力機関、研究機関：北海道大学、西網走漁業協同組合、網走市役所

研究期間：平成29年度 区分：職員奨励研究

研究目的

ヤマトシジミ（以下、シジミ）は、珪藻類など植物プランクトンだけでなく、陸上植物由来の有機物であるセルロースを栄養源にできることが明らかにされているが、樹木か草本植物かなど、シジミが実際に餌として利用する陸上植物由来の有機物の起源はわかっていない。本研究では、まず、炭素・窒素安定同位体比分析によって、シジミの餌源と予想される有機物を把握した上で、さらにそれらの有機物の起源を推定するため、「脂質バイオマーカー分析」を実施し、陸上植物の貢献度を評価する新規技術としての適用可否を検討する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：網走湖東部・網走湖畔
女満別川上流・下流域
(網走湖は2地点、女満別川は各1地点)

方法：1. 安定同位体比分析によるシジミの潜在的餌源の推定、2. 脂質バイオマーカー分析による陸上植物由来の有機物の詳細な分画

研究成果

- シジミ体組織から算出された理論的な餌源に近い同位体比を示す試料は、シジミ排出物・湖水懸濁物・底泥であった(図1)。陸上植物由来の有機物の起源と考えられる河川上流の落葉・河川上流懸濁物・湖底の落葉は、理論的な餌源とは大きく異なる値を示し(図1)、腐食連鎖など分解過程を経て網走湖の懸濁物・底泥に供給されていると考えられた。
- 陸上植物の葉ワックスの主要な脂質成分である長鎖 n -アルカンの炭素数分布を分析した結果、全試料において、草本植物が高い割合で持つ C_{31} より、樹木の葉が高い割合で持つ C_{27} および C_{29} の成分が卓越して検出された(図2)。この結果は、湖底落葉に樹木の落葉が多く含まれていたことと調和的であるため、シジミが餌とする陸上植物由来の有機物には、草本植物よりも、樹木の葉を起源とする成分が多く寄与していることが示唆された。

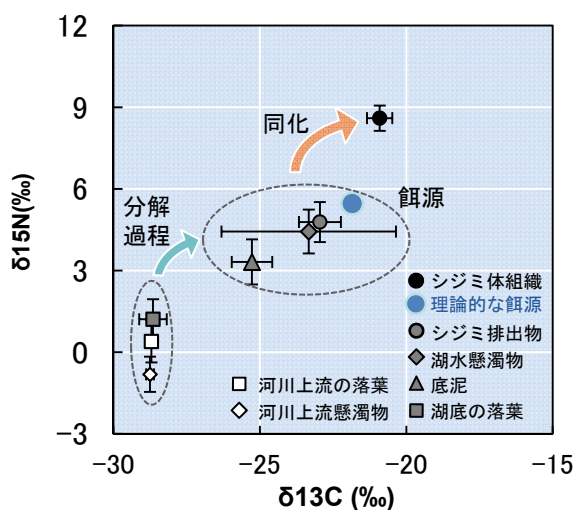


図1 各試料の炭素・窒素安定同位体比とシジミ体組織の同位体比より算出されたシジミの理論的な餌源。

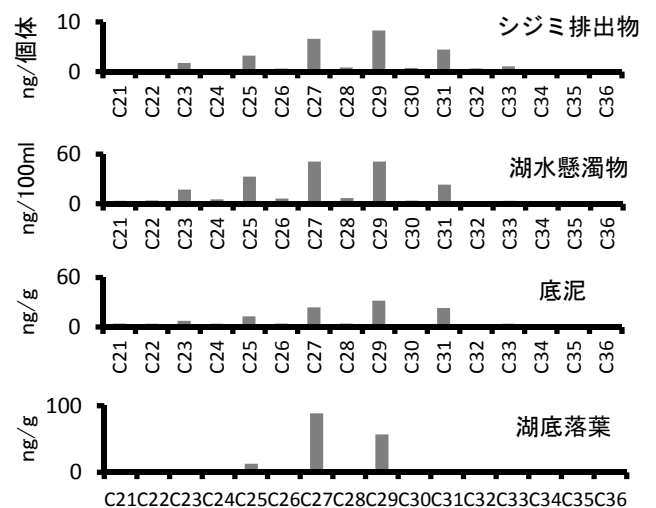


図2 各試料から検出された長鎖 n -アルカンの相対濃度。横軸の数字は各長鎖 n -アルカン炭素数を示す。

引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 速水将人、館下雄輝、長坂晶子、長坂有、渡部貴聡、飯田匠、末澤海一、沢田健：脂質バイオマーカー分析による北海道網走湖産ヤマトシジミの餌起源の推定。2017年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、滋賀県彦根市、2017年9月(ポスター発表)
- 速水将人、館下雄輝、長坂晶子、長坂有、渡部貴聡、飯田匠、末澤海一、沢田健：北海道網走湖産ヤマトシジミにおける陸上植物由来の餌の起源推定。第65回日本生態学会全国大会、北海道札幌市、2018年3月(口頭発表)

小鳥の渡りルートの特明は東南アジアの環境保全への支払意志額増加につながるか？

担当G：森林資源部保護G

共同研究機関：(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所、北海道大学

研究期間：平成29年度～32年度 区分：公募型研究

研究目的

北海道の森林で普通に繁殖するキビタキにデータロガーを装着し、渡り経路と越冬地を特明する。明らかになった越冬地の環境変化が、日本の繁殖個体数の増減に影響しているか、モニタリングデータを用いて検証する。そして、渡り経路の特明が、東南アジアにおける環境保全型農林業への日本人の支払意志額の増加につながるかを環境経済評価により明らかにする。

研究方法

調査地：道有林空知管理区225～250林班

方法：トラップでキビタキを捕獲しデータロガーを装着して放鳥。来年度、帰還個体を再捕獲し、データロガーを回収して渡りの経路を分析。

研究成果

- 51羽のキビタキを捕獲し、データロガーを装着した。来年度、捕獲地点に戻ってきた再捕獲し、データロガーからデータを回収し、渡り経路を特明する。



写真-1 データロガー(*ジオロケータ)を装着したキビタキ

*：照度と時刻を記録する。得られたデータから統計的処理により日の出・日の入り時刻を推定し、鳥が移動した緯度経度を算出する。

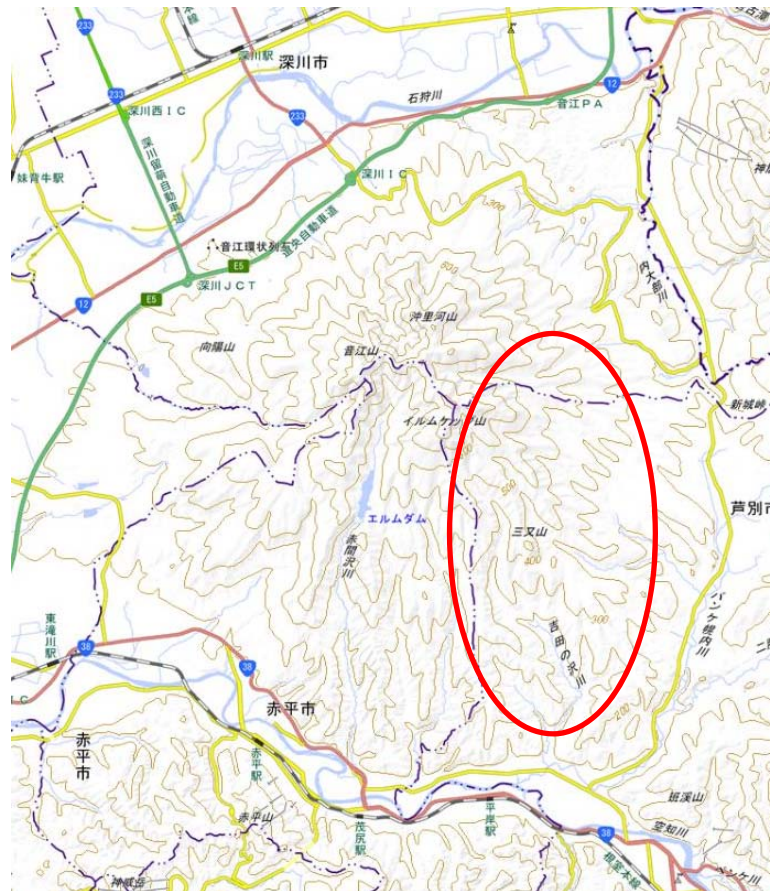


図-1 キビタキを捕獲したおよその範囲(赤線内)
この地図は、国土地理院の地理院地図に一部追記して作成。

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない」

北海道ブランドとなる“たらの芽”生産用タラノキの選抜とクローン増殖技術の開発

担当G：企画調整部企画G

協力機関：下川町、美唄市農協、赤平オーキッド(株)

研究期間：平成27年度～31年度 区分：戦略研究

研究目的

中山間地域等における新規事業として有望な“たらの芽”の栽培・生産を実現することを目的として、本道の林野に自生する豊富な山菜資源タラノキの中から、栽培に適した特性と“北海道ブランド”としてふさわしい品質の“たらの芽”を産する個体を選抜するとともに、これを増殖・普及させるクローン苗木の生産システムを構築する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

項目：①“たらの芽”生産用タラノキの選抜

②タラノキのクローン増殖技術の開発

方法：①道内に自生するタラノキから栽培特性に優れた(トゲなし)個体を選抜する。

②組織培養の諸条件(材料の採取時期、培地の組成など)を明らかにし、クローン増殖技術を開発する。

研究成果

①“たらの芽”生産用タラノキの選抜

H27～29年度までの3年間で、下川町有林において、計15個体のトゲなしタラノキを選抜した(写真1)。またH29年度には、美唄市内の農耕地残存林において、6個体を選抜した。



写真1 下川町有林(左)と
見つけたトゲなし個体(右)



写真2 美唄市内の農耕地残存林(左)と
見つけたトゲなし個体(右)

②タラノキのクローン増殖技術の開発

上記の選抜個体を材料として、不定胚を経由するクローン増殖方法(培養系)を開発した(写真3)



①無菌下で葉を展開



②葉からカルスを経由する不定胚の誘導と発芽



③再生植物体(クローン)

写真3 タラノキのクローン増殖の過程

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

森林研究本部主催「(特用林産物セミナー)特用林産物の研究開発と地域の取組・課題」(2018.2.8 岩見沢市)

石炭露天掘り跡地の初期成長促進を 図る木本緑化技術の向上

担当G：緑化樹センター緑化G、森林資源部保護G 共同研究機関：空知炭礦（株）
研究期間：平成25年度～29年度 区分：一般共同研究

研究目的

裸地化した石炭露天掘り跡地を植生遷移の軌道にのせるきっかけとなる木本群落（初期緑化目標）を早期に成立させる緑化技術を確立する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：歌志内市（空知炭礦(株)事業用地）及び美唄市（林業試験場）

調査方法

1. 共生窒素バクテリア活用方法開発
ケヤマハンノキへの共生窒素固定バクテリア*接種、成長調査
2. 簡易な植生基盤改良手法の検討
リッパー処理**の有無別の植栽樹木成長調査
3. エゾシカ食害軽減手法の比較調査
3種類の動物食害防止資材を用いた処理区を設置(写真1)
各処理区の経費及び植栽樹木の成長調査
自動撮影カメラによる動物出没頻度調査



写真1 3種類の動物食害防止資材

研究成果

1. 苗木の成長促進を目的とする共生窒素固定バクテリアの活用方法の開発
 - ・窒素固定菌フランクシアの純粋培養物及び根粒粉砕物の混濁液接種によるケヤマハンノキの根粒の着生が確認できた。
 - ・石炭露天掘り跡地に植栽2年目のケヤマハンノキを調べた結果、根粒着生と樹木の成長の間に明確な関連は見られず、石炭露天掘り跡地でのフランクシア接種の効果は今後の課題として残った。
2. 簡易な植生基盤改良手法の検討
 - ・リッパー処理による土壌の水はけ向上と膨軟効果が明らかになった。
 - ・リッパー処理によりケヤマハンノキでは樹高成長が向上したがシラカンバでは逆の傾向で、樹種により反応が異なる結果となった。
3. エゾシカ食害軽減手法の比較調査
 - ・各食害防止資材の4年間の維持管理経費は、電気柵・忌避剤区がツリーシェルター区、物理柵区より少なく、現場での使用に適すと考えられた(図1)。
 - ・経費の点から実用可能と考えられる電気柵・忌避剤区は、出没頻度がエゾシカより高かったエゾユキウサギには効果がなかった。
 - ・樹高成長は、ケヤマハンノキではツリーシェルター区が、シラカンバでは物理柵区が最も良好だった(図2)。シラカンバの無処理区、電気柵・忌避剤区でエゾユキウサギの食害により樹高が低下した。エゾシカの嗜好性が低いイヌエンジュは食害対策なしでも物理柵区と成長の差はなかった。
 - ・経費と食害の観点から、石炭露天掘り跡地で実用可能な手法として、ケヤマハンノキに電気柵・忌避剤を使用するか、イヌエンジュを使用することが考えられた。

