

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)

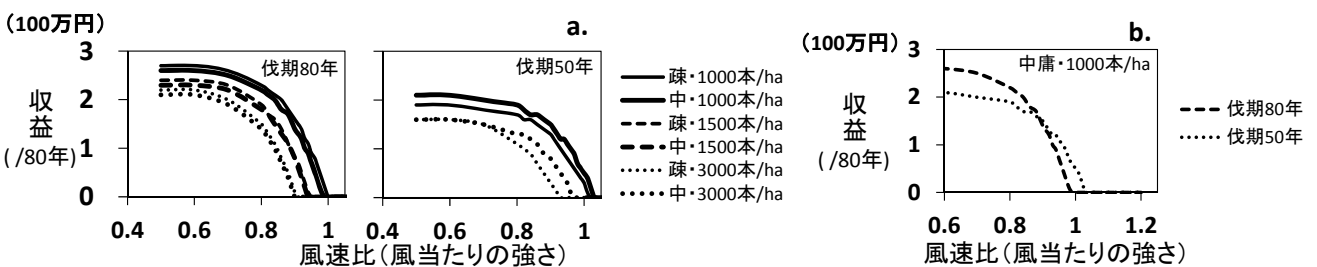
◎限界風速の超過確率計算

・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	精算被害率/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	精算被害率/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)。

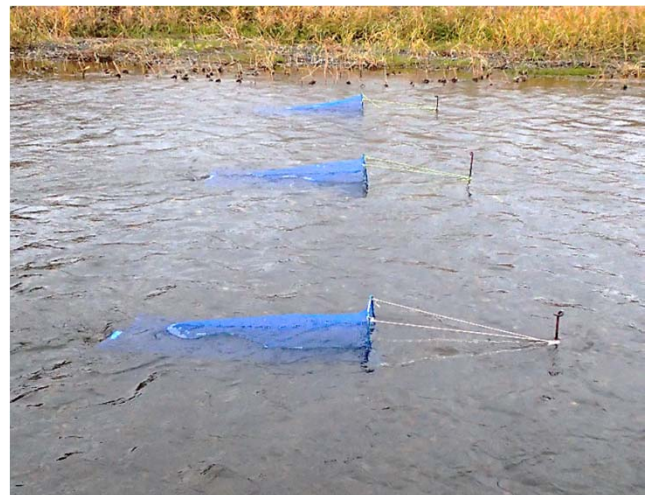
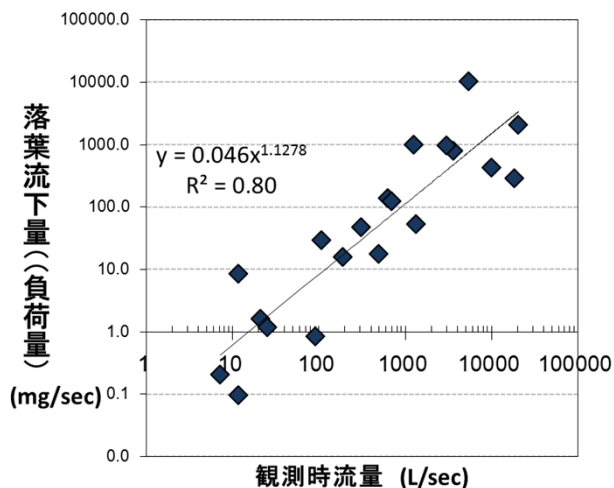


図-1.落葉流下量(=負荷量:濃度と流量の積)と観測時流量の関係。比較的精度のよい経験式(L-Q式)が作成された。

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)。

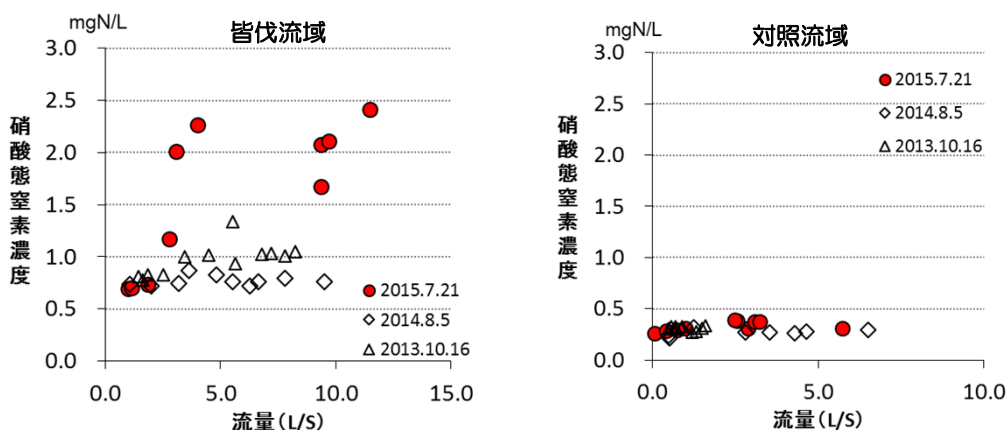


図-1 皆伐流域、対照流域(非伐採)における出水時の硝酸態窒素濃度と流量の関係
2013、2014は伐採前、2015は伐採後

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

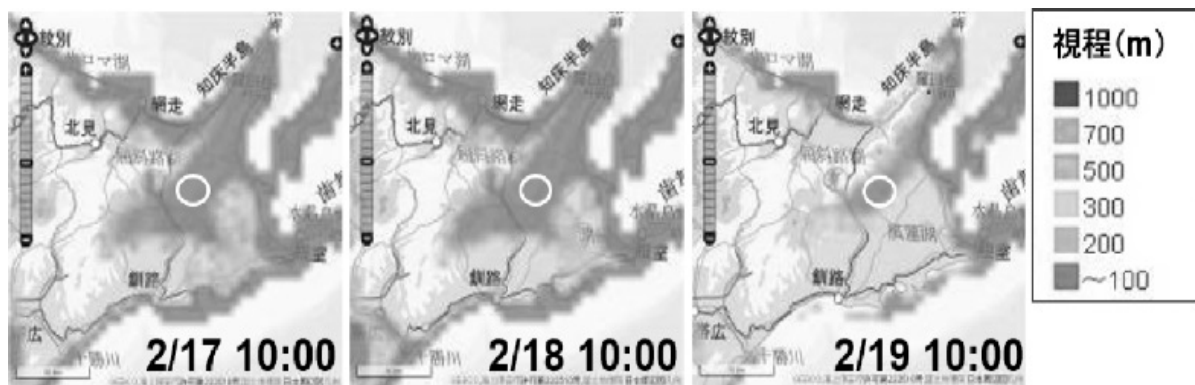


図1 2014年2月16日から18日にかけての視程予測例(実際の予測計算は1時間毎に実施)。それぞれの時刻における視程分布図において、中央部付近の丸印は中標津町北西部(養老牛周辺)の位置に対応している。

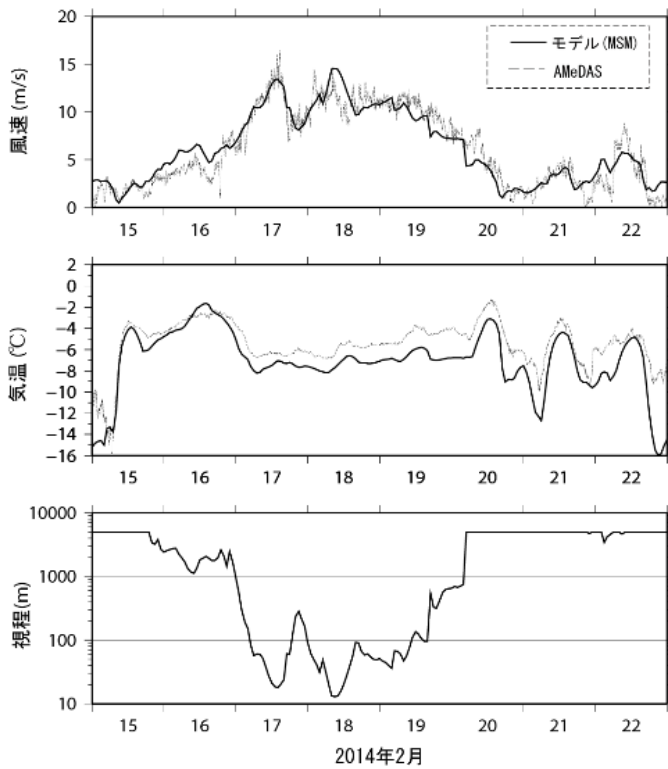


図2 気象モデルと実測値との比較（アメダス上標津）、および吹雪モデルから得られた視程。

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)。

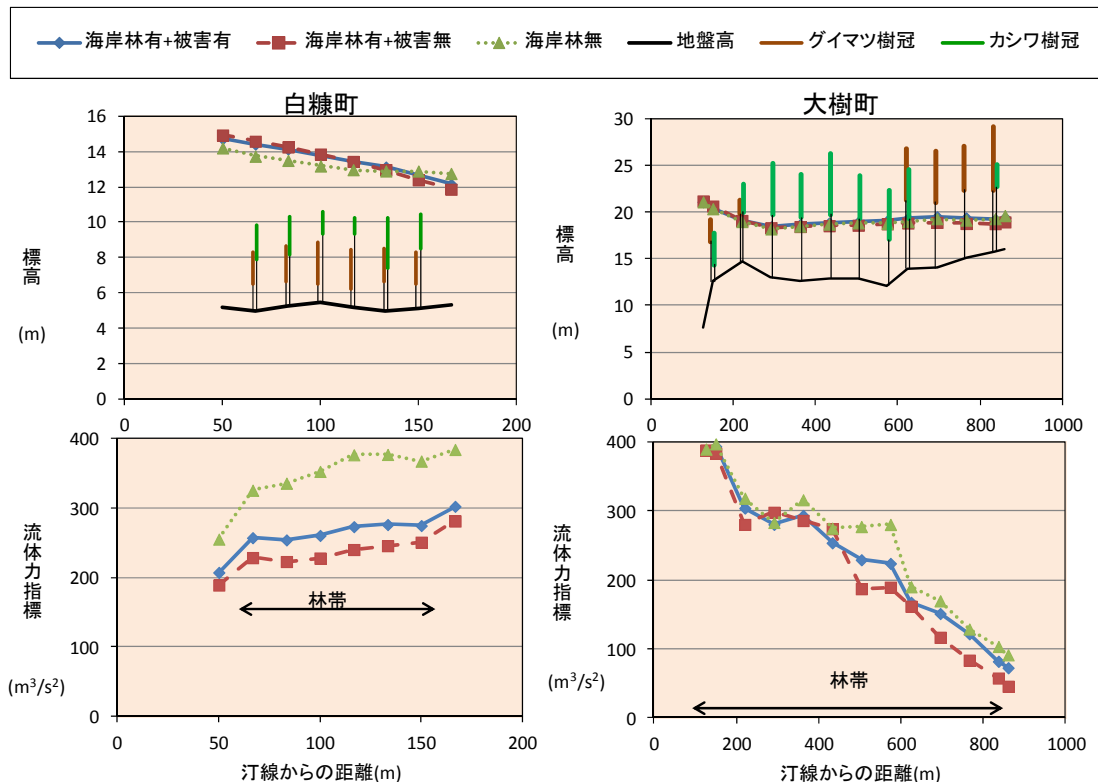


図-1 L2津波に対する林帯前後における最大浸水高(上段)、最大流体力指標(下段)。

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。

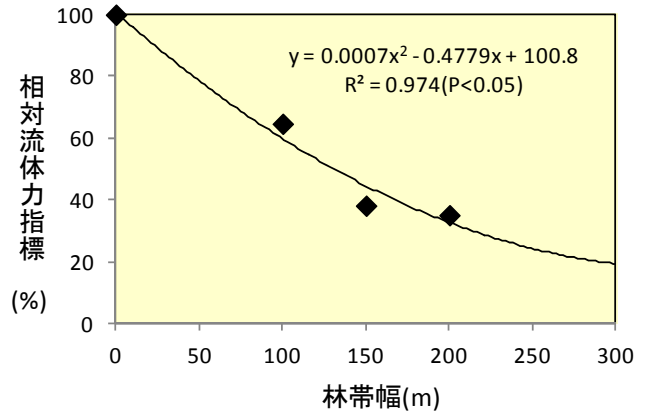


図-2 林帯の拡張が流体力指標に及ぼす効果。
相対流体力指標は当該林帯幅の内陸側林縁位置における林帯無しの場合の流体力指標に対する林帯有りの流体力指標の百分率を示す。

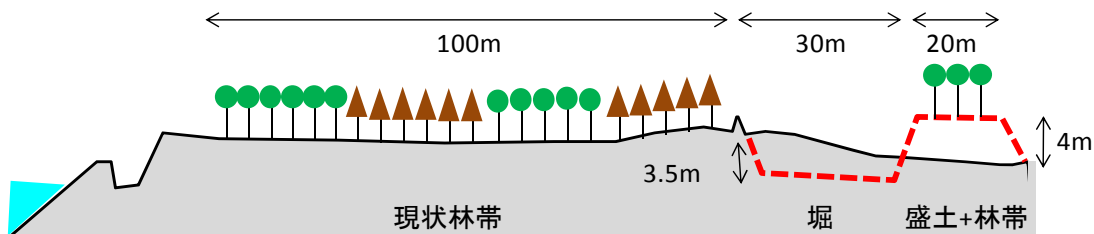


図-3 白糠町における地形改変の効果計算に用いた地形断面図。

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。

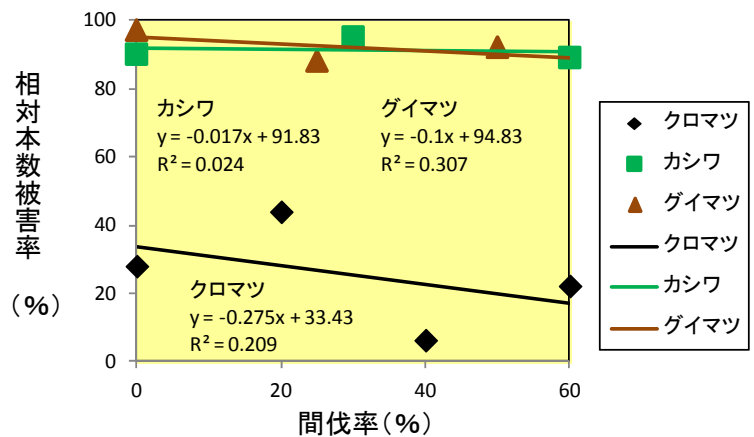


図-4 間伐率と相対本数被害率の関係。
相対本数被害率は間伐前の本数被害率に対する間伐後12年(カシワ、ギイマツ)、14年(クロマツ)経過後の本数被害率の割合。

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)。

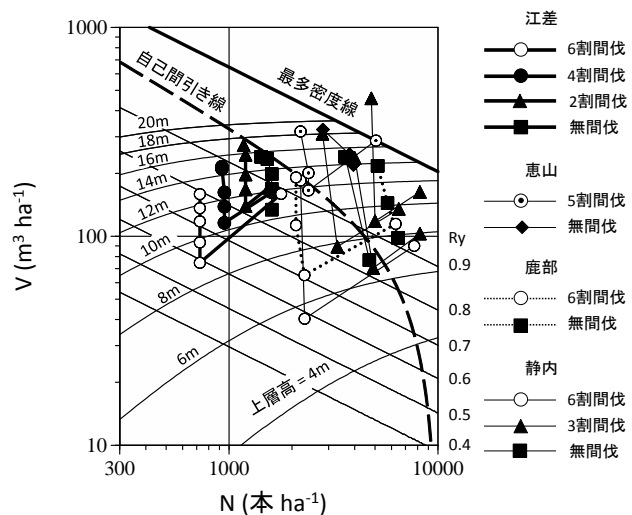
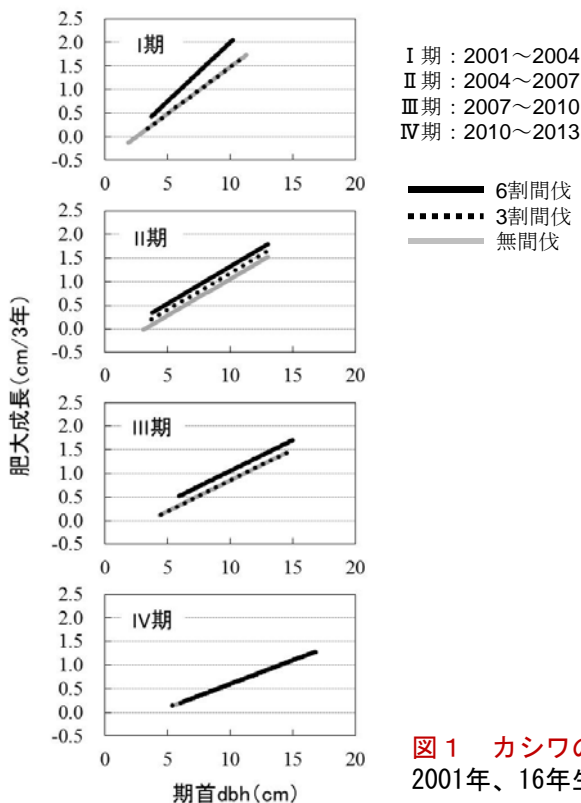


図2 クロマツ海岸林の密度管理図と間伐試験結果
密度管理図は54データから作成. 調査期間：江差（45年生）12年、恵山（34年生）10年、鹿部（19年生）10年、静内（16年生）10年.

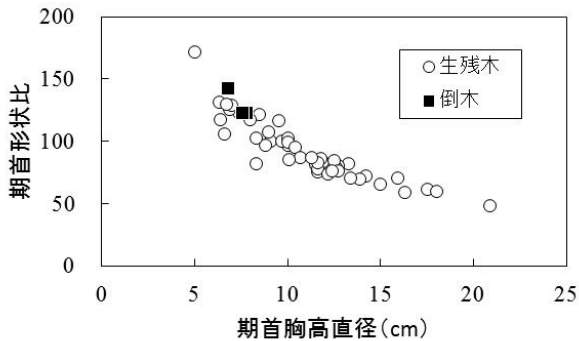
図1 カシワの肥大成長に対する間伐効果（釧路市）
2001年、16年生時に間伐. 真坂ら（2015）より.

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。

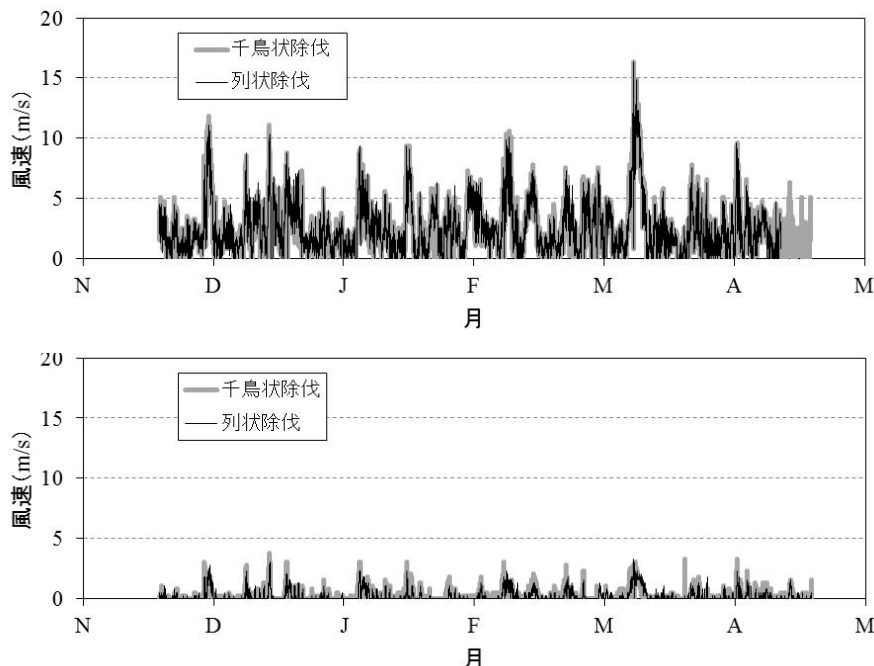


図4 間伐後のグイマツ海岸林内への風の吹き込み状況

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* Parlat. 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

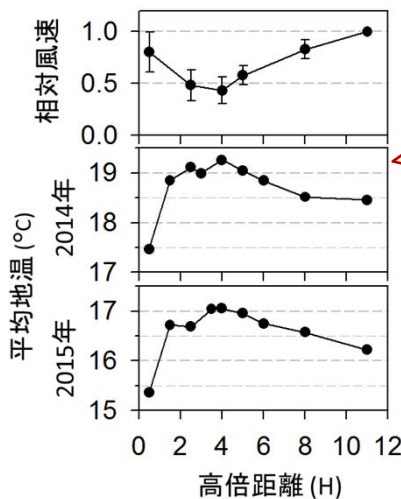


図1. 新冠町デントコーン圃場における2014年と2015年の5月10日から6月9日までの5cm深平均地温分布

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。

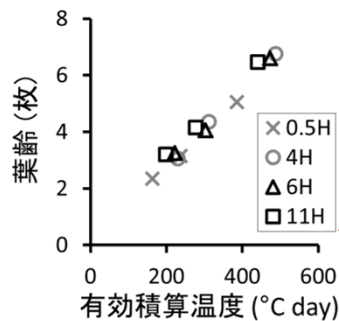


図2. 有効積算温度とデントコーン葉齢の関係

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。

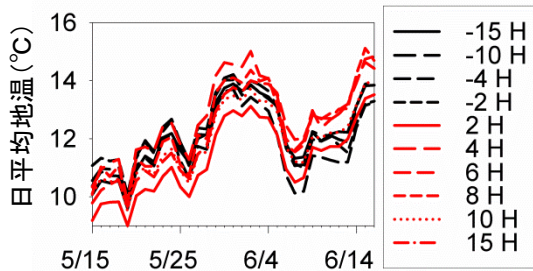


図3. 別海町牧草地における各距離の5cm深日平均地温

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

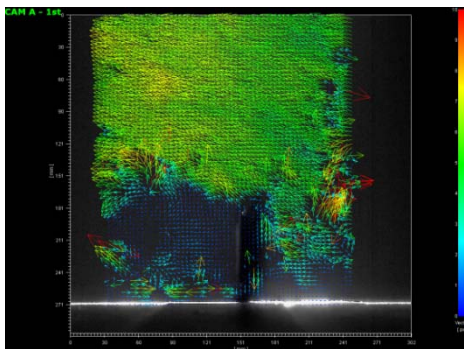


図1 柵周辺の風速ベクトル
縦軸：高さ(mm)、横軸：水平距離(mm)

