

## I 平成28年度の業務実績



## 林木育種の推進

国立研究開発法人森林研究・整備機構中長期計画(第4期:平成28～32年度)における森林総合研究所林木育種センター・森林総合研究所森林バイオ研究センター及び各育種場で行っている課題は次のとおりである。

### 1 研究の重点課題

#### a エリートツリーと優良品種の開発及び高速育種等の育種技術の開発

林業種苗における多様なニーズに対応するため、エリートツリーを300系統及び第二世代マツノザイセンチュウ抵抗性品種、成長に優れた少花粉品種等の優良品種を150品種(系統)の開発を行うとともに、これらの早期開発にも対応可能な高速育種技術等の育種技術の開発を行う。

課 題	育七等	北海道	東北	関西	九州	期間
<b>1 エリートツリーと優良品種の開発</b>						
(1) 新品種の開発目標数	1課					H28～H32
(2) 次世代育種集団の構築及びエリートツリー等の選抜	2課	○	○	○	○	H28～H32
(3) 病虫害等抵抗性に係る新たな育種素材の創出	2課					H28～H32
(4) 初期成長等に優れた品種の開発	2課			○	○	H28～H32
(5) 木質バイオマス生産量の大きいヤナギ品種の開発		○				H28～H32
(6) マツノザイセンチュウ抵抗性品種の開発	2課		○	○	○	H28～H32
(7) 成長等に優れた花粉症対策品種の開発	2課		○	○	○	H28～H32
<b>2 ゲノム情報を活用した高速育種等の育種技術の開発</b>						
(1) ジベレリン処理等を用いた簡易な雄花着花特性評価手法の検討	1課					H28～H32
(2) 第2世代における材質改良手法の検討	1課		○		○	H28～H32
(3) より強いマツノザイセンチュウ抵抗性品種の選抜手法の開発	1課		○	○	○	H28～H32
(4) 雪害抵抗性個体選抜技術の高度化			○			H28～H32
(5) 遺伝子型情報の整備とゲノミック予測技術の開発	1課					H28～H32
(6) 有用形質と関連する遺伝子マーカーの開発	1課					H28～H32
(7) 育種価等の予測精度の向上のための評価技術の開発	1課				○	H28～H32
(8) 温暖化適応策に適した育種技術の開発	1課	○	○	○	○	H28～H32

#### b 林木遺伝資源、バイオテクノロジー、国際協力等による育種・普及技術の開発

トレーサビリティを確保した原種苗木配布システム等の普及技術の開発を行うとともに、早生樹種等の収集・評価技術や栄養体等を対象とした施設保存技術等林木遺伝資源の利用促進に向けた技術の開発を行う。また、遺伝子組換え雄性不稔スギの野外での特性評価、薬用系機能性樹木の増殖技術の開発等バイオテクノロジーを利用した育種技術の開発を行う。さらに、国際的な技術協力や共同研究を通じて気候変動への適応策等に資する林木育種技術の開発を行う。

課 題	育七等	北海道	東北	関西	九州	期間
<b>1 適正かつ早期の普及に必要な技術の開発</b>						
(1) 原種苗木増産技術の開発	1課		○			H28～H32
(2) スギさし木苗の育成の最適化					○	H28～H32
(3) 採種圃管理技術の高度化	2課			○	○	H28～H32
(4) カラマツ等に適した採種圃管理技術の高度化	1課	○				H28～H32
(5) 開発品種の特性情報の提供	2課	○	○	○	○	H28～H32
(6) トレーサビリティ・システムの実用化	2課	○	○	○	○	H28～H32
<b>2 林木遺伝資源の利用促進に向けた探索・収集技術の開発</b>						
(1) 新需要の創出に向けた遺伝資源の収集・評価技術の開発	探索					H28～H32
(2) 将来に向けた新たな育種素材の収集・作出技術の開発	探索					H28～H32
<b>3 林木遺伝資源の利用促進に向けた保存・評価技術の開発</b>						
(1) 地球温暖化に対応した遺伝資源の評価技術の開発	保存	○	○	○	○	H28～H32
(2) 栄養体および種子等の長期保存技術の高度化	保存					H28～H32
<b>4 林木育種におけるバイオテクノロジーの開発</b>						
(1) 遺伝子組換えによる林木の育種技術の高度化	バイオ					H28～H32
(2) 林木の有用形質発現の分子機構の解明	バイオ					H28～H32
(3) バイオテクノロジーによる機能性樹木の活用技術の開発	バイオ					H28～H32
<b>5 国際的な技術協力や共同研究を通じた林木育種技術の開発</b>						
(1) 国際的な技術協力や共同研究を通じた林木育種技術の開発	海外					H28～H32
(2) ケニア「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」	海外					H28～H29

