

I 平成30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	育セ等	北海道	東北	関西	九州	期間
1 エリートツリーと優良品種の開発						
(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
2 ゲノム情報を活用した高速育種等の育種技術の開発						
(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	育セ等	北海道	東北	関西	九州	期間
1 適正かつ早期の普及に必要な技術の開発						
(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) 採種徳園管理技術の高度化	2課			○	○	H28～H32
(4) カラマツ等に適した採種園管理技術の高度化	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
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						
(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
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						
(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
4 林木育種におけるバイオテクノロジーの開発						
(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
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						
(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
(3) ケニア国「持続的森林管理のための能力開発プロジェクト(林木育種コンポーネント)」	海外					H29～H33

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
1 林木遺伝資源の収集、保存及び配布						
(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
2 種苗の生産及び配布						
(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
3 講習及び指導						
(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

(30年度計画)

- ① 検定等の進捗状況を踏まえ、エリートツリーについては概ね 60 系統、初期成長が優れた品種等の優良品種については概ね 30 品種を目標として開発する。
- ② 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を進める。

(実績)

- ① エリートツリーについては、年度計画における目標の概ね 60 系統に対して、スギで 69 系統、カラマツで 13 系統の計 82 系統を開発した。優良品種については、年度計画における目標の概ね 30 品種に対して、初期成長に優れた第二世代スギを 3 品種、少花粉スギ等花粉症対策スギを 5 品種、マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツを 17 品種、クロマツを 7 品種、第二世代アカマツを 3 品種等の合わせて 35 品種を開発した。さらにエリートツリーを中心としてスギで 22 系統、ヒノキで 3 系統、カラマツで 8 系統の合わせて 33 系統を特定母樹として申請し、農林水産大臣により指定された。また、初期成長及び発根性が優れた第二世代スギ 3 品種については、当品種として関東地域で初めてのさし木品種であり、開発した品種の 5 年次の樹高は対象のスギより約 2 割優れており、下刈りの省力化など造林コストの低減等への貢献が期待できる。
- ② 高速育種技術等の育種技術の開発については、スギにおいて、平成 29 年度に開発した育種統計モデルを用いて温暖化に伴う乾燥が生育や成長に与える影響の系統評価を進めるとともに、乾燥に強い個体を選抜するための遺伝子発現マーカーの開発に着手した。また、これまで安定的な着花促進が困難であったカラマツについて、光環境の改善と環状剥皮技術を組み合わせた着花促進を図ることにより、凶作から並下作の年であっても安定的な種子の供給が期待できる技術等を開発するとともに、着花促進等に関する技術普及マニュアルを作成・公表した。
- ◎ その他の成果として、花粉症対策スギ 5 品種のうち、現場からのニーズが高い初期成長が優れた無花粉スギ 1 品種及び成長が優れた少花粉スギ 1 品種について、関係都県と連携して開発した。また、優良品種の開発と種苗の普及が求められている無花粉スギについて、関東・中部・北陸地域の都県で開発されている無花粉スギ品種とその育種素材における遺伝的な類縁関係を解明した。

○ 平成30年度に開発した品種について

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、国有林野事業及び関係都道府県と連携して下記の35品種を開発しました。

花粉症対策品種 5系統

(関東育種基本区) 1系統

無花粉スギ 三月晴不稔1号

(九州育種基本区) 4系統

少花粉スギ 県浮羽8号

少花粉スギ 県八女6号

少花粉スギ 県八女9号

少花粉スギ 県甘木4号

マツノザイセンチュウ抵抗性品種 27系統

(東北育種基本区) 12系統

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(藤沢)アカマツ40号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(花泉)アカマツ1号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(花泉)アカマツ59号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(花泉)アカマツ63号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(花泉)アカマツ72号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(花泉)アカマツ78号

マツノザイセンチュウ抵抗性 岩手(花泉)アカマツ128号

マツノザイセンチュウ抵抗性 山形(酒田)クロマツ247号

マツノザイセンチュウ抵抗性 山形(酒田)クロマツ259号

マツノザイセンチュウ抵抗性 山形(遊佐)クロマツ157号

マツノザイセンチュウ抵抗性 山形山形(遊佐)クロマツ166号

マツノザイセンチュウ抵抗性 山形(鶴岡)クロマツ40号

(関西育種基本区) 15系統

マツノザイセンチュウ抵抗性 広島(庄原)アカマツ1号※

マツノザイセンチュウ抵抗性 広島(庄原)アカマツ2号※

マツノザイセンチュウ抵抗性 広島(庄原)アカマツ3号※

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ22号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ23号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ24号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ26号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ29号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ31号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ32号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ33号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ35号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(金閣寺)アカマツ37号