*共生窒素固定バクテリア：宿主となる植物の根に根粒を形成して植物と共生し、空中の窒素を固定する。

**リッパー処理：石炭採取用重機後部の長さ約1mの爪状部で斜面に溝切りを実施した。

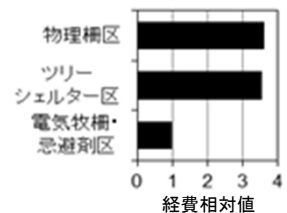


図1 処理区別経費

経費相対値：電気柵・忌避剤区を1とした場合の各処理区の経費

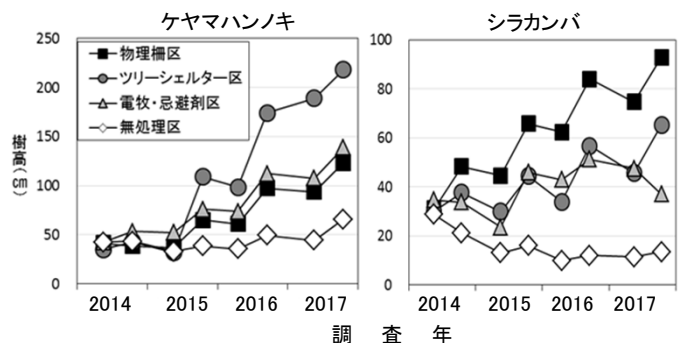


図2 食害防止資材別の樹高推移

樹木内部欠陥を非破壊測定する装置の開発

担当G：緑化樹センター緑化G、工業試験場情報システム部計測・情報技術G

共同研究機関：広島大学生物圏科学研究所

協力機関：札幌市、(株)ダルテック

研究期間：平成27年度～29年度 区分：重点研究

研究目的

街路樹等の緑化樹の腐朽等による内部欠陥について、現場での非破壊で“迅速で簡易な診断”及び“画像化による精密な診断”を可能とする新たな「樹木内部欠陥非破壊診断装置」を開発し、北海道の林業・緑化樹産業における樹木腐朽等のリスクの低減を図る。

研究方法(調査地概要や調査方法)

- 1) 内部欠陥を表す物性パラメーターの設定：主要な緑化樹や林木に対して、断面の物性評価を行うとともに共振周波数、共振スペクトルを測定する
- 2) 有限要素法コンピューターシミュレーションによる樹幹内部欠陥情報の解明：シミュレーションによる理想的円柱に対して、人工的に作出した欠陥位置と程度、その共振スペクトルの関係を明らかにする
- 3) 樹幹内部欠陥診断技術の確立：有限要素法コンピューターシミュレーションで得られた結果から、共振スペクトルの画像変換ソフト及び画像解析機の試作機を作製するとともに、内部欠陥診断技術の確立を図る

研究成果

1 内部欠陥を表す物性パラメーターの設定

本研究において得られた内部欠陥診断のためのパラメーターを用いて、53樹種2,007個体(表1)について共振測定を行った結果、本簡易診断装置によって腐朽木を簡易かつ迅速に判別でき、本装置が樹木の内部欠陥診断に有効であることがわかった。

表1 本装置により適切に診断された樹種

【針葉樹：8樹種、727個体】

イチョウ、カイツカイフキ、カラマツ、クロマツ、スギ、トドマツ、ニオイヒバ、ヨーロッパトウヒ

【広葉樹：45樹種、1,280個体】

アカナラ、アメリカカワ、イタヤカエデ、イヌエンジュ、ウリハダカエデ、エゴノキ、エゾヤマザクラ、オオシマザクラ、オオハボダイジュ、カシワ、カスミザクラ、カツラ、キタコブシ、ギンヨウカエデ、クスノキ、クリ、ケヤキ、ケヤマハンノキ、コナラ、サトザクラ、サワグルミ、シウリザクラ、シダレヤナギ、シラカシ、シラカンバ、シンジュ、セイヨウハコヤナギ、センダン、ソメイヨシノ、タブノキ、ドロノキ、ナナカマド、ナンキンハゼ、ニセアカシア、ネグンドカエデ、ハリギリ、ハルニシ、ハンノキ、ヒッコリー、プラタナス、ベルコサカンバ、ミスギ、ミスナラ、ヤチダモ、ユリノキ

2 有限要素法コンピューターシミュレーションによる樹幹内部欠陥情報の解明

内部欠陥木と健全木に対して有限要素法シミュレーションを行い、得られた振動の位相情報に人工知能アプリケーション(AI)を適用することで、位置の異なる2回の測定で“欠陥位置”を特定できた。また、AIにさまざまな欠陥を有する樹木モデルについて機械学習させた結果、設定した欠陥の断面積比とAIで求めた計算値の間に高い相関があり、高い精度で“欠陥程度”を再現できた。

3 樹幹内部欠陥診断技術の確立

「1」で得られた成果を踏まえた試作ソフトウェア及び試作機を作成し、さまざまな樹木において実際の状態と照らし合わせるとともに、製品化に向けた多くの修正を加え、“樹種や幹径にとらわれない、迅速で簡易な診断”を可能とする簡易診断装置が完成した(写真1)。また「2」で得られた結果から試作機を作成し、“内部欠陥の位置及び程度の情報が分かる、画像化(図示化)による精密な診断”を可能とする精密診断装置のプロトタイプを作成した(写真2)。



写真1 簡易診断装置



写真2 精密診断装置のプロトタイプ

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

平成29年度森づくり研究成果発表会(4月札幌)、北洋銀行ものづくりテクノフェア2017(7月札幌市)

少花粉シラカンバのブランド化に向けた特性調査

担当G：緑化樹センター緑化G

研究期間：平成28年度～32年度

区分：経常研究

研究目的

当場で選抜したシラカンバ少花粉個体（札幌株、留萌株の2系統）からクローン増殖した苗木の雄花序数が、一般の個体に比べて安定して少ないことを確認するとともに、成長や樹形等の特性を調査し、この系統が持つ緑化樹としての新たな利用価値となる特性を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地は以下の選抜クローン苗木植栽地
三笠市、中川町、新得町、函館市、安平町（札幌産選抜株）
美唄市、剣淵町、帯広市、長野県佐久市（留萌産選抜株）

調査方法

雄花序数調査：花序数のカウント

成長量調査：樹高・胸高直径・枝下高・樹冠径等

樹形等特性調査：長枝数・短枝数・葉数・果実数の測定、分枝角度の測定、結果率・花粉有効性調査

研究成果

- 1) これまでの確認結果では雄花序数は、札幌産選抜株は1個体当たり平均53個、同時に植栽した非選抜株は1個体当たり平均1,074個で選抜株の雄花序数はかなり少なかった。
- 2) 繁殖能力を確認するため結果率を調べたところ、選抜株、非選抜株に違いはなく正常だった（表1）。また、花粉を顕微鏡で観察したところ、中が充実しており正常なものだった（図1）。

表1 結果率の比較

札幌株(三笠試験地) 開花確認 2017.5.9 結果確認 2017.8.10
調査個体 選抜株No.101 非選抜株No.111

家系	花数	果実数	結果率%
選抜株	10	10	100
非選抜株	20	20	100

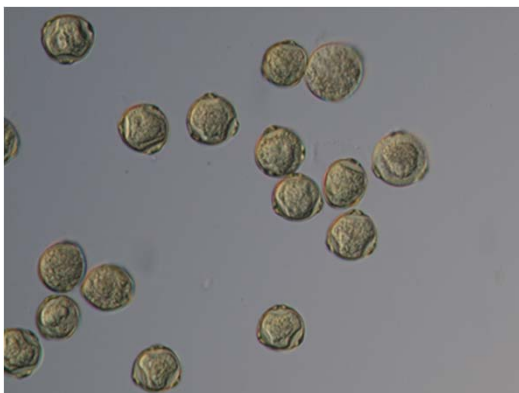


図1 選抜株花粉の顕微鏡写真（留萌株）
札幌株、留萌株とも顕微鏡で見て正常だった。

未知の絶滅危惧ジンチョウゲ科植物の分類学的検討 と保護対策に関する研究

担当G：緑化樹センター緑化G、森林資源部経営G、森林環境部機能G

協力機関：北海道大学総合博物館、斜里町立知床博物館、ロシア科学アカデミー極東支部
生物学土壌学研究所・太平洋地理学研究所カムチャッカ支所、ウラジオストク植物園

研究期間：平成28年度～29年度 区分：公募型研究

研究目的

絶滅の危機にありながら、分類や生態等が不明であり行政などによる保護対策が講じられていない植物の絶滅を回避するために、現地調査と標本調査を行って分類を決定し、行政機関等に保護対策を提言する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地 斜里町、カムチャッカ半島(現地調査)
北海道大学総合博物館標本庫、斜里町立知床博物館
標本庫、ロシア科学アカデミー極東支部生物学土壌
学研究所標本庫、同太平洋地理学研究所カムチャ
ッカ支所標本庫、ウラジオストク植物園標本庫

調査方法
標本調査(道内・ロシア)
形態調査(葉・花・根等)
分布・生育環境・個体数調査

研究成果

- 1) 現地調査および標本調査から、対象植物はこれまでカムチャッカ半島固有種とされており、日本での分布が知られていなかった *Daphne kamtschatica* Maxim. である可能性が高いことが確認できた。
- 2) 予想される希少性は国・道とも、最も絶滅の危険性が高いランクであるCR相当であった。
- 3) 保護対策として、土地所有者の国有林関係者には、生育地と施業上の留意点を伝えた。北海道の希少種保護担当者には、研究成果を伝えて今後の希少種指定の検討を打ち合わせた。



図1 斜里町での生育状況



図2 *Daphne kamtschatica* の開花時の比較
左：カムチャッカ半島 (Yakubov博士提供)
右：斜里町

引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない

防腐薬剤処理木材を使った道路構造物の 予防保全に関する研究

担当G：緑化樹センター緑化G、林産試験場性能部保存G（主管）

協力機関：北海道水産林務部、寒地土木研究所地域景観ユニット、北海道開発局

研究期間：平成28年度～30年度 区分：重点研究

研究目的

処理木材を用いた道路構造物の経年変化における耐朽性と強度性能のエビデンスを蓄積することで、予防保全の根拠となる耐用年数予測手法を確立する。これにより、効率的・効果的な補修・維持管理を行うことが可能となり、屋外木質構造物の長寿命化とライフサイクルコスト削減を目的とする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

1) 木質道路構造物の耐朽性能評価 ①木質道路構造物の腐朽被害度測定

当場が開発した共振測定装置を用いて木質道路構造物（高速道路進入防止柵）の被害度調査を行った。試験地は、道北7カ所（平成12～17年設置）、道東5カ所（平成18～24年設置）で、各カ所に付き40本の木製支柱を調査した。1本の支柱に付き、横梁の中間部（中）、そこから上へ約40 cmの位置（上）と地際から最低10 cm離れた位置（下）の3カ所を測定した。比較のためにピロディンを用いても同様の箇所で測定を行った。共振測定による木質構造物の腐朽被害度は、丸太内部の均一度及び音速を用いて5段階で評価し、各試験カ所の全杭の中で、5段階評価で最低ランクのもの割合を“欠陥ある杭の割合(%)”として示した。

研究成果

1 木質道路構造物の耐朽性能評価 ①木質道路構造物の腐朽被害度測定

ピロディンは、丸太の外側の腐朽状態を見ており（図1）、それに対し共振測定は丸太の内部の欠陥状態を見ている（図2）。そのため、測定データの相関は無いが、ともに丸太の下部に欠陥が多い傾向が認められた。これは、支柱丸太に土壌から水分が入って湿潤になり内部が腐朽したものと考えられる。しかし共振測定での診断では、いくつかの支柱において上部にも欠陥が多い傾向がみられた。これは、支柱丸太の上部木口面から雨等の水が入り、湿潤、乾燥を繰り返したことにより内部が不均一になったものを、“不均一欠陥”と捉えたことによると考えられる。

また地域の違いについては、道北地域での測定においては、ともに、設置年H15辺りから欠陥が目立つ傾向にあった。しかし、調査地によっては欠陥が少ない場合もあり、経過年数ばかりでなく設置場所の環境も大きく関連しているものと示唆された。さらに、道東地域の調査において、設置年が新しいにも関わらず欠陥丸太の割合が高い場所が認められた。これは、経過年数や設置環境のほか、樹種や防腐薬剤処理の違いによるものと示唆された。今後、さらに測定個体数を増やしていくとともに、目視やピロディン等の他の被害度診断結果を踏まえて経年劣化と被害度の傾向を把握していく予定である。

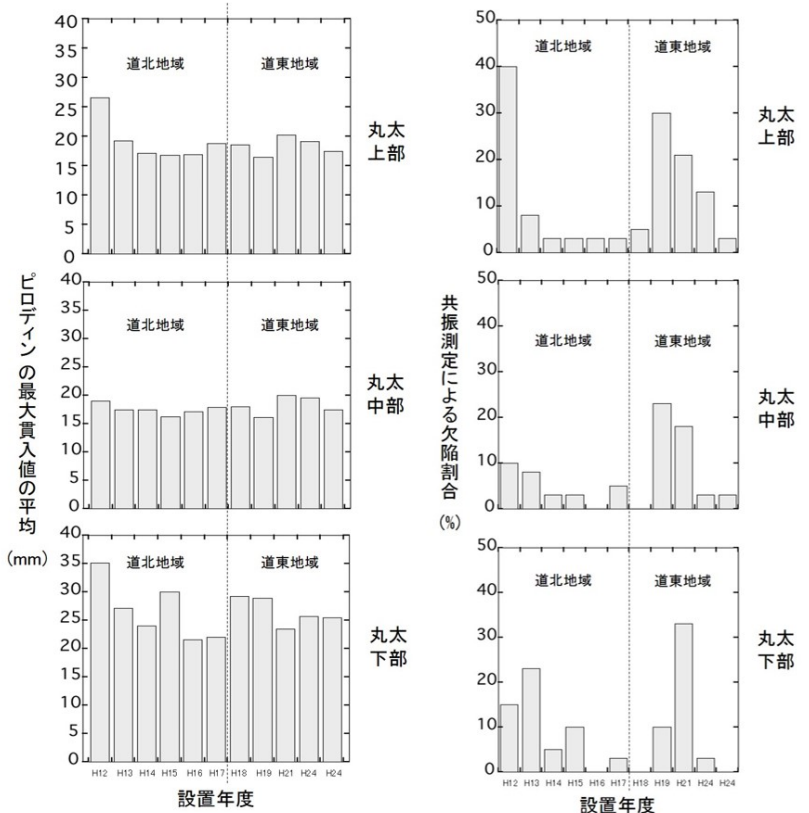


図1 ピロディンによる支柱丸太の設置年度ごとの比較

図2 共振測定による支柱丸太の設置年度ごとの比較

本道に自生するツルコケモモの栽培化に向けた 遺伝資源の収集とクローン増殖技術の開発

担当G：緑化樹センター緑化G 企画調整部企画G

協力機関：北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター、赤平オーキッド(株)、
JAびばい

研究期間：平成29年度～33年度 区分：経常研究

研究目的

泥炭湿地の開発と共に失われつつある湿生植物の中でも、ツツジ科の小低木であるツルコケモモは食用・薬用・染料として栽培化が期待されている。北米で大規模に栽培されているクランベリーと本種は、分類上近縁な関係にある。栽培作物としての地位を確立したクランベリーを理想の姿として、自生するツルコケモモの栽培化に期待する要望が農協などから道総研へ寄せられていた。そこで、本道に自生するツルコケモモを新規の栽培作物として農家へ普及させ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：美唄湿原(美唄市)

