

## 少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗木養成に関する研究 －1年生苗木の場合－

西山 嘉寛

Study on nursery practices for less pollen *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* container seedings  
－ current year seedings－

Yoshihiro NISHIYAMA

### 要 旨

西山 嘉寛：少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗木養成に関する研究－1年生苗木の場合－，岡山県農林水産総合センター森林研究所研報37：27-46 (2022) 当研究所内少花粉スギ・ヒノキ採種園において，採取した当年種子をそれぞれ翌年1月末に，キャビティ内に直接播種した場合（直接播種），及び別途，セルトレイに播種し，その後，セル苗（稚苗）をキャビティに移植した場合について，当年の生育状況をそれぞれ調査した。その結果，肥効調整型肥料（ハイコントロール270）のみ使用した場合でも当年11月末時点には，少花粉スギの場合，山行苗規格割合は，直接播種が平均83.8%，移植が平均70.0%であったのに対し，少花粉ヒノキの場合では，直接播種が平均90.0%，移植が平均61.3%であった。コンテナ苗の地下部形状（根の形状良否）も加味した山行苗規格は，両樹種ともに，直接播種及び移植にかかわらず，上記数値の約90%と推定された。このことから，上記方法，とりわけ直接播種により得られた1年生コンテナ山行苗では，移植に比べ高い割合で規格苗を確保でき，かつ根の形状も良好な健全苗であることが明らかになった。

キーワード：直接播種 移植 コンテナ苗 少花粉

### I はじめに

森林は，国土保全，水源の涵養，地球温暖化の防止，木材生産等の多面的機能を有しているが，一方で森林の有する山地災害防止機能を持続的に発揮させるためにも，森林を適切に整備・保全し，健全な森林を維持していく必要性が増している（林野庁 2020）。これに連動し，森林を取り巻く環境を考える新しい概念として，「持続可能な開発目標（SDGs）に貢献する森林・林業・木材産業」が叫ばれている。持続的な森林利用とは，いわゆる森林の成長量や蓄積を踏まえた伐採を行い，適切な更新と整備により再生産を進めていくことであるが，我が国においては，この充実した森林の持続的利用により，SDGsに貢献できるとしている（林野

庁 2020）。国産材の供給力強化，雇用の創出，さらには年齢の平準化された健全な森林育成など，林業活性化も期待されている中で（梶本ら 2016），近年，林業機械の導入を用いるなどして，伐採と平行または連続して一体的に地拵えや植栽を行う「伐採と造林の一貫システム」が新たに導入されつつある（山川ら 2013，林野庁 2020）。この中で，「コンテナ苗」は従来の裸苗とは異なり，根鉢があることで乾燥ストレスの影響を受けにくいと考えられ，寒冷地の冬季や極端に乾燥が続く時期を除き，通常の植栽適期（春や秋）以外でも高い活着率が見込めることも示されている（山川 2019）。このため，伐採時期に合わせて植栽適期を拡大できる可能性があり，林野庁でも，その普及と生産拡

大の取組を進めている（林野庁 2020）。

これに加え、国では、「スギ花粉発生源対策推進方針」に基づき、スギ苗木の年間生産量に占めるスギ花粉症対策に資する苗木の割合を2032年までに約7割まで高める目標を掲げている（林野庁 2020）。このことから、花粉を飛散させるスギ人工林等の伐採・利用を図るとともに、花粉症対策苗木による植替や広葉樹の導入等の花粉発生源対策の取組も進められている。

岡山県でも、少花粉スギ・ヒノキへの植替を促進するため、再造林の確実な実施に向け、同コンテナ苗の生産増大や、伐採とコンテナ苗による造林に一貫作業による施業の効率化を推進しているところである（岡山県農林水産部林政課 2020）。この中で、2030年までに、再造林面積を200ha/年（このうち、低コスト一貫作業 50ha）、少花粉スギ・ヒノキ苗木による植替割合を95%以上とする目標を掲げている。

このことを受け、2018～2020年の3カ年、単県課題「少花粉スギ等の生育状況調査」の中で、コンテナ苗の養成に係る調査研究を行ったので、その調査結果の一部を報告する。

## II 調査方法

### 1 1年生コンテナ苗の養成

#### (1) 2018年コンテナ苗

2018年4月初旬、当研究所内の少花粉スギ採種園（10品種）・少花粉ヒノキ採種園（9品種）から、採取した同種子（いずれも品種混合）をそれぞれキャビティコンテナ（JFA150）専用トレイに播種した（以下直接播種）。少花粉スギ、少花粉ヒノキともに、播種数は、1キャビティ当たり10粒とした（図-1）。なお、両樹種の発芽率については、事前に発芽検定を実施し、ともに20%程度のものを使用した。

培地には、水稻育苗培地（JAグループ：グリーンソイル 20kg入り）を使用した。同培地は黒色で、ほぼ



図-1 専用トレイへの播種状況  
注. 空き地（屋外）で実施

球形の団粒構造（直径1mm程度）となっている。播種後、肥効調整型肥料として、1キャビティ当たり、グルタチオン水和液（以下 GS）1,000倍液6ml、ハイポネックス水和液（以下 HY）1,000倍液6mlを、6～7月末まで、週一回、及び月一回散布した。9月以降については、すべてのコンテナ苗について、緩効性肥料20kg入り（全農：IB化成肥料S1号）を使用し、同粒状肥料を1キャビティ当たり2～3個、地表部に置いた。当森林研究所内において、播種後8月末まで空き地の地面に直接置き（図-2）、その後、屋外の挿し床へ移動させた（図-3）。その際、縦33cm、横幅42cm、高さ9cmの青色プラスチック容器（3cm×3cm相当の格子状隙間あり）、もしくは縦35cm、横幅50cm、高さ8cmの青色プラスチック製容器（1.5mm角相当の細かいの穴あり）を裏返し、この上に載せることにより、空中根切り状態とした。



図-2 専用トレイの設置状況  
注. 空き地（屋外）で実施



図-3 専用トレイの設置状況  
注. 挿し床（屋外）で実施

#### (2) 2019年コンテナ苗

2019年4月初旬、当研究所内の少花粉スギ採種園（10品種）・少花粉ヒノキ採種園（9品種）から採取した同種子（いずれも品種混合）をそれぞれキャビティコンテナ（JFA150）専用トレイに直接播種した。その



図-4 専用トレイの設置箇所（3箇所）  
注. 左側：温室① 中央：温室② 右側：挿し床（屋外）

際、播種数は、少花粉スギ、少花粉ヒノキともに、1キャビティ当たり10粒とした。なお、両樹種の発芽率については、品種（個体）で異なるが（岡山県農林水産総合センター森林研究所 2021）、事前に発芽検定を実施し、ともに20%程度のものを使用した。

培地に、岡山県内の苗木生産者が使用している、ココナツハスク、ピートモス、赤玉土、鹿沼土等をブレンドした培地（以下 豊並培地）を使用した。その際、肥効調整型肥料として、4月初旬の播種の際、緩効性肥料（ハイコントロール391号 270日タイプ、以下ハイコントロール270）を1キャビティ当たり2～3g、各キャビティ培地に混合して入れた。播種後、所内のガラス温室（以下 温室①、温室②）内、及び屋外の挿し床（図-4）へ、それぞれ専用トレイを定置した。温室①に比べ、温室②は内部の天井まで高く、かつ気温25℃以上になると、天蓋が自動開閉できるよう、設定している。設置方法は2018年コンテナ苗と同一である。

### （3）2020年コンテナ苗

2020年1月末に、当研究所内の少花粉スギ・ヒノキ採種園から採取した同種子をそれぞれキャビティコンテナ（JFA150）専用トレイに播種した。直接播種の場合、播種数は、少花粉スギ、少花粉ヒノキともに、1キャビティ当たり10粒とした。両樹種の発芽率については、事前に種子発芽検定（全国山林種苗協同組合連合会2010）を実施し、ともに20%程度のものを使用した。培地はいずれも、豊並培地である。播種に当たっては、培地に、ハイコントロール270を、1キャビティに平均3gを混合した。直接播種後、温室①内に、横幅100cm、長さ10m、高さ50cmのカマボコ状のビニール製トンネルマルチを設置し、ここにトレイを入れ、同マルチを地面にベタ掛けした（図-5）。3月上旬には、同内部

の日平均気温が20℃、日最高気温がまでそれぞれ上昇したことから、ビニールマルチは撤去し、寒冷紗（遮光率39%）で覆った状態で5月20日まで管理した。

なお、当該処理と比較するため、4月上旬にも直接播種し、培地にハイコントロール270を混合した場合と、そうでない場合を設け、そのまま屋外に設置した。

直接播種と同様に、移植用としてコンテナ苗専用のセルトレイ（培地と一体型：512穴）にも、同日、それぞれ少花粉スギ・ヒノキの種子を播種した（図-6）。その際、少花粉スギ及び少花粉ヒノキともに、1セル当たり播種数は3粒とした。以後、前述のトンネルマルチ内に入れた。3月上旬、両樹種のセル苗（稚苗）



図-5 温室①における専用トレイの設置



図-6 温室①におけるセルトレイへの播種



図-7 空中根切りの状況  
注. 挿し床（屋外）で実施

をキャビティコンテナ専用トレイへ移植した（以下移植）。その後、直接播種苗と同様の管理を行った。

直接播種、移植ともに、5月20日を目途に、専用トレイごと所内（屋外）の挿し床へ移動させた。その際、コンクリートブロックを横向きに置き、この上に、鉄パイプ（径19mm、長さ5.5m）を2本離して平行に置き、この上にトレイを固定し、空中根切り状態を実現した（図-7）。

散水は、温室内及び屋外ともに、基本的にはスプリンクラーで行ったが、散水ムラができるため、手散水によりこれを補った。

屋外管理として、生育初期段階での直射日光を避けるため、寒冷紗を設置するとともに、コンテナ側面にも直射による温度上昇と、根の発育不良を防止するため、トレイ側面に反射シートを設置した（図-8）。

病虫害防除として、スギ立枯病、スギ苗赤枯病、炭疽病、斑点病、輪紋葉枯病（以上 病害）、アブラムシ類、ケムシ、ネキリムシ類（以上 虫害）に対し、それぞれ適用薬剤を使用回数範囲内で散布した（岡山県農林水産総合センター森林研究所 2021）。

施肥管理上、肥効調整型肥料として、前述のハイコ



図-8 寒冷紗及び反射シートの設置状況  
注. 挿し床（屋外）で実施

ントロール270を培地に混合し、さらに6月～8月の間、2週間おきに、GS1,000倍溶液を1キャビティ当たり約7mlと、HY1,000倍溶液を1キャビティ当たり約7mlそれぞれ散布した場合、両肥料を使用しない場合（以下無処理）に区分した。

