

スギ当年生苗生産におけるペーパーポットの実用性評価と 気象条件から苗木の初期成長を予測するモデルの開発

静岡大学 農学部

大岩胡春 花岡 創

日本甜菜製糖株式会社

佐々木壮規

1 はじめに

現在、日本では戦後造林された人工林の多くが利用期を迎えており、主伐と再造林の増加が予想されます。これに伴い、伐採・搬出や造林コストの低減、生産性の向上、苗木の安定供給体制の構築が一層重要な課題となっています（林野庁 2024）。日本における林業用苗木の生産量は減少傾向で推移し、平成 25(2013)年度には約 5600 万本まで減少しましたが、平成 26(2014)年度からは増加に転じ、令和 4(2022)年度の生産量は約 6700 万本となっています（林野庁 2022）。特に、コンテナ苗の生産量は増加しており、令和 4(2022)年度には生産苗木の約半分がコンテナ苗で占められるようになってきました（林野庁 2024）。このような状況において、苗木生産性の向上や効率化、需給調整の円滑化などが求められ、この実現手段の一つとして育苗期間が 1 年以内の当年生苗生産への需要が高まっています（林野庁 2023）。スギの苗木を 1 年以内に出荷規格に到達するよう育苗するためには、播種をなるべく早い時期に実施して育苗期間をできるだけ長くとることが良いとされています（林野庁 2023）。しかし、気象条件を考慮した際に、どの地域でいつ頃播種すれば当年生苗が生産し得るのかについて、具体的な検討を行った研究は見当たりません。気象条件と当年生苗木の成長量との関連性を明らかにし、育苗可能地域を予測できる状況を作ることができれば、当年生苗生産の拡大に役立つと期待されます。また、当年生苗生産であれば、苗木育成用ポットに複数年に渡る耐久性を求める必要がなく、紙製の育苗用容器であるペーパーポットを利用して苗木を生産し、ポットごと林地に植栽する植林手法が提案できる可能性もあります。ペーパーポットはプラスチックゴミの削減が推奨されるなか（環境省 2024）、従来と同等かそれ以下のコストで導入できる可能性があり、また、コンテナの洗浄や保存などの労力も削減可能です。先行研究では、ペーパーポットは運搬時の根鉢の保護能力が高く、実際に植栽した場合にも根の成長に問題がなかったことなどが報告されています（伊藤・徳田ら 2023、平田ら 2019）。しかし、ペーパーポットの苗木生産に対する実用性や課題について整理した研究はなく、利用促進にあたっては実用性に関する検証が必要です。

本研究では、日本の主要造林樹種であるスギにおける当年生苗生産の推進を目標として、(1)コンテナ苗生産におけるペーパーポットの有効性を、一般的な利用が進んでおり、同様の利点を持つ M スターコンテナとの比較を通して多角的に検証すること、(2)当年生苗生産が期待できる地域提案に向けて、気象条件から苗木の成長量を予測可能であるか検証することを目的としました。

2 材料と方法

(1) ペーパーポットの実用性評価

苗木の育成は、静岡県浜松市天竜区にある静岡大学農学部附属地域フィールド科学教育研究センター森林生態系部門天竜ブランチャで実施しました。ペーパーポット FS-513（日本甜菜製糖株式会社）と M スターコンテナ（片面波形シートによる容器）を準備し、用土としてココピートオールド（株式会社トップ）を詰めました。なお、用土の量はどちらも 200cc 程度となるように調整しました。2024 年 2 月末に、静岡県産精英樹から採取したスギの種子を、1 ポットあたり 5 粒以上播種し、ポットはビニールハウス内に置きました。元肥として、0.5g 程度のハイコントロール 180 日タイプ（10-18-15）（株式会社ジェイカムア

グリ) を施肥しました。その後、土壌表面が乾燥することがないように、適宜、ミスト灌水を行いました。約1ヶ月後の3月末には発芽を確認し、1ポットに複数の実生が発芽していた場合には、慎重に抜き取って新しいポットに移植し、全てを育苗しました。5月末に屋外に移動させ、6月3日に全てのポットを35穴のスペーシングトレーに配置し(図-1)、元肥と同じ肥料を2.5g程度追肥しました。

