

## 精英樹選抜育種に関する取り組み

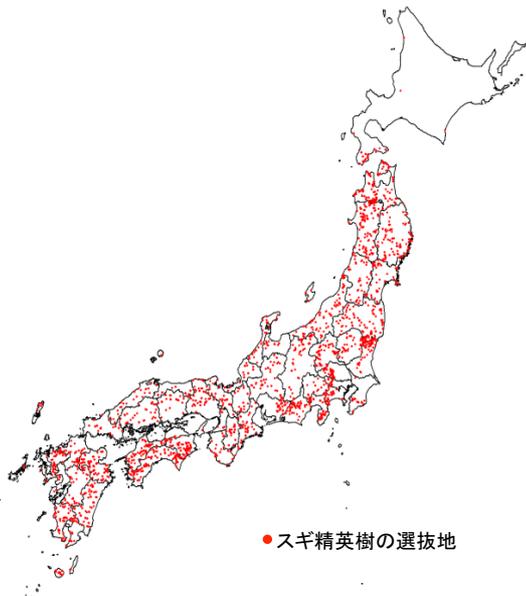
林木育種センター

# 1 これまでの選抜育種

## ① 精英樹：昭和 29 年～（最盛期：昭和 32～33 年）

- ・ 「林木育種事業の実施について（31 林野第 11236 号）」等に基づき、用材生産を目的として成長の早いこと、単位面積あたりの収穫量が多いこと、幹がまっすぐであること、病気や虫の害がないこと等を目標とし、「精英樹」（第 1 世代精英樹）として約 9,100 本を選抜。

- 精英樹本数：スギ 3,567 本、ヒノキ 943 本、カラマツ 574 本他 総計 9,117 本（H22.3.31 現在）。



スギ精英樹の選抜地の分布



比較の対照として立つ調査員

スギ精英樹岩手5号

## ② 採種園・採穂園：昭和 32 年～

- ・ 林木育種場（当時）がつぎ木等で殖やした精英樹の苗（原種苗）をもとに都道府県が採種園・採穂園を造成し、山行苗となる種・穂を生産。
- ・ 検定林の調査結果等をもとに、より優れた原種苗となるよう入れ替える「入替」を適宜実施。

- 採種園：409 箇所（1,036ha）、採穂園 132 箇所：（215ha）



ヒノキ採種園



スギ採穂園

③ **精英樹検定林**：昭和 39 年～

- ・ 植栽した立地差の影響を除いて評価するため、統計学に基づき各地に設定された試験地。定期的に調査を行い。成長等の特性を評価。
  - 検定林数：1,946 箇所、総面積：2,650ha (H22. 3. 31 現在)
- ・ 評価結果は採種園の改良、品種開発、第 2 世代精英樹の選抜母集団を育成するための交配親の選択に使用。
  - 品種開発数：成長等に優れた品種 293 品種、少花粉品種 190 品種等 (H22. 3. 31 現在)



※成長の違いがモザイク模様になっている

スギの次代検定林

④ **精英樹間の人工交配 (F<sub>1</sub> 創出)**：昭和 55 年～平成 19 年

- ・ 第 2 世代の精英樹を選抜していくための母集団として精英樹 F<sub>1</sub> を創出。成長等に優れた精英樹を用い、約 9,100 組合せの人工交配を実施。21 万個体の精英樹 F<sub>1</sub> を育成。



人工交配の様子

⑤ 精英樹 F<sub>1</sub> の育種集団林造成と特性評価：昭和 59 年～

- ・ 立地差の影響を除いて高精度で特性を評価し、系統管理を確実に行うとともに、効率的に選抜を行うため、精英樹 F<sub>1</sub> の育種集団林を造成。
- ・ 定期的に、育種集団林の成長等を調査し、特性を評価。

➤ 設定箇所数：88 箇所、58ha (H21. 3. 31 現在)

※注 1 昭和 55 年度～平成元年度 (第 1 期交雑育種事業化プロジェクト)

- ・ 人工交配技術及び育種集団林の造成技術を開発。
- ・ 約 6,400 組合せの人工交配を実施し、51 箇所の次代検定林、5 箇所のモデル的育種集団林を造成。

※注 2 平成 2 年度～10 年度 (第 2 期交雑育種事業化プロジェクト)

