

Ⅱ 平成26年度試験研究の概要

(道南支場)

リモートセンシングにおける3次元情報解析技術の開発

担当G：道南支場

研究期間：平成24年度～26年度

区分：経常研究

研究目的

リモートセンシングによる森林被害の把握精度の向上、森林資源量の解析、林相変化および病虫害把握、森林の公益的機能評価・推定など、高さ情報を利用した新たな森林管理手法を実用化するため、衛星画像を用いた3次元情報解析技術を開発する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地と使用したデータ

調査地：函館市、苫小牧市

使用データ：IKONOS衛星画像

国土地理院5mメッシュ標高データ

調査項目

1. 高さ情報取得に必要な衛星画像の特性調査
2. 衛星画像による3次元情報解析技術の開発

研究成果

1. 高さ情報取得に必要な衛星画像の特性調査

分解能1mのIKONOSステレオペア衛星画像を利用することで、裸地において国土地理院発行1/25,000地形図の標高値とほぼ一致する高さ情報(DSM)を作成できることがわかった。IKONOS衛星(撮影範囲11km四方)は空中写真(撮影範囲数km四方)と比べて撮影範囲が広く解析手順も少ないことから、広範囲のDSM作成に適していることがわかった。

2. 衛星画像による3次元情報解析技術の開発

2004年の台風被害を受けた苫小牧市の民有林を対象に5km×5kmのIKONOS衛星ステレオ画像解析により高さデータ(表面高：DSM)を作成した。作成したDSMから国土地理院発行の5mメッシュ標高データ(DEM)を差し引いた値(DCHM)と風倒被害との関係を調査したところ、DCHMが2~4mを境に被害と無被害に分かれていることがわかった(図1、2)。DCHM 3m未満を被害地、3m以上は無被害地と設定して分類を行い現況と比較検証したところ、87.6%の分類精度が得られた(表1)。

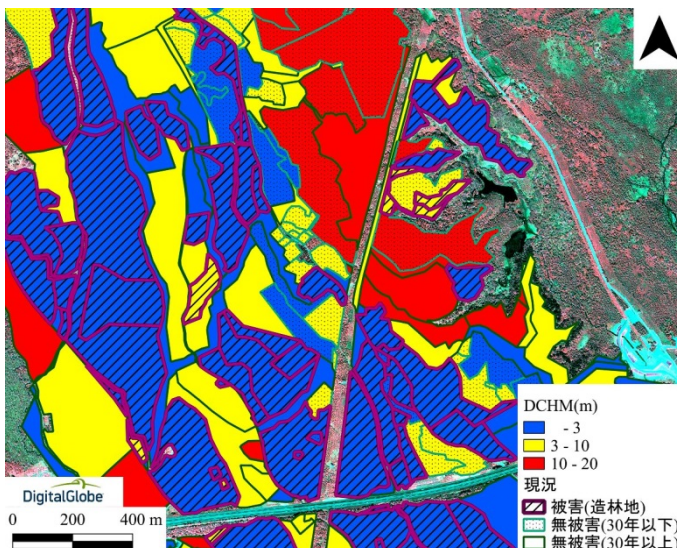


図1 小班毎のDCHM

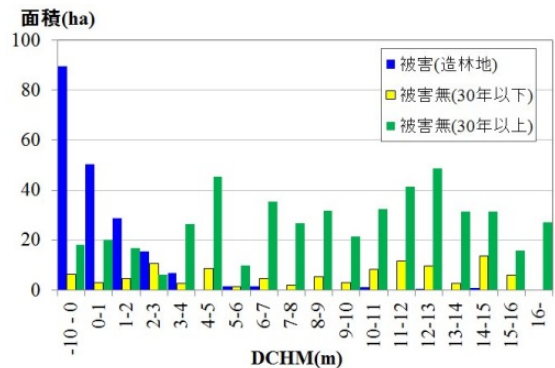


図2 風倒被害の有無によるDCHM分布

表1 DCHM閾値を3mにしたときの分類結果

		DCHM		合計面積 (ha)	正答率 (%)
		3m未満	3m以上		
現況	被害	183.92	11.90	195.82	93.92
	無被害	85.43	503.58	589.01	85.50
合計				784.83	87.60

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・菅野正人(2013) IKONOSステレオペア画像から作成したDSMによる人工林の樹高計測の試み.日本リモートセンシング学会第55回(平成25年度秋季)学術講演会論文集: 185-186
- ・菅野正人・津田高明(2014) 無人航空機(UAV)によるカラマツ人工林の現況把握の試み.日本森林学会学術講演集: P1-319
- ・菅野正人(2014) IKONOSステレオペア画像から作成したDSMによる苫小牧市の風倒被害把握の試み.日本リモートセンシング学会第57回(平成26年度秋季)学術講演会論文集: 131-132

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、研究機関：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

目的

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、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。まずはカラマツで検討する。

※ 施業シナリオ：地位指数・初期密度・管理密度・伐期などの組み合わせのこと

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：

- 1) 深川市民有林 34、45～48林班
- 2) 佐呂間町有林 47林班5小班
- 3) 池田町全域

方法：

- 1) 一般化線型モデルによるカラマツ樹冠サイズのモデル化
- 2) ロードセルによるカラマツの根返り抵抗力測定
- 3) 気象データ、シミュレーションによる限界風速超過確率計算

研究成果

1) 一般化線型モデルによるカラマツ樹冠サイズのモデル化

<上から見た樹冠投影面積 CA (m^2)、横から見た樹冠投影面積(対風面積とする) CA_W (m^2) >

$$CA = \exp(0.919 \ln(D) - 0.1102Age + 0.02932 \ln(D) \times Age - 0.00002813Age \times density + 1.2350)$$

$$CA_W = \exp(1.045 \ln(D) - 0.09050Age + 0.02407 \ln(D) \times Age - 0.00002171Age \times density + 0.6535)$$

※ D : 胸高直径(cm), Age : 林齢($年$), $density$: 本数密度($本/ha$)

風倒害の限界風速を計算するうえで必要不可欠な関係式です。

2) ロードセルによるカラマツの根返り抵抗力測定

風倒害の限界風速を計算するうえで必要不可欠な関係式です。地位指数の良い佐呂間町では、十勝や美唄市よりも直径あたりの根返り抵抗力が高くなりました。このような地域差を示すデータは、ほとんどありませんでした。今後の風倒害の限界風速を計算するには、このような根返り抵抗力の地域差を反映させる必要があります。

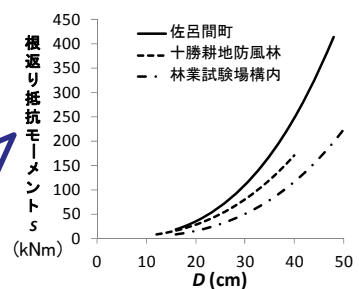


図-1 根返り抵抗モーメント S と胸高直径 D の関係

3) 気象データ、シミュレーションによる限界風速超過確率計算

風倒害が起きるような強風がカラマツ保育期間中に発生する確率を示したマップです(ここでは、台風となる風速の下限值で計算)。風倒害対策をたてる上で有用です。

同じ地域でも、風倒害に遭う確率に大きな差があることが分かります。風倒害確率の低い箇所では長伐期施業、強度間伐、密仕立て施業など風倒害耐性にとって不利な施業も経営の選択肢になり得ます。風倒害確率の高い箇所では、強度間伐の回避、林冠開口部が小さくなる定性間伐の採用、森林保険への加入など相応の方策をとる必要があります。

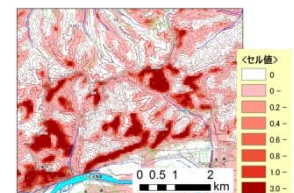


図-2 限界風速 v の超過確率(40年間) ($v = 17.2m/s$ で計算)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・阿部ほか(2014)カラマツの樹冠長・樹冠幅と林齢・密度の関係、第63回北方森林学会大会(口頭発表)
- ・阿部ほか(2015)カラマツ樹形のアロメトリーに対する林齢・本数密度の影響、第126回日本森林学会大会(ポスター発表)

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：道総研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（調査地概要や調査方法）

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）
今年度は調査なし。
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）
今年度は調査なし。

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	トドマツ	ダケカンバ
樹木本数(本/ha)	333	230



図-1 支笏洞爺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。

防災林の流体力に対する機能向上に関する研究

担当G：森林環境部 環境G

研究期間：平成24年度～26年度

区分：公募型研究 等

研究目的

防災林（防風林、雪崩防止林、海岸林等）が防災機能を発揮するには、森林を構成する各立木が流体（強風・雪崩・津波等）に対して抵抗力となることが必須条件である。そのため各立木は、流体力に対して高い抵抗力（幹折れ、根返りが発生しにくい）を保持していることが望ましい。しかしながら、従来の防災林の造成計画においては、成林本数を多くすることに主眼が置かれており、成林後の流体力に対する抵抗力の視点が考慮されておらず、また学術的な知見も不足している。そこで本研究では、防災林の防災機能を高めるため、流体力に対して高い抵抗力を保持した森林構造およびその生育方法を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

○立木の根系による抵抗力の調査
流体力に対する根返り抵抗力を検討した。

○森林管理方法の検討
流体力に対する抵抗力を高めるための森林管理手法を検討した。

○シミュレーションモデルによる検討
実際のクロマツ林における津波被害データとモデルによるシミュレーション結果を比較した。

研究成果

○立木の根系による抵抗力の調査



流体力に対する根返り抵抗力は、クロマツ立木にスリングおよびワイヤーをかけて引っ張り、立木を引き倒したときに発生する根元の回転モーメントで評価した（写真1、2）。

写真1. 引き倒し試験用の立木 写真2. 荷重測定用のセンサー

立木の構成要素（DBH、H（樹高）。 DBH^2H （材積指標））と最大モーメントとの相関を分析したところ、DBHおよび DBH^2H との相関が高いことが示された。図1に DBH^2H （材積指標）と最大モーメントとの関係を示した。根返り抵抗モーメントは、 DBH^2H に比例して増加する。

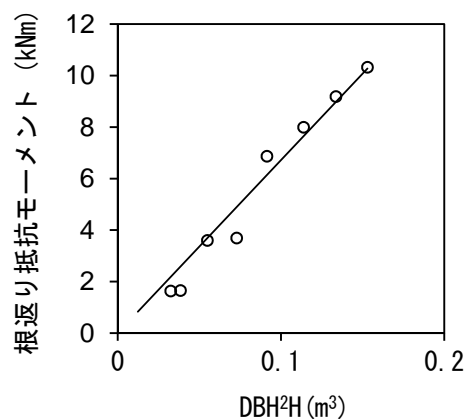


図1. モーメントと DBH^2H の関係

* DBH：高さ130cmにおける立木の直径

○シミュレーションモデルによる検討

津波に対する立木のシミュレーションモデルを実際の被害林分に適用し、津波により被害（幹折れ、根返り）が発生する時の津波の流速（限界流速）を求めた。その結果、限界流速の値が相対的に小さい立木において、実際に被害が発生していることが示された（図2、3）。

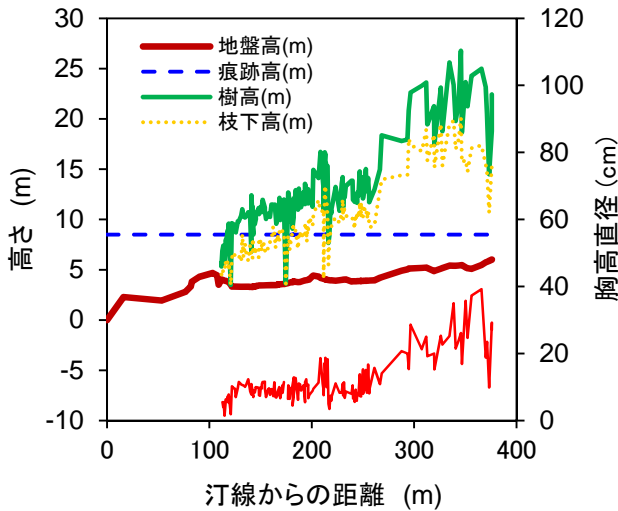


図2. 被害解析に用いた林分の状況
青森県三沢市のクロマツ海岸林の例

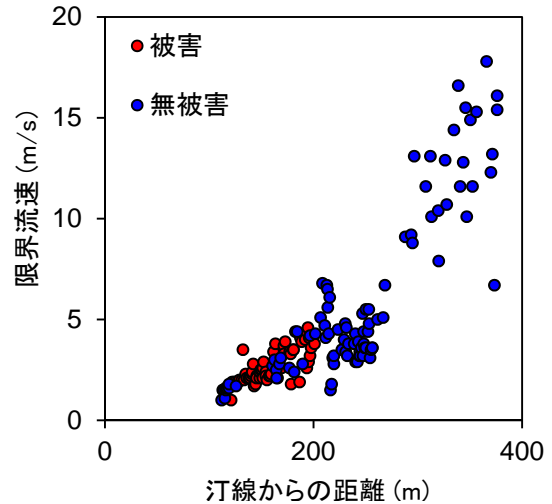


図3. 津波に対する立木の限界流速の分布

○森林管理方法の検討

施業パターンを3つ（A、B、C）に分け、浸水深を5mと仮定した場合のそれぞれの限界流速を求めた。

本数密度を低めに施業したパターンAが最も津波に対する抵抗性が高く、逆に本数密度を低めに施業したパターンCが最も津波に対する抵抗性が低くなった（図4）。

津波に対する抵抗性を高めるには、間伐などを適宜に実施し、林分を構成する各立木の肥大成長を促す事が重要である事が示唆された。

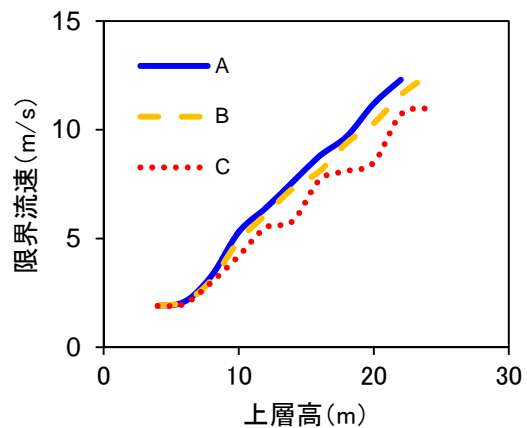


図4. 施業の違いが津波抵抗性に与える影響

施業パターン

A(収量比数0.6~0.7)、B(収量比数0.7~0.8)、C(収量比数0.8~0.9)

* 収量比数：林分の混み合い度を示す指標

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・鳥田宏行・竹内由香里(2012) 雪崩によるスギ立木のひずみエネルギーと直径との関係について、雪氷研究会
- ・鳥田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸・木村公樹(2013) クロマツ海岸林における立木の引き倒し試験、第124回日本森林学会大会
- ・鳥田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸(2013) 海岸林における立木の津波抵抗性の評価、第62回北方森林学会大会
- ・鳥田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸・岩崎健太(2014) 浸水深が立木の津波抵抗性に与える影響、第125回日本森林学会大会
- ・鳥田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸・岩崎健太(2014) クロマツ海岸林の津波に対する抵抗性、第63回北方森林学会大会
- ・鳥田宏行・佐藤創・真坂一彦・阿部友幸・野口宏典・坂本知己・木村公樹(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、日林誌 96、206-211.
- ・竹内由香里・鳥田宏行 他(2014) 岩手山で2010-11年冬期に発生した大規模雪崩による亜高山帯林の倒壊状況と雪崩速度の推定、雪氷、76(3)、221-232.
- ・鳥田宏行(2015) 津波の力に対する海岸林の抵抗性を評価する、光珠内季報173:1-3.

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) コンブ・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

- ・日高管内の河川を主体として41カ所を設定した。
- ・調査地点は、流域面積10⁰～10² km²オーダーの集水域がバランスよく含まれるよう配慮し、集水域の土地利用は森林率70%以上になるように選定した。

●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、開口部25×25cmのサバーネットを1～3時間設置し、流下する落葉を採集した。
- ・設置時の流量観測を行い得られた値は濃度(mg/L)に換算した。

研究成果

●昨年の調査では観測値のばらつきがモデル作成の支障になったため、ばらつきをもたらす要因をできるだけ取り除くために、落葉のフェノロジーや、調査日の気象条件(とくに風速)に留意し、調査地点を絞ってサンプリングを実施した。その結果、落葉ピーク時の落葉流出量(負荷量)は流量とよい相関を示し(図-1)、流域の土地利用状況に差がない場合、河口域への落葉供給量は流量の多寡によって説明可能であることがわかった。

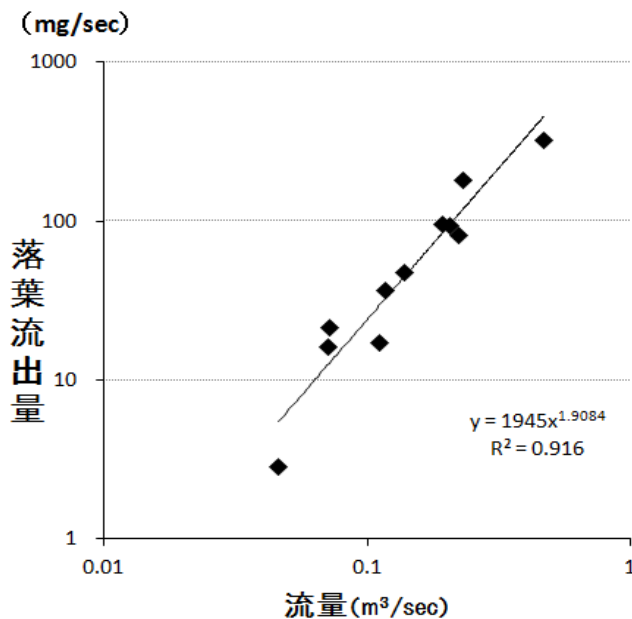


図-1. 落葉ピーク時(10月下旬)の落葉流出量(負荷量: 濃度と流量の積)-流量の関係。
全20カ所のデータに対し、調査時の最大瞬間風速が8m/s以上の地点を除いてプロットした。

* 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(2015) 森と海のつながり-カンラン岩流域からの物質フローとコンブの生育-.第126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：森林総合研究所北海道支所（主管）、北海道大学

研究期間：平成25年度～29年度 区分：公募型研究

研究目的

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

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

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：道有林空知管理区241～249林班の
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

通年で水が流れる10ha前後の小流域19箇所を選定し一般的な水質項目を分析したところ、平水時の硝酸態窒素濃度（NO₃-N）は、トドマツ人工林が占める割合が高い流域ほど高いことが明らかになった（図-1）。また、これら小流域が合流した下流では高濃度となることはなかったため、今後、伐採後の水質へ影響評価を行う際にも、流域スケールを考慮する必要があると考えられた。

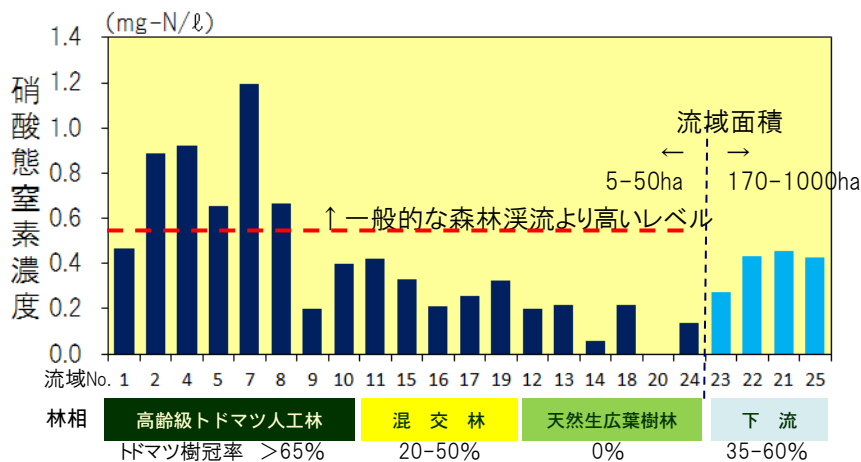


図-1 各採水点における硝酸態窒素濃度 (夏期平水時データによる)

2. 虫害抑制サービス

天敵による害虫捕食効果を調べるため、マイマイガの幼虫を定着させた鉢植え苗木を試験地に設置したが、鳥による捕食が少なく、実験として不適なことが明らかになった。

3. 山菜供給サービス

山菜採りを、収穫物の市場価値とレクリエーション価値（※トラベルコスト法による）の両面から評価するため、山菜利用者の動向把握を行う必要があると考え、ゲートカウンターによる入林者数把握ための予備調査を開始した。

※トラベルコスト法：訪問のための交通費、訪問回数などから、その場所の訪問価値を評価する方法

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・長坂 有ら (2015) 山地溪流の水質に及ぼす、林相、地質の影響 ―イルムケップ山塊の事例―. 北方森林研究 63 : 59～62

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：森林環境部 環境G

研究期間：平成25年度～27年度

区分：公募型研究 等

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（調査地概要や調査方法）

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

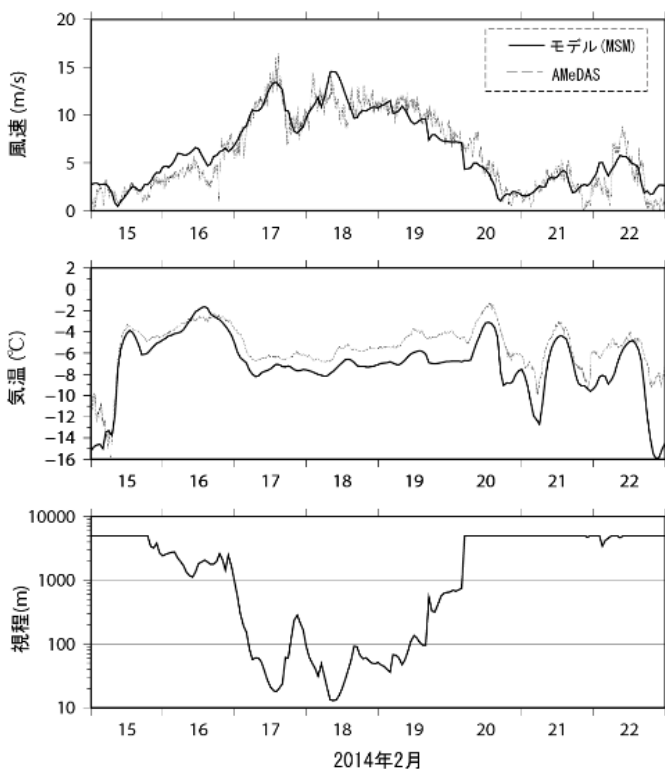


図1 気象モデルと実測値との比較（アメダス上標津）、および吹雪モデルから得られた視程。

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。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

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）、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

網走市のハンノキ林において、8～11月にハンノキ3個体の樹幹からのメタン放出量を測定した結果、8月に最大 $6,600 \mu\text{g CH}_4\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$ を示し、その後は減少する季節的変動が見られた。

2. 空間的な変動要因の解明

網走市のハンノキ林において、8月と9月にハンノキ3個体の樹幹の高さ1mおきに0.15～5.15mでメタン放出量を観測した結果、いずれの個体においても幹の最下部から上方に向かって急激に減少したが、幹上部においても検出限界以上のメタン放出がみとめられた。

3. 生態系全体のメタンフラックスのボトムアップ推定

月形町と網走市において、定期的に地表面におけるメタンフラックスの観測を行うとともに、高茎草本からなる下層植生層のフラックスを測定するためのチャンバーを試作した。試作したチャンバーは内部に循環ファンを2基設置し、上端の亚克力製の蓋と下端の分割式ステンレス製脚部にフィルム製の筒型チャンバーを組み合わせ、現地で容易に組み立てられる構造とした。フラックス測定の試行を行った結果、光合成によるCO₂の濃度低下と地表面フラックスよりかなり大きいメタン放出が観測され、チャンバーの実用性が確認できた。



