

林木育種情報

No.34
2020.7

研究成果の「橋渡し」の推進

審議役 中山 浩次

我が国では、戦後造成された約1,000万 haの人工林の過半が既に10齢級以上となり、さらに今年度末にはその割合が約7割に達すると見込まれています。このように人工林資源の本格的な利用期を迎えた近年、主伐とその後の再造成がキーワードとなっています。現行の「森林・林業基本計画」において「過去に経験したことのない新たな段階に入った」と記述されているように、新たな山づくりの歴史の始まりです。その第一歩となる優良種苗の確保に向け、品種開発やその原種の増殖・配布等を担う林木育種研究・事業の果たす役割は極めて重要であり、今後数十年後の森林整備の成果を左右するものであります。さて、平成28年度にスタートした第4期中長期計画は、今年度は5年目となる最終年度を迎えています。林木育種センターでは、森林・林業に対する社会ニーズを踏まえて作成された当該計画に基づき、エリートツリーや優良品種の開発をはじめ、高速育種技術の開発、特定母樹等の原種苗木の都道府県等への配布、トレーサビリティを確保した原種苗木配布システムの開発、遺伝子組換えやバイオテクノロジーを利用した育種技術の開発など、ニーズに応えられるよう技術開発と成果の普及を鋭意進めているところです。

また、第4期中長期計画では、研究開発の成果の最大化を図るため、新たな取組として、産学官民との連携・協力や林木育種分野におけるハブ機能の強化といった成果の「橋渡し」機能の強化が

位置づけられ、林木育種センターでは研究成果の実用化等に向け、①都道府県や民間企業等との共同研究、②講習・指導等を通じた林木育種技術情報の提供、③課題解決に向けたネットワークの構築、④海外の研究機関等との連携による共同研究等に取り組んでいます。具体的には、①では用土を用いない空中さし木法によるスギさし木苗増殖技術の開発やコウヨウザン、ユリノキ等早生樹に係る研究、②では都道府県や認定特定増殖事業者に対する接ぎ木やさし木等の増殖や採種徳園の整備等の技術指導、「林木育種連携ネットワーク」(会員:行政、公的機関、苗木生産団体・事業体)や「カラマツ育種技術連絡会」(行政、公的機関)を通じた技術研修会の開催やメールマガジンの発行等の情報提供、③では「ブロック会議育種分科会」(行政、公的機関)や「特定母樹等普及促進会議」(行政、公的機関、民間林業団体・事業体)等を通じたニーズの把握とそのフィードバック、④ではベトナムやケニア等における共同研究を通じた気候変動適応策等に資する育種技術の開発等を推進してきました。以上のような林木育種分野における研究開発成果の「橋渡し」について、今後とも関係の皆様との連携・協力の強化を図りつつ、全国各地の次代の山づくりに貢献できるよう取組を進めていきたいと考えています。引き続き皆様の積極的なご参加と取組の活性化へ向けたご協力をよろしくお願い致します。

【紙面紹介】

前方選抜による初期成長に優れた第二世代 カラマツ品種の開発について	2
ヒノキの管接ぎによるクローン増殖	3
エリートツリー等の原種増産技術の開発事業	4

薬用樹木「カギカズラ」の栽培・収穫技術体系の確立と 未利用部位の活用に関するプロジェクトが始動	5
「遺伝資源の配布」について	6
海外研修員等の受入れについて	7
特定母樹の取組状況について	8



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

前方選抜による初期成長に優れた第二世代 カラマツ品種の開発について

1. 初期成長に優れた第二世代品種の重要性

我が国の森林・林業において、林業の成長産業化が重要な課題となっています。このような中、諸外国に比べて高額となっている育林コスト、特に下刈り等の造林初期のコストを低減することが期待できる初期成長に優れた品種を、主伐・再造林が進もうとしているこのタイミングで、開発・普及することが重要です。近年、カラマツは、成長が優れ、木材の強度にも優れた樹種であるため、造林への意欲が再び高まりつつあります。そこで、関東育種基本区選抜のカラマツ精英樹同士を交配して育成・選抜した第二世代精英樹(以後、エリートツリーとする)の中から初期成長に優れた優良品種を開発しました。

