

スギ精英樹等の特性はここまでわかった

一次代検定林と雪害抵抗性検定林等の調査結果から

森林総合研究所 林木育種センター 東北育種場

○半田 孝俊，千葉 一美，辻山 善洋，宮下智弘

1. はじめに

林木育種事業は昭和 32 年度から精英樹選抜育種事業が始まり，昭和 44 年度から次代検定林造成事業が，昭和 45 年からは気象害抵抗性育種事業が，都道府県，森林管理局(旧営林局)，森林総合研究所(旧林木育種場)の 3 機関が連携して事業を進めてきました。本報ではこの二つの事業についての最新の成果について掲載します。

林木育種事業の成果である育種山行苗の割合は図-1 のとおりで，平成 7 年以降 95 %程度で推移しています。スギの山行苗は 100 %育種種苗となっていますが，広葉樹とヒバが育種種苗となっていません。さらに改良した種苗を供給するために次代検定林等の調査を進めています。

なお東北育種場ではマツノザイセンチュウ抵抗性育種，スギカミキリ抵抗性育種，花粉の少ないスギの選定なども行っています。

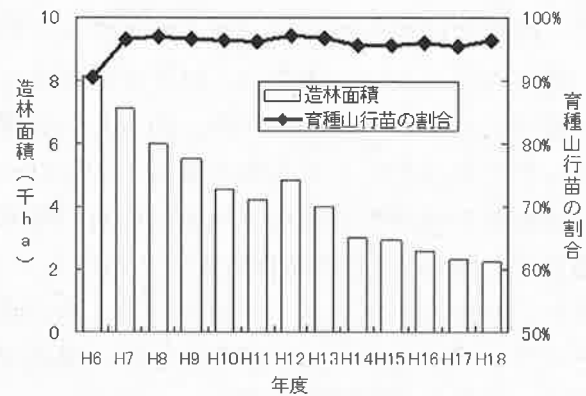


表-1 東北育種基本区(青森県，岩手県，宮城県，秋田県，山形県，新潟県)の造林面積及び育種山行苗の割合の推移

2. 各機関連携による育種の成果 —精英樹の通信簿 精英樹特性表を作りました—

東北育種基本区の各機関(東北森林管理局，関東森林管理局，青森県，岩手県，宮城県，秋田県，山形県，新潟県及び東北育種場)は次代検定林の調査を継続しています。次代検定林は精英樹の子供(実生苗，さし木苗)を植栽した試験地で，平成 19 年度末でスギ国有林 106 箇所 140ha，民有林 144 箇所 191ha が設定されています。定期的に調査を行い，おおむね 20 年次の調査が終了し，現在は 30 年次調査を実施中です。

また東北育種場の育種素材保存園で，成長量，気象害抵抗性，病虫害抵抗性，材質調査などを行い，特性情報の収集を行っています。

調査結果は，主要な形質をわかりやすい 5 段階の評価(学校の通知表と同じで最も優れたものを 5，次いで 4，並を 3，最も劣ったものを 1 と表示)でとりまとめて，精英樹特性表として印刷し公表しています。平成 20 年 12 月にはホームページで公表しました(<http://touiku.job.affrc.go.jp/>)。平成 21 年 3 月末に最新版を印刷・発刊しました。

今回作成したスギ精英樹特性表のポイントは以下のとおりで，特性表の一部を抜粋すると表-1 のとおりです。

(1)次代検定林の 20 年次成長特性(樹高，胸高直径，生存率)について 5 段階の評価値とその元となった最小二乗推定値を併記しました。714 ある精英樹のうち 8 割について実生

