

スギさし木苗木の成長試験について

育種部 育種第二課 田村 明・高島有哉・松下通也・長谷部辰高

1 はじめに

スギ (*Cryptomeria japonica*) は、日本の主要な造林樹種の一つであり、人工林の44% (444万ha) を占め、その多くが主伐期を迎えている (林野庁 2020)。今後も森林資源を持続的に利活用するためには、再造林等による伐採跡地の適切な更新が必要不可欠であるとともに、更新の際、従来の種苗よりも成長等に優れたものを広く利用していくことが極めて重要である。

関東地方では、一部の地域でさし木苗が造林されているが、伝統的に実生苗が多く造林されている。一方、「今後、優良なさし木品種があれば、さし木造林に取り組みたい」とする林業経営者の声も聞かれる。このような背景を受け、林木育種センターでは、優れた育種種苗を供給するため、従来よりも成長等が優れていると期待される第二世代精英樹の選抜を行っており、現在、第二世代の系統評価を実生苗による交配親としての性能評価 (後代検定) だけでなく、さし木苗による評価 (クローン検定) も合わせて順次進めている。

本報は、関東育種基本区のスギの第二世代精英樹等のさし木苗を用いた初めてのさし木試験地の調査結果をとりまとめたものである。なお、本研究は、林木育種センターと栃木県の林業経営者、遠藤厚寛氏との共同研究「スギさし木苗の成長試験」として行ったものである。

2 材料と方法

(1) 試験地

試験地は2010年6月に、栃木県佐野市秋山町に設定したものであり、その面積は0.446haである。ここにスギ36系統925本を、斜面上部から等高線方向に原則3列で構成された反復19箇所植栽した (図1)。植栽個体については Truepulse (LASER TECHNOLOGY 社、USA) を用いて全個体の植栽位置を測量した。

(2) 植栽系統

試験に用いた系統は、関東育種基本区から選抜された推奨品種や少花粉スギ品種を含む第一世代精英樹8クロー

ン、候補木を含む第二世代精英樹等24クローン、対照として在来品種イトシロスギ、サンプスギ、クラカケ3号及び一般事業苗木である。一般事業苗木は実生苗であるが、それ以外の系統はすべてさし木苗である。

(3) 調査形質

植栽当年は活着率、植栽2年次 (2011年) から5年次 (2015年) は、成長休止期に成長量等を調査した。また、11年次 (2020年) の成長休止期に、樹高、胸高直径について調査した。

(4) 解析方法

解析には植栽2年次から5年次までの樹高、11年次の樹高、胸高直径の表現型値を用いた。

これらの表現型値を使い、以下の線型混合モデルを使って、各クローンの遺伝的効果をBLUP値として算出した。

$$y = Bb + Zu + e$$

ここで y は各形質について観察値のベクトルである。 B は植栽場所の空間情報を反映した行列であり、 b はその空間的効果に関する変量効果ベクトルである。 Z はクローンの遺伝的効果に関する計画行列であり、 u はその遺伝的効果の変量効果ベクトルである。 e は残差である (Cappa and Cantet 2007)。遺伝的効果および空間的効果による各種変量効果の分散成分は、REML法で推定した (Munoz and Sanchez 2017)。

各形質の各クローンの遺伝的効果のBLUP値の偏差値を算出し、35未満は「1」、35以上で45未満は「2」、45以上で55未満は「3」、55以上で65未満は「4」、65以上の場合は「5」と評価した。すなわち、評価値の数値が大きいクローンほど優れていると言える。ただし、調査個体数が少ないクローンは、クローン効果のBLUP値の推定精度が低くなるため (White 1989) 供試個体数が10個体以上のクローンについてのみ評価した。

3 結果と考察

各年次および各形質における調査個体数及び全平均値を表1に示した。当試験地では、調査年次が高くなるにしたが

って、シカ食害による枯損等により、解析対象個体数は徐々に減る傾向であった。表2に、各年次及び各形質の分散成分と反復率を示した。概ねどの年次においても反復率は0.1~0.2の間を示し、顕著ではないがクローン間差が検出された。

表3には、各年次・形質におけるクローンのBLUP推定値に基づく偏差値を示す。供試した第二世代精英樹等は、概ね成長が優れていたが、対照系統と同等以下の成長特性として推定された一部クローンも存在した。本試験地ではシカによる食害等も見られ反復率も高くなかったことから、クローンによってはシカによる食害等により十分に遺伝的能力を評価できていない可能性も考えられる。また、本試験はさし木での特性評価であったことから、特に植栽初期の段階においてはさし木発根率の良否が影響した可能性も考えられる。一方、第二世代精英樹の中には、さし木での成長特性も優れた系統もあり（例えばスギ林育2-28）、このような系統は、実生苗としてだけでなく、さし木苗として普及する優良品種としても有望であると考えられた。一方、第一世代精英樹の中にも、郷台1号のように、さし木苗として優れた成長特性を示す系統もあった。

本研究は、1箇所の調査結果であるため、今後より多くの異なる環境下における試験地の調査結果も併せて、さし木による系統評価を行っていく予定である。

4 謝辞

この試験地を提供して頂いた日本林業経営者協会栃木県支部長 遠藤厚寛氏、試験地の設計及び設定をしてきた前基盤技術研究室長の平岡裕一郎氏（現静岡県立農業環境専門職大学准教授）、関西育種場育種研究室長の三浦真弘氏およびこれまで当試験地の設定および調査に関わってきた林木育種センター職員に御礼を申し上げる。

