

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、保護種苗部育種育苗G、森林経営部経営G、道北支場

協力機関：厚真町

研究期間：平成28年度～令和元年度

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規模・土質、路体構造の現地調査(調査地：芦別市、三笠市、浦臼町・当別町、美唄市・奈井江町、厚真町、中川町、浦河町、津別町)

②路線崩壊による収益性への影響評価
・路線上の崩壊危険箇所を地形分析より抽出し、各箇所が崩壊した際の丸太の集材材積への影響を、出材積や作業システム、集材距離等から評価する。

研究成果

1) 既設路網での崩壊状況の実態調査

- ・合計255箇所の路網崩壊箇所を確認し、地形や路体構造等を調査した。また、崩壊箇所より100m以上離れた末崩壊箇所(113箇所)を対照区として調査した。
- ・盛土側、切土側の法面崩壊の有無を応答変数とした決定木分析により、崩壊要因を分析した。その結果、切土法面では路体構造が主な要因であり、3m以上の法面高で崩壊の危険性が高いと推定された(図-1右)。一方、盛土法面では地形条件が主な要因であり、集水型地形でかつ攻撃斜面(河川蛇行部の外側に面する斜面)または法面高が4.8m以上の箇所で崩壊の危険性が高いと推定された(図-1左)。

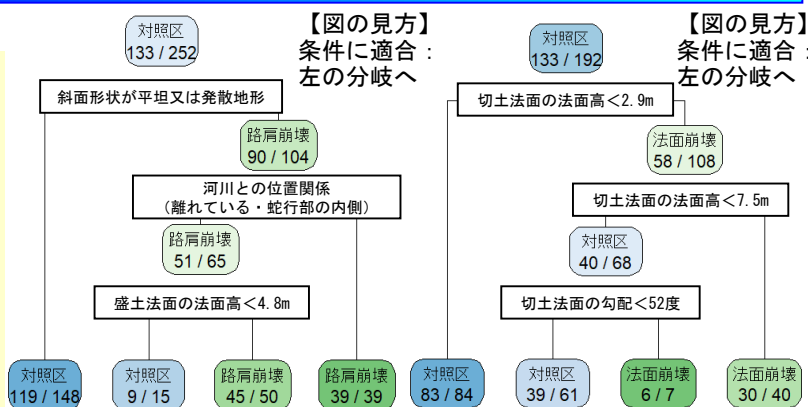


図-1 崩壊要因解析結果(左図：盛土側、右図：切土側)
※分岐点の分数：分数の上に記載された区分(法面崩壊又は対照区)の数/分岐点に含まれる数

2) 路線崩壊による収益性への影響評価

- ・厚真町を事例として地形解析から得た崩壊危険度の推定図より崩壊危険箇所を抽出した。ネットワーク分析により崩壊危険箇所ごとの集材不可となる材積を計算した(図-2)。
- ・集材距離の変化が崩壊前よりも3割以上増加する林分を集材不可と仮定した場合、土場近くの幹線上で集材不可となる材積が大きくなる傾向がみられた。

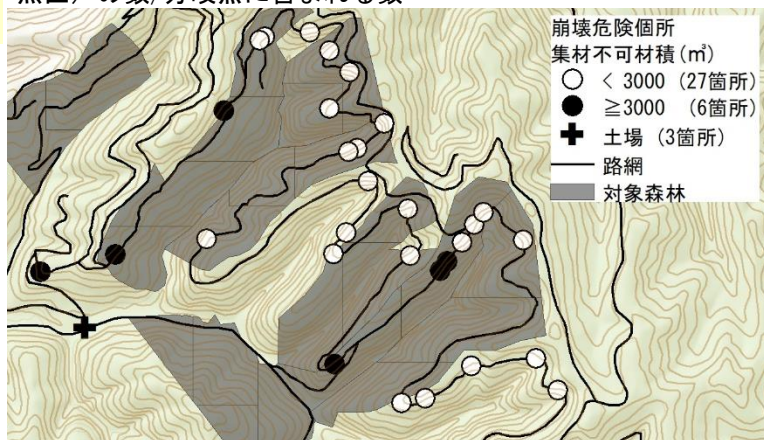


図-2 崩壊危険箇所ごとの集材不可材積

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・津田高明・佐藤弘和・蓮井聡・刈馬俊之(2019) その路線は崩壊対策すべき?費用便益分析による要対策箇所の抽出方法の検討。第130回日本森林学会大会(新潟市)

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：保護種苗部育種育苗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～令和2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F₁）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：6月に接ぎ木苗の根元へ粒剤散布
調査項目：着花（果）数、球果サイズ

研究成果

2016～18年の3年間では、まるやま3号と尿素施用による着果促進の明確な効果は認められなかった（図-1）。尿素連年処理区では2017年に大量着果した個体はあったものの、うち1個体は処理前から良好な着果性を示していた。このことから施肥による着花促進効果は個体差が大きく、施肥だけでは確実な花の着生は難しいと考えられた。