マツノザイセンチュウ抵抗性 京都(京丹後)クロマツ99号

マツノザイセンチュウ抵抗性 島根(西ノ島)クロマツ346号

初期成長に優れた第2世代品種 3系統

(関東育種基本区)

初期成長に優れた第2世代品種 スギ林育 2-68号

初期成長に優れた第2世代品種 スギ林育 2-92号

初期成長に優れた第2世代品種 スギ林育 2-256号

(※) 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品種開発実施要領「マツノザイセンチュウ抵抗性品種」の第5条の別表2に掲げるクローンを対照系統とし、第8条二のマツノザイセンチュウを用いて開発した品種である。

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

(30年度計画)

- ① 優良品種等の遺伝子型の決定と原種苗木配布システムの開発を引き続き進めるとともに、特定母樹等原種苗木の需要の増大に対応するため、施設等を用いた原種苗木増産技術の開発を進める。
- ② 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について、種子の超低温保存に適した含水率等の保存条件を明らかにする。
- ③ バイオテクノロジーを利用した育種技術の開発を行うため、スギにおけるゲノム編集技術による遺伝子改変の効率性の評価を進める。
- ④ 地球温暖化に伴う気候変動への適応策に資するため、ケニア森林研究所との共同研究（JICA 技術協力事業）により、乾燥に強いケニアの郷土樹種（メリア、アカシア）の検定林のデータ収集及び解析を進める。

(実績)

- ① スギ、トドマツ、カラマツ等についての第二世代精英樹候補木等の遺伝子型のタイピングを進めるとともに、個体ごとに耐久性の高いラベルを付与して原種苗木にかかる情報管理の基盤整備を進める等、原種苗木配布システムの開発を進めた。原種苗木増産技術の開発については、スギにおいてこれまでさし木に用いてきた先端穂に加え、先端以外の部分である管穂を用いることにより、温室内において採穂台木数を従来の5倍程度に増やせる可能性を示した。
- ② ブナについて、乾燥種子を -170°C の気相式凍結保存容器内で6ヶ月間超低温保存した後に生存試験をした結果、種子の超低温保存に適した含水率は9~12%であること等の保存条件を明らかにした。
- ③ スギにおけるゲノム編集による遺伝子改変の効率性については、DNA切断酵素 Cas9 を発現する複数のゲノム編集ベクターについて評価すること等により進めた結果、ゲノム編集によるスギの遺伝子改変の効率性を最適化する優良な条件が得られた。
- ④ ケニア森林研究所との共同研究において、メリアとアカシアの次代検定林の調査データの解析を進め、メリアについては採種園の着果データも併せて解析した結果、着果性及び次代の成長が優れた家系を明らかにできた。また、アカシアについては次代検定林の調査データ収集を行い解析に着手した。
- ◎ その他の成果として、スギのさし穂において、発根部位と発根しない部位とで遺伝子発現に違いがあることを明らかにした。早生樹として期待が高いコウヨウザンについて、着果特性を評価する基準を作成するとともに、優良種苗の生産技術の開発に着手した。また、早生広葉樹のユリノキ及びチャンチンについて、優良種苗の生産技術の開発を進めた。絶滅危惧種オガサワラグワの組織培養によるクローン苗を小笠原諸島の父島及び母島に送り、小笠原村と連携して里帰りのための植栽地を2カ所設定し植栽した。クロマツについて、GBSより得られた遺伝子型情報をもとに26個の連鎖群からなる連鎖地図を構築した。メリアについて、次世代精英樹作出のための人工交配に向けた袋掛け処理等を活用した交配処理試験を進め、その一部において着果が確認された。

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

林木遺伝資源の利用促進のための技術開発

(年度計画)

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について、種子の超低温保存に適した含水率等の保存条件を明らかにする。

(実績)