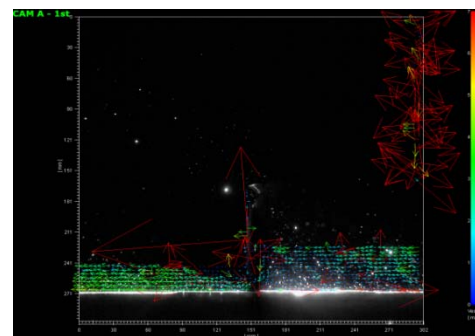


図2 雪面付近の跳躍粒子速度のベクトル
縦軸：高さ(mm)、横軸：水平距離(mm)

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。

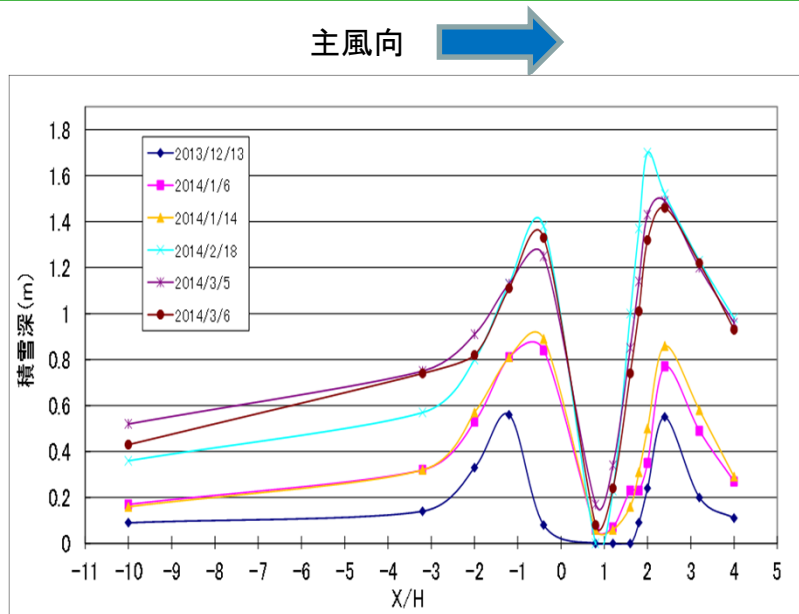


図3 防雪柵周辺の吹きだまり分布

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)

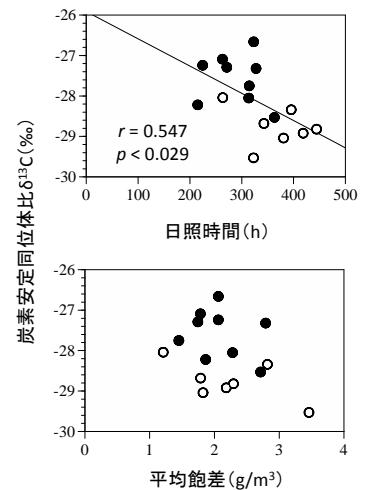
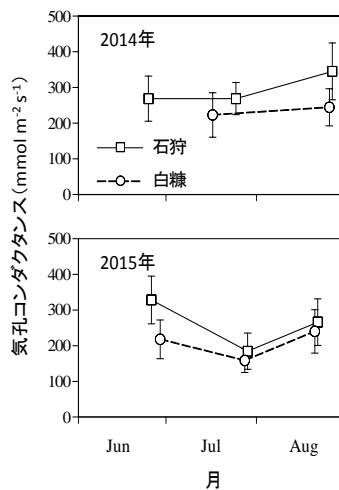
研究成果



- 気象観測, 葉サンプル採取, 蒸散測定
- 気象観測, 葉サンプル採取, 蒸散測定, 土壌水分測定
- 葉サンプル採取, 蒸散測定

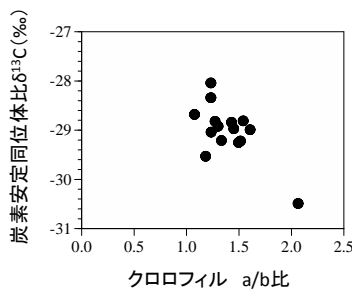
調査地

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 $\delta^{13}\text{C}$ と気象条件の関連。○：2014年、●：2015年
水ストレスの指標である $\delta^{13}\text{C}$ 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 $\delta^{13}\text{C}$ 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。

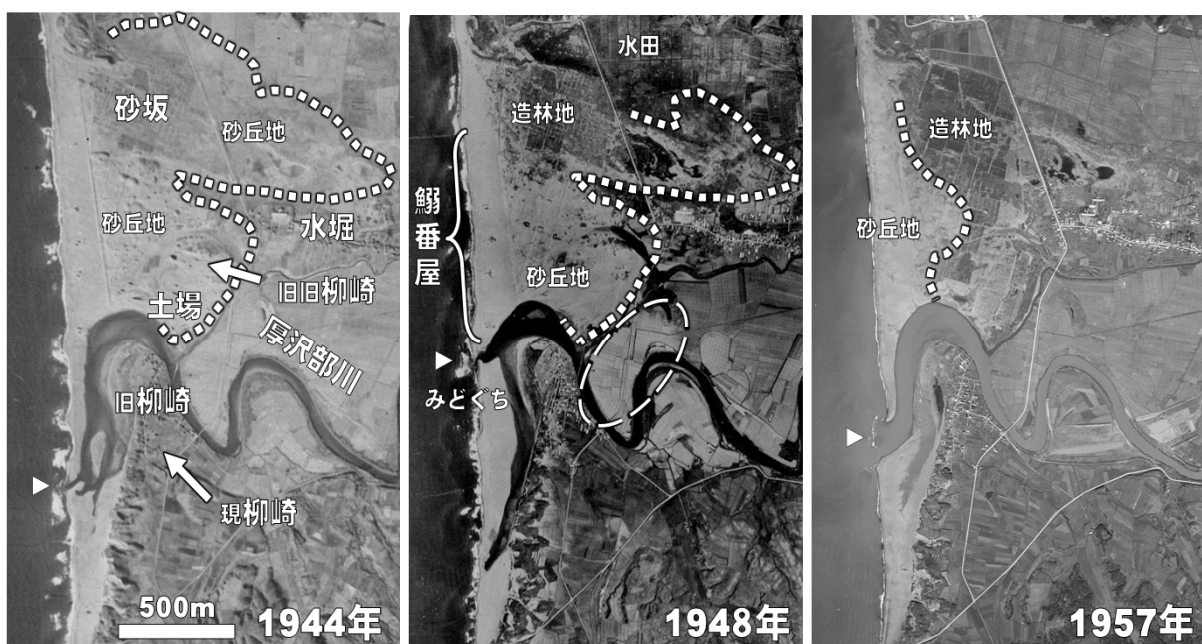


図1 江差町柳崎における砂丘範囲および厚沢部川河口の変遷
1944年は陸軍撮影、1948年は米軍撮影、1957年は国土地理院撮影

【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。

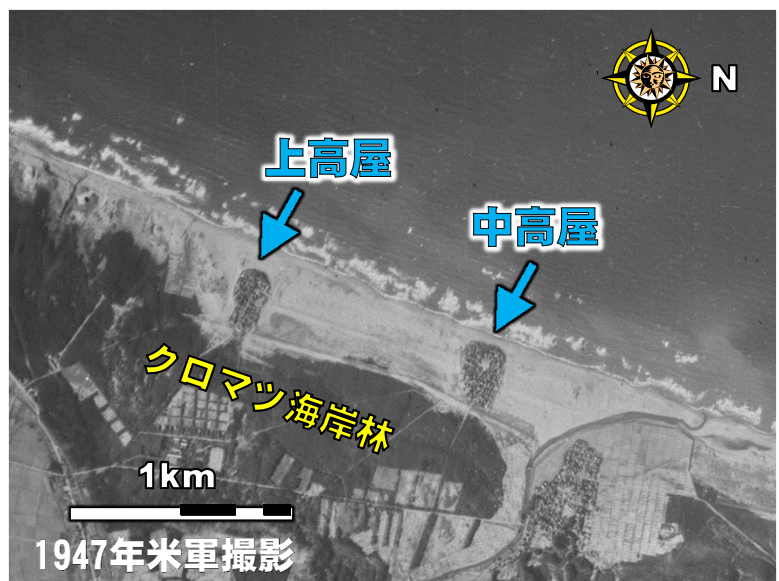


図2 典型的な海浜集落の上高屋と中高屋

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。

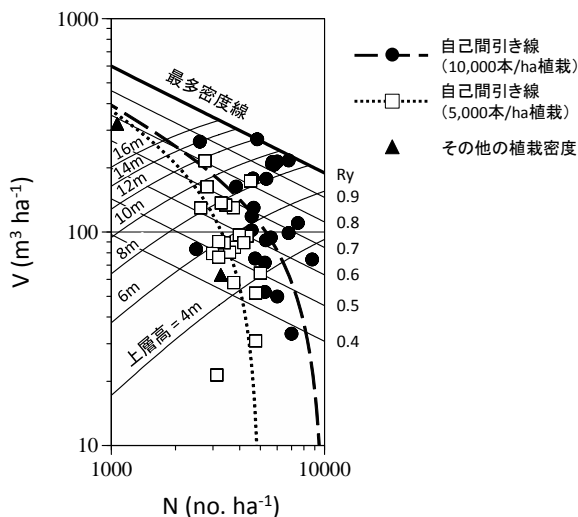


図1 グイマツ海岸林の密度管理図（暫定版）
最多密度線 $V=18928.29N^{-0.5}$

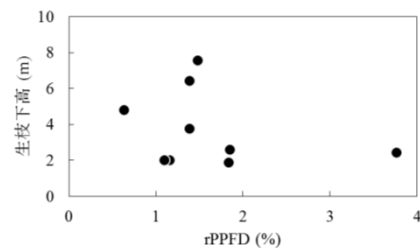


図2 グイマツ林内の光環境と生枝下高の関係

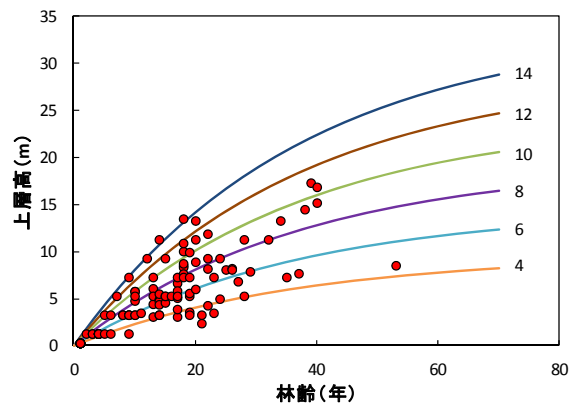


図3 グイマツ海岸林の地位指数曲線群（暫定版）
数字は20年生時を基準とした地位指数

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

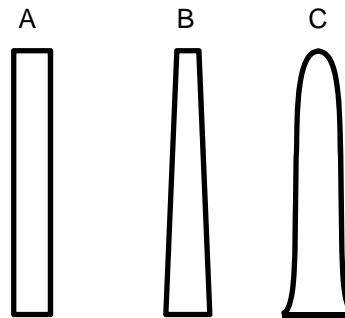
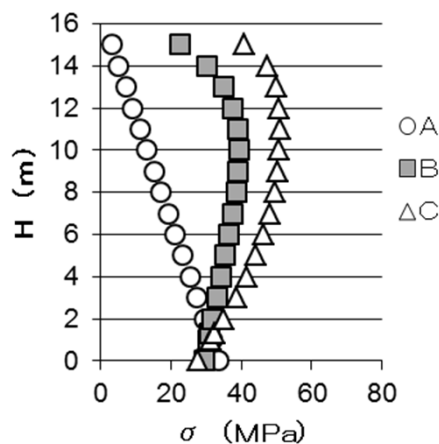
方法：立木引き倒し試験の実施
引き倒し荷重、幹変位の計測

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

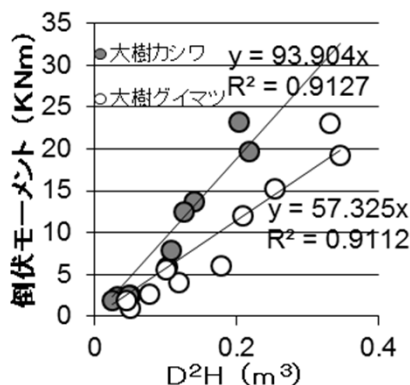
研究成果



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

森林管理と連携したエゾシカの個体数管理手法に関する研究

担当G：森林資源部保護G

共同研究機関：環境科学研究センター（主管）、酪農学園大学

協力機関：北海道水産林務部、環境生活部、胆振総合振興局森林室、
釧路総合振興局森林室

研究期間：平成24年度～28年度 区分：重点研究

研究目的

エゾシカを森林資源としてとらえ、森林の管理と一体的にエゾシカの個体数管理を推進するため、連携体制のモデルを構築し、対象森林におけるエゾシカの相対密度把握手法や、エゾシカによる天然林被害評価手法、森林資源データ等を活用した捕獲適地の抽出手法及び効果的な捕獲技術を確立する。林業試験場では、主に天然林被害評価手法について担当する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地

道有林胆振管理区
道有林釧路管理区

調査方法

ライトランセクト：各管理区10ルート
植生調区：各ルート2箇所（10×10m）
調査項目：稚樹密度、食痕率等

研究成果

簡易チェックシートを用いてエゾシカの食痕や足跡などの状況から天然林におけるエゾシカの影響を点数化（スコア：値が大きいと影響が強い）する手法を開発し、北海道森林管理局、北海道とともに評価を実施する体制を確立した（図1）。

簡易チェックシートのスコアは、評価地点における食痕率と相関が認められたが、ばらつきは大きかった（図2）。釧路では、簡易チェックシートですべての地点で影響が強いと評価されたが、食痕率算出の対象となる広葉樹稚樹・樹木が少ない地点が多く、食痕率は大きくばらついた。

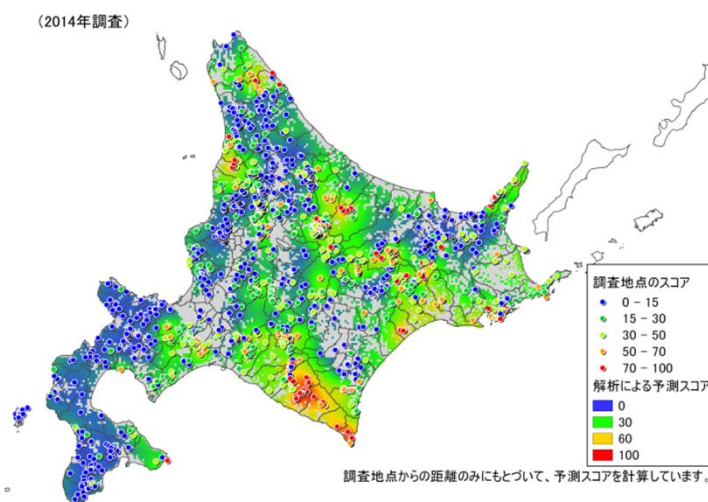


図1 簡易チェックシートによる天然林への影響評価地点は評価地点を示し、地理情報システムによって空間補間を行った。

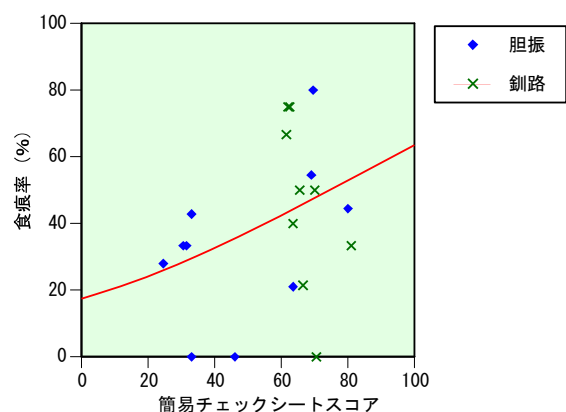


図2 道有林胆振管理区、釧路管理区の調査地における簡易チェックシートのスコアと食痕率

研究成果の公表

- ・明石信廣 (2015) 天然林におけるエゾシカの影響を簡易に評価する. 光珠内季報 176: 5-8
- ・小南雅誉・山本厚志・明石信廣 (2015) 森林内におけるエゾシカの効率的捕獲と有効活用—平成24年度道有林エゾシカ捕獲体制構築モデル事業—, 森林保護 339: 17-21

北海道東部・風蓮川流域における流域保全対策が 草地・沿岸域双方の生産活動に与える影響

— 森里川海の物質の環・地域住民の環の再生をめざして —

担当G：森林環境部機能G

共同研究機関：北海道大学低温科学研究所、北海道大学大学院水産科学研究院、
(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター、
(国研) 国立環境研究所

研究期間：平成25～27年度 区分：公募型研究

研究目的

北海道では、陸域から沿岸域への負荷は、ほとんどの場合農業地帯からもたらされており、水質悪化による漁場環境へのマイナスインパクトが懸念されている。しかし、北海道では農業も水産業も重要な基幹産業であり、環境保全のためにいずれかの生産活動を抑制あるいは排除するという事は、自治体にとっては地域経済の発展やコミュニティ維持のうえから困難である。本研究では、風蓮湖流入河川流域において、陸水域から汽水域に至る溶存鉄・栄養塩等の物質動態、風蓮湖における基礎生産量の評価等により流域の現状分析を行う。また、栄養塩負荷軽減策としての低投入型酪農経営の有効性を検証するとともに、上下流住民の意識調査により合意形成上の課題抽出を行う。

研究方法

- 1) 河川～汽水域の溶存鉄・有機物等の動態把握
 - ・風蓮川本支流および風蓮湖における採水分析
- 2) SWATモデルによる陸水域の窒素動態予測
 - ・土地利用をベースとした窒素流出モデルの構築
- 3) 風蓮湖における栄養塩動態と基礎生産量の評価
 - ・窒素、リンの採水分析、プランクトン、底泥の採取とCN分析等
- 4) 低投入型酪農経営の生産性、経営評価

- ・低投入型酪農経営の牧草地における草本の収量および経営状況調査
- 5) 合意形成上の課題抽出
 - ・訪問面接およびアンケート配布による流域住民への意識調査
 - 6) 風蓮川流域における生態系サービスの評価
 - ・農業、漁業等各種統計資料の収集
 - ・空中写真による過去の土地利用データの整備

研究成果

- 1) 風蓮川から風蓮湖への溶存鉄輸送量は619トン/年と推算された。窒素・リン・鉄の比率から、溶存鉄は十分存在しており、風蓮湖の基礎生産の律速条件になっていないと判断された。
- 2) 風蓮川支流ノコベリベツ川を対象として、SWAT(Soil and Water Assessment Tool)を用い、対象地域から河川への窒素流出の解析・評価を行った。施肥関連パラメータ(施肥量、乳牛のし尿量)、河畔植生による窒素の捕捉効果をモデルに組み込むことで、予測精度の高いモデルが構築できた。
- 3) 1980年代に風蓮湖の主要漁獲対象種であったヤマトシジミの漁獲量は、1985年をピークにその後減少を続けたため、2000年に全面禁漁となった。未だヤマトシジミの資源量は回復していないが、風蓮湖における現在の基礎生産量(浮遊系および底生系微細藻類基礎生産量)によって、かつてのシジミ漁場(514ha)においてシジミ資源を涵養できるかどうか試算した。生息数の10分の1を漁獲すると仮定すると100～200 t/年の漁獲が見込めると推定された。

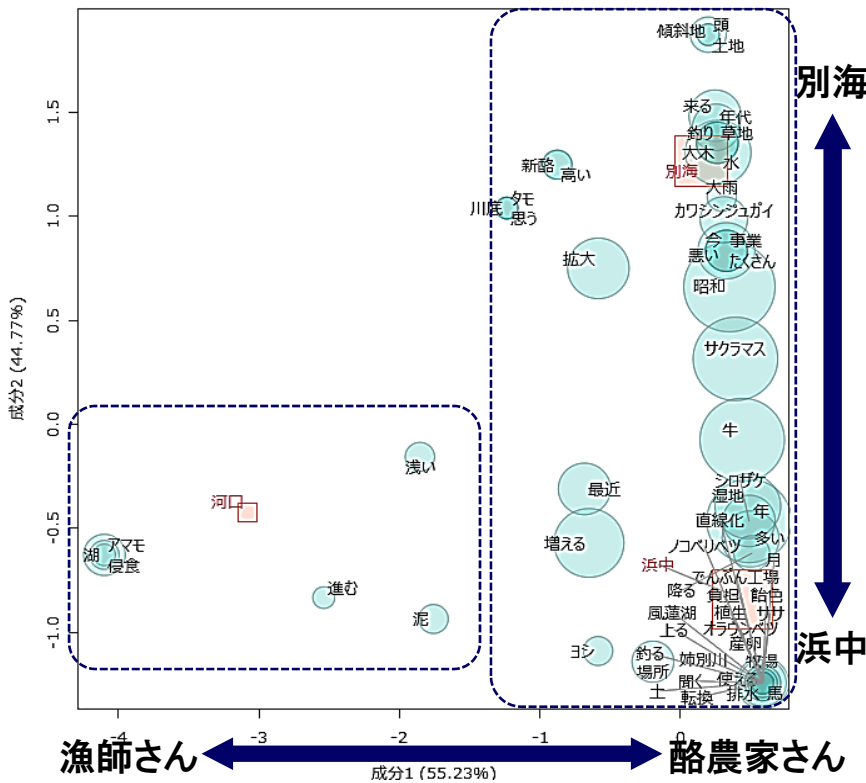


写真-1. 風蓮湖での漁業風景.



写真-2. 酪農専業地帯として開拓が進んだ風蓮川流域.

