

4

育苗：育苗スケジュール、育苗期間

1年間で十分な苗高となる環境条件を予測できると、播種時期の決定や必要な物資・作業人員の確保を計画的に行えるため、効率的に苗木を育成できます。そこで、発芽までに要する期間や、その後の芽生えの苗高と有効積算温度との関係を調べ、スギのコンテナ苗育成スケジュールの作成を試みました。

有効積算温度とは

基準となる温度を超えた部分の温度を一定の期間にわたって合計した値を有効積算温度といいます。有効積算温度は、作物の栽培限界地域の推定や桜の開花予測などに用いられています。今回は、播種から発芽までに要する期間を種子一粒ごとに追跡し、また移植後の芽生えの成長休止期までの到達苗高を1本ごとに追跡しました。それぞれ近傍で測定した気温から日平均気温を計算し、播種から発芽までは基準値を0℃として、移植後の芽生えの到達苗高は基準値を5℃として、算出した有効積算温度と発芽と苗高成長の関係を調査しました。

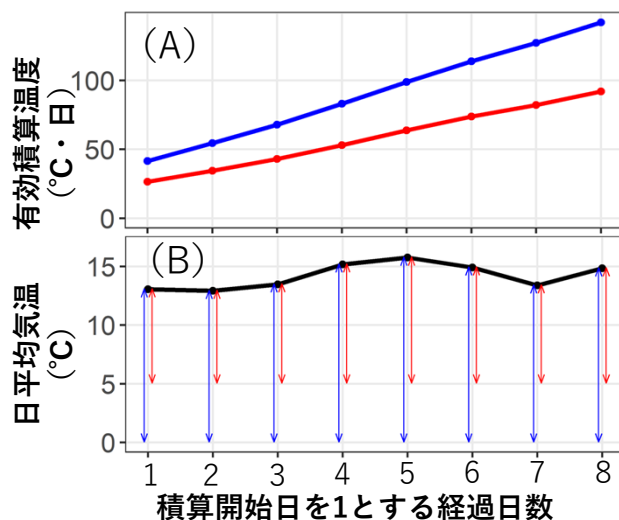


図1 日平均気温を用いた有効積算温度の例

有効積算温度(A)は日平均気温(Bの折れ線)と基準となる気温の差(Bの矢印)を積算開始日から経過日数分積算した値。青は0℃を基準とする場合。赤は5℃を基準値とする場合。

発芽と有効積算温度

全国6地点で3月上旬に播種し、発芽までに要する期間と播種床付近の気温から算出した0℃を基準とする有効積算温度との関係を調査したところ、発芽までに要した有効積算温度は、全国的に概ね350~500℃・日の範囲にあることが分かりました(図2)。そこで、より具体的に、茨城県日立市でのスケジュール作成を想定して、同場所における有効積算温度と累積発芽率の関数に着目すると図3のようになりました。この関係を使用すると、播種種子数と発芽率、それから植え替えに使用する芽生えの数を設定すれば、その本数の芽生えが得られる有効積算温度が推定できます。

