

海岸防災林の力学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

クロマツ林の被害形態（幹折れ、根返り）に関する予測
方法：津波を受けたときの立木の被害形態を予測するため、幹折れおよび根返り限界流速を計算した。

限界浸水深の検討

方法：被害が発生する時の津波の浸水深（限界浸水深）をフルード数を考慮して算出した。

研究成果

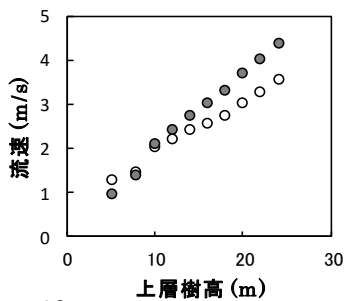


図-1 幹折れ被害および根返り被害が発生するときの流速
● 根返り、○ 幹折れ 浸水深5mの場合

施業により、被害形態が変化することが示された。図1に無間伐のケースを示した。上層高10m付近までは、幹折れ流速が根返り流速の値よりも大きい。更に樹高が高くなるとその関係性が逆転する。すなわち、被害形態のシフト（根返り→幹折れ）が発生する。

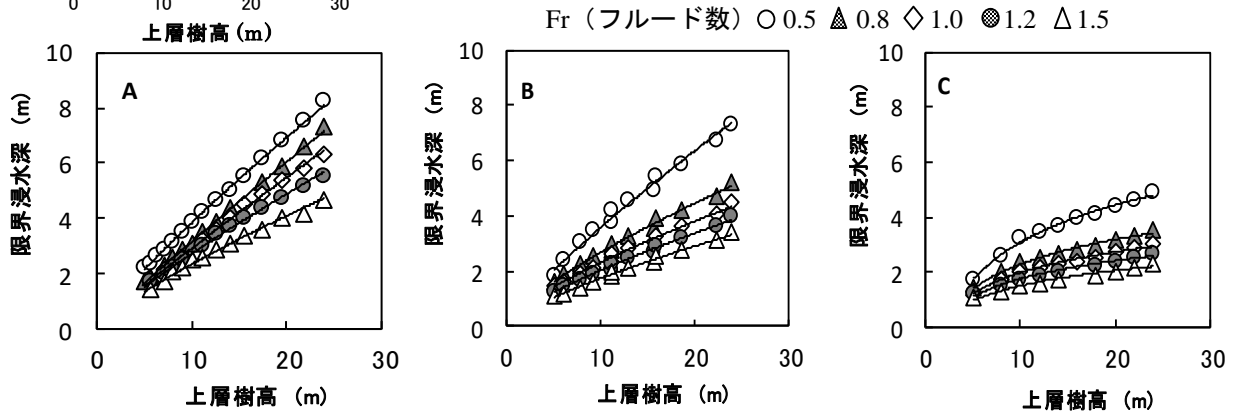


図-2 林分上層樹高と限界浸水深との関係

クロマツ海岸林において、A（疎管理）、B（中庸管理）、C（無間伐）の3パターンを設定し、森林施業が津波抵抗性に及ぼす影響を評価した。限界浸水深（被害が発生する浸水深）は、施業タイプにより異なり、Aタイプの森林管理が最も限界浸水深の値が大きく、抵抗性が高くなった。

※フルード数：この値が1より大きいと射流、1より小さいと常流となる。射流は、波の伝搬速度よりも流速が大きく、常流は波の伝搬速度よりも流速が小さい流れである。フルード数1は、波の伝搬速度と流速が等しくなった状態である。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

Torita H. et al.(2018) Effects of forest management on resistance against tsunami in coastal forests. Ocean Engineering 169: 379-387.

Torita H, Tanaka N(2019)Evaluation of the resistance of coastal *Pinus thunbergii* Parlat. Forests to the tsunami fluid force in Japan. Natural Hazards (印刷中)

平成30年度 日本海岸林学会石垣大会 など

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、密度管理手法を検討するが、目標としてカシワ高齢天然林の構造を参考とする。

高齢天然林の構造を参考とするのは、現時点で、相反する気象害耐性と防災林機能をバランス良く両立する最適の林分構造が未知であり、次善の目標として適切と考えられるためである。カシワ高齢天然林は、知られている限り、これまで大きな気象害を受けずに長期間安定しており、かつ林冠が閉鎖していることから、少なくとも必要最低限の海岸防災林機能が期待できる。

研究方法

調査地：石狩・留萌・オホーツク・釧路・十勝
・日高・桧山管内のカシワ海岸防災林
(人工林116箇所、天然林16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(10個体)

研究成果

成果の要約：

北海道のカシワ海岸人工林について、林分密度管理図と、これに準拠した施業体系図を作成した。高齢天然林の調査結果を踏まえ、防災林機能と気象害耐性両面を考慮し、収量比数0.9程度を目標とした。林齢と上層高から、地位指数曲線および「地域」と「海岸からの距離」による地位指数モデルを利用し、カシワ林の生育の良否が判定できる。また施業体系図と地位指数曲線を利用して、本数調整の林齢と強度を決定できる。

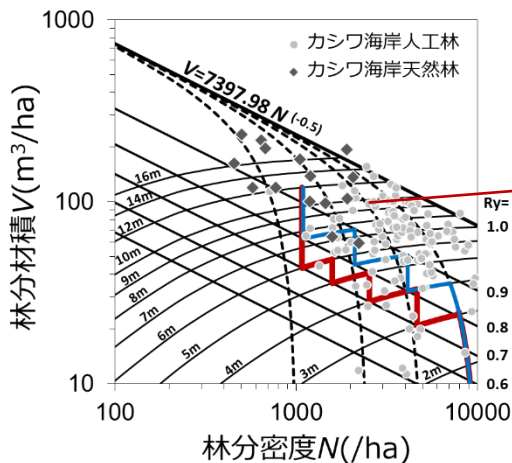


図-1 カシワ海岸林の林分密度管理図
本数調整方法の例を太線(赤/青)で示した



写真-1 過密状態にあるカシワ林(左、Ry=0.97)と
グイマツ林(右、Ry=0.98)

