



林木育種情報

No.19
2015.7

気候変動への適応のための林木育種協力

海外協力部長 坂井 敏純

本誌 No.15 の巻頭言でお知らせしたケニア共和国での「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」(JICA 技術協力事業)について、その後の進捗状況をご紹介します。

本プロジェクトは、森林率 7%、国土の 8 割が乾燥地・半乾燥地で地球温暖化に伴う乾燥の激化等が懸念されるケニアにおいて、郷土樹種の *Melia volkensii* (センダン属) と *Acacia tortilis* (アカシア属) を対象に、良好な成長を示す系統を選抜して優良種苗を供給する①林木育種の技術支援と②優良種苗の配布モデルの構築を主な目的として 2012 年 7 月から 5 年間の事業として始まり、今年 7 月でちょうど 3 年が経過しました。

プロジェクトは、先ず *Melia* の分布域から 100 系統の精英樹を選抜することからスタートしました。これを接ぎ木で増殖して育苗し、造成した 2 カ所の採種園に 2012 年 12 月から各系統 30 本、計 3,000 本ずつ苗木の植栽を始めました。採種園の *Melia* は順調に育ち、2014 年 4 月には樹高 3～6 m で種子生産も始まり、2015 年 2 月には樹高 5～8 m と系統間差とさらなる選抜改良の余地も見られる中、総じて旺盛な成長を示しています。(表題の写真)

2014 年からは系統評価のための検定林設定も

始まり、12 月には環境の異なる 4 カ所の検定林を設定、今後さらに設定カ所を増やしていく予定でその成長データの分析から採種園の改良やさらなる優良系統の選抜が期待されています。同様に *Acacia* の育種も併行して進めています。

この間、JICA 及び林野庁から派遣された延べ 3 名の長期専門家に加えて、森林総合研究所の林木育種センターや本所と九州大学から毎年延べ 17 名前後の短期専門家が現地指導に当たりました。また、プロジェクト管理、DNA 分析、育種、増殖、普及の各分野で、ケニア森林研究所とケニア森林公社から研究者や技術者の本邦研修として 3 年間で延べ 27 名を受け入れるとともに、研究開発の成果について両国研究者の共著論文の発表により広く普及する取り組みも始まっています。

本年 2 月に現地で共同セミナーが開催された際に採種園を視察したケニアの幅広い森林林業関係者達は「2 年で森ができています!」と一様に驚き、ケニア森林研究所のチカマイ所長から「林木育種によってこれまで困難が多かったアフリカの乾燥地・半乾燥地での森林づくりに新たな地平線が開かれた気がする」と最大級の謝意も表されました。

【紙面紹介】

林野庁補助事業「造林木の生育環境への適応性の評価」の成果…………… 2～3
みどりの女神が林木育種センターを訪問…………… 3
エリートツリーのコンテナによる育苗試験について…………… 4

林木遺伝子銀行 110 番の取組み…………… 5
遺伝子組換え無花粉スギの隔離ほ場試験を開始…………… 6
フィンランド自然資源研究所との共同研究…………… 7
ケニア JICA プロジェクト研修員の受け入れ…………… 8



国立研究開発法人 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

林野庁補助事業「造林木の生育環境への適応性の評価」の成果

1. 造林木の種苗移動について

広域で多様な環境に分布している林木は、地理的な遺伝変異を示し、異なる環境に種苗を移動すると適応性が変化することが知られています。日本の主要造林樹種の場合、環境条件や天然分布等の情報を基に、林業用種苗の移動可能な配布地域が規定されています。北は青森県から南は鹿児島県まで広い地域に天然分布しているスギでは、7つの種苗配布区域が設定されています(図1)。種苗配布区域は、経験的には妥当と考えられていますが、これまで長期的な成長等のデータによる検証がなされてきませんでした。そこで、成長・生存の面から種苗の移動の適否について、林木育種事業で収集した長期実証試験(次代検定林)の調査データと、気象環境などの環境情報を、近年発達のめざましいGIS解析の技術を用いて統合的な解析を行いました。

