

提案者名:国立研究開発法人森林総合研究所 林業工学研究領域 機械技術研究室 毛綱昌弘

提案事項:無人走行フォワーダによる集材作業の自動化

提案内容

作業道の運転操作だけではなく、土場における荷下ろし作業も含んだ作業の無人化を図る。先山における積込作業のみはオペレータがフォワーダに搭乗してグラップルローダで行う。その後、先山のスタート地点から土場に向けて、オペレータが搭乗しない状態で自動走行を行い、土場まで走行する。土場では、はい積み場所まで無人で誘導して、サイドダンプ機能を用いて、荷下ろし作業を行った後、再び作業道を無人で走行して先山のスタート地点まで戻ってくるフォワーダを開発する。先山の作業員は、フォワーダが作業道を往復走行している間、伐倒、木寄せ作業等を行うことが可能となるため、労働生産性の向上が望まれるとともに、フォワーダの長時間運転という過酷な労働から解放されることになる。また、フォワーダの運材距離が延びても、労働生産性は変わらないというメリットもある。

フォワーダの自動運転は当初予定では、電磁誘導方式を用いて実現する予定であるが、この方法は誘導用センサの敷設等に手間がかかるのと、走行コースの変更が容易でないデメリットがある。このため、フォワーダにカメラを搭載して画像情報を用いて、作業道の路肩を検出する方法、レーザーレンジスキャナ等により、作業道の法面、路面を検出する方法を合わせて検討し、これらのセンサの組み合わせにより自動走行を行う制御システムを検討する。

現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい・ いいえいいえの場合、研究室やラボレベルの研究(別紙のSTEP1)があと何年程度必要か: 〇年程度

期待される効果

フォワーダ集材の作業能率が $6\text{m}^3/\text{時}$ (集材距離500m)の場合、自動化により1サイクル当たり6割の時間、オペレータは他の作業が可能となる。集材距離1,000mであれば、7割の時間が有効に使える。

想定している研究期間:3年間

研究期間トータルの概算研究経費(千円):210,000

(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円): 100,000)

無人走行フォワーダによる集材作業の自動化



画像情報による路肩の検出



レーザーレンジスキャナによる路面検出



+

センサを組み合わせることで作業道の検出による無人運転

誘導センサによる無人運転

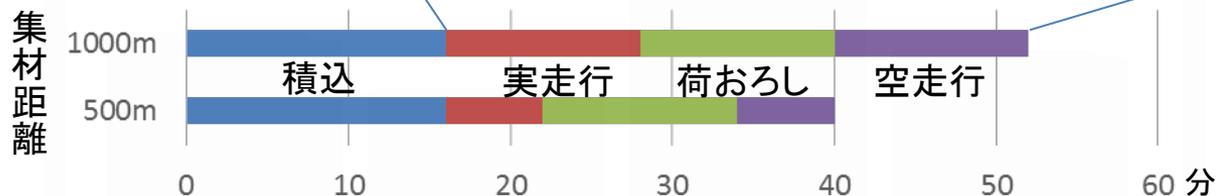


↑ 次の段階として

誘導センサ敷設の手間削減
無人走行ルートの変更の簡易化
作業道メンテナンスの容易化

無人走行のメリット

この時間がほかの作業に使えることで
全体的な作業能率のアップが期待できる。



提案者名:国立研究開発法人 森林総合研究所 宇都木 玄

提案事項:高品質な林業種苗開発に基づく一貫作業システムの確立と保育費全般の低コスト化

提案内容

国産材供給量増大やその輸出への期待、また伐採と造林による齢級構造の平準化が求められ、国内林業は主伐と再造林の時代を迎える。しかしながら再造林費に関しては、更新一保育に至る各工程が高コストであり、特に下刈り作業の高コスト化が目立つ。日本では伐採・集材時の機械力を生かした再造林手法に取り組み、コンテナ苗を利用した一貫作業により、低コスト再造林システムの開発を行ってきた。本研究ではコンテナ苗の他に大苗や育種苗といった高品質な林業種苗の特徴を生かし、下刈り回数の低減まで考慮した造林システムの開発を行い、地拵え～下刈り作業全般の大幅な低コスト化を目指す。具体的には以下の研究内容を実施する。