調査①遺伝資源の収集：着花性の良い個体を自生地から選抜する

調査②クローン増殖技術の開発：組織培養によるクローン増殖技術を開発する

研究成果

1 遺伝資源の収集

美唄湿原に設定した調査区(1m×1m、12区)に自動撮影カメラ(1台/区)を設置し、開花・結実状況を調査した。調査区内の2017年の開花は5月31日から6月29日まで観察され、開花数のピークは6月19日であった。調査区内の全花序(n=173)を対象とした開花数・結実数の頻度分布(図1)に基づき、花付きの良さ上位20%に相当する“花序あたり開花数が3個以上”を暫定的な選抜基準として設定した。その結果、早咲き～遅咲きを合計して38系統の枝を採取し、挿し木苗の状態確保した。

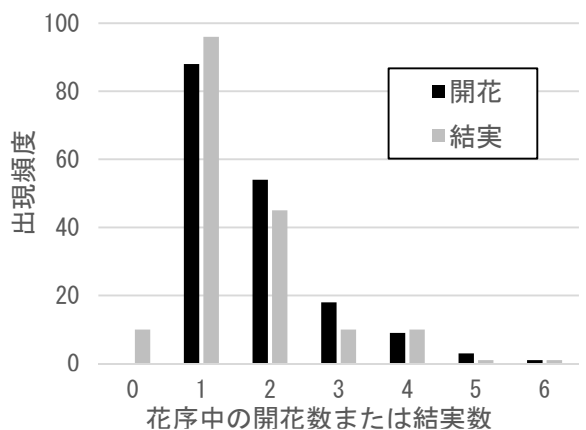


図1 開花した花序 (n=173) における開花数と結実数の頻度

2 クローン増殖技術の開発

伸長したシュートを切り分け、腋芽から新たなシュートを伸長させることで増殖を行っている。シュートの成長量および切り分け方法は、節の数で評価した。検討した条件のうち、ホルモンフリー条件と比較して有意に高い(p<0.05)増殖率を示したのは2-イソペンテニルアデニン(2iP) 2mg/L + α-ナフタレン酢酸(NAA) 0または0.02mg/L、2iP 5mg/Lまたは10mg/L + NAA 0.05mg/Lの4条件であった(表1)。

表1 増殖に及ぼす植物ホルモンの影響

NAA(mg/L)	2iP(mg/L)				
	0	1	2	5	10
0	1.9	2.3	4.0	2.5	2.4
0.02	2.4	3.0	4.1	3.3	2.0
0.05	0.9	2.7	1.1	3.5	4.4
0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.7

培養35日後の増殖率
供試体数=16/処理区



開花の様子



果実の様子



培養の様子

地域貢献を目指した地域フロアの解明

担当G：緑化樹センター緑化G

研究期間：平成29年度～30年度

区分：経常研究

研究目的

現地調査と文献調査により美唄市内に自生する維管束植物相を解明し、調査結果を植物目録等としてとりまとめることにより学術資料として市内外での参照・活用の便宜に供し、植物に対する学術的理解の促進、行政的・教育的利用を進め地域の振興に寄与する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地は美唄市内各地
特に美唄山周辺を現地調査する。
耕地防風林、美唄湿原、里山については文献調査をし、現地調査で補う。

調査方法
現地調査：現地を踏査による標本採集と同定。
文献調査：既存報告類の内容精査による植物相解明。
資料作成：調査結果を報告にまとめ公表するとともに、普及資料を作成してイベント等で配布する。

研究成果

- 1)美唄山周辺で10回の現地調査(前年度の予備調査から合計18回)を行い、600点を超える標本を蓄積した。同定も進み、仮集計で89科226属346分類群の植物を確認しており、仮目録を作成した。
- 2)美唄市教育委員会、美唄市山岳会の要望に応えるため、美唄山での調査結果をとりまとめた簡易なガイドブックを作製した。

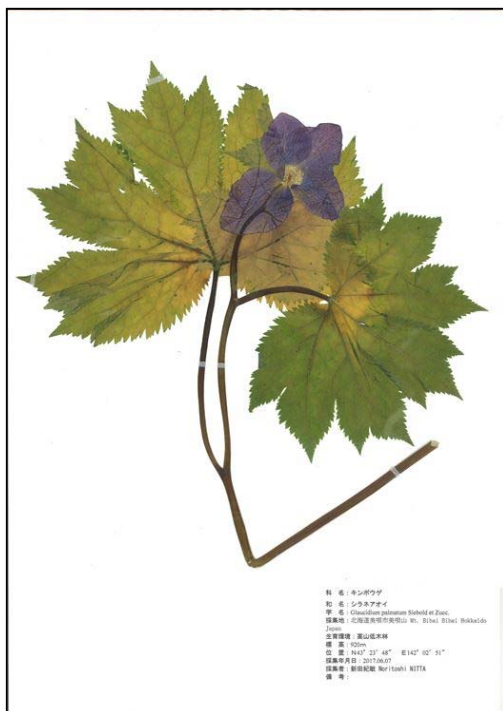


図1 採集した標本の例
美唄市内では珍しいシラネアオイ

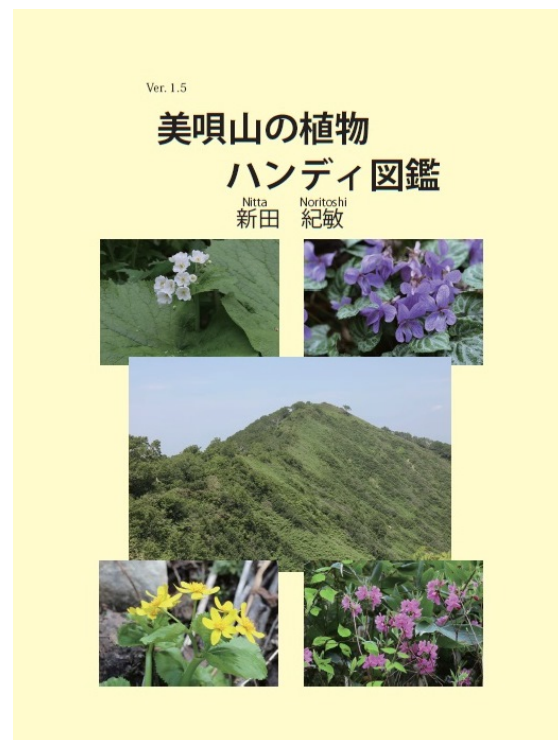


図2 作成した普及資料
登山者が手軽に利用できるように図鑑形式とした

天然更新したカラマツ・トドマツ幼樹の成長を促す 施業方法の開発

担当G：道東支場

協力機関：九州大学演習林、住友林業、北海道水産林務部森林環境局道有林課、日高振興局森林室

研究期間：平成26年度～29年度 区分：経常研究

研究目的

本研究は、天然更新したカラマツ・トドマツ幼樹の生育に必要な環境条件（光環境・広葉樹との競合緩和等）の探索と制御手法の提示によって、両樹種の幼樹の成長を促す技術を開発し、天然更新によって次世代の人工林資源を確保することができるようにするために行う。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地

- 1：林業試験場道東支場（伐開幅の検討）
- 2：九州大学演習林（除伐）
- 3：東神楽町、九大演習林（地力と成長）
- 4：えりも町道有林（トドマツ生残と成長）

調査方法

- 1：カラマツ成木の枝の張り出し幅の調査
- 2：除伐区と対照区で胸高直径、樹高の調査
- 3：表土除去区と草刈り地拵区での樹高調査
- 4：皆伐区と対照区等で樹高・褐変度の調査

研究成果

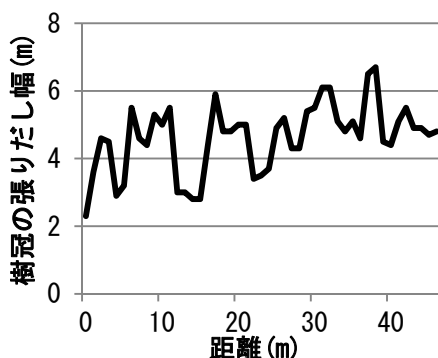


図-1 枝の張りだし幅の調査事例1

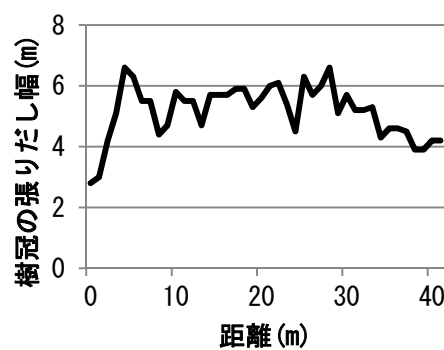


図-2 枝の張りだし幅の調査事例2

周囲に枝の張りだしの支障がないところに植栽されたカラマツの枝の張りだし幅は最大で約6mであった。既存の文献と併せて判断すると、天然更新のためのカラマツ林内での伐開幅は20m～90mとし、母樹の林縁の樹幹から6mでは表土除去をせずに、中間の10～80mの範囲で表土除去をすることが望ましい。カラマツ林に隣接する林地で表土除去する場合は、カラマツ林の林縁の樹幹から6～46mの範囲で表土除去を行うことが望ましい。

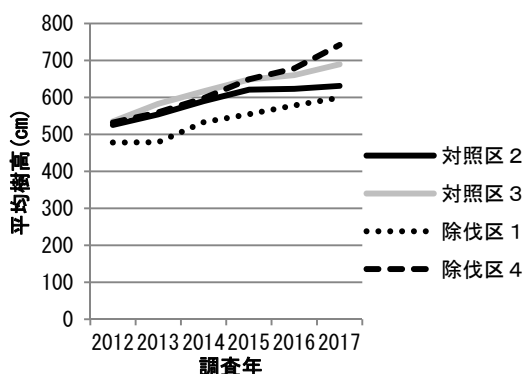


図-3 カラマツ天然更新地における樹高成長

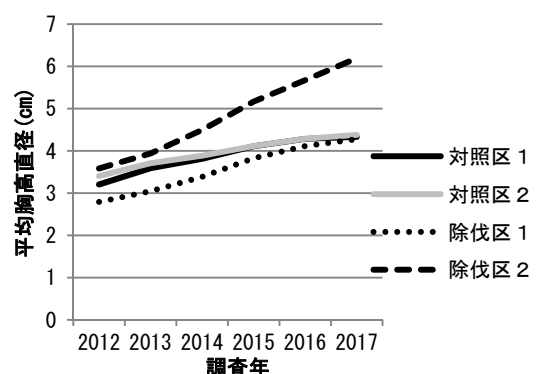
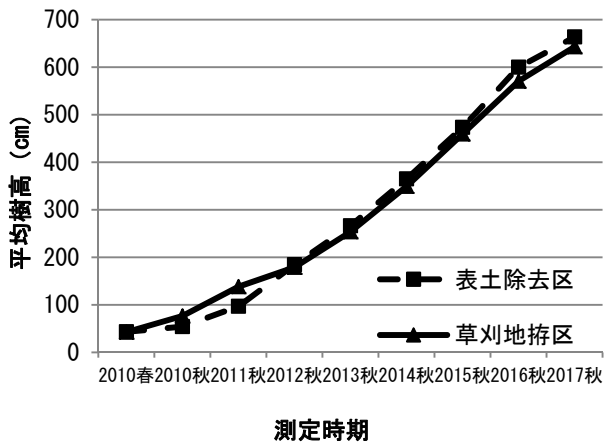
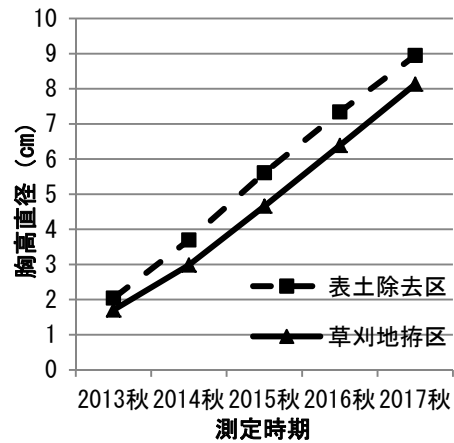


図-4 カラマツ天然更新地における直径成長

カラマツ幼樹と広葉樹の幼樹が混交しているカラマツ天然更新地で除伐をしたところ、カラマツの成長が促進された。天然更新地をカラマツ林として成林させるためには、平均樹高5m前後林分では除伐が有効である。



図一五 地拵方法によるカラマツ植栽木の樹高成長の違い



図一六 地拵方法によるカラマツ植栽木の直径成長の違い

表土除去を行っても、カラマツの初～中期の成長が低下することはないと考えられる。



写真一 皆伐から3ヶ月後の試験地



写真二 皆伐から5年6ヶ月後の試験地

林床に樹高30～100cmのトドマツ稚幼樹が密生するトドマツ人工林において皆伐施業を行ったところ、皆伐から3ヶ月後には、稚幼樹の葉が褐変した(写真一)。皆伐前に着葉していた葉はその後に落葉したが、皆伐後に開葉した葉は褐変も落葉もしなかった。その結果、皆伐から2年10ヶ月後までには、褐変率は低下し、着葉率が皆伐前よりも高くなり、旺盛な樹高成長も始まっていた(写真二)。これらのことから、トドマツ稚幼樹が天然更新している人工林では、皆伐によって稚幼樹の成長を促すことができると考えられた。