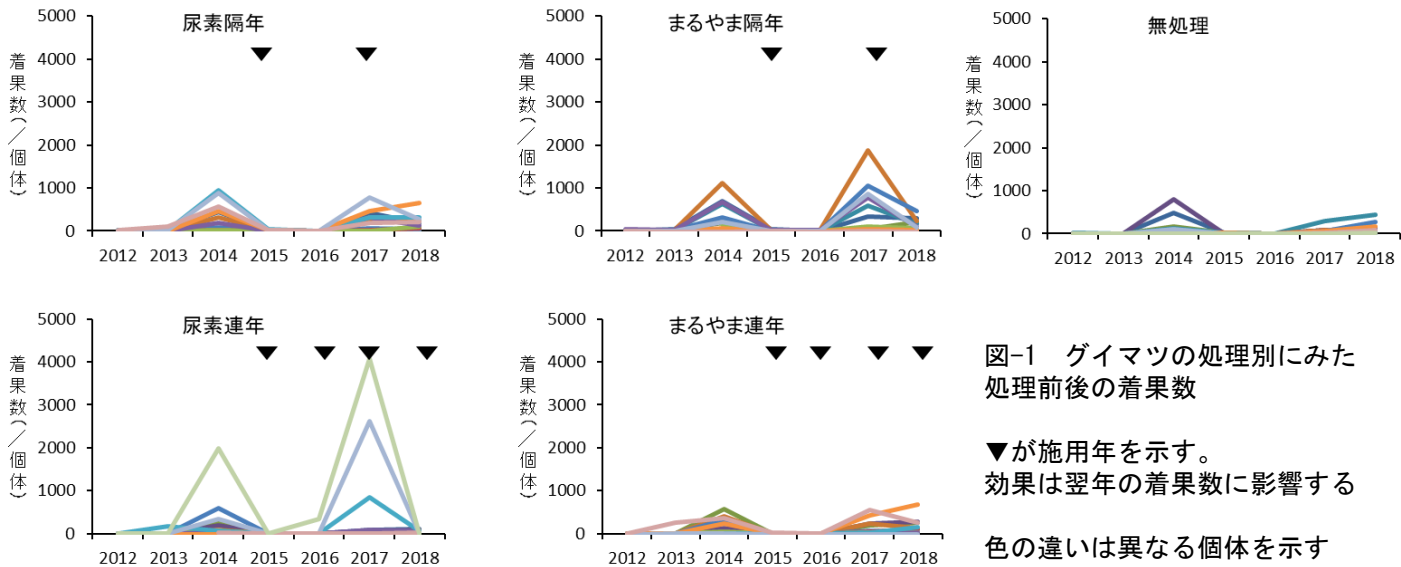


図-1 グイマツの処理別にみた処理前後の着果数

▼が施用年を示す。
効果は翌年の着果数に影響する

色の違いは異なる個体を示す

また、大量結実が見込める個体サイズは胸高直径10cm以上であることから（図-2）、施肥を与えて、より早く成長させることが重要と考えられた。

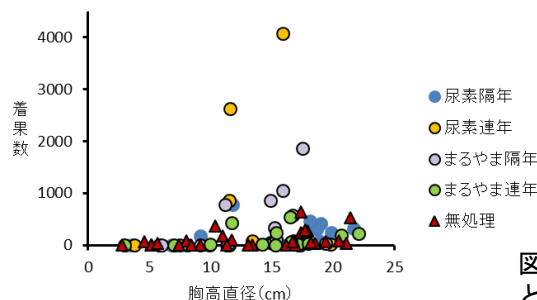


図-2 グイマツの胸高直径と2017年の着果数との関係

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

平成29年度道有採種園整備実施体制プロジェクトチーム第2回会議（2018年1月26日）

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：森林経営部

共同研究機関：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

一貫作業による再生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（クラッシュ改良、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

1. 低コストコンテナ苗の開発

苗木生産者2社で近赤外光種子選別装置（九州大学、(株)九州計測器開発）で選別した充実種子の1粒直接播種によるカラマツコンテナ苗の生産試験を実施し、発芽率90%以上、1年の育成で苗木規格合格率70%を達成できること、育苗コストを26%削減できることを実証した（図-1）。

| 育苗方法 | 前年 | | 1年目 | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-------------|-----|--------------|------|---|---|---|---|--------------|--------|---------|----|---|---|----|----|
| | 9 | 10 | ～ | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 多粒直接播種 | | | 播種 | 間引き | 育苗管理 | | | | | | 出荷 | 越冬（貯蔵） | | | | | 出荷 |
| | ● 資材準備 | | | ● 施肥 | | | | | | | | ● 冬越し準備 | | | | | |
| 一粒直接播種 | | | 播種 | 育苗管理 | | | | | | 出荷 | 越冬（貯蔵） | | | | | 出荷 | |
| | ● 資材準備 | | | ● 施肥 | | | | | | | | ● 冬越し準備 | | | | | |
| | | ハウス（加温施設あり） | | ● 露地（灌水施設あり） | | | | | | ● 露地（灌水施設なし） | | | | | | | |

図-1 多粒直接播種と一粒直接播種によるカラマツコンテナ苗育苗スケジュール
多粒播種は水選し低温湿層処理した種子を2-3粒播種、発芽後間引き作業が必要。
一粒播種は近赤外選別種子を使用。

2. 一貫作業システムの高度化

(1) クラッシュ地拵え（図-2）をバケット地拵えと比較すると、haあたりの作業時間は同等でコストは若干増しとなったが、バケット地拵え後に必要な人力補正刈りを加えると、作業時間は25%減、コストは同等で、従来の機械地拵えより有利であった（図-3）。乗用型小型刈払い機（(株)筑水キャニコム製）では林地残材と根株が作業支障となることが明らかとなったが、運送費の安さと機動性から小規模分散林分で有望な手段と考えられた。

(2) カラマツ類幼齢林を対象に樹高と植生高を多地点調査した結果、クリーンラーチの生残率はカラマツより高く（図-4左）、初期の樹高成長も良好だった（図-4右）。クリーンラーチでは低密度植栽における生残と下刈り期間の1年短縮が期待でき、一般的なカラマツ植栽に対し25%のコスト削減が可能と考えられた（図-5）。

(3) カラマツとクリーンラーチの植栽試験地(岩見沢市)を調査したところ、植栽木の樹高はいずれもカラマツよりもクリーンラーチで高い傾向にあった。クリーンラーチの樹高成長は下刈りなしの場合でも3年目で植生高を脱した(図-6)。生残率の高い林地であれば、クリーンラーチ通常苗植栽により下刈り年数を低減可能なことが示唆された。



図-2 クラッシュ地拵え
0.7クラスのベースマシンに装着
(森林総合研究所と共同調査)

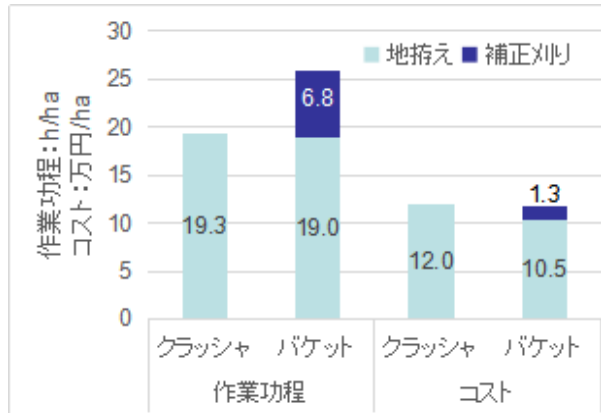


図-3 クラッシュ、バケット地拵えの
作業効率とコストの比較

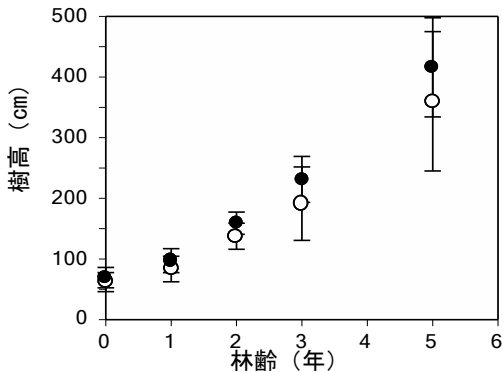
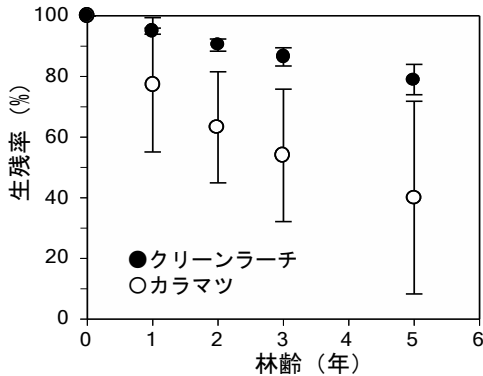


