

風況にあわせた風害対策により収量・収益を最大化する 人工林管理技術の開発

担当G：森林環境部環境G

協力機関：空知・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25年度～27年度 区分：経常研究

研究目的

新規造林時の経営判断に資するため、風倒害による損失を考慮した林分単位の収穫予測・収益予測を行い、カラマツ林を対象に林分立地の予測風況にあわせた最適施業シナリオを提示する。

※ 施業シナリオ：植栽密度・仕立・伐期、の組み合わせのこと

研究方法

●対象地域

カラマツ林業の盛んな地域で、通常の森林土壌が発達している十勝地方を研究対象

●施業シナリオ

植栽密度：1000～3000本/ha 500本/ha刻み
仕立：中庸 (Ry=0.7-0.8)、疎 (0.6-0.7)
伐期：50年、80年 <Ry：収量比数>

◎システム収穫表などを用いた収益計算

◎力学モデルGALESを用いた限界風速計算

・引き倒し試験 (佐呂間町・美唄市)

・樹冠アロメトリー解析 (深川市)

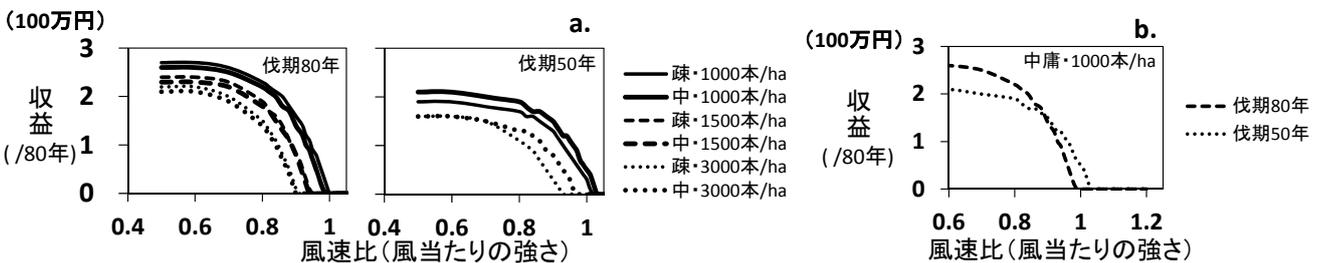
◎限界風速の超過確率計算

・数値流体力学による風速比計算 (対 気象観測点)

・気象観測点における任意風速の超過確率関数導出

研究成果

● 施業シナリオ別に求めた風当たりの強さと収益の関係



- ・ 全体的には伐期80年の方が収益が高い
- ・ 植栽本数の少ない方が収益が高い

- ・ 伐期50年の方が高収益の場合も

● 収益計算プログラム：どのような場所でも、風倒害リスクを考慮した経営を行うことができる

①造林予定地をマウスで

②風当たり示す16個の数字

入力

出力

③風倒害による損失を考慮して、一番有利な施業シナリオが選択できる

	伐期	疎1000	疎1500	疎2000	疎2500	疎3000	中1000	中1500	中2000	中2500	中3000
6	積算被害率/伐期 50年	0.11	0.16	0.19	0.21	0.23	0.10	0.12	0.14	0.16	0.16
7	積算被害率/伐期 80年	0.13	0.20	0.24	0.25	0.28	0.15	0.21	0.25	0.28	0.29
12	収益(千円)/伐期 50年	1,057	835	788	837	763	1,172	1,028	959	866	857
13	収益(千円)/伐期 80年	2,337	1,918	1,804	1,733	1,592	2,216	1,837	1,656	1,645	1,482
15	収益(千円)/80年 50年	1,691	1,336	1,261	1,339	1,220	1,875	1,644	1,534	1,385	1,372
16	収益(千円)/80年 80年	2,337	1,918	1,804	1,733	1,592	2,216	1,837	1,656	1,645	1,482

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

阿部友幸・岩崎健太・真坂一彦・佐藤弘和・佐藤創・福地稔 (2016) 風倒害リスクを考慮したカラマツ林の施業シナリオ選択. 第127回日本森林学会大会 (ポスター発表) 2016.3.29 (藤沢市) 他 2件

酸性雨モニタリング（土壌・植生）調査

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：環境科学研究センター、中央農業試験場

協力機関：北海道環境生活部

委託元：環境省

研究期間：平成25年度～27年度 区分：道受託研究

研究目的

本調査は、環境省の「越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画」に基づき、日本の代表的な森林における土壌及び森林のベースラインデータの確立及び酸性雨による生態系への影響を早期に把握するため、森林モニタリング（樹木衰退度調査・森林総合調査）および土壌モニタリングを実施することを目的とする。

研究方法

調査地や材料について

酸性雨モニタリング（土壌・植生）調査地は知床国立公園および支笏洞爺国立公園内に設定された特定調査プロット（各地点とも林分数1、土壌プロット数2、植生プロット数1）。

調査項目や分析方法について

酸性雨モニタリング調査（土壌・植生）
（1. 樹木衰退度調査、2. 森林総合調査、3. 土壌モニタリング）

研究成果

知床国立公園および支笏洞爺国立公園に設定された特定調査プロット（表-1、図-1）において下記の調査を実施した。結果は北海道環境生活部を通じて環境省に報告された。

1. 樹木衰退度調査（林業試験場）

知床国立公園および支笏洞爺国立公園のプロット内にある、それぞれ約20本の観察木について、直径・樹高を測定し、衰退度を記録した。

2. 森林総合調査（林業試験場）

知床国立公園のプロット内にある直径5cm以上の木の直径・樹高を測定するとともに、下層植生を調査した。

3. 土壌モニタリング（環境科学研究センター、中央農業試験場）

知床国立公園のプロット内で土壌を採取し、水分含量、pH、交換性塩基、交換酸度、有効陽イオン交換容量、交換性AlおよびHについて分析を行った。

表-1調査地点の概要

	知床	支笏洞爺
市区町村	斜里町	札幌市南区
標高(m)	約350	約830
土壌種	褐色森林土	暗色系褐色森林土
林相	天然林	天然林
優占樹種	トマツ	ダケカンバ



図-1 知床国立公園内の特定調査プロットの林相

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

前年度までの調査結果は環境省ホームページ <http://www.env.go.jp/air/acidrain/> にて公開されている。

カンラン岩流域と森林形態が物質フローおよび 陸域・沿岸域生物資源に与える影響の解明

担当G：森林環境部機能G

共同研究機関：北海道大学北方生物圏フィールド科学センター（主管）

研究期間：平成24年度～27年度 区分：公募型研究

研究目的

カンラン岩山体であるアポイ山塊およびその周辺を含むエリアに調査地を設け、カンラン岩流域と、非カンラン岩流域、および沿岸域における物質フローおよび生物資源状況について、遺伝子レベルも含めて比較することにより、以下のことを明らかにする。

- 1) 森林から沿岸域までの物質フロー(有機-無機イオン、落葉分解物、土砂)の把握
- 2) 沿岸域における海藻の品質と生育環境(潮流・水温・海水組成・海藻の養分含量)の解明
- 3) 遺伝子解析によるカンラン岩地帯植物資源(有用植物、遺存植物)の特性解析
- 4) コンプ・藻場の成長促進試験によるカンラン岩の有効利用法の検討

林業試験場は主に1)において、森林起源有機物(落葉など)の動態把握を担当する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

●調査地

・流域面積や土地利用状況の異なる日高沿岸の河川流域20カ所に調査地点を設定した。

●方法

・落葉最盛期(10月20日以降11月第1週までの2週間)を選び、サバーネット(開口部25cm×25cm、長さ1m、メッシュサイズ8mm)を1～3時間設置し、流下する落葉を採集した(写真-1)。
・ネット通過流量と、調査時の河川流量を計測した。

●試料処理

・ネットに捕捉された落葉は実験室に持ち帰り、絶乾重量を計量した。このとき河畔性樹種(ほぼすべてヤナギ類)と山地性樹種(ほぼすべてナラ類)、草本(ほぼヨシ類)に区分し計量した。

●得られた落葉の重量(mg)をネット通過流量(L)で除し濃度(mg/L)換算した。これに調査地点の流量(L/sec)を乗じて負荷量を算出し、流量と負荷量の関係式(経験式:L-Q式)を作成した。

