

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ハイ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となった。

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)

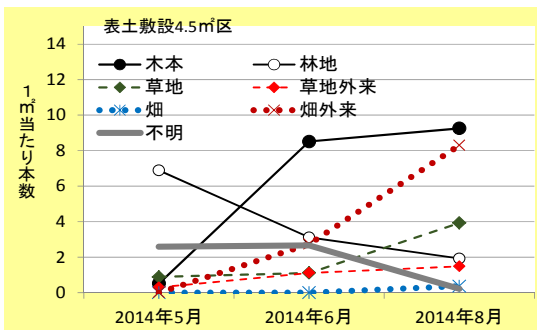
試験地：中川町有地1.2ha、林業試験場道北支場苗畑1200㎡、林業試験場本場苗畑320㎡
 樹木導入試験：森林表土敷設、播種、その他方法で樹木を導入
 小果樹維持管理試験：剪定、土壌改良
 小果樹選定試験：中川町内で5樹種を対象に調査

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

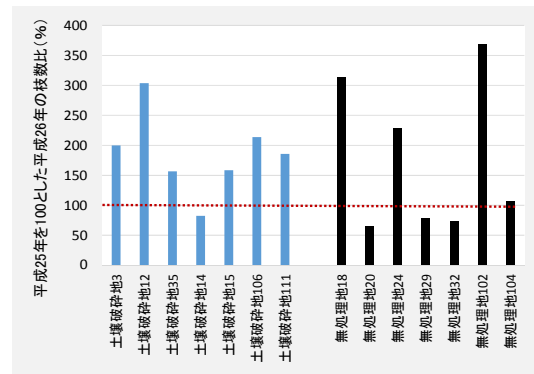
ヤマブドウは、1房に着いている粒数が多く、果実が重たい個体を選定できた。ヤマグワは、枝に着いている果実数が多く、果実の大きい個体を選定した。



写真は個体別に見たヤマグワ果実の大きさ
 左：E154
 右：D224

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。



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）。

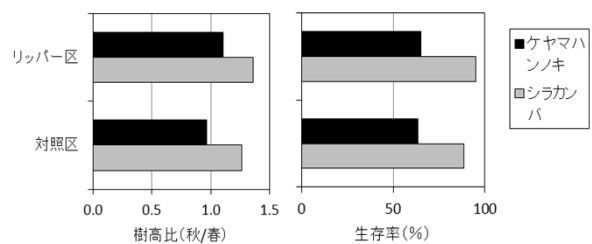


図1 リッパー処理有無別の樹高成長（左）と生存率（右）

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。

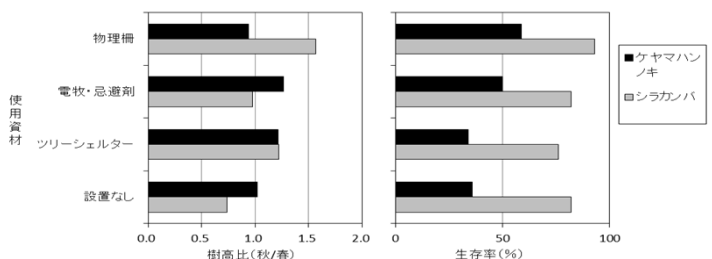


図2 食害防止資材別の樹高成長（左）と生存率（右）

* 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用可能な測定技術の開発
 - ねらい： さまざまなサイズに適用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。

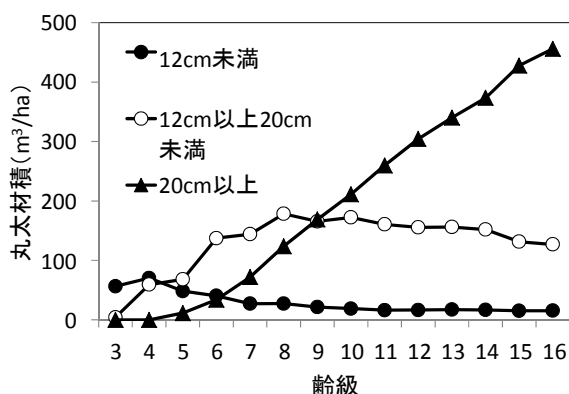


図1 カラマツ人工林の各年齢級における丸太径級別の出材量予測。(十勝地域の地位指数24の林分の例)

