ＩＳＳＮ　１８８３－３１１Ｘ

「橋渡し」機能の強化について

審議役　　河野　晃

平成 28 年度から、第４期の中長期計画がスタートしました。新たな中長期計画では、我が国の森林・林業・木材産業の発展に重要な役割を担っている森林総合研究所について、その研究開発の成果の最大化を図るため、第３期中長期計画にはなかった新たな取組として、「橋渡し」機能の強化が盛り込まれています。ここでは、その「橋渡し」機能の強化に関する林木育種センターの取組についてご紹介いたします。

第４期中長期計画では、「橋渡し」機能の強化として「国内外における森林・林業・木材産業に対する社会ニーズ及び科学技術の動向を踏まえ、研究シーズの創出から事業ベースの実証研究に至るまで、ニーズに合致する最適な研究成果が森林・林業・木材産業の担い手や関連企業等において活用されるよう実施体制を整備しつつ、以下の取組により「橋渡し」機能を強化する。」とされ、具体的には「産学官及び民との連携、協力の強化」と「研究開発のハブ機能の強化」に取り組むこととしています。

このことは、研究機関として、研究の推進はいうまでもなく、研究成果の実用化に向けて、大学や行政、企業、NPO 法人など、いろいろな主体と連携していく、また、地域のニーズや課題に対応するため、研究推進の拠点としてハブ機能を果たしていくということが求められている中で、林木育種センターとしても、積極的に取り組んでいくということです。

このため、森林総合研究所本所に設置された産学官民連携推進委員会や地域イノベーション推進委員会等のメンバーとして林木育種センターも参画し、推進体制を強化しました。また、大学や都道府県における研究機関などとの共同研究をこれまで以上に進めるとともに、特定母樹等普及促進会議やブロック会議等の各種会議の場を活用した地域ニーズの把握等に加え、今年度から「林木育種連携ネットワーク」を新たに立ち上げました。

このネットワークは、全国にある５つの育種基本区ごとに設置しており、都道府県及び都道府県の研究機関や山林種苗協同組合などがメンバーとなっています。ネットワークでは、メーリングリストの作成、メールマガジンの発行を通じて、林木育種センターにおける品種開発等の情報提供や関係者間の情報交換等を行っています。

まだまだ立ち上げてから日も浅く、活動もこれからといったところですが、今後、林木育種に関する「橋渡し」の場として育てていきたいと考えていますので、関係各位のこれまで以上に積極的なご参加をよろしくお願いいたします。

【紙面紹介】

「コウヨウザン」について（1）…… ２～３
海外育種事情調査（ヨーロッパの施設内採種園）… ４
ウイルスを利用した林木育種研究の試み…… ５
カラマツの安定的種苗生産に向けた技術開発…… ６
気候変動に適応するためのスギの育種技術開発… 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
一般公開「親林の集い」を開催…… 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

「コウヨウザン」について（1）

1. コウヨウザンとは

最近、森林・林業関係者の間で早生樹種としてコウヨウザンの話題が出るようになりました。まだまだこの樹種についての情報が少ないことから、我々が進めているプロジェクトで明らかになったコウヨウザンの諸特性について、今回と次回の２回に分けて、紹介していきます。

コウヨウザン（*Cunninghamia lanceolata*）は、ヒノキ科コウヨウザン属の高木性針葉樹でスギに近縁な樹種です。原産地は中国の南部地域と台湾と言われ、中国の代表的な造林樹種として揚子江以南の地域に広く植栽されています。日本には、江戸時代に持ち込まれたという説がありますが、寺社等に植栽されている大木の由来を調べるとそれ以前に渡来した可能性もあるようです。我が国に現存するコウヨウザンは、寺社、公園等に単木で植栽されているものが多く、林分となっているものは十数カ所程度知られているのみです。これらのうち数カ所の林分で、成長や材質の調査が以前に行われていましたが、単発的で、我が国のコウヨウザンの特性の全容を明らかにするような報告はありませんでした。