研究成果

●秋期の落葉流下量(負荷量)は観測時流量とよい対応を示し、流量がわかれば、下流域への負荷量をよい精度で予測できることが示された(図-1)。

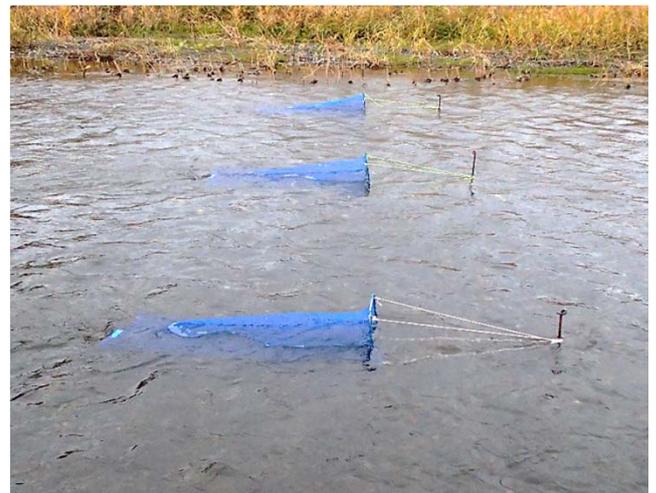
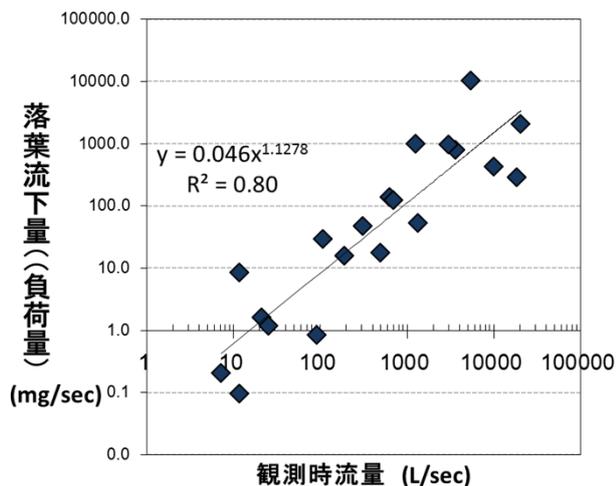


図-1.落葉流下量(=負荷量:濃度と流量の積)と観測時流量の関係。比較的精度のよい経験式(L-Q式)が作成された。

写真-1.落葉流下量の採集状況。

*図および写真は、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

- ・佐藤冬樹・笹賀一郎・福澤加里部・間宮春大・長坂晶子・長坂有・堀井勇司・杉本記史(2016)カンラン岩地帯の森林流域より溶出する有機-無機複合体の季節変化.第127回日本森林学会大会.
- ・長坂晶子・長坂有(2016)流域スケールの環境情報を用いて沿岸域への落葉流出量を予測する.第127回日本森林学会大会.

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年間で生態系サービス(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林班の
トドマツ人工林、および天然生広葉樹林
(対照区)

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

定点調査流域17箇所(流域面積10ha前後)のうち4流域で5～9月に伐採作業が行われた。内訳は皆伐、広葉樹大量(100本/ha)保残、広葉樹中量(50本/ha)保残、広葉樹少量(10本/ha)保残、各1流域である。伐採前2ヶ年と伐採後の水質の比較を行ったところ、平水時の顕著な水質変化は見られなかったが、出水時には保残伐処理区、皆伐区で伐採前に比べて高濃度の硝酸態窒素濃度($\text{NO}_3\text{-N} > 1.0\text{mgN/L}$)が観測され、皆伐区で最も高い値($\text{NO}_3\text{-N} > 2.0\text{mgN/L}$)を示した(図-1)。

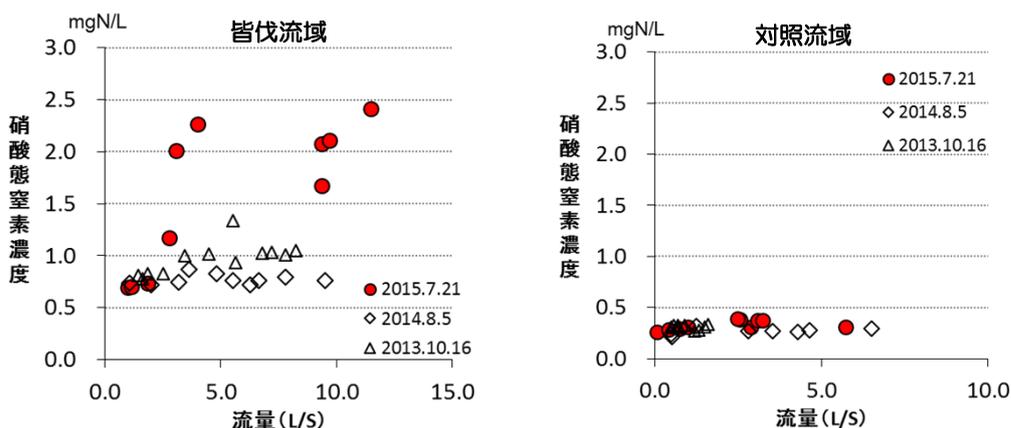


図-1 皆伐流域、対照流域(非伐採)における出水時の硝酸態窒素濃度と流量の関係
2013、2014は伐採前、2015は伐採後

2. 虫害抑制サービス

天敵による害虫補食効果を調べるため、伐採の終わった施業区でダミーイモムシ(粘土製の疑似餌)を使った鳥類の捕食効果測定実験を行ったところ、6月下旬に行うのが効果的であることがわかった。

3. 山菜供給サービス

伐採前の林分において、タラノキやウドは間伐を契機として発生し、収穫対象となるものは間伐後2～3年経過した林分に多く、その後上層の閉鎖によって減少することが示唆された。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・長坂 有ら(2015) トドマツ人工林の保残伐施業試験地(REFRESH)における伐採直後の水質変化。第127回日本森林学会大会 藤沢

北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測 システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援

担当G：道南支場

協力機関、研究機関：(国研)防災科学技術研究所、(国研)雪氷防災研究センター、
中標津町、北海道開発技術センター、(株)雪研スノーイーターズ

研究期間：平成25年度～27年度 区分：公募型研究

研究目的

平成25年3月2日から3日にかけての暴風雪災害によって、中標津町では5名の方が亡くなった。当日は、発達した低気圧の影響で急激に天候が悪化し、著しく発達した吹雪による視程障害と道路への吹きだまりにより、車の通行が不能になった。このように、中標津町やその周辺の地域にとって、これまでに経験の無い規模の災害を防ぎ、安心安全な冬期の生活を確保することは大きな課題である。そこで本研究では、寒冷地・多雪地における吹雪災害を軽減するため、防災科学技術研究所開発の「雪氷防災発生予測システム」の応用、防雪施設(防雪柵、防雪林等)の吹雪抑制因子の評価、普及活動など実施し、総合的な地域防雪対策の支援を行う。

研究方法

調査地について等
中標津町

調査方法等

吹雪予測の検証を行うため、吹雪予測モデルによる
主な気象要素の計算結果を検証した。

研究成果

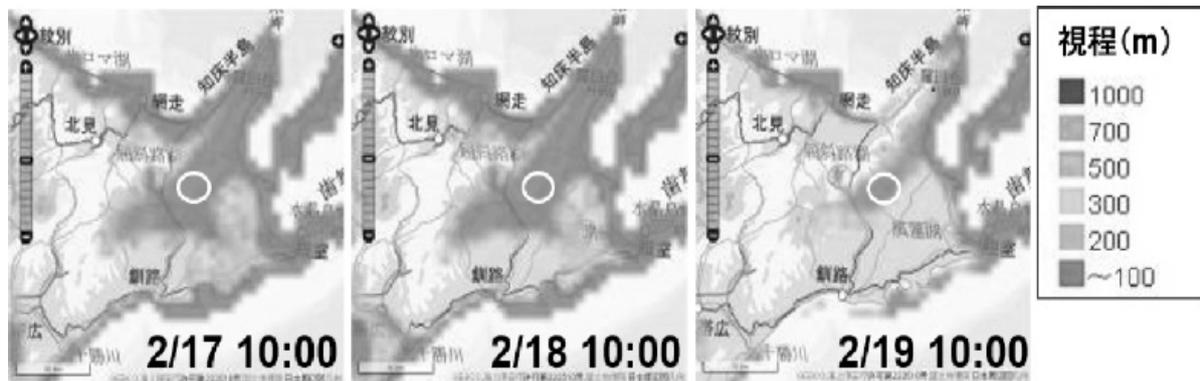


図1 2014年2月16日から18日にかけての視程予測例(実際の予測計算は1時間毎に実施)。それぞれの時刻における視程分布図において、中央部付近の丸印は中標津町北西部(養老牛周辺)の位置に対応している。