検定林での評価を、さし木検定林では5割の評価を記載しました。

(2) クロウンの材質特性（ヤング率，容積密度，心材色，心材含水率，心材率）を精英樹の8割についての評価を記載しました。

表-1 スギ精英樹特性表の抜粋

| 精英樹コード | 精英樹名 | 機関 | 選抜地 | 青森県内 実生検定林 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-----|-----|------------|---------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|---------|------|------|---------|----|---|----|------|---|---|-----|
| | | | | 生存率 | | 樹 高 | | | | | | 胸高直径 | | | | | | 幹曲り | | | | | | | |
| | | | | 20年次 | | 5年次 | 10年次 | 15年次 | 20年次 | | 10年次 | 15年次 | 20年次 | | 20年次 | | 20年次 | | | | | | | | |
| | | | | 評価回数 | 最小二乗推定値 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 最小二乗推定値 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 最小二乗推定値 | 評価回数 | 評価回数 | 最小二乗推定値 | | | | | | | |
| 140 | ケ青森 1 | 青森県 | 青森県 | 3 | 8 | 78.6 | 2 | 3 | 3 | 10 | 2 | 10 | 3 | 8 | 8.6 | 3 | 10 | 2 | 10 | 2 | 8 | 12.1 | | | |
| 141 | ケ青森 2 | 青森県 | 青森県 | 4 | 7 | 79.2 | 3 | 3 | 4 | 9 | 3 | 9 | 3 | 7 | 8.8 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 7 | 12.2 | | | |
| 142 | ケ青森 3 | 青森県 | 青森県 | 3 | 4 | 77.3 | 4 | 3 | 4 | 6 | 4 | 6 | 3 | 4 | 8.8 | 4 | 6 | 4 | 6 | 3 | 4 | 12.9 | | | |
| 143 | ケ東津軽 2 | 青森県 | 青森県 | 3 | 6 | 77.9 | 3 | 3 | 3 | 8 | 3 | 8 | 3 | 6 | 8.7 | 3 | 8 | 3 | 8 | 3 | 6 | 12.2 | | | |
| 144 | ケ南津軽 1 | 青森県 | 青森県 | 3 | 8 | 78.6 | 3 | 3 | 4 | 10 | 3 | 10 | 3 | 8 | 8.8 | 4 | 10 | 3 | 10 | 3 | 8 | 12.7 | | | |
| 145 | ケ南津軽 2 | 青森県 | 青森県 | 3 | 13 | 79.0 | 3 | 3 | 3 | 14 | 3 | 13 | 3 | 13 | 8.9 | 4 | 14 | 3 | 13 | 3 | 13 | 12.9 | 3 | 5 | 3.8 |
| 146 | ケ南津軽 3 | 青森県 | 青森県 | 5 | 2 | 85.1 | 4 | | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 8.5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 12.7 | | | |
| 147 | ケ南津軽 4 | 青森県 | 青森県 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 148 | ケ南津軽 5 | 青森県 | 青森県 | 4 | 6 | 83.0 | 2 | 3 | 3 | 8 | 2 | 8 | 2 | 6 | 8.0 | 3 | 8 | 1 | 8 | 2 | 6 | 11.5 | | | |
| 149 | ケ南津軽 6 | 青森県 | 青森県 | 4 | 7 | 79.9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 7 | 8.7 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 7 | 12.3 | | | |

