

第1章

林木育種に関わる研究・事業の
主な成果及び今後の方向性



1-1 開発品種*、エリートツリー*および特定母樹*

林木育種センター育種部、北海道育種場、東北育種場、関西育種場、九州育種場

1

今中期計画で得られた成果

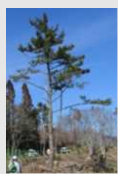
① 中期計画における目標

林木の優良種苗の早期確保に向けて、林業の再生と国土・環境保全に資する250品種の開発を行うとしています。

② 開発品種の成果

2014年度までの4年間に、林業の再生に資する品種(初成長に優れた品種、材質優良品種等)と国土・環境保全に資する品種(マツノザイセンチュウ抵抗性品種、幹重量の大きい品種等)201品種を開発。2015年度まで2011～2015年度までの5年間の累計で250品種以上を開発する見込みです。

マツノザイセンチュウ抵抗性品種 70品種



宮城(石巻)
クロマツ259号



京都(和知)
アカマツ36号

特徴
ザイセンチュウ抵抗性大

・日本のマツ林景観保全
・震災による海岸林復興

アカマツ 東北 3品種
関東 2品種
関西 9品種

クロマツ 東北 28品種
関東 4品種
関西 19品種
九州 5品種

③ エリートツリーと特定母樹の成果

2014年度までの4年間に、エリートツリー(第二世代以降の精英樹の総称)をスギ、ヒノキ及びカラマツで526系統を開発し、エリートツリー116系統を含む134系統が特定母樹に指定されています。

2015年3月末日現在

基本区	スギ	ヒノキ	カラマツ	トドマツ
北海道				(347)
東北	9			
関東	81	11	60	
関西	76	87		
九州	124	78		
計	290	176	60	(347)

数値はエリートツリー本数

() 内の数値はエリートツリー候補木の本数



特定26-41 スギ東育2-15号 特定25-49 スギ九育2-162号 カラマツ林育2-62号 特定26-58 ヒノキ西育2-3号 特定26-65
(東北育種基本区)(九州育種基本区)(関東育種基本区)(関西育種基本区)
2.1倍 2.0倍 2.4倍 1.9倍

(注) 赤字の数値は在来の系統に対する幹材積の倍率を表します。

図1 特定母樹に指定されたエリートツリーの事例

- ・**特定母樹**は、間伐等特措法において定められた、特に優良な種苗を生産するための種穂の採取に適する樹木であって、成長に係る特性の特に優れたものとして農林水産大臣が指定するものです。
- ・間伐等特措法の農林水産大臣基本指針では、今後の造林において必要な種苗は、地域特有のニーズ等に応じたものを除き特定母樹種苗により行えるよう、その生産体制を整えることとされています。
- ・このため、当研究所では、成長が格段に優れている**エリートツリー**を特定母樹に申請してその普及を進めるとともに、地域のニーズに応えるため、当研究所の**開発品種**(花粉症対策品種、マツノザイセンチュウ抵抗性品種、雪害抵抗性品種等)を開発・普及しています。
- ・さらに、大臣の基本指針においては、スギ・ヒノキ以外の第二世代精英樹の選抜、スギ及びヒノキの第三世代精英樹の選抜等の林木の育種の推進に努めることが定められています。