1. 林分密度管理図：

カシワ海岸人工林116カ所の毎木調査データ(林齢7-57年、上層高2.9-13.7m、林分密度711-11,875本/ha、原植栽密度2,000-20,000本/ha)を用いて林分密度管理図を作成した(図-1)。

カシワ海岸林と、既報のクロマツ・グイマツ海岸林の最多密度曲線*の比較から、最多密度での材積は、カシワ林はクロマツ林の36%、グイマツ林の31%となった(同じ林分密度の時)。このことを反映して、過密状態のカシワ林では、同様に過密状態のグイマツ林に比べて、下層植生が繁茂するほど林内が明るかった(写真-1)。仮にカシワ林が、海岸に同所的に植栽されているクロマツ・グイマツ林と比べて林分が透いているように見えたとしても、カシワにとっては過密の恐れがある。これらの事から、樹種別の林分密度管理図、および林分密度管理図に基づいた客観的な密度管理が必要である。

* $V = g N^{-0.5}$ である。gは樹種固有の値であり、本研究よりカシワ7,397.98となった。クロマツでは20,399.15(既報)、グイマツでは23,921.95(真坂 未発表)である。Vはhaあたり林分材積、Nはhaあたりの本数密度である。

2. カシワ天然林構造を目標とした密度管理手法：

密度管理目標の参考として、除間伐の履歴がない高齢のカシワ海岸天然林16カ所の毎木調査を行い、林分密度管理図上に図示したが、収量比数 R_y が0.8強~1.0と一般的には高密度とよばれる状態であった(図-1)。

このような高密度状態は、防災林機能の観点からは良好といえる。枝葉・幹表面積が大きくなれば、より防風機能が高いことが知られているが、枝葉・幹表面積と強い相関があると考えられる林分材積が、収量比数の定義からして、最大値($R_y=1.0$ の時)の8割以上になるからである。

一方、気象害耐性や健全性も同時に考慮が必要である。本研究では、上記の R_y の範囲でも、より高い気象害耐性と健全性が期待できる、形状比70以下となる $R_y=0.9$ 程度の林分構造(図-2)を目標とすることを提案する。この目標に至る林分密度管理図上の経路として、通常の森林管理同様、 $R_y=0.8$ 前後の経路を採用する。

上層高12mを見込める林分を例として、本数調整方法の考え方を、施業体系1(赤線、 $R_y=0.7$ ~約0.8、一般的な管理手法)、施業体系2(青線、 $R_y=0.8$ ~約0.9、最多密度での材積がより小さいカシワ林において防災林機能に配慮した手法)として示した(図-1、3)。最終本数調整の後は天然林と同等の高密度状態、 $R_y=0.9$ を目指す。

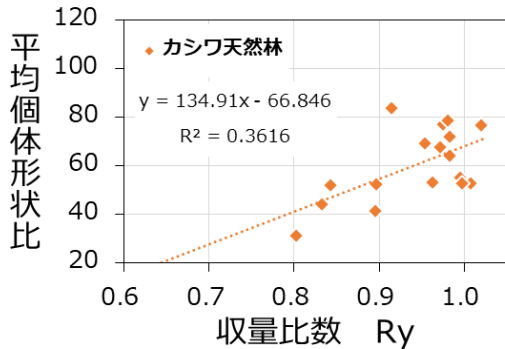


図-2 カシワ海岸天然林の収量比数と形状比

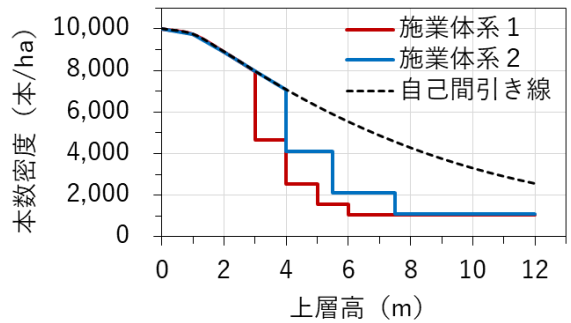


図-3 カシワ海岸人工林の施業体系図

施業体系1 ($R_y=0.7-0.8$)は、経済林・環境林ともに良く見られる管理手法、施業体系2 ($R_y=0.8-0.9$)は、カシワ林の最多密度曲線が、他樹種と比べて下方に位置することに留意し、林分材積を下げ過ぎないように配慮

3. 地位指数曲線群：

カシワ海岸人工林8林分から、上層個体を1-2個体、計10個体サンプリングし、樹幹解析を行った。樹幹解析データにリチャーズ式を当てはめ、地位指数曲線群(林齢20年基準)を作成した(図-4)。林齢30年までの間に、曲線に明瞭な頭打ち傾向がみられないが、このことはカラマツ、トドマツ、アカエゾマツにも当てはまる。また調査林分の地位指数は、範囲が2.1-12.0、平均5.7であった。

一般化線形モデルによる解析の結果、地位指数は、地域と汀線からの距離によって差が認められ、オホーツク海側 >> 太平洋側 >= 日本海側であり、かつ汀線から離れるに従って大きくなった(表-1、2)。

これは地位指数の基準となり、生育良否判定に利用できる。

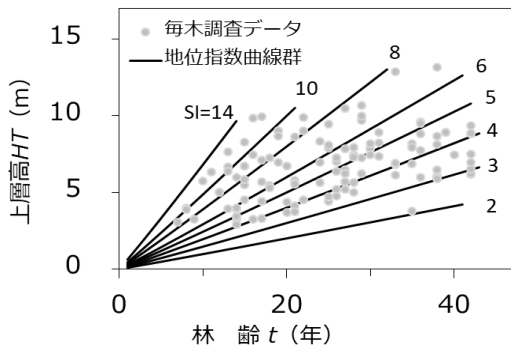


図-4 カシワ海岸林の地位指数曲線群(北海道)

地位指数は林齢20年における値である

表-1 GLMIによるモデル選択

モデル	固定効果		AIC	ΔAIC
	地域	汀線からの距離		
フルモデル	○	○	416.2	0.0
モデル2	○	-	452.3	36.1
モデル3	-	○	648.9	232.7
Nullモデル	-	-	737.1	320.9