試作した植生フラックス用チャンバー

4) 樹幹からのメタン放出の寄与度の評価

各フラックスデータを解析した結果から、樹幹・植生ともに寄与度が高いことが示唆された。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- Terazawa et al. (2015) Spatial and temporal variability in methane emissions from tree stems of *Fraxinus mandshurica* in a cool-temperate floodplain forest. *Biogeochemistry* 123: 349–362
- 寺澤和彦・山田健四・阪田匡司・中村隆俊・石塚成宏(2015) 北海道東部の泥炭湿地林におけるハンノキ樹幹と地表面からのメタン放出 第126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

協力機関、研究機関：森林総合研究所、埼玉大学、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課

研究期間：平成25年度～27年度 区分：重点研究

研究目的

目的 北海道における海岸防災林の津波被害リスク軽減を評価するために、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、津波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)

調査地について等

調査地：白糠町和天別、江差町砂坂海岸林、遠別町金浦

調査方法等

方法：毎木調査、根回り抵抗力、幹の曲げ強度などを用いた津波減衰効果の数値シミュレーション。引き倒し試験。土壌水分の測定。

研究成果

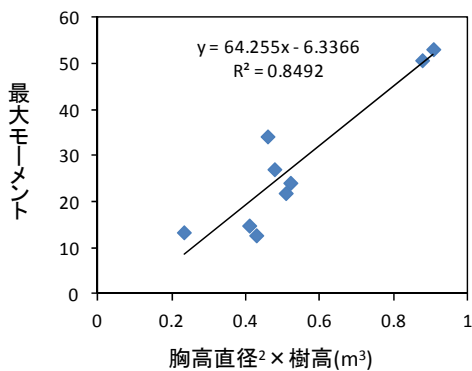


図-1 クロマツの根回り抵抗力 (江差町)

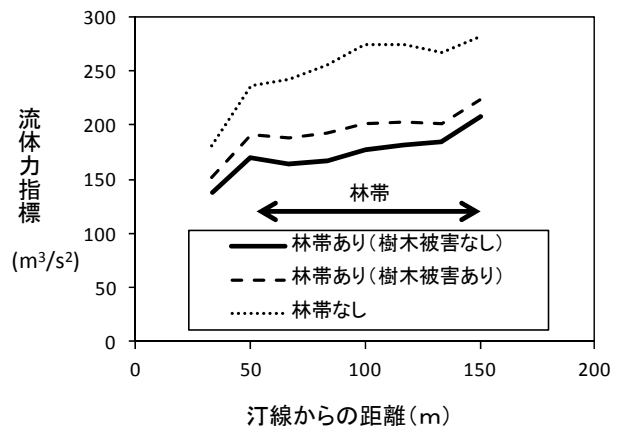


図-2 白糠海岸林の津波減衰効果 (流体力指標は流速² × 水深で、100以上で木造家屋は100%倒壊)

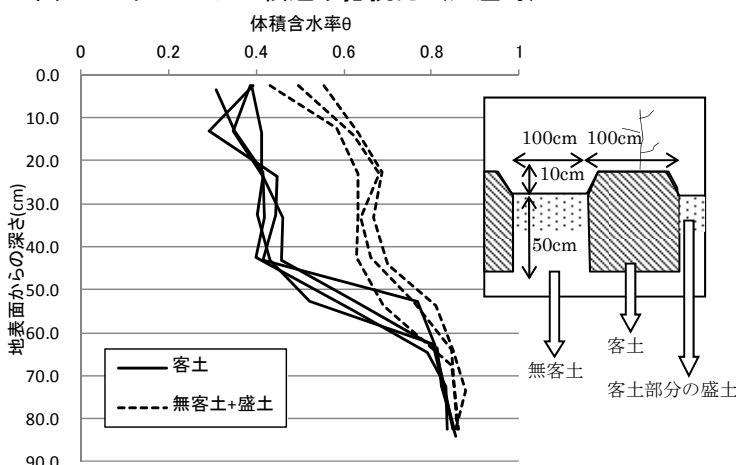


図-3 泥炭地への客土による過湿緩和効果 (遠別町)

クロマツの津波に対する根回り抵抗力を計算するのに必要なサイズ-根回り抵抗力の関係求めた(図-1)。L2津波に対する林帯による減衰効果は、樹木被害を考慮した場合には、考慮しない場合に比べてやや低下したが、林帯がない場合に比べて十分に大きかった(図-2)。過湿な泥炭地で客土を行うことにより、土壌水分を低下させられることが明らかになった(図-3)

図について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(文献紹介や特許など)

- ・鳥田宏行ほか(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 96:206-211
- ・鳥田宏行ほか(2014)クロマツ海岸林の津波に対する抵抗性, 第63回北方森林学会大会ポスター発表
- ・佐藤創ほか(2015)樹木の被害を組み込んだ林帯の津波減衰効果のシミュレーション, 第126回日本森林学会大会学術講演集:239

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

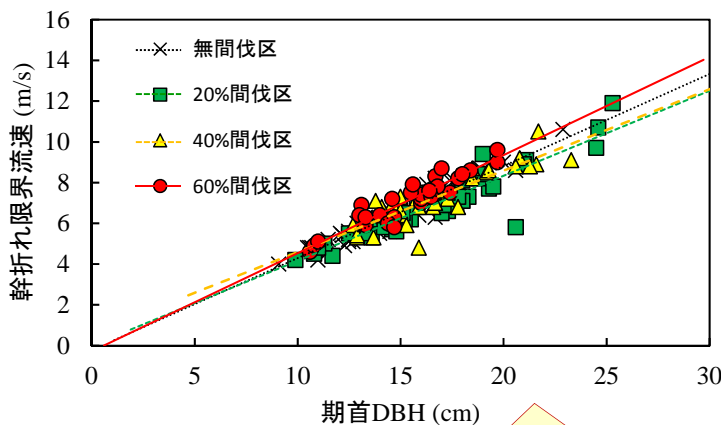
本研究の目的は、実証例が少ない強度間伐について、その効果と間伐後の気象害への感受性を長期モニタリングで実証し、事例数の少ない樹種については調査事例を増やして本研究課題以降の試験研究に資することである。

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



*GLM：一般化線形モデル

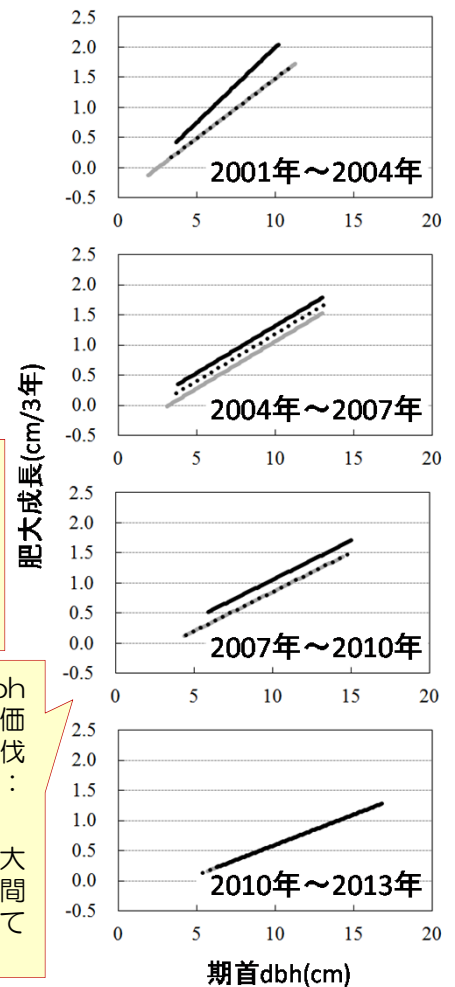


千鳥抜き間伐試験地への風向風速計の設置の様子(浜中町)。2014年11月から観測中。

クロマツ林に設定した間伐試験地における間伐後12年目での幹折れ限界流速のシミュレーション結果(江差町)。GLM分析の結果、60%間伐区が他の処理区より有意に高い傾向が認められた。

GLM分析によるカシワ林の期首dbh-肥大成長関係への間伐効果の評価(釧路市音別)。黒実線：60%間伐区、点線：30%間伐区、灰色実線：無間伐区。

60%間伐区では間伐後9年まで肥大成長に効果が認められるが、30%間伐区では効果が短期間でなくなってしまう。



研究成果の公表

真坂ほか(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(口頭発表)

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

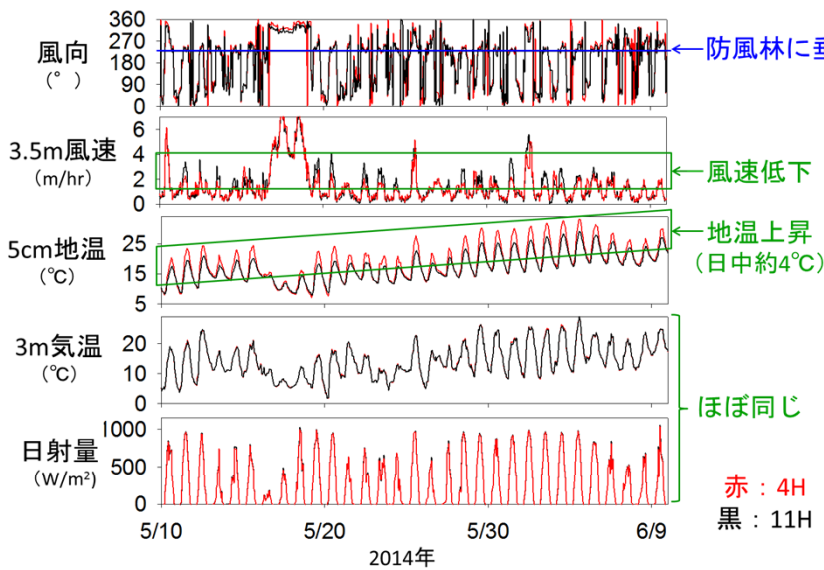
北海道における飼料自給率向上を目的とした防風林の維持や造成を促進させるため、防風林が飼料作物の収量に及ぼす影響を明らかにする。また、防風林からの距離および防風林の林帯構造によって生じる飼料作物の収量差を明らかにし、増収効果を高める防風林の配置方法および管理技術を提案する。

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



新冠デントコーン圃場における出芽から一ヶ月間の気象条件 (左図)

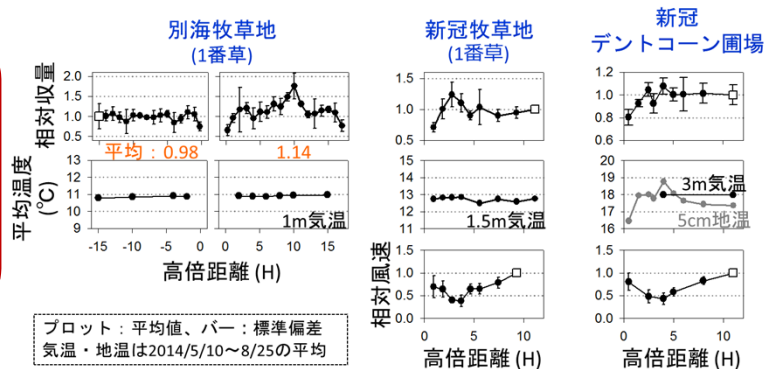
晴天日に日中、防風林に垂直な方向から風が吹くと、4H (H：高倍距離。防風林の高さHの倍数で表した距離で、風上側は－、風下側は＋で表す) の地点では11Hの地点に比べて、風速が低下し、地温が約4°C上昇した。

そのため、防風林は地温の上昇を通じて飼料作物の初期成長を促進していると考えられた。

相対収量、平均温度、相対風速の水平分布 (右図)

別海町の牧草地では、全調査地点を平均すると、防風林の風下側で風上側より16%収量が良かった。

新冠牧場の牧草地とデントコーン圃場では、それぞれ高倍距離3Hと4Hで収量が最大となり、各地点における基準点に対する増収率はそれぞれ、24%と8%であった。



研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・岩崎ほか (2014) 防風林による気象要素の変化とトウモロコシ収量の関係。日本農業気象学会北海道支部2014年大会 (口頭発表)
- ・岩崎ほか (2015) 作物モデルを用いた北海道における防風林風下のトウモロコシ収量分布の予測。第126回日本森林学会大会 (ポスター発表)

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：森林環境部 環境G

研究期間：平成25年度～27年度

区分：公募型研究 等

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場所であるが、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、本研究では、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（調査地概要や調査方法）

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

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。

研究成果

風向

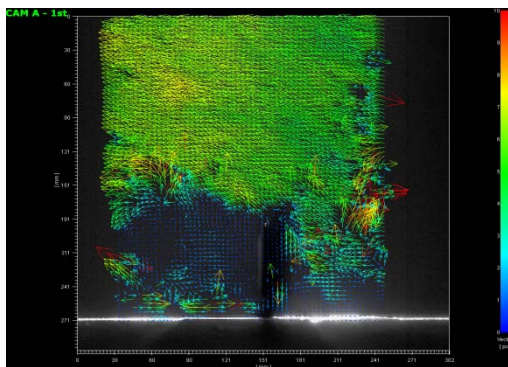


図1 柵周辺の風速ベクトル

縦軸：高さ(mm)、横軸：水平距離(mm)

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。

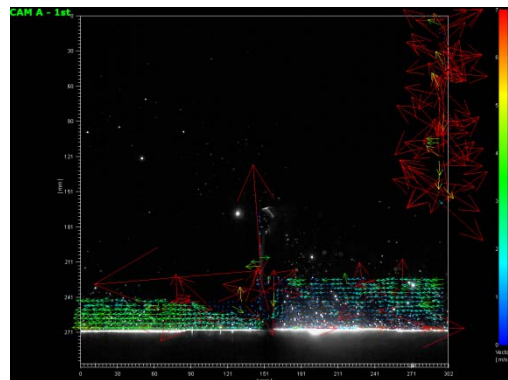


図2 雪面付近の跳躍粒子速度のベクトル

縦軸：高さ(mm)、横軸：水平距離(mm)

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。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

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：国立研究開発法人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

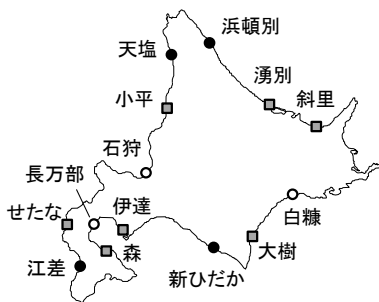
研究目的

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）

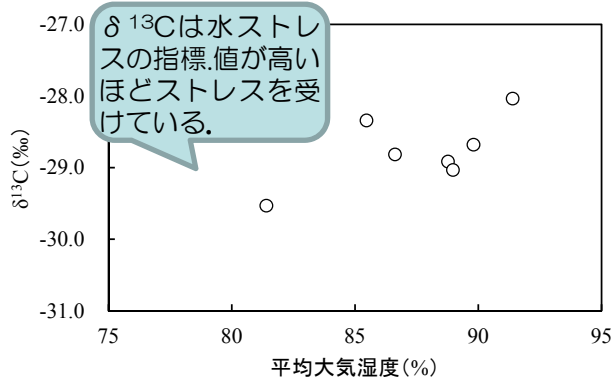
研究成果



- 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

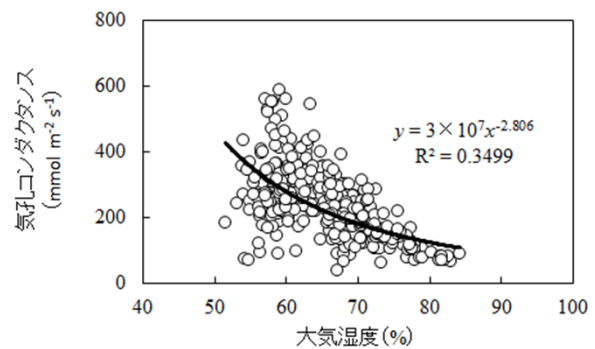
調査地

道内のカシワ海岸林7ヵ所に気象観測機器を設置して気象をモニタリング



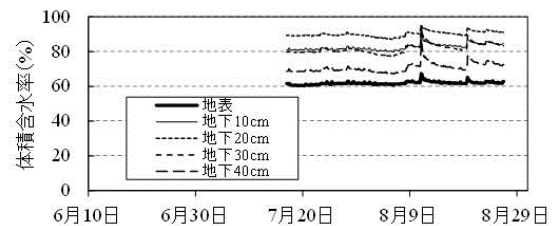
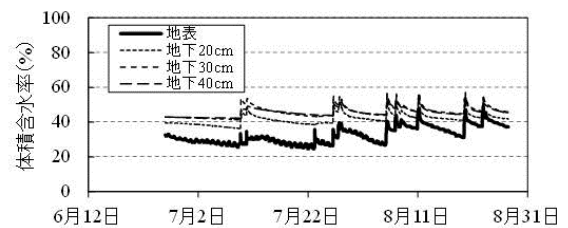
生育期間中の平均大気湿度と葉の炭素安定同位体比 ($\delta^{13}C$) の関係

大気湿度が高い土地のカシワほど $\delta^{13}C$ が高い傾向にあるかもしれない



気孔コンダクタンスと大気湿度の関係

大気湿度が高いほど蒸散速度が低下する



土壌水分の推移 (上) 石狩 (下) 白糠
過湿気候の白糠では含水率が高い傾向にある

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

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



北海道江差町（左図）

- ・旧柳崎は昭和43年1月の洪水によって現在の場所に移転した。洪水の発生原因は、直接には台風並みに発達した低気圧による大雨と、厚沢部川の解氷した氷が河口を塞いだためであるが、河口が塞がりやすい状況は、冬季の飛砂によって河口の水深が浅くなったことによる。洪水を防ぐため、戦前までは毎年春に「水戸切」と呼ばれる河口（水戸口）の掘削が若衆総出で行われていた。水戸口は1年で元の位置に戻った。戦後は海流の影響があるのか、河口の移動は15年程度の周期になった。
- ・柳崎は砂浜なので、イワシ漁が主体。ニシン漁にともなう伐採はなかった。
- ・毎年春、飛砂によって水田に堆積した砂を捨てるため、子供たちが学校を休学した。砂は水田に1m深の穴を掘って埋め、上に客土をかぶせた。
- ・飛砂は、海浜に牛を放牧したことで発生するようになった。

いずれの地域も、海岸林の木を伐ったから飛砂が発生するようになったわけではない。



秋田県由利本荘市（右図）

ここでは西目地区上高屋・中高屋について。

- ・上高屋集落の周囲には古くから「まま」と呼ばれる土塁が築かれ、飛砂・海風を防いだ。
- ・中高屋は土塁がなく、海風を直接受ける北西側の家は、穴を掘った中に家を建てた。屋根の高さは地面とほぼ同じ。
- ・いずれの集落も、燃料は浜に打ち上げられた流木で間に合った。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

平成26年北海道森づくり研究成果発表会

企業の森づくり活動体系化による支援手法の提案

担当G：緑化樹センター緑化G、道東支場

協力機関：北海道水産林務部森林環境局森林活用課、札幌市、コープさっぽろ

研究期間：平成25年度～26年度 区分：経常研究

研究目的

森づくり活動に取り組む企業からの情報収集や現地調査、植樹への試験的支援をとおして、企業による森づくり活動の支援につながる具体的手法を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地

- ・当別町、むかわ町等の企業の森づくり活動実施箇所
- ・森づくり活動実施企業、関係行政機関等

調査方法等

- ・森づくり活動実施企業、関係行政機関等に対する聞き取り調査
- ・森づくり活動参加による実態調査
- ・安価な動物食害等の防止資材設置後の植栽木樹高、食害調査

研究成果

1. 企業による森づくり活動の実態解明

- ・関連する行政機関(6カ所)や企業(5社)への聞き取り調査等により、企業は植樹を中心とした多様な森づくり活動を行っており、活動の実施に当たっては、行政機関に加えてNPOや大学等多様な組織が関わっていることが明らかになった。
- ・行政機関は企業の森づくりを支援する制度を整備しており、森づくり活動を実施する企業に利用されていることが明らかになった(図1)。

2. 地域活性化と社員教育につながる森づくり活動の提案

- ・地域活性化や社員教育につながる森づくりを行っている企業3社を対象に、聞き取り調査と活動への参加による内容把握を行った結果、森づくり活動をとおした会社の業務に関係する広い知識の習得や、人間関係の向上等、内容は企業により様々であることが明らかになった。
- ・企業の森づくりとして行われた、保育的作業や森づくりプランの検討等、植樹に比べて深く森づくりに関わる活動への参加により、森林への興味が増す等の変化が起こることが明らかになった。

3. 参加者が実施可能な植栽初期の管理手法の検討

- ・安価で設置が容易な資材の試験設置により効果を検討した結果、動物の食害率低減に関する効果が認められた。ただし、より効果が高く企業の森づくり活動で取り入れやすい設置手法の確立には検討の余地があった。

4. 企業の森づくり活動支援マニュアルの作成

- ・北海道内の企業の森づくりに関する手引書を作成した(森づくり概要、企業の森づくり支援制度・実態、実施事例)。

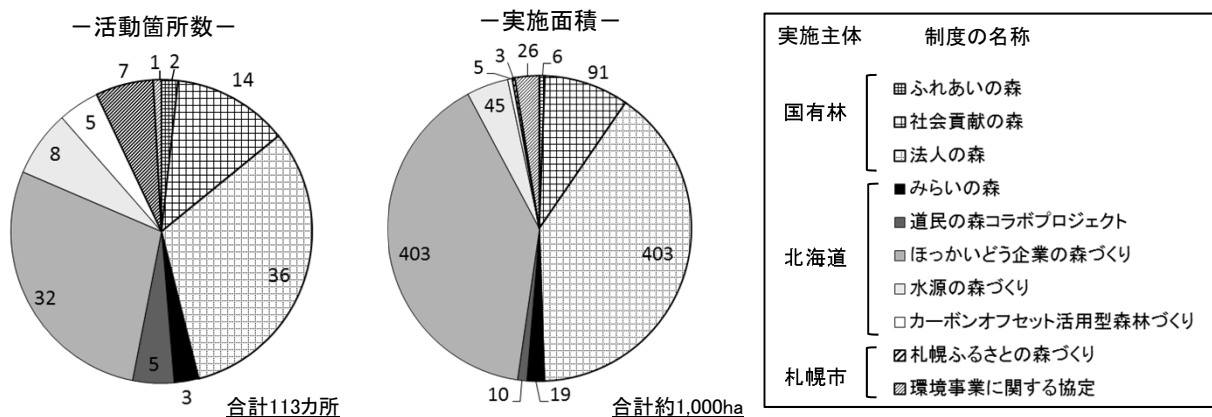


図1 公的制度を利用した北海道内の企業の森づくりの実施状況 図中の数字は制度ごとの実数

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

JICA実施の平成25・26年度集団研修「地域住民の参加による多様な森林保全」コースでの講義

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：道総研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、おも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

釧路管理区では、ほとんどの調査区で稚樹本数が3本/100㎡以下とほぼ消失した状態にあった(図1)。

胆振管理区でも2014年の稚樹本数は10本/100㎡以下と少なかったが、食痕率が40%以下の林分では、短期的には稚樹本数が増加しているところもあった(図1)。

2008-2010年の調査では食痕率30%以上の林分で稚樹本数が減少しており、釧路管理区、胆振管理区とも、このような状態が継続して稚樹が非常に少なくなった状態にあると考えられた。

毎年春にはシウリザクラやアオダモなどの萌芽幹が発生していたが(写真1)、秋までに食害を受けた。天然更新のためには少なくとも萌芽幹が数年間食害を受けない状態が必要である。