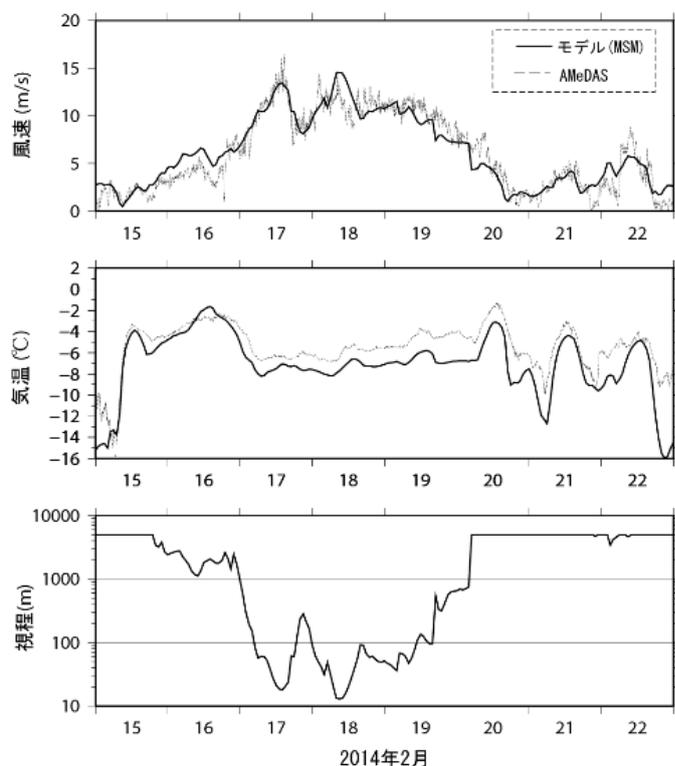


図2 気象モデルと実測値との比較（アメダス上標津）、および吹雪モデルから得られた視程。

2014年2月15日0時から2月23日0時まで。風速、気温の予測値について、局所的に絶対値および位相のずれも見られるものの、変動の傾向など全般的に実測値とよく一致している結果を得た。

湿地生態系における樹木を介したメタン放出： 変動要因の解明と系全体フラックスの推定

担当G：森林環境部機能G、森林資源部経営G

共同研究機関：東京農業大学（主管）、（国研）森林総合研究所

研究期間：平成26年度～28年度 区分：公募型研究

研究目的

メタンは二酸化炭素に次いで重要な温室効果ガスであるが、メタンの主要な自然発生源のひとつである湿地生態系において、樹木を介した土壤中メタンの放出機構は十分に解明されていない。

そこで、冷温帯湿地林の林冠木からのメタン放出量の時間的・空間的な変動要因を明らかにするとともに、下層植生層と地表面でのフラックス観測により樹幹からの放出を含めた湿地林全体でのメタンフラックスのボトムアップ推定を行い、湿地生態系全体のメタンフラックスに対する樹木経由メタンの寄与度を評価する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地

月形町のヤチダモ人工林（80年生）
網走市のハンノキ天然林

調査方法等

樹幹からのメタン放出量の観測、地表面のメタンフラックスの観測、地下水位や溶存メタン濃度等の観測ほか

研究成果

1) 時間的な変動要因の解明

網走市のハンノキ・ヤチダモ樹幹からのメタン放出速度は明瞭な季節変動を示し、両樹種とも9月に最も高かった。メタン放出速度の樹種間差は明瞭ではなく、個体サイズとの関係もみられなかった。

2) 空間的な変動要因の解明

調査プロット内の3地点で採取した地下水の溶存メタン濃度は採取地点による変動が大きく、空間的な傾度の存在が示唆された。樹幹用円筒型チャンバを試作し、フラックス観測が可能であることを確認した（写真-1）。

3) 生態系全体のメタンフラックスのボトムアップ推定

昨年度製作した植生フラックスチャンバを用い、月形町において6～8月に各8地点で林床植生のメタンフラックスを観測した結果、ヨシから高いメタン放出が観測され、オニシモツケの一部からも放出が観測された。月形町と網走市で観測した地表面フラックスでは、網走市で気泡によると思われる不連続なメタン放出が確認された。

4) 樹幹からのメタン放出の寄与度の評価

月形町の下層植生フラックス観測値と優占度から単位面積あたりのフラックスを概算したところ、オニシモツケ群落では植生フラックスは0で、地表面フラックスが主体となる一方、ヨシ群落ではヨシの高い放出量が支配的となり、下層植生の違いにより生態系全体でのフラックスの組成が大きく変わることが示唆された（表-1）。



写真-1 円筒型チャンバによる樹幹フラックス観測

表-1 月形の群落メタンフラックス（樹幹を除く）の推定値

	フラックス $\mu\text{g CH}_4/\text{m}^2/\text{h}$	
	オニシモツケ群落	ヨシ群落
オオイタドリ	0.00	—
オニシモツケ	0.00	64
ヨシ	—	3243
土壌	-12.1	-5.4
合計	-12.1	3302

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 山田健四ほか (2015) 湿地林の高茎草本からのメタンフラックス観測のための大型密閉式チャンバの試作 第64回北方森林学会大会
- 山田健四ほか (2016) 北海道中部の湿地林における地表面と下層植生からのメタンフラックス 第127回日本森林学会大会
- 寺澤和彦ほか (2016) 北海道東部の泥炭湿地林における樹幹と土壌からのメタン放出量の変動 第127回日本森林学会大会

海岸防災林の津波減衰機能を発揮させる 林帯整備・管理方法の開発

担当G：森林環境部環境G、道南支場

共同研究機関、(協力機関)：(国研)森林総合研究所東北支所、埼玉大学大学院理工学研究科、(北海道水産林務部林務局治山課、地質研究所、北方建築総合研究所、北海道総務部危機対策局危機対策課)

研究期間：平成25年度～27年度 区分：重点研究

研究目的

北海道における海岸防災林の津波減衰効果を評価するために、海岸防災林の主要構成樹種を対象とした津波抵抗性を評価し、想定津波に対する波力減衰効果を評価する。さらに、効果を高めるための林帯の整備方法、管理方法を提案する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：
白糠町和天別、大樹町浜大樹の海岸防災林(波力減衰効果シミュレーション)
江差町砂坂、釧路市音別町風連、羽幌町天売の海岸防災林(間伐試験)

方法：
毎木調査、非線形長波方程式による津波の遡上計算、根返り抵抗力の測定、幹ヤング係数の測定、葉・幹枝の投影面積測定、葉・幹枝の抗力係数測定

研究成果

1. 海岸林が有り樹木被害を考慮した場合、海岸林が有り樹木被害がないと仮定した場合、海岸林がないと仮定した場合の津波の遡上を数値シミュレーションにより明らかにした(図-1)。

