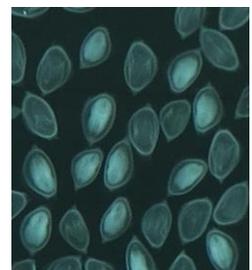


カラマツ種苗安定供給のための 技術開発



国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター
地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場
地方独立行政法人青森県産業技術センター林業研究所
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
長野県林業総合センター
岡山県農林水産総合センター
国立大学法人宮崎大学生物科学研究所
北海道山林種苗協同組合
株式会社雪屋姫山商店



国立研究開発法人森林研究・整備機構
森林総合研究所林木育種センター
Forest Tree Breeding Center, Forestry and Forest Products Research Institute

はじめに

カラマツは、成長が優れ、強度にも優れた樹種です。近年木材加工技術が大きく進歩したことにより、カラマツは集成材等の素材として注目されています。このため、近年カラマツ造林への意欲が再び高まりつつありますが、カラマツ苗木が恒常的に不足している状況です。苗木不足のものは、苗木生産に欠かせない種子の不足です。このような課題を解決することを目的として、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター、地方独立行政法人北海道立総合研究機構、地方独立行政法人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、国立大学法人宮崎大学、北海道山林種苗協同組合、株式会社雪屋媚山商店がコンソーシアムを形成して、革新的技術・緊急展開事業（地域戦略プロジェクト）により、平成28年度～平成30年度までの3年間「カラマツ種苗の安定供給のための技術開発」を推進しました。この「カラマツ種苗安定供給のための技術開発」では、このプロジェクトで得られた成果の概要について紹介します。カラマツの種苗生産や造林に関わる多くの皆様が、これらの成果を活用していただければ、プロジェクトに参画したメンバー全員にとって幸甚です。最後に、本研究遂行にあたり、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センターの関係者の皆様、様々な有益なアドバイスをいただいた、革新的技術・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）における当研究課題のプログラムオフィサー（PO）埴田宏氏、調査等にご協力頂いた森林管理局・署の皆様に深く感謝申し上げます。

平成31年3月

森林総合研究所林木育種センター 育種部

育種第一課 高橋 誠



岩手県のカラマツ採種園

目次

1. 着花を促進する 1
2. よい種子を効率的に採る 4
3. 苗木をさし木で増やす 7

執筆者一覧

執筆者(五十音順)

生方 正俊	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター
今 博計	(地独)北海道総合研究機構森林研究本部林業試験場
田中 功二	(地独)青森県産業技術センター林業研究所
清水 香代	長野県林業総合センター
田村 明	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター
出口 隆	北海道山林種苗協同組合
中村 博一	群馬県林業試験場
西川 浩己	山梨県森林総合研究所
松下 通也	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター
蓬田 英俊	岩手県林業技術センター

1. 着花を促進する

(田村 明)



種子生産の推移の把握

カラマツの苗木不足には、種子が不足していることが関係しています。カラマツでは雌花の着花の豊凶が顕著で、ほとんど雌花が咲かない年もあります。スギ・ヒノキでは、植物ホルモン(ジベレリン)処理により人為的に着花させることができますが、カラマツでは、このような人為的な手法が確立していない状況にあります。ここでは、カラマツの着花に有効な方法について紹介します。

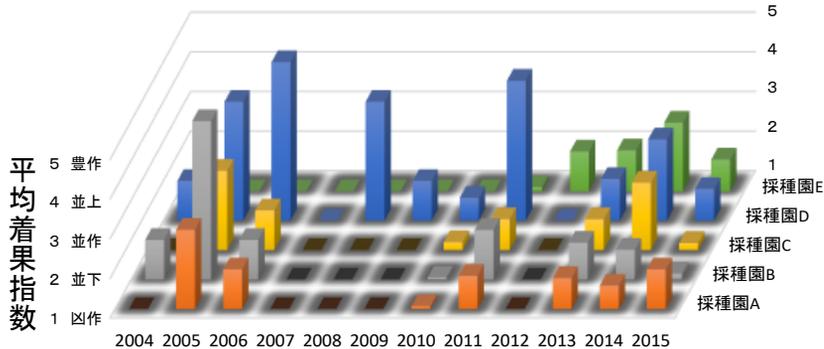


図1. 5箇所のカラマツ採種園における種子生産の豊凶推移 (2004年～2015年)