引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく転載及び複製はできない

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・中川昌彦ら(2017) トドマツ人工林内に天然更新したトドマツ稚幼樹の上木皆伐後の生残と成長, 森林計画学会誌 50:85-90
- ・中川昌彦(2017) トドマツ人工林を皆伐して林床に天然更新したトドマツ稚幼樹を育てる, 森林技術 908:26-29
- ・中川昌彦(2016) トドマツ人工林に天然更新している稚樹は皆伐したら育つか? 光珠内季報 179:11
- ・林業試験場・日高振興局森林室(2015) トドマツ人工林の更新試験, 森林施業試験一道有林における実践例一第X報 pp.82-86
- ・水産林務部森林環境局道有林課(2016) 道有林における森林施業試験「トドマツ人工林内の天然更新試験」, 山つくり 490:8
- ・民有林新聞社(2017) トドマツ人工林皆伐した林床の稚幼樹を育てる, 民有林新聞 2444:6
- ・中川昌彦(2016) 皆伐で天然更新したトドマツ稚幼樹の成長を促すことに成功, グリーントピックス 53:1
- ・中川昌彦(2014) 天然更新したトドマツ幼樹で次世代のトドマツ資源を確保する, グリーントピックス 49:4
- ・中川昌彦(2016) トドマツ人工林に天然更新している稚樹は皆伐したら育つか? 平成28年北海道森づくり研究成果発表会
- ・中川昌彦(2016) オホーツク総合振興局西部森林室主催ー平成28年度オホーツク管内林業グループ連絡協議会研修会
- ・中川昌彦(2015) 日高振興局森林室主催ートドマツ天然更新木の情報発信意見交換会
- ・中川昌彦ら(2017) カラマツの天然更新地が広葉樹林化, 混交林化しやすい原因の調査事例, 森林計画学会誌 51:19-25
- ・中川昌彦ら(2018) カラマツの天然更新施業が可能な母樹林からの距離の再検討, 北方森林研究 66:91-92
- ・中川昌彦(2017) 広葉樹にカラマツが被圧されている天然更新地における中段刈りの効果, 北方森林研究 65:81-83
- ・中川昌彦(2018) カラマツの天然更新地はなぜ広葉樹林化, 広葉樹との混交林化するのか? 光珠内季報 印刷中
- ・中川昌彦(2018) カラマツの天然更新施業と母樹林からの距離, 光珠内季報 投稿中
- ・中川昌彦(2016) 北海道上川総合振興局南部森林室主催ー天然更新技術現地検討会
- ・中川昌彦(2016) 上川北部流域森林・林業活性化協議会主催ーカラマツの天然更新を活用した造林技術の開発現地検討会

道産カンバ類の高付加価値用途への技術開発

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：林産試験場（主管）、（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所
北海道支所、旭川市工芸センター

協力機関：工業試験場、北海道森林管理局、北海道水産林務部、旭川市教育委員会、旭川家具工業協同組合、三井物産フォレスト（株）、滝澤ベニヤ（株）、（株）カワムラ、昭和木材（株）

研究期間：平成27年度～29年度 区分：重点研究

研究目的

広葉樹資源として安定性の高いカンバ類を対象に、従来パルプなどが主な用途であった低質原木から、内装材や家具などの高価値な用途に利用できる材料を製造する技術を開発する。北海道の豊富なカンバ類の資源量を背景に、北海道独自の材料、加工技術を基に、ブランド力を強化するとともに、今後のカンバ類の木材資源としての収集と利用方法について提案することを目的とする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地について等

立木の外見的形質およびピスフレックの出現、発生部位については三井物産（株）社有林（厚真町似湾、沼田町、池田町十弗）、北海道大学雨龍研究林の4地点7林分で（表1）、ウダイカンバ壮齢林に多発するキクイムシ類穿孔被害の実態については下川町で野外調査・試料採取を行った。これらの調査結果に基づいて、高付加価値用途に利用可能な原木を効率的に収集するための方法を検討した。

調査方法等

①立木の外見的形質（樹高、胸高直径、枝下高、最大矢高）、②ピスフレックの出現、発生部位（ピスフレック数と採取部位）、③ウダイカンバのキクイムシ類穿孔被害の実態（加害種の同定、被害部位と加害形態の把握）について調査した。さらに、④相対幹曲線（高さ方向への幹の細りを示す曲線）作成のため、ピスフレック計測用に伐採された供試木の地上高別の円板試料の直径を計測した。

研究成果

表1 林分状況（カンバ類）

調査地	樹種	林種	林齢	立木本数 (本/ha)	カンバ類本 数比率*
似湾山林	シラカンバ	人工林	44	500	87.0
	ダケカンバ		43	375	62.5
	ウダイカンバ		49	325	12.4
雨龍研究林	カンバ類2種	天然林	不明	1225	83.1
	ダケカンバ	二次林	45	3000	93.8
沼田山林	カンバ類3種	二次林	<60**	800	71.1
十弗山林	シラカンバ	人工林	62	320	40.0

* 人工林では主植栽された樹種、天然林・二次林ではカンバ類合計。

**沼田は1954年植栽のカラマツ不成績造林地。

1. 立木の外見的形質

調査林分のカンバ類の全立木を調べたところ、曲がりの程度を示す最大矢高（地上高0.3～4m）は各樹種とも5～10cmが最も多かった（図1）。

供試原木（材長1m）の最大矢高と立木の最大矢高との関係（図2）から、シラカンバでは調査林分の全立木の96%が、ダケカンバでは調査林分の全立木の85%が利用可能と考えられた。二股木はほとんど出現しなかった（出現率5～6%）。

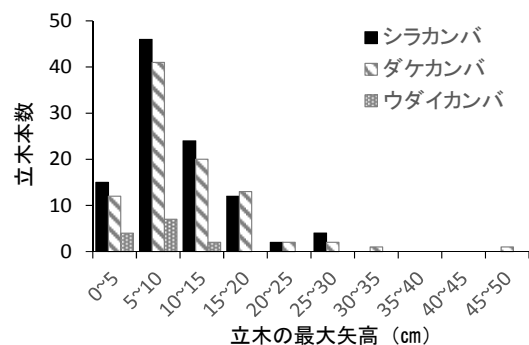


図1 カンバ類3種の最大矢高の頻度分布（全地点合計）

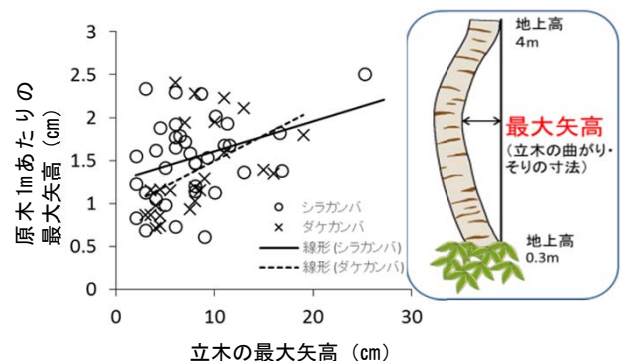


図2 立木と原木（1mあたり）の最大矢高の関係

2. ピスフレック (PF) の出現、発生部位

一番玉の採材に関わる樹幹下部でのPF密度の高さ方向への変動は樹種によって異なっていた(図3)。シラカンバと較べてダケカンバではハエのPF密度が高さ方向に緩やかに減少し、地際で密度がより低くなった。また、ガのPFは確認されなかった。ウダイカンバではPFはほとんど認められなかった(円板木口面で0.01個/cm²未満)。したがって、シラカンバでは約1m追い上げることでPFの多い部位を除去できるが、ダケカンバでは追い上げ効果はあまり期待できず、ウダイカンバでは追い上げる必要性がまったくないことが分かった。

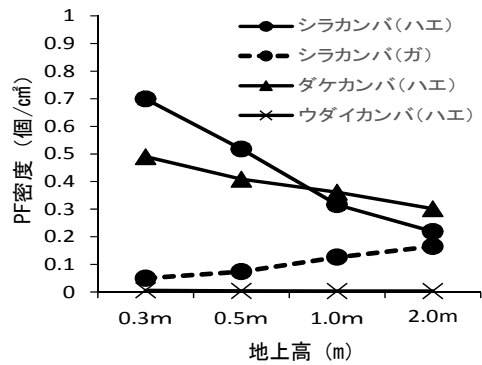


図3 地上高2m以下でのPF密度変動の樹種間差異(似湾) 各樹種5本の平均値(0.5mm以上のPF)

3. ウダイカンバのキクイムシ類穿孔被害

クスサン食葉被害を受けたウダイカンバ被害木でキクイムシ類の穿孔跡を調査したところ、地上高6m以上では被害が少なく、樹幹下部へ行くほど激害となっていた(図4)。このことから、大径木では、採材部位によって製紙原料以外の用途にも利用可能と考えられた。

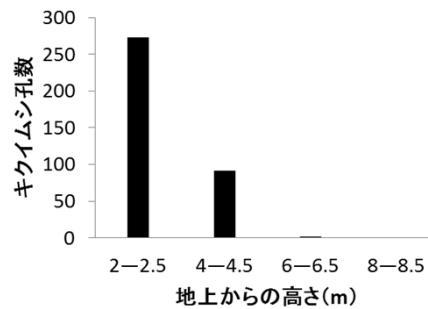


図4 クスサン被害を受けたウダイカンバの丸太表面で確認されたキクイムシの侵入孔数

4. 相対幹曲線の作成と効率的な原木収集方法の検討

立木の胸高直径と樹高から相対幹曲線(高さ方向に伴う幹の細りを示す曲線)を記述するための予測式(プロトタイプ)を作成した(図5)。これにより、立木からの径級別原木収集量を推定することが可能となった。これらの結果から、カンバ類の効率的な原木選別収集方法について整理し(表2)、技術資料を作成した。なお、今回の研究による加工技術の高度化(林産試)で利用可能となる径級18cm以上の原木の収集量を調査林分のデータに基づいて試算した結果、従来(径級24cm以上)よりも収集量が34ポイント増加すると推定された。

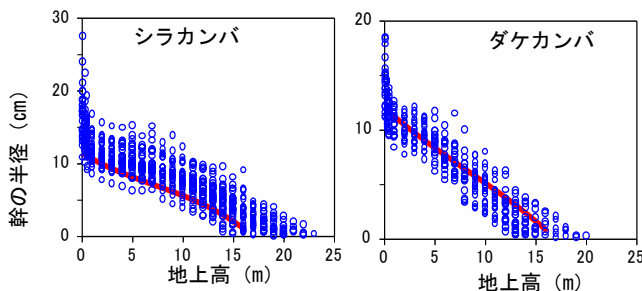


図5 立木における地上高別の幹の半径 実線は構築した相対幹曲線を示す

表2 効率的な収集が可能であるポイント

○虫害による欠点を指標とした採材方法			
樹種	指標:	目安	効果
Bp	ピスフレックの密度	地際から高さ1mまでの部位を除外	3等材以上の等級割合が増加
Bm	キクイムシの穿孔跡	地際から高さ6mまでの部位を除外	大径木では製紙原料以外の用途に利用可能
○立木の曲がりを指標とした選木方法			
樹種	指標:	目安	効果
Bp	立木の最大矢高	最大矢高:21cm以下を選定	調査林分の96%の立木が利用可能
Be	"	最大矢高:18cm以下を選定	調査林分の86%の立木が利用可能
○原木の径級を指標とした選別方法			
樹種	指標:	目安	効果
共通	末口径(D)	D:18cm以上の原木を選定	加工技術の高度化によって、Dの小さい原木までの利用が可能(従来の利用可能なDは24cm以上)
○立木からの径級別原木収集量の推定手法			
樹種	指標:	目安	効果
共通	・末口径(D) ・立木の細り	立木からの径級別原木収集量の推定が可能	D18cm以上の原木を対象とした場合、従来(24cm≦D)よりも収集量が34ポイント増加(調査林分における試算)

Bp: シラカンバ, Bm: ウダイカンバ, Be: ダケカンバ

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 石濱宣夫(2016) 広葉樹材に見られるピスフレックの特徴と発生実態, 旭川木青と林産試験場との懇談会(H28年2月)
- 石濱宣夫ほか(2017) 胆振地方のカンバ類3種人工林におけるピスフレックの発生実態(予報). 北森研65:51-54.
- 石濱宣夫(2018) カンバ類のピスフレック発生調査~樹幹中に残された虫の食べ跡を調べる~, 北海道大学雨龍研究林利用者セミナー(H30年3月)
- 石濱宣夫(2018) シラカンバ材のピスフレック~人工林における発生実態~, 山づくり(投稿中)
- 石濱宣夫(2018) 道産カンバ材のピスフレック. 北方林業(投稿中)
- 北海道立総合研究機構林産試験場ほか(2018) 平成29年度重点研究報告書「道産カンバ類の高付加価値用途への技術開発」(分担執筆. 投稿中) 108pp

天然生林における単木・林分レベルの成長予測技術の高度化

担当G：森林資源部経営G

協力機関：千葉大学、北海道森林管理局、北海道水産林務部林務局森林計画課、
十勝総合振興局森林室、上川総合振興局南部森林室

研究期間：平成28年度～31年度 区分：経常研究

研究目的

天然林（広葉樹林）では、径級ごとの収穫予測を行うための収量密度図が開発されたものの、予測に不可欠かつ予測の精度に影響する林分成長量についての知見が非常に少なく、また、樹種ごとの収穫予測に対応できない。そのため、地域ごとの施業体系の作成や択伐による伐採許容量・回帰年の設定などに必要な基礎情報である単木・林分レベルの成長量を樹種構成や林分構造、気象、立地条件などとの関係から明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

解析対象：全道の天然林（約1700箇所）
間伐試験：上川総合振興局北部森林室管内
広葉樹二次林（道有林324-59林小班）
間伐区、500本区、1000本区
（各0.1ha、間伐実施年は1985年）

