

## 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：工業試験場（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、環境科学研究センター、地質研究所、北方建築総合研究所、北海道大学

研究期間：平成26年度～30年度 区分：戦略研究

### 研究目的

地域に低密度に存在する分散型エネルギーを有効活用するためには、様々な制約条件を考慮した賦存量・利用可能量と需要量を把握し、最適な組み合わせを検討することが不可欠である。地域の活性化とエネルギー自給率の向上の実現に向けて、再生可能エネルギーなど地域にある資源・分散型エネルギーを有効活用し、地域特性に応じた調和のとれた最適なエネルギー需給システムを構築する手法を開発することを目的とする。

### 研究方法

1. 賦存量・利用可能量の推定方法の開発

- ①短幹集材時の残材収集量の推定  
場所：南富良野町 対象：トドマツ人工林
- ②カラマツ人工林収穫予測ソフトの改良

2. バイオマス発生量予測マップの作成

北海道などの統計データおよび伐採計画などを元にGISを用いて利用可能量を推定。

### 研究成果

1. 賦存量・利用可能量の推定方法の開発

①短幹集材時の残材収集量の推定（トドマツ人工林58年生）

間伐率25%の列状間伐を実施した（面積1.83ha）。造材作業は残材を収集しやすくするため、全て作業路脇で行われ、間伐材積は214m<sup>3</sup>、収集された22,920kg（含水率24%）となった。これらから推定される林地残材収集率は、間伐材積に対して、風乾重ベースで約26%、絶乾重ベースでは約20%と推計された。

②カラマツ人工林収穫予測ソフトの改良

カラマツ人工林収穫予測ソフトを、末木や追上がバイオマスとしたときの評価ができるように改良し林業試験場のHPに公開した。

2. バイオマス発生量予測マップの作成（一般民有林）

富良野圏域での人工林の資源量、伐採量、パルプ材発生量から、低質材の発生量を1kmメッシュ単位で予測した（図-1）。南富良野町と上富良野町に発生量の大きいセルが多く分布する傾向がみられた。

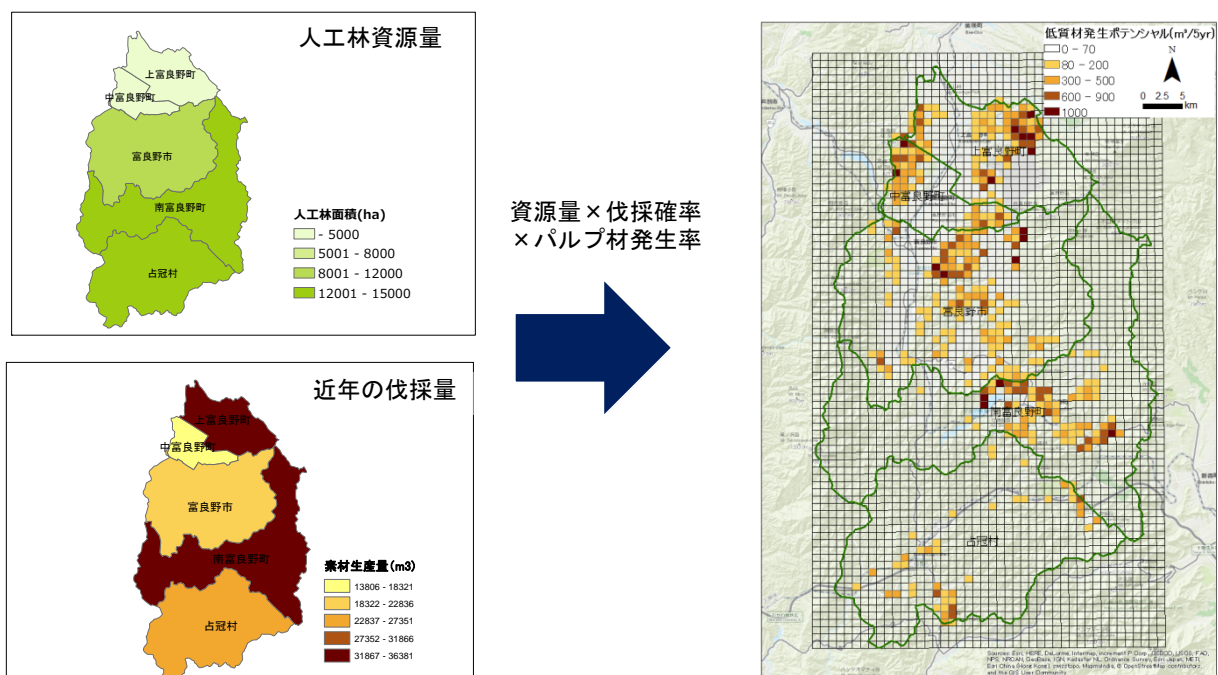


図-1 富良野圏域における人工林由来のバイオマス原材料発生量予測マップ（一般民有林）

# カラマツ・トドマツ育苗期における 環境ストレス耐性の評価

担当G：森林資源部経営G

協力機関：北海道山林種苗協同組合、北海道水産林務部林務局森林整備課

研究期間：平成27年度～29年度 区分：経常研究

## 研究目的

カラマツやトドマツの人工林が主伐期を迎え、今後、造林量の増加が予想されているにも関わらず、カラマツ苗の得苗率の低さが最近問題になっている。とくに2013年にはカラマツ苗木が100万本不足する見通しも報告された。これには、発芽期・成長期における不適な天候といった環境ストレスが大きく影響すると考えられるが、過去に例のない被害であり、その原因の十分な検討が求められている。そこで、本課題では、カラマツとトドマツを対象に、実際に得苗率低下をもたらした気象要因を解析する。また、遺伝的改良や育苗環境の整備によって苗木のストレス耐性の向上や適切なストレス回避が図れるか検討するため、育苗期の環境ストレスに対する実生の応答様式と遺伝的変異の実態を明らかにする。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