備考：○はモデルに含む、-はモデルから除外、

ΔAICは最小AICとの差

表-2 地位指数ベストモデルにおける係数推定値

地域	固定効果	Coeff.	SE	t
オホーツク海側		8.406	0.345	24.400
太平洋側(十勝釧路)		4.280	0.282	15.171
太平洋側(渡島日高)		4.254	0.538	7.906
日本海側		4.091	0.277	14.753
汀線からの距離		0.0034	0.0005	6.584

備考：Coeff., 係数推定値；SE, 標準誤差、

残差逸脱度は242.18, 残差自由度は107

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)

- ・真坂一彦・阿部友幸(2017) 除間伐試験結果に基づく海岸林の密度管理手法の提案. 平成29年北海道森づくり研究成果発表会.
- ・阿部友幸・佐藤創・真坂一彦(2018) 北海道におけるカシワ海岸林の密度管理図と地位指数曲線. 平成30年度日本海岸林学会.
- ・阿部友幸(2019) 暮らしと産業を守る海岸防災林とその管理について. 平成31年北海道森づくり研究成果発表会.

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：保護種苗部育種育苗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～令和元年度 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調査地1と作設時期が異なる作業道で比較する調査地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：平成28年、29年に作設された各作業路(当別、月形)
 調査地2：平成24年～27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

継続調査を行う調査地1

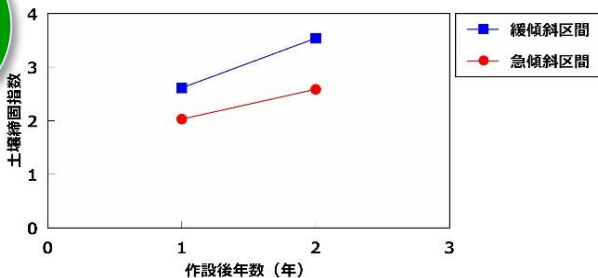


図-1 当別における作業道作設経過年数と土壌締固指数の関係

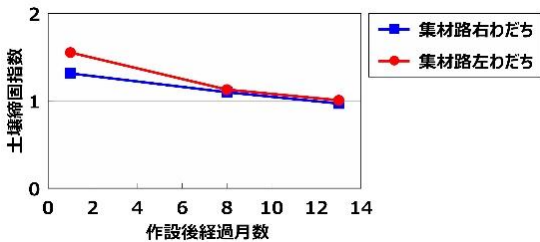


図-2 月形における作業道作設経過月数と土壌締固指数の関係

作設年が異なる調査地2

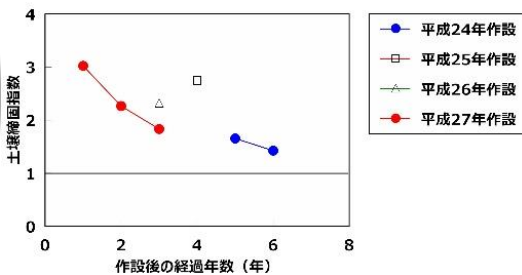


図-3 東美唄における作業道作設経過年数と土壌締固指数の関係

■平成28年作設区間(当別)：Nc値の鉛直プロフィールから、緩傾斜区間のNc値は微増、急傾斜区間(0.2mまでの深さ)のNc値は微減、対照区間(0.2mまでの深さ)のNc値は微減していた。土壌締固指数※では、両区間で年経過により値が増加した(図-1)。これは、両区間の加重平均値(同指数の分子)より対照区間の加重平均値(分母)の減少率が大きいことに起因する。

■平成29年作設区間(月形)：作業路の作設後8ヶ月まで、Nc値に大きな経年差はみられなかったが、13ヶ月後にはNc値の低下が大きかった。土壌締固指数を計算した結果、経過年数と土壌締固指数の関係では、作設後から13ヶ月経過するまでの土壌締固指数は両わだちともに減少し、作設13ヶ月後には土壌締固指数が1.0以下となったことから、伐採前の状態まで回復していた(図-2)。

※土壌締固指数：深さの2乗をウェイトとしたNc値の加重平均を作業道と対照区間でそれぞれ算出し、「作業道の加重平均値」/「対照区間の加重平均値」で求められる。ここでは、計算対象の深さを0.5mとした。

■東美唄にある平成24年作設区間と平成27年作設区間の表層部Nc中央値(深さ0.3mまで)は対照区間の同深Nc値に比べて高い値を示しており、回復途上であった。経過年数と土壌締固指数の関係では、平成24年作設区間および平成27年作設区間において、経過年数が増加するにつれて土壌締固指数は低下した(図-3)。平成25年作設区間と平成26年作設区間は、地すべり土塊に相当し、土中の礫が当たるなどして良好なデータが得られなかった。

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～令和元年度 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～R元年度)

施設職員が森林活動の評価で重視する「活動の雰囲気」の基準と活動構成要素との関連性を検討した。活動の構成要素については、「内容」「場所」「参加形態」「移動」「要求動作」「器材」「動植物」「安全性」「準備」「時間」「活動目的」「降雨」の12条件とした(総事例数109:数量化I類を適用)。その結果、活動の雰囲気では「参加形態」「器材」「動植物」「安全管理」「準備」「時間」への配慮の重要性が見出され、具体的には、「理解しやすい内容」「使いやすい器材」「帰属意識・対抗意識・参加者の交流」「新規性の高い体験」が求められていた(図-1)。

(2) 重度者の参加様態の精査(H28～R元年度)

これまでの実践活動に対する評価への統計手法の適用と自由記載の類型化を試みた。その結果、重度者の参加への配慮事項として「内容」「移動」「要求動作」「器材・教材」「動植物」「時間」「活動目的」が強く求められることがわかった。また、重度者への配慮事項として具体的に求められる事柄として、「重複障がい」「天候」「植物の誤食」「興味関心」「集中力」「重度者とのコミュニケーション」「重度者へのアプローチ」が見出された。

(3) 森林活動のストレス低減効果の検討(H28～R元年度)

被験者19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15名の被験者にストレス緩和の状況が認められた(図-2)。