2. 前方選抜とその特徴

これまでの品種開発では、候補となる個体の実生苗(実生苗は、次の世代であるため、候補個体の「後代」と呼ばれます)の成長等を調べ、その結果を得てから優れた品種を選抜する方法(後方選抜)が用いられてきました。後方選抜は、選抜の確度が高いですが、後代の成長を調べるために長い育成・調査期間が必要となります。これに対して前方選抜では、候補個体やその親、兄弟等の血縁関係のある個体の調査結果も合わせて統計的に解析することにより、候補個体の遺伝的能力を表す指標である育種価を推定して優良な個体を早期に選抜することができます。

3. 前方選抜による第二世代品種の開発

9箇所のカラマツ検定林に植栽されている28,168個体の調査データを用いて解析し、カラマツのエリートツリーでは初めてとなる初期成長に優れた4品種を前方選抜により開発しました。品種名には「(F)」が付いていますが、これは、前方選抜(Forward Selection)により品種開発したことを示しています。これらの開発品種は、5年次の樹

高の育種価が優れ、開発品種から生産される後代の苗木の5年次樹高の改良効果を試算したところ、従来の種苗の樹高平均値(3.14m)と比較して21%(66cm)高くなると試算されました。今回開発した4品種は、いずれも特定母樹に指定されているため、初期成長に加え、その後の成長や材質等も優れており、林業の成長産業化に貢献する品種として期待できます。

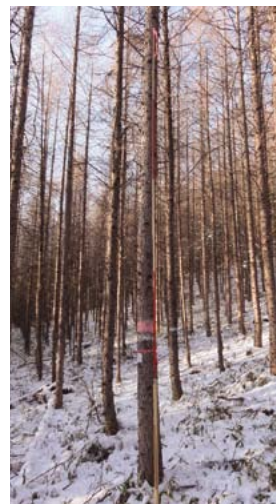


写真1 初期成長に優れた第二世代品種 (F)

左上：カラマツ林育2-30

右上：カラマツ林育2-206

左下：カラマツ林育2-207

右下：カラマツ林育2-213

(育種部 育種第二課 高島 有哉)

ヒノキの^{くだ}管接ぎによるクローン増殖

1. ヒノキの接ぎ木苗増産の必要性

森林総合研究所林木育種センターでは、特定母樹や優良品種など、優れた特性をもつヒノキを開発し、その種苗を生産するための原種(実生苗生産用の種子を生産するための採種木やさし木苗生産用のさし穂を採取するための採穂木として活用)を配布しています。農林水産省が平成30年に策定した全国森林計画では令和元年度から令和15年度までの15年間に103万haの造林が計画されており、今後苗木需要の増大が見込まれます。この需要増大に伴う原種配布量の増大に備えて、1本の荒穂*(図1)から得られる接ぎ木クローン個体数を増やすために、ヒノキの管接ぎを試行しました。

2. 管接ぎについて

ヒノキのクローン増殖では、通常、その成功率の高さからさし木ではなく接ぎ木が選択されます。接ぎ木増殖では、接ぎ穂の鮮度が重要です。鮮度が荒穂の切断面から減退することを想定して荒穂を長めに採取し、従来はその先端部のみを接ぎ穂として使用してきました(図1、図2A)。優良クローンを開発して間もない段階の原種配布では、採取可能な荒穂の数が限られます。このため、荒穂1本から得られる接ぎ穂数を増やすことにより、増殖効率を高めることができるかを調査しました(図1、図2B)。

3. 管穂も接ぎ穂として有効

試験では第二世代精英樹候補木4個体からそれぞれ1本ずつ、計4本の荒穂を採取し、先端の穂4本、管穂32本、計36本の接ぎ穂を用いて接ぎ木増殖を行いました。うち29本では芯が立ち、十分な苗長がある原種配布が可能な接ぎ木苗となりました。言い換えると、従来は4本の荒穂から4本の接ぎ木苗を増殖してきたところ、管穂の活用により4本の荒穂から29本の接ぎ木苗を増殖できたので、増殖効率が7倍以上になったことになります。増殖した接ぎ木苗は、当センター構内に試植しており、生育は概ね良好です(写真1)。今回は、品種開発直後の採穂園が整備されていない段階を想定して、剪定等を行っていない個体から荒穂を採取しましたが、今後は原種配布が進んだ段階を想定し、採穂木からの穂を用いた試験も行っていく予定です。