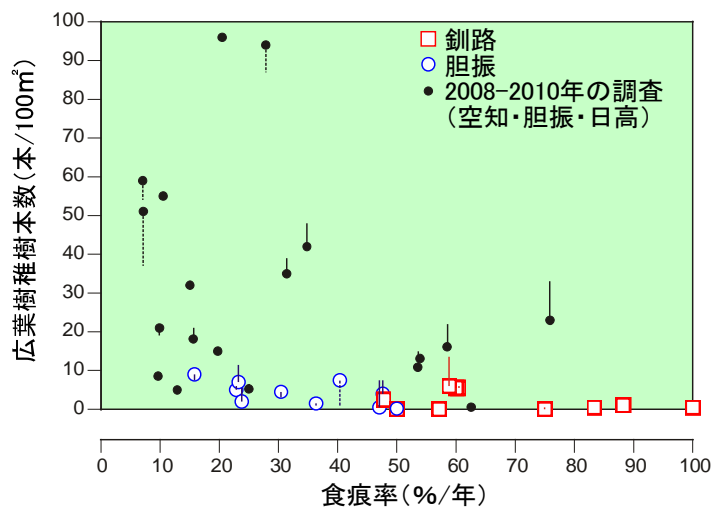


図1 食痕率と高さ50cm以上の広葉樹稚樹本数の関係
2008～2010年の調査は高さ2mまで、釧路及び胆振は2012～2014年の高さ1.5mまでの食痕率の2年間の平均。記号は最終調査時の稚樹本数を示し、調査開始時の稚樹本数と線で結んでいる。実線は減少、点線は増加を示す。

写真1 2014年春に発生したシウリザクラの萌芽幹

研究成果の公表

- ・明石信廣・南野一博 (2015) 森林管理者の協力による効率的なエゾシカ捕獲, 光珠内季報 173: 4-7
- ・明石信廣 (2015) 森林におけるシカ問題: 被害把握と対策の現状と今後の方向性, 第126回日本森林学会大会 札幌

森—湿原—漁業のつながり調査

担当G：森林環境部機能G

共同研究機関：霧多布湿原センター（主管）、協力機関：道総研 環境科学研究センター

研究期間：平成25～26年度 区分：公募型研究

研究目的

霧多布湿原流域は、琵琶瀬湾を河口域として源頭部の森林溪流から湿原、海までが数キロの範囲にあり、森—湿原—海の生態系がコンパクトに観察できる地域である。本研究では、これら異なる生態系間のつながりを調査し、琵琶瀬湾の環境保全に果たす森・湿原の役割を明らかにすることで、地元住民に生態系間のつながりの重要性和環境保全への意識づけをする基礎データを取得することを目的とする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

1) 霧多布湿原流域における採水分析

●河川の上流部、中流部、下流部、河口部、沿岸部の各地点で採取した水の分析を行い、採取地点での比較および、集水域に占める湿原の割合と溶存有機物濃度との関係を明らかにする。

○試験項目等：

- ・河川の上流部、中流部、下流部各地点での採水
- ・無機イオン、溶存態炭素の分析

2) 森—湿原—海（河口域）のつながりの象徴：ケブカトゲオヨコエビの生活史解明

●河川の上流部、中流部、下流部各地点のヨコエビ相を明らかにするとともに、ケブカトゲオヨコエビの生活史（繁殖に伴う移動）を明らかにする。

○試験項目等：

- ・河川の上・中・下流各地点での底生動物採集
- ・ヨコエビのサイズ測定、魚類胃内容物調査

研究成果

湿原と溶存有機炭素濃度の関係

・GIS（地理情報システム）を用いて溶存有機炭素（DOC）濃度と湿地面積割合の関係を検討したところ、湿原の割合が高くなるほどDOC濃度も高くなる傾向が明瞭に見られた（図1）。本調査地では、DOC濃度と溶存鉄濃度にも相関関係が認められており、沿岸域への鉄供給に果たす湿原の役割が示唆された。

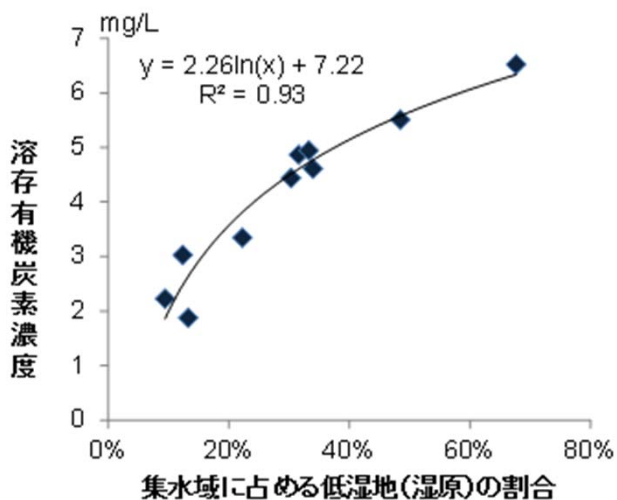


図-1 溶存有機炭素濃度と霧多布湿原に流入する各集水域に占める低湿地の割合の関係。

森—湿原—河口域のつながりに関する調査

・汽水域では常に4～5種類のヨコエビ類（写真-1）が採取された一方、淡水域ではケブカトゲオヨコエビのみが採取された（表-1）。



写真-1 汽水域にて採集されたヨコエビ類。

*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

森－湿原－河口域のつながりに関する調査

表-1. 霧多布湿原流域において2013年6月～2014年10月にかけて採集されたヨコエビのリスト.

科	種名	地点 No.	汽水域				季節的 汽水域		淡水 (ヤナギ・ヨシ帯)				淡水 (源頭部)		
			1	2	11	13	3	6	12	4	7	10	5	8	9
ドロクダムシ科 Corophiidae	ドロクダムシsp.		○			○									
キタヨコエビ科 Anisogammaridae	リュウコツゲオヨコエビ <i>Eogammarus tiuschovi</i>		○	○	○	○									
	ケブカトゲオヨコエビ <i>E. barbatus</i>								○	○	○	○	○	○	○
	ケブカトゲオヨコエビ (ペアおよび抱卵個体)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ケブカトゲオヨコエビ (抱子個体)							○	○	○	○	○	○	○	○
モクズヨコエビ科 Hyalidae	モクズヨコエビsp.		○	○		○									
ヒゲナガヨコエビ科 Ampithoidae	モバヨコエビsp.		○	○											
カマカヨコエビ科* Kamakidae	カマカヨコエビ <i>K. kuthae</i>		○	○		○	○								

注) 地点No.1、2、3においても、2月調査時にケブカトゲオヨコエビを確認、採集した。

* カマカヨコエビはかつてはイシクヨコエビ科 *Isaeidae* に分類されていたが、本報告では富川 & 森野2012に倣いカマカヨコエビ科として整理する

・ケブカトゲオヨコエビは11月下旬頃からペアを形成し汽水域に下り、メスは抱卵したまま冬期間を汽水域で過ごし、春にふ化した稚ヨコエビを抱えたまま再び遡上し、源頭部で稚ヨコエビを放出するという生活史を持っていることがわかった。

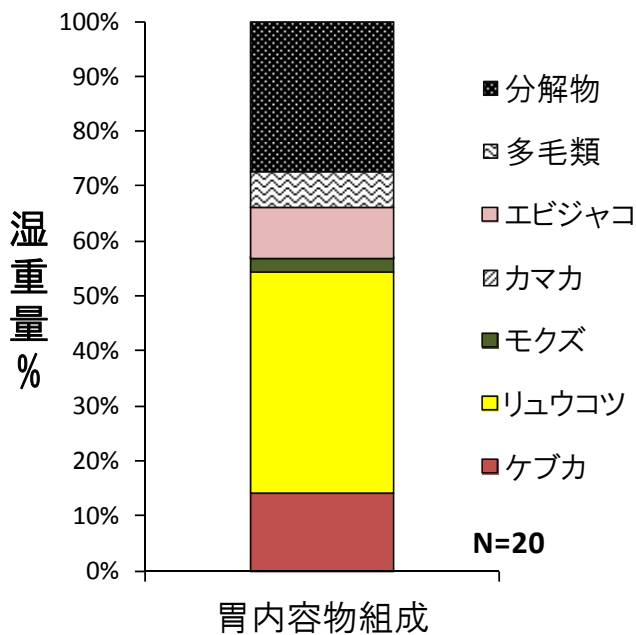


図-2. 厳冬期汽水域で採取されたコマイの胃内容物組成。値は20尾の平均値を表す。

・厳冬期(2月)汽水域で魚類採集し胃内容物を調べたところ、ヨコエビ類は、1年魚のコマイ(体長15~18cm)の胃内容物の6割近くを占め、そのうちケブカトゲオヨコエビは15%を占めていた(図-2)。

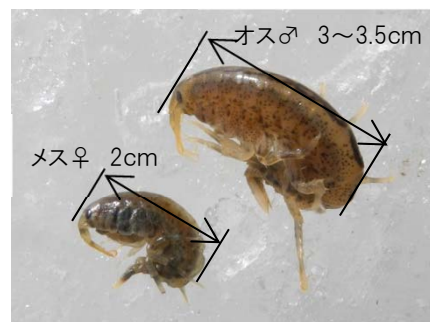


写真-2. ケブカトゲオヨコエビ繁殖個体。2014年2月調査地点No.6で採集。

・本研究により、ケブカトゲオヨコエビは森林由来の有機物を能動的に河口域に運搬する物質循環の担い手となっていることが示されると同時に、その性成熟のためには汽水条件が不可欠であることから、森－湿原－河口域のつながりの象徴的な存在であることが明らかとなった。

* 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

長坂晶子・長坂有・つながり調査報告会(2013年12月、2014年11月。浜中町)

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学研究院、
北海道大学サステナビリティ学教育研究センター、
独) 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

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ことは、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、風蓮湖およびその流入河川において、

- 1) 物質循環モデルによる流域の時系列評価と対策案（選択肢）の提示
- 2) 対策案ごとの陸域・沿岸域の生態系サービス（とくに供給サービス）の評価
- 3) 評価内容に対する上下流住民それぞれの意識調査と合意形成上の課題抽出

を行い、上下流の連携が循環する社会システムを検討し、地元NPOや住民との協働により試行する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

- 1) 物質循環モデル構築のための現地調査
 - ・調査対象地の上流～汽水域の調査定点の設定
 - ・試料採取、観測
- 2) 将来シナリオ作成のための基礎データ整備

- 3) 流域住民への聞き取り調査
 - ・訪問面接法による
 - ・有効回答数 酪農家：28名、漁業者：15名
 - ・聞き取りの内容：住民の自然認識

研究成果

流域各点における溶存鉄濃度の特性

- ・風蓮湖に流入する河川流域を対象としておよそ30地点で採水分析を行った。溶存鉄濃度は地点による違いが大きかったが、初夏と秋期の濃度には高い相関が認められ ($r=0.79$)、溶存鉄濃度の空間分布には、採取時期を問わない特性が存在することが示唆された。
- ・河川水中の溶存鉄と溶存有機炭素濃度には比較的高い相関 ($r=0.59$) が見られた (図-1)。

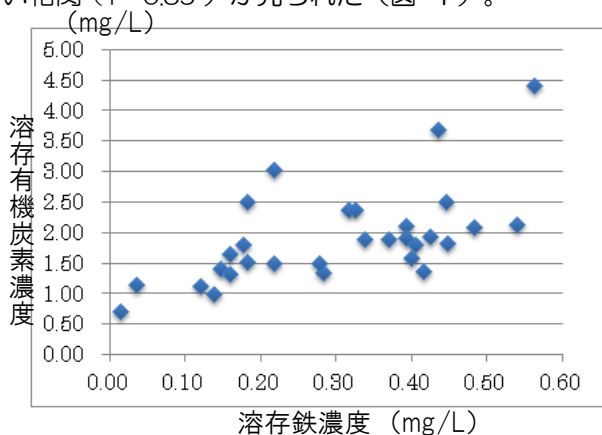


図-1. 河川水中の溶存鉄濃度(mg/L)と溶存有機炭素(DOC)濃度(mg/L)との関係(10月の測定結果)

住民は地域の自然をどう見ている？

- ・河口域(漁業者)と陸域(酪農家)の自然を語る語彙に重なりは見られず、居住地域や生業が異なると自然認識も異なることがわかった。また、自然認識のスケールは狭く、“地区”くらいと考えられた。
- ・生活のなかで自然を「利用」した世代は、生きもの知識が豊富であった(図-2)。

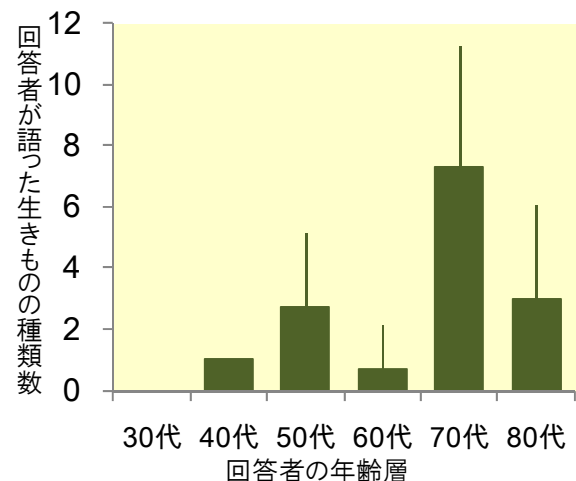


図-2. 回答された生きもの合計種類数は一人あたりの合計回答数を年齢層別に平均したものの。縦棒は標準偏差。

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：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)

研究成果

伐採方法の異なる7～8種類の実験区を3セット設定し、このうち第1セットにおいて2014年に伐採を行った(図1)。作業功程を調査したところ、保残方法のほか、伐採木の太さ、事業体ごとの作業方法の違いが生産性に影響を及ぼしていると考えられた。



図1 群状保残区(上)と単木中量保残区(下)

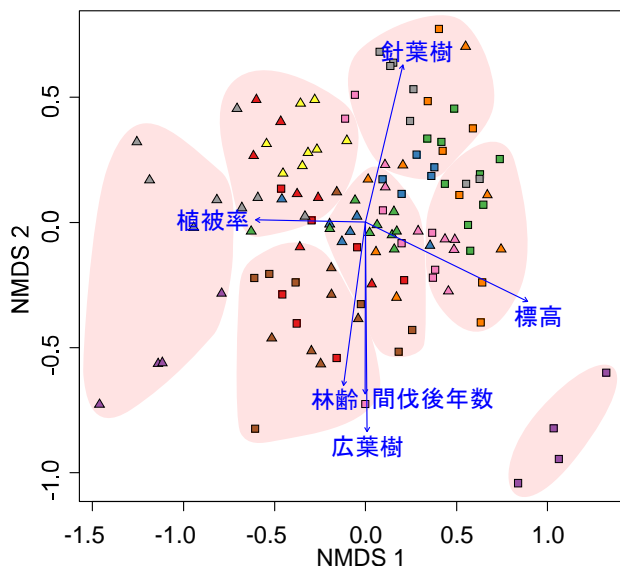


図2 非計量多次元尺度構成法(NMDS)に基づく下層植生タイプの分類と環境要因との対応

□は第1セット、△は第2セット、記号の色は実験区の種類を示す。

下層植生のタイプは、トドマツと広葉樹の胸高断面面積や間伐からの経過年数、林齢、植被率、標高によって異なっていた(図2)。

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、第2セットの実験区で33種の鳥類が確認された。鳥の群集の種組成は針葉樹と広葉樹の胸高断面面積と対応していた。

第2セットの実験区を含む小流域において、底生動物等のサンプリング調査を実施した。底生動物群集の違いは流域の植生や土砂量と対応していた。

研究成果の公表

・明石信廣(2014)トドマツ人工林における保残伐施業の大規模実験. 森林科学 71:48-49

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
 調査地：奈良県大台ヶ原
 方法：100×100mの調査区の継続調査
 (調査区の一部は2003年から防鹿柵内)
 調査項目：胸高直径2cm以上の樹木の毎木調査

研究成果

1. 森林におけるシカの採食特性と稚樹の反応

由仁町の調査区では、2007年から2014年までの間に胸高直径1～3cmの樹木本数が激減したが、3～10cmの本数は微減にとどまり、10cm以上の本数に大きな変化はなかった(図1)。

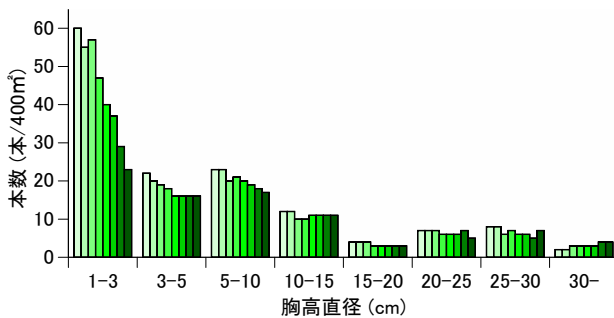


図1 由仁町の調査区(20×20m)における樹木の胸高直径階別頻度分布
 棒グラフは左から順に、2007年から2014年までの毎年の本数を示す。

2. シカの影響による森林の衰退と回復過程

大台ヶ原調査区では、1993年の調査区設定時に胸高直径5cm以下の樹木が少なく、すでにシカの影響を強く受けていたと考えられた(図2)。ウラジロモミなどの樹皮食害によって胸高直径10cm以下の樹木が減少した。

2003年に一部に柵が設置されたが、10年間で本数が回復したのはタラノキ、カマツカ、リュウブなど一部の低木種に限られた。柵外では2004～2013年のシカ密度の平均は3.5頭/km²に低下したが、小径木の本数の回復はみられなかった。

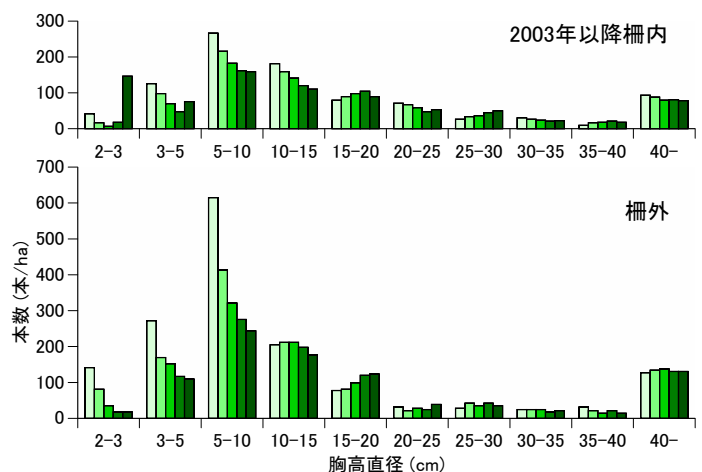


図2 大台ヶ原調査区(100×100m)における樹木の胸高直径階別頻度分布
 棒グラフは左から順に、1993年から2013年までの5年ごとの本数を示す。

研究成果の公表

・安藤正規・飯島勇人・明石信廣(2014) シカの採食に関する植生への影響評価と植生の保全・回復に関する管理目標. 哺乳類科学 54: 117-120

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：国立研究開発法人 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

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林床の植生の発達と樹木の更新、土壌物理性のうち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
間伐後6年経過時の土壌物理性(硬度)の回復過程を評価する
測定方法：コーン動的貫入試験器
測定項目：Nc値(土壌硬度指標)※

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

研究成果

土壌硬度の再測と気象条件

- 土壌物理性が土壌水分量に影響されることから、2014年は同一調査地点における簡易貫入試験の再測を行った。
- 試験地近傍のアメダステータを用いて、先行降雨指数(API)を算出した。伐採後5年経過した2013年のAPIより、再測を行った2014年のAPIは伐採直後の値に近い位置にあり、伐採直後に近い土壌水分状態であったことが想定された(図1)。

6年経過における土壌硬度の回復

- 2014年の再測調査(伐採6年後)では、前年(伐採5年後)の調査に比べてNc値が高い値を示す傾向にあったことから、2013年調査では土壌水分状態の影響を受けていた(軟らかい傾向であった)ことが示唆される。
- ただし、2014年調査においても、特に集材路面の表層土壌におけるNc値が伐採直後の値より低いことから、少なくとも伐採後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2)

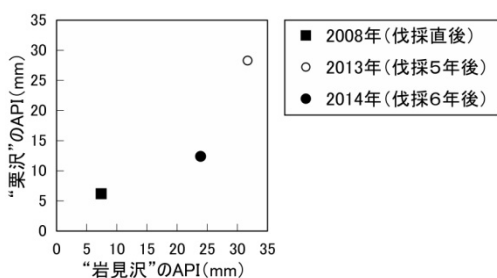


図-1 試験地近傍の札幌管区気象台アメダステータから算出した先行降雨指数(API)

■APIの算出方法

(文献によって違いはあるが、本課題では数式の簡素化も考慮して、降水量を降水後の日数で除した値を用いた次式で算出した)。なお、n=30とした。

$$API(n) = \sum P_i / i \quad (i=1 \sim n)$$

P:日降水量(mm)、P_i:i日前における降水量、
i:降雨後の任意の日数、n:さかのぼる日数

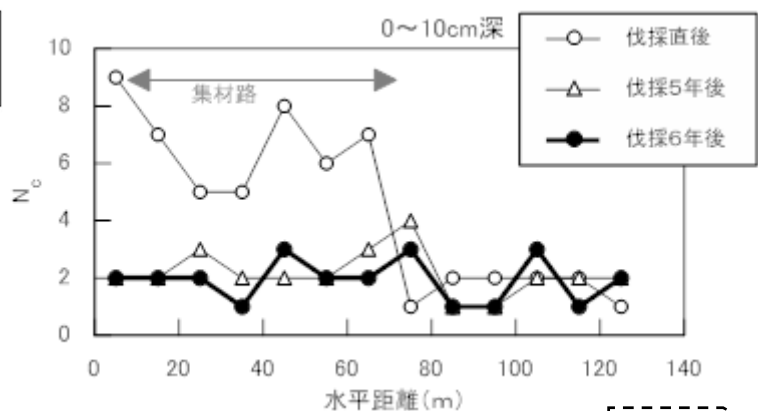


図2 伐採直後と6年経過時における表層0~10cmにおけるNc値の変化

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、千葉大学

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、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、主要樹種の攪乱後の成長・死亡パターンを明らかにすることを目的とする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：道有林上川南部管理区（142林班）
2011年、2012年に食葉性昆虫の大発生したウダイカンバ二次林
（林齢約100年の山火再生林）

調査内容
調査面積：0.2haのプロット（4箇所）
測定項目：胸高直径、生残状況調査

研究成果

1. 天然林の林分構造の把握

表1 ウダイカンバ二次林における主要樹種の死亡率

樹種名	本数 (本/0.8ha)	死亡率 (%/11年)
ウダイカンバ	209	26.8
ホオノキ	180	12.2
ハウチワカエデ	79	6.3
キハダ	67	22.4
ミズナラ	27	0.0
イタヤカエデ	10	0.0
ハリギリ	8	0.0

死亡率は2004年から2014年の調査から算出した。
4つのプロットをまとめて集計した。

- ウダイカンバの死亡率は主要樹種の中で最も高い値を示した（表1）。
- ウダイカンバの死亡率はプロット間で違いがあったものの、すべてのプロットに共通して最も大きな直径階では、枯死木は認められなかった（図1）。