- 1) 効果的な地拵え手法開発: 一貫作業の特徴である伐採時用機械を利用した造林作業を効果的に機能させるため、機械化を用いた地拵えパターンの開発を行い、それによる植栽作業の省力化、および下刈り回数の低減を図る。
- 2) 苗種に応じた最適な植栽手法開発: コンテナ苗、大苗等の高品質な林業種苗開発を行い、立地条件や植栽時期に応じた林業種苗を選択し、植栽密度との最適な組み合わせを開発する。
- 3) 下刈り回数を減らす造林手法の開発: 苗木価格、地拵え経費、植栽経費を減らしながら、上記の作業システムが下刈り回数の削減に貢献できる柔軟な造林システムを開発し、更新一保育費用全般のコストダウンを図る。

現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい・ いいえ

いいえの場合、研究室やラボレベルの研究(別紙のSTEP1)があと何年程度必要か: 〇年程度

期待される効果

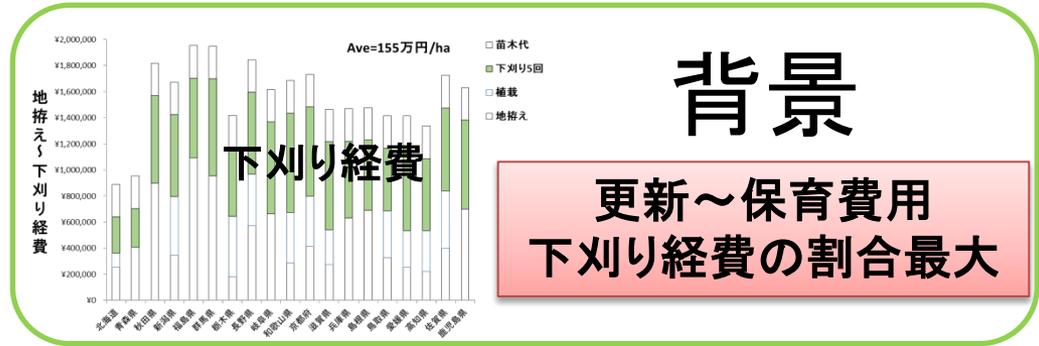
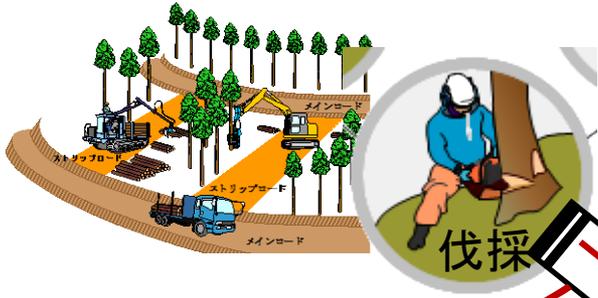
年間を通じて安定供給されるコンテナ苗や、大苗、育種苗を併用し、地拵え作業と植栽方法を効果的に組み合わせることで、更新作業で最も経費の掛かる下刈りコストを削減でき、更新一保育費用全般の低コスト化が図られる。

想定している研究期間:3年間

研究期間トータルの概算研究経費(千円):8,000千円

(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円):10,000千円)

高品質種苗供給に基づく一貫作業システムの確立と保育費全般の低コスト化



背景

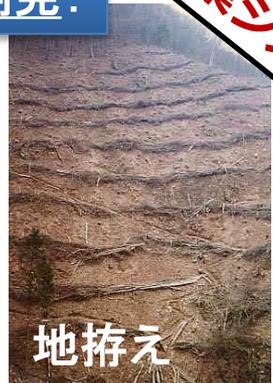
更新～保育費用
下刈り経費の割合最大

1) 効果的な地寄せ手法開発:

個別の低コスト化

- ・新たな機械化
- ・植生に応じた強度

・下刈り回数低減への応用



2) 苗種に応じた最適な植栽手法開発:

個別の低コスト化

- ・種子選別と苗の低コスト化
- ・大苗・育種苗と低密度植栽
- ・各苗種にあった植栽環境



保育作業

・下刈り回数低減への応用

3) 下刈り回数を減らす造林手法の開発:

個別の低コスト化

- ・下刈り年数と植栽木成長
- ・大苗・育種苗-競合植生成長
- ・競合植生の特徴と成長



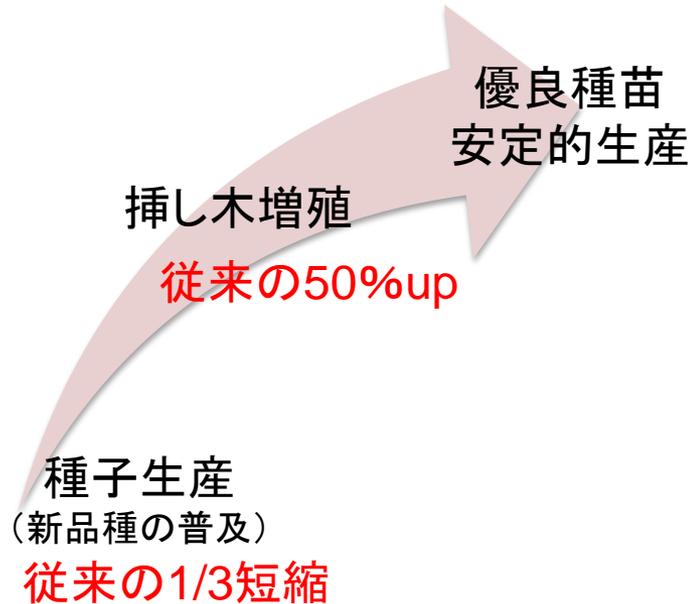
地寄せ方法+苗種選別⇒下刈り回数低減＝造林～保育費全般の低コスト化

提案者名:(地独)北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場

提案事項:カラマツ類の高品質な種苗を安定的に生産する技術

提案内容

- 雪冷房を用いた室内雑種採種園による種子生産
 - 過去5年間の実験により、カラマツとグイマツの着花誘導に関わる要因(春の低温、夏の高湿・乾燥)を明らかにし、接ぎ木ポット苗の着花を誘導する手法を開発した。
 - 本事業では、雪冷熱を利用した室内雑種採種園を造成し、灌水と温度管理による着花誘導、開花期の調整、効率的な人工交配手法に関する実証研究を行う。
- コンテナ等を用いた挿し木生産
 - コンテナを用いた挿し木台木育成により従来の1.7倍の挿し穂が得られること、コンテナへの挿し付けにより従来より苗木の品質が向上できる手法を開発した(攻めの農林水産業H26～27年)。
 - 本事業では、コンテナ等を利用した挿し木生産技術を普及させるため、現場の生産過程における問題点を把握するとともに、苗木生産者の技術習得と技術向上を目的とした実技・座学の研修等を開催する。



現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい・いいえ

いいえの場合、研究室やラボレベルの研究(別紙のSTEP1)があと何年程度必要か:

期待される効果

接ぎ木増殖後、種子ができるまでの期間を従来の1/3に短縮(12年→4年)でき、品種開発の時間短縮、種子の早期生産につながる他、コンテナ等を用いた挿し木苗の生産技術の開発・普及により生産性が5割向上する。

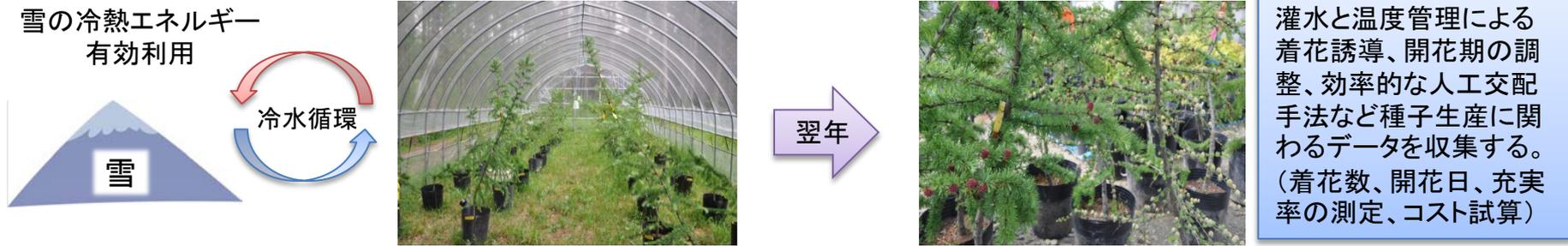
想定している研究期間:3年間

研究期間トータルの概算研究経費(20,000千円):

(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円):3,000千円)

カラマツ類の高品質な種苗を安定的に生産する技術

1. 雪冷房を用いた室内雑種採種園による優良品種の種子生産技術



融雪水の循環による冷房システムを取り入れた農業ハウス(室内採種園、挿し木施設の両方で利用可能)