豊凶の周期は採種園で異なり、結実がみられても並作以下の年が多く、10年余の間に豊作年がない採種園もみられます。



着花／着果調査及び豊凶の判定方法

表1に示した統一的な着花／着果状況を示す指数に基づき、複数箇所でも複数年、固定木の着花／着果状況を調査することによって、着花／着果の地域的な差異や経年変化を把握したり、採種園の造成適地の判定に利用することができます。また、表2の基準により判定した採種予定の林分の豊凶情報を収集・把握し、関係者間で共有することにより、採種林分の選定や採種計画の策定に活用することができます。

表1. 指数による着花／着果状況

指数	固定木の着花／着果状況
5	樹冠全体に濃く着生。
4	樹冠全体に薄く着生。または多くの枝に多数着生。
3	樹冠にまばらに着生。または数本の枝に多数着生。
2	樹冠にわずかに着生。または数本の枝に少数着生。
1	まったく着生が認められない。

表2. 採種林分の豊凶の判定基準

判定	固定木の指数平均値
豊	4.5以上
並上	3.5以上4.5未満
並	2.5以上3.5未満
並下	1.5以上2.5未満
凶	1.5未満



図2. 各着花／着果指数における雌花／球果着生状況のイメージ



環状剥皮処理

(蓬田 英俊)

カラマツの着花促進技術の一つとして、これまでも環状剥皮処理が試みられてきましたが、その効果についてはバラツキが見られました。ここでは、どのような方法で、どの時期に行うのがよいのかについて紹介します。



処理の強度



写真1. 3段の環状剥皮処理



写真2. 重ね幅20%の環状剥皮処理



2段で、上段と下段の剥皮処理部分の重ね幅が幹の周囲長に対して10%となるように処理すると、樹勢低下への影響が少なく、翌年の雌花量も増えます。

推奨の処理方法

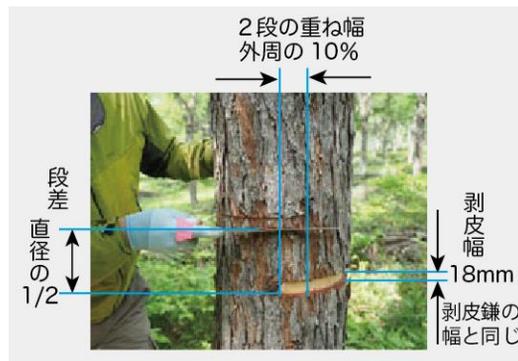


写真3. 2段・重ね幅10%の環状剥皮処理



処理の時期



写真4. 開葉し始めた頃の様子

地温が10℃を超えた時期から環状剥皮の処理適期となります。短枝の針葉が開き始めた頃に環状剥皮処理をすると、翌年の雌花量が増えます。

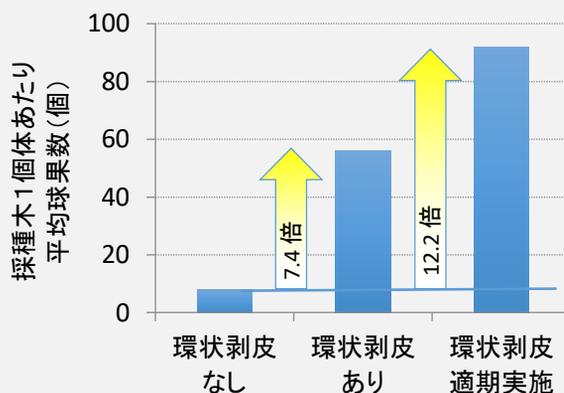


図3. 環状剥皮による着花促進効果

※2017・2018年の岩手県内2箇所の採種圃結果から試算



光環境の改善

(西川 浩己・松下 通也)

カラマツの着花について調査を進める中で、樹冠に当たる光の強さ(採種園内の明るさ)が重要であることが明らかになりました。採種園において光環境を改善する方法に「受光伐」があります。これは、列状間伐などを行って本数密度を調整し、樹冠にあたる光の強さを改善するための施業です。



受光伐による光環境の改善



※rPPFDは
相対光量子
束密度の略。

写真5. 受光伐実施前後の採種園の様子

一伐一残の列状の受光伐を実施したところ、凶作年には着花しない状態から着花する状態(平均で3.8個/本)に、並作年には受光伐実施前の約10倍(2.3~27.2個/本)に増加しました。このような効果は、受光伐の3年後にも同様に見られことから、受光伐により改善した光環境の効果は一定期間持続すると考えられます。



