

森林づくりのもと 苗木の優良品種をつくる

国立研究開発法人 森林総合研究所 林木育種センター

森林づくりは苗木を植えることから始まりますが、その苗木の性能が悪いものでは森林の多面的機能は十全に発揮できません。このため、森林総合研究所林木育種センターと森林バイオ研究センターでは性能の良い苗木の品種開発(林木育種)を行っています。

我が国における林木育種の歴史は400年以上前に遡ると言われていますが、国の事業としては昭和29年から「精英樹」を選び出したことに始まります。

精英樹とは、成長が良く、幹がまっすぐで、病気や虫の害がない樹木を、全国から約9,100本選抜しました。

この精英樹を元に、成長や材質、二酸化炭素吸収に優れた品種を開発

しました。

また、この他の方法によって、多雪や寒冷な土地などに対応するための気象害抵抗性品種、松枯れへの対策としてマツノザイセンチュウ抵抗性品種、少花粉スギや無花粉スギなどの花粉症対策品種なども開発し、これまで全部で約2,000品種を開発しています。

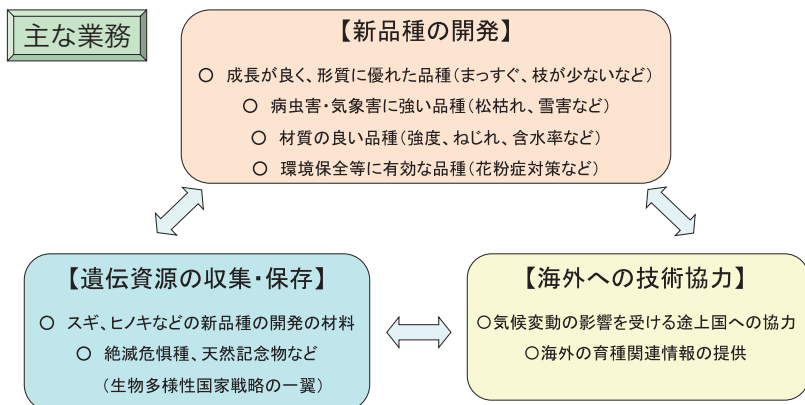
現在では、精英樹の子供世代から選抜されたより優れた第二世代精英

スギの一般次代検定林



国立研究開発法人 森林総合研究所 林木育種センター

林木育種センターは、我が国における林木の育種（新品種の開発）と遺伝資源の収集・保存（ジーンバンク）を担う中核的機関です。開発した品種は都道府県、民間事業者を通じて、森林整備に活用されています。
林木育種センターのほか4つの育種場を設置しています。



樹（エリートツリー）が開発され、これ自体を普及するとともに、これら元さらに優良性能を持つ品種が開発されています。

品種開発のためには、精英樹の他にも品種開発に役立つような育種素材が必要であり、希少な樹種とともに林木ジーンバンク事業により林木遺伝資源として収集・保存を行っています。

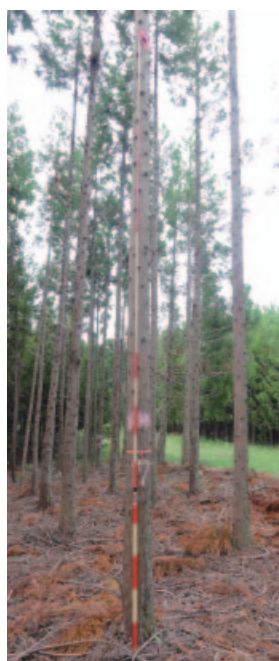
また、自然の素材やその交配からでは品種の開発が困難な場合には遺伝子組換え技術など先端的な技術についても取り組んでいます。

