

スギ遺伝資源の特性表について

ー森林総合研究所林木育種センター奥羽増殖保存園に保存しているスギ精英樹ー

森林総合研究所林木育種センター東北育種場奥羽増殖保存園（以下「奥羽増殖保存園」という。）には、昭和 32 年度に開始された精英樹選抜育種事業により選抜・収集されたスギ精英樹がクローンで保存されている。これらについて、様々な特性を明らかにするため、遺伝資源の特性調査を行っている。

これまでに蓄積された調査データを取りまとめて、遺伝資源特性表を作成した。

1. 特性調査の方法

調査は、奥羽増殖保存園（山形県東根市）に保存しているスギ精英樹について行った。

調査した特性は、分類・同定に必要な特性である一次特性、生理・生態的特性及び各種抵抗特性である二次特性並びに収量及び材質等生産物に必要な特性である三次特性で、それぞれの特性についての調査形質を以下の表に示した。

なお、調査は、各クローンの 1～6 個体について行った。

	一次特性	二次特性	三次特性
スギ精英樹	樹体の形状, 樹幹の形状, 樹冠の形状, 樹皮の亀裂紋様, 枝の密度, 千粒重	生枝下高(*1), 雌花着花性(*2), 雄花着花性(*2), 球果着生量(*2), 種子生産量(*2), 種子発芽率, 花粉発芽率, さし木発根性(*2)	樹高, 胸高直径, 幹曲がり(*1), 根元曲がり, 幹の完満性(形状比), 真円性(*1), 抵抗性(雪圧害)(*2), 抵抗性(黒点枝枯病)(*2), 抵抗性(スギカミキリ)(*2)

*1; 遺伝資源特性調査の他、「東北育種基本区スギ精英樹特性表 第三版」(2009)の数値評価も引用し、遺伝資源特性評価に当てはめ、表現に変換した。

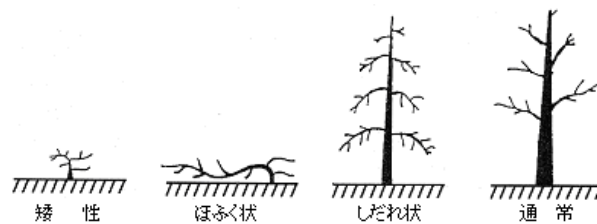
*2; 「東北育種基本区スギ精英樹特性表 第三版」の数値評価をもとに、遺伝資源特性評価に当てはめ、表現に変換した。

2. 調査と評価の方法

(1) 一次特性

ア 樹体の形状

樹体の形状を観察し下図の 4 区分のいずれかにあてはめ、クローン内で最も頻度の高い形状を当該クローンの評価値とした。



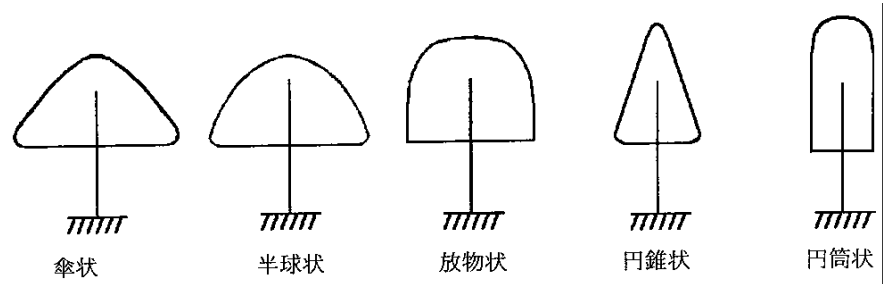
イ 樹幹の形状

樹幹の形状を観察し、下図の 3 区分のいずれかにあてはめ、クローン内で最も頻度の高い形状を当該クローンの評価値とした。



ウ 樹冠の形状

樹冠の形状を観察し、下図の5区分のいずれかにあてはめ、下表に該当する指数を個体ごとに決定し、系統内で最も頻度の高い指数を当該系統の代表値とした。



エ 樹皮の亀裂紋様

胸高部位を挟んだ上下各1mの範囲の樹皮の状態を観察し、下表の4区分のいずれかにあてはめ、クローン内で最も頻度の高い形状を当該クローンの評価値とした。

評価	網肌	流れ肌	桧肌	松肌
区分	溝の発達が少ないが網目状になっており、薄い皮が剥離するもの	粗皮の割裂は網目状でなく左右に流れる形で、容易に長く剥がれるもの	やや広く縦列して、薄くて長い裂片に剥がれるもの	亀甲状の鱗片に剥がれるもの