## 2 コンテナ苗の測定

### (1) 2018年コンテナ苗

成長休止期となる12月に、苗長、地際直径、形状比について、それぞれ施肥別（GS、HY、無処理）に調査した。苗長については、1cm単位（TAJIMA製）、地際直径については、0.1mm単位（A&D製）でそれぞれ測定した。

### (2) 2019年コンテナ苗

2018年コンテナ苗同様、成長休止期の12月に、設置場所別（温室①、温室②、屋外挿し床）、に加え、施肥別（GS、HY、無処理）に、苗長、地際直径、形状比について調査した。

### (3) 2020年コンテナ苗

各トレイを屋外（挿し床）に設置後、10月末まで、月一回、苗長を測定するとともに、9月末、11月末にはそれぞれ地際直径についても測定した。

さらに、当年12月には、一部のトレイについて、トレイごとに、コンテナ苗の苗長、地際直径、地上部重、及び地下部重を測定した。地上部重、地下部重については、1g単位でデジタルはかり（A&D製 SK-1000型）を使用し、それぞれ測定した。最後に、根の形状良否について、培地部分全体に根が回っており、根の形状が良好な個体を、「根 良好」、培地の一部にしか根が回っておらず、培地が崩れる個体を「根 不良」にそれぞれ区分した。

気象について、温室内、さらに同内のトンネルマルチ内部、屋外（挿し床）にそれぞれデータロガー（T&D製 TR-71wf）を設置し、毎時、気温及び地温（土中10cm深さ）を測定した。温室内部及び、屋外（挿し床）では、地上1.2mの高さに、当該測定機器を、別途、底部を加工したペットボトル（500ml入り）の中に挿し入れ、これを支柱にくくり付け、吊り下げたのに対し、トンネルマルチ内では、地際から20cmの高さに、トンネルマルチの骨組み部分から吊り下げた。

## III 結果及び考察

### (1) 2018年コンテナ苗

少花粉スギ及び少花粉ヒノキのコンテナ苗（直接播種）の時期別発生状況をみると、両樹種ともに、施肥形態にかかわらず、5月8日～14日まで、ほぼ1週間に発生ピークが確認され、その後、徐々に発生頻度は低下し、5月末までに100%近くに達することが判明した（図-9、-10）。このことについては、4月上旬に

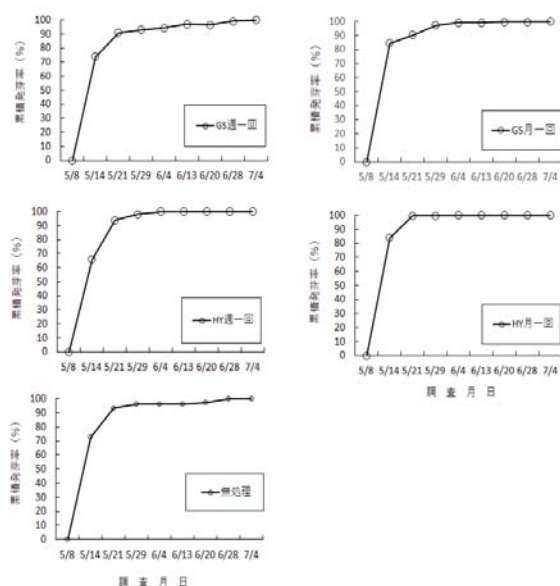


図-9 少花粉スギコンテナ苗（直接播種）の時期別累積発芽率  
注:GS:グルタチオン HY:ハイポネックス

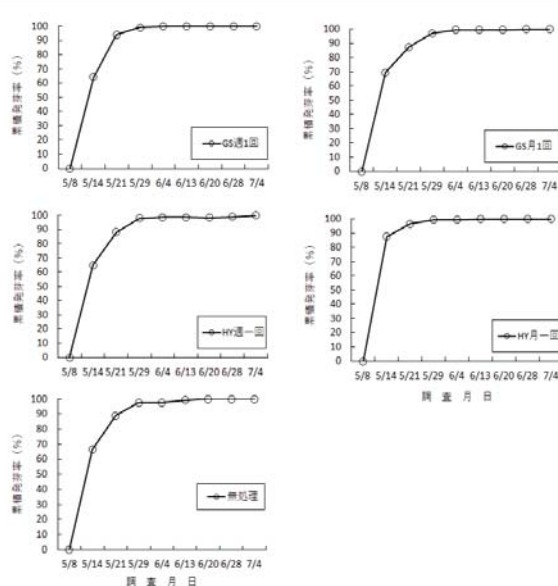


図-10 少花粉ヒノキコンテナ苗（直接播種）の時期別累積発芽率  
注:GS:グルタチオン HY:ハイポネックス

直接、専用トレイに播種すると同時に屋外へ設置していたことを踏まえれば、約1カ月以上、両樹種ともに発芽していない時期があることを示すものである。

次に11月時点において、最終的な発芽状況を調査した結果、2017年度秋以降に採取した少花粉スギ種子の平均発芽率は、施肥形態別で、12.9~14.9%であったのに対し、同ヒノキ種子では22.4~28.0%であり、少花粉ヒノキの方がほぼ倍程度、発芽率が高かった(表-1, -2)。

最終的な生存率は、少花粉スギで87.8~95.0%、少花粉ヒノキで92.9~99.4%と、共に高い値で推移していることが明らかになった。

両樹種ともに、1キャビティ当たり播種数は10粒であったが、最終的に、発芽キャビティ率は、少花粉スギで70.0~77.0%、少花粉ヒノキで92.5~94.4%であった。このことについて、発芽率別の必要播種数(量)の目安が報告されているが(島根県中山間地域研究セ

ンター 2015)、今回の結果は、ほぼこれを裏付けるものであった。

屋外に設置したコンテナ苗について、成長休止期に当たる同年12月6日時点で、少花粉スギ及び少花粉ヒノキともに、HY使用でかつ、9月以降、緩効性肥料を使用した場合、最も苗長が大きかった(表-3, -4)。

一方、地際直径の場合は、GS使用で、かつ、9月以降は緩効性肥料を使用した場合、両樹種ともに、HY以上の数値を記録した。ただし、岡山県におけるコンテナ苗の山行苗規格については、少花粉スギの場合、苗長35cm、地際直径4.0mm、少花粉ヒノキの場合、それぞれ30cm、3.5mmとなっており(岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合 2020)、両樹種ともに、これらの数値には遠く及ばず(図-11, -12, -13)、2018年度は育苗方法の改善が示唆された。

(2) 2019年コンテナ苗

表-1 少花粉スギ(直接播種)における発芽・生存状況

肥料形態	散布回数 (回)	平均発芽率 (%)	平均生存率 (%)	発芽キャビティ率 (%)
GS	週一回	14.5	89.7	77.0
GS	月一回	13.8	95.0	70.6
HY	週一回	12.9	91.3	70.0
HY	月一回	14.0	91.1	73.8
無	-	14.9	87.8	70.6

注1. 施肥処理別に各4トレイについて調査

2. 11月時点での数値

3. GS:グルタチオン HY:ハイポネックス

4. 発芽キャビティ率: (1本以上発芽したキャビティ数/40キャビティ) × 100

表-2 少花粉ヒノキ(直接播種)における発芽・生存状況

肥料形態	散布回数 (回)	平均発芽率 (%)	平均生存率 (%)	発芽キャビティ率 (%)
GS	週一回	28.0	92.9	93.8
GS	月一回	22.4	99.4	93.8
HY	週一回	25.6	96.6	92.5
HY	月一回	23.5	95.7	94.4
無	-	24.5	99.0	94.4

注1. 施肥処理別に各4トレイについて調査

2. 11月時点での数値

3. GS:グルタチオン HY:ハイポネックス

4. 発芽キャビティ率: (1本以上発芽したキャビティ数/40キャビティ) × 100



図-11 設置当年の生育状況  
注. 11月末の挿し床 (屋外)

表-3 少花粉スギ (直接播種) におけるコンテナ苗の生育状況

項目	肥料散布	緩効性肥料	平均苗長 (cm)	平均地際直径 (mm)	形状比 (H/D)	n
コンテナ 実生 GS	週一回	9月以降有	11.8	2.8	59.9	55
	-	無	8.0	1.5	54.0	62
	月一回	9月以降有	11.5	2.2	54.0	44
コンテナ 実生 HY	週一回	9月以降有	16.8	2.5	68.0	54
	-	無	12.4	2.0	61.7	50
	月一回	9月以降有	11.8	2.0	61.2	49
コンテナ 実生 無	-	無	9.2	1.4	64.4	58
	-	9月以降有	9.9	1.6	64.4	45
	-	無	7.0	1.2	61.4	58

注1. 2018年12月6日時点の数値をそれぞれ示す  
2. GS: グルタチオン HY: ハイガネックス

表-4 少花粉ヒノキ (直接播種) におけるコンテナ苗の生育状況

項目	肥料散布	緩効性肥料	平均苗長 (cm)	平均地際直径 (mm)	形状比 (H/D)	n
コンテナ 実生 GS	週一回	9月以降有	10.8	1.4	77.9	73
	-	無	9	0.9	98.4	76
	月一回	9月以降有	10.9	1.3	92.6	75
コンテナ 実生 HY	週一回	9月以降有	12.7	1.4	91.3	76
	-	無	11.8	1.2	99.9	72
	月一回	9月以降有	10.6	1.1	98.8	77
コンテナ 実生 無	-	無	8.6	0.8	112.2	75
	-	9月以降有	9.6	1.1	103.7	75
	-	無	7.9	0.7	132	73

注1. 2018年12月6日時点の数値をそれぞれ示す  
2. GS: グルタチオン HY: ハイガネックス

時期別発芽状況を見ると、少花粉スギ、少花粉ヒノキともに、5月31日時点でほぼ7~9割が発芽し、以後、7月26日には、ほぼ出揃っていた。その時点で、少花粉スギの発芽率は、8.9~13.8% (表-5, -6, -7) であったのに対し、少花粉ヒノキは、12.1~21.2%となっていた (表-8, -9, -10)。使用した種子は、2018年秋以降に採取したものであるが、前年と比較すると、少花粉スギは同程度であったが、少花粉ヒノキでは、明らかに発芽率は半減していた。この結果からも、コンテナ用としてキャビティへ直接播種する種子の発芽率は、発芽キャビティ率、いわゆるコ

