

(資料)

花粉の少ないスギ品種 11 クローンの直挿しによる発根性、苗木成長および
根端数を用いた得苗数の推定

丹羽 花恵 , 吉田 正平 *

Rooting Characteristics, Seedling Growth, and Estimation of Obtainable Seedlings

Based on Root Tip Number in Direct Cutting of Eleven Low-Pollen Japanese Cedar (*Cryptomeria japonica*) Clones

Hanae Niwa · Shouhei Yoshida

要 旨

岩手県の県営採穂園で保有する花粉の少ないスギ品種 11 クローンの直挿し育苗への適性を明らかにするため、クローンごとに直挿し苗の発根率、根量、根元径および苗高の成長量を調査した。

併せて、直挿し育苗で得苗数を事前に推定するため、挿し付け年にコンテナ底面から観察可能な根端数に着目し、根端数と根重量および苗木成長との関係を明らかにするとともに、根端数を用いた得苗数の推定を試みた。

今回供試した花粉の少ないスギ品種 11 クローンは、全クローンで挿し木苗生産の事業化に望ましいとされる発根率 71%を上回った。また、挿し付け後2生育期において7割以上で得苗基準(林野庁スギコンテナ苗5号規格)を満たすことから、いずれも直挿し育苗に適するクローンであると判断された。

根端数は、根重量との間で強い正の相関を示し、根端数により挿し穂の根量を評価できると考えられた。また、根端数は、苗高成長量および挿し付け後2生育期の苗高との間で正の相関を示した。さらに、根端数 1 以上の発根苗では得苗率が高く(93%)、発根苗数と得苗数の関係から回帰式が得られた。このことから、直挿し育苗における得苗数を約1年早く推定が可能と考えられる。

キーワード:直挿し育苗、発根性、苗木成長、根端数、得苗数

目 次

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. はじめに | 3. 結果と考察 |
| 2. 材料と方法 | 3.1 発根率と真の発根率 |
| 2.1 供試材料 | 3.2 根端数と根重量 |
| 2.2 育苗方法と試験設計 | 3.3 根元径と苗高 |
| 2.3 調査方法 | 3.4 クローン別の得苗率と直挿し育苗適性 |
| 2.3.1 発根率と根量 | 3.4.1 根元径および苗高の得苗基準との比較 |
| 2.3.2 根元径と苗高 | 3.4.2 クローン別の得苗率と直挿し育苗適性 |
| 2.4 解析 | 3.5 根端数による得苗率の変化と得苗数の推定 |
| 2.4.1 発根率と真の発根率 | 3.5.1 根端数による得苗率の変化 |
| 2.4.2 根端数と根重量 | 3.5.2 発根苗数からの得苗数の推定 |
| 2.4.3 根元径と苗高および得苗基準 | 4. まとめ |
| 2.4.4 根端数による得苗率の変化と得苗数の推定 | 謝辞 |
| | 引用文献 |

* 岩手県山林種苗協同組合

1. はじめに

当センターでは、花粉の少ないスギ挿し木育苗の効率化を目的として、培地を充填したマルチキャビティコンテナ(以下、「コンテナ」)に穂木を直接挿し付ける「直挿し育苗」に取り組み、発根性を中心に研究を進めてきた^{5),6)}。

現在、岩手県の県営採穂園では、これまでに北東北で選抜された花粉の少ないスギ品種17クローンを保有し、このうち11クローンで挿し木用の穂木が供給可能である。これら11クローンを直挿し育苗で扱うためには、発根性に加え、苗木成長および得苗成績を評価する必要がある。

また、林業用苗木の安定供給を実現するためには、得苗数を事前に推定し、需要に応じた計画的な出荷や得苗率を考慮した挿し付け本数の調整を行うことが重要と考えられる。

得苗の成否を決める苗木の地上部成長量には、根量に関係する形質が影響する^{3),4)}とされ、根量を定量化する指標の一つとして根端数が挙げられる。根端数とは、植物の根の先端の総数であり、根の伸長や分枝、吸水機能と密接に関係する^{1),10)}。直挿し育苗では、挿し付け年にコンテナ底面から発根が観察されることから、挿し穂の根端数を非破壊的に調査できる可能性がある。

そこで本研究では、花粉の少ないスギ品種11クローンを対象に直挿し育苗試験を実施し、①発根率、根量、根元径および苗高の成長量を調査することで、クローンごとの直挿し育苗への適性を評価した。また、②コンテナ底面から測定した根端数と根重量および苗木成長との関係を明らかにするとともに、根端数を用いた得苗数の推定の可能性について検討した。

2. 材料と方法

2.1 供試材料

供試したのは、県営採穂園から、現在、穂木供給可能な花粉の少ないスギ品種11クローン(南津軽5号、増川6号、碓ヶ関7号、黒石5号、岩手県11号、水沢6号、北秋田1号、由利11号、雄勝3号、雄勝13号、花巻5号)とした。いずれも北東北3県(青森県、岩手県、秋田県)で選抜された精英樹である。

2021年2月下旬に、岩手県林業技術センター江刺採穂園(岩手県奥州市、北緯39°14′、東経141°8′、標高100m)で穂木採取を行った。採取した穂木は、ベンレート水和剤1000倍液に浸した後、湿らせたオガ粉培地に挿し、5月中旬までの間3℃の貯蔵庫で保管した。

2.2 育苗方法と試験設計

育苗は、岩手県気仙郡住田町の苗畑で実施した。2021年5月20日に、表1の条件で、穂木を挿し付けた。供試本数は、各クローン96本(花巻5号のみ94本)の合計1054本とした。

クローンごとに300ccコンテナ(JFA300)1枚あたりの24本を1反復として、4反復(花巻5号の1反復のみ22本)を設け、コンテナをランダムに配置した。

挿し付け後の管理方法は表2のとおりとした。挿し付け後から冬越し前の2021年11月までは、遮光率50%の寒冷紗で日覆いした屋外の散水施設で育苗した(写真1)。冬越し以降は、日覆のない環境で育苗した。