オ 枝の密度

(ア) 特性調査

力枝より上の1m幹長範囲内のすべての枝を個体ごとに数えた。個体ごとの値を用いて系統内の平均値を計算し、当該系統の代表値とした。

(イ) 特性評価

5段階評価とし、当該系統の代表値を次の表にあてはめて評価を行った。

評価	非常に密 (1)	密 (2)	ふつう (3)	疎 (4)	非常に疎 (5)
区分	16本以上	12本以上16本未満	9本以上12本未満	5本以上9本未満	5本未満

カ 種子の千粒重

(ア) 特性調査

純正種子（「二次特性（3）種子ア球果当たり種子数」を参照。）をよく攪拌し、無作為に種子100粒を取り出し（3反復が望ましい）、種子の重さを0.01g単位で測定し、その値を10倍した。反復をもうけない場合は測定値を10倍した値を当該系統の代表値とした。反復を設けた場合は反復内の平均値を計算し当該系統の代表値とした。

(イ) 特性評価

当該系統の代表値を次の表にあてはめて評価を行った。

評価	非常に軽い (1)	軽 い (2)	ふ つ う (3)	重 い (4)	非常に重い (5)
区分	1.4未満	1.4以上2.4未満	2.4以上3.4未満	3.4以上4.4未満	4.4以上

(2) 二次特性

ア 生枝下高

(ア) 特性調査

生立木のまま地際から生枝の最下着生位置までの高さを 10cm の単位で測定し、この測定値を用いて以下の式で計算した系統内の平均値を当該系統の代表値とした。

$$[\text{生枝下高の樹高に対する比}] = \{ [\text{生枝下高}] / [\text{樹高}] \} \times 100\%$$

(イ) 特性評価

以下のとおり評価を行い、当該系統の代表値を次の表にあてはめて評価を行った。

評価	非常に低い	低 い	ふつう	高 い	非常に高い
偏差	-1.5σ 未満	-1.5σ 以上 -0.5σ 未満	-0.5σ 以上 +0.5σ 未満	+0.5σ 以上 +1.5σ 未満	+1.5σ 以上

イ 雌花着花性

(ア) 特性調査

開花期に調査を行い、調査木ごとに下表の 5 区分のいずれかにあてはめ、クローンごとに指数の合計値を調査木本数で除して、平均指数を当該クローンの代表値とした。

指数	1	2	3	4	5
区分	花芽の着生範囲が狭く、かつ、着生量が非常に少ないもの、または全くないもの	花芽の着生範囲が狭く、かつ、着生量が少ないもの	花芽の着生範囲が中程度で、標準的な着生量のもの	花芽の着生範囲が広く、かつ、着生量が多いもの	花芽の着生範囲が広く、かつ、着生量が非常に多いもの

(イ) 特性評価

以下のとおり評価を行い、当該系統の代表値を次の表にあてはめて評価を行った。

評価	非常に少ない (1)	少ない (2)	ふ つ う (3)	多 い (4)	非常に多い (5)
区分	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

ウ 雄花着花性

(ア) 特性調査

開花期に調査を行い、調査木ごとに下表の5区分のいずれかにあてはめ、クローンごとに指数の合計値を調査木本数で除して、平均指数を当該クローンの代表値とした。

指数	1	2	3	4	5
区分	花芽の着生範囲が狭く、かつ、着生量が非常に少ないもの、または全くないもの	花芽の着生範囲が狭く、かつ、着生量が少ないもの	花芽の着生範囲が中程度で、標準的な着生量のもの	花芽の着生範囲が広く、かつ、着生量が多いもの	花芽の着生範囲が広く、かつ、着生量が非常に多いもの

(イ) 特性評価

以下のとおり評価を行い、当該系統の代表値を次の表にあてはめて評価を行った。

評価	非常に少ない (1)	少ない (2)	ふ つ う (3)	多 い (4)	非常に多い (5)
区分	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