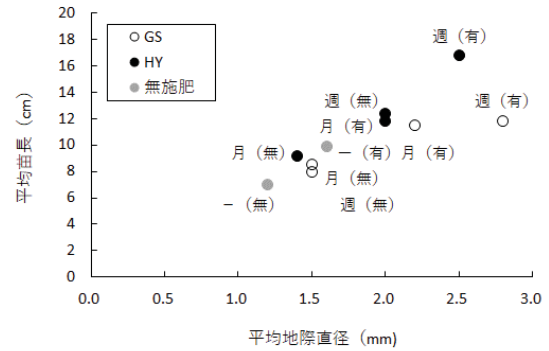


図-12 播種当年における施肥管理方法別少花粉スギの平均地際直径と平均苗長の関係

注1. 週: 週一回施肥 月: 月一回施肥  
2. (有): 9月以降、施肥 (無): 9月以降、無施肥

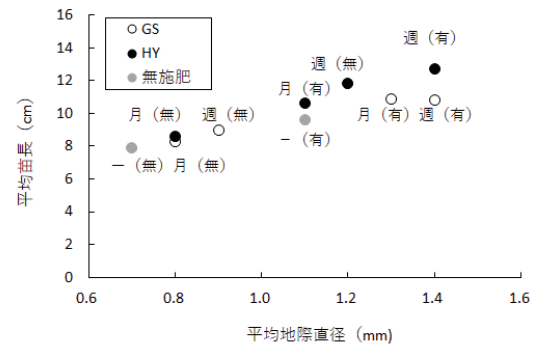


図-13 播種当年における施肥管理方法別少花粉ヒノキの平均地際直径と平均苗長の関係

注1. 週: 週一回施肥 月: 月一回施肥  
2. (有): 9月以降、施肥 (無): 9月以降、無施肥

ンテナ苗生産の成否を大きく左右することからも、極めて重要なポイントとなると考えられる。

設置場所が異なる3箇所の同コンテナ苗における最終的な生育結果 (表-11) より、肥料3種類の有無に関わらず、いずれの場合も、平均苗長、平均地際直径ともに、岡山県におけるコンテナ苗の山行苗規格 (岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合 2020) には遠く及ばず (図-14, -15, -16, -17)、今後、育苗方法の改良が示唆された。

温室内 (温室①) と温室外 (挿し床) を比べても、月平均気温は、5月でも最大で約2℃程度しか認められず、以後、両者の温度差は縮小し、8月の段階ではほとんど差がなく (図-18)、両箇所の平均苗長、平均地際直径ともに、最終的に顕著な差は認められなかった。このことから、4月初旬段階での播種の場合、より加温等ができるような温室内の改良、または温室内でのトンネルの設置等が必要であると考えられる。

表-5 温室①における少花粉スギ直接播種の時期別積算発芽本数と発芽率の推移 (2019)

施肥の種類	積算発芽本数 (同発芽率)				発芽率 (%)
	4月26日	5月31日	6月24日	7月26日	
GS	75 (49.0)	113 (73.9)	145 (94.8)	153 (100)	12.8
HY	55 (51.4)	95 (88.8)	107 (100)	107 (100)	8.9
無処理	51 (30.9)	145 (87.9)	165 (100)	165 (100)	13.8

注1. 3トレイについてそれぞれ調査  
 2. GS: グルタチオン HY: ハイポネックス  
 3. 表中の ( ) 内数値は7月26日時点発芽本数に対する各測定時の発芽本数割合を%で示す

表-6 温室②における少花粉スギ直接播種の時期別積算発芽本数と発芽率の推移 (2019)

施肥の種類	積算発芽本数 (同発芽率)				発芽率 (%)
	4月26日	5月31日	6月24日	7月26日	
GS	73 (44.0)	152 (91.6)	166 (100)	166 (100)	13.8
HY	50 (33.1)	131 (86.8)	138 (91.4)	151 (100)	12.6
無処理	52 (31.5)	134 (81.2)	146 (88.5)	165 (100)	13.8

注1. 3トレイについてそれぞれ調査  
 2. GS: グルタチオン HI: ハイポネックス  
 3. 表中の ( ) 内数値の単位は%を示す

表-7 屋外挿し床における少花粉スギ直接播種の時期別積算発芽本数と発芽率の推移 (2019)

施肥の種類	積算発芽本数 (同発芽率)				発芽率 (%)
	4月26日	5月31日	6月24日	7月26日	
GS	51 (38.9)	104 (79.4)	129 (98.5)	131 (100)	10.9
HY	47 (37.6)	113 (90.4)	125 (100)	125 (100)	10.4
無処理	58 (46.4)	117 (93.6)	122 (97.6)	125 (100)	10.4

注1. 3トレイについてそれぞれ調査  
 2. GS: グルタチオン HI: ハイポネックス  
 3. 表中の ( ) 内数値は7月26日時点発芽本数に対する各測定時の発芽本数割合を%で示す

表-8 温室①における少花粉ヒノキ直接播種の時期別積算発芽本数と発芽率の推移 (2019)

施肥の種類	積算発芽本数 (同発芽率)				発芽率 (%)
	4月26日	5月31日	6月24日	7月26日	
GS	78 (45.3)	172 (100)	172 (100)	172 (100)	14.3
HY	128 (50.4)	240 (94.5)	254 (100)	254 (100)	21.2
無処理	121 (49.8)	226 (93.0)	233 (95.9)	243 (100)	20.3

注1. 3トレイについてそれぞれ調査  
 2. GS: グルタチオン HY: ハイポネックス  
 3. 表中の ( ) 内数値は7月26日時点発芽本数に対する各測定時の発芽本数割合を%で示す

表-9 温室②における少花粉ヒノキ直接播種の時期別積算発芽本数と発芽率の推移 (2019)

施肥の種類	積算発芽本数 (同発芽率)				発芽率 (%)
	5月31日	5月31日	6月24日	7月26日	
GS	124 (60.5)	162 (79.0)	202 (98.5)	205 (100)	17.1
HY	132 (69.8)	152 (80.4)	189 (100)	189 (100)	15.8
無処理	130 (77.8)	158 (94.6)	166 (99.4)	167 (100)	13.9

注1. 3トレイについてそれぞれ調査  
 2. GS: グルタチオン HY: ハイポネックス  
 3. 表中の ( ) 内数値の単位は%を示す

表-10 屋外挿し床における少花粉ヒノキ直接播種の時期別積算発芽本数と発芽率推移 (2019)

施肥の種類	積算発芽本数 (同発芽率)				発芽率 (%)
	4月26日	5月31日	6月24日	7月26日	
GS	50 (24.9)	161 (80.1)	183 (91.0)	201 (100)	12.6
HY	53 (24.1)	166 (75.5)	209 (95.0)	220 (100)	13.8
無処理	24 (24.7)	83 (85.6)	91 (93.8)	97 (100)	12.1

注1. グルタチオン、ハイポネは4トレイ、無処理は2トレイについて調査  
 2. GS: グルタチオン HY: ハイポネックス  
 3. 表中の ( ) 内数値は7月26日時点発芽本数に対する各測定時の発芽本数割合を%で示す

表-11 挿種コンテナにおける肥料別の生育結果

樹種	設置場所	肥料の種類	肥料散布回数	調査個体数	平均苗長 (cm)	平均地際直径 (mm)	平均形状比 (H/D*100)	備考 (補助性肥料)
スギ	温室①	GS	週一回	93	13.7	1.8	76.1	4月以降
		HY	週一回	105	16.0	1.9	84.2	いずれも有
		無	-	88	17.9	2.2	81.4	
	温室②	GS	週一回	89	23.0	2.4	95.8	4月以降
		HY	週一回	60	27.9	3.1	90.0	いずれも有
		無	-	74	25.3	2.7	93.7	
屋外	GS	週一回	55	22.3	3.9	57.2	4月以降	
	HY	週一回	62	26.3	4.1	64.1	いずれも有	
	無	-	44	24.1	3.9	61.8		
ヒノキ	温室①	GS	週一回	105	16.8	1.8	93.3	4月以降
		HY	週一回	103	16.6	1.9	87.4	いずれも有
		無	-	118	19.7	2.2	89.5	
	温室②	GS	週一回	61	16.0	1.5	106.7	4月以降
		HY	週一回	95	18.0	1.8	100.0	いずれも有
		無	-	96	19.1	1.8	106.1	
屋外	GS	週一回	124	19.4	2.5	77.6	4月以降	
	HY	週一回	113	20.5	2.7	75.9	いずれも有	
	無	-	52	19.1	2.7	70.7		

注1. 2019年12月20日時点のデータをそれぞれ示す  
 2. GS: グルタチオン HY: ハイポネックス

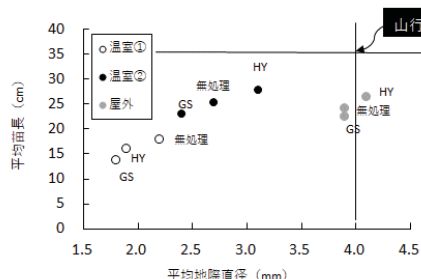


図-14 少花粉スギ直接播種によるコンテナ苗の当年生育状況

注1. 2019年12月末時点  
 2. GS: グルタチオン HY: ハイポネックス



図-15 設置当年の少花粉スギの生育状況

注. 上側: 温室① 中間: 温室②  
 下側: 挿し床 (屋外)

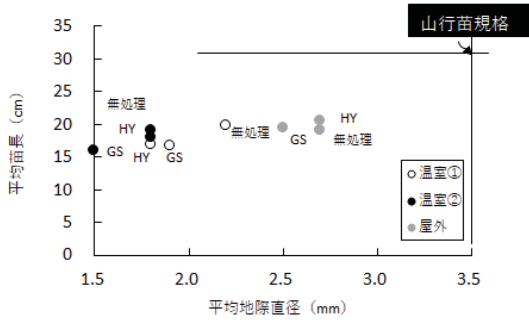


図-16 少花粉ヒノキ直接播種によるコンテナ苗の当年生育状況

注1. 2019年12月末時点  
2. GS: グルタチオン HY: ハイボネックス



図-17 設置当年の少花粉ヒノキの生育状況

注. 上側: 温室① 中間: 温室②  
下側: 挿し床 (屋外)

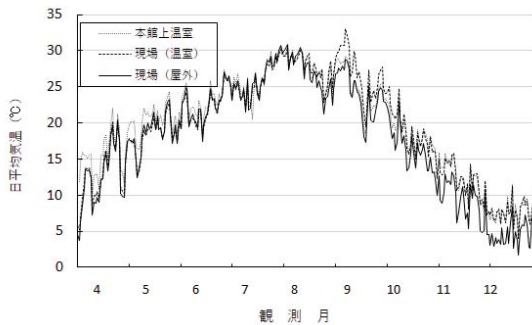


図-18 3地点の日平均気温の推移

(3) 2020年コンテナ苗

1) 直接播種

少花粉スギ, 少花粉ヒノキともに, 専用トレイに1月末, 直接播種した場合, 月別生育パターンについてみると, 苗長は, 5月からゆっくと, 成長速度が大きくなり, 特に7, 8月では最大であった(図-19, -20)。一方, その後は, 徐々に成長速度は低下し, ほぼ11月末には成長が停止することが明らかになった。逆に, 4月上旬に播種し, そのまま屋外に設置した場合, たとえ培地にハイコントロール270を混ぜても, 1月末直接播種の場合に比べ, 苗長は, その後, 徐々に開く傾向にあり, 当年11月, 少花粉スギで平均25cm台, 少花粉ヒノキで平均18cm台と, ともに平均値で20cm近い差となっていた。また, 4月上旬播種でも, 全く培地に肥効調整型肥料を混合せず, かつその後も, 一切同肥料を使用しない場合, 両樹種とも, 成長休止期の11月で10cmにも達せず, 8月以降はともにほとんど生育が期待できないことも明らかになった。以上の点より, 播種後, いかに早く発芽させ, かつ初期成長を促すことができるかがコンテナ育苗のキーポイントであるといえる。