光条件と着果の関係

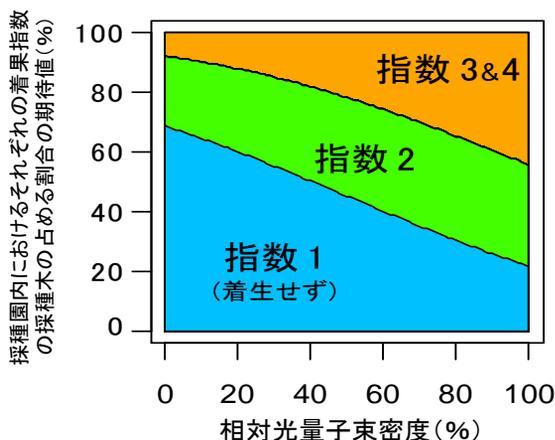


図4. 光環境と期待される着果個体の割合との関係

※ 着果指数についてP1参照。

採種園における着果状況と光環境との関係の調査結果から、カラマツの着果には光環境を明るく保つことが重要であることが明らかになりました。

目安として各採種木の結実枝の相対光量子束密度が、受光伐等により約50%以上の明るさとなるように管理すると、採種園内で着果する採種木の占める割合が50%を超えるようになると期待されます。

2. よい種子を効果的・効率的にとる

(今 博計・生方正俊)

カラマツで結実がみられた場合、発芽率のよい種子を効果的に採るためには、いつ、どこで採種を行うのが重要です。



球果切断による充実程度の調査

沢山の球果が着生していても、充実率が低く、歩留まりが低いことがあります。このため、球果の採取を行う前に、林分ごとに採った球果を切断して種子の充実(胚、胚乳が形態的に十分発育した状態)の状況を確認して、その林分で採種するの否かを判断する必要があります。



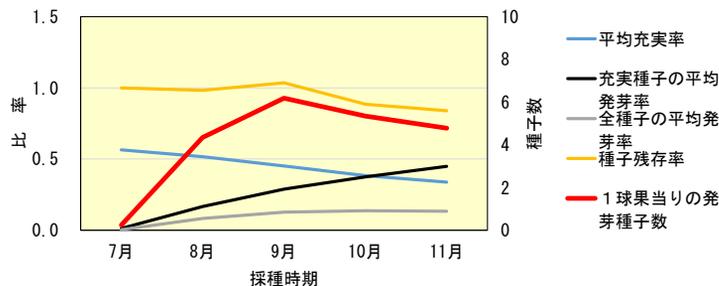
写真6. カラマツ(左)とグイマツ(右)の球果
※白く見えるのが胚乳が充実した種子

球果の中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します。胚乳数がカラマツでは8粒、グイマツでは5粒以上あると、充実種子率60%を確保することができます。

このような調査は冷涼な北海道北部や標高が高い林分を除き、7月下旬以降におこなうことができます。



地域による最適な採種時期の違い



平均充実率(a): 球果内の全種子に占める充実種子の割合、充実種子の平均発芽率(b): 球果内の充実種子に占める発芽した種子の割合、全種子の平均発芽率(c): 球果内の全種子に占める発芽した種子の割合、種子残存率(d): 7月時点の球果内種子数に対する各時期の種子数の割合、(e): 1球果当たりの発芽種子数。1球果当たりの発芽種子数は、次式で求めました。

$e = 7\text{月時点の1球果内の平均種子数} \times d \times a \times b$ 。

7月時点の1球果内の平均種子数は、これまでの調査結果に基づいて47.4個としています。

図5. 採種時期による種子数、発芽率等の推移(2017年)

カラマツ球果は、7月から11月にかけて、充実種子の平均発芽率は高くなっていきますが(黒色の実線)、一方で種子残存率(黄色の実線)は徐々に低下するため、それに伴って平均充実率(青色の実線)も減少します。その結果、1球果当たりの発芽可能な種子数(赤色の実線)が最も多くなるのは9月となります(図5)。2016年及び2017年の各地域の林分での調査結果から、本州の標高1,000m以下の地域では9月上旬、北海道や本州の高標高域では9月中旬以降がそれぞれ採種適期と判断されます(図6)。

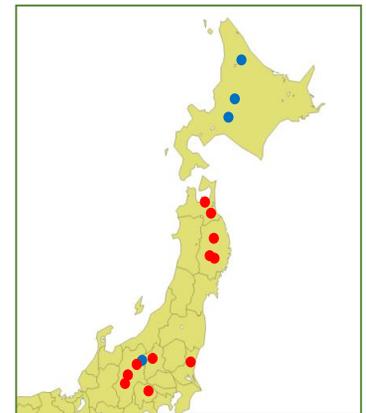


図6. 植栽地別の採種適期
※●:9月上旬 ●:9月中旬以降



安全に、効率的に種子をとる

(清水 香代・田中 功二)

