ISSN　1883－311X

林木育種情報

No.35
2020.11

コロナ禍と業務

海外協力部長　稲本　龍生

令和２年度の海外協力部の業務は例年と一変し、海外渡航はおろか、相手国の担当者との連絡すら、先方の自宅待機や交代勤務のためもあって通常どおりには進まない状態が続いている。メールベースでできるだけ前向きの話をしてみるものの、少々込み入った提案となるとなかなか返事が来ない。会って直接念を押せない中で、日本側が空回りする感は否めないが、せめて、先方への支援を準備し、いつ渡航が可能になってもよいよう準備を進めようと考えている。

また、海外の育種事情を調査して将来の協力案件につなげる事情調査や、途上国の担当者が日本に興味を持ち、面識や人脈を作ってもらうはずの受入研修にも、コロナの流行を挟んで空白ができつつある。途上国での感染収束は見通しにくいものの、中にはいち早く渡航が再開されそうな国もあり、リモート対応も含め、状況にあわせた迅速な行動が必要となっている。

反面、影響が小さい面もある。コロナ禍で対面の報告や営業がテレビ会議やメールに変わり、挨拶回りや歓迎会も取り止めなど職場の習慣が随分変わったが、海外セクションの環境ではさほど違和感はない。国内でできる室内試験も開始した。更にこの際、対外コミュニケーションツールの強化を考え、育種センターの英語版パンフレットを見直す作業を始めている。

すると、英文パンフに制度や業界用語（の訳語）あるいは我が国特有の話題が当たり前のごとく使われ、結果、海外読者には内容が伝わりにくいのではということを改めて感じた。我が国でお約束の業界用語は、それを聞いたこともない人から見てどのように表現されるものなのか、松くい虫や花粉症をどう語るか。

コロナ禍で、様々なサラリーマン社会の不文律が消滅し、より「プレーンな」社会になってきた。仕事ひとつ始めるにも、広く世の中を見渡してその必要性を淡々と説き起こさなければならない。習慣や前例によらず説明し、同意を促し、共感を呼び起こす力が問われる。

この状況はパンフ改定と重なって見える。常識の通用しない相手に対して、我々職員が臆せず自らの立場を説明し、説得し、味方につけていく能力が向上するかもしれない。また、それは人口が減りつつある我が国の社会が体質を転換し、伸びていく一つの契機かもしれない。コロナ禍はすべてを「禍」と捉えず、そこをどう進むかにかかっているのではと自問している。

【紙面紹介】

無花粉スギ系統のカタログ化…… 2
土を使わずミスト散水でさし穂を発根させる技術
「エアざし」の開発…… 3
早生広葉樹の育苗技術の開発に向けて
－ユリノキ、チャンチンの効果的な種子精選方法－
…… 4～5
林木ジーンバンクに保存された種子の形質データの公開… 6
地元中学生が職場体験…… 7
林業研究・技術開発推進ブロック会議育種分科会と
特定母樹等普及促進会議を開催…… 8
みどりの女神が林木育種センター、
森林バイオ研究センターを視察…… 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

無花粉スギ系統のカタログ化

スギ花粉症は、国民の約４割が罹患していると言われており、大きな社会問題となっています。花粉症対策苗木の中で、無花粉品種から生産される無花粉スギ苗木は、花粉の飛散量がゼロであるため、究極の花粉発生源対策となります。ただし、全国的にみると、無花粉スギ苗木の普及はまだ一部の地域に限られており、花粉症対策苗木の山行き苗木本数に占める無花粉スギ苗木の割合は低位に留まっています。

無花粉の形質は、一対の潜性遺伝子をホモ（aa）で有する個体において発現し、メンデルの法則に従って遺伝することが知られています。無花粉スギを母樹とし、その遺伝子を片方だけ持ち、花粉を生産するヘテロ個体（Aa）と交配することで、理論的には２本に１本の割合で、無花粉スギ苗木を生産できます。このような交配様式により無花粉スギ苗木を生産しますが、各系統間の血縁関係を把握して採種園の設計を行うことが重要です。これは、スギ等の針葉樹では、近縁の個体間で交配を行った場合（血縁度が高い場合）、種子の充実率や発芽率の低下、発芽後の成長量の低下等の近交弱勢という現象がみられるためです。