林木育種センターでは、平成 27 年度から、鹿児島大学、広島県立総合技術研究所林業技術センター、中国木材株式会社と共同で、我が国に導入されたコウヨウザンの特性を明らかにし、優良個体の選定や品種改良の方向性を示すための事業を進めています。この事業は、農林水産省の農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（発展融合ステージ、産学機関結集型）として行っています。

2. 明らかになったコウヨウザンの特性

（1）成長特性

国内に現存するコウヨウザン林分のうち８カ所について成長特性の調査を行いました。図１に、広島県庄原市の民有林（写真１）の調査結果を示します。この林分は、スギの収穫予想表から得られた収穫量と比較して約２倍の成長性を示すことが明らかになりました。このような優良な成長は、茨城県日立市の林木育種センター構内の試験地でも得られています。全体的にスギの植栽に適した土壌が深く湿潤な立地条件だとスギの２倍程度、ヒノキの適地でもスギの一等地と同程度の成長性を示すことが明らかになりました。

樹木の高さ別に円盤をとり、樹幹解析を行うと、植栽後 50 年を過ぎても旺盛に成長を持続していることがわかりました。また、成長性には、有意なクローン間差がみられ、コウヨウザンについて育種による成長性の改良が期待できます。

図１　コウヨウザンと同一地域のスギの総収穫量の比較

写真１　広島県庄原市のコウヨウザン林

(2) 材質特性

成長性の調査を行った広島県庄原市の林分から材質調査用の個体を伐採し、中国木材株式会社で製材したものを、広島県立総合技術研究所林業技術センターで材質、特に力学的特性について試験しました(写真 2)。平角材の曲げ強度、縦圧縮強度、せん断強度などは、スギやヒノキを上回り、めり込み強度は下回るという結果が得られました。

写真 2　平角材の曲げ強度試験

材質を対象として育種を進める場合、より簡易に多くの個体から材質関連のデータを得る必要があります。スギやヒノキで行われている立木状態で簡易に材質の評価が可能な応力波伝播速度をファコップで測定したところ(写真 3)、実際に切り倒した丸太のヤング率と応力波伝播速度とは高い相関関係が認められ、コウヨウザンにおいてヤング率の推定に応力波伝播速度の測定が有効であることがわかりました。

写真 3　ファコップでの測定
(広島県立総合技術研究所林業技術センター提供)

(3) 生育特性

コウヨウザンは、我が国のどのような地域に植栽可能なのかを明らかにするため、既存の文献情報、インターネット上の情報等と実際の踏査により、実在が確認されたものについて、コウヨウザンの生育地マップを作成しました(図 2)。コウヨウザンは、宮城県及び新潟県以西から九州までの潜在植生が照葉樹林帯と考えられる地域に広く植栽され、関東地方、近畿から北陸地方にかけての地域に多くみられました。また、所在地の気候条件は、年平均気温 12℃以上、暖かさの指数 90℃・月以上、寒さの指数－ 15℃・月以上となり、照葉樹林帯が適地であることが示唆されました。

図 2　コウヨウザンの所在地マップ
(◆が所在地)

今回は、コウヨウザンの成長、材質及び生育特性を紹介しましたが、次号では、苗木生産等に関係する増殖特性、DNA 分析等で得られた遺伝的特性について紹介する予定です。

コウヨウザンに関する調査等では、東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林及び樹芸研究所、筑波大学農林技術センター井川演習林、京都府立大学生命環境学部附属大枝演習林、四国森林管理局、九州森林管理局、広島県庄原市の八谷氏に大変お世話になりました。この場を借りて御礼申し上げます。

(遺伝資源部　生方　正俊)

海外育種事情調査（ヨーロッパの施設内採種園）

1. はじめに

近年無花粉スギの開発やカラマツの着花促進を効果的に行うために、施設内採種園を用いた研究が進められています。林木育種センターでは、毎年海外の先進的な林木育種技術の調査を行っており、今年度はスウェーデン及びアイルランドにおいて事業規模での施設内採種園による先進的な種子生産及び育種研究について調査を行いました。