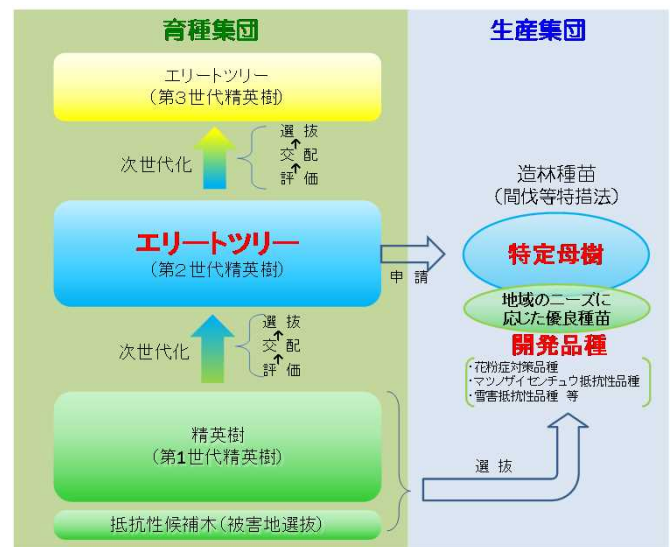


図2 開発品種、エリートツリー及び特定母樹の関係

2

今後の方向性

- ・将来にわたって十分な改良効果を確保するため、エリートツリーを中心とした育種集団の次世代化を進めていきます。例えば、マツノザイセンチュウ抵抗性品種の第二世代化、スギではエリートツリーの第三世代化を進めていく予定です。
- ・林木の優良な種苗を早期に確保するため、林業の再生と国土保全に資する品種を開発していきます。例えば、マツノザイセンチュウ抵抗性品種等の開発、成長が一段と優れたスギ花粉症対策品種の開発を進めていきます。
- ・間伐等特措法において示された新しい造林の将来像の実現に向け、エリートツリーの開発と特定母樹への申請・普及を進めていきます。

* については、巻末の用語集をご覧ください。



1-2 林木育種の高速化に向けた研究

林木育種センター育種部・九州育種場

1

今中期計画で得られた成果

林木育種で優良種苗を作出するには、長期間を要するため、育種の高速化が求められます。そこで今中期計画では、系統・個体評価の統計手法の導入、フェノタイピング技術の高度化、遺伝子情報の蓄積とDNAマーカーの開発、DNAマーカーによる形質予測手法の開発に取り組みました。

① 系統・個体評価における統計手法の導入

家畜育種等で利用されている「育種価^{*}」を導入し、第二世代精英樹候補木の選抜時点での評価の正確性を高めました。さらに、立地の微環境要因を取り除く統計手法により、評価精度をより高めることが可能になりました。

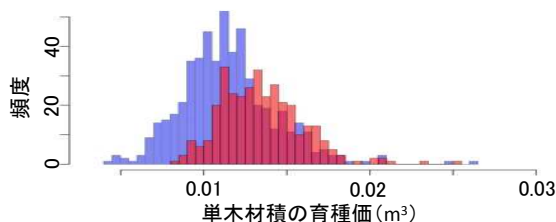


図1 第一世代精英樹(青)と第二世代候補木(赤)の単木材積の育種価の比較

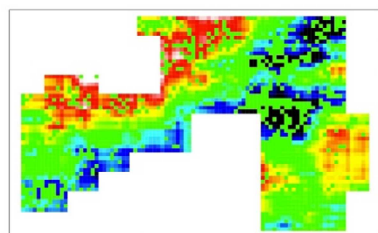


図2 立地の微環境要因(空間自己相関誤差)の検定
林内における分布

暖色(赤等)は正の立地の効果、寒色(青等)は負の効果があることを示す

② フェノタイピング技術の高度化

検定林等におけるフェノタイピング技術を高度化することで、フェノタイピングの高速化、高精度化ならびに多形質情報の同時取得を可能にしました。



図3 地上型レーザスキャナで取得した3次元点群データ

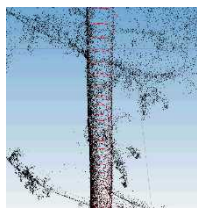


図4 樹幹の点群データの真円近似によるモデリング

③ 遺伝子情報の蓄積とDNAマーカーの開発

育種目標形質に関する器官から網羅的に発現遺伝子のEST^{*}情報を収集し、SNP^{*}の検出、SNPマーカー^{*}の開発および遺伝子発現パターンの解析を行いました。



図5 有用形質と遺伝子の配列情報を取得した関連器官

④ DNAマーカーによる形質予測手法の開発

EST情報を基に開発した、7万を超えるSNPマーカーから、形質と関連するマーカーを検出するとともに、形質値予測モデルを構築し、マーカー情報から形質値を予測できる可能性が示唆されました。