図-4 カラマツ類造成試験地における平均生残率(左)、および平均樹高(右)の推移
縦線は標準偏差を示す。

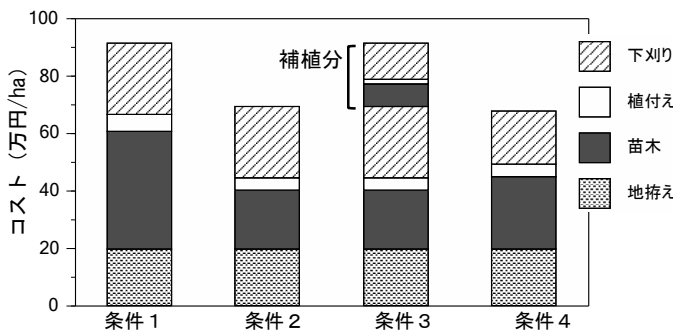


図-5 植栽から下刈り終了までにかかるカラマツ、
クリーンラーチのコスト試算

条件1: カラマツ2,000本/ha植栽、下刈4年
条件2: カラマツ1,000本/ha植栽、下刈4年
条件3: カラマツ1,000本/ha植栽、下刈4年、
補植400本/ha、下刈2年
条件4: クリーンラーチ1,000本/ha植栽、下刈3年
苗木費用は単価表(H30年度、道苗組)使用。

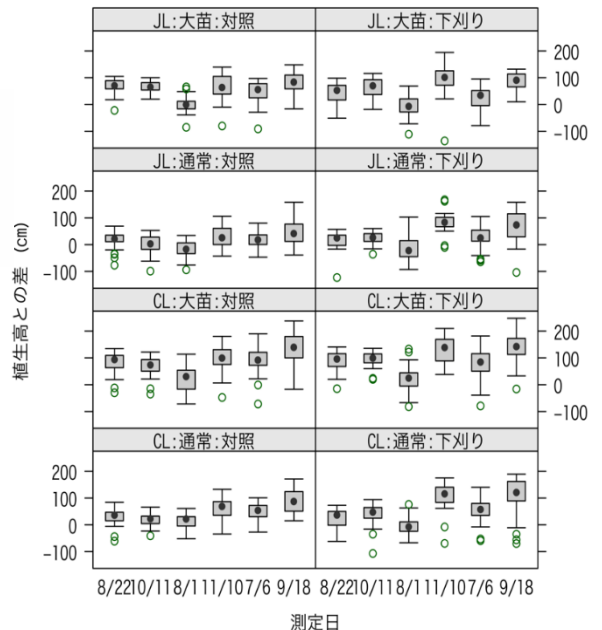


図-6 各調査時における苗木高と植生高との差
JL:カラマツ、CL:クリーンラーチ、
対照:下刈りなし、下刈り:下刈りあり

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

滝谷美香(2018)北海道におけるグイマツ雑種F1及びカラマツ人工林の成長の比較, 第129回日本森林学会大会
渡辺一郎ほか(2018)下刈り機械化のための根株除去技術の検討, 第129回日本森林学会大会

カラマツ種苗の安定供給のための技術開発

担当G：保護種苗部育種育苗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)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F₁(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

試験項目：カラマツとグイマツ球果内の充実種子数の計測、クリーンラーチの挿し木苗生産におけるさし付け時期、肥料、気温の影響評価

研究成果

採種林分の簡易選定方法

球果の幅1/3の位置で切断し、白い胚乳が詰まっていることを確認する。胚乳数がカラマツでは9粒、グイマツでは5粒以上あると、充実種子率60%を確保できることを明らかにした。



写真-1. 球果切断の様子



虫害

写真-2. 充実した種子が入っていない球果



写真-3. カラマツ(左)とグイマツ(右)の球果 白く見えるのが胚乳が充実した種子

カラマツの採種林分を判定する時期

冷涼な北海道北部を除き、カラマツでは種子が成熟する前の7月中下旬の時点で、9月1日以降(林業種苗法施行規則により定められた採取日)と変わらない充実種子数を確認でき、球果切断が採種林分の早期決定に利用できることを明らかにした。

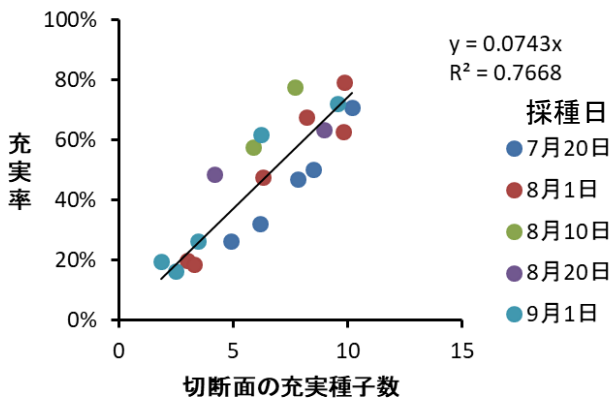


図-1. カラマツ球果の切断面にみえる充実種子数と充実種子率の関係

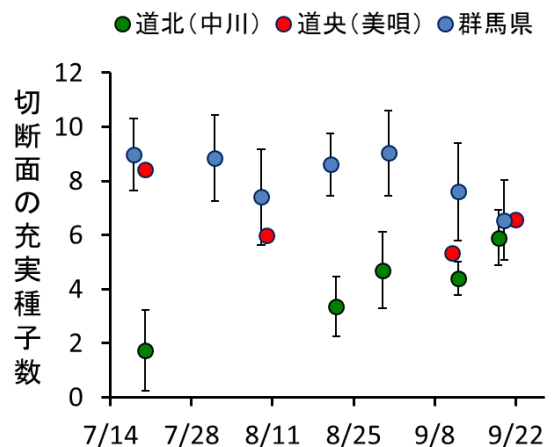


図-2. カラマツの採種時期別の充実種子数

さし木苗生産におけるさし付け時期

7月、8月にさし付けた場合は、6月にさし付けた場合に比べ、発根の始まりが遅くなり、発根率も低下する。一方、9月以降のさし付けとなると、気温が低下し日長も短くなるため、生育期間が短くなり、発根しても根が十分発達できずに根量が少なくなる。このため、さし付けは6月中に行う必要がある。

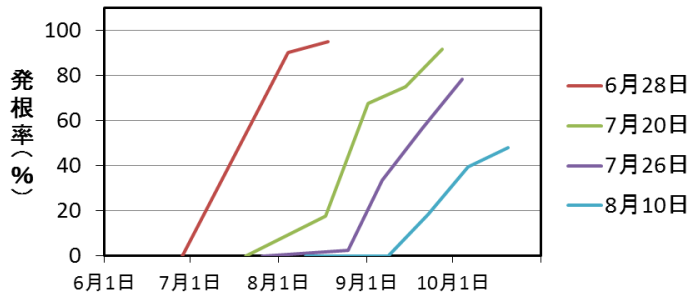


図-3. さし付け日と発根率との関係

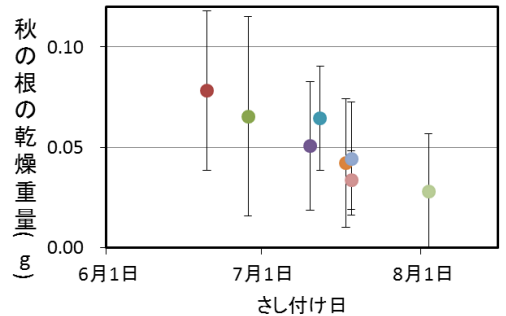


図-4. さし付け日と10月の根量との関係
色はさし付け日の違いを示す

さし木における肥料の施用

採穂台木に酸化型グルタチオンを配合した高機能性肥料を与え、用土に緩効性の肥料(N16-P9-K12、4g/用土1L)を混ぜることで、成長を促進することができた。現行の方法で育てた苗木に比べ、根量は4.0倍、苗高は1.9倍、根元径は1.7倍大きくなる。根系が十分に発達した苗木は、畑に移植した後、高い活着率と良好な成長が期待できる。