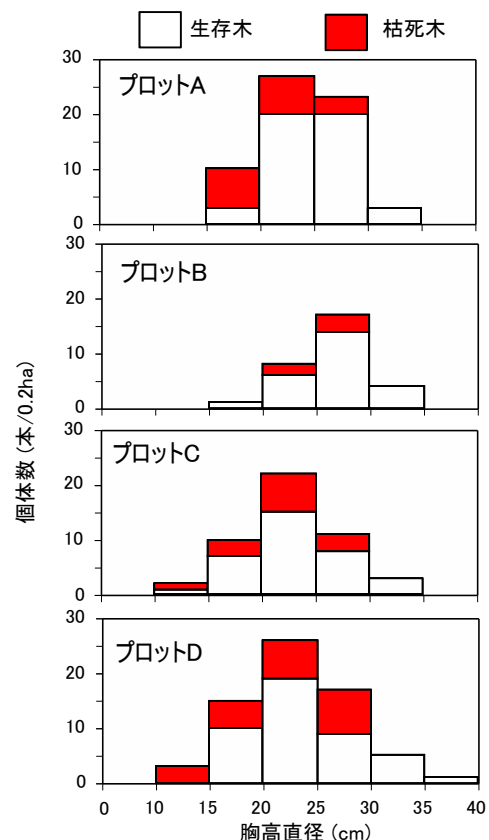


図1 ウダイカンバの胸高直径階別の本数

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

保残伐施業におけるエゾシカ影響解析のための密度推定

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

研究期間：平成26年度 区分：目的積立金事業

研究目的

保残伐施業の実証実験地においてライトランセクト法及びカメラトラップ法を用いた相対密度把握手法を導入し、低密度地域における手法適用の可能性を明らかにするとともに、実証実験開始時点におけるエゾシカの生息状況の基礎データとする。

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(芦別市、深川市)

調査方法

- ・ライトランセクト調査：6月と10月に連続4日間、日没後に時速10～20kmで走行した自動車の中から林道の両サイドをスポットライトで照射しシカを探索。発見時間、頭数、性別、林道から発見場所までの距離、進行方向と発見場所の角度を記録。
- ・カメラトラップ調査：ライトランセクト調査の実施路線に自動撮影カメラ20台を設置し、撮影された画像を解析。

研究成果

1) ライトランセクト調査

- ・6月は1日あたり0～2頭(計4頭)、10月は1日あたり3～8頭(計21頭)のシカを確認した(表1)。
- ・10km走行あたりのシカの観察頭数は0～1.92頭となり非常に低い値であった。
- ・シカは調査ライン近くで多く観察され、離れるに従い減少した(図1)。

表1 ライトランセクト調査の実施状況と結果

調査月日	開始時間	終了時間	天候	気温	調査距離(km)	観察頭数	頭/10km	シカ以外の動物
6月2日	19:38	22:57	晴れ	14～17℃	41.6	2	0.48	タヌキ、キツネ×2
6月3日	19:40	22:55	快晴	15～19℃	41.6	0	0.00	タヌキ×2、キツネ×2
6月4日	19:40	23:08	快晴	17～20℃	41.6	1	0.24	タヌキ×2、キツネ×3、不明1
6月5日	19:40	23:06	快晴	15～17℃	41.6	1	0.24	タヌキ、キツネ
10月27日	17:20	21:06	雪	2～6℃	41.6	5	1.20	タヌキ
10月28日	17:10	20:58	雪	1℃	41.6	8	1.92	
10月29日	17:06	20:41	曇り	3℃	35.9	5	1.39	アライグマ、クロテン、キツネ
10月30日	17:05	20:30	快晴	2℃	35.9	3	0.84	キツネ×3

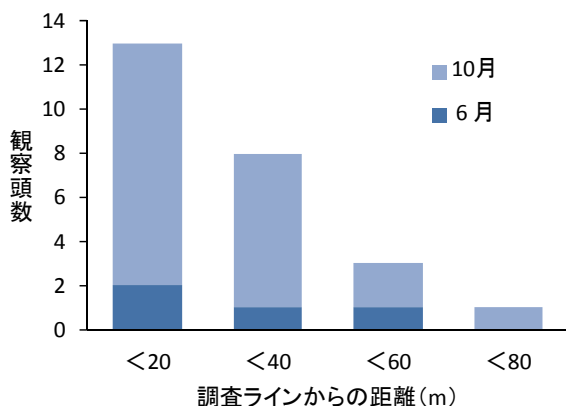


図1 観察頭数と調査ラインからの距離の関係

～シカの生息密度推定～

- ・生息密度推定に必要なとされる観察頭数の目安(40頭)には満たなかったが、10月の観察データを用いて生息密度の推定を行った結果、3.51頭/km²(2.88～4.48頭/km²)と算出された。
- ・保残伐施業実証実験地(58.8km²)におけるシカの生息数は206頭(169～265頭)と推定された(参考値)。

2) カメラトラップ調査

- ・20台中7台に動作不良等が見られたが、1ヶ月あたり390~586 TN※の調査努力量が確保できた。
- ・6月~10月におけるシカの撮影頻度は設置場所によってばらつきはあるものの、月ごとの平均は0.14~0.20枚/TN※であった(図2)。
- ・撮影月により群れ構成(性比)に違いがみられ、6月はメスの割合が約8割を占めていたが、繁殖期の10月になるとオス(写真1)の割合が増加した(図3)。

※TN(トラップナイト):カメラの設置台数×稼働日数で求められ、調査努力量を示す。

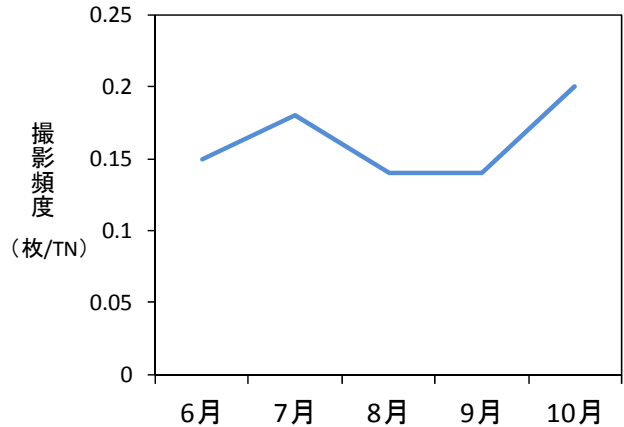


図2 保残伐施業地における自動撮影カメラによるエゾシカの撮影頻度

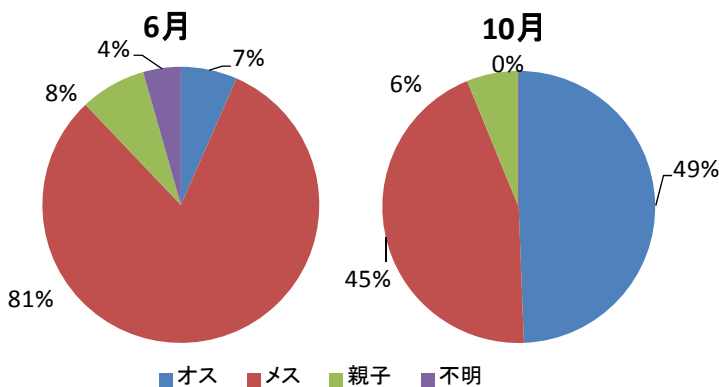


図3 自動撮影カメラで撮影されたシカの群れ構成



写真1 自動撮影カメラで撮影されたオスジカ

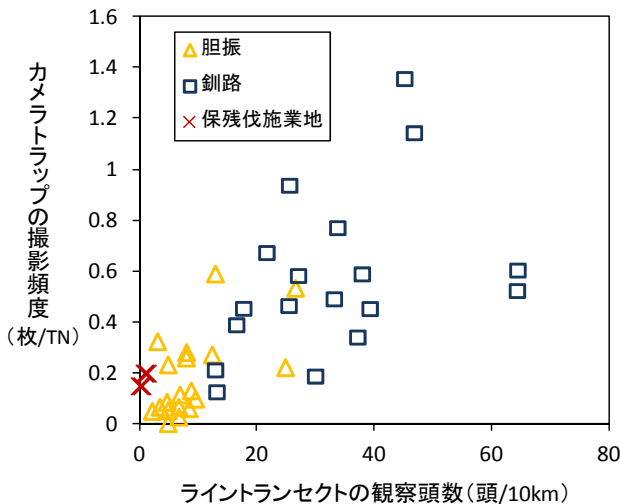


図4 カメラトラップ法とライントランセクト法の関係

釧路地域と胆振地域は重点研究「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(H24~28年度)」のデータによる。

3) 密度推定結果の検証

・ライントランセクト法では、6月よりも10月にシカが多く観察され、調査はシカがより多く発見できる秋期に行うことが有効であると考えられた。

・本調査地はシカの生息数が少ないことから、十分な観察頭数を確保できず、信頼できる生息密度の推定は困難であった。

・カメラトラップ法では、複数のカメラを設置し調査努力量を増やしたことで、シカが少ない地域であってもシカの相対密度の把握が可能であった。

・ライントランセクト法による観察頭数とカメラトラップ法における撮影頻度の関係については、釧路地域や胆振地域では、正の相関がみられた。本調査地での結果は、そのバラツキの範囲内であった(図4)。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

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)

調査地A

- 根株腐朽被害地（2011年伐採）
- 被害木伐根周辺への針葉樹苗木の植栽試験

- 調査地A、Bとも道有林十勝管理区内、トドマツ伐採後に再びトドマツを植栽

調査地B

- マツノネクチタケ被害地（2000年伐採、病原菌の分布調査済み）
- 被害木伐根内における病原菌の生残期間の推定
- トドマツ更新木（植栽木および天然更新木）の生育状況調査

研究成果

- 被害木伐根周囲に苗木（トドマツ、アカエゾマツ、エゾマツ、カラマツ、グイマツ雑種F₁）を植栽した試験プロット16個（調査地A、2013年5月設定、図1）では、植栽木の成長は概ね順調で、外観からわかる感染の徴候はなかった。
- 被害木伐根と接触する更新木がマツノネクチタケに感染しており（調査地B、図2、表1）、伐根から更新木への「菌糸成長による感染拡大」が直接確認できた。
- 被害木伐根から菌糸が分離されたことから、マツノネクチタケが伐根内で10年以上生残し続けること、および、「感染源としての伐根の重要性」が明らかになった（調査地B）。



図1 被害木伐根と周囲に植栽した針葉樹苗木

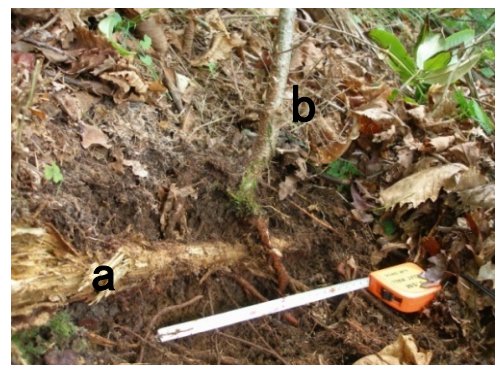


図2 被害木伐根の根(a)と接触する更新木(b)

表1 被害伐根と隣接した更新木の概要と分離結果

No.	伐根からの距離 (cm)	根元径 (cm)	幹長 (m)	伐根の根との 密着程度	年輪数	健全度	マツノネクチタケの 分離
1	10	1.5	1.1	強	-	良好	×
2	0	2.0	1.5	中	-	良好	×
3	25	1.8	1.0	中	-	良好	×
4	33	3.4	2.3	弱	-	良好	×
5	20	2.5	1.3	中	12	良好	○

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 徳田佐和子・小野寺賢介（2014）トドマツ人工林における根株腐朽被害の現状と課題、山林 1566：58-65
- 徳田佐和子・小野寺賢介（2015）北海道のトドマツ人工林で確認された被害伐根から更新木へのマツノネクチタケの感染拡大、第126回日本森林学会大会
- 徳田佐和子（2015）根株腐朽被害、トドマツ人工林施業の手引 5-8 林業試験場

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(調査地概要や調査方法)

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

- 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
- カラマツ樹皮を蒸留抽出して得た精油を用いたカラマツヤツバキクイムシの捕獲試験

研究成果

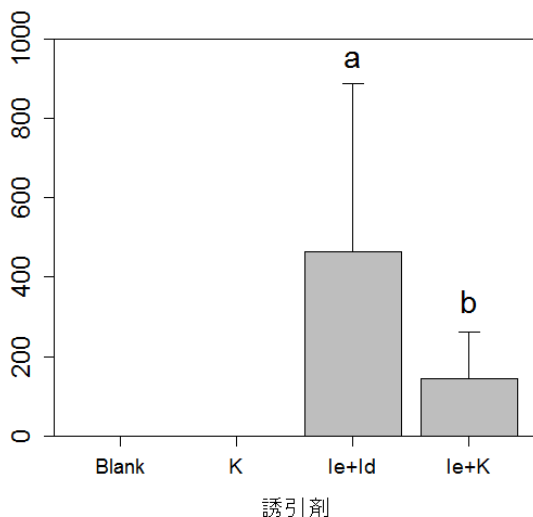


図1. 各トラップのカラマツヤツバキクイムシの平均捕獲個体数(エラーバーは標準偏差、異なる添え字は有意差を示す)。

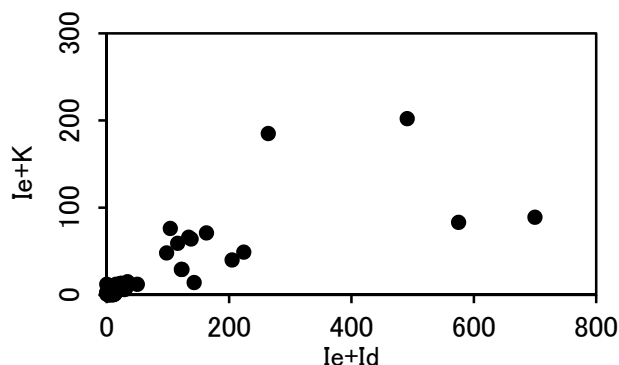


図2. le+Idおよびle+Kのトラップのカラマツヤツバキクイムシ捕獲数の関係

- Blank :誘引剤なしのトラップ
- K : 3種の樹木由来成分 (α -ピネン、 β -ピネン、3-カレン) を用いたトラップ
- le+Id : イブセノールおよびイブスジエノール (ともに3メチル3ブテン1オールで100倍希釈) を用いたトラップ
- le+K : イブセノール (3メチル3ブテン1オールで100倍希釈) および α -ピネン、 β -ピネン、3-カレンを用いたトラップ

- BlankおよびK (樹木由来成分のみ) ではカラマツヤツバキクイムシは捕獲されなかった。
- フェロモン成分2種を100倍希釈して用いたトラップle+Idでカラマツヤツバキクイムシを最大700頭捕獲した。
- 高価なイブスジエノールを用いないトラップle+Kによりカラマツヤツバキクイムシを最大202頭捕獲した。
- le+Kの捕獲数は、2種のフェロモン成分を用いたle+Idの捕獲数と相関があった。
- 樹皮の精油ではカラマツヤツバキクイムシは捕獲されなかった。

遺伝子浸透を伴うマイマイガの種分化に関する研究

担当G：森林資源部保護G

共同研究機関：東京薬科大学、大阪芸術大学

研究期間：平成23年度～26年度 区分：公募型研究

研究目的

目的

被害対策技術の高度化のため、北海道のマイマイガ・エゾマイマイ2種（系統）間での遺伝子浸透の実態を明らかにする。また、2種（系統）の形態を解析し、遺伝子解析と合わせて分類学的整理を行い、被害対策技術開発の基盤を確立する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地について等

サンプル収集：北海道（道央地域）

調査方法等

雄成虫、終齢幼虫の形態解析。

研究成果

mtDNAタイプは石狩低地帯の西部が本州型、東部が北海道型になるが、mtDNA2タイプが混在する石狩低地帯において、mtDNAタイプによる雄成虫の形態的違いはなく、北海道の個体は石狩低地帯の東西に関係なく本州の個体よりやや小さい傾向があった。

“マイマイガLD”と“エゾマイマイLU”は終齢幼虫頭部の斑紋の形状（図1）で区別可能と報告されているが、両タイプは石狩低地帯の東部、西部いずれでも混在していた。

mtDNAタイプが異なる雌雄が交配した場合、一方の性が卵期間中に死滅する。このように弱い遺伝的隔離があるが、核遺伝子は交流しており、その構成は石狩低地帯から本州に向かい距離に応じて徐々に変化する。それに対応するような形態的变化は確認できなかった。マイマイガ北海道個体群を別種“エゾマイマイ”と扱うことは遺伝的にも、形態的にも困難であると考えられた。

マイマイガに関する情報を収集・整理し、対策の普及の充実を図った。



図1 終齢幼虫頭部：左からLD型赤井川、同美唄、LU型赤井川、同美唄。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

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

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(調査地概要や調査方法)

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

幼虫2種2個体撮影・特徴を記録し、飼育して成虫を羽化させた。

成虫22個体約20種DNA解析用に処理した。

ナナカマドやアズキナシに時に多発するウンモンチュウレンジ *Arge jonasii* と近似種(2新種)の特徴、生態等を取りまとめた。

本州のハイマツにしばしば多発するタカネシママツハバチ *Gilpinia albiclavata* と近似種(3種; 2新種含む)の分類学的取りまとめを行った。

本州のナツツバキで害虫化したモンクロキハバチ *Emphytopsia nigromaculata* とその近似種について特徴、生態、被害を取りまとめた。

2010年に帯広市街路樹のマツ属に多発した種は道内未記録のヒメマツハバチ *Microdiprion hakusanus* であり、十勝地方で1960年代にストロブマツで発生し“マツノミドリハバチ”として報告された種も本種であることを明らかにし、特徴や近似種との区別点を明確にした。

シラカンバを食べるキアシチュウレンジ *Arge dimidiata* を日本から記録し、特徴・生態を取りまとめた。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- Hara, H. & Shinohara, A., 2014. The *Arge jonasii* species group (Hymenoptera, Argidae). Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series A 40(2): 1-26.
- Shinohara, A., Saito, T., Ibuki, S.-I. & Hara, H. 2014. Sawflies of the genus *Emphytopsia* (Hymenoptera, Tenthredinidae) associated with *Stewartia* (Theaceae) in Japan. Zootaxa, 3884 (4): 301-318
- Hara, H., 2014. A pine sawfly, *Microdiprion hakusanus*, infesting *Pinus* spp. in Japan (Hymenoptera, Diprionidae). Japanese Journal of Systematic Entomology, 20(2): 225-234.
- Hara, H. & Shinohara, A., 2014. A Palearctic *Betula*-feeding sawfly, *Arge dimidiata* (Hymenoptera: Argidae), found in Japan. Japanese Journal of Systematic Entomology, 20(2): 291-300.
- Hara, H. & Shinohara, A., 2015. The *Gilpinia abieticola* species group (Hymenoptera, Diprionidae). Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series A 41(1): 1-21.

道産桜における芳香成分等の新たな利用方法の開発

担当G：緑化樹センター緑化G、道東支場

協力機関：東京農業大学、北海道大学、共働学舎新得農場、寒地土木研究所

研究期間：平成23年度～26年度 区分：経常研究

研究目的

一般に桜の付加価値として一番に浮かぶものは花の観賞価値であるが、道内に自生している桜は、花を観賞するばかりでなく、本州の桜にはないさまざまなメリットを有している。そのひとつが芳香成分で、一般的に桜の花には香りが無いが、チシマザクラの花は芳香を有している。また、桜餅で有名な芳香成分（クマリン）に関して、製菓業界ばかりでなく、近年、化粧品分野においても大きな注目を集めているが、クマリンは、天然物由来のもの以外、食品への添加が認められていないため、クマリンを有する新たな天然素材が望まれている。こういったなか、我々の予備実験において、カスミザクラやチシマザクラにも「クマリン」が含まれることが明らかになった。優良な成分を有する個体は、均一な材料を得るためクローン増殖を行う必要がある。当場ではこれまでに約30樹種100系統の価値が高い優良個体の選抜及び培養技術を用いた増殖に成功している。本研究においてもこの技術を用いた増殖が応用可能である。さらに、道産の桜はいずれも果実を付けるが、その利活用はいまだ行われていない。今後、この果実の有効的な利用も期待されている。そこで本研究では、今まで注目されてこなかった新たな付加価値である、道産桜が有する芳香成分等の有用成分について、抽出方法を確立し、得られた成分の官能評価により優良個体を選抜し、効率的な増殖条件を確立する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査項目や分析方法

1. 芳香成分等の有用成分抽出：葉や花、果実等から芳香成分等の有用成分の抽出方法を確立する。
2. 芳香成分等の官能評価：抽出された有用成分について、官能評価を行い、優良個体を選抜する。
3. 選抜された個体の最適増殖条件の検討：選抜された優良個体について、材料を効率的に得ることが可能となるような、増殖条件を検討する。

研究成果

1) 芳香成分等の有用成分抽出

道産桜3種（エゾヤマザクラ、カスミザクラ、チシマザクラ）及びオオシマザクラ、ソメイヨシノについて、材料の保存方法を改良することにより、蒸留法による葉からの芳香ヒドロソルをより効率的に抽出することが可能となった。さらに、道産桜4種（エゾヤマザクラ、カスミザクラ、チシマザクラ、ミヤマザクラ）について、果実からエキスを抽出した。

2) 芳香成分等の官能検査

さまざまなイベント等で樹木の香りに関して、専門の知識を持たない一般の人に試嗅してもらい意見の聞き取りを行った。そこで得られた情報及びこれまでに得られたチシマザクラの香りに関する官能検査の結果から、エゾヤマザクラ及びチシマザクラは、カスミザクラに比べてより強く、よりおいしそうに感じられ、より好まれる香りであることが明らかになった(図)。また、香りの専門家でなくとも評価が可能なることも明らかになった。

3) 選抜された個体の最適増殖条件の検討

「花の香りが良いチシマザクラ」、「八重咲きのチシマザクラ2種」、「異なる色の花を咲き分けるチシマザクラ」、「生食可能で大きな果実を有するエゾヤマザクラ」、「道内で品種改良された花がきれいなサクラ42種」を選抜し、組織培養による増殖試験を行った。その結果、増殖率が低い個体もあったが、多くの個体で増殖が可能となった。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・森づくり研究成果報告会(4/16札幌市)、江差町歴まち商店街報告会(5/3江差町)、道総研ランチタイムセミナー(5/16札幌市)、美唄市親子劇場(6/29美唄市)、サイエンスパーク(8/6札幌市)、栗山匠まつり(8/9栗山町)、中川町道の駅祭(8/10中川町)、岩見沢緑化樹講座(8/23岩見沢市)、食べる・たいせつフェスティバル2014(8/31苫小牧市、9/27札幌市、10/12音更町)、PSセミナー(9/21北広島市)、里見緑地を守る会講演(10/15美唄市)、栗山女森の会講演(10/23美唄市)、釧路木づなフェスタ(10/25、26釧路市)、ヒバサミット(11/8、9青森県むつ市)、岩見沢農業高校講義(12/2岩見沢市)、石狩市森林ボランティアアクマゲラ講演(1/31石狩市)、第34回晩学舎(2/21、22幕別町)等において、展示、講演、研修等により研究成果を報告した。
- ・脇田陽一(2013)最も寒いところに自生する桜!チシマザクラの新品種「国後陽紅」JATAFF Journal 1: 39-40

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、道北支場

協力機関、研究機関：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)

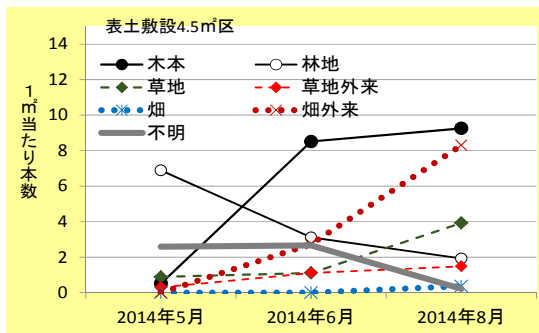
試験地：中川町有地1.2ha、林業試験場道北支場苗畑1200㎡、林業試験場本場苗畑320㎡
 樹木導入試験：森林表土敷設、播種、その他方法で樹木を導入
 小果樹維持管理試験：剪定、土壌改良
 小果樹選定試験：中川町内で5樹種を対象に調査

