

No.22
2016.7

森林・林業基本計画における林木育種と今後の対応

林木育種センター所長 渡邊 聡

5月24日、今後の森林・林業に関する施策の基本方向を明らかにする森林・林業基本計画が見直され、閣議決定されました。この計画において、林木育種はどのような役割を果たすこととされているのか関連部分を紹介したいと思います。

はじめに、基本計画の「再造林等による適切な更新の確保」に関する項目において、造林コストの低減のため、コンテナ苗や成長に優れた苗木の活用を進めるとともに、優良種苗の確保のため、再造林には優良種苗が不可欠との認識を示した上で、採種園・採穂園の整備、成長に係る特性に優れた種苗の採取源となる特定母樹の増殖、種苗生産技術の向上、林木遺伝資源の収集・保存、新品種の開発を推進するとされました。

次に、「多様で健全な森林への誘導」において、再生利用が困難な荒廃農地の森林としての活用のため、早生樹種等の実証的な植栽等に取り組むとともに、花粉発生源対策の推進のため、花粉症対策苗木の生産や植栽を行うとしています。

また、「地球温暖化防止策及び適応策の推進」において、再造林に必要な種苗の確保にあって、間伐等特措法に基づく特定母樹の増殖を着実に行うとされています。

さらに、「国土の保全等の推進」において、森

林病虫害対策等の推進のため、被害が増加している東北地方に適した抵抗性品種及び抵抗性品種同士の掛け合わせによる更に強い抵抗性を有する品種の開発を行うこととされています。

加えて、「研究・技術開発及びその普及」において、林木育種による広葉樹を含む多様な品種開発及び育種基盤技術の強化等を推進するとしています。

最後に、「国際的な協調及び貢献」において、国際協力の推進のため、我が国の有する知見や人材等を活用し、開発途上地域の森林の整備及び保全に関する協力を行うこととされました。

林木育種は研究・技術開発の対象と記述されているだけではなく、様々な施策の分野でその役割を果たすように具体的な記述が行われています。

このような森林・林業基本計画の実施について、林木育種センターとしては、成長に優れかつ花粉も少ない系統や第2世代マツノザイセンチュウ抵抗性品種、早生樹、広葉樹を含めた品種や系統の開発を行うとともに、採種園等の管理や種苗生産等開発品種等の普及に必要な技術開発、特定母樹の増殖のための原種配布ほか、育種の高速化、遺伝資源やバイオテクノロジーの育種での利用、林木育種に係る海外協力を行っていくこととしています。

【紙面紹介】

森林総合研究所第4期中長期計画における
林木育種センターと森林バイオ研究センターの
取り組み…………… 2～5
特定母樹の指定・普及状況について…………… 6

寒冷な東北地方における
抵抗性クロマツ苗木の安定供給…………… 7
テリハボクに関する台湾林業試験所との
国際共同研究…………… 8



森林総合研究所第4期中長期計画における 林木育種センターと森林バイオ研究センターの取り組み

平成28年4月から、森林総合研究所の第4期中長期計画が始まりました。計画期間は平成33年3月までです。本計画では研究・技術開発に関して、森林、林業、木材産業、森林生物の利用と林木育種、の四つの分野について重点的に取り組む研究を重点課題として定め、重点課題の下に複数の戦略課題を設けています。林木育種センターと森林バイオ研究センターが取り組む研究課題は、四番目の重点課題の中の戦略課題「多様な優良品種等の開発と育種基盤技術の強化」として一つにまとめられています。本稿では、林木育種センターの各部と森林バイオ研究センターが取り組む内容について説明します。なお、中長期計画の全文は、当研究所のホームページに掲載されていますので、そちらをご覧ください。

育 種 部

我が国の森林・林業においては、森林吸収源対策、花粉発生源対策、林業の成長産業化の推進、再造林推進対策(苗木の安定供給)、松くい虫対策(マツノザイセンチュウによる松枯れ対策)、温暖化適応対策等、様々な課題があり、このような課題に対応する森林整備を進めるための、優良な新品種の開発が強く求められています。このため、当育種部では、これらの社会ニーズ・行政ニーズに対応したエリートツリー・優良品種の開発とその開発期間を短縮するための育種技術(高速育種技術)、開発した品種を適正かつ早急に配布するための普及技術などの開発を行います。