材料：

- (1) 2010～2016年における苗木生産業者の得苗実績値、苗木生産各地域における当該期間の気象データ。
- (2) カラマツ・トドマツにおける母樹別次代苗。カラマツは訓子府採種園、トドマツは新冠採種園にて2014年に採種、翌年より育苗。

調査方法：

- (1) 得苗実績値の集計による、樹種別の生存率推移の定量化。ならびに、得苗率低下に寄与する気象条件(気象要因・期間)の探索。
- (2) 当試験場苗畑での育苗、および、ポット育苗を実施。育成にかかる灌水環境、絶水処理タイミングを変え、成長パフォーマンスを測定。

## 研究成果

(1) 得苗率に関わる環境条件の探索 幼苗得苗率の高低には発芽時期の降雨イベントが主要な影響因子として予測された。そのため、播種後の環境評価ができるデータセットを整え、詳細な解析をする。

(2) 育苗環境、遺伝的背景の違いによる成長パフォーマンスの差異の探索 とくにカラマツにおいて、育苗当年の水分条件が成長を規定すること、前年の環境との組み合わせで耐性形質を誘導できる可能性が示された(図1)。また水分ストレスに対して適応的な応答を示す家系もみられた(図2)。

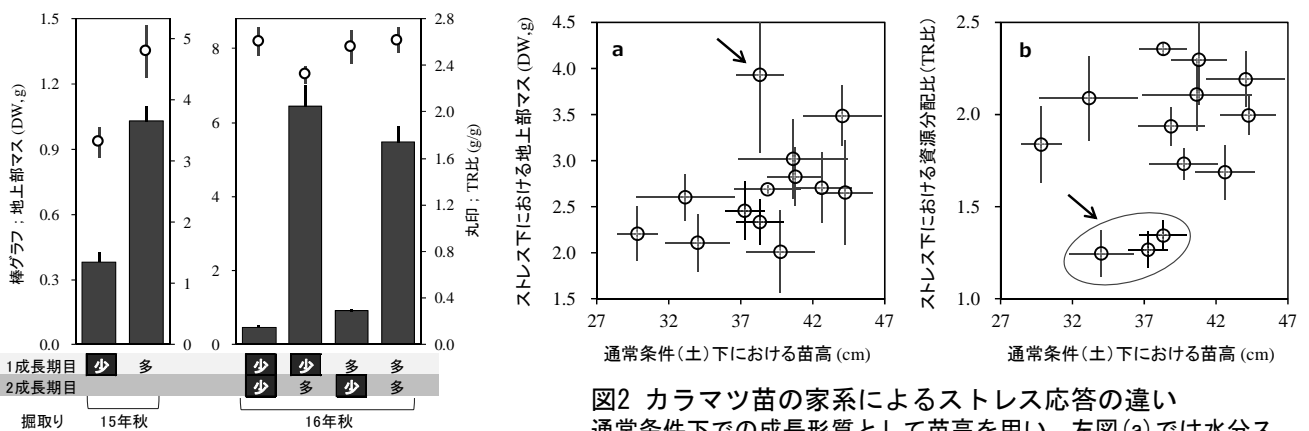


図1 灌水環境を変えたカラマツの成長の違い  
2015年播種苗の2成長期間の成長を、横軸下に載せた灌水環境別(多：灌水多い、少：灌水少ない)に示した。

図2 カラマツ苗の家系によるストレス応答の違い  
通常条件下での成長形質として苗高を用い、左図(a)では水分ストレス条件下での成長量との関係を、右図(b)では資源分配比との関係を示した。ともに家系別平均値をプロットした。矢印で示した家系は、ストレス条件への適応的応答を示した家系。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

とくになし(前年度に学会発表済み)

# 千島系・樺太系グイマツの系統的ルーツの解明と育種利用の評価

担当G：森林資源部経営G

協力機関：(国研)森林総合研究所 林木育種センター 北海道育種場、北海道大学 低温科学研究所、東京大学 北海道演習林

研究期間：平成27年度～29年度 区分：公募型研究

## 研究目的

北海道では、導入樹種であるグイマツの精英樹を母樹、同じく導入樹種であるカラマツの精英樹を花粉親として種苗を得る交雑育種が普及しつつある。このうち母樹のグイマツについては、過去に北方諸島の分布域より北海道に持ち込まれたとされ、その形態等から千島系・樺太系の2系統があると推定されているが、由来産地は不明である。今後、さらにカラマツ属種苗の需要増加が見込まれる中で、効率的に育種プログラムを進め、遺伝資源の利用を推進していくことが求められる。そこで、本課題では、グイマツの系統情報を明らかにし、グイマツの育種利用に系統的偏りがあるかどうかについても明らかにすることを目的とする。今年度は、葉緑体ゲノムの完全解読、ならびに系統間における遺伝的差異を探索することを目的とする。

## 研究方法(材料と調査方法)

材料：

- (1) 千島(色丹島)と樺太のそれぞれに由来することが確かな代表2家系。
- (2) 精英樹台帳をもとに選抜したグイマツ等19家系(ヨーロッパカラマツ1家系を含む)

調査方法・実験方法：

- (1) 次世代シーケンサーを用いた葉緑体DNAの大規模塩基配列解読。葉緑体ゲノムの構築。
- (2) 全家系の大規模塩基配列解読による網羅的変異探索。開葉、黄葉フェノロジー調査。

