

## II 特性表の説明

### 1. 特性表の概要

2021年度に策定された「みどりの食料システム戦略」において、エリートツリー等の成長に優れた苗木の活用を2050年までに9割以上とすることが重要業績評価指標（KPI）として位置付けられています。これまでに林木育種センターでは、前述のとおり、関東育種基本区から691系統のエリートツリー候補木を選抜し、基準を満たす181系統がスギエリートツリーとして選抜されています。また、そのうち73系統が特定母樹に指定されています（2025年3月末現在）。これら特定母樹等から生産される成長に優れた苗木（以下、特定苗木等という。）の活用は、初期育林コストの削減や森林のCO<sub>2</sub>吸収能力の高度発揮に資すると期待されており、特定苗木等の実際の利用の効果を明らかにするための植栽試験地（遺伝試験林<sup>5)</sup>等）の成長量データが蓄積されつつあります。さらに、原種苗木の生産時に得られるさし木発根率のデータや雄花着花量のデータ等、繁殖特性に関するデータも蓄積されつつあります。本特性表は、これらのデータを解析し、特定母樹として普及が進められている、スギのエリートツリー（特定母樹）の特性を取りまとめたものです。

本特性表では、多くの形質を5段階で評価しています。エリートツリー（特定母樹）は、従来の系統より成長性などに優れると期待されますが、その中でも特に成長性が高い系統や雄花着花量が少ない系統に関する情報が求められていました。本特性表は、こうしたご要望に応える形で、73系統のエリートツリー（特定母樹）の中での相対的な評価を5段階で示しています。採種穂園への導入系統を選定する際の参考資料としてご活用いただければ幸いです。

### 2. 調査対象

関東育種基本区では、実生苗木を植栽して設定した29箇所の次代検定林から691系統のスギエリートツリー候補木の選抜を行い、その中から181系統のエリートツリーを開発しています（2025年3月末現在）。本特性表に記載されたエリートツリー（特定母樹）の原木データ（成長特性・材質特性）は、当該クローンの原木が選抜された次代検定林において得られた調査データを検定林ごとに解析し取りまとめたものです（評価方法は後述）。また関東地域では、スギは主に実生苗木で造林されるため、候補木の後代による次代検定林や展示林等で実生苗木としての特性を調査しています。また、近年、さし木苗木に対するニーズがあることから、候補木のさし木苗木を使った特性について、次代検定林や展示林以外にも、林木育種センター本所内に植栽されたエリートツリー（特定母樹）のクローンを活用して調査しています。

本特性表では、後述する方法で系統ごとに各形質の特性を評価し、得られた特性値を特性表に取りまとめました。

## II 特性表の説明

### 3. 各種特性の評価方法

#### (1) 成長特性の調査（原木）

第1世代精英樹同士を人工交配して得られた種子などから育成した後代の実生苗木を植栽して造成した次代検定林（エリートツリーを選抜するための育種集団林<sup>6)</sup>等）において、5年次～20年次まで5年おきに樹高と胸高直径を定期的に調査しています。樹高は測竿あるいはVertex（Haglof社製）を用いて測定しています。胸高直径は輪尺を用いて、斜面上側より胸高部（地上高1.2m）の樹幹の直径を測定しています。材積は、樹高と胸高直径の測定値に基づき森林総合研究所「幹材積計算プログラム」により計算しました。

育種価<sup>7)</sup>の偏差値に基づいて、エリートツリー（特定母樹）の中で5段階評価値を算出して、示しています。5、4、3、2、1の5段階評価で表しており、相対的に5が優れており、1が劣っています。育種価とは、その系統がどの程度遺伝的に優れているかを示す値です。遺伝的に優れた系統は正の値、劣っている系統は負の値、平均的な系統は0となります。エリートツリー候補木が選抜された育種集団林を含む複数の次代検定林における原木の10年次材積をもとに、植栽地や家系を説明変数とする育種統計解析により、BLUP法<sup>8)</sup>を用いて育種価を算出しました。統計解析には、統計解析ソフトR上で動作するパッケージBreedR<sup>9)</sup>を用いました。

表 原木の幹材積の評価値

評価値	判定	偏差値の範囲
5	優れている	65以上
4	やや優れている	55以上65未満
3	平均的	45以上55未満
2	やや劣る	35以上45未満
1	劣る	35未満

