

第3部

林業種苗の生産技術

1	良い苗木を作ることの意義—優良な種穂が供給されるまで—	146
2	苗木生産のための基礎知識	147
3	苗木の生産方法と技術	165
4	実生裸苗の生産方法	168
5	さし木裸苗の生産方法	186
6	コンテナ苗の生産方法	197
7	実生コンテナ苗の生産方法	208
8	さし木コンテナ苗の生産方法	226
9	苗木の診断と対策—栄養素の欠乏と対策—	230
10	病害の診断と対策	233
11	虫害の診断と対策	247
12	雑草の対策	260
13	苗木生産における主な農薬の種類と使用法の一覧表	260
14	苗木生産にかかる情報取得先	267

1. 採種園・採穂園の役割

優良種苗の生産には、育苗技術が重要なことはいままでもないが、同時に生産目的に応じた優れた特性を持つ種子・穂木(種穂)を用いることも重要である。採種園、採穂園には、成長性や雄花着生性等の特性が優れた系統が植栽されており、近年優良種苗の供給の拡大が求められている中、その重要性や役割が増している。

採種園は、複数系統のクローンを植栽し、植栽した個体間で交配させることにより遺伝的に優れた種子を生産することを目的とした樹木園である。現在、都道府県等が管理している採種園の多くは、特定母樹や優良品種等の複数系統のクローンを採種木としてランダムな配置(または一定の法則により配置)になるように植栽し、優良な系統同士が任意に交配できるように、また血縁が近いもの同士の交配を避けるようにし、遺伝的に優れた種子を生産できるようにしている。

また、新設される採種園では、脚立などを使わずに安全かつ効率的に採種や剪定作業が行えるように、樹高を人の手が届く範囲に抑えたミニチュア採種園の造成が主流になっている。ミニチュア採種園は、植栽後おおむね4年で種子採取が可能であり、利用期間が10年程度で更新を行うことが基本のため、採種木が小型で樹木の処分が容易にできることから、新品種の開発状況に応じた最新の品種の導入が容易である。さらに、小面積で採種園を造成できるので、花粉症対策品種や気象害抵抗性品種の種子生産など、特定の目的の種子生産に向いており、新たな開発品種の導入などのニーズに応じた多様な採種園の再造成が可能である。

一方、これまでの採種園は野外に造成され、主に自然交配により種子生産が行われていたが、自然交配では外来花粉との交配による目的外交配のおそれがあり、ビニールハウスなどの閉鎖空間を用いた施設型(閉鎖型)採種園を造成し、外来花粉を遮断することによって目的とする採種木間の交配を促進する方法が、都道府県等で徐々に取り入れられている。今後、施設型採種園において効率的な種子生産ができるよう、各種研究が進むものと思われる。

採穂園は、優良品種の採穂木を使用して、系統が明らかで、発根性が良好な均一な優良さし穂を、多量かつ恒常的に生産し、かつ採穂が容易に行えるように樹形誘導した樹木園である。主な採穂園の種類として、精英樹等採穂園や気象害抵抗性採穂園などが挙げられる。精英樹等採穂園は、精英樹や優良品種等の造林用さし木苗生産のため、さし穂を多量に生産することを目的としており、精英樹や優良品種等の中でもさし木発根性が高い特性を持つクローンを主体に採穂園を造成している。また気象害抵抗性採穂園は、多雪地帯の根元曲がりや、低温による凍害などに抵抗性のあるクローンで採穂園を構成している。

植栽方法は、採種園のようなランダム配置ではなく、通常は系統毎に列状に配置して植栽される。採穂木の仕立て方は高さによって、高台・中台・低台に分かれ、特に低台仕立ては多雪地帯の雪の沈降圧被害から守るために適している。

2. 系統管理の重要性

育種は、育種対象樹種の種内の個体ごとの形質の違いに注目して、遺伝的に優れた個体を選抜する営みである。このため、評価の結果に基づいて選抜した系統を、相互に区別して、正確に管理する「系統管理」が重要である。**採種園や採穂園に導入される少花粉品種などの優良品種や特定母樹は系統によって特性が異なるので、系統を正しく管理する必要がある。系統を正しく管理できなければ、目的の形質と異なる特性の種子や穂木を生産することになるリスクが生じる。**

系統管理には、林木育種が始まった当初から多くの努力がなされてきた。系統管理の標準的な方法は、苗木への系統ラベルの設置や植栽木への系統杭の設置である。従来は、手書きのラベルや杭が用いられてきたが、これらの方法には読み間違いや転記ミスといったヒューマンエラーが生じるリスクがある。このようなヒューマンエラーを回避・低減するために、近年は二次元コードの設置、二次元コードの読取りを介したラベル発行やデータ入力可能なシステム開発が進んでおり、ヒューマンエラーが生じやすい作業工程を減らす工夫がなされている。さらに、二次元バーコード等を利用して、原種から採種園や採穂園に導入される原種苗木、採種園や採穂園に植栽された採種木や採穂木まで追跡できるトレーサビリティシステムの構築が進められている。系統管理の誤りを防ぐため、種子の取り扱いに当たっては、袋を用いるなどして系統ごとに明確に分け、系統が分かるラベルを付けて管理・取り扱いをすること、育苗に当たっては、系統あるいは種類ごとに区画を分けて育成し、種類・系統が分かる系統杭等を設置することが重要である。

系統管理にDNA分析技術も活用され、系統管理の精度を高めるために役立てられている。DNA分析に用いるDNAマーカーには複数の種類がある。代表的なものにSSRマーカー（津村・陶山 2012）やMuPSマーカー（久枝ら 2003）、SNPマーカー（津村・陶山 2012）等がある。マーカーの種類によって分析に用いる技術等に違いはあるが、系統ごとのDNA配列に基づいて多数の系統を識別するという点においては同様である。実際、地方自治体等が造成する採種園や採穂園に植栽するための苗木（原種苗木）は林木育種センターや各育種場から配布されるが、原種苗木は配布前にDNA分析を行い、DNAレベルで系統が正しいことを確認したものが配布されている。このように採種園や採穂園に導入される系統の管理には細心の注意が払われている。なお、DNA分析を用いることにより、一定の条件を整えば、クローンの識別だけでなく、苗木の交配親を推定することも可能となっている。

引用文献

- 久枝和彦・白石進・藤津義武・宮原文彦・石松誠・家入龍二・佐々木義則・三樹陽一郎・川内博文(2003)九州産スギ在来品種および精英樹のMuPS(multiplex-PCR of SCAR markers)型, 九大演報 (Bull.Kyusyu.Univ.), 84: 59-71
- 津村義彦・陶山佳久(2012)森の分子生態学2, 文一総合出版, 414pp

2

苗木生産のための基礎知識

1. 植物の生育に必要な要素－生理的役割と光合成－

苗木が生育するには、水、光、空気(酸素、二酸化炭素)、温度、無機養分の因子が必要である。これらの働きをよく認識して生産することが肝要である。

01 水

水は生物が必要とする物質の一つである。植物は根から水を吸収し、その水を用いて光合成を行い、炭水化物を合成する。土壌からの養分吸収や、土壌中の養分の移動・溶脱も水を介して生じる。微生物などによる有機物の分解過程でも水は不可欠である。水は、その凝集力により、土壌—植物—大気の間で繋がって移動している。根から吸収された水は、植物体内を通過して葉に届き、葉から大気へと蒸散するが、実は、葉で起こる蒸散が、土壌から根が吸水する際の駆動力となっている。物理的要因や土壌の乾燥などにより、土壌と根の間の水のつながりが切れると、この土壌と植物間の水の移動ができなくなる。土壌が乾燥した状態がさらに続くと、植物体内で水を通す道管や仮道管内に気泡が生じ、空気が充

満した状態になり、水のつながりが切れてしまう。この状態になると植物に再灌水しても、土壌—植物—大気の水のつながりを回復することができず、葉や幹枝の部分的な枯死、さらには、個体全体の枯死に至ってしまう。耐乾性は、一般的に、アカマツ・クロマツ>カラマツ>ヒノキ・スギ>エゾマツ・トドマツの順である(Niinemets and Valladares 2006; トドマツはモミ属樹種の平均値で評価。以下同様)。

02 光

植物の光合成では光をエネルギー源とするため、光強度は光合成速度に大きな影響を与える。暗黒下では、植物の葉は呼吸により二酸化炭素を放出する。光強度が増加すると、光合成速度は弱光域では直線的に増加するが、ある程度以上の光強度では飽和して光合成速度は変化しなくなる。光飽和時の光合成速度など、光強度に対する光合成の応答は、植物種や生育環境の光環境により異なる。太陽光の光強度は日変化を示し、晴天時の日中には、光合成は光飽和状態に達していることが多く、光合成にとって光が過剰になっていることになる。受ける光が強すぎると、葉が傷害を受ける場合がある(強光ストレス)。特に、移植したばかりの毛苗などは、強光ストレスによりしおれたり枯れたりしやすいため、遮光が必要になる。成長した苗木でも葉の光環境の急な変化により強光ストレスを受ける場合がある。例えば、密な状態で育てた苗木の下部の葉は被陰されているため、この状態ですぐに全天の光環境下に植栽すると、強光ストレスを受けるリスクがある。強光に低温条件が重なると、さらに強光ストレスを受けやすくなるため、特に秋植栽では、苗木を温度・光の順化をさせてから山に植栽するという手順が必要になる。光が不足すると、伸長成長に比べて肥大成長が制限されるため、徒長気味になる(川那辺・四手井1968)。苗木の耐陰性(暗さに対する耐性)は、トドマツ・ヒノキ・エゾマツ>スギ>カラマツ・クロマツ・アカマツの順である(Niinemets and Valladares 2006)。

03 空気(酸素、二酸化炭素)

植物も呼吸をするため、酸素が必要である。幹枝葉だけでなく、根でも呼吸をするため、土壌中の通気性は重要な要素である。土壌の湿り過ぎで苗木の成長が悪くなるのは、通気性不足が要因の一つであり、過湿条件下で根の呼吸ができなくなり、苗木が根腐れを起こすことがある。滞水に対する耐性の違いは、一般的に、スギ>ヒノキ>カラマツ>クロマツ・アカマツ・エゾマツ・トドマツの順である(Niinemets and Valladares 2006)。

二酸化炭素は、植物が光合成を行う上で必須の要素である。光合成速度は二酸化炭素濃度に対して、飽和型の曲線を示し、二酸化炭素濃度が高いほど高くなる。通常の大気中の二酸化炭素濃度付近までは(平成12(2000)年頃までは約360 ppmだったが、令和6(2024)年時点では約400 ppmまで上昇している)、二酸化炭素濃度の上昇に伴う光合成速度の上昇幅が大きい。野菜栽培等で二酸化炭素施肥が成長に有効なのは、光合成速度が高まるためである。ただし、土壌中の養分、特に窒素が不足すると二酸化炭素濃度上昇に対する光合成速度の上昇が期待したより少なくなり成長量の増加も少なくなる。

04 温度

多くの酵素反応速度は、温度の影響を受ける。光合成速度も顕著な温度依存性を示すため、温度は植物の成長に影響を及ぼす。発芽にも温度は影響し、発芽には必要な温度があるため、早期に発芽させたい場合は、加温処理が必要になる。低温に関しては、寒冷地に生育する樹種・個体ほど耐凍性が高く、地域ごとの各樹種の生育適地の標高範囲がある。低温と光については、低温条件下で強光ストレスを受けやすくなる。気候変動により、寒くなる時期や暖くなる時期が年変動したり、気温が急上昇や急低下したり、それらを繰り返すと、早霜害や晩霜害、冬季乾燥害などの気象害を受けるリスクが高くなる

おそれがある。また酷暑などの異常な高温の期間が長く続くことにより苗木が枯死するおそれがある。高温の期間が長く続く場合は、寒冷紗などによる日除けなどの高温対策が必要になるだろう。

05 無機養分

無機養分は、植物に必要とされる量により多量元素と微量元素とに区分される。多量元素は、窒素(N)、リン(P)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、硫黄(S)で、微量元素は、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、銅(Cu)、ホウ素(B)、モリブデン(Mo)、塩素(Cl)である。それぞれの元素に役割がある。植物の成長量は生育に必要な多くの因子の中で一番不足している因子に左右されるというリービッヒ(Justus Freiherr von Liebig (ドイツ有機化学者))の最小養分律があるように、苗木はこれらの元素をバランスよく吸収することで適切に成長することができる。そのため、育苗に際し、土壌や培地の肥培管理は不可欠である。苗木の場合は農作物と異なり、生産して出荷した後に林地に植栽する目的があるため、育苗中の成長だけでなく、山に植栽した時の活着や成長を念頭に置いた肥培管理が必要とされる。コンテナ苗の場合、根鉢の容量に限られる上に、培地の資材が養分を含まないか少ない場合がある。また、緩効性肥料中には、窒素、リン、カリウム以外の多量元素や微量元素を含まない場合があるので、適切な肥料選択が必要である。

窒素：窒素は、リン、カリウムとともに、肥料3要素であり、タンパク質の基本構成要素である。葉の光合成と密接に関係している。葉緑素、ホルモン、核酸などの構成成分でもある。成長、養分吸収、同化作用の促進に関与する。土壌中に窒素が不足すると葉の窒素濃度が低くなり、光合成が低下し、成長も抑制される。植物は、通常、無機態窒素(アンモニア態窒素、硝酸態窒素)の形で根から吸収する。特にコンテナ苗生産では、育苗中の散水量が多すぎると、主に土壌に吸着されにくい硝酸態窒素の形で窒素の培地からの流出が生じやすくなる。化学肥料の使用量増加により、環境中に放出される窒素は地球規模で増加していることが問題となっている。環境負荷を低減するために、適切な施肥と灌水管理が必要となる。

リン：リンは、遺伝子(DNA、RNA)や細胞における代謝のエネルギー伝達に関わる生化学反応、細胞膜などの構造を支える組織の重要な成分であり、光合成に欠かせない多量必須元素である。呼吸、炭水化物代謝のエネルギー伝達や、成長、開花、結実、根の成長促進に関与する。植物が吸収する形態の無機態リン酸の土壌中における移動性は低い。

カリウム：カリウムは、大部分がイオンの形で存在し、細胞の浸透圧調整や、光合成、タンパク質、デンプン合成に関わる酵素活性の調節など、植物細胞内の代謝環境を整える様々な役割を果たしている。樹体の水分調節に関与している。日照不足のときに施用効果が大きく、病害抵抗性にも関与している。植物体内で移動しやすく、土壌と植物間の循環も早い。

カルシウム：カルシウムは、植物の生体膜の構造と機能の維持に必須の元素である。植物体内で主に有機酸と結合して存在している。細胞間の組織を強固にし、細胞の浸透圧やpH調節、タンパク質合成に寄与している。植物体内での移動性は低い。土壌酸度や土壌物理性改善効果も持つ。我が国の多くの森林土壌には比較的多く含まれている。

マグネシウム：マグネシウムは、葉緑素の構成要素であるとともに、炭素固定に関わる多くの酵素に含まれ、リン酸やエネルギーの代謝に寄与している。植物体内での移動性が高い。

硫黄：硫黄は、植物体中において、タンパク質、アミノ酸の構成元素で、酸化・還元の生化学的反応

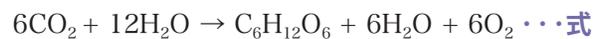
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

に必須な元素である。根の発達や肥大成長等の成長調節にも関与している。

微量元素:鉄、マンガン、亜鉛、銅は、光合成の電子伝達系複合体に含まれる。鉄、マンガン、亜鉛、銅、ホウ素、モリブデンは、エネルギーの転移や酵素の活性化に関与する。鉄、銅は酸素の運搬に関与する。その他の生理作用を列記する。鉄は葉緑素生成、マンガンは葉緑体における酸素生成、亜鉛はタンパク質合成や種子形成、銅は細胞壁における代謝、ホウ素は開花、結実、細胞分裂、根の伸長、細胞壁生成、モリブデンは硝酸還元。

06 光合成

光合成とは、光のもつ物理的なエネルギーを糖などの有機物のもつ化学エネルギーとして植物の個体内に固定する反応のことである。具体的には、以下の式で表され、葉の気孔から葉内に取り込まれた二酸化炭素と、根から吸収された水が反応して、炭水化物が生産され、同時に酸素が大気中に放出される。光合成は、上述したように、水分、光、空気、温度、無機養分(特に窒素)に大きく影響を受ける。



2. 主要な林業用樹種の特性

01 スギ

植生分布: ヒノキ科スギ属の樹種で、日本固有の種で、本州から屋久島に自生する。低山帯を主として、丘陵帯と亜高山帯に少し分布する。主な植栽地域は北海道南西部から沖縄である。

樹種特性: 連続成長型である。根は深根性で、水平分布は中庸(集中型と分散型の間)である。発根力が大きく苗木の移植が容易である。光に対して陽性である。耐通気不良性があり湿地に耐える。適潤またはやや湿潤な谷筋や緩傾斜の肥沃な土地を好み、成長が早い。土壌のアルカリ化に弱い。

種苗の生産方法の特徴: マツ類やカラマツ等と比較して、実生苗が主体で生産されているが、地域や産地・系統などによってはさし木も比較的容易である。

木材利用状況: 辺材と心材の区別が明瞭。軽軟な材で、木理も通直で加工が容易。建築材(板材、柱材、建具材など。内外装にも活用)、家具材、器具材、船舶・車両材、土木材、包装材など広い用途を持つ。秋田杉、屋久杉などの天井板、京都北山などの磨丸太、紀伊吉野などの酒樽、九州飫肥の弁甲材など、特殊な用途に用いられる地域品種もある。集成材や単板積層材(LVL)、直交集成板(CLT)としての利用促進も図られている(木材利用状況は、主に日本森林技術協会編(2001)を参照、以下同様)。

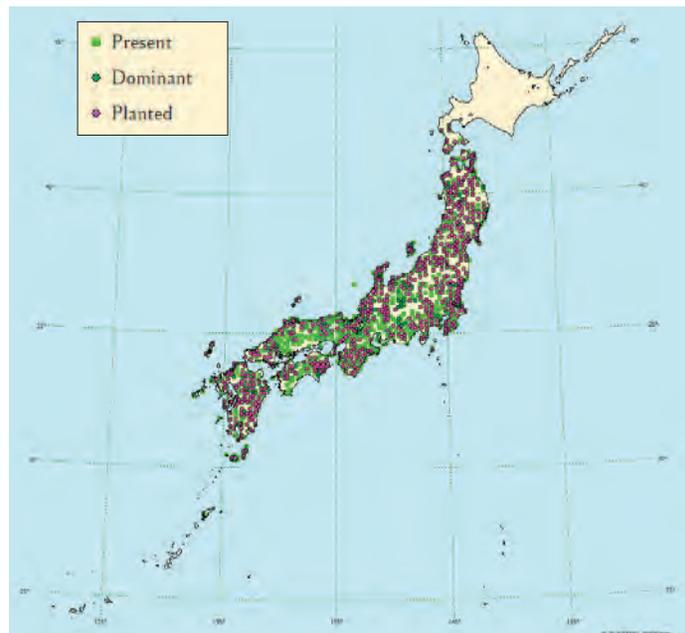


図2-1 スギの植物分布図

田中信行・松井哲哉(2007-) PRDB: 植物社会学ルベータベース, 森林総合研究所.
URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>



写真2-1 | スギ成木(日本森林技術協会 提供)



写真2-2 | スギ葉(林木育種センター 提供)

02 ヒノキ

植生分布：ヒノキ属の樹種で、本州の福島県以南、四国、九州の屋久島までの暖帯から温帯にわたって自生する。垂直分布は本州中部地方では海拔約80mから2200mにわたる。主な植栽地域は北海道南西部から沖縄である。

樹種特性：根は浅根性で、水平分布は広がり的大きくない集中型。光に対して陽性である。耐乾性がある。耐酸性と耐堅密性もある。幼樹はやや日陰に耐えるが、生育するにしたいが十分な陽光が必要となる。一般にはやや傾斜のある適潤地を好む。尾根筋、岩盤上などの乾燥にも耐えて生えるが生育は劣る。スギに比べて成長が遅いが、地味の劣るやや乾燥した土地でもよく生育する。

種苗の生産方法の特徴：実生苗が主体で生産される。さし木の難易度は中間的から容易の範囲である。

木材利用状況：木理が通直で特有の光沢と芳香がある。材は緻密でやや軽軟で、加工性がよく耐朽性が高い。建築材(高級な柱・板材、土台、建具類など)、家具材、器具材、土木材、船舶・車両材、彫刻材、曲げ物材など用途が広い。特に社寺の建築材として用いられ、樹皮は檜皮茸として用いられる。



図2-2 | ヒノキの植物分布図

田中信行・松井哲哉(2007-) PRDB: 植物社会学ルルベデータベース, 森林総合研究所.

URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>



写真2-3 | ヒノキ成木(日本森林技術協会 提供)



写真2-4 | ヒノキ葉(東京都 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

03 カラマツ

植生分布：カラマツ属の樹種で、自生地は本州中央高地に限られる。北限は宮城県蔵王山系で、南限は静岡県赤石山脈である。垂直分布では冷温帯林から亜寒帯林にわたってみられる。天然分布域は狭いが、土地に対する要求度が低いため植栽可能地域が広く、北海道、本州の中部地方の高地、東北地方では主要な造林樹種である。主な植栽地域は北海道から本州(中部地方以北)で、近年は中国地方でも栽培されている。

樹種特性：根は中間型(浅根性と深根性の間)で、水平分布は広がり大きい分散型である。光に対して陽性で他の樹種の庇陰下では生育が望めない。堅密な土壌層ないしは過湿条件のところでは通気不良のために根端が枯死する。耐寒性が強い。耐酸性がある。地すべり跡や氾濫原のような新しく形成された裸地にも

先駆樹種として侵入し、林分を形成する。冠雪害による折損被害、先枯病、葉枯病などの病害を受けやすい。結実の豊凶間隔が3～5年と長いため、豊作年の優良な種子の採取・保存が必要である。

種苗の生産方法の特徴：実生苗が主体で生産される。種子発芽に低温湿層処理が有効である。さし木苗も生産されている。

木材利用状況：木目は通直で、針葉樹の中では材が重硬で耐朽性がある。建築材、土木材、坑木材、器具材、パルプ材の他、近年、構造材や合板材として利用されている。



図2-3 カラマツの植物分布図

田中信行・松井哲哉(2007-) PRDB: 植物社会学ルレベデータベース, 森林総合研究所.

URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>



写真2-5 | カラマツ成木(中部森林管理局 提供)



写真2-6 | カラマツ葉(林木育種センター 提供)

04 アカマツ

植生分布：北海道南部、本州、四国、九州に自生する。内陸部に多いが、海岸近くにも生育する。主な植栽地域は北海道中南部以南から九州である。

樹種特性：根は深根性で、水平分布は広がりが大きく分散型である。陽性。耐乾性があり、強い乾燥にも耐える。耐堅密性*がある。

*耐堅密性：土壌の堅さに対して根を伸ばすことができるかを表す。

種苗の生産方法の特徴：実生苗で生産される。さし木苗の生産も可能ではあるが種苗生産事業での生産は行われていない。また、マツノザイセンチュウによるマツ材線虫病で大量枯損しており、マツノザイセンチュウ抵抗性を持つ種苗生産が主流となりつつある。

木材利用状況：材は針葉樹の中では重硬。材の用途は広く、建築材(軸組材など)、土木材(橋梁、坑木など)、家具材、船舶・車両材、パルプ材、薪炭材などに用いられる。各地方に優良材の著名な産地がある。



図 2-4 アカマツの植物分布図

田中信行・松井哲哉 (2007-) PRDB:植物社会学ルルベデータベース, 森林総合研究所.

URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>

05 クロマツ

植生分布：本州、四国、九州に自生する。主として海岸近くに多いが、暖地では山地にも分布している。垂直分布の最高は950 mである。主な植栽地域は北海道中南部以南から九州である。

樹種特性：根は深根性で、水平分布は疎放分散型である。発根性に乏しい。陽性。耐乾性、耐アルカリ性、耐高塩基性、耐堅密性がある。生育適温が高い。乾燥や潮風に対する耐性を持ち、やせた土壌にも生育する。海岸の防風林、防潮林として、人工林が造成されている。潮水、潮風に対する耐性はアカマツより強い。

種苗の生産方法の特徴：実生苗で生産される。さし木苗での生産も可能ではあるが種苗生産事業での生産は行われていない。また、マツノザイセンチュウによるマツ材線虫病で大量枯損しており、マツノザイセンチュウ抵抗性を持つ種苗生産が主流とな



図 2-5 クロマツの植物分布図

田中信行・松井哲哉 (2007-) PRDB:植物社会学ルルベデータベース, 森林総合研究所.

URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>

りつつある。抵抗性はアカマツより弱い。さし木が困難な樹種の一つである(藤原ら2024)。

木材利用状況：材は重硬で耐朽性が高い。建築材(土台、軸組材など)、船舶・車両材、器具材、包装材、パルプ材、薪炭材などに用いられるが、アカマツより樹脂分が多く水湿に耐えるので、土木材に用いられることが多い。

06 エゾマツ

植生分布：トウヒ属の樹種で、渡島半島を除く北海道に自生する。主な植栽地域は北海道である。

樹種特性：根は浅根性。乾燥や過湿に対する耐性は低い。実生・稚樹の耐陰性が高い。初期成長はトドマツより遅い。開芽期の晩霜害を受けやすい。暗色雪腐病に対する耐性がトドマツより低い。倒木更新を行い、地表での更新は鉉物質土壌が露出している立地に限られる。

木材利用状況：心材と辺材の色の差はほとんどなく、白色あるいはごく淡い黄白色である。木目は通直である。やや軽軟で、耐朽性は低い。建築材(板材、建具材など)、器具材(家具、箱類など)、楽器材(響材など)、土木材、船舶・車両材、包装材など用途が広く、パルプ材としても利用される。



図2-6 エゾマツの植物分布図

田中信行・松井哲哉(2007-) PRDB: 植物社会学ルルベデータベース, 森林総合研究所.
URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>

07 トドマツ

植生分布：モミ属の樹種で、北海道に自生する。主な植栽地域は北海道から本州の中部以北。

樹種特性：根は深根性で、水平分布は疎放分散型である。発根力が小さい。エゾマツと同様、倒木更新をするが、地表でも更新が可能である。実生・稚樹段階ではエゾマツよりも耐陰性が高いが、大きくなると光要求度が高くなる。

種苗の生産方法の特徴：実生苗で生産される。成長が遅いため、育苗期間は数年必要になる。

木材利用状況：心材と辺材の色の差はほとんどなく、白色あるいはごく淡い黄白色である。木目は通直である。軽軟で加工も容易であるが、耐朽性は低い。建築材、土木材(電柱、土工用、水工用など)、家具材、



図2-7 トドマツの植物分布図

田中信行・松井哲哉(2007-) PRDB: 植物社会学ルルベデータベース, 森林総合研究所.
URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>

器具材、包装材など用途があり、エゾマツと同様パルプ材としても利用される。

08 リュウキュウマツ

植生分布：鹿児島県トカラ列島の悪石島以南、沖縄県西表島以北に自生する。主な植栽地域はトカラ列島から沖縄、小笠原である。

樹種特性：陽性。根は深根性で、水平分布は分散型。耐乾性、耐アルカリ性、耐高塩基性、耐堅密性がある。沖縄県では昭和48（1973）年にマツノザイセンチュウ被害が初めて確認された。現在も、抵抗性品種の開発が進められている（玉城ら2015）。

木材利用状況：クロマツの代用材として用いられる。



図2-8 リュウキュウマツの植物分布図

田中信行・松井哲哉(2007-) PRDB:植物社会学ルルベデータベース, 森林総合研究所.

URL:<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/prdb/index.html>

3. 苗木生産方法

01 実生苗とさし木苗

1 実生苗

実生苗とは、種子から育てた苗木のことを指す。

実生苗の生産方法の特徴は、まき付けから発芽までには種子が乾燥しない環境が必要になることである。播種床や育苗箱、セルトレイなどに種子をまき付け、床替え(移植)して育苗する場合と、コンテナに種子を直接まき付けて育苗する場合がある。種子には、都道府県等*で管理された採種園の採種木から採取したものをを用いる。

*等：都道府県が認定している認定特定増殖事業者が含まれる。

メリット：①さし木苗のように発根性に左右されたりしないため、必要とする性質を持つ採種木の選択幅が広い。②遺伝的な変異幅が広いため、さし木苗に比べて遺伝的な特性を起因とする気象害や病虫害等の大規模な被害を受けにくい。

デメリット：①育苗時に使用する種子には、採種園内の数種の採種木が混在するため、成長等のばらつきなどの変異幅がある。②スギ・ヒノキ等の種子の充実率・発芽率は豊凶差や年によって大きく違ってくる。

2 さし木苗

さし木苗とは、目的とする母材料から枝等の一部分を切り取って、土や砂などの、さし床にさし付けて発根させ、増殖させた植物体を指す(大庭・勝田1991、栗田2024)。無性繁殖により生産された苗木となる。

さし木苗の生産方法の特徴は、効率的かつ安定的にさし木苗を生産するため、適切に管理された採種木から、適切に穂木を採取し、さし穂をさし付け、管理する必要があることである(栗田2024)。発根

するまでには、湿った状態を維持できる環境が必要になる。樹種や品種によって発根性が異なり、さし木増殖が難しい場合がある。苗畑やコンテナに直に大型の枝をさし、床替えせずに1年で出荷する場合と、露地や育苗箱等にさして発根させた小型の枝を苗畑やコンテナへ移植して2～3年で育苗する場合がある。

メリット：①遺伝的に親と同じ性質の苗木を生産することができる。②種子のような豊凶差がないので計画的な苗木生産ができる。③苗木の品質管理が比較的容易である(栗田2024)。

デメリット：①樹種や品種によっては発根性が悪く増殖が難しいものもある。②少数のクローンのみで苗木を生産・植栽した場合には遺伝的な特性による気象害、病虫害等の被害を受けた場合には大きな被害になるおそれがある。③大量の苗木を生産するためには採穂量に応じた採穂園の面積が必要になり、管理経費の面の負担も大きくなる。

適している樹種：スギは、マツ類やカラマツ等と比較して、造林樹種の中でもさし木増殖が容易な樹種である(栗田2024)。

02 裸苗とコンテナ苗

1 裸苗

裸苗とは、苗畑等で育苗し、出荷時に根が露出している苗木を指す。地域によって、裸根苗、露地苗、ふるい苗、一般苗、普通苗などと呼ばれている。

裸苗の生産方法の特徴は、実生苗は、苗畑に播種床をつくり、そこに種子をまき付け、発芽した幼苗を翌年以降に掘り取って適切な密度で床替え等を行って育苗する。さし木苗は、苗畑等にさし床をつくり、そこに穂木をさし付けて育苗する。

メリット：①育苗途中で間引きや床替えを行うことにより、枝葉の成長や根の成長に物理的制限がない条件が確保されるため、地上部と地下部のバランスの取れた形状の苗木を育成することができる。②もともと土壌中に含まれている養分があるため、肥料切れになることは少ない。③根鉢がないため軽量で植栽時の苗木運搬が容易である。

デメリット：①屋外での育苗であるため、気候に基づいて作業の適期が限られる。そのため、他の作業と重なった際に、育苗作業時期の変更等の調節をすることが難しい。②播種から出荷までに、床替えや根切りなど、煩雑な作業が多い。③生育期間を通じて広範囲の除草が必要になる。④全体を通して作業の機械化が難しい工程も見受けられる。⑤掘り取り後の苗木の保管が難しく、冷蔵庫等、温湿度を管理する施設を保有していない場合、短期間で苗木の廃棄が発生する。⑥出荷時期は限定され、出荷後は根が乾かないよう保管しできるだけ早く植栽を行う必要がある。また植栽時に唐グワ等を用い植え穴で根を広げて植える必要があり、コンテナ苗に比べて煩雑である。

2 コンテナ苗

コンテナ苗とは、育成孔(キャビティ)の内側にリブ(縦筋状の突起)や細長いスリット(縦長の隙間)を開けるなどにより、水平方向の根卷きを防止するとともに、底面を開けることで垂直方向に空気根切りができるコンテナ容器(以下「コンテナ」という。)によって育成した、根鉢付きの苗木のことを指す(林野庁2018)。コンテナは、ポット苗における根の変形を防ぐ方法を考える中、欧米で考案されたものである(遠藤・山田2009)。

コンテナ苗の生産方法の特徴は、裸苗と異なり、施設栽培によって環境制御が可能であるため、多様な育苗方法がある。コンテナ苗が開発された平成20(2008)年当初は、苗畑で裸苗を育てる過程で育苗した1年生の幼苗をコンテナに移植する方法がとられてきたが、現在は、育苗箱に播種して毛苗をコンテナに移植する方法や、野菜生産で使用されているセルトレイに播種してプラグ苗をコンテナに移植する方法、コンテナに直接播種する方法なども取り入れられている。さし木苗では、育苗箱等で発根させた後にコンテナへ移植する方法が多くみられる。

メリット：①稚苗の生産方法によっては苗畑を使用せず、施設栽培であるため、育苗が比較的容易であり、トラクターが必要な床替え、根切り、広い面積の除草等の作業がない。②ビニールハウスなどの施設を用いた育苗も可能なため、育苗作業時期を調節しやすい。③ある程度作業の機械化(自動化)が可能である。④規格到達後の苗木の保管がある程度可能であり、裸苗のように短期間で苗木を廃棄することはない。⑤植栽の効率が低い。

デメリット：①育苗施設的环境条件に加え、使用するコンテナの種類、培地の構成によって培地の乾きやすさが異なるため、かん水の制御が難しい。②苗畑の土壌と異なり、培地の資材中にほとんど養分を含まない場合が多いため、元肥として用いられる緩効性肥料の肥効期間が過ぎると肥料切れを起こしやすい。苗木の状態を見ながら適宜追肥を行う必要がある。③根鉢容量による根系成長に対する物理的制限があることと、育苗密度が高くなる傾向にあることから、苗の形状が徒長気味になりやすい。

4. 優良な苗木の条件

良い苗木の条件とは、①その品種が森林所有者の要求を満たすものであり、②造林地で確実に成長するよう、苗畑等で適切に育成されていることである。①については、第2部及び第3部146ページ「1 良い苗木を作ることの意義」で説明したように、花粉症対策、松くい虫対策、優れた成長による省力化、優れた材質等、広く国民の要求に沿った品種が関係機関によって開発されているので、それらの種穂を入手して育成されていること、②については、生産事業者の育成した苗木が、地上部・地下部ともに充実していて病虫害に罹患していないことなどである。具体的には、以下のとおりである。

01 優良品種等の入手方法

国民のニーズ、都道府県民のニーズに合った品種の開発は、国や都道府県の施策に沿って林木育種センターが都道府県と連携して開発したものや、都道府県が独自に開発したものなどを利用して、都道府県等が採種園・採穂園を造成し、生産事業者に種穂を供給している。生産事業者は、都道府県、苗木生産組合等の関係機関とよく打ち合わせて、必要な品種の種穂を都道府県や苗木生産組合等から入手する。また、地域によっては、数百年の長きにわたって地域で利用されてきている信頼性の高い在来品種等もあるので、信頼できる販売事業者から購入する。

なお、平成25(2013)年の「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法(間伐等特措法)」の改正



写真2-7 | スギミニチュア採種園(東京都農林水産振興財団 提供)

により、特定母樹については民間事業者でも採種園・採穂園の造成のための原種の入手が可能となったので、この方法により自ら優良品種の種穂を生産することもできる。

02 苗木の形質

造林地で確実に成長するように育成されている苗木の形質は、下記のとおりである。

- ① よい発育をして組織が充実しているもの
- ② 病虫害にかかっていないもの
- ③ 着花結実していないもの

また、裸苗においては、

- ④ 下枝が四方によく張り、徒長したものでなく、苗高に対して地際直径(根元径)が太く(形状比^{*1}が低く)、そのうえ梢芽が太いもの
- ⑤ 根系の発達がよく、地上部(T:Top)^{*2}と地下部(R:Root)^{*2}の釣合がよくとれたもの

コンテナ苗においては、

- ⑥ 徒長したものでなく、苗高に対しての地際直径のバランスがよく、形状比が高いもの
- ⑦ 根系の発達がよく、根鉢が十分形成されたもの

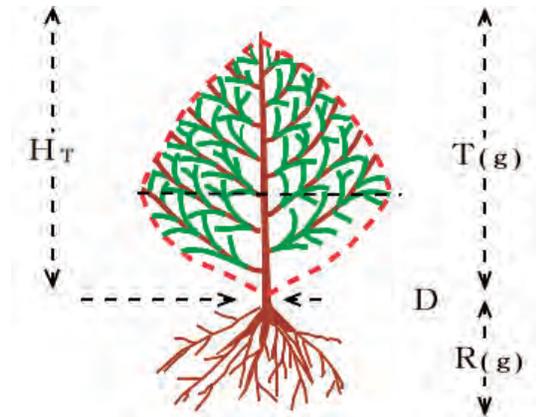


図2-9 形状比とTR率(林木育種センター 業務資料より)

*1 形状比: 苗高(H_T)を地際直径(D)で割った値で、比較苗高とも呼ばれる。この値が高いほどひよろ型の徒長苗であることを示し、逆に低いほど良苗であるとされている。

*2 TとR: T/R率(ティーアールリフ)で表す。植物の地上部(Top)と地下部(Root)の重さの割合をパーセンテージで示した指標のことで、T/R率は最も利用される根の生育状況を見るための苗木の評価基準である。T/R率の数値が2.5~3.0の範囲が良いとされている。

1 よい発育をして組織が充実した苗木

養分を十分吸収して組織が充実し、その樹種として優良な形状となっている苗木は、経験豊富な苗木生産者であれば一目みればわかるが、より良い苗木を引き続き生産していくためには、手にとって触ってみて、葉、枝、幹等の色つや、堅さや柔軟性を確認したり、苗高、根元径や重量を計って数値を確認することも重要である。コンテナ苗については、コンテナから抜き取って根系の発達具合を確認することも重要である。

反対に不良苗の例としては、茎や枝が伸びすぎてひよろひよろした苗木(徒長苗)や、鳥の足のように根が途中で曲がった苗木(鳥足苗)などがある。これら不良苗は、山へ植えた後の成長が悪いため、不良苗を生産しないよう留意すべきである。

なお、具体的な良苗、不良苗の例を写真2-8~23に示す。

2 病虫害にかかっていない苗木

山に植えた苗木は病虫害が発生しても、苗畑のように防除することは困難であるばかりでなく、山地は病虫害の繁殖により条件が多い。したがって出荷する苗木は病虫害に罹患していないことが重要である。

スギ赤枯病、溝腐病、カラマツ先枯病、ハダニ被害など、伝染性や病原力が強く、造林地や材に大きな被害を与える可能性がある病虫害については、いずれも苗木生産時に完全に防除して、山出しの時に選苗を厳重に行うことが重要である(病虫害の詳細は、233ページ「10 病害の診断と対策」、247ページ「11 虫害の診断と対策」を参照)。

良い苗木をつくるためのポイントは、以下のとおりである。なお、苗木の生産方法の詳細については、

166ページ「3 苗木の生産方法と技術」以降にて具体的に説明する。

- ① まき付け量またはさし付け間隔が適正であること
- ② 病虫害の予防駆除に万全を期すること
- ③ 苗木の生育状態を診断して、適切な育苗管理を行ない、効率よく健苗を育成すること

スギ良苗



写真2-8 | スギ良苗(裸苗)(愛媛県 提供)



写真2-9 | スギ良苗(コンテナ苗)(茨城県林業種苗協同組合 提供)

スギ不良苗



写真2-10 | スギ不良苗(鳥足)(裸苗)(岐阜県 提供)



写真2-11 | スギ不良苗(根系不良)(コンテナ苗)(千葉県 提供)



写真2-12 | スギ不良苗(徒長)(コンテナ苗)(茨城県 提供)

ヒノキ良苗



写真2-13 | ヒノキ良苗(裸苗)(林木育種センター 業務資料より)



写真2-14 | ヒノキ良苗(コンテナ苗)(岡山県 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

苗木生産のための基礎知識

ヒノキ不良苗



写真2-15 | ヒノキ不良苗(根腐れ)
(裸苗)(広島県 提供)



写真2-16 | ヒノキ不良苗(根腐れ)
(コンテナ苗)(島根県
提供)



写真2-17 | ヒノキ不良苗(枝張り不
良)(コンテナ苗)(千葉
県 提供)

その他樹種の良苗



写真2-18 | カラマツ良苗(コンテナ苗)(北海道 提供)

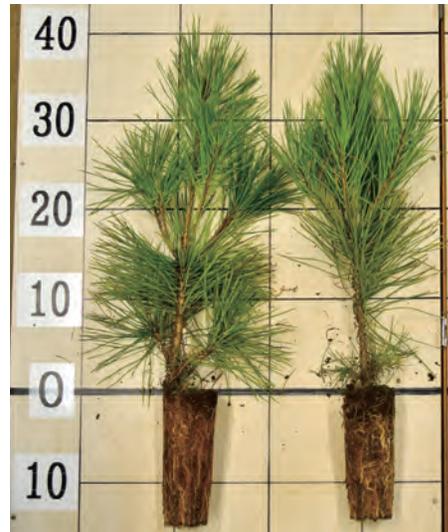


写真2-19 | アカマツ良苗(コンテナ苗)(茨城県林業種
苗協同組合 提供)



写真2-20 | クロマツ良苗(コンテナ苗)(千葉県 提供)



写真2-21 | トドマツ良苗(コンテナ苗)(北海道 提供)



写真2-22 エゾマツ良苗(裸苗) (林木育種センター
業務資料より)



写真2-23 リュウキュウマツ良苗(コンテナ苗) (沖縄
県 提供)

5. 山林用苗木の規格

従来、山林用苗木の規格は、技術面の全国的資料の不備などから、各都道府県がまちまちに設けており、苗木流通の円滑化などの種苗行政を推進する上で、極めて不便なことから、統一された規格の設定が望まれていた。

しかし、理想的な規格の設定は容易ではなく、今後の研究や技術向上に期待しつつ、流通の円滑化、生産管理などにも役立つものとして、林野庁は各都道府県において用いられている規格を分類整理し、昭和33(1958)年に裸苗の標準規格、平成26(2014)年にコンテナ苗の標準規格を設定した。コンテナ苗については、生産技術の向上等により、当年生苗の普及など生産流通実態を踏まえ、令和5(2023)年に見直しが図られた。

これらは標準的な規格を示すものであり、実際の運用に当たっては、地域の苗木生産や流通状況を勘案し各都道府県が規格を設定できることとなっている。その際、近隣県との規格の共通化を図ることにより、広域流通の推進が期待される。

苗齢については、まき付けは発芽当年、山引苗は植替え、さし木はさし付けを1年生とし、会計年度を新たにするとともに1年を加える。ただし、前年度秋期もしくは年度末に発芽したもの、または植替えもしくはさし付けしたものであって、前年度に成長期間を経過していない場合は、当年度発芽または施業したものと同一の苗齢とする。地域によっては表し方、扱い方が異なる場合もあることから、流通実態を踏まえ対応されたい。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