## 研究成果

### (1) ゲノムの構築

ゲノムサイズの3,000倍の塩基配列を得て信頼度の高いゲノム解析を行うことができ、環状構造からなる葉緑体全ゲノムを構築することができた。塩基対数はグイマツの場合122,598塩基対であることを明らかにした(図1)。

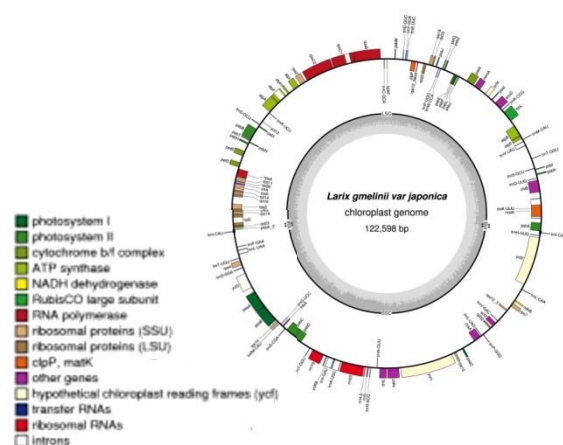


図1 グイマツ葉緑体地図の概観。  
葉緑体は環状構造で示され、そこに色付き四角で示した遺伝子が座する。

### (2) 家系間の変異探索

葉緑体DNA変異情報に基づき、系統関係を推定したところ、2系統群を見出すことができ、これらは開葉、黄葉フェノロジーでも明瞭な差異を示した。しかし、系統的な位置が中間の家系も存在し、開葉、黄葉タイミングも中間的な位置を示した(図2)。

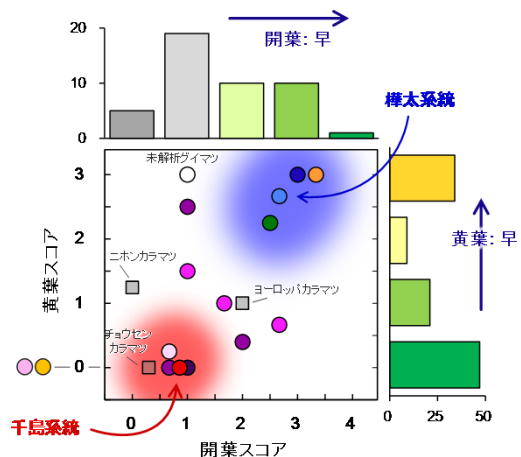


図2 遺伝変異情報とフェノロジー形質の対応関係。  
葉緑体DNA変異をもとに推定した千島系統(赤)と樺太系統(青)は、開葉・黄葉フェノロジーが大きく異なることを示す。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 石塚ら(2016) グイマツ葉緑体の完全長ゲノム配列の解読と構造変異の推定。森林遺伝育種学会第5回大会  
 石塚ら(2017) 地理的隔離する北方樹木グイマツ2系統の復元ゲノム情報を用いて。第64回 日本生態学会大会  
 石塚 航(2017) 北海道内のグイマツ遺伝資源情報。北海道林業試験場報告 54号

# 成熟化するトドマツ人工林材の 用途適正評価と利用技術開発

担当G：森林資源部経営G、道南支場

協力機関、研究機関：林産試験場（主管）

研究期間：平成26年度～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、本年度林業試験場は腐朽木発生低減対策を担当する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

腐朽状況調査  
調査地：道有林空知管理区トドマツ人工林2林分  
伐採前：胸高直径、幹部傷高さ及び程度、立木位置  
集材路位置  
伐採後：伐根面における腐朽有無、腐朽部長短径等

解析方法（2015、2016年調査結果より）  
傷：集材路や周辺の伐根との位置関係  
腐朽：幹部傷、集材路や周辺の伐根等との位置関係  
解析：決定木構築による要因判別  
施業と腐朽発生との関係を考察し、施業方法を検討

## 研究成果

トドマツ人工林材の利用モデルの提案

### 1. 幹部の傷及び伐根面の腐朽発生の要因

- ①幹部の傷発生割合（図-1）
  - ・伐根までの距離が近いほど、また集材路までの距離が近いほど幹部の傷が発生しやすかった。
- ②伐根面の腐朽発生割合
  - ・緩傾斜で幹の低い位置に傷がある場合、また集材路までの距離が近く幹の低い位置に傷がある場合に伐根面における腐朽が発生しやすかった。
- ③傷の被害程度と腐朽面積率（図-2）
  - ・傷の被害程度が大きいほど、腐朽面積率も高くなった。

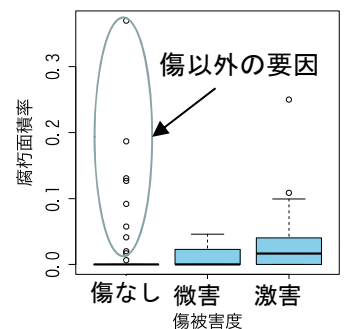
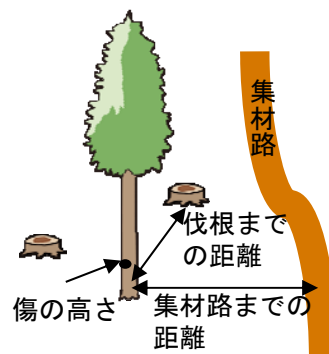


図-1 地際部における腐朽 図-2 幹部傷の被害程度と伐根面の腐朽面積との関係

### 2. 腐朽発生低減に有効な施業方法の提案

- ・従来の植栽方法よりも20%植栽本数を減らすなど、地際付近の腐朽発生を抑制する施業（表-1）を実施すると、主伐期の腐朽木本数を十数ポイント削減可能と予測できた（図-3）。