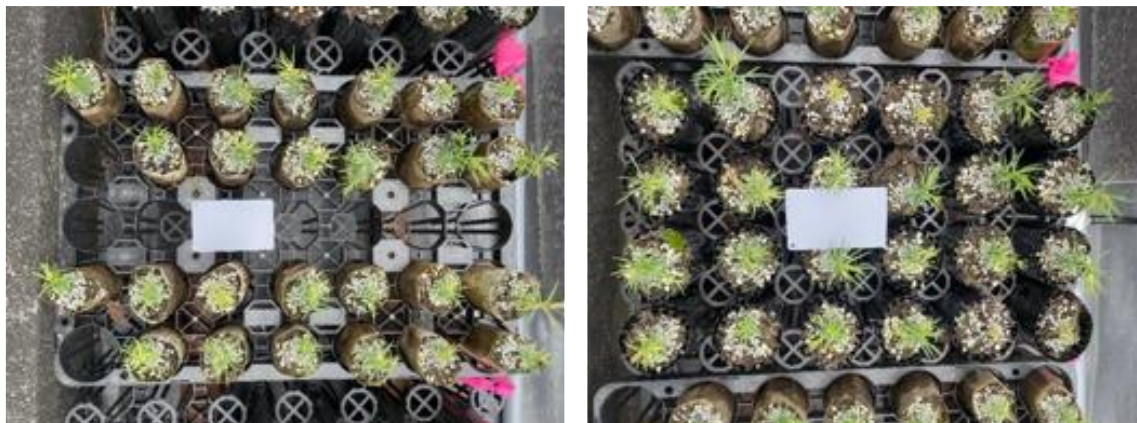


図1：スペーシングトレーに配置したペーパーポット苗(左)とMスターコンテナ苗(右)の様子

個体ごとの苗長測定は4月19日から開始し、成長がほぼ完了した11月5日まで、月に1～2回、合計12回実施しました。根元径については、根元が木化した7月以降に、合計5回の測定を行いました。途中で重度の病虫害を受けた個体は解析から除外することとし、最終的にペーパーポット苗については646個体、Mスターコンテナについては252個体の成長データを得ることができ、林野庁の定めたスギ苗木規格の5号苗(苗長30cm以上、根元径4mm以上)の到達割合を確認しました。また、11月5日段階におけるペーパーポット苗とMスターコンテナ苗の比較として、苗長、根元径及び、それらの値から形状比を算出しました。さらに、ペーパーポット及びMスターコンテナ苗それぞれから、苗長が平均的なサイズの11個体を選び、根鉢の表面被覆率、地上部と地下部の全乾重とその比(TR比)を求めました。さらに、同条件の別の11個体を選び、地上1mの高さから苗を落下させた場合の重量変化を測定しました。落下時には葉の脱落は見られなかったため、この重量変化は実質的に根鉢からの土の落下量と考えることができました。以上の測定結果を基に、ペーパーポット苗とMスターコンテナ苗の違いを明らかにし、実用性について考察しました。

(2) 気象条件からの苗木の成長量予測

苗木育成場所において10分毎に測定した気温データを基に、4月1日から11月5日までの日平均気温を算出し、有効温度を5℃とした有効積算温度を計算しました。詳細は以降にお示しますが、結果としてペーパーポット苗とMスターコンテナ苗の成長は同様であったことから、有効積算温度とポットを区別しない全ての苗の苗長との関係を、折れ線回帰モデルで表現しました。さらに、農研機構メッシュ農業気象データから静岡県内の4月1日から11月1日までの有効積算温度の5年平均値を3次メッシュごとに算出し、折れ線回帰式の予測区間の下限値を基に、4月1日から11月5日までの育苗期間で5号苗規格を満たす苗が得られる割合(得苗率)が50%、70%、80%以上となる地域を予測し、地図化しました。

3 結果と考察

(1) ペーパーポットの実用性評価

ペーパーポット苗とMスターコンテナ苗の11月5日時点における苗長と根本径の結果を図2に示します。苗長30cm以上、根元径4mm以上という5号苗以上の規格を満たした苗の割合は、ペーパーポット苗