球果の採種方法としては、次の写真のようなものがあります。安全に効率よく採種するために高所作業車を活用することがよいことがわかりました。また、それぞれの採種方法のメリット、デメリットは、表のようになり、採種木のサイズや立地条件等に応じて、適切な方法を選択することが重要です。



球果の採種方法



写真7. 木登り



写真8. 脚立



写真9. 高所作業車
(トラック式)
(アーム長22m)



写真10. 高所作業車
(クローラ式)
(バケット床面高9.1m)



主な採種方法のメリットとデメリット

採種方法	採種木サイズ	メリット	デメリット
木登り	(上限は無いが個人の技術による)	<ul style="list-style-type: none"> 高所作業車の入れない場所での作業が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 特殊技術がある者しか作業ができないため採種量に限界がある 安全面で劣る 枝先端部分の採種は困難 樹体への損傷が大きく、翌年以降の採種量が少なくなる可能性あり
脚立	~5m程度	<ul style="list-style-type: none"> 高所作業車の入れない場所での作業が可能 特殊な技術や資格は不要 枝先端部の採種が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 低い高さに着果枝が着いている場合に限定 安全面で劣る 脚立のサイズが大きい場合や、移動が多いと作業効率が落ちる 脚立での昇降動作で作業効率が落ちる場合がある
高所作業車(トラック式)	~25m程度	<ul style="list-style-type: none"> 作業床のあるバケット内で安全に両手で作業が可能 作業資格があれば各地で同時に採取適期に作業が可能 枝先端部の採種も容易 樹体への損傷が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> 作業車が通行及び設置可能な作業道が必要 採種場所は道沿いに限定 基本的に傾斜地では運用できない 電線がある場所では注意や電線保護が必要
高所作業車(クローラ式)	~20m程度	<p>(上記のホイール式の理由以外)</p> <ul style="list-style-type: none"> 道路に隣接していない採種木でも採種が可能 作業車の設置手間が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的には2~3°の傾斜に限る平坦地で使用することが望ましい 採種木が離れていると移動に時間がかかる 道路交通法上公道を走行できないため、輸送費が別途必要



充実種子の割合を高める

種子に近赤外光という特定の波長の光をあてて、その光の反射の程度を調べることにより、カラマツやスギ、ヒノキといった種子が充実しているかどうかを判定できる機器が開発されました。この機器を用いることにより、種子を傷めることなく、充実した種子とそうではない種子に選別することができます。これにより、充実種子の割合を高めることができ、発芽率を高めることができると期待されます。

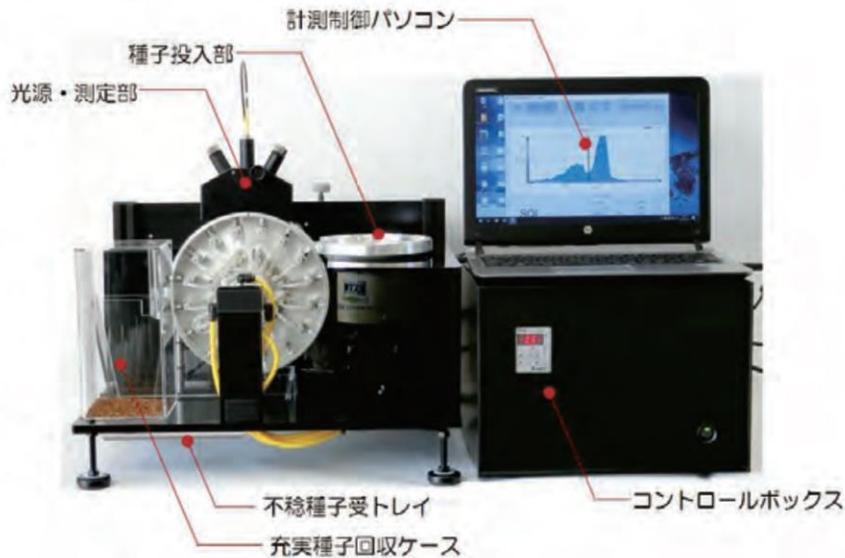


写真11.「充実種子選別装置」の外観

下の写真は、充実種子選別装置により選別したスギ種子を用いて、スギのコンテナ苗生産をしている様子です。種子の発芽率が高いため、コンテナに一粒ずつスギ種子を直接播種しています。