さらにこのように開発された技術を使って海外との技術協力も行っています。これらの林木育種に関する事業や研究開発について紹介していきます。



特定26-41
スギ東育2-15号
〔東北育種基本区〕

37年次
樹高14m、直径22cm
(30年次のデータ)
材積：在来系統の2.1倍



特定26-10
スギ林育2-200号
〔関東育種基本区〕

17年次
樹高14.6m、直径19.0cm
材積：在来系統の1.9倍



特定26-58
カラマツ林育2-62号
〔関東育種基本区〕

22年次
樹高18.2m、直径20.2cm
材積：在来系統の2.4倍



特定26-65
ヒノキ西育2-3号
〔関西育種基本区〕

43年次
樹高15.3m、直径28cm
(41年次のデータ)
材積：在来系統の1.5倍

各地域で開発されたエリートツリーと特定母樹

上段：特定母樹の名称、下段：エリートツリーの名称

()：育種基本区、〔 〕：写真撮影時のデータ（一部近い年次のデータを含む）、材積は申請書記載のもの

エリートツリーで変わる林業 普及は特定母樹で

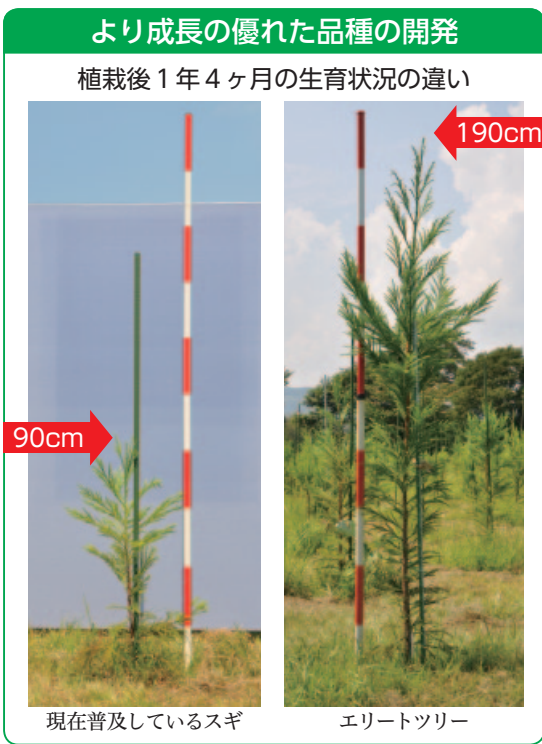
エリートツリーとは、全国各地で選抜された優良な精英樹を親とする第二世代精英樹の中で特に性能が優れている樹木で、林木育種センターが平成24年から開発を進めてきました。その成長の早さから、下刈り回数削減や伐期の短縮などによって低コスト造林や林業の活性化などが実現し、林業が変わると期待されています。

一方、地球温暖化が問題となつていきます。その対策として、より多くの二酸化炭素吸収・固定が期待できる成長等に優れた苗木で森林づくりを行う必要

要があります。

このため、平成25年5月に、森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法(間伐等特措法)が改正され、成長等に優れた樹木を「特定母樹」として農林水産大臣が指定することとなりました。「特定母樹」の普及を図るため苗木の種子や穂木を採る採種園や採穂園を民間活力で造成するための支援措置も新設されました。

「特定母樹」はこれまでの樹木と比べて成長が1.5倍以上、花粉発生量が2分の1以下となつていきます。平成27



年3月末現在で134系統が指定されていますが、このうちの116系統が林木育種センターで開発したエリートツリーとなつていきます。林木育種センターでは、間伐等特措法の改正を機に、これまで

開発・普及を進めてきたエリートツリーを特定母樹として普及を図ることとしています。

林木育種センターでは、「特定母樹」の普及に積極的に取り組んでいます。具体的には、開発品種説明会や各種会議などで「特定母樹」をPRするとともに、成長等の性能についての試験も実施し、その

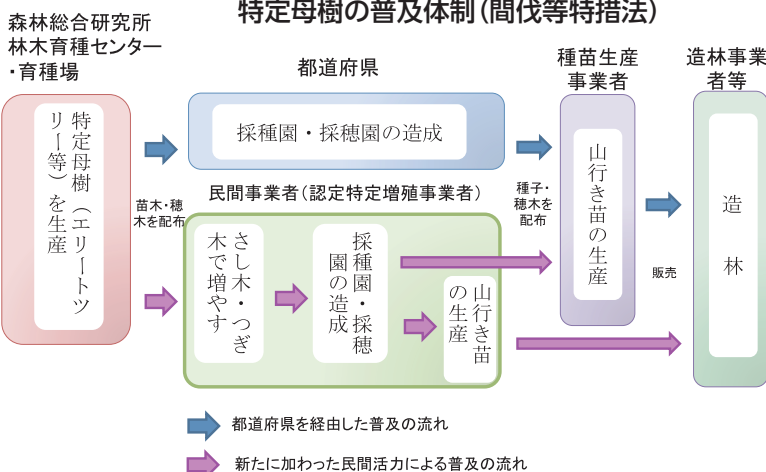
結果を都道府県や認定特定増殖事業者(間伐等特措法により都道府県から認定された民間事業者)に、「特定母樹等普及促進会議」等を通じて情報提供することとしています。関東・中部地域における第1回特定母樹等普及促進会議は、平成27年7月に開催を予定しています。