エリートツリー(写真1)については、スギ、ヒノキ、カラマツ等について、300系統を開発します。これは、これまで開発してきた系統と併せて、各地域において、特定母樹等の生産

集団や次世代のエリートツリーを育成するための育種集団の系統数を確保するために必要な数量です。なお、エリートツリーのうち基準を満たすものについては特定母樹に申請し、森林吸収源対策に貢献していきます。



写真1 スギ(左)とカラマツ(右)のエリートツリー

優良品種については、初期成長が優れた第2世代品種、平成19年度に品種登録された無花粉スギ品種である「爽春」を改良した無花粉スギ品種や成長が優れた少花粉品種、マツノザイセンチュウ抵抗性品種等150品種の開発を行います。このうち、初期成長が優れた第2世代品種については、少しでも早くニーズに応えられるよう、「前方選抜」の手法も用い開発期間の大幅な短縮を図ります。花粉症対策品種のうち「爽春」を改良した無花粉品種については、これまで取り組んできた「爽春」と精英樹の交配により育成したF2個体の中から優れたものを選抜します。また、少花粉品種についてはエリートツリーからの選抜等により開発を進めます。マツノザイセンチュウ抵抗性品種については、

従来の被害地からの選抜による開発に加え、抵抗性品種同士を交配して得た個体の中から、抵抗性が従来の品種よりも格段に高い第2世代品種の開発を行います。

また、これらの優良品種を短期間で開発するための高速育種技術や検定技術の開発を行います。高速育種技術については、第3期中期計画で開発したゲノム育種技術について、スギ育種集団のゲノム情報の充実を図るとともにゲノム育種の実用化に取り組みます。検定技術の開発では、マツノザイセンチュウ抵抗性の判定技術の高度化と高速化、スギ雄花着花性の評価について、従来20年程度以上を要している評価期間を大幅に短縮する等の技術開発を行います。これらに加え、地球温暖化に適応する品種を開発するための技術開発にも取り組みます。



写真2 原種苗木増産のための植物工場

さらに、エリートツリー（特定母樹に指定されたもの）や優良品種を適正かつ早急に普及するため、トレイサビリティを確保した原種苗木の配布システムや、原種苗木の増産技術等の開発に取り組みます。この原種苗木の配布システムは、例えば配布された原種苗木に取り付けられたバーコード等によって、系統名等を確認ができるようなものです。また、原種苗木の増産技術については、採穂台木の育成技術の改良、植物工場（写真2）技術の活用等により開発を

進めます。

優良品種等については、都道府県からの要望を踏まえ、計画的に原種苗木（さし木苗・つぎ木苗）等を生産し、都道府県等の採種園・採穂園用に配布します。なお、エリートツリーについては、原則として特定母樹に指定されたものを配布します。また、開発品種の特性に関する情報提供や採種園等の造成・改良に関する技術指導等を都道府県等に対して行うことにより、開発した優良品種等の早期普及を図ります。

（育種部 星 比呂志）

遺伝資源部

遺伝資源部では、林野庁の林木ジーンバンク事業を通して、林木の遺伝資源の収集、保存、評価等とそれに関係する技術開発を行っています。第4期中長期計画期間において重点的に実施する研究課題及び事業課題について説明します。

林木遺伝資源の利用を促進するために必要な技術開発を以下の4つの研究課題を中心に行っていきます。

①新需要の創出に向けた遺伝資源の収集・評価技術の開発

早生樹、バイオマス生産用樹種等を対象に、ニーズや資源量の把握、GIS技術を用いた植栽適地の判定、有用特性の評価技術の開発を行い、優良系統の選抜技術を開発します。

②将来に向けた新たな育種素材の収集・作出技術の開発

育種部と連携して、スギ、ヒノキ等の育種対象樹種について、将来にわたる育種の進展に必要とされる特性を持った育種素材を人工交配等によって作出する技術を開発します。

③地球温暖化に対応した遺伝資源の評価技術の開発

ブナ、ケヤキ等のモニタリング対象樹種や絶滅危惧種等について、第3期中期計画期間までに設定した産地試験地、長期モニタリング試験地等を調査、解析し、温暖化に伴う遺伝資源

の評価技術や生息域内保存技術を開発します(写真3)。

④栄養体および種子等の長期保存技術の高度化
育種対象樹種、有用樹種、絶滅危惧種等の多様な樹種について、冬芽等の栄養体や長期保存が困難な種子を対象に、それぞれの樹種や器官に適した最適な保存条件を解明し、凍結保存技術を開発します。