表1 直挿し育苗試験の挿し付け条件

区分	概要
穂木の調整	穂長は22-25cm(25cmを基本)。 基部から8cmの間に着生している枝葉を除去。 挿し付け前日に、穂木の切口をインドール酪酸100ppm溶液に24時間浸水。
挿し床 (コンテナ・用土)	300ccのマルチキャビティコンテナ(以下、JFA300)に、苗木用人工団粒構造培地と鹿沼土(小粒)を体積比7:3で混合したものを充填(無肥料)。
挿し付け	2021年5月20日、調整した穂木を湿らせた挿し床へ深さ約8cmで挿し付け。

表2 挿し付け後の管理方法

実施年	月次	区分	管理方法
2021年	5月~	散水 (ミスト)	挿し付け後~8月中旬: 52~78分/日(13分×4~6回)
			8月中旬~9月中旬: 26~39分/日(13分×2~3回)
			9月中旬~冬越し: 降雨状況に応じて適宜
11月	冬越し	コンテナを寄せて倒し土を被せる	
2022年	4月	雪起こし	被せた土を除去しコンテナを起こす
	4月	施肥	被覆複合肥料 ^{※1} を土表面に2g/本散布
	4~10月	散水	2日に1回約30分(夏期は30分~1時間/日) 降雨状況等に応じて調整
	6・7月	追肥	化成肥料 ^{※2} を土表面に1g/本散布(計2回)

※1: ハイコントロール650-180E(N:P:K=16:5:10、ジェイカムアグリ機)

※2: くみあい硫加燐安11号(N:P:K=13:13:13、片倉コープアグリ機)



写真1

左: 日覆をした屋外施設、右: 本報告の供試苗

2.3 調査方法

2.3.1 発根率と根量

2021年10月(挿し付け後1生育期)に、供試苗全てを対象に(合計1054本:表3)、コンテナ底面を観察し、根の有無を確認するとともに根端の数(根端数)をカウントした。根がコンテナの外に出ている場合、コンテナ底面を通過した根の本数を根端数とした。根端数は、調査労務上の計測負担を考慮し、最大20までカウントすることとし、20以上の場合は一律に20として取り扱った。挿し付け本数に対する、コンテナ底面から根を確認した本数(根端数1以上)の割合を「発根率」とした(①式)。

その後、各クローンからコンテナ1枚(24本)を無作為に抽出し(合計 264本:表3)、コンテナから苗を引き抜いて用土を落とし、根の有無を確認した(写真2)。この時、根を確認した本数の割合を「真の発根率」とした(②式)。

さらに、コンテナから引き抜いた苗からは、全ての根を採取し、85℃で48時間乾燥させて根重量を計測した。

$$\begin{aligned} \text{「発根率」} &= \text{コンテナ底面から根を確認した本数} \div \\ &\quad \text{挿し付け本数} \times 100 \quad \cdots \text{①式} \\ \text{「真の発根率」} &= \text{掘り取り調査で根を確認した本数} \div \\ &\quad \text{挿し付け本数} \times 100 \quad \cdots \text{②式} \end{aligned}$$

2.3.2 根元径と苗高

2021年10月(挿し付け後1生育期)、2022年10月(挿し付け後2生育期)に、生存苗の根元径、苗高を測定した(表3)。2022年に測定した根元径および苗高から各々の2021年測定値を差し引き、根元径成長量、苗高成長量とした。

2.4 解析

2.4.1 発根率と真の発根率

発根率と真の発根率との関係を明らかにするため、コンテナから引き抜いた苗264本を対象に、コンテナ(クローン)あたりの発根率と真の発根率でピアソンの積率相関係数を算出した。全ての解析にはR4.3.1(R Core Team 2023)を用いた。

2.4.2 根端数と根重量

根端数並びに根重量のクローン間差を明らかにするため、根端数は、2021年10月の生存苗1051本を対象に、また、根重量は、コンテナから引き抜いた苗264本を対象に、クローンを要因とする分散分析を行った。 $p < 0.05$ で有意性が認められた場合、Tukey-Kramer手法によりクローン間で多重比較を行った。

また、2021年にコンテナから引き抜いた苗264本を対象に、根端数と根重量について、ピアソンの積率相関係数を算出した。なお、解析には、コンテナ内の環境間差をなくすため、コンテナ(クローン)単位の個体平均値を用いた。

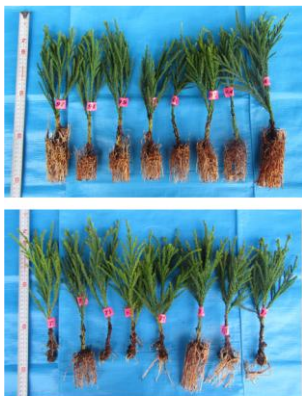


写真2
掘り取り苗の発根状況
(上段:岩手県11号、下段:黒石5号)

2.4.3 根元径と苗高および得苗基準

根元径および苗高、さらにそれらの成長量におけるクローンの効果を確認するため、2021年の根元径および苗高については生存苗1051本を対象に、2022年の根元径および苗高、根元径成長量、苗高成長量については生存苗707本を対象に、クローンを要因とする分散分析を行った。 $p < 0.05$ で有意性が認められた場合、Tukey-Kramer手法によりクローン間で多重比較を行った。

また、根端数と根元径および苗高の関係を明らかにするため、2022年の生存苗707本を対象に、根端数と2021年および2022年の根元径および苗高、根元径成長量、苗高成長量の関係性について、ピアソンの積率相関係数を算出した。なお、これらの解析には、コンテナ内の環境間差をなくすため、コンテナ単位の個体平均値を用いた。

得苗基準は林野庁のスギコンテナ苗5号規格(根元径:4mm以上、苗高:30cm以上)⁹⁾を用いた。根元径と苗高の両方で得苗基準を満たした個体を「得苗」とし、それ以外の生存個体を「規格外」とした。挿し付け苗は、「得苗」、「規格外」、「枯死」の3つの規格に分け、挿し付け本数に対する挿し付け後2生育期の規格別本数の割合を「得苗率」、「規格外率」、「枯死率」とした。