写真-4. 現行の栽培方法と改良した栽培方法の10月時点の地上部の比較

さし木の発根と気温との関係

さし木の発根能力は20℃から25℃が最も高かった。最適な気温条件ではさし付け8週目にはほとんどの穂が発根するが、15℃以下や30℃以上では発根しにくくなった。したがって、発根能力を高めるためには、日中の気温を25℃以下に抑える管理が必要であることがわかった。

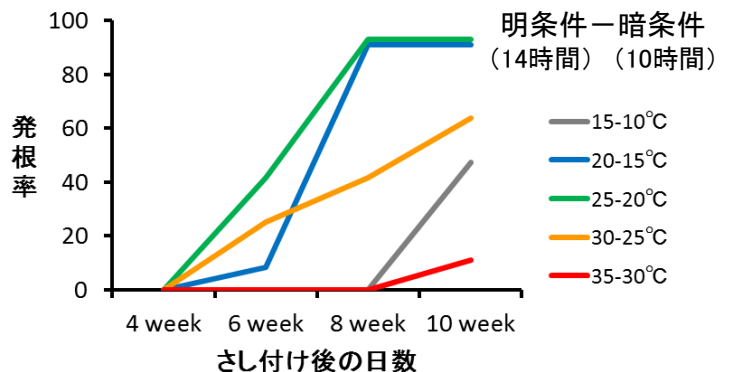


図-5. 異なる温度条件で育成したさし穂の発根率の推移

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(2016年7月、2017年2月、2018年3月、8月、2019年1月)
さし木増殖の手引き—増補版—, p15, 北海道水産林務部・道総研林業試験場(2018年4月)
クリーンラーチの需要に応える苗木の安定供給への取組, 森林技術924:16-19(2019年3月)

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

道北地域では旺盛なササや高茎草本の優占地が多く、植付けや下刈りに労力・コストがかかる。植え付けを容易にし、林床植生の再生を大幅に遅らせる方法としては、これらの林床植生を根茎ごと除去する地拵え「表土除去」があるが、根茎とともに苗木の生育基盤である表土を必要以上に除去することにもなるため、植付けた苗木の成長低下が問題となっている。「表土埋戻し」は、林床植生の根茎除去と根茎に付着した表土のふり落としを同時に行う作業で、林床植生の再生を遅らせるとともに苗木の生育に適した表土を戻すことにより、下刈りの労力軽減と植え付けた苗木の成長促進を両立させられる可能性がある。本研究では、表土除去と表土埋戻しを行ったミズナラ造林地を比較し、表土埋戻しがミズナラ苗木の初期成長促進に及ぼす影響および林床植生の再生抑制に及ぼす影響を明らかにした。また、ミズナラ造林地における下刈り労力・コストの低減促進を図るため、小型自走式刈払機を使用した下刈りの作業効率・コストを明らかにした。

研究方法

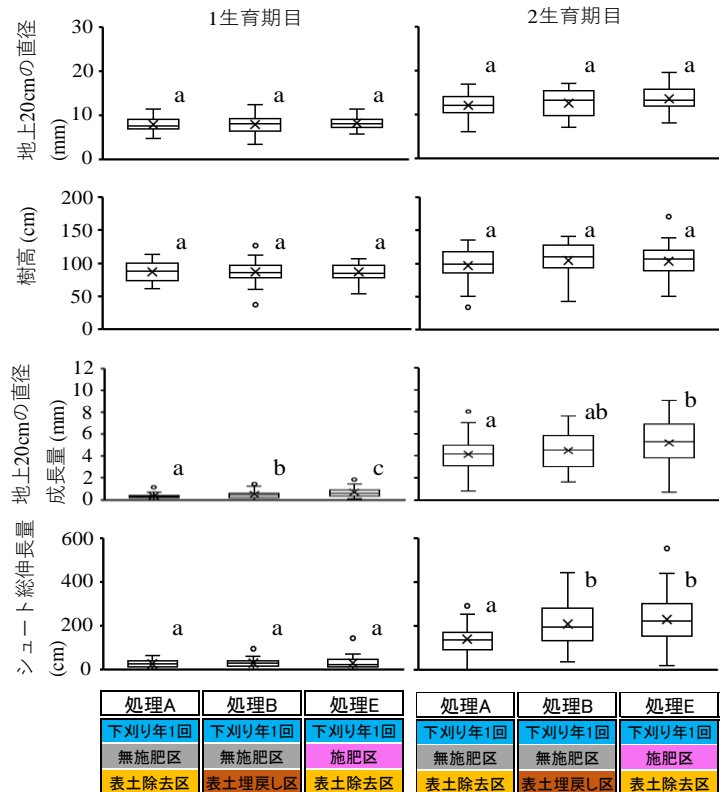
- ・植栽試験：中川町町有林にて、表土除去、表土埋戻し、施肥におけるミズナラ苗木および林床植生の調査。
- ・小型自走式刈払機の作業効率調査：耕作跡（平坦地・緩傾斜地）のミズナラ造林地において、併用作業（自走式刈払機 筑水キャニコムCG101（1人）と肩掛式刈払機（1人））と、従来作業（肩掛式刈払機（2人））による下刈りの作業効率調査。

研究成果

旺盛なササや高茎草本が優占（地拵え前）



下刈り年1回では、表土除去と比べると、表土埋戻しの効果は、2生育期目のシュート総伸長量に現れることが分かった。なお、この効果は施肥と同程度であることが分かった（図-1）。

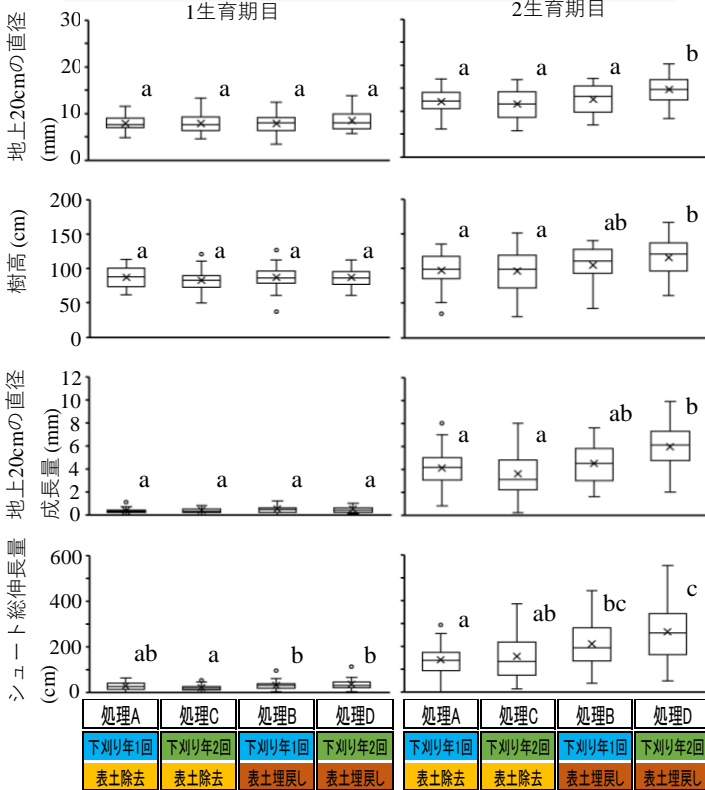


異なるアルファベット間に有意差あり

図-1. ミズナラ苗木の下刈り年1回における2生育期目までの処理別成長量

下刈り年2回では、表土除去と比べると、表土埋戻しの効果は、2生育期目の地上20cmの直径と樹高、地上20cmの直径成長量、シュート総伸長量に現れることが分かった(図-2)。