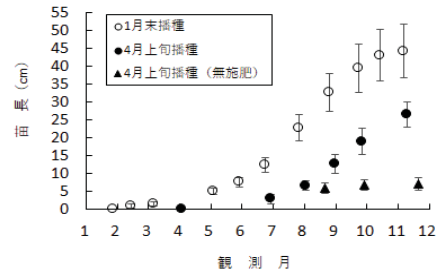


図-19 少花粉スギ1年生コンテナ苗 (直接播種)の季節別苗長推移

注1. 1月末播種: 温室内 (~5/20) 屋外 (5/21~)  
2. 4月上旬播種: 屋外 (4/3~)

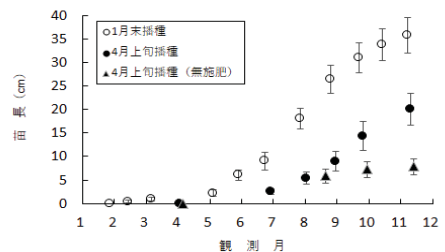


図-20 少花粉ヒノキ1年生コンテナ苗 (直接播種)の季節別苗長推移

注1. 1月末播種: 温室 (~5/20) 屋外 (5/21~)  
2. 4月上旬播種: 屋外 (4/3~)



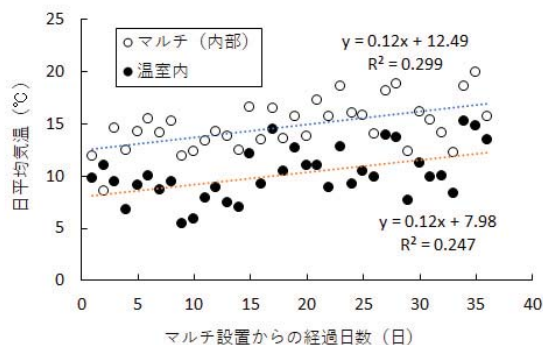


図-21 マルチ設置後における同内部温度の推移

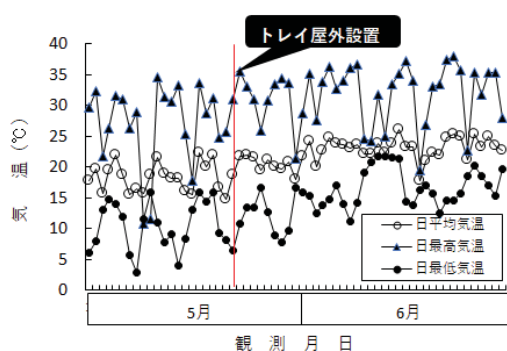


図-22 屋外における気温の推移(5~6月)



図-23 設置当年の少花粉コンテナ苗木の生育状況

注. 上側：少花粉スギ  
下側：少花粉ヒノキ

さて、その間の気温の推移をみると、直接播種後、温室内でマルチをすれば、1カ月以内に両樹種ともに、各トレイのキャビティ内から複数の発芽個体がほぼ出揃い、日平均気温は3月上旬にかけて15~20℃程度にまで上昇しているが(図-21, -22)、3月上旬の時点で、稚苗の平均苗長は、少花粉スギで1.4±0.5cm程度、少花粉ヒノキで1.1±0.2cm程度に止まっていた。一方、マルチ撤去後、5月20日の時点でも、平均気温は15~20℃と2月~3月時とほぼ同程度の気温で推移してい

たが、少花粉スギの苗長は、平均7.6±1.3cm程度、少花粉ヒノキでは、平均6.0±1.0cmまで生育していた。

2020年11月18日時点における少花粉スギ、及び少花粉ヒノキのコンテナ1年生苗の生育結果について、表-12、図-23に示す。

肥料種類別でも、特にGSを使用した場合、苗長、地際直径、形状比について、HYまたは無処理と比較して顕著な差は認められなかった(図-24, -25)。これまで、GSを使用することにより、コンテナ苗の生育を促進させる効果を示す報告がなされているが(小川2019)、今回の結果ではこれと全く異なる結果となった。

一方で、無処理の方が平均苗長で、GSやHYに比べ、1または5%水準で有意であることが少花粉スギの移植や、少花粉ヒノキの移植の場合でそれぞれ認められた。

さて、岡山県における少花粉スギのコンテナ苗山行苗規格は、現在、苗長35cm以上、地際直径4mm以上であるのに対し、少花粉ヒノキでは苗長30cm、地際直径3.5mmとなつて

表-12 コンテナ1年生苗木(直接播種)における肥料別生育結果

樹種 (苗の種類)	設置 場所	肥料 種類	肥料散布 回数	調査 個体数	平均苗長 (cm)	平均地際直径 (mm)	平均形状比 (H/D*100)	備考 (緩効性肥料)
スギ (直接播種)	現場	GS	1回/2週	80	41.0±8.7	5.2±1.0	78.3	2月~
	挿し床 (屋外)	HY	1回/2週	78	41.2±9.4	5.2±1.0	79.1	2月~
		無	-	78	41.6±7.5	5.2±1.0	79.8	2月~
ヒノキ (直接播種)	現場	GS	1回/2週	76	34.4±5.0b	4.0±0.6b	86.0a	2月~
	挿し床 (屋外)	HY	1回/2週	74	35.5±4.9a	4.3±0.6a	83.0b	2月~
		無	-	76	34.7±5.0b	4.2±0.5a	81.9b	2月~

注1.2020年11月18日時点の数値をそれぞれ示す

2.GS: グルタチオン HY: ハイポネックス

3.肥料の散布期間: GS、HYともに、6~8月の間、2週間に一度散布

4.散布量: GS (10g/10l・4キャビティ) HY (10cc/10l・4キャビティ)

5.表中の異なる英文字間には有意差があることを示す (Tukey-Kramer法: p<0.05)

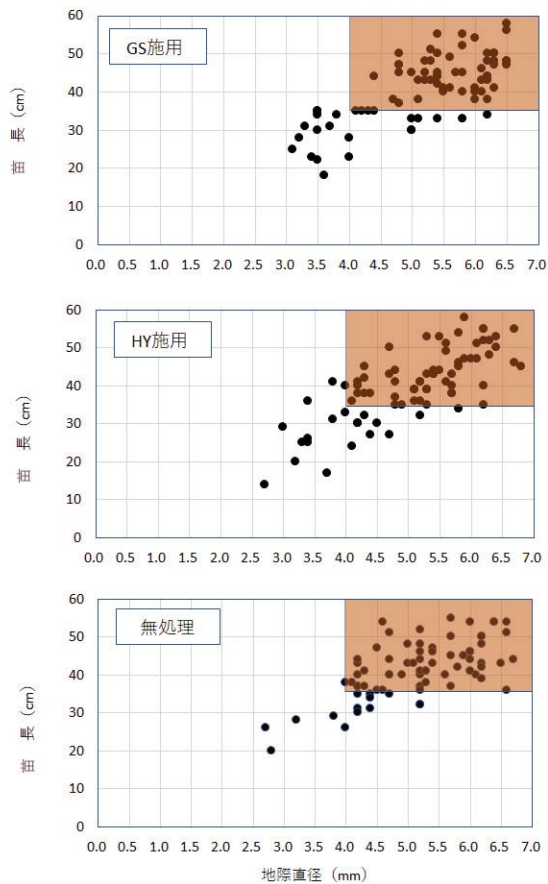


図-24 少花粉スギ1年生苗（直接播種）の肥料形態別地際直径と苗長の関係

注1. GS：グルタチオン HY：ハイポネックス  
2. 図中の枠内（灰色部分）は山行苗規格を示す

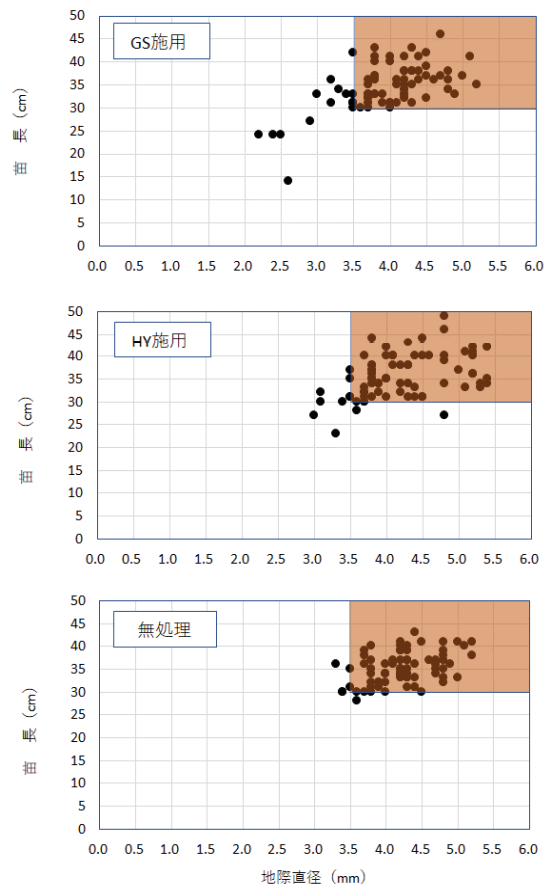


図-25 少花粉ヒノキ1年生苗（直接播種）の肥料形態別地際直径と苗長の関係

注1. GS：グルタチオン HY：ハイポネックス  
2. 図中の枠内（灰色部分）は山行苗規格を示す

いる（岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合 2020）。前述のケースをこれに当てはめてみると、成長休止期の12月段階において、山行苗規格に到達した個体の割合は、地際直径と苗長の関係から、前掲図-24、-25に示す枠内（灰色部分）の個体がこれに該当するが、この結果をまとめると、表-13のとおりとなった。外見上（地上部のみ）で判断した場合、山行苗の割合は、少花粉スギ、少花粉ヒノキとともに、1トレイ当たり、それぞれ75.0～83.8%、83.8～90.0%であった（表-13、-14）。この結果からすれば、少花粉スギに比べ、少花粉ヒノキの方が山行苗規格の割合が高い傾向となっていた。

以上の結果から、播種時期を従来の4月より、さらに1月末まで早めるとともに、播種時にキャビティ内の培地にハイコントロール270をあらかじめ混ぜ込むことにより、その後の追肥等、あえてGS、またはHYを使用しなくとも、両樹種ともに、十分に山行規格苗が一定割合、確保できることが証明された。このことから、当該施肥方法がコンテナ育苗方法として、今後、主流