4) 低投入型酪農経営形態の牧草地では、牧草地は良好な状態で維持され高い収量を得ていた。出荷乳量は平均よりも少ないが、(濃厚)飼料購入費を抑えることにより支出が抑制され、利益率(収入合計÷支出合計)は慣行農法の農家平均1.09に比べ2.53と高く、2000万円前後の年間所得も可能であることがわかった。



5) 流域住民への聞き取り調査によって得た内容をテキスト化したのち頻出語を抽出し、統計解析を行った。出現頻度が3回以上の単語を対象に居住地と頻出語の対応関係を解析したところ各地域で語られる「自然」に関する言葉には地域特性があり、河口域では河口域の、また浜中町では浜中町の、別海町には別海町の、それぞれ住民が表現する「川」や「自然」の描写が異なることが明瞭に示された(図-1)。

図-1. 回答者の居住地と頻出語の対応関係に関するバイプロット。
第1軸(漁業者か酪農家といった職業を表す)で全体の55.2%を、第2軸(別海町の住民か浜中町の住民かを表す)で全体の44.8%を表す。別海町在住の住民の頻出語には「草地」「大木」「釣り」など、浜中町在住の住民からは、ノコバク別川などの「具体的な川の名前」「馬」「湿地」「排水」といった言葉が抽出された。

6) 各種統計資料および土地利用データから風蓮湖集水域の供給サービスおよび調整サービスの歴史的変遷を明らかにした。1970年代の値を1とすると、2000年代までの30年間で供給サービスは飛躍的に増加したが(図-2左)、調整サービス(河畔緩衝帯面積)は減少しており(図-2右)、陸域における窒素負荷の増大(農地拡大と乳牛飼養頭数の増加)のインパクトを緩衝できない分が風蓮川および風蓮湖の水質悪化に現れたと考えられた。

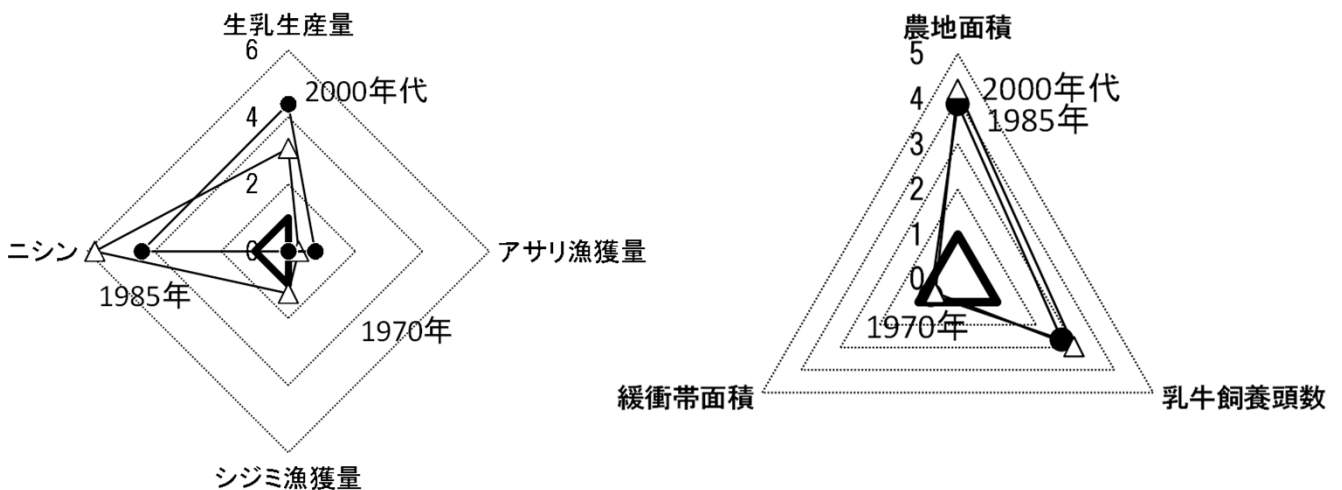


図-2. 風蓮湖集水域における供給サービス(左)および調整サービス(右の「緩衝帯面積」)の変遷。
供給サービスは生乳生産量、シジミ・アサリ・ニシン漁獲量を指標として表した。窒素負荷源を農地面積、乳牛飼養頭数と定義し、調整サービスは緩衝帯として河畔の森林・湿地面積で表した。それぞれ1970年の値を1とし、1985年、2000年の値を求めた

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 長坂晶子(2016) 風蓮川流域の住民アンケートにみる自然認識の変遷。第30回ニッセイ財団助成研究ワークショップ

人工林において生物多様性保全と木材生産は両立できるか？ —保残伐実験による検証と普及方法の提案—

担当G：森林資源部保護G・経営G、森林環境部機能G、道北支場

共同研究機関：(国研)森林総合研究所

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25年度～27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、人工林を対象として大規模実験によって検証し、公益的機能と木材生産機能を両立するための現実的な施業技術を提案する。

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

研究項目：
保残伐施業に伴うコストの算出
保残伐施業が生物多様性に及ぼす影響の評価
(河川・植物・鳥類・昆虫)

研究成果

1. 実験区の設定

伐採方法の異なる8種類の実験区(5.0～9.7ha)を3セット(小面積皆伐のみ第2、第3セットのみ)を設定し、このうち2014年に第1セット、2015年に第2セットの伐採を行った(図1)。また、第2セット、第3セットの実験区を含む16流域(6～10ha)を、河川への影響の調査を行う流域として設定した。



図1 群状保残区(上)と単木中量保残区(下)

2. 伐採前の森林における生物多様性

下層植生は9つのタイプ(①～⑨)に区分され、針葉樹と広葉樹の胸高断面積や間伐からの経過年数、林齢、植生の被度、標高などに関連があった(図2)。

鳥類のなわばりの位置を記録するテリトリーマッピング法により、5月中旬～6月中旬に第1～第3セットの実験区であわせて34種が確認された。鳥の群集の種組成は針葉樹と広葉樹の胸高断面積と対応しており、トドマツ人工林に混交する広葉樹が多いほど鳥類の密度が高まった。

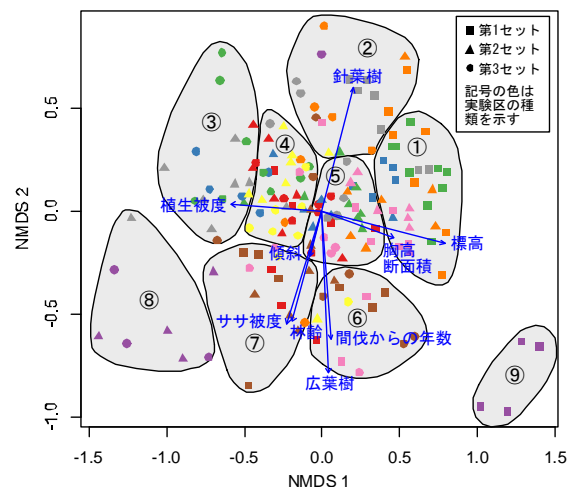


図2 非計量多次元尺度構成法(NMDS)に基づく伐採前の下層植生タイプの分類と環境要因との対応

NMDS: 群集を組成の類似度に基づいて序列化する手法。よく似た調査地が近くにプロットされる。

3. 伐採後の森林における生物多様性

第1セットの実験区における下層植生は、伐区外や群状保残で直接の攪乱を受けなかった調査区では変化が小さかったが、伐採された調査区では保残木の有無に関わらず攪乱地を好む種が侵入し、同じ方向に変化した(図3)。

伐採された実験区では、針葉樹が消失したため、伐採前に比べて針葉樹性の鳥類が大きく減少し、単木少量保残区を除いて開放地性の鳥類が増加した。広葉樹性の鳥類も減少したが、その程度は単木中量保残区と単木大量保残区では比較的小さく、広葉樹の単木保残によってこれらの種に対する伐採の影響が低減できる可能性が示された。

4. 伐採後の河川(溪流)における生物多様性

溪流生態系への影響については、伐採が予定されている5流域のうち、2015年に4流域で伐採が実施され、伐採前調査との比較を行った。

調査地点は底生動物の種組成から4つのグループに分けられ、それぞれ流速の速い遅い、礫の間隙の多寡によって特徴づけられた。特にクラスター3のグループには、皆伐、少量保残といった改変強度の強い施業流域の地点が多く分類され(図4)、水生ミズミズ類、コカゲロウ属などが指標種となる可能性が示唆された。

5. 木材生産性

伐倒の生産性は保残木密度が高いほど低下し、単木大量保残(100本/ha)で1割程度低下すると推定された(図5)。また、木寄せの生産性の低下は3割程度と見込まれた。

造材と集材には保残木の影響はないと考えられるため、伐倒から集材までを含めたコストの増加は4%と試算された(図6)。

6. 普及方法の提案

増加するコストが補償されれば保残伐施業を実施しても良いという森林所有者は少なくなく、コストに見合う補助金等の制度が求められる。保残伐施業を実行する場合には通常よりも大面積で効率的な伐採を許容するような制度も考えられる。

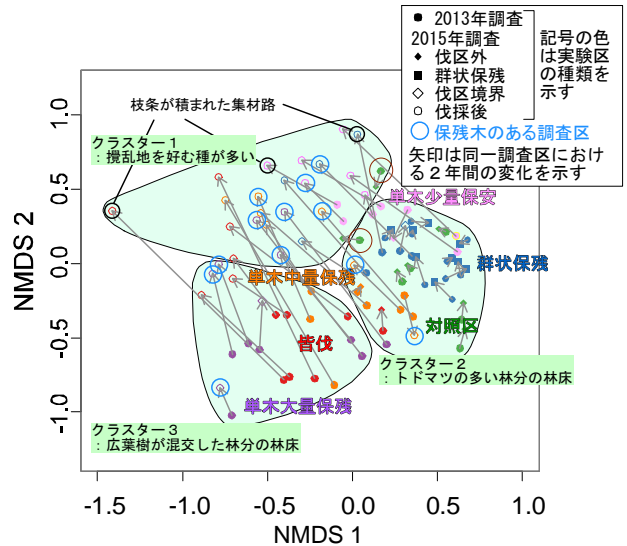


図3 非計量多次元尺度構成法(NMDS)に基づく第1セット調査区の伐採前、伐採後の下層植生タイプの分類

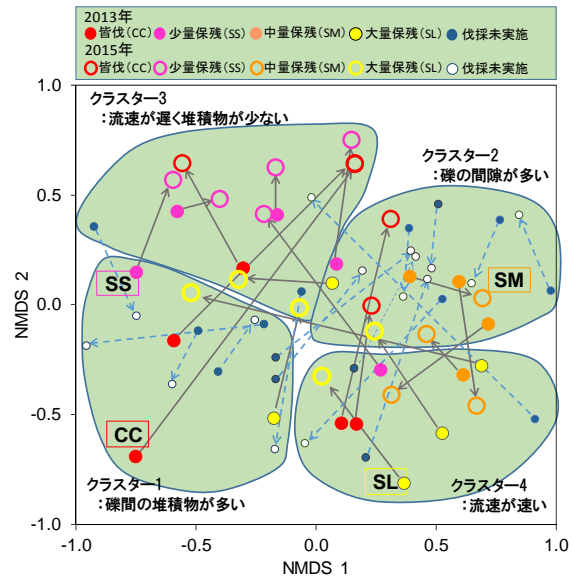


図4 非計量多次元尺度構成法(NMDS)に基づく溪流調査地点の分類
実線は伐採流域、点線は非伐採流域のそれぞれ同一地点の変化を示す。

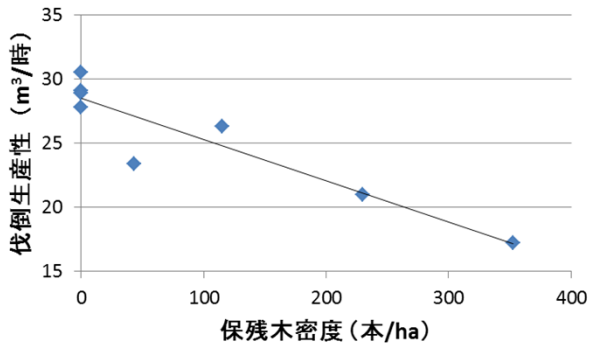


図5 作業箇所の保残木の密度と伐倒生産性

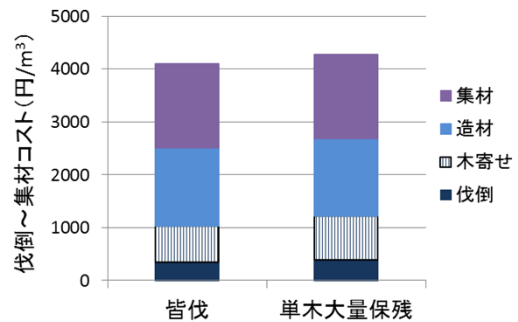


図6 伐倒～集材に要するコストと保残木の影響の試算

研究成果の公表

- ・明石信廣(2015) 保残伐施業の実証実験～実験区の設定がすすんでいます～ グリーンボックス 51:1
- ・明石信廣(2016) 木材生産と生物多様性保全の両立を目指した保残伐施業 山つくり 481:6-7

シカの採食が森林植生に及ぼす 不可逆的变化のプロセスの解明

担当G：森林資源部保護G

協力機関：岐阜大学、奈良教育大学

研究期間：平成25年度～27年度

区分：公募型研究

研究目的

シカが増加して植生への影響が顕在化しつつある森林での植生変化や、下層植生が衰退した後に防護柵を設置した森林の回復過程から、シカの採食が森林植生に及ぼす不可逆的な変化がどのようにして生じるのかを解明する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

1. 森林におけるシカの採食特性と稚樹の反応
調査地：新得町(2箇所)、由仁町(1箇所)
方法：20×20mの調査区の継続調査
調査項目：樹木・稚樹の枝葉の食痕の有無
稚樹の成長

2. シカの影響による森林の衰退と回復過程
これまでの調査結果や文献をもとに、シカの影響による森林の衰退と回復の過程を整理する。

研究成果

1. 森林におけるシカの採食特性と稚樹の反応
新得町の調査区における直径階分布は、樹木の成長に伴って上位の階級に移行したことを除けば、1974年から35年間にわたって大きな変化はなかったが、2010年以降、特に胸高直径5cm未満の本数が減少した(図1)。樹皮剥ぎや幹折りは2013年に多く発生した。

2. シカの影響による森林の衰退と回復過程
これまでの調査結果から、シカは採食しやすい高さから上下の層へ、嗜好性の高い種から他の種へと採食対象を拡大し、胸高直径2cm以下の個体を消失させること(図2)、林床の稚樹が消失するとシカの個体数を減らしても回復は困難であることが示唆された。

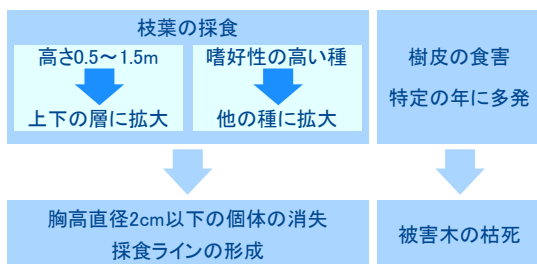


図2 シカの影響が顕在化する初期過程

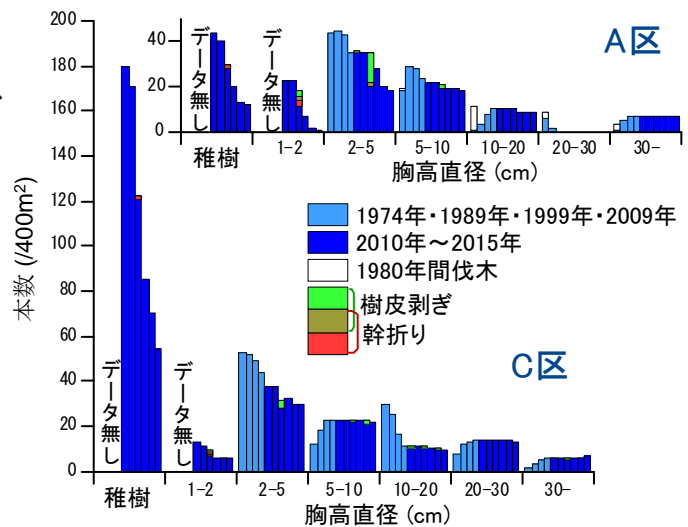


図1 新得町の2つの調査区(A区とC区、各20×20m)における樹木の胸高直径階別頻度分布
棒グラフは左から順に、1974年、1989年、1999年、2009年(胸高直径2cm以上)及び2010年から2015年までの毎年の本数を示す。2010年以降は樹皮剥ぎと幹折りの発生状況を合わせて示す。

研究成果の公表

- ・ 明石信廣・日野貴文・安藤正規・飯島勇人(2015) <テーマ別シンポジウム>森林におけるシカ問題の解決に向けてー被害・影響の把握から被害対策、個体数管理までー. 森林技術 878: 30-31.
- ・ 安藤正規・飯島勇人・明石信廣(2015) ニホンシカの採食圧に関する植生への影響とその評価. 哺乳類科学 55: 70-72.
- ・ Akashi, N., Unno, A., Terazawa, K. (2015) Significance of woody browse preferences in evaluating the impact of sika deer browsing on tree seedlings. Journal of Forest Research 20: 396-402.
- ・ 明石信廣(2015) 北海道の森林におけるシカの影響ーシカの生息密度の変化と森林の反応. 前迫ゆり・高槻成紀(編) シカの脅威と森の未来ーシカ柵による植生保全の有効性と限界. 59-66. 文一総合出版, 東京.
- ・ 明石信廣(2015) 北海道の森林におけるエゾシカの影響と個体数管理. 日本の科学者 50: 468-473.
- ・ 明石信廣(2015) UNGFOR2015森林の更新と造林における有蹄類の影響に関する国際会議に参加して. IUFRO-J News 116: 4-7.

林業機械の走行が林床の植生発達と樹木の更新に与える影響の解明

担当G：森林環境部環境G、森林資源部経営G

共同研究機関：(国研)森林総合研究所(主管)

研究期間：平成25年度～27年度

区分：公募型研究(JSPS科研費25450228)

研究目的

車両機械の導入に適した地形条件が多く、間伐による林床の植生発達が見込まれるトドマツ人工林において、間伐作業における車両機械の走行が土壌物理性のうち集材路面の締固めに及ぼす影響を解明する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：緩斜面にある民有林
(40年生トドマツ人工林)
間伐：2008年に間伐を実施(チェーンソーによる伐倒の後、ブルドーザーのウィンチによる全木集材、および集材路を設置)

調査方法等
間伐前、間伐後5～7年経過時の土壌硬度の評価
測定方法：簡易動的コーン貫入試験器、土壌採取
測定項目：N_c値(土壌硬度指標) ※間伐後5～6年目実施
乾燥密度等 ※間伐後7年目実施

研究成果

土壌硬度の評価法

- N_c値：5kgのおもりを50cmから自由落下させたときに、鉄製のロッド(棒)が土中に10cm挿入されるまでの打撃回数
→この値が高いほど土壌硬度が固く、5を超えると根が貫通しにくく、土壌の透水性(飽和透水係数)が低下することが報告されている
- 乾燥密度：単位体積あたりの乾燥土の重量。土壌が締め固められるほど、この値は高くなる。海外の研究でよく使われている指標

間伐直後における土壌硬度

- 施業直後において、集材路区間の表層から0～30cm深の土壌におけるN_c値は5を超えることが多く、特に0～20cm深の範囲においてN_c値が7以上の計測点があった(図1では、0～10cmの例を掲載)。
- 車両走行のない切り捨て間伐区間では、集材路区間より低い値であった(図1参照)。
→土壌表面が車両走行によって締め固められていたことを意味する

5年経過における土壌硬度の回復

- 2013年の再測結果では、集材路区間の0～20cm深でN_c値が5を超えることがまれであることから、伐採直後の硬い土壌が柔らかくなっていた(図1)。
→伐採後5年経過したことで土壌物理性が改善(回復)している状況が確認できた

6年経過における土壌硬度の回復

- 2013年より相対的に乾燥条件にあった2014年の調査でも、集材路区間の深さ0～20cmの土壌では、N_c値が5を超えることがまれであった(図1)。
→先行降雨の状況により土壌の乾湿が異なる両年を比較しても、伐採後5～6年経過すると土壌物理性が回復傾向にあると判断した

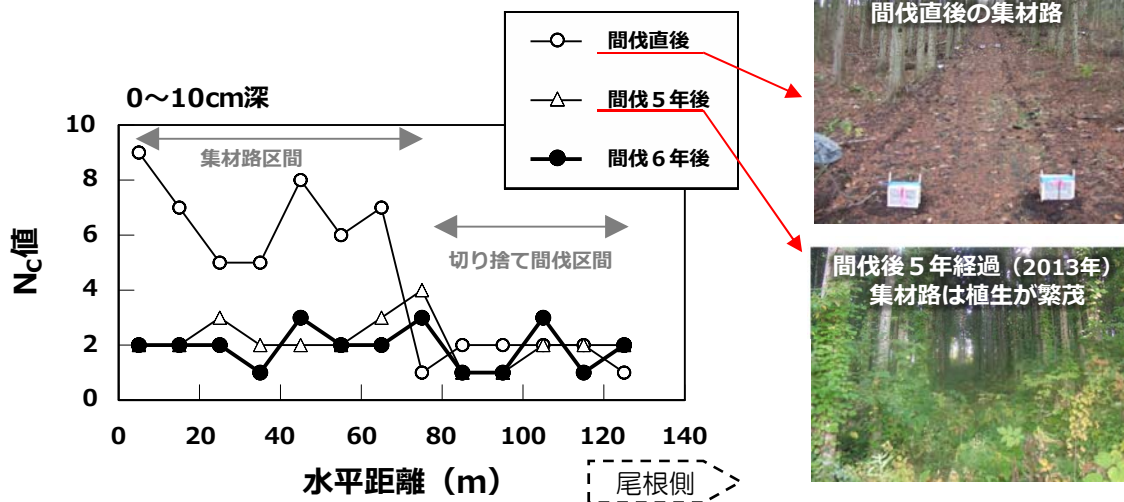


図1 伐採直後と間伐後5年、6年経過時における表層0~10cmにおける N_c 値の斜面縦断方向の変化。

※写真は、間伐直後と間伐5年後の様子

乾燥密度と孔隙率

- 2015年(間伐7年後)において、「集材路区間」および車両走行がない「切り捨て間伐区間」の表層土壌をそれぞれ採取し、乾燥密度等を計測した。
- 集材路わだち表層における乾燥密度は、切り捨て間伐区間の値よりやや高い値を示したが、統計的な有意差はなかった(図2左図)。
- 集材路わだち表層における孔隙率は、切り捨て間伐区間の値よりやや低い値を示したが、統計的な有意差はなかった(図2右図)。

