



早生樹遺伝資源の利用促進に向けて

遺伝資源部長 山田 浩雄

令和3年度は新たに策定された「第5期中長期計画(令和3年度～令和7年度)」のスタートの年度でした。林木育種センターでは、林野庁の林木ジーンバンク事業を通じて、スギ、ヒノキ等の主要な造林樹種の育種素材や絶滅が危惧される希少種等に加えて、早生樹や有用広葉樹の探索・収集、増殖・保存、収集した遺伝資源の特性評価等を進めて参りました。特に中長期的展望に立って、社会的ニーズを的確に捉えて林木ジーンバンク事業を戦略的に進めることとしており、新需要の創出等に貢献する林木遺伝資源の充実と活用の強化のため、早生樹として期待されているコウヨウザン、センダン、ユリノキ、チャンチン、オノエヤナギ、ドロノキ、ヤマナラシ等を対象に収集、保存及び特性評価を進めました。

早生樹はその成長の良さから、下刈り回数の縮減等による造林の低コスト化、短伐期施業による林業の採算性の向上、森林の炭素固定能力の強化等が期待されており、最近注目を集めています。コウヨウザンはスギやヒノキと同等の材質を有していて、建築材や合板、LVL等として利用が可能であること、センダンやチャンチンは家具材として、また、オノエヤナギ等のヤナギ類はバイオマ

ス燃料としての利用が見込まれており、この度の早生樹への注目は、生産される木材の利用途も合わせて検討されていることに特徴があり、新たな需要の創出に結びついていると考えています。

一方で、これまでも早生樹が注目され、早生樹造林が何度となく試みられてきましたが、成功事例は多くありません。これは立地条件によって成長が大きく変化する早生樹を広く造林しようとしたことや、植栽する苗木に係る知見が得られていなかったこと等が原因と考えられます。そこで林木育種センターでは、早生樹遺伝資源の収集、保存だけでなく、利用を促進するための特性評価として、早生樹造林に興味をもつ関係機関や民間企業と連携して、産地・系統の明らかな苗木を立地条件の異なる複数の箇所に植栽する試験を進めています。この試験を通じて、どの産地・系統の苗木をどこに植栽すれば良いのか等、それぞれの早生樹がもつポテンシャルを最大限に引き出し、成長のパフォーマンスを最大化するための方法を提示したいと考えています。

今後も林木遺伝資源の利用促進に向けた取り組みを進めて参りたいと考えていますので、皆様のご理解とご協力をお願い申し上げます。

【紙面紹介】

令和3年度に開発した優良品種……………	2～3	林木遺伝子銀行110番……………	6
フクギ(<i>Garcinia subelliptica</i>)の挿し木苗生産の実用化について …	4	令和3年度林木育種成果発表会を開催 ……………	7
ヒノキの薬剤感受性に関する遺伝的特性……………	5	特定母樹等育成温室の紹介……………	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

令和3年度に開発した優良品種

1. はじめに

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(以下、林木育種センター)では、令和3年度から新たにスタートした第5期中長期計画(令和3年度～令和7年度;5年間)において多様な森林の造成・保全と持続的資源利用に貢献することを目的として、優良品種の開発を行うという目標を掲げて、優良品種開発のための調査・研究を進めています。中長期計画の初年度である令和3年度はアカマツ・クロマツにおけるマツノザイセンチュウ抵抗性品種を合計36品種開発しました。

2. マツ材線虫病と抵抗性品種の開発

マツ材線虫病は、マツノザイセンチュウが、マツノマダラカミキリ等に運ばれてアカマツやクロマツの樹体内に侵入することにより、マツを枯死させる樹木の病気です。明治38年に福岡県と長崎県でマツ材線虫病が発生したという記録が残っています。その後大正から昭和初期にかけて被害は西日本各地に広がり、第二次世界大戦前後の社会の混乱や燃料革命による里山の荒廃を受けて西日本を中心に被害が拡大しました。その後昭和40年代後半以降被害地域が北上し、現在、北海道を除く46都府県で被害が発生しています。令和元年度の松くい虫被害量(材積)は約30万m³で、昭和54年度のピーク時の8分の1程度となっていますが、依然として我が国最大の森林病虫害被害となっています。