無花粉スギが初めて発見された 1992 年から 20 年以上が経過しており、これまでの間に複数の研究機関において無花粉スギと精英樹等の人工交配が進められ、様々な無花粉スギや、無花粉遺伝子をヘテロで有する系統が作出されてきました。

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は、無花粉スギ苗木の普及・促進を図るため、地方独立行政法人青森県産業技術センター、山形県森林研究研修センター、公益財団法人東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター、神奈川県自然環境保全センター、富山県農林水産総合技術センター森林研究所、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センターとコンソーシアムを形成し、イノベーション創出強化研究推進事業（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センター）の支援を受けて「革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化・省力化と無花粉スギ品種の拡大」（平成 29 年度～令和元年度）を推進しました。この事業の中で、成長が優良であることが分かってきた無花粉スギ 43 系統と無花粉遺伝子をヘテロで有する 16 系統について、現在分かっている成長等の特性情報をカタログとして「無花粉スギ苗木普及促進のための技術マニュアル」に取りまとめました（下図参照）。また、無花粉スギと無花粉遺伝子をヘテロで有する系統の血縁度を DNA 分析により整理しました。

今後、無花粉スギ苗木を生産するための採種園を造成する計画がある都道府県におかれましては、上記の技術マニュアルに記載されている無花粉スギやヘテロ系統の特性情報や血縁関係の情報等をご活用いただければ幸いです。

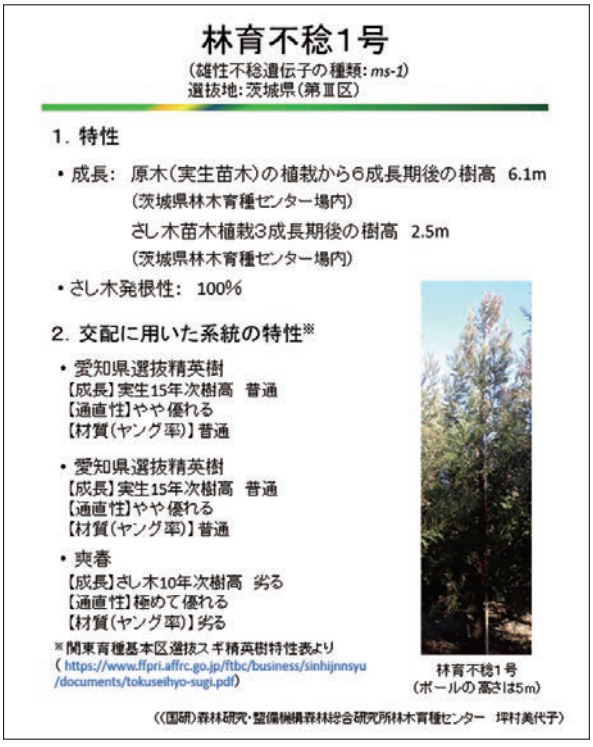

図　無花粉スギ系統のカタログ情報の一例

（育種部　坪村　美代子・田村　明・高橋　誠）

土を使わずミスト散水でさし穂を発根させる技術「エアざし」の開発

1. さし木コンテナ苗生産の課題

スギのさし木によるコンテナ苗生産は、多くの場合さし穂を苗畑あるいは土を入れた育苗箱にさしつけて一定期間管理し、十分に発根した頃を見計らって、さし穂を掘り取りコンテナへ移植するという工程で行われてきました。このため、苗畑の維持管理（除草や燻蒸など）または育苗箱への土の入れ替えや移動、苗の掘り取り等、土を扱う重筋作業を伴っていました。

スギなどの発根特性（発根率や発根までに要する日数など）は品種によって異なります。また、さしつけた後の環境条件によっても発根状況が変化します。そのため、発根した穂をコンテナへ移植するタイミングの判断が難しいといった課題がありました。伐採・造林の一貫作業システムでの利用に適し、下刈り回数の削減効果が期待される特定母樹等優れた成長特性を有する系統のコンテナ苗の生産を加速するため、品種特性の違いに影響されず、かつ労働生産性の向上を図ることができるような、新たなさし木発根技術が求められていました。