苗木生産のための基礎知識

表 2-1-1 山林用主要苗木標準規格(裸苗)

(単位: 長cm、根元径mm)

樹種	苗令		区分		1号		2号		3号		4号		5号		6号		長の最高限度
	規格	規格	長	根元径	長	根元径	長	根元径	長	根元径	長	根元径	長	根元径	長	根元径	
すぎ (実生)	1年生	12上	—	—	10上	—	8上	—	6上	—	—	—	—	—	—	—	15
	2年生	45上	7上	6上	35上	6上	30上	5.5上	25上	5上	20上	4.5上	15上	4上	4上	4上	65
	3年生	60上	12上	11上	55上	11上	45上	9上	35上	8上	30上	7上	25上	5上	5上	5上	75
すぎ (挿木)	1年生	60上	10上	7上	45上	7上	35上	6上	30上	5.5上	25上	5上	20上	4.5上	4.5上	4.5上	70
	2年生	75上	11上	10上	60上	10上	55上	9上	45上	7上	35上	6.5上	30上	6上	6上	6上	85
ひのき	1年生	12上	—	—	10上	—	8上	—	6上	—	—	—	—	—	—	—	15
	2年生	45上	6上	5上	35上	5上	30上	4.5上	25上	4上	20上	3.5上	15上	—	—	—	60
	3年生	60上	9上	8上	55上	8上	45上	7上	35上	6上	30上	5上	20上	—	—	—	70
あかまつ	1年生	12上	—	—	10上	—	8上	—	6上	—	—	—	—	—	—	—	15
	2年生	40上	8上	7.5上	30上	7.5上	25上	6上	20上	5上	15上	4.5上	15上	—	—	—	50
	3年生	45上	8.5上	8上	35上	8上	30上	7上	25上	6上	20上	5上	20上	—	—	—	55
くろまつ	1年生	12上	—	—	10上	—	6上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
	2年生	30上	8上	7上	25上	7上	20上	6上	15上	5上	—	—	—	—	—	—	40
	3年生	45上	9上	8.5上	35上	8.5上	30上	7.5上	25上	6.5上	20上	5.5上	20上	—	—	—	55
からまつ	1年生	15上	—	—	10上	—	6上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
	2年生	70上	10上	9上	60上	9上	45上	8上	35上	7上	25上	6上	25上	—	—	—	85
	3年生	70上	10上	9上	60上	9上	55上	8.5上	45上	8上	35上	7上	35上	—	—	—	90
えそまつ とどまつ	2年生	15上	3上	10上	2上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
	4~5年生	35上	11上	30上	10上	25上	8上	20上	8上	—	—	—	—	—	—	—	45

注:

1. 本表を適用する苗木は、取引の対象とする山行苗並びに床替苗とする。
2. この表を適用できないものは規格外とする。但し従来より特殊規格を習慣的に用いている都道府県において、必要と認める場合は当該府県の規格の特号として設けてもよい。
3. 本表の長45上は長さ45cm以上。根元径7上は根元径7mm以上をそれぞれ意味する。
4. 苗令は民間において用いられるところによる。
5. 本表適用方法
 - (1) 目録における苗木の生産状況及び他府県との流通等の状況を勘案して、樹種別、苗令別に本表の区分中最も適当と認められる該当号にあてはめる。
 - (2) (1)により決められた県の規格には、その県の技術的資料等から、TR比、枝張、根張の状況、生長休止の時期等による条件をなるべく附すものとする。
 - (3) 本表を適用して決めた各都道府県の規格表の区分号の表示はどの様に表わしてもよいが、(例えば、大、中、小の如く)必ず本表の何号に相当するか併記する。
6. 表の使い方の具体的な例
 - (1) スギ2年生 長46cm で根元径11cmの苗木は1号を適用する。
 - (2) スギ2年生 長36cm で根元径5.5cmの苗木は3号を適用する。

出典: 「山林用主要苗木の標準規格設定について」(昭和33年12月24日付け33林野造第16622号林野庁長官通知)

表2-2 | 山林用主要苗木標準規格(コンテナ苗)

(単位：長cm、根元径mm)

樹種	1号		2号		3号		4号		5号		6号		苗木の状態
	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	苗長	根元径	
すぎ	80上	7.5上	60上	5.5上	50上	4.5上	40上	4.0上	30上	4.0上	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・出荷時に自立せず湾曲するものは規格外とする。 ・露出した状態の根鉢を軽く振って、培地が崩れ落ちる状態のものは規格外とする。
	推奨容量		200cc以上		100cc以上		100cc以上		100cc以上		-		
ひのき	80上	6.0上	60上	4.5上	50上	4.0上	40上	3.5上	30上	3.5上	-	-	
	推奨容量		200cc以上		100cc以上		100cc以上		100cc以上		-		
からまつ	80上	7.5上	60上	5.5上	50上	4.5上	40上	4.0上	30上	4.0上	-	-	
	推奨容量		200cc以上		100cc以上		100cc以上		100cc以上		-		
あかまつ	-	-	-	-	-	-	40上	7.0上	30上	5.0上	20上	4.5上	
	推奨容量		-		-		100cc以上		100cc以上		100cc以上		
くろまつ	-	-	-	-	-	-	40上	7.0上	30上	5.0上	20上	4.5上	
	推奨容量		-		-		100cc以上		100cc以上		100cc以上		

注：

1. 本表は標準的な規格を示すものであり、実際の運用に当たっては地域の苗木生産・流通状況を勘案のうえ、各都道府県において設定してさしつかえない。
 2. 根元径については、根系の発達度を考慮し、下限値をすぎ・からまつで4mm、ひのきで3.5mm、あかまつ・くろまつで4.5mmとし、各号の閾値は推奨される形状比を目安に設定した。
なお、苗長のみ規格に該当し、根元径が満たない場合は、根元径の該当する規格とする。
 3. 形状比については、すぎ110、ひのき140、からまつ110、あかまつ・くろまつ60を推奨値とする。
 4. 推奨容量は、植栽後の成長の観点から号数毎に推奨されるコンテナの容量を示す。
 5. 根鉢の成形性の目安として、根系被覆率20%以上であることが望ましい。
 6. 育苗に使用するコンテナは、容器の内面にリップ(縦筋状の突起)やスリット(縦長の隙間)を設け、容器の底面を開けるなどによって根巻きを防止できる容器であること。
- ※本表は、令和4年度時点で得られたコンテナ苗に関する知見及び苗木流通状況に基づき整理したものであり、データが集まり次第必要に応じて改正する。

出典：「山林用主要苗木の標準規格設定について」(昭和33年12月24日付け33林野造第16622号林野庁長官通知)

引用文献

1. 植物の生理

- 川那辺三郎・四手井綱英 (1968) 陽光量と樹木の生育に関する研究 (III) 針葉樹苗木の生育におよぼす被陰の影響. 京大演報, 40:1-121
- Niinemets Ü, Valladares F (2006) Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate Northern Hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs*, 76(4):521-547

2. 主要な林業用樹種の特性

- 藤原優里・大平峰子・坪村美代子 (2024) 林木育種センターによる育種技術指導. 森林遺伝育種, 13:112-114
- 日本森林技術協会編 (2001) 森林・林業百科事典. 丸善出版, 1236p.
- 玉城雅範・伊藤俊輔・喜友名朝次 (2015) 沖縄県におけるマツノザイセンチュウによる被害推移と防除対策について. 森林遺伝育種, 4:131-134
- 田中信行・松井哲哉 (2007) PRDB:植物社会学ルルベデータベース, 森林総合研究所

3. 苗木生産方法

- 遠藤利明・山田健 (2009) JFA-150 コンテナ育苗・植栽マニュアル. 平成20年度新育苗・造林技術開発事業報告書. 林野庁, 74-90
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syubyou-1.pdf> (2016年1月6日取得)
- 栗田学 (2024) 日本の林木育種の過去・現在・未来:(2)スギー8採種園とさし木苗木の生産について. 森林遺伝育種, 13:54-59
- 大庭喜八郎・勝田柁 (1991) 林木育種学. 文英堂出版, 337p.
- 林野庁 (2018) コンテナ苗基礎知識. 林野庁
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syubyou-6.pdf> (2025年2月27日取得)

4. 苗木の形質

- 宮崎榊 (1957) 苗木育成法. 高陽書院, 424p
- 宮崎榊, 佐藤亨 (1967) 苗木の育て方. 地球出版
- 宮崎榊 (1968) 苗木の選び方と扱い方. 全苗連

5. 山林用苗木の規格

- 昭和33年12月24日付け33林野造第16622号 山林用主要苗木の標準規格設定について
- 昭和46年2月26日付け46林野業第23号 「種苗事業帳票作成要領および様式」の改定について
- 令和5年5月1日付け5林整第42号 山林用主要苗木標準規格(コンテナ苗)の運用について

参考文献

1. 植物の生理

- 遠藤利明・山田健 (2009) JFA-150 コンテナ育苗・植栽マニュアル. 平成20年度新育苗・造林技術開発事業報告書. 林野庁, 74-90
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syubyou-1.pdf> (2016年1月6日取得)
- 石井弘明他編 (2019) 森林生態学. 朝倉書店, 184p.
- 小池孝良・北尾光俊・市栄智明・渡辺誠編 (2020) 木本植物の生理生態. 共立出版, 235p.
- Osone Y, Hashimoto S, Kenzo T (2021) Verification of our empirical understanding of the physiology and ecology of two contrasting plantation species using a trait database. *PLOS ONE*, 16(11), e0254599
- 林野庁 (2022) コンテナ苗生産の手引き. 日本森林技術協会, 78p.
- 森林立地学会編 (2012) 森のバランス—植物と土壌の相互作用. 東海大学出版会, 300p.
- 森林総合研究所編 (2009) 森林大百科事典. 朝倉書店, 644p.
- 寺島一郎 (2004) 植物生態学. 朝倉書店, 431p.
- 寺島一郎 (2013) 植物の生態—生理機能を中心に—. 裳華房, 2013
- 全国林業改良普及協会編 (1983) スギのすべて. 新版. 全国林業改良普及協会, 629p.

2. 主要な林業用樹種の特徴

- 浅川澄彦 (1981) 日本の樹木種子—針葉樹編. 林木育種協会, 150p.
- 苧住昇 (1979) 樹木根系図説. 誠文堂新光社, 1121p.
- 栗田学 (2024) 日本の林木育種の過去・現在・未来：(2)スギ—8採種園とさし木苗木の生産について. 森林遺伝育種, 13:54-59
- 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, 103:105-116
- Osone Y, Hashimoto S, Kenzo T (2021) Verification of our empirical understanding of the physiology and ecology of two contrasting plantation species using a trait database. PLOS ONE, 16(11), e0254599
- 佐藤敬二編 (1971) 新造林学—造林の理論と実際. 地球社出版, 466p.
- 佐藤大七郎・堤利夫 (1978) 樹木—形態と機能. 文英堂出版, 309p.
- 森林総合研究所編 (2009) 森林大百科事典. 朝倉書店, 644p.
- 杉本順一 (1987) 世界の針葉樹. 井上書店, 302p.
- 寺田 (1980) 土壌の堅密度と樹木の根系生長. 日林誌, 62(4):153-155

3. 苗木生産方法

- 藤原優里・大平峰子・坪村美代子 (2024) 林木育種センターによる育種技術指導. 森林遺伝育種, 13:112-114
- 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, 103:105-116
- 大平峰子 (2024) 日本の林木育種の過去・現在・未来：(2)スギ—9種苗木生産. 森林遺伝育種, 13:91-95
- 林野庁 (2022) コンテナ苗生産の手引き. 日本森林技術協会, 78p.
- 森林総合研究所編 (2009) 森林大百科事典. 朝倉書店, 644p.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

3

苗木の生産方法と技術

1. 生産目標の設定

苗木の生産に当たっては、まず生産する樹種、本数、何年で出荷するか、どの方法で生産するかといった、生産目標を定めることが必要である。生産目標は、苗畑等の苗木生産を行う場所の条件、生産者自身の育苗技術力、需要者の意向等を考慮して定めることとなる。

なお、苗木の需要量は、都道府県に設置された林業用種苗需給連絡協議会(第1部巻末資料「6. 林業用優良種苗生産流通推進要綱」による設置)によって、都道府県内の伐採計画や森林組合などからの要望数量が取りまとめられている。なお、全国を7つのブロックに分けて、林業用種苗需給連絡協議会が設置されており、区域内における苗木生産に関する情報交換を行い、種苗(種子-苗木)の生産量や種子供給等に関する協議を行っている。

生産目標の設定に当たっては、以下の経営条件にも留意することが重要である。

- ① 常に地力の維持を心がけること
- ② 病虫害等の被害の防除に努めること
- ③ 生産規模に見合った労働力の確保
- ④ 生産規模に見合った機械や道具(メンテナンス含め)の導入の有無
- ⑤ 社会情勢により求められる苗木の特性等(抵抗性、少花粉性など)への対応
- ⑥ 毎年気候条件等が異なることから、苗木をよく観察・記録をして、その結果を踏まえ問題点を把握し、より良い苗木づくりを目指すこと



写真3-1 | 常に苗畑等を見回り、苗木の状態をよく観察すること(徳島県 提供)

2. 苗畑等の立地条件

苗木生産を始める場合、実際にどこで苗木生産をするかの検討が必要である。

以下を参考に検討し、苗木生産を行う場所を選定するとよい。

- ① 地形が平坦または緩傾斜(4°程度)で均一であること
- ② 地下水の確保が可能で、排水がよく、雨水が停滞しないこと
- ③ 日当たりがよいこと
- ④ くぼ地など霜の降りやすい地形ではないこと
- ⑤ 風当たりが強くないこと
- ⑥ 交通の便が良いこと
- ⑦ 労働力が得やすいところ
- ⑧ 電源の確保ができること

①については、傾斜が大きいと豪雨時に土壌が侵食されたり、養分が上部から下部に移動したりすることから苗木の生育に差が出るためである。②、③については、植物の生産の最も不可欠な水分と光を確保するとともに、地下水利用によるコスト軽減のためである。ただし、ポンプなどを利用することから、電源が取れることも必要である(⑧)。④については、寒害や風害によって、苗木が持ち上げられたり、苗木の先枯れなどの被害が発生したり製品としての価値がなくなることを避けるためである。⑤については、苗木が乾燥して枯れるのを避けるためである。

⑥については、苗木の管理、輸送等の利便性のためである。⑦については、苗畑設置予定の場所にもよるが、⑥の条件も加味しなければならない。

3. 苗畑の土壌条件

裸苗生産を行う上で、苗畑の土壌条件は重要であり、以下の要件にあてはまる土壌を選ぶ必要がある。

- ① 地力が十分にあること
- ② 土壌が深く、腐植質に富む壤土ないし埴壤土であること
- ③ 土壌中に石礫が少なく、土壌が重粘土ではないこと
- ④ 保水性、透水性、通気性がよいこと
- ⑤ 腐敗菌や害虫がいないこと

スギ・ヒノキでは壤土ないし埴壤土、アカマツ・クロマツでは壤土がよい。

重粘土がよくない理由は、通気・排水が不良であるためである。湿れば粘り、乾けば固まり、根の伸長を阻害するため、苗畑には不向きである。

砂土があまりよくない理由は、養分や水分の持ちが悪く、乾燥しやすいためである。砂土であっても灌水が十分であれば、根系の発達もよく、壤土の場合とあまり変わらないが、肥料の流失や水分供給が不十分な所での砂土や砂壤土では根系の発達が不良となるため、苗畑には適していないといえる。

土壌は保水性、透水性、通気性のよいことが必要条件である。水はけの良好な土地がよく、排水が不十分で雨水が停滞しやすい土地は、避けるべきである。やむを得ず使用する場合は、高畝や暗渠(地下に通水空間を設けること)の設置等により排水をよくするほか、ヒノキ苗の生産を行わないなど、生産樹種に留意する。

種子をまき付けるための苗床は、床替えの苗床よりも管理に手間がかかるため、苗畑のうち、なるべく便利で病虫害等の被害が少ない場所を選ぶとよい。

さし木苗を苗畑で生産する場合は、第一にさし床の用土としてできるだけ適した土壌を苗畑として選ぶことが必要になる。全国各地に広く分布する黒ボク土は、実生苗の苗畑としてもよく用いられ、さし床の用土として比較的適しているものが多い。また、新鮮な赤土で排水・通気の良いもの、その他分布

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

範囲は狭いが鹿沼土やゴロタと呼ばれるものに類する火山性堆積物などのある土地も一般にさし木に適している。

このような土地が利用できない場合は、排水・通気の良い砂質壤土の畑土を選ぶか、川砂や山砂などを混入して理学的性質を改良することによって、適切な用土を備えたさし床を用意する必要がある。

しかし、それでもさし床として不適切な場合は、露地さしの候補となる土地の土壌を鹿沼土や赤土とともに育苗箱などに詰め、増殖する樹種のさし穂を20本ほどさし付け、十分な水分管理を行ない、さし床の用土として適するかを判断されたい。

コンテナ苗生産を行う場合は、培地を使用する。畑土などの土壌は、重く、コンテナ壁面との間に粘着力が働くことで、コンテナ容器から苗木の抜き取り作業が困難になり、さらに病害等の発生源となるためほとんど使わない。

4 実生裸苗の生産方法

実生裸苗の作業工程

実生裸苗生産は、以下のような作業工程で進めていくことが一般的である。

本項においても、この作業工程の順に沿って説明していく。

実生裸苗



1. 苗床の準備

実生裸苗



01 土づくり

良い苗木を生産するポイントの一つが、苗床の準備段階で土づくりに力を入れることである。

以下に、土づくりの手段をいくつか紹介する。土壌の条件や種類、気象などによって、手段や肥料の種類・量等を決定するとよいが、耕耘や元肥の施用、病虫害予防のための土壌消毒などはできる限り行うことが望ましい。なるべく連作を避け、苗畑の効率的な利用を行うため、苗畑を3分割し、1番目の区画を休閑地として緑肥栽培、土壌消毒、酸度調整等を行い、2番目の区画を播種床等で利用し、3番目の区画で通常の苗木生産を行い、毎年ローテーションする方法もあるので、苗畑の規模によって参考にされたい。

1 休閑地

休閑地は、緑肥栽培や堆肥の投入により、連作による地力低下の回復を図ると同時に、病原菌の蔓延回避、深根性雑草などの駆除、水はけの悪い場所は排水のための暗渠の確保など、苗畑環境の改善を図るようにする。

2 連作

スギ、カラマツ、アカマツなどは、連作障害はあまり現れないが、病虫害駆除(特に土壤線虫)や施肥に注意する必要がある。

ヒノキは、2年以上連作すると生育が落ちる傾向があり、なるべく連作を避け、他の樹種や他の作物と輪作することを推奨する。

3 緑肥栽培

土壤の物理性の改善と有機物の増加、優良な微生物を繁殖させることを目的に行う。

緑肥植物は多くの種類があり、農業分野では目的によって使い分けている。苗畑作業において利用される緑肥として、マリーゴールドは、土壤線虫に対して根から殺虫作用のある物質を分泌するため、線虫の蔓延を防止する効果がある。ダイズは、根に根粒菌を持ち、空気中の窒素を取り入れて固定するため、植物体の窒素含有量が高く、土壤の分解も容易で肥効が高い反面、コガネムシがダイズの葉を好んで飛来してくるため、飛来前に耕して土壤燻蒸しておかないと根切り虫が繁殖し、被害を受けることがあるため注意が必要である。

4 土壤消毒

まき付け前や床替え前に、病虫害予防や雑草の根源をなくすため、薬剤による土壤消毒を行う。苗木の立枯病、土壤線虫、根切り虫等の病虫害発生の予防のために、重要な作業である。

播種床の立枯病菌の発生防除のため、焼土(しょうど)をして土壤殺菌することもある。

地温が低いと薬剤の効果が得にくいため、特に寒冷地での使用では、降雪等に配慮し、使用時期を十分に検討する必要がある。



土壤消毒注入機使用の様子(茨城県林業技術センター 提供)

写真4-1 | 土壤消毒



土壤燻蒸(林木育種センター 業務資料より)

5 土壤酸度の調整

土壤改良や肥料の選択は、土壤の性質を知った上で実施すべきであり、そのために苗床の土壤の酸度(pH)を簡易検定(色素法)等で調べる。

日本は降水量が多く、土壤のアルカリ成分が流亡するため、多くの場合で土壤は酸性であるが、生産する樹種の好適pHになるよう、酸性が強い場合は、石灰等を施用し、pHを調整する。中性からアルカリ性の土壤の場合は、色々な害が現れるが、中性からアルカリ性の土壤を好適pHに調整することは容易ではないため、石灰の使い過ぎに注意し、土壤が中性に近くならないように努めること。また、毎年pHを調べ、どの程度改良されたかをチェックする。

参考までに樹種ごとの好適pHを示すと、スギ:5.4~6.2、ヒノキ:5.0~5.6、アカマツ:4.8~5.6、カラマツ:5.2~5.8、トドマツ:5.0~5.5である。

なお、酸度を弱酸性に保つことにより、苗木が土壤中の微量元素を吸収しやすくなる。

6 元肥の施用

苗畑の肥沃度、土壌の特性、前年までの施用実績や過去の経験に基づき、肥料の種類や施肥量を決定する。酸性土壌などの養分に乏しい土壌の場合は、石灰を入れて酸性を中和することに加えて、窒素、リンなどのアルカリ性肥料の施用が効果的である。中性に近い土壌では酸性の肥料を選ぶとよい。

元肥と追肥の割合は、大体年間の必要量に対して、元肥はN:P:K = 6:10:4、追肥は4:0:6とする。

元肥と追肥の時期は、地域の気象、土壌など、苗木の育ち具合を見て判断する。

施用は、苗畑全体に均一に行うようにする。溝状に土を掘って床に堆肥を入れ、その上に肥料を入れて覆土して床固めをする方法と、良質の堆肥と肥料をよく混ぜて土中に打ち込む方法がある。