| 精英樹コード | 精英樹名 | 機関 | 選抜地 | 材 質 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|-----|-------------------|----|-----|----|---|
| | | | | 供試本数 | 総年輪数 | 樹高 | 胸高直径 | 平均年輪幅 | ヤング率 | | 心材含水率 | | 容積密度数 | 心材色 | | | 心材率 | | |
| | | | | | | | | | 評価 | GPa | 評価 | % | | 評価 | kg/m ³ | L | | H | C |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | 評価回数 | | | | | | |
| 140 | ケ青森 1 | 青森県 | 青森県 | 3 | 34 | 22 | 32 | 4.7 | 3 | 6.5 | 1 | 193 | 3 | 281 | 37 | 57 | 30 | 75 | |
| 141 | ケ青森 2 | 青森県 | 青森県 | 4 | 33 | 21 | 32 | 4.7 | 3 | 6.4 | 2 | 176 | 3 | 267 | 37 | 55 | 33 | 70 | |
| 142 | ケ青森 3 | 青森県 | 青森県 | 3 | 34 | 20 | 31 | 4.4 | 3 | 6.8 | 3 | 137 | 3 | 278 | 42 | 59 | 34 | 68 | |
| 143 | ケ東津軽 2 | 青森県 | 青森県 | 3 | 15 | 10 | 14 | 4.5 | 3 | 4.6 | 3 | 127 | 3 | 270 | 38 | 56 | 34 | 43 | |
| 144 | ケ南津軽 1 | 青森県 | 青森県 | 2 | 26 | 12 | 16 | 3.0 | 4 | 7.6 | 3 | 134 | 4 | 287 | 45 | 59 | 35 | 60 | |
| 145 | ケ南津軽 2 | 青森県 | 青森県 | 3 | 17 | 13 | 18 | 5.3 | 3 | 5.1 | 3 | 109 | 3 | 273 | 41 | 58 | 35 | 47 | |
| 146 | ケ南津軽 3 | 青森県 | 青森県 | 3 | 34 | 20 | 30 | 4.2 | 2 | 5.6 | 2 | 153 | 3 | 269 | 39 | 57 | 31 | 66 | |
| 147 | ケ南津軽 4 | 青森県 | 青森県 | 3 | 34 | 20 | 34 | 5.0 | 2 | 5.3 | 3 | 136 | 2 | 257 | 40 | 58 | 31 | 72 | |
| 148 | ケ南津軽 5 | 青森県 | 青森県 | 3 | 32 | 20 | 28 | 4.3 | 3 | 6.5 | 3 | 140 | 3 | 273 | 41 | 59 | 34 | 73 | |
| 149 | ケ南津軽 6 | 青森県 | 青森県 | 2 | 32 | 21 | 33 | 5.0 | 3 | 6.1 | 1 | 236 | 2 | 246 | 38 | 56 | 33 | 71 | |

ここで最小二乗推定値について簡単に説明します。1 箇所の検定林に植栽できる精英樹数には限りがあるので、全ての精英樹が全ての検定林に植栽されているのではなく、少ない場合は1 箇所、多い場合は10 箇所以上に植栽されています。そのため精英樹の成績を評価するには単なる平均値では正しく評価できません。精英樹の成績を理論的に推定した値が最小二乗推定値です。パソコンで解析できるソフトが開発されていますので利用しています(宮浦富保 1998)。

特性表の使い方は簡単です。製本した特性表の他にエクセルのファイルで各機関に提供しますので、フィルター機能を使って必要な特性の精英樹を抽出できます。青森県内の実生検定林で20年次樹高の評価が5の精英樹を抽出しました(表-2)。

表一 2 20 年次樹高の評価が 5 の精英樹を抽出した結果(抜粋)