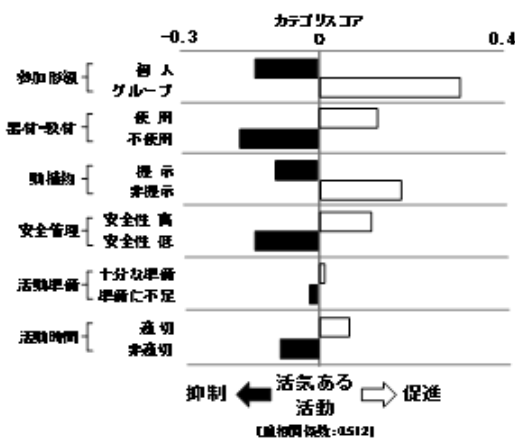


図-1 活動の雰囲気と構成要素
(109事例に数量化I類(注1)を適用)

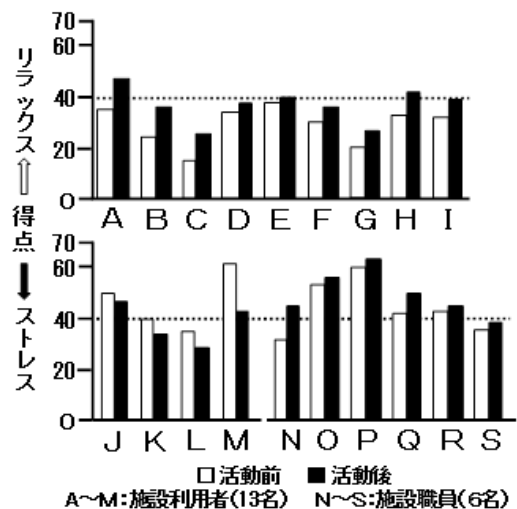


図-2 森林体験活動前後のストレス値(平均値)の変化
(値が点線以下(得点 \leq 40):ストレス状態)

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：森林環境部環境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～令和元年度 区分：経常研究

研究目的

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
流域内の主要観測点5地点および2支流（訓子府川、仁頃川）において出水時採水を実施し、イベント時のデータを加味した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

- ・ライジングステージサンプラー（洪水時の濁水を採取するための簡易自動採水装置）を河畔に設置し、出水時の浮遊土砂（SS）濃度を得た。水位（流量）と浮遊土砂濃度の関係は、上常呂（本流中部）では水位上昇とともに濃度も上がる傾向を示したが、上川沿（本流下部）では不明瞭であった（図-1）。



写真-1 ライジングステージサンプラーの設置状況
右の写真は、カバーを外した状態。
水位上昇に応じて採水口から河水が入ってくる仕組みになっている。

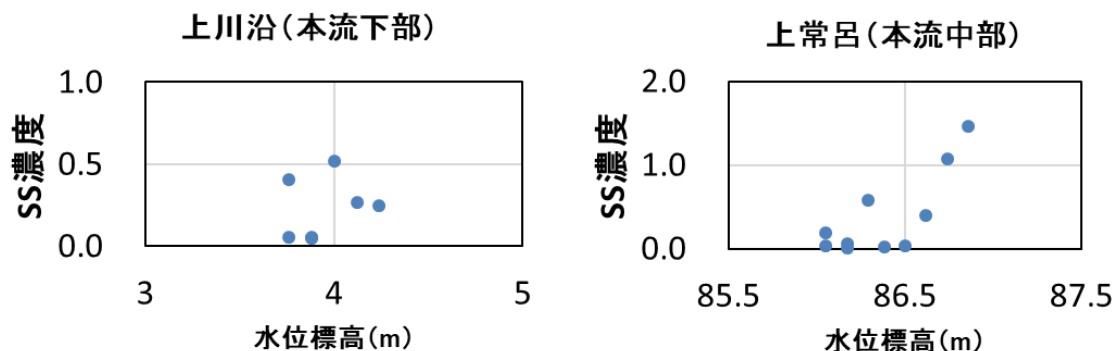


図-1 常呂川最下流地点（上川沿）と中流地点（上常呂）の浮遊土砂（SS）濃度と水位標高の関係
平成30年8月から9月にかけて降雨出水時に採水した試料水データを使用。

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～令和元年度 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

グイマツ海岸林の津波減勢効果の時系列変化のシミュレーション条件

使用データ：グイマツ海岸林の施業体系に沿った時系列データ（図-1）、計算式：一次元非線形長波方程式
林帯幅：10m、40m、160m、640m、汀線津波高：5m、10m、20m