*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)

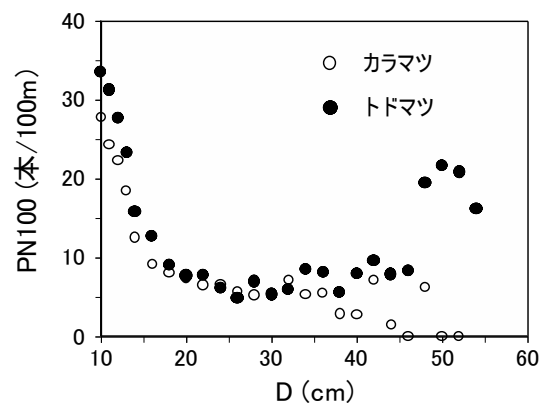


図2 末口径(D)と丸太の積算材長100mあたりのパルプ本数(PN100)との関係

*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)。

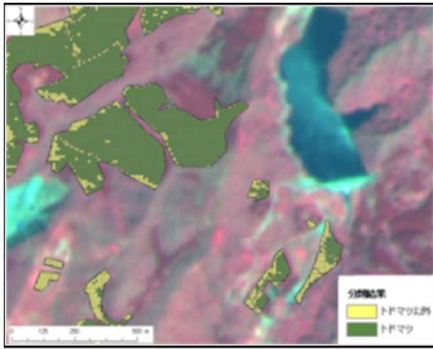


図3 ALOS衛星画像による成林したトドマツ人工林の抽出例。(渡島地域における解析例)