## 2 長期的な基盤情報の収集、保存、評価並びに種苗の生産及び配布

新需要等が期待できる有用樹種3樹種以上において、優良系統の選抜が可能となる母集団の作成等を行うとともに、主要樹種の育種素材、脆弱な希少遺伝資源を対象に林木遺伝資源の収集、保存、特性調査を行う。また、試験研究用としてこれらの遺伝資源を配布する。

さらに、開発された優良品種等の種苗について、都道府県等の要望する期間内に全件数の90%以上を配布することを目標に、計画的な生産と適期配布に努める。

課 題	育セ等	北海道	東北	関西	九州	期間
<b>1 林木遺伝資源の収集、保存及び配布</b>						
(1) 探索・収集	探索	○	○	○	○	H28～H32
(2) 増殖・保存	探索	○	○	○	○	H28～H32
(3) 特性評価	保存	○	○	○	○	H28～H32
(4) 情報管理及び配布	保存/探索	○	○	○	○	H28～H32
<b>2 種苗の生産及び配布</b>						
(1) 種苗の計画的生産、適期配布	指導	○	○	○	○	H28～H32
(2) 都道府県に対するアンケート調査	指導	○	○	○	○	H28～H32
<b>3 講習及び指導</b>						
(1) 都道府県等に対する林木育種技術の講習・指導	指導	○	○	○	○	H28～H32
(2) 海外の林木育種に関する技術指導	海外					H28～H32

※ 略称について

育セ等 → 森林総合研究所林木育種センター・森林総合研究所森林バイオ研究センター

北海道 → 北海道育種場

東北 → 東北育種場

関西 → 関西育種場

九州 → 九州育種場

1課 → 育種第一課

2課 → 育種第二課

指導 → 指導課

探索 → 探索収集課

保存 → 保存評価課

海外 → 海外協力課

バイオ → 森林総合研究所森林バイオ研究センター

## 1 研究の重点課題

### a エリートツリーと優良品種の開発及び高速育種等の育種技術の開発

(28年度計画)

検定等の進捗状況を踏まえ、エリートツリーを概ね 50 系統、マツノザイセンチュウ抵抗性第二世代品種等の優良品種を概ね 40 品種を目標として開発する。

また、地球温暖化や花粉症等に対応するための優良品種等の早期開発に対応可能な高速育種技術等の育種技術の開発に着手する。

(実績)

① エリートツリーについては、年度計画の概ね 50 系統に対して、スギで 20 系統、ヒノキで 33 系統の計 53 系統を開発し、計画を達成した。優良品種については、年度計画の概ね 40 品種に対して、幹重量の大きいヒノキを 6 品種、マツノザイセンチュウ抵抗性第二世代アカマツを 17 品種、同クロマツを 12 品種、東北地方等におけるマツノザイセンチュウ抵抗性アカマツを 4 品種の計 39 品種、また無花粉スギ 1 品種、低花粉スギ 5 品種、少花粉スギ 2 品種の計 8 品種の花粉症対策品種をそれぞれ開発し、合わせて 47 種を開発することができ、計画を達成した。さらにエリートツリーを中心としてスギでは 19 系統、ヒノキでは 7 系統、カラマツでは 11 系統について、特定母樹として申請を行い、農林水産大臣により指定された。また、無花粉スギ品種爽春と精英樹との交配により新たに開発された林育不稔 1 号は、無花粉で、かつ初期成長が優れており、この品種の普及により、花粉発生源対策への貢献とともに林業の成長産業化にも資することが期待される。