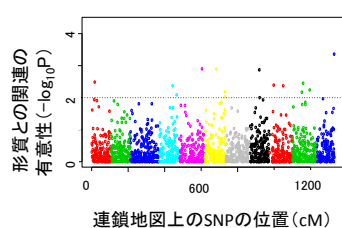


図6 GWAS^{*}による形質関連マーカーの検出
プロットはマーカー毎の値を、色の違いは連鎖群を示す

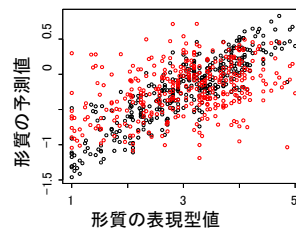


図7 構築した形質値予測モデルの精度検証
黒はモデルの説明力の大きさを、赤はモデルによる予測精度を示す

2

今後の方向性

- ・ 本成果を活用して、効果的かつ効率的に林木育種事業を進めていきます。
- ・ 従来の育種ならびに新たな育種技術である分子育種^{*}のため、フェノタイピング技術のさらなる高度化を進めます。
- ・ 育種基本区を超えて、精英樹の形質評価およびマーカー情報の蓄積を進めます。
- ・ 第二世代以降の精英樹の、第二世代以降の精英樹の分子育種の事業化に向けた取り組みを進めていきます。
- ・ ゲノムや遺伝子発現の情報を利用した、林木育種に資する研究をさらに推進していきます。

^{*} については、巻末の用語集をご覧ください。



1-3 多様なニーズに対応する育種技術の開発

林木育種センター育種部・東北育種場・関西育種場・九州育種場

1

今中期計画で得られた成果

林木育種事業では、成長や材質等の改良のほかに、花粉症対策に關係する雄花着花量やマツノザイセンチュウ抵抗性といった社会的に重要な形質についても品種改良を進めてきました。それらの育種の基盤となる技術の開発等に取り組みました。

① 雄花着花量の遺伝性

雄花着花性の明らかな系統を用いた交配家系の調査から雄花着花量は遺伝性が高く、交配親の特性が交配後代に伝わりやすい形質であることを明らかにしました。

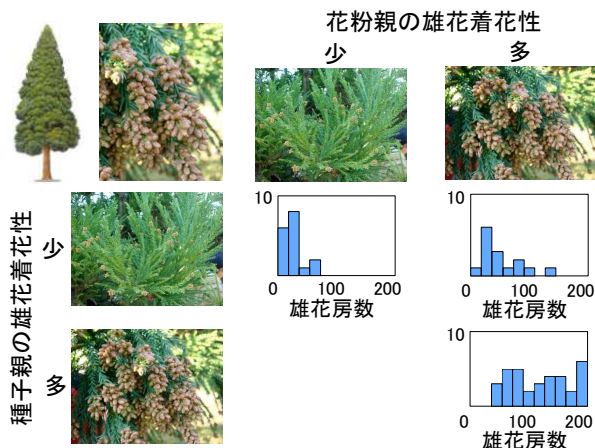


図1 雄花着花性が異なる精英樹間での人工交配から得られた交配後代個体の雄花着花量(雄花房数)のヒストグラム

② 無花粉スギリソースの整備

成長等の優れた無花粉スギ*を開発するために、爽春*と精英樹との交配により、無花粉遺伝子を有したリソースの整備を進めました。

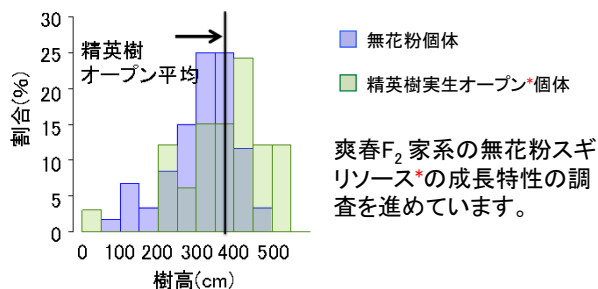


図2 爽春F₂無花粉個体4年目樹高

③ マツノザイセンチュウ抵抗性メカニズムの解明

マツ材線虫病は、アカマツ、クロマツなどを枯死させる、日本のマツ類に深刻な被害をもたらしてきた病気です。



マツノザイセンチュウ
(病原体)



マツノマダラカミキリ
(媒介者)