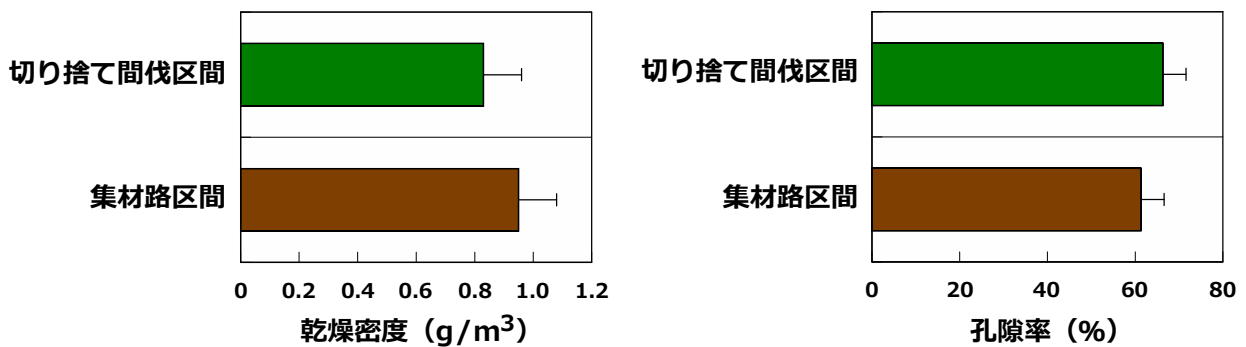


図2 集材路区間と切り捨て間伐区間における乾燥密度(左図)と孔隙率(右図)。 ※誤差線は標準偏差を表す

結論

- N_c 値および乾燥密度等の結果より、間伐直後において集材路表層20cm未満の深さでは、車両走行による土壌の締め固めが生じていたが、**間伐後5~7年経過すると車両走行のない区間と同程度まで回復していることが明らかになった。**
- 間伐5~7年後では、林内植生が繁茂しており、集材路表層にはミミズの息が確認されるなど、土壌が柔らかくなっている状態が示唆された。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・佐藤弘和・津田高明・倉本恵生・橋本 徹・飯田滋生(2015) 車両走行により締め固められた集材路における土壌物理性の回復. 第64回北方森林学会大会(ポスター発表)
- ・倉本恵生・飯田滋生・今 博計・佐藤弘和・橋本 徹・佐々木尚三(2016) 機械搬出を行った間伐前後におけるトドマツ人工林の林床植生発達と樹木の更新. 北方森林研究 64:57-60

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、
(株)ドリームヒル・トムラウシ

研究期間：平成27年度～29年度 区分：経常研究

研究目的

効果的な給餌手法を確立することにより、森林内におけるエゾシカ捕獲の効率を高め、計画的捕獲の普及や推進を図る。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：美唄市、占冠村、知内町、厚岸町

試験方法：カフェテリア実験(様々な食物を自由に選択できる状態にし、それぞれの摂食量を調べる実験)

供試飼料：圧パン大麦、ハイキューブ(マメ科牧草のアルファルファを乾燥させブロック状に整形固形化したもの)、ビートパルプ、配合飼料

研究成果

道内4地域で行ったカフェテリア実験の結果、すべての地域で圧パン大麦が正の選択性を示し、エゾシカの嗜好性が高い食物であることが示唆された。一方、ビートパルプはどの地域も負の選択性を示しており、供試飼料4種の中ではエゾシカがあまり好まない飼料であると推察された。また、ハイキューブおよび配合飼料は地域によってばらつきが見られた(図-1)。このことから、圧パン大麦はエゾシカを誘引する際の有効な餌になると考えられた。



写真-1 カフェテリア実験におけるエゾシカの出没状況

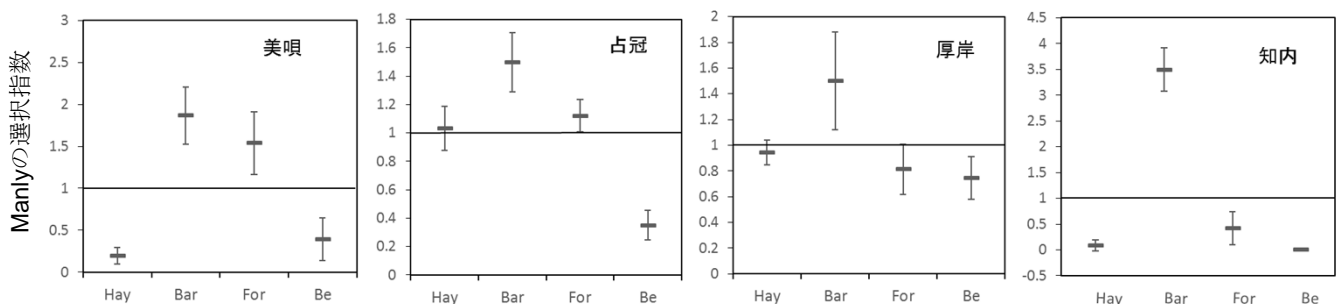


図-1 供試飼料4種におけるエゾシカの選択性

Hay: ハイキューブ Bar: 圧パン大麦 For: 配合飼料 Be: ビートパルプ

エラーバーはBonferroniで補正された95%信頼区間。信頼区間が1を含まない場合に有意性が認められる。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。

Manlyの選択指数=全採食量に対する各飼料の採食割合/全飼料に対する各飼料の割合

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)

- ・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

トドマツ根株腐朽被害地における次世代林造成技術の開発

担当G：森林資源部保護G

協力機関：十勝総合振興局森林室

研究期間：平成26年度～28年度

区分：経常研究

研究目的

トドマツ根株腐朽被害跡地に造成する次世代林では、被害軽減を目標とした施業を行う必要がある。また、効果的な防除法を提案するためには、被害を起こしている病原菌の種類を明らかにする必要がある。そこで本研究では、根株腐朽被害跡地における健全な次世代林の育成に資するため、感染拡大を防ぐ手法の開発、樹種選択の基準となる感受性の確認、および根株腐朽菌の省力的な同定手法の検討を行う。

研究方法(調査地概要や調査方法)

感染経路遮断法の検討

- 道有林十勝管理区内の根株腐朽被害地（トドマツ再造林地）の被害木伐根の周囲に針葉樹5種の苗木を植栽（2013年5月設定、合計16プロット）
- 植栽木の生育を調査

針葉樹の感受性調査、病原菌同定省力化の検討

- トドマツ成木22本に根株腐朽菌2種を接種。
- 3年後に伐倒し、状況調査および再分離試験
- 多地点での大規模調査に適した被害調査法、腐朽材サンプル採取法を設計

研究成果

- 2015年6月までに植栽木505本中41本が枯死したが、根株腐朽の感染の徴候はなかった。このほか2014年度冬期にノズミ・ノウサギ被害が64本に発生し、被害木の98.6%がカラマツ類であったことから若齢のカラマツ類樹幹は病原菌の侵入口となる食害痕が多発する危険性が高いことが明らかとなった。
- トドマツ成木への接種試験では、心材に達する有傷接種にもかかわらず病原菌が接種木22本のいずれにも定着しなかった（図1）。このことから、トドマツへの感染が成功する確率の低さが示唆された。
- 根株腐朽被害について、多地点調査および大量サンプルを材料とした病原菌同定の省力化を検討した。提案した手法に基づいて2014年に全道の国有林で一斉調査が行われ、マイクロチューブに封入した腐朽サンプル合計1162本が集められた（図2）。森林総研に送付したサンプルからは解析に必要なDNAが抽出された。これらのことから、未経験者による現地調査および数千単位のサンプルを対象とした大規模な病原菌同定調査が技術的に可能であることが示唆された。



図1 レンガタケを接種して3年経過したトドマツ成木（1個体を接種部から2分割）

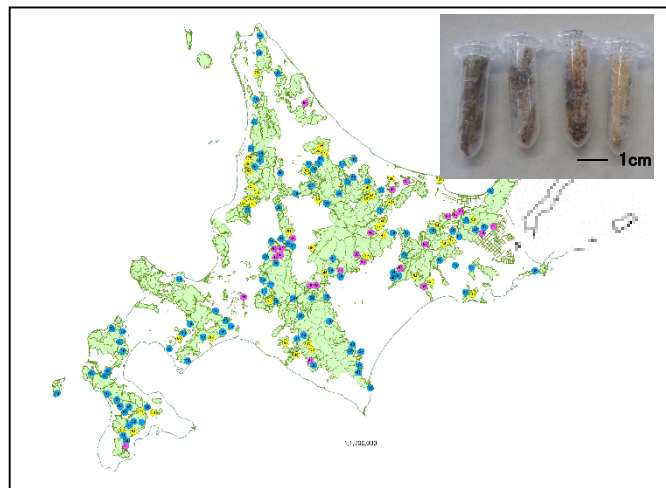


図2 国有林調査地の位置と腐朽材サンプル（資料提供：北海道森林管理局、青、黄、赤の順に被害率が高い）

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)

- 徳田佐和子・滝谷美香・津田高明・八坂通泰（2016）北海道のトドマツ人工林資源の現状と課題，北方森林研究64：1-4
- 徳田佐和子（2015）北海道特産、トドマツ林を育む，道総研第1期成果集 130-131 北海道立総合研究機構

情報化学物質によるカラマツヤツバキクイムシの モニタリング技術の開発

担当G：森林資源部保護G

協力機関：空知総合振興局森林室、上川総合振興局南部森林室

研究期間：平成26年度～28年度 区分：経常研究

研究目的

カラマツヤツバキクイムシのモニタリングを全道規模で実施するためには、低コストのモニタリング手法の開発が不可欠である。そこで、高価な薬品である人工合成フェロモンの効率的な利用方法および安価な代替薬品の利用方法を検討する。

研究方法

調査地

- 道有林空知管理区の6林分
(35、39、54、56、79、80林班)
- 道有林上川南部管理区の3林分
(1、48、52林班)

調査方法

- 野外で使用したフェロモンバッグのフェロモン残存量について時系列データを取得
- フェロモンや樹木由来成分を用いたトラップによるカラマツヤツバキクイムシの捕獲試験

研究成果

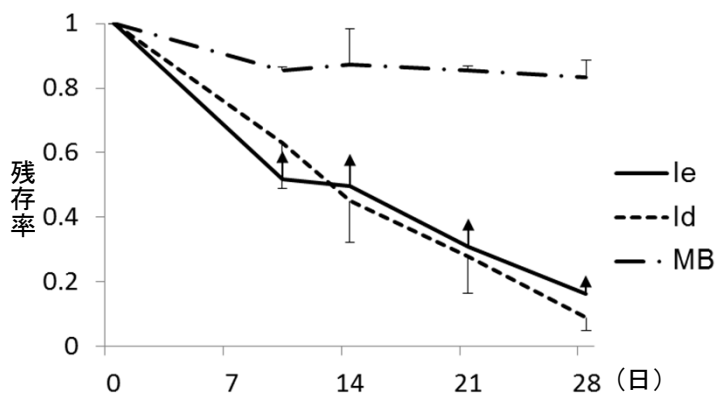


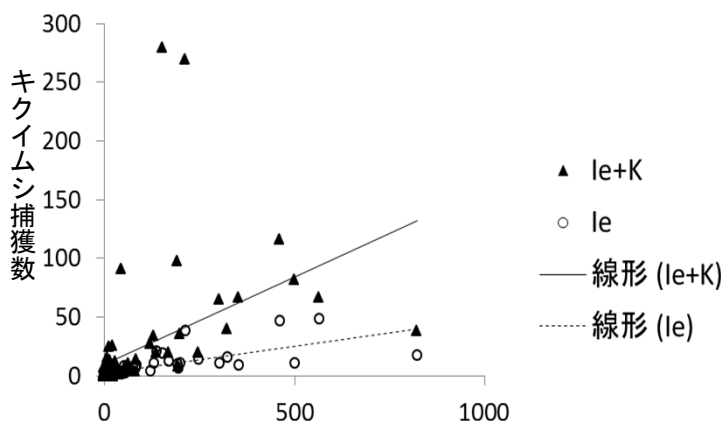
図1 低濃度フェロモンバッグを野外で使用した時の成分残存率の経時変化（エラーバーは標準偏差）

○フェロモン成分残存率試験（図1）

le：イブセノール
ld：イブスジエノール
MB：3メチル3ブテン1オール

●イブセノールおよびイブスジエノールは、ほぼ一定の割合で減少した。

●イブセノール、イブスジエノールともに28日後も残存していた。野外設置後14～28日の間でのクイムシ誘引効果を確認した。



le + ld を誘引剤に用いたキクイムシ捕獲数

図2 異なる情報化学物質の組み合わせの誘引効果の比較

○樹木由来成分効果試験（図2）

le：イブセノール
K：3種の樹木由来成分（ α -ピネン、 β -ピネン、3-カレン）

●イブセノール溶液のみでもキクイムシを捕獲できた。しかし、捕獲数はイブスジエノールと併用した場合（最大824頭）より少なく、最大でも48頭だった。

●イブセノール溶液に樹木由来成分を併用すると誘引効果が高まった（最大280頭）。しかしイブセノールとイブスジエノールを併用したトラップの捕獲数との相関は低く、樹木由来成分の効果は一定ではなかった。

分子データに基づくハバチ類幼虫の同定

担当G：森林資源部

共同研究機関：国立科学博物館（主管）

研究期間：平成25年度～28年度 区分：公募型研究

研究目的

食植性昆虫の代表的な一群であるハバチ類について、日本各地で幼虫と成虫の資料を収集し、これまで使われていなかった分子生物学的手法を用いて成虫と幼虫の対応関係を確定し、できるだけ多くのハバチ類幼虫の種の同定を可能にする。

研究方法

調査地について等

サンプル収集（美唄市を中心に道内各地）

調査方法等

ハバチ類成虫・幼虫サンプルを収集し、成虫を同定し、幼虫の形態・生態的特徴を記録する。

研究成果

3種の幼虫を飼育し、特徴や生態を記録するとともに、写真を撮影した。

成虫2種2個体DNA解析用に処理を行った。

日本産マツハバチ科 *Nesodiprion* 属について再検討を行い、北海道に分布するマツ属の害虫マツノミドリハバチとキタマツノミドリハバチの形態・生態・分布等を再検討し取りまとめた。また、北海道に分布するマツハバチ科害虫の北海道における生態や樹木被害等に関する知見を整理した。

サルナシの葉食性害虫としてアメイロハバチモドキ *Beleses satonis* を確認し、防除の基礎資料として幼虫の特徴や生態を明らかにした。

本州のダケカンバで大発生した記録があるダケカンバハバチ *Dineura betulivora* が北海道に生息することを確認した。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- Hara, H. & Smith, D.R. 2015. Japanese species of the sawfly genus *Nesodiprion* (Hymenoptera, Diprionidae). *Zootaxa*, 4007: 481-508.
- Shinohara, A. & Hara, H. 2015. Taxonomic notes and new distribution and host plant records for sawflies and woodwasps (Hymenoptera, Symphyta) of Japan. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series A*, 41 (3): 171-184.
- Hara, H., Ibuki, S.-I. & Naito T. 2015. Larva and life history of *Beleses satonis* (Hymenoptera, Tenthredinidae) infesting hardy kiwi. *Japanese Journal of Systematic Entomology*, 21 (2): 287-290.
- 原秀穂2016. 研究資料、北海道における膜翅目ハバチ亜目の樹木害虫II：マツハバチ科. 北海道林業試験場研究報告, (53):15-23.

北方林における攪乱後の主要樹種の成長と死亡： 長期ストレスとしての個体間競争の影響

担当G：森林資源部経営G

研究機関：北海道大学北方生物圏フィールド科学研究センター、北海道大学農学部、
千葉大学園芸学部

研究期間：平成26年度～28年度 区分：公募型研究

研究目的

天然生林を構成する樹木の健全な生育の維持に資するため、攪乱（食葉性昆虫による激しい食害）を受けた広葉樹二次林において、個体レベルの年輪幅の年変動（成長履歴）の推移とそれに影響する要因の抽出を行い、主要樹種の成長・死亡パターンを明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：道有林上川南部管理区214林班
林分概況：ウダイカンバ二次林
(林齢約100年の山火再生林)
試験地の大きさ：0.2ha

調査方法：
・毎木調査：生残状況、胸高直径の測定、
立木の位置測量
・年輪解析：コアの採取、年輪幅の測定

研究成果

1. 天然林の林分構造の把握

2011年、2012年にクスサンが大発生した林齢約100年の広葉樹二次林において、立木位置の測量を行った。この林分の優占種であるウダイカンバでは、枯死木（立枯木）が多く分布していたのに対し（図1）、ミズナラでは枯死木が発生していなかった。

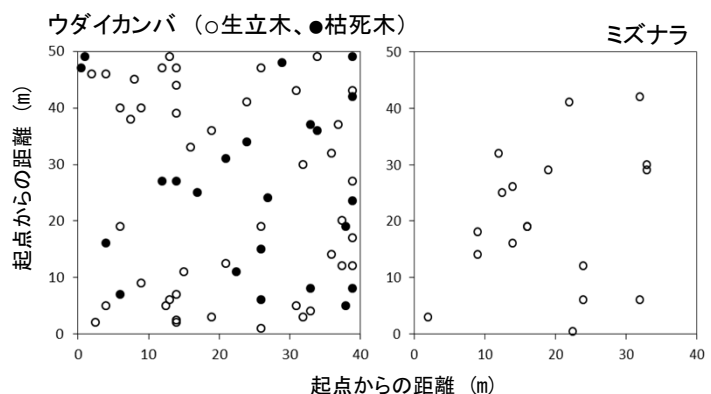


図1 クスサンによる食害を受けた広葉樹二次林におけるウダイカンバ、ミズナラの立木位置
(枯死木は2003～20014年の期間に発生したものを記載)

2 主要樹種の年輪幅の年変動に及ぼす要因の抽出

前述の試験地において、年輪解析に用いるために採取したコアサンプル（約140個体）の年輪幅を測定した。近年のウダイカンバの年輪幅は1mm以下のものが多く（図2）、ミズナラに比べて低い値で推移していた。

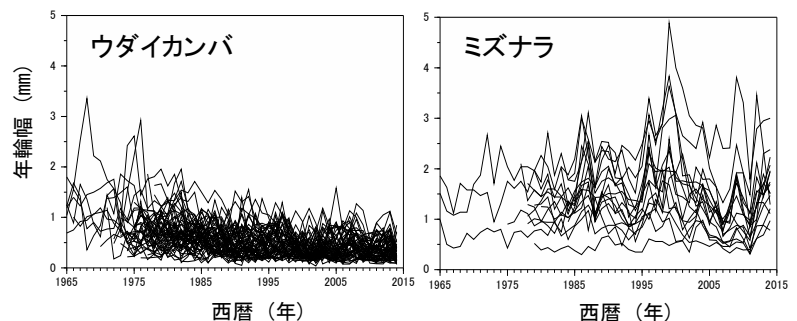


図2 クスサンによる食害を受けた広葉樹二次林におけるウダイカンバ、ミズナラの年輪幅の推移

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：カラマツ人工林
(九州大学北海道演習林)
ウダイカンバ二次林
(道有林空知管理区36林班)

方法：年輪解析用のコアサンプルの採取
カラマツ : 9個体
ウダイカンバ : 20個体
測定項目：年輪幅、木部細胞の染色

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、解析

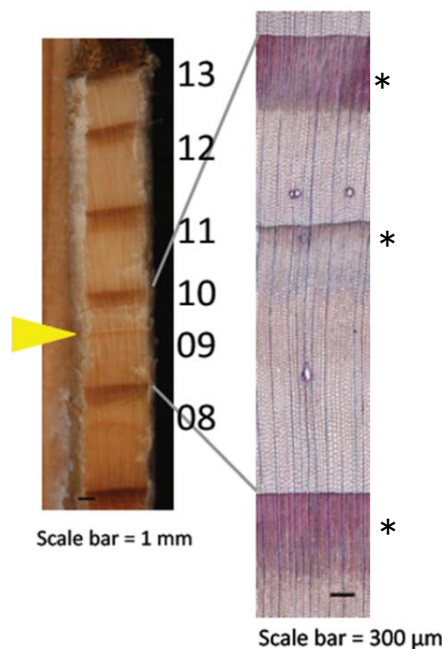


図1 マイマイガによる食害を受けたカラマツの木部の組織構造
食害年は2009年であり、*は晩材部を示す。

食害を受けた年(2009年)では、晩材の形成が不十分であった。

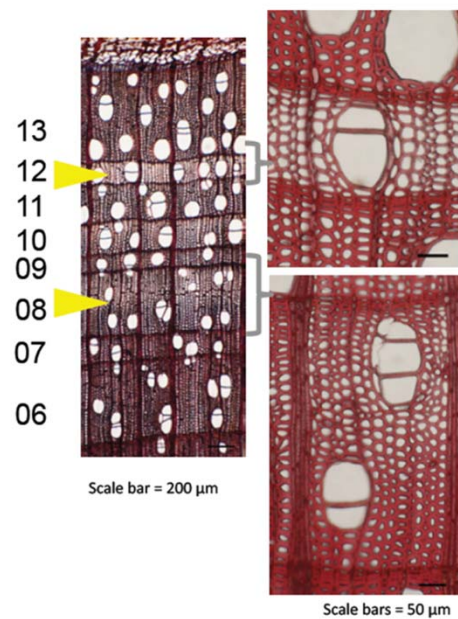


図2 クスサンにより食害されたウダイカンバの木部の組織構造
食害年は2006～2008年、2011年である。

薄い細胞壁をもつ年が認められたが、食害時期との関連性は不明瞭であった。

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

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～28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(調査地概要や調査方法)