2. スウェーデン森林研究所（Skogforsk）

Skogforsk は政府と民間それぞれの出資による森林・林業の研究機関で、首都ストックホルム近郊に本部を置き、北部のセバール支所と南部のエコボ支所はともにそれぞれ育種や種苗生産の研究を行っています。今回訪れたのは南部のエコボ支所で、デンマーク最南端の町マルメから車で北へ１時間ほどのところにあります。

写真１　大型ポット苗及び採種園用ガラス温室

エコボ支所における施設内採種園は、主にヨーロッパバーチ（ヨーロッパカバノキ）を使って行われており、大型ポットに植栽した樹高4m ほどのバーチを交配時期にリフトで温室の中に搬入して種子生産を行うというものです。スウェーデン北部では既存のヨーロッパアカマツ採種園をビニールハウスで被覆した簡易型の施設内採種園の研究も行われており、より高品質な系統の種子生産を目指しています。

3. アイルランド農業食品開発局（Teagasc）林業開発部と Coillte 社

アイルランドにおける森林・林業の研究は、独立した研究機関を持たずに政府が支援するプログラムに基づき、大学や研究組織によって行われています。林木育種に関する試験･研究は、今回訪問した Teagasc 林業開発部及び半官半民の Coillte 社（森林・林業を中心とした環境型総合企業）で行われており、Teagasc では主にカバノキ類やタモ類の広葉樹の育種研究を、Coillte 社ではトウヒ等針葉樹を中心とした育種研究を行っています。

写真２　Coillte 社施設内採種園
屋根は開閉式、樹種はシトカスプルース（シトカトウヒ）

施設内採種園は Teagasc との共同研究により Coillte 社で主に実施されており、シトカスプルースでは事業規模での生産も始まっています。ここでも大型のポット苗を使い屋根が開閉式のビニール温室内で交配を行っています。

4. 終わりに

カナダやヨーロッパでは既に施設内採種園で事業的な種子生産が行われています。今回訪問したヨーロッパ２カ国でも、本格的な施設内採種園による種子生産を実施しており、特に花粉の循環を効果的に行うことが重要であるとしています。今回の調査を今後の集約的な交配技術の研究に活かしていきたいと考えています。

（海外協力部　海外協力課　上澤上　静雄、
育種部　育種第二課　山野邉　太郎、
九州育種場　育種課　栗田　学）

ウイルスを利用した林木育種研究の試み

1. ウイルスベクターについて

「ウイルス」と言えば冬季に流行するインフルエンザウイルスなど、人体に悪影響を及ぼす病原体をイメージされる方が多いかと思います。植物もウイルスが感染し病気を発症します。最近ではウメ輪紋ウイルス病にかかった梅林が伐採されるといった悲しい報道も記憶に新しいところです。このようにあまりイメージの良くないウイルスですが、一方で、ウイルスの有効活用も行われています。ウイルスは生体に感染すると全身に広がり、増殖します。この感染力や増殖力を利用してウイルスを遺伝子の運び屋として使うのです。この有益なウイルスはウイルスベクター（「ベクター」は「運び屋」の意味）と呼ばれ、医薬品の生産や遺伝子治療、基礎研究などに利用されています。私たちは林木育種の研究にこのウイルスベクターが利用できないかと考えました。しかし、スギやヒノキ、マツ類といった針葉樹には感染するウイルスがほとんど知られていないという問題がありました。

2. 針葉樹に感染するウイルスを探す

岩手大学の吉川教授らの研究グループはリンゴから分離された病気を引き起こさないウイルスを解析し、リンゴ小球形潜在ウイルス（ALSV と略す）と命名しました。この ALSV は果樹や草本植物など多くの植物種に感染し、ウイルスベクターとしての利用も可能であることが示されています。そこで、ALSV が針葉樹にも感染するかどうかを調査しました。その結果、材料として用いたスギとクロマツいずれにおいても ALSV は容易に感染することが明らかとなり、また、他の植物種と同様に病徴も観察されませんでした。このことから、針葉樹においても ALSV がウイルスベクターとして利用できる可能性が高まりました。