また、平成26年度には、エリートツリーを含むおよそ2000本の「特定母樹」の穂木や苗木を採種園や採穂園の原種として都道府県や認定特定増殖事業者に配布しました。今後も林木育種センターではエリートツリーの開発を進め、「特定母樹」に指定されたエリートツリーの原種配布と、採種園や採穂園の管理等に必要技術講習などの支援活動も行っていく予定です。



特定母樹の生産(林木育種センター：上)
平成26年度から民間に配布開始(九州育種場：下)

特定母樹の普及体制(間伐等特措法)



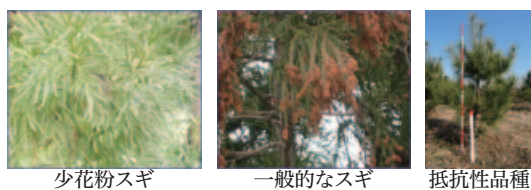
グレードアップを目指す 林木育種

エリートツリーは林業生産性の向上や省コスト化に資することを目的として成長等を改良したものです。ほかに重要なニーズがあり、それに応えるための品種を開発しています。また、今後の品種開発の期間を大幅に短縮するために新しい育種技術の研究開発にも取り組むなど、日々、グレードアップに努めています。

■世界をリードするマツノザイセンチュウ抵抗性品種

マツノザイセンチュウによる松枯れ被害は、我が国の他、韓国、中国、台湾の東アジア地域、そして、ポルトガル、スペインのヨーロッパ地域にも拡大しています。抵抗性品種の開発では日本が世界をリードしており、品種開発技術はJICAプロジェクト等を通じて海外（中国）にも技術移転されています。

マツ材線虫病に対する抵抗性がある品種の開発は、激害林分の枯れていない個体から苗木を育成し、線虫を人工的に接種して健全な系統を選抜することにより行っています。平成27年3月末現在、抵抗性アカマツで221、クロマツで154の品種を開発しています。



マツノザイセンチュウ接種検定試験

有用形質調査

ゲノム分析

現地適応試験

選抜DNAマーカーの開発

す。これらの品種から年間約107万本の抵抗性マツ苗木(平成25年度)が生産され、東日本大震災の津波で被害を受けた海岸林を始め、全国各地に植えられています。

また、現在は、第一世代の抵抗性マツ同士を交配して得られる後代(子供世代)の苗木の中から抵抗性がより高い第二世代抵抗性マツ品種の開発を進めています。

■社会のニーズに応える花粉症対策品種(少花粉スギ品種・少花粉ヒノキ品種)

現在、国民の三人に一人が罹病する

など、花粉症対策は喫緊の課題となっています。

林木育種センターでは、スギやヒノキの精英樹が植栽された全国各地の試験林(次代検定林等)において5年以上の期間にわたって雄花の着生量を調査し、ほとんど雄花を着生しない精英樹を少花粉スギ品種、少花粉ヒノキ品種として選抜しました。

現在、137の少花粉スギ品種と56の少花粉ヒノキ品種を開発しています。これらの品種から平成25年度には約200万本の苗木が生産され、山行苗として植栽されました。

■先端技術による品種開発の高速化(遺伝子レベルでの育種の促進)

スギの育種では、第一世代から第二世代精英樹を開発するまで、長期間

の歳月を要しました。この育種期間を大幅に短縮するため、ゲノム解析(遺伝子レベルで個体の違いを判定する技術)などの先端技術を駆使した技術の開発・研究を行っています。

具体的には、成長や材質などの有用形質に關与するDNAマーカーの開発、表現型形質測定手法の高度化、GIS技術や人工環境下での生育データ等の解析による有用形質に対する環境要因の解明、ゲノム情報に対応した新しい統計手法の導入などです。

これにより優良な形質を有する系統の選抜までに検定林において30年近い年月育成して調査してきた林木を3分の1以下の育成期間で選抜するとともに、選抜精度(確実性)の向上を図ることができると考えています。

林木育種と絶滅危惧種のための 林木遺伝資源の収集・保存

林木ジーン
バンク事業

成長に特に優れた品種、花粉症対策品種、病虫害抵抗性品種など林木育種センターで開発している新品種は、多岐にわたっています。

今後、社会ニーズの多様化に伴い、益々多様な性質を持った品種の開発が求められることが予想されます。

品種開発の元となる材料を育種素材と言いますが、様々な優れた品種を作るためには、多様な育種素材をたくさん準備する必要があります。林木育種センターでは、このような育種素材の確保、さらに絶滅に瀕している種の確保、この二つを柱とした「林木ジーンバンク事業」を行っています。