調査地：美唄市（林業試験場構内）
石狩市（一般民有林）

調査内容：ネットの耐積雪性の検証（美唄）
柵の設置方法の検討（石狩）

研究成果

積雪によるネットの損傷は、すべて支柱に接する部分で発生しており、(a) ネット最上部の破断、(b) 上段ステーブルで固定されたネットのほつれ・破断、(c) 下段ステーブルで固定されたネットのほつれ・破断、(d) 吊りロープを固定するステーブルの脱落・変形によるネットの垂れ下がり、の4種類の被害が確認された（写真-1）。

新開発ネットは従来品と比較し、ネットの損傷が大幅に抑えられており、積雪地におけるネットの損傷被害の軽減に有効であることが示唆された（図-1）。

従来ネットをこれまでの方法（支柱側面にロープとネット2カ所をステーブルで固定）に従い設置した場合、支柱間隔に関係なく高い割合で損傷が発生し、支柱間隔を狭めるだけではネットの損傷を軽減することが難しいことが明らかとなった（図-2）。



写真-1 確認されたネットの損傷の種類

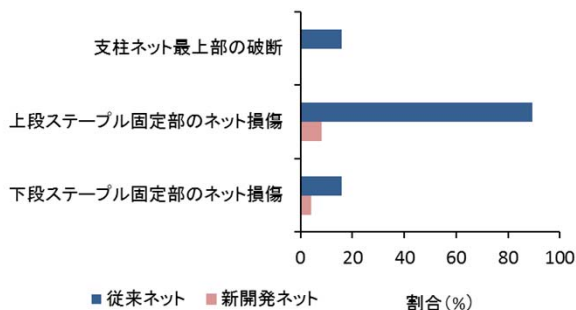


図-1 従来ネット及び新開発ネットにおける部位別の被害割合

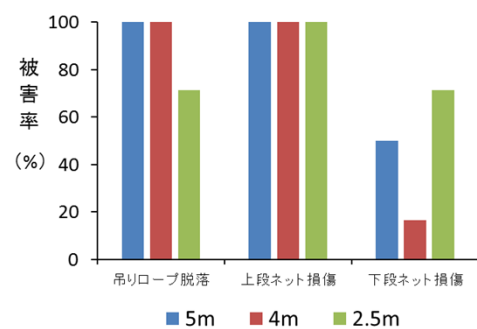


図-2 支柱間隔とネットの被害割合の関係

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：緑化樹センター緑化G

協力機関：下川町、赤平オーキッド(株)、美唄市農協

研究期間：平成27～31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：“たらの芽”生産用タラノキの選抜
方法：道内の自生のタラノキから栽培特性（トゲが少ない、トゲが無いなど）の優れた個体の選抜を行う。

項目：タラノキのクローン増殖技術の開発
方法：組織培養等の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

下川町有林内において、トゲなしタラノキを2個体見つけた（写真-1）



写真-1 下川町で見つけたトゲなし個体（左）と普通の個体

2) タラノキのクローン増殖技術の開発

上記のトゲなしタラノキを材料として、不定胚を経由して再生植物体を増殖できることを確かめた（写真-2）。



写真-2 タラノキのカルス（左）と再生植物体（右）

薬用系機能性樹木の生産効率化手法の開発

担当G：緑化樹センター緑化G

研究機関：(国研)森林総研、(株)ツムラ生薬研究所、鹿児島県森林技術総合センター

研究期間：平成27年度～28年度 区分：公募型研究

研究目的

薬用樹木キハダの栽培化を促進する技術開発として、選抜個体を効率的に増殖・普及させる実用的なクローン苗木生産システムを構築する。

研究方法

研究内容：組織培養手法の開発

研究項目：組織培養における培地組成等の諸条件(培地組成・培養環境等)を明らかにし、各条件を組み合わせ、培養系を確立する。

研究成果

成果1：成木から再生植物体を生産する培養系を確立した(写真-1)



左：培養対象の成木



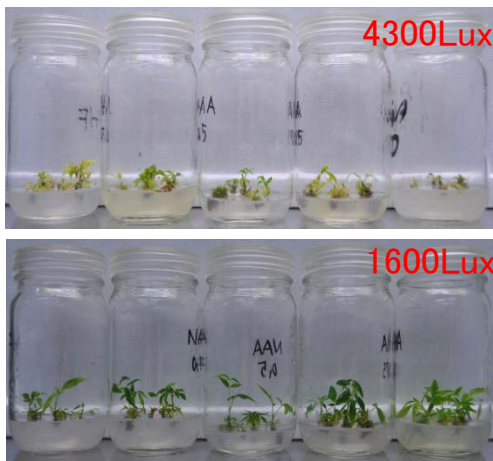
中：対象個体から誘導した多芽体



右：不定芽由来の再生植物体

写真-1 成木から多芽体(不定芽)を経由する再生植物体までの経過

成果2：不定芽の発根率と成長には培地に添加するナフタレン酢酸(NAA)の濃度と培養環境の光条件(照度)が影響することが明らかになり(写真-2, 表1)、それぞれNAA1.0mg/lと1,600Luxが最適条件であった。



Cont.0.25mg/l 0.50mg/l 0.75mg/l 1.00mg/l

写真-2 照度とNAA濃度が不定芽の発根と成長に及ぼす影響

表-1 NAA濃度と照度が不定芽の発根に及ぼす影響

NAA濃度(mg/l)	発根率(%)	
	1600Lux	4300Lux
0	3	0
0.25	50	0
0.50	17	0
0.75	43	0
1.00	60	0

遊休農地の樹林化並びに小果樹生産地としての利用を目指した技術の開発

担当G：緑化樹センター緑化G、道北支場

協力機関：中川町、有限会社匠舎

研究期間：平成25年度～27年度

区分：一般共同研究

研究目的

遊休農地において、植樹によらない簡易な方法による樹林化技術の開発と、新たな地場産小果樹生産に向けた樹木の選定と果実収穫量を増やす維持管理方法を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

試験地：中川町有地1.2ha、林業試験場道北支場苗畑1200㎡、林業試験場本場苗畑320㎡
 樹木導入試験：森林表土敷設、挿し木、その他方法で樹木を導入
 小果樹導入と選抜：挿し木試験、優良小果樹の選抜
 小果樹維持管理試験：剪定、土壌改良を実施

調査方法等
 樹木導入試験：試験地内樹木生存本数と高さを調査
 小果樹導入と選抜：挿し木試験木の生育調査と中川町内において優良な小果樹を探索
 小果樹選定試験：剪定、土壌改良を行った個体の果実収穫量調査

研究成果

樹木導入試験

森林表土の敷設によって多数の樹木が発芽し生育することが確かめられた。表土敷設2年後の1㎡当たり樹木本数は、地表の草を剥ぎ取ってから耕耘した個所は2.4～7.1本、高さ8～61cmの樹木が生育していたが、地表の草を漉き込んで土壌耕耘を行った場合の表土敷設地樹木生育本数は0.8本と少なかった(図1)。

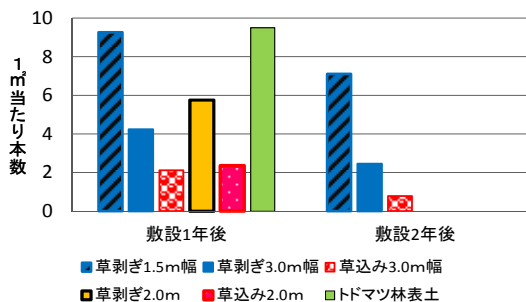


図1 表土敷設地における1㎡当たり樹木生育本数

小果樹導入試験

挿し木で行った試験では、ハスカップが苗木になった割合が高く、ヤマブドウ、ヤマグワが低かった。

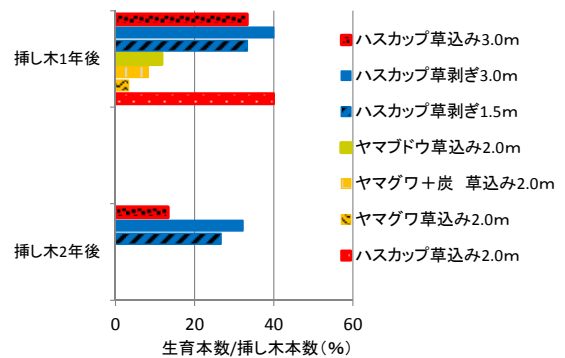


図2 樹種別挿し木が苗木になった割合

小果樹選定試験

ヤマブドウは、1房に着いている粒数が多く、果実が重たい個体を選定できた。ヤマグワは、枝に着いている果実数多く、果実の大きい個体を選定した。



写真は個体別に見たヤマグワ果実の大きさ
 左：E154
 右：D224

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・清水ほか(2016) 遊休農地の樹林化並びに小果樹生産地としての利用を目指した技術の開発(2016) 共同研究報告書 91pp

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：空知炭礦株式会社

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

- ・歌志内市の空知炭礦(株)事業用地
- ・美幌市林業試験場構内など

調査方法等

- ・植栽樹木の成長調査（樹高、根元直径等）
- ・センサーカメラによる動物出没頻度調査
- ・動物食害防止資材の経年変化調査

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

- ・石炭露天掘り跡地近郊の天然林で採取した根粒から純粋培養した窒素固定菌フランキアを組織培養でクローン増殖させたケヤマハンノキに接種して苗木を育成した。
- ・苗木が現場植栽に適した大きさに成長した秋に、これらクローン苗木を露天掘り跡地と林業試験場構内に植栽した。

2. 簡易な植生基盤改良手法の検討

- ・リッパーによる植生基盤改良実施の有無別に樹木の樹高、生存率を調査した結果、リッパー処理を実施した方が若干良い傾向がみられた（図1）。

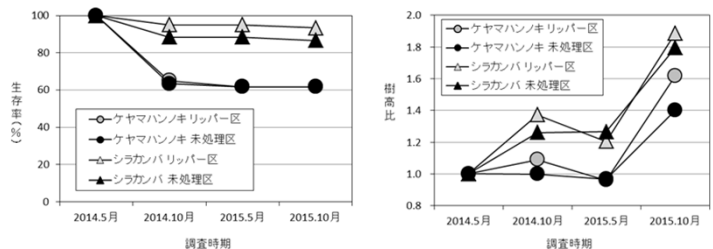


図1 リッパー処理有無別の生存率（左）と樹高成長（右）

3. エゾシカ食害軽減手法の比較調査

- ・3種類（物理柵、電気柵・忌避剤、ツリーシェルター）の動物食害防止資材設置を行い、使用資材別に樹木の樹高、生存率、食害率を調べた。
- ・樹高成長については、ケヤマハンノキではツリーシェルターが、シラカンバでは物理柵が最も良好であった（図2）。
- ・生存率はケヤマハンノキよりシラカンバの方が高く、物理柵は約90%、電気柵・忌避剤、ツリーシェルター、設置なしは約60%の生存率だったが、ケヤマハンノキでは物理柵、電気柵・忌避剤は約50%、ツリーシェルター、設置なしは約30%だった。

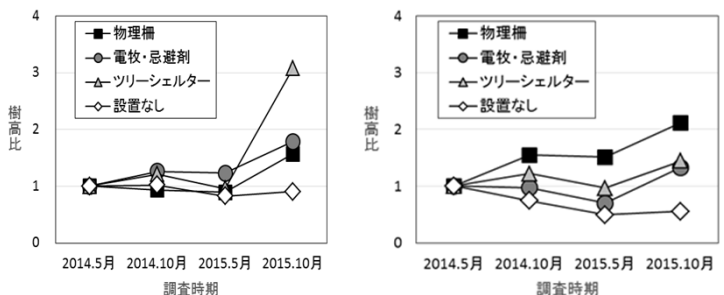


図2 食害防止資材別の樹高成長

- ・自動撮影カメラを設置して、電気柵の内外でシカの出没を調べた結果、昨年に比べて電柵内に侵入するシカの数が大幅に減少した。これはシカが電気柵を学習した結果と考えられる。

* 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、空中の窒素固定を行っている。

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科

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

造林木や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「樹幹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

- 10樹種（広葉樹8樹種、針葉樹2樹種）346個体について共振及び内部欠陥のデータを解析した結果、内部欠陥診断のためのパラメーターを3つ（共振間の音速比、測定位置間の音速比、音速）導き出した（表）。
- 本パラメーターを用いて、6樹種163個体（広葉樹5樹種15個体（エゾヤマザクラ、ギンヨウカエデ、ケヤマハンノキ、シダレカンバ、ナナカマド）、針葉樹1樹種148個体（カラマツ））について内部欠陥を診断するとともに、樹木を伐採し内部の状況を観察した結果、すべてにおいて装置による内部欠陥評価と断面の観察結果は一致していた。

表 樹木内部の欠陥度の評価基準

診断パラメーター	欠陥度の評価		
	○	△	×
共振間の音速比 (%)	90～110	85～90、110～115	<85、115<
測定位置間の音速比 (%)	95～105	90～95、105～110	<90、110<
音速 (m/秒)	広葉樹	345～680	300～345、680～800
	針葉樹	280～415	230～280、415～480

*各診断パラメーターのうち、いずれかの項目で欠陥を示すものがあればそれに従う

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

- 有限要素法コンピューターシミュレーションを用いて、内部欠陥樹木や健全木に振動を与えた時に得られる振動情報にどのような差があるか比較した結果、ある特定の波長において特徴的な共振ピークが現れた。また、振動の状態を表す位相についても差があることが認められたことから、内部欠陥を測定する振動情報として、共振ピークとともに位相も有力な情報であることが分かった。

3 樹幹内部欠陥診断技術の確立

- 本研究において得られた測定データ等を検証し、FFT演算法と内部欠陥の判定手法のアルゴリズムについて、iOSを対象にしてソフトウェアの開発を行った。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

平成27年度森づくり研究成果発表会（札幌）、樹木非破壊診断装置現地検討会（三笠）、街路樹診断協会技術研修会（東京）

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)

調査地や材料について

立木の外見的形質およびカンバ類の材質低下の主要因である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）で、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。

調査項目や調査方法について

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。

研究成果

1. 立木の外見的形質

人工林（林齢43～49年生）では、平均胸高直径、平均枝下高はそれぞれシラカンバ（21.8cm、8.8cm）、ダケカンバ（17.8cm、6.8cm）、ウダイカンバ（18.5cm、10.0cm）であった。最大矢高（地上高0.3～4m）は3樹種とも5～10cmが最も多かった。この林分からの供試材を用いて単板歩留まりを調べた結果、剥き芯径6cm、11cmにおいて歩留まり50%以上を得るためには、原木径は最低でも各々18cm以上、22cm以上が必要であった（林産試験場）。

2. ピスフレックの出現、発生部位

シラカンバのピスフレック発生の基本的傾向は、これまでの調査結果（美唄、土別等）とほぼ一致しており、地上高0.3～2mでは地上高が高いほどピスフレック全体の密度は低くなる傾向があった（図-1）。

3. ウダイカンバのキクイムシ類穿孔被害

下川町のクスサン被害林分でナガキクイムシ類による被害を初めて確認した他、4種のキクイムシによる被害を確認した。ナガキクイムシ類の孔道の距離は長く（平均19cm）、最も被害が大きかった。キクイムシ類の被害は樹幹下部ほど激しく地上から6m以上ではほとんど被害はなかった（図-2）。

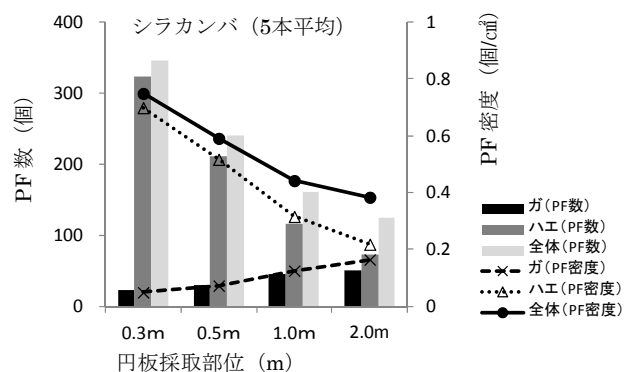


図1 円板採取部位とPF数、PF密度との関係

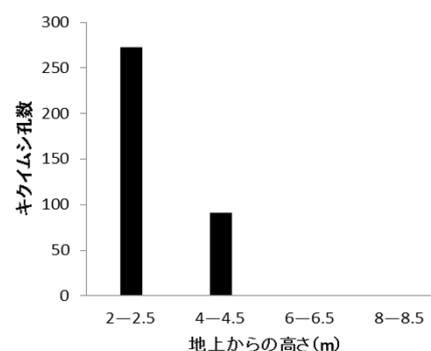


図2 樹幹の部位（地上からの高さ）によるキクイムシ孔数の違い

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・旭川木青と林産試験場との懇談会（H28年2月）

天然林の育成・資源保続に向けた樹種別資源量の評価

担当G：森林資源部経営G・保護G

協力機関：千葉大学、十勝総合振興局森林室、北海道水産林務部林務局森林計画課、
森林環境局道有林課

研究期間：平成26年度～27年度 区分：経常研究

研究目的

天然林の育成、資源の保続を図りながら、有効活用等の多面的機能の発揮を推進するための基礎資料として、地域性・立地環境を考慮しながら、現在の森林のタイプや林分状況等を明確にするとともに、樹種別・径級別の資源量に与える気象・立地環境等の影響を評価する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：全道の天然林(約1700箇所)

方法：0.1haプロットの毎木調査
測定項目：胸高直径

研究成果

1. 樹種構成、林分構造による天然林の類型化

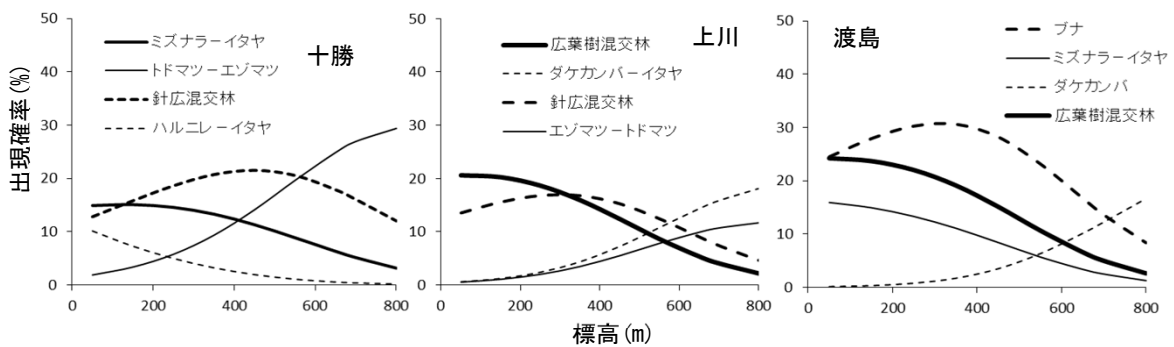
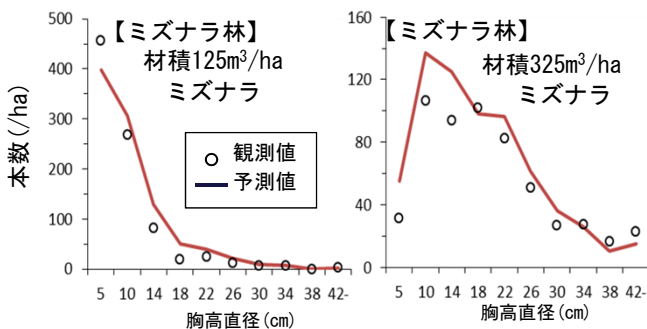


図1 標高と抽出した主要な森林タイプの出現確率(予測値)との関係
林分材積250m³/ha(全調査林分の平均材積)、最深積雪深100cm、傾斜度20°の条件で予測を行った。

2. 林分単位での樹種別・径級別の資源量評価



- ・約1700箇所の天然林のデータを用いて樹種構成をもとに22個の森林のタイプに類型化し、各タイプの出現確率を林分材積や地域、立地環境から推定するための予測式(プロトタイプ)を構築し、その一例を図示した(図1)。
- ・森林タイプの主要樹種を対象に、樹種別・径級別(胸高直径5cm以上)の立木本数を林分材積や立地環境から予測するためのモデル(プロトタイプ)を構築した。未成熟および成熟したミズナラ林を想定し、それぞれの条件で径級別の本数を予測した(図2)。

図2 ミズナラ林の森林タイプにおける胸高直径階別の本数
林分材積125m³/ha(未成熟林)、325m³/ha(成熟林)の条件で胸高直径階ごとの本数をそれぞれ予測した。

アカエゾマツ人工林の間伐シミュレーション ソフトウェアの開発

担当G：森林資源部経営G

協力機関：上川総合振興局南部森林室、オホーツク総合振興局西部森林室、北海道水産林務部森林環境局
森林活用課美唄普及指導員室、林産試験場

研究期間：平成26年度～28年度 区分：経常研究

研究目的

北海道のアカエゾマツ人工林は今後、資源が成熟し間伐・主伐期を迎える。しかし、既存のアカエゾマツ人工林の収穫予測表は高齢級林分に対応していない。そこで、本研究では林齢60年生までの除・間伐に対応した林分成長量予測システムを構築し、従来の収穫予測表に代わる間伐シミュレーションソフトウェアを作成する。また、早期枝打ちによる効果の検証を行い、除・間伐施業指針を提示する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地及び材料

- ①成長モデル構築：毎木調査データ収集(691林分)
- ②間伐シミュレーションソフトウェア開発：同じデータセット

成長モデル構築及び間伐シミュレーションソフトウェア開発：既往の毎木調査結果を解析
解析内容：林分データからシミュレーションに必要な各種曲線を決定するためのパラメータを推定