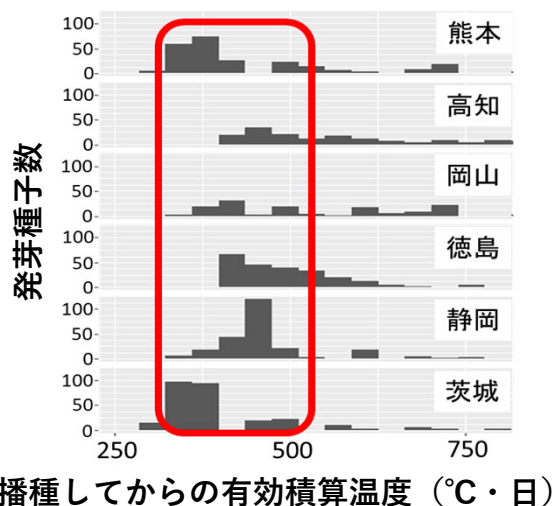


図2 有効積算温度と発芽数の関係

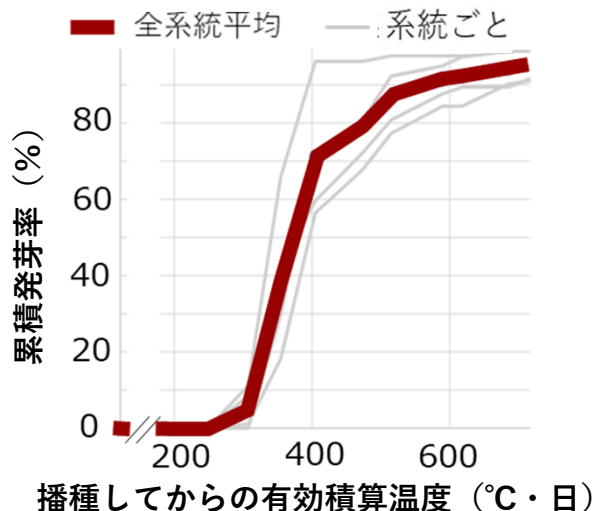


図3 有効積算温度と累積発芽率の関係

苗高と有効積算温度

茨城県日立市で3月上旬に播種した1年生コンテナ苗の育成において、横軸に5℃を基準とする有効積算温度、縦軸に苗高をとると、芽生え活着期と成長旺盛期の傾きの異なる2本の直線で苗高の経時変化を表現することができました(図4A)。個体ごとに成長旺盛期の直線を計算し、家系を独立変数として詳細に解析すると、直線の決定係数は、解析対象全個体でいずれも0.94以上となり、家系間差は検出されませんでした(図4B)。一方、直線の傾きには家系間差が検出されました(図4C)。これらのことから、苗高成長は温度依存性が強く、有効積算温度による推定が可能です。温度に対する反応が遺伝的に異なることが分かりました。苗木育成に用いる種子の大半は採種園産であり、その構成系統は採種園ごとに異なります。そのため、育成スケジュール作成にあたっては採種園ごとに関係式を明らかにする必要があります。

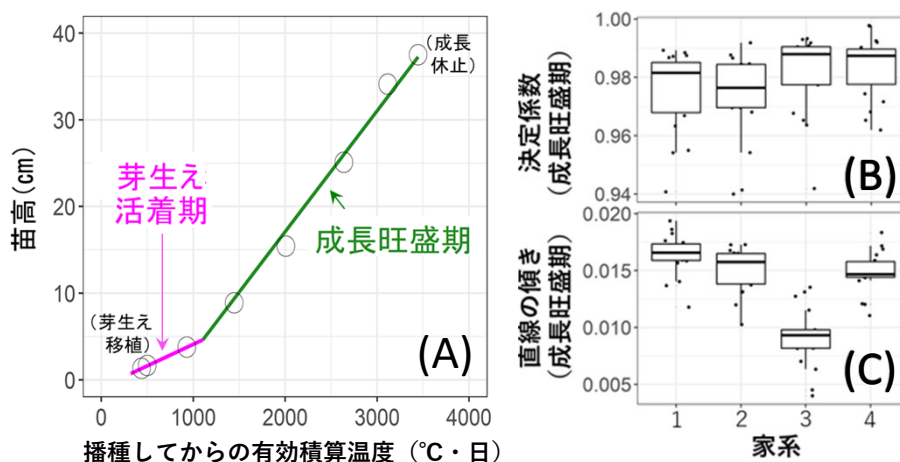


図4 有効積算温度と苗高の関係(A)および成長旺盛期の直線の決定係数(B)と傾き(C)の家系間差

発芽・苗高の予測とコンテナ苗育成スケジュールの試作

ここまで説明した研究結果を用いて、茨城県日立市において成長休止期までに苗高が35cmになるまで育成するには、いつまでに播種を行う必要があるかを推定しました(図5A)。当該地の成長データから、図5Aに列記している値をパラメータとして取得しました。変数として令和3(2021)年の苗木育成環境の気温データを用い、到達樹高が35cmを超える最も遅い播種日を求めたところ、4月7日と推定されました。今回用いた35cmという指標は全体の8割程度の個体が林野庁の5号規格に該当する苗高30cmに到達した集団における経験的な中央値です。つまり、茨城県日立市で1成長期で出荷できるようにするには、令和3(2021)年の気象条件であれば、4月7日までに播種を行えばよいことを示しています。ここに例示したような推定から、各苗木育成地において図5Bのような苗木育成スケジュールを作成すると、コンテナ苗の育成計画がイメージしやすくなると考えられます。