エ 球果着生量

(ア) 特性調査

球果採取期に調査を行い、調査木ごとに下表の5区分のいずれかにあてはめ、クローンごとに指数の合計値を調査木本数で除して、平均指数を当該クローンの代表値とした。

指数	1	2	3	4	5
区分	球果の着生範囲が狭く、かつ、着生量が非常に少ないもの、または全くないもの	球果の着生範囲が狭く、かつ、着生量が少ないもの	球果の着生範囲が中程度で、標準的な着生量のもの	球果の着生範囲が広く、かつ、着生量が多いもの	球果の着生範囲が広く、かつ、着生量が非常に多いもの

(イ) 特性評価

以下のとおり評価を行い、当該系統の代表値を次の表にあてはめて評価を行った。

評価	非常に少ない (1)	少ない (2)	ふ つ う (3)	多 い (4)	非常に多い (5)
区分	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

オ 種子生産量

(ア) 特性調査

クローンごとに採取した球果から、1クローンあたり250個を無作為に抽出し（球果数が満たない場合は全量）、それらから精選種子を得る。クローンごとに抽出した球果の総重量と生産された精選種子の重量から種子の生産割合（重量比率）を求めた。または、1球果あたりの種子粒数を求める調査を加えた。

(イ) 特性評価

以下のとおり評価を行い、当該系統の代表値を次の表にあてはめて評価を行った。

評価	非常に少ない (1)	少ない (2)	ふつう (3)	多い (4)	非常に多い (5)
区分	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

カ 種子発芽率

(ア) 特性調査

よく攪拌した純正種子から無作為に種子 100 粒取り出し（3 反復が望ましい）、濾紙を 2 枚敷いた滅菌シャーレに並べ蒸留水で湿らせ蓋をする。さらに 2 日間 2℃の冷蔵庫に保管して低温湿層低温処理を行う。これを 750～1250 ルックスの白色蛍光灯で 1 日たり 8 時間日長、25℃の恒温器内に置いて、7 日目から発芽した粒数を計測し、21 日で締め切る。ただし、締め切り日に未発芽の種子数を数え、用いた種子の粒数を確認する。以下の計算式で計算した値（反復を設けたときは反復の平均値）を当該系統の代表値とした。

$$[\text{発芽率}] = \{ [\text{発芽粒数}] / n \} \times 100\%$$

ただし n は 1 反復当たりの用いた種子の粒数

(イ) 特性評価

以下の式で計算した偏差を次の表にあてはめて 5 段階の相対評価を行った。

$$[\text{偏差}] = [\text{当該系統の代表値}] - [\text{評価対象集団内の系統代表値の平均値}]$$

評価	非常に低い	低い	ふつう	高い	非常に高い
偏差	-1.5σ未満	-1.5σ以上 -0.5σ未満	-0.5σ以上 +0.5σ未満	+0.5σ以上 +1.5σ未満	+1.5σ以上

(注) σ は、評価対象集団内のクローン代表値を用いて求めた標準偏差

キ 花粉の発芽率

(ア) 特性調査

寒天濃度 1 %、蔗糖濃度 10%（いずれも重量割合）、pH 6 の人工発芽床を用い、25℃の恒温器内で 3 日間培養し、光学顕微鏡で観察した。視野内の総花粉粒数及び発芽した粒数を数えた。次の計算式で系統ごとに求めた値を当該系統の代表値とした。

$$[\text{発芽率}] = \{ [\text{視野内の発芽した花粉粒数}] / [\text{視野内の総花粉粒数}] \} \times 100\%$$

(イ) 特性評価

次の式で計算した偏差を次の表に当てはめて、5 段階の相対評価を行った。

$$[\text{偏差}] = [\text{当該クローンの代表値}] - [\text{評価対象集団内のクローン代表値の平均値}]$$

評価	非常に低い	低い	ふつう	高い	非常に高い
偏差	-1.5σ未満	-1.5σ以上 -0.5σ未満	-0.5σ以上 +0.5σ未満	+0.5σ以上 +1.5σ未満	+1.5σ以上

(注) σ は、評価対象集団内のクローン代表値を用いて求めた標準偏差

ク さし木発根性

東北育種基本区内の各機関が実行してきたさし木苗生産の結果から出来るだけ普遍性の高いさし付け条件で信頼のもてる評価を整理し、用いた。

さし付け法は下表に区分し、発根剤を用いた春ざしでさし付け本数が1クローンあたり20本以上使用し、比較的長期間実行されたデータを取り上げ、クローンごとの発根率を評価の対象とした。