研究成果

1. アカエゾマツ人工林の成長モデルの構築

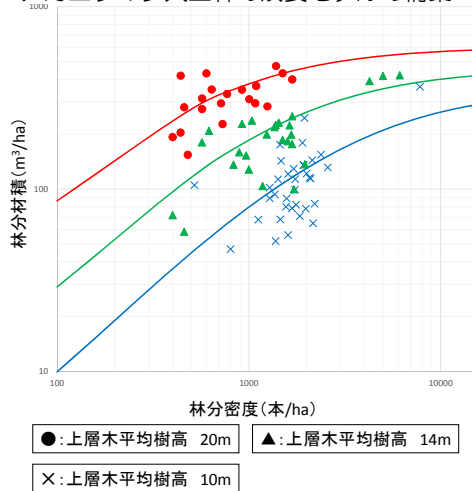


図1 アカエゾマツ人工林の等樹高曲線

等樹高曲線：上層木平均樹高を一定とした時の林分密度と林分材積の関係を表す曲線で、林分密度と上層木平均樹高から材積を推定するために用いる

- ・アカエゾマツ人工林の多地点の林分データ(n=691)を用いて、等樹高曲線(林分密度と上層木の平均樹高から材積を推定するための曲線)を作成した(図1)。
- ・これにより、地位指数曲線から推定される将来の樹高と立木本数のデータを組み合わせることで林分成長量の推定が可能になった。

2. アカエゾマツ人工林の間伐シミュレーションソフトウェアの開発

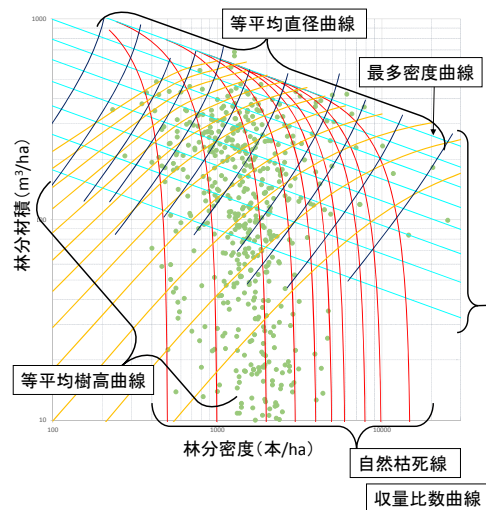


図2 アカエゾマツ人工林の密度管理図
※点は林分ごとの実測値

- ・前出の等樹高曲線と同じデータセット(n=691)を用いて、立木本数の推移を推定できる密度管理図を作成した(図2)。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

津田高明・大野泰之・山田健四・滝谷美香(2015) 高齢林分に対応したアカエゾマツ人工林の成長予測, 北方森林研究 第63号: 31-33
竹内史郎・大野泰之・石濱宣夫・津田高明・滝谷美香・八坂通泰・今 博計・石塚 航(2015) アカエゾマツ人工林の成長・生残・形質に及ぼす植栽密度の影響, 第64回北方森林学会ポスター発表
藤原宏行(2016) アカエゾマツ人工林の枝打ちについて, 北海道水産林務部 普及情報 第198号
竹内史郎・大野泰之・石濱宣夫・津田高明・滝谷美香・八坂通泰・今 博計・石塚 航(2016) アカエゾマツ人工林の成長・生残・形質に及ぼす植栽密度の影響, 第64回北方森林学会ポスター発表

道南地域における人工林施業支援ツールの開発

担当G：道南支場、 森林資源部

協力機関：渡島総合振興局東部森林室、西部森林室、はこだて広域森林組合、七飯町森林組合

研究期間：平成26～28年度 区分：経常研究

研究目的

目的 道南の人工林施業の支援を目的として、道南スギの林分の健全性を判定する指標などを明らかにし、施業提案に活用するツールを作成する。併せてGISデータを用いて施業の集約化に資するマップ等のツールを作成する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

文献調査：林分の健全性を判定する指標について調査する。
聞き取り調査：森林室、森林組合などを対象に、施業推進方法などについて聞き取り調査を行う。

現地調査：渡島総合振興局管内スギ人工林に設置したプロット内で樹高、胸高直径、枝下高などを計測する。

研究成果

- 1) スギ人工林の健全性を高めるための提案型施業支援ツールの開発
 - ・スギ人工林の枝下高の推定式を得た。また、枯れ上がり始める時期を確認できたことから、虫害の軽減や節のない木材の生産などに必要な枝打ち開始時期を提案できるようになった。
 - ・林業普及指導員への聞き取り調査から、施業推進をする際に必要な情報を整理した。特に、間伐で材積が一時的に減っても成長により回復することを明示することが必要であった。この他、施業を行った場合と行わない場合の林況の違いを示すことも必要であった。様式は、現在の様子と将来予測、施業体系を示す簡素なものが良いことが分かった。これらの条件から、施業支援ツールとして、「道南スギ収穫予想ソフト」(マイクロソフト社エクセルで作成)の一部シートに情報を追加した(図-1)。また、施業提案用の資料作成シートを追加した(図-2, 3)。

		地位指数 21										植栽
		主副林木(間伐前)										
		平均		/ha			形状比	胸高断面積合計	相対幹距比	枝下高	立木本数	
林齢	上層高	幹材積	胸高直径	立木本数	幹材積	収量比	%	m ² /ha	%	m	本	
年	m	m ³	cm	本	m ³		%		%			
47	22.9	0.50	25.0	1113	560	0.72	78.8	54.5	0.13	10.6		
48	23.1	0.52	25.3	1102	572	0.72	78.6	55.3	0.13	10.7		
49	23.4	0.54	25.6	1090	584	0.73	78.5	56.2	0.13	10.9		
50	23.6	0.55	25.9	1079	596	0.73	78.4	57.0	0.13	11.1		

図-1 『提案型施業支援ツール』からの抜粋

※間伐の評価基準として、従来の収量比数と形状比に、胸高断面積合計・相対幹距比・枝下高を追加した。高齢級林分を間伐しても形状比の変化は少ないことから、胸高断面積合計や相対幹距比などとの関係も見ながら総合的に間伐時期や伐採量を定めることができる。枝下高の変化を見ることで、樹冠長率や枝打ちしていない場合の枯れ枝が付いている高さを確認する事ができる。

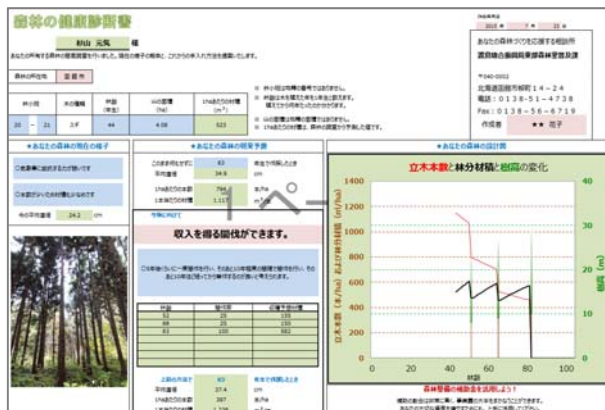


図-2 『森林の健康診断書』シート

※間伐による林分の変化を数値やグラフなどを用いて明示した、森林所有者に間伐の意義を伝えるための資料作成用シート。

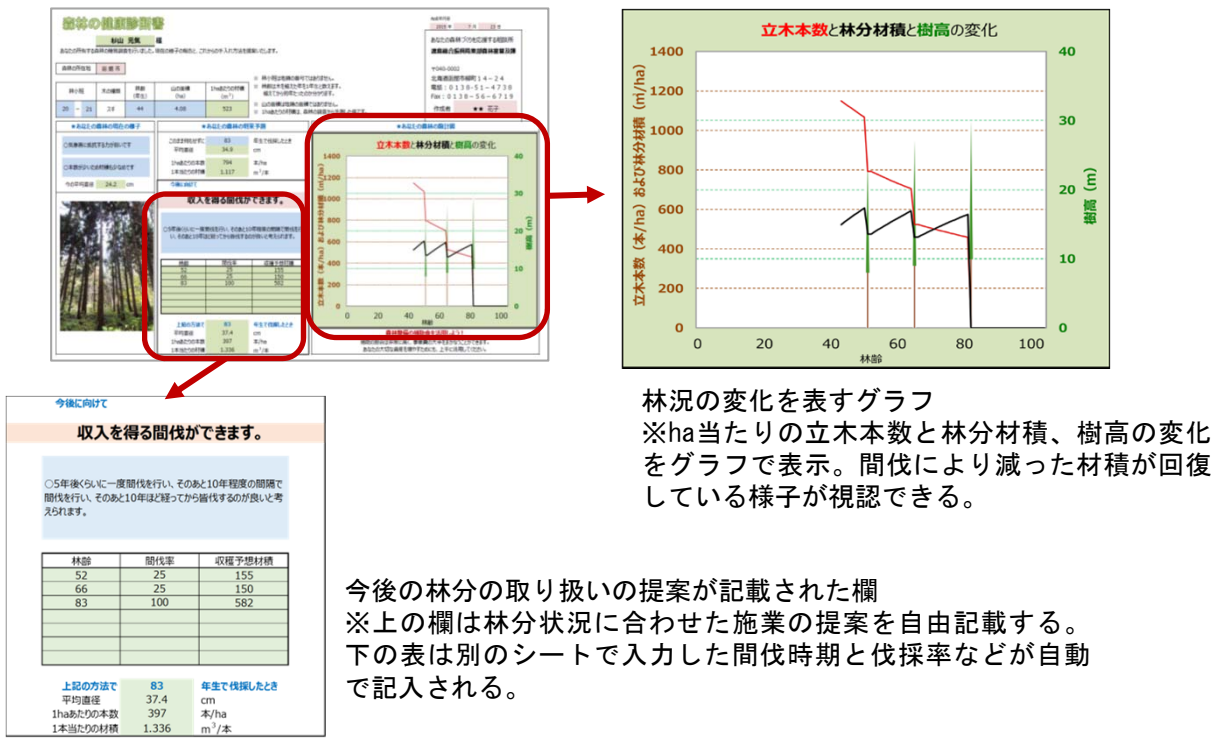


図-3 『森林の健康診断書』シートの詳細

2) 道南地域に適した施業の集約化施業支援ツールの開発

・森林組合等への聞き取りの結果、施業の集約化は、過去の施業実績や造林事業の条件などをもとに判断することが分かった。事業の候補地となる林分を、森林GISデータから検索するための条件式を試作した(図-4)。

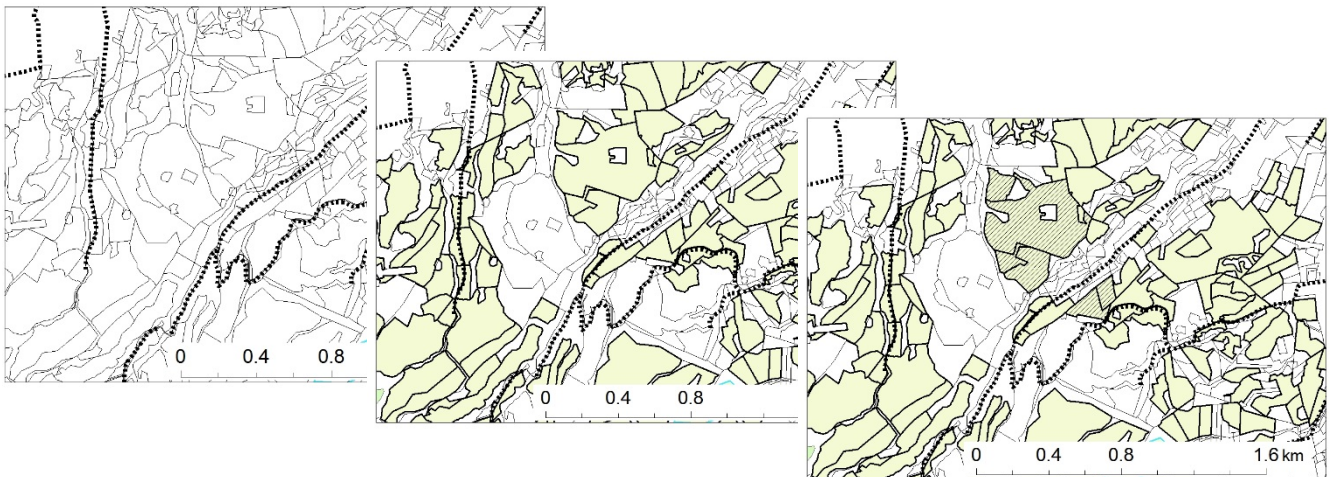


図-4 集約的に施業を行う小班の候補の選抜

左：全ての小班（点線が道路、細い線は小班の区域）。

中：施業の集約化に必要と考えられる条件として、林種、林齢、面積、haあたり蓄積、施業履歴、道路からの距離を用いて造林事業の候補地を抽出（うす黄色の小班）。

右：抽出した中から施業の中心となる小班を決め、その小班からの距離、同一の経営計画であることを条件に、まとまりのある施業候補地を選抜する（斜線が入った小班）。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

寺田文子・八坂通泰・菅野正人(2014) 道南地域におけるトドマツ人工林の林況と枝下高の関係・第63回北方森林学会大会ポスター発表

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、森林資源部経営G

協力機関、研究機関：九州大学北海道演習林、住友林業、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

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）
- 2：九州大学北海道演習林（除伐）
- 3：東神楽町、九州大学北海道演習林（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



写真-1 皆伐から3ヶ月後の試験地



写真-2 皆伐から2年10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-1）。皆伐前に着葉していた葉はその後落葉したが、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、樹高成長も始まっていた（写真-2）。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。

- ・カラマツの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5m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5～45mの範囲で表土除去を行うことが望ましい。
- ・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試験地を設定し、除伐を実施した。カラマツ幼樹の林冠の相対照度は、除伐前は8～12%であったが、除伐後は100%となった。
- ・表土除去区では植栽後2年間の成長は低下したが、その後成長量が回復し草刈り地拵区と同じ樹高となった。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・中川昌彦ら（2014）カラマツの天然更新施業に適切な伐開幅の推定。第63回北方森林学会大会
- ・中川昌彦ら（2015）林内に天然更新したトドマツ幼樹の上木皆伐後の生残と成長。第126回日本森林学会大会
- ・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（2015）北海道日高振興局森林室主催トドマツ天然更新木の情報発信意見交換会

広葉樹林化技術の実践的体系化研究

担当G：森林資源部経営G、道南支場

研究機関：(国研)森林総合研究所(主管)、速水林業、静岡大学、新潟大学、
8公設研究機関

研究期間：平成26年度～27年度 区分：公募型研究

研究目的

針葉樹人工林の広葉樹林化を図り、多面的機能の発揮に資するため、人工林における広葉樹の生育実態などを調査し、誘導可能な林型(目標林型：完全な広葉樹林、針葉樹と広葉樹の混交林など)を提案するための技術を開発する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：トドマツ人工林(57年生)
(道有林空知管理区241林班)
上木密度：544～960本/ha
材積：407～485m³/ha

方法：50m×50mプロット(2箇所)の毎木調査
測定項目：胸高直径、
樹高・枝下高
立木位置

研究成果

- 「広葉樹林化」の現場実証および研修用資料の作成・普及啓発

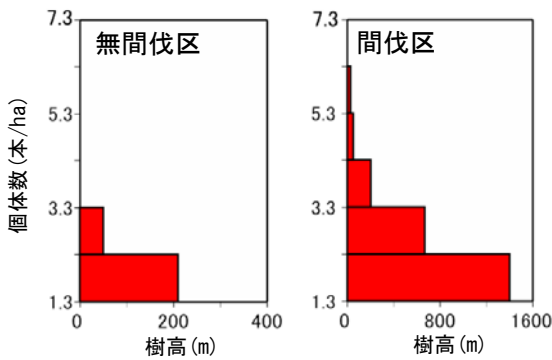


図1 無間伐区、間伐区における広葉樹の樹高階別の本数分布(48年生時)

- 現場実証として、施業履歴が明らかなトドマツ人工林を対象に広葉樹の侵入状況と間伐にともなう広葉樹の損傷状況、その後の樹高成長を調査した。
- 間伐が行われてきた林分は、無間伐で推移した林分に比べて侵入広葉樹の本数が多く(図1)、間伐は広葉樹の侵入を促進するための有効な方法であることが確認された。
- 一方、広葉樹の成長促進を目的とした間伐では、一部の広葉樹に損傷が認められ(図2)、これらの損傷木の樹高成長は無損傷木に比べて制限される傾向にあった(図3)。

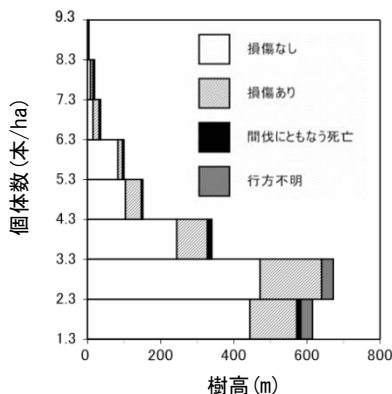


図2 間伐にともなう広葉樹の損傷状況(53年生時)

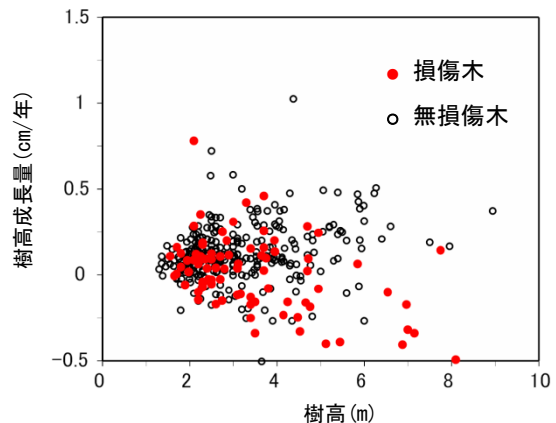


図3 広葉樹の期首の樹高と樹高成長量との関係

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 八坂通泰ほか(2015)道南地方のトドマツ人工林における広葉樹の侵入状況. 北森研63:27-29.
- 寺田文字ほか(2015)道総研林業試験場道南支場に設置したスギ・ブナ二段林におけるブナの成長の様子. 第64回北方森林学会大会(口頭発表)

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：道南支場・森林資源部経営G・森林環境部機能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)

調査地について等

調査地：道南地域・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

既存の森林調査簿のデータからどのような基準で木材等生産機能を評価しているか精査し、道南地域のスギの地位指数推定式を用いて、地位指数を小班単位で推定して図示した(図1)。

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

標高、傾斜、林冠閉鎖度、針葉樹と広葉樹の混交率、ササの種類から森林における草本層の種数を推定する手法を試作した(図2) 空知管内の民有林について森林調査簿における水源涵養機能の評価について精査したところ、機能が低い森林は少なく、道有林では除地、一般民有林では防風林や農地跡など特定の土地利用に限られていることがわかった(図3)。

3. 森林機能区分の表示手法の開発

一般民有林GISを用いて北海道全市町村の機能区分の状況を確認し、機能区分策定に関して市町村に聞き取りを行った。機能区分は林野庁要領を基本に実施したが、普通林については市町村独自の判断が入っていること、機能区分は市町村における森林管理の基本的な指針であることを確認した。

道有林基本計画における機能区分策定を支援するため、森林GISと傾斜と道路データを用いて木材生産の適地候補を表示する手法を試作した(図4)。

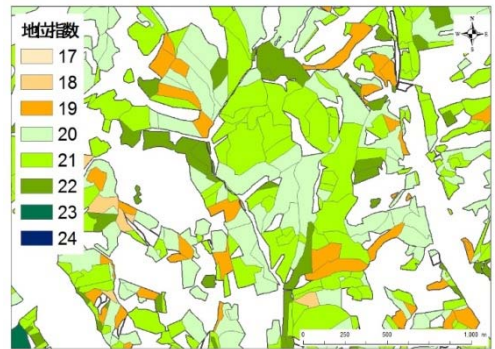


図1 木古内町の地位指数推定値(人工林を対象に標高、傾斜、有効起伏量のGISデータを使用して小班毎の平均値を算出)

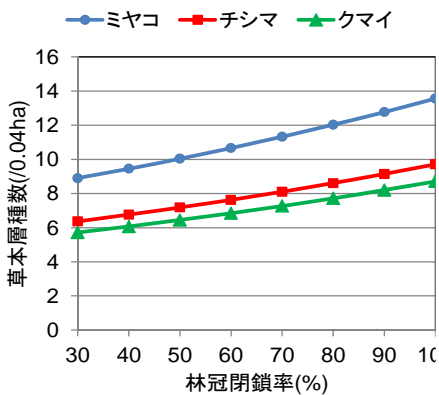


図2 植物多様性に及ぼす林冠閉鎖率とササの種類の影響(標高100m、広葉樹林における推定値)

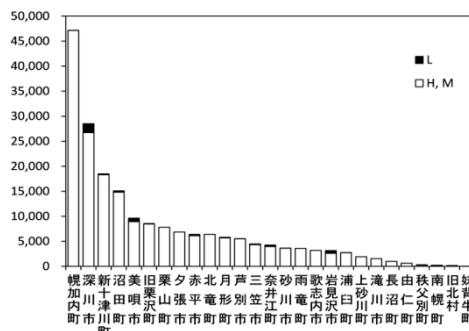


図3 空知管内民有林の水源涵養機能評価別面積(ha)

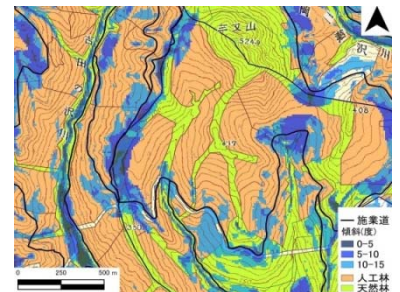


図4 木材生産適地候補表示の例(道路から100m以内、傾斜15度以下を青で表示)

道南スギにおける径級別丸太供給可能量の将来予測

担当G：森林資源部経営G

協力機関：北海道水産林務部林務局林業木材課・森林計画課、渡島総合振興局、木古内町

研究期間：平成27年度 区分：受託研究

研究目的

道南スギを対象とし、林分単位の径級別丸太生産量、施業適地面積、齢級別伐採面積等を推定し、道南スギの用途拡大や資源の保続を検討するために、将来的な径級別丸太供給可能量を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地や材料について

- 1) 径級別丸太生産量の推定
一般民有林および道有林430カ所のスギ人工林データ
- 2) 施業適地面積の推定
イコノスオンライン画像、北海道が作成した森林調査簿データ
- 3) 径級別丸太供給可能量の将来予測
北海道森林計画課提供データ(一般民有林)、渡島東部森林室及び渡島西部森林室提供データ(道有林)、北海道森林管理局提供データ(国有林)