表-1 腐朽木発生の抑制を考慮した施業例

	従来方法	提案	効果
植栽本数	2500本	2000本	列状間伐による幅5mの伐跡を利用し、傷・腐朽発生リスク低減
列間	2m	2.5m	
初回間伐	定性	列状	

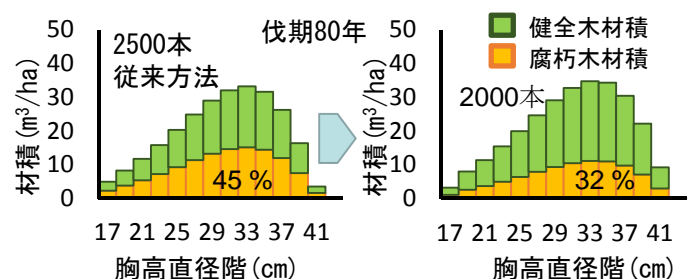


図-3 表-1による施業のシミュレーション結果  
従来と比較し、10%以上腐朽本数を減らせる  
と予測

「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)

・滝谷美香・津田高明・大野泰之・来田和人・石濱宣夫・竹内史郎・今 博計・石塚 航・渡辺一郎・八坂通泰（2017）トドマツ人工林団体の根株腐朽発生要因。第128回日本森林学会

# クリーンラーチ若齢採種園の成長と着花に及ぼす 施肥の効果検証

担当G：森林資源部経営G

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28年度～32年度 区分：経常研究

## 研究目的

クリーンラーチ（グイマツ精英樹・中標津5号を母親、カラマツ精英樹を父親とする雑種F<sub>1</sub>）の若齢採種園の肥培管理方法を提示するため、グイマツとカラマツの若齢接ぎ木クローンを対象に、施肥の種類と施肥の回数を変えた試験を実施し、成長と着花と球果サイズに及ぼす施肥の効果を検証する。

## 研究方法

調査地：訓子府採種園、林業試験場集植所  
処理項目：尿素処理区、まるやま3号処理区

処理方法：樹冠下への粒剤散布  
調査項目：胸高直径、着果数

## 研究成果

訓子府採種園のグイマツを対象に、尿素区、まるやま3号区、無処理区を設定し、2015年6月に施肥を行った。2016年は凶作年で（図1）、無処理区での着果個体の割合は16%だったが、尿素区では27%、まるやま3号区では44%と増加した。

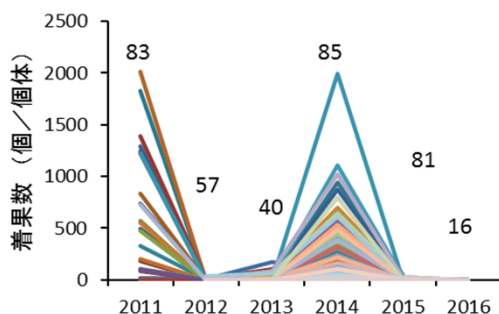


図1 グイマツの個体別の着果数の推移  
図中の値は着果個体の割合を示す。

一般化線形モデルによる分析では、着果数は施肥処理と胸高直径に影響を受けていることが示された。尿素区で336個の球果を着けた1個体を除き、着果数は11個以下であり顕著ではないものの（図2）、着果数を増やす効果があることが示された。

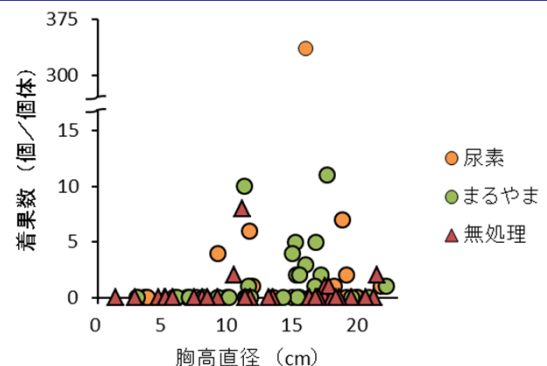


図2 グイマツの処理別にみた胸高直径と着果数の関係



写真1 カラマツ集植所での処理区の設定  
根系を遮断するため40cm深の畔波を埋設している。



写真2 尿素散布の様子  
地表に肥料を散布している。

# 森林経営の効率化のための 崩壊リスクを考慮した路網管理手法の提示

担当G：道南支場、森林環境部環境G、森林資源部経営G、道北支場

協力機関：厚真町

研究期間：平成28年度～31年度      区分：経常研究

## 研究目的

林業を行う上で重要な生産基盤である林内路網の整備では、耐久性と低コスト性の両立が求められる。しかし、林内路網の崩壊危険度は、現状では技術者の経験に依存した状況にあり、崩壊危険度の事前予測に基づくルート設定手法や、路線崩壊による林業収益等への影響評価手法は確立していない。そこで、本研究では、林内路網のうち主に森林作業道及び林業専用道を対象とし、モデル地区の林内路網に対する崩壊リスクと森林経営の効率化を考慮した路網管理手法を提示する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

①既設路網での崩壊状況の実態調査：既設路網で発生した崩壊箇所の規模・土質、路体構造の現地調査  
(調査地：芦別町、三笠町、浦臼町・当別町、美唄市・奈井江町、厚真町、中川町 合計79箇所)