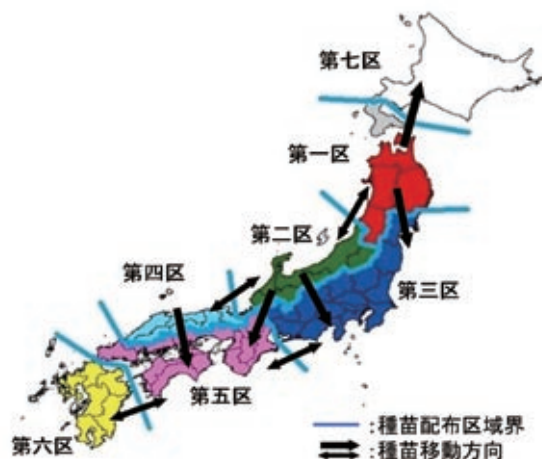


図1 スギ種苗配布区域と種苗移動方向

2. 用いたデータと解析方法

環境情報は、公開されている気温や降水量、日照等の気候値メッシュデータ(約38万地点)を取得し、スギの成長データは全国に設定した約400か所、80万本のスギ精英樹の次代検定林の10年次調査データを用いました。

最初に、取得した環境データから、日本全国を複数の異なる環境に区分し、それらの環境区分と現行の種苗配布区域を地図上で比較しました。次に、スギの異なる環境への適応性を検討するために、ある環境区分出身のスギ精英樹が異なる環境区分に植栽された場合の適応性(樹高成長の変化)を調べました。

また新たに日本全国から27系統を集め、さし木苗を作成し、試験地を9か所設定し、2年間成長を観察しました。

3. 得られた結果

ア. 環境区分と種苗配布区域の関係

気温、降水量等7つの気象環境因子を用いた解析によると、日本は5つの環境区分に分けることが適切であると分かりました。各メッシュがどの区分に割り振られたかを日本地図上に示すと、環境区分①、②は北海道、東北など冷涼環境下、③、④は本州の太平洋側、四国、九州など温暖環境下、⑤は本州日本海側の多雪環境下に相当しました。現在のスギ種苗配布区域の境界線は環境が分かれる境と概ね対応していることが分かりました(図2)。

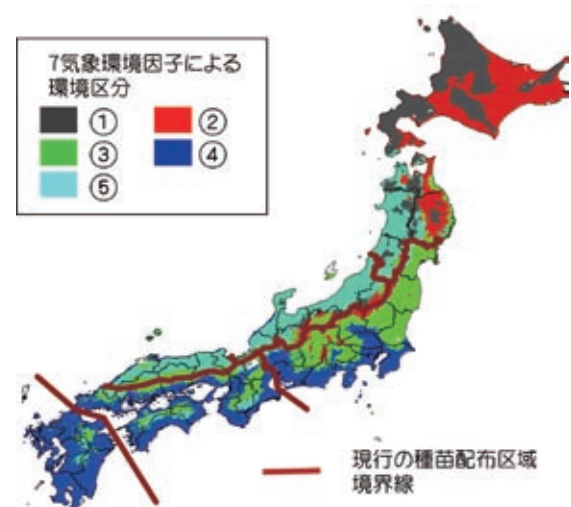


図2 日本の環境区分と種苗配布区域

イ. 異なる環境へのスギの適応

得られた5つの環境区分と次代検定林のスギ精英樹の選抜地、試験地設定箇所の地理情報を結合しました。これにより任意に選んだ環境区分出身のスギ精英樹を異なる環境区分に植栽した場合の成長パフォーマンスを比較することができます。樹高成長は、①、②の冷涼環境下出身の精英樹が③、④の温暖環境下へ移動するとパフォーマンスが同等か向上する傾向があるのに対し、③、④の温暖環境下出身の精英樹は、冷涼環境下へ移動するとパフォーマンスが同等か低下するとともに、生存率が現地産種苗を下回る傾向があることが分かりました。また⑤出身の精英樹は移動環境に依存したパフォーマンスを示す傾向がありました(図3)。