表-13 少花粉スギ1年生コンテナ苗（直接播種）における山行苗規格の割合

樹種	設置場所	肥料種類	肥料散布回数	山行苗規格の割合 (%)
スギ	現場 挿し床 (屋外)	GS	1回/2週	77.5
		HY	1回/2週	75.0
		無	-	83.8

注1. 山行苗規格：スギ 苗高35cm 地際直径4.0mm以上  
2. 山行苗規格の割合：山行苗規格の苗木本数/キャビティ数\*100  
3. キャビティ数：各80個

表-14 少花粉ヒノキ1年生コンテナ苗（直接播種）における山行苗規格の割合

樹種	設置場所	肥料種類	肥料散布回数	山行苗規格の割合 (%)
ヒノキ	現場 挿し床 (屋外)	GS	1回/2週	83.8
		HY	1回/2週	83.8
		無	-	90.0

注1. 山行苗規格：ヒノキ 苗高30cm 地際直径3.5mm以上  
2. 山行苗規格の割合：山行苗規格の苗木本数/キャビティ数\*100  
3. キャビティ数：各80個



図-26 少花粉スギコンテナ苗の根の形状良否  
注. 左側：根の形状が良好  
右側：根の形状が不良



図-27 少花粉ヒノキコンテナ苗の根の形状良否  
注. 左側：根の形状が良好  
右側：根の形状が不良

表-15 直接播種によるスギコンテナ苗の単相関 (根 良好)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.44	0.58	0.54	0.73
地際直径			0.52	0.77	0.86
地下部重				0.78	0.92
地上部重		**	**		0.96
全重量	**	**	**	**	

注1. 表中の \*\*は1%水準で有意であることを示す  
2. 根の形状が良好なコンテナ苗について調査

表-16 直接播種によるスギコンテナ苗の単相関 (根 不良)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.48	0.31	0.65	0.57
地際直径			0.65	0.75	0.75
地下部重				0.73	0.87
地上部重	*	**	**		0.97
全重量		**	**	**	

注1. 表中の \*\*, \*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が不良なコンテナ苗について調査

表-17 直接播種によるスギコンテナ苗の単相関 (すべて)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.69	0.57	0.84	0.70
地際直径	*		0.75	0.88	0.86
地下部重		**		0.86	0.94
地上部重	**	**	**		0.98
全重量	*	**	**	**	

注1. 表中の \*\*, \*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が良好・不良なコンテナ苗すべてについて調査

表-18 直接播種によるヒノキコンテナ苗の単相関 (根 良好)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.34	0.21	0.31	0.27
地際直径			0.57	0.77	0.70
地下部重				0.70	0.95
地上部重		**	**		0.88
全重量	**	**	**	**	

注1. 表中の \*\*は1%水準で有意であることを示す  
2. 根の形状が良好なコンテナ苗について調査

表-19 直接播種によるヒノキコンテナ苗の単相関 (根 不良)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.62	0.64	0.73	0.71
地際直径	*		0.69	0.79	0.76
地下部重	*	**		0.87	0.97
地上部重	**	**	**		0.97
全重量	**	**	**	**	

注1. 表中の \*\*, \*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が不良なコンテナ苗について調査

表-20 直接播種によるヒノキコンテナ苗の単相関 (すべて)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.58	0.52	0.64	0.60
地際直径			0.70	0.84	0.79
地下部重		**		0.82	0.97
地上部重	*	**	**		0.94
全重量	*	**	**	**	

注1. 表中の \*\*, \*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が良好・不良なコンテナ苗すべてについて調査

になると推察される。

少花粉スギ及び少花粉ヒノキ1年生コンテナ苗(ともに直接播種)の中で、根の形状が良好な苗と不良な苗(図-26, -27)について、苗木サイズや各器官の

重量等、各因子間の単相関を調べた結果、苗長と地際直径との相関は認められなかったのに対し、苗長を除く4要因間においては、各器官の重量は共通して1%水準で有意であった(t検定、表-15, -16, -17,

表-21 少花粉スギコンテナ苗における根の形状とその良否比較

苗の種類	根の良否	個体数 (n)	苗長 (cm)	地際直径 (mm)	形状比	地上部重 (g)	地下部重 (g)	全重量 (g)
直接播種	良好	83	47.4±6.5	5.3±0.7	89.8±13.7	32.3±9.5	14.4±6.3	46.7±15.0
	不良	34	34.4±9.3	3.6±0.8	98.4±25.2	12.6±5.8	5.2±2.9	17.8±8.2

注. 表中の\*\*, \*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す

表-22 少花粉ヒノキコンテナ苗における根の形状とその良否比較

苗の種類	根の良否	個体数 (n)	苗長 (cm)	地際直径 (mm)	形状比	地上部重 (g)	地下部重 (g)	全重量 (g)
直接播種	良好	84	40.6±4.4	3.9±0.4	106.5±16.1	15.8±3.5	16.0±5.6	31.8±8.4
	不良	32	33.2±7.6	2.9±0.9	120.1±32.7	9.1±3.8	7.8±3.7	16.9±7.2

注. \*\*, \*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す

-18, -19, -20)。この中で、特に地際直径は、各器官重量（地下部重、地上部重、全重量）を反映していることを証左している点で特筆すべきと考えられる。

少花粉スギ、及び少花粉ヒノキ1年生コンテナ苗（ともに直接播種）の中で、根の形状が良好な苗と不良な苗との間において、苗長、地際直径、形状比、及び各器官重（地下部重、地上部重、全重量）について比較すると、少花粉スギでは、形状比を除き、1%水準で有意であったのに対し（t検定、表-21）、少花粉ヒノキでは、いずれの要因とも、1%または5%水準で有意であった（t検定、表-22）。このように、根の形状が良好な苗と不良苗は、地上部の外見上のサイズ、かつ各器官重でも異なっていることを示している。

少花粉スギの直接播種で、根の形状良否別の地際直径と苗長の関係を見ると、地際直径が4mm以上、苗長が35cm以上の99個体のうち、根の形状が不良なものは

9個体（9.9%）に止まっていた（図-28）。このことは、地際直径が4mm以上、苗長が35cm以上（岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合 2020）であれば、地下部の根の形状を測定しなくとも、9割程度、根の健全な個体を得ることができると推察される。

次に地際直径と地下部重の関係をみると、地際直径が4mmを境に、根の形状が良好な個体が分布し、いずれも地下部重が5g以上となっていた（図-29）。

同苗について、地際直径と地上部重の関係をみると、

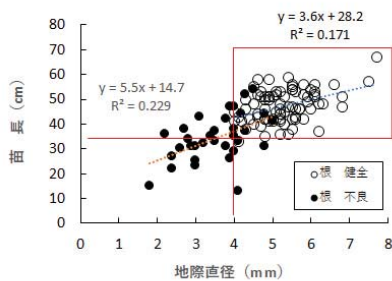


図-28 少花粉スギコンテナ苗（直接播種）の地際直径と苗長の関係  
注. 山行苗規格：苗長35cm以上 地際直径4mm以上

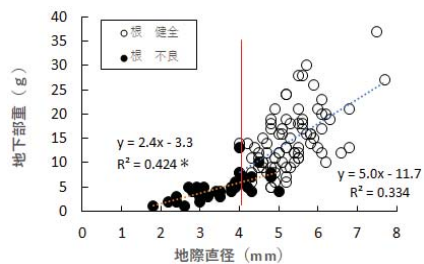


図-29 少花粉スギコンテナ苗（直接播種）の地際直径と地下部重の関係

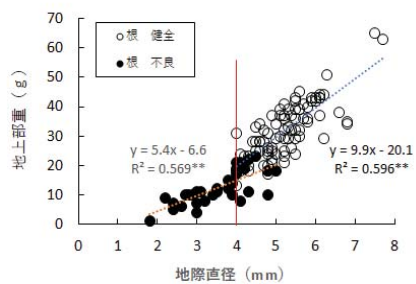


図-30 少花粉スギコンテナ苗（直接播種）の地際直径と地上部重の関係

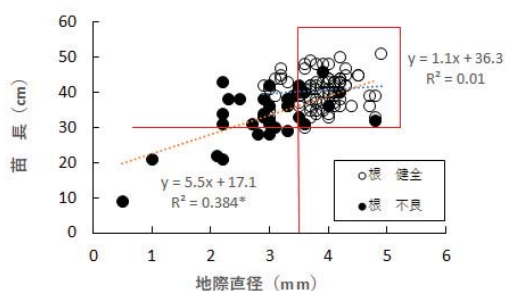


図-31 少花粉ヒノキコンテナ苗（直接播種）の地際直径と苗長の関係

注. 山行苗規格：苗長：30cm以上 地際直径：3.5mm以上

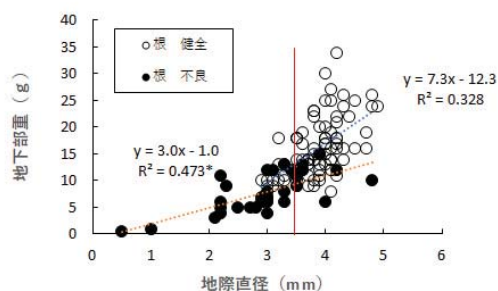


図-32 少花粉ヒノキコンテナ苗（直接播種）の地際直径と地下部重の関係

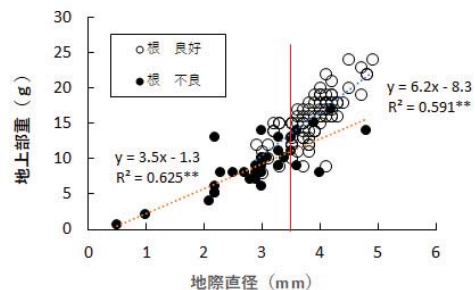


図-33 少花粉ヒノキコンテナ苗（直接播種）の地際直径と地上部重の関係

根の健全な個体は、いずれも地際直径が4 mm以上かつ地上部重が10 g以上であった（図-30）。さらに、地上部重が20g以上に限定すれば、根が不良の個体の存在はわずか5個体（6.0%）に止まっていた。

少花粉ヒノキの直接播種で、根の形状良否別の地際直径と苗長の関係を見ると、地際直径が3.5mm以上、苗長が30cm以上の81個体のうち、根の形状が不良なのは8個体（9.9%）に止まっていた（図-31）。このことは、地際直径が3.5mm以上、苗長が30cm以上（岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合 2020）で

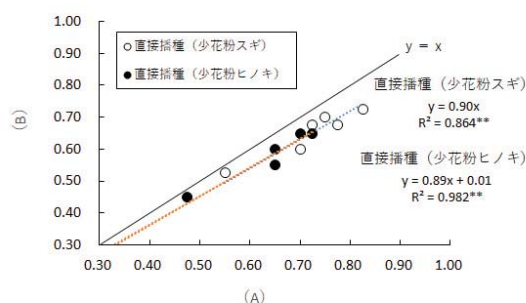


図-34 直接播種における山行苗規格の検討

注. A：40キャビティのうち、苗長35cm以上で、かつ地際直径4mm以上のキャビティ数の割合  
B：40キャビティのうち、Aの条件に加え、根の形状が良好なキャビティ数の割合