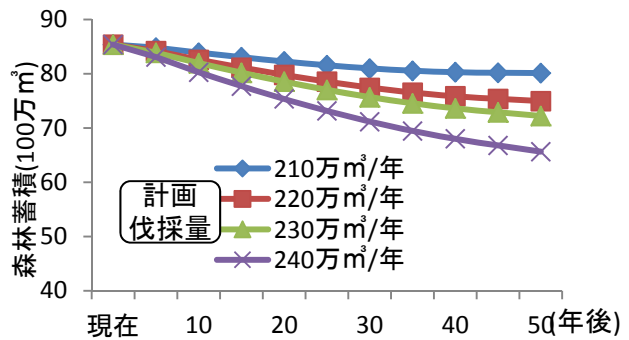


図4 カラマツの伐採可能量の推定

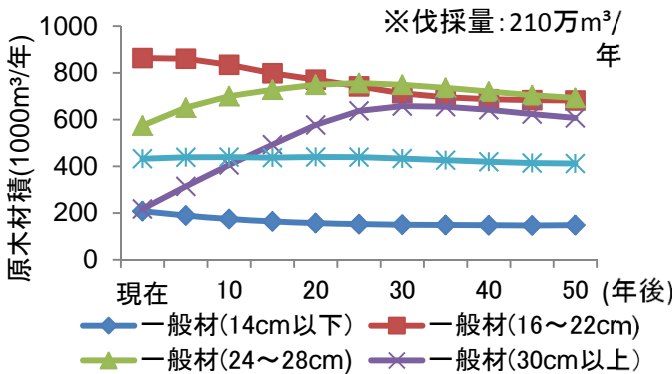


図5 径級別・品質別の原木出材可能量の推移

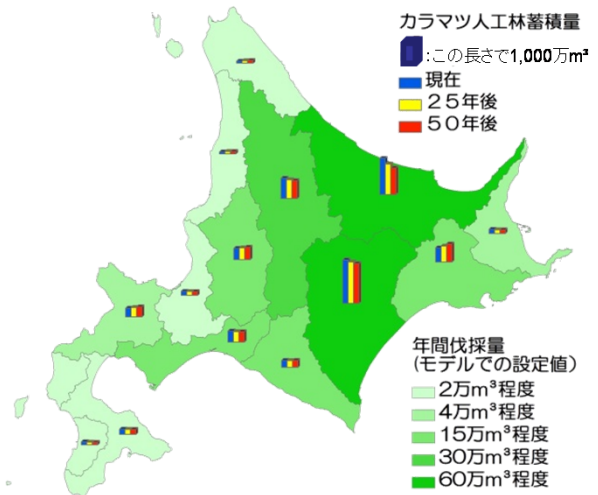


図6 各振興局のカラマツ人工林蓄積推移(伐採量:210万 m^3 /年)

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

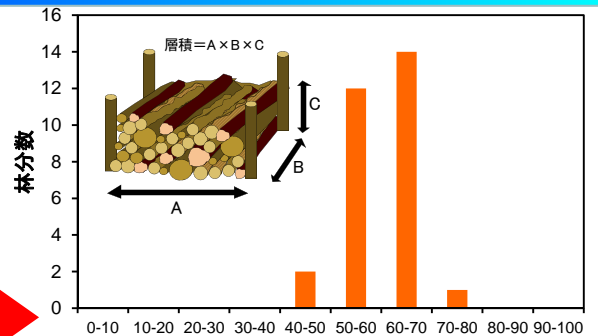
方法：①委託による現地調査②実測による功程調査
測定項目：①毎木調査による全出材量、原木の層積、パルプ材積等②バイオマス収集対応型フォワーダに積載できるバイオマス量・積込み速度等

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良く、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

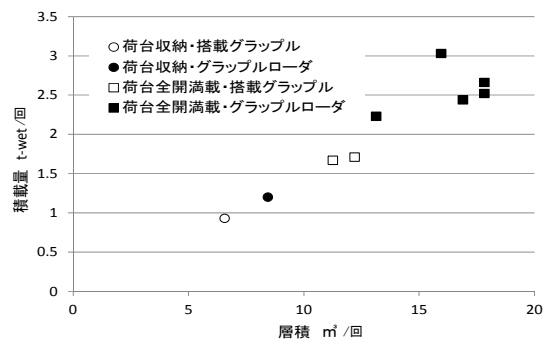


写真-1 供試したバイオマスフォワーダ（諸岡MST-800VDL）

図-2 荷台の状態・積み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）。

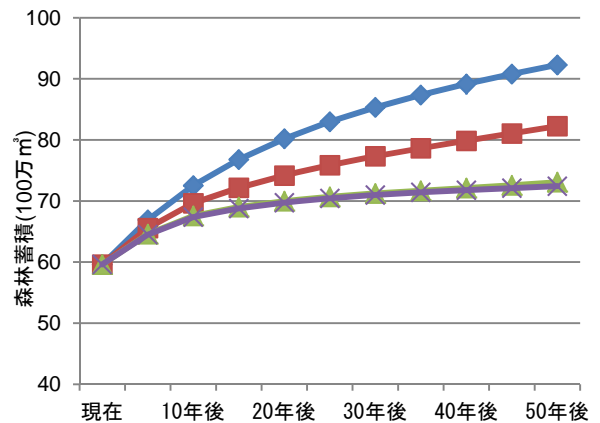


図-1 各計画伐採量に対する森林蓄積の推移

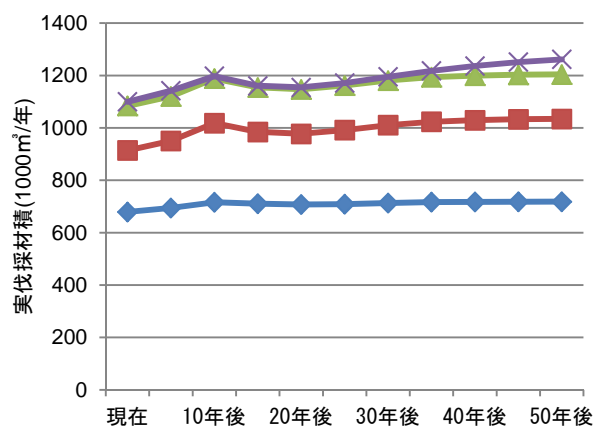
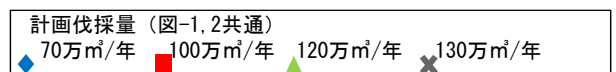