図3 異なる環境への種苗の移動による樹高成長の変化

ウ. 広域での共通系統植栽試験

日本中を網羅した27精英樹を用い、全国9カ所で苗木の初期成長を比較的環境が均質な苗畑試験地で調べました。その結果、南の試験地ほど平均苗高が大きくなり、また、どの試験地でも西日本産の精英樹が東日本産の精英樹より苗高が大きくなる傾向がありました(図4)。

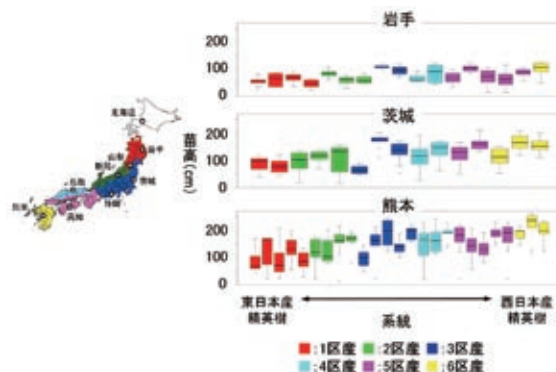


図4 広域的な共通系統植栽試験

4. 今後に向けて

本研究を通して、スギは産地によって環境適応性が異なる可能性が示され、また、種苗配布区域が種苗の移動による不利益を防止する上で一定の有効性を持つことが示されました。今後は、遺伝子レベルの解析等も含め、環境適応に関するメカニズムの解明に迫る等、環境適応性に関する研究をさらに展開していきたいと考えています。

(関西育種場 育種課 三浦 真弘、
海外協力部 海外協力課 花岡 創)

みどりの女神が育種センターを訪問

みどりの女神の佐野香奈さんが6月29日に林木育種センター(日立市)を訪れ、場内で特定母樹の視察やDNA鑑定の実験体験をしました。

その時の様子は林野庁の広報誌「RINYA」7月号に掲載されています。



みどりの女神と集合写真

エリートツリーのコンテナによる育苗試験について

1. エリートツリーについて

我が国では昭和 29 年から精英樹選抜育種事業により、成長がよく病虫害の被害がみられないスギ、ヒノキ及びマツ等の個体が一般造林地を含む野外から選抜されました。選抜されたこれらの個体(精英樹)によって構成された採種穂園の整備を進めるとともに、多くの山林にこれらの採種穂園から得られた育種種苗が現在も植栽されています。

近年、精英樹(第一世代)を親とした成長等が格段に優れた第二世代精英樹(エリートツリー)が開発されています。エリートツリーの一部は、森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法に定められた特定母樹の指定を受けていることから、今後広く普及することが予想されます。

2. エリートツリーのコンテナ試験

最近では、山出し苗をコンテナで育苗する方法が普及しつつあります。そのため、スギのエリートツリー同士で交配した種子が、コンテナで育苗した場合に果たしてどれほどの成長を示すのか明らかにする必要があります。そこで、マルチキャビティコンテナ(容量 150cc)を用いてエリートツリーの交配家系から得られた苗(約 450 本)の成長量を 1 年間調査しました。

まず、2014 年 3 月中旬にシャーレ内に種子をまき付け、発芽を確認できた種子をすぐにコンテナに移植しました。コンテナの培地の組成は、ココピート、腐葉土、苦土石灰及び化成肥料であるマクロロングトータルから成ります。また、3 か月後に追加肥料としてハイポネックスサブリ 1g、さらに 5 か月後にプロミックス錠剤中粒 1 個を与え、3 か月後、6 か月後、9 か月後、及び 12 か月後に苗長を調査しました。