あれば、地下部の根の形状を測定しなくとも、9割程度、根の健全な個体を得ることができると推察される。

次に地際直径と地下部重の関係をみると、地際直径が3.0mmを境に、根の良好な個体が分布し、いずれも地下部重が10 g以上となっていた（図-32）。同苗について、地際直径と地上部重の関係をみると、根の健全な個体は、いずれも地際直径が3.0mm以上、かつ地上部重が8 g以上であった（図-33）。さらに、地際直径3.5mm以上、地上部重が10g以上に限定すれば、根が不良の個体の存在はわずか6個体（7.4%）に止まっていた。

さて、実際に地上部の地際直径及び苗長が山行苗規格に到達していた少花粉スギ、及び少花粉ヒノキの直接播種個体のうち、地下部の根の形状が良好な個体の割合をトレイ単位でみてみると、一回帰式の係数（a）の値より、両樹種ともに、ほぼ9割がこれに相当していることが判明した（図-34）。このことは、トレイ内の山行苗規格の成立密度の多寡と根の形状良否とは関係なく、山行苗規格のキャビティ数はほぼ一律であることと、前述のとおり、地上部が山行苗規格（苗長、地際直径）に達していれば、ほぼ根の形状が良好な苗であることを示すものである。

## 2) 移植苗

少花粉スギ、少花粉ヒノキでは、移植苗の場合についても、観測月別生育パターンについてみると、苗高は5月からゆっくと、成長速度が大きくなり、7月で最大となった（図-35、-36）。一方、その後は、徐々に成長速度は低下し、ほぼ10月末にはほぼ成長が停止することが明らかになった。

その間の気温の推移をみると、1カ月以内に両樹種ともに、各トレイのキャビティ内から複数の発芽個体がほぼ出揃っていた。

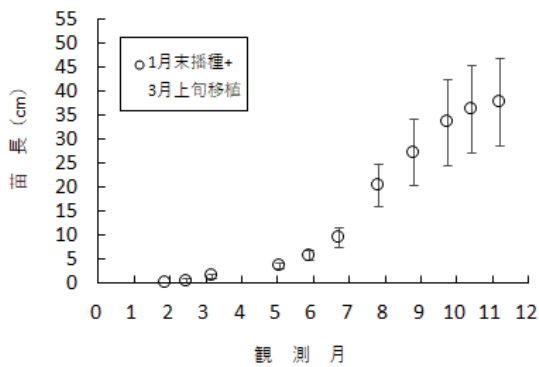


図-35 少花粉スギ1年生コンテナ苗（稚苗移植）の季節別苗長推移

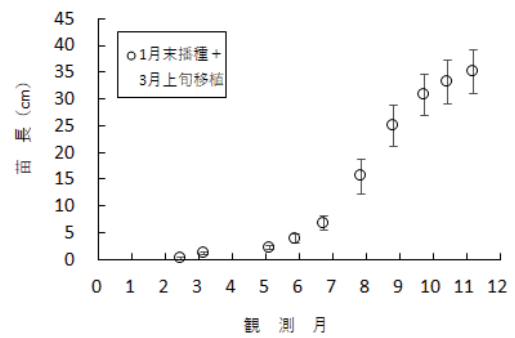


図-36 少花粉ヒノキ1年生コンテナ苗（稚苗移植）の季節別苗長推移

日平均気温は、3月上旬にかけて15～20℃程度にまで上昇していた（前掲 図-21）。3月上旬に稚苗をキャビティへ移植した時点において、少花粉スギ、少花粉ヒノキの平均苗長は、それぞれ1.3±0.5cm, 1.1±0.2cmであった。その後、5月中旬まで温室内で管理し、5月20日に屋外へ設置した時点でも、平均気温は15～20℃と2～3月時とほぼ同程度の気温で推移していたのに反し（前掲 図-22），少花粉スギの苗長は平均5.6±1.1cm程度、少花粉ヒノキの苗長は平均3.8±0.8cmまでそれぞれ生育していた。

2020年11月18日時点における少花粉スギ、少花粉ヒノキコンテナ1年生苗（移植苗）の生育結果について、表-23に示す。両樹種ともに、直接播種同様、肥料種類別でGSを使用しても、移植では、HYまたは無処理と比較し、苗長、地際直径、及び形状比について顕著な差は認められなかった（図-37）。一方で、HYや無処理の方が、GSに比べ、平均苗長、平均地際直径が大きく、1または5%水準で有意である事例も認められた。

さて、岡山県における少花粉スギのコンテナ苗山行苗規格は苗長35cm以上、地際直径4mm以上、少花粉ヒノキの同苗規格は苗長30cm以上、地際直径3.5mm以上と



図-37 少花粉コンテナ苗の地上部（形状）

- 注1. 上側：少花粉スギ 下側：少花粉ヒノキ  
2. 右側：GS 中央：HY 左側：無処理

表-23 コンテナ1年生苗木（移植）における肥料別生育結果

樹種 (苗の種類)	設置 場所	肥料 種類	肥料散布 回数	調査 個体数	平均苗長 (cm)	平均地際直径 (mm)	平均形状比 (H/D*100)	備考 (緩効性肥料)
スギ (移植)	現場 挿し床 (屋外)	GS	1回/2週	77	38.2±8.1ab	5.1±1.2b	74.1a	3月～
		HY	1回/2週	77	36.4±8.9b	5.1±1.2b	71.9b	3月～
		無	-	79	40.1±9.1a	5.3±1.1a	75.7a	3月～
ヒノキ (移植)	現場 挿し床 (屋外)	GS	1回/2週	75	29.5±5.0b	3.6±0.8b	81.4b	3月～
		HY	1回/2週	68	34.4±4.0a	4.0±0.6ab	86.6a	3月～
		無	-	56	34.0±5.1a	4.2±0.7a	80.3b	3月～

注1.2020年11月18日時点の数値をそれぞれ示す

2.GS：グルタチオン HY：ハイゴネックス

3.肥料の散布期間：GS、HYともに、6～8月の間、2週間に一度散布

4.散布量：GS (10g/10l・4キャビティ) HY (10cc/10l・4キャビティ)

5.表中の異なる英文字間には有意差があることを示す (Tukey-Kramer法：p<0.05)

それぞれ限定されているが（岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合 2020），成長休止期の12月段階における山行苗規格に到達した個体は、地際直径と苗長の関係（図-38、-39）から、同図枠内（灰色部分）の個体がこれに該当するが、この結果をまとめると、

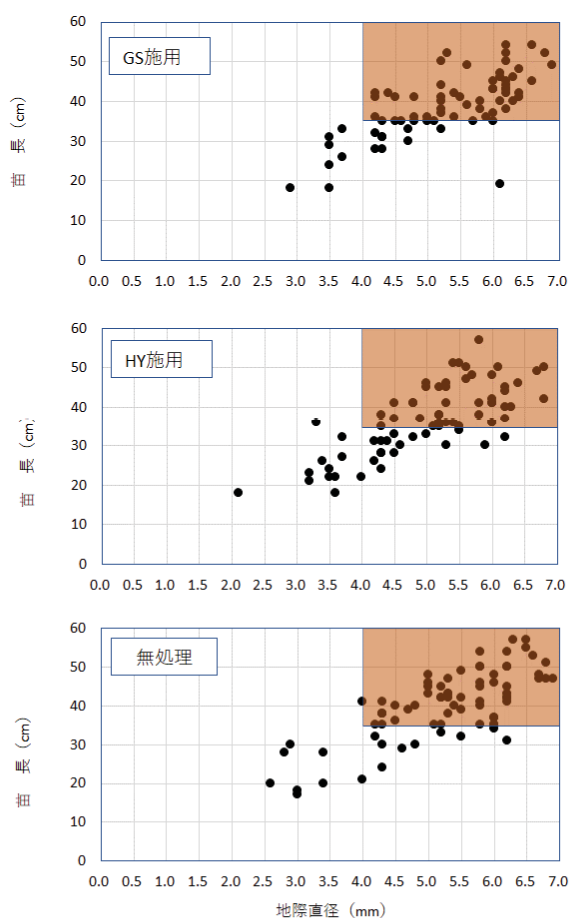


図-38 少花粉スギ1年生苗(稚苗移植)の肥料形態別地際直径と苗長の関係

注1. GS: グルタチオン HY: ハイゴネックス  
 2. 図中の枠内(灰色部分)は山行苗規格を示す

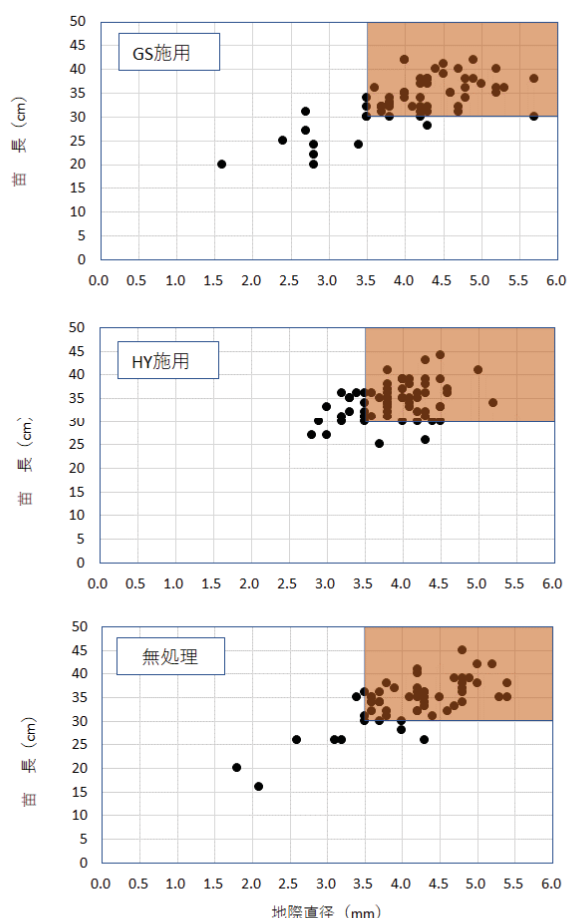


図-39 少花粉ヒノキ1年生苗(稚苗移植)の肥料形態別地際直径と苗長の関係

注1. GS: グルタチオン HY: ハイゴネックス  
 2. 図中の枠内(灰色部分)は山行苗規格を示す

外見上(地上部のみ)で判断した場合、山行苗規格の割合は、少花粉スギ、少花粉ヒノキともに、1トレイ当たり、それぞれ70.0~73.8%、61.3~71.3%であった(表-24、-25)。この結果からすれば、少花粉ヒノキに比べ、少花粉スギの方が山行苗規格の割合が高い傾向となっていた。