(育種部 育種第一課 山野邊 太郎)



図2 接ぎ木接合部
(接ぎ木3か月後。A：先端の穂。B：管穂)



図1 管接ぎの概略(黄色塗り部)



写真1 植栽13か月後の生育状況
(先端部を除いて上から8番目の管穂使用)

エリートツリー等の原種増産技術の開発事業 －無花粉スギの生産・増殖効率の改善－

1. 事業の趣旨

我が国の人工林の半分以上は、一般的な主伐期にあたる10齢級以上となっており、今年度末にはその割合は7割に達すると見込まれています。そのため、主伐後の再造林のために優良種苗を安定的に供給する体制を構築する必要があります。

一方花粉症は、我が国の人口の約1／3が発症しているとされ、大きな社会問題の一つになっています。そのため、森林総合研究所林木育種センターでは、雄花の少ない少花粉スギ品種や花粉を飛散しない無花粉スギ品種といった花粉症対策品種の開発等を推進してきました。

花粉を飛散しない無花粉スギ品種は花粉症対策として有効です。現在の無花粉スギ品種からの苗木生産は、無花粉スギ品種を採種木、無花粉遺伝子をヘテロで有する個体を花粉親とする施設採種園から生産される種子が用いられています。無花粉スギ苗木の生産本数は年々増加傾向にありますが、今後無花粉スギ苗木生産量をより一層増大するためには、効率的な種子生産法を確立する必要があります。このため、令和2年度から「エリートツリー等の原種増産技術の開発事業－無花粉スギの生産・増殖効率の改善－」（林野庁補助事業）に取り組むこととなりました。

2. 事業の概要

採種園における効率的な種子生産のためには、無花粉スギ品種では雌花量が多いこと、採種園内で確実に交配が行われるよう、無花粉遺伝子をヘテロで有する個体の雄花着花量が多いこと、さらには採種園において、雌雄花の開花時期が一致することが重要です。そこで本事業では、無花粉スギや無花粉遺伝子を有するスギ精英樹等の着花量や開花フェノロジー（開花時期）といった特性について調査を行います。

また採種園設計では、苗木生産に必要な種子の生産量に対して、採種園の単位面積当たりの種子

生産量で除することで必要な採種木の本数や面積が決まります。そこで、無花粉スギや無花粉遺伝子を有するスギ精英樹等から生産される種子の生産量や発芽率等の特性も調査します。スギの種子では、種子の成熟過程における環境要因や遺伝的要因により、発芽率が系統間や採種地間で変動することが知られています。そのため、本事業では複数の機関が参画し、それぞれの調査箇所での気温等を測定しつつ、複数の系統について調査をすることにより、環境条件や系統によって、発芽率や種子生産量等の特性が変化するかについて明らかにしたいと考えています。これらの情報は、採種園の設計のための基礎情報となりますので、得られた成果については随時情報発信していきたいと考えています。

また、成長に優れた新たな無花粉スギ品種等の開発に向け、成長等の特性が優れた新たな無花粉遺伝子をヘテロで有する個体が重要となりますので、無花粉遺伝子をヘテロで有するスギ精英樹とエリートツリーや特定母樹等との人工交配も進める予定です。

（育種部 育種第一課 倉本 哲嗣）



写真1 調査対象無花粉スギ品種「爽春」

薬用樹木「カギカズラ」の栽培・収穫技術体系の確立と 未利用部位の活用に関するプロジェクトが始動

1. カギカズラについて

カギカズラはアカネ科のつる性木本植物で、房総半島から九州にかけて、また中国南部に自生しています。名前に「カギ」がある通り、葉の付け根にカギ爪状の構造があり（写真1左上）、これを他の植物に引っ掛けて上へと成長する珍しい特徴を持っています。カギ付きの枝は釣藤鈎（チョウトウコウ、写真1右上）と呼ばれる生薬として利用され、ストレス、不眠症、高血圧症、認知症周辺症状等に緩和効果のある漢方薬の原料となっています。しかしながら、カギカズラは我が国に自生する有用な森林資源であるにもかかわらず、国産カギカズラは全く利用されておらず、中国からの輸入に100%依存しているのが現状です。このような状況を打開するためには、国内に自生するカギカズラの栽培・収穫技術体系を確立し、自給率を高める必要があると考え、研究を進めています。