| 精英樹 コード | 精英樹名 | 青森県内 実生検定林 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|------------|--------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|-----------------|
| | | 生存率 | | | 樹 高 | | | | | | 胸高直径 | | | | | | 幹曲り | | | | | | |
| | | 20年次 | | | 5年次 | 10年次 | 15年次 | 20年次 | | | 10年次 | 15年次 | 20年次 | | | 20年次 | | | | | | | |
| | | 評 価 | 回 数 | 最小二 乗推定 値 | 評 価 | 回 数 | 評 価 | 回 数 | 評 価 | 回 数 | 評 価 | 回 数 | 最小二 乗推定 値 | 評 価 | 回 数 | 評 価 | 回 数 | 評 価 | 回 数 | 最小二 乗推定 値 | 評 価 | 回 数 | 最小二 乗推定 値 |
| 197 | エ蟹田 2 | 3 | 3 | 78.2 | | | 4 | 3 | | | 5 | 3 | 9.9 | 4 | 3 | | | 4 | 3 | 13.5 | 4 | 3 | 3.9 |
| 201 | エ今別 3 | 3 | 3 | 76.8 | 4 | | 4 | 2 | 4 | 1 | 5 | 3 | 9.6 | 3 | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | 13.2 | 4 | 3 | 3.9 |
| 203 | エ今別 6 | 2 | 1 | 72.1 | 4 | | 4 | 3 | | | 5 | 1 | 10.1 | 3 | 3 | | | 5 | 1 | 14.6 | 3 | 1 | 3.7 |
| 214 | エ増川 4 | 1 | 2 | 65.5 | | | 5 | 2 | | | 5 | 2 | 10.2 | 5 | 2 | | | 5 | 2 | 14.6 | 3 | 2 | 3.8 |
| 218 | エ増川 7 | 2 | 2 | 72.1 | 3 | | 5 | 3 | | | 5 | 2 | 9.6 | 5 | 3 | | | 5 | 2 | 14.0 | 4 | 2 | 4.0 |
| 239 | エ深浦 1 | 2 | 2 | 70.8 | 4 | | 4 | 3 | | | 5 | 2 | 9.6 | 4 | 3 | | | 5 | 2 | 14.6 | 4 | 2 | 4.0 |
| 242 | エ深浦 4 | 1 | 1 | 64.1 | 4 | | 4 | 3 | | | 5 | 1 | 10.3 | 3 | 3 | | | 5 | 1 | 14.5 | 4 | 1 | 4.0 |
| 243 | エ深浦 5 | 3 | 1 | 77.6 | | | 4 | 3 | | | 5 | 1 | 9.9 | 3 | 3 | | | 4 | 1 | 13.5 | 4 | 1 | 3.9 |

3. 雪害抵抗性個体等の特性表を作成し、雪による根元曲りの少ない品種を開発しました
平成 19 年度までに秋田県、山形県、新潟県内の多雪地域の雪害抵抗性検定林 58 箇所
(人工交配の検定林を含む) で 10 年次の調査が行われ、根元曲り等の被害の発生してい
ない検定林を除いた 44 検定林の調査結果を解析しました。404 候補木のうち 261 家系 (65
%) の 10 年次樹高、胸高直径、生存率、傾幹幅 (根元曲りの程度を示す指標) を評価し
ました。一緒に検定していた精英樹等 53 家系の評価も行い特性表を作成しました(表一
3)。なおこの特性表は林木育種推進東北地区技術部会の資料として配付したもので、ホ
ームページ等では公表していません。

表一 3 耐雪性候補木等の特性表(抜粋)

| 家系名 | 最小二乗推定値 | | | | 評価値 | | | | 検定林 | | 備考 |
|----------|---------|------|------|------|-----|----|----|-----|------|------|----|
| | 生存率 | 樹高 | 直径 | 傾幹幅 | 生存率 | 樹高 | 直径 | 傾幹幅 | 供試回数 | | |
| 耐雪山形県 34 | 0.82 | 4.01 | 6.39 | 3.22 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | | |
| 耐雪山形県 35 | 0.83 | 4.29 | 6.78 | 3.60 | 4 | 3 | 3 | 4 | 8 | 開発品種 | |
| 耐雪山形県 36 | 0.80 | 4.72 | 7.07 | 3.46 | 3 | 5 | 4 | 4 | 6 | 追加品種 | |
| 耐雪山形県 37 | 0.75 | 3.99 | 6.18 | 3.39 | 3 | 2 | 2 | 3 | 7 | | |
| 耐雪山形県 38 | 0.84 | 4.56 | 6.95 | 3.41 | 4 | 4 | 4 | 3 | 6 | | |
| 耐雪山形県 39 | 0.80 | 4.69 | 7.20 | 3.16 | 3 | 5 | 4 | 2 | 8 | | |
| 耐雪山形県 40 | 0.81 | 4.45 | 7.15 | 3.42 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | | |
| 耐雪山形県 41 | 0.81 | 4.76 | 7.52 | 3.38 | 3 | 5 | 5 | 3 | 4 | | |
| 耐雪山形県 42 | 0.80 | 4.57 | 7.20 | 3.20 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | | |
| 耐雪山形県 43 | 0.79 | 4.51 | 7.00 | 3.49 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 開発品種 | |