2.4.4 根端数による得苗率の変化と得苗数の推定

根端数に応じた得苗率を把握するため、0~20の範囲で分布する根端数を階級別に区分し(根端数 0、1~5、6~10、11~15、16~19、20(20以上を含む))、根端数階級ごとの得苗率を③式で算出した。

$$\begin{aligned} \text{根端数階級ごとの得苗率} &= \text{根端数階級ごとの得苗数} \div \\ &\quad \text{根端数階級ごとの個体数} \times 100 \quad \cdots \text{③式} \end{aligned}$$

また、根端数1以上の発根苗数から得苗数を推定するため、発根苗数を説明変数、得苗数を応答変数とし回帰分析を行った。なお、解析は、2022年の供試苗766本を対象とし、説明変数および応答変数には、コンテナ単位の発根苗数および得苗数の合計値を用いた。

表3 調査項目と調査対象苗木

調査時期	調査区分	調査項目	クローン 数	コンテナ枚数		苗木本数 (本)	備考
				クローン 内	合計		
2021年 10月	発根状況 (非破壊)	コンテナ底面からの 根の有無、根端数	11	4	44	1054	全苗木
	苗木成長	根元径、苗高	11	4	44	1051	生存苗
2022年 10月	発根状況 (掘り取り)	掘り取り苗の根の有無 根重量	11	1	11	264	各系統 コンテナ1枚 (24本)
	生存状況	生存状況	11	2~3	32	766	掘り取り苗を除く 全苗木(※)
	苗木成長	根元径、苗高	11	2~3	32	707	生存苗(※)

(※) 由利11号のコンテナ1枚(24本)は除外

3 結果と考察

3.1 発根率と真の発根率

調査方法で定義した「発根率」と「真の発根率」について、発根率は全体平均で 91%、クローン別で 75~99%、真の発根率は全体平均で 96%、クローン別で 83~100%であった(表4)。発根率と真の発根率の関係をクローン間で比較すると、発根率と真の発根率との間で強い正の相関が認められ($r=0.863, p<0.01$:図1)、黒石5号、雄勝3号を除く9クローンでは、発根率と真の発根率は同じ値を示した。一方で、黒石5号、雄勝3号では発根率はいずれも 75%、真の発根率は 96%、83%であり、両者の較差は大きかった。

スギ精英樹特性表⁸⁾(以下、特性表)では、今回調査した 11 クローンのうち9クローンのさし木発根性が公表されており、この中で、南津軽5号、碓ヶ関7号、岩手県 11 号、水沢6号、北秋田1号、雄勝 13 号、花巻5号の7クローンは、5段階の評価値のうち「4」若しくは「5」で、発根性が高いクローンと評価されている。一方、黒石5号、雄勝3号では、特性表における評価値は「1」、「3」で、発根性は低いまたは平均レベルと評価されており、本研究においても既報と類似した結果が得られた。しかし、本研究では、黒石5号、雄勝3号の発根率は、他クロー

ンに比べて低かったものの、挿し木苗生産で事業用に望ましい発根率とされる 71%¹¹⁾はいずれも上回っていた。

3.2 根端数と根重量

根端数の各クローン平均値は 8.0~17.7 本の範囲にあり(表 5)、クローン間で有意差が認められた($p<0.01$:図2)。クローン間における多重比較の結果、黒石5号、雄勝3号では、根端数が他クローンに比べて有意に少なかった。一方、岩手県 11 号、水沢6号、雄勝 13 号、花巻5号では、根端数が他クローンに比べ多い傾向にあった。

根重量の各クローン平均値は 0.67~1.56gの範囲にあり(表 5)、クローン間で有意差が認められた($p<0.01$:図3)。クローン間における多重比較の結果、黒石5号、雄勝3号では、根重量が他クローンに比べて軽かった。一方で、岩手県 11 号では、根重量が他クローンに比べて重く、次いで水沢6号、雄勝 13 号、花巻5号、南津軽5号、増川6号で重い傾向にあった。

根端数と根重量の関係をコンテナ単位の個体平均値を用い比較すると、根端数と根重量との間で強い正の相関が認められた($r=0.887, p<0.01$:図4)。このことから、根端数により挿し穂の根量を非破壊で評価できると考えられた。

表4 クローン別の発根率と真の発根率

クローン	発根率 (%)	真の発根率 (%)
南津軽 5 号	96 (n=96)	100 (n=24)
増川 6 号	92 (n=96)	100 (n=24)
碓ヶ関 7 号	94 (n=96)	96 (n=24)
黒石 5 号	75 (n=96)	96 (n=24)
岩手県11号	97 (n=96)	100 (n=24)
水沢 6 号	96 (n=96)	100 (n=24)
北秋田 1 号	97 (n=96)	96 (n=24)
由利11号	90 (n=96)	92 (n=24)
雄勝 3 号	75 (n=96)	83 (n=24)
雄勝13号	96 (n=96)	100 (n=24)
花巻 5 号	99 (n=94)	96 (n=24)
計	91 (n=1054)	96 (n=264)