2. 国内栽培化に向けたこれまでの成果と課題

各地の自生地から72系統を収集・保存し、有効成分であるアルカロイド含有率を測定したところ、ほとんどが日本薬局方基準を満たしていたことから、国産品が生薬として使用可能であることが明らかとなりました。また、さし木や組織培養（写真1左下）によるクローン苗の作製技術を開発し、耕作放棄地でも栽培可能であることを明らかにしました。さらに、25系統を用いた栽培試験地（写真1右下）を設定し、系統別に成長量や収穫量の調査を進めています。

これまでの試験栽培を進める中で、つるの絡みつきにより栽培・収穫が容易ではないこと、葉を手作業で除去する必要がある、加工調製に大変な手間がかかることなど、解決すべき課題が見えてきました。また、日本薬局方で定められている薬用部位がカギ付き枝のみであるため、手間をかけて除去した葉の利用法が無く、大量の残渣として

廃棄せざるを得ないことから、何らかの活用法を模索する必要がありました。

3. 栽培から利用までを見据えたプロジェクトを開始

そこで、我々森林研究・整備機構の他、国立研究機関、県、大学、医薬品製造販売業者、苗木生産業者が参画して「国産のつる性薬用樹木カギカズラの生産技術の開発と機能性解明に基づく未利用資源の活用」プロジェクトを立ち上げ、農林水産省の令和2年度「イノベーション創出強化研究推進事業」として採択されました。本プロジェクトでは①苗木生産から栽培・収穫・加工調整までの効率化と、国産カギカズラを配合した漢方薬の開発、葉をお茶として新規利用する方法を確立するための課題、②機能性成分評価と、お茶として利用した際の新規機能性の解明および安全性を評価することで利用促進を目指す課題、③品種開発と系統管理、保存、栽培技術のマニュアル化等による技術普及を目指す課題の全3課題について実施を計画しています。本プロジェクトにより安全・安心な国産生薬の供給安定化と、中山間地域の活性化、国民の健康長寿に貢献できることを期待しています。



写真1 カギカズラ

左上: カギカズラの枝（葉の付け根にカギをもつ）、
右上: 生薬「釣藤鈎」（乾燥させたカギを含む枝）、
左下: 組織培養による増殖、右下: 圃場における栽培の様子
（森林バイオ研究センター 小長谷 賢一）

「遺伝資源の配布」について

1. はじめに

林木のジーンバンク事業では、有用な遺伝形質を有する樹木について、成体、種子、花粉やDNAなどを遺伝資源として全国から収集・保存し、大学、地方自治体の試験研究機関や医療機関等からの「試験研究」を使用目的とする申請を受けて広く配布しています(図1)。

2. 遺伝資源の点数と配布実績

令和元年度末現在、成体約29,300点、種子約11,200点、花粉約4,000点、DNA約400点など計44,900点の遺伝資源を保存しています(写真1)。この中で種子と花粉については、保存する前に発芽試験を行って品質を確認しています。近年の配布実績は、年間30～40件で推移し、広葉樹の種子では増加する傾向にあります。

3. 遺伝資源の配布と配布予約制度

遺伝資源の配布を希望する場合には、メール(idensigen@ffpri.affrc.go.jp)、または、電話(0294-39-7048)で、森林総合研究所林木育種センター遺伝資源部保存評価課にお問い合わせください。また、配布予約制度を利用すると、まだ遺伝資源として保存されていない植物体の提供を受けることも可能です。

遺伝資源の配布と配布予約制度については、森林総合研究所林木育種センターのホームページのサイト「遺伝資源の収集・保存・配布」(<http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/iden/index.html>)上でも紹介しています。

(遺伝資源部 探索収集課 弓野 奨)