2. コンテナを活用した挿し木生産技術

- ①挿し木台木をコンテナで育成
挿し穂数が従来(露地栽培)の1.7倍に増加
- ②コンテナに挿し付け育苗
従来の手法よりも根系が発達



挿し穂数、床替え数、山出し数

苗木生産者によりコンテナを活用した挿し木生産を実践

現場の生産過程での事例を収集し、失敗原因を拾い出す。
(環境条件の測定、ヒューマンエラー等)

手引き書の改正

苗木生産者の技術習得と技術向上を目的とした実技・座学の研修等を開催

提案者名: 森林総合研究所林木育種センター 育種部 加藤一隆

提案事項: 造林用苗木(スギ・ヒノキ)の画期的増産技術の開発

提案内容

現在、日本の造林地は森林資源の充実により皆伐再造林の時期を迎えている。また、平成23(2011)年に見直した「森林・林業基本計画」では、平成32(2020)年に木材自給率50%以上を目指すべき姿として掲げており、施策上からも再造林を行う機運は高まりつつある。一方、苗木生産業界では事業者数の減少に伴い、このままでは苗木生産量が減少する可能性がある。そのため、再造林を円滑に行うためには効率的に苗木の増産を行う必要がある。

苗木の生産段階では、現在以下の項目に目を向けておく必要がある。

- ①花粉症対策苗木供給の拡大を目指す施策の推進のため、既存の採種穂園から生産される種穂の増産に向けた技術開発が必要であること。
- ②特定母樹の普及とともに、これらの個体で構成された採種穂園の造成が進められているが、特定母樹は成長が早いいため育苗期間を短くすることで1年あたりの苗木生産量を増加させることが期待できること。
- ③育苗現場では裸苗からコンテナ苗にシフトする傾向がみられるが、この育苗方法に改良を加えることで、より早期に大量生産が期待できること。

森林総合研究所林木育種センターでは、スギ・ヒノキについてこれらの項目の技術開発を行うことで、造林用苗木の画期的な増産を行い今後の造林用苗木不足に対処することを提案する。

現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい いいえ

いいえの場合、研究室やラボレベルの研究(別紙のSTEP1)があと何年程度必要か: 年程度

期待される効果

今回の技術開発によって、今後増大する苗木の需要量に対して安定した供給が行われる。

想定している研究期間: 3年間

研究期間トータルの概算研究経費(千円): 90,000 (千円)
(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円):)

造林用苗木(スギ・ヒノキ)の画期的増産技術の開発

1 種穂の増産技術の開発

採種園

- ・スギ及びヒノキ種子充実率の向上
(花粉密度の管理、カメムシ被害の低減、交配袋の改良)



採穂園

- ・スギさし穂増産
- ・スギ台木育成期間短縮
- ・ヒノキさし穂増産



さし穂及び種子量増大
(1.4~2.3倍)

2 発根率の向上等による増産技術の開発

さし穂

- ・スギ小型穂の採用
- ・ヒノキ発根率の向上



発根苗数の増大(1~1.5倍)

3 コンテナを利用した得苗数向上技術の開発

実生

- ・スギ育苗期間短縮及びまき付け方法の改良
- ・ヒノキ育苗期間短縮及びまき付け方法の改良

さし木

- ・スギ育苗期間短縮
- ・ヒノキ育苗期間短縮



得苗数の増大
(1.5~2.4倍)

4 増産量の検証と成果の普及

- ・最終的な増産量の検証
- ・成果及び種苗の普及



合算

増産量の試算

- ・スギさし木苗の増産量 (3.8倍以上)
- ・ヒノキさし木苗の増産量 (3.6倍以上)
- ・スギ実生苗の増産量 (3.8倍以上)
- ・ヒノキ実生苗の増産量 (3.8倍以上)

提案者名:住友林業(株)筑波研究所資源グループ 角田 真一

提案事項:セル幼苗移植方式による山林実生コンテナ苗の高効率生産技術の確立

提案内容

国内林業では、低コスト再造林の手法である一貫施業を実施する上で、重要な要素であるコンテナ苗の生産拡大・安定供給に向けた取り組みが進められているが、苗木生産者の減少・衰退により、将来的に苗木の安定供給が懸念されている。これまでの研究成果で充実種子の非破壊選別技術を確立し、種子の発芽率向上が期待されるが、大量・周年生産するためには種子の発芽勢の向上、発芽・幼苗期の生産性向上等が課題として残っている。本提案では上記課題を解決するために高発芽種子生産技術に加え、セル幼苗の移植方式により高効率の実生苗生産体制の構築を目指す。具体的な研究課題は以下の通り。