写真12. 一粒直接播種による育苗の様子

3. 苗木をさし木で増やす

(今 博計・出口 隆)

1つの種子から苗木を生産する場合、実生だと1本ですが、さし木だと採穂により何本にも増やすことができます。カラマツでは、成木から採穂して行うさし木では、枝性が出たり発根率が低いため、さし木苗木の増殖は困難ですが、2年生の実生を採穂台木として採穂して、増殖環境を適切に管理するとさし木増殖を行うことができます。

北海道では、このさし木技術を用いて、グイマツ雑種F₁「クリーンラーチ」の事業的な増殖が既に始まっています。また、本州においては、これまでカラマツのさし木増殖は行われてきませんでしたが、北海道でのさし木技術を参考に、増殖可能なさし木の方法を開発しました。



グイマツ雑種F₁のさし木苗の生産工程



写真13. 150ccコンテナ容器で育てたカラマツ実生苗



グルタチオン溶液の散布

写真14. 移植後の採穂台木



写真15. 93ccの小型コンテナ容器へのさし付け

従来のさし木の方法では1本の実生苗の採穂台木から、さし木に利用できる穂を12~13本取ることができましたが、高機能性肥料であるグルタチオンを採穂台木やさし木苗に施用することで、採穂数を20~23本に増やすことができました。

さし床の用土は、ココピート、鹿沼土、バーミキュライトを容積比で4:1:1に混合したものを使い、そこに肥料も混ぜます。従来の用土に比べて、根鉢形成が良好で、培土が崩れにくいいため、根を傷めず、土が付いた状態で畑に移植することができます。



写真16. 93ccコンテナ苗で育成したさし木苗木



写真17. 苗畑に移植したさし木苗木



写真18. 床替え後に苗畑で育苗中のさし木苗木



本州でのカラマツのさし木

(中村 博一)



さし穂台木準備



写真19. 1年生実生苗木
(150ccコンテナ苗)



写真20. 鉢植えによる採穂台木専用実生苗木

- 採穂台木は1年生実生苗木を用いる。
- 採穂時に主軸を残して採穂を行えば、台木も山行き苗木として出荷できる。



培地の作成



写真21. 3種類の用土の混合前



写真22. コンテナ容器(150cc)に充填

- 用土は、ココピートオールド、鹿沼土及びパーミキュライトを容積比で4:1:1に混合する。
- 混合した用土をコンテナ容器(150cc)に充填する。
- 容器内に用土が十分に充填されていないと培地の乾燥が早くなる。



さし付け方法



写真23. カミソリを用いての採穂

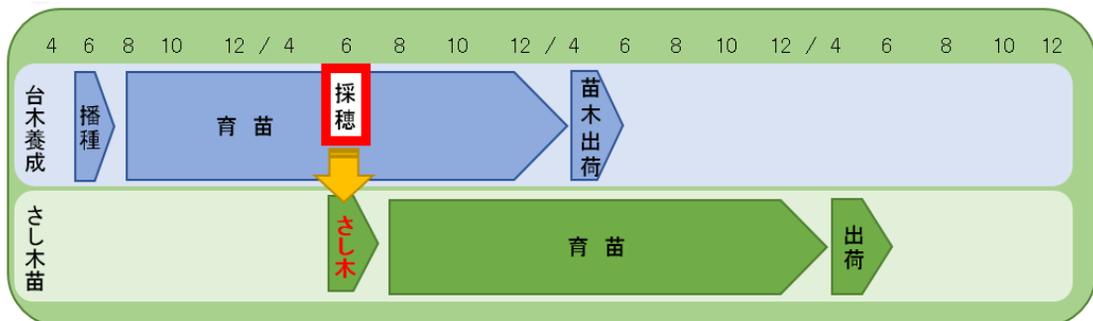


写真24. 案内棒を使用したさし付け

- さし穂の作成作業にはカミソリなどの切れ味のよい刃物を使用する。
- さし穂の長さは5cm以上とする。
- 先に案内棒で床に穴をあけてからさし付ける。
- さし付け後に穂と用土をしっかり圧着させる。



育苗スケジュール (群馬県での実施例)





カラマツ種苗安定供給のための 技術開発

発行日 2019年(平成31年)3月

編集・発行 国立研究開発法人森林研究・整備機構
森林総合研究所林木育種センター
〒319-1301 茨城県日立市十王町伊師3809-1
電話 0294 (39) 7000(代表)

お問い合わせ先 林木育種センター育種部
ホームページ <https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/>

※本誌掲載内容の無断転載を禁じます。