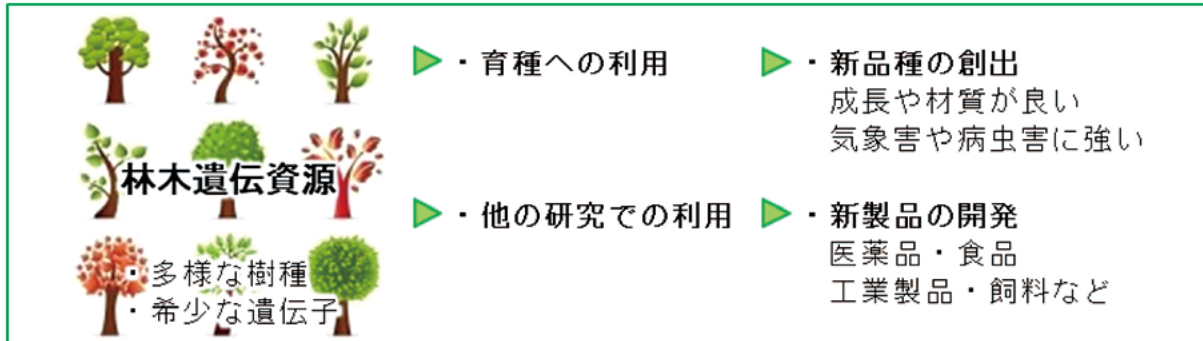


図1 多様な林木遺伝資源の利用目的



写真1 遺伝資源の保存と管理
左: 保存施設、中: 花粉と保存容器、右: 種子の標本

海外研修員等の受入れについて

1. 101の国と地域からの研修員等を受入れ

気候変動や森林減少などの地球環境問題への取組として、特に熱帯・亜熱帯地域での森林の再生・保全は大きな課題です。

林木育種センターでは、開発途上国の森林造成の推進のために、熱帯・亜熱帯産樹種に関する育種技術の開発とともに、国づくりの担い手となる人材に対し林木育種の技術指導などを行っています。

記録では、昭和50年度にコロンボプランに基づく海外集団研修「森林造成技術コース」6ヶ国7名の研修員を関東林木育種場が受け入れたのが最初です。その後、研修内容に応じて全国の育種場や平成8年に設立された西表熱帯林木育種技術園でも受入れを行い、令和元年度までの45年間に101の国と地域から2,449名の研修員や視察者を受け入れています。

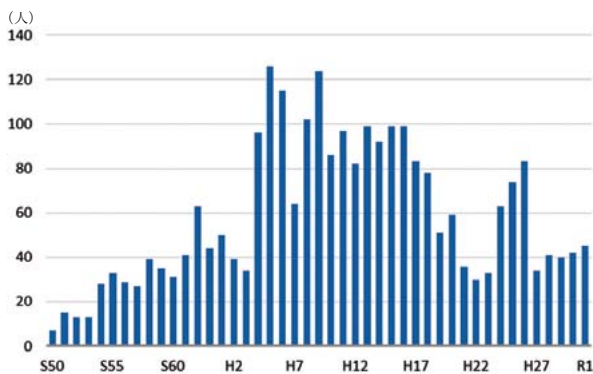


図1 研修員受入れ人数の推移

2. 多様な研修形態

研修の形態は、複数の国から研修員が集まる「集団研修」、同じ国(プロジェクト)の研修員が集まる「国別研修」、1～2人の少人数で行う「個別研修」があり、研修期間は1日～3ヶ月程度と様々です。

研修では、日本の林木育種やジーンバンク事業の概要、増殖実習などを行っています。

国際協力機構(JICA)を通じた研修の依頼がほとんどですが、山梨県森林総合研究所など地方自治体を通じた依頼もあります。

3. 海外育種技術協力の推進

平成3年、林木育種センターの組織再編により海外協力課を新設し、海外への育種技術協力推進のための体制が強化されました。

最も多い平成5年度には日本人の派遣専門家への研修も含め35組126名の研修員を受け入れています。1ヶ月以上の長期を含むこれら研修を行うため、研修内容の検討から英語資料の作成、研修員の健康管理に至るまで対応しなければならず、組織が強化されたとはいえ当時の講師や担当者の方々の苦労は大変なものがあったと推察されます。

ここ数年間は、集団研修を主体に4～5組40名程度の研修員を受け入れています。

4. 今後の研修員の受入れについて

研修終了後には、研修の評価及び研修員のニーズを把握するためアンケート調査を実施しています。今後の業務に役立つ、分かりやすい講義、資料など高く評価されていますが、研修の時間が短いという意見も多くあります。また、今後必要な分野として「DNA分析」を多くの研修員が回答しており、これらの意見を参考に今後のカリキュラム等を検討したいと考えています。