- 1) 発芽勢向上技術:発芽が遅い種子の生理的特性を明らかにするとともに、発芽促進技術及び選別技術を確立する。
- 2) 固化セル成型トレイを利用した幼苗生産技術:斉一な幼苗を大量に生産するために必要な最適環境条件(温湿度、光等)と育苗管理条件(灌水、施肥等)を明らかにする。また、山林樹木の幼苗に適したセル成型トレイを開発する。
- 3) 実生コンテナ苗の高効率生産技術の確立:上記セル幼苗をコンテナに移植する生産方式の効率性を確認するため、各地の苗生産業者で実地試験を行い、作業性、コスト等の検証を行う。課題として、効率的な移植方式の確立、セル幼苗の品質基準の確定、セル幼苗の品質保持・輸送条件の確立等を目的とする。

現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい・ いいえ

いいえの場合、研究室やラボレベルの研究(別紙のSTEP1)があと何年程度必要か: 〇年程度

期待される効果

苗生産業者で最も作業負担が大きい播種・移植作業が軽減され、更に生産効率を格段に向上できる。また、種子選別+幼苗・コンテナ生産・流通体制をパッケージ化することで競争力のある林業を実現する。

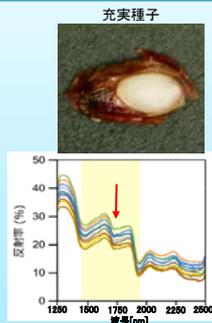
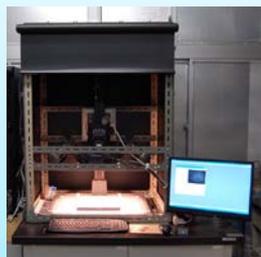
想定している研究期間:3年間

研究期間トータルの概算研究経費(千円):20,000千円

(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円):10,000千円)

セル幼苗移植方式による実生コンテナ苗の高効率生産技術の確立

種子選別・幼苗生産拠点



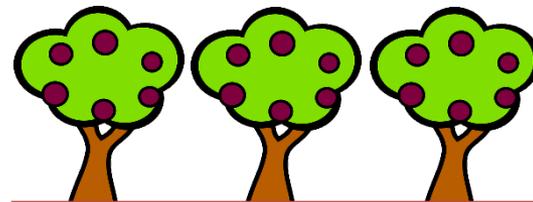
新たな種子選別技術



セル幼苗の高効率生産技術

生育が揃ったセル幼苗の効率的生産技術
保存・流通システム

各県の採種園

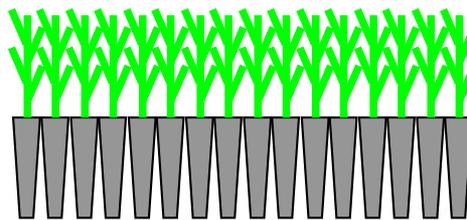


発芽率が低いために間引きや植え替え
等、苗木生産者への作業負担

種子選別委託

高発芽種子供給

各地のコンテナ苗生産業者



各地で移植・苗木生産
各地の環境で育成・順化した苗を植栽

セル幼苗供給

効率的なセル幼苗→コンテナ移植
各地の苗木生産拠点での実証

提案者名:国立大学法人九州大学 大学院理学研究院 生物科学部門・助教 松田 修

提案事項:高発芽率種子の安定供給に向けた近赤外光種子選別装置の開発

提案内容

(背景)

- ・主要造林樹種であるスギ・ヒノキ・カラマツ等では、種子の発芽率が概して低く(20~30%)、採種地や採種年による変動も大きい。また、発芽可能な種子を高精度に選別するための手法も見出されてこなかった。
- ・このため、機械播種による効率的な苗木生産ができず、再造林にかかる苗木コストの低減も限界に達していた。
- ・提案者は近赤外光の反射特性に基づき、発芽可能な樹木種子を95%程度の正確性で判別できる手法を開発した。

(解決課題)