② 地球温暖化や花粉症等に対応するための優良品種等の早期開発に対応可能な高速育種技術等の育種技術の開発については、従来、1 サンプルの測定に 30 分程度を要していた光合成測定装置を用いたスギ苗木の蒸散速度の測定について、赤外線サーモグラフィを用いることにより 1 分程度での測定が可能になり、スギ苗木の乾燥ストレス状態の高速測定が可能となるとともに、爽春の雄性不稔遺伝子を特定できる DNA マーカーを開発したこと等により、年度計画を達成した。特に、爽春の雄性不稔遺伝子を特定できる DNA マーカーの開発については、無花粉個体を雄花の観察によらず DNA 分析により数日で確定できるとともに、無花粉ではないが無花粉遺伝子をヘテロで有する個体の探索・特定も可能となる等、今後の多様な無花粉スギ品種の高速育種の実現に向けた活用が期待され、①で開発した林育不稔 1 号のさらなる改良にあたっての高速化にも資するものである。

## ○ 平成28年度に開発した品種について

国立研究開発法人森林総合研究所林木育種センターは、国有林野事業及び関係都道府県と連携して下記の47系統を開発しました。

### 花粉症対策品種 8系統

(関東育種基本区) 1系統

無花粉スギ 林育不稔1号

(九州育種基本区) 7系統

少花粉スギ 精英樹 県長崎1号

少花粉スギ 精英樹 加久藤署1号

低花粉スギ 精英樹 県藤津25号

低花粉スギ 精英樹 県東臼杵5号

低花粉スギ 精英樹 県東臼杵8号

低花粉スギ 精英樹 県日南2号

低花粉スギ 精英樹 県日南3号

### マツノザイセンチュウ抵抗性品種 33系統

(東北育種基本区) 4系統

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(藤沢)アカマツ54号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(花泉)アカマツ94号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(花泉)アカマツ114号

マツノザイセンチュウ抵抗性 新潟(上越)アカマツ41号

(関西育種基本区) 17系統

#### 第二世代品種

マツノザイセンチュウ抵抗性 岡山(勝央)アカマツ1号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岡山(勝央)アカマツ2号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岡山(勝央)アカマツ3号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岡山(勝央)アカマツ4号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岡山(勝央)アカマツ5号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岡山(勝央)アカマツ6号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岡山(勝央)アカマツ7号

マツノザイセンチュウ抵抗性 和歌山(上富田)アカマツ1号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ1号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ2号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ3号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ4号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ5号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ6号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ7号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ8号

マツノザイセンチュウ抵抗性 高知(香美)アカマツ 9 号  
(九州育種基本区) 12 系統

第二世代品種

マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 19 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 20 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 21 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 22 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 23 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 24 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 25 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 26 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 27 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 28 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 29 号  
マツノザイセンチュウ抵抗性 熊本(合志)クロマツ 30 号

**幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きい品種 6 系統**

(関東育種基本区) 6 系統

幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きいヒノキ 精英樹 宇都宮 1 号  
幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きいヒノキ 精英樹 大間々 2 号  
幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きいヒノキ 精英樹 妻籠 3 号  
幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きいヒノキ 精英樹 高山 2 号  
幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きいヒノキ 精英樹 富士 4 号  
幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きいヒノキ 精英樹 富士 6 号

## **b 林木遺伝資源、バイオテクノロジー、国際協力等による育種・普及技術の開発**

(28年度計画)

優良品種等の遺伝子型の決定を進めるとともに、原種苗木配布システムや原種苗木増産技術等の開発に着手する。

林木遺伝資源の施設保存技術の高度化のため、我が国の森林を構成する重要な樹種であるブナ等について、冬芽の液体窒素による凍結試験に着手する。

薬用系機能性樹木であるカギカズラの増殖方法とほ場での栽培方法を開発する。また、遺伝子組換え雄性不稔スギの野外試験を進める。

地球温暖化に伴う気候変動への適応策に資するため、ケニア国「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)においてメリア精英樹の選抜に向け次代検定林のデータ解析等を行うとともに、台湾林業試験所及び太平洋共同体との共同研究においてテリハボクの産地試験や家系評価等を進める。

(実績)