図-2 各計画伐採量に対する実伐採材積の推移



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

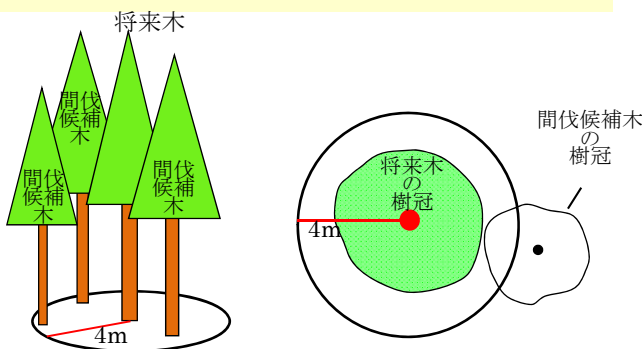


図1 将来の木と間伐候補木(育成目標径級48cmの場合)

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

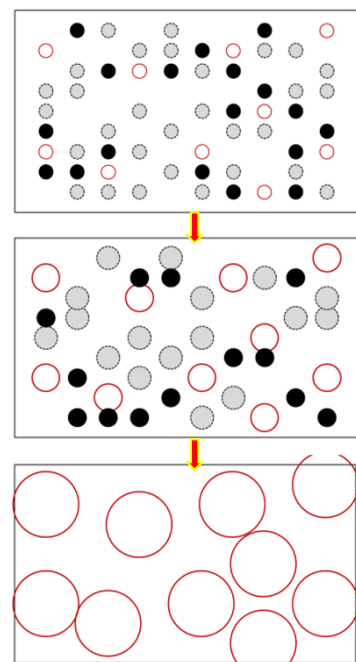


図2 単木管理方法による間伐のイメージ

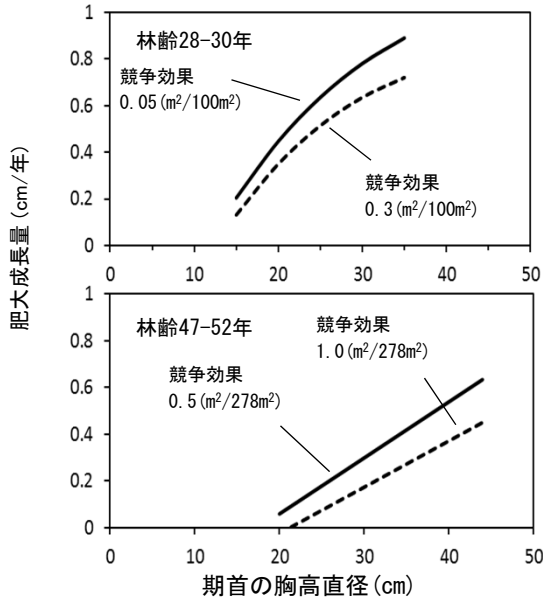


図3 局所的競争効果の程度別の胸高直径と肥大成長量との関係(成長式による推定)