樹木導入試験の調査：試験地内樹木発芽並びに生存状況
 小果樹維持管理試験：果実数等の調査
 小果樹選定試験：果実大きさ、着果数の調査

研究成果

樹木導入試験

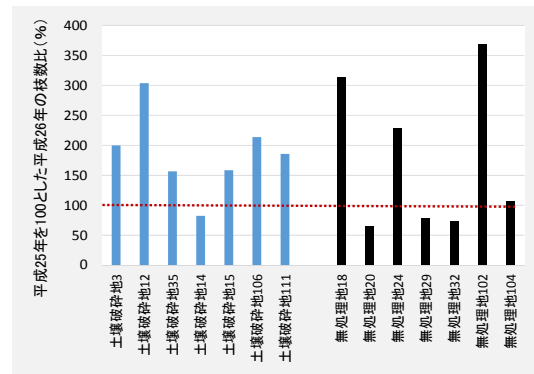
森林表土の敷設によって多数の木本並びに森林に生育している草本植物が発芽してくることが確かめられた。



木本：樹木 林地：森林内に多い自生草本種
 草地：草原に多い自生草本種
 草地外来：草原に多い外来草本種
 畑：畑地で雑草化している自生草本種
 畑外来：畑地で雑草化している外来草本種

小果樹維持管理試験

土壌破碎によって既存植栽木の根が切断されると切断翌年の果実数が少なくなる傾向が見られたが、翌年に着果する一年生枝は多数出ている。



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が多く、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(2015) 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(2015) 共同研究報告書 71pp

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
- ・美唄市林業試験場構内など

調査方法等

- ・植栽・自生樹木の根粒菌の着生状況調査
- ・植栽樹木の成長調査（樹高、根元直径）
- ・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、9系統の窒素固定菌フランキアを分離し、純粋培養することができた（写真1）。
- ・組織培養でクローン増殖させたケヤマハンノキ2系統（約300個体）に窒素固定菌フランキアを接種した。



写真1 根粒（左）からフランキアを分離培養（右）

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、ともに、リッパー処理を実施した方が良い傾向がみられた（図1）。

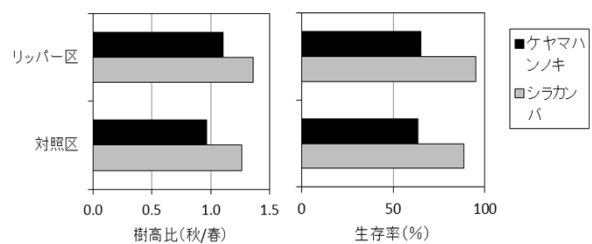


図1 リッパー処理有無別の樹高成長（左）と生存率（右）

3. エゾシカ食害軽減手法の比較調査

- ・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、食害率を調べた結果、樹木の成長は、物理柵、電気柵・忌避剤、ツリーシェルター、設置なしの順に良好だった（図2）。
- ・食害率は、食害の多かったシラカンバでは、設置なし区で約60%、電気柵・忌避剤区では約50%で、この2処理区では動物による食害が植栽樹木の成長に影響を与えていることが示唆された。
- ・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、撮影頻度はほとんど変わらなかった。この理由として、設置直後は電気柵を学習していない個体が侵入するケースが多いことが考えられる。

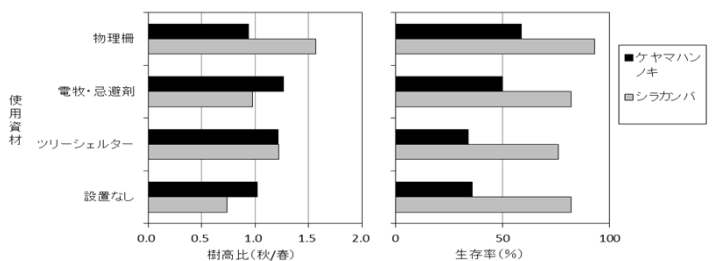


図2 食害防止資材別の樹高成長（左）と生存率（右）

* 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。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

共振測定装置による樹木内部欠陥診断の汎用性の向上

担当G：緑化樹センター緑化G

協力機関、研究機関：有限会社生物振動研究所、道総研工業試験場、札幌市

研究期間：平成26年度 区分：目的積立金研究

研究目的

街路、公園等の公共の場に植栽された樹木は都市環境に安らぎを与えたり、防災、防音など様々な役割を果たしている。しかしながら樹勢が弱り、幹が空洞化した樹木は台風等により倒れ、人や車に被害をもたらす危険木となるため、危険木を判定できる技術が求められている。一方林木も樹勢が弱ると、幹が腐朽して、材質低下が起こり、山林の経済的価値が損なわれる。

これまでの樹木腐朽の正確な診断法は幹にドリルを挿入するレジストグラフ法や大型の設置式装置を用いるものに限られ、多数の樹木を対象とする非破壊診断には適していない。また簡易的な診断法としては樹木の幹のハンマー打撃音の共振を捉える携帯型装置も開発されているが、ハンマーで打撃する位置と力の大きさを一定にするのが困難なため、幹に発生する振動は不安定で、幹が細いものや太いものは測定できない。そのため、苗木生産業者やコンサルタント業者、札幌市等の自治体等から、現場で短時間に内部欠陥を診断できる装置が望まれており、樹木の内部欠陥を非破壊で迅速に診断できる画期的な技術を開発する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

- さまざまな樹種における共振および内部欠陥の解析データの蓄積
 - ねらい： さまざまな樹種に適用可能な内部欠陥評価法を開発する
 - 試験項目等： 広葉樹の共振測定、針葉樹の共振測定
- さまざまなサイズに適応可能な測定技術の開発
 - ねらい： さまざまなサイズに適応可能な加振器を開発する
 - 試験項目等： 大型加振器の製作

研究成果

30樹種(広葉樹26樹種、針葉樹4樹種)320個体について、本装置を用いて共振及び内部欠陥のデータを解析した。樹木の内部欠陥は、我々がすでに登録した特許(特許5531251)及びこれまでの分析データの結果をもとに、3つの診断パラメータ(共振間の音速比、測定位置間の音速比、音速)を用いて、3段階で評価した(表)。なお、評価は、健全と思われるものを「○」、腐朽していると思われるものを「×」、腐朽までには至っていないが内部に欠陥があると思われるものを「△」とした。

内部欠陥診断を行った320個体のうち、15樹種74個体(広葉樹12樹種49個体(エゴノキ、エソヤマザクラ、オオバボダイジュ、カスミザクラ、サワグルミ、シウリザクラ、ソメイヨシノ、ニセアカシア、ニワウルシ、ヒッコリー、ミズキ、ミズナラ)、針葉樹3樹種25個体(カラマツ、クロマツ、トドマツ)について、実際に樹木を伐採し、内部の状況を観察した結果、内部欠陥評価と断面の観察結果は全て一致していた。

大型の振動スピーカーを加振器として使い、高出力のアンプに接続することで、直径1m程度の太さの樹木の共振を捉えることが可能となり、幅広い範囲の直径(10cm~100cm)に対応可能な測定技術を開発できた。

表 樹木内部欠陥度の評価基準

診断パラメータ	欠陥度の評価		
	○	△	×
共振間の音速比	ばらつき幅が±10%未満	ばらつき幅が±10~15%	ばらつき幅が±15%以上
測定位置間の音速比	ばらつき幅が±5%未満	ばらつき幅が±5~10%	ばらつき幅が±10%以上
音速(m/秒)	—	—	広葉樹:300以下 or 800以上 針葉樹:230以下 or 480以上

*各診断パラメータのうち、何れかの項目で該当するものがあればそれぞれ○、×、△に従う

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- H26年度緑化樹情報連絡会議(9/12札幌市)
- H26年度「樹木腐朽診断装置」現地検討会(1/27札幌市)

「新たな住まい」と森林資源循環による 持続可能な地域の形成

担当G：森林資源部経営G、道南支場

研究機関：道総研林産試験場、北方建築総合研究所、工業試験場ほか

協力機関：北海道水産林務部、北海道森林管理局

研究期間：平成22年度～26年度 区分：戦略研究

研究目的

林業・木材産業分野では、道内人工林資源の充実を背景とした森林・林業の再生の機運が高まっている。森林資源の循環利用を可能とする北海道の「新たな住まい」の構築を図りながら、住宅関連産業と森林関連産業とが融合した基幹産業を振興するための技術開発ならびにその展開方策を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地および利用データ

- ①出材予測について：カラマツ・トドマツ人工林伐採地（十勝・上川など合計160カ所）
- ②生育状況の解析について：渡島地域衛星画像(ALOS)ほか
- ③実証可能性調査について：京極町、石狩市浜益地区、岩見沢市栗沢町など

調査方法等

- ①方法：毎木調査、太さ別の出材量調査など
測定項目：胸高直径、樹高、枝下高、立木密度ほか
- ②方法：生育状況に関する衛星画像の解析結果と現地調査による現況との比較
- ③方法：原木生産にかかる各工程の労働生産性、納期までの所要時間、費用など

研究成果

1) 原木の用途別出材予測方法の開発

＜人工林の収穫予測モデルの高度化＞

地位・林分密度・施業計画から胸高直径ごとの立木本数を予測し、その立木本数と「細り」（木の根元から先端部までの細り具合）から、太さごとの丸太本数を予測する「地域別・太さ別丸太予測モデル」を構築した(図1)。さらに、採材パターンを立木直径によって任意に設定できる機能を、人工林収穫予測ソフトに組み込んだ

＜一般材・パルプ材別出材予測モデルの構築＞

約160カ所の伐採現場における出材内容調査結果(カラマツ：約212万本・トドマツ約3.8万本をもとに、パルプ材の出現率について解析し(図2)、「一般材・パルプ材別出材予測モデル」を構築した。

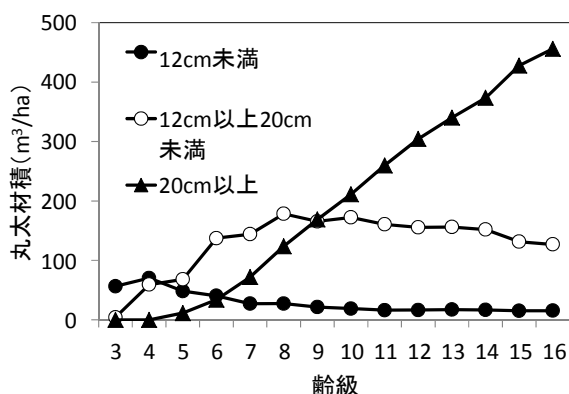


図1 カラマツ人工林の各年齢級における丸太径級別の出材量予測。(十勝地域の地位指数24の林分の例)

* 丸太の採材長は、現状の主な用途から次のように仮定
12cm未満：2.0m(パルプ材)
12cm以上20cm未満：3.65m(一般材：主に輸送資材向け)
20cm以上：2.0m(一般材：主に合板向け)

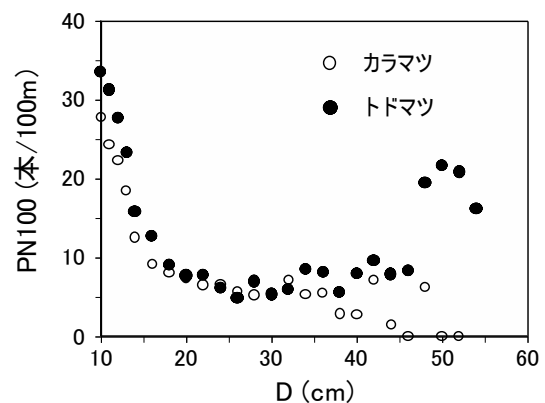


図2 末口径 (D) と丸太の積算材長100mあたりのパルプ本数 (PN100) との関係

* 積算材長：土場に集積された各丸太の材の長さを末口径（丸太の細い方の直径）ごとに合計した値

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

2) 持続可能な人工林資源管理方策の提案

<衛生データ等による地域スケールでの人工林の状況把握>

ALOS衛星画像を利用して人工林の生育状況を把握する手法の検討を行い、「植栽した苗木が生長し森林となっている割合」(=成林率)の解析結果と現況との関係を検討した(図3)。

<人工林資源のシミュレーションに基づく管理方法の提案>

全道のカラマツ・トドマツ人工林を対象として、地域別出材予測(50年間)を行い(図4)、供給可能量と太さ別の丸太生産量を推計した。その結果、年間の伐採量がカラマツ210万 m^3 、トドマツ230万 m^3 であれば、資源に著しい低下が生じないことが予測された(図6)。期間を通じて16~22cm、24~28cmの一般材の生産量が多く、30cm以上の一般材が急激に増加することが予測された(図5)。

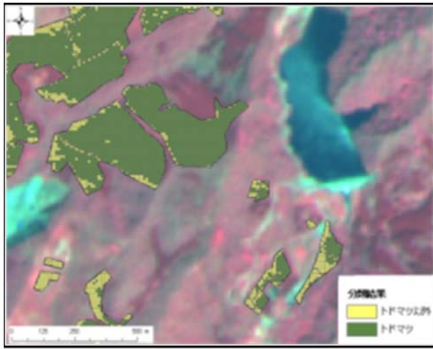


図3 ALOS衛星画像による成林したトドマツ人工林の抽出例。(渡島地域における解析例)

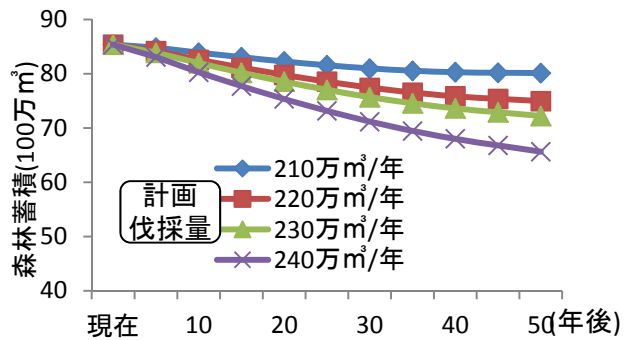


図4 カラマツの伐採可能量の推定

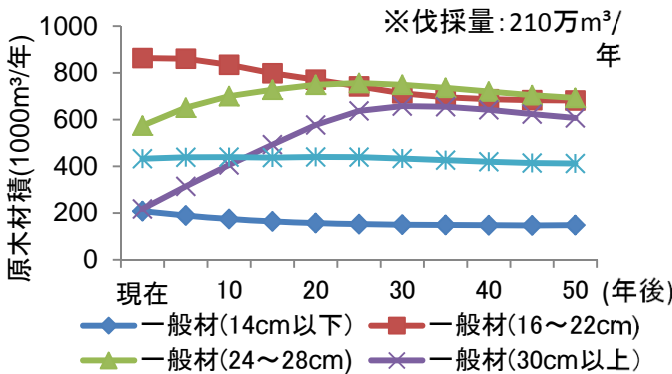


図5 径級別・品質別の原木出材可能量の推移

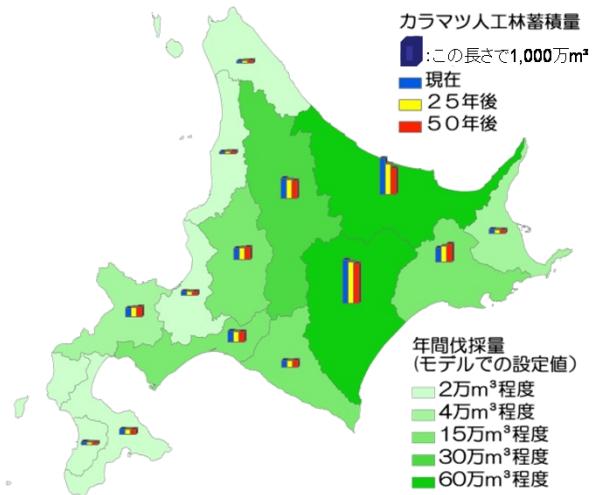


図6 各振興局のカラマツ人工林蓄積推移(伐採量:210万 m^3 /年)

3) 森林資源循環利用システムの試行と検証

重機2台、作業班員2名による原木生産システムによる出荷対応可能性を調査した。路網密度100m/ha、傾斜9~14度の好条件下では、現行のシステムより高い生産性を記録した。使用した林業機械の固定費から伐採コストに差がつき、今回のFS調査においては2~4割のコスト削減、生産時間の3割短縮が図られた(表1)。

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

表1 労働生産性と伐採コスト(カラマツ主伐FS調査)

主伐の例	作業班員数	重機台数	労働生産性	伐採コスト (副作業費と手数料を除く)
*現行のシステム	5~7名	3~4台	15.6 m^3 /人・日	3,300円/ m^3
システム① ハーベスタとグラブ	2名	2台	31.9 m^3 /人・日	1,700円/ m^3
システム② ハーベスタとフォワーダ	2名	2台	25.3 m^3 /人・日	3,100円/ m^3

*平成23年度素材生産費等調査報告書(林野庁)北海道平均値
労務費15,000円/人・日、付帯人件費率20%で試算

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・新田紀敏、滝谷美香、大野泰之、津田高明、大橋義徳、植松武是、酒井明香、石川佳生、古俣寛隆(2015)「住まい」を通じた人工林資源の循環的利用の可能性—建築用材による「地材地消」の仕組み作り。日本森林学会第126回大会企画シンポジウム
- ・津田高明、酒井明香(2014) 自立可能な地域社会の実現に向けて 第1部森と住まいの循環による地域産業の活性化(口頭発表)。第2回道総研オープンフォーラム
- ・津田高明(2014) 北海道におけるカラマツ、トドマツ人工林の長期的資源予測について。山づくり平成26年1月号:6-7
- ・林業低コスト化全国優良事例(2014):林野庁ホームページ

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：道総研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

調査地

調査①：十勝・オホーツク管内のカラマツ一般民有林
調査②：南富良野町有林（カラマツ）

調査方法等

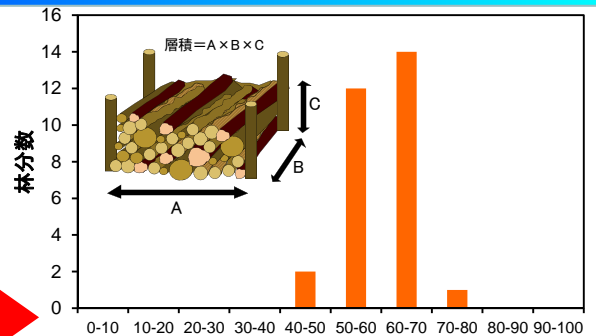
方法：①委託による現地調査②実測による功程調査
測定項目：①毎木調査による全出材量、原木の層積、パルプ材積等②バイオマス収集対応型フォワーダに積載できるバイオマス量・積込み速度等

研究成果

1) 再生可能エネルギーなどの賦存量・利用可能量の推定方法の開発

事業者によって計測方法が異なるカラマツ小径木の利用可能量を把握するため、カラマツのパルプ材の出材実態を調査した。現状の取引では、層積に占める材積割合として35～40%程度の係数が使用されているのに対し、今回の調査（①）では材積割合で50～70%を占め、過小評価されているという結果になった（図-1）。

図-1 長さごとに積み上げたパルプ丸太の層積に対する実材積の割合（%）



2) 分散型エネルギーの需給モデルの構築

木質バイオマスを効率的に集荷する専用機として開発されたバイオマス収集対応型フォワーダ（写真-1）の積込み能力の調査を行った。フォワーダに搭載されたグラブを使用するより、別機のグラブローダによる積込みが最も効率が良い、積載量は平均2.6t-wet、積込み速度は15.2t-wet/時となった（図-2）。



→の部分が横にスライドし
○の部分の羽が開いて展開できる

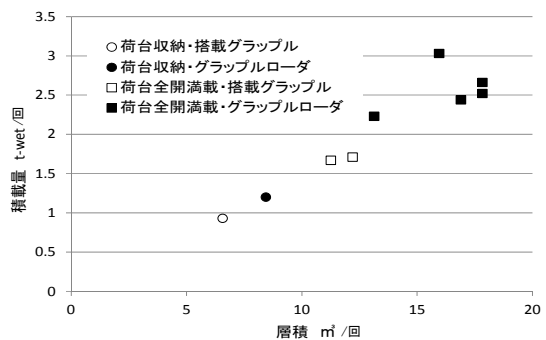


写真-1 供試したバイオマスフォワーダ（諸岡MST-800VDL）

図-2 荷台の状態・積込み方法と積載量の関係

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

酒井明香ほか（2014）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：第63回北方森林学会口頭発表
渡辺一郎ほか（2015）カラマツ主伐林分におけるバイオマス収集対応型フォワーダの生産性（速報）：第126回日本森林学会大会学術講演集

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：道総研林産試験場（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 m^3 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(調査地概要や調査方法)

1. 腐朽木低減対策

- ・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
- ・伐採後、根株腐朽実態を調査
- ・*H26年度は伐採前の事前調査のみ

2. 径級別資源予測

- ・使用パラメータ
伐採量、成長量、植林量、径級別の出材量
- ・シミュレーション内容
年間計画伐採量を4段階に分けて計算

研究成果

- ### 1. 腐朽木低減対策
- ・集材路4路線（延べ200m）で調査。
 - ・トドマツ200本中51本（25.5%）において、施業による結果と考えられる傷を確認した。（写真-1）



写真-1 大型機械の接触によると思われる傷(激害)

2. 径級別資源予測

- ・民有林を対象にトドマツ人工林における地域別資源予測モデルを作成し、年間伐採量を変数としたシナリオ分析を行い、資源量からみた供給ポテンシャルを推定した。
- ・現行の伐採量である70万 m^3 /年では、トドマツ人工林蓄積は増加傾向を示し、最終的に9000万 m^3 まで増加した（図-1）。一方、伐採量が120万 m^3 /年と130万 m^3 /年では同じ様に推移しており、20年以降の森林蓄積はほぼ横ばいで推移した。
- ・計画伐採量が120万 m^3 /年と130万 m^3 /年における実伐採材積は、両者ともほぼ同じであった。このため、全道的な伐採可能量は120万 m^3 /年と推定された（図-2）。

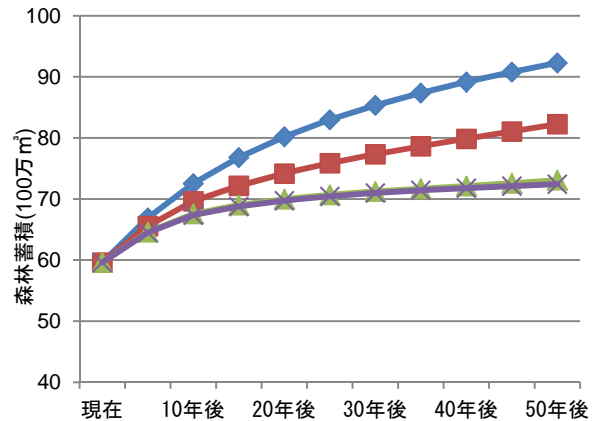


図-1 各計画伐採量に対する森林蓄積の推移

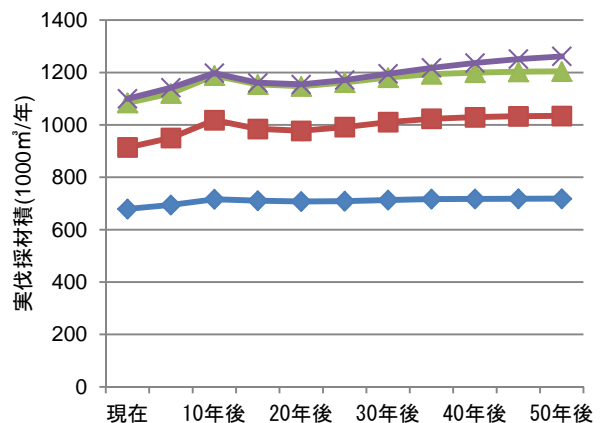


図-2 各計画伐採量に対する実伐採材積の推移

計画伐採量 (図-1, 2共通)
 ◆ 70万 m^3 /年 ■ 100万 m^3 /年 ▲ 120万 m^3 /年 ✕ 130万 m^3 /年

林分状況に応じたカラマツ人工林単木管理手法の提案

担当G：森林資源部経営G、道南支場

協力機関：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

研究期間：平成25年度～26年度 区分：経常研究

研究目的

カラマツ人工林における長伐期施業の導入手法の一つとして、単木に着目した施業方法が期待されているが、林分状況や育成目標に対応した単木管理の手法に関する知見は限られている。そこで、樹冠長を立木の発達指標とし、カラマツの育成目標の設定方法や効率的な育成方法（間伐方法）など、林分状況に応じた単木管理の手法を提示する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