研究成果

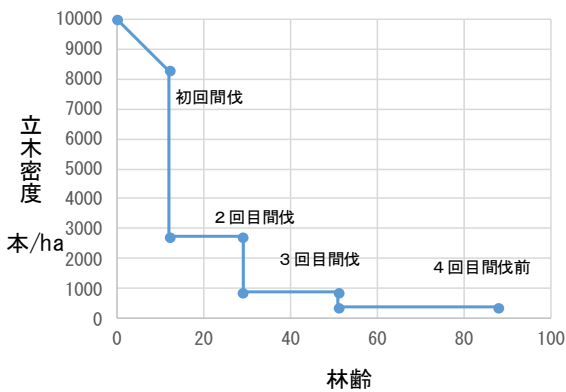


図-1 グイマツ海岸林の施業体系図（地位指数6）

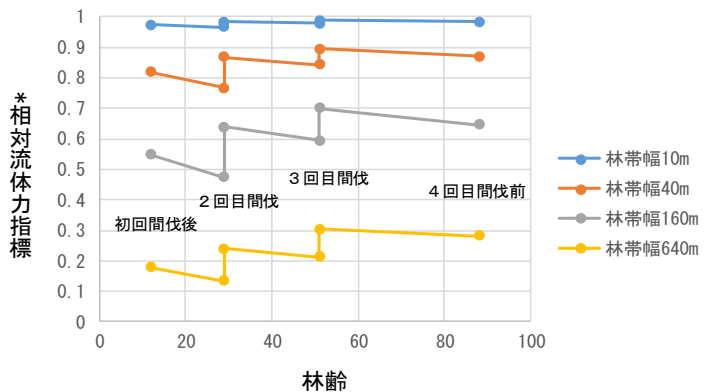


図-2 施業体系図に沿った林帯背後における相対流体力指標*

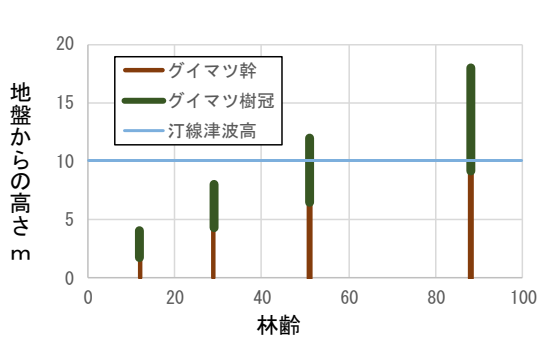


図-3 施業体系図に沿った樹形変化

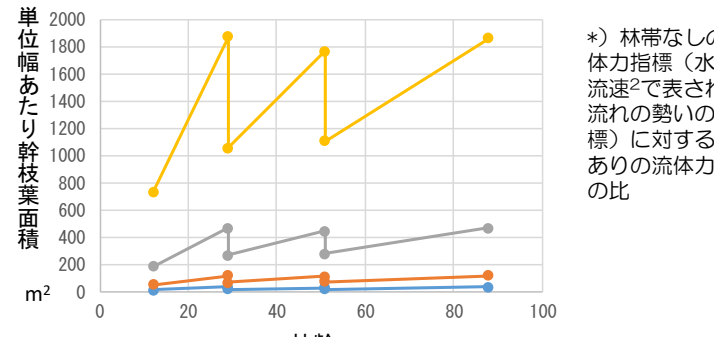


図-4 施業体系図に沿った林帯幅1m当たりの幹枝葉面積の推移

*) 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

「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」

林帯幅640mの2回目間伐前の津波減勢効果が最も高かった（図-2）。これはその条件での幹枝葉面積が大きく（図-4）、さらにその時点での樹高が津波高より低く（図-3）、抵抗が大きかったことによると推察された。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

五十嵐善哉・座波健仁・田中規夫・佐藤創・鳥田宏行(2018)土木学会論文集B2, Vol.74, No.2: 1,229-234.
Tanaka, N., Sato, H., Igarashi, Y., Kimiwada, Y. and Torita, H.(2018)J. of Environmental Management 223, 925-935.

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：道東支場・森林環境部環境G・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～令和元年度 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調査
無処理区では林内および風上側林縁から15m以内に堆雪丘が形成されたのに対し、枝打ち区および除伐+枝打ち区では林内の雪は吹き払われ、風上側林縁から20m程度の位置に堆雪丘が形成された。一方、枝打ち区と除伐+枝打ち区では堆雪丘の位置はほとんど変わらなかった(図-1)。

② 枝抜け跡の腐朽状況の調査
奈井江・岩見沢・新得の防雪林で調査した結果、枝抜け被害が生じるのは10年生前後の若い林分に限られた。また、一つの林分の中でも被害状況は異なり、主風向の風上側や、除雪された雪が堆積する道路沿いにおいて、枝抜け被害率が高かった。

③ 模型林を用いた風洞実験
風洞実験では、除伐の方が枝打ちよりも堆雪丘の形成に及ぼす影響が大きい結果が得られた。これには、現地試験では樹高の1/4の高さで枝打ちしたのに対し、風洞実験では樹木模型の都合から樹高の1/11の高さに枝打ち高を設定したことが関係している可能性がある。

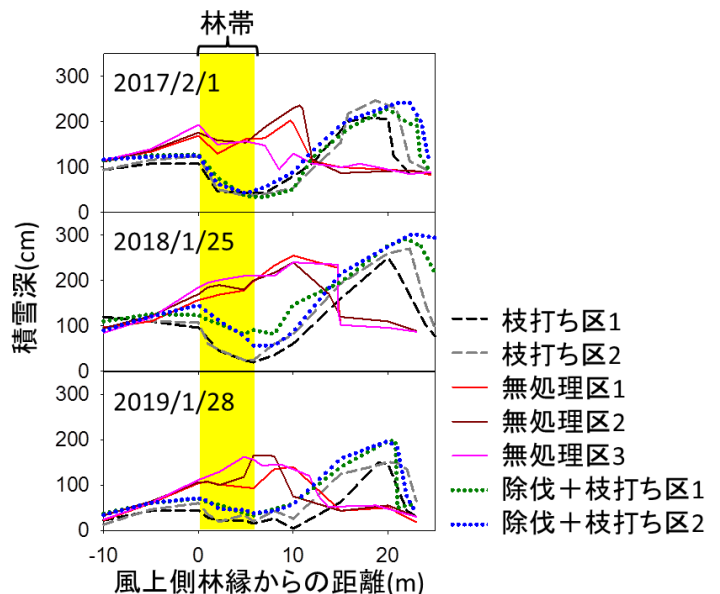


図-1 各年の同時期における堆雪丘の形成状況

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

真坂ら(2017)第66回北方森林学会大会 口頭発表(札幌市、2017/11/9)

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

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：道東支場・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、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～令和元年度 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(土幌町)

- ✓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
- ✓伐採後の林帯で植栽試験を実施

調査手法

- ① 風速観測+シミュレーション(防風林更新試験地)
- ② 防風林更新地における植栽木の生育調査
- 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