- ・本手法は近赤外分光カメラという特殊な装置を使用するため、現状では選別可能な拠点は提案者のもののみである。
- ・選別は、種子の「整列」、「判別」、「回収」の3工程から成る。現状では判別以外は手作業で行っており、効率が悪い。
- ・そこで、上記3工程がフルオートで動作する種子選別装置の開発を提案する。選別速度が15粒/秒の装置を47都道府県に設置することにより、2億粒(木材自給率50%の達成に必要な苗木本数に相当)の発芽可能種子が1か月以内に供給可能となる。
- ・選別された高発芽率種子を用いることにより、コンテナへの直接播種による苗木生産の低コスト化を実現する。

現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい・ いいえ

いいえの場合、研究室やラボレベルの研究(別紙のSTEP1)があと何年程度必要か: 〇年程度

期待される効果

発芽率が安定して90%を超える造林用樹木種子を常時供給できる体制が整い、一粒播種による労働および資本生産性の優れたコンテナ苗生産が実現する。苗木コストの大幅な低減、ひいては地域経済基盤としての林業の発展につながる。

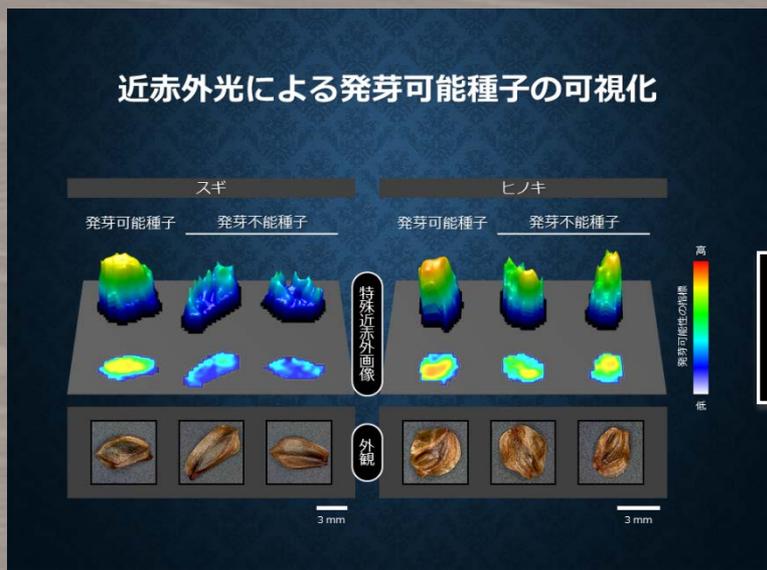
想定している研究期間:2年間

研究期間トータルの概算研究経費(千円):20,000

(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円):15,000)

高発芽率種子の安定供給に向けた近赤外光種子選別装置の開発

現有技術

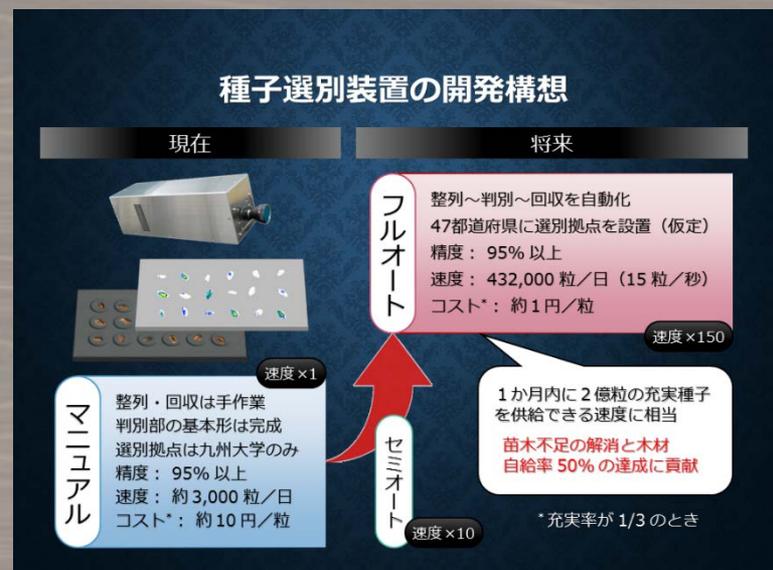
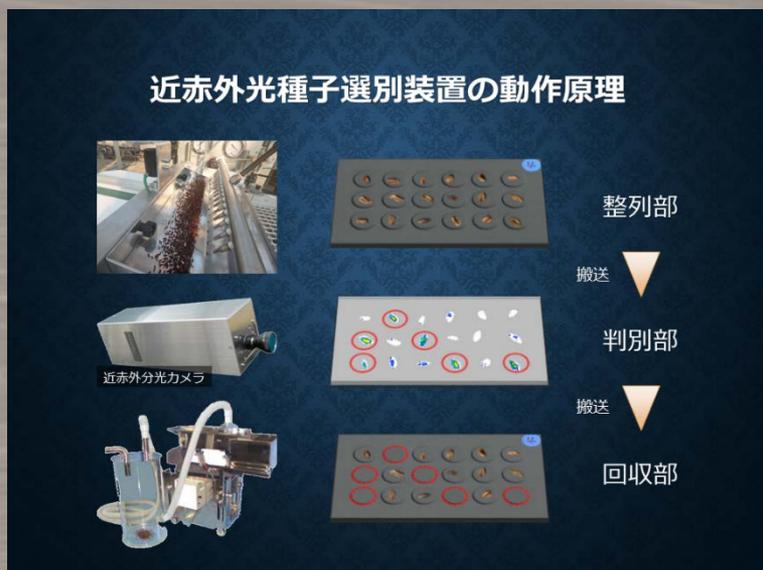