7 有機物等の施用

堆肥等の有機質肥料には土壌改良効果と肥料効果がある。土壌の腐葉土などの有機物を施用してpHを調整する。未完熟堆肥は完熟に向かう際に窒素が必要となり、一時的に周辺から窒素欠乏等が起こるため、堆肥は完熟したものを使用する。なお、堆肥等の有機質肥料には、微量元素が多く含まれており、例えば堆肥には窒素、リン酸、カリウム、カルシウム、マグネシウムなどの多量要素だけでなく、鉄、亜鉛、銅、マンガン、ホウ素などの微量元素が比較的バランス良く含まれている。

8 耕耘

耕耘は、土壌構造を改善することにつながる育苗の大切な基礎作業である。

耕耘することで単粒構造から団粒構造の土になり、保水力や通気性、通水性が向上し、苗木の根の発達を促進させる効果がある。

耕耘時期は、一般的には秋耕を行う。雑草の根部と越冬害虫を露出させ、寒風にさらすことで防除効果がある。

積雪地帯では、雪圧により土壌が固く締まるため、春耕を行うのが普通である。これにより、より根の張りやすい土壌にする。

耕耘作業は、トラクターや耕耘機等を使用して、プラウでできるだけ深く土壌を掘り返し、ロータリーで丁寧に碎土する。

02 床づくり

床づくりとは、まき付け作業に便利のように、通路とまき付け床面の地ならしをする作業のことである。耕耘後、すぐに一定の距離に溝を切って畝たて(うねたて)を行い、苗床を作る。

床幅や通路幅は、間引きや除草等の育苗管理をする際に、床面のすべての部分に手が届くように設定する。通常は、床幅は1 m程度、通路幅(床と床の間隔)は30～50cm程度以上にする。床の長さは、苗畑の状況に応じて決める。

床(うね)の種類は下記のものがある。



写真4-2 | 床づくり(徳島県 提供)

表4-1 | うねの種類

高うね	うねの高さが地面より15cm以上高いもの
半高うね	うねの高さが地面より9cm以上のもの
平うね	地面とほとんど等しい高さのもの
低うね	地面より6cm以上低いもの

床の種類を選択に当たっては、土性・土壌の軽重と乾湿、苗木の特性等によって決めるべきである。降水量の多い地方は高うねがよく、降水量が少なく乾燥する地方は平うねとする。積雪の多い地方では雪解け時の停滞水を防ぐために高うねとし、寒冷地で冬に寒風がある所では平うねとする。

また、排水のよい軽しような土壌で、水分の透通がよければ平うねとし、排水不良の土壌や湿潤すぎる土地では高うねとする。

床の方向は、傾斜地では床面をなるべく水平にするため、水平方向にするのがよい。ただし、この場合は強雨時に床を流される危険があるため注意する。

床づくりの方法は、縄を張って行う人力の方法と、機械で行う方法がある。クワなどで土を盛り上げ、台形の帯状に整形し、表面をレーキ等で平らにする。

03 床固め

床固めは、種子の定着をよくし、被土を一定にでき、土壌が緩いことによる保水力の減少や、乾燥を防ぎ、根の発達を抑制し、保水力を高めるという効果がある。

砂壤土や軽埴壤土、特に火山灰土では固く締めるようにする。

一方、埴土や埴壤土で強く締めると、通気が悪くなり酸素不足となる

床固め作業は、人力で行う場合は押板やローラーを利用し、トラクターで行う場合はアタッチのローラー等で行う。最初から荷重をかけず、3、4回に分けて徐々に荷重をかけることで床面のひび割れが少なくなる。踏んでも足跡が残らない固さが目安である。



写真4-3 | 床固め(林木育種センター 業務資料より)

2. 種子の準備

ここでは、まき付け前の種子の準備について解説する(種子の採取方法や調整、貯蔵等については、117ページ第2部「6 種子の採取・調整・貯蔵・品質管理」を参照)。

実生裸苗



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

実生裸苗の生産方法

01 種子の取り扱い

種子は、温度と湿度の影響を受けやすいため、種子を入手してからまき付けを行うまで、管理と取り扱いに十分注意する。

特に、貯蔵種子は、温度、湿度に敏感なため、あらかじめ苗床の準備を済ませてから、発芽促進等の種子の準備に入ることが好ましい。貯蔵庫から種子を取り出してまき付けまでに時間がかかる場合は、気温が低く、外気の影響を受けにくい日の当たらない場所で保管する。

種子の取り扱いに当たっては、産地・系統・品種等の区別を明確にし、混合しないように十分に注意する。

02 発芽率の確認

まき付けを正しく行うためには、発芽率を正確に知ることが大切である。その理由は、苗畑にまき付けを行う上でまき付け量に大きく影響するためである。都道府県等(以下「機関」という。)から配布される種子は、原則、機関での発芽率の検定が済んだ種子であるが、参考のために検定された発芽率の確認をするとよいだろう。また、機関の配布後翌年以降に利用する場合には、自力で発芽率を確認した方がよい。

機関が行う種子の発芽試験については、シャーレや切断法、還元法などがあり、種子配布で行われる発芽試験はシャーレによるものである(117ページ第2部「6 種子の採取・調整・貯蔵・品質管理」を参照)。

03 まき付け量の算定と最終仕立本数

苗木生産を効率的に行い、品質を保つためには、まき付け密度を適切にすることが重要である。**適切な密度でまき付けると、健全な幼苗が育成でき、床替え可能な苗木の割合が高まる。**

まき付け量の算定は、以下の算式で求める。

種子の産地ごとに発芽検定をし、まき付け量を決定する。乾燥重量で算定しているため、発芽促進処理をする前に秤量することが大切である。

$$\text{まき付け量 (g/m}^2\text{)} = \frac{\text{⑥最終仕立本数/m}^2}{\text{①1gのタネの粒数} \times \text{②純量率} \times \text{③発芽率} \times \underbrace{\text{④成苗率} \times \text{⑤保存率}}_{\text{残存率}}} \dots \text{式1}$$

上記の式1の①②③は入手した種子の計数と重量測定(①)、夾雑物を除く前後の重量の比較測定(②)及び発芽検定(③)を行うことによって求められる。

④成苗率は、畑地発芽数を理論発芽数で割ったもので、スギでは66%、ヒノキでは65%、発芽数の低い種子では50~60%である。これによって畑地発芽数/m²=①×②×③×④、すなわち計算上発生すべき本数を算定しておいて、実際に発芽されたかを調査検討して翌年の算定の参考とする。

すなわち、成苗率は式2のとおり求める。

$$\text{成苗率} = \frac{\text{畑地発芽数}}{\text{理論発芽数}} = \frac{\text{①} \times \text{②} \times \text{③} \times \text{④}}{\text{①} \times \text{②} \times \text{③}} \dots \text{式2}$$

⑤保残率は、自然消失率と間引き率によって決まる。スギは消失率10~20%、間引き率15~20%

程度で、保残率は60～75%となる。

⑥最終仕立本数は、良い苗木とは根元が太く下枝や根がよく張ったものであるから、まき付け床で過密なものは枝をよく張ることができず、貧弱な苗木になる。最終仕立本数をあらかじめ念頭におき、まき付け量を算定する必要がある。

播種床の最終仕立本数は、次の標準がよいと考える。

表4-2 | 1㎡当たりの樹種別最終仕立本数

スギ1回床替え2年生山出苗	500～600本/㎡
スギ2回床替え3年生山出苗	700～800本/㎡
ヒノキ	800本/㎡
アカマツ、クロマツ、カラマツ	500本/㎡

(注釈) 地域によって床替えの回数と育成年数は異なる。

なお、保残率または残存率には間引きが見込まれている。最終仕立本数がいくらかを標準苗畑で計測し、果たして予定本数が得られたのか、あるいは過剰であったかを検討し、今後のまき付け量の計算と管理の仕方などの参考とするとよい。

04 種子の発芽促進処理

種子の発芽とは、休眠状態にある種子が適当な条件下(湿度、温度、光など)で胚が成長し、発根や展葉が生じることである。

種子の発芽に必要な温度は、最低9℃、最適21～25℃と高温である。

種子の休眠を打破し、発芽を促進する方法は樹種によって異なる。

1 浸水法

種もみネット等目の細かいネットに種子を入れ、種子がよく水に浸かるように大きめのバケツやオケ等に沈め、浮き上がらないように重しをする。スギは2昼夜、アカマツは3昼夜、流水(水道水、井戸水等)に漬ける(溜め水の場合は時々水を替える)。流水処理を行う場合、ホースを底に沈めて流すと常に新鮮な状態で循環する。

2 雪中埋蔵法、低温湿層法

カラマツ、トドマツ、エゾマツなどの樹種は、発芽前に冬季のような環境条件にさらされることで休眠が打破する。例えば、播種前に雪中に埋蔵する(雪中埋蔵法)ことで発芽が促進される(カラマツは50日間、トドマツ、エゾマツは70日間)。必ずしも雪中である必要はなく、吸水した種子を一定期間、低温条件にさらすこと(低温湿層処理)を行うことでも休眠打破が期待できる(具体的な条件は、117ページ第2部「6 種子の採取・調整・貯蔵・品質管理」を参照)。

05 種子の消毒

種子の表面には、発芽後の幼根に悪影響を与える雑菌などが付着しているため、薬剤処理によってこれらを殺菌する必要がある。以下のような消毒方法を実施する。

1 粉衣法

発芽促進処理をした種子の水を切り、陰干しして生乾きの時、適当な容器にチウラム80等の粉剤を

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

実生裸苗の生産方法

種子 1 kg 当たり 3 g 程度入れ、よく振って粉衣してからまき付ける。

2 浸漬法

発芽促進処理した種子をそのままホーマイ水和剤の 200 倍液に 30 分浸漬し、水洗いしないで水切りをし、半乾燥させてからまき付ける。

06 種子の乾燥

種子に水分が付着していると、まき付けにムラが生じるため、まき付けの前日に引き上げ、日光が当たらないところで半乾燥させる。まき付けまでの時間短縮として、洗濯機の脱水槽で水切りをする方法もある。

まき付け当日が雨天等の悪天候で作業ができない場合は、噴霧器で霧をかけて、種子の表面が乾燥しすぎないようにする。

3. まき付け

実生裸苗



01 まき付け

まき付けとは、苗床に種子をまき付ける(播種)作業のことである。

まき付けの時期は、春まきと秋まきとに区分される。

多くの種子の成熟落下時期が秋であることから、秋まきが自然にかなった方法であるが、まき付けてから発芽までの期間が長く、その間に病害等にかかるリスクや、管理の手間もかかることから、春まきが一般的である。

春まきでは、晩霜害を避けるよう考慮する。時期が早すぎると適温になるまでに種子が腐ることがある。目安としては、3月下旬から5月上旬までの、最高気温が20℃を越す日が続くようになる時期がよい。風によって種子が飛ばされたり日中の炎天下は種子が乾燥したりするため、比較的風の影響を受けない早朝で曇天の時間帯に終わらせるようにする。

まき付けの種類は、床面上の種子の分布状態により、平まきと筋まきがある。

平まきは、種子を床面に一様の濃さでばらまく方法で、筋まきは、列状にまき付ける方法である。多くは平まきが行われている。

まき付けの方法は、手まきと機械まきがある。手まきの場合は、種子の重なりがなく、ムラが起こらないように注意する。機械まきは大面積の経営で使うとよく、床づくりからまき付け、覆土までを短時間で済ませることができる。なお、全量をまき付ける前に、1 m²分の種子をまいて、床面に対する種子の量を確認するとよい。

発芽するには、床面や種子に水分があることがよいため、播種床が乾燥している場合は、床覆い等のまき付け作業がすべて終わった後に、土壌へ2～3 cm しみ込む程度灌水するとよい。



写真4-4 | まき付けの様子(東京都山林種苗緑化樹生産組合提供)

まき付けに当たっては、標示板等を前もって準備しておく。まき付け年月日のほか、産地・系統・品種等を記入して播種床に標示することで、混合しないようにする。

02 覆土

水分、温度、日光から種子を保護し、種子の飛散を防ぐため、まき付け後ただちにまいた種子の上に土を被せる作業を覆土(ふくど)という。

幼芽は、種子内に貯蔵された養分だけで地上に出てくるため、覆土が極端に厚すぎると、温度不足により発芽に影響し、地表面に出る前に養分を消費し力尽きて枯死してしまう。

一方、覆土が薄すぎると、幼根が十分に発達しないうちに芽が地上に出てしまい、貯蔵養分のほとんどが地上部にある状態となり、地下部の発達が不良になるため、覆土の量には十分に注意する必要がある。

用いる覆土は、ふるい(3~7mm)で粒土調整し、かつ殺菌処理した細土や黒土とし、ふるい等を用いて種子が見え隠れする程度(種子の厚さの約2倍)にかける。特に風に飛ばされやすい小粒種子は、まき付け後すぐに覆土するよう心掛ける。



写真4-5 覆土の様子(林木育種センター 業務資料より)

03 床覆い

発芽期間の長いものや、小粒種子の場合は、覆土をした後、藁やコモ、寒冷紗等で床覆い(とこおおい)をする。これは風雨などによる種子の移動防止や、湿度を保って(乾燥防止)、発芽を良くすることはもちろんのこと、発芽直後の直射日光を防ぎ、強風や豪雨を緩和して幼苗を保護して成長を促すためである。

床覆いの方法は、藁やコモ、寒冷紗などがある。

藁で覆う場合は、1本ずつ並べるような厚さにするとよい(あまり厚くすると、過湿のため首腐れ病などを誘発する)。コモで覆う場合は、風に飛ばされないよう縄を張ってピンで固定する。寒冷紗を床覆いに用いる場合は、床覆いの目的が終わった後は、これを上げてそのまま日覆いに使えるため、便利である。またマツ等では、鳥による種子の食害防止の目的もあるため、寒冷紗の中に鳥が入らないようにピンでしっかりと押さえる。



写真4-6 床覆い(東京都山林種苗緑化樹生産組合提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

実生裸苗の生産方法

床覆いの除去は、覆い藁の場合は、3回に分けて取り除く。1回目は発芽し始めて5～7日目に全量の3分の1程度を抜き取る。さらに発芽が旺盛になった時、残りの2分の1程度を取り除き、発芽後3週間で残りの全部を取り除く。コモや寒冷紗の場合は、発芽後に除去する。

発芽の時期は、発芽力の特に強い種類のものや、発芽促進処理を行ったものは、まき付け後2週間くらい、一般的には、スギ、ヒノキはまき付け後2～4週間くらい、カラマツはまき付け後3週間、アカエゾマツやトドマツは1か月後くらいまでの間に発芽がみられるものが多い。

除去が遅れると、発芽した苗木がカイワレのような弱い苗木になるため、除去の時期に注意する。



写真4-7 | 発芽したばかりの苗木(林木育種センター業務資料より)

04 日覆い

藁やコモなどで床覆い後または床覆いを除去後に、必要に応じて寒冷紗等で日覆いをする。

日覆いは、発芽後の水分、温度、日光の調節をし、直射日光を避けたり、また保温と保湿の働きをしたりするため、発芽を揃えることができる。またマツ等では、鳥による種子の食害防止の目的もあるため、寒冷紗の中に鳥が入らないようにピンでしっかりと押さえる。

日覆いが必要な場合として、晩霜のおそれのある場所では早めに設置する。

また、スギ、ヒノキ、カラマツ、トドマツ、エゾマツなどの小粒種子から発生した稚苗には、日射が強く、かつ乾燥する時に日覆いが必要な時がある。アカマツ、クロマツは陽樹であるため、一般的には日覆いは不要である。

このように、日覆いは全ての樹種に絶対に必要なものではなく、覆うことで害になることもある。樹種の特性、苗床の種類、気象、土性、苗木の成長状況等で加減が必要である。

日覆いの方法は、寒冷紗等を用いる。寒冷紗等を床面から約50cmの高さに設置し、遮光度が40～50%程度がよい。

日覆いは、霜の害が回避でき、幼苗が自立できる状況を確認して、取り除くことになる。なお、寒冷紗等の日覆いは、豪雨等による苗木の転倒等を防ぐこともできる。

日覆いの除去は、8月中旬頃から苗木に陽光を徐々に長く当てるようにし、遅くとも8月下旬までには日覆いを取り外す。



写真4-8 | 床覆いと日覆い(島根県 提供)

4. 育苗管理

実生裸苗

1. 苗床の準備

2. 種子の準備

3. まき付け

4. 育苗管理

5. 床替え

6. 出荷

播種、発芽後の苗木管理のため、苗床等の見回りを行う。苗木に十分水が足りているか、病気などの害に遭っていないか等、日々の苗木の状態を観察することは、より良い苗木を生産するために重要な作

業である。

01 灌水

苗木に水を与えることは、適度な場合は苗木の旺盛な成長につながる。

一方で、不十分な場合は乾燥・枯死を招くことから、灌水は苗木生産の中で非常に重要な作業である。

灌水の頻度は、裸苗生産では、苗木の組織をなるべく硬くし、耐乾・耐寒性を大きくし、活着率を高くするため、灌水は日照りになるまで行わない方がよい。しかし、あまり苗木を弱らせると成長が悪くなり、病虫害などに対する抵抗力が弱くなるため、半月も日照りが続くような場合は適当な時期に灌水を行う。

長雨や一時的に多くの降雨があると、水分が苗床に停滞し、苗木が水浸しになって根腐れを起こすことがあるため注意する。

このように、灌水は苗床の自然環境のほか、苗畑の面積、水利(農業用水・井戸水・水道水など)と水供給量、樹種等の違い等を考慮して行う。

02 除草

苗床に雑草が繁茂すると、苗木の生育に必要な水分・養分が奪われるだけでなく、地上部の通光・通風をさえぎり、光合成・蒸散作用を妨げて苗木の生育に悪影響を及ぼす。

また、病菌・害虫の発生・繁殖の誘引となり、大きな被害を受ける可能性がある。そのため、雑草が大きくなる前に、早めの除草を行う。

一方、夏に急激に除草すると苗木は乾燥の害を受けることがあるので注意が必要である。

除草は、裸苗生産の重要な育苗管理の一つであり、除草作業の進め方によって、年間でかかる労力の大半を占めるほど苗畑経営の大きなポイントの一つである。

除草の適期や、雑草の種類にあった除草剤の使用など、効率的に工夫して除草作業を実施していく必要がある。重要なことは、なるべく雑草を発生させないよう、早め早めの除草を心がけることである。

除草の適期は、雑草の種子が落ちる前で、少し早めに完全に除草すれば、数年で雑草をかなり減らすことができる。

除草の方法には、手取り、中耕、薬剤使用などがある。ほとんどの苗畑で除草剤が使用されているが、多くの苗畑除草剤は、種子の発芽や幼芽の成長などを阻害して雑草の生育を抑えるもので、雑草の発生前ないしは雑草発生初期段階の散布でないと効果が乏しいため、手取り除草も交えて行っているのが実情である。

手取りの場合は、雑草が小さいうちに、苗木の根を傷付けないよう、雑草のみをそっと引き抜く。土が多少湿っている時に行うとよい。月に1度程度は行う。

中耕の場合は、固く締まる土壌では、数回中耕すると、土壌の通気・通水性が良くなり、根をよく発達させ、肥料分の吸収を助けるのみならず、除草の効果もある。雑草が見えないうちに耕耘を兼ねた除草をし、その上で除草剤を散布すると効果が一段と高い。

除草剤の場合は、まき付け床での1回目の散布は、種子をまき付けて覆土した後に行う。土壌消毒を行った場合は、雑草の伸びが少ない場合があり、初回の散布は省略することができる。



写真4-9 | 除草の様子(徳島県 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

実生裸苗の生産方法

床替え床での1回目の散布は、床替え後3～7日経ってから実施する。

なお、初めて除草剤を使用する場合は、試験的な使用によって除草の効果や薬剤が与える影響などを確かめながら、効果的な活用を図っていくことが必要である(詳しくは260ページ「12 雑草の対策」を参照)。

03 追肥

窒素やカリウムは土壤中に固定しづらく、施用後の流出量が多いため、元肥だけでなく追肥として施用する必要がある。追肥は苗木の生育状況に応じて、土壌や気象条件などによって加減しながら、適宜、追加で肥料を施す。

追肥の種類と時期は、まき付け後の生育初期は、リン酸を多く消費し欠乏症になりやすいため、6月下旬の生育初期にリン酸肥料を施用する。

6月から8月上旬にかけて苗木の成長が足りない場合は、尿素や硫酸などの窒素肥料を施用する。一方、窒素肥料の8月上旬以降の施用は軟弱徒長苗になるおそれがあるため、施用しない。8月中旬から9月頃、根切り後に細根の発生を促すため、カリウムの多い肥料を施用する。

化学肥料を施す場合は、肥料焼けを起こすことがあるため、以下のことに注意する。

- ① 苗木から少し離す
- ② 葉にかからないようにし、かかったら払う
- ③ 朝露などで葉が濡れているときは施用しない



写真4-10 | 追肥の様子(富山県 提供)

04 間引き

間引きは、下枝が張った良い苗木を生産するため、最終仕立本数を人為的に淘汰する作業である。

間引きの対象となる苗木は、密生している部分の苗木、発育不良苗、徒長苗、形質不良苗、病虫害の被害苗等である。



写真4-11 | 間引き作業(林木育種センター 業務資料より)