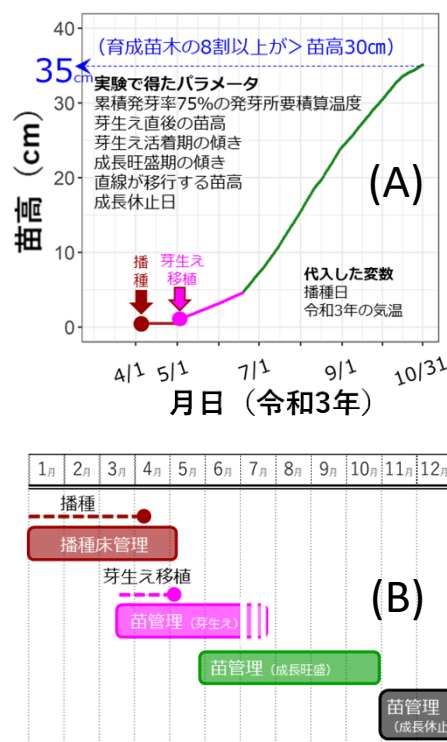


図5 到達苗高35cmとなる予測育成工程(A)と試作した年間スケジュール(B)

コンテナ育苗に2～3年を要する寒冷地においては、冬越し作業が育苗コストを押し上げています。岩手県において1年以内で山出し基準(岩手県35cm、林野庁30cm)に達するスギの育苗に取り組み、早期播種と加温により実質の成長期間を延ばした結果、岩手県と林野庁の基準に対する苗の歩留まりをそれぞれ50.1%、72.8%にすることができました。

背景

岩手県の苗木業者における一般的なスギの育苗工程は、5月に露地に播種して育苗を開始します(図1)。その年の12月に苗木を掘り取って苗箱に入れ(図2)、苗箱を冷蔵庫に保管して一回目の冬越しを行います。翌年の4月に苗箱から取り出した苗木をコンテナに移植し(図3)、秋までコンテナ育苗を行います。ある程度積雪があった後、苗木が直接寒風に当たらないようにするため、コンテナの上にシートを被せ、雪に埋めるようにして2回目の冬越しを行います(図4)。翌春、つまり播種してから翌々年の春に、コンテナ育苗を再開し、春から夏にかけて苗木の出荷が可能になります。この方法では2回の冬越しを行っています。1回目の冬越しには苗木の掘り取り、苗箱での保管、また2回目の冬越しにはコンテナの雪中埋蔵のための労力やコストを要しています。これらのデメリットに加え、冬越しの間中は成長が見込めません。2回の冬越しを経て出荷するということは、育苗開始時に2年先の需要量を見積もる必要がありますが、この予想は困難であるという課題もあります。そこで冬越し回数を減らすことはできないか、岩手県滝沢市にある森林総合研究所林木育種センター東北育種場で育苗試験を行い、検討しました。



図1 露地への蒔き付け(1年目5月)



図2 掘り取った苗木(1年目12月)



図3 コンテナへの幼苗の移植(2年目4月)



図4 コンテナの冬越し(2年目12月)

山出しまでの期間の短縮のための取り組み

令和元(2019)年～令和3(2021)年までの3年間の試験では1年以内で出荷規格に達する苗木は1本もみられませんでした。そこで、令和4(2022)年に以下の条件で播種・育苗を行いました。保温効果を高めるためにビニールハウス内に小型の播種用のハウスを設置し(図5)、その内部を電熱シートや小型ストーブで加温しました。また、播種日を1月にまで早めることで成長期間を長くしました。播種からコンテナ移植までの間、外気温の最低温度はほぼ毎日0度を下回っていましたが、加温の効果でハウス内の温度が0度を下回ったのは数日しかありませんでした。また、加温が原因でエクセルソイルが乾燥することがあったので、エクセルソイルの最外周のセルには播種せず、バッファーとしました(図6)。