実用化



将来構想

開発課題



提案者名: 森林総合研究所 林木育種センター育種部 田村 明

提案事項: 地域活性化に向けたカラマツ種苗の安定供給に関する技術開発

提案内容

カラマツは国内の造林用針葉樹の中でも優れた材質特性を持つため、近年構造用材としての需要が増えており、外材に対抗しうる樹種として期待されている。しかし、カラマツの主要産地において種苗が慢性的に不足している。このため、以下の技術を組み合わせることによりカラマツ苗木生産量を9倍以上にするシステムを提案する。

- ① ストレス処理、受光伐、施肥処理等による着花促進処理技術
- ② 発芽可能な種子が得られやすい時期を判定し、安全かつ効率的に球果を採取する技術
- ③ 実生苗木からのさし木無性繁殖技術

また、遺伝的に優れた特定の家系からは、従来のカラマツよりも剛性が優れ、バラツキが少ない材を生産でき、高付加価値化が期待できる。本プロジェクトでは、カラマツ種子生産の先進的技術である施設内採種園における種苗生産技術についても提案する。施設内採種園は、外部からの花粉をシャットアウトでき、また着花に影響する気温、水、光条件等を制御できるだけでなく、上記の①と②の技術も利用できることから、効率的に特定家系の充実種子を生産できる。

現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい・ いいえ

いいえの場合、研究室やラボレベルの研究(別紙のSTEP1)があと何年程度必要か:

期待される効果

既存採種園を再生しカラマツ種苗を安定供給するための技術開発、さらにこれらの技術を応用した施設内採種園による種苗の高付加価値化による地域活性化が期待される。

想定している研究期間: 3年間

研究期間トータルの概算研究経費(150,000千円):

(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円): 10,000千円)

地域活性化に向けたカラマツ種苗の安定供給に関する技術開発

基盤技術の開発・定着

Objective

地域力強化

既存採種園の再生利用

着花促進

- ・ ストレス処理
- ・ 受光伐処理
- ・ 施肥処理
- ・ 花芽形成機序

採種

- ・ 採種の機械化
- ・ 採種時期最適化

生産

- ・ さし木増殖



採種の機械化
高所作業車の利用 1.5倍



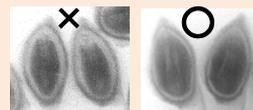
受光伐処理
光環境の最適化 1.5倍



さし木大量増殖
苗木からのさし木増殖 2.0倍



ストレス処理
処理時期・ストレス強度の最適化 1.2倍



採種時期最適化
発芽可能種子が大量に
得られる時期の指標化 1.5倍



施肥処理
施肥量・配合比の最適化 1.1倍

生産効率 **9倍**

先進技術の開発

施設内採種園への応用

Objective

高付加価値化

将来、施設内採種園で特定家系の人工交配をすることにより、強度等級が1~2ランク上位の構造用集成材を製造できる。また、施設内採種園は気象害の回避にも有効。

施設内採種園

- ・ 温度処理
- ・ 施肥処理
- ・ 水ストレス処理
- ・ 光処理
- ・ ホルモン処理



カラマツ施設内採種園
(カナダ ケベック州)