- ① 優良品種等の普及に必要な技術の開発については、特定母樹を含む第二世代品種の系統管理及び配布をより確実かつ効率的に行うため、個体識別用のSSRマーカーセットを開発し、平成28年度中に配布予定の苗木について遺伝子型を決定した。また、特定母樹や少花粉品種等、配布要望の多い原種について、採穂母樹にQRコードを付与したラベルにより配布する苗木の来歴を検索する原種苗木配布システムの構築に着手した。さらに、スギさし穂の水耕栽培試験に着手し、溶存酸素量の多い水耕栽培装置を用いることで発根が早く起こり、かつ発根率も高い結果が得られた。
- ② 林木遺伝資源の施設保存技術の高度化のための技術開発については、厳冬期に採取したブナ、カンバ類の冬芽を1日に5℃の速度で緩速凍結させた後、液体窒素で超低温保存したところ、ブナ冬芽は-40℃以下まで凍結させることでシュート形成能が維持されることを明らかにした。また、カンバ類(シラカンバ、ダケカンバ、ウダイカンバ)でも同様の方法によりシュート形成能の維持が確認されるなど、有用樹木の冬芽の凍結保存に関する有益な情報が得られた。さらに、その他の研究成果として、コウヨウザン、センダン等を対象とした遺伝資源の所在地データベースの作成とGIS技術を用いた生育に適した気候条件の特定、液体洗剤を用いたスギ、ヒノキの種子の精選手法の開発等の成果が得られた。
- ③ 薬用系機能性樹木の増殖等のバイオテクノロジーの開発については、薬用系機能性樹木のカギカズラについて、薬用成分含有率は地域間変異よりも地域内変異が大きいことを明らかにするとともに、多くのクローンに適応可能な組織培養によるクローン増殖方法及び収量増加が期待できるほ場での栽培方法を開発した。また、クローン増殖し、栽培した個体では薬用成分含有率のバラツキが小さいことを明らかにした。また、遺伝子組換え雄性不稔スギの隔離ほ場での栽培試験について、ジベレリンで強制着花させた不稔個体の雄花の花粉の有無を観察し、栽培2年目も雄性不稔であること及び伸長成長と肥大成長は遺伝子組換えスギと非組換えスギで同等であることを確認した。
- ④ 国際的な技術協力等を通じた林木育種技術の開発については、ケニアの半乾燥地に生育する早生の在来種で家具材等として利用が期待できるメリア(センダン科センダン属)の採種園から得られた種苗による次代検定林の成長データを解析し、系統間に大きなバラツキがあることを明らかにした。また、根を用いたクローン増殖技術を開発した。さらに、台湾林業試験所及び太平洋共同体との共同研究により、太平洋諸国に分布し防潮・防風効果が期待できるテリハボクについて、産地試験地にお

いて各種形質を測定し、産地及び家系単位での遺伝性解析及び特性評価を行った。その他の研究成果として、ケニアのアカシア属実生採種林の造成や実生検定及び種子生産に向けた育成管理についての技術開発を進めるとともに、ベトナムでのアカシア属種間雑種個体の優良木の選抜とさし木増殖、クローン試験林の造成等の成果が得られた。

その他の研究成果として、クロマツにおけるマツノザイセンチュウ抵抗性形質に関連する遺伝子座の特定に向けた抵抗性家系からの塩基配列情報の取得、薬用系機能性樹木における、ベルベリン含有率が高く、成長が速く、内樹皮の厚いキハダの個体の特定、抗がん剤原料成分を効率的に生産できるワダツミノキの優良個体の選抜等の成果が得られた。

## 2 林木遺伝資源の収集、保存及び配布並びに種苗の生産及び配布

### (1) 林木遺伝資源の収集・保存及び配布

#### (28年度計画)

新たな需要が期待できるコウヨウザンについて、優良系統の選抜が可能な母集団の作成に着手するとともに、育種素材等の収集、保存及び発芽特性等の調査を進める。また、配布申請に従い、林木遺伝資源を配布する。

#### (実績)

- ① 林木遺伝資源の探索・収集について、新たな需要が期待できるコウヨウザンの穂木、種子、花粉 334 点を収集し、優良系統の選抜のための母集団の作成に着手したほか、ミツマタ、センダン等 307 点、育種素材の補完に資するスギ、ヒノキ、アカマツ等 598 点を含めた育種素材として利用価値の高いものとして 1,239 点、絶滅危惧種・天然記念物等で枯損の危機に瀕しているクロビイタヤ、アポイカンバ等 109 点、その他森林を構成する樹種 4 点、計 1,352 点を探索・収集した。
- ② 収集した遺伝資源について、さし木、つぎ木又は播種により増殖し、養苗してきた成体（苗木）599 点を保存園等に植栽し保存した。また、探索・収集した種子、花粉 662 点を適切に温度管理できる貯蔵施設に集中保存した。
- ③ 林木遺伝資源保存園等に保存している遺伝資源の特性調査について、スギ、ヒノキ、カラマツ、トドマツ、テリハボク等の多様な樹種を対象として、成体 5,775 点、種子 1,024 点、花粉 100 点、計 6,899 点の成長形質、倍数性、さし木発根率、種子発芽率等の調査を実施し、スギ精英樹の三倍体情報を取りまとめた。
- ④ 林木遺伝資源の配布について、配布希望に対して利用目的を確認した上で、41 件 768 点の配布を実施した。
- ⑤ 各地の天然記念物や巨樹・名木等の収集・保存と併せて、所有者等の要請により後継樹を増殖するサービス「林木遺伝子銀行 110 番」を実施した。平成 28 年度の実績は、15 件受諾、15 件の里帰りを行った。