写真1 マツ材線虫病による被害林分

マツノザイセンチュウ抵抗性品種は、樹体内に線虫が侵入しても一般のマツに比べて枯れにくい性質を有しています。なぜ抵抗性マツは枯れにくいのか？それを解明すべく遺伝子レベルからアプローチする研究を進め、複数の特徴的な遺伝子を見いだしました。

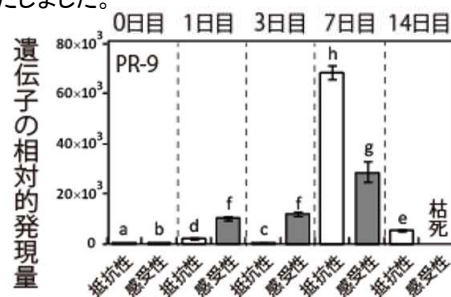


図3 抵抗性と感受性個体に線虫接種した後のPR9遺伝子*の発現量の時系列変化

2

今後の方向性

- 得られた成果を活用して、少花粉スギ*等の花粉症対策品種の次世代化を進めます。また、マツノザイセンチュウ抵抗性育種については、選抜技術の高度化を図ります。

* については、巻末の用語集をご覧ください。

1-4 世界とつながる林木育種

林木育種センター育種部・遺伝資源部・海外協力部・北海道育種場・東北育種場・西表熱帯林木育種技術園

1

今中期計画で得られた成果

林木育種センターでは、林野庁「森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略」を踏まえ、今中期計画の「多様なニーズに対応するための育種技術の開発」の中で、地球温暖化に伴う気候変動の影響を受ける国々との海外技術協力や国際共同研究を行いました。

① ケニア乾燥地耐性育種プロジェクト (JICA技術協力)

森林率7%のケニア共和国からの要請に基づき、ケニア森林研究所と協力して、乾燥に強く成長と材質に優れた郷土樹種メリア(センダン属)ほかの選抜育種を2012年7月から開始し、①精英樹の選抜、②採種園の造成、③検定林の設定等を進めるとともに、DNA分析、育種理論、増殖技術などの指導を行いました。



写真1 新設したメリア採種園 写真2 DNA分析の研修 (植栽から2年2ヶ月)



② 防風・防潮効果に優れたテリハボクの育種 (台湾、太平洋共同体との共同研究)

先島諸島(沖縄県)で防風・防潮林として用いられているテリハボクは、種子から良質の精油が採取できるなど用途が広い樹種です。このため、台湾や太平洋共同体(26の国や地域が加盟)との共同研究により、暴風や高潮の被害を軽減しながら地域住民の生活改善にも資するテリハボクの育種研究を進めました。

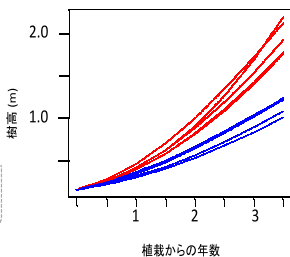


図1 テリハボク55系統の樹高成長の傾向の例 (上位、下位各系統の結果を图示)

図2 台湾および日本におけるテリハボク島集団間の系統樹

③ ベトナムでのアカシア属人工交配技術の実証試験

西表熱帯林木育種技術園で開発した人工交配技術を用いて、アカシア・ハイブリッドの優良品種の開発に向けて王子グリーン・リソース社との共同研究によりベトナムでの実証試験を開始しました。



写真4 人工交配



写真5 設定した検定林

④ フィンランドとの林木育種共同研究

フィンランド自然資源研究所との共同研究により、双方の精英樹の人工交配によるハイブリッドトウヒの育種やヨーロッパアカマツのマツノザイセンチュウ抵抗性試験に取り組みました。



写真6 トウヒ属の交配作業



写真7 さし木発根調査 (左がアカエゾマツ、右がハイブリッドトウヒ。)



写真8 マツノザイセンチュウ抵抗性試験



写真9 試験後の生存個体

2

今後の方向性

・地球温暖化の影響を受ける国々の関係機関と協力して気候変動などへの適応策に資する育種技術の開発に取り組みます。

・気候変動への適応方策や国内林業に資する海外林木育種情報の収集、協定等に基づく国際共同研究の推進に取り組みます。