②GISによる崩壊現場の地形解析  
・国土地理院発行のデジタル標高モデル(10mメッシュ)を元に、厚真地区を対象に崩壊現場の地形状況を解析

## 研究成果

### 1) 既設路網での崩壊状況の実態調査

- ・厚真や中川では法面の崩壊、当別・浦臼、美唄・奈井江、三笠では路面侵食が多かった。
- ・これらの地区での切土のり面の崩壊は、法高3.0m以上で発生していた。芦別では、台風10号の影響により河川と隣接している盛土法面の崩壊が見られた。
- ・溪畔沿いの道路における盛土のり面崩壊では、攻撃斜面(湾曲した川のカーブ外側部分)で発生することが多かった。
- ・以上より、法面や路面侵食の発生には、火山灰土等の地質や道路勾配等の道路の敷設状況、河川との位置関係が影響していると考えられた。

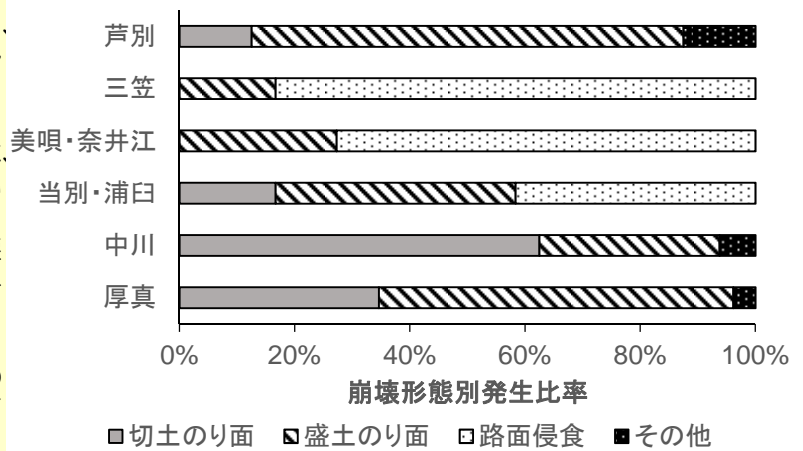


図1 調査地区ごとの崩壊形態

### 2) GISによる崩壊現場の地形解析

- ・厚真地区では遷急点近くに森林作業道が敷設されており、崩壊位置も遷急点近辺で発生している箇所が確認された。

※遷急点：山地斜面を尾根から見下ろしたとき、急に傾斜がきつくなる地点。斜面崩壊や侵食が発生しやすい場所とされる。

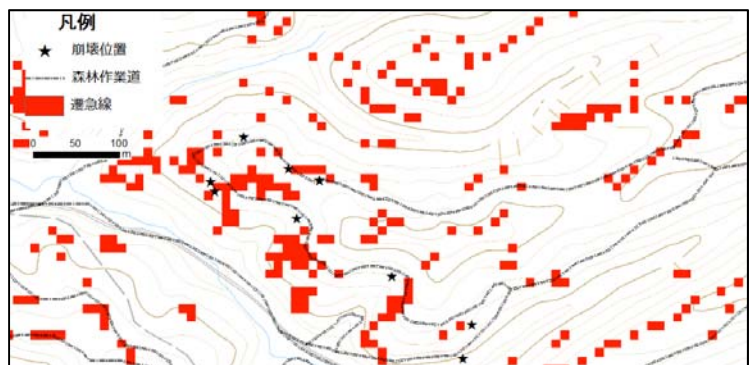


図2 厚真地区での崩壊位置と森林作業道、遷急点の位置関係

# 苗木需要量の増加に対応した コンテナ苗生産・植栽システムの開発

担当G：森林資源部経営G・林産試験場製品開発グループ

共同機関：(国研)森林総合研究所、九州大学

協力機関：工業試験場、北海道水産林務部林務局森林整備課・森林環境局道有林課、住友林業筑波研究所、北海道山林種苗協同組合、北海道森林組合連合会、北海道造林協会

研究期間：平成28年度～30年度 区分：重点研究

## 研究目的

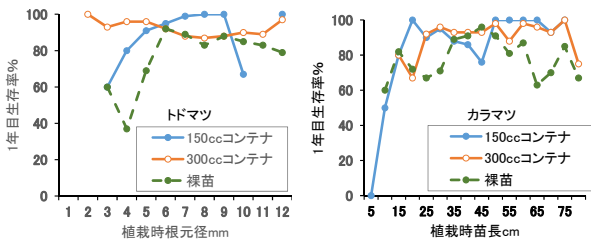
今後予想される植栽面積、苗木需要の増加に対応するため、コンテナ苗による苗木の効率的な生産と輸送から植栽まで一貫した生産・植栽システムを開発する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

国有林、民有林コンテナ苗植栽成績データの収集解析(109箇所)  
遠赤外線を選別したカラマツ種子を用いた育苗試験  
植栽器具の性能調査(6器具、3か所)、小型運搬機の開発、梱包から植栽までの作業効率性調査(1回)

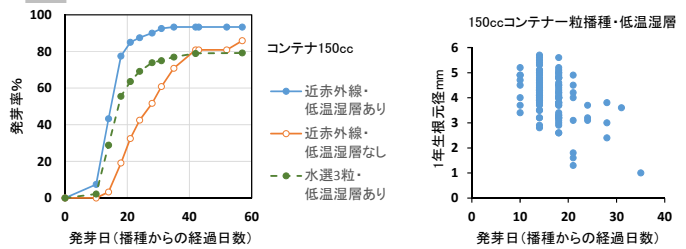
## 研究成果

### 1 苗木規格の提案



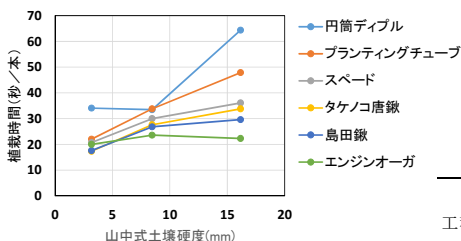
109箇所の植栽地の解析から植栽後の活着成長は、トドマツでは300ccコンテナ苗が良く、カラマツでは苗長25cm以上でかつ苗長/根元径比の低い苗木が良かった。