林木ジーンバンク事業は、発足以来30年が経過し、第3期中期計画期間終了時点で約3万7千点の遺伝資源を保存しています。これらの中には、育種素材や希少樹種から潜在的に利用が期待できる樹種まで多種多様な遺伝資源が含まれています。第4期中長期計画では、収集、保存、評価等の対象を育種対象樹種に加えて新需要等が期待できる有用樹種について重



写真3 アカマツモニタリング試験地
(福島県いわき市)

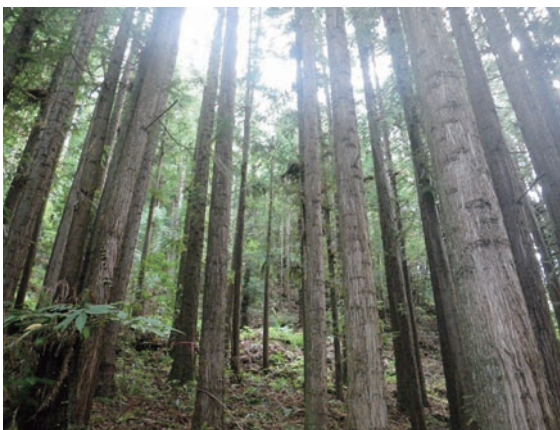


写真4 コウヨウザンの優良林分
(広島県庄原市)

点的に行い、優良系統の選抜が可能となる母集団の作成等を目指しています。対象とする樹種は、コウヨウザン(写真4)、センダン、キハダ等を想定しています。

(遺伝資源部 生方 正俊)

海外協力部

海外協力部では、温暖化に伴う乾燥化や暴風・高潮の激化など地球規模の問題に対応するため、国際的な技術協力や共同研究を通じた気候変動への適応策等に資する林木育種技術の開発に取り組めます。

第3期中期計画期間(平成23～27年度)には、耐風性に優れた品種開発のための日本産・台湾産・フィジー産テリハボク家系の初期成長の評価や耐乾燥性に優れた品種開発のためのケニアのメリアの遺伝構造解析等を行いました。

これらの成果を基に、第4期中長期計画期間では次の課題に取り組めます。

温暖化による乾燥地の拡大が懸念されるケニアにおいて、乾燥地・半乾燥地に適する郷土樹種の種苗の生産と植林に貢献するため、ケニア森林研究所と協力して、メリア及びアカシアの種苗配布のためのガイドラインを作成するとともに選抜育種に必要な育種技術を開発します(写真5)。



写真5 メリア採種園管理研修(ケニア)

また、太平洋諸国等における海岸防災や地域住民の生活改善に資するため、台湾林業試験所

や太平洋共同体事務局との共同研究により、テリハボクの初期成長における家系間差を解明し、優良系統の早期選抜技術を開発します。

さらに、遺伝的多様性を維持しながら芯腐れ病に強く成長・形質に優れた種間雑種のアカシアを開発するため、ベトナムにおいて共同実証試験を通じて、人工交配によるアカシア属優良品種の選抜技術を体系化します。

そして、北方針葉樹の育種に関しても、フィンランド自然資源研究所との共同研究により、アカエゾマツとヨーロッパトウヒの種間交雑及びヨーロッパアカマツのマツノザイセンチュウ抵抗性について調査を進めます。

(海外協力部 川戸 英騎)

森林バイオ研究センター

森林バイオ研究センターでは、遺伝子操作やゲノム解析、組織培養などのバイオテクノロジーを利用し、多様な有用品種を早期に開発するための研究開発を進めています。第3期中期計画期間(平成23～27年度)に、遺伝子組換えによるスギの雄性不稔(無花粉)化に成功し、昨年4月から遺伝子組換え雄性不稔スギの隔離ほ場での栽培試験を開始しました。この栽培試験では、野外での無花粉形質の安定性や成長特性を3年間にわたって調査します(写真6)。また、近年、狙った遺伝子に自然の突然変異と同じような変異を導入できるゲノム編集を始めとする新たな育種技術が急速に発展していることから、新たな育種技術を林木へ適用するための技術開発を実施します。