■林木遺伝資源の保存状況

林木ジーンバンク事業は、農林水産省のジーンバンク事業の一部として昭和60年に発足しました。約30年が経過し、現在では約37,000点の遺伝資源を保存しています。

育種対象樹種のほとんどが針葉樹であることから全体の8割以上が針葉樹で占められ、針葉樹遺伝資源が充実しているという特徴があります(図・1)。この他に希少な遺伝資源とし

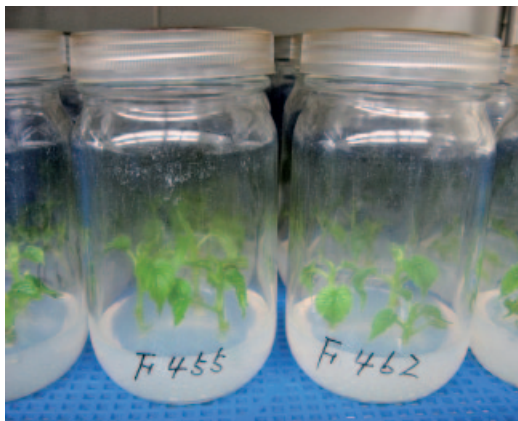


写真-1 組織培養で保存中のオガサワラグワ

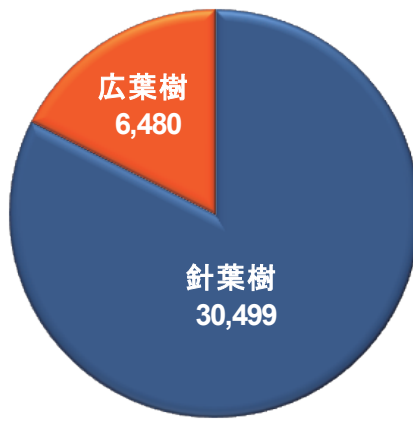


図-1 保存中の遺伝資源の針葉樹と広葉樹の割合(図中の数字は保存点数)

て、オガサワラグワ・ヤクタネゴヨウ等の絶滅危惧種64樹種を保存しています(写真・1)。

■ジーンバンク機能の高度化のための研究

遺伝資源の収集・保存といった事業の推進とともに、より実効性の高い遺伝資源の収集・保存手法の開発、様々な種子や花粉を長期間にわたって確実に保存する技術の開発(写真・2)、等、林木ジーンバンク機能の高度化に向けた研究を行っています。



写真-2 -20℃の冷凍庫で保存しているヒノキ種子

■林木遺伝子銀行一〇番

全国各地の巨樹・名木等は、数百年もの歳月の間、風雪に耐え生き続けてきた貴重な遺伝資源でもあります。

このため、天然記念物や巨樹・名木などの樹木が衰弱し、所有者等の方からの申請があった場合に、後継樹を

増殖、保存するとともに、その一部を里帰りする「林木遺伝子銀行一〇番」によるクローン増殖サービスを実施しています(写真・3)。これにより、平成26年度までに194点の巨樹・名木等について、後継樹の里帰りをしました。



写真-3 林木遺伝子銀行110番に申請された柴又帝釈天の「瑞龍松」(左)と里帰りした苗木(右)

バイオテクノロジーを活用した新たな品種開発技術 日本初 遺伝子組換えによる スギの無花粉化に成功

林木育種センターでは、成長や材質等の形質に優れたスギ・ヒノキなどの品種を選抜と交配によって開発してきました。花粉症対策として、それらの品種に無花粉の性質が加わればさらに有用です。

しかし、これまでに林木育種センターでは林業用の無花粉スギは2品種しか開発されておらず、優れた形質と無花粉性を併せ持つ品種を従来の育種法でつくることは容易ではないといえます。

遺伝子組換え技術を用いると、交配では導入できない生物種の遺伝子を利用して、目的の形質だけを短期間で改良することができます。

このため、森林バイオ研究センターでは、精英樹の交配で得られた種子をもとに、花粉の形成を阻害する微生物の遺伝子を雄花だけで働かすように導入することで花粉をつくらないスギを作製し、遺伝子組換えによるスギの無花粉化が可能であることを平成24年に実証しました。