解析方法：各調査林分（0.1ha）のデータチェック、
立木密度と林分材積の算出
間伐試験：胸高直径の測定、生残状況

研究成果

○単木・林分レベルの成長予測モデルの構築

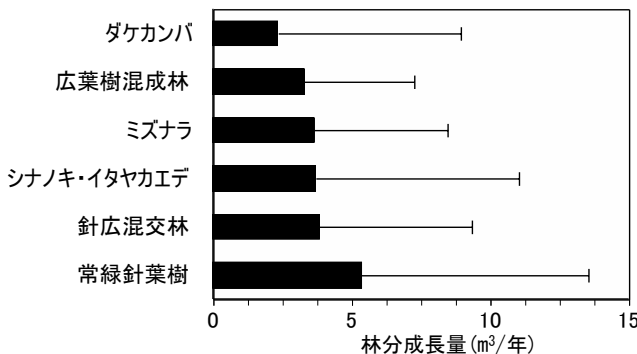


図1 主要な森林タイプにおける林分成長量(平均値と標準偏差)

- ・林分成長量は森林タイプ間で差がある可能性が高く、常緑針葉樹の多い林分ほど成長量が大きくなることが推察された(図1)
- ・間伐が行われた広葉樹二次林では、間伐後に林分材積が減少したものの(図2)、間伐から21年後(林齢85年)には、無間伐林分と同じ水準まで材積が回復した。
- ・単木レベルの胸高直径(DBH)成長量の比較では、両林分に共通してDBHの大きい立木ほど成長量も大きくなっていったが、同じDBHで比較した場合、間伐林分の立木の成長量は無間伐林分よりも大きく、成長に対する間伐の効果が認められた。

○保育間伐等が林分・単木レベルの成長に与える影響

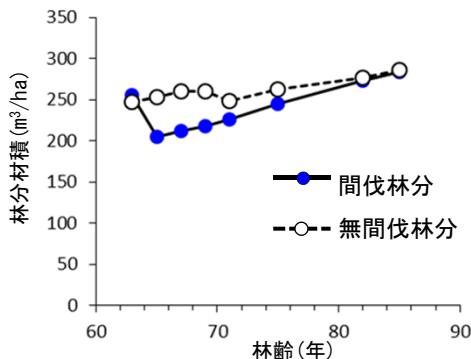


図2 ミズナラを主とする広葉樹二次林における林分材積の推移

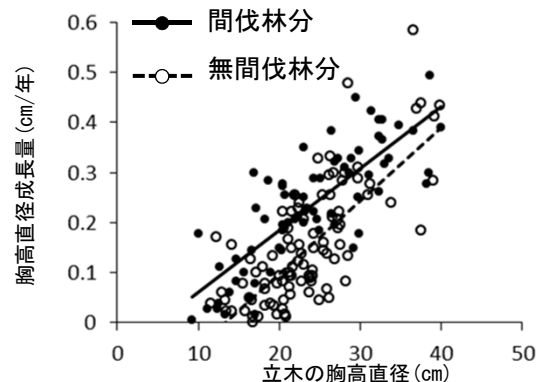


図3 ミズナラを主とする広葉樹二次林における立木の胸高直径と胸高直径成長量との関係

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

大野泰之 他1名 (2018) 北海道の天然林の林分成長量に影響する要因. 第129回日本森林学会大会

UAVを用いた天然更新木の判読技術の開発

担当G：森林資源部経営G

協力機関、研究機関：工業試験場、北海道水産林務部森林環境局森林活用課、林務局森林計画課、オホーツク総合振興局東部森林室、石狩振興局森林室普及課

研究期間：平成29年度～31年度 区分：経常研究

研究目的

目的

天然更新完了の確認方法を改善するために、UAV画像による推定結果と地上調査の結果を比較することで、最適な撮影時期、撮影方法を検討し、更新木の樹種判別や、立木密度、樹高測定の可能性について明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地

北見市・千歳市 民有林
皆伐跡地(伐採後5～7年)
更新地面積 約10ha

調査方法等

- 1.各天然更新地に10m×10mのプロットを設置
- 2.プロット内において毎木調査(胸高直径・樹高・位置を取得)
- 3.プロット上空からUAVによる空撮
- 4.撮影画像の画像解析(DSM※、オルソ化※)

研究成果

1. 天然更新地における更新状況の実態把握

- 各調査地内に10m×10mのプロットを合計8個設置した。各プロットにおいて樹高1m以上の木本種について位置、樹高を計測し、高木種については胸高直径も計測した。
- 立木本数は1プロット当たり1000～8800本/haと大きくばらつきが見られた。

2. 天然更新地におけるUAVによる空撮方法の検討

空撮方法について以下のノウハウが得られた。

- a. 高解像度DSMを得るため、低高度(70m以下)及び高高度(100m以上)の二段階の自動飛行が必要
- b. 様々な天候に対応するための露出設定を把握
- c. ドローン(Phantom4)のみで作成したDSMよりも、機材を変更(ミラーレス一眼、対空標識(GCP)、高精度GNSS)し、後処理(PPK)をした場合、誤差(RMSE)が小さくなった(表1)
- d. 機材が異なるため正確な比較はできないが、毎木調査の立木位置をDSM上の立木と合致させるにはGCPと高精度GNSSを使った空撮が必要(図1、表1)

表1：撮影方法別のRMSE

UAV機材別 撮影方法	経度方向 RMSE(m)	緯度方向 RMSE(m)	標高方向 RMSE(m)	3方向合計 RMSE(m)
Phantom4	0.935367	1.41329	0.799914	1.87408
ミラーレス一眼+ GCP+高精度GNSS	0.497378	0.694809	0.057042	0.856386

GCPと高精度GNSSによって精度が向上した。立木位置情報と整合性を取る場合、Phantom4の水平誤差は樹冠半径を超え得るため無視できない。

3. 天然更新調査におけるUAV活用の可能性解明

夏期、秋期の2回の空撮撮影画像を使って、DSM、オルソ画像を作成した。下層植生の違い(ササ、高茎草本など)によって、樹木の識別や樹種の判読を行うための最適撮影時期、期間に違いがあることが想定された。

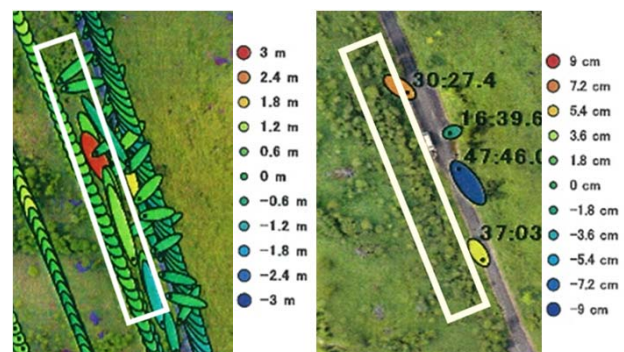


図1：調査地のオルソ画像と撮影方法ごとの誤差
左はPhantom4のみで作成、右はミラーレス一眼、GCP、高精度GNSSで作成した。矩形はプロットの範囲。楕円の変形方向が経緯度方向の誤差を表し、凡例は標高方向誤差を表す

※DSM：数値表層モデル(Digital surface model)の略。

※オルソ化：オルソ画像を作成すること。オルソ画像とは歪みのない真上から撮影した画像(正射投影)に変換したものの。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

竹内史郎・滝谷美香・石濱宣夫・蝦名益仁(2018) UAVを活用した造林未済地における天然更新状況の推定。第129会森林学会大会ポスター発表

グイマツ雑種F₁に対応した成長量と出材量の予測

担当G：森林資源部経営G

協力機関：北海道水産林務部森林環境局森林活用課、林務局森林計画課、林産試験場

研究期間：平成29年度～30年度 区分：経常研究

研究目的

グイマツ雑種F₁は、カラマツに比較して初期成長が良く、幹が通直で材の強度が高いため、カラマツよりも材の利用価値が高いことが既往の研究で明らかになっている。この、グイマツ雑種F₁の生育状況を把握し、カラマツとの差異についても検討し、グイマツ雑種F₁の生育特性に即した収穫予測を行うとともに、グイマツ雑種F₁の資源量を把握し、将来の収穫量や出材量を算出する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

データ

- 森林吸収源調査データ、生育状況調査データ
(カラマツ 1376林分；うち180林分を解析対象、グイマツ雑種F₁ 98林分)
- 一般民有林森林GIS属性データ

解析方法

- 林分の平均樹高および個体の樹高に対する林齢や地域の効果を解析
- グイマツ雑種F₁の施業面積割合算出

研究成果

(1) グイマツ雑種F₁の成長データの収集及び生育特性の把握

- カラマツ人工林の林齢及び平均樹高との関係のグラフ(図-1、水色点)に、グイマツ雑種F₁の値(同、紺色点)を重ねて比較
- 林齢15～32年の範囲における平均樹高：カラマツ 13.9±3.08m、グイマツ雑種F₁ 14.3±2.96m

(2) グイマツ雑種F₁の成長量の推定及び収穫予測

- 上記F₁データ及び、林齢の同範囲であるカラマツ人工林データ(180林分)により、旧支庁や平均直径などを固定効果とした一般化線形モデルによるモデル選択を実施
- 林分の平均樹高に対する、平均胸高直径、林齢の正の関係を確認(図-2)
- 網走や十勝地域では、グイマツ雑種F₁でカラマツよりも、平均樹高が高く、個体レベルで樹高を比較した場合も、同様の傾向(図-2)
- 留萌地域などは、カラマツの方が樹高が高い

(3) グイマツ雑種F₁資源量把握と出材予測

- 一般民有林のグイマツ雑種F₁林分における間伐の実施は32% (平成26年時)
- 齢級構成から、今後は利用間伐も増加と考察

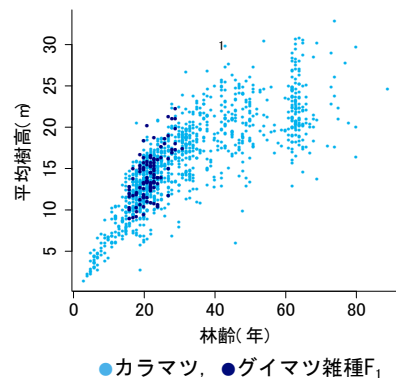


図-1 林齢に対する平均樹高の関係の比較

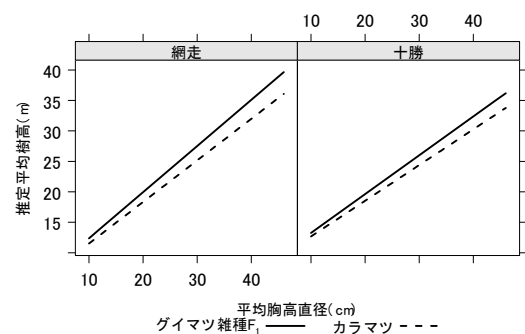


図-2 20年生林分における平均直径との平均樹高(推定値)との関係(網走、十勝の例) 平均胸高直径に対する平均樹高の値は地域的な影響を受ける。網走や十勝地域では、グイマツ雑種F₁で高い傾向にある

※引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 滝谷美香 (2018) 北海道におけるグイマツ雑種F₁及びカラマツ人工林の成長の比較. 第129回日本森林学会大会 (高知市)

地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築

担当G：森林資源部経営G・道南支場

共同研究機関：工業試験場（主管）、中央農業試験場、十勝農業試験場、根釧農業試験場、釧路水産試験場、林産試験場、環境科学研究センター、地質研究所、北方建築総合研究所、北海道大学

研究期間：平成26年度～30年度 区分：戦略研究

研究目的

地域に低密度に存在する分散型エネルギーを有効活用するためには、様々な制約条件を考慮した賦存量・利用可能量と需要量を把握し、最適な組み合わせを検討することが不可欠である。地域の活性化とエネルギー自給率の向上の実現に向けて、再生可能エネルギーなど地域にある資源・分散型エネルギーを有効活用し、地域特性に応じた調和のとれた最適なエネルギー需給システムを構築する手法を開発することを目的とする。

研究方法

1. 賦存量・利用可能量の推定方法の開発

木質バイオマス供給量の増産の是非について、バイオマス生産に関連する木材生産力について、富良野圏域5市町村の素材生産事業体への聞き取り調査を実施。

2. バイオマス発生量予測マップの作成

富良野圏域5市町村における低質材の利用可能量について、伐採地とチップ工場およびこれらを繋ぐ路網データより推定。

研究成果

1. 賦存量・利用可能量の推定方法の開発

11の事業体への聞き取り調査の結果、近年の木材需要増加を受けて、最近の木材生産量は創業以来の生産量に達している状況にあり（10事業体）、現状では増産の余地が無いことが明らかとなった（図-1）。

2. バイオマス発生量予測マップの作成

富良野圏域での低質材の材積は24千 m^3 と推定された。一方、チップ工場への原木の経済的な輸送距離を考慮した場合、利用可能となる量は19千 m^3 と推定された。特に、チップ工場が近隣に無い占冠村では、既存のチップ工場を利用する場合、低質材のうち10%のみが経済的に利用可能と推定された（図-2、3）。