- ・ 育種集団林の造成に係る具体的かつ実践的な技術開発を実施。
- ・ 約 2,700 組合せの人工交配を実施し、56 箇所の育種集団林を造成。

※注 3 平成 11 年度～22 年度 (育種集団林造成プロジェクト)

- ・ 第 1 期、第 2 期のプロジェクト成果を受けて、育種集団林を造成。



スギの育種集団林

## 2 海外の林木育種

### ① 北米・オセアニア諸国の育種目標はコストの低減

- ・ 大規模経営の割合が多く、経営意欲・投資意欲が強く、経営のコスト意識が高い。
- ・ 造林者は経営コストの低減に有効な育種種苗を求め、種苗生産業者はより育種が進んだ効果的な原種を求める。
- ・ 育種の効果に対する認識が広く行き渡っており、  
最小のコストが最大の利益をもたらすのが育種との認識。
- ・ コスト低減に見合った苗木向け対価を払うのが当然であるとの認識。

オーストラリア種子センターの標語 “Good seed does not cost, -It pays.  
(優良種子は高くつかない。儲かる)”



出典：Dr. Tony McRae（オーストラリア南部林木育種協会）

改良効果を経済効果で示した例（ラジャータマツ）

## ② 海外の林木育種の現状

- ・我が国よりも林木育種の開始が遅かった北米（1960年代～）では、第3世代の精英樹選抜を進めている。
- ・伐期の長い北欧と比べても、我が国は次世代化が遅れている状況。

### 日本と欧米諸国の林木育種の進捗状況

国(樹種)	伐期	選抜世代	実用世代
アメリカ南東部 (テーダマツ)	25-40	4世代	2世代
アメリカ南部 (スラッシュマツ)	25-40	3世代	2世代
アメリカ北西部 (ダグラスファー)	40-60	3世代	2世代
ニュージーランド (ラジアータマツ)	30-40	3世代	1.5世代
スウェーデン (ヨーロッパアカマツ)	80-100	3世代	1.5-2世代
日本 (スギ)	40-100	2世代	1.5世代

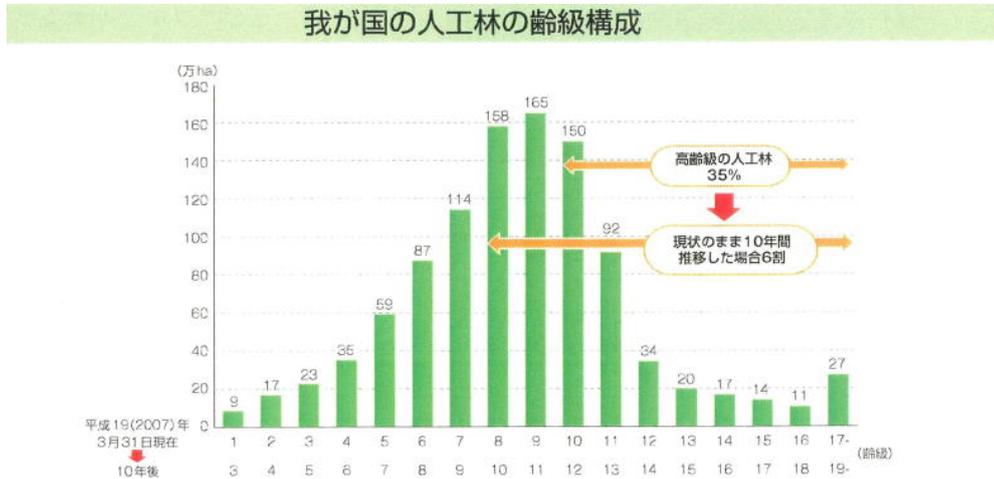
### 日本と欧米諸国の林木育種の状況

日本	欧米諸国
木材生産業としての林業は衰退 (木材自給率24%)	林業は重要産業 (内需も輸出も多い)
零細経営、投資意欲衰退 (造林未済地など)	大規模経営、積極的投資 (林業ファンドなど)
育種の有効性の森林所有者の認識が低い	育種の大きな有効性を森林所有者が認識
育種投資は公共のみ	育種に対する積極的な公共・民間投資
多様な形質についての優良品種の開発 (多様な需要に答える)	成長形質を重視した集団の改良 (材積増加の効果に重点)
多様な形質についての高精度の情報を指向 =検定を終了した「品種」の開発を重視	特定形質について精度よりも改良回数を要求 =早期の繰り返し選抜による「集団」の改良