平成28年度 林木遺伝資源の探索・収集の概要

区分		形態	収集点数	樹種
育種素材として利用 価値の高いもの	新需要の創出に資 するもの ( )の数字はコウヨウ ザン	穂木	409(271)	コウヨウザン、センダン、ミツマタ等
		種子	215(46)	コウヨウザン、キハダ、ミツマタ等
		花粉	17(17)	コウヨウザン
		小計	641(334)	
	育種素材の補完に 資するもの	穂木	119	スギ、ヒノキ、カラマツ等
		種子	363	スギ、ヒノキ、アカマツ等
		花粉	116	スギ、ヒノキ、カラマツ、エゾマツ等
		小計	598	
		計	1,239	
絶滅に瀕している種、天然記念物、巨樹・ 名木等	穂木	73	アカマツ、ケヤキ、シロヤナギ、クロビ イタヤ等	
	種子	36	アポイカンバ、ヤエガワカンバ等	
	計	109		
その他森林を構成する多様な種		種子	4	ケヤキ、サワシバ
合 計		穂木	601	
		種子	618	
		花粉	133	
		計	1,352	

平成28年度 林木遺伝資源の特性調査の概要

区分	形態	樹種	調査点数	特性調査項目
育種素材として利用価値の高いもの	成体	スギ、ヒノキ、カラマツ、トドマツ等	5,102	樹高、胸高直径、倍数性、さし木発根性、着花性等
	種子	スギ、ミズナラ、シラカンバ等	1,009	発芽率、100粒重、種子色、含水率
	花粉	スギ等	100	発芽率
	計		6,211	
絶滅に瀕している種等	成体	シコクシラベ、トガサワラ、テリハボク、ハリモミ等	600	樹高、胸高直径、さし木発根性、着花性
	種子	アポイカンバ等	15	発芽率、100粒重、種子色
	計		615	
その他森林を構成する多様な樹種	成体	シロヤナギ、オノエヤナギ、マユミ等	73	樹高、胸高直径
	計		73	
合計	成体		5,775	
	種子		1,024	
	花粉		100	
	計		6,899	

(2) 種苗の生産及び配布

(28年度計画)

開発された優良品種等の原種苗木等について、都道府県等の要望する期間内に全件数の90%以上を配布することを目標に、計画的な生産と適期配布に努める。

(実績)

種苗の生産及び配布については、計画的な種苗の生産を行い、39都道府県から1,066系統、15,455本の苗木や穂木の配布要望があり、配布時期、内容とも全て充足率100%と、要望どおりに配布した。

平成28年度種苗（原種）の配布実績

樹種	特性等	都道府県数	数量等	
			系統数	本数
スギ	第2世代精英樹	5	13	194
	特定母樹	17	294	3,803
	精英樹	2	19	415
	推奨品種	1	5	30
	花粉の少ないスギ	17	256	2,855
	無花粉スギ	1	1	100
	雪害抵抗性	1	13	390
ヒノキ	第2世代精英樹	2	27	230
	特定母樹	5	61	357
	精英樹	3	17	251
	推奨品種	2	5	52
	花粉の少ないヒノキ	12	94	1,315
アカマツ	マツノザイセンチュウ抵抗性	5	41	302
クロマツ	マツノザイセンチュウ抵抗性	21	124	1,159
カラマツ	特定母樹	2	14	700
	精英樹	3	69	3,080
グイマツ	特定母樹	1	3	142
エゾマツ	優良個体	1	10	80
合計		101 (39)	1,066	15,455

注1：都道府県数のうち裸書は延べの数値、（ ）は重複を除いた数値。

注2：系統数は、配布形態（さし木苗、つぎ木苗等）の区分の延べ数である。