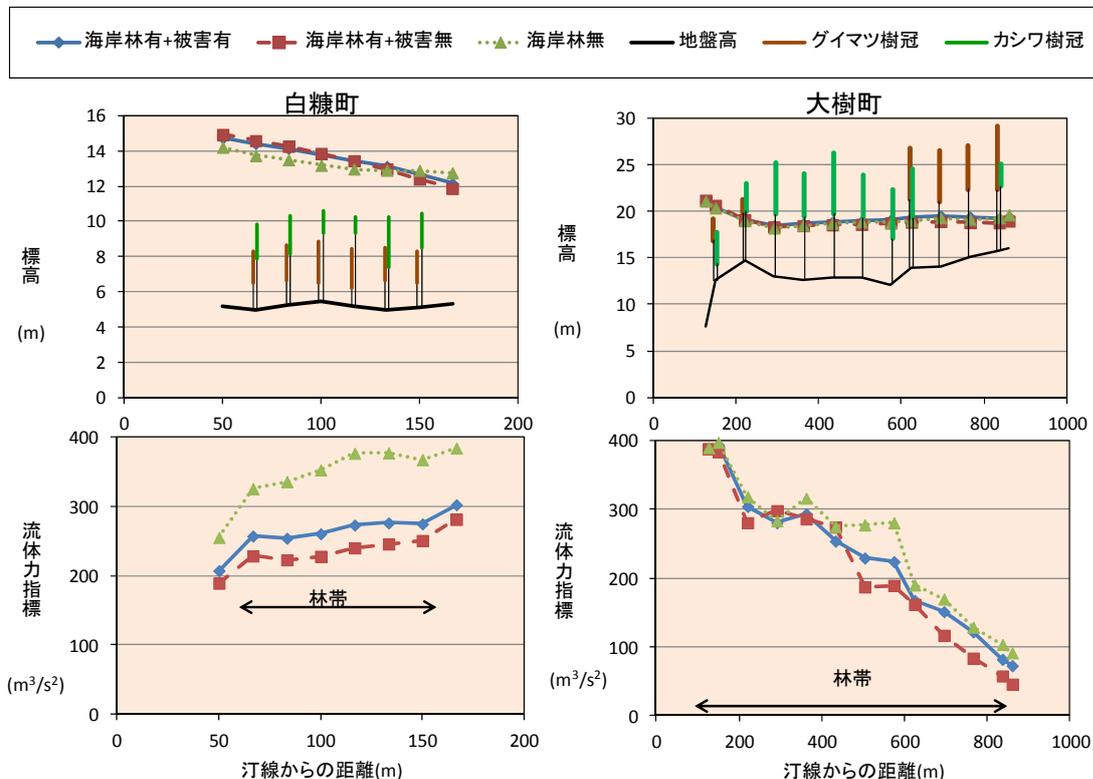


図-1 L2津波に対する林帯前後における最大浸水高(上段)、最大流体力指標(下段)。

2. 林帯を拡張した場合に流体力指標がどの程度減少するのかを明らかにした(図-2)。

3. 林帯を50m拡張する際に、地形改変を加えた場合(図-3)の流体力指標を求めた。
その結果、堀と盛土と林帯を造成した場合(100m³/s²)が全面に盛土と林帯を造成した場合(108m³/s²)や全面に盛土を造成し林帯を造成しなかった場合(168m³/s²)に比べて、流体力指標が小さくなることを示した。

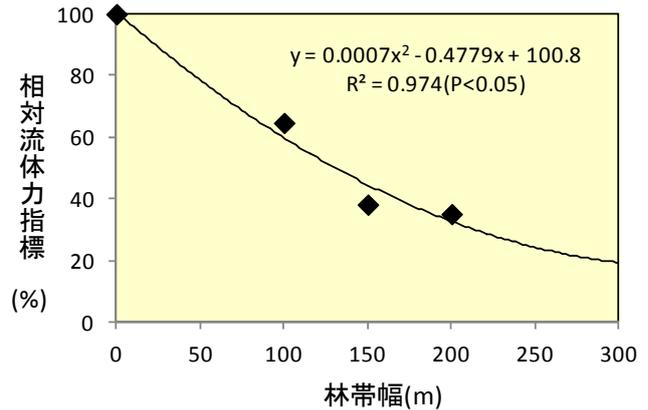


図-2 林帯の拡張が流体力指標に及ぼす効果。
相対流体力指標は当該林帯幅の内陸側林縁位置における林帯無しの流体力指標に対する林帯有りの流体力指標の百分率を示す。

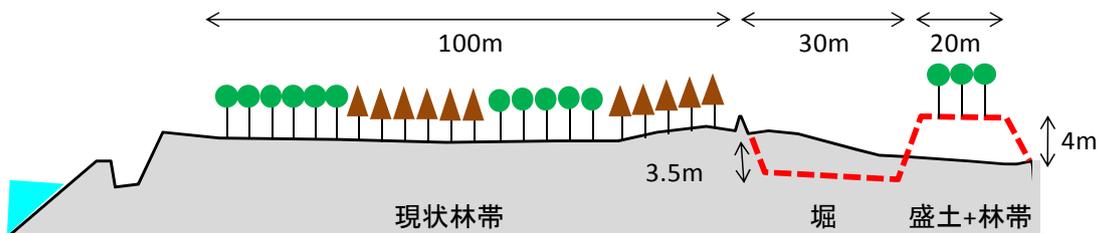


図-3 白糠町における地形改変の効果計算に用いた地形断面図。

4. 間伐率が増加するにつれて、樹木の根返りや幹折れなどの本数被害率が低下することが明らかになった(図-4)。
したがって、間伐は津波による樹木被害の軽減に効果があることが明らかになった。

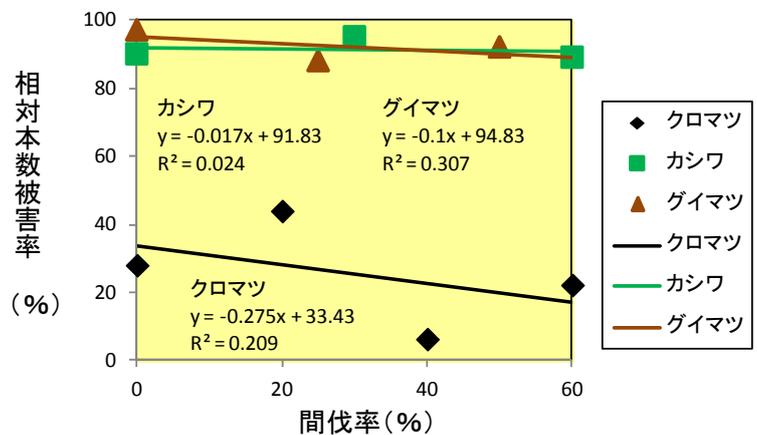


図-4 間伐率と相対本数被害率の関係。
相対本数被害率は間伐前の本数被害率に対する間伐後12年(カシワ、ギイマツ)、14年(クロマツ)経過後の本数被害率の割合。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 佐藤創ほか6名(2016)平成25~27年度重点研究報告書「海岸防災林の津波減衰機能を発揮させる林帯整備・管理方法の開発」69pp
- 佐藤創ほか6名(2015)樹木の被害を組み込んだ海岸防災林の津波減衰機能のシミュレーション. 光珠内季報, 175, p.22
- 佐藤創(2015)海岸防災林が津波の勢いを弱める効果を明らかにしました. グリーントピックス, 51
- 鳥田宏之ほか6名(2014)簡易モデルを用いた津波に対する立木の抵抗性の評価. 日本森林学会誌, 96, p.206-211
- 田中規夫ほか4名(2015)樹形による破断・転倒現象の相違を考慮した海岸林管理に資する津波計算法の構築. 土木学会論文集B2(海岸工学) Vol.71, No.2, L307-L312

保安林に対する強度間伐の実証的研究

担当G：森林環境部環境G

協力機関、研究機関：北海道水産林務部林務局治山課、渡島総合振興局、檜山振興局、後志総合振興局、留萌振興局、日高振興局、十勝総合振興局、釧路総合振興局、オホーツク総合振興局

研究期間：平成25年度～27年度 区分：経常研究

研究目的

本研究の目的は、実証例が少ない強度間伐について、その効果と間伐後の気象害への感受性を長期モニタリングで実証し、事例数の少ない樹種については調査事例を増やして本研究課題以降の試験研究に資することである。

研究方法(調査地概要や調査方法)

◆既設試験地における長期的な間伐効果の検証
間伐試験地設定から10年以上経過した試験地を再調査し、間伐効果を検証

◆新規間伐試験地の設定
間伐試験地の拡充
*浜中町のグイマツ林では風向風速計を設置して、林内への風の吹き込み状況も調査

研究成果

1. 既設試験地における長期的な間伐効果の検証

クロマツ、カシワ、イタヤカエデ、グイマツ海岸林に設定した間伐試験地について、間伐後10年～12年間追跡調査した結果、すべての樹種において本数伐採率にして50～60%伐採することで、肥大成長や形状比に対して間伐効果が顕著に現れた(図1にカシワの事例を示す)。25～30%程度の伐採率では、効果がほとんど見られなかった。間伐効果を期待するためには、クロマツ林では収量比数0.6まで伐る必要がある(図2)。強度間伐によって気象害が顕著に現れた事例はなく、間伐後に倒れたのは、形状比がもともと高く自立できないような下層木だった(図3)。

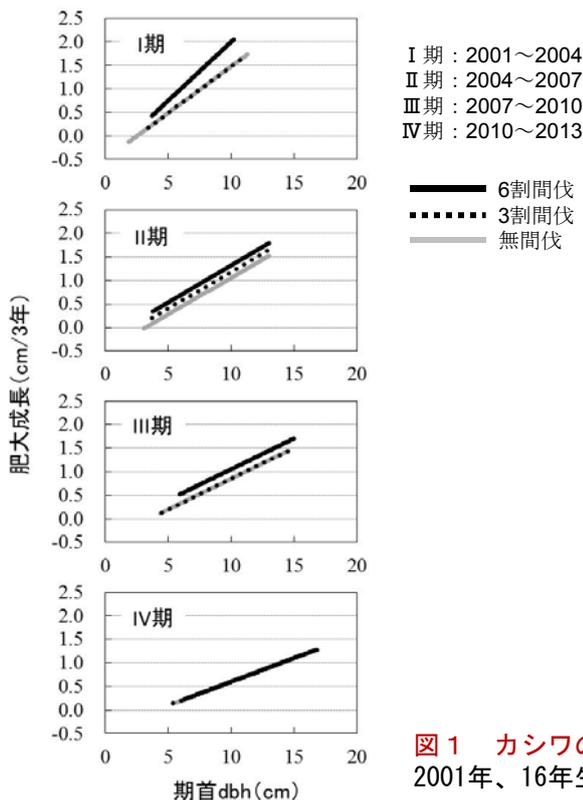


図1 カシワの肥大成長に対する間伐効果(釧路市) 2001年、16年生時に間伐. 真坂ら(2015)より.