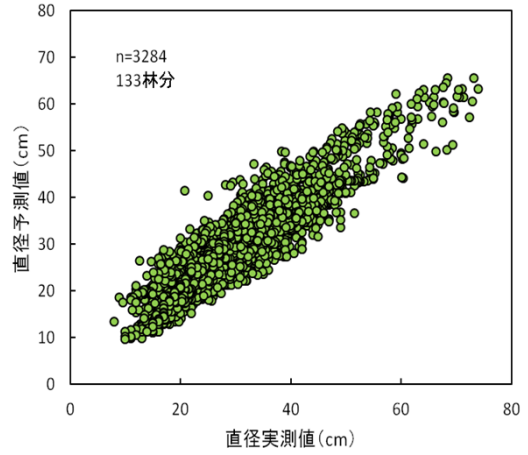


図4 林齢、地位指数、立木の樹冠長、競争効果の程度から推定した各立木の胸高直径の予測値と実測値の関係

- 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。

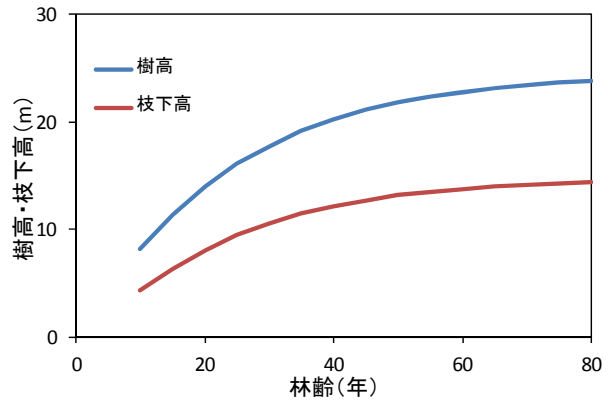


図5 樹高・枝下高の推移(上層木、地位指数20)

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)	ED	胸高直径 (cm)	将来木候補	優先的に間伐する範囲(m)	単材積 (m³)
11	1	29	22.3	22.8	16.1	0.301	37.5	○	3.2	1.5
12	2	19	23.8	22.7	14.5	0.319	39.2	○	3.8	1.7
13	3	15	21.5	22.7	15	0.262	36.3	○	3.1	1.4
14	4	16	21.2	22.5	12.1	0.209	36.0	○	3.0	1.4
15	5	10	20.4	22.1	15.9	0.250	34.5	○	2.9	1.3
16	6	21	23	21.9	12.1	0.245	38.0	○	3.2	1.5
17	7	20	20.5	21.8	14.6	0.233	34.6	○	2.9	1.3
18	8	4	21.2	21.6	13.5	0.231	35.4	○	3.0	1.3
19	9	2	20.6	21.5	14.9	0.240	34.5	○	2.9	1.2
20	10	27	22.5	21.4	13.5	0.260	36.9	○	3.1	1.4