5 引用文献

- 1) Cappa E.P. and Cantet R.J.C. : Bayesian estimation of a surface to account for a spatial trend using penalized splines in an individual-tree mixed model, *Canadian Journal of Forest Research*, 37 (12)、2677-2688 (2007)
- 2) Munoz, F and Sanchez, L : breedR: Statistical Methods for Forest Genetic Resources Analysts. R package ver 0.12-2 (2017) <https://github.com/famuvie/breedR>
- 3) 林野庁：森林・林業白書 令和元年度森林及び林業の動向 令和2年度森林及び林業施策、林野庁、1-315 (2020) .
- 4) White, T.L., Hodge, G.R. : Predicting Breeding Values with Applications in Forest Tree Improvement、Springer Netherlands、1-327 (1989)

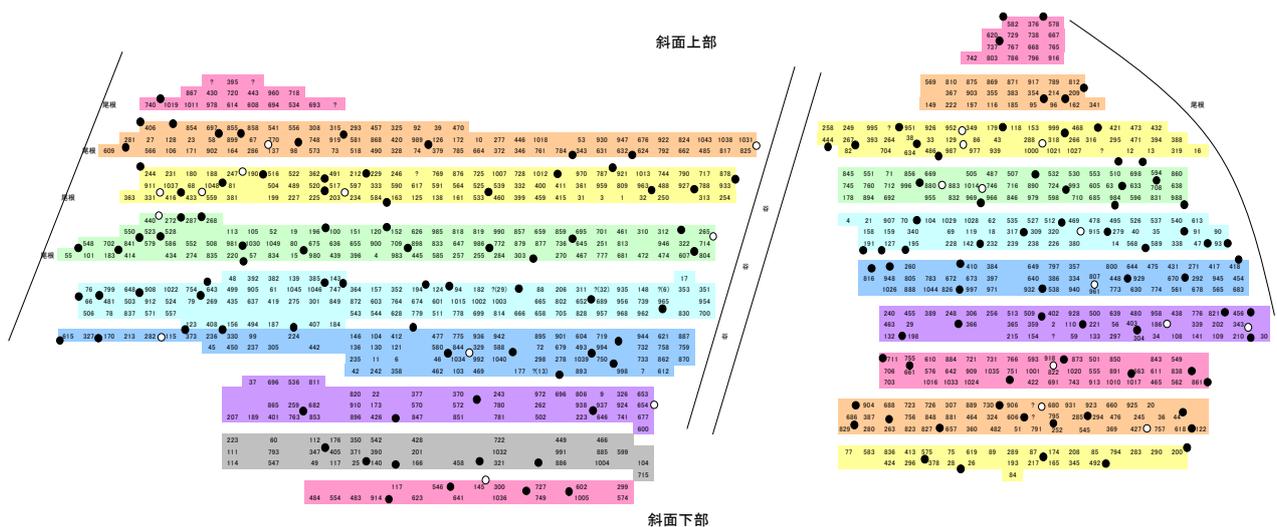


図1. 共同試験地（栃木県佐野市遠藤厚寛氏私有地）の配置図

注）配置図上の番号は個体IDを表す。●は前生樹の新しい切り株。○は古い切り株。

表1.各調査年次・形質における調査本数及び試験地平均値

形質	2年次樹高	3年次樹高	4年次樹高	5年次樹高	11年次樹高	11年次直径
調査本数 (本)	748	644	592	560	400	400
全平均値 (cm)	65.2	91.4	117.6	162.0	621.8	8.2

表2.各年次・形質における分散成分と反復率

分散成分	2年次樹高	3年次樹高	4年次樹高	5年次樹高	11年次樹高	11年次直径
クローン	0.008	0.021	0.028	0.063	0.384	1.593
空間分散	0.005	0.013	0.053	0.102	1.726	5.295
誤差	0.036	0.078	0.194	0.356	1.376	5.305
反復率	0.17	0.19	0.10	0.12	0.11	0.13

表3.各年次・形質における供試個体数が10個体以上であった22系統の評価値

系統名	2年次樹高	3年次樹高	4年次樹高	5年次樹高	11年次樹高	11年次直径
スギ林育2-3	2	2	2	2	3	3
スギ林育2-4	2	2	2	2	3	3
スギ林育2-13	2	2	2	2	3	2
スギ林育2-28	4	4	3	4	4	4
スギ林育2-34	2	3	2	2	1	2
スギ林育2-35	2	2	2	3	3	3
スギ林育2-37	3	2	1	1	1	2
スギ林育2-39	4	4	4	3	4	4
スギ林育2-57	3	3	4	4	3	3
スギ林育2-62	3	3	3	3	4	4
スギ林育2-68	3	3	3	3	3	3
若松3	3	4	4	4	4	4
与瀬3	3	3	4	3	4	4
武儀8	4	4	4	4	3	2
天竜6	4	2	3	3	3	2
上都賀9	2	2	2	2	2	2
郷台1	4	4	5	5	4	5
郡上2	2	2	2	2	1	1
大井2	4	3	4	3	3	4
サンブスギ	5	5	5	5	4	4
クラカケ3号	4	4	4	4	4	4
事業苗	2	1	2	2	3	3