3. 試験結果

移植した苗は、順調に成長を始め(写真左)、

まき付け 3 か月後の 6 月まではゆっくりと成長していましたが、その後急激に成長し、9 月には苗長は平均で 30cm 近くに達しました(図)。その後成長は急激に鈍化し、まき付け 1 年後でも苗長は平均でようやく 30cm を超える結果となりましたが(写真右)、対照として同時に育苗した在来系統の苗木の成長よりも、明らかに良いようです。詳細については、現在分析中であり、まとめ次第、学会等で公表することとしています。



写真 まき付け 1 か月後(左)及び 12 か月後(右)の育苗状況

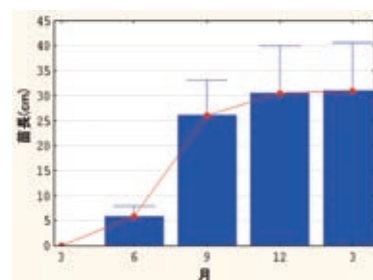


図 まき付け後の平均苗長の推移
(縦線は標準偏差を示す)

4. おわりに

今回得られた苗長は、林野庁から通知されているコンテナ苗の規格 1 ～ 5 号に 6 割以上が該当し、山出し苗として問題がありません。したがって、エリートツリーはコンテナを利用することで、まき付けて 1 年で山出し可能となることが分かりました。しかし、地際径が細い傾向がみられるため、今後野外植栽後の成長を調査していきます。

(育種部 育種第二課 加藤 一隆)

林木遺伝子銀行 110 番の取組み

1. 林木遺伝子銀行 110 番とは

全国には、学校や神社など身近な場所で長い年月にわたって地元の人々に親しまれ、ふるさとのシンボルとなっている巨樹・名木等が数多く存在します。

こうした樹木は、長い歳月の間、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、森林総合研究所林木育種センターが行っている林木のジーンバンク事業の一環として、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、さし木や接ぎ木により後継樹を増殖、保存するとともに、無償でその一部を里帰りする「林木遺伝子銀行 110 番」によるクローン増殖サービスを実施しています(図 1 参照)。



図 1 林木遺伝子銀行 110 番の流れ

樹種により接ぎ木又はさし木等での増殖を行います。接ぎ木又はさし木に用いる穂木の採取及び送付は、基本的に申請者の方に行っていただきますが、一年で増殖がうまくいくとは限りません。マメ科の樹種のサイカチやアカガシなどのカシ類など樹種によっては、接ぎ木やさし木での増殖が難しく、何度も増殖を試みることも

もあります。また、申請される巨樹・名木等は老齢である場合が多く、増殖がうまくいかないこともあるため、里帰りまでに複数年を要する場合もあります。

2. これまでの実績

平成 15 年の林木遺伝子銀行 110 番の開始から平成 26 年度末までに、全国の巨樹・名木等 312 点のクローン増殖・里帰りの申請を林木育種センター及び各育種場で受け、このうち 194 点について、地元の後継樹の里帰りを行いました(表、図 2 参照)。

表 林木遺伝子銀行 110 番の受入点数と里帰り点数の実績 (平成 26 年度まで)

年度	H15-22	H23	H24	H25	H26	合計
受入	215	22	17	29	29	312
里帰り	120	11	36	17	10	194



図 2 里帰りの例

3. おわりに

巨樹・名木等は、自然環境に対する適応性や抵抗性に優れている可能性が高く、林木遺伝子銀行 110 番で増殖したクローン苗木は親木と遺伝的に同じものであるため、林木育種等への活用が今後期待されます。

(遺伝資源部 探索収集課 大塚 次郎)