2.「エアざし」の開発

森林総合研究所林木育種センター九州育種場と九州大学大学院農学研究院（渡辺敦史准教授）は、スギのさし穂を土にさしつけずに空気中に静置させた状態で発根する現象を確認し、空気中でさし穂の発根を安定的に実現するための環境条件の探索を進めてきました。

さし穂を様々な環境条件下に静置させ、発根の有無を確認したところ、さし穂全体に定期的にミスト散水すること等により一定の条件を整えることで、スギのさし穂から安定的に発根させることができるようになりました（写真）。本手法を通称「エアざし」と呼んでおり、令和２年５月27日付けで特許を取得しました（特許番号：第6709449号）。エアざしは、スギだけでなく、ヒノキやコウヨウザン等他の林業用樹種にも適用可能であることを確認しています。

エアざしを活用することにより、発根に土を必要としないため、さしつけ用の土の準備等の作業が不要となり、省力化に繋がります。また、品種や環境条件の違いによる発根時期の差異についても、目視で発根の状況をリアルタイムに把握できるため、確実に苗木になることが見込まれる発根したさし穂のみをコンテナへ移植することで、さし木コンテナ苗生産の効率化が期待されます。

写真　エアざしで発根したさし穂の様子

3.「エアざし」の普及に向けて

現在、イノベーション創出強化研究推進事業（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）のプロジェクト課題として、共同研究機関（九州大学、宮崎大学、大分県農林水産研究指導センター、宮崎県林業技術センター、鹿児島県森林技術総合センター、株式会社長倉樹苗園、株式会社林田樹苗農園）とともにエアざしの実用化研究を進めています。この研究の成果に基づき、「新たなさし木発根技術によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル」を作成し、今年12月頃に公開する予定としており、優良種苗の更なる普及に貢献して参りたいと考えております。

（九州育種場　育種課　栗田　学）

早生広葉樹の育苗技術の開発に向けて
―ユリノキ、チャンチンの効果的な種子精選方法 ―

1. はじめに

林木育種センターでは、この林木育種情報の 33 号（令和 2 年 3 月発行）の巻頭言でも紹介したとおり、様々な早生樹にかかる技術開発を進めています。これは、我が国の多様な森林内に存在する未利用な遺伝資源の利用価値を高めることにつながります。今号では近年、早生広葉樹として注目度の高いユリノキとチャンチンについて育苗の基となる種子の効果的な精選方法について紹介します。

なお、紹介する成果は、一般財団法人日本森林林業振興会の森林林業振興助成事業として、全天連（全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会）、九州大学及び大分県と連携し、国産早生広葉樹の優良種苗の生産技術の開発の一環として行ったものです。

2. ユリノキの植栽地情報と種子精選方法

ユリノキ（*Liriodendron tulipifera*）は、モクレン科ユリノキ属の北米原産の落葉高木で、大きなものは樹高 60m、胸高直径 3m にもなり、材はやや軽軟で加工しやすく、合板、建築造作材、家具等に広い用途があります。平成 27 年度、28 年度に行われた林野庁の委託、補助事業において、ユリノキのツキ板の製作、木材特性の調査を実施して、家具（ソファー）や壁材を製作し、国際的な見本市へ出展したところ、来場者から高評価を得ており、木材の利用価値の高い樹種であることがうかがえます。当樹種は、我が国には明治時代に導入されたと言われ、街路樹や公園樹として広く植栽されているほか、大学の演習林等にも植栽地があります。

ユリノキの種子は、発芽率が極めて低いことが知られています。実際に種子の内部を軟 X 線で撮影してみると中身がない（充実していない）種子がほとんどでした（写真1）。この原因としてユリノキは北米から導入された虫媒花の樹種であることから、花粉を媒介する昆虫等がいないことが一因と考えられます。ユリノキの種子（写真2）はカエデの種子のように大きな翼がついています。その翼部分は厚く堅いことから翼だけを分離するのは非常に困難なため、風や水等の液体を用いた充実種子と未充実種子の選別が難しい樹種です。そこで、これらの種子を播種する前に 1 ヶ月程度流水に浸けておく（写真3）と充実種子は発芽し始めます（写真4）。これらの種子を選んで播種することにより、効率的な播種が可能となりました。