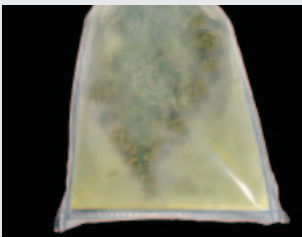
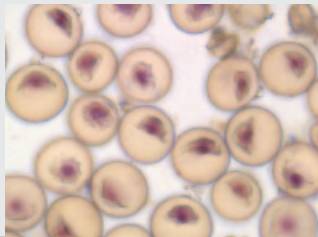
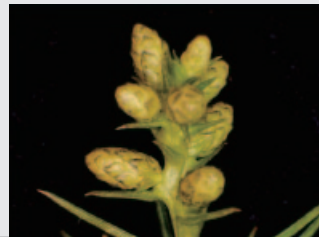

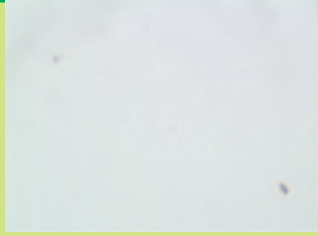
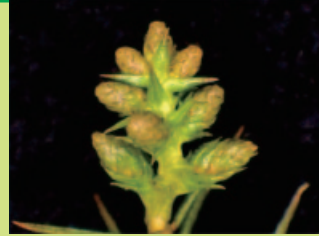
今年の4月から、作製した無花粉ス

ギの野外での成長特性等を評価するための栽培試験を隔離ほ場で開始したところです。

一方、最近の作物の育種では、遺伝子組換え技術を用いても最終的に育成された品種には外来遺伝子が残らないなどの特徴をもつこれまでにない育種技術が活用されつつあります。

森林バイオ研究センターでは、この新しい育種技術を林木へ適用する取組を始めました。今後、バイオテクノロジーを活用して得られた成果を社会に還元できるような、精神的かつ慎重に研究開発を進めていきます。



| | | | |
|---|---|--|-----------------|
|  |  |  | 通常のスギ |
| 開花期の花粉放出の様子 | 花粉の顕微鏡写真 | 雄花 | |
|  |  |  | 遺伝子組換え 無花粉スギ |



隔離ほ場に植栽した遺伝子組換え無花粉スギ



隔離ほ場への遺伝子組換え無花粉スギの植栽

世界とつながる林木育種

林木育種センターは、国内の研究開発で培ったノウハウや技術を活かし、地球温暖化に伴う気候変動などの影響を受ける国々と海外技術協力や国際共同研究に取り組んでいます。

■ケニア乾燥地耐性育種プロジェクト（JICA技術協力プロジェクト）

国土の8割が乾燥地・半乾燥地で森林率が7%と、気候変動による乾燥地の拡大が懸念されるケニア共和国からの要請により、乾燥に強く成長・材質に優れたメリア（センダン属）などの郷土樹種を対象に、平成24年から毎年延べ17名前後の短期専門家を派遣して①精英樹の選抜、②採種園の造成、③検定林の設定などの技術協力を進めています。またDNA分析、育種、増殖技術などの現地指導を行うとともに、ケニア側担当者の日本での研修も実施しています。

■防風・防潮効果に優れたテリハボクの育種（台湾、太平洋共同体と協力）

沖縄県の石垣島などの先島諸島で防風・防潮林として用いられているテリハボクは、種子から良質な精油が採

れるなど用途の広い樹種です。このため、平成23年から台湾や太平洋共同体（フィジーなど26の国と地域が加盟）との国際共同研究により、暴風や高潮の被害を軽減しながら地域住民の収入源としても役立つテリハボクの優良品種の開発に取り組んでいます。

■ベトナムでのアカシア属人工交配技術の実証試験

西表熱帯林育種技術園で開発した人工交配技術を用いて、成長・形質に優れ病気にも強いアカシアの優良品種を開発するため、平成25年から王子グリーン・リソース社との共同研究により、ベトナムで実証試験を行っています。

■フィンランドとの育種共同研究

初期成長の早いフィンランドのトウヒと環境適応性に優れた日本のトウヒの人工交配による優良品種の開発や、地球温暖化によって被害拡大が懸念されるマツノザイセンチュウへのヨーロッパアカマツの抵抗性試験をフィンランド自然資源研究所との共同研究により平成22年から実施しています。



日本での現地研修の様子
(仙台森林管理署の海岸林再生)



ケニアでの現地検討会の様子
(平成27年2月)



植栽後2年2ヶ月のメリア（センダン属）の優良個体（ケニア）



優良品種等の開発のためのトウヒ属の人工交配作業（北海道育種場）



暴風雨等からの被害を軽減する（石垣島海岸部）



優良品種等の開発のためのアカシア属の人工交配技術研究