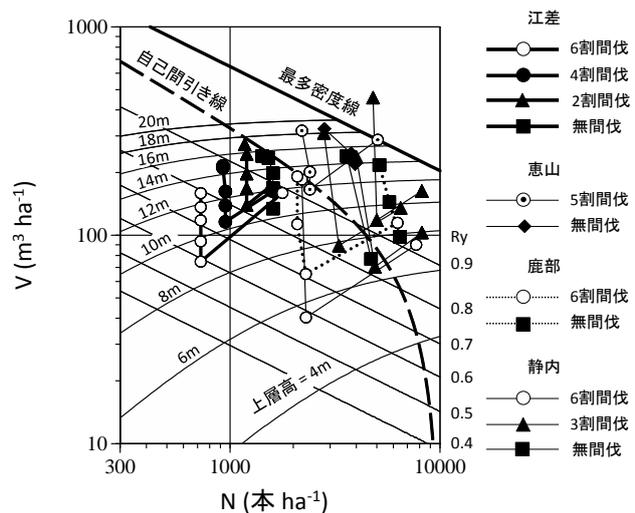


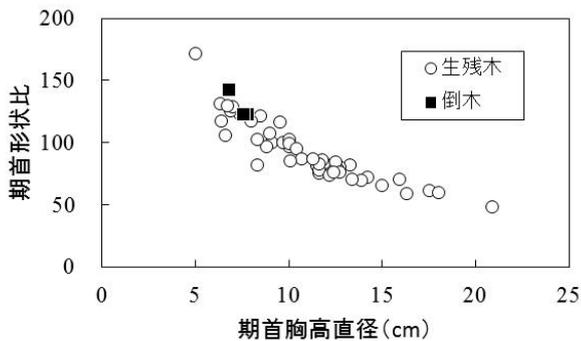
図2 クロマツ海岸林の密度管理図と間伐試験結果
密度管理図は54データから作成. 調査期間：江差(45年生)12年、恵山(34年生)10年、鹿部(19年生)10年、静内(16年生)10年.

浜中町のグイマツ林に設定した試験地では、林冠上層で15m/sを越える風速があっても、強度間伐（千鳥状除伐）によってギャップから吹き込む風は弱度間伐（1伐2残）と同様、5m/sを越えることはなかった（図4）。むしろ、既往の方法（1伐2残）では開空度が高くなる傾向があった。

江差町柳崎のクロマツ林に設定した、間伐試験地における間伐後12年目時点での幹折れ限界流速、および根返り限界流速をシミュレーションしたところ、期首dbhに対し、60%間伐区でいずれも有意に高くなっていった。

2. 新規間伐試験地の設定

江差町に2カ所（クロマツ）、登別市に1カ所（クロマツ）、森町に1カ所（クロマツ）、浜中町に1カ所（グイマツ）設定した。



2016年4月17日～18日にかけて広尾町・大樹町で発生した風倒被害でも、倒伏した木はなかった(22日に確認)

図3 間伐直後に倒伏したグイマツ個体の形状比大樹町での19年生林分の事例。

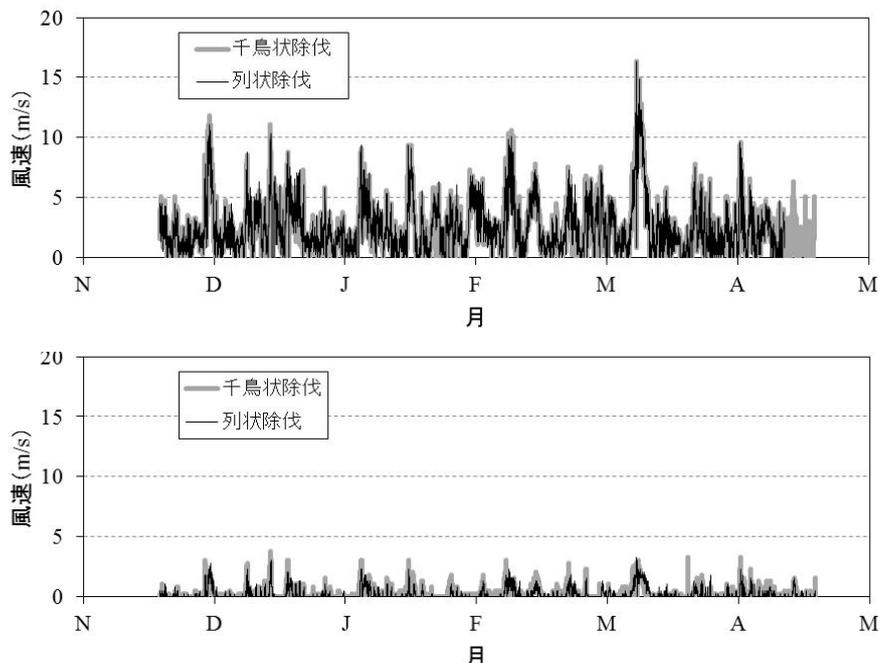


図4 間伐後のグイマツ海岸林内への風の吹き込み状況

上：林冠層上（地上高6m）、下：ギャップ内（地上高3m）。

浜中町における2014年11月～2015年4月のデータ。群落高は4～5mで19年生。

「千鳥」は5割間伐、「列状」は1伐2残を表す。

研究成果の公表

- Masaka K, Sato H, Torita H, Kon H, Fukuchi M (2013) Thinning effect on height and radial growth of *Pinus thunbergii* Parl. trees with special reference to trunk slenderness in a matured coastal forest in Hokkaido, Japan. *Journal of Forest Research* 18: 475-481
- 真坂一彦・阿部友幸・鳥田宏行・岩崎健太 (2013) 胆振・日高沿岸において2013年春季に観察されたクロマツの赤枯れ。第62回北方森林学会大会（口頭発表）
- 真坂一彦 (2014) 砂坂クロマツ海岸林に対する強度間伐の効果。光珠内季報170: 19-23
- 真坂一彦・佐藤創・鳥田宏行・阿部友幸・岩崎健太 (2014) カシワ海岸林に対する強度間伐の効果。第63回北方森林学会大会（ポスター発表）
- 真坂一彦・阿部友幸・鳥田宏行・岩崎健太 (2015) 北海道胆振・日高沿岸部において2013年春に発生したクロマツ樹冠赤変の発生状況とその原因。海岸林学会誌14: 1-6.
- 真坂一彦・佐藤 創・鳥田宏行・阿部友幸・岩崎健太・今 博計・明石信廣 (2015) 高密度植栽されたカシワ海岸林に対する除伐の効果—釧路市首別町における事例—。海岸林学会誌14: 35-40.

防風林が飼料作物の収量に及ぼす影響の評価

担当G：森林環境部環境G

協力機関、研究機関：独立行政法人家畜改良センター新冠牧場、根室振興局森林室

研究期間：平成26年度～28年度 区分：経常研究

研究目的

北海道における飼料自給率向上を目的とした防風林の維持や造成を促進させるため、防風林が飼料作物の収量に及ぼす影響を明らかにする。また、防風林からの距離および防風林の林帯構造によって生じる飼料作物の収量差を明らかにし、増収効果を高める防風林の配置方法および管理技術を提案する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地： ✓ 新冠牧場（新ひだか町）内の
牧草地およびデントコーン圃場
（3列の耕地防風林に隣接）
✓ 別海町内の牧草地
（幅約180mの幹線防風林に隣接）

方法： 微気象観測、収量調査、生育調査
測定項目：
✓ 防風林風下の風向風速・気温・地温・日射量
✓ 牧草・デントコーンの乾物重量・草丈
✓ デントコーンの葉数・葉面積

研究成果

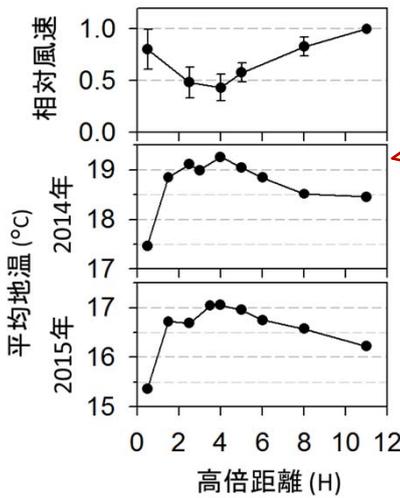


図1. 新冠町デントコーン圃場における2014年と2015年の5月10日から6月9日までの5cm深平均地温分布

防風林によって風速が最も低下する4H（H：高倍距離。防風林の樹高Hの倍数で表した距離で、風上側は－，風下側は＋で表す）では、対照区（11H）に比べて平均地温が0.8℃高かった。