## II 特性表の説明

### (2) 成長特性（実生苗木の植栽試験による後代検定）

樹高：特定母樹を含むエリートツリーを親とする人工交配等によって得られた種子から実生苗木を育成し、それらの苗木を植栽した次代検定林（第3世代のエリートツリーを選抜するための集団林）を造成しました。エリートツリー等の子どもに相当する実生苗木を実際に植栽したこれらの検定林で調査した5年次の樹高のデータをもとに育種統計解析を行い、親としてどの程度遺伝的に優れるかを推定しました（後代検定）。推定された遺伝的能力の値（育種価）の偏差値に基づいて、エリートツリー（特定母樹）の中で相対的にどの程度優れるのかを5、4、3、2、1の5段階評価で示しました。5が相対的に優れており、1が劣っていることを表します。5年次の樹高推定値は、2段階の解析によって算出しました。まず、各検定林で測定された5年次の樹高観察値をもとに、各検定林内における空間自己相関<sup>10)</sup>を推定する解析モデルを用いて、検定林内の尾根や谷といった微地形などに起因する環境変動の影響を除いた樹高の補正値を算出しました。このような環境の影響を除いて推定された樹高の補正値を、全ての検定林について集約し、BLUP法によって複数検定林の統合解析を行い、各系統の親としての遺伝的能力を育種価として推定しました。これらの解析は統計解析ソフトR上でパッケージBreedRを用いて行いました。

### (3) 成長特性（さし木によるクローン検定<sup>11)</sup>）

樹高：原木から穂を採取して、さし木増殖した苗木を植栽したクローン検定林（遺伝試験林）を造成しました。これらのクローン検定林において、5年次に調査した樹高のデータをもとに育種統計解析を行いました。各さし木クローンについて推定された遺伝的能力の値（育種価）の偏差値に基づいて、エリートツリー（特定母樹）の中で相対的にどの程度優れるのかを5、4、3、2、1の5段階評価で示しました。5が相対的に優れており、1が劣っていることを表します。5年次の樹高推定値は、2段階の解析によって算出しました。まず、各検定林で測定された5年次の樹高観察値をもとに、各検定林内における空間自己相関を推定する解析モデルを用いて、検定林内の尾根や谷といった微地形などに起因する環境変動の影響を除いた樹高の補正値を算出しました。このような環境の影響を除いて推定された樹高の補正値を、全ての検定林について集約し、BLUP法によって複数検定林の統合解析を行い、各クローンの遺伝的能力を推定しました。これらの解析は統計解析ソフトR上でパッケージBreedRを用いて行いました。

## II 特性表の説明

### (4) 幹の通直性 (原木)

幹曲り：下表の基準によって目視により評価した値です。

表 幹曲りの評価値

評価値	幹曲りの評価基準 (高さ1m~5mの矢高の程度)
5	全く曲りが無い
4	少し曲りがあるが、採材に支障がない
3	矢高が末口直径の1/2倍未満
2	矢高が末口直径の1/2倍以上、直径未満
1	矢高が末口直径以上、もしくは重曲

根元曲り：下表の基準によって目視により評価した値です。

表 根元曲りの評価値

評価値	根元曲りの評価基準 (根元の切り捨ての程度)
5	全く曲りが無い
4	少し曲りがあるが、採材に支障がない
3	0.3m以上0.6m未満に切り捨てる曲りがある
2	0.6m以上1.2m未満に切り捨てる曲りがある
1	1.2m以上に切り捨てる曲りがある

## II 特性表の説明

### (5) 材質特性（原木）

剛性<sup>12)</sup>：原木が植栽されている次代検定林（育種集団林）等において、FAKOPP（FAKOPP Enterprise社製）あるいはTreeSonic（FAKOPP Enterprise社製）を用いて応力波伝搬速度<sup>13)</sup>を測定しました。一般に応力波伝搬速度が速いほど、ヤング係数（ヤング率）<sup>14)</sup>が高く、材質がよいと考えられます。応力波伝搬速度は調査時の樹齢によって影響を受けると考えられるため、同時に調査した一つの試験地内の樹齢が同一である個体（エリートツリーおよびエリートツリー候補木）の調査結果に基づき、応力波伝搬速度の速いものを5とする、5段階の相対評価を行いました。

表 剛性の評価値

評価値	判定	偏差値の範囲
5	速い	65以上
4	やや速い	55以上65未満
3	平均的	45以上55未満
2	やや遅い	35以上45未満
1	遅い	35未満

## II 特性表の説明

### (6) 繁殖特性（雄花着花性）

雄花着花性（ジベレリン処理）：林木育種センター構内およびクローン検定林に植栽されたエリートツリー等の個体に対して、夏にジベレリン処理による花芽誘導を行い、「雄花着花性に関する調査実施要領（平成3年林野庁長官通達）」に基づいて、枝先に着生した雄花着花量の程度を、目視による5段階指数により調査しました。この雄花着花指数の観察値をもとに、実施した西暦年ごとの豊作・不作といった年変動や、植栽区画等の場所による影響、樹齢による影響を補正した育種統計解析を行い、BLUP法によって各クローンの雄花着花性についての遺伝的能力（育種価）を推定しました。推定された各クローンの雄花着花性についての遺伝的能力の偏差値に基づいて、エリートツリー（特定母樹）の中で5段階評価の値を算出しています（評価値5は相対的に雄花が多く、評価値1は少ないことを意味します）。