マツ材線虫病は我が国で最も被害の大きい森林病虫害で、これまでマツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発が進められてきました。一方、マツノザイセンチュウに対するマツの抵抗性に関する原因遺伝子は明らかになっていません。それら遺伝子がわかれば、DNAマーカーを用いて抵抗性個体の選抜の効率化が図れることから、抵抗性に関連する遺伝子の特定を目指した研究を推進します。



写真6 隔離ほ場の遺伝子組換え雄性不稔スギ

また、日本で使用される漢方薬の原料の自給率はおよそ1割で、輸入の9割を中国に依存しています。国内にも自生する薬用樹木を効率よく栽培し収穫できれば、医薬品原料の自給率向上や中山間地域での産業創出につながるものが期待されます。そこで、第3期中期計画期間中から漢方薬の原料となるカギカズラなどの薬用樹木について、薬用成分の含有率が高い優良個体の選抜を進めるとともに、効率的に植物体を再生できる組織培養条件を解明してきました。引き続き薬用樹木の増殖方法の確立や栽培方法の開発に取り組みます(写真7)。



写真7 カギカズラの組織培養

葉腋につくカギ状の部分(赤枠)を培養し、植物体を再生しました。

(森林バイオ研究センター 吉田 和正)

特定母樹の指定・普及状況について

1. 特定母樹の指定状況

特定母樹とは、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、成長等に優れたものを農林水産大臣が指定したものです。

特定母樹は「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法の一部を改正する法律」(平成25年5月)により制度化され、3年が経過し、これまでに森林総合研究所(林木育種センター)が申請し指定されたものは168系統となっています(表1)。

林木育種センター・育種場では、エリートツリー(第2世代以降の精英樹)の中から特定母樹指定基準を満たすものを中心に申請しており、特定母樹に指定された約8割(168系統のうち142系統)がエリートツリーとなっています。

表1 特定母樹の指定状況(平成28年3月末現在)

樹種	育種基本区					計
	北海道	東北	関東	関西	九州	
スギ		27	36	26	21	110
ヒノキ			4	14	1	19
グイマツ	1					1
カラマツ			38			38
合計	1	27	78	40	22	168

注) このほか、静岡県が申請したスギ5系統が特定母樹に指定されている。

2. 特定母樹の普及状況

指定を受けた特定母樹については、林木育種センター・育種場において、増殖を行い、平成27年3月から順次、要望のあった都道府県等に対して原種苗木として配布を行っています(写真1)。

平成27年度における配布状況は、12道県や認定特定増殖事業者に対して、スギ・ヒノキ・グイマツ約2,800本を配布しました(平成26年度は、約1,500本)。



写真1 育苗中のスギ特定母樹
(林木育種センター)

カラマツについては、関東育種基本区内で38系統が指定されているところですが、現在、林木育種センター長野増殖保存園にて増殖を行っており、平成29年度から配布する予定です(写真2、写真3)。



写真2 特定母樹に指定されたカラマツ



写真3 つぎ木により増殖中のカラマツ特定母樹
(長野増殖保存園)

3. 今後の方向

林木育種センター・育種場では、今後もエリートツリーの中から特定母樹への申請を進めていくとともに、都道府県や認定特定増殖事業者等からの要望に応えるため、特定母樹の増殖・育苗を行い、特定母樹の原種苗木を配布していく予定です。あわせて、より安定的な原種苗木の供給を行っていくため、原種園の整備も進め、林業の低コスト化に貢献していきます。

(育種部 指導課 山田 徹)

寒冷な東北地方における抵抗性クロマツ苗木の安定供給

1. プロジェクトの背景と目的

東日本大震災で壊滅的な被害を受けた東北地方の海岸部において、住民の生活と営農を復旧するためには、潮・風・飛砂への防備機能を持つ海岸防災林を主に耐塩性に優れたクロマツを植栽して再生する必要があります。東北地方ではマツ材線虫病が拡大しつつあることから、この病気の病原体であるマツノザイセンチュウに抵抗性があるクロマツを植栽することが望ましいのですが、東北地方産の抵抗性クロマツ苗木の供給量は十分ではありません。そこで平成 25 年度から 3 年間、抵抗性クロマツ苗木の生産性を飛躍的に向上させるとともに温暖地産苗木を寒冷な東北地方へ導入・順化して苗木の供給を補完することを目的としたプロジェクトである農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「東北地方海岸林再生に向けたマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ種苗生産の飛躍的向上」に取り組みました。