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)。

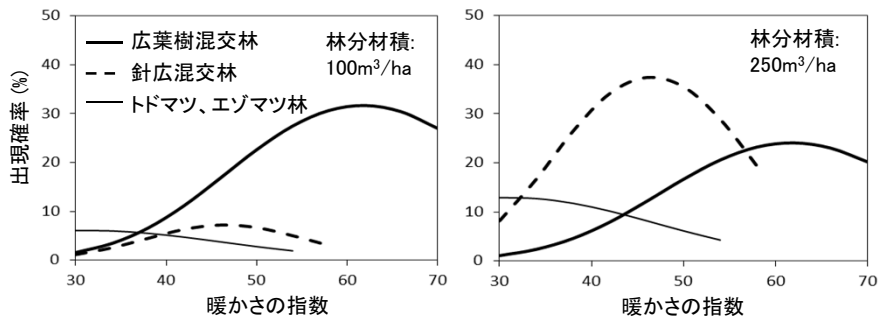


図1 林分材積別の暖かさの指数と主要な森林タイプの出現確率(予測値)との関係

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。

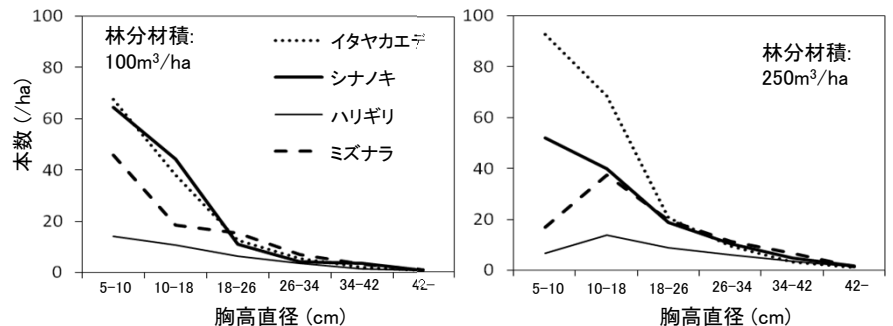


図2 広葉樹混交林における主要樹種の胸高直径階別の本数の予測値

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。

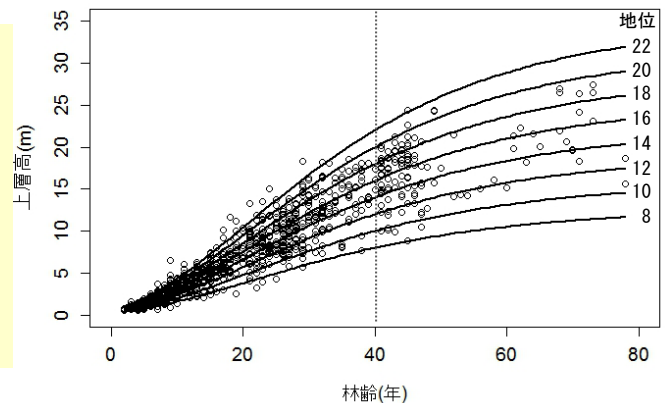


図1 アカエゾマツ人工林の地位指数曲線
※点線は地位の基準年を示す。

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)。

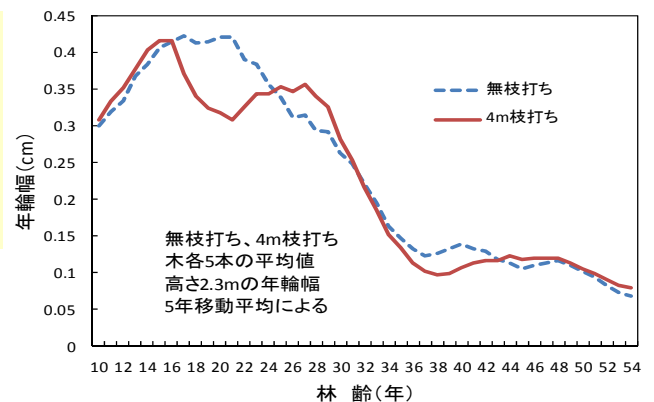


図2 枝打ちの有無と直径成長の関係

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。