区分	内訳		
露地ざし	畑 土	露地ざし	畑土
	改良土	露地ざし	鹿沼土、風化土、ピートモス+パーライト
		水田ざし	風化土
施設ざし	改良土	ビニールハウス	ピートモス
		温 室	ピートモス、パーライト

発根したさし穂の数を数え、以下の式で計算した系統ごとの値（反復を設けたときは平均値）を当該系統の代表値とした。

$$[\text{発根率}] = \{ [\text{発根本数}] / [\text{さし付け本数}] \} \times 100\%$$

(イ) 特性評価

以下のとおり評価を行い、当該系統の代表値を次の表にあてはめて評価を行った。

評価	非常に低い (1)	低 い (2)	ふ つ う (3)	高 い (4)	非常に高い (5)
区分	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

(3) 三次特性

ア 樹高

(ア) 特性調査

測竿または測高器を用いて生立木の樹高を測定する。高さ8m以下は10cm、8mを越える場合は50cm単位で測定した。測定値を用いて系統内の平均値を計算し、当該系統の代表値とした。

(イ) 特性評価

以下の式で計算した偏差を次の表にあてはめて同一樹齢内での5段階の相対評価を行った。

$$[\text{偏差}] = [\text{当該系統の代表値}] - [\text{評価対象集団内の系統代表値の平均値}]$$

評価	非常に細い	細 い	ふつう	太 い	非常に太い
偏差	-1.5σ 未満	-1.5σ 以上 -0.5σ 未満	-0.5σ 以上 $+0.5\sigma$ 未満	$+0.5\sigma$ 以上 $+1.5\sigma$ 未満	$+1.5\sigma$ 以上

(注) σ は、評価対象集団内のクローン代表値を用いて求めた標準偏差

イ 胸高直径

(ア) 特性調査

山側地際から 1.2m の位置を輪尺を用いて最大径と最小径を 1cm 単位で測定し、平均値を調査個体の胸高直径とした。さらに系統内の平均値を計算し、当該系統の代表値とした。

(イ) 特性評価

次の式で計算した偏差を次の表に当てはめて、同一樹齢内での 5 段階の相対評価を行った。

$$[\text{偏差}] = [\text{当該クロンの代表値}] - [\text{評価対象集団内のクロン代表値の平均値}]$$

評価	非常に細い	細い	ふつう	太い	非常に太い
偏差	-1.5σ 未満	-1.5σ 以上 -0.5σ 未満	-0.5σ 以上 $+0.5\sigma$ 未満	$+0.5\sigma$ 以上 $+1.5\sigma$ 未満	$+1.5\sigma$ 以上

(注) σ は、評価対象集団内のクロン代表値を用いて求めた標準偏差

ウ 幹曲がり

(ア) 特性調査

根張り上部から高さ 4m までの間の樹幹を生立木のまま目視により観察した。個体ごとの曲がりの状況により下表の 5 つの区分に当てはめて該当する指数を個体ごとに決定した。クロン内の平均値を計算し、当該クロンの代表値とした。

指数	1	2	3	4	5
	大	やや大	中	小	無
曲がりの程度	採材に著しい影響を与えるような曲がりまたは重曲があるか、矢高が直径の大きさ以上のもの	採材に影響を与えるような曲がりがあるもの	採材に幾分影響するような曲がりがあるもの	多少の曲がりがあるが、柱材の採材に支障がないもの	曲がりがないもの

(イ) 特性評価

当該クロンの代表値を次の表に当てはめて評価を行った。

評価	大きい	やや大きい	中程度	小さい	なし
代表値	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

エ 根元曲がり

(ア) 特性調査

根張り上部から高さ 1.5m までの間の樹幹を生立木のまま目視により観察した。個体ごとの曲がりの状況により下表の 5 つの区分に当てはめて該当する指数を個体ごとに決定した。クロン内の平均値を計算し、当該クロンの代表値とした。

指数	1	2	3	4	5
	大	やや大	中	小	無
曲がりの程度	採材に著しい影響を与えるような曲がりがあるもの	採材に影響を与えるような曲がりがあるもの	採材に幾分影響するような曲がりがあるもの	多少の曲がりがあるが、柱材の採材に支障がないもの	曲がりがないもの