このマツ材線虫病被害の軽減に資するため、林木育種センターは昭和53年度からマツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発に取り組み、令和2年度

末現在、マツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発数は、アカマツで298品種、クロマツで231品種となっており、これらの品種が各地の抵抗性マツ採種園に植栽され、そこから生産される抵抗性種子により、抵抗性マツ苗木の生産・普及が進んでいます。

3. 令和3年度に開発したマツノザイセンチュウ抵抗性品種

令和3年度に新たに開発したマツノザイセンチュウ抵抗性品種は、東北育種基本区で抵抗性クロマツ品種3品種、関東育種基本区では抵抗性アカマツ品種2品種と抵抗性クロマツ品種5品種、関西育種基本区では、抵抗性アカマツ品種3品種と抵抗性クロマツ品種18品種、九州育種基本区では抵抗性クロマツ品種5品種、合計36品種を開発しました。(表1～2、写真)。これら品種は県の試験機関や大学と連携して開発しました。

今年度、東北から九州の各育種基本区でマツノザイセンチュウ抵抗性品種が開発されており、これらは各地域における抵抗性を有した抵抗性マツ苗木の遺伝的多様性を高めることに貢献することが期待されます。また、今年度は第二世代品種を20品種開発しました。これらは、これまでに開発したマツノザイセンチュウ抵抗性品種間で人工交配を行い、その実生個体群から開発された第二世代の抵抗性品種で、従来の第一世代品種よりも抵抗性レベルが高い品種となっています。このため、今後第二世代品種の普及が進み、そこから生産される抵抗性マツ苗木が活用されることで、マツ材線虫病対策のより効果的な推進に貢献することが期待されます。

表1 令和3年度開発したマツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ品種

育種基本区	番号	品 種 名
関東	1	千葉(東大演)アカマツ27号
	2	千葉(東大演)アカマツ31号
関西	3	香川(まんのう)アカマツ1号*
	4	香川(まんのう)アカマツ2号*
	5	香川(まんのう)アカマツ3号*

*: 第二世代品種

表2 令和3年度開発したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種

育種基本区	番号	品 種 名	育種基本区	番号	品 種 名
東北	1	山形(酒田)クロマツ195号	関西	17	岡山(勝央)クロマツ4号*
	2	山形(酒田)クロマツ202号		18	岡山(勝央)クロマツ5号*
	3	新潟(長岡)クロマツ37号		19	岡山(勝央)クロマツ6号*
関東	4	茨城(銚田)クロマツ58号		20	岡山(勝央)クロマツ7号*
	5	千葉(天津小湊)クロマツ1号		21	岡山(勝央)クロマツ8号*
	6	千葉(成東)クロマツ11号		22	岡山(勝央)クロマツ9号*
	7	愛知(田原)クロマツ34号		23	岡山(勝央)クロマツ10号*
	8	愛知(田原)クロマツ40号		24	岡山(勝央)クロマツ11号*
関西	9	石川(志賀)クロマツ58号		25	岡山(勝央)クロマツ12号*
	10	石川(高松)クロマツ417号		26	岡山(勝央)クロマツ13号*
	11	石川(富来)クロマツ252号	九州	27	熊本(合志)クロマツ51号*
	12	島根(海士)クロマツ32号		28	熊本(合志)クロマツ52号*
	13	島根(海士)クロマツ63号		29	熊本(合志)クロマツ53号*
	14	島根(海士)クロマツ363号		30	熊本(合志)クロマツ54号*
	15	岡山(勝央)クロマツ2号*		31	熊本(合志)クロマツ55号*
	16	岡山(勝央)クロマツ3号*			