3. ALSV で遺伝子の働きをコントロール

次に、スギとクロマツで実際に ALSV に遺伝子を運ばせる実験を行いました。ALSV に運ばせる遺伝子は視覚的に容易に観察できるように緑色の蛍光を発するタンパク質（GFP）の遺伝子を用いました。この GFP 遺伝子を ALSV に組み込み、スギとクロマツの種子胚に接種しました。すると、時間の経過とともに緑色の蛍光が胚の中を拡がっていく様子が観察されました（写真 1）。これはまさしく ALSV が増殖して広がっていくに従い、運ばれた GFP 遺伝子が胚の体内で働いていることを示すものでした。また、スギやクロマツ自身が持つ遺伝子を組み込んだ ALSV を接種すると、植物の防御反応によって ALSV に乗せた植物自身の遺伝子の働きが抑制されることもわかりました。これらによりスギやクロマツで遺伝子を働かせたり、抑制したりといったコントロールが可能になりました。今後は働きが不明な遺伝子の機能解明や、花粉の形成に必要な遺伝子の抑制による無花粉スギの作製など、ALSV ベクターを林木育種研究に役立てることが期待できます。

（森林バイオ研究センター 小長谷　賢一）

写真 1　緑色蛍光タンパク質（GFP）遺伝子を組み込んだ ALSV を接種したクロマツ種子胚の蛍光像
上から接種 3 日後、4 日後、5 日後。
日数が経過しているので種子胚が大きくなっている。

カラマツの安定的種苗生産に向けた技術開発

1. カラマツ需要の高まりと苗木不足

カラマツは成長が早く、材の強度が高く、心材の含水率が低いため、材積成長が旺盛で、かつ乾燥コストが少ない樹種です。かつては乾燥・加工時のねじれや割れが問題視されましたが、乾燥技術の進歩によりこの欠点はほぼ克服され、優れた性能を持つカラマツは、今日では外材に対抗しうる樹種と期待されています。今後カラマツの伐採と、その後の再造林が拡大すると予想されていますが、カラマツ種苗の不足が問題となっています。

2. カラマツ苗の不足は種子不足

スギでは、ジベレリン処理により容易に着花を促進する技術がありますが、カラマツではそのような技術が充分に確立していないため、種子生産は多くの場合自然任せです。元来、カラマツの種子生産には豊凶があるため、苗木不足の問題解決には種子の安定的生産技術が必要です。

3. 3つのステップでの技術開発

このようなカラマツの種苗不足を解消することを目的として、今年度より、農林水産技術会議の革新的技術・緊急展開事業（地域戦略プロジェクト）として、林木育種センターが代表機関となり、北海道、青森県、岩手県、群馬県、山梨県、長野県の各林業試験研究機関、岡山県生物科学研究所、宮崎大学、北海道山林種苗協同組合、雪屋媚山商店とコンソーシアムを形成し、「カラマツ種苗の安定供給のための技術開発」（平成28～30年度）に着手しました。このプロジェクトでは、1）着花促進、2）種子生産、3）苗木生産の3つのステップを設け、それぞれの段階で技術開発に取り組むことにしました。

着花促進では、光や水分、物理刺激、施肥などの条件をコントロールすることによって着花を促進する技術を、種子生産では、採種時期の最適化と採種作業の機械化を、苗木生産では、さし木技術により1つの種子から複数の苗木を育成する技術を開発します。開発した技術を各地域の状況に応じて組み合わせることにより苗木の生産性を高め、今後のカラマツ林業の発展に貢献することを目標としています。