施設内採種園

提案者名:静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター 袴田哲司

提案事項:山行き苗木の画期的増産技術の開発(静岡県:スギさし木による低価格コンテナ苗の生産実証試験)

提案内容

- ・戦後の造林地が主伐期を迎え、国産材の自給率50%の目標が立てられている中で、静岡県では県産材の生産量50万m³目指している。生産量を増加させ、林齢の平準化を図り、森林資源の循環利用サイクルを回していくためには、高い生産性が得られる主伐(皆伐)が不可欠である。
- ・しかし、主伐後の造林や保育に経費がかかるため、再造林の放棄地が増加する可能性がある。また、種苗生産者の高齢化により、苗木生産量の減少が懸念されている。
- ・そのため、種苗生産において、高い生産性が得られる技術を活用し、苗木価格の低源を図り、主伐後の林地へ植栽する苗木(山行き苗)を大量に生産する技術開発が望まれている。
- ・そこで、小面積で大量の苗を早期に生産できるコンテナ苗を利用して、優良な母樹の性質を直接引き継ぐことができるさし木増殖の有効性を調査する。
- ・具体的には、さし穂のサイズ・施肥方法・水分管理などを検討し、育苗期間の短縮化を図る。また、種苗生産組合とともに採穂・穂づくり・さし付け方法などの作業効率を検討し、資材費と人件費を合わせた生産コストを試算する。

現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい・いいえ

いいえの場合、研究室やラボレベルの研究(別紙のSTEP1)があと何年程度必要か: 年程度

期待される効果

- ・育苗期間短縮の技術で、現状のコンテナ苗価格よりも安いさし木コンテナ苗を生産する。

想定している研究期間:3年間

研究期間トータルの概算研究経費(千円):

(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円):)

静岡県：スギさし木による低価格コンテナ苗の生産実証試験

コンテナ苗の価格が高い
スギ：コンテナ苗170円 > 裸苗100円
ヒノキ：コンテナ苗180円 > 裸苗 90円

種苗生産組合員の減少
現状：30名程度
5年後：10名程度

民有林での植栽見込みが低い

生産性の高いコンテナ苗に移行せざるをえない

コンテナ苗生産経費の低コスト化

母樹の優良形質を直接引き継げるスギさし木の可能性を実証研究

研究開発

品種の検討：花粉症対策(少・無)・高初期成長など
育苗期間の短縮：さし穂のサイズ・施肥方法・水管理など
作業効率の検討：採穂・穂づくり・さし付け方法など コスト試算

研究センター

実証試験

花粉症対策品種のさし木
作業効率の検討 コスト試算

県苗組

提案者名:岡山県農林水産総合センター生物科学研究所 植物レドックス制御研究グループ 小川健一
京都大学農学部 高部圭司

提案事項:優良樹苗の効率的増殖と植栽初期の成長促進による造林(再造林)時間と管理コスト削減

提案内容

【技術実証内容】

- ・光合成を促進し、バイオマス生産性を高めることができる新規資材(グルタチオン)を活用し、優良樹の挿し木苗増殖を行う。発根促進作用には、光強度とCO2条件が重要であるが、実際に使用が検討される系統木を使い、苗生産性とその後の成長性を検証する(施設の簡素化の検討も行う)。
- ・植栽後の初期生育を高めるため、育苗中の資材の活用法や植栽後の管理について検証する(初期の草刈り等の管理費用を低減)。
- ・試験レベルでは、初期の生育が旺盛であるにもかかわらず、木質繊維が増加し、木材としての品質が向上することが期待できるため、初期の木材の品質について検証する。

現時点で生産現場等での実証研究(別紙のSTEP2)が可能か: はい ・ いいえ

期待される効果

優良樹系統の苗を効果的に増殖し、植栽でき、かつ造林初期の管理労力の低減や品質を保持(または向上)させたまま伐採の早期化が狙えるようになるため、生産コストの低減につながり、競争力が向上する。

想定している研究期間:3年間

研究期間トータルの概算研究経費(千円):200,000~350,000
(うち研究実証施設・大型機械の試作に係る経費(千円):100,000~200,000)

優良樹苗の効率的増殖と植栽初期の成長促進による 造林(再造林)時間と管理コスト削減

挿し穂



肥大成長の促進
道管径の拡大
木繊維比率の増大



対照 粒状製剤 施用 養液 施用

発根促進

発根苗

育苗

植栽

伐採

生育促進



無施用 施用