表5 クローン別の根端数と根重量

クローン	根端数					根重量 (g)						
	n	平均値	標準偏差	最小値	最大値	多重比較	n	平均値	標準偏差	最小値	最大値	多重比較
南津軽 5 号	96	13.7	6.2	0	20	c	24	1.28	0.46	0.09	2.16	ab
増川 6 号	96	14.7	6.9	0	20	bc	24	1.22	0.54	0.21	2.72	ab
碓ヶ関 7 号	96	14.9	6.3	0	20	bc	24	1.01	0.54	0.00	2.27	bc
黒石 5 号	96	8.3	7.2	0	20	d	24	0.67	0.46	0.00	1.93	c
岩手県11号	95	16.6	4.8	0	20	ab	24	1.52	0.59	0.73	2.96	a
水沢 6 号	95	17.7	4.8	0	20	a	24	1.21	0.48	0.44	2.38	ab
北秋田 1 号	96	14.6	5.0	0	20	bc	24	1.15	0.48	0.00	1.98	ac
由利11号	96	12.2	6.2	0	20	c	24	0.85	0.42	0.00	1.41	bc
雄勝 3 号	95	8.0	6.3	0	20	d	24	0.68	0.52	0.00	1.56	c
雄勝13号	96	16.8	5.1	0	20	ab	24	1.30	0.57	0.47	2.55	ab
花巻 5 号	94	16.6	4.8	0	20	ab	24	1.31	0.63	0.00	2.42	ab
計	1051	14.0	6.6	0	20		264	1.11	0.58	0.00	2.96	

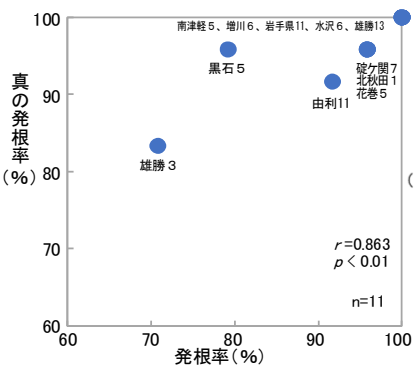


図1 発根率と真の発根率の関係

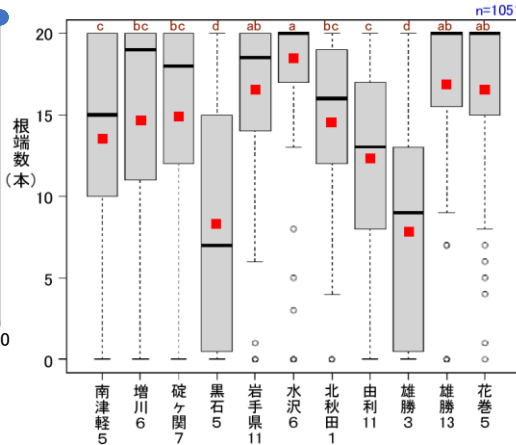


図2 クローン別の根端数

図中の■は平均値、アルファベットはTukey-Kramer検定による多重比較結果を示す。箱中の太線は中央値、箱の下端は第一四分位、箱の上端は第三四分位、ひげの両端は箱の長さの1.5倍内にある最大値および最小値、ひげの外の○印は外れ値を表す。

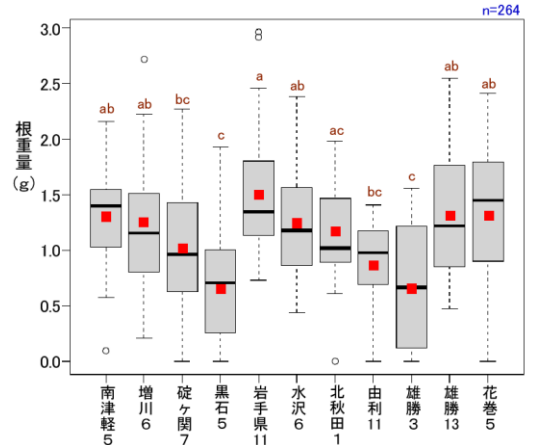


図3 クローン別の根重量

図中の■は平均値、アルファベットはTukey-Kramer検定による多重比較結果を示す。箱中の太線は中央値、箱の下端は第一四分位、箱の上端は第三四分位、ひげの両端は箱の長さの1.5倍内にある最大値および最小値、ひげの外の○印は外れ値を表す。

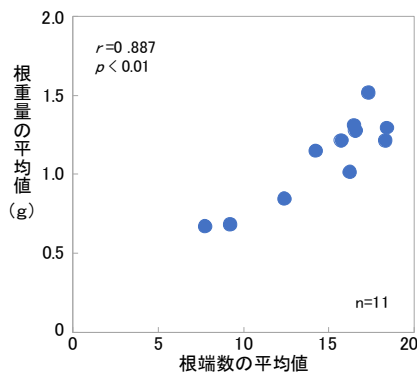


図4 根端数と根重量の関係
根端数、根重量はコンテナあたりの個体平均値

3.3 根元径と苗高

2021年(挿し付け後1生育期)における根元径の各クローン平均値は5.2~6.6 mm、苗高のクローン平均値は17.4~19.7 cmの範囲にあり(表6)、いずれもクローン間で有意差が認められた(ともに $p < 0.01$: 図5)。

2022年(挿し付け後2生育期)における根元径の各クローン平均値は6.9~8.0 mm、苗高のクローン平均値は36.7~54.6 cmの範囲にあり(表7)、いずれもクローン間で有意差が認められた(ともに $p < 0.01$: 図5)。2022年苗高は、クローン間の差異が明瞭で、多重比較の結果、岩手県11号、花巻5号では、他クローンに比べて高かった。一方、黒石5号、雄勝3号、北秋田1号では、他クローンに比べ低かった。加えて、黒石5号ではクローン内のバラツキが大きかった。

根元径成長量の各クローン平均値は1.1~1.9 mmで、苗高成長量の各クローン平均値は18.8~37.1 cmの範囲にあり(表7)、いずれもクローン間で有意差が認められた(ともに $p < 0.01$)。クローン間における多重比較の結果、根元径成長量は、花巻5号では、他クローンに比べ大きい傾向にあり、黒石5号、増川6号、雄勝13号では小さい傾向にあった。苗高成長量は、水沢6号、岩手県11号、由利11号、花巻5号では、他クローンに比べ大きい傾向にあり、黒石5号、北秋田1号、雄勝3号では小さい傾向にあった。