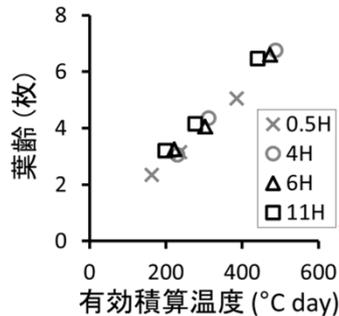


図2. 有効積算温度とデントコーン葉齢の関係

デントコーンの生育段階を表す葉齢は、有効積算温度（植物の生育に必要な温度。生長点が地中にある間は地温から求められる）と直線関係にあった。この関係と地温観測結果（図1）から、防風林の効果が最大となる4Hでは、11Hよりも生長点が地上に出る日が1～3日早まると推定された。

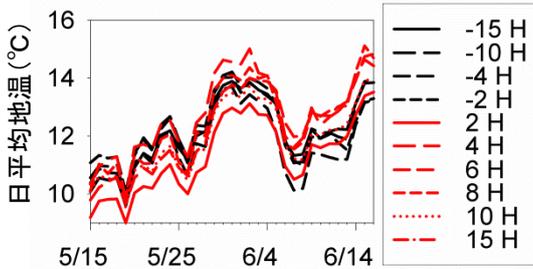


図3. 別海町牧草地における各距離の5cm深日平均地温

海霧が侵入する6月において、風下側4H～8Hで風上側よりも地温が高くなった。これより、防風林は移流霧の防止に伴う地温上昇を通して、牧草の生育に影響を及ぼしている可能性があると考えられた。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・岩崎ほか（2016）防風林がトウモロコシの初期成長に及ぼす影響—新ひだか町での事例—。北方森林研究 64：87-90
- ・岩崎ほか（2015）防風林がトウモロコシ生育初期における地温に及ぼす影響の推定。日本農業気象学会北海道支部2015年大会（口頭発表）

防雪施設周辺における非平衡状態の 吹きだまり形成過程の解明

担当G：道南支場

協力機関、研究機関：(国研)防災科学技術研究所、(国研)雪氷防災研究センター

研究期間：平成25年度～27年度 区分：公募型研究

研究目的

防雪柵や防雪林などの防風雪施設は、吹雪障害抑制において一定の効果が期待できるため、雪国の主要幹線道路を中心に整備が進められてきた。しかしながら、防風雪施設の効果についての知見は定性的にも十分とは言えず、設置位置の決定などについては試行錯誤的、あるいは土地利用状況から一意的に決まってしまうことも多い。近年、特に重要視されているのは、定量的な知見に基づく防雪施設の効果的な配置場所・構造に関する決定手法の確立である。この決定手法の確立には、防雪施設の効果及び効果の影響範囲等についての十分な定量的データが必要とされるところであるが、現在までに行われてきた研究の多くは、平衡状態での風洞実験・観測であった。そのため、非平衡状態での知見は少なく、今後の研究調査の進展が望まれている。そこで、本研究では防雪施設の定量的な検討に基づく効果的な決定手法の確立に資するため、防雪施設の効果的・効率的な配置位置の検討において特に重要となる非平衡状態での吹きだまり発達過程を明らかにすることを目的とする。

研究方法

風洞実験について

防災科学技術研究所低温風洞実験装置使用

調査地について

新得町の牧草地

風洞実験方法等

1/30スケールの防雪柵(実物：高さ2.5m、モデル：8.3cm)モデルを用いて、低温風洞モデル実験を行った。

調査方法等

防雪柵の周辺における吹きだまり分布
気温、風速、風向を観測

研究成果

風向 ←

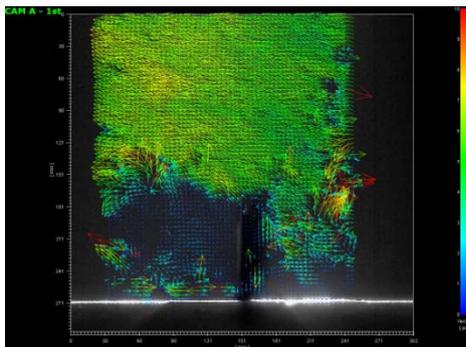


図1 柵周辺の風速ベクトル
縦軸：高さ(mm)、横軸：水平距離(mm)

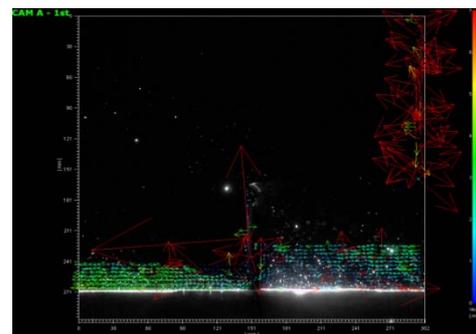


図2 雪面付近の跳躍粒子速度のベクトル
縦軸：高さ(mm)、横軸：水平距離(mm)

柵の風下下部、気流収束・吹き抜けによる強風域が発現。風上側、柵の真ん中付近、柵に遮られて上昇気流が発生。柵の上部、やや風下の位置、強風域がある。瞬間値であるが、上方は比較的均一な流れが観測された。

いくつか誤ベクトル(赤のベクトル)が含まれている。風下側、加速されて粒子速度が増加。気流収束により、粒子の高度は風下では低い傾向が観測された。

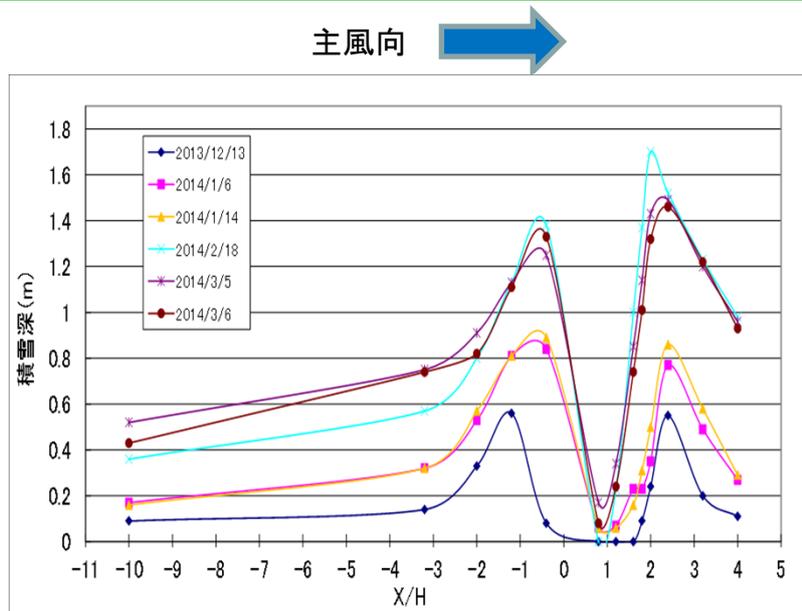


図3 防雪柵周辺の吹きだまり分布

横軸は、柵の位置を0として、-側を風上、+側を風下として表示



写真1. 防雪柵周辺の吹きだまり分布

防雪柵周辺において、吹きだまり分布、気象観測を実施した。その結果、吹きだまりの形成は、初冬期から急激に発達する事が示された。特に降雪があった後に強風が続くと、著しい吹きだまりの発達を観測された。降雪直後は、柵周辺に一樣な深さで積雪が堆積するが、その後吹雪発生臨界風速を上回る風が発現すると、柵近傍の積雪はほぼ全てが削剥されるとともに、高倍距離（水平距離/柵高）で防雪柵の風上0.5、風下2.0の位置に急速に吹きだまりが発達した。吹きだまりのピーク位置は防雪柵風上、風下、いずれにおいても吹きだまりの発達とともに柵に近づいた。ただし、風上のピーク位置の変化はわずかであるものの、風下のピーク位置は1.6となり、高倍距離で0.4（1m）、柵側に近づいた（図1）。定常に達した風下側吹きだまりのピーク位置は毎年ほぼ同じ位置に発生し、柵の形状（高さ）で最大吹きだまり量がほぼ規定されることが確認された。