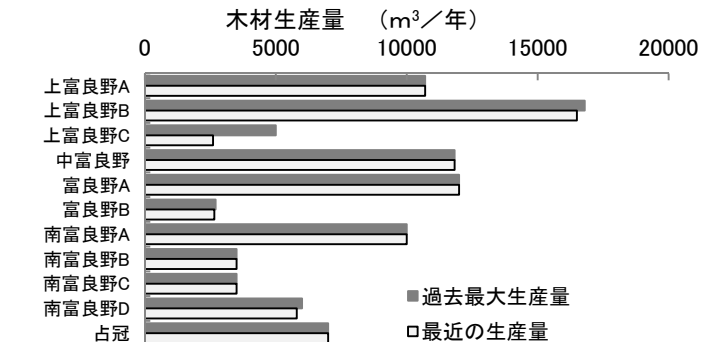


図-1 富良野圏域で活動する事業体の製材・パルプ等を含む木材生産力

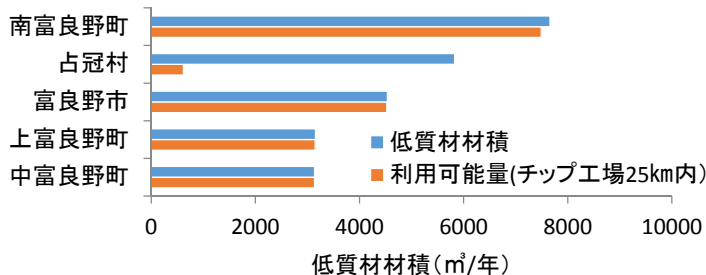


図-3 市町村別の低質材材積および利用可能量

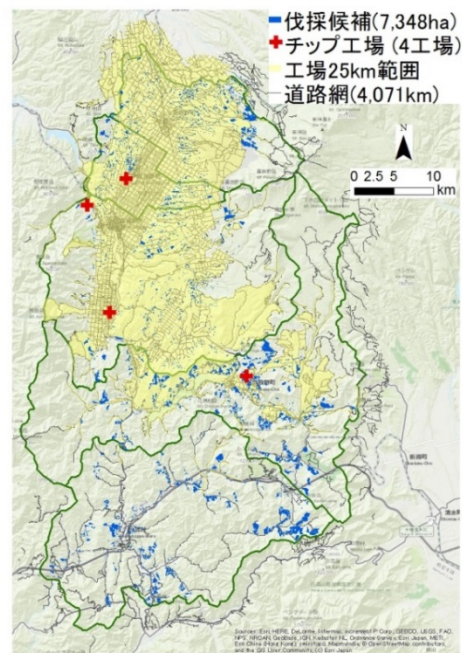


図-2 抽出された伐採候補の小班とチップ工場から25km範囲の位置

研究成果の公表

津田高明ほか(2017)富良野圏域におけるトドマツ、カラマツ人工林からの低質材利用可能量の推定. 第66回北方森林学会

カラマツ・トドマツ育苗期における 環境ストレス耐性の評価

担当G：森林資源部経営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：平成27年度～29年度 区分：経常研究

研究目的

カラマツやトドマツの人工林が主伐期を迎え、今後、造林量の増加が予想されているにも関わらず、カラマツ苗の得苗率の低さが最近問題になっている。とくに2013年には、カラマツ苗木が100万本不足する見通しも報告された。これには、発芽期・成長期における不適な天候といった環境ストレスが大きく影響すると考えられるが、過去に例のない被害であり、その原因の十分な検討が求められている。そこで、本課題では、カラマツとトドマツを対象に、実際に得苗率低下をもたらした気象条件を解析する。また、遺伝的改良や育苗環境の整備によって苗木のストレス耐性の向上や適切なストレス回避が図れるかどうかを検討するため、育苗期の環境ストレスに対する実生の応答様式と遺伝的変異の実態を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

材料：

- (1) 直近の7年間(2010～2016年)における苗木生産業者の得苗実績値。苗木生産各地域における当該期間の気象データ。
- (2) カラマツ・トドマツにおける母樹別次代苗。カラマツは訓子府採種園、トドマツは新冠採種園にて2014年に採種、翌年より育苗。

調査方法：

- (1) 得苗実績値の集計による、樹種別の生存率推移の定量化。ならびに、得苗率低下に寄与する気象条件(気象要因・期間)の探索。
- (2) 当試験場苗畑での育苗、および、ポット育苗を実施。育成にかかる灌水環境、絶水処理タイミングを変え、成長パフォーマンスを測定。

研究成果

(1) 得苗率に関わる気象条件 成績集計より、得苗成績には夏期までの幼苗数が重要であった。カラマツ・トドマツの夏期の幼苗数に影響した気象要因やその他の属性を解析したところ、樹種や播種の季節によって結果は異なった(表1)。例えばカラマツ・春播種の場合には、灌水使用の効果に加え、6月下旬の寡雨が環境ストレスとして検出された(図1)。灌水等の育苗体系や、播種季節、播種タイミングを適切にすることによってストレス回避を図れる可能性があることがわかった。

樹種・季節	選択された変数			
	気象1	気象2	属性1	属性2
カラマツ 春播種	6月下旬 降雨 (+)*		播種 量 (+)*	灌水 無→有 (+)
		4月下旬 気温 (-)*	播種 量 (+)*	種子 ロット (X)*
トドマツ 春播種	播種20～30 日後気温 (-)*	3月 中旬 降雨 (-)*	播種 量 (+)*	所在 地域 (X)*
		7月下旬 降雨 (-)*	3月 中旬 降雨 (+)*	播種 量 (+)*

* p < 0.05, (*) 0.05 < p < 0.1

表1. 発芽当年夏期の幼苗数に影響を与えた要因統計解析により選択された変数を示し、カッコ内に効果の向きを示す(表せない名義変数の場合はX)

(2) 育苗環境、遺伝的背景の違いによるパフォーマンス差 とくに開葉期の乾燥ストレスがカラマツの成長に顕著な影響を与えることが示されたが、ストレス条件下でも成長が大きく劣らない家系がみられ(図2)、今後の遺伝的改良の可能性があることがわかった。

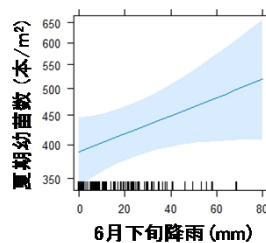


図1. 気象要因の効果 実線が推定値曲線、網掛けが信頼区間

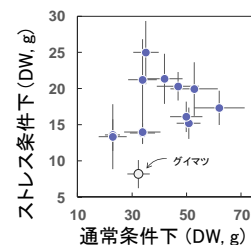


図2. カラマツ家系列の異なる水分条件下での成長応答 通常、ストレス条件にて育苗

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

石塚 航 (2018) 適応進化を考慮した林業の展開と挑戦(シンポジウム 進化を考慮した応用生態学の展開:理論と実践)、第65回日本生態学会大会

千島系・樺太系グイマツの系統的ルーツの解明と育種利用の評価

担当G：森林資源部経営G

協力機関：(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター 北海道育種場、北海道大学 低温科学研究所、東京大学 北海道演習林

研究期間：平成27年度～29年度 区分：公募型研究

研究目的

北海道では、導入樹種であるグイマツの精英樹を母樹、同じく導入樹種であるカラマツの精英樹を花粉親として種苗を得る交雑育種が普及しつつある。このうち母樹のグイマツについては、過去に北方諸島の分布域より北海道に持ち込まれたとされ、その形態等から千島系・樺太系の2系統があると推定されているが、由来産地は不明である。今後、さらにカラマツ属種苗の需要増加が見込まれる中で、効率的に育種プログラムを進め、遺伝資源の利用を推進していくことが求められる。そこで、本課題では、グイマツの系統情報を明らかにし、グイマツの育種利用に系統的偏りがあるかどうかについても明らかにすることを目的とする。

研究方法(材料と調査方法)

材料：

- (1) 千島(色丹島)と樺太のそれぞれに由来することが確かな代表2家系。
- (2) グイマツ精英樹等29家系(上記2家系含む)。カラマツ属他種10家系(比較対象)。

調査方法・実験方法：

- (1) 次世代シーケンサーを用いた葉緑体DNAの大規模塩基配列解読。葉緑体ゲノムの構築。
- (2) 全家系の大規模塩基配列解読による網羅的な変異情報収集。開葉、黄葉フェノロジー等調査。

研究成果

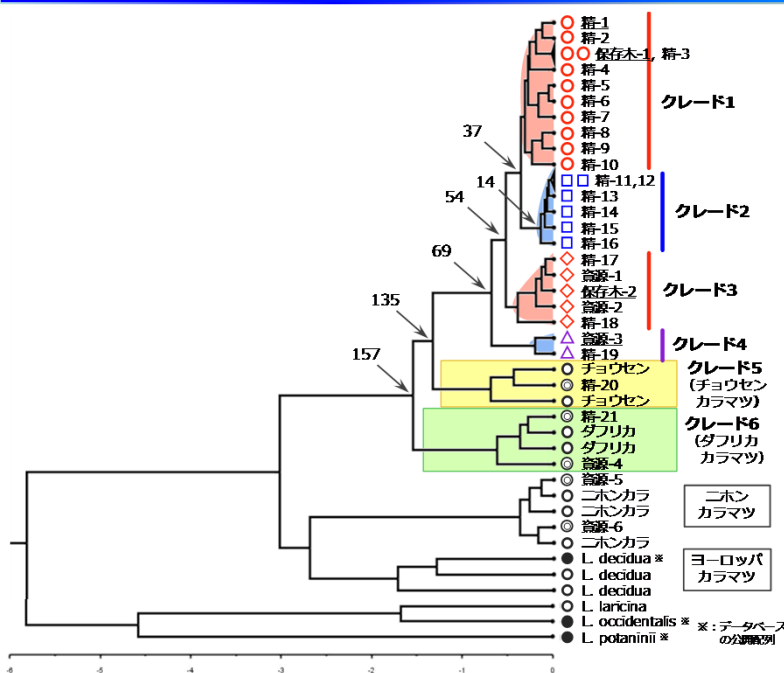


図. 葉緑体全ゲノム情報を用いた遺伝的系統と分岐年代推定系統樹末端にサンプル情報を示す(グイマツは精英樹(精)、遺伝資源木(資源)、保存木に区分)。枝の数字が推定分岐年で単位は万年。

・グイマツ系統的ルーツの解明

全サンプルで葉緑体全ゲノムを解読し、その配列比較から遺伝変異情報を網羅的に収集した。変異情報をもとに遺伝的系統関係を推定したところ、グイマツの中に4つのクレード(遺伝的に単一のまとまり)を認めることができ、色丹島にルーツを持つクレードが2つ(クレード1、3)、樺太にルーツを持つクレードが2つ(クレード2、4)があると推定された(図)。これらの遺伝的分化は浅いこと、また、色丹島ルーツのクレードが派生的なことが分かった。さらに、グイマツ精英樹や遺伝資源の中には、チョウセンカラマツやダフリカカラマツに分類されるものがあることも新たに分かった。

・育種利用の評価

台帳情報や形態から推定されてきたこれまでの2系統がクレード1、2内で混在すること、また、育種利用はクレード1に偏ることが分かり、今後のグイマツ育種に向け有益な知見を得た。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

石塚ら(2017) グイマツ育種材料の系統評価—葉緑体全ゲノム情報を用いて—, 森林遺伝育種学会第6回大会
 Ishizuka W. et al. (2017) Draft chloroplast genome of *Larix gmelinii* var. *japonica*: insight into intraspecific divergence, J. For. Res., 22 (6), 393-399
 石塚航(2017) 北海道内のグイマツの遺伝資源情報, 林業試験場年報, 54, 23-29.
 LC228570, LC228571, LC228572 ; DDBJ (<http://www.ddbj.nig.ac.jp>) ※葉緑体全ゲノム配列の公表番号

クリーンラーチ若齢採種園の成長と着花に及ぼす 施肥の効果検証

担当G：森林資源部経営G

協力機関：オホーツク総合振興局東部森林室

研究期間：平成28年度～32年度 区分：経常研究

研究目的

クリーンラーチ（グイマツ精英樹・中標津5号を母親、カラマツ精英樹を父親とする雑種F₁）の若齢採種園の肥培管理方法を提示するため、グイマツとカラマツの若齢接ぎ木クローンを対象に、施肥の種類と施肥の回数を変えた試験を実施し、成長と着花と球果サイズに及ぼす施肥の効果を検証する。

研究方法

調査地：訓子府採種園、林業試験場集植所
処理項目：尿素（隔年・連年区）、まるやま（隔年・連年区）

処理方法：6月に接ぎ木苗の根元へ粒状肥料散布
調査項目：着花（果）数、球果サイズ

研究成果

施肥を処理した区画では着果数が無処理区に比べ多く、無処理区での処理前後の変化量を1とした時、尿素隔年区では1.3倍、尿素連年区では3.8倍、まるやま隔年区では2.6倍、まるやま連年区では1.8倍だった。特に、尿素連年区では2,624個、4,079個着果した個体があった。

8月に球果を採取し長径・短径、種子重を測定した結果、球果サイズと種子重量には正の関係があったが、施肥により球果サイズを大きくする効果は認められなかった。

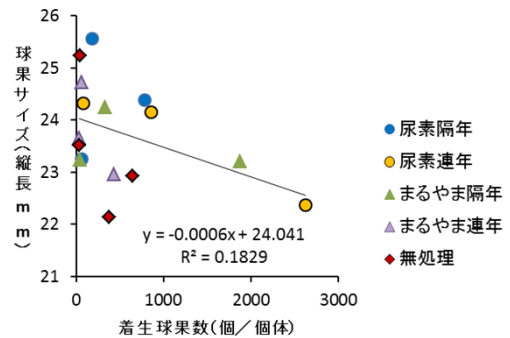
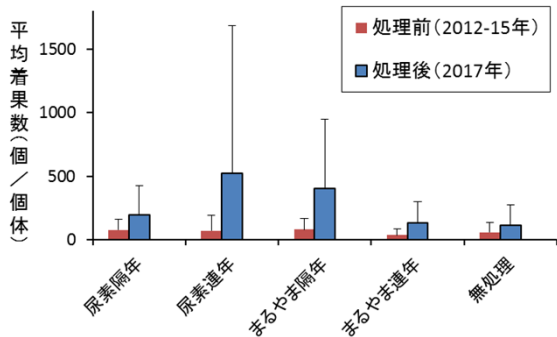