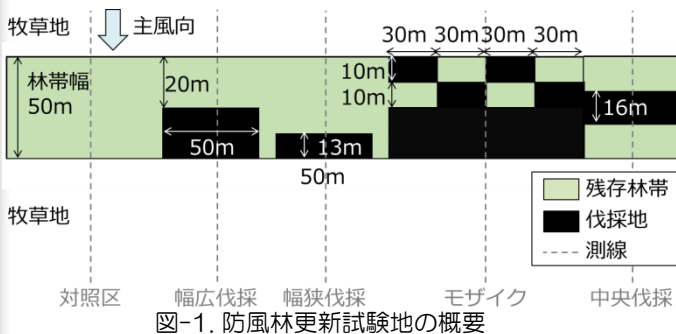


図-1. 防風林更新試験地の概要

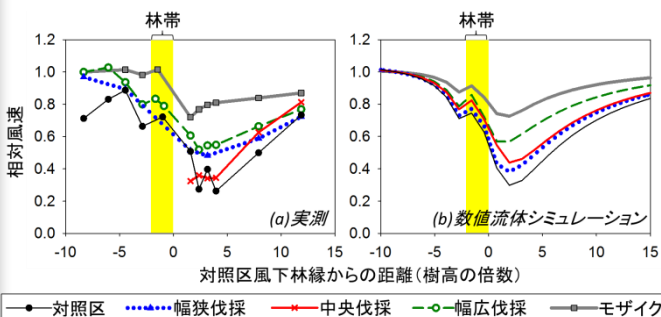
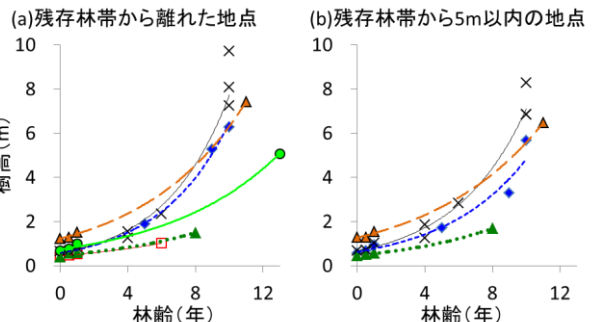


図-2. 風速分布の実測値と予測値

防風林の空隙率一定で、林帯幅と配置のみ変えてシミュレーションしたところ、一部合わない
→ 伐採幅だけでなく、林縁の有無が重要

② 植栽試験



- ・残存林帯に近い場所では成長が劣ったが、樹種間の成長の違いの傾向は両者で同じ
- ・カラマツ・シラカンバ・ヤチダモ：良

図-3. 各樹種の樹高成長曲線

③ 景観的に評価の高い防風林植栽樹種の解明

- ・広葉樹とカラマツの幹線防風林：高評価
- ・電線への対応のために樹冠を一部伐採したトドマツ：低評価
- ・カラマツ防風林と若齢のシラカンバ耕地防風林：人工的な印象

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

速水ら(2019) 植物研究雑誌 94, 117-122; Iwasaki et al. (2019) Agroforestry Systems 93, 1133-1145
岩崎ら(2019) 北方森林研究 67, 79-82

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：道南支場・道東支場

協力機関・研究機関：乙部町、三次はちみつ園蜂屋、(株)林組、岩手大学農学部

研究期間：平成29年度～令和元年度 区分：公募型研究

研究目的

目的
檜山管内乙部町からの要請に基づき、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の評価を実施する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地
足寄町・乙部町

調査方法
○クローバーの花密度の把握
○クローバーの分布面積の把握

研究成果

1) 新たな蜜源の環境整備調査 (H29～R元年度)

足寄町活込地区においてドローンによる空撮、方形枠（1m×1m）を用いたクローバーの花密度の把握のための調査を実施した（写真-1）。本年度はクローバーの開花が少なく（写真-2）、蜜源としての利用に足る花の密度も保たれず、この地区におけるクローバー蜜の収穫は見込めない状況と推測された。昨年（H29年：1蜂群あたり24Kg, 1haあたり43.6Kgの収量）に比較して、降水量が多く（長雨が続いた点）、日照時間の短い状態が続いたためにクローバーの開花が少なくなったと考えられた（図-1）。また、長雨や日照不足（冷夏）は、クローバーの開花数の減少だけでなく、①一番草（飼料用牧草）の刈り取り作業が遅れる（牧草に覆われてクローバーの花が視認できない）、②ミツバチの活動性の低下（寒さのため、巣箱の外に出て蜜を集める活動を行わない）といった状況にもつながり、結果としてクローバー蜜が収穫できない事態をもたらす。

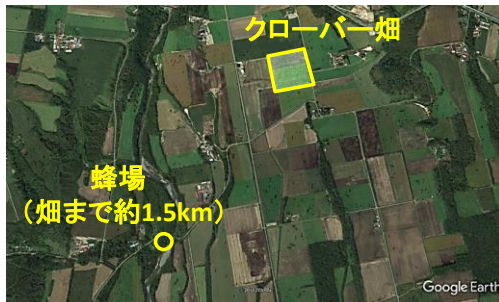


写真-1 調査地(足寄町活込地区)



写真-2 クローバーの開花状況

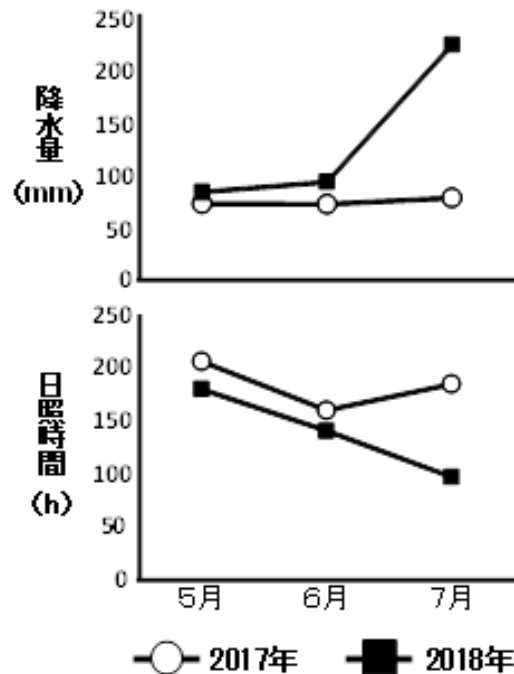


図-1 平成29年・30年(5～7月)の降水量・日照時間(アメダスデータ:十勝管内足寄町)