根端数と2021年、2022年の根元径および苗高、根元径成長量、苗高成長量の関係を、コンテナ単位の個体平均値を用い比較した。根端数と2021年根元径および2022年根元径との間では、いずれも相関が認められなかった($r = -0.24$, $p > 0.01$, $r = 0.05$, $p > 0.05$: 図6)。また、根端数と根元径成長量との間では弱い相関が認められた($r = 0.353$, $p < 0.05$: 図6)。一方で、根端数と2021年苗高との間では、相関が認められなかった($r = -0.013$, $p > 0.05$: 図6)。また、根端数と2022年苗高および苗高成長量との間では、いずれも正の相関が認められた($r = 0.545$, $p < 0.01$, $r = 0.561$, $p < 0.01$: 図6)。これらのことから、根端数と苗木の成長量の関係では、根元径よりも苗

高で強い関係が認められ、根量が増えるほど、苗高の成長量が大きくなると考えられた。

福田ら(2018)によると、スギさし木苗の地上部初期成長には、根量に関する形質(総根長や表面積、体積)が強く影響するほか、根系の分枝密度や細根率も影響する可能性がある⁴⁾と報告している。本研究においても、挿し穂の根量と苗高成長量の関係が認められ、既報とよく類似した結果が得られた。

3.4 クローン別の得苗率と直挿し育苗適性

3.4.1 根元径および苗高の得苗基準との比較

根元径および苗高について、得苗基準(林野庁のスギコンテナ苗5号規格⁹⁾)と照らし合わせてみると、2021年(挿し付け後1生育期)では、挿し付けた1054本のうち得苗基準を満たすものは、根元径で99%(1047本)、苗高で0%(0本)であった(図7)。また、2022年(挿し付け後2生育期)では、測定対象苗766本のうち得苗基準を満たすものは、根元径で92%(707本)、苗高で86%(657本)であった(図7)。

挿し付け後1生育期では、苗高で得苗基準を満たすものは1本もなかった。挿し付け後2生育期では、すべての生存個体(707本)が根元径の得苗基準を満たしており、得苗の成否は苗高によって決まっていた。以上の結果から、岩手県における現行の直挿し育苗では、得苗までに2生育期を要し、得苗の成否は2生育期の苗高で決まると考えられた。

3.4.2 クローン別の得苗率と直挿し育苗適性

挿し付け後2生育期において根元径および苗高で得苗基準を満たした割合(得苗率)は、全体で86%(クローン込み)、クローン別で65~100%であった(図8)。得苗基準に満たなかった規格外率は、全体で7%(クローン込み)、クローン別で0~29%であった。枯死率は、全体で8%(クローン込み)、クローン別で0~24%であった(図8)。

小笠原ら(2021)による全国のコンテナ苗生産者へのアンケート調査結果では、スギ得苗率の頻度分布は61~80%にピークがあり、これらで全体の約6割を占めていた⁷⁾。また、藤井(2016)は、10月播種したスギコンテナ苗について得苗率69±10%での出荷の可能性を示唆している²⁾。これらおよび県内生産者への聞き取りから、育苗現場での実用化に望ましいスギコンテナ苗の得苗率は、概ね7割と考えられた。供試クローンのうち黒石5号、雄勝3号、北秋田1号では、得苗の成否を決める2生育期の苗高が、他クローンに比べ低かったものの、いずれも7割以上で得苗となった。

以上の結果から、今回供試した花粉の少ないスギ11クローンは、いずれも発根性が高く、挿し付け2生育期において7割以上で得苗となることから、直挿し育苗が可能なクローンであると判断した。

表6 挿し付け後1生育期における根元径と苗高

クローン	n	根元径 (mm)					苗高 (cm)				
		平均	標準偏差	最小値	最大値	多重比較	平均	標準偏差	最小値	最大値	多重比較
南津軽5号	96	5.8	0.8	4.1	7.9	bc	19.7	2.2	14.5	25.0	b
増川6号	96	6.3	0.8	4.0	7.9	ad	19.3	1.8	15.5	22.5	bc
碓ヶ関7号	96	5.9	0.9	3.0	8.1	bc	19.1	1.9	15.0	24.0	bc
黒石5号	96	5.9	0.6	4.5	7.9	ab	19.2	2.3	15.0	24.5	bc
岩手県11号	95	5.8	0.6	4.3	7.2	bc	19.1	1.8	15.0	24.5	bc
水沢6号	95	5.2	0.6	3.4	6.7	e	19.0	2.0	15.5	23.0	bc
北秋田1号	96	5.7	0.7	4.1	8.2	b	17.9	1.8	15.0	22.0	ad
由利11号	96	6.3	0.7	4.1	8.4	ad	18.5	1.9	15.0	23.0	cd
雄勝3号	95	6.1	0.9	3.8	8.1	ac	17.4	2.3	13.5	24.0	a
雄勝13号	96	6.6	0.9	4.1	8.7	d	18.5	1.8	15.0	22.5	cd
花巻5号	94	6.0	0.9	4.1	8.0	ab	17.5	2.6	14.0	24.0	a
計	1051	6.0	0.8	3.0	8.7		18.7	2.2	13.5	25.0	