間引きの回数は、3回に分けて行う。

間引きの時期は、1回目は、本葉が出揃い、スギでは苗高が3cm程度になった時、2回目は、6月

下旬から7月下旬頃、枝が2～3本生じて交叉するようになった時、3回目は、7月下旬から8月下旬頃とする。

生育後期に急な間引きを行っても、カイワレのような徒長した苗木の状態となり、形質が悪く、不揃いになるため、適期に適度な間引きを行うことが重要である。

間引き率は、発芽本数の20～30%程度とする。これは、間引く本数の総数であり、1回目は、全間引き量の40%程度を間引き正常な苗木に揃える。2回目は、30%程度を間引く。3回目は、最終仕立本数を目標として、30%程度間引く。この時多めに残しておき、8月下旬から9月に行う根切り作業の際に、大きい苗木を間引いて床替えするとよい。

なお、苗畑で発芽した本数の調査方法は、針金等で10cmの正方形を作り、播種床内の平均的な場所に置き、枠中の発芽本数を調査する。最低でも3か所は調査し、その平均を取るとよい。

例として、1㎡当たりの最終仕立本数(172ページ「2. 種子の準備」「03 まき付け量の算定と最終仕立本数」を参照)を基準として、発芽本数調査の結果から実際に間引く本数を計算すると次のようになる。

例 最終仕立本数を600本/㎡とし、苗畑1㎡当たりの発芽本数が750本であった場合、その20%となる150本が間引き本数となる。これは、間引く本数の総数であるため、
1回目は60本(間引く150本の40%)を間引いて690本残す。
2回目は45本(間引く150本の30%)を間引いて645本残す。
3回目は45本(間引く150本の30%)を間引いて600本残すこととなる。

間引きの方法は、残す苗木を傷めないよう、抜き取るよりも摘み取る方がよい。密生苗の間引きはピンセットなどを使うと便利である。

なお、間引き後は十分に水をかけて、土を落ち着かせておく必要がある。

05 根切り

根切りの目的は、根を切断して徒長苗にならないように成長を抑制し目的の大きさに仕立てること、側根と細根の発達を促して根張りをよくするとともに隣の苗木との根の絡まりを防止すること、窒素と水分の吸収を止め寒害にかかりにくいようにすること、出荷前に行うことで掘り取りを容易にすること、根の長さを一定にすることで梱包しやすくすることなどである。また、根切りは根を切るだけでなく、密着した根を浮かす役目もあり、浮かすことで小さな根系を引き抜き、細根の発達を促す役目もある。

根の長さを、どの程度に切るのがよいかは、樹種、苗木の大きさ、根の発達程度、苗床の気候や土質などにより異なるが、一般的にはスギ、ヒノキの1年生苗は、苗高10～13cm位を目標とするため、このサイズに近くなったら実施する。

根切りの時期は、8月下旬から9月中旬頃までに実施することが多いようである。早く根を切った場合や近年の気候下では秋伸びが激しいこともあり、9月下旬にもう一度根切りをしなければならないこともある。また9月下旬の遅い時期に根切りをすると、白根が固まっていないため、移動の際に白根が



写真4-12 機械での根切り(林木育種センター 業務資料より)

傷んで使えなくなることがあるため注意する。根切りの時期に降雨がない場合は、灌水して5～10cm位までよく土を湿らしてから行うように注意する。

根切りの方法は、スキを使った人力作業や、トラクターに切り刃を取り付けた機械を使った方法がある。人力で行う場合において床地が硬い場合などは事前に灌水しておく、スキで差し込むときに楽である。また、トラクターに設置した根切り機を利用する場合も、8～9月にかけて、地下5～7cm位の深さで切り、掘り取りの際に10～12cm位の深さで切る方法がよい。

根切り後に灌水すると、土が落ち着き、苗木が安定する。

06 気象害の対策

冬の寒さが強い地域のみならず、まだ小さい播種床の苗木などは、寒害対策を講じたほうがよいことがある。

晩霜や早霜の害を防ぐには、気象台が発表する霜注意報などに注意し、霜が降りないように寒冷紗をかけるなどで予防するとよい。

土の凍結や凍上の害を防ぐには、土地や苗木を藁などで覆うなどの霜除け対策を行う。



写真4-13 | 霜除け(北海道 提供)

多雪地方で、苗木が雪に埋もれているようなところでは、雪がその役割を果たしているため、霜除けの必要はない。

あまりに寒い地方では、秋に苗木を掘り取り、雪で囲うと安全である。



写真4-14 | 雪囲い(北海道 提供)

07 病虫害・鳥獣害の対策

病害や虫害は、発生してから防除を行うのではなく、発生しないように未然に予防することに重点をおかなければならない。

育苗期間中は、苗木をよく観察し、発生予防のための薬剤散布や、適切な環境下での育苗管理を心がけ、苗木の形態や色、発育状態などに十分注意するとともに、異変が見られた場合は早急に適切な防除対策を実施する。

苗床等に一度病気が発生したら、病害の種類によっては被害苗をできるだけ早く発見し、抜き取り、焼去する。被害の程度が軽くても、思い切って早く処置することで、被害の拡大を防ぐようにする。

苗床等への虫害被害としては、コガネムシの幼虫やガの幼虫が苗木の幹や根を食害する被害がある。

一般的な鳥獣害被害としては、シカ、イノシシ、ウサギ、モグラ、ネズミ、スズメ等による食害などが予想される。動物の侵入を防ぐため、周辺に金網、侵入防止柵などを適宜設置し対処する。

その他、病害については233ページ「10 病害の診断と対策」、虫害については247ページ「11 虫害の診断と対策」で詳しく解説しているので参照されたい。

5. 床替え

実生裸苗

1. 苗床の準備

2. 種子の準備

3. まき付け

4. 育苗管理

5. 床替え

6. 出荷

床替えは、苗木を掘り取って他の床に移植することである。床替えの目的は、植え付け後の活着を向上させ健苗を育成するため苗木に十分な土地と陽光を与えること、根の発達を促し密な根系を作ること、苗高など均一な苗にすること、最終的に山地植栽が容易な形状の苗木に仕立てることである。具体的には、播種床から幼苗を当年に掘り取り仮植を行うか、翌年に掘り取り、準備しておいた他の床に整列して移植することになる。

01 掘り取り

掘り取りとは、床替えをするために、苗木を掘り取る作業のことである。掘り取りは、できるだけ床替え直前に行うことがよいが、適切に仮植できさえすれば、成長期間の終わりごろから春にかけて、いつ掘り取っても差し支えない。しかし、寒さの厳しい時期は低温の害を受けやすいため、掘り取り作業を行わない。雨天での掘り取りは土が粘着して根腐れを起こしやすいため、曇天または晴天時に掘り取る。

掘り取り方法は、機械の場合、床面が湿っている場合は、根切機を挿入して根を浮かしておき、苗木を抜き取る。人力の場合は、スキやスコップ等を深く入れて掘り取る。床面が乾いている場合は、灌水してから掘り取りをする。**浅く掘ってしまうと、細根を傷めてしまうため注意する。**

掘り取った幼苗の根が乾燥すると活着が悪くなるため、直ちにコモ等で覆って根を乾燥させないように十分注意する。



写真4-15 機械による掘り取りの様子(茨城県林業技術センター 業務資料より)

02 選苗

選苗(せんびょう)は、掘り取った幼苗から不良なものを取り除き、形質が良い苗木やサイズ別に選り分ける作業である。病虫害被害苗、根が損傷した苗木等は取り除き、健全な幼苗を大・中・小に選別する。

選苗する場所は、根が乾燥することを避けるため、作業小屋等の風の当たらない日陰の場所とし、日光や風により特に根が乾燥しないように適当な容器に入れて、選苗場所まで運ぶ。

選苗の作業は、できるだけ敏速に行う。

苗木の形状、形質等が良い苗木を選別することはもちろんのこと、苗床ごとに苗木の大きさを揃えて植えることがその後の管理でも便利である。



写真4-16 選苗の様子(徳島県 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

実生裸苗の生産方法

選苗の際は、産地・系統・品種等の混合に十分留意して作業を行うこと。

03 仮植

掘り取り、選苗した苗木を、一時的に植えておくことを仮植(かしょく)という。仮植の目的は、掘り取って床替えするまでの間及び移植まで時間があるときなどに、根が乾燥するのを防ぐために行う。よって、なるべく風当たりの強くない、乾燥しない場所を選ぶことが重要である。

床替えのための仮植は、間接的な作業であり余分な作業となるため、仮植はできるだけ行わないようにすることが賢明である。やむを得ず仮植する場合は、水はけの良い土地を選び、雨天の日を避けて実施する。

仮植の方法は、陸仮植(おかかしょく)は、床に溝を深く掘り(13cm程度)、溝の法面に根元を揃えて1列に並べる。根が曲がらないように、また根元の線が水平になるように土をかけ、苗木の両側を足でよく踏みつける。土が乾いている場合は、仮植後に床全体に散水する。周囲に排水溝を掘って滞水しないようにする。

水に入れておく水仮植は、苗木が特に衰弱している場合などに一時的に行う。スギには適するが、ヒノキには不適である。地域によっては、乾燥しないように湿度管理した冷蔵庫等に保管する場合もある。



写真4-17 | 仮植の様子(林木育種センター 業務資料より)

04 床替え

選苗が終わった苗木は、直ちに床替えするか、泥水を入れた苗木箱に入れるなどして根の乾燥に注意する。

床替えの時期は、春季の成長開始直前か、上長成長が終了して冬芽が形成された時期が適期である。

床替えの床づくりは、幼苗の生産時と同様であるが、床固めは行わず、整地も簡単でよい。



トラクターでの床替えの様子(徳島県 提供)

写真4-18 | 床替えの様子



手作業での床替え(林木育種センター 業務資料より)

床替密度(最終仕立密度)を決定する上で重要なのは、床替えの回数と秋季の枝の張り具合を考慮して床替え幅を決めることである。床替えの疎密は、地力、気候、樹種、床替苗の大小などによって決定する。苗木の大きいものは疎、小さいものほど密、枝を横に広げる性質のスギやヒノキは疎、広げない性質のアカマツ、クロマツは密、陽樹は疎、陰樹は密、また温暖で地味が肥沃であれば疎に床替えする。

参考までに㎡当たりの床替え本数を表4-3に示す。

表4-3 | 標準的な床替えの間隔と1㎡当たりの本数

床替え間隔	㎡当たりの本数	参考
スギ 大 6×6本/㎡	36本/㎡	スギ 大:17cm~
中 6×7 "	42	中:13cm~
小 7×7 "	49	小:7cm~
特小 7×7 "	49	特小:5cm~
スギ 2回目の床替時4×5 "	20	
ヒノキ全部8×8 "	64	ヒノキは大:13cm~、中:9cm~、小5cm~ ヒノキは据え置きのため2回目床替えはしない
アカマツ・クロマツ7×7本/㎡	49	
カラマツ 7×8本/㎡	56	

詳細の形は正方形及び長方形(スギ・ヒノキ(松下 1961)、アカマツ・クロマツ・カラマツ(宮崎 1957))
(林木育種センター 業務資料より)

床替えに当たり、スギ、ヒノキは植えやすいように、床替え前に苗木の大きさに応じて適当な長さに根を切り揃える。この時、**床替え時に使用する移植グワの大きさに合わせて、根の長さを切り揃えておく(10cm程度)、鳥足状や団子状の根の苗木を減らすことに有効である。**

床替えの方法は、手植えの場合は移植グワを用いて行う。植穴を十分に掘り、根を自然に下方に伸びた状態にして植える。**植穴が浅いと、根が途中で横に曲がった苗木(鳥足苗)になったり、丸まった団子状の苗木になったりするため、注意して作業する。**

初めは深めに植え、軽く覆土してから少し引き上げ、クワの背や両手の指先で土を苗木の方にしっかり押しつけて、植穴を詰める。

なお、ヒノキは葉の表を南に向けて植える。



写真4-19 | スギ良苗の根(鳥根) 提供(島根県)



写真4-20 | 根系が十分に発達していないスギ苗(徳島県 提供)



写真4-21 | 根が鳥足状になったスギ苗(岐阜県 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

床替えに当たっては、標示板等を前もって準備しておく。床替え年月日、苗齢、床替え回数、床替え本数のほか、産地・系統・品種等を記入して床替床に標示することで、混合しないようにする。

05 床替え後の育苗管理

床替えしたら、その日のうちに即効性の窒素肥料の薄いものを施用すると活着がよく、成長開始が早くなる。床替え後に床面が乾燥している場合は、灌水する。

その他の床替え後の育苗管理は、176ページ「4. 育苗管理」に準じて行う。

6. 出荷

実生裸苗



土づくり、種子のまき付けから始まり、育苗期間を経て、十分に育った良い苗木を、必要とする造林者に向けて出荷する。



写真4-22 | 出荷前の苗木(徳島県 提供)

01 掘り取り

181ページ「5. 床替え」[01 掘り取り]に準じて行う。

02 選苗

出荷前の選苗は、苗木の形状、形質等について、規格等(都道府県等が定めた規格)に合致する苗木のみを厳密に選苗する。

その他、181ページ「5. 床替え」[02 選苗]に準じて行う。

選苗の際は、産地・系統・品種等の混合に十分留意して作業を行うこと。

03 仮植

182ページ「5. 床替え」[03 仮植]に準じて行う。

04 出荷

梱包(荷造り)、出荷で重要なことは、苗木の損傷や乾燥を防ぐことである。

特に根の乾燥に注意して、掘り取りから梱包まで素早く行うようにする。そのため、出荷日についてあらかじめ植栽地と連絡を取るなどし、出荷直前に梱包できるように準備する。

幼苗を遠方へ運搬する場合は、苗木が傷まないように、また乾燥しないよう入念な梱包をすべきである。

梱包の方法は、一般的にコモ等が使われている。その他、鮮度保持できる苗木用貯蔵箱などがある。苗木の根を中にして、左右から突き合わせ、根が少し重なるようにする。根が乾かないように、根に水で溶いた泥をつけるか、湿らせた藁または水苔で根部を包むなどし、すし巻きにして覆う。

梱包本数は、運搬等の扱いが楽にできるように、あまり大きくなったり重くなったりしないよう、1梱包20～30kg程度とする。梱包に当たっては、本数が分かりやすいように、一束20～25本程度とし、10～15束で1梱包を目安とし、荷崩れをしない程度に縄で縛る。ヒノキやカラマツは400～500本、アカマツは500本がこれまでの標準である。スギについては苗木の大きさにバラツキがあるためコモで包める量を確認し梱包する。

梱包が終わったら、樹種、苗齢、規格、数量、育成場所等を記入した生産事業者表示票を付け、産地・系統・品種等を混合しないようにする。

苗木運搬は、苗木が乾燥したり蒸れたりしないように敏速に行くことはもちろんのこと、出荷側と荷受側両者の密な連絡が重要である。

苗木が植栽地に到着したら、できるだけ早く荷をほどく。植栽がすぐに行われない場合は、苗木が乾燥しないよう、直射日光に当たらない場所に安置または仮植する。仮植地が乾燥していたり、苗木が衰弱したりしている時は、適宜散水する。

同一現場に複数の産地・系統・品種等を出荷した際は、荷ほどき時にも混合しないように十分に注意する。



写真4-23 梱包作業(東京都山林種苗緑化樹生産組合提供)



写真4-24 造林地での仮植の様子(北海道提供)

引用文献

- 宮崎紳(1957)苗木育成法. 高陽書院, 424p
- 宮崎紳, 佐藤亨(1967)苗木の育て方, 地球出版
- 宮崎紳(1968)苗木の選び方と扱い方, 全苗連
- 塘隆男(1973)苗床施肥と林地肥培. 地球出版, 199p.
- 横山緑ほか(1966)林業診断, 農林出版

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

参考文献

- 独立行政法人 林木育種センター (2003)林木育種技術ニュースNo.16
- 一般財団法人 日本土壌協会(2015)有機農業の基礎知識[土づくりと施肥管理] p.77
- 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所(2019)新しいコンテナ苗生産方法の提案, 38p.
- 真部辰夫, 石井邦作(1974)わかりやすい林業研究解説シリーズNo.53 苗床・林地除草剤の新しい使い方. 日本林業技術協会, 56p.
- 松下規矩(1955)まき付および床替作業について. 長野営林局互助会, 130p.
- 松下規矩(1961)造林用苗木の育苗手帳. 東京明文堂, 217p.
- 宮崎榊(1971)生産者のための育苗の原理と技術. 全国山林種苗協同組合連合会, 259p.
- 坂口勝美,伊藤清三(1965)造林ハンドブック. 養賢堂,935p.

5

さし木裸苗の生産方法

さし木裸苗の作業工程

さし木裸苗生産は、以下のような作業工程で進めていくことが一般的である。
本項においても、この作業工程の順に沿って説明していく。

さし木裸苗



1. さし床の準備

さし木裸苗



01 土づくり

さし木裸苗生産の土づくりは、発根に適した土を整える必要がある。

さし穂は発根するまでの間、その切り口や傷口以外からほとんど吸水しないため、さし穂の周辺に常に十分な水がなければならぬ。しかし水が多すぎて停滞すると、さし穂の呼吸に必要な酸素の供給が不足になり、またさし穂が腐りやすくなる。そのためさし床の土壌は保水性、透水性、通気性のよいことが必要条件であり、苗畑に直接さし付ける場合(露地ざし)は、床面が固いとさし穂を傷めるので、あらかじめ耕耘して柔らかくしておくことが重要である。また、さし穂の先端を皮剥がれさせないように、大小にかかわらず石礫等の夾雑物を除く必要がある。

さし床・床替床を含めた苗畑全体としては、168ページ「4 実生裸苗の生産方法」「1. 苗床の準備」「01 土づくり」に準じて行う。

床枠や育苗箱等にさし付ける場合(箱ざし)は、用土は通水性が良く清潔で肥料分がないことが条件になり、鹿沼土、赤土、砂、バーミキュライト等を単体で用いる。中でも鹿沼土は、土壌中の気相、液相、固相のバランスが最も発根に適している。その他、園芸用として流通しているさし木用の培土を用いることもできる。

さし穂の切り口や傷口は腐敗菌に侵されやすい。さし穂の発根に適する温度、湿度が、腐敗菌の繁殖に適した条件でもあるため、さし床の土壌は腐敗菌の多い腐植質の土壌は避けるほか、さし付けの1～

2か月前に、病虫害や線虫予防のため殺菌剤等で土壌消毒を行うとよい。

さし木苗の場合、発根のためには肥料養分が少ない方がよいため、十分に根が形成されるまでには肥料を施用しない。1年で苗木を出荷する場合は、山に植栽後の成長に悪影響が出ないように、体内養分の貯蔵のため、肥料を施用する。

02 床づくり

苗畑に直接さし付ける場合のさし木苗の床づくりは、実生苗の播種床や床替床と同様、さし付け作業に便利のように、通路とさし付ける床面の地ならしをする作業のことである。耕耘後すぐに行い、一定の距離に溝を切って畝たて(うねたて)を行い、さし床を作る。

床幅や通路幅は、育苗管理をする時、床面の全ての部分に手が届くように設定する。通常は、耕耘した畑に、床幅は1m程度、通路幅(床と床の間隔)は30～50cm程度以上、床の高さは5～10cm程度にする。

さし床の種類は、あげ床、平床、低床の3通りがある。これらは土地条件や気象条件によって選ぶ。排水のやや不良の場所ではあげ床とし、やや乾燥しやすい場所では低床とするのがよい。

床枠や育苗箱等にさし付ける場合は、資材等の準備を行う。

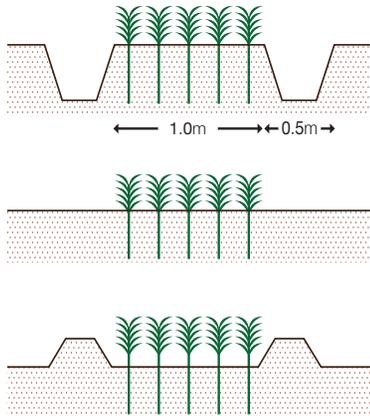


図5-1 | さし床の種類(小笠原)あげ床(上)、平床(中央)、低床(下)



写真5-1 | 床枠(林木育種センター 業務資料より)

2. 穂木の準備

ここでは、さし付け前の穂木の準備について解説する(台木の仕立て方や穂木の採取方法については、137ページ第2部「8 穂木の採取・保存」を参照)。

さし木裸苗



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

実生裸苗の生産方法—さし木裸苗の生産方法

01 穂木の取り扱い

さし穂を加工する前の荒穂やさし穂に加工した時などは、乾燥させないように湿らせたおがくずに埋めたり、切り口を水に漬けたりしておく。あらかじめさし床の準備を済ませてから、さし穂の発根促進等の穂木の準備に入ることが好ましい。

さし穂の取り扱いに当たっては、産地・系統・品種の区別を明確にし、混合しないように十分に注意する。



写真5-2 | 湿らせたおがくずに埋めて荒穂を貯蔵(林木育種センター 業務資料より)

02 穂づくり

穂づくりは、荒穂から余分な部位を除去して切り口を整え、さし穂とする作業である。

採穂木から取って穂づくりしていない状態の穂木を荒穂と呼ぶ。良いさし穂を得るためには良い荒穂を取ることが重要である。荒穂を取る際は、さし穂より長めに取るが、その大きさは採取時期によって違って来る。春ざしの場合は、開芽前のものを選ぶ。秋ざしの場合は、樹液流動が衰え葉の色が濃い緑となり、枝が木質化したものを利用する。

貯蔵する場合は、冬期に入り休眠状態のものが望ましい。

さし床の条件や用土(苗畑、床枠、育苗箱、コンテナ)によって、さし付ける枝の長さは変わるが、通常は写真で示すように、ヒノキの荒穂は40cm程度、さし穂で20cm程度となり(写真5-3)、スギの荒穂は約50cm程度、さし穂は20～30cm程度で(写真5-4)、その3分の1～2分の1の深さまでさし床にさし付ける。