図2 グイマツの球果数と球果サイズの関係

図1 グイマツの処理別にみた処理前後の着果数
2015～2016年に処理し2017年の着果数を調べた。

カラマツ接ぎ木ポット苗に施肥した結果、一部のクローンで、施肥量が多いほど着花数が増えた。



写真1 尿素連年区で4,000個以上着果した個体

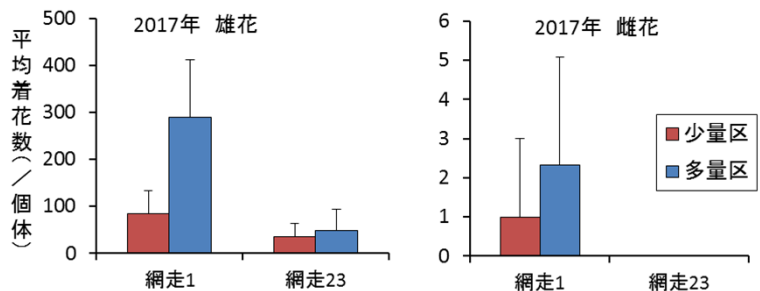


図3 カラマツポット苗での施肥翌年の雄花と雌花の平均着生数

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

平成29年度道有採種園整備実施体制プロジェクトチーム第2回会議, H30年1月26日

森林経営の効率化のための 崩壊リスクを考慮した路網管理手法の提示

担当G：道南支場、森林環境部環境G、森林資源部経営G、道北支場

協力機関：厚真町

研究期間：平成28年度～31年度 区分：経常研究

研究目的

林業を行う上で重要な生産基盤である林内路網の整備では、耐久性と低コスト性の両立が求められる。しかし、林内路網の崩壊危険度は、現状では技術者の経験に依存した状況にあり、崩壊危険度の事前予測に基づくルート設定手法や、路線崩壊による林業収益等への影響評価手法は確立していない。そこで、本研究では、林内路網のうち主に森林作業道及び林業専用道を対象とし、モデル地区の林内路網に対する崩壊リスクと森林経営の効率化を考慮した路網管理手法を提示する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

①既設路網での崩壊状況の実態調査：既設路網で発生した崩壊箇所の規模・土質、路体構造の現地調査
(調査地：芦別市、三笠市、浦臼町・当別町、美唄市・奈井江町、厚真町、中川町、浦河町、津別町)

②GISによる崩壊現場の地形解析
・国土地理院発行のデジタル標高モデル(5mメッシュ)を元に、厚真地区を対象に崩壊現場の地形状況を解析

研究成果

1) 既設路網での崩壊状況の実態調査

表-1 崩壊地点のロジスティック回帰分析結果

- 合計227箇所の路網崩壊箇所を確認した。各地区とも盛土側の斜面崩壊は多く確認された。一方、三笠・岩見沢地区や美唄・奈井江・赤平地区では路面侵食、中川地区では切土側の斜面崩壊、津別地区では路体や橋の崩落が多く確認された(表-1)。
- 崩壊形態を従属変数としたロジスティック回帰分析により要因を分析した。その結果、切土法面及び盛土法面の崩壊では集水地形と未固結地質(火山灰地等)が要因と考えられた。また、切土法面の崩壊では法高、路面侵食では道路勾配と河川横断が要因と考えられた。

調査地区	切土斜面崩壊	盛土斜面崩壊	路面侵食	路体・橋崩落	側溝侵食
当別・月形・浦臼・新十津川	12	25	13	0	0
三笠・岩見沢	3	10	19	0	0
美唄・奈井江・赤平	1	5	9	0	0
芦別	7	16	3	2	0
厚真	11	24	0	4	0
中川	13	13	0	1	0
浦河	7	14	5	1	0
津別	1	3	0	4	1
総計	55	110	49	12	1

2) GISによる崩壊現場の地形解析

- 厚真地区で確認した崩壊地点(30地点)と未崩壊地点(95点)を解析対象地点とし、崩壊形態を従属変数、解析対象地点の周囲半径10m以内の地形量を説明変数とした決定木分析を行った。その結果、盛土法面の崩壊は地形変換点を示す地形量、切土法面の崩壊は縦断曲率と標高で判別可能と分析された。この結果より、潜在的な崩壊危険地の推定図を作成した(図-1)。

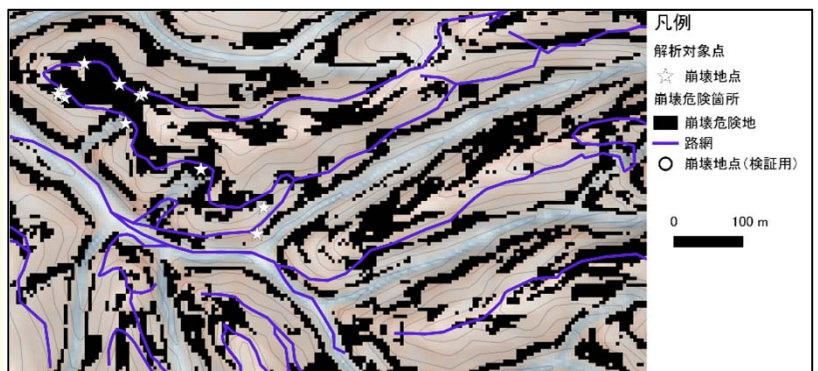


図-1 潜在的な崩壊危険箇所の推定図

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・津田高明・佐藤弘和・刈馬俊之・岩崎健太・蓮井 聡(2018) 路網崩壊による集材距離への影響度を基にした崩壊対策箇所の優先度評価(ポスター発表). 第129回日本森林学会大会 高知県

苗木需要量の増加に対応したコンテナ苗生産・植栽システムの開発

担当G：道北支場・森林資源部経営G・林産試験場製品開発G

共同機関：(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所、九州大学

協力機関：工業試験場、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、住友林業 筑波研究所、北海道山林種苗協同組合、北海道森林組合連合会、北海道造林協会

研究期間：平成28年度～30年度 区分：重点研究

研究目的

今後予想される植栽面積、苗木需要の増加に対応するため、コンテナ苗による苗木の効率的な生産と輸送から植栽まで一貫した生産・植栽システムを開発する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

国有林、民有林コンテナ苗植栽成績データの収集解析(110箇所)
 近赤外線選別したカラマツ種子育苗試験(母樹混合の事業用種子1ロット、母樹別採種園産種子5ロット)
 コンテナ小型運搬機の開発と、小型運搬機、オーガによる運搬植栽工程調・労働強度調査(1か所)

研究成果

1 苗木規格の提案

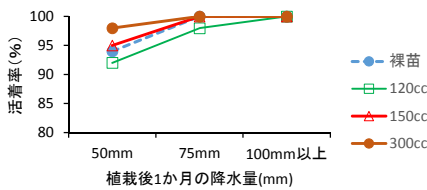


図-1 カラマツコンテナの活着率

2 播種コンテナ苗生産技術の開発

近赤外線選別カラマツ種子の発芽前の低温湿層処理により発芽率が高まり、93%(図-2)、平均苗長37cm、平均根元径4.0mmで1粒播種でも実用化可能な結果であった。また、母樹別の複数ロットの種子でも高い発芽率が得られた(表-1)。

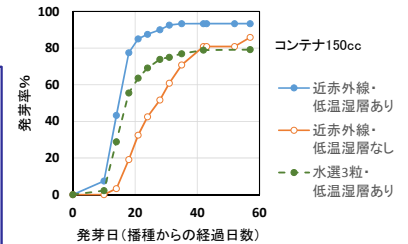


図-2 カラマツ近赤外線選別種子の発芽率(母樹混合事業用種子)

トドマツ、カラマツのコンテナ苗の生残率は裸苗より高いが植栽月降水量が少ないと低下する傾向があった(図-1)。苗木規格別の活着成長は、トドマツでは300ccコンテナ苗が良く、カラマツでは苗長25cm以上でかつ苗長/根元径比の低い苗木が良かった。

表-1 近赤外線選別したカラマツ母樹別種子の発芽率

項目	留萌4	根室8	中標津2	上川23	空知9
近赤外光採択率%	44.4	48.7	49.4	51.7	88.7
(調査種子数)	(723)	(700)	(792)	(776)	(779)
発芽率%	97	98.1	100	97.9	97.9
(調査種子数)	(33)	(53)	(96)	(96)	(96)

発芽試験の条件：プレート30℃12h/20℃12h3週間

3 コンテナ苗の特性を生かした輸送、運搬、植栽システムの開発



図-3 開発した小型運搬機

小型運搬機の運搬により梱包作業がなくなることで、小運搬効率が高まることにより苗畑の梱包からの植栽までの生産性が10%向上した(表-2)。またオーガ植栽(オーガ穴掘り・穴入れ)は、クワ植栽より心拍数が減少し、労働強度が軽減された(図-4)。

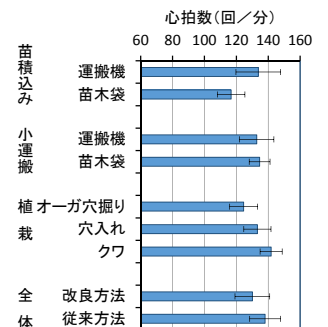


図-4 作業種別心拍数

傾斜角30度以下でコンテナ容器を4つを運搬できる小型運搬機を開発した(図-3)。

工程	既存方法		改良方法	
	器具等	人工数(人・日)	器具等	人工数(人・日)
梱包	ダンボール	0.56	コンテナ容器	-
トラック輸送	ダンボール	0.31	専用棚	0.56
小運搬	苗木袋	1.06	小型運搬機	0.59
植栽	島田鍬	2.03	オーガ	2.07
植栽工程その他	移動・休憩等	0.26	移動・休憩等	0.57
コンテナ返却	-	-	宅急便	0.05
全体	-	4.21	-	3.84

表-2 コンテナ苗1000本当たりの出荷から植栽まで必要人工数

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・投稿：来田・今、光珠内季報: 178,1-5 (2016)、津山ほか、北方森林研究, 66: 69-72 (2018)
- ・発表：来田：「未来につなぐ森林づくり交流会」(2017)、来田ほか、129回森林学会 (2018)、津山ほか、129回森林学会 (2018)

優良苗の安定供給と下刈り省力化による 一貫作業システム体系の開発

担当G：森林資源部

共同研究機関：(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所(主管)、九州大学、住友林業(株)、(株)九州計測器、岡山県農林水産総合センター、高知県森林技術センター、ノースジャパン素材流通協同組合、北海道山林種苗協同組合、(一社)北海道造林協会ほか

協力機関：北海道水産林務部、(株)千歳林業、(株)筑水キャニコムほか

研究期間：平成28年度～30年度 区分：公募型研究

研究目的

一貫作業による再造林に必要なコンテナ苗の生産性を高めるため、林業種苗の高発芽率種子を選別し、一粒播種を可能とする技術を確認する。また、造林作業の低コスト化を実現するため、コンテナ苗や優良苗を用いた低密度植栽技術、地拵え・下刈り作業の省力化技術を確認する。

研究方法

1. 低コストコンテナ苗の開発
発芽率を向上させた種子の播種によって生産するコンテナ苗のコストと品質の評価
2. 一貫作業システムの高度化
 - (1)地拵え・下刈り作業の機械化による省力・低コスト化技術の開発(クラッシャ改良、自走式刈払機調査)
 - (2)優良種苗を用いた低密度植栽手法の開発(低密度植栽林分調査、導入条件検討)
 - (3)下刈り回数低減技術の開発(下刈り作業省力効果の検討)

研究成果

1.カラマツ種子の直接コンテナ播種実証試験を2社で実施した。150cc、200ccコンテナで近赤外光選別種子で90%以上の発芽率が得られ、200ccコンテナの苗長と根径の平均値が2号規格(苗長25cm上、根径4mm上)を超えたことから実用可能であることが分かった(図1)。

2.(1)稚内市の主伐跡地でクラッシャによる根株破碎(地上部のみ)の作業工程を調査した。クラッシャによる破碎時間はトドマツ平均32秒/本、カラマツ43秒/本で、バケットによる根株掘り出しの1/6以下の作業時間であり、樹種別の根株破碎時間は根株体積と正の相関があった(図2)。
(2)カラマツ類幼齢林を対象に植栽木の樹高と植生高を多地点で調査した。クリーンラーチの平均樹高はグイマツ雑種F₁とカラマツよりも高く、下刈り期間の短縮が期待できる(図3)。
(3)カラマツとクリーンラーチの植栽試験地(岩見沢市)にて植栽後2年目の調査を実施した。いずれの処理区においてもクリーンラーチの苗高が大きく、苗の傾きが小さかった。クリーンラーチの幼齢時の良好な成長と傾き等の発生しにくさは、下刈り期間の短縮につながると考えられた。

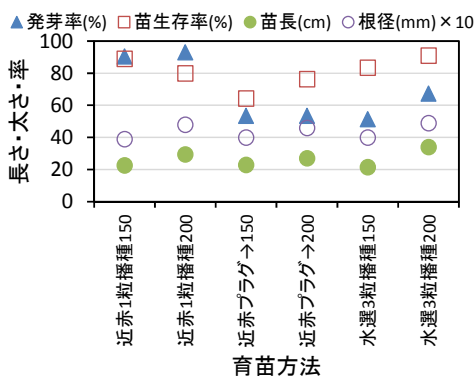


図1 近赤外光選別と水選種子のカラマツ播種苗木の成績
横軸凡例の数値はコンテナ容量(cc)、プラグは10cc程度の播種用コンテナで、発芽後、大きいコンテナに移植

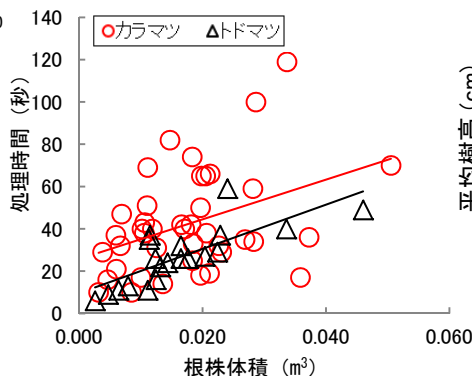


図2 根株体積とクラッシャ根株破碎時間との関係

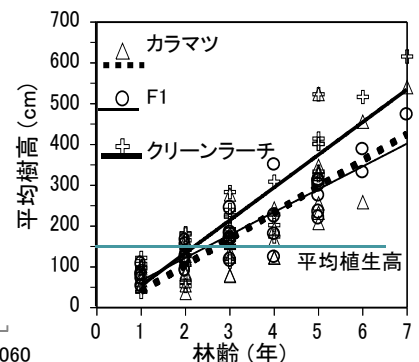


図3 カラマツ類造林地における林齢と平均樹高との関係

カラマツ種苗安定供給のための技術開発

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター、青森県産業技術センター、岩手県林業技術センター、群馬県林業試験場、山梨県森林総合研究所、長野県、岡山県農林水産総合センター、宮崎大学、北海道山林種苗協同組合、(株)雪屋媚山商店