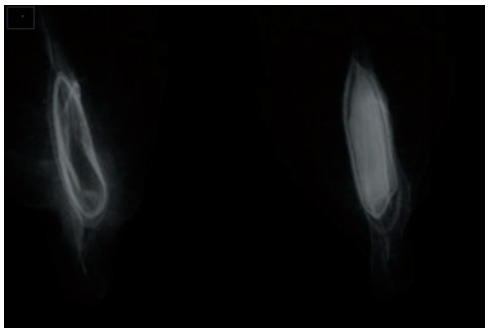

写真1　軟 X 線画像によるユリノキの未充実種子（左）と充実種子（右）の識別

写真2　発芽したユリノキ種子

写真3　ユリノキ種子の流水処理

写真4　流水処理後発芽した種子

3. チャンチンの植栽地情報と種子精選方法

チャンチン（*Toona sinensis*）は、センダン科 *Toona* 属の中国原産の落葉高木で、大きなものは樹高 20 ～ 30m、胸高直径 90cm になり、心材が赤褐色ないし褐色の環孔材で加工しやすく、建築、家具、器具等に用いられる良材ですが、量が少ないとされています。この樹種もユリノキ同様林野庁の事業においてチャンチンの化粧合板やフローリングの製作、木材特性の調査を実施して家具（チェア）や複合フローリングを製作し、見本市で高い評価を得ています。当樹種は我が国には江戸時代頃に導入されたと言われ、庭園等に植えられています。

チャンチンの種子は長楕円形のさく果に入っていてさく果が裂開すると散布されます（写真5）。この種子もユリノキと同様に、充実率、発芽率ともに非常に低く、中国原産のため花粉を媒介する昆虫等の不在が原因と考えられます。これらのチャンチンの種子をスギやヒノキでも行われている家庭用の食器洗浄用の洗剤を数滴混ぜた水による液体選を試みました。しばらくすると充実した比重の高い種子は沈み、充実していない種子と容易に分けられることがわかりました（写真6）。この精選方法により、3％程度だった種子の発芽率が 40 ～ 70％と 10 倍以上に大幅に向上しました（図1）。

4. 今後に向けて

ユリノキ、チャンチンの育苗技術の開発では、今回紹介した方法で精選した種子を用いたコンテナと苗畑での育苗試験やさし木、つぎ木といった無性繁殖試験も行っています。この育苗試験で採種母樹による苗木の成長差が大きいことがわかり、早生樹種においても苗木の基となる種子を採る木（母樹）を選定することの重要性が示されました。

これらの成果を受け、令和２年度からは、前回と同じ森林林業振興助成事業で「国産早生広葉樹の優良個体の選抜技術の開発」を行っています。この事業において、スギやヒノキといった我が国の主要な造林樹種と様々な特性や利用方法が異なる早生樹に適した優良個体の選抜技術を開発する予定です。

写真5　乾燥して裂開したさく果実

写真6　液体選による充実種子の選別

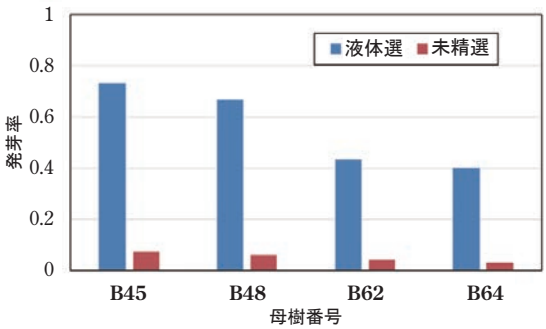

図1　未精選種子と液体選種子の発芽率の比較

（遺伝資源部　生方　正俊、山口　秀太郎）

林木ジーンバンクに保存された種子の形質データの公開

1. 種子の大きさはなぜ重要？

一度地面に根を下ろすとそこから動くことなく数十年、時には数百年を生きる樹木にとって、長距離を移動することになる種子の段階でどんな環境に運ばれるかは重要な問題です。そのため、種子の移動距離や芽生えの成長に関わると考えられる種子のサイズは、樹木の生死を左右する形質であると言えます。例えば、大きな種子ほど芽生え直後の成長に使用できる資源をたくさん保持していると考えられます。一方、スギやカエデ類等風によって散布される種子のように、小さく軽いものの方が遠くまで運ばれ、より好適な環境にたどり着く可能性が高くなると考えられます。