*: 第二世代品種



写真 令和3年度開発したマツノザイセンチュウ抵抗性品種

左から、山形(酒田)クロマツ195号、千葉(東大演)アカマツ31号、
香川(まんのう)アカマツ1号、熊本(合志)クロマツ51号

(育種部 育種第一課 倉本 哲嗣)

フクギ(*Garcinia subelliptica*)の挿し木苗生産の実用化について

1. 背景

フクギは、フィリピン、ジャワ島、スリランカ、台湾に天然分布するとされており、日本では古来より、奄美から沖縄にかけて防風・防潮・防火林などとして利用されてきました。現在でも沖縄県で最も苗木生産の多い樹種の一つです。ところが、落下したフクギの実は、強い臭いを出すため、植栽が敬遠されるという難点も併せ持っています。フクギは雌雄異株ですが、苗木の状態では外見から雌雄の判別ができないため、雄株のみを選別して植栽する実用的な方法がありません。そこで、フクギの雄株を挿し木で効率的に大量増殖でき、かつ価格や生育の面で実生苗との差が実用上許容できる範囲であれば雄株の挿し木苗生産が普及するものと考え、挿し木技術の改良を進めることにしました。

2. 挿し木苗生産効率化のための試験と結果

挿し木の発根や生育には用土、温度等の多くの要素が影響し、実用段階では様々な条件下で挿し木苗が生産されることが想定されます。そこで、様々な苗木生産者が共通の指標とすることができるといった観点から挿し穂の形に重点を置いた試験を計画しました。挿し穂の形他には採穂木や育苗ポットの違いなどの条件も試験に組み入れました。また、挿し木苗を一般に流通する実生苗と比較することで、挿し木苗の実用性について検討しました。試験では挿し穂1本毎に写真を撮り、画像解析ソフトを使って挿し穂の形を調べました。それぞれの挿し穂について植栽するまでの3年間追跡調査を行い、挿し穂の形、採穂木、育苗ポットの違いが発根率や生育等にどの程度影響しているかを、一般化線形混合モデルを構築して分析しました。

試験の結果、発根しやすい挿し穂の形は「切口と最寄りの節までが近い」、「節数が多い」、「先端の節間が長い」等であることがわかり、挿し穂の形や採穂木を選択することで発根率を90%以上に高めることが可能でした。生育が早い挿し穂の条件は、発根しやすさと共通の、「先端の節間が長い」こと

であることも明らかになりました。また、採穂木によって挿し木苗の生育速度が大きく異なることから、採穂木の選択も重要であることが明らかになりました。このように、歩留まりを高め、苗木の生育が早くなる方法を見出したことによって、挿し木苗生産のコスト低減に寄与できると考えられます。その他に、挿し木苗は実生苗と比べて幹が傾斜しやすい傾向がありましたが、ロングポットで育苗することで実生苗に大きく劣らない挿し木苗を生産できることが明らかになりました。

3. 現在の取組状況等

試験に用いた挿し木苗と実生苗の植栽試験地については、現在、継続して調査を行っています。また、雄株を中心に八重山地域内の通直性が高い雄株等の遺伝資源を収集しています。

以上にご紹介した情報の詳細を知りたい方は、以下の森林総合研究所九州支所のYouTube動画や文献をご参照下さい。

千吉良(2021) フクギを利用しやすくするための挿し木技術 <https://www.youtube.com/watch?v=HSrtIMS6p7A> (令和3年度九州地域公開講演会、森林総合研究所九州支所)

千吉良ほか(2020) 挿し付け後3年が経過したフクギさし木苗の形状の系統間差および実生苗の形状との比較、亜熱帯森林・林業研究会研究発表論文集、9-15

千吉良ほか(2018) フクギのさし穂の形状が発根率に与える影響、亜熱帯森林・林業研究会研究発表論文集、14-20



写真 植栽前のフクギの挿し木苗

(西表熱帯林育種技術園 千吉良 治)