### 2 播種コンテナ苗生産技術の開発



近赤外線選別カラマツ種子の発芽率は93%で1粒播種でも実用化可能な高い値。得苗率を上げるためには、発芽が遅れた苗木を小型容器で準備した苗の補植が有効。

### 3 コンテナ苗の特性を生かした輸送、運搬、植栽システムの開発



土壌硬度に関わらずエンジンオーガの植栽効率が高い。

コンテナ容器運搬では梱包作業がなくなるため、苗畑の梱包から造林地の植栽まで一連の生産性が18%向上。小運搬、植栽器具の改良により一層の効率化が期待。

工程	既存方法		改良方法	
	器具等	苗木数 (本/日/人)	器具等	苗木数 (本/日/人)
梱包	ラップ	682	コンテナ容器	-
トラック輸送	ダンボール	2,162	専用棚	1,023
小運搬	苗木袋	2,833	専用器具	4,450
植栽	島田鍬	544	オーガ	445
コンテナ返却	-	-	宅急便	20,160
合計		243		286



除雪機を改良した小型運搬機は、傾斜30°以下の斜面を安定走行。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・投稿：来田・今：光珠内季報, 178,1-5 (2016) / 発表：来田：「未来につなぐ森林づくり交流会」(2017)。

# 優良苗の安定供給と下刈り省力化による 一貫作業システム体系の開発

担当G：森林資源部

共同研究機関：(国研)森林総合研究所(主管)、九州大学、住友林業(株)、(株)九州計測器、

岡山県農林水産総合センター、高知県森林技術センター、ノースジャパン素材流通協同組合、北海道山林種苗協同組合、(一社)北海道造林協会ほか

協力機関：北海道水産林務部、(株)千歳林業、(株)筑水キャニコムほか

研究期間：平成28年度～30年度 区分：公募型研究

## 研究目的

一貫作業による再造林に必要なコンテナ苗の生産性を高めるため、林業種苗の高発芽率種子を選別し、一粒播種を可能とする技術を確認する。また、造林作業の低コスト化を実現するため、コンテナ苗や優良苗を用いた低密度植栽技術、地拵え・下刈り作業の省力化技術を確認する。

## 研究方法

### 1. 低コストコンテナ苗の開発

発芽率を向上させた種子の播種によって生産するコンテナ苗のコストと品質の評価

### 2. 一貫作業システムの高度化

(1)地拵え・下刈り作業の機械化による省力・低コスト化技術の開発(クラッシャ改良、自走式刈払機調査)

(2)優良種苗を用いた低密度植栽手法の開発(低密度植栽林分調査、導入条件検討)

(3)下刈り回数低減技術の開発(下刈り作業省力効果の検討)

## 研究成果

低コストコンテナ苗開発のため、北海道山林種苗協同組合の播種コンテナ苗生産の実証試験の指導を行った。地拵え作業の機械化のため、クラッシャを従来よりも大型のベースマシンにも取付けられるように改造し予備的な作業試験を行うとともに(森林総研北海道支所との共同)、公園緑地用の刈払機2機種(写真)について林地での走行性能と刈払い性能を調査した。優良種苗を用いた低密度植栽手法および下刈り回数低減技術開発のために、植栽から7年生までの樹高・生存率の推移を東神楽町など5カ所でカラマツ類3品種(カラマツ、グイマツ雑種F<sub>1</sub>、クリーンラーチ)で比較するとともに(図)、岩見沢市にカラマツ類による植栽試験地を設定し、植栽した苗木の成長や下草の回復状況の調査を行った。

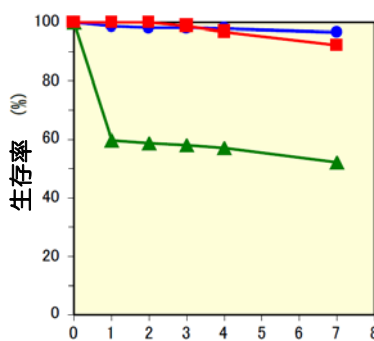
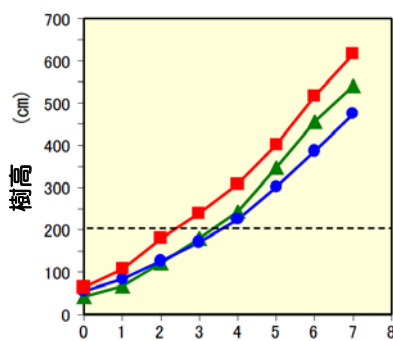


写真左 歩行型刈払機

残材がない条件では、従来に比べ地拵え及び下刈り作業で1.5～4倍の生産性を示した。

写真右 乗車型刈り払い機

残材がない条件では、従来に比べ地拵え作業で5～14倍の生産性を示した。



左：樹高

クリーンラーチは初期成長が早く下刈りが一年早く終了する。

右：生存率

クリーンラーチ、グイマツ雑種F<sub>1</sub>は生存率が高く低密度植栽に適する。

図 カラマツ類の植栽試験地における7年生までの樹高と生存率

■：クリーンラーチ、▲：カラマツ、●：グイマツ雑種F<sub>1</sub>、破線：植生高



## カラマツ種苗安定供給のための技術開発

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：（国研）森林総合研究所林木育種センター、青森県産業技術センター、岩手県林業技術センター、群馬県林業試験場、山梨県森林総合研究所、長野県、岡山県農林水産総合センター、宮崎大学、北海道山林種苗協同組合、株式会社雪屋媚山商店