多地点調査：全道127林分(21-83年生)
 成長量調査：富良野市(75年生)、新得町(75年生)、釧路市(103年生)、美幌町(41-62年生)

多地点調査：20m×20mプロットの毎木調査
 測定項目：胸高直径、樹高、枝下高
 成長量調査：0.2～0.5haの毎木調査
 測定項目：胸高直径、樹高、枝下高、樹冠面積

研究成果

1. 将来木の選定手法と生産目標設定方法の提案

- ・質の高い大径木をより短期間で育成することを目的に、胸高直径などの立木の諸形質から、将来木の候補を生産目標に応じて選定するための基準を明らかにした。また、林齢や地位指数に応じた達成可能な生産目標を提示した(表1)。
- ・単木管理による間伐木の選木基準と将来の立木配置のイメージを示した(図1、図2)。

表1 既存の施業大系(2500本植栽、中庸仕立)と将来木施業における80年生時の収穫予測の比較

項目	地位指数25(I等地)		地位指数29(特等地)	
	既存の施業大系	将来木施業	既存の施業大系	将来木施業
仕立て本数(/ha)	450	250	350	200
平均胸高直径(cm)	34.2	45	41	48.9

既存の施業大系は「カラマツ人工林施業の手引き」による。将来木施業の育成目標径級(林齢80年)：I等地で42cm以上、特等地で44cm以上

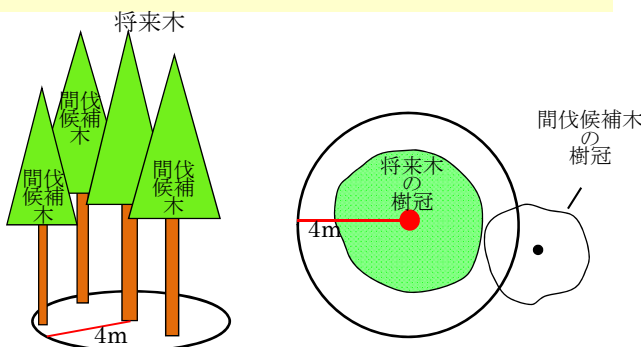


図1 将来の木と間伐候補木(育成目標径級48cmの場合)

2. 単木の直径成長に及ぼす局所的競争効果の影響評価

- ・胸高直径の大きい個体ほど肥大成長量大きい傾向が認められるが、ばらつきが大きい。
- ・局所的な競争効果を強く受けている個体ほど、肥大成長が抑制され、競争効果によって成長のばらつきが生じていた(図3)。

上段：設定時(20～35年生時頃)
 中段：間伐時(36～50年生時頃)
 下段：主伐時(80年生時頃)
 白：将来木
 黒：間伐木
 灰色：次回以降間伐木

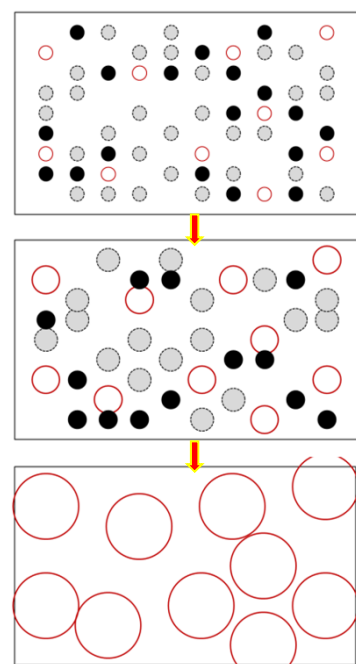


図2 単木管理方法による間伐のイメージ

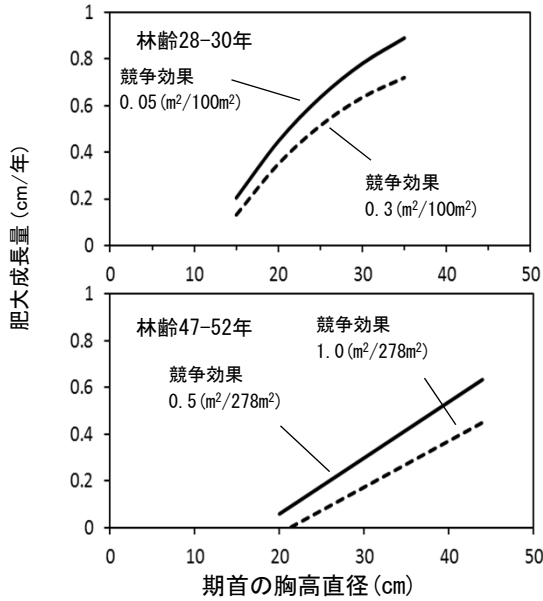


図3 局所的競争効果の程度別の胸高直径と肥大成長量との関係(成長式による推定)

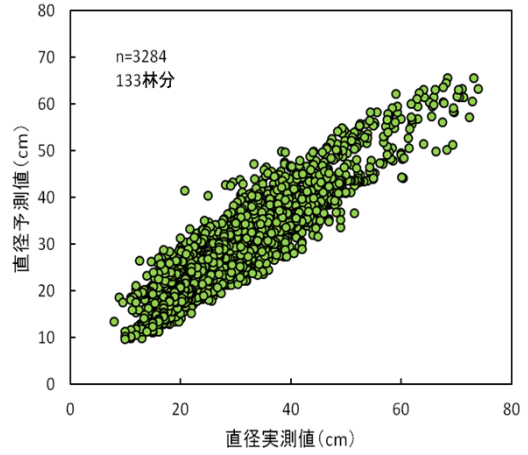


図4 林齢、地位指数、立木の樹冠長、競争効果の程度から推定した各立木の胸高直径の予測値と実測値の関係

- 林齢、地位指数、各立木の樹冠長および、林内での被圧の程度をあらわす競争効果をもとに、立木の胸高直径をほぼ推定することができた(図4)。
- これにより、生産目標達成に必要な林齢、地位指数、各立木の条件から将来木選定が可能となった。

- 樹高成長と枝下高の上昇が緩やかとなる40年生までには将来木を選定し、間伐により枝の枯れ上がりを抑制する必要がある(図5)。このため、各立木の直径差が顕著になる林齢20~35年から将来木施業を開始するのがよい。

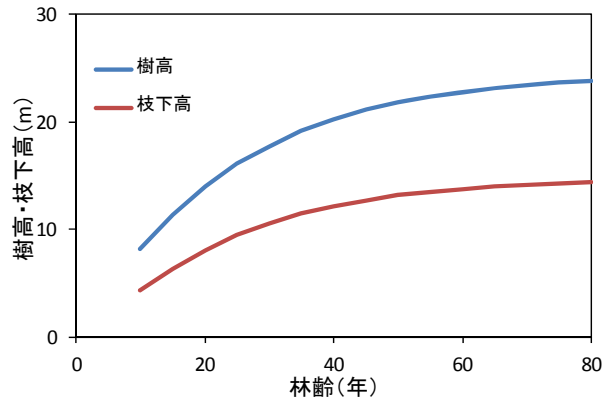


図5 樹高・枝下高の推移(上層木、地位指数20)

3. 単木管理指針の作成

- 単木管理支援のための簡易ツールとして、間伐木選定の参考となる「将来木施業導入の手引き」および、目標径級達成予測、間伐範囲決定をエクセル上で行うソフト「カラマツ将来木施業導入支援ツール」を作成した(図6)。

ID	樹体番号	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	単材積 (m³)	
11	1	29	22.3	22.8	16.1	0.301
12	2	19	23.8	22.7	14.5	0.319
13	3	15	21.5	22.7	15	0.262
14	4	16	21.2	22.5	12.1	0.209
15	5	10	20.4	22.1	15.9	0.250
16	6	21	29	21.9	12.1	0.245
17	7	20	20.5	21.8	14.6	0.233
18	8	4	21.2	21.6	13.5	0.231
19	9	2	20.6	21.5	14.9	0.240
20	10	27	22.5	21.4	13.5	0.260

図6 カラマツ将来木施業導入支援ツールの画面

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・カラマツ将来木施業導入の手引き 道総研森林研究本部林業試験場ホームページにて公開

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

協力機関：北海道水産林務部林務局森林計画課、十勝総合振興局森林室、千葉大学

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、資源の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・径級別の資源量を把握し、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)

調査方法等
方法：0.1haプロットの毎木調査
測定項目：胸高直径、樹高

研究成果

1. 樹種構成、林分構造による天然林の類型化

- 道内約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た。
- 森林タイプごとの出現確率を林分材積や気象との関係から解析した結果、暖かさの指数と林分材積とともに森林タイプの出現確率が大きく変化した(図1)。

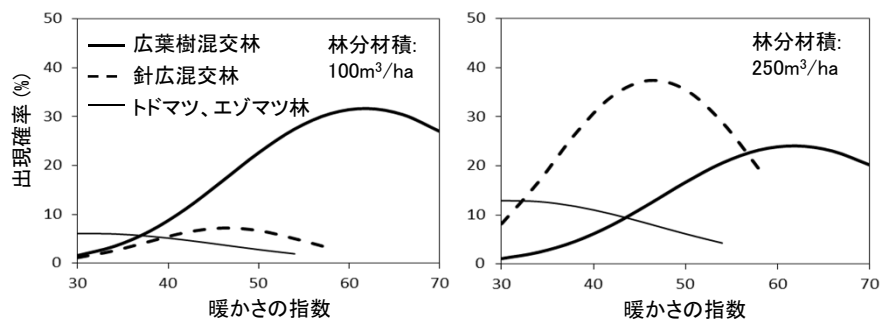


図1 林分材積別の暖かさの指数と主要な森林タイプの出現確率(予測値)との関係

2. 林分単位での樹種別・径級別の資源量評価

- 主要な森林タイプを構成する主要樹種を対象に、樹種別・径級別の立木本数を予測するためのモデル(プロトタイプ)を構築し(図2)、資源量を把握するための情報を充実させた。

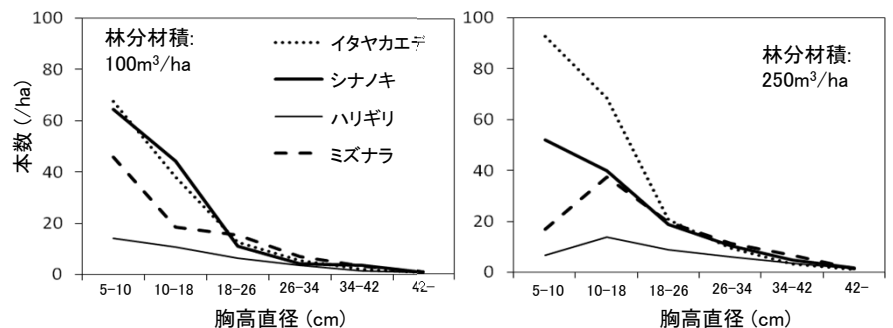


図2 広葉樹混交林における主要樹種の胸高直径階別の本数の予測値

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

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：上川総合振興局上川南部森林室、道総研林産試験場

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(856林分)
- ②枝打ち効果の検証：枝打ち林分の現地調査(1林分)

成長モデル構築：既往の毎木調査結果を整理

整理項目：調査地、林齢、樹高、胸高直径

枝打ちの効果検証：35年前の枝打ち林分を現地調査

測定項目：樹高、胸高直径、節の巻込み年数

研究成果

1. アカエゾマツ人工林の成長モデル構築

- 高齢級林分を含め地位指数曲線を改定した(図1)。調査林分の地位指数は 15.3 ± 3.8 (平均±標準偏差)であった。また、地位指数8~22の範囲に95%の調査地が含まれた。
- 上層高の推移曲線を過去の報告例と比較した結果、10年生以下及び40年生以降で上層高の推定精度の改善が認められた。

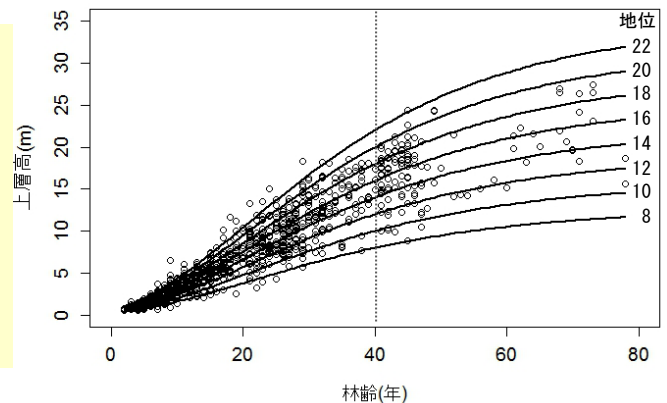


図1 アカエゾマツ人工林の地位指数曲線
※点線は地位の基準年を示す。

2. 枝打ちによる立木への影響把握

- 枝打ち林分の追跡調査から、枝打ちによる直径成長の低下は枝打ち直後に限定されており、その後は枝打ちを実施していない林分と変わらない成長経過となることが明らかになった(図2)。

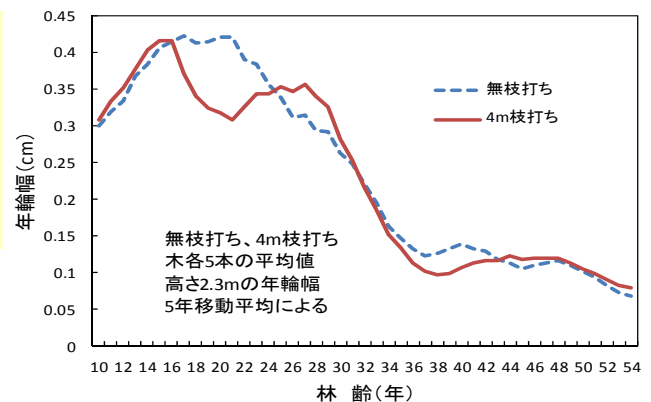


図2 枝打ちの有無と直径成長の関係

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

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：渡島総合振興局渡島東部森林室、渡島西部森林室、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 相対幹距比・収量比数・林分形状比などの林分指標について間伐が必要となる基準を整理した。植栽本数により最も早く基準値となる指標が異なっていた(表-1)。今後、どの指標を用いることが健全性を判断するのに最適か検討し、施業を支援するためのツールの開発を進める。

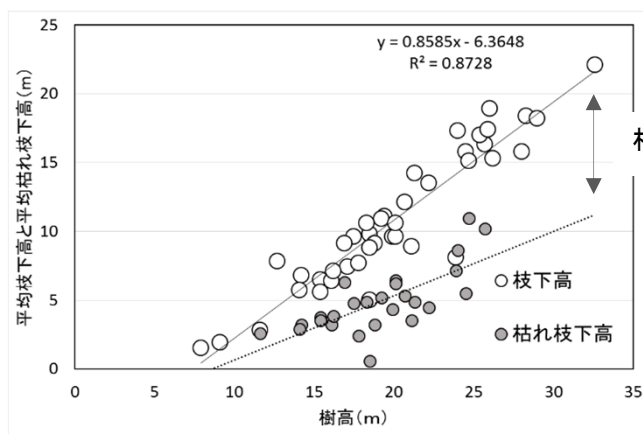
表-1 間伐の必要性を判断する林分指標の基準とそれに達する林齢

* 道南スギ収穫予測ソフトを使用、条件は地位指数20で無間伐、樹高が10mに達する12年生以上が対象。

林分指標	間伐が必要となる基準 (特に風害に注意が必要とき)	左記の基準となる林齢 植栽本数(本/ha)		
		2000	2500	3000
相対幹距比	17%以下	22年生	18年生	16年生
林分形状比	80(70)以上	45(12)年生	25(12)年生	13(12)年生
収量比数	0.8(0.7)以上	47(34)年生	40(29)年生	35(26)年生

* 植栽本数が2000本/ha、2500本/haの時は相対幹距比が最も早く間伐が必要な基準になり、3000本/haの時は林分形状比がもっとも早く間伐が必要な基準に達する。

2 スギは、枯れ枝があると材の変色や腐食を招く虫害に合う恐れがある。枝打ちを適期に行うことが大切であるため、枝打ちの適期を判断する枝下高、枯れ枝下高を推定した。



枯れ枝が残っていると推定される高さ

図-1 スギ人工林の平均樹高と平均枝下高の関係 (n=41) 及び平均枯れ枝下高 (n=21)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・寺田文字、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：九州大学演習林、住友林業、

北海道水産林務部森林環境局道有林課、 日高振興局森林室

研究期間：平成26年度～29年度 区分：経常研究

研究目的

目的

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

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地

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

調査方法

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

研究成果

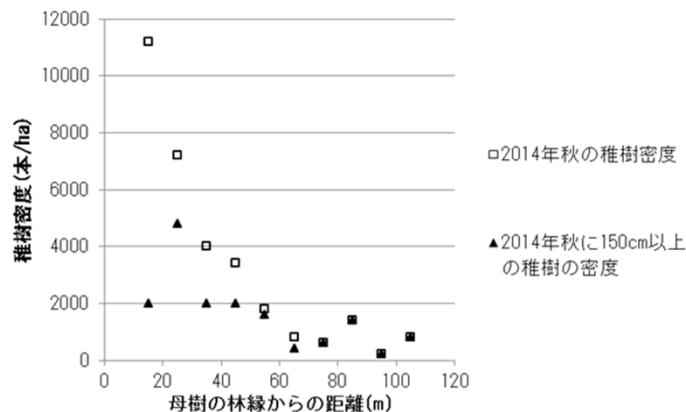
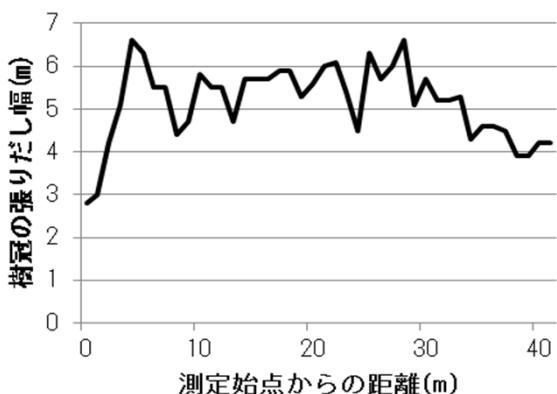


図-1 収穫適期のカラマツの樹冠の張りだし幅

図-2 母樹の林縁からの距離とカラマツ実生の5年後の密度

収穫適期に達したカラマツの枝の張りだし幅は約5mであった(図-1)。カラマツの稚樹密度は母樹の林縁からの距離が大きくなるにしたがって減少した(図-2)。表土除去後5年以内に樹高150cm以上の稚樹が1ha2,000本以上確保できたのは、母樹の林縁から45mの範囲であった(図-2)。これらのことから、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(母樹の樹冠の張りだし幅5m×2+更新木の樹冠の張りだし幅5m×2)～90m(45m×2)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と考えられる。また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と考えられる。

- ・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。
- ・トドマツが天然更新している林地で皆伐試験地を設定した。伐採区でトドマツ幼樹の葉が褐変したが、皆伐後に開葉した葉は褐変せず、皆伐2年後にも幼樹の6割は生存していた。

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

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：森林総合研究所、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)

調査箇所数：トドマツ人工林9林分
 林齢：34-87年
 植栽木の密度：131-1020本/ha

調査内容
 方法：0.1haプロットの毎木調査
 測定項目：胸高直径、樹高、枝下高、
 立木の位置測量

研究成果

1. 「広葉樹林化」の目標林型選択・決定技術の開発

- 9林分で毎木調査を実施し、広葉樹の進入状況を把握し（図1）、目標林型を選定・決定するための基礎情報を収集した。

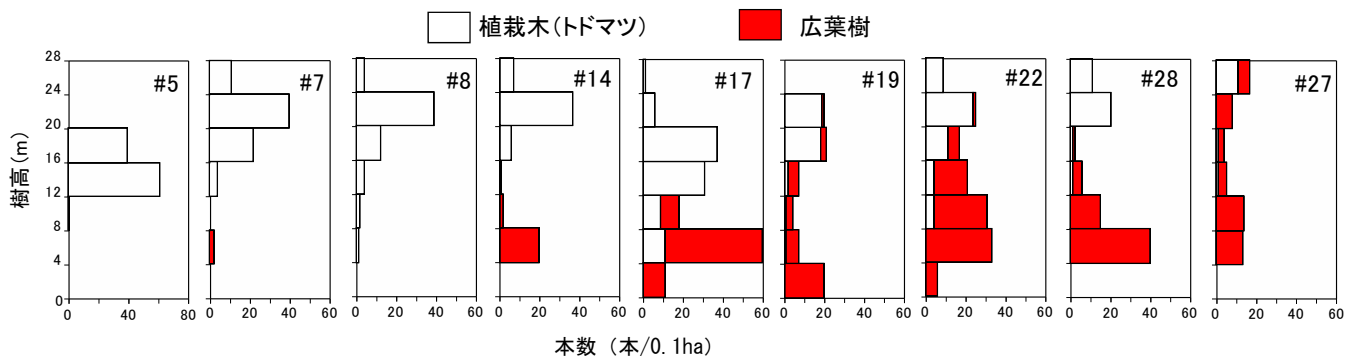


図1 調査林分の樹高階別の本数分
 図中の数値は調査地のIDを示す。

2. 「広葉樹林化」の目標林型への誘導技術の開発

- 光環境の推定に必要な立木位置を把握するため、前述の9林分において立木の根元位置を測量し、立木位置図を作成した（図2）。

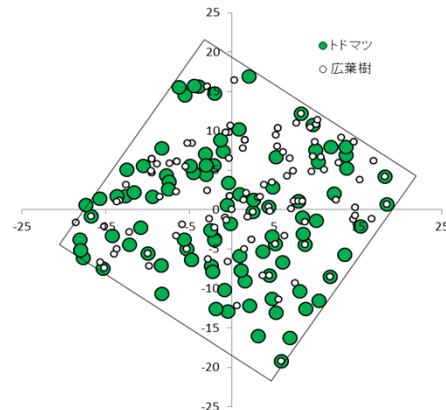


図2 調査林分#19における立木位置図

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 八坂通泰、菅野正人、寺田文子（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.