また、直接播種に比べ、稚苗移植の方が、山行苗規格の割合は、同一肥料形態で、少花粉スギ、少花粉ヒノキの場合、それぞれ2.5~13.8%、12.5~28.7%の低下傾向がみられ、特に少花粉ヒノキにおいて顕著であった。この点については、少花粉ヒノキの方が、少花粉スギに比べ、稚苗移植による根のダメージや活着までの成長低下等が大きく影響すると予想される。

以上の結果から、播種時期を従来の4月から1月末まで早めるとともに、3月上旬に稚苗段階でコンテナキャビティへ移植する際、同キャビティ内の培地にハイコントロール270をあらかじめ混ぜ込むことにより、その後の追肥等、あえてGS、またはHYを使用しなくとも、両樹種とも、一定割合の山行苗木を確保できるこ

とが証明された。

表-24 少花粉スギ1年生コンテナ苗(稚苗移植)における山行苗規格の割合

樹種	設置場所	肥料種類	肥料散布回数	山行苗規格の割合(%)
スギ (稚苗移植)	現場	GS	1回/2週	73.8
	挿し床	HI	1回/2週	72.5
	(屋外)	無	-	70.0

注1. 山行苗規格: スギ 苗高35cm 地際直径4.0mm以上  
 2. 山行苗規格の割合: 山行苗規格の苗木本数/キャビティ数\*100  
 3. キャビティ数: 各80個

表-25 少花粉ヒノキ1年生コンテナ苗(稚苗移植)における山行苗規格の割合

樹種	設置場所	肥料種類	肥料散布回数	山行苗規格の割合(%)
ヒノキ (稚苗移植)	現場	GS	1回/2週	71.3
	挿し床	HI	1回/2週	68.8
	(屋外)	無	-	61.3

注1. 山行苗規格: ヒノキ 苗高30cm 地際直径3.5mm以上  
 2. 山行苗規格の割合: 山行苗規格の苗木本数/キャビティ数\*100  
 3. キャビティ数: 各80個

表-26 稚苗移植によるスギコンテナ苗の単相関 (根 良好)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.39	0.18	0.64	0.48
地際直径			0.46	0.67	0.64
地下部重				0.66	0.87
地上部重	*	*			0.90
全重量	*	**	**	**	

注1. 表中の\*\*は1%水準で有意であることを示す  
2. 根の形状が良好なコンテナ苗について調査

表-27 稚苗移植によるスギコンテナ苗の単相関 (根 不良)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.63	0.55	0.71	0.70
地際直径	*		0.60	0.70	0.71
地下部重	**	**		0.75	0.89
地上部重	**	**	**		0.97
全重量	**	**	**	**	

注1. 表中の\*\*、\*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が不良なコンテナ苗について調査

表-28 稚苗移植によるスギコンテナ苗の単相関 (すべて)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.79	0.64	0.85	0.81
地際直径	**		0.75	0.88	0.87
地下部重	*	**		0.82	0.93
地上部重	**	**	**		0.97
全重量	**	**	**	**	

注1. 表中の\*\*、\*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が良好・不良なコンテナ苗すべてについて調査

表-29 稚苗移植によるヒノキコンテナ苗の単相関 (根 良好)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.38	0.35	0.56	0.48
地際直径			0.54	0.78	0.71
地下部重				0.68	0.94
地上部重	*	**	**		0.89
全重量		**	**	**	

注1. 表中の\*\*、\*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が良好なコンテナ苗について調査

表-30 稚苗移植によるヒノキコンテナ苗の単相関 (根 不良)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.68	0.63	0.74	0.70
地際直径	*		0.70	0.74	0.74
地下部重	*	**		0.87	0.97
地上部重	**	**	**		0.96
全重量	**	**	**	**	

注1. 表中の\*\*、\*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が不良なコンテナ苗について調査

表-31 稚苗移植によるヒノキコンテナ苗の単相関 (すべて)

	苗長	地際直径	地下部重	地上部重	全重量
苗長		0.72	0.64	0.76	0.73
地際直径	**		0.75	0.85	0.83
地下部重	*	**		0.84	0.96
地上部重	**	**	**		0.95
全重量	**	**	**	**	

注1. 表中の\*\*、\*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す  
2. 根の形状が良好・不良なコンテナ苗すべてについて調査

少花粉スギ及び少花粉ヒノキ1年生コンテナ苗(ともに直接播種)の中で、根の形状が良好な苗と不良な苗について、苗木サイズや各器官の重量等、各単相関をそれぞれ調べた結果、苗長と地際直径との相関は認められなかったのに対し、苗長を除く4要因間(各器官の重量)は共通して1%水準で有意であった(t検定、表-26、-27、-28、-29、-30、-31)。この中で、特に地際直径は、各器官重量(地下部重、地上部重、全重量)との相関が高く、これらの関係を反映している点で特筆すべき点と考えられる。少花粉スギ及び少花粉ヒノキの1年生コンテナ苗(ともに稚苗移植)の中で、根の形状が良好な苗と不良な苗との間において、苗長、地際直径、形状比、及び各器官重(地下部重、地上部重、全重量)について比較すると、両樹種ともに、形状比を除き(5%水準で有意)、1%水準で有意であった(t検定、表-32、-33)。このように、根の形状が良好な苗と不良な苗は、地上部(外見上)のサイズ、かつ各器官重でも異なっていることを示された。

ところで、少花粉スギの直接播種と稚苗移植について、それぞれ根の形態の良好な苗同士を比較すると、

地上部の形状(苗長、地際直径、形状比)では5%水準で有意な差は認められなかったが、器官重(地下部重、地上部重、全重量)では、稚苗移植の方が数値はいずれも大きく、t検定により5%水準で有意であった(表-34)。一方、根の形態が不良な苗の場合では、直接播種と稚苗移植で、いずれの要因でも有意な差は認められなかった。

少花粉ヒノキの場合では、地上部の形状(苗長、地際直径、形状比)では、一部、苗長において直接播種の方が稚苗移植に比べ、数値が大きく、t検定により5%水準で有意であったが、それ以外の要因では有意な差は認められなかった(表-35)。根の形態が不良な苗の場合では、直接播種と稚苗移植で、いずれの要因でも有意な差は認められなかった。

少花粉スギの稚苗移植で、根の形状良否別の地際直径と苗長の関係をみると、地際直径が4mm以上、苗長が35cm以上の69個体のうち、根の形状が不良なものは11個体(15.9%)に止まっていた(図-40)。このことは、地際直径が4mm以上、苗長が35cm以上(岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合 2020)であれば、地下部の根の形状を測定しなくとも、8割以上、



表-32 少花粉スギコンテナ苗（稚苗移植）における根の形状とその良否比較

苗の種類	根の良否	個体数 (n)	苗長 (cm)	地際直径 (mm)	形状比	地上部重 (g)	地下部重 (g)	全重量 (g)
稚苗移植	良好	60	47.6±7.0 **	5.3±0.7 **	89.4±13.3 *	35.5±8.4 **	17.1±7.6 **	52.7±14.1 **
	不良	57	32.6±7.4	3.5±0.8	96.7±20.9	12.5±5.7	5.6±3.0	18.1±8.2

注. \*\*, \*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す

表-33 少花粉ヒノキコンテナ苗（稚苗移植）における根の形状とその良否比較

苗の種類	根の良否	個体数 (n)	苗長 (cm)	地際直径 (mm)	形状比	地上部重 (g)	地下部重 (g)	全重量 (g)
稚苗移植	良好	58	38.9±4.9 **	3.9±0.6 **	102.4±16.2 *	15.3±5.1 **	15.4±6.6 **	30.6±10.7 **
	不良	59	30.1±7.2	2.8±0.7	110.3±22.6	8.2±4.5	7.6±5.0	15.9±9.2

注. \*\*, \*は1%、5%水準でそれぞれ有意であることを示す

表-34 少花粉スギコンテナ苗における直接播種及び稚苗移植間の根の形状比較

苗の種類	根の良否	個体数 (n)	苗長 (cm)	地際直径 (mm)	形状比	地上部重 (g)	地下部重 (g)	全重量 (g)
直接播種	良好	83	47.4±6.5	5.3±0.7	89.8±13.7	32.3±9.5 *	14.4±6.3 *	46.7±15.0 *
	不良	34	34.4±9.3	3.6±0.8	98.4±25.2	12.6±5.8	5.2±2.9	17.8±8.2
稚苗移植	良好	60	47.6±7.0	5.3±0.7	89.4±13.3	35.5±8.4	17.1±7.6	52.7±14.1
稚苗移植	不良	57	32.6±7.4	3.5±0.8	96.7±20.9	12.5±5.7	5.6±3.0	18.1±8.2

注. \*は5%水準で有意であることを示す

表-35 少花粉ヒノキコンテナ苗における直接播種及び稚苗移植間の根の形状比較

苗の種類	根の良否	個体数 (n)	苗長 (cm)	地際直径 (mm)	形状比	地上部重 (g)	地下部重 (g)	全重量 (g)
直接播種	良好	84	40.6±4.4 *	3.9±0.4	106.5±16.1	15.8±3.5	16.0±5.6	31.8±8.4
稚苗移植	良好	58	38.9±4.9	3.9±0.6	102.4±16.2	15.3±5.1	15.4±6.6	30.6±10.7
直接播種	不良	32	33.2±7.6	2.9±0.9	120.1±32.7	9.1±3.8	7.8±3.7	16.9±7.2
稚苗移植	不良	59	30.1±7.2	2.8±0.7	110.3±22.6	8.2±4.5	7.6±5.0	15.9±9.2

注. \*は5%水準で有意であることを示す

根の健全な個体を得ることができると推察される。

次に地際直径と地下部重の関係をみると、地際直径がほぼ4mmを境に、根の良好な個体が分布し、いずれも地下部重が5g以上となっていた（図-41）。

同様に、地際直径と地上部重の関係をみると、根の健全な個体は、いずれも、地際直径が4mm以上、かつ地上部重が10g以上であった（図-42）。さらに、地上部重が20g以上に限定すれば、根が不良の個体の存在はわずか5個体（6.0%）に止まっていた。

少花粉ヒノキの稚苗移植で、根の形状良否別の地際直径と苗長の関係をみると、地際直径が3.5mm以上、苗長が30cm以上の48個体のうち、根の形状が不良なのは6個体（12.5%）に止まっていた（図-43）。このことは、地際直径が3.5mm以上、苗長が30cm以上（岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合 2020）であれば、地下部の根の形状を測定しなくとも、9割弱、根の健全な個体を得ることができると推察される。次に地際直径と地下部重の関係をみると、地際直径がほ