で 71.5%、M スターコンテナ苗で 67.1%となりました。形状比は植栽後の苗の成長に影響を及ぼすと言われており、110 未満であることが望ましいとされていますが（林野庁 2023）、今回の育苗では、形状比が 110 を超える苗木はほとんどありませんでした（図 3）。

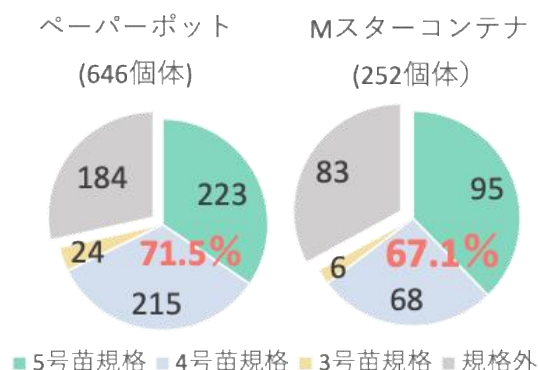


図 2: 生産された苗木の規格割合

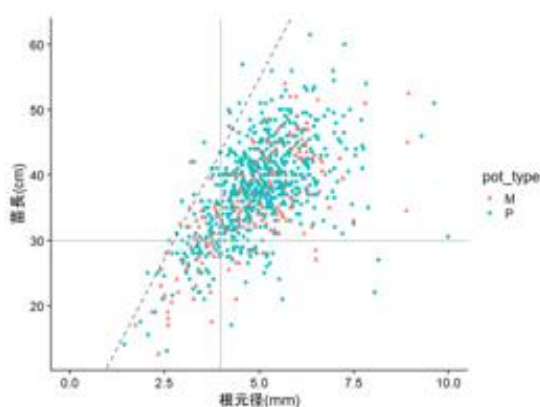


図 3 : 生産された苗木の根元径と苗長の関係
破線は形状比 110 のラインを表す

最終苗長±標準偏差はペーパーポットで 37.98 ± 7.27 cm、M スターコンテナで 35.94 ± 7.47 cm となり、ペーパーポットの平均値が有意に高くなりました（対応のない t 検定; $p < 0.05$ ）。根元径はペーパーポットで 4.02 ± 2.22 mm、M スターコンテナで 4.37 ± 1.80 mm となり、M スターコンテナで有意に高くなりました（ $p < 0.05$ ）。しかし、絶対値としてはそれほど大きな差がないとも言えました。形状比はペーパーポットで 74.14 ± 21.10 、M スターコンテナで 72.47 ± 20.59 となり、有意差は検出されませんでした（ $p > 0.05$ ）。なお、苗長が 30 cm に到達した個体のうち、90.1% は根元径が 4.0 mm 以上となり、概ね苗長で規格を判断できる結果となっていました。

ペーパーポット苗と M スターコンテナ苗の根鉢の様子を図 4 に示します。



図 4 : ペーパーポット苗（左）と M スターコンテナ苗（右）の根鉢の様子

ペーパーポット苗では、細根が多く発達していたのに対し、M スターコンテナ苗ではスリットに沿って太い根が多く見られるなど、その形態には違いが見られました。根の乾燥重量は、ペーパーポットで 1.27 ± 0.59 g、M スターコンテナで 1.78 ± 0.65 g となり、有意差は見られませんでした。TR 比はペーパーポットで 3.82 ± 0.81 、M スターコンテナで 3.19 ± 0.39 となり、こちらも有意差はなく、どちらも一般的な TR 比（2~4 程度）に収まっていました。根の表面被覆率は、ペーパーポットで $18.70 \pm 3.09\%$ 、M スターコンテナで $26.00 \pm 4.86\%$ となり、表面に露出した根の割合はペーパーポットの方が有意に低くなっていました（ $p < 0.05$ ）。3 回の落下試験を行った結果、M スターコンテナでは平均で約 15g の土壌が脱落したのに対し、ペーパーポットではほぼ 0 g となりました。ペーパーポットの根鉢は表面被覆率が低く、根鉢強度が心配されましたが、ポットごと運搬される限りは、問題はないであろうと判断されました。