林床植生の再生については、①表土除去区では林床植生全体の再生を抑制できること、②表土埋戻し区ではササの再生は抑制できるものの、オオイトドリ・アキタブキの再生は抑制できないことが分かった(表-1)。



異なるアルファベット間に有意差あり

図-2. ミズナラ苗木の下刈り年2回における2生育期目までの処理別成長量

小型自走式刈払機：筑水キャニコムCG101



比較

併用作業



従来作業



①自走式を使用した併用作業は従来作業より作業時間が短縮すること、②ただし、傾斜の増加にともない短縮できる時間が短くなることが分かった。また、併用作業の費用は、従来作業の費用と同程度であった(表-2)。

※費用は、労務費、機械損料、燃料費の合計

表-2. 地形ごとの作業種・機種別下刈り時間および費用

| 地形 | 下刈作業 | 機種 | 作業員 | 作業時間 | | 費用 (円/ha) |
|------|------|----|-----|--------------|--------------|--------------|
| | | | | 平均 (分/ha) | 合計 (分/ha) | |
| 平坦地 | 従来 | 肩掛 | 特殊 | 506 | 893 | 95,000 |
| | | | 普通 | 387 | | |
| | 併用 | 自走 | 特殊 | 264 | | |
| | | | 普通 | 450 | | |
| 緩傾斜地 | 従来 | 肩掛 | 特殊 | 532 | 918 | 98,000 |
| | | | 普通 | 386 | | |
| | 併用 | 自走 | 特殊 | 281 | | |
| | | | 普通 | 518 | | |

耕作跡におけるミズナラ造林地(列間1.8m、苗間1.4mの2条植え、置幅3.0m、刈幅3.0m、平均樹高64cm)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・ 蓮井聡、来田和人(2019) 表土埋戻しや施肥がミズナラ苗木の初期成長に与える影響。北方森林研究67: 47-48.
- ・ 蓮井聡、来田和人(2019) 小型自走式刈払機の使用にともなう下刈り作業時間短縮化事例—平坦・緩傾斜の耕作跡造林地の場合—。光珠内季報, Vol.189
- ・ 林業試験場(2019) 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報告書。36pp.

DNA解析に基づくカラマツ類育種種子の品質評価法の検討

担当G：保護種苗部育種育苗G

協力機関：中央農業試験場、東京大学、北海道大学

研究期間：平成30年度 区分：職員研究奨励事業・シーズ探索

研究目的

北海道では、カラマツ類優良種苗の普及に向け、グイマツを母親、ニホンカラマツを花粉親とした雑種F1を生産する採種園が整備される。採種園は、生産される種子の雑種率と遺伝的多様性が高くなるように設計されるが、2種を混植させた旧来型の採種園では雑種率の低さが課題だった。一方、新たに造成された単一母樹型の採種園では、若齢段階で80%以上の雑種率が実現できることがわかったが、事業的に採種されつつある現在の雑種率やその年変動、花粉親構成の偏りの有無は不明だった。そこで本課題では、新たにDNA解析用のマーカーを開発し、開発した手法を用いて雑種率や花粉親構成といった採種園産種子の品質評価を試みた。

研究方法(調査地概要や調査方法)

材料：

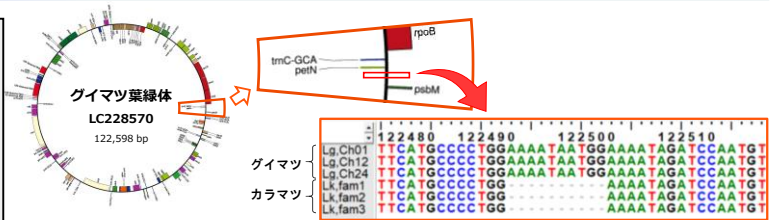
- (1) グイマツとニホンカラマツにおける葉緑体、およびミトコンドリアゲノム情報
- (2) 生産年別の道有採種園産の雑種F1育種種子('03年と、'08年から'16年のうち6ヶ年分)、採種園内の花粉親候補木

調査方法：

- (1) DNAマーカー開発；葉緑体が父性遺伝、ミトコンドリアが母性遺伝することに着目し、これらのゲノム情報より、樹種間で変異があるDNAマーカーを開発
- (2) 雑種率解析；開発したマーカーを適用して両親樹種を判定し、雑種率を算出
- (3) 親子解析；遺伝子型判定のためのマーカーセットを揃え、花粉親候補木とともにマーカーを適用し、花粉親の偏りを評価

研究成果

(1) マーカー開発 葉緑体とミトコンドリアのゲノム情報より、樹種判定用に9つのマーカーを開発した(図-1)。これらは遺伝子型判定用のマーカーセット(成果3で使用)に組み込み簡単に評価できる利点がある。



(2) 雑種率の年変動の実態 開発したもののマーカーを用いても一貫した結果を得られることを確認した。単一母樹型の採種園では、どの生産年でも高い雑種率が維持されており、年変動や豊作/凶作間の変動がないことがわかった(図-2)。高い雑種率は、自殖(近隣の同一クローン間交配)の致死が主な理由とみられる。

図-1. 開発したマーカーの概念図(cp-Lg122kの標的領域と挿入/欠失変異による種間変異)

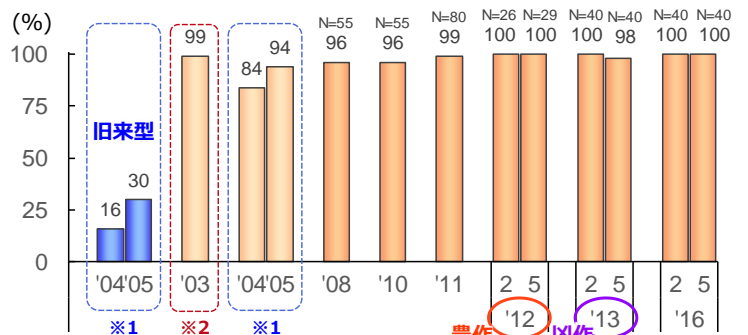


図-2. 採種年別の雑種率(2012年以降はブロック別に表示)

※1 Moriguchi et al. (2008) を参照；旧来型と単一母樹型とでシャーレ発芽させてDNA解析
 ※2 林業試験場、未発表データによる；苗床での床替え時に判定した値