トドマツ人工林材の利用促進体制の検討

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：道総研林産試験場（主管）

研究期間：平成26年度 区分：受託研究

研究目的

トドマツ資源は大幅な出材量の増加が予想されており、需要拡大のために加工技術の向上による製品用途の拡大が必要とされている。また、資源量や出材量の推移を踏まえた生産加工体制の形成が必要とされている。本研究では、トドマツ材の需給システムの形成のために、現状の施設・設備、加工品目とその課題、今後の展開等を聞き取るとともに、広域の出材予測ならびに素材生産流通の実態を把握する。そのうち、林業試験場は素材生産流通実態の把握を担当する。

調査方法

素材生産を行っている事業者（265カ所）に対して、平成25年度の素材生産量、生産市町村と出荷先市町村などについてアンケートを実施した（回収率：61％）。

研究成果

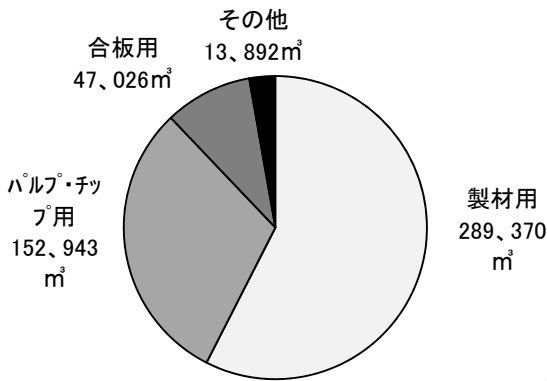


図-1 用途別素材生産量

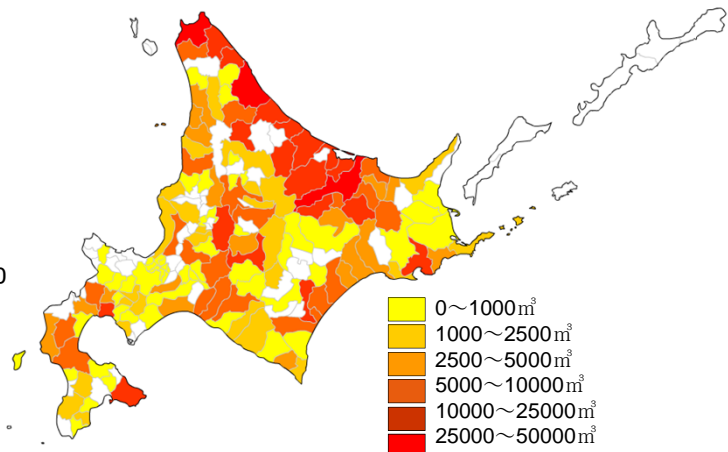


図-2 市町村別に見たトドマツ素材生産量 (H25年度)

○全体の用途別素材生産量は製材用としての生産量が約6割を占めて最も多かった(図-1)。

○地域的には、オホーツク地方と宗谷地方で多く生産されている傾向がみられる(図-2)。

○生産地から出荷先までの輸送距離は、多くが50km前後(中央値53.4km)の範囲であった。

用途別に見た平均距離では、製材用57.9km、パルプ・チップ用92.3km、合板用112.6kmとなった(図-3)。

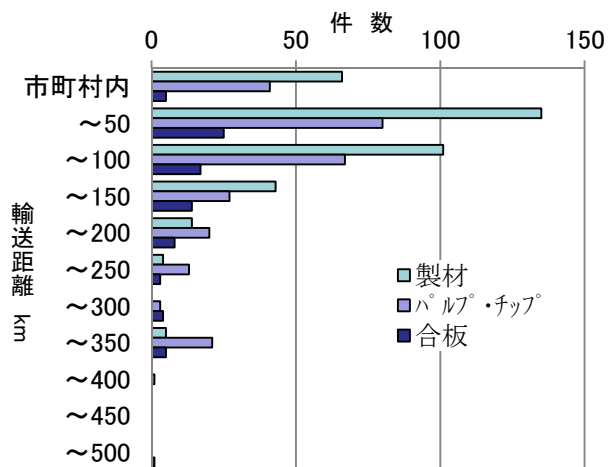


図-3 生産地から出荷先までの距離

集材方法と地形条件を考慮した 森林作業道適正配置パターンの提案

担当G：道北支場

協力機関：北海道水産林務部林務局森林整備課、林業木材課、上川総合振興局、
オホーツク総合振興局、上川総合振興局北部森林室、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、中川町
研究期間：平成24年度～26年度 区分：経常研究

研究目的

集材方法と森林作業道配置とを経営的・土木的なコスト面から分析することにより、森林作業道整備における適正な配置パターンを提案する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地
美深町道有林105林班
中川町町有林豊里8林班

調査方法：木材運搬作業の調査、作業道の調査
測定項目：フォワーダの積載量、運搬速度、貨物自動車
の積載量、幅員等

研究成果

1. 森林内の道路規格を計画する上で、運材トラックが走行する「林道や林業専用道」に比べて森林作業道を
選定する方が、木材運搬費用が安価となる条件を求める方法を開発した。
2. 1を踏まえた、経営的・土木的なコストを考慮した平面・横断面における森林作業道適正配置パターン

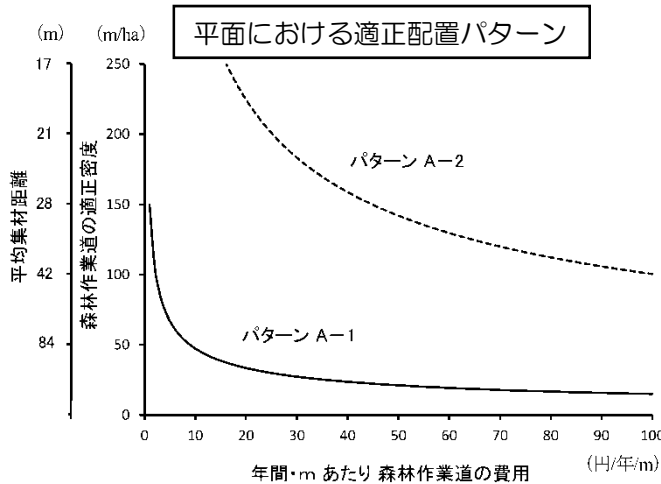


図1 年間・mあたり森林作業道の費用と適正密度*
(m/ha) および平均集材距離 (m) との関係

- A-1：フォワーダ集材（集材費8,000円/時、集材時間 0.067×10^{-3} 時・回/m³、木材運搬量10m³/年/ha）
- A-2：グラップルローダ集材（集材費6,000円/時、集材時間 $0.008 \times$ 時・回/m³、木材運搬量10m³/年/ha）
- ・森林作業道の費用（円/年/m）が小さいほど、適正密度（m/ha）は大きくなる。また、パターンの違いにより、適正密度に大きな差が生じる。
- ※適正密度（m/ha）とは、森林作業道の建設・維持管理費（円/年/m）と集材費用（円/m³）の合計が最小となる密度である。

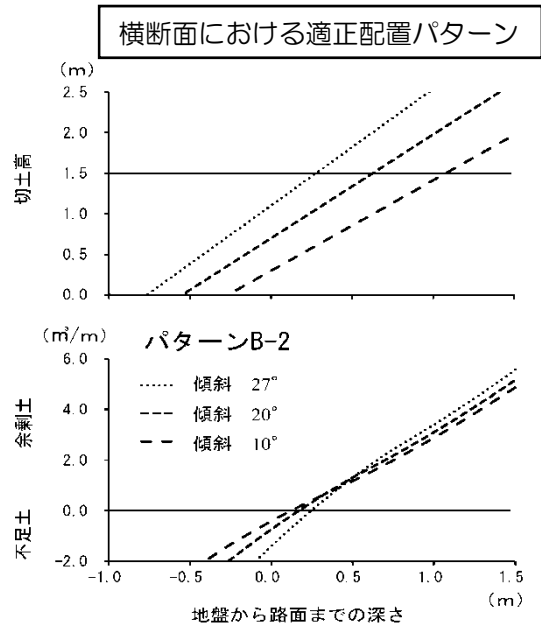


図2 地盤から路面までの深さ (m) と
土量バランス・切土高との関係

- B-2：幅員3.0m（盛土不適土厚0.1m）
- ・幅員が3.0mのとき、余剰土（m³/m）が生じ、かつ山側の切土高が1.5m以下（壊れにくい）となる路線と直交する最大山腹傾斜角（°）は27°である。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・蓮井聡（2014）緩中傾斜地における森林作業道の維持管理費，北方森林研究62：15-16
- ・蓮井聡（2014）森林作業道選定の経済分析，森林利用学会誌29(3)：143-147
- ・蓮井聡（2014）森林作業道における適正密度，北方森林学会大会 ポスター発表

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、収益性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)

調査地及び材料

- ①成長量調査：31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(以下、旧作業道)

多地点調査：20m×20mプロットの毎木調査

測定項目：胸高直径、樹高、枝下高

路網調査：GPSによる旧作業道の現地踏査

測定項目：路線長、路線位置、路幅

研究成果

1. カラマツ人工林の成長量予測

- 平成25年度に作成した地位の予測式を基に、厚真町内のカラマツ地位マップを作成した(図1)。厚真町のカラマツ地位は11～35の範囲にあり、内陸部ほど地位が高い傾向がみられた。
- 平成26年度実施の調査結果より地位マップの推定精度を検証したところ、調査結果と予測値との平均誤差は2.7であった。

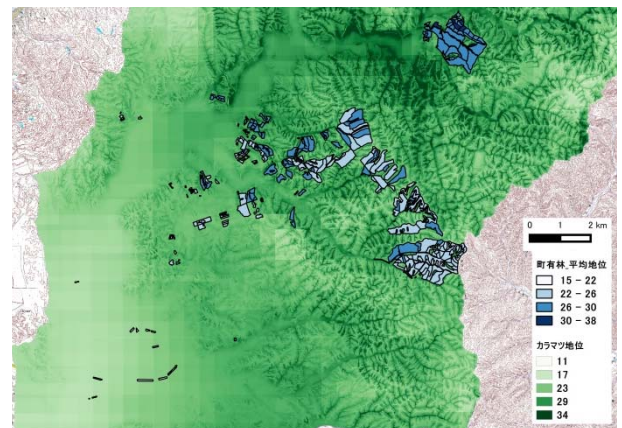


図1 カラマツ地位推定図

2. 旧作業道の再整備による路網作設コスト圧縮の可能性

- 厚真町有林のカラマツ植林地における旧作業道の現地調査を実施し、利用可能な旧作業道の位置情報を整備した(旧作業道延長：152km)。
- 調査結果より、道路から各小班までの平均集材距離を算出した(図2)。平均集材距離の中央値は37mであり、また約7割の小班は50m以内であることから、多くの小班で作業道の新設が不要であることが判明した。

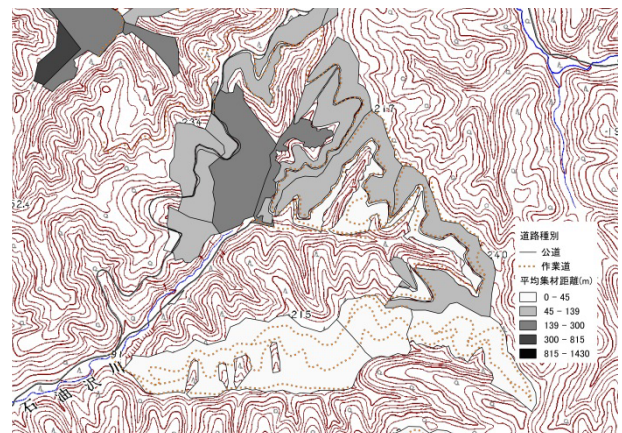


図2 各小班の平均集材距離分析

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

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

協力機関：森林総合研究所北海道支所、北海道大学農学部森林科学科、北海道、
空知総合振興局森林室

研究期間：平成26年度～27年度 区分：公募型研究

研究目的

目的 主伐期を迎えた人工林の効率的搬出とあわせて生物多様性の保全を重視した保残伐実証実験において、搬出に国産の新型フォワーダとハーベスタによる短幹集材システム（CTL：Cut To Length）を加えて、コスト及び林地に及ぼす影響等を比較検討することで、生産性の向上とコスト削減および林地に及ぼす影響の緩和を実証し、北海道および日本におけるCTL作業の普及定着と促進を図る。

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249林班トドマツ人工林
(保残伐実証実験林、少量保残区-SS1)
伐区面積：5.9ha 立木材積：300m³/ha
立木本数：730本/ha
使用フォワーダ：F801 (重量9.1t)

方法：ビデオ画像記録による要素作業時間の分析
作業日報による生産性の把握
測定項目：作業時間、積載材積、集材距離、
走行路傾斜等

研究成果

H26年7月下旬から8月下旬にかけて、道有林空知管理区249林班の保残伐実証実験区の少量保残区において、フォワーダ（F801）による集材作業を調査した。集材サイクル数は14サイクル、集材距離は約700～900m、積載材種はトドマツ一般材（3.65m、3.0m、2.7m）およびパルプ材（2.4m、3.65m、広葉樹 2.4m）であった。

従来使用しているフォワーダ（U-6B、重量9.0t）による作業では、積み用グラップルが別途必要であったが、今回試験したフォワーダには実装されており、作業コストの低減が期待された。また、走行速度、降雨後等の登坂能力も従来フォワーダより高かった。

一方、積載量が従来フォワーダのおよそ3/4と少なく、また、荷台の形状（材が滑りにくい工夫が必要）、キャビン内の操作性（シート高が低い、シート回転を容易に）などの課題も明らかとなった。



写真 使用したフォワーダ（左：F801



右：U6Bにグラップルローダで積み込み)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

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：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、グイマツ雑種F₁採種園
中川グイマツ雑種F₁採種園
築別トドマツ採種園

方法：採種工程の調査
項目：作業種の種類(移動、採種、確認等)
1本あたり・時間あたりの採種量

研究成果

■高所作業車による採種の実態調査

- ・高所作業車は乗車重量に制限があるため、オペレーター1人と女性3人の組合せで行われていた(図1)。
- ・1作業班(1台4人)の1時間あたりの種子採取量はグイマツでは0.28～0.76kgだった。
- ・採取前に球果を切断して、内部の充実種子の状況を確認していた(図2)。
- ・作業車にはトラック式とクローラ式があるが、トラック式は移動のたびにアーム格納、下車、車体固定、乗車が必要のため連続作業ができなかった(図3)。この時間は全作業時間の7～13%に及んでいた。



図1 クローラ式高所作業車での採種

白い胚が数粒以上あることを確認します。



カラマツとグイマツ

図2 品質の確認作業



図3 トラック式の高所作業車

■木登りによる採種の実態調査

- ・トドマツでは樹の先端まで登り、球果をもぎ取っていた(図4)。
- ・1人の1時間あたりの種子採取量は約1kgだった。
- ・カラマツでは横枝の先に球果が着くため、長さ2～6mの鎌を使い着果枝を落としていた。そのため以後数年間は着果していなかった。



図4 トドマツでの採種

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(2015.3)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要旨集、日本生態学会

カラマツ類の効率的な着花促進法の検討

担当G：森林資源部経営G、道北支場

協力機関：オホーツク総合振興局東部森林室

研究期間：平成22年度～26年度 区分：経常研究

研究目的

「クリーンラーチ」をはじめとしたグイマツ雑種 F_1 は成長が早く幹の通直性にも優れているため、植栽希望者が急増しているが、 F_1 の種子は慢性的な不足状態に陥っており、需要量を満たす十分な量の苗木を供給できない状態にある。また、カラマツ育種種子も不足している。その大きな要因としてグイマツとカラマツの豊凶とその不一致があり、種子が十分に採取できないことがある。そこで、本課題ではカラマツ類の種子を継続して事業的に生産するための、スコアリングを用いた効率的な結実促進処理方法を検討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：訓子府採種園、中川採種園
 調査木：グイマツ大型母樹
 グイマツ小型母樹
 カラマツ大型母樹

着花促進方法
 枝もしくは幹にスコアリング処理を行い、翌年着花数を調査する。
 グイマツ小型母樹では、毎年処理と隔年処理

研究成果



図-1 スコアリング処理

スコアリングとは、ナイフ等で枝もしくは幹をらせん状に形成層まで傷つける着花促進方法である(図-1)。傷は早期にふさがるので継続的に実施できるが、花の分化期に合わせて行わなければならない難しさがある。

グイマツ大型母樹、カラマツ大型母樹ともに6月10日ごろにスコアリング実施すると着花促進効果が見られた(図-2)。

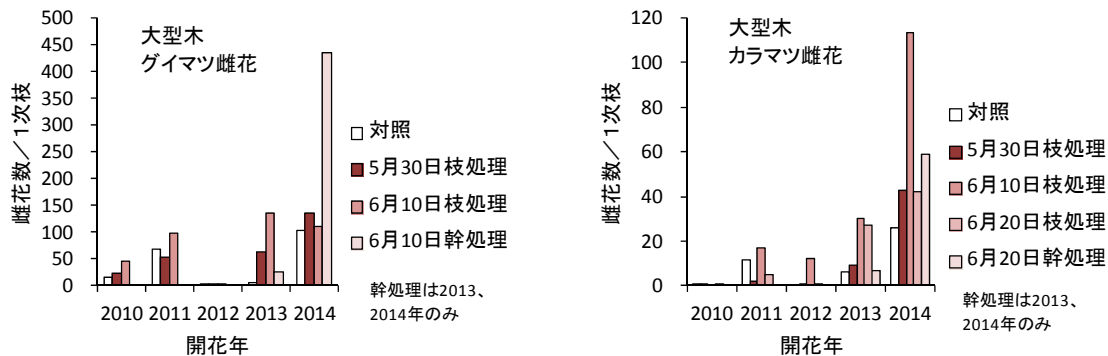


図-2 グイマツ大型母樹とカラマツ大型母樹のスコアリング処理別の雌花数
 試験地は訓子府採種園。処理日は年により凡例から数日前後することがある。

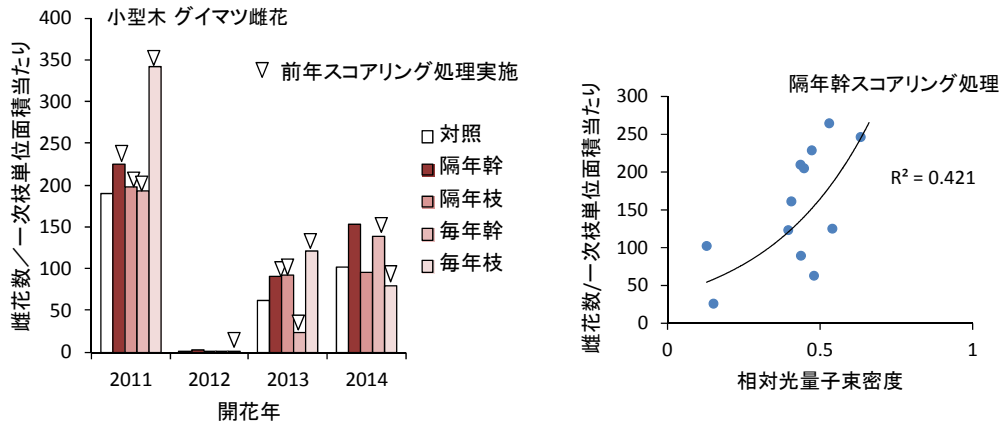


図-3 グイマツ小型母樹のスコアリング処理別の雌花数（左）と隔年幹スコアリング処理における光環境（2013年）と翌年の雌花数の関係（右）
試験地は訓子府採種園。処理日は、1°C以上の日平均気温の積算気温が400°Cを基準とした。各年の基準に達した日と実際の処理日はそれぞれ2010年：6月8日・6月10日、2011年：6月5日・5月31日、2012年5月28日・5月31日、2013年気温6月7日・6月10日である。

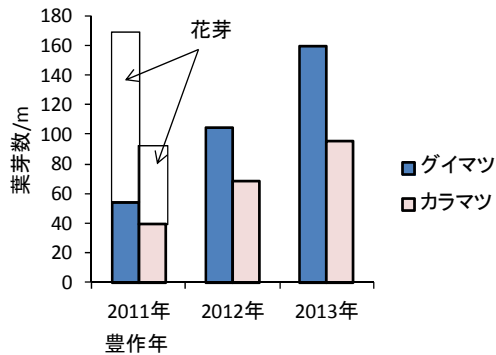


図-4 中川採種園におけるグイマツとカラマツの葉芽数の回復経過
全芽数は花芽と葉芽の合計。葉芽が変化して花芽になる。すなわち葉芽の数が十分になれば豊作にはならない。

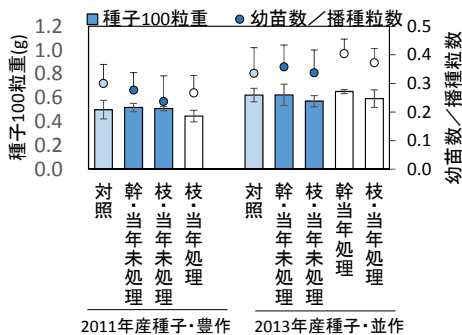


図-5 グイマツ小型母樹から採種した種子の重量と播種後の幼苗得苗率
当年未処理は前年にスコアリング処理を実施している。

グイマツ小型母樹では2011年に毎年枝処理で効果が見られたが年が経過するほど処理効果が低下する傾向があり、毎年処理の負の影響が示唆された（図-3左）。隔年幹処理で並作年の2013年と2014年に安定して着花促進効果があった。また光条件がよいほど雌花数が増加しており（図-3右）、着花促進処理とともに光環境が重要であることが示された。

豊作年の開花によりグイマツは芽の数（＝将来潜在的に花芽になる能力がある芽の数）が1/3に、カラマツでは半分弱に減少した（図-4）。また豊作年にスコアリング処理をするとその年に結実する種子が小さくなることから（図-5）、豊作年のスコアリング処理を避け、樹勢の回復を待つべきだと考えられた。

結論
グイマツでは5月末～6月10日頃、カラマツでは6月10日頃に2～3年の周期でスコアリング処理を実施する。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・内山和子 (2010) 採種園における結実予測と着花促進. 北海道の林木育種53(1)
- ・黒丸亮・内山和子・今博計・来田和人 (2011) カラマツ類の結実と日射量の関係 第60回北方森林学会大会ポスター発表
- ・黒丸亮 (2012) 中川グイマツ雑種採種園における最近の改良経過と結実に関する研究情報. 北海道の林木育種 Vol55(1):11-14.