なお、九州地方などでは、40cmと大型のさし穂をさし付け、1年で苗木を生産する方法が広く行われている。このように、さし穂の大きさは育苗年数や発根性の高さ及び育苗する地域によって異なっている。

優良な荒穂を採取するために、下記の諸条件に留意すること(写真5-5)。

- ① 日当たりの良い枝から採取する。
- ② 節間がなるべく均一な枝を採取する。



写真5-3 | 荒穂(上)とさし穂に加工したヒノキ(下) ヒノキは上の写真のように荒穂からさし穂に整える(林木育種センター 業務資料より)

- ③ 前年に結実した枝は採取しない。
- ④ 花芽のある枝は採取しない。
- ⑤ 損傷した枝や病虫害にかかっている枝は採取しない。
- ⑥ 徒長枝(秋伸びを含む)の採取は極力避ける。
- ⑦ 芯が不明瞭または頂端に勢いが無い枝は採取しない。

高木や天然木などの老木から採穂する場合はできるだけ、条件①を重点に採取し、条件②以降については採取後に選別するほうが効率的である。採穂園・採種園(整枝



写真5-4 荒穂(左)とスギさし穂(右)スギは上の写真のように荒穂からさし穂に整える(林木育種センター 業務資料より)



写真5-5 スギ・ヒノキにおいてさし穂に適した枝(中央)と不適な枝(左:徒長枝、右:芯が不明瞭または頂端に勢いが無い枝)の例(林木育種センター 業務資料より)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14



基部を斜めに切る



反対側から浅く切り返す

写真5-6 | (林木育種センター 業務資料より)

剪定時)・若い造林木の山取り等から採取する場合は、上記の条件を考慮し採取する。なお、さし木苗の枝性(苗木にした後に直立せず斜めあるいは地面と並行に育つ性質)を回避するためには、条件⑦に特に注意を払う。ただし、樹種や系統によっては前述の注意を払っても枝性が現れることがある。

さし穂が腐敗すると発根率が落ちるので注意が必要である。穂づくりの段階で腐敗をある程度防ぐことができ、その方法の1つに切り口の処理がある。さし穂を採取する時期によっては、穂木の表皮が柔らかく、案内棒を使ってさし付けを行っても皮がめくれて腐敗に繋がる可能性がある。このため、鋭利で清潔な刃物を用いて写真5-6のような切り返しを行うことで、皮のめくれとそれに伴う腐敗の回避に役立ち、発根性の向上につながる。

03 さし付け本数

さし付け本数は、さし穂の大きさや地方ごとの習慣によって異なる。

発根後地上部とバランスの取れた根系が発達できることが重要であるが、床面に無駄なく効率よくさし木生産ができるよう、葉をつけたさし木の葉先が触れ合う程度を目安とするとよい。

スギの場合、30cmぐらいのさし穂では1㎡当たり100～120本、15～20cmのさし穂では1㎡当たり200～250本ぐらいが適当と思われる。

04 さし穂の発根促進処理

さし穂の発根能力は、樹種、品種等の特性や採穂部位、親木の樹齢、さし穂の年齢、採穂時期、さし穂の大きさ、穂づくりや貯蔵方法などによって差が生じる。また発根は、水分や湿度等の影響を受ける。さし穂の特性を知り、各作業段階で発根を最大にするための最適な手法等を講じることが重要である。

さし木は、発根を促進するための処理を行うとよい。発根促進には、親木全体または採穂枝に処理をする方法と、さし穂を採取後に処理する方法の二つがあるが、ここでは後者のさし付け直前の方法について述べる。

発根促進剤であるオキシベロン液剤(希釈液)の場合は、さし付け前に基部を40倍希釈液に6～24時



写真5-7 | 発根促進処理(林木育種センター 業務資料より)

間(写真5-7)または2倍希釈液に5~10秒間浸漬する。その他の発根促進剤については、使用説明書を参考に利用する。

05 さし穂の消毒

さし穂は、病害に罹っていない母樹や枝を選ぶことで基本的に消毒は必要ないが、目的とする系統の母材に菌類による害がみられる場合は、小さな傷から病原菌が入り込み腐敗することがあるため、汚れを洗い落して清潔にし、傷ついた部分は切り除く。

3. さし付け

さし木裸苗

1. さし床の準備

2. 穂木の準備

3. さし付け

4. 育苗管理

5. 床替え

6. 出荷

01 さし付け

さし付けとは、さし床にさし穂をさし付ける作業のことである。

作業中は、常にさし穂が乾燥しないように注意する必要がある、特に日射と風を防ぐようにしなければならない。

さし付けの時期は、春ざし(青ざし)と秋ざし(赤ざし)が通常である。春ざしは春新芽の活動が始まる前に採取したさし穂を利用する。一般的に腐敗しづらく、発根しやすく、発根後の生育期間が長いいため、春ざしを行うことが多い。さし付けの時期には注意が必要で、芽吹く前が適期であり、新芽が開きはじめてからのさし付けは発根が悪くなるため避ける。秋ざし用に採取したさし穂は、新しい枝葉が充実しており、新芽が徒長することが少ない。一方、

さし付け後に生育期間が十分とれないことから、冬までに発根するためには、9月頃までにさし付けを行うようにする。秋ざしは、暖かい地域や、秋冬期に寒害のない地域が適している。この他に、冬季に採穂を行い低温で貯蔵を行い、翌春に利用する方法がある(137ページ第2部「8 穂木の採取・保存」を参照)。貯蔵した場合、春の繁忙期をずらして行えるため、他の苗畑作業と調整ができる。

さし床の地温は、 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ が適温とされており、 25°C 以上では発根の向上は認められず、 30°C 以上では腐敗が進行する。また、低いと発根率が低下する。この条件に適合する時期に、さし付けを行うとよい。

さし付けの深さは、深くさしすぎると基部切口付近の通気不足により腐敗しやすく、また発根も遅れやすい。一方、浅すぎると、乾燥の影響を受けやすい。さし穂の大きさによっても異なり、普通さし穂の長さの約2分の1~3分の1を土中にさし付ける。

さし付けの方向は、スギやヒノキはなるべく垂直にすると苗形がよくなる。ヒノキでは日射(南)に対して葉表を向けるようにさす。これは、ヒノキの葉裏を南に向けると、成長するにつれて葉表が南に向かってねじれるように成長するためである。また、ヒノキではやや傾けてさす場合もある。



写真5-8 床枠に鹿沼土を入れたさし床で、案内棒で事前に穴を開けてさし付けている様子(林木育種センター 業務資料より)

さし木裸苗の生産方法

さし付け方法の種類を、以下のとおりいくつか紹介する。

露地ざし

屋外の自然条件下である苗畑に、直接さし穂をさし付けて苗木を生産する方法を露地ざしという。この場合、別途発根専用のさし床を準備することもある。

苗畑で行う露地ざしのうち、さし付け方法の違いによって、ねりざしと溝ざしがある。ねりざしと溝ざしの違いは、苗床の幅と植え付け方法である。どちらも、あらかじめ耕耘して柔らかくしておく必要がある。柔らかくした床面にさし穂を直接さし込み、さし付けてから十分に灌水して床土を落ち着かせる。



写真5-9 | 露地ざし(島根県 提供)

ねりざし

ねりざしは、乾燥の影響を受けやすい軽しよう黒ボク土でスギを生産するときに適した方法で、播種床と同じ幅とする。さし穂は発根するまで根がないので、さし床の水分が不足すると乾燥によって枯死する。これを防ぐためにねりざしを行うことが多い。ねりざしは泥ざしともいわれているように、さし付ける床面に、1㎡当たり50～80ℓぐらいの水を注ぎ、さし付けの深さよりやや浅め(約10cm)の土をどろどろに練って苗代状にする(ねり床)。



写真5-10 | ねりざし(島根県 提供)

さし付けの深さは、練った床地よりも2～3cm深くさし付けて、切り口がよく土と密着し、またさし穂が倒れないようにする。

さし付け後は、十分に灌水して床土を落ち着かせる。

この方法は他の方法に比べてさし床の水分条件がよいが、状況に応じて日覆いを設置する必要もある。

さし付け後時間がたつにつれて土が乾燥し、床面に割れ目が出たら、棒などで土を押して割れ目をつぶす必要があり、その後も引き続いて床面を観察して割れ目をふさがなければならない。

溝ざし

溝ざし(みぞざし)は畦ざし(あぜざし)または鍬ざし(クワざし)とも呼ばれる。溝ざしは、小石などが障害となるのを避けながら、列状等に植え付ける。溝ざし用のさし穂は長さ25cm以上の大きなさし穂を用いる。

さし付けの深さは、最初にクワで深さ約10cmの溝を掘り、土壌水分の十分な時は溝の床を足で踏みつけ、十分でない時は多少灌水して溝の床にさし穂を2～3cmくらいさし込んで並べ、クワで初めに掘り上げた土の約80%程度かけて、軽く踏み固め、さし穂の基部を土とよく密着させ、その上で残りの土をかけて平らにする。これを順次繰り返す。

さし付け後は、十分に灌水して床土を落ち着かせる。

箱ざし

箱ざしとは、鹿沼土、赤土、砂、パーミキュライト等の用土を詰めた床枠や育苗箱に、さし穂をさし付ける生産方法である。小規模にさし木苗生産を始める生産者に適した方法である。

それぞれの共通作業として、案内棒を使用して、事前に床面に穴をあけてからさし穂をさし込む方法があり、室内棒ざしとも呼ばれる(写真5-8)。案内棒を使用することでさし穂の基部を傷めず、作業が行える利点がある。案内棒を使用する場合、直径7~8mmの案内棒にあらかじめさし穂の深さよりやや浅目の部位に印をつけておき、この印のところまで案内棒をさし込むようにすれば、穴の深さが一定する。さし穂はこれよりも1cmぐらい深くさすことが大切である。

なお、さし穂を無理にさし込むとさし穂が途中で折れたり、基部の樹皮が剥がれたりして傷めるので徐々にさし穂をさし進めるとよい。

また、さし込みが終わったら、さし穂の切り口と土を密着させ、切り口からの吸水が十分になるようにするため、さし穂が動かないように両手で地際をよく締め付ける。

さし付けに当たっては、標示板等を前もって準備しておく。さし付け年月日のほか、産地・系統・品種等を記入してさし床に標示することで、混合しないようにする。



育苗箱にさし付けた様子



屋外の床枠へ鹿沼土を入れてさし床にした様子

写真5-11 | (林木育種センター 業務資料より)

02 風除け

風はさし穂の蒸散とさし床からの水分の蒸発を促し、さし穂の水分関係に悪影響を及ぼすため、できるだけ防ぐ必要がある。風除けの方法は、寒冷紗等で覆うことである。

一方、高温多湿になることは避けるべきである。そのため、直射日光を防ぎ、適度に換気することが大切である。



写真5-12 | 風除け(徳島県 提供)

03 灌水

さし穂は根がないため、さし付け直後は根のあるものよりも蒸散量が特に多く、その後徐々に減って、1週間ぐらいすると根のあるものよりも蒸散量が少なくなり、一定の落ち着いた状態になる。そのため、さし穂をさし付け後、発根するまでの間は水分収支が不安定な状態にあり、この間は十分に灌水を行って、さし穂を乾燥させないように注意しなければならない。ねりざしの場合、さし付け直後は、さし穂と床土との間に隙間が残らないよう、十分に灌水を行い、床土を落ち着かせることが重要である。特にスギ、ヒノキ、マツ類など葉を持ったさし穂では、蒸散量が著しい。蒸散量が一定の落ち着いた状態になるさし付け後1週間程度は、十分灌水を行って、さし穂を乾燥させないように注意しなければならない。さらに発根するまでは灌水を慎重に行う。

砂を用いたさし床は、灌水が十分であれば細根が多く出やすい環境であるが、乾燥しやすい。

鹿沼土を用いたさし床は、鹿沼土に十分灌水し、粒の内部まで水を吸収させてからさし付ける。砂床や鹿沼土は、十分な水分を保てるように定期的に灌水する必要がある。

灌水の頻度は、ねり床は、常に観察し表層が乾燥し土中水分が少なくなってきたら灌水する。ひび割れになった場合は枯死することがあるので注意する。

砂のさし床は、スプリンクラー等の灌水設備を利用して定期的な水やりを行うと労力がかからない。なお、日当たりによっては高温となり水分が不足することで枯死に陥るので注意する。

鹿沼土のさし床は、粒状であり粒内に水分を含んでいるため、砂のさし床よりさし穂の水分は保持できるが、粒間の水分は速やかに排出されるため、砂のさし床の場合と同様スプリンクラー等の灌水設備を利用するとよい。

排水のよくないさし床では、滞水・過湿による腐敗に注意する。

4. 育苗管理

さし木裸苗



01 日覆い

さし付け作業後、直ちに寒冷紗等をさし床の上に取り付ける。日覆いは、直射日光を避けることで根を持たないさし穂の蒸散や上長成長を抑え、切り口のカルスの形成ならびに発根を誘導するために設置する。特にさし付け直後から2週間くらいまでの間は蒸散量が高く、この期間の管理がさし木生産では最も重要で、発根の良否を決める。

日覆いの方法は、さし付け直後の日覆いは、さし穂から30～40cm程度離して寒冷紗等を設置する。あまりに低すぎるとさし穂が蒸れやすくなる。

発根後は、日覆いを高く上げる。

さし付け後の発根の時期は、発根力の特に強い種類のものや、オーキシン処理等の発根促進処理を行ったものは、1か月半くらい経過した後であるが、地域や施設の有無など、温度によってかなり遅い場合も多い。



写真5-13 | 日覆い(林木育種センター 業務資料より)

日覆いの除去は、さらに根系が発達すれば、徐々に苗木を陽光に慣らし、日覆いを取り除く。春ざしの場合は、活着後の7月頃が目安となる。

発根し終わらないうちに日覆いを除去すると、夏の乾燥高温期に枯死しやすいため、発根状態をよく見極める。

屋内で育苗している場合は、外部の環境へ徐々に近づけ、順化させていく。

02 除草

雑草は、さし穂の蒸散を抑え、床面からの水分蒸発を防ぐ一方、さし穂の発根後は、雑草の根がさし木苗の根と競合を起こし、根の発達を阻害するため、除草が必要となる。

除草の方法は、さし穂を動かさないように除草するためには、除草剤の使用がよい。手取りの場合は、さし穂を浮き上がらせないように、手でさし床面を押さえ、反対の手で抜き取る。

除草の適期は、発根前の除草は行わない。発根後、雑草が小さいうちに取り除くのがよい。大きくなると抜き取る時にさし穂が動いて土壌とさし穂の切り口の接触が悪くなり、さし穂の吸水に悪い影響を及ぼす。

03 追肥

ねりざしや溝ざしのようなさし床で大型の穂をさし付ける方法では、1年で苗木を出荷できる場合がある。山に植栽後の苗木の成長に悪影響が出ないように、体内養分の貯蔵のため、発根後に液体肥料などを施用するとよい。

04 枯死苗の除去

発根後に、腐敗等により枯死した苗木は、さし床の他の苗木にさらなる腐敗をもたらす原因となるため、枯死した苗木は早く取り除く。

腐敗の兆候がみられる場合は、樹木適用がある農業用の抗生物質等を散布するとよい。

05 根切り

179ページ「4 実生裸苗の生産方法」4. 育苗管理」05 根切り」に準じて行う。

06 気象害の対策

180ページ「4 実生裸苗の生産方法」4. 育苗管理」06 気象害の対策」に準じて行う。

07 病虫害・鳥獣害の対策

180ページ「4 実生裸苗の生産方法」4. 育苗管理」07 病虫害・鳥獣害の対策」に準じて行う。

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

さし木裸苗の生産方法

5. 床替え

さし木裸苗



スギのさし木の場合、九州地方では大きなさし穂をさし付け、1年で出荷することもあるが、あまり暖かくない地域のさし木や、発根性の高くないさし木は、根が十分に発達しておらず、1年での出荷は難しい。また、ヒノキのさし木は、一般的に1年で出荷することは難しい。このような規格に達しない樹種やさし木苗は、床替えを行う。

さし木苗の床替えの時期、密度、床替えの方法等は、実生苗の床替えとほとんど同じであるが、床替えの床づくりにおいて、元肥を十分に施すことが重要である。

01 掘り取り

11月上旬から下旬にかけて、掘り取りを行う。

その他の作業は、181ページ「4 実生裸苗の生産方法」「5. 床替え」「01 掘り取り」に準じて行う。

02 選苗

根の本数が多く、十分に木質化した苗木を選び分け、根の本数が著しく少ない苗木は破棄する。

その他の作業は、181ページ「4 実生裸苗の生産方法」「5. 床替え」「02 選苗」に準じて行う。

選苗の際は、産地・系統・品種等の混合に十分留意して作業を行うこと。

03 仮植

182ページ「4 実生裸苗の生産方法」「5. 床替え」「03 仮植」に準じて行う。

04 床替え

砂や鹿沼土を利用して生産したさし床の苗木は、白根だけの状態であり、土の環境に対応していない。土になじませるため、発根後の秋や翌春に床替えを行い1年間苗畑で管理する(順化)。また、ねり床で出荷できなかった苗木などを維持するため、床替えを行うこともある。

その他の作業は、182ページ「4 実生裸苗の生産方法」「5. 床替え」「04 床替え」に準じて行い、元肥は十分に施しておくことが望ましい。

05 床替え後の育苗管理

184ページ「4 実生裸苗の生産方法」「5. 床替え」「05 床替え後の育苗管理」に準じて行う。

6. 出荷

さし木裸苗



01 掘り取り

181ページ「4 実生裸苗の生産方法」5. 床替え「01 掘り取り」に準じて行う。

02 選苗

184ページ「4 実生裸苗の生産方法」6. 出荷「02 選苗」に準じて行う。

03 仮植

182ページ「4 実生裸苗の生産方法」5. 床替え「03 仮植」に準じて行う。

04 出荷

185ページ「4 実生裸苗の生産方法」6. 出荷「04 出荷」に準じて行う。

参考文献

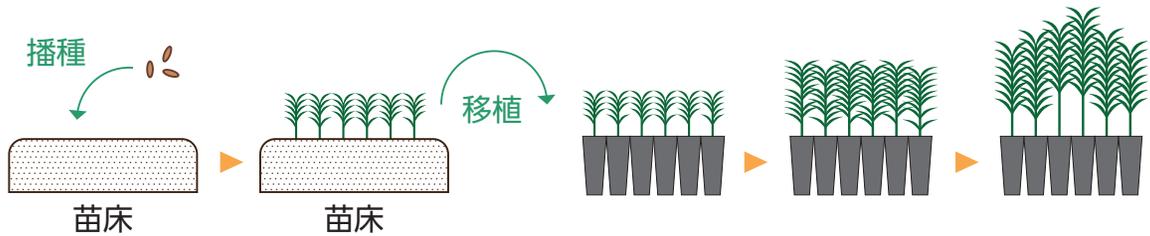
- 宮崎榊(1957)苗木育成法. 高陽書院, 424p.
- 宮崎榊(1971)生産者のための育苗の原理と技術. 全国山林種苗協同組合連合会, 259p
- 森下義郎, 大山浪雄(1973)造園木の手引／さし木の理論と実際. 地球出版, 367p.
- 大平峰子他(2016)用土の理学的性質がスギのさし木発根性に及ぼす影響. 日林誌98:265-272
- 地方独立行政法人 青森県産業技術センター林業研究所(2020)カラマツさし木苗生産の手引き—苗木増産に向けて—12p.