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 石塚航・今博計・成田あゆ・来田和人(2019) DNAマーカーによる採種園産種子の診断：カラマツ類の雑種率の年変動, 第130回日本森林学会大会, 新潟, 2019年3月
- 石塚航・新田紀敏・田畑あすさ・小野清美・原登志彦(2019) 植物標本のゲノム情報を用いたカラマツ属の系統復元の試み, 第66回日本生態学会大会, 神戸, 2019年3月
- 石塚航・田畑あすさ・小野清美・福田陽子・原登志彦(2018) オルガネラゲノム情報を用いた *Larix* の交配樹種・系統判別, 森林遺伝育種学会第7回大会, 東京, 2018年11月

木材需給の変動要因分析と 需給変動への対応策に関する研究

担当G：道南支場・森林経営部経営G

共同研究機関：林産試験場（主管）

研究期間：平成30年度～令和2年度

区分：経常研究

研究目的

道内の木材需給には①原木需給のミスマッチ解消（短期的な課題）、②原木供給・利用体制の整備（中長期的な課題）の2つの課題がある。①については、林業-製材業の情報共有が有効であるが、林業事業者が伐採計画の策定時に必要としている木材需要情報に関する知見はない。本研究では、林業事業者が伐採計画の策定時に必要な木材需要情報を明らかにするとともに、道内の木材需要の短期的な予測手法の構築および対応策の提案を行う。また、木材利用量の増加に必要な原木供給・利用体制の整備水準を示す。

研究方法(調査地概要や調査方法)

①林業事業者の原木需要への対応状況
道内の林業事業者に聞き取り調査を行い、伐採計画策定での考慮項目（木材需要の情報等）や項目毎の重要度、伐採計画の変更可能時期を明らかにする。

②林業労働力からみた原木供給能力の推定
林業事業者の人員体制や機械稼働率等を併せて調査し、現時点での原木供給能力を分析する。

研究成果

1) 林業事業者の原木需要への対応状況

・林業事業者8社（森林組合6社、素材生産事業者2社）に対し、①伐採計画立案での優先事項及び情報源、②原木需要への対応方針、③原木の流通先及び流通経路の3点について聞き取り調査を行った。その結果、自社の製材工場がある事業者では主伐を積極的に選択していること、需要への対応は、造材丸太から選別することで対応していること、造材終了から運材・納品の期間は概ね1ヶ月と判明した（表-1）。

表-1 林業事業者への聞き取り調査結果概要

| 林業事業者 | 伐採樹種 | 主な伐採方法 | 原木需要の情報元 | 造材後納品までの期間 |
|---------|------|--------|---------------------------------|------------|
| A組合(道南) | スギ | 間伐 | 道森連, 商社, 他社工場 | 1ヶ月程度 |
| B組合(道央) | カラマツ | 主伐 | 自社の製材工場の原木在庫, 道森連 | 1ヶ月程度 |
| C組合(道東) | カラマツ | 主伐 | 自社の製材工場の原木在庫, 道森連 | 1ヶ月程度 |
| D組合(道東) | カラマツ | 主伐 | 自社の製材工場の原木在庫, 道森連 | 1ヶ月程度 |
| E組合(道東) | カラマツ | 主伐 | 自社の製材工場の原木在庫, 道森連 | 1ヶ月程度 |
| F組合(道東) | カラマツ | 間伐 | 道森連, 他社工場 | 1ヶ月程度 |
| G会社(道央) | トドマツ | 間伐 | 商社, 他社工場 | 1ヶ月程度 |
| H会社(道東) | カラマツ | 間伐・更新伐 | 自社の製材工場の原木在庫, 他社工場, 木質バイオマス発電施設 | 1ヶ月程度 |

注) 緑色の網掛け：自社で製材工場を所有する林業事業者

2) 林業労働力からみた原木供給能力の推定

・「平成29年度林業労働実態調査」(北海道)等の統計資料より、素材生産に係わる労働者数、高性能林業機械台数等を整理した。素材生産に係わる振興局別の労働者数は158±135名(平均±標準偏差)と振興局により差が大きく、素材生産量が大きいオホーツクに労働者が集中していた(図-1)。

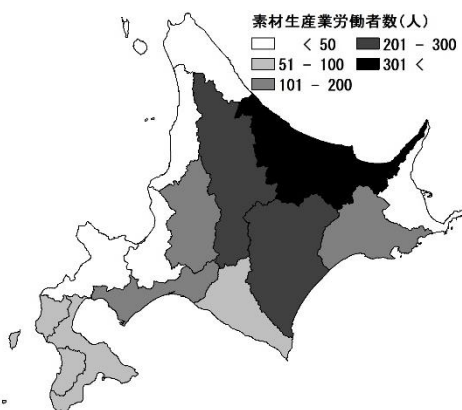


図-1 素材生産に係わる労働者数

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

津田高明・渡辺一郎(2019)北海道における近年の原木需要に対する林業事体の対応状況。北方森林研究 第67号：15-18

カラマツ類優良品種の効率的な選抜のための技術開発

担当G：保護種苗木育種育苗G

協力機関：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、空知総合振興局森林室、上川総合振興局北部森林室、オホーツク総合振興局東部森林室、東京大学、北海道大学、中央農業試験場

研究期間：平成30年度～令和4年度 区分：経常研究

研究目的

道内の人工林の多くは主伐・再造林期を迎え、苗木需要量の大幅な増加が見込まれるため、優良種苗の確保に向けた育種事業の重要性が高まっている。ところが、検定林造成から選抜までに30年以上要する年月の長さや、家系作出のための人工交配の手間が、選抜効率の点で大きな課題となっている。そこで、北海道の主要造林樹種であるカラマツ類（ニホンカラマツ、グイマツ×ニホンカラマツ）を対象として、初期成長を用いた早期選抜と、DNA解析を用いた交配家系推定による特定家系選抜のための技術の開発を本課題の中で目指す。本年はとくに、試験育成した育種材料を用いた検定林の新規造成、既存検定林の整備を行う。

研究方法(調査地概要や調査方法)

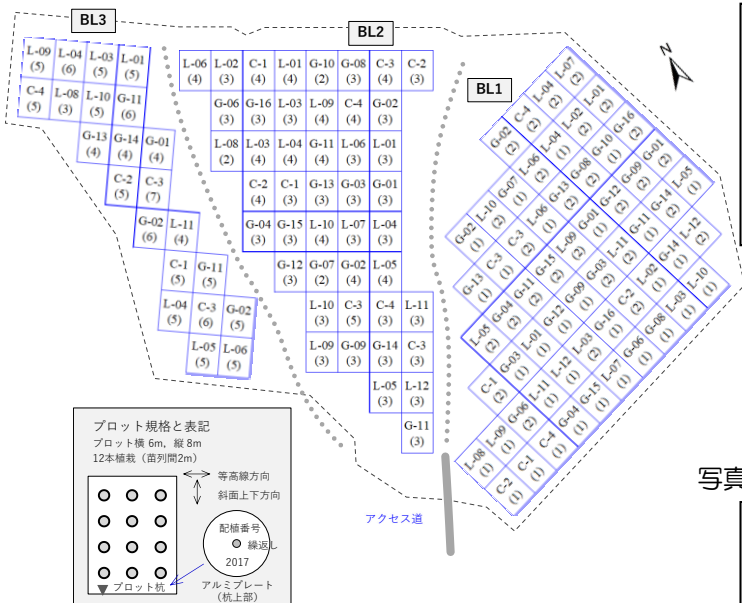
材料：

- (1) ニホンカラマツ延べ12家系、雑種F1延べ19家系を使用。新規造成検定林の対象地は環境の異なる3地域（北見市、士別市、岩見沢市）。
- (2) 既存の雑種F1検定林（富良野市）の全個体（570個体）と、採種園（訓子府町）の花粉親候補（340個体）。