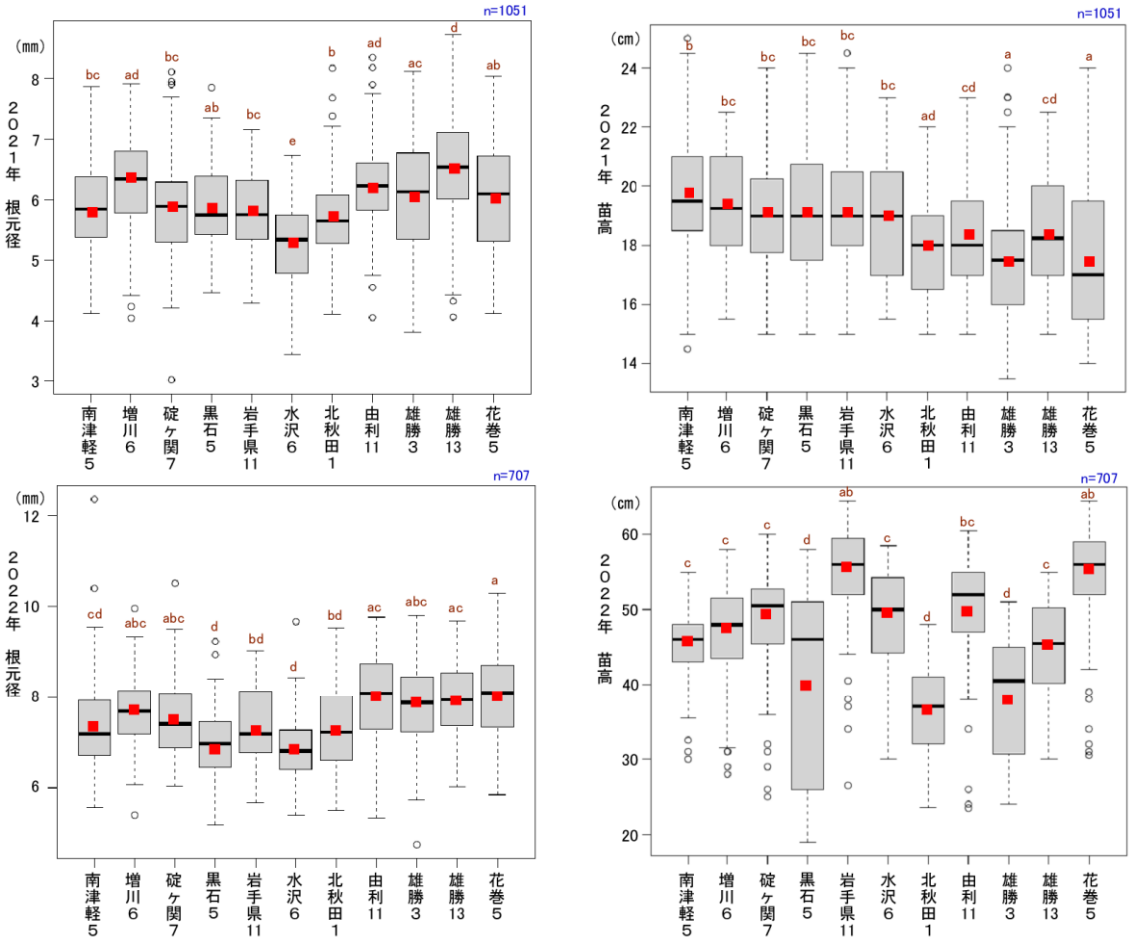


図5 クローン別の根元径および苗高

図中の■は平均値、アルファベットはTukey-Kramer検定による多重比較結果を示す。
箱中の太線は中央値、箱の下端は第一四分位、箱の上端は第三四分位。
ひげの両端は箱の長さの1.5倍内にある最大値および最小値、ひげの外の○印は外れ値を表す。

表7 挿し付け後2生育期における根元径と苗高および根元径成長量、苗高成長量

クローン	n	根元径 (mm)					苗高 (cm)					根元径成長量 (mm)					苗高成長量 (cm)				
		平均	標準偏差	最小値	最大値	多重比較	平均	標準偏差	最小値	最大値	多重比較	平均	標準偏差	最小値	最大値	多重比較	平均	標準偏差	最小値	最大値	多重比較
南津軽5号	62	7.4	1.1	5.6	12.4	cd	45.5	5.3	30.0	55.0	c	1.5	1.0	0.1	6.0	ac	25.6	4.9	11.0	33.5	bf
増川6号	65	7.7	0.8	5.4	10.0	abc	46.8	7.1	28.0	58.0	c	1.3	0.7	0.0	3.6	bc	27.7	7.0	7.0	37.0	bc
碓ヶ関7号	67	7.6	0.9	6.0	10.5	abc	48.0	7.4	25.0	60.0	c	1.7	0.9	0.2	3.9	ab	28.8	7.5	1.0	40.0	bc
黒石5号	70	6.9	0.8	5.2	9.2	d	40.5	12.3	19.0	58.0	d	1.1	0.7	0.1	3.2	c	21.4	12.5	0.5	38.0	ef
岩手県11号	70	7.3	0.9	5.7	9.0	bd	54.6	7.4	26.5	64.5	ab	1.6	0.8	0.1	3.6	ab	35.5	7.1	7.5	48.0	ad
水沢6号	67	6.9	0.8	5.4	9.7	d	49.3	6.6	30.0	58.5	c	1.6	0.8	0.0	3.6	ab	30.3	6.2	12.5	40.5	c
北秋田1号	69	7.3	0.9	5.5	9.5	bd	36.7	6.4	23.5	48.0	d	1.6	0.9	0.0	4.1	ab	18.8	6.0	3.5	32.0	e
由利11号	45	8.0	1.0	5.3	9.8	ac	49.6	8.9	23.5	60.5	bc	1.7	0.9	0.1	3.7	ab	30.9	8.7	5.0	41.5	cd
雄勝3号	55	7.8	1.0	4.8	9.8	abc	38.9	7.3	24.0	51.0	d	1.6	0.8	0.1	3.4	ab	21.4	6.4	6.0	33.5	ef
雄勝13号	67	7.9	0.8	6.0	9.7	ac	45.0	6.6	30.0	55.0	c	1.3	0.8	0.0	3.1	bc	26.5	6.3	11.0	38.5	bc
花巻5号	70	8.0	1.0	5.9	10.3	a	54.2	7.7	30.5	64.5	ab	1.9	0.9	0.0	3.9	a	37.1	7.4	13.5	49.5	a
計	707	7.5	1.0	4.8	12.4		46.3	9.6	19.0	64.5		1.5	0.9	0.0	6.0		27.7	9.4	0.5	49.5	