風由来の環境ストレスの実態解明に基づく海岸林の地形・林冠の動態モデルの開発

担当G：道東支場

共同研究機関：森林総合研究所（主管）、秋田県林業研究研修センター、宮崎大学、静岡大学

研究期間：平成30年度～令和2年度

区分：公募型研究

研究目的

海岸特有の風由来の環境ストレス（乾燥、飛砂衝撃、塩分付着）により、海岸林の地形は砂の移動を通して絶えず変化し、海岸林を構成する樹木は常に成長阻害を受ける。その結果、通常の山地斜面で開発された森林動態モデルでは、海岸林動態を予測できない。そこで、本課題では海岸林が受ける風由来の環境ストレスの実態を解明する。ストレスによる地形や森林の変化を明らかにする。そして、それらを基に海岸林の地形と林冠の動態を推定するモデルを開発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 石狩市内の海岸林
〔200×20mプロット、H14年(2002年)に設置〕

調査手法 気象観測、UAVを用いた林冠構造の測定、毎木調査、冬芽のサンプリング、着葉塩分量測定

研究成果

図1. 調査地の地形と樹高・胸高断面面積合計
※ 胸高断面面積合計は5mおきに算出

上層高は汀線に近いほど低い傾向があったが、樹高成長量と汀線からの距離の間には関係は見出せなかった。年間約30cmと良好に樹高成長していた。
樹高成長量・現在の樹高とも、砂丘列間の窪地のうち比高が特に低い2地点で小さくなっていた。本調査地では融雪後に窪地に水が溜まること知られていることから、湛水による水ストレスを受けて、窪地で樹高成長が抑制されたと考えられた。

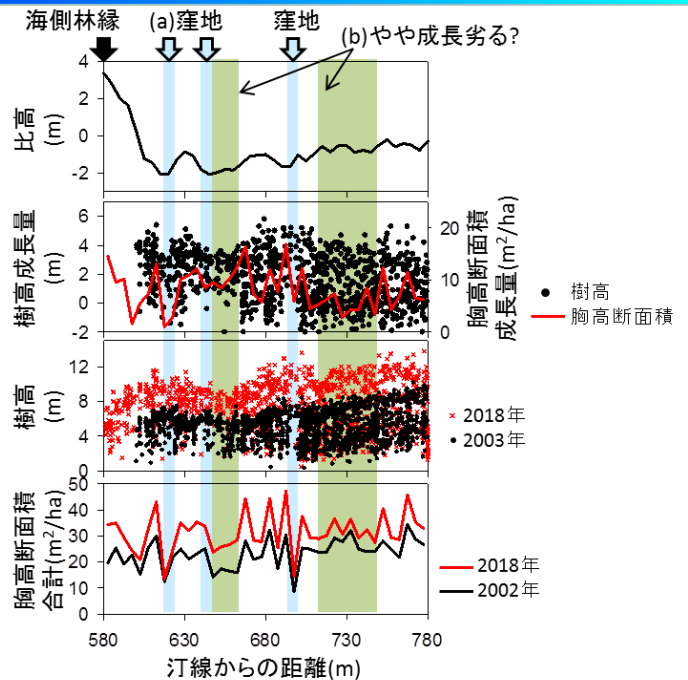
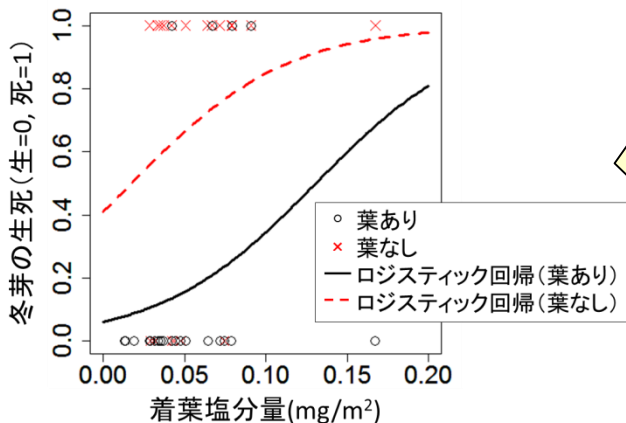


図2. 冬芽の生死、着葉塩分量、葉の有無の関係

カシワの冬芽を切断して生死を判定し、その冬芽と同じ枝の枯葉に付着する塩分量（着葉塩分量）を測定した。同時に、この冬芽に近接する落葉した枝の冬芽も採取し、切断して生死を判定した。この調査から、冬芽の生死を応答変数、着葉塩分量と葉の有無を説明変数とするロジスティック回帰モデルを作成したところ、着葉塩分量が少なく、枯葉が残っているほど、冬芽の生残率が高い結果となった。



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

流域サイズの違いと地下水の寄与を考慮した 窒素流出負荷評価方法の検討

担当G：森林環境部環境G

共同研究機関（協力機関）：環境科学研究センター

研究期間：平成30年度～令和2年度 区分：経常研究

研究目的

窒素は生物にとって必須元素であり貧栄養な水域では栄養源となるが、過剰な流出は湖沼や内湾などの閉鎖性水域で富栄養化を招き、漁獲物の品質を低下させることが知られている。森林は流域全体に占める面積が大きく窒素流出負荷*が農地を上回ることもあるため、下流域の水質保全に対する森林の役割を評価するうえで、個々の流域特性を反映させた窒素負荷評価方法を確立することが不可欠である。そこで本研究では森林流域における窒素流出負荷の評価指標（比負荷量**）を、流域サイズ、水文流出過程（地下水の寄与の有無）、樹種などから推定する方法を明らかにする。

*負荷：濃度と流量の積。 **比負荷量：単位面積あたりの負荷量。単位は $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ など。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：空知，上川管内のトドマツ人工林，カラマツ人工林，天然生広葉樹林の各流域（流域面積10～1000 haオーダー）
調査方法：流域面積1000ha前後の大流域内で、支流や溪流近傍の湧水も含め、上流から下流まで多地点で採水を行い、水質を分析する。

窒素負荷に及ぼす要因の解析

- 1.地質、植生、流域サイズの違いと窒素濃度の関係を明らかにする
- 2.水質データから、流域サイズの変化に応じた地下水の寄与率を分析
- 3.地質、植生が異なる流域において、流程に応じた地下水寄与を考慮した窒素流出負荷を推定する