(イ) 特性評価

当該クロンの代表値を次の表に当てはめて評価を行った。

評価	大きい	やや大きい	中程度	小さい	なし
代表値	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

オ 幹の完満性（形状比）

(ア) 特性調査

個体ごとに樹高と胸高直径の値を用いて以下の式で形状比を計算した。さらに系統内の平均値を計算し、当該系統の代表値とした。

$$[\text{形状比}] = \{ [\text{樹高}] / [\text{胸高直径}] \}$$

(イ) 特性評価

以下の式で計算した偏差を次の表にあてはめて5段階の相対評価を行った。

$$[\text{偏差}] = [\text{当該系統の代表値}] - [\text{評価対象集団内の系統代表値の平均値}]$$

評価	非常に低い	低い	ふつう	高い	非常に高い
偏差	-1.5σ 未満	-1.5σ 以上 -0.5σ 未満	-0.5σ 以上 $+0.5\sigma$ 未満	$+0.5\sigma$ 以上 $+1.5\sigma$ 未満	$+1.5\sigma$ 以上

(注) σ は、評価対象集団内のクロン代表値を用いて求めた標準偏差

カ 真円性

(ア) 特性調査

山側地際から1.2mの位置の直径の短径及び長径を輪尺で測定し、以下の式で個体ごとに計算した値を用いてクロン内の平均値を計算し、当該クロンの代表値とした。

$$[\text{真円率}] = \{ [\text{胸高部最小径}] / [\text{胸高部最大径}] \} \times 100\%$$

(イ) 特性評価

次の式で計算した偏差を次の表に当てはめて、3段階の相対評価を行った。

$$[\text{偏差}] = [\text{当該クロンの代表値}] - [\text{評価対象集団内のクロン代表値の平均値}]$$

評価	低い	ふつう	高い
代表値	-0.5σ 未満	-0.5σ 以上 $+0.5\sigma$ 未満	$+0.5\sigma$ 以上

(注) σ は、評価対象集団内のクロン代表値を用いて求めた標準偏差

キ 抵抗性（雪圧外）

秋田・前橋（新潟県下の国有林のみ）量営林局が設定したさし木苗による次代検定林の5年目におけるクロンごと平均被害率を対象とした。各検定林においてクロンごとに雪により発生した幹折れ、根元折れ、倒伏および根拔けを被害本数を合計し、以下の式で被害率を求めた。

$$[\text{被害率}] = [\text{被害本数}] / [\text{植栽本数}] \times 100$$

(イ) 特性評価

以下の式で計算した偏差を次の表にあてはめて相対評価し、さらに当該クローンの代表値を次の表に当てはめて評価を行った。

以下の式で計算した偏差を次の表にあてはめて同一樹齢内での5段階の相対評価を行った。

$$[\text{偏差}] = [\text{当該系統の代表値}] - [\text{評価対象集団内の系統代表値の平均値}]$$

評価	非常に低い	低 い	中程度	高 い	非常に高い
代表値	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

ク 抵抗性（黒点枝枯病）

(ア) 特性調査

東北育種場において行った病原菌の接種による下表の5区分のいずれかにあてはめ、平均被害指数を当該クローンの評価値とした。抵抗性検定の結果からクローンごとの平均被害指数を用いた。

指数	1	2	3	4	5
評価の程度	病害に非常に弱い	病害に弱い	普通	病害に強い	病害に非常に強い

(イ) 特性評価

当該クローンの評価値を次の表に当てはめて評価を行った。

評価	非常に低い	低 い	中程度	高 い	非常に高い
代表値	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上

ケ 抵抗性（スギカミキリ）

(ア) 特性調査

地域虫害抵抗性育種事業（60 林野造第 75 号、昭和 60 年 4 月 5 日）に基づき、東北育種場及び奥羽増殖保存園が実行したクローン集植所における簡易検定の結果を対象とした。

(イ) 特性評価

当該クローンの評価値を次の表に当てはめて評価を行った。

評価	非常に低い	低 い	中程度	高 い	非常に高い
代表値	1.5未満	1.5以上2.5未満	2.5以上3.5未満	3.5以上4.5未満	4.5以上