（育種部　育種第一課　高橋　誠）

図1　カラマツ種苗の安定供給のための技術開発の課題構成の概要

気候変動に適応するためのスギの育種技術開発

1. 地球温暖化と適応計画

平成 26 年 11 月に公表された IPCC 第 5 次評価報告書では、温室効果ガスの削減努力を行った場合であっても想定される気候変動に対処するために、短期的な対応だけでなく、中長期的な適応も必要とされています。これを受け、平成 27 年に政府は「気候変動の影響への適応計画」を、農林水産省は「農林水産省気候変動適応計画」を策定しています。森林分野においても、山地災害の激甚化や人工林の生育環境の変化等に対応するための技術開発が必要となっています。

2. 温暖化による環境変動とスギ

今世紀末までの約 100 年間で気温は最大で 4.8℃上昇すると予測されています。また、降水についても、時期的、局地的な偏りによる多雨と渇水（極端現象）の発生の増加が予測されています。気温上昇や降水パターンの変化に伴い、スギでは、高温や乾燥のストレスにより、スギ林が衰退するリスクが高まると懸念されています。

3. 気候変動適応策のための育種技術の開発

高温や乾燥ストレスに耐性を有するスギの品種開発の推進に向けて、林木育種センターが代表機関となり、九州大学や岡山県、愛媛県、宮崎県とコンソーシアムを形成し、農林水産技術会議委託プロジェクト研究「気候変動に適応した花粉発生源対策スギの作出技術開発」（平成 28 ～ 32 年度）により、そのような育種の推進に必要となる育種素材を作出するための技術開発を推進することとなりました。

昨今、スギの種苗生産にあたっては、雄花着花性がしばしば注目されます。そこで、このプロジェクト研究においては、環境ストレスへの適応性と併せて、雄花着花性に関する研究も一体的に取り組むこととし、環境適応性の系統評価や高温・乾燥といったストレス応答に関する遺伝子基盤の確立、雄花着花性の判定に向けたマーカー開発等の研究を推進し、気候変動適応策と花粉発生源対策に資するスギ育種素材を作出することをめざします。

（育種部　育種第一課　高橋　誠）

図１　プロジェクト研究の課題構成の概要

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

林野庁、森林総合研究所共催で、林業研究・技術開発推進ブロック会議育種分科会を開催しました。この会議は毎年９～10月に開催され、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、北海道、東北、関東・中部、近畿・中国・四国、九州の５ブロックで行われました。林木育種センターからは４月から第４期中長期計画が始まり、研究開発成果の最大化に向けた取組としてハブ機能や橋渡し機能の強化について取り組んでいくこと、また花粉症対策品種の開発推進についてより一層取り組んでいくことを説明しました。

さらに、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・中部ブロックについては７月に長野県佐久市他で開催し、主にカラマツの普及に対する取り組み状況について各機関から情報提供が行われています。

関東・中部ブロックでは、育種分科会の前日に現地検討が開催され、東京都農林総合研究センターにおいてスギ及びヒノキ少花粉ミニチュア採種園（写真１）等を視察しました。

写真１　関東・中部ブロックの現地検討の様子
ヒノキ少花粉ミニチュア採種園を視察

一般公開「親林の集い」を開催

10月22日（土）に、林木育種センターの一般公開「第21回親林の集い」を開催し、約900名と多くの方々にご来場いただきました。

写真１　芝生で行った「クッブ」

子ども達に人気の森の迷路やクイズラリーの他、今回初めてクッブ（木片）にカストピンナ（木棒）を投げて倒し、先に全てのクッブを倒したチームを勝ちとするスウェーデン由来のスポーツである「クッブ」（写真１）と、林野庁広報室の平田美紗子さんにご来場いただき広報林野「お山ん画」のイラスト展（写真２）を行い、多くの方に参加いただきました。

「親林の集い」は、来年も同時期に開催する予定ですので、是非ご来場下さい。

写真２　広報林野「お山ん画」イラスト展

（企画部　育種企画課　小野　雅子）

表紙タイトル写真は、12月８日に行われた林木育種連携ネットワーク研修の様子。コンテナ苗の育苗技術について研修を行い、多くの方に御参加いただきました。

※紙へリサイクル可

林木育種情報　No. 23　平成29年１月18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