調査項目や調査方法について

- 1) 径級別丸太生産量の推定
林分調査データの整備、立木密度の解明、細り表の整備、収穫予測ソフトの改良
- 2) 施業適地面積の推定
森林GISにおける標高、傾斜、衛星画像による成林率などのデータ整備と解析
- 3) 径級別丸太供給可能量の将来予測
齢級別人工林面積、齢級別伐採面積、造林面積等のデータ整備と資源動態モデルの構築

研究成果

1) 径級別丸太生産量の推定

道南スギでの立木密度の経年変化を地位ごとに明らかにした(図-1)。また、林業試験場が開発した道南スギ収穫予測ソフトに、山形県で開発された細り表を道南スギでの適合性を確認し組み込んだ。さらに、地位ごとの立木密度の変化を考慮し道南スギ収穫予測ソフトを用いて、林分単位の径級別丸太生産量を推定した(図-2)。

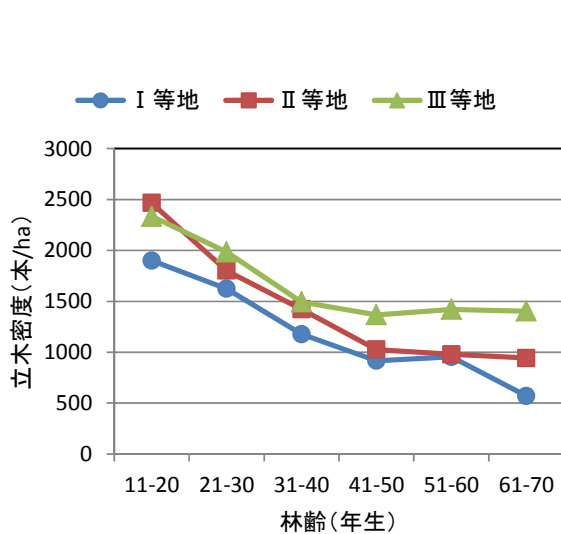


図-1 地位別立木密度の変化

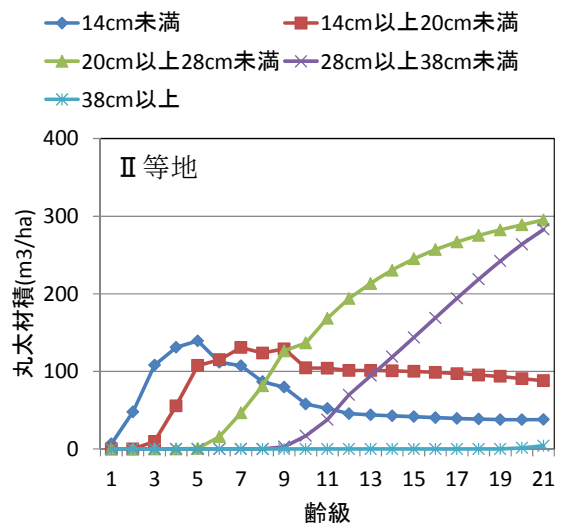


図-2 道南スギの径級別丸太材積の変化 (II等地の結果)

2) 施業適地面積の推定

傾斜、成林状況等の情報を森林GISや衛星画像(図-3)を用いて整備し、施業適地面積を推定した。成林率(成林率60%以上)による施業適地面積はI等地およびII等地は7~8割、III等地は6割と考えられた。一方、地形・標高(傾斜30度未満、標高250m未満)による施業適地面積は8割程度が適当とした。

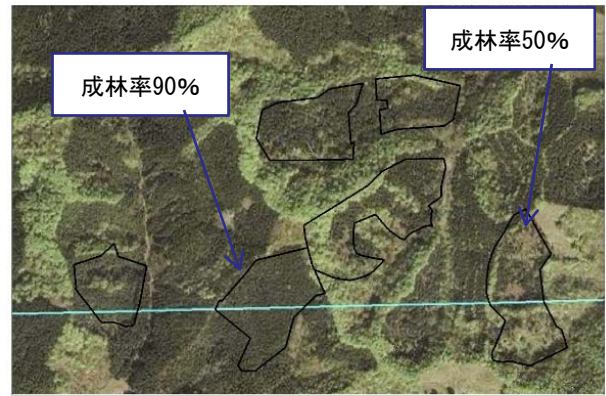


図-3 イコノスオンライン画像による成林率の評価例
※成林率60%以上を施業適地とした。

3) 径級別丸太供給可能量の将来予測

齢級別人工林面積や伐採面積等の情報を整備し、林分単位の径級別丸太生産量と施業適地面積等と統合することで資源動態モデルを構築し、径級別丸太供給可能量について将来予測を実施した。その結果、現状の伐採量1.5倍(図-4伐採量B)、施業対象面積6割としても森林蓄積は減少しないことが示唆された。また、径級別丸太材積の推移は、今後とも径級20~28cmが主力ではあるが、14~18cmは減少し、30~38cmが多く出材されると予測された(図-5)。

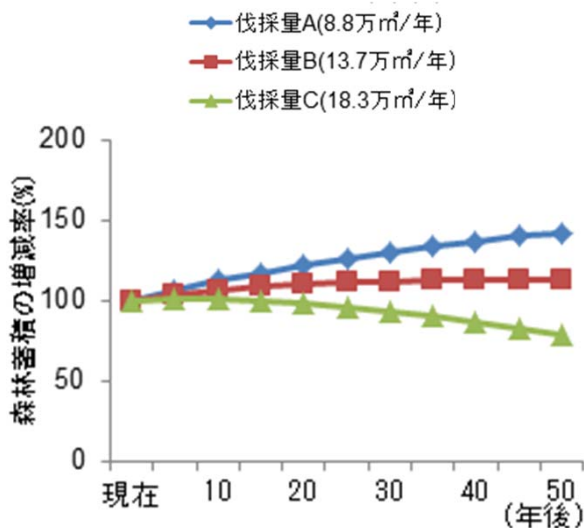


図-4 伐採量ごとの森林蓄積の推移(施業対象面積現状6割の場合)

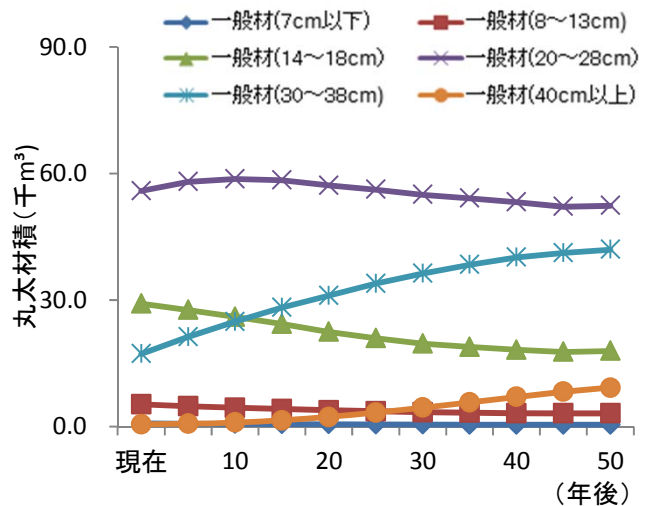


図-5 径級別丸太出材量の推移(伐採量現状1.5倍、施業対象面積6割の場合)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 道総研林業試験場(2016)「道南スギにおける径級別丸太供給可能量の将来予測」、北海道林業・木材産業対策協議会への報告書
- 北海道林業・木材産業対策協議会が実施している「道南スギの利用促進に向けた検討会」での報告(H27.11、H28.3)
- 檜山振興局が実施している「道南スギ利用拡大検討会議」(H28.1)での報告
- 八坂通泰、津田高明、寺田文子(2016)「道南スギにおける径級別丸太供給可能量の将来予測」、山づくり6月号
- 津田高明(2016)「道南地域の人工林資源の供給可能性について—道南スギを中心に—」、日本木材学会北海道支部 第47回研究会

林業用優良種子の安定確保に向けた採種園整備指針の策定

担当G：森林資源部経営G

共同機関：(国研)森林総合研究所

協力機関：北海道水産林務部林務局森林整備課、オホーツク総合振興局東部森林室、日高振興局森林室、北海道森林管理局、北海道山林種苗協同組合

研究期間：平成26年度～28年度 区分：重点研究

研究目的

カラマツ、トドマツの収穫時期を迎え、今後10年間に苗木の需要量が20～50%ほど増加すると予想されている。しかし、多くの採種園は更新時期を迎え、早急な採種園の整備・造成が必要となっている。そこで、主要造林樹種であるカラマツ、グイマツ雑種F₁、トドマツの採種園の造成適地の選定と必要面積の評価を行い、採種園整備指針を策定する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：訓子府カラマツ採種園
新冠カラマツ採種園

解析：2002～2015年のカラマツ着果数と気象データとの関係解析

研究成果

■採種園の造成適地の選定

- 結実の良い訓子府採種園と悪い新冠採種園のカラマツ球果データを用いて、気象条件との関係を分析した。採種園間には気温に差はなかったが、降水量には差が認められ、5～7月の降水量が300mmを上回ると翌年の球果数が少ない傾向があった(図1)。
- 5～7月の平均降水量が300mmを上回る地域では、カラマツ球果の採種記録が少ないことから(図2)、これらの地域はカラマツ類の採種園の造成不適地であると考えられた。

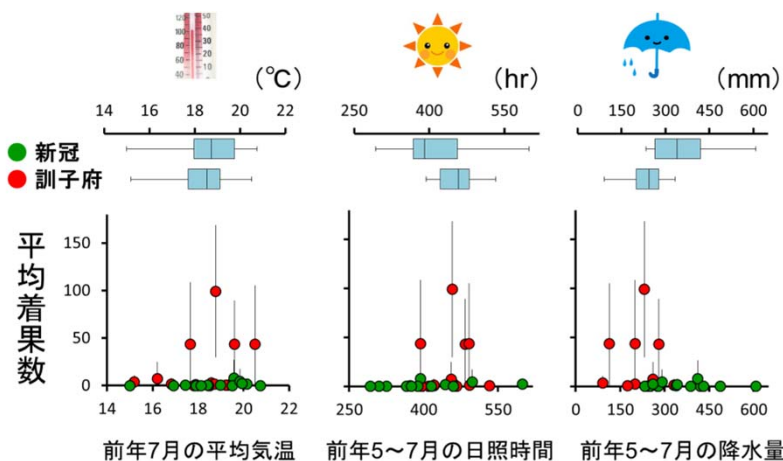


図1 開花前年の気温・日照時間・降水量とカラマツ球果数の関係

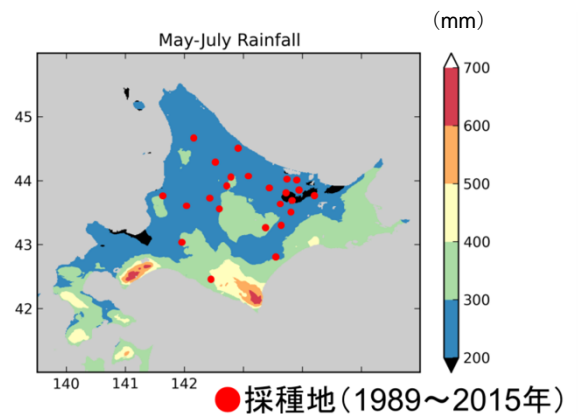


図2 5～7月の降水量の分布と平成元年以降のカラマツ類の球果採種地との関係

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 今 博計・石塚 航・来田和人(2015)トドマツ採種園における種子生産量の推定, 第62回日本生態学会大会(ポスター発表)。
- Kon,H. Saito,H.(2015) Test of the temperature difference model predicting masting behavior. Can. J. For. Res. 45: 1836-1845.
- 今 博計・石塚 航・来田和人・黒丸 亮(2016)気象データを利用したカラマツ採種園の適地評価, 第127回日本森林学会大会(口頭発表)
- 田村 明・松下通也・矢野慶介・来田和人・今 博計・石塚 航(2016)樹冠中のカラマツ球果数の簡易推定方法の開発, 第127回日本森林学会大会(ポスター発表)

コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：(国研)森林総合研究所(代表)の他、6大学、
16公設試験研究機関、3民間企業

協力機関：オホーツク総合振興局東部森林室、上川総合振興局北部森林室、北海道水産
林務部林務局森林整備課、森林環境局森林活用課・道有林課

研究期間：平成26年度～27年度 区分：公募型研究

研究目的

再造林コストの高さが障害となり再造林放棄地の増加が全国的に問題となっている。伐出作業の生産性の向上・低コスト化の取り組みに比べて遅れている地拵え・植栽・下刈り作業についてコスト削減技術の開発・実証を行う。北海道ではコンテナ苗木の利点を活かされるよう初期成長が早いカラマツ、グイマツ雑種F₁(クリーンラーチ)を対象に北海道に適した造林用コンテナ苗木生産方法を開発する。

研究方法

- 1 対象樹種：カラマツ、クリーンラーチ (CL)
- 2 育苗試験
播種：播種時期、コンテナ容器、野外順化時期
挿し木：台木育成方法、挿し付け容器

- 3 植栽試験
試験項目：植栽時期、育苗コンテナ容器
調査項目：生存率、苗長、根元径

研究成果

種子を4月下旬に播種し7月上旬に野外順化を始めることにより、秋には植栽可能な苗木(平均苗長35cm程度、平均根元径4mm程度、平均形状比90以下)を生産する方法を開発した(図-1)。

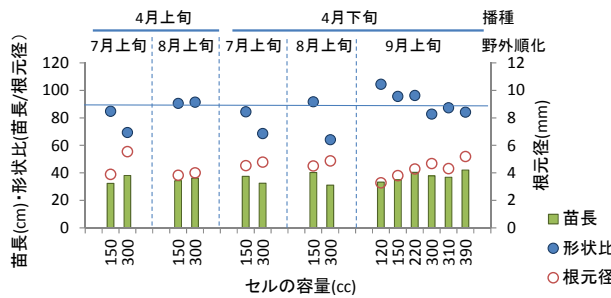


図-1 異なる育苗条件での播種当年秋の苗の成長

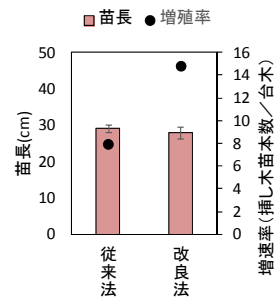


図-2 クリーンラーチ挿し木苗の挿し付け翌年秋の苗長と増殖率

従来のさし付け方法(台木を圃場育成→ペーパーポットにさし付け→圃場に移植)に比べて改良した方法(台木をコンテナ温室育成→コンテナにさし付け→移植なし)では、温室で台木を育てることにより台木が大きくなり挿し穂数が1.7倍、発根や発根後の生存を加味した挿し付け翌年秋の増殖率は1.9倍になった(図-2)。

枯死木は生存木よりも形状比(苗長/根元径)が高く(図-3左)、形状比が100以下のコンテナでは植栽2年後には裸苗より樹高、根元径が大きくなった(図-4)。新葉が活発に展開する6月、7月の植栽コンテナ苗の枯死率が高くなったが、8月以降の植栽では生存率が高く、5月と10月中下旬に限られていた植栽時期を延長できることが示唆された(図-3右)。

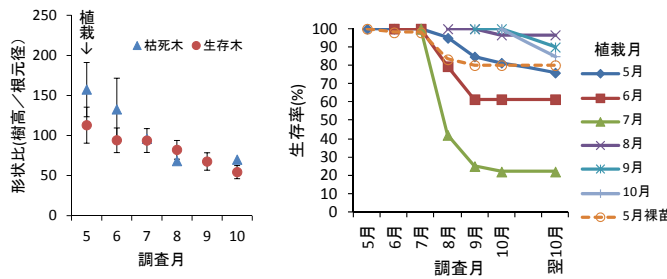


図-3 三笠植栽試験地における1年生カラマツコンテナ苗の生残

左：植栽時で平均形状比が100を越える苗の形状比の推移、枯死木とは翌月の調査日までに枯死した木。右：5月時点で平均形状比が100以下の苗の植栽時期別生存率の推移

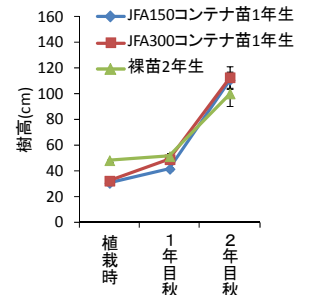


図-4 三笠植栽試験地におけるコンテナ苗と裸苗の成長
植栽時のコンテナ苗の平均形状比は100以下

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・来田・今・石塚(2015) カラマツコンテナ苗木はいつでも植栽可能か. 第126回日本森林学会大会
- ・原山ほか(印刷中) 異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率, 成長および生理生態特性. 日本森林学会誌

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要因を解析する。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)

調査材料：

- (1) 2010～2014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を収集。
- (2) カラマツ・トドマツ1年生苗を育苗(カラマツは訓子府採種園、トドマツは新冠採種園にて平成26年に採種し、平成27年5月播種)。

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) 1年生苗を生育する用土量・灌水頻度・絶水処理タイミングを変え、育苗試験を実施。各処理における生存推移・成長量・光合成量の調査。

研究成果

- (1) 苗木生産業者の播種後2年間の経時データより、2013年におけるカラマツ発芽期・発芽後の生存率の低さが顕著で(図1)、当該年の得苗率の低さにつながっていたことがわかった。得苗実績値と気象データを用いた環境リスク解析を行ったところ、カラマツ・トドマツ両樹種で5～6月(発芽期)の短期的な水分不足が得苗率の低さに関連していたものとみられた。
- (2) 育苗試験より、水分不足の生育環境下では生存率が著しく低下するとともに、成長量や光合成生理活性も低下することがわかり、樹種間比較からはとくにカラマツでこの傾向が顕著だった(図2)。一方、トドマツの成長には用土の影響は大きいものの、水分による律速は大きくないとみられた。

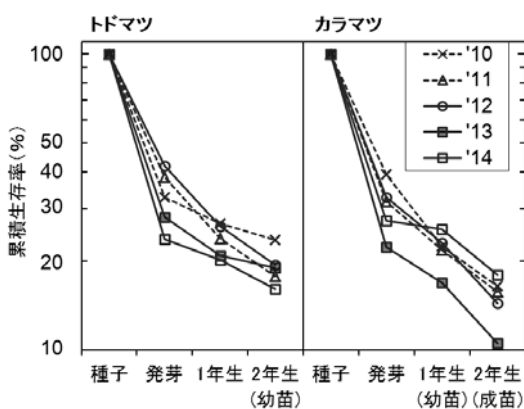


図1. 樹種別・生育段階別の生残率の推移
凡例の数字は播種年で、2年間の推移を示す。

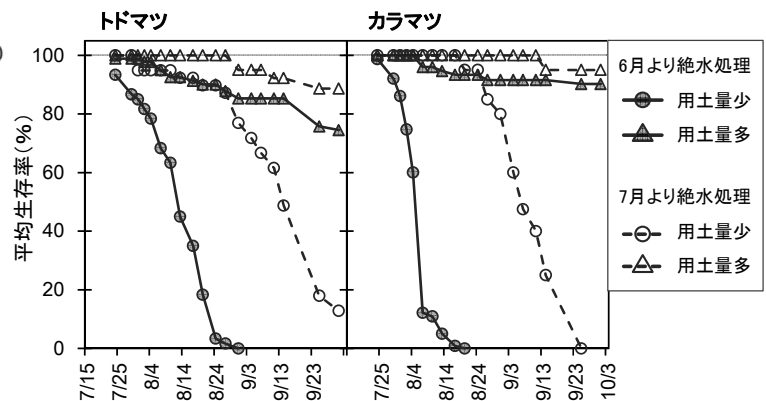


図2. 樹種別・生育条件別の平均生存率の推移
絶水処理タイミング・用土量の違いは凡例参照。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

石塚航・今博計・来田和人, 2015, カラマツ苗木生産における気象リスクの網羅的分析, 第126回日本森林学会
石塚航・今博計・来田和人・黒丸亮, 2016, 系統・環境: トドマツ幼苗のパフォーマンスを変える因子は? 第127回日本森林学会

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：北方建築総合研究所（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、工業試験場、
環境科学研究センター、地質研究所、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. バイオマスフォワーダ集荷工程調査
場所：南富良野町
対象機械：諸岡MST-800VDL (写真-1)
 コマツ CD60R (写真-2)
方法：作業時間観測、集荷量の測定

2. 木質バイオマス利用可能量の推定
北海道などの統計データおよび伐採計画などを元にGISを用いて利用可能量を推定。

研究成果



写真-1 バイオマスフォワーダ(MST-800VDL)
*荷台に圧縮機能有り



写真-2 フォワーダ(CD60R)
*積み込みはグラップルローダで行う

1. バイオマスフォワーダ集荷工程調査
積載量は、カラマツの方がトドマツより、約1割多く積める傾向がみられた(図-1)。積み込み速度については、カラマツの方が約3割速い傾向がみられた。これは、カラマツよりトドマツの枝条の方が嵩張るためだと考えられる。また、フォワーダとの比較では(トドマツのみ)、バイオマスフォワーダの方が2割多く積める傾向がみられた。積み込み速度については、ほぼ変わらなかった(フォワーダでは積み込みに別にグラップルローダを使用)。

2. 木質バイオマスの利用可能量の推定
富良野圏域におけるバイオマス利用可能量(暫定値)について図化した。森林資源量(面積)は南部地域に偏在している傾向がみられたが、木質バイオマス利用可能量については森林資源量とは異なる傾向がみられたが、これは、材の集材方法の違いが反映されたためだと推測される(図-2)。