ヒノキの薬剤感受性に関する遺伝的特性

1. ヒノキの薬剤感受性について

ヒノキには、フェニトロチオン(商品名ではスミチオン)をはじめとする有機リン剤に反応し、異常落葉現象を示す薬剤感受性個体が存在します(写真)。この落葉現象はヒノキ林全体のおよそ10%前後で生じ(田畑・大久保 1980)、ヒノキ精英樹集団内にも感受性クローンの存在が報告されています(岸・海老根 1978)。このヒノキにおける薬剤感受性については、苗木生産の現場では広く知られており、これまでにヒノキの虫害防除における薬剤の使用は限定的でした。

すでに先行研究において、関東育種基本区や関西育種基本区内のヒノキ精英樹に感受性クローンが存在することが報告されていますが、すべての精英樹クローンについて評価されているわけではなく、また、これまでに感受性形質の遺伝様式は明らかにされていませんでした。林木育種センターでは関東育種基本区内のヒノキ精英樹集団について、特性評価項目の一つとして、薬剤感受性の評価とその遺伝特性を明らかにするための研究を進めています。



写真 ヒノキの薬剤感受性の様子

写真上側は正常なクローンの大子10号、写真下側は感受性クローンの箱根4号である。写真左側は処理前の切り枝の様子で、写真右側は100倍希釈したスミチオンに浸漬し、水挿しして2週間経過した様子を示している。大子10号には特に目立った変化がないのに対し、箱根4号は激しく落葉している様子が分かる。

2. ヒノキ精英樹における薬剤感受性

関東種基本区関東平野育種区のヒノキ精英樹128クローンの切り枝を100倍希釈したスミチオンに浸漬した後、水挿し(浸漬水挿し法)を行い、処理2週間後に落葉の有無について調査しました。その結果、先行研究(岸・海老根 1978)において明らかにされていた5クローンに加えて、新たに5クローンについて感受性を示す可能性があることが分かりました。現在、それらのクローンについては、季節的な反応性の違いや薬剤感受性の強度について検証を進めています。

3. 薬剤感受性の遺伝性

薬剤感受性を示す3つの精英樹クローン(箱根4号、丹沢3号、西川9号)の3年生自殖家系とオープン家系に対して、浸漬水挿し法と個体全体に薬剤を直接散布する二つの処理実験を行い、二つの実験から得られた表現型をもとに、メンデル遺伝にもとづく遺伝性の検証を行いました。その結果、自殖家系では落葉個体と正常個体が約3:1の割合で、オープン家系では落葉個体と正常個体が約1:1の割合で出現することが分かりました。検証に利用した材料は各家系20~30個体前後で、十分な検証結果ではありませんが、感受性形質はメンデル遺伝に則って顕性遺伝する傾向にあり、極めて少数の遺伝子座によって支配されている可能性を示しました。

4. おわりに

今後、ヒノキの薬剤感受性に関する遺伝学的な検証をさらに進め、薬剤処理をしなくとも感受性のスクリーニングが可能なDNAマーカーの開発を進めていきたいと考えています。また、日本全国のヒノキ精英樹集団内における薬剤感受性クローンのスクリーニングを進め、最終的にはヒノキの育種集団から感受性遺伝子及び感受性個体を排除することに繋げていきたいと考えています。

(遺伝資源部 探索収集課 平尾 知士)

林木遺伝子銀行110番

— 地域で親しまれている老樹の後継樹を後代に残す —

1. 林木遺伝子銀行110番

学校や神社など身近な場所には、人々に親しまれ地域のシンボルとなっている天然記念物や巨樹・名木などの老樹があります。時には厳しい環境にも耐えながら生きてきたこれらの樹木は、環境の変化に対する適応性や病虫害への抵抗性に優れている可能性があり、林木の遺伝資源(遺伝の機能的な単位をもつ植物、動物や微生物などに由来する素材のうち、現実のまたは潜在的な価値を持つもの。【生物多様性条約より】)としても貴重です。