研究期間：平成28年度～30年度 区分：公募型研究

### 研究目的

カラマツ、グイマツ雑種F<sub>1</sub>（グイマツ♀×カラマツ♂）の苗木不足を解消するために、種子生産性を高めるための技術開発を目的とする。種子生産から苗木生産までの過程を、花芽形成促進、種子生産、苗木生産の3段階に区分し、それぞれの段階で生産量の拡大につながる技術開発研究に取り組む。

### 研究方法

調査地：さし木生産者17者、林業試験場

試験項目：コンテナ容器への挿し付け、人工気象器でのさし木発根に及ぼす温度の影響評価

### 研究成果

クリーンラーチの挿し木容器を従来から使用されているペーパーポット（セル容量120cc、565本/m<sup>2</sup>）からコンテナに変えることにより生存率が低下したが、セル容量を50cc（881本/m<sup>2</sup>）まで小さくすることで、生存率はほとんど低下せず、伸長成長が促進することが分かった（図1）。

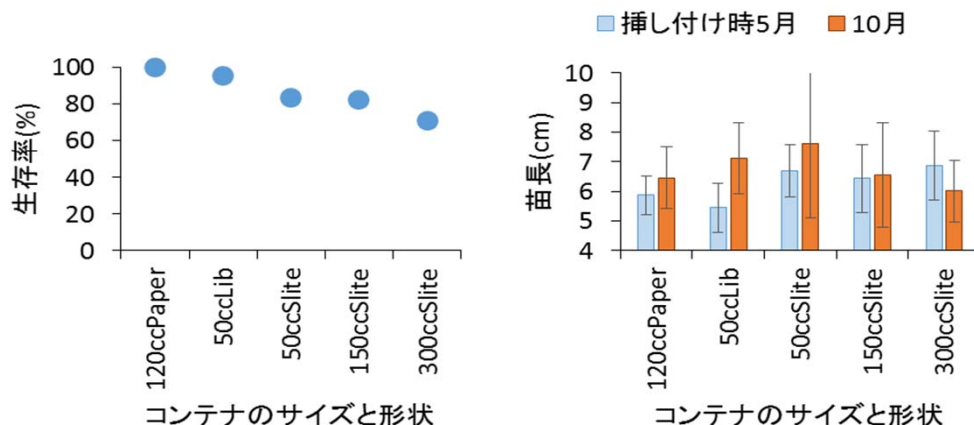


図1 コンテナ容器別の生存率（10月）と挿し木苗の苗長（5月：挿穂長、10月：地上部の長さ）

さし木の成否に及ぼす温度の影響を評価するため、5段階の温度に設定した人工気象器でさし木試験を実施した。

さし木の成功に最適な温度環境が、20℃前後であることが分かった（図2）。また、さし穂の発根は、伸長成長が停止し頂芽が形成された後に始まった。一方、温度が30℃以上になると発根率が大きく低下し、さし木生産においては、高温障害に気をつける必要があることが示された。

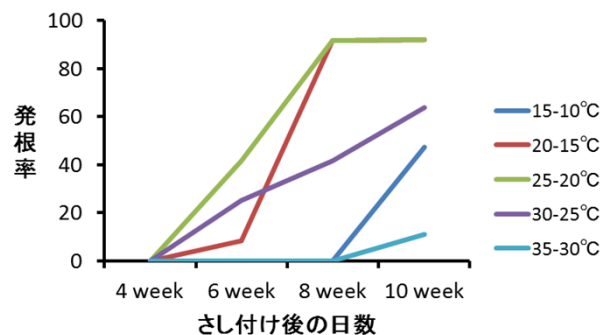


図2 異なる温度条件下におけるさし付け後の発根率の推移

### 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・クリーンラーチさし木技術向上研修会（第1回：7月21日、第2回：2月28日）

# 気候変動の影響緩和を目指した北方針葉樹の 環境適応ゲノミクス

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：東京大学、(国研)森林総合研究所、(国研)森林総合研究所 北海道支所

協力機関：明治大学

研究期間：平成28年度～31年度 区分：公募型研究

## 研究目的

樹木は、現在進捗しつつある気候変動に迅速な対応ができず、成長パフォーマンスの低下といった負の影響も見込まれる。しかし、造林に用いる種苗の産地や母樹を適切に選択し、将来環境にも適応しうるゲノム組成を有する森林へと更新を図ることができれば、予想される気候変動の影響を緩和できる可能性がある。そのためにも、環境適応に関する遺伝的基盤の解明といった基礎的知見の集積が求められる。本研究では、急速に技術革新が進む分子遺伝学(ゲノミクス)分野の手法を適用させ、環境適応の遺伝的基盤解明とその応用を目指す。今年度は、トドマツを対象として、自生地適応の実態の把握、遺伝子地図の構築を行う。

## 研究方法(材料と調査方法)

材料：

- (1) トドマツ精英樹次代検定林  
1980年に精英樹のベ75家系の次代苗を、全道9ヶ所に設定した試験地へ相互移植。
- (2) 交配第2世代(F<sub>2</sub>)集団  
異なる生態型間の人工交配により作出し、ポット育苗されたF<sub>2</sub>集団252個体。

調査方法・実験方法：

- (1) これまでの解析データ整備(植栽家系の由来地と試験地の位置・環境条件の付与)。成長パフォーマンスにおける地域変異の解析。
- (2) F<sub>2</sub>集団の表現型計測。次世代シーケンサーを用いたDNAの網羅的解析による遺伝変異情報の収集。遺伝解析による遺伝子地図の構築。