表 着花特性の評価値

評価値	判定	偏差値の範囲
5	多い	65以上
4	やや多い	55以上65未満
3	平均的	45以上55未満
2	やや少ない	35以上45未満
1	少ない	35未満

雄花着花性（自然着花）：林木育種センター構内およびクローン検定林に植栽されたエリートツリー等の個体に対して、自然条件で着生した雄花着花量の程度を、目視による5段階指数により調査しました。この雄花着花指数の観察値をもとに、実施した西暦年ごとの豊作・不作といった年変動や、植栽区画等の場所による影響、樹齢による影響を補正した育種統計解析を行い、BLUP法によって各クローンの雄花着花性についての遺伝的能力（育種価）を推定しました。推定された各クローンの雄花着花性についての遺伝的能力の偏差値に基づいて、エリートツリー（特定母樹）の中で5段階評価の値を算出しました（評価値5は相対的に雄花が多く、評価値1は少ないことを意味します）。自然条件での雄花着花性の調査は、樹冠全体を見渡し着花量の程度を以下の定義で5段階に区分しました：5. 樹冠全体の枝に雄花が多数着生；4. 樹冠全体の枝にまんべんなく雄花が着生。または多数の枝に集中して多数着生；3. 樹冠内の複数の枝にまばらに着生。または枝数は多くないものの数本の枝に多数着生；2. 樹冠内のごく少数の枝に一部着生。；1. 着生が認められない。

## II 特性表の説明

### (6) 繁殖特性（雌花着花性）

雌花着花性（ジベレリン処理）：林木育種センター構内に植栽されたエリートツリー等の個体に対して、夏にジベレリン処理による花芽誘導を行い、枝先に着生した雌花着花量の程度を、目視による5段階指数により調査しました。この雌花着花指数の観察値をもとに、実施した西暦年ごとの年変動や、植栽区画等の場所による影響、樹齢による影響を補正した育種統計解析を行い、BLUP法によって各クローンの雌花着花性についての遺伝的能力（育種価）を推定しました。推定された各クローンの雌花着花性についての遺伝的能力の偏差値に基づいて、エリートツリー（特定母樹）の中で5段階評価の値を算出しています（評価値5は相対的に雌花が多く、評価値1は少ないことを意味します）。ジベレリン処理による雌花着花性の調査は、ジベレリン処理を施した枝全体を見渡し着花量の程度を東北林木育種場：精英樹特性表（1988）に従って5段階に区分しました：5. 花芽の着生範囲が広く、着花量が非常に多い；4. 花芽の着生範囲が広く、着花量が多い；3. 花芽の範囲及び着花量が中程度；2. 花芽の着生範囲が狭く、着花量が少ない；1. 花芽の着生範囲が狭く、着花量が非常に少ない。

### (7) 増殖特性

発根率：各系統あたり複数の穂木をさし床にさしつけ、発根の有無を確認する発根性調査の結果をもとに、各系統ごとの発根率を算出しました。さし木発根性の調査は2008年～2019年度に行っています。発根性調査を複数年にわたって継続的に実施した場合は、それら複数回の平均値を示しています。採取した穂木は、長さを概ね20～25cm程度に調整し、さしつけ前日に40倍（IBA 0.01%）に希釈したオキシベロン液剤（バイエルクロップサイエンス）に浸漬した後、鹿沼土を敷き詰めたさし床にさしつけています。その後ミストによる灌水を行いました。

表 発根率の評価値

評価値	発根率の範囲
5	80%以上
4	60%以上80%未満
3	40%以上60%未満
2	20%以上40%未満
1	20%未満

## II 特性表の説明

### 4. 特性表の使い方

本特性表は、採種穂園の構成系統をより優れた系統に更新し、採種穂園の体質改善を図るための資料としてご活用いただきたいと思います。これにより、採種穂園から生産される種苗の改良効果をさらに高めることが期待できます。

また、新規に採種園を造成する際の参考として、「採種園パッケージ（後述）」を掲載しました。これは、採種園の構成クローンの血縁関係を考慮しつつ、現時点で最適な改良効果が得られると期待できるクローンを組み合わせたものです。採種園の設計やパッケージに関する具体的なご相談は、林木育種センターまでお問い合わせください。

なお、本特性表は、2025年3月現在までに林木育種センターが申請し、特定母樹に指定されたエリートツリーの特性値をまとめたものです。今後も新たに基準を満たす系統を特定母樹に申請する予定であり、また、本特性表に掲載しているエリートツリー（特定母樹）についても特性調査を継続し、データを更新していきます。そのため、特性表は随時改訂され、特性値の更新や新たな形質の追加が行われる可能性があります。採種穂園を造成する都道府県や認定特定増殖事業者の方々には、最新の改訂版をご参照くださいますようお願い申し上げます。