北海道に適したコンテナ苗木生産技術の開発

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森林整備課保護種苗G、森林環境局道有林課道有林

整備G、森林活用課林業普及G、森林総合研究所、林業研究工学領域機械技術研究室

研究期間：平成25年度～27年度

区分：経常研究

研究目的

コンテナ苗木は土をつけたまま植栽することから、根系の発達に優れ植栽後の活着がよいこと、植栽時期を選ばず作業を平準化できること、初期成長が良く下刈コストが減少すること、植栽功程が高く植栽コストが減少することが期待されているが、検証データは十分ではない。道内では2011年秋から国有林でコンテナ苗木植栽の取り組みが開始されたが、コンテナ苗木の生産技術自体が未確立な現状にある。そのため、北海道や道苗組、傘下の苗木生産者からは北海道に適したコンテナ苗木生産技術の開発が求められている。

研究方法(調査地概要や調査方法)

- 対象樹種 カラマツ
- 種子の精選、発芽促進
- 試験項目：種子の精選(水・アルコール選)、発芽促進(冷温湿層・薬剤処理)

- コンテナ苗木育成
- 試験項目：コンテナ容器、播種時期、施肥量、培土
- 植栽試験
- 場所：美深町、訓子府町 時期：春、夏、秋

研究成果

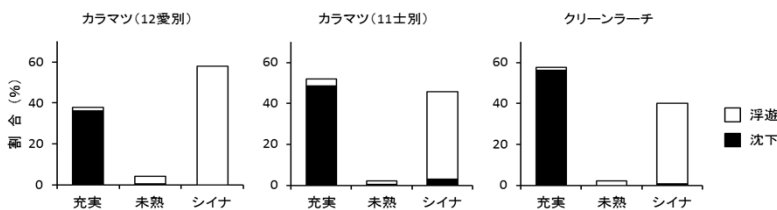


図-1 充実・未熟・シイナ種子の割合とそれらの沈下・浮遊の割合

沈下と浮遊は濃度99.5%のエタノール選での結果。

濃度99.5%のエタノールでは充実種子の94.0～97.3%が沈み、沈んだ種子の93.1～98.7%が充実種子だった(図-1)。しかし、エタノール浸漬による発芽阻害の影響が一部の種子ロットで見られたため、ロットによっては、選別率が8割程度に落ちるが水選を選択する必要がある。



図-2 4月に播種して1生育期成長したコンテナ苗
左から使用したコンテナがBCC120ccサイドスリット(SS)、BCC220cc(SS)、JFA150ccリブ(Rib)、JFA300cc(Rib)、Mスター150cc(Rib)、Mスター300cc(Rib)。

緩効性の元肥4g/培土1Lを混和した培土を充填したセル容量150cc以上のコンテナに4月に播種し、窒素濃度100ppmの液肥を週一回追肥)、7月まで温室で、8月以降野外で管理すると1年で苗長30-40cmの植栽可能なコンテナ苗木を生産できることを明らかにした(図-2～4)。セルの形状(サイドスリットvsリブ)、培土の種類(ピートモスvsココピートvsパーライドの混和)により苗木の成長に大きな違いはなかった。

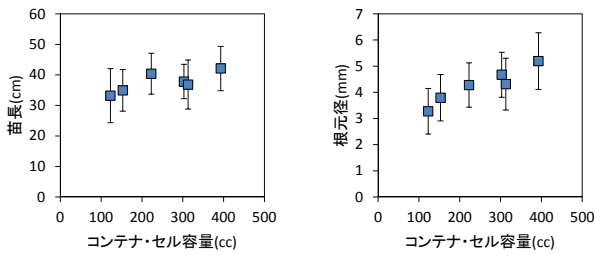


図-3 コンテナセル容量別のカラマツ播種
コンテナ苗の1年生苗長と生存率

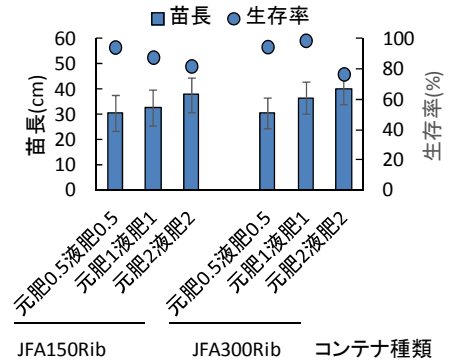


図-4 施肥量を替えて育苗したカラマツ播種
コンテナ苗1年生の苗長と生存率

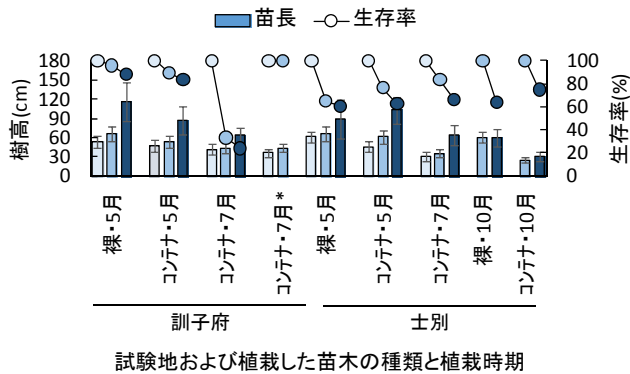


図-5 訓子府と士別におけるカラマツコンテナ苗植栽試験の結果

*試験地設定翌年の補植

□ 植栽時 ■ 植栽当年秋 ■ 植栽翌年秋

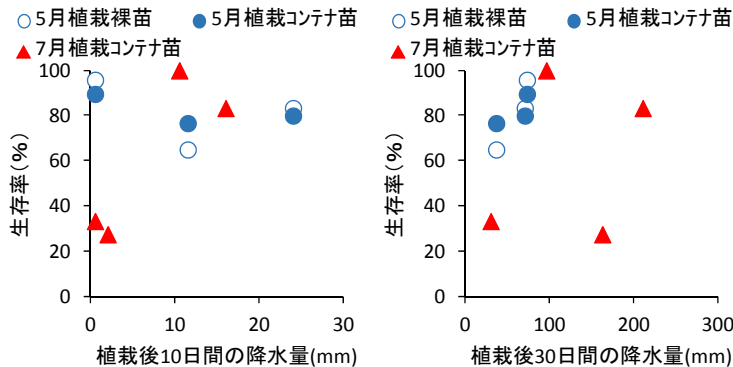


図-6 植栽試験地における植栽後の降水量と植栽当年秋の生存率の関係

データは図-5 で示した試験地のほか、2014年三笠で実施した植栽試験地のデータも使用。

1年生コンテナ苗の成長量、生存率は2年生コンテナ苗より大きく、カラマツコンテナ苗では1年生苗が植栽に適していた。裸苗と1年生コンテナ苗を比べると5月植栽では生存率が高かった訓子府で裸苗の樹高が大きいままだったが、生存率が低かった士別では、コンテナ苗が裸苗を追い越し大きくなっており、ストレスが大きい環境下でコンテナ苗植栽が有利になることが示唆された(図-5)。

7月植栽の生存率は植栽後10日間の降水量で大きく変動しリスクが高いが、10月植栽の裸苗に比べてコンテナ苗は翌年の伸長量が大きく、コンテナ苗を使って植栽時期を早めることの利点が示唆された(図-5、6)。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

今・来田(2014) カラマツとクリーンラーチ(グイマツ×カラマツ雑種F1)のエタノール種子精選および発芽に及ぼすエタノール浸漬の影響, 日林誌(2014) 96: 187-192
 ・来田・今・黒丸(2014) 播種による1年生カラマツコンテナ苗木生産方法の開発, 第125回日本森林学会大会(ポスター) 来田ほか, 口頭発表1回、普及誌1本、講演会発表2回

森林及び林業分野における温暖化緩和技術の開発

担当G：森林資源部経営G、道北支場

共同研究機関：森林総合研究所

研究期間：平成22年度～26年度

区分：公募型研究

研究目的

森林総合研究所が2009年に開発した森林炭素循環モデルに基づき森林炭素・窒素循環モデルや森林資源の広域評価手法など、モデルの精緻化と適用の拡大を行い、森林・林業・木材生産による炭素量変化の将来予測とその地理的分布を表す新たな統合モデルを開発し、温暖化緩和をもたらす森林・林業・木材利用の最適な施策を提案する手法を開発する。北海道では炭素固定能の高いグイマツ雑種F₁品種「クリーンラーチ」の林分成長、生理生態特性の環境適応性を明らかにするとともに、さし木による大量苗木生産技術を確立し、二酸化炭素削減機能向上の効果を予測する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地、材料等

9～39年生(クリーンラーチ(CL))植栽試験地
9か所
クリーンラーチ、カラマツ、グイマツポット苗木

調査方法等

成長量調査および収穫予測モデルの構築
温度別、季節別樹高階別光合成の測定
気孔パラメーターの算出

研究成果

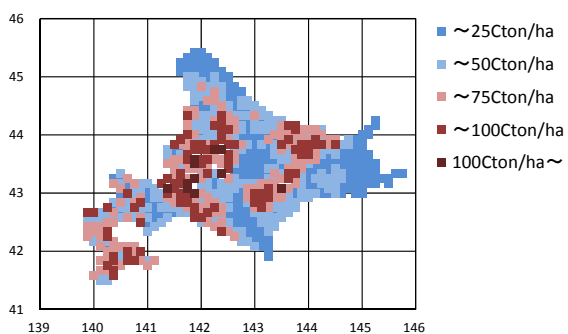


図-1 2001年の気象条件が継続した場合のクリーンラーチ40年生林分のメッシュ別炭素蓄積量の推定値

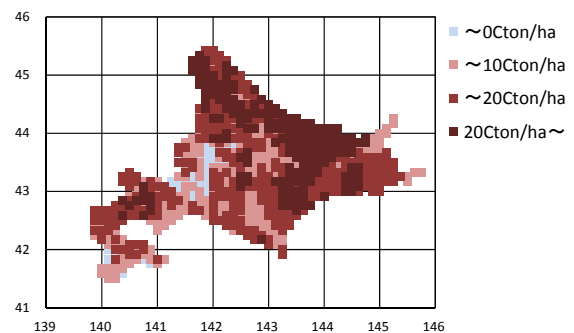


図-2 温暖化シナリオA1Bによる2001年から2050年におけるクリーンラーチ40年生林分のメッシュ別炭素蓄積量の増減量

植栽試験地データ、気象観測所気象データから成長モデルを構築して、2050年における40年生CL林分の炭素貯蔵量を温暖化シナリオA1Bに基づき予測したところ、2001年の気象条件が継続した時に比べて、ほとんどの地点で炭素貯蔵量が増加し、カラマツ主産地の道東では20%以上の増加が見込まれた(図-1、2)。

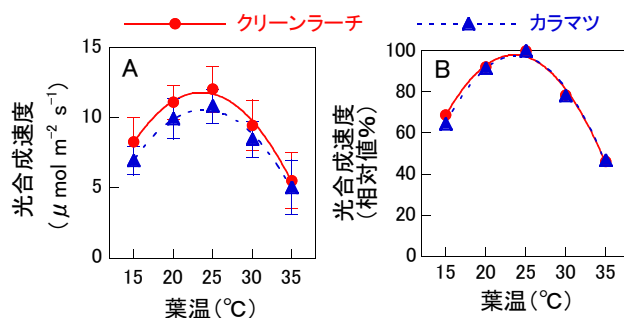


図-3 クリーンラーチとカラマツの葉温-光合成関係 (A:絶対値、B:各最大値に対する相対値)

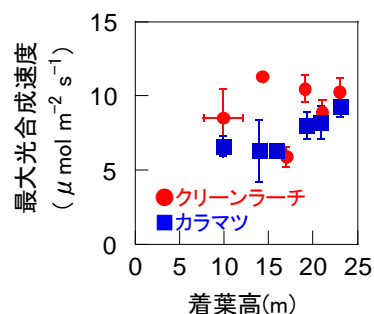


図-4 37年生林における着葉高別の最大光合成速度

CLの光合成速度は15℃～30℃でカラマツよりも高く(図-3A絶対値)、温暖化に対する光合成速度変化には両者で違いがみられなかった(図-3B相対値)。また光合成の季節変化、樹冠内部の垂直変化(図-4)、光合成の生化学的パラメータ、気孔パラメータを求め、共同研究機関の森林総合研究所が開発する带状更新光合成生産モデルに提供した。



図-5 挿し木用ペーパーポット土詰め工程の機械化



図-6 挿し木苗床替え工程の機械化(左)と小さい挿し木苗を掴むために改良したブレード(右)



表-1 機械化による作業工程と床替え当年秋の成績

	作業工程 本/時間・人	生存率%	苗長cm	根元径mm
従来型		*1 87.4	69.6	8.0
改良型(中間タイプ)	1320	89.1	72.7	8.2
改良型(短タイプ)		*2 85.7	65.7	8.0
手植え	300	86.5	71.1	8.4

*1 従来型のブレードでは小さい苗木を確実にセット出来ず、植え位置に抜けが生じ、手直しが必要。
*2 改良型(短タイプ)ではブレードが短すぎて根全体をつかめず、植え付け後、根が地上に露出するため手直しが必要。

挿し木生産工程のうち、挿し木用ペーパーポットへの土詰め作業の機械化(図-5、土詰機の試作)、圃場への植え替え工程の機械化(図-6、床替え機アタッチメントの改良)を行い、生産性がそれぞれ3倍(72箱/日・人)、4.4倍(1320本/時間・人)と試算された(表-1)。

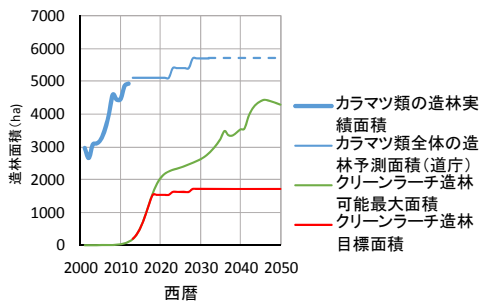


図-7 カラマツ類全体とクリーンラーチの造林面積の推移

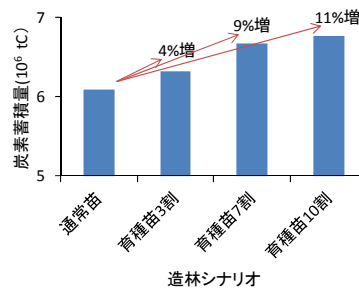


図-8 通常のカラマツから育種苗(クリーンラーチ)への植え替え効果
2005年のカラマツ炭素蓄積量 $35.8 \times 10^6 \text{tC}$ からの2050年における増加量

道庁のカラマツ予測面積に基づき3つの造林シナリオを設定し(図-7)、共同研究機関の森林総研が開発した統合モデルでカラマツからCLへの植替え効果を計算したところ新規植栽のうち3割、7割、10割をCLに植え替えることで炭素蓄積量がそれぞれ、4%、9%、11%増加すると推定された(図-8)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・宇都木玄、飛田博順、上村章、北岡哲、黒丸亮(2011)クリーンラーチ(グイマツ雑種F1)の初期成長と被陰の影響. 日本森林学会北海道支部論文集59:13-15
- ・来田和人、内山和子、黒丸亮、今博計(2011)グイマツ雑種F1のさし木増殖技術の改良 北海道の林木育種 54(1): 10-15
- ・原山尚徳、大野泰之、上村章、来田和人、北岡哲、宇都木玄(2012) カラマツ属3種のポット苗における光合成速度の温度および蒸気圧欠差に対する反応 北方森林学会論文集 60
- ・原山尚徳、大野泰之、上村章、来田和人、北岡哲、宇都木玄、来田和人(2013) カラマツ類ポット苗における光合成特性の季節変化 北方森林研究61
- ・来田 和人、内山 和子、今 博計、黒丸 亮(2012) 炭素固定能が高いグイマツ雑種F1の炭素貯蔵量を成長量と気温から推定する 第123回日本森林学会大会
- ・来田 和人、内山 和子、今 博計、黒丸 亮、田村 明、織田 春紀(2013) カラマツ類のつぎ木ポット苗による着花促進効果と種子生産 第124回日本森林学会大会

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：森林総合研究所（代表）の他、5大学、15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(調査地概要や調査方法)

- 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、施肥量
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、器官別重量

研究成果

クリーンラーチの種子を4月に直接コンテナに播種して植栽可能な大きさにする条件を明らかにした（図-1）。また従来、台木を露地に播種して育成していたがコンテナに播種することで台木1本当たりの挿し穂数が9.9本から18.2本に増加し（図-2）、挿し付け容器を従来のペーパーポットからコンテナに変えることで根乾燥重量が0.09g/本から0.23g/本に増加する（図-3）ことが分かった。

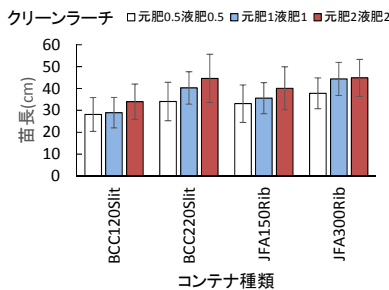


図-1 クリーンラーチの直接播種コンテナ育苗試験の結果

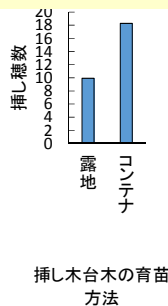


図-2 クリーンラーチの挿し木台木育苗方法別挿し穂数

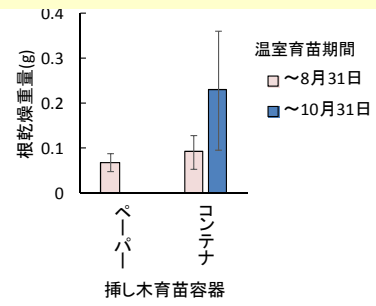


図-3 クリーンラーチ挿し木苗の育苗方法別根乾燥重量

カラマツコンテナ苗の植栽当年の伸長量は裸苗より大きく（図-4）、植栽直後の根の成長率が高いこと、非同化器官（葉以外の器官）に対する葉の割合が高いことが関係していた。また、裸苗の植栽適期である5月10月の他に8月、9月に植栽した苗木の生存率が高く、植栽時期を早められることが示唆された（図-5）。

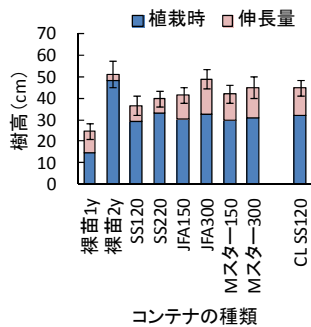


図-4 三笠植栽試験地におけるカラマツ植栽1年目秋の苗長
右端のCLはクリーンラーチ

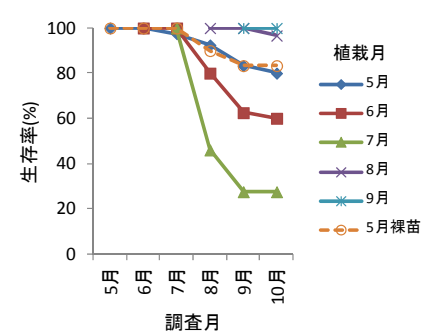


図-5 三笠植栽試験地におけるカラマツ植栽時期別の生存率の推移

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

根釧地域に適したトドマツ第二世代精英樹の選抜

担当G：森林資源部経営G

協力機関：森林総合研究所林木育種センター北海道育種場

北海道釧路総合振興局森林室

研究期間：平成26年度 区分：目的積立金活用事業

研究目的

主要造林樹種であるトドマツについて、現在配布される育種種苗からのさらなる遺伝的改良を図るため、第二世代精英樹の選抜が進められている。本研究課題においては、まだ選抜が実施されていない根釧（釧路・根室）地域に造成された検定林の調査を行うことで、成長量に加えて材の容積密度（比重）が高く、水食い（心材中の高含水率部位）が少ない個体を第二世代精英樹として選抜することを目的とする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地ならびに材料

- トドマツ検定林 A-38 (1980年造成)
道有林釧路総合振興局管理区 53林班内
- トドマツ計700個体
47家系を選抜対象家系とし、検定林の3反復全てにまたがるように調査個体を選出

調査と選抜方法

- 成長等調査：樹高、胸高直径、諸被害有無
- 材質調査：木材試験機ピロエーの陥入深、
加速度分析器による横打撃共振周波数
- 選抜：材積、材密度指標、材含水率指標を算出
各形質で育種価を算出し、選抜基準を適用

研究成果

- 材積において選抜対象に含まれ（図-1）、かつ、材質2形質においても選抜対象に含まれる（図-2）トドマツ個体のうち、根釧地域への適性（雪害・病害・獣害がない）や遺伝的多様性（1家系あたり上限3個体）を加味して選抜したところ、45個体が第二世代精英樹候補として抽出された。選抜木の材積、材密度指標、材含水率指標の改良効果は、それぞれ23.7%、4.4%、1.9%となった。
- 今回の選抜によって、根釧地域での生育に適した遺伝的特性を有する次世代を選ぶことができた。

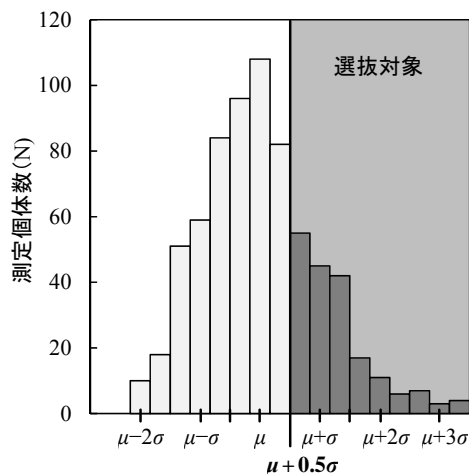


図-1 調査個体の材積の分布と選抜対象

図の灰色領域に含まれる個体が材積において選抜対象となる。算出した育種価の平均を μ 、標準偏差を σ とし、選抜基準は $\mu + 0.5 \times \sigma$ （上位3.0%が含まれる）。

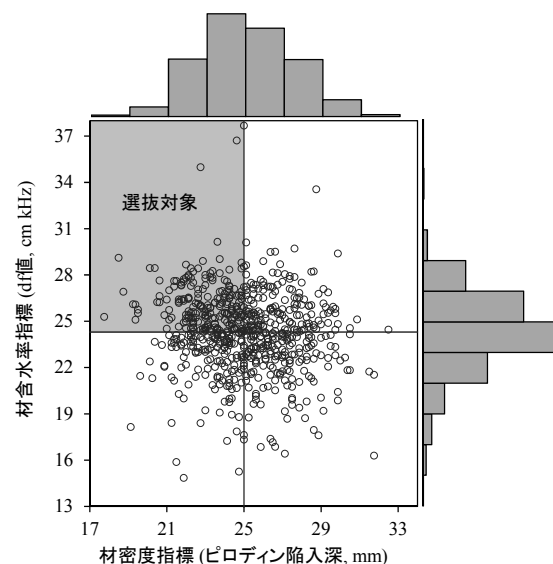


図-2 材質2形質の分布と選抜対象

図の灰色領域に含まれる個体が材質において選抜対象となる。選抜には、材密度指標と心材材含水率指標の2形質を用い、選抜対象となるのは両形質とも平均より優れた個体。

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・黒丸 亮 (2015) 北海道東部におけるトドマツの成長・材質の変異と地域環境との関連. 第62回日本生態学会大会(ポスター発表)

カラマツとグイマツ接ぎ木ポット苗の着花を誘導する栽培管理手法の開発

担当G：森林資源部経営G

協力機関：北海道大学北方生物圏フィールド科学センター苫小牧研究林

研究期間：平成26年度 区分：目的積立金活用事業

研究目的

カラマツとグイマツの接ぎ木ポット苗を対象に新たな着花誘導実験を行い、着花促進に関わる要因を解明することで、接ぎ木苗での着花調節技術を開発する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：美唄市(林業試験場苗畑)
苫小牧市(北大苫小牧研究林苗畑)

処理：5月(雪山冷房処理：グイマツのみ)
6~7月(ハウス加温・OTC加温処理)

研究成果

■グイマツ中標津5号の雌花着生に成功!

・開花前々年の6~7月に苫小牧で栽培し、開花前年の5月に雪山で冷やす処理(図1)を行うことで、雌花の着生に成功した(図2)。処理した全4ポットの雌花数は12個、60個、96個、107個と実用的にも十分な数の雌花が着いた。



図1 上方が開放した雪山内に設置したポット

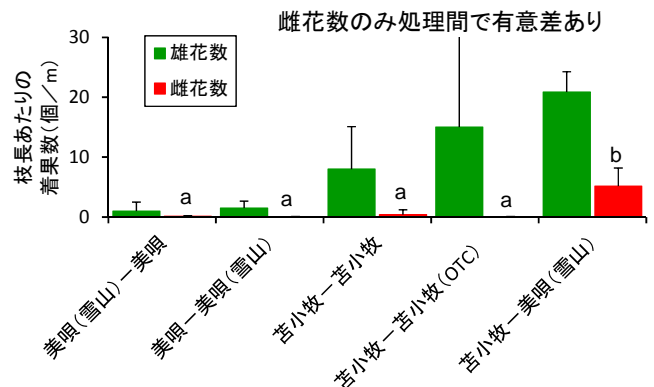


図2 中標津5号の処理別の雄花数と雌花数

■カラマツ空知3号も雌花数が増加!

・開花前々年の6~7月に苫小牧で栽培し、以後美唄で栽培した処理で雌花が着生した。処理した5ポットの内3ポットで67個、120個、297個の雌花が着いた。

処理：ハイフン(ー)の前が2013年6~7月の栽培場所、後ろが2014年6~7月の栽培場所を示す。また、雪山は5月に雪山冷房処理、OTCは6~7月にオーブントップチャンバーによる加温処理、ハウスは6~7月にビニルハウスによる加温処理をしたことを示す。

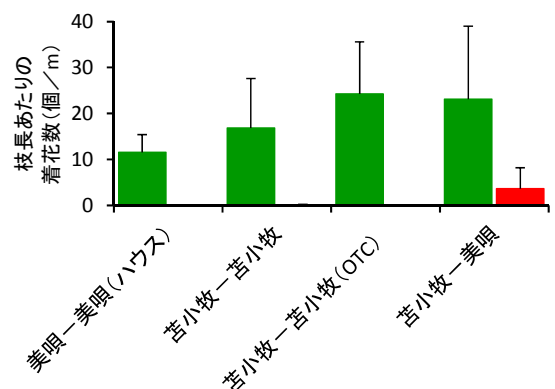


図3 空知3号の処理別の雄花数と雌花数

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・今 博計・来田和人(2015,3)ポット苗を用いたカラマツの着花誘導試験. 第4回森林遺伝育種シンポジウム(札幌市、口頭発表)