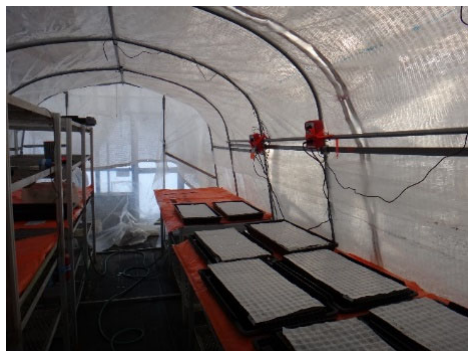


図5 蒔付け温室

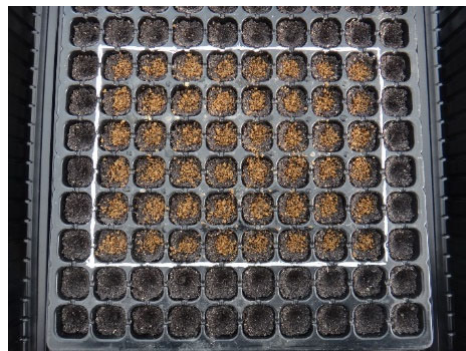


図6 バッファーを設けたエクセルソイルへの播種

結果

令和4(2022年)は1月末に播種したところ、2月中旬から発芽が観察されました。3月下旬に毛苗をコンテナに移植し、4月にコンテナを温室から野外環境に順化させました。1成長期後である10月末には約半数(50.1%)の苗木が播種後1年以内に岩手県の出荷規格である35cm(図9の赤点線)に達していました(図8、図9)。林野庁の基準である30cm(図9の青点線)でみると、72.8%の苗木が30cmに達していました。今後はさらなる歩留まりの向上や育苗規模の拡大といった課題に取り組む必要があると考えています。



図7 育苗の様子(6月)



図8 掘り取った苗木(12月)

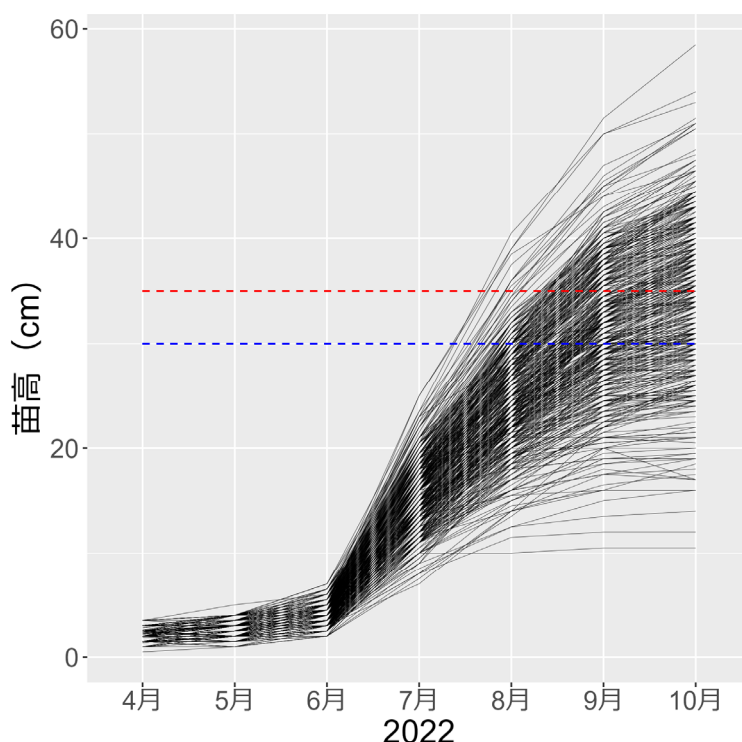


図9 植替え後の苗高成長

スギのエリートツリー間で交配した4系統をコンテナ苗で育苗しました。3月上旬に播種し、4月上旬～下旬にコンテナへ移植し、屋外で育苗を続けたところ、4系統すべてが10月下旬に平均苗高30cm以上となりました。12月上旬では、平均苗高33～41cm、平均根元直径3.6～4.4mmで、静岡県の出荷規格(苗高30～45cm、根元直径3.5～5.0mm)^{注)}に到達しました。