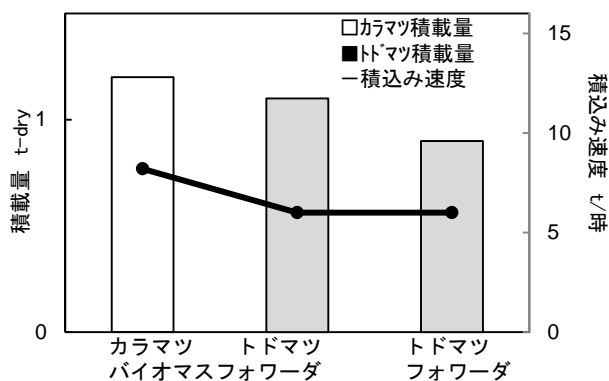


図-1 バイオマス収集工程調査結果

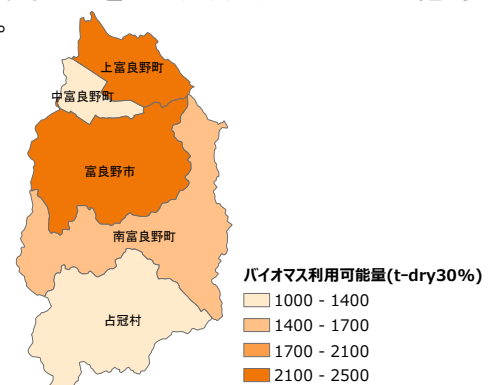


図-2 富良野圏域の木質バイオマス利用可能量

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

酒井明香ほか(2015)北海道における機械作業システムと林地残材率を考慮した林地残材集荷可能量の推定. 森林誌30(2):71-78

成熟化するトドマツ人工林材の 用途適性評価と利用技術開発

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：林産試験場（主管）

研究期間：平成26～28年度 区分：重点研究

研究目的

森林づくり基本計画では、北海道における木材供給量が平成44年には610万m³に増加するとされており、その中心はトドマツとなると考えられている。しかし、現在の使用用途は中小径材が主でこれから増える大径材については材質や性能には不明な点が多い。そのため、中大径化が進むトドマツ人工林材について、天然林材と同等に扱えるのかを検証するとともに、腐朽材の選別基準や混入低減のための対応策を示して、トドマツ人工林資源の価値の適正評価や有効活用を図る。さらに、需給の安定化を踏まえた将来的な利用モデルを提案する。そのうち、林業試験場は腐朽木発生低減対策と径級別資源予測を担当する。

調査方法

1. 主伐前の現況調査（5月11-12日）
 - ・古い集材路位置の測量
 - ・立木および古い伐根位置の測量
 - ・集材路跡地脇の立木の傷害程度を調査
 - ・傷害程度：無し・微害・中害・激害

2. 主伐後の根株腐朽状況調査（9月9日）
 - ・伐根腐朽状態調査
 - ・腐朽度合い、腐朽面積



研究成果

調査木および集材路の位置を測量して図化した（図-1）。

主伐前、地上部においてなんらかの損傷が観察されたのは153本中46本（30%）であった。主伐後に主伐前の調査木を再識別できたのは138本（90%）であった。これらについて、伐根の腐朽状況を調査したところ、伐根腐朽率は全体で53%、集材路からの平均距離は2.6m（図-2）であった。

特に、斜度が緩い場所で伐根腐朽が多い傾向がみられた（図-3）。

斜度が緩い場所は土場に近く、伐木集材作業が集材路に関係なく実施され、腐朽の原因となる損傷木の発生を増加させたことが一因と推測される。

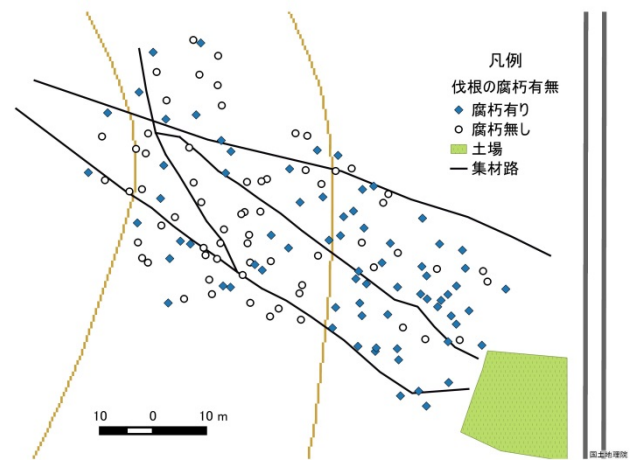


図-1 集材路跡と伐根（腐朽有り・無し）の分布

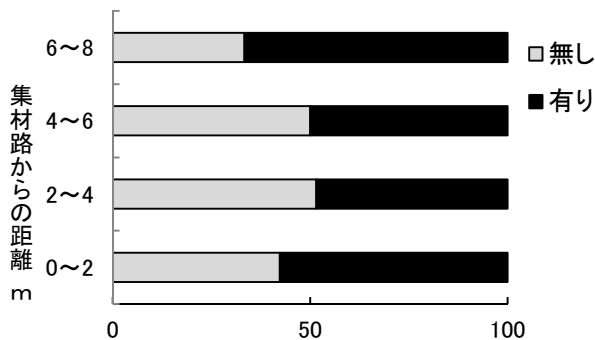


図-2 集材路からの距離と伐根腐朽の有り・無しの比率

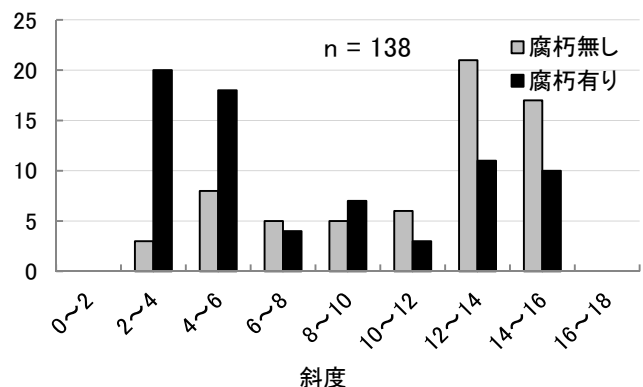


図-3 傾斜と伐根腐朽の有り・無し

森林作業道の適正整備を支援するシステムの開発と普及

担当G：道北支場

協力機関：北海道水産林務部森林環境局森林活用課、上川総合振興局北部森林室、中川町

研究期間：平成27年度 区分：職員研究奨励事業（技術支援型）

研究目的

森林作業道の適正整備情報（路網規格の選定、路網密度、横断面形状）を提示する森林作業道適正整備支援システムの開発とシステムを普及するための取り組みにより、森林作業道を適正に整備するための技術や知見の現場定着を促進するとともに適正な森林作業道整備にともなう道路建設費用・木材運搬費用の低減、林地荒廃の防止等を図る。

研究方法(調査地概要や調査方法)

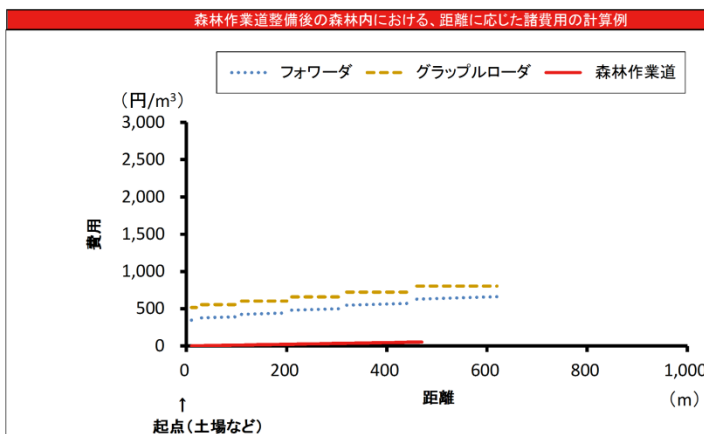
- 1) 計算ソフトの開発：支援システム上の計算シートにおいて、現場条件を入力することにより森林作業道適正整備情報（路網規格の選定、路網密度、横断面形状）を計算するソフト（エクセル）を開発する。
- 2) 現場からの要求と支援システムとの整合性の向上：普及組織、林業事業者および森林施業プランナー等との意見交換を通じ、現場からの要求（計算シートの使用感、補足説明の追加、参考値の表示等）を支援システム開発にフィードバックする。
- 3) 支援システムのPR：技術開発成果発表会等において開発した支援システムをPRすることにより、森林作業道を適正に整備するための技術や知見の現場定着を図る。

研究成果

■現場条件（森林面積、機械の費用、道路の費用等）を入力することにより、当該現場における森林作業道の適正整備情報（路網規格の選定、路網密度等）を容易に得られる計算ソフトを開発した（下図）。

路網規格の選定	
利用区域内森林からの出材量の合計(A)	90 (m ³ /年)
森林作業道における経済的な搬出量の上限值の目安(B)	120 (m ³ /年) 程度
数量比較	(A)<(B)
利用区域内森林における経済的な路網規格	森林作業道

路網密度等	
森林作業道までフォワーダ集材を行う場合の、森林作業道の路網密度の目安	50 (m/ha) 程度
森林作業道からの最大到達距離	150 (m) 程度



項目	種類	数量	備考
距離 (m)		200 400 600 800 1,000	
往復回数 (回/日)		12 10 9	最大値
平均搬出量 (m ³ /回)		6.0 6.0 6.0	
1日あたりの搬出量 (m ³ /日)		72.0 60.0 54.0	
直接費用 (円/m ³)	フォワーダ	443 563 657	積みみ費用
	グラップルローダ	603 723 804	
	計	1,046 1,286 1,461	
長期計画上の費用 (円/m ³)	森林作業道	22 44	森林作業道の全長 475m

■出力画面
 (1) 路網規格の選定では、林業専用道を用いた搬出経路の費用と森林作業道を用いた搬出経路の費用とを比較し、安価な方の搬出経路の路網規格が選定される。
 【効果】道路建設費用、木材運搬費用の縮減が図られる。

(2) 路網密度等では、フォワーダ集材における森林作業道密度等の目安が計算される。
 【効果】道路の費用+集材費用の合計を最小にできる。また、余計な道路建設が削減されるため、林地荒廃の防止が図られる。

(3) 森林作業道整備後の森林内における、距離に応じた諸費用の計算例では、距離に応じた機械の搬出費用・積込費用や、森林作業道を長期的に維持していく上での最低限の費用（長期計画上の費用）が計算される。
 道路の維持管理と集運材作業とを一括して行う場合を想定し、長期計画上の費用の単位は（円/m³）とした。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・北海道森林管理局主催の技術開発成果発表会（H27.11.9 旭川市）において本ソフトの一部の発表・PRを行った。
- ・北海道森林整備担い手センターが実施する「緑の雇用」現場技術者育成対策事業フォレストリーダー研修において発表・PRを行った。

収益性及び資源構成に基づく 林業経営シミュレーションモデルの開発

担当G：森林資源部経営G、道南支場

協力機関：厚真町

研究期間：平成25年度～27年度

区分：経常研究

研究目的

林業経営における収益性の安定化を図る方策として、複数林分の団地化(作業時期の一括化)を前提とした集約化施業の導入や路網整備による施業コストの低減が期待されており、林業の収益及び資源構成の安定化に向けた団地設定及び伐採計画の最適化を図る必要がある。そこで、本研究では、厚真町のカラマツ人工林を事例地とし、林業経営の安定化に向けた経営シミュレーションモデル(プロトタイプ)の開発を目的とする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：厚真町有林(カラマツ人工林：946ha)
 ①成長量調査：71林分(40-60年生)
 ②路網調査：厚真町有林の過去に作設された作業道の路幅、位置等(総延長：約183km)

③林業経営シミュレーションモデル作成
 ・林分単位での収益性評価(最適伐期林齢の判定)
 ・収益性に基づく団地化範囲の最適化手法の開発
 ・GISを用いた収益性及び資源構成予測モデルの構築

研究成果

1) 林分単位での収益性評価(最適伐期林齢の判定)

- 調査地の地位や傾斜、作業道からの距離及び伐出作業システムと原木価格体系を元に、林業収益を最大化する間伐・主伐時期の検索プログラムを構築した。
- 調査地のカラマツ人工林(330小班)にプログラムを適用し、最適な主伐林齢を解明した結果、最適主伐林齢は60～80年の範囲に分布していた(図1)。

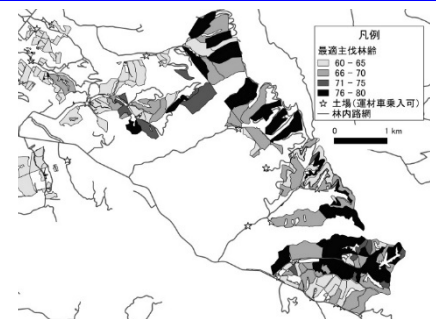


図1 小班毎の最適主伐林齢

2) 収益性に基づく団地化範囲の最適化手法の開発

- 林内路網と土場、林分位置をGISより取得し、伐出に係わる間接経費を最小化する林分集約化範囲の計算手法を構築した。また、計算結果を地図上に図示できるようにした。
- 調査地に本手法を適用したところ、1団地の面積を30ha(23団地)以上とすることが最適と推計された(図2)。

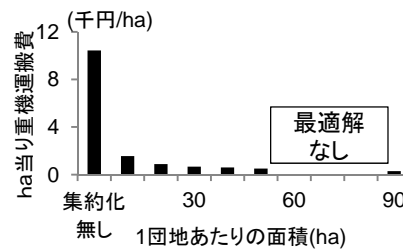
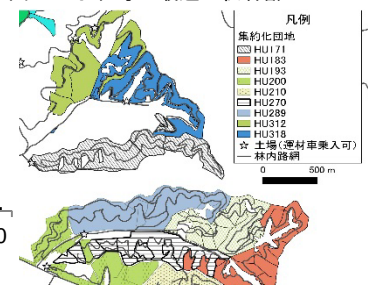


図2 調査地における団地面積と重機運搬費の関係 ※右図は1団地の面積を30haとした場合



3) GISを用いた収益性及び資源構成予測モデルの構築

- 1)及び2)の結果を基に、対象地域の資源量と伐採材積の平準化を目的とした小班単位の施業計画の探索手法を開発した。これにより、長期的な目標に対する小班単位の施業計画の提示、及び対象地域の資源量や林業収益の変化の予測が可能となった。
- 調査地で森林蓄積及び伐採材積の変動は30%以内という条件で、今後80年間の伐採材積、林業収益、森林蓄積を予測した結果、40年後付近それ以外では採算が取れると予測された(図3)。

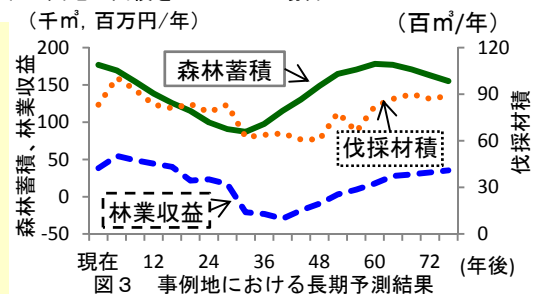


図3 事例地における長期予測結果

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 津田高明・八坂通泰・大野泰之(2015)カラマツ人工林における原木価格体系と最適伐期との関係性・第64回北方森林学会大会(ポスター発表)
- 津田高明・渡辺一郎(2016)林内路網配置を考慮した林地団地化の最適化手法の構築・第127回日本森林学会大会(ポスター発表)

保残伐施業におけるフォワーダ集材作業の実証的研究

担当G：道北支場、森林資源部経営G

協力機関：(国研)森林総合研究所、北海道大学農学部森林科学科、北海道

研究期間：平成26年度～27年度 区分：公募型研究

研究目的

保残伐施業実験において、国産の新型フォワーダ(F801)を導入することによる生産性向上とコスト削減効果を実証し、北海道におけるCTL作業(Cut to Length、短幹集材システム)の普及定着を促進する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：道有林空知管理区の保残伐施業実験区
 単木少量保残区SS1：249-52林小班
 (5.97ha、立木材積1769m³)
 単木少量保残区SL2：243-54林小班
 (7.84ha、立木材積1935m³)

方法：ハーベスタ(KESLA 25SH)およびフォワーダ(2機種：F801、U6)の生産性とコストの把握(ビデオ画像による要素作業時間分析、各作業のコスト計算)

研究成果

1. フォワーダの集材作業の生産性

F801は空移動速度で1.4倍、実移動速度で1.7倍、U6を上回ったが、積載量は約6割にとどまった(表1)。

積載材積をF801で5m³、U6で8m³として集材生産性を計算すると、U6がF801を上回るが、両機種が最大積載重量(F801=4.5t、U6=6t)まで積載すると仮定した場合、材積は6.4m³、8.6m³となり、この場合には速度の速いF801が有利となった(図1)。

最大積載にするには、横積アタッチメントの荷幅の拡大、材が滑り落ちない工夫など、細やかな改良が必要である。

2. ハーベスタ+フォワーダ 生産性とコスト

ハーベスタ伐倒造材とフォワーダ集材のシステム生産性は、F801とグラップルを組み合わせた作業が最も高くなった(図2)。

一人1日あたりの労働生産性は、作業人員が2名ですむF801単独集材(自力積みおろし)が最高で、作業コストも低く抑えられた(賃金15,000円、副作業費と間接費除く、参考文献：「機械化のマネジメント」全国林業改良普及協会)。

グラップル装備の高速フォワーダ導入により、CTL作業の普及・定着が一層現実的になると考えられる。

表1 フォワーダ集材の平均要素作業時間など

機種	平均要素作業時間							集材距離 (m)	空速度 (m/s)	実速度 (m/s)	積載材積 (m ³)
	サイクル数 (回)	空移動 (s)	積込 (s)	自力積込 (s)	実移動 (s)	荷下ろし (s)	自力荷下 (s)				
F801	28	584	431	735	482	298	561	1041	1.98	2.30	4.258
U6	26	756	613	-	769	473	-	1054	1.41	1.39	7.408

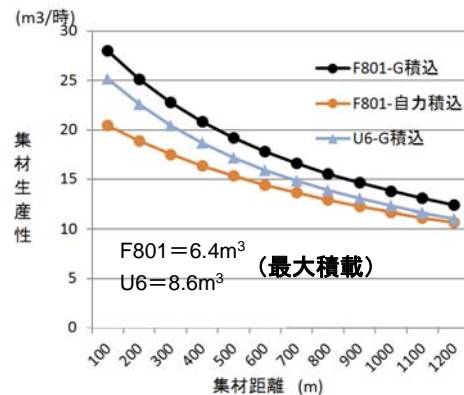


図1 最大積載時のフォワーダ集材生産性

先行作業	連携作業		システム	一人1日	伐倒集材	
伐倒・枝払い (m ³ /時)	積込 (m ³ /時)	集材 (m ³ /時)	生産性 (m ³ /時)	生産性 (m ³ /人日)	コスト (円/m ³)	
Hv 12.9	+	Gr 36.3	+ F801 13.8	= 6.60	= 13.2	4,046
Hv 12.9	+	F801 11.7		= 6.14	= 18.4	3,456
Hv 12.9	+	Gr 43.8	+ U6 12.3	= 6.47	= 12.9	3,769

図2 伐倒集材生産性とコスト

Hv：ハーベスタ Gr：グラップル

先行して伐採し、後の作業は並行で実施

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

対馬俊之・渡辺一郎(2016)保残伐施業におけるフォワーダ集材作業。平成28年北海道森づくり研究成果発表会(ポスター)

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。なお、研究初年度は、解析の対象とする葉緑体DNAを効率的に得るための手法の確立を目的とする。

研究方法(材料と調査方法)

材料：

- ・グイマツ精英樹台帳の整理と来歴情報の確認。
- ・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(クローン)を選定。
- ・新鮮な針葉を十分量採集し、実験材料とする。

調査方法(実験)：

- ・パーコール濃度勾配を用いた葉緑体分画。
- ・抽出した葉緑体からのDNAの抽出・精製。
- ・DNAの短鎖リードでのライブラリ化。
- ・次世代シーケンサーを用いた葉緑体ゲノム解読。

研究成果

他科・属の針葉樹で報告された最新の葉緑体分画法(Vieira et al. 2014)を応用し、パーコール溶媒による密度勾配法によって、グイマツの葉緑体を効率的に抽出する方法を確立させた。実験プロトコル(手順)の改良と最適化を行うことで、破損のない完全な葉緑体を十分量得ることができた(図1)。得られた葉緑体を用いて、既製品によるDNA抽出方法の最適化を図り、次世代シーケンサーによる塩基配列解読に適した品質・量の葉緑体DNAを得ることができた。次世代シーケンサー illumina Hiseq を用いて塩基配列解読を実施し、グイマツ葉緑体ゲノム配列を決定するためのデータとした。

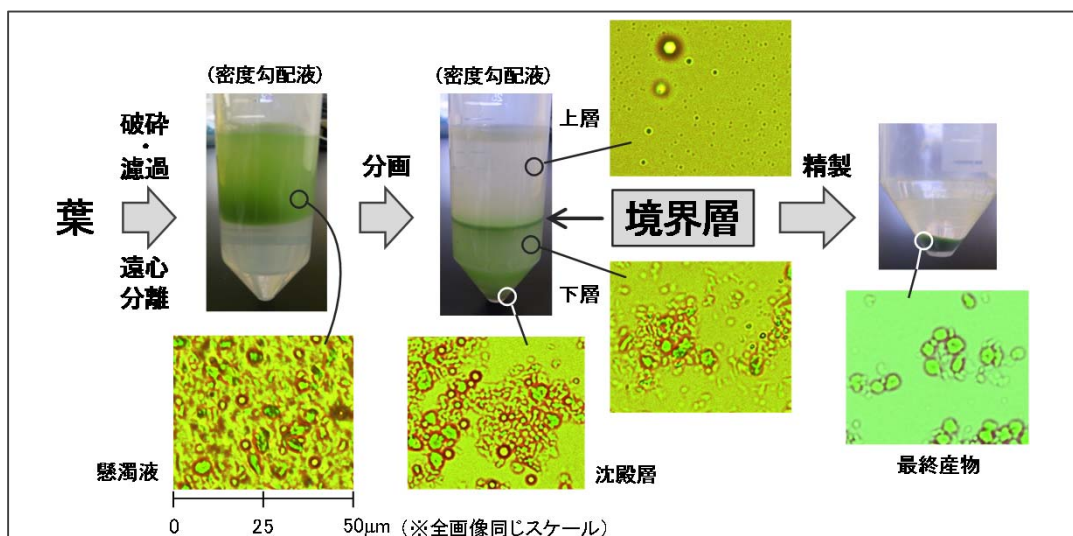


図1. グイマツ葉緑体抽出実験の概要と各溶液の顕微鏡画像
葉緑体の大きさは5 μm弱で、光学顕微鏡下では緑色半透明の心円・楕円型で観察される。