種子のサイズに関する情報は、図鑑等に記載されていますが、「○～○ mm」のように範囲で記されることが少なくありません。しかしながら、種子のサイズは地域や母樹によって異なることが知られていますし、例え同じ母樹であっても様々な大きさの種子を生産することが一般的です。このような現状を数値データで表すために、採取年度や母樹が明らかな種子を用いて、そのサイズを一粒ずつ計測しました。

2. 多様な樹種を計測する

林木育種センターでは、林木ジーンバンクとして有用な遺伝形質を有する個体や絶滅の危機に瀕しているような希少個体を遺伝資源として全国から収集し、種子や花粉等様々な形態で保存しています。令和元年度末現在、種子約 11,200 点、花粉約 4,000 点、成体約 29,300 点、DNA 約 400 点など計 44,900 点の遺伝資源を保存しており、試験研究のために配布しています。今回、主にこの林木ジーンバンクに保存されている種子を活用しました。また、長期保存が難しい種子を含むいくつかの樹種については、改めて採取しました。北海道から沖縄県西表島まで、日本全国の様々な気候帯から採取した 44 科 79 属 129 種の種子について計測しました。

3. 誰もが利用できるデータとして公開

計測した種子の形質は個々の種子の 3 方向の長さ、乾燥重量です。微細な種子に関してはいくつかの種子をまとめて重量を計測しました。併せて、母樹ごとに樹種名と生育場所、種子を採取した年月日を記録しました。採取年月日は種子を採取した年におけるその地域での結実期を表します。こうした情報は、今後、気候変動による植物の季節性の変化を探るデータとしても活用できます。計測した全てのデータは誰でも利用できるよう Ecological Research 誌にデータペーパーとして公開しました。以下のデータベースサイトから電子データとしてダウンロードできますのでご活用ください。

（遺伝資源部　保存評価課　木村　恵）

写真　計測に用いた種子の一部

〈データベースサイトの URL〉
http://db.cger.nies.go.jp/JaLTER/metacat/metacat/ERDP-2020-14.1/jalter-en

Kimura et al. (2020) Seed size and weight of 129 tree species in Japan, Ecological Research, 35, 787-791.
DOI:https://doi.org/10.1111/1440-1703.1213

地元中学生が職場体験

1. 日立第一高等学校附属中学校から計４名の中学生が来訪

令和２年10月29日(木)～30日(金)の２日間、職場体験学習を行い、地元中学生４名が当センターを訪れました。

2. 一日目

林木の増殖方法の体験として、アジサイとキンモクセイの枝を採取し、さし木のための穂づくりを行いました。全員が剪定バサミとナイフを使うのが初めてということで、手元が狂わないかハラハラしましたが、何本か作るうちにすぐに慣れ、無事に苗畑にさし付けることができました。

その後は、エリートツリーの選抜を、遺伝子レベルで研究しているという話を興味深く聞いていました。

写真１　さし木のための穂づくりの様子

3. 二日目

種子の保存方法について学ぶため、モミの球果から種子を取り出す作業を行いました。乾燥した球果がバラバラにほぐれてしまうことに驚いていましたが、一粒ずつ非常に丁寧に種子を取り出していました。

続いて、組織培養による増殖方法を体験するため、カギカズラをハサミとピンセットを使い、培地へ植え付ける作業を行いました。無菌状態を保つ必要があるため、「緊張して手が震えた。」と全員が口を揃えて言っていましたが、作業を終えた後は、貴重な体験に興奮を抑えきれない様子でした。