研究成果

- 平成30年度は地質の異なる流域120地点において採水分析を行い、地質、植生、流域サイズの違いと窒素濃度の関係を検討した。
- 堆積岩、火山岩流域ともに、流域面積が大きくなると窒素濃度は低下した（図-1）。
- 流域面積10～100ha前後の中小流域において0.5mg/L以上の高濃度の硝酸態窒素が検出され、流域内のトドマツ林割合が高いほど値が高くなった（図-2）。
- 流域面積が大きくなる下流ほど、深い地下水の寄与が高まることがわかった。

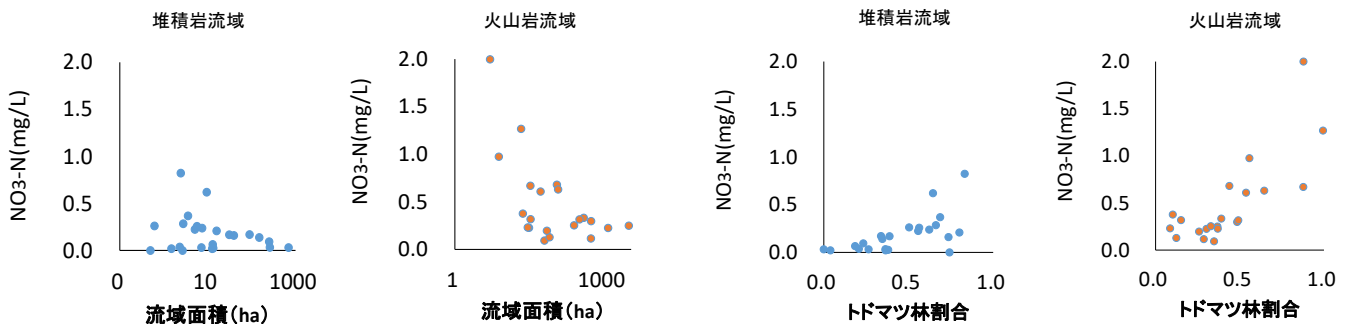


図-1 地質の異なる2流域における流域面積と平水時の硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度の関係

図-2 地質の異なる2流域におけるトドマツ林割合と平水時の硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度の関係

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

カラマツ・トドマツ人工林における 風倒害リスク管理技術の構築

担当G：森林環境部環境G、森林経営部経営G、道東支場、林産試験場性能部構造・環境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、池田町、十勝総合振興局森林室普及課・森林整備課
研究期間：平成30年度～令和2年度 区分：重点研究

研究目的

北海道の主要な造林樹種であるカラマツ・トドマツ林において、道内で頻発し始めた樹木の風倒害に対して、被害実績から風の危険度を可視化した危険度マップを作成するとともに、施業体系※と風倒害に対する樹木の感受性（倒れやすさ・折れやすさ）との関係を明らかにし、危険度に応じた施業体系の選択方法と風に強い森林に改良する施業方法を体系化した対策指針を構築する。

※施業体系：林業において林齢ごとの本数密度および幹直径、樹高を示したもので、間伐の時期・間伐率等がわかる。北海道は木材生産を目的として、植栽本数や管理密度の異なる数種類のタイプを提示しており、生産目的（大径級の丸太が必要か、標準径級の丸太が数多く必要か、など）に適した施業体系が選定される。

研究方法

■ 樹木の引き倒し試験

調査地：池田町など

方法：樹木に荷重計付きワイヤを取り付けて重機で牽引し、樹木が転倒するのに必要な力（モーメント）を測定した。

■ 樹木幹部の曲げ強度試験

試験場所：道総研林産試験場（旭川）

方法：道有林の空知管理区（美唄市）の44年生トドマツ林から、計26本の丸太（生材）を切り出し、これらを試験体として曲げ試験を行った。

研究成果

■ 樹木の引き倒し試験（図-1）

カラマツの根回り抵抗力を実測した。池田町（黒ボク土）では、佐呂間町（良好な褐色森林土）に比べて、根回り抵抗力が小さい傾向を示したが、美唄市（粘土質）と同等であった。

■ 樹木幹部の曲げ強度試験（図-2）

丸太26本（中央径151-309mm、材長3.1-4.1m、1番玉20本、2-3番玉各3本）を試験体とし、生材のまま曲げ試験を行った。曲げ強さは27.4-41.4MPaの範囲であり、胸高直径が大きくなるとともに小さくなった。

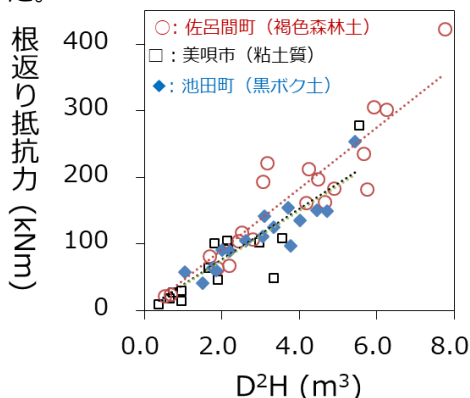


図-1 カラマツの根回り抵抗力の地域間比較
D 胸高位置の幹直径(m)； H 樹高(m)

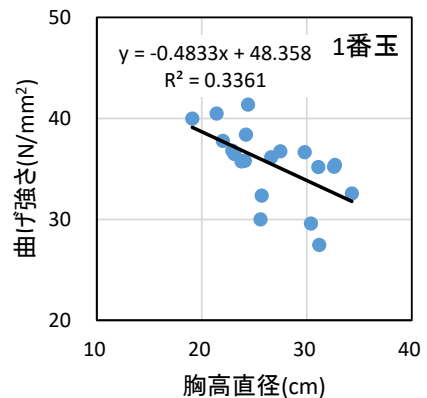


図-2 トドマツ生材の曲げ強度
44年生トドマツ（美唄市）の一番玉を使用

未発表データのため、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)

・阿部友幸・岩崎健太・長坂晶子・長坂有・中田康隆・佐藤創・鳥田宏行・速水将人（2019）北海道内における造林樹種の根回り抵抗力についての地域間比較. 第130回日本森林学会大会.