研究期間：平成28年度～30年度 区分：公募型研究

研究目的

カラマツ、グイマツ雑種F₁(グイマツ♀×カラマツ♂)の苗木不足を解消するために、種子生産性を高めるための技術開発を目的とする。種子生産から苗木生産までの過程を、花芽形成促進、種子生産、苗木生産の3段階に区分し、それぞれの段階で生産量の拡大につながる技術開発研究に取り組む。

研究方法

調査地：道北、道央、群馬県

試験項目：カラマツ球果内の充実種子数の計測、コンテナを用いたクリーンラーチの挿し木苗の成績

研究成果

冷涼な北海道北部を除き、カラマツでは種子が成熟する前の7月中下旬の時点で、9月1日以降(林業種苗法施行規則により定められた採取日)と変わらない充実種子数が確認され、球果切断が採種林分の早期決定に利用できることを明らかにした

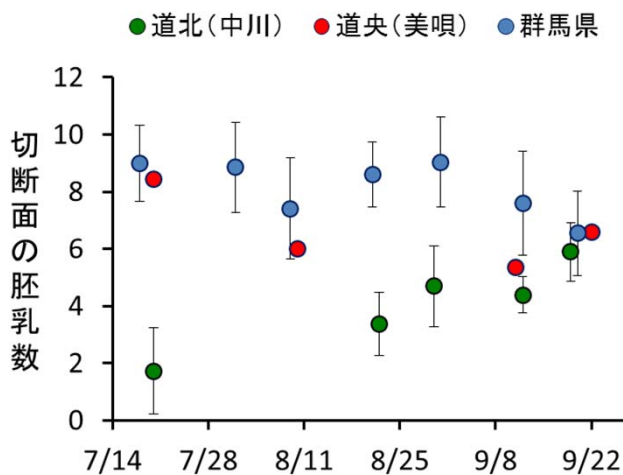


図1. カラマツ球果の切断面に見える胚乳数(上の写真)の推移

挿し木用土の構成割合と用土への元肥施用を見直したことで、挿し付け100日後には50ccコンテナ、93ccコンテナで根鉢が形成され、挿し木当年の秋(9月下旬)には移植できる育苗技術を開発した

コンテナ容器 (93cc)

育苗箱 (従来型)

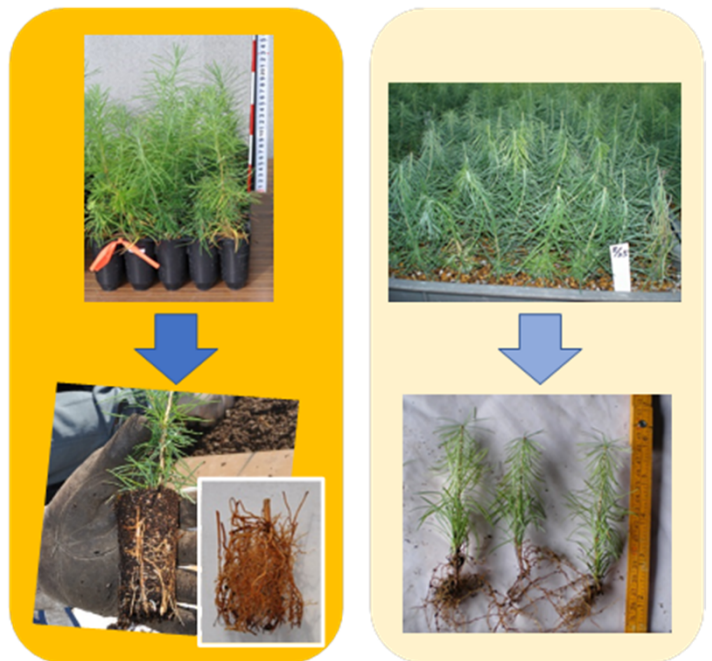


写真1 93ccコンテナ・元肥あり(左)と慣行の育苗箱・元肥なし(右)で育てた挿し木幼苗

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・クリーンラーチさし木技術向上研修会(2016年7月、2017年2月、2018年3月)
- ・第6回森林遺伝育種学会大会、2017年11月、東京大学
- ・第129回日本森林学会大会、2018年3月、高知大学

気候変動の影響緩和を目指した北方針葉樹の環境適応ゲノミクス

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：東京大学、(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所、森林総合研究所 北海道支所

協力機関：明治大学

研究期間：平成28年度～31年度 区分：公募型研究

研究目的

樹木は、現在進行しつつある気候変動に迅速な対応ができず、成長パフォーマンスの低下といった負の影響も見込まれる。しかし、造林に用いる種苗の産地や母樹を適切に選択し、将来環境にも適応しうるゲノム組成を有する森林へと更新を図ることができれば、予想される気候変動の影響を緩和できる可能性がある。そのためにも、環境適応に関する遺伝的基盤の解明といった基礎的知見の集積が求められる。本研究では、急速に技術革新が進む分子遺伝学(ゲノミクス)分野の手法を適用させ、環境適応の遺伝的基盤解明とその応用を目指す。昨年より継続して、今年度もトドマツの相互移植試験、交配試験の解析を行う。

研究方法(材料と調査方法)

材料：

- (1) トドマツ精英樹次代検定林
1980年に精英樹のベ75家系の次代苗を、全道9ヶ所に設定した試験地へ相互移植。
- (2) 交配第2世代(F₂)集団
形質と遺伝変異の関連解析のために人工交配により作出し育成するF₂集団250個体。

調査方法・実験方法：

- (1) 現存5試験地における、30～35年生時の定期調査データ(成長パフォーマンス)と2016年の台風被害における遺伝的変異の解析。
- (2) 新設試験地へのF₂集団の植栽、DNA抽出と遺伝変異情報の収集。代表個体のRNA解析による全発現遺伝子情報の整理。

研究成果

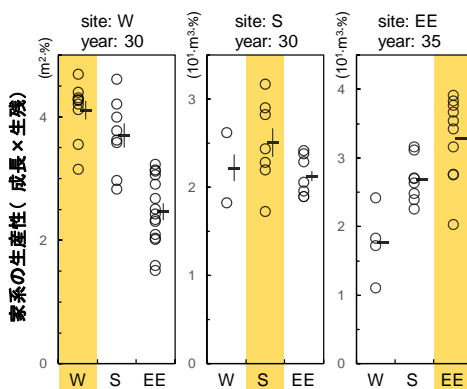


図1. 試験地別の代表3地域産の家系の生産性の比較

W; 西, S; 南, EE; 東端, ES; 東南, EN; 東北, N; 北

両図は、図中の丸が各家系値を、棒が地域平均を示し、記号が地域名を、橙色で示す場合は試験地と産地が同じであることを表す。

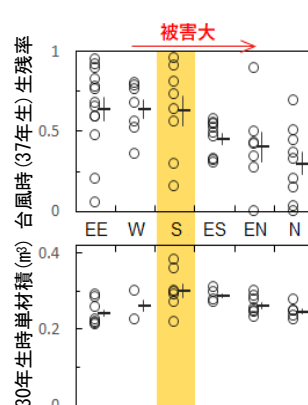


図2. 函館試験地における台風被害と成長の家系間比較

(1) 相互移植試験からみる地域適応

成長、生残ともに明瞭な遺伝的変異があることが分かり、各試験地で同地域産の家系の生産性が最も高い“地域適応”の傾向があった(図1)。函館試験地における台風被害も地域差があり、同地域産の家系は被害が少なく、かつ成長特性にも優れていた(図2)。これらから、将来の森林の健全性を図るためにも地域適応の考慮が有効であるという知見を得た。

(2) 交配集団等の遺伝的解析

F₂集団を植栽し、今後長期の成長動態に関わる遺伝的基盤の探索を行えるようにした。幼齢期の成長形質と遺伝変異の関連解析を進めるとともに、全発現遺伝子カタログTodoFirGeneを公開した(成果参照)。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

石塚ら(2018) 自然攪乱の応答に地域変異があるか?—トドマツ産地試験地の台風被害から、第129回日本森林学会大会
 石塚 航(2018) 適応進化を考慮した林業の展開と挑戦(シンポジウム 進化を考慮した応用生態学の展開:理論と実践),第65回日本生態学会大会
 北村ら(2018) 北海道トドマツ保護林のEST-SSRによる遺伝的多様性と分化,第65回日本生態学会大会
 Ueno S. et al. (2018) TodoFirGene: developing transcriptome resources for genetic analysis of *Abies sachalinensis*. Plant & Cell Physiology, pcy058
 Goto S. et al. (2017) Genetic mapping of local adaptation along the altitudinal gradient in *Abies sachalinensis*. Tree Genetics & Genomes, 13, 104
 石塚 航(2017) *Abies* 2016「モミ属の生態・施業に関するIUFRO国際会議」参加報告, 森林遺伝育種, 6, 74-76

道北地域における有用広葉樹の効率的な人工造林手法の開発

担当G：道北支場

協力機関：中川町、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

研究期間：平成28年度～30年度 区分：受託研究

研究目的

道北地域では、成長が旺盛な高木性草本類やササ類が林床に広く分布しているため、植付けの前に、必要に応じてこれらの林床植生を根茎ごと除去する地拵えが行われる。この方法は、作業が容易であるため地拵え費用を低減できるとともに、刈払い程度の地拵えに比べると、林床植生の回復を大幅に遅らせることができる。また、地拵え後の植付け・下刈り作業が安全かつ容易となるため、これらの作業を省力化・低コスト化することができる。しかし、林床植生の根茎とともに植生の生育に適した表土を必要以上に除去することにもなるため、植付けした苗木の成長低下が問題となっている。これに対して、林床植生の根茎除去と表土埋戻しの両作業を行う地拵えは、根茎除去により自然植生の旺盛な回復を遅らせつつ生育に適した表土を確保できるため、植付けした苗木の成長を促進させる一方策であると考えられる。しかし埋戻した表土においては、やはり林床植生が早期に回復してくるため、下刈り作業の増加が懸念される。そこで本研究では、有用広葉樹苗木（ミズナラ・オニグルミ）の表土埋戻しや施肥による初期成長促進手法、および、自走式刈払機による下刈り作業効率化手法を明らかにすることを目的とした。また、広葉樹人工林実態調査による情報収集も行った。

研究方法(調査地概要や調査方法)

- 植栽試験：中川町町有林において、表土除去植栽、表土埋戻し植栽、施肥植栽の生育調査を行った。
- 下刈り作業効率調査：中川町私有林において、併用作業（自走式刈払機 筑水キャニコムCG101（1人）と肩掛式刈払機（1人））と、従来作業（肩掛式刈払機（2人））による下刈りの作業効率調査を行った。

研究成果

1. 植栽試験

植栽当年の地上20cmの直径成長量は、ミズナラは無施肥区より施肥区の方が高かった。オニグルミは①表土除去区では無施肥区より施肥区の方が高く、②無施肥区では表土除去区より表土埋戻し区の方が高かった。シュート伸長量は、ミズナラは表土埋戻しおよび施肥の効果は認められなかった。オニグルミは表土埋戻し区で無施肥区より施肥区の方が高かった（図1）。

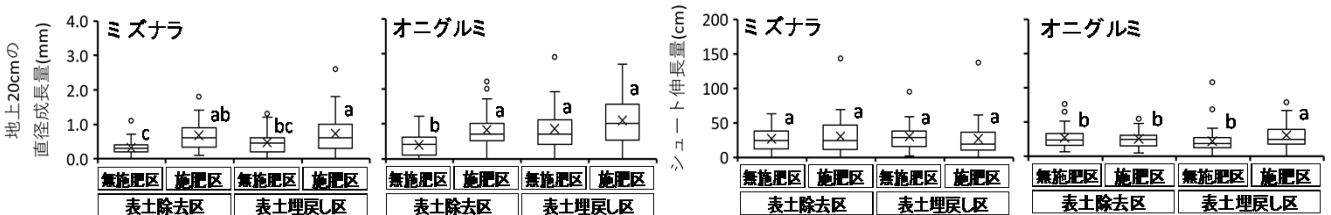


図1 処理区別の植栽当年の成長量

図中の異なるアルファベットは統計的に有意差があることを示す (Tukey's HSD test, $P < 0.05$)

2. 下刈り作業効率調査

下刈り作業の平均値は、併用作業（写真1）で813分/ha/人、従来作業（写真2）で1003分/ha/人であり（図2）、併用作業は従来作業に比べて作業効率が2割上昇した。



写真1 併用作業

写真2 従来作業

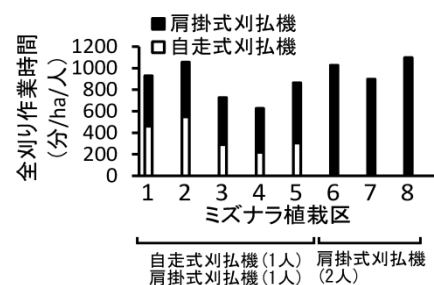


図2 作業種別の全刈り作業時間

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・ 蓮井聡、来田和人（2018）斜面の上部と下部におけるミズナラ人工林の成長比較。北方森林研究66：65-66。