2. プロジェクトの内容と主要な成果

植物成長調節物質の 6-ベンジルアミノプリン (BAP) を東北地方産の抵抗性クロマツの採種木に投与することで、1 本当りの種子増産率を約 30 倍にする技術を開発しました。実用を想定した場合には採種園全体での種子増産率は 3 倍に達すると試算されています。また、雌花に花粉を吹きつけるだけの簡易な人工交配 (SMP : Supplemental mass pollination) によって、東北地方の抵抗性クロマツ採種園における充実種子の生産性を 3.4 倍に向上させ、受粉させたい花粉との交配成功率は極めて高く 94% に達しました。これらの成果から種子の充実率を大幅に向上させることができました。

抵抗性クロマツのクローン苗木の生産では、

冬期にバーミキュライト 80% + パーライト 20% 混合用土にさし穂をさしつけて、さしつけ床を加温することで、寒冷な東北地方において得苗率が 50% を超えるさし木増殖技術を開発し、その実用性を事業的な生産規模で確認しました。また、東北地方産の抵抗性クロマツの未熟な種子から不定胚形成細胞 (PEM : proembryogenic mass) を経て不定胚を誘導し、発芽・発根させてクローン毛苗を大量に増殖する技術を開発しました。

温暖地産の抵抗性クロマツの種子や苗木は寒冷な東北地方の海岸部の環境に順応できることを確認し、温暖地産の抵抗性クロマツ種苗を東北地方の海岸防災林再生現場に導入する指針を示しました。

3. 成果の実用化と普及への取り組み

プロジェクトで確立した苗木の供給システムはマニュアル化し、冊子を発行するとともに電子版を東北育種場のホームページ (<http://www.ffpri.affrc.go.jp/touiku/research/index.html#anchor3>) で公開しています。それぞれの技術については、苗木生産が本格化するまでは生産現場からデータを収集し、さらに改善を図っていきます。



写真 1 BAP 処理で誘導された幼球果 (左)
未熟種子から PEM と不定胚を経て作製した毛苗 (右)

(東北育種場 育種課 織部 雄一郎)

テリハボクに関する台湾林業試験所との国際共同研究

1. はじめに

森林総合研究所林木育種センターは、気候変動に適応した育種技術の高度化のため、耐風性・耐潮性に優れたテリハボクの育種について、台湾林業試験所との国際共同研究を進めています。

テリハボク (*Calophyllum inophyllum*) は、アジア・アフリカをはじめ熱帯～亜熱帯の海岸域に広く分布する常緑広葉樹です。その優良な材が利用されるだけでなく、東南アジアや太平洋諸島では、種子から取れる良質なオイルが化粧品等の原料としても利用されています。

日本の沖縄はテリハボクの分布北限域にあたり、その高い耐風・耐潮性から、先島諸島等では防風林として使用される主要樹種です。



写真1 テリハボクの巨樹（左）と新規造成中のテリハボクの防風林（右）

2. これまでの取り組み

防風林および材の活用等に資する優良なテリハボクの選抜のため、2009～2010年に八重山諸島・宮古諸島の島々からテリハボクの母樹を選びました。それら母樹から種子を採取して苗木を育成し、西表熱帯林育種技術園内に植栽試験地を設定し、苗木の成長や材質・樹形等の形質を評価するための試験を開始しました。

さらにテリハボクは世界中に幅広く分布して



写真2 西表熱帯林育種技術園に設定されたテリハボク試験区の様子（2013年撮影）

いることから、遺伝的多様性や形質の地域性を把握するため、台湾林業試験所と共同研究契約を結び、台湾と西表島それぞれに産地試験地を設定しました（台湾には2014年に2箇所設定）。



写真3 台湾に設定されたテリハボク産地試験地の様子
植栽個体の生育状況を日本・台湾双方の研究者が確認（2016年5月）

3. 今後に向けて

今後、植栽した苗木の成長に伴い、試験結果をさらに蓄積し、広域的な産地や家系による特性の違いを明らかにするとともに、防風林の早期造成等に資する有用なテリハボクを選抜していくことを目指しています。

（海外協力部 海外協力課 松下 通也）

表紙タイトル写真は、昨年1月に種子を播いて成長したコンテナ苗。およそ1年で山出し可能な状態に成長している。

※紙へリサイクル可



林木育種情報 No. 22

平成28年7月19日発行

国立研究開発法人 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>