## 研究成果

### (1) 自生地適応の実態の把握

植栽家系の成長パフォーマンスとして、植栽木の幹材積と生残を加味したところ、明瞭な地域差が見出され、例えば根釧地域の試験地では、家系由来地と植栽地との間の距離が大きくなるにしたがってパフォーマンスが低下することがわかった(図1)。

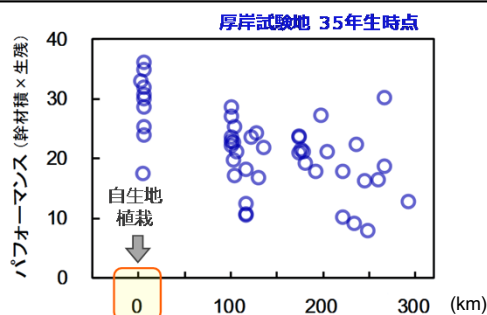


図1 厚岸試験地における家系別パフォーマンス  
横軸は家系由来地と植栽地間の距離を示す。

### (2) トドマツの遺伝子地図の構築

F<sub>2</sub>集団とその交配親より網羅的に収集した遺伝変異情報より、12本の疑似連鎖群からなる遺伝子地図を構築することができた。これによって、計測した表現型値を説明する量的遺伝子座推定ができるようになった。これは環境適応、自生地適応に関わる遺伝変異セットを検出する基盤として活用できる。

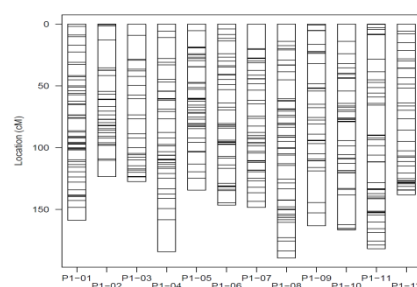


図2 トドマツにおける連鎖地図  
推定した12連鎖群を並べて示す。縦軸は遺伝子間の推定距離。連鎖群内の横線は変異を検出したマーカー位置を示す。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 石塚 航 (2016) 長期移植試験が語る北方針葉樹トドマツの局所適応, 森林科学, 78号
- Ishizuka et al. (2016) Evaluating the home-site advantage in *Abies sachalinensis* in Hokkaido, based on the long-term provenance trials. *Abies* 2016: The 15th International Conference on Ecology and Silviculture of Fir
- 上野ら (2016) TodoFirGene: トドマツのトランスクリプトームデータベースの構築, 森林遺伝育種学会第5回大会
- 後藤ら (2017) トドマツの標高適応に関連する生理形質の連鎖解析, 第128回 日本森林学会大会
- Goto S. (2017) Genetic basis of altitudinal adaptation in *Abies sachalinensis*. 第64回 日本生態学会大会
- 石塚・矢野 (2016) 国際会議*Abies* 2016の開催, 北海道の林木育種, 59号2巻

# 道北地域における有用広葉樹の 効率的な人工造林手法の開発

担当G：道北支場

協力機関：中川町、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

研究期間：平成28年度～30年度 区分：受託研究

## 研究目的

道北地域における有用広葉樹（ミズナラ・オニグルミ）の人工造林を効率化するため、植栽した有用広葉樹の初期成長を促進する手法を開発すること、および、広葉樹造林における下刈りを効率化することを目的とする。また、今後の有用広葉樹増人工林施業に役立つ情報収集を行う。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

植栽試験地：中川町町有林  
実態調査地：中川町民有林、北海道大学中川研究林

植栽試験の方法：植栽試験地の設定および作業効率調査、土壌調査  
実態調査の方法：20m×40mプロットの毎木調査（胸高直径、樹高、枝下高）

## 研究成果

### 1. 植栽試験地の設定および作業効率調査

ミズナラ・オニグルミそれぞれの植栽試験における処理区は、ササの根茎および表土を除去した表土除去区（図1）、ササの根茎に付着した表土を振るい落とした表土埋戻し区（図1）とした。また、グループ付バケットを装着したバックホウによる地拵え作業時間は、表土除去区が33.2（時/ha）、表土埋戻し区が64.8（時/ha）であった。

### 2. 植栽試験地の土壌調査

表土除去区と表土埋戻し区とでは、物理的性質は異なるが、化学的性質に大きな違いは見られなかった（表1）。

### 3. ミズナラ・オニグルミ人工林の実態調査

広葉樹人工造林における適正な造林方法の検討に必要な基礎資料を得るため、広葉樹造林地の実態調査を行った（表2）。



図1 表土除去区（上）と表土埋戻し区（下）の施工状況

表1 植栽試験地の土壌調査

項目	表土除去区	表土埋戻し区
土質の分類名	砂まじり細粒分質礫	砂礫まじりシルト
有効態窒素(mg/100g)	2.6	2.7
有効態リン酸(mg/100g)	1.9未満	1.9未満
交換性カリウム(mg/100g)	27	31

注：調査委託先は（株）イーエス総合研究所。

表2 ミズナラ・オニグルミ人工林の実態調査

NO.	樹種	所在	植栽年	林齢年	面積ha	施業方法				生存本数/ha	生存率%	平均値			
						植栽	刈払幅m	置幅m	刈間m			苗間m	直径cm	樹高m	枝下高cm
1	ミズナラ	中川町板谷	1992	25	0.48	3条植	3.0	4.0	1.0	1.0	2,860	65	10.4	9.3	383
2	ミズナラ	中川町蒼	1992	25	0.32	3条植	3.0	4.0	1.0	1.0	2,068	47	11.3	8.8	373
3	オニグルミ	中川町中央	1938	79	2.96	1条植	1.0	2.0	-	2.0	287	17	27.8	13.2	379

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・蓮井ほか（2016）道北地域における有用広葉樹の効率的な人工造林手法の開発（2016）．受託研究報告書 11pp