6 コンテナ苗の生産方法

1. コンテナ苗の生産方法の概要と特徴

コンテナ苗を生産する方法にはいくつかの方法がある。本テキストでは、実生苗の生産方法として、幼苗移植法、毛苗移植法、プラグ苗移植法、直接播種法、またさし木苗の生産方法として、さし木苗移植法、直さし法の生産方法を取り扱うこととし、本項ではそれぞれの概要と特徴を紹介する。詳しい生産方法については、208ページ「7 実生コンテナ苗の生産方法」及び226ページ「8 さし木コンテナ苗の生産方法」を参照されたい。

01 幼苗移植法



幼苗移植法は、実生苗の生産方法の1つで、苗床で幼苗(ようびょう)を生産し、これをコンテナに移植して生産する方法である。

幼苗を生産する作業工程は、実生裸苗を生産する1年目の工程と同じである。そのため、裸苗生産と並行してコンテナ苗生産が可能であり、実生裸苗生産者がコンテナ苗の生産を始める場合に適した方法である。

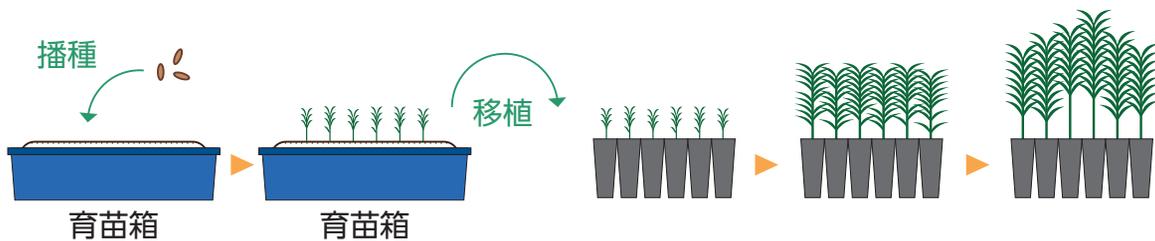
苗床で1成長期育てられた幼苗は、盛夏の強い日射しや乾燥を経ており、気象等の環境変化に強いことから、移植後の生産管理が比較的容易である。このため、基本的にビニールハウス(以下「ハウス」という。)内での生産は不要である。

苗床での幼苗生産とコンテナ移植後の生産を合わせ、出荷までに最低2成長期を要する。



写真6-1 | 幼苗(日本森林技術協会 提供)

02 毛苗移植法



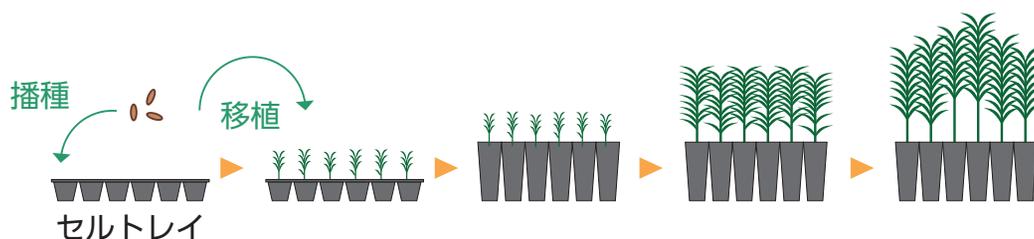
毛苗移植法は、実生苗の生産方法の1つで、育苗箱で毛苗(けなえ)を生産し、これをコンテナに移植して生産する方法である。

苗床は必要なく、ハウス内で生産するため、播種及び移植時期の調整が可能である。



写真6-2 | 毛苗(日本森林技術協会 提供)

03 プラグ苗移植法



プラグ苗移植法は、実生苗の生産方法の1つで、セルトレイで作ったプラグ苗をコンテナに移植する方法のことである。

セルトレイは、野菜苗を栽培する農業分野で広く使われているが、林業種苗分野でも使われ始めている。

コンテナへの移植用プラグ苗として使用されているセル(トレイの孔)の数・容量は128穴、200穴、288穴などのタイプがある。

セルトレイの寸法は統一されているため、セル数の多い方が多くのプラグ苗を生産できるが、その分セル容量は小さくなる。セル容量の大小に応じて、プラグ苗のサイズの大小・育苗期間の長短・灌水頻度の多寡等が決まることとなる。

プラグ苗は、根鉢付きの苗木であるため、根が裸の状態の幼苗や毛苗に比べ、移植作業が容易で作業効率が低い。

セル容量が10～20cc程度のセルトレイで発芽させ、一定期間生産するため、温度や水分等の発芽環境と発芽後の灌水管理等のコントロールが必要になり、ハウスが不可欠となる。

セルに詰められた培地の量が、毛苗を生産する育苗箱やコンテナの育成孔よりも非常に少ないため、ハウス内の環境コントロールをきめ細かく行う必要がある。



写真6-3 | セルトレイ(日本森林技術協会 提供)

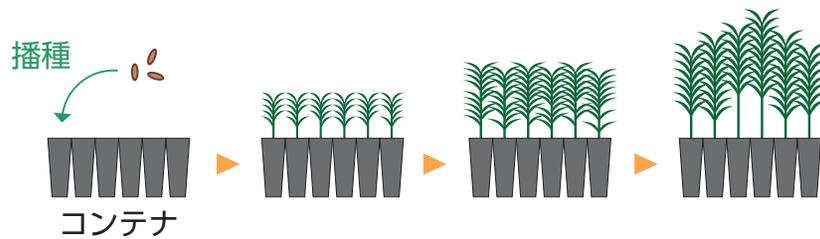


写真6-4 | プラグ苗(上: 島根県、下: 日本森林技術協会 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

コンテナ苗の生産方法

04 直接播種法



直接播種法は、実生苗の生産方法の1つで、コンテナの育成孔に種子を直接播種して発芽させ、生産する方法である。

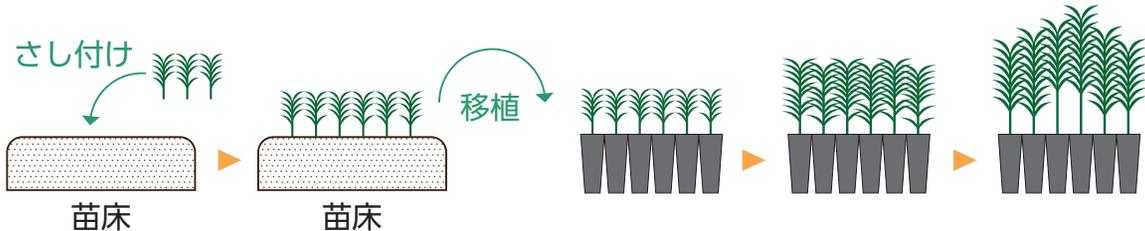
発芽したばかりの苗木は急激な環境変化や病虫害に弱いため、移植初期の段階では、日射・乾燥・風等の環境をコントロールするためのハウスが必要となる。

コンテナの育成孔に種子を直接播種し、そのまま同じコンテナで生育させるため、他の方法とは異なり、苗木の移植工程がない。



写真6-5 | 発芽直後(島根県 提供)

05 さし木苗移植法



さし木苗移植法は、さし木苗の生産方法の1つで、さし床や育苗箱で発根させたさし穂を、コンテナに移植して生産する方法である。

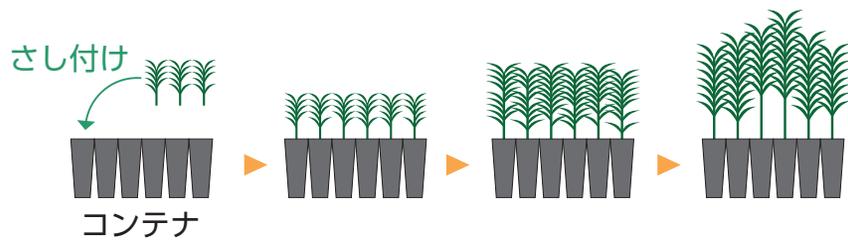
さし穂による移植苗の作業工程は、さし木裸苗を生産する工程と同じであり、さし木の裸苗生産者がコンテナ苗の生産を始める場合に適した方法である。

春や秋に、前年度に伸長した枝のうち、軸が通直なしっかりした枝を選び(軸が曲がった枝性ものは排除)、枝の先端から30～40cmの長さに剪定バサミで切ってさし穂を採取する。採取したさし穂をさし床等にさし付け、さし穂の切断面にカルス(根の原基)が形成され発根が認められたものを掘り取り、コンテナへ移植し、ハウス内、あるいは野外育苗施設で生産する。



写真6-6 | さし木苗移植法(日本森林技術協会 提供)

06 直ざし法



さし木苗の生産方法の1つとして、コンテナの育成孔にさし穂を直接さし付けて生産する方法もあり、本テキストではこの方法を直ざし法と呼ぶこととする。

発根率が高い品種で利用可能な方法であり、得苗率を高めるためには、コンテナにさし付けた後の灌水及び湿度管理が肝要であり、これらが可能なハウス内で生産する。

春や秋に、前年度に伸長した枝のうち、軸が通直なしっかりした枝を選び(軸が曲がった枝や枝性の強い枝は排除)、枝の先端から30～40cmの長さに剪定バサミで切ってさし穂を採取する。

コンテナの育成孔に採取したさし穂を直接さし付け、そのまま同じコンテナで生育させるため、苗木の移植工程がない。



写真6-7 | 直ざし法(日本森林技術協会 提供)

2. 設備の準備

01 育苗施設の準備

1 苗床の準備

幼苗移植法やさし木苗移植法は、幼苗やさし木苗を生産するための苗床(播種床)、さし床が必要となる。

一方、毛苗移植法、プラグ苗移植法、直接播種法並びに直ざし法によるコンテナ苗生産の場合は、苗木生産のための苗床は不要である。例えば、5万本を育苗するには、幼苗移植法の幼苗生産で約0.5a、さし木苗移植法やさし木苗生産で約5aの苗床面積が必要となる(いずれも通路等の面積を含む)。

2 ビニールハウスの導入

毛苗移植法、プラグ苗移植法、直接播種法では、発芽したばかりの小さな苗木は、風や雨や乾燥等の環境変化に脆弱であり、枯死するリスクがあるため、環境管理できるハウスが不可欠となる。

小さい苗木の生育期間は、生産に必要な温和な環境を確保するため、遮光用ネット(寒冷紗等)の取り付けができ、側面や屋根部の開閉による気温の調節



写真6-8 | ビニールハウスでの育苗(日本森林技術協会 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

コンテナ苗の生産方法

が可能なハウスを準備する。

なお、積雪の多い地域では耐雪型のハウスが必要となる。

3 野外育苗施設の準備

毛苗移植法、プラグ苗移植法、直接播種法では、ハウスで一定期間成長させたのち、出荷前に十分に屋外の環境に順化させる必要がある。また、幼苗移植法やさし木コンテナ苗生産では、移植後は野外育苗施設で生産を行う。よって、コンテナ苗生産を始めるには野外育苗施設を準備する。

野外育苗施設には、雑草の侵入を軽減するため、コンテナを配置する地面に防草シートを敷く。

例えば、5万本を育苗する場合、コンテナ苗150ccで約5a、300ccコンテナ苗で約8.5aの野外育苗施設面積が必要となる(いずれも通路等の面積を含む)。

4 育苗ベンチの設置

コンテナは、底面に出た根を空気根切りするため、底面を完全に宙に浮かせておく必要があり、地面に直接置くことは避けるべきである。

そこで、コンテナを置く台(以下「育苗ベンチ」という。)等を設置する。

育苗ベンチの高さは、地上30cm程度以上の高さにするとよい。

育苗ベンチの作成方法は、エキスパンドメタルを天板としたり(写真6-10上)、コンクリートブロックとアングル鋼やチャンネル鋼等の鋼材を組み合わせたり(写真6-10下)、塩ビパイプや鉄パイプで作成したりする。コンテナの重量に耐えること、灌水により腐朽しない資材を選ぶことなどを参考に、工夫して設置する。

例 6.5m×25mのハウスを導入した場合、ハウス内に育苗ベンチが3列設置でき、450個のコンテナを載せることが可能となる。



写真6-9 | 野外育苗施設での育苗(日本森林技術協会提供)



エキスパンドメタルを天板にした育苗ベンチ



コンクリートブロックとアングル鋼やチャンネル鋼等の鋼材を組み合わせた育苗ベンチ

写真6-10 | さまざまな育苗ベンチ(島根県 提供)

屋内外問わず、育苗ベンチの施設使用期間が経過すると、地面が下がり、水たまりが発生することがある。深刻な場合は、過湿となり、適切な育苗が困難となるケースもあるが、施設設置後に地面の高さを調整することは難しいため、傾斜を付けるなど排水に配慮が必要になる場合もある。

02 灌水設備の準備

コンテナ苗の生産には、定期的な灌水が必要である。そのため、コンテナ苗の育苗施設は、農業用水や井戸水等が十分に確保できる場所に設置するとともに、ポンプやタンク等を用意することが必要となる。スプリンクラーなどの自動灌水設備を使用した灌水方法が適している。

例 5万本のコンテナ苗に2日に1回の間隔で1日30分灌水すると仮定した場合、1か月で約50㎡の水量が必要となる。
灌水設備を1ライン約14m(7本2mピッチ)で設置した場合、配置できるコンテナは160個となり、8ライン設置すると1,280個のコンテナを配置できることになる。



写真6-11 スプリンクラー設置の様子(日本森林技術協会 提供)

03 機械や器具の導入

1 攪拌機、培地充填機、穴あけ機

生産本数が少ない場合、コンテナへの培地の準備は手作業で行えるが、生産規模が3~4万本を超えるようになると手作業は困難となり、攪拌機や培地充填機、穴あけ機が必要となる。

機械の種類や大きさは、生産規模に応じて選択する。

10~20万本以上の生産規模の場合、培地攪拌から穴あけまでを自動的に行うような大型の培地充填機を設置する必要がある。大型の培地充填機はセルトレイの培地充填にも使用できる。

例 200ℓタイプの攪拌機と培地充填機が一体になった機械の場合、1回の攪拌処理で約25個のコンテナ(150ccコンテナ苗1,000本分)に培地を充填することができる。2,000ℓタイプの大型の培地充填機の場合、1回の攪拌処理で約250個のコンテナ(150ccコンテナ苗10,000本分)の充填作業が約1時間でできる。

2 播種機

プラグ苗移植法や直接播種法では、育苗孔やセルトレイに効率的に播種する必要がある。

手作業での播種を補助する種播きスプーンや播種板などの器具のほか、セルトレイに一粒ずつ播種する機械など、生産規模に応じて選択する。



写真6-12 攪拌、充填、穴あけまでできる培地充填機(上:日本森林技術協会、中央・下:島根県 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

コンテナ苗の生産方法



写真6-13 | 播種板を利用した播種の様子(日本森林技術協会 提供)



写真6-14 | 播種機(日本森林技術協会 提供)

3. 資材の準備

01 コンテナ容器の種類と容量の選択

コンテナ苗の生産に用いられるコンテナ容器(以下「コンテナ」という。)は、育成孔(キャビティ)の容量と育成孔に設けられた根巻き防止用の構造の違い等により、様々な種類がある。

主に流通しているコンテナは、寸法が概ね長辺45cm×短辺30cmとなっており、コンテナの運搬や配置の際に共通した扱いが可能である。

なお、従来のビニール製やプラスチック製のポットとコンテナの大きな違いは、コンテナ苗の容器は根巻き防止の構造を持っていることである。根巻きは、外側に伸びてきた根が伸長を止めず、ルーピング(根がポットの内側を回り、とぐろを巻く現象)を起こすことである。コンテナ苗の容器では、根巻き防止のため、育苗孔内の壁面にリブと呼ばれる突起が縦筋状についており、これが壁となって伸長してくる根を止め、ルーピング現象を防いでいる。また、コンテナの底面には穴が開いており、コンテナを持ち上げる

ことにより下方に伸びてきた根の伸長が止まる、いわゆる空気根切り状態となり、根巻きを防いでいる(遠藤ら2009)。

育成孔の側壁にリブ(縦筋の突起)をもつ**リブタイプ**のコンテナは、林野庁の「低コスト新育苗・造林



写真6-15 | 150cc コンテナ容器(左)と300cc コンテナ容器(右)(日本森林技術協会 提供)



写真6-16 | コンテナ内壁のリブ構造(日本森林技術協会 提供)

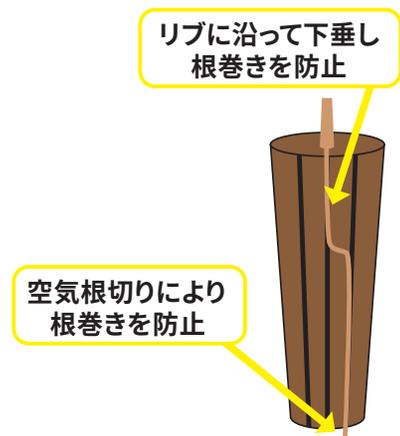


図6-1 | 根巻き防止のイメージ(日本森林技術協会 提供)

技術開発事業(平成18〈2006〉年～平成20〈2008〉年)」で開発された。

サイドスリットタイプ

のコンテナは、育成孔の側壁に細長い切れ目が入っている。リブタイプが育成孔の底部でのみ空気根切りされるのに対して、このタイプは育成孔底部に加えて側壁のスリット部分でも空気根切りされる。スリットの入れ方や数の違いで様々なタイプのものが販売されている。

その他、宮崎県林業技術センターが開発したM

スターコンテナというものがあり、主にさし木コンテナ苗で使用されている。根巻き防止の構造を持ったコンテナの一つであるが、波板をのり巻き状に丸めて孔の大きさを調整することで、市販のポットトレイを活用してコンテナ苗を育苗するものとなっている。

国内で流通しているコンテナの容量は、主に育成孔150ccと300ccがある。

150ccのコンテナ容器は、1コンテナ当たりの育成孔が40孔(5列×8行)で、300ccのコンテナ容器は、1コンテナ当たりの育成孔が24孔(4列×6行)である。単位面積当たりの生産本数は、150ccコンテナの方が300ccコンテナよりも1.7倍多い。

苗木は、成長に伴い混み合ってくるため、苗高60cmを超える比較的大きな苗木の生産を目指す場合には、育成孔の容量が大きく、1本当たりの占有面積が広い300ccコンテナを選択することにより、地上部と地下部のバランスが取れたコンテナ苗が生産できる。

例えば、5万本分のコンテナ苗を生産する場合、150ccコンテナの場合には1,250個、300ccコンテナの場合には2,084個のコンテナが必要となる。

コンテナ容器は再利用が可能であるが、再利用時には菌害等の病気の予防のため、コンテナ容器の洗浄や消毒を実施する。

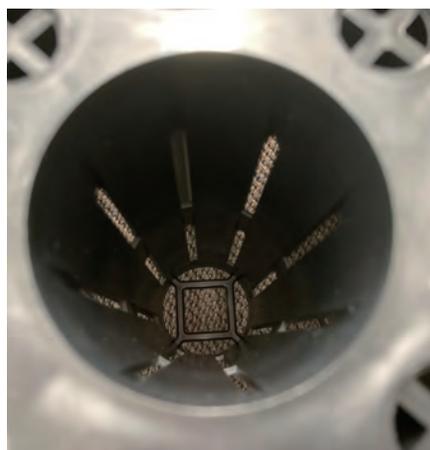


写真6-17 | コンテナ側壁のスリット構造 (日本森林技術協会 提供)

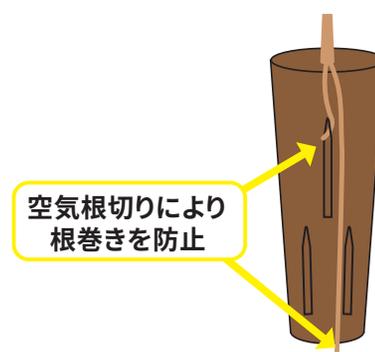


図6-2 | 根巻き防止のイメージ (日本森林技術協会 提供)

02 培地の準備

コンテナ苗を育てる土にあたるものを培地と呼ぶ(培土と呼ばれることもあるが、畑土などの土壌はほとんど使わないことに留意されたい)。コンテナ苗の生産に使用する培地は、軽くて適度に保水性・排水性・通気性がよいものが求められる。軽い培地を用いることで、育苗時のコンテナの持ち運び等の取り扱いが容易になり、植栽作業の効率化にも繋がる。畑土などの土壌は重くコンテナ壁面との間に粘着力が働き、コンテナから苗木の抜き取り作業が困難になり、病害等の発生源となるため、ほとんど使わない。

1 培地の混合

培地は単一の材料で作ることが大半である。

ベースとなる培地を基材と呼ぶ。基材の条件は、軽くて、空隙量が多く、腐敗しにくく、菌類等をほとんど含まないことである。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

ココナツピートは、ヤシ殻(ココナツハスク)を粉碎・発酵させたもので、現在、全国のコンテナ苗生産者で広く普及している基材である。その他ココナツピートの代替として、ピートモスやバーク堆肥を使用する場合もある。

排水性・通気性を持たせるため、鹿沼土やパーライト等の排水材料を20%程度混合することもある。湿性を好む樹種の場合は少なくするなど、調整する。

また、苗木の生育に必要な肥料を元肥として加える。

これら材料を均等になるように十分に混合する。
なお、これらを配合した専用培地も販売されている。



写真6-18 | 培地(日本森林技術協会 提供)

2 培地の充填

コンテナに培地を入れる作業を充填という。

手作業の場合は、トロ船のような大きな容器内に培地を入れ、それをすくって、コンテナへかけながら充填する。培地は、詰めすぎると根が育成孔全体に張らないおそれがあるため、詰めすぎないように注意する。コンテナの育成孔に培地を充填途中及び充填後、複数回軽くコンテナを地面に落として填圧を加え、その衝撃で培地が詰まり、できた育成孔の上部空隙に再度培地を詰める。育成孔容量の1.1～1.2倍程度の培地が目安となる。

機械の場合は、充填するコンテナの数によっては、大型の培地充填機を使うことで作業効率が上がる。

コンテナへ幼苗やさし木苗を移植する目安は、雇用環境・労働環境により幅があるが、1人で1日当たり500～1,000本程度であり、移植に当たる作業人数から総移植本数を計算し、これに合わせてコンテナへ培地を充填する。



写真6-19 | 培地を充填する様子(日本森林技術協会 提供)



写真6-20 | 培地をしっかり詰めて育苗した苗(左)と培地詰めが不十分だった苗(右)(島根県 提供)

3 培地の穴あけ

培地を充填したコンテナに、幼苗等を移植する穴をあける作業である。

手作業の場合は、金属の棒や箸等で幼苗等を移植する穴をあける。

穴の深さは、幼苗移植法の場合は、コンテナの育成孔に詰められた培地の3分の2程度とする。プラグ苗を移植する場合は、プラグ苗の根鉢の大きさに合わせて、コンテナの育成孔の深さを調整する。

機械の場合は、コンテナの数によっては、穴あけ機を使うことで作業効率が上がる。



写真6-21 | 穴あけの様子(島根県 提供)

03 元肥の施用

培地に元肥として、緩効性化成肥料を配合することが多い。緩効性化成肥料には、3大栄養素の窒素(N)、リン酸(P)、カリウム(K)が規定量で配合されており、さらに微量元素(Mg : Mn : B : Fe : Zn 他)も含まれている。

多くの生産者が使用している、N : P : K = 10 : 18 : 15の緩効性化成肥料180日タイプを使用する場合、培地1ℓ当たり4～20gの元肥を配合する。樹種や移植する苗の大きさにより、培地に配合する元肥の量を調整する(表6-1)。

表6-1 | 培地に配合する元肥(N : P : K = 10 : 18 : 15の緩効性化成肥料180日タイプ)の量(培地1ℓ当たり)

樹種	毛苗・直接播種 (1～5cm)	幼苗 (10cm～)	さし木 (25cm～)
スギ	10～20g/ℓ	4～10g/ℓ	3～8g/ℓ
ヒノキ	10～20g/ℓ	6～12g/ℓ	—
カラマツ	10～20g/ℓ	4～10g/ℓ	—