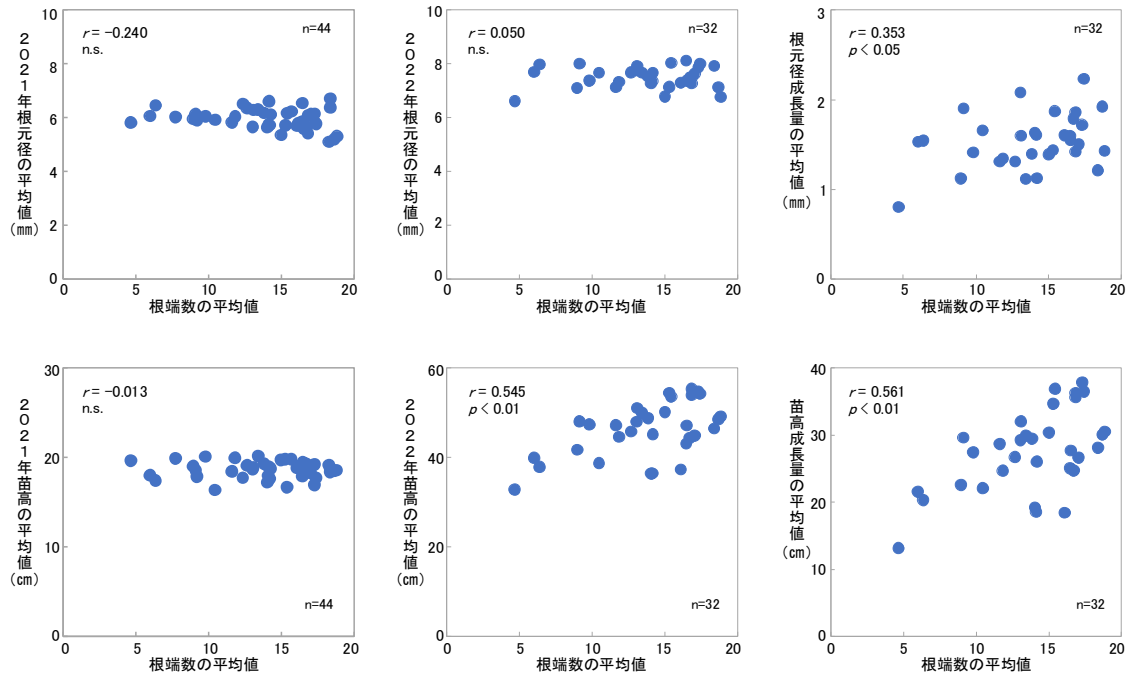


図6 根端数と根元径および苗高の関係

根端数、2021年および2022年の根元径と苗高、根元径成長量、苗高成長量はコンテナあたりの個体平均値

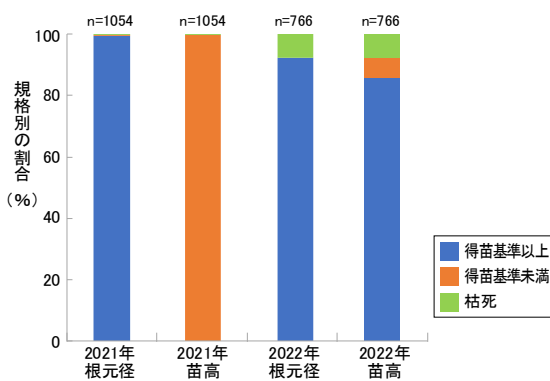


図7 根元径および苗高の得苗基準との比較

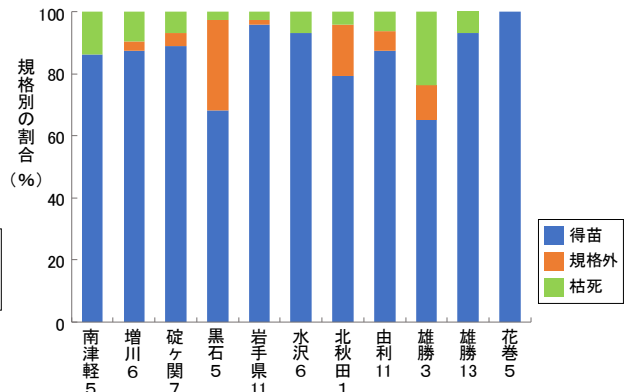


図8 クローン別の規格別割合 (挿し付け後2生育期)

3.5 根端数による得苗率の変化と得苗数の推定

3.5.1 根端数による得苗率の変化

根端数を階級区分し(根端数 0、1~5、6~10、11~15、16~19、20(20以上を含む))、根端数階級ごとの個体の出現頻度を求めると、根端数 20 が最も多く、次いで根端数 11~15、根端数 16~19、根端数 6~10、根端数 0、根端数 1~5 の順であった(図9)。この根端数階級ごとの得苗率は、根端数 0 で 14%、根端数 1~5 で 67%、根端数 6~10 で 87%、根端数 11~15 で 93%、根端数 16~19 で 99%、根端数 20 で 98%であった(図9)。得苗率は、根端数 0 と根端数 1~5 の間で最も変化が大きく、根端数 6~10 以上で安定した。根端数 0、すなわち未発根苗では得苗率は 14%と低かったが、根端数 1 以上の発根苗では得苗率は 93%と高くなった。

発根苗(根端数 1 以上)は、コンテナ底面から簡便に判定で

きることから、根端数の計測に比べて実用性が高い指標になると考えられる。そこで、今回供試した 11 クローンについて、発根苗数で翌年の得苗数を推定した。

3.5.2 発根苗数からの得苗数の推定

コンテナ単位の発根苗数から得苗数を推定するため、線形の回帰式を求めたところ、回帰式 $y = 1.029x - 1.743$ ($R^2 = 0.725$) が得られた(図 10)。本研究で得られた回帰式は、本試験で用いた 300cc・24 孔のマルチキャビティコンテナおよび育苗条件下における推定式である。また、今回、根端数 20 以上を一律に 20 として扱っているため、根端数が極めて多い個体では、根端数が過小評価されている可能性がある。したがって、本式その他条件への適用については、今後さらなる検証が必要であるが、同様の育苗条件下では実用的な推定手法として活