(2) 気象条件からの苗木の成長量予測

有効積算温度と、全苗木の平均苗長との関係を図5に示します。図5の通り、苗木の苗長は、概ね有効積算温度から予測し得ると考えられました。また、この折れ線回帰モデルと静岡県内の有効積算温度の5年平均値から予測した、静岡県における得苗率予測地図を図6に示します。

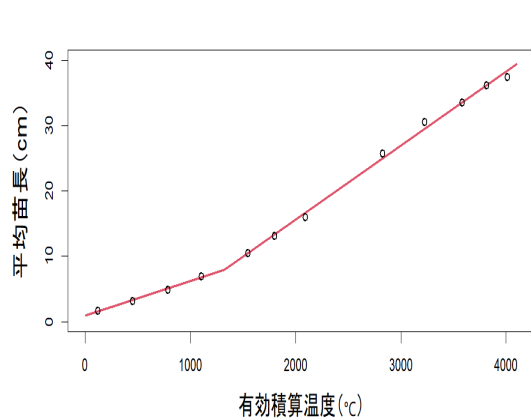


図5：折れ線回帰モデルの結果

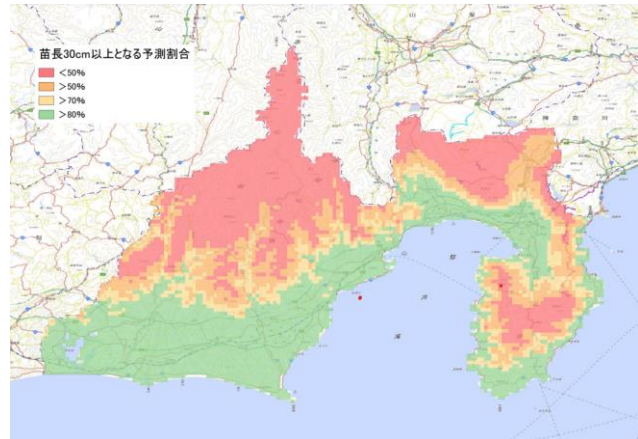


図6：静岡県における得苗率予測地図

この結果からは、太平洋岸平野部の大半の地域において、予測得苗率が80%を超えており、当年生苗生産を目標とし得るのではないかと考えられました。折れ線回帰式の傾きは、有効積算温度以外の要因、例えば、土壌水分条件や光環境、施肥量などによっても微変化することが考えられます。また、利用される種子の親精英樹は都道府県ごとに異なり、それによっても傾きが微変化する可能性があります。それゆえ、より精度の高い予測を目指すためには、条件の異なる地域ごと、最低でも県レベルで予測モデルを構築することが望ましいですが、本研究を通して、気象条件から当年生苗の成長量を予測し得ることを示すことができたことは、重要な成果であろうと考えます。

本研究では、ペーパーポット苗とMスターコンテナ苗を同条件で育成し、成長量と根鉢の両方で問題ない苗が得られました。ペーパーポットは、今後のスギ苗生産の一つの選択肢となり得ると考えます。ただし、夏季には土壌体積含水率が低下しやすいという傾向も見られたため、灌水条件については注意が必要だと考えられます。また、気象条件から苗木の成長量が概ね予測できることから、それぞれの地域で予測モデルを構築し、当年生苗生産の参考とすることができると考えられました。

4 引用文献

環境省(2024) 令和6年版 環境・循環型社会・生物多様性白書

伊藤哲・徳田楓・平田令子・栗田学・長倉良守(2023) スギ挿し木ペーパーポット苗とコンテナ苗の根鉢強度の比較. 日林誌 105:11-15

平田令子・伊藤哲・古里和輝・長倉良守(2019) 生分解性ペーパーポットを用いたスギ挿し木苗の植栽2年間の成長と根系発達. 日林誌 101:201-206

林野庁(2023) 山林用主要苗木標準規格(コンテナ苗)の解説.

林野庁(2022) コンテナ苗生産の手引き

林野庁(2024) 令和5年度 森林及び林業の動向 令和6年度 森林及び林業施策