遺伝子組換え無花粉スギの隔離ほ場試験を開始

1. はじめに

スギ花粉症は国民の4人に1人が悩んでいるといわれ、我が国の大きな社会問題の一つとなっています。花粉症対策として少花粉や無花粉のスギが開発されていますが、新たな手法として遺伝子組換えによる無花粉スギの作製技術の研究も進めています。細胞の活動に必要なRNAを分解する酵素を作るバチルス菌のバルナーゼ遺伝子を雄花で働かせることにより、花粉形成を阻害した遺伝子組換えスギを作製しました。本組換えスギを温室で栽培し、花粉が全く形成しないことを確認しています。詳しくは林木育種センターのホームページ(<http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/research/20130321.html>)をご覧ください。研究の次のステップとして本組換えスギに導入した遺伝子の効果を検証するために隔離ほ場での野外試験を開始しました。

2. 隔離ほ場試験開始までの手続き

隔離ほ場とは、遺伝子組換え植物を栽培するために一般環境を模した一定の区画されたほ場であり、遺伝子組換え植物が意図せずに持ち出されることを防止するため、フェンスなどが設置されています(写真)。



写真 隔離ほ場の外観

隔離ほ場で遺伝子組換え植物を栽培するためには、環境への影響をあらかじめ評価する生物多様性影響評価が必要です。そこで、競合における優位性、有害物質の産生性、交雑性の3

項目について評価し、他の植物や微生物の生育に悪影響がないこと、遺伝子組換え無花粉スギは花粉を作らないこと、種子飛散前に球果を摘果すること、隔離ほ場での栽培期間は3年間であることなどから、3項目のいずれについても生物多様性影響が生じるおそれはないと判断しました(詳細は、<http://www.bch.biodic.go.jp/lmo.html>に掲載されています)。これらの評価結果に基づき、文部科学大臣と環境大臣に隔離ほ場試験の申請を行い、学識経験者の意見聴取やパブリックコメントを経て平成26年11月17日に承認を得ました。また、隔離ほ場試験開始前には、周辺自治体等(茨城県、日立市、高萩市、茨城森林管理署、高萩市森林組合)に試験についての情報を提供するとともに周辺住民への説明会を実施しました。

3. 遺伝子組換えスギの植栽試験開始

平成27年4月9日に遺伝子組換えスギ81本を比較用の非遺伝子組換えスギとともに植栽しました。その後、全ての植栽木が伸長成長を開始しています(図)。今後は、成長特性や形態の比較を行い、スギに導入した遺伝子が生育に影響しないかどうかを調べます。また、雄花を誘導し、花粉が形成しないことを確認します。これらにより、スギにおける遺伝子組換え技術の有効性に関するデータを蓄積していきます。



図 植栽約50日後の様子

(森林バイオ研究センター 谷口 亨)

フィンランド自然資源研究所との共同研究

1. はじめに

2008年に森林総合研究所はフィンランド森林研究所(現在は組織統合により自然資源研究所(Luke)と改称)と共同研究に関する覚書(MoU)を結び、育種の分野では2010年4月から2015年3月まで以下の2つの課題をメインテーマとした共同研究を進めてきました。

- ① 日本のアカエゾマツとフィンランドのヨーロッパトウヒの交雑育種
- ② ヨーロッパアカマツのマツノザイセンチュウ抵抗性に関する予備試験の情報交換

それぞれの研究テーマの背景と成果について説明します。

2. 共同研究の背景と成果

日本のアカエゾマツは北海道の主要な造林樹種ですが、初期成長が遅いため、下刈り期間は一般的に8年間も必要とします。一方、フィンランドは温暖化の影響を受けやすい地域で、将来、気象害等の被害が出てくる可能性があります。そこで、日本では初期成長の改良を期待して、アカエゾマツ(日本産精英樹)とヨーロッパトウヒ(フィンランド産精英樹)の交雑を行い、フィンランドでは気候変動に対応できる新しい樹種および品種の開発に期待して、日本と両親種が逆のヨーロッパトウヒ×アカエゾマツの人工交配を行いました。その結果、両国で交配種子を得ることができました。また、日本では、かつて予備的に植栽されていたアカエゾマツ×ヨーロッパトウヒの特性を調査し、アカエゾマツよりも初期成長が優れ、材質も同等以上であり、開葉時期が遅いため晩霜害を受けにくい可能性があることを確かめました。また、人工交配で苗木を大量生産するには、コストがか