林木遺伝子銀行110番は、枯損などで失われる前に所有者らの要請により、貴重な老樹を遺伝資源として保存するとともに後継樹を地域に里帰りさせることを目的とし、親木と同じ遺伝子を持つクローン苗木をつぎ木やさし木で増殖する取組です。平成15年の開始以来これまでに306件の要請があり、このうち229件で増殖した後継樹が里帰りしました(令和3年3月末現在)。以下に、わたしたちが担当する関東育種基本区における令和3年度の事例を紹介します。

2. 「^{はごろも まつ}羽衣の松」(三代目)



写真1 羽衣の松
写真提供:(一財)三保松原保全研究所

このクロマツは、日本三大松原のひとつである^{みほのまつばら}三保松原(静岡県静岡市清水区)の景観を形成しているマツ独特の樹形(樹高が低く、枝が垂れ横に伸びている)を持ち、その枝に天女が羽衣をかけたと伝えられています。この巨樹(樹高・約14m、幹の直径・約1.2m)は、推定樹齢が250~300年にも達しているために静岡県から平成27年12月に後継樹の増殖が依頼されました。そこで温室内でつぎ木を実施し5本の後継樹を育成することができました。このうちの2本は、令和4年1月28日に静岡県に里帰りを果たし、名勝三保松原100周年特別展として静岡市三保松原文化創造センター「みほしるべ」で令和4年2月27日まで展示されました。また、残りの3本は、貴重な林木の遺伝資源として保存されます。



写真2 里帰りする「羽衣の松」の後継樹の引き渡し

3. おわりに

つぎ木やさし木による増殖方法は、スギやヒノキなどの主要な造林樹種や園芸樹種を除いて、ほとんどの樹木では確立されていません。林木遺伝子銀行110番では試行錯誤を重ねながら、さまざまな樹種の後継樹をつぎ木やさし木で増殖しています。このような経験はわたしたち職員の増殖技術の向上にもつながっています。これからも広く社会に^{ひえき}裨益する業務として取り組んでいきます。

(遺伝資源部 探索収集課 弓野 奨)

令和3年度林木育種成果発表会を開催

令和4年2月18日(金)、令和3年度林木育種成果発表会を開催しました。今年度も新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点からオンラインでの開催としたところ、国、都道府県、民間企業や研究所等から、約300名の方の申込みがありました(昨年度は約260名申込)。

当日は、東京大学大学院農学生命科学研究科の丹下健教授から、「森林資源造成の課題と林木育種への期待」と題した特別講演、また、東京都農林総合研究センターの中村健一室長から、「東京都における花粉症対策試験の取組」と題した特別報告をそれぞれいただきました。



写真1 東京大学大学院 丹下教授



写真2 東京都農林総合研究センター 中村室長

特別講演の丹下健教授からは、今後の林木育種では、収穫時の木材需要を考えていく必要があり、より強度の大きい・材比重の高い樹種・系統や、燃料利用に適したもの、シカ等による食害を受けにくいもの等が求められるのではないかと、といった話がありました。

また、特別報告の中村室長からは、少花粉ヒノキミニチュア採種園から安定的に種子を生産するこ

とを目的に、小型の少花粉ヒノキの着花促進手法や剪定方法などの試験の取組について、説明していただきました。

続いて、林木育種センター・森林バイオ研究センター・育種場の研究者等から、次の7課題について発表しました。

○令和3年度の品種開発

育種部 育種第一課 育種調査役 山野 遼太郎

○スギのコンテナ苗育成技術の開発

育種部 育種第二課 育種研究室長 大平 峰子

○原種苗木増産に向けた効率的なカラマツつぎ木技術の開発

東北育種場 育種課 育種研究室長 井城 泰一

○関西育種基本区におけるエリートツリー等の特性について

関西育種場 育種課 育種研究室長 三浦 真弘

○林木遺伝資源の特性評価 -ヒノキ精英樹における薬剤感受性の評価について-

遺伝資源部 探索収集課 分類同定研究室長 平尾 知士

○気候変動への強靱性を目指して~ケニアにおける耐乾燥性樹種改良の10年とこれから

指導普及・海外協力部長 稲本 龍生

○木質形成の解明に向けた基礎的アプローチ ~隣り合う細胞が辿る異なる運命~

森林バイオ研究センター 森林バイオ研究室
主任研究員 高田 直樹

発表後の質疑応答では、耕作放棄地に樹木を植栽することについての考え方や、無花粉スギの植栽見通し、少花粉ヒノキ採種園の剪定後の伸長量に施肥条件やクローンによる差があるのか、カラマツ穂木を貯蔵する方法の雪埋蔵に当たっての注意事項などについて質問がありました。