（図3、写真1）

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)森林総合研究所北海道支所

研究期間：平成26年度～28年度 区分：公募型研究

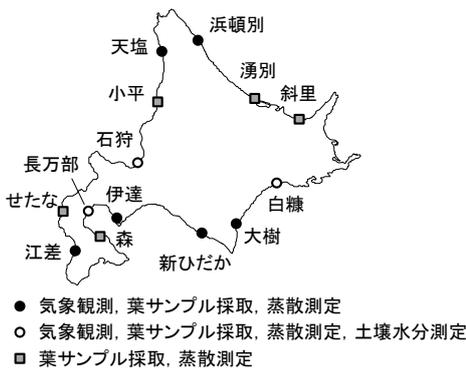
研究目的

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

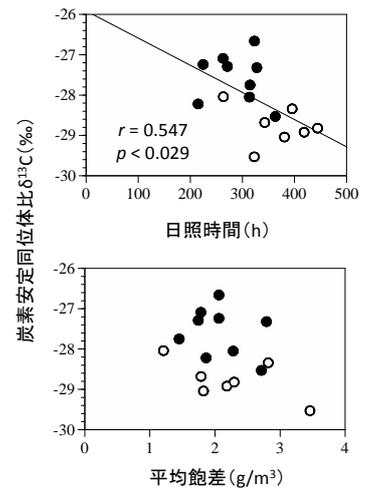
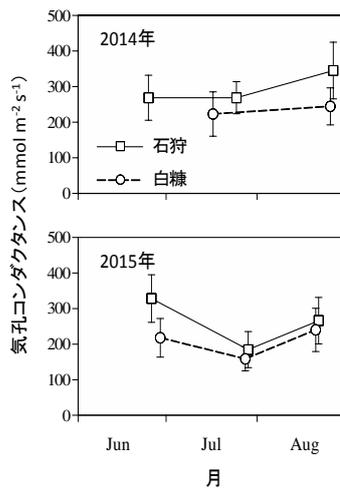
- ◆**地域気象の観測**：北海道沿岸部に気象観測装置を設置して気候的乾湿度を推定(石狩・天塩・浜頓別・白糠・新ひだか・長万部・江差)
- ◆**カシワの生理生態学的特性の調査**：葉の蒸散速度、炭素安定同位体比、クロロフィル量等の測定
- ◆**土壌の蒸発散量の推定**：石狩と白糠に土壌水分計を設置し、土壌水分動態をモニタリング
- ◆**湿地周辺の土壌水分環境の調査**：湿性気候における過湿地土壌の蒸発散量を推定(長万部)

研究成果



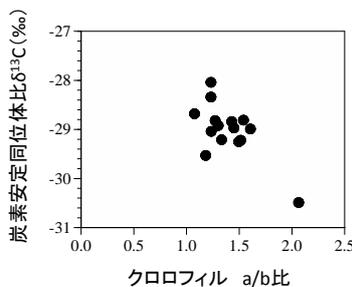
調査地

道内のカシワ海岸林7カ所に気象観測機器を設置して気象をモニタリング



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)
白糠での値は常に石狩での値より低いことが分かる

カシワ葉の $\delta^{13}C$ と気象条件の関連。○：2014年、●：2015年
水ストレスの指標である $\delta^{13}C$ の値は日照時間とのあいだに有意な相関が認められた



クロロフィルa/bと $\delta^{13}C$ の関係

クロロフィルa/bは小さいほど何らかのストレスを受けていることを意味する。負の相関が認められるが、右下の1点が外れ値である可能性があるため、今後のデータの集積を待つ

太平洋戦争後の日本海北部沿岸における 砂丘荒廃地の状況と周辺住民の生活環境

担当G：森林環境部環境G

協力機関、研究機関：

研究期間：平成26年度～27年度

区分：公募型研究

研究目的

本研究では、日本海北部沿岸域で太平洋戦争後しばらくまで続いた海浜地域の飛砂害について、北海道江差町および秋田県由利本荘市を対象として、聞き取り調査ならびに空中写真・旧版地図等の判読により、砂丘地周辺の住民の生活環境を人文科学的に評価することを目的とする。

研究方法

- ◆調査地：北海道江差町、秋田県由利本荘市
- ◆聞き取り対象：郷土史家、および太平洋戦争後の飛砂害を知る世代
- ◆空中写真・旧版地図の判読：戦中戦後に撮影された空中写真、および旧版地図を判読し、砂丘地周辺の生活環境を評価する。

研究成果

1. 飛砂害が発生した地域における住民への聞き取り

【江差町】柳崎地区では郷土史家2名を含む6名（88歳～67歳）に、水堀地区では5名（85歳～63歳）に、また乙部町では1名（76歳）に取材を行った。適任者の選定では江差町歴まち商店街協同組合理事長に、史料の確認は江差郷土資料館に協力を得た。

旧柳崎地区から水堀地区の中崎小学校（現江差北中学校）に通う際、冬季は防寒着のポケットが飛砂によって砂だらけになった。春には水田に堆積した砂を除去するために学校を休む子供が多かった（図1中の長破線の範囲参照）。N商店所有の水田では、田にレールを敷いてトロッコを使って砂を運んだ。冬季に、砂坂の国道に堆積した雪を除雪しようにも、雪層と砂層が交互に重なって固く締まり、馬力のない当時のブルドーザーでは除雪ができなかった。吹雪に巻かれて亡くなった人もいた。

飛砂で河口が浅くなり洪水が発生する危険があったため、約15年に1度、青年団で「みどぎり」と呼ばれる作業にあたって新河口を掘削した（図1の△）。新河口を「みどぐち（水戸口?）」と呼んだ。江差町では飛砂そのもので住民の生活が脅かされただけでなく、飛砂が河口位置を変動させることで河口閉塞しやすくなり、集落移転の原因となった洪水（昭和45年）が起きた可能性が新たに指摘できた。また、飛砂の発生は、鯨漁にともなう海岸林の破壊ではなく、過放牧に起因することが明らかになった。

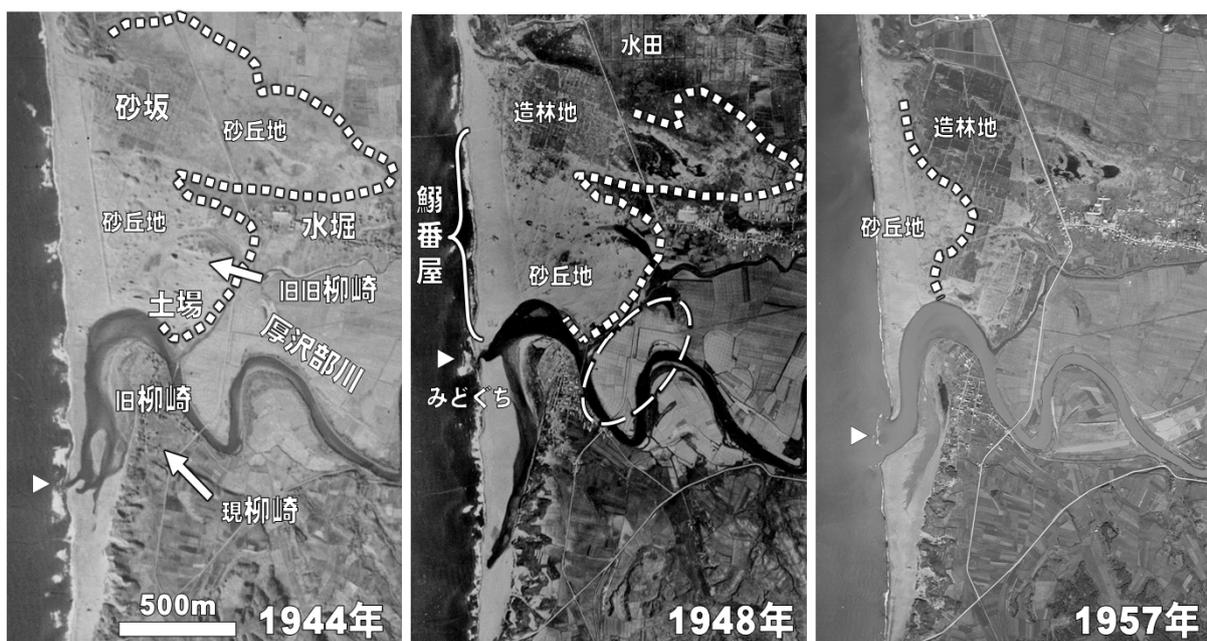


図1 江差町柳崎における砂丘範囲および厚沢部川河口の変遷
1944年は陸軍撮影、1948年は米軍撮影、1957年は国土地理院撮影

【秋田県由利海岸】秋田県由利本荘市では郷土史家2名を含む9名を取材（82歳～61歳：電話取材も含む）。適任者の選定では秋田県林業技術センター、本荘郷土資料館、西目公民館シーガル、由利本荘市市議に協力を得た。