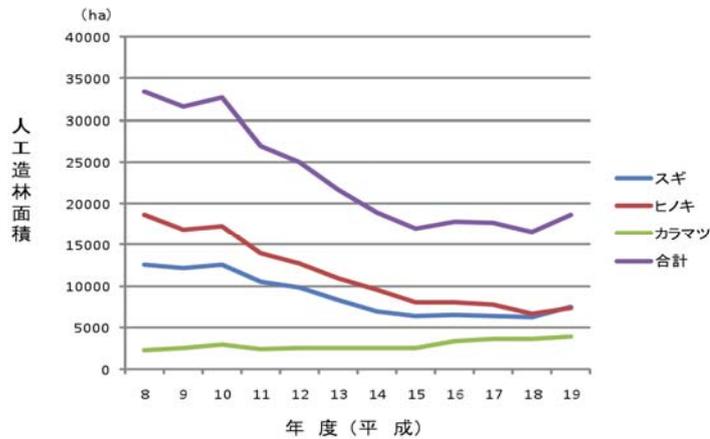
### 3 林木育種を巡る諸環境

#### (1) 林業を取り巻く状況

- ・「森林・林業再生プラン」において10年後の木材自給率50%以上が目標
- ・10年後には、50年生以上の高齢級の人工林が6割



資料：林野庁業務資料  
注：森林法第5条及び第7条の2に基づく森林計画の対象森林の面積(平成19(2007)年3月31日現在)



#### 樹種別造林面積



- ・ 資源の造成期から主伐等による資源の利用期へと移行 (平成21年度森林・林業白書)
- ・ 伐採後の更新を推進するため、優良な苗木の供給体制の整備が必要 (森林・林業再生に向けた改革の姿(中間とりまとめ))
- ・ 一方、林業収益性の悪化から造林未済地が問題化
- ・ **林業採算性向上のため、造林・保育経費の縮減が重要**
- ・ また、林業種苗生産事業体数、苗畑面積ともに減少



このため、低コスト林業・林業再生に資する「次世代育種開発・普及」  
が極めて重要

- ・ 林業種苗生産事業体数、苗畑面積ともに減少し、種苗の生産体制が弱体化している懸念



「次世代育種開発・普及」を实践し、苗木需要の増大に対応できる  
新たな種苗供給体制（新供給システムの構築）の必要性

## (2) これからの選抜育種 - 高速育種

### ① 育種技術の進展

- a. 立木状態のまま迅速・簡便に材質を測定し、選抜できる技術の開発
  - ・ヤング率：樹幹内の音速測定による評価（2003年）
  - ・心材含水率：樹幹の横打撃振動数の測定による評価（2006年）
- b. トレーサビリティーを保証・達成し得る新たな系統管理技術の開発
  - ・SSR マーカーの遺伝子型区分による系統管理技術（大量解析システム）の確立（2009年）
  - ・IC タグを使った検定、選抜技術は今年度から検定林種苗に実用化

### ② 必要個体数の達成

- ・ 林木育種においては環境の似通った区域（育種区）を単位に改良を進めており、我が国にはスギ9区域、ヒノキ4区域が存在する。今後、次世代化を進めていくに際し、近交弱勢を避けつつ、改良効果を上げていくためには、各区域（育種区）ごとに一定数以上の母数が必要とされている。
- ・ 家畜改良も含めた一般的な「育種選抜理論\*」によると、一集団（育種区）あたり50クローン以上あれば、次世代化によって改良を進めていくことが可能であり、したがって我が国の場合、母材としてスギが450クローン、ヒノキが200クローン以上あることが次世代開発には望ましいものと見積もられる。
  - \* 山田行雄「選抜理論」林木の育種（育種集団林）1979年
- ・ 現在、第1世代の選抜、検定、特性評価、人工交配を経て、第2世代の候補木群（F<sub>1</sub>検定林；育種集団林）が全国に210,000個体（88箇所）生育しているが、これら候補木群の成長量、諸適性を評価し、一次選抜（選抜率1.2%）、二次選抜（選抜率30%）を経て、第2世代たるスギ500クローン、同ヒノキ200クローンに絞り込んでいく計画（全数達成は平成28年度）。
- ・ 平成22年度は、第2世代たるスギ63クローン、ヒノキ18クローンを選抜確定する予定。