かるため、若齢の実生を台木に用いたさし木を行うと、発根率が高く、大量生産の可能性があることを明らかにしました。

マツ材線虫病は、多くのマツ類が枯死に至る感染症です。ヨーロッパでは1999年にポルトガルでフランスカイガンショウの被害が報告され、現在はスペインまで拡大しています。将来の温暖化によって、フィンランドの主要な樹種であるヨーロッパアカマツにも被害が出てくる可能性があります。そこで、フィンランドの採種園産のヨーロッパアカマツに対して、系統別にマツノザイセンチュウを接種しました。予備的な試験結果ですが、ヨーロッパアカマツの中にもマツノザイセンチュウに対して抵抗性をもつ系統が存在する可能性があることが分かってきました。



写真 共同研究の成果報告会
(2015年5月、Luke プンカハリユ支所)

3. 今後に向けて

Luke との共同研究は2020年3月まで延長することが決まっています。今まで行ってきた研究の発展以外に気候変動適応策、着花促進、無性繁殖を含む様々な情報交換を行う計画になっており、両国の林木育種の発展に貢献することが期待されています。

(育種部 育種第一課 田村 明)

ケニア JICA プロジェクト研修員の受け入れ

1. はじめに

林木育種センターでは、(独)国際協力機構(JICA)を通じて、平成24年(2002年)からケニア森林研究所(KEFRI)への技術協力のための「気候変動への適応のための乾燥地耐性育種プロジェクト」を進めています。毎年、各分野の専門家を派遣して現地での技術指導を行うとともに、日本への研修員の受け入れを行い、乾燥に強く生産性の高いケニアの郷土樹種であるメリア(センダン科)などの優良品種の開発・普及に取り組んでいます。現地にはメリアの採種園や検定林を造成し、その管理方法などについての指導を行っています。

今年度は5月25日から普及コース4名、7月7日からプロジェクト管理コース2名の研修員を受け入れました。

2. 今年度の研修概要

(1) プロジェクト管理コース

(7月7日～13日)

KEFRIとともにケニアにおける森林保全・管理を担当し、プロジェクトの実施機関となっているのがケニア森林公社(KFS)です。今年度はそのトップであるKFS総裁、さらにKEFRI副所長というプロジェクトにとって極めて重要な研修員を受け入れ、我が国の育種事



写真1 茨城県採種園視察

業の概要の講義、民間苗畑や足尾荒廃地緑化事業地視察などの研修を行い、プロジェクトの運営・管理やケニアにおける森林保全の推進に貢献するものです。

(2) 普及コース(5月25日～6月19日)

プロジェクトも後半を迎えていることから、開発した技術や優良種苗の普及手法開発を進める必要があります。このため、ケニアにおいて種苗配布に携わるKEFRI3名及びKFS1名の研修員を受け入れ、我が国の育種事業の概要の講義、民間苗畑や木材加工工場の視察、NGOなども取り込んだ宮城県における海岸防災林再生事業、さらには日本におけるセンダンの造林地視察など、普及に必要な幅広い研修を行うことにより、ケニアにおける普及活動推進に貢献するものです。



写真2 民間苗畑視察

3. 今後の取組

プロジェクトもあと2年余りとなり、メリアの優良候補木選定や採種園造成等に成果が現れつつあることから、その普及などこれまで日本で研修を受けた人材の活躍が期待される所です。来年度も現地の状況を踏まえ、適切な研修となるよう取り組んでいきます。

(海外協力部 海外協力課 上澤上 静雄)

表紙タイトル写真は、ケニアにおける *Melia* (植栽から2年2ヶ月)

※紙へリサイクル可



林木育種情報 No. 19

平成27年7月31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>