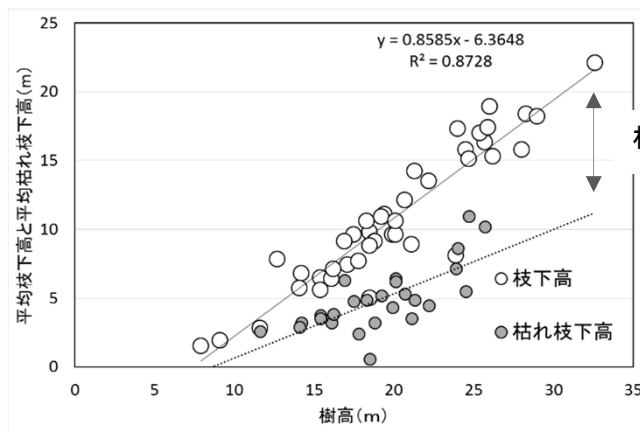
表-1 間伐の必要性を判断する林分指標の基準とそれに達する林齢

* 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

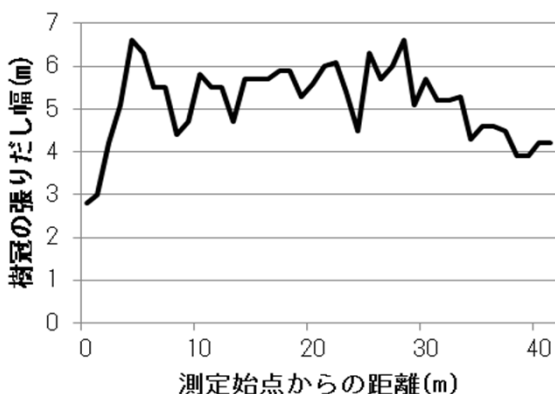


図-1 収穫適期のカラマツの樹冠の張りだし幅

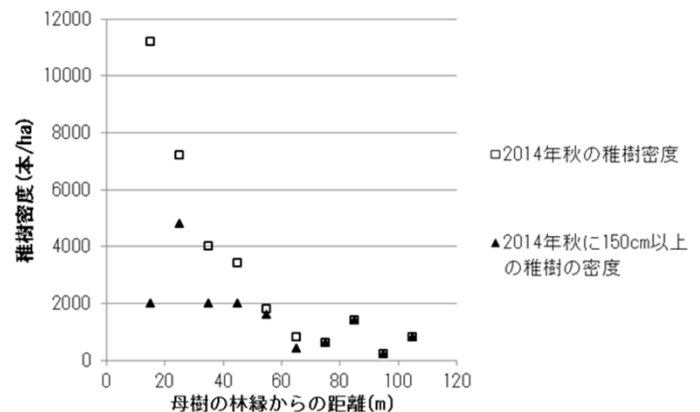


図-2 母樹の林縁からの距離とカラマツ実生の5年後の密度

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。

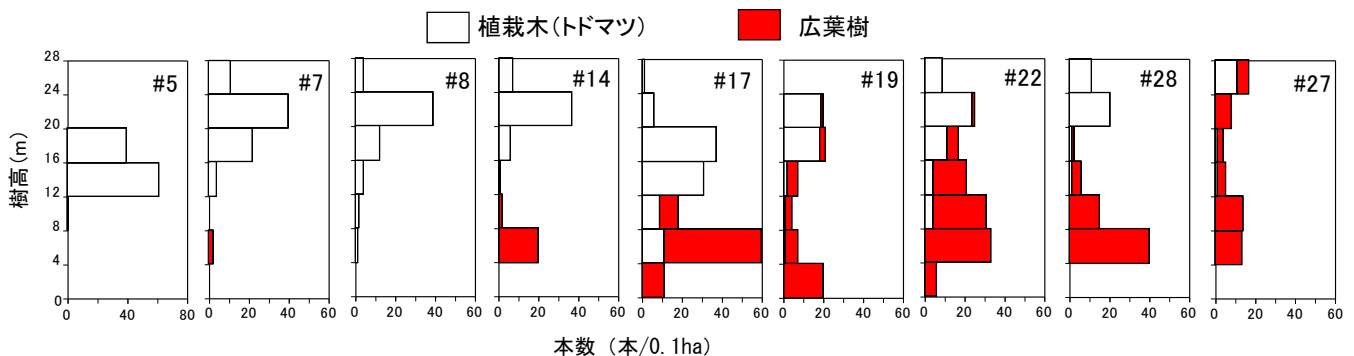


図1 調査林分の樹高階別の本数分
 図中の数値は調査地のIDを示す。

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）。

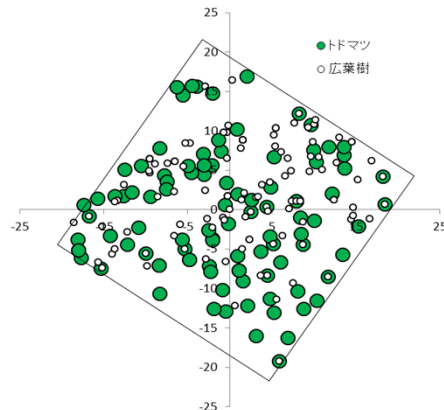


図2 調査林分#19における立木位置図

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.