用可能と考えられる。

また、得られた回帰式を用いて、得苗数を試算すると、挿し付け年に発根を確認した苗木本数から1を差し引いた値となった(表8)。

これらを活用することで、育苗現場では、直挿し苗の得苗数を約1年早く推定することが可能となる。得苗数を事前に推定できることで、需要に応じた計画的な出荷や挿し付け本数の

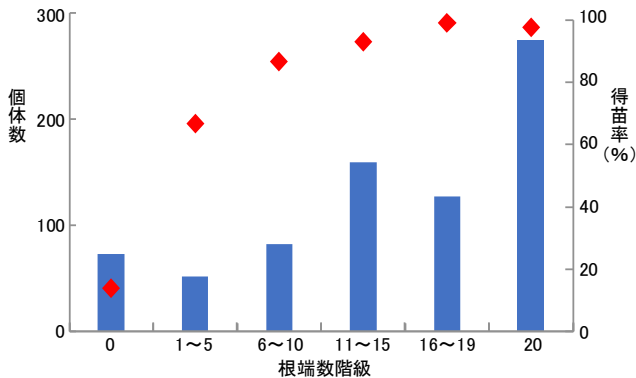


図9 根端数階級ごとの個体の出現頻度と得苗率
棒グラフ:根端数階級ごとの個体数、◆:根端数階級ごとの得苗率

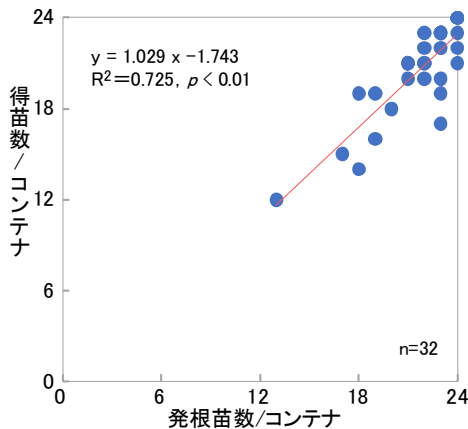


図10 発根苗数による得苗数の推定

表8 発根苗数と得苗数との対応表

挿し付け年 発根確認 (x)	挿し付け翌年 得苗数 (y)
13	12
14	13
15	14
16	15
17	16
18	17
19	18
20	19
21	20
22	21
23	22
24	23

回帰式 $y = 1.029x - 1.743$ での推定結果
300ccコンテナ1枚あたりの換算値、単位:本

調整を行うことが可能となり、苗木生産の経営において有用な情報になると考えられる。

4. まとめ

岩手県の県営採穂園で保有する花粉の少ないスギ品種 11 クローンの直挿し育苗への適性を明らかにするため、クローンごとに直挿し苗の発根率、根量、根元径および苗高を調査した。併せて、直挿し育苗における得苗数を事前に推定する実用的な手法として、挿し付け年にコンテナ底面から観察可能な根端数に着目し、根端数と根重量および苗木成長との関係を明らかにするとともに、根端数を用いた得苗数の推定を試み、以下の結論を得た。

- ①今回供試した花粉の少ないスギ品種 11 クローンは、全クローンで挿し木苗生産の事業化に望ましいとされる発根率 71%を上回った。
- ②また、挿し付け後2生育期において7割以上で得苗基準(林野庁スギコンテナ苗5号規格)を満たすことから、いずれも直挿し育苗に適するクローンであると判断した。
- ③根端数は、根重量との間で強い正の相関を示し、挿し穂の根量を非破壊的に評価できる指標であると考えられた。
- ④根端数は、苗高成長量および挿し付け後2生育期の苗高との間で正の相関を示した。
- ⑤根端数 1 以上の発根苗では得苗率が高く、発根苗数から得苗数を推定する回帰式を得たことから、得苗数を約1年早く推定できる可能性が示された。

謝辞

本研究を実施するにあたり、岩手県住田町の吉田樹苗の従業員の方々には挿し付け後の育苗管理等で御協力を頂いた。また、岩手県林業技術センター会計年度職員の方藤原美紀氏、鎌澤和之氏には調査やサンプル処理等で御協力頂いた。ここに感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 荻住 昇(2010)最新樹木根系図説総論. 誠文堂新光社, 東京, 937pp.
- 2) 藤井 栄(2016)実生スギコンテナ苗生産期間短縮の試み. 徳島県立農林水産総合技術支援センター研究報告, 3, 15-20
- 3) 福田有樹(2020)スギさし木苗における根系形質の評価に関する取り組みについて. 林木育種情報 No.33,4
- 4) 福田有樹・平岡裕一郎・大平峰子・高橋誠・井城泰一・三浦真弘・栗田学・渡辺敦史(2018)スギ精英樹のさし木苗における根系形質の遺伝的変異および地上部初期成長との

関連性. 日林誌 100:218-223

- 5) 丹羽花恵(2021)スギ少花粉品種を用いたコンテナへの直挿しおよび早期移植による発根成績. 岩手林技セ研報 No.29:1-7
- 6) 丹羽花恵(2023)直挿し育苗による花粉の少ないスギ挿し木コンテナ育苗成の効率化. 現代林業 690:40-43
- 7) 小笠真由美・藤井栄・飛田博順・山下直子・宇都木玄(2021)山林用針葉樹コンテナ苗における育苗方法の現状と課題 —全国のコンテナ苗生産者に対するアンケート調査より—日本森林学会誌 103(2):105-116.
- 8) 林木育種推進東北地区協議会(2009)東北育種基本区スギ精英樹特性表. 177pp, 独立行政法人森林総合研究所林木育種センター東北育種場
- 9) 林野庁(2023)山林用主要苗木標準規格(コンテナ苗)の解説. 19pp, 林野庁
- 10) 佐藤孝夫(1995)樹木の根系の成長に関する基礎的研究. 北海道林業試験場研究報告, 32:1-120.
- 11) 戸田忠雄・藤本吉幸(1983)ヒノキのさし木に関する研究 —精英樹クローンのさし木発根性—. 日本林学会九州支部研究論文集 36: 129-1300