第2世代精英樹の一次選抜

- なお、下表は第1世代から第2世代へ移行する際に用意された育種素材の母数比較である。スギの交配親数、組み合わせ数は共にスラッシュマツを上回っている。

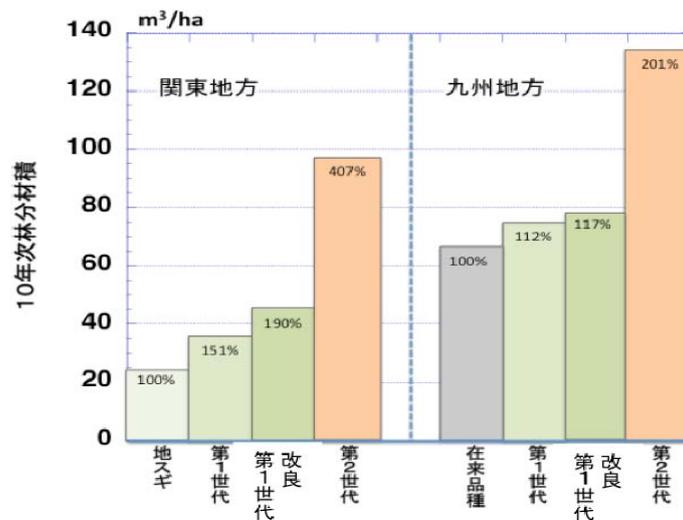
#### スギとスラッシュマツのF1 育成規模の比較

樹種	スギ (日本)	スラッシュマツ (アメリカ)
交配親数	2,500	820
交配組み合わせ数	6,500	2,700

White, T.L., Huber, D.A. and Powell, G.L. (2003)、林木育種センター研究報告 9号 (1991)、17号 (2000) をもとに作成

### ③ 期待される第2世代の改良効果

- 第2世代の改良効果について、関東地区と九州地区のスギの検定林の10年次の平均材積で比較すると、下図の通り。
- 写真は関東地方の5年生（満4年）のF<sub>1</sub>検定林の1個体。この性能の再現性が確認できれば、下刈り等の省力化に寄与できる初期成長の早い品種の登場も期待される。



第2世代：優良な第1世代を交配して生まれたF<sub>1</sub>の上位種

10年次林分材積の比較



(茨城県城里町)

5年生で樹高7mの第2世代（候補木）

#### ④ 育種期間の短縮化-またれる第3世代

- ・ これまで、数十年に亘って調査研究してきた系統毎の育種データが蓄積され、林木育種を加速化する技術・システムが開発された。
- ・ スギの樹高では10年次と20年次と間に高い相関関係（0.8以上）が示され、早期の選抜が可能となった。
- ・ また、林木育種が加速化され、第3世代の育種期間の短縮も可能となった。

樹高データの年次間の相関係数

スギ	5年	10年	15年	20年
5年	-	0.69	0.65-0.85	0.50-0.74
10年		-	0.74-0.89	<b>0.80-0.85</b>
15年			-	0.75-0.83
20年				-

林木育種センター業務資料（2010）

- ・ なお、欧米等においても、第2世代の開発にあたっては30年以上の育種期間を要してきた。しかし、その後の第3世代以降の開発に当たっては、早期に改良効果を得ることを重要視し、例えば選抜の時期を8～15年とするなど、世代を進めることに重点をおいている。
- ・ 我が国においても第2世代精英樹の成果を利用しつつ、早急に第3世代に世代を進めていくことが必要である。

北米のスラッシュマツにおける世代ごとの育種期間

項目		第1世代	第2世代	第3世代	第4世代
育種期間	開始～終了（年）	1953-1986	1987-2002	2003-2013	
	期間（年間）	34	16	11	

White, T.L., Huber, D.A. and Powell, G.L. (2003)

⑤ 育種期間の短縮化(第3世代精英樹の開発)