調査方法：

- (1) 早期選抜可能性の評価；苗木での育成段階における成長調査と家系間差の解析、3試験地（各約1ha）への試験材料の植栽、追跡調査ならびに環境データ収集。
- (2) 特定家系選抜の可能性評価；既存検定林での成長量の年次推移と遺伝統計量推定、幼者相関解析。全植栽個体と花粉親候補からのDNA抽出、遺伝子型の判定、ならびに親子解析。

研究成果



(1) 早期選抜に向けた検定林造成 無作為プロット配植の方法を用いて、検定材料の3試験地への植栽を済ませた（図・写真）。既に樹高には明瞭な家系間差があることを確認した。自然交配の活用は効率的に苗木を確保して検定林へ導入できるため、早期選抜に向けて利点となるとわかった。



写真. 次代検定林の植栽とプロットの様子（'18年5月）

(2) 特定家系選抜に向けた調査 これまでの成長データから、遺伝統計量推定に立地の影響の加味が必要だと判断した。抽出したDNAより一部親子解析を進め、花粉親を確かに特定できることを確認した。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

石塚航・成田あゆ・今博計・佐藤弘和・黒丸亮・来田和人（2019）カラマツ類の苗木の成長動態と次代検定に向けた評価,北海道林業試験場研究報告, 56, 1-13
 石塚航・新田紀敏・田畑あすさ・小野清美・原登志彦（2019）植物標本のゲノム情報を用いたカラマツ属の系統復元の試み, 第66回日本生態学会大会, 2019年3月

造林作業（地拵え・下刈り等）の軽労化に向けた多目的 造林機械の開発・改良

担当G：森林経営部経営G

協力機関：北海道造林協会、美瑛町森林組合、北海道森林整備公社

研究期間：平成30年度 区分：受託研究（(株)筑水キャニコム）

研究目的

北海道の造林事業に従事する労働者数は減少傾向にあり、年齢構成においては高齢化の傾向にある。そのため、造林工程の機械化を進めることにより、軽労化を図るとともに魅力ある作業にして、若年労働者の定着率を上げる必要がある。そこで、新たに開発された地拵え・下刈り機能を有する機械（(株)筑水キャニコム社製 CG510KZCYT 山もっとジョージ）について、林地での実証試験を実施し、その性能を明らかにする。

研究方法(試験概要と開発機械の概要)

地拵え（根株粉碎）、下刈り工程に関する試験を美瑛町および京極町で実施した（表-1）。両試験地ともにカラマツ人工林主伐後2年半が経過。美瑛町は未植栽地、京極町は試験実施時に植栽1年経過したトドマツがあった。傾斜について、京極町では試験地の斜面中腹に最大傾斜27度の横傾斜地があった（図-1）。
表-1 試験地概要

| 場所(市町村) | 美瑛町 | 京極町(図-1) |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 調査期間 | H30.9.10～14 | H30.7.11、10.9～18 |
| 所有形式 | 一般民有林 | 一般民有林 |
| 標高 | 500m | 330～370m |
| 傾斜 | 5～20度 | 0～27度 |
| 主伐時期 | H28年3月 | H28年3月 |
| 前生樹 | カラマツ61年生 | カラマツ45、49、51年生 |
| 植栽 | 未植栽 | H29年10月トドマツ |
| 植栽密度 | — | 1800本/ha(列間2.7m、苗間2.0m) |
| 試験項目 | <ul style="list-style-type: none"> ・根株粉碎性能 ・スパイク効果 ・コンテナ苗運搬機 ・レーキ作業 | <ul style="list-style-type: none"> ・根株粉碎性能 ・下刈り作業工程 ・従来方式(7月) ・根株粉碎付き(10月) |



図-1 下刈り試験後の現地(京極町)

表-2 開発機械の概要

| ベースマシン | | マルチャーアタッチメント | |
|--------|--------|--------------|-------------|
| 全長 | 3.555m | 愛称 | オーロラランプシエバー |
| 全幅 | 1.605m | 刈り幅 | 1.2m |
| 全高 | 2.255m | 刃数 | 40枚(10枚×4列) |
| 最低地上高 | 0.260m | | |
| 機械質量 | 2440kg | | |



図-2 新たに開発・改良された小型マルチャー
((株)筑水キャニコム社製)

林業仕様機への開発・改良は、作業の安全性の確保、根株粉碎可能な機能、複数の工程での機能を目指とした。開発機械は機械運搬が容易に出来るように小型機械をベースとした（表-2）。操縦席のガード、機械腹部のアンダーガード、クローラの滑り止め、根株粉碎機械（マルチャー）が開発され（図-2）、複数工程への対応として、残材除去のための装置（レーキ）、植栽苗などの運搬装置が開発された。この開発機について、主に、根株粉碎機械の性能調査を実施した。

研究成果

1) 根株粉碎機（マルチャー）の性能

- ・カラマツ根株粉碎性能について、最も熟練した作業者のデータを用いて評価した（図-3）。
- ・粉碎した根株の平均直径は32.6cm（最大51cm，最小18cm），同じく平均高さは25.4cm（最大60cm，最小10cm）であった。
- ・本事業において目標とした根株の大きさ（根株直径30cm，根株高さ25cm）に当たる根株体積0.018m³での粉碎時間は75秒となり、目標とした根株粉碎時間の90秒を達成できた。
- ・ただし、作業者の熟練度などによる粉碎時間に差があり、根株体積0.018m³を代入して計算したところ、粉碎時間には最大2倍の差が発生した（図-4）。この機械によって根株粉碎作業を効率的に行うには、機械操作や粉碎方法などに一定程度の練度が必要であることが示唆された。