日本の林木育種技術がそれぞれの国で生かされ、最終的には世界の森林の再生・保全に役立ってくれることを期待しています。



写真1 様々な国からの研修員(令和元年度集団研修)

(海外協力部 海外育種情報主幹 小林 大樹)

特定母樹の取組状況について

1. はじめに

特定母樹は、平成25年に改正された「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」(平成20年法律第32号)(間伐等特措法)に基づき、特に優良な種苗を生産するための種穂の採取に適する樹木であって、成長や雄花着生性等に係る基準を満たす個体を農林水産大臣が指定した樹木です。林木育種センターでは、平成25年度から特定母樹の指定を受けるとともに、これまで、都道府県等の採種園・採穂園の整備を推進するため特定母樹の原種苗木(苗木・穂木)を生産・配布してきました。

今回は、これまでの取組状況を紹介します。

2. 特定母樹の指定状況

令和元年度末現在、全国で362系統の特定母樹が指定されています。このうち、林木育種センターではエリートツリー(第二世代以降の精英樹)を中心に(約8割)に特定母樹の申請を行っており、309系統が指定されています(表1)。

表1 特定母樹の指定状況(林木育種センター)

育種基本区	樹 種				計
	グイマツ	スギ	ヒノキ	カラマツ	
北海道	1				1
東北		71 (45)		14 (14)	85 (59)
関東		37 (37)	17 (17)	62 (62)	116 (116)
関西		32 (32)	35 (35)		67 (67)
九州		39 (18)	1 (1)		40 (19)
計	1	179 (132)	53 (53)	76 (76)	309 (261)

(注)：() 内はエリートツリーで内数

3. 特定母樹の原種苗木の配布状況

林木育種センター・各育種場では、特定母樹の原種苗木の配布を平成25年度から開始しました。平成

25年度は500本程度だったものが、令和元年度には、約16倍にあたる9,331本となりました。(図1)樹種別に見ると、令和元年度における特定母樹の配布実績は、スギ7,324本、ヒノキ601本、カラマツ1,282本、グイマツ124本となっています。

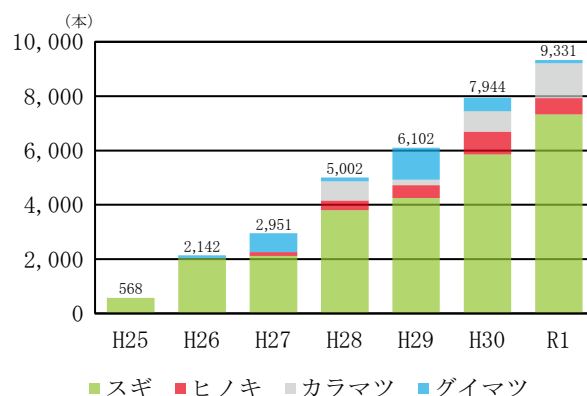


図1 特定母樹の原種苗木配布状況(樹種別)

また、認定特定増殖事業者(間伐等特措法に基づき都道府県知事が認定した民間事業体等)への特定母樹の配布も平成26年度から行っており、令和元年度は、25事業者に特定母樹の原種苗木2,964本を配布しました。

4. 特定母樹の今後について

林木育種センターでは、今後も、エリートツリーを主体に特定母樹の申請を行うとともに、都道府県や認定特定増殖事業者からの要望に応えるため、適切な系統管理のもと、効率的な原種の増殖を行いながら、都道府県等が整備する採種園・採穂園へ確実に原種苗木を提供していくことにより、林業の成長産業化や地球温暖化防止、花粉発生源対策等に貢献できるよう取り組んで参ります。

(育種部 指導課 福元 信二)

表紙タイトル写真

ケニア森林研究所との共同研究で選抜したメリア(2015年12月植栽)の様子。(2020年1月撮影)

林木育種情報 No.34

令和2年7月22日発行

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

TEL : 0294-39-7000 (代)

FAX : 0294-39-7306

ホームページ <http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/index.html>