砂丘地にクロマツ海岸林が造成された田尻地区は、現在は海岸林の伐開が進んで郊外型大型店舗や団地、工場用地となっているところが多く、元の住民（農家）がほとんど残っていないため、1名（82歳）しか取材できなかった。田尻地区では石川善兵衛3代によって植えられたクロマツ林によって飛砂害が抑えられていた。むしろ、昭和22年の大雨による長期滞水を抜くための排水路を掘削したら大きく広がってしまい、クロマツ林が大きく損壊し、そのために営林署が造成を行ったという（※営林署の資料や本荘市史にも記載がなく、由利本荘市建設部都市計画課に問い合わせたが滞水の事実は確認できなかった）。戦時中は松根油を採るためクロマツを伐採したが、抜き伐りだったので特に海岸林が衰退したということはない。

西目地区の上高屋と呼ばれる砂丘集落では（図2参照）、成立年代不明の「ママ」と呼ばれる土塁（高さ2～3m）によって集落が囲まれているため飛砂害はなかった（写真1）。塩焚きや塩田は戦時中までで、日用も含め燃料は海岸流木で間に合った。後背のクロマツは伐らなかつた。一方、近くの中高屋集落（旧名：高野塩屋）では土塁がなく、すり鉢状の穴の中に家を建てていた。浜山集落では昭和30年代まで塩焚きを行ったが、同様に燃料は海岸流木で間に合った。砂丘地なので水田はなく、ネギ栽培が主だった。いずれの集落も、戦後は侵食で砂浜が縮小したため飛砂がなくなった。秋田県立図書館において、デジタルアーカイブによる過去の新聞記事を検索し、飛砂害に関する記事を3件収集したが、聞き取り調査の結果では、日常生活を脅かすような顕著な飛砂害はなかったようである。

江差と由利本荘、いずれの地域も、「海岸林の消失」が「飛砂の発生」の原因となって「住民の生活を脅かした」というステレオタイプの説明が当てはまらないことが明らかになった。

2. 砂丘範囲の変遷

古地図、空中写真を判読して砂丘範囲の変遷を確認した（図1中の点線）



写真1 上高屋を取り巻くママ

集落の内側からママに登る道をゆく。秋田大学の郷土史研究者にも問い合わせたが、ママに関する歴史的経緯は不明である。



図2 典型的な海浜集落の上高屋と中高屋

研究成果の公表

- 平成26年北海道森づくり研究成果発表会
- 真坂一彦・三上千代蔵 (2016) 北海道江差町の厚沢部川河口域における飛砂害史。第127回日本森林学会大会（ポスター発表）

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、

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、林内の光環境と枝の枯上がり高との関係を調査し、適正密度と耐風性のパラメータの一つとなる樹冠長の関係性を評価する。

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10～53年生、49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（15林分の上層木）
方法：植栽枿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、林内光環境

研究成果

1. 密度管理図作成のための毎木調査

既存データ（天売、大樹、浜中などn=21）と治山課から提供されたデータ（厚真、n=2）に加え、今年度調査を行った26地点のデータ、計49データから密度管理図を作成した（図1）。9林分について林内の光環境を測定し、平均生枝下高との対応を評価したところ、あまりに暗すぎて明瞭な相関関係は認められなかった（図2）。生枝下高は、むしろ林分材積とのあいだに有意な高い相関関係が認められた（ $r^2=0.9464$ 、 $p<0.001$ 、 $n=14$ ）。

2. 地位指数曲線の作成

樹幹解析によって得られた時系列データ（15林分）および上記密度管理図作成のための毎木調査データから、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4以下から14の範囲に分布し、「地域（日本海・太平洋沿岸）」と「汀線からの距離」に影響を受けることが示唆された。

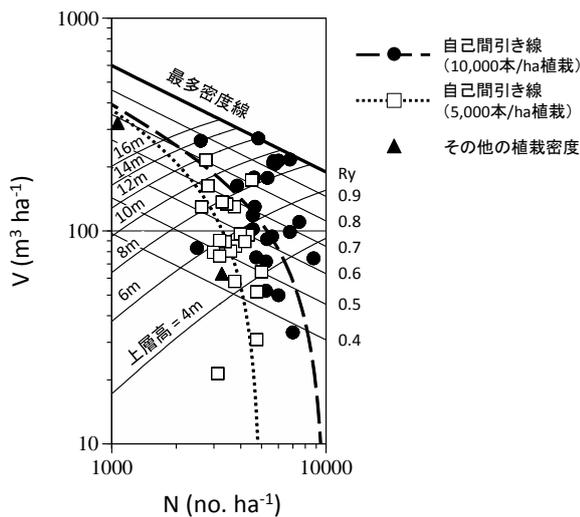


図1 グイマツ海岸林の密度管理図（暫定版）
最多密度線 $V=18928.29N^{-0.5}$

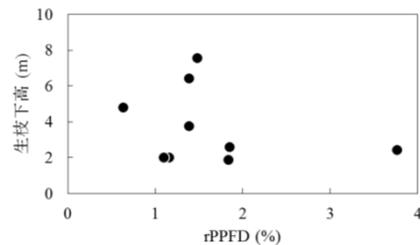


図2 グイマツ林内の光環境と生枝下高の関係

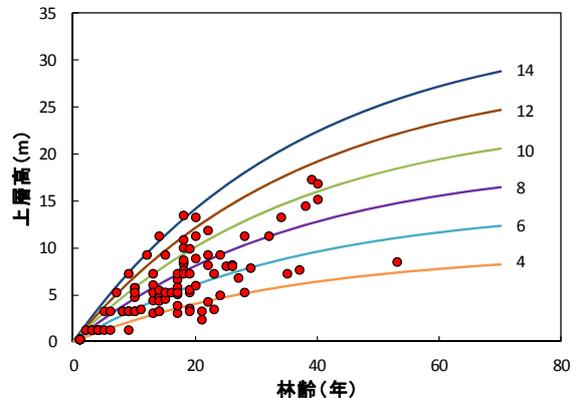


図3 グイマツ海岸林の地位指数曲線群（暫定版）
数字は20年生時を基準とした地位指数

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～29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

立木根回り抵抗性評価試験

調査地：大樹町クロマツ、カシワ海岸林

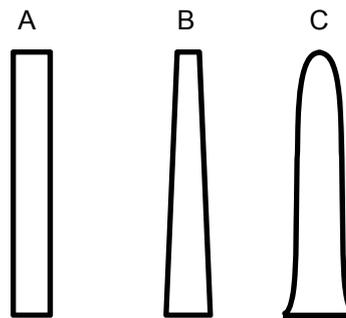
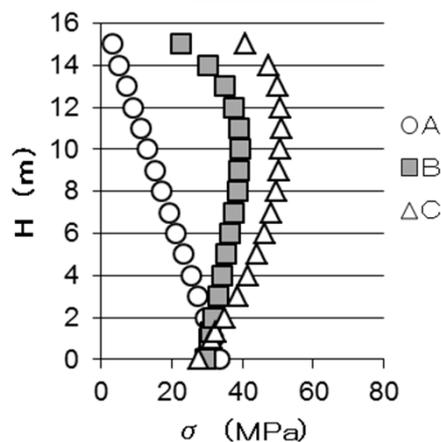
方法：立木引き倒し試験の実施
引き倒し荷重、幹変位の計測

樹幹内応力分布解析

方法：力学モデルを用いた計算

樹幹形状が樹幹内応力分布に及ぼす影響を評価

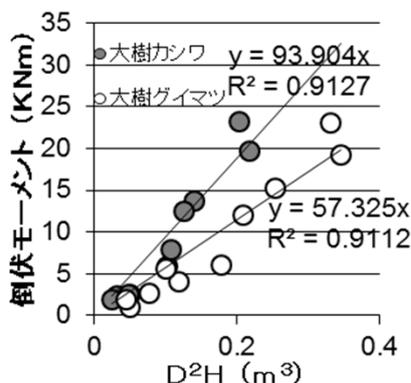
研究成果



樹幹形状が円柱の場合（A）、常に応力は根元に集中し、正確な幹折れ位置の予測が不可能。細りを1次式で表現した場合（B）と任意の関数式で表現した場合（C）では、幹折れ位置の予測が可能である。Aの場合は、応力がB、Cに比べて小さくなる（図1）。

図1 クロマツ計算例

樹高：20m、DBH：25cm、浸水深：20m、流速：2m/s



倒伏モーメントは、 D^2H と直線関係になった（図2）。

図2 立木引き倒し試験結果