エリートツリー交配系統の育苗方法

エリートツリー間の交配で得られた種子を3月上旬に育苗箱へ播種し、発芽した稚苗を4月にJFA150ccコンテナへ移植しました。培土はココピートオールとし、元肥にマイクロロングトータル280-100日タイプを5g/L与えました。梅雨前までハウス内で育苗し、それ以後は屋外の散水施設の下で育苗を続けました。移植から約100日後に、ハイコントロール085-100日タイプを追肥として与えました(表1)。

表1 スギエリートツリーコンテナ苗の育苗条件

系統	♀エリートツリー×♂エリートツリー 4系統
播種(育苗箱)	2022年3月2日
コンテナ容器	JFA 150cc 40穴 コンテナ
コンテナ移植	2022年4月6日～4月19日
培土	ココピートオール
元肥(4月)	マイクロロングトータル280-100日タイプ 5g/L
追肥(8月)	ハイコントロール085-100日タイプ 1g/本
育苗場所	5月24日までハウス内 5月24日以降屋外

エリートツリー交配系統コンテナ苗の成長

3月上旬に播種し、4月にコンテナへ移植した稚苗は順調に成長し、10月には4系統すべてが平均苗高30cm以上、12月上旬には4系統すべてで平均根元直径が3.5mm以上になりました(図1、図2)。静岡県におけるコンテナ苗の出荷規格は、苗高30～45cm、根元直径3.5～5.0mm^{注)}であるため、播種から約9ヶ月でスギエリートツリーコンテナ苗を出荷規格することが可能になりました。

^{注)} 静岡県のスギコンテナ苗出荷規格は、2023年12月に苗高30cm以上、根元直径3.5mm以上、形状比100未満を目安に変更となりました。

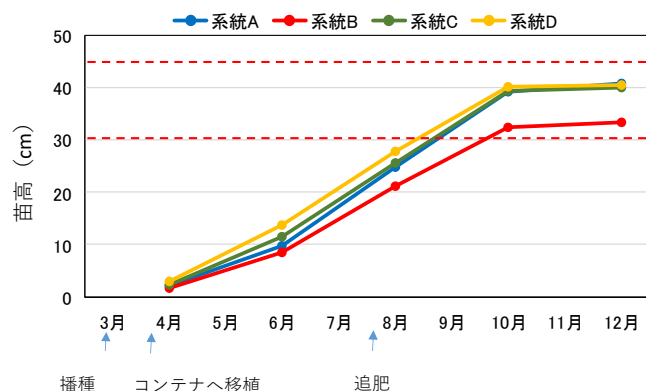


図1 スギエリートツリーコンテナ苗の苗高成長

系統当たりの苗木本数は34～40本、矢印は各作業の時期を示す。

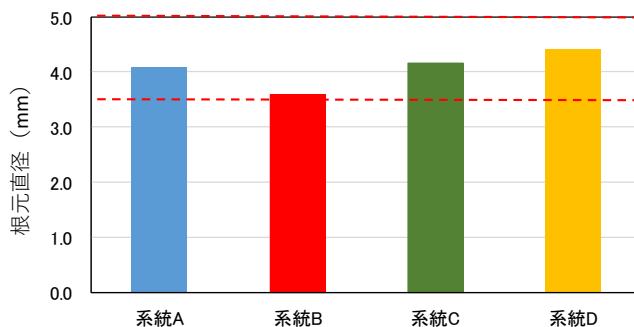


図2 スギエリートツリーコンテナ苗の根元直径(12月上旬)