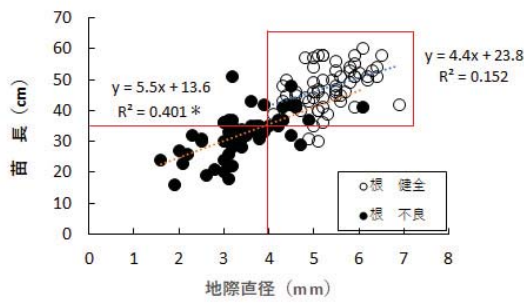


図-40 少花粉スギコンテナ苗 (稚苗移植) の地際直径と苗長の関係  
注.\*は5%水準で有意

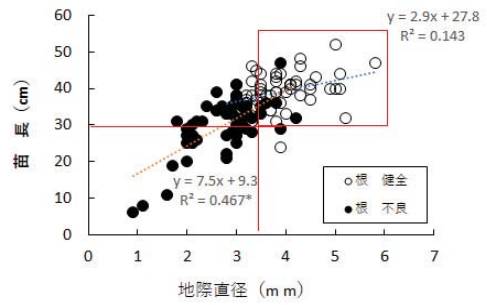


図-43 少花粉ヒノキコンテナ苗 (稚苗移植) の地際直径と苗長の関係  
注.\*は5%水準で有意

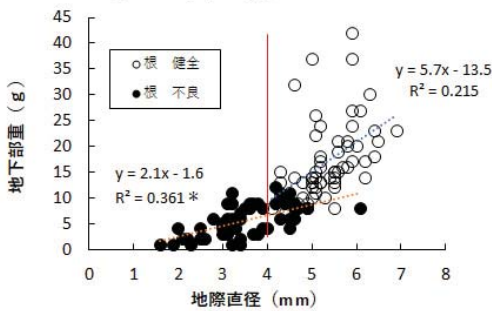


図-41 少花粉スギコンテナ苗 (稚苗移植) の地際直径と地下部重の関係  
注.\*は5%水準で有意

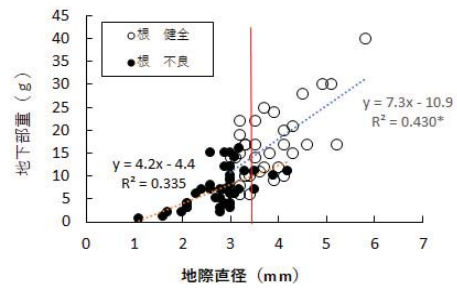


図-44 少花粉ヒノキコンテナ苗 (稚苗移植) の地際直径と地下部重の関係  
注.\*は5%水準で有意

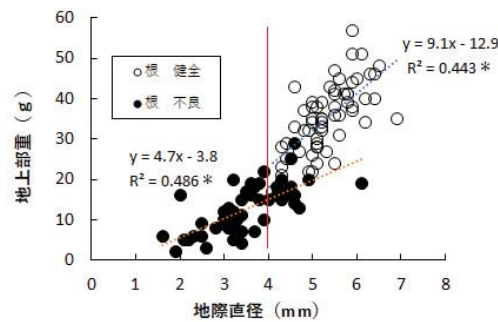


図-42 少花粉スギコンテナ苗 (稚苗移植) の地際直径と地上部重の関係  
注.\*は5%水準で有意

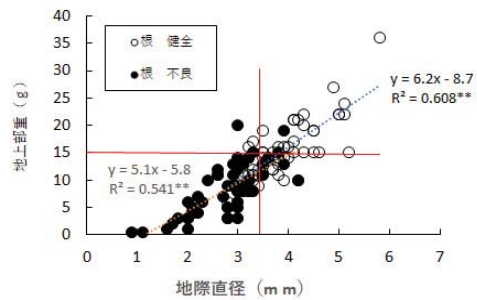


図-45 少花粉ヒノキコンテナ苗 (稚苗移植) の地際直径と地上部重の関係  
注.\*\*は1%水準で有意

ば3.0mmを境に、根の良好な個体が分布し、いずれも地下部重が8g以上となっていた(図-44)。

同様に、地際直径と地上部重の関係をみると、根の形状が良好な個体は、いずれも地際直径が3.0mm以上、かつ地上部重が8g以上であった(図-45)。さらに、地際直径3.5mm以上、地上部重が15g以上に限定すれば、根が不良の個体の存在はわずか2個体(7.1%)に止まっていた。

さて、実際に地上部の地際直径及び苗長が山行苗規格に到達していた少花粉スギ、少花粉ヒノキの稚苗移植の個体のうち、地下部の根の形状が良好な個体の割合をそれぞれトレイ単位でみてみると、一次回帰式の

係数(a)から、それぞれ83%、89%であることが推測された(図-46)。このことは、直接播種の場合でも指摘したように、トレイ内の山行苗の成立密度の多寡と根の形状良否とは関係なく一律であることと、地上部が山行苗規格(苗長、地際直径)に達していれば、根の形状が概ね良好な苗であることを示すものであると考えられる。

#### IV おわりに

岡山県におけるコンテナ苗の養成方法は、苗畑へ播種後、1年間養成した苗(原苗)を、翌年、キャビティへ移植する方法が一般的となっている(岡山県農林

水産総合センター森林研究所 2021)。このため、山行苗として出荷するまでに、播種から最低2年以上を要する。今後、再造林による植替を促進していく上においても、従来に比べ、いかに安定的・効率的に、できるだけ多くの山行苗（規格苗）を養成するかが大きな課題である。このことを実現していくためには、上記のとおり、直接播種や稚苗移植により、育苗期間を従来の2年から1年に近づけることが必要不可欠となる。

今回の調査研究では、従来の4月より、さらに早い時期（1月末）に播種し、発芽・生育初期段階で成長を促すことにより、直接播種、または稚苗移植でも、1年生で山行苗を一定割合確保できたものと考えている。今後、生産者の現場においても、同技術の普及が図られるとともに、直接播種、稚苗移植による1年生苗生産が浸透することを期待するものである。

その上でも、当該研究成果を含む「少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗生産マニュアル（初版）」を2021年3月に作成したところであり（岡山県農林水産総合センター森林研究所 2021）、これが現場でより活用されることを深く望むものである。

最後に、豊並樹苗生産組合（勝田郡奈義町高円）の長畑健三氏、並びに豆原山林樹苗農園（真庭市台金屋）の豆原寛一氏には、コンテナ苗生産現場（圃場）立ち入りのほか、コンテナ苗の生産方法について、色々ご指導・ご助言をいただいた。この場を借りて、厚くお礼を申し上げる。

参考文献

遠藤利明（2007）コンテナ苗の技術について，山林：60-68.

原真司・飛田博順・松田修（2017）コンテナ苗の効率的生産に向けた技術開発と課題，森林科学80：18-21.

細川博之・池田則男（2017）ヒノキコンテナ苗の初期成長に関する試験研究，平成28年度森林・林業交流研究発表集録：165-168.

岩井有加・大塚和美・長谷川尚史（2012）スギコンテナ苗の形態的特徴と植栽後の成長，現代林業5月号：40-44.

壁谷大介・宇都木玄・来田和人・小倉晃・渡辺直史・屋代忠幸・梶本卓也・田中浩（2016）複数試験地データからみたコンテナ苗の植栽後の活着及び成長特性，日林誌98：214-222.

梶本卓也・宇都木玄・田中浩（2016）低コスト再造林実現にコンテナ苗をどう活用するの—研究の現状と今後の課題—，日林誌98：135-138.

国立研究開発法人森林総合研究所（2016）コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開，第3期中期計画成果37（森林・林業再生10）：29pp.

三村晴彦・千村知博（2015）ササ生地におけるコンテナ苗を活用した更新の試み，中森研No. 63：39-42.

西山嘉寛（2016）列状間伐後の下層植生に関する研究—ヒノキ人工林における下層植生量の定量化—，岡森研報32：1-13.

落合幸仁（2016）コンテナ苗導入の経緯とコンテナ苗の今後，山林：52-60.

岡山県農林水産部林政課（2020）21おかやま森林・林業ビジョン（改定版）：34pp.

岡山県農林水産総合センター森林研究所（2021）少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗生産マニュアル（初版）：43pp.

岡山県森林組合連合会・岡山県山林種苗協同組合（2020）令和2年度造林用山行苗木価格表：1pp.

小川健一（2019）グルタチオンを施用した苗木の研究開発，山林2019・1：60-67.

林野庁（2009）森林・林業白書—低炭素社会を創る森林—＜平成21年度版＞，社団法人日本林業協会：182pp.

林野庁（2020）令和2年版森林・林業白書，般社団法人全国林業改良普及協会：279pp.

島根県中山間地域研究センター（2018）スギ・ヒノキコンテナ苗生産の手引き（改訂版）：26pp.

諏訪鍊平・奥田史郎・山下直子・大原偉樹・奥田裕視・池田則男・細川博之（2016）植栽時期の異なるヒノキコンテナ苗の活着と成長，日林誌98：176-179.

独立行政法人森林総合研究所四国支所（2015）近畿・

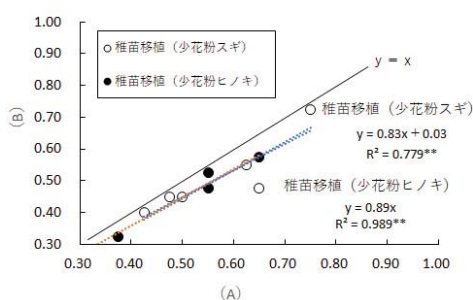


図-46 稚苗移植における山行苗規格の検討

注1. A: 40キャビティのうち、苗長35cm以上で、かつ地際直径4mm以上のキャビティ数の割合  
 B: 40キャビティのうち、Aの条件に加え、根の形状が良好なキャビティ数の割合  
 2. \*\*は1%水準で有意であることを示す

- 中国四国の省力的再造林事例集：46pp.
- 都築伸行（2016）需給困難化する林業用苗期の生産及び流通の現局面，林業経済69（4）：1-16.
- 渡邊仁志（2017a）ヒノキ実生コンテナ苗の改良による低コスト再造林技術の開発，森林科学80：14-17.
- 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博（2017b）ヒノキにおける実生裸苗と緩効性肥料を用いて育成した実生コンテナ苗の初期成長，日林誌99：145-149.
- 八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・槇間岳・野口真穂子・八木貴信・齋藤智之・松本和馬・山田健・落合幸仁（2016）スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係，日林誌98：135-145.
- 山中啓介（2010）島根県における人工林伐採跡地の更新に関する研究，第43回林業技術シンポジウム全国林業試験研究協議会：22-27.
- 山川博美・重永英年・久保孝治・中村松三（2013）植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後1年目の活着と成長に及ぼす影響，日林誌95：214-219.
- 全国林業改良普及協会（2016）「育てた苗木は、まだ見ぬ孫の贈り物」，林業新知識2月号：1-3.
- 全国山林種苗協同組合連合会（2010）林業種苗の生産・配布に必要な知識：242pp.
- 山中豪（2021）育苗環境と施肥および種子の違いがヒノキ実生コンテナ苗の成長に及ぼす影響，三重県林業研報（11）：1-9.