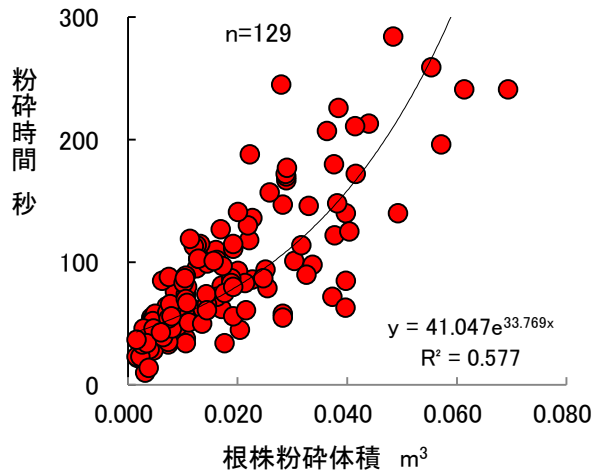


図-3 カラマツ根株の体積と粉碎時間の関係（美瑛町、京極町）

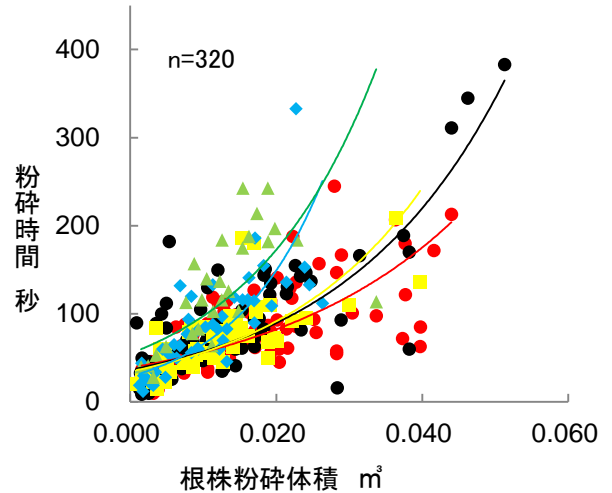


図-4 5人の作業員別にみた根株の大きさと粉碎時間の関係（京極町）* 色がそれぞれの作業員を表す

2) 下刈り作業工程

- ・マルチャーによる下刈り作業工程について、肩掛け式刈払い機による通常方式と比較検討した（図-5）。
- ・下刈り作業は、トドマツ植栽1年後の植栽列間（2.7m）で実施した。
- ・マルチャーによる下刈り作業は、カラマツの伐根（570本/ha）を粉碎しながらの作業である（図-6）。
- ・また、根株除去後の下刈り作業工程について、根株を粉碎した後の復路を対象とした。
- ・作業面積は0.64ha、作業時間は620分で、根株粉碎作業込みでの作業工程値は0.062ha/時となった。
- ・また、根株粉碎作業無しでの作業工程値は0.239ha/時となった。
- ・よって、マルチャーによる下刈り作業工程値は、通常方式に比較し、根株粉碎作業込みでは8割程度、根株粉碎作業無しでは3倍になる事が分かった。

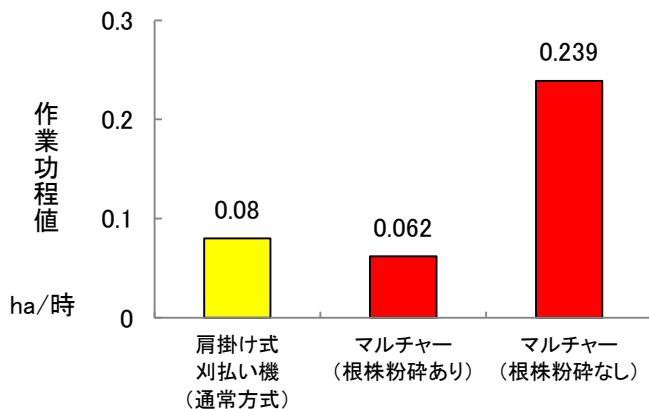


図-5 下刈り作業工程の通常方式との比較（京極町）



図-6 横傾斜での下刈り作業の様子（京極町）

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 渡辺一郎（2019）新たな小型マルチャーによる根株粉碎性能、第130回日本森林学会大会（新潟市）
 渡辺一郎（2019）平成30年度スマート林業構築事業報告書、48～59、林野庁
 渡辺一郎（2019）造林作業機械化への挑戦 -根株粉碎機能を有した自走式刈払い機の性能-、平成31年北海道森林づくり研究成果発表会（札幌市）

成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発

担当G：森林経営部経営G、保護種苗部育種育苗G、道北支場

共同研究機関：森林総合研究所（主管）、三井物産フォレスト（株）、九州大学ほか

協力機関：北海道水産林務部

研究期間：平成30年度～令和4年度

区分：公募型研究

研究目的

カラマツ類の優良育種苗（エリートツリー）に対応した植栽・保育技術を開発するため、エリートツリーの成長と競合植生、立地環境との関係などを調査し、植栽密度や下刈りスケジュールなどの施業モデルを環境条件に応じて提案する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：新規のカラマツ類植栽試験地（浦幌町）
（三井物産社有林、約2ha）

調査地：グイマツ雑種F₁植栽密度別試験地
（美唄市、林業試験場実験林）

植栽密度： 500、1000、2000、4000、
（本/ha） 8000

○新規カラマツ類植栽試験地

調査方法：植栽準備（植栽列の設定）
地形測量（UAV撮影）

○グイマツ雑種F₁植栽密度別試験地

調査方法：既存データの整理・集計（胸高直径）

研究成果

○新規のカラマツ類植栽試験地

優良育種苗を含むカラマツ類植栽試験地を造成するための準備を行った（浦幌町、約2ha）。地形の違いが植栽木の成長などを与える影響を調査するため、UAVによる空撮画像から数値表層モデル（DSM）を作成した（図-1）。また、植栽列を決めるための測量を行った。

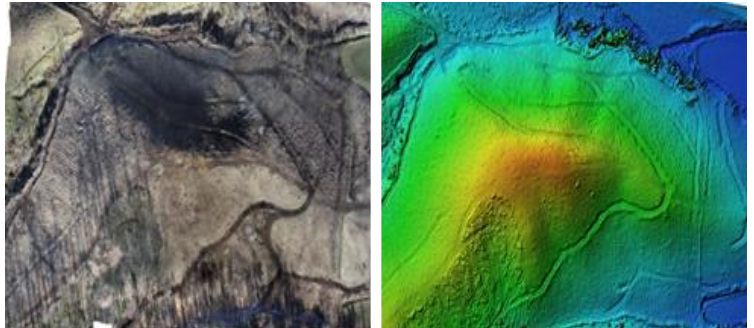


図-1 新規のカラマツ類植栽試験地のオルソ画像（左）と数値表層モデル（右、DSM）（浦幌町、約2ha）

○グイマツ雑種F₁植栽密度別試験地

施業モデルの構築を検討するために必要な植栽密度と肥大成長との関係について、グイマツ雑種F₁の既設試験地（美唄市）のデータを整備した（図-2）。

6年次の平均胸高直径（DBH）は、植栽密度間で大きな違いが認められなかったものの、その後、林齢とともに密度の影響が顕著になり、密度が低い林分ほどDBHが大きくなった。

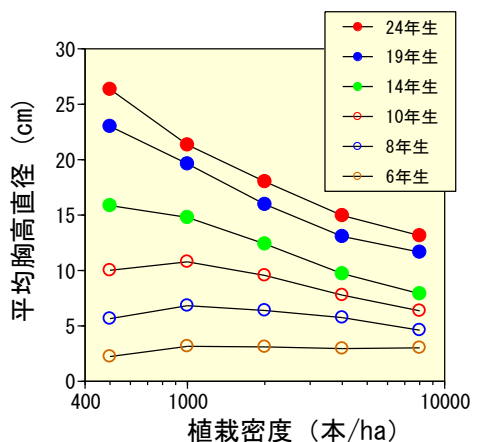


図-2 グイマツ雑種F₁植栽密度試験地における平均胸高直径の推移

研究成果の公表

・大野泰之・来田和人（2019）グイマツ雑種F₁幼齢林における植栽木の樹高成長と樹形。第130回日本森林学会大会