我が国の森林を構成する重要な樹種であるブナについて、林木遺伝資源の施設保存技術の高度化を図るために種子の超低温保存を行い、ブナ種子の超低温貯蔵に適した含水率等の保存条件を明らかにした。また、早生広葉樹のユリノキ及びビャクダンについて、優良種苗の生産技術の開発を進めた。絶滅危惧種オガサワラグワの組織培養によるクローン苗木を小笠原諸島の父島及び母島に送り、小笠原村と連携して里帰りのための植栽地を2カ所設定し、オガサワラグワのクローン苗木を植栽した。この他、早生樹として期待されているコウヨウザンについて、優良種苗生産技術等を開発するための共同研究をイノベーション創出強化研究推進事業課題として新たに開始した。

林木遺伝資源の収集、保存及び配布

(年度計画)

突き板等での利用が期待されているユリノキについて、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)

林木遺伝資源の探索・収集について、突き板等での利用が期待されるユリノキと機能性樹木として需要が期待できるキハダの穂木、種子157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、コウヨウザン等165点、育種素材の補充に資するスギ、ヒノキ、クロマツ等946点を含めた育種素材として利用価値の高いものとして1,268点、絶滅危惧種・天然記念物等で枯損の危機に瀕しているトガサワラ、ヤエガワカンバ等117点、その他森林を構成する樹種56点、計1,441点を探索・収集した。

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)1,175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1,184点を適切に温度管理できる貯蔵施設に集中保存した。

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5,916点、種子724点、花粉68点、計6,708点の成長形質、さし木発根率、着花性、種子発芽率等の調査を実施した。

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、30件380点の配布を実施した。

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30年度の実績は、8件受諾、16件の里帰りを行った。

平成30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 ()の数字はユリノキ、キハダ	穂木	141(72)	ユリノキ、キハダ、コウヨウザン、ミツマタ等
		種子	181(87)	ユリノキ、キハダ、ホオノキ、ミツマタ等
		花粉	0	
		小計	322(157)	
	育種素材の補完に資するもの	穂木	81	スギ、ヒノキ、カラマツ等
		種子	746	スギ、ヒノキ、クロマツ等
		花粉	119	カラマツ、エゾマツ、トドマツ等
		小計	946	
		計	1,268	
絶滅に瀕している種、天然記念物、巨樹・名木等	穂木	35	アカマツ、クロビイタヤ等	
	種子	82	トガサワラ、ヤエガワカンバ等	
	花粉	0		
	計	117		
その他森林を構成する多様な種		種子	56	クサミズキ等
合 計		穂木	257	
		種子	1065	
		花粉	119	
		計	1,441	

平成30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	4,262	樹高、胸高直径、さし木発根性、着花性、DNA遺伝子型等
	種子	スギ、ヒノキ、クロマツ等	372	発芽率、100粒重、含水率、種子色等
	花粉	スギ等	68	発芽率、含水率
	計		4,702	
絶滅に瀕している種等	成体	シコクシラベ、トガサワラ、ハリモミ等	453	樹高、胸高直径、着花性
	種子	シコクシラベ等	209	発芽率、100粒重
	計		662	
その他森林を構成する多様な樹種	成体	ハンノキ、ヤチダモ等	1201	樹高、胸高直径、各種被害
	種子	クヌギ、クリ、タブノキ等	143	発芽率、生存率
	計		1344	
合計	成体		5,916	
	種子		724	
	花粉		68	
	計		6,708	

(2) 種苗の生産及び配布

(30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)

都道府県等からの種苗の配布要望に対応するため、スギ12,156本(659系統)、ヒノキ3,225本(347系統)、カラマツ4,122本(331系統)、その他1,089本(108系統)の合わせて20,592本について、都道府県等の要望する期間内に全件数の99.5%を配布した。

平成30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	特定母樹	18	320	5,849
	花粉の少ないスギ	21	273	4,817
	低花粉スギ	1	2	25
	第2世代精英樹	2	7	126
	精英樹	6	36	891
	推奨品種	1	6	36
	雪害抵抗性	2	15	412
ヒノキ	特定母樹	8	110	837
	花粉の少ないヒノキ	14	142	1,865
	第2世代精英樹	4	70	283
	精英樹	3	16	155
	推奨品種	2	9	85
アカマツ	マツノザイセンチュウ抵抗性	3	20	79
クロマツ	マツノザイセンチュウ抵抗性	13	77	445
カラマツ	特定母樹	5	69	755
	幹重量の大きい品種	1	5	39
	精英樹	2	257	3,328
グイマツ	特定母樹	1	5	503
	第2世代精英樹候補木	1	5	52
	精英樹	1	1	10
合計		109 (43)	1,445	20,592

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。