その後は、バーテックスとファコップを使って樹木の高さと幹の強度の計測、スギ雄花の採取と顕微鏡による観察、最後に熱帯温室で品種開発されたメリア等を観察しながら海外協力の取組について学びました。

写真２　スギ雄花採取の様子

4. 職場体験学習を終えて

職場体験学習を終えた生徒達からは、「林木育種センターでどのような研究をしているのか分かった。将来は研究者になりたい。」「アジサイ等、さし木で苗木を増やせることが興味深かった。」「植物の培養や顕微鏡での観察など、事前にやりたいと思っていたことを体験することができた。実際に間近で植物に触れて興味が沸いてきた。植物って凄い！いいなって思った。」など、林木の育種に携わる者として、とても嬉しい前向きな感想をもらいました。

写真３　大会議室での様子

今年は、新型コロナウイルスの影響により、「3密」対策などに気を遣いながらの実施となりましたが、来年度以降も工夫をしながら職場体験学習を継続していきたいと考えていますので、皆様のご協力をお願いいたします。

（総務部　管理課　浅井　昌裕）

林業研究・技術開発推進ブロック会議育種分科会と特定母樹等普及促進会議を開催

令和２年９月から10月にかけて、林業研究・技術開発推進ブロック会議育種分科会が、林野庁、(国研) 森林研究・整備機構共催で開催されました。この会議は、林野庁、林木育種センター、都道府県等の連携による林木育種の推進を目的として毎年、北海道、東北、関東・中部、近畿・中国・四国、九州の５ブロックで開催されています。今年度は新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、オンライン開催、メール開催等の方法で行われました。林木育種センターからは、優良品種の開発・普及の状況等に加え、用土を用いずミスト散水でさし穂を発根させるさし木手法の開発、「無花粉スギ普及促進のための技術マニュアル」を作成したこと等について説明しました。

関東・中部ブロック会議育種分科会では、例年室内協議の翌日に現地検討が開催されていましたが、今年度はオンライン開催のため、プレゼンテーションによる方法に変更し、福島県からスギ特定母樹採種園の種子生産状況や東日本大震災からの海岸防災林の復興状況について紹介いただきました。

特に、福島県ではクロマツ採種園の造成を平成18年度から始めていたため、震災直後の平成23年度から種子生産を開始できたものの、620haにも及ぶ海岸防災林の造成を行うには、クロマツ種子が足りず、平成27年度までは県外から提供された種子も利用していたことや、クロマツ種子不足からアカマツ苗木の生産も進められたものの、クロマツより潮風に弱いアカマツ苗木が敬遠され余ったことなどについて、紹介がありました。

また、北海道、東北、近畿・中国・四国ブロックについては、この会議と併せて特定母樹等普及促進会議を開催し、特定母樹の普及等について議論を行いました。なお、関東地区特定母樹等普及促進会議は７月にオンラインで開催し、主にヒノキ特定母樹等を普及するための取組について、林野庁、都県等の関係機関、民間事業体が参加し、意見交換を行いました。

表紙タイトル写真

ケニアの郷土樹種メリア *Melia volkensii* の無性繁殖（根ざし）の効率化試験（場所：西表熱帯林育種技術園）

みどりの女神が林木育種センター、森林バイオ研究センターを視察

令和２年９月８日、2020ミス日本みどりの女神　井戸川 百花（いどがわ ももか）さんが当センターを視察しました。

写真１　実験体験の様子

残暑厳しい中、エリートツリーやジーンバンク事業等、当センターが誇る事業・研究の視察から始まり、エリートツリーの樹高を樹高測定器で測定したり、シークエンス解析室では、実際に白衣を着てDNA実験を体験してもらいました（写真1）。

井戸川さんからは、「長年にわたる研究は、現場を助けるために行われており、より良い品種を作りあげることが、日本の森林を作っていることを実感しました。」とのメッセージをもらい、職員一同、改めて業務に励んでいく事を心に誓いました。

写真２　コンテナ苗と井戸川さん

本記事の詳細は、当センターホームページにある「林木育種の現場から」に掲載しています。

（企画部　育種企画課　橋本　光司）

林木育種情報　No.35　　令和２年11月26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　https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/index.html