今日、林業の成長産業化、地球温暖化対策、花粉発生源対策などの推進に当たって、林木育種に対する社会的ニーズが益々高まっていますが、今回の発表会を通じて、森林・林業・木材産業全体を見通した上で育種を考えていかなければならないということを改めて認識しました。今回参加いただいた皆様からの発表に対するご意見等も踏まえながら、次のステップに向けてさらに研究開発を進めて行く考えです。

(企画部 育種企画課 福田 友之)

特定母樹等育成温室の紹介

1. 背景

日本の人工林の半数以上は主伐期を迎え、自らの手で造成した森林資源を有効活用すると同時に、計画的に再造成すべき大きな転換期を迎えています。主伐後の再造林を着実に進めていくためには、優良種苗の安定的な供給の確保が不可欠です。平成25年度に改正された「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)において、今後の再造林は、地域特有のニーズ以外は、特定母樹からの苗木により行うという考え方が示され、その後特定母樹の指定・普及が始まりました。林木育種センターでは、それに応えるため、382種類を特定母樹に申請し、指定後は都道府県に対し、その原種苗木を配布しています。その配布本数はここ数年間2万本前後で推移しており、今後も配布要望に応じて、安定的に原種苗木を生産・配布していく必要があります。

2. 特定母樹等育成温室の特徴

特定母樹等の原種苗木の安定供給のため、林野庁補助事業の中で、短期間に原種苗木を大量に増殖するための技術開発を行っています。短期間に原種苗木を生産するためには、樹木の年周性を理解しながら、適期に気温、日長、水分、CO₂等をコントロールすることが重要です。林木育種センターでは、原種苗木の安定供給のための特定母樹等育成温室を建設しました。この温室は4室の育成室、1室の準備室、出荷まで原種苗木を長期貯蔵するための2機の大型冷凍コンテナで構成されています。この施設を活用して採穂台木の育成から原種苗木の出荷までの工程を行うことができます。育成室と準備室は、園芸用施設安全構造基準に従い、これまでの日立市の気象データ等をもとに、地震、台風、大雪に備えた強度を保ちつつ、従来の鉄骨ハ

ウスよりも低コストで建設することができました。屋根面と側面が、硬質プラスチックフィルムで被覆されているため、夏は高温になりますが、各室内には、省エネ効果の高いヒートポンプが設置されているため、室内の冷房や除湿により一定の範囲内に制御可能です。また、各育成室が単棟型であることと、軒高が4.6mと低いため、通常の高軒高の温室より気温の制御を行いやすくなっています。日長、灌水、CO₂施与についても制御することができ、このうち、日長は、蛍光灯に代わる光源として、省エネ効果の高いLEDを用いています。そしてICTを活用して環境データの見える化を図りつつ、原種苗木の好適条件に合わせて複数の環境を制御することができる温室になっています。

特定母樹等育成温室は、従来の苗畑での原種苗木の生産を補完する形で、活用していきます。高度な環境制御と温室の特徴を生かすことによって、天候に左右されずに、多種類の原種苗木を計画的かつ安定的に生産し、特定母樹等の原種苗木の安定供給に貢献していく考えです。



写真 完成間近の特定母樹等育成温室

(育種部 育種第二課 田村 明、
総務部 管理課 浅井 昌裕)

表紙タイトル写真

早生樹として期待されるユリノキ林の黄葉



リサイクル適性(A)
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

林木育種情報 No.39

令和4年3月28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>