注：開発品種は平成 12 年度開発
追加品種は平成 20 年度開発

雪害抵抗性品種 (雪による根元曲りの少ない品種) は平成 12 年度に 21 箇所の雪害抵抗
性検定林の 10 年次調査結果から 19 実生品種、8 さし木品種を開発しました。そのうちの
耐雪山形県 13 及び耐雪山形 14 の 2 クローンは出羽の雪 1 号及び 2 号として品種登録しま
した。

今回の特性表を基に 10 実生品種を平成 20 年度に追加して開発しました(表一 4)。

表－4 雪害抵抗性品種

| 平成12年度開発 | | 平成20年度開発 | |
|----------|----------|----------|----------|
| 実生品種 | | さし木品種 | 実生品種 |
| 耐雪秋田営10 | 耐雪山形県35 | 耐雪秋田営30 | 耐雪秋田営14 |
| 耐雪秋田営13 | 耐雪山形県43 | 耐雪秋田県8 | 耐雪秋田営121 |
| 耐雪秋田営20 | 耐雪山形県47 | 耐雪秋田県28 | 耐雪前橋営13 |
| 耐雪前橋営3 | 耐雪山形県52 | 耐雪秋田県36 | 耐雪前橋営107 |
| 耐雪山形県12 | 耐雪新潟県2 | 耐雪秋田県48 | 耐雪秋田県19 |
| 耐雪山形県13 | 耐雪新潟県4 | 耐雪秋田県50 | 耐雪山形県36 |
| 耐雪山形県14 | 耐雪新潟県11 | 耐雪山形県13 | 耐雪山形県46 |
| 耐雪山形県17 | 耐雪新潟県20 | 耐雪山形県14 | 耐雪山形県68 |
| 耐雪山形県23 | 耐雪新潟県102 | | 耐雪新潟県27 |
| 耐雪山形県28 | | | 耐雪精英樹角館1 |

ここで品種の開発とは、育種場長等が特性調査、検定結果に基づいて「森林総合研究所 林木育種センターの新品種開発委員会」に新品種として申請し、委員会において審議の結果新品種として決定されたものを指します。

4. 特性表を使ってさらに改良した種苗を供給します

明らかになった特性に基づいて、造林用種子を生産するために、樹高の低い種子生産専用の林であるミニチュア採種園を各県が造成しています。ミニチュア採種園は造成後4年目から種子生産が可能です。現在造成中もしくは今後造成されるミニチュア採種園の構成クローンは、特性表に基づいて、成長の良い精英樹、材質の良い精英樹、花粉の少ない精英樹、諸害に抵抗性のある精英樹等を選択して、地域ごとに目標とする形質の育種種苗が生産されるようになっていきます。特性表を利用し、育種事業はさらに進展します。

(1) 育種効果のシミュレーションによる進展

現在の採種園の構成クローンから、採種園の特性を今回の特性表を利用して推定することができます。さらに特性表を利用して新規に造成する採種園や改良する採種園の目標とする特性、例えば「成長が特に良い」、「成長と材質が良い」など必要なクローンを選定し、将来生産される採種園産種子の特性を推定します。その結果に基づいて新しい採種園を設定し、より良い種苗の供給を行います。

(2) 優良系統（家系・クローン）の選択による進展

人工交配により複数の形質を併せ持った優良系統の創出のための母樹の選定や、特定の目標に合致する系統の選定に使います。

そして特に優れた系統を推奨品種として選定し、普及します。

5. 今後の課題

現在の種苗の需給調整では、スギは花粉症対策品種とそれ以外の2区分となっています。将来は「雪による根元曲りが少ないスギ」、「成長・材質が良いスギ」など特性に応じた需給調整のシステムと、繁殖特性に応じた苗木の価格設定が必要です。

最近の低コスト化を指向したコンテナ苗、少花粉スギのマイクロカッティング苗など育種、育苗、育林の3つの技術がより連携して、新しい森づくりをする必要があります。