例 5g/ℓの肥料を元肥として利用する場合、1袋40ℓの培地を使用するときは、1袋に対して200g (5g/ℓ × 40ℓ)の元肥を施用する。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

約5万本の150ccコンテナ苗を育苗する場合に必要な設備は、表6-2のとおりである。

表6-2 | 必要な設備、資材の一覧

育苗方法	実生苗生産				さし木苗生産		
	幼苗移植法	毛苗移植法	プラグ苗移植法	直接播種法	さし木苗移植法	直ざし法	
育苗設備	苗床	◎	×	×	×	○	×
	ビニールハウス	×	◎	◎	◎	×	◎
	野外育苗施設	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	育苗ベンチ	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	灌水設備	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	播種機	×	×	○	○	×	×
	培地充填機	○	○	○	○	×	○
	穴あけ機	○	○	○	×	○	○
	苗木抜き取り機	○	○	○	○	○	○
資材	コンテナ容器	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	セルトレイ	×	×	◎	×	×	×

◎	必ず必要な設備
○	導入すると有用性が高いもの・生産規模が小さい場合は不要な設備
×	不要な設備

(コンテナ苗生産の手引き 2022を改編)

引用文献

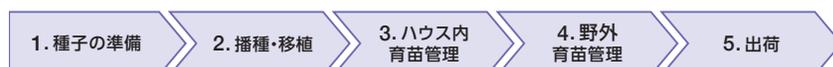
- 遠藤利明,山田健(2009) JFA-150コンテナ苗育苗・植栽マニュアル,低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書(平成20年度),74-90,2009.林野庁.
- 林野庁(2022)コンテナ苗生産の手引き

7 実生コンテナ苗の生産方法

実生コンテナ苗の作業工程

実生コンテナ苗生産は、以下のような作業工程で進めていくことが一般的である。本項においても、この作業工程の順に沿って説明していく。

実生コンテナ苗



1. 種子の準備

171ページ「4 実生裸苗の生産方法」「2. 種子の準備」に準じて行う。

実生コンテナ苗



2. 播種・移植

実生コンテナ苗を生産する方法にはいくつかの方法がある。本テキストでは、幼苗移植法、毛苗移植法、プラグ苗移植法、直接播種法の生産方法について説明する。

実生コンテナ苗



01 幼苗移植法

1 播種

幼苗移植法の場合、幼苗の生産を行う。

幼苗生産のための種子の播種方法は、裸苗を生産する場合と同じで、苗畑を耕耘等したのち、苗床を準備し、春先に苗床に種子を均等にまき付ける。

種子が飛ばないように覆土し、覆土後は乾燥防止のため、藁、コモ、寒冷紗等で苗床を覆う。

発芽後は寒冷紗等を外し、遮光率60%程度のネット等でトンネルを作り強い日射しを避けながら、苗木を育てる。

8月中旬までに、不良苗や混み合っている苗木を2～3回間引きする。同時に、除草や病虫害対策を行い、8月下旬以降は寒冷紗等を外す。

苗床で1成長期育苗し、苗長が10～15cm程度の幼苗まで大きくなった段階で、苗畑から苗木を掘り取り、選苗する。

幼苗を掘り取った後、素早く移植作業に移るため、培地の混合、コンテナへの培地の充填、培地の穴あけ等の準備を事前に行っておくとよい。

2 移植

掘り取り選苗した幼苗の根は事前に一定の長さに切り揃え、裸根の部分に水を浸けておく。

移植に当たり、幼苗の根を保水剤の水溶液に浸す。また、事前に移植用の穴を開けておく。

培地を充填、穴あけをしたコンテナへ、ピンセットや箸等を使って幼苗を培地の穴へ移植する。この



写真7-1 | 幼苗(上)と幼苗を移植する様子(上、中央：島根県、下：日本森林技術協会 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

コンテナ苗の生産方法—実生コンテナ苗の生産方法

とき主根を曲げないように真っ直ぐ下方に向けてさし込む。

苗木の根元周りの培地を指でしっかり押さえ込み固め、さらに育成孔上面まで培地を追加し覆土する。

この移植作業で重要な点は、主根を曲げないことである。根が曲がった状態で移植されると、根鉢内で健全な根系の発達ができず、植栽後の活着の低下や成長不良などの影響がある。

移植後は、ハウスでの生産が不要で、幼苗を移植したコンテナは基本的に野外育苗施設で生産する。

ただし、春の移植適期を逃し、日射しが強くなる時期までずれ込んだ場合は、寒冷紗等での遮光(遮光率50%程度)を検討するとよい。なお、カラマツ幼苗は葉が未展開の苗を移植するため、遮光は必要ない。

移植後、新たな白根や葉が出て確実に成長を始めるまでには約1か月の期間を要する。この1か月は最も注意が必要な期間であり、毎日の天候の確認が重要で、晴天であれば基本的に毎日灌水を行う。

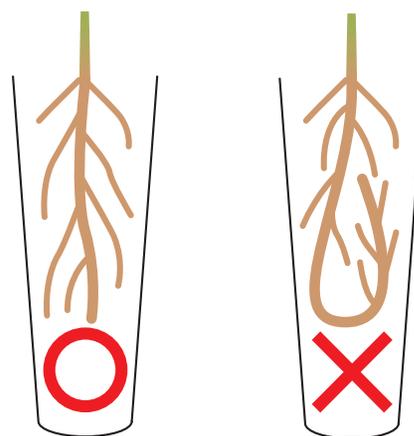


図7-1 | 主根を曲げないように真っ直ぐ下方に向けてさし込む(日本森林技術協会 提供)

02 毛苗移植法

1 播種

ココナツピートのみもしくは園芸用として流通している播種用の培地を育苗箱に入れ、その育苗箱に種子を均等に播種する。その後、透水性の高い資材を用いて覆土する。厚みは種子の半分程度で透水性が高く、灌水の有無が分かりやすい資材を選択すると管理しやすい。肥料は入れない方が移植時の様々なストレスに対して強い。

一箱(35cm×27cm) 500～1,000本採れるよう、発芽率に合わせて播種量を調整する。

発芽率30%の種子を使用する場合、スギ・ヒノキで約6～11.5g程度、カラマツで約9～17.5gである。

播種後は、寒冷紗等を張ったハウスの中に育苗箱を置き、遮光しながら、高温(30～35℃)や低温(氷点下～5℃)にならないよう注意し、換気をして20℃前後を維持するように管理するとよい。

灌水によって種子が培地の表面に浮き出さないよう、目の細かいシャワー散水やミスト散水*を行うとよい。

*ミスト散水: 霧状の優しい水の粒を散水する方法。

温度にもよるが、1か月程度で発芽する。発芽後も培地表面が乾かないよう、毎日灌水を行う。



写真7-2 | 育苗箱の毛苗(日本森林技術協会 提供)

2 移植

傷めないように注意しながら育苗箱から毛苗を抜き取り、ピンセット等を使って根の先端を掴み、コンテナの培地に優しくさし込むようにして移植する。事前に移植用の穴を開けておくとよい。

毛苗の移植は、子葉が展開してから本葉が数枚出て根が主根一本で側根が少ないときまでに行うと活着やその後の成長がよい傾向にあり、発芽して苗長が2～3cmになった毛苗をコンテナに移植するとよい。

根と培地の間に空隙があると活着率が低下するため、移植が終わったら水を張ったトロ船などにコンテナごと浸けて、コンテナの底面から吸水させるようにしたり、あるいは上から散水したりして、コンテナ下部から水が滴り落ちるまで培地に十分に給水し、根との密着性を高めるようにする。



写真7-3 | 移植に適した子葉展開した毛苗(左)と移植の様子(右)(島根県 提供)

03 プラグ苗移植法

1 播種

セルトレイへ充填する培地は、園芸用に流通している播種用培地等を用いる。充填は手作業でできるが、セルトレイの充填枚数によっては大型の培地充填機を使うことで作業能率が上がるため検討する。セルトレイに固化培土を詰めた商品も販売されており、これを購入すると培地充填の作業が不要となる。

セルトレイへ、セルごとに3～10粒ずつ播種する。播種板を使用すると効率よく播種できる。粒数は、発芽率に応じて調整する。

例 発芽率が30%であれば、5粒播種すれば1～2本発芽する計算となる。

播種後は、種子が軽く埋もれる程度の厚さで覆土する。

播種後は、寒冷紗等で遮光したハウスで、高温(30～35℃)や低温(氷点下～5℃)にならないよう注意し、換気をして20℃前後を維持する。

灌水は、セルトレイを観察しながら、培地表面が乾かないようこまめに行う。灌水の際には、種子が培地の表面に浮き出ないように、目の細かいシャワー散水やミスト散水を行うとよい。

温度にもよるが、1か月程度で発芽する。

発芽後も培地表面が乾いたら灌水をする。



写真7-4 | セルトレイへの直接播種(日本森林技術協会 提供)

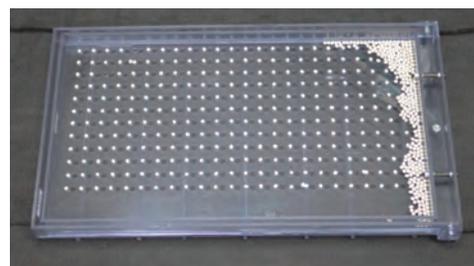


写真7-5 | 播種機による一粒播種(島根県 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

実生
コンテナ
苗の
生産
方法

固化培土のセルトレイでは、培土が崩れないため発芽直後から移植が可能である。本葉展開後、速やかに移植した方が望ましい。

固化培土でない場合は、セルトレイの容量に応じて、発芽してから培地内に十分に根が張る程度になるまでプラグ苗を育成する。この場合、**セルトレイでの生産期間が長すぎると根が根鉢の中で回りすぎて根巻きを起し、植栽後の根の成長に支障をきたすため、根巻き防止のセルトレイを用いることが望ましい。**

2 移植

プラグ苗が成長して、根鉢ができたならコンテナへ移植する。

移植前に、コンテナに培地を充填し、プラグ苗の根鉢が入る大きさの穴を開ける。

移植は、ピンセット等で根鉢を優しく掴み育成孔へ植え込む。育苗時の灌水や降雨によって根鉢が露出することがあるため、植え込みはしっかりと行う。必要に応じて培地を追加して育成孔上面まで覆土する。

移植終了後、水を張ったトロ船などにコンテナごと浸けて、コンテナの底面から吸水させるようにしたり、あるいは上から散水したりして、コンテナ下部から水が滴り落ちるまで培地に十分に給水し、根との密着性を高めるようにする。培地と根がしっかり密着するよう、培地を追加するなどして、しっかり押さえる。



写真7-6 | 覆土(日本森林技術協会 提供)



写真7-7 | プラグ苗の移植の様子(島根県 提供)

04 直接播種法

1 播種

コンテナの育成孔の培地表面に直径2～3cm・深さ5mm程度の小さな窪みをつくり、種子の発芽率に応じて3～10粒の種子を播く。播種板を使用すると効率よく播種できる。

播種後は、寒冷紗等を張ったハウスで遮光しながら、過度な高温(30～35℃)や低温(氷点下～5℃)にならないよう注意し、換気をして20℃前後を維持する。

発芽の差がその後の成長の差につながり、隣接する個体に被圧されることがあるため、低温湿層処理を行い、発芽をできる限り揃えたとよい。

灌水は、培地表面が乾かないようこまめに行う。灌水の際には、種子が培地の表面に浮き出ないように、目の細かいシャワー散水やミスト散水を行うとよい。

温度にもよるが、1か月程度で発芽する。

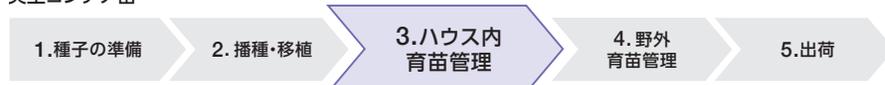
発芽後は、培地表面が乾いたら灌水をするとよい。



写真7-8 | コンテナへ種播きスプーンで播種する様子(島根県 提供)

3. ハウス内育苗管理

実生コンテナ苗



毛苗移植法、プラグ苗移植法、直接播種法での苗木生産では、播種や移植後の日射・乾燥・風等の環境をコントロールするため、ハウスでの生産が必要である。

一方、幼苗移植法では、ハウスでの生産は不要で、移植後は基本的に野外育苗施設で生産する。ただし、移植直後の枯死リスクの回避等、安全を考える場合には、ハウスの利用も可能である。

01 灌水

コンテナ苗生産では、ハウス内での育苗期間中は、降雨による水分を得ることができないため、定期的な灌水管理が必要となる。

灌水の頻度は、移植直後から移植した苗が活着するまでの1～2週間程度は、コンテナの培地の乾き具合を観察しながら、毎日灌水する。

活着後は、ハウスの外に出すまでは、1日か2日に1回程度灌水する。

培地が過湿状態になると根腐れ等が発生するおそれがあるため、常に培地が濡れた状態を保つのではなく、培地表面が乾いてきてから灌水をすることが望ましい。



写真7-9 | ハウス内での灌水の様子(日本森林技術協会 提供)

02 間引き

プラグ苗移植法、直接播種法での苗木生産において、育成孔に複数の芽生えがある場合、間引きを行う。

間引きの時期は、プラグ苗の場合は、移植後数箇月後に生育状況を見て行う。直接播種法の場合は、苗長5cm以上の大きさになった段階で行う。

間引きの方法は、健全な苗を残し、それ以外を根元からハサミで切断し間引きする。またコンテナ内で極端に大きな苗・小さな苗も間引きの対象とする。

近年、充実種子を選別し発芽率を90%以上に高める機械(近赤外光による種子選別装置(117ページ第2部「6 種子の採取・調整・貯蔵・品質管理」を参照))が開発されており、これを用いるとセルトレイやコンテナの育成孔への一粒播種(いちりゅうはしゅ)が可能となり、間引き工程が不要となる。



写真7-10 | 多粒播種した苗の間引き(日本森林技術協会 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

03 ハウスの環境管理

1 夏季の高温

夏の猛暑により、ハウス内の室温が著しく高くなり、苗木が枯れることがある。

ハウスのビニールを外し、風通しをよくしたり、ハウスに反射材や寒冷紗を設置したりするなどの高温対策を講じるとよい。

野外育苗施設においても、酷暑が続く場合等は、寒冷紗等による日除けをするなど、強い直射日光を受けないよう対策する。

また苗木や培地の状態をよく観察し、灌水の回数を増やしたり、灌水時間を長くしたりするなど、水切れを起こさないようにする。



写真7-11 | 高温障害による苗木の枯死(島根県 提供)

04 病虫害・鳥獣害の対策

育苗箱に播かれた種子はネズミによって食害を受けることがある。食害が認められた場合には、殺鼠剤の散布等によるネズミの駆除が必要となる。

また、鳥も同様に種子を食害するため、ハウス内に鳥が侵入しないよう必要に応じて対策する。

その他、コンテナ苗特有の病虫害・鳥獣害について、いくつか紹介する。

1 コンテナ培地へのゼニゴケ

コンテナ内が過湿状態に長くおかれると、培地表面にゼニゴケが生えることがある。

そのまま放置すると、毛苗のような苗木が小さいときに特に成長が悪くなり、影響が大きい。

灌水と風通しに注意することが発生予防になる。ゼニゴケが発生した場合は、苔類用の除草剤を使用して駆除する。



写真7-12 | ゼニゴケが生えたコンテナ苗(日本森林技術協会 提供)

2 カタツムリ・ナメクジ

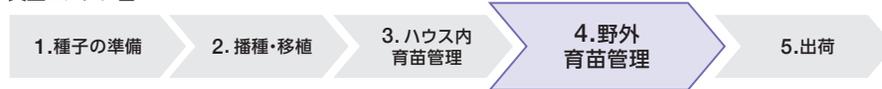
カタツムリやナメクジが毛苗を食べることがあり、食害を受けると写真7-13右のように胚軸だけの状態になる。このような場合、手で除去するか、カタツムリ・ナメクジ用の忌避剤を被害箇所の周辺に散布する。



写真7-13 | ナメクジ(左)により食害を受けた苗木(右)(島根県 提供)

4. 野外育苗管理

実生コンテナ苗



ハウスで生産したコンテナ苗を野外環境に慣らさないまま出荷すると、植栽した際に寒さ等のストレスを受け、枯れる可能性がある。そのため、ハウスで一定期間成長させたら、コンテナを野外育苗施設に移動して、十分に屋外の環境に順化させる必要がある。

01 外出し

毛苗移植法、プラグ苗移植法、直接播種法での苗木生産では、ハウスで一定期間成長させたら、コンテナを野外育苗施設に移動して、十分に屋外の環境に順化させる必要があり、この作業を外出しという。

外出しの時期は、移植あるいは発芽してからある程度の期間が経過し、培地にしっかり根が伸長してから、日射が少なく気温が高すぎない梅雨時期が適している。梅雨時期を過ぎてしまった場合にいきなり夏の強光下にさらすと、日焼け障害を起こす。梅雨の適期を逃した場合は、日覆いを設置するなど、強光による障害を避ける工夫が必要である。

なお、幼苗移植法での苗木生産では、ハウスでの生産が必要なく、幼苗を移植したコンテナは基本的に野外育苗施設で生産することができる。



写真7-14 | 外出しされたコンテナ(左：島根県、右：徳島県 提供)

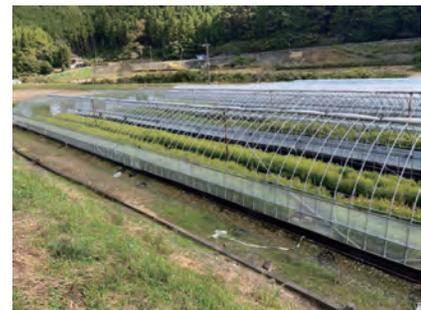


写真7-15 | ハウスを開けて野外順化する様子(徳島県 提供)

1 コンテナの地置きと根鉢形成

コンテナの外出しに当たって、育苗ベンチに載せず地面に直接コンテナを置いて生産すると、根が地中に伸張して、苗木の地上部の成長が良くなる一方、根鉢内に根が発達しない。そのため、T/R率(地上部/地下部の重量比)の高いコンテナ苗となる。T/R率の高い苗木は、植栽後の成長に支障をきたすおそれがある。

また、地面にコンテナの底が接することで根鉢内へ菌が侵入しやすく、病害を招くおそれも高くなる。

このため、コンテナの地置きはせず、空中根切りをするため育苗ベンチに載せるべきである。



写真7-16 | 育苗ベンチに載せずコンテナを地置きし、コンテナから地中に伸びた根(日本森林技術協会 提供)

02 灌水

灌水は、適度な場合は苗木の旺盛な成長につながる一方で、不十分な場合は乾燥・枯死を招くことから、苗木生産の中で非常に重要な作業である。

コンテナ苗生産では、降雨による水分を地中から得ることができないため、ハウス内での育苗管理中のみならず、野外育苗期間であっても、定期的な灌水管理が必要となる。

灌水の方法は、一定規模以上の野外育苗施設では、省力化等の観点から、スプリンクラー等の灌水設備を使用した灌水方法が用いられることが多く、小規模の事業者では経費節減の観点から、水道ホースを用いた手灌水を行うことが多い。

コンテナとスプリンクラー等の配置によって、水が届かない等の灌水のムラが発生することがあることから、水がかかりにくい場所を確認し、補助的に手で灌水することも検討する。手灌水の場合は、ジョウロや水道ホースの先に散水ノズルをつけて行うなど、工夫して行う。

灌水の頻度は、**春から梅雨期**は、1日か2日に1回灌水する。1回の灌水はコンテナの底面から水が滴り落ちるようになるまで十分に行う。

夏季は、培地からの蒸発や大きくなった苗木からの蒸散が増え、大量の水が必要となるため、毎日灌水する。朝に灌水をしても夕方には根鉢が乾く状態であれば、1日2回灌水する。昼間の炎天下の灌水は根が蒸れるため、避けること。

秋季は、根鉢の形成を促すため、灌水間隔を延ばし、2～3日に1回程度とする。

培地表面が濡れていても、中は乾燥していることもあるため、定期的にコンテナを持ち上げるなどで重さを確認すると、より適切な灌水管理を行うことができる。ただし、培地が過湿状態になると根腐れ等が発生するおそれがあるため、常に



写真7-17 | 野外育苗施設での灌水の様子(徳島県提供)



写真7-18 | 根鉢下部での乾燥と根の枯死(島根県提供)



写真7-19 | コンテナの重量を計測して灌水量を確認する(島根県提供)



写真7-20 | 乾燥しやすいスリット入りコンテナでのみ枯れが発生した様子(徳島県提供)

培地が濡れた状態を保つのではなく、培地表面が乾いてきてから灌水をするようにする。

また、スリットの無いコンテナでは過湿気味となる傾向があり、スリット付きコンテナでは乾燥気味になる傾向があるため、灌水に際しては、この点も念頭において培地の状態をよく観察して、灌水の頻度や灌水量を調節する。

以上を参考に、それぞれの苗床の自然環境や面積、水利(農業用水・井戸水・水道水)と水供給量、樹種等はもちろん、コンテナの容量や種類、用いる培地の性質の違い等を考慮し、灌水管理を行う。

03 除草

コンテナ苗生産では、ココナツピート等を培地として使用するため、雑草の種子が混入するのはまれである。ただし、風散布の種子が培地に飛来したり、培地に土を混ぜることにより種子が混入して、雑草の侵入が起こることがある。雑草は、元肥や追肥の栄養成分を奪うため、繁茂が激しくなる前に、小さいうちに取り除くとよい。



写真7-21 コンテナ苗の除草の様子(日本森林技術協会 提供)

04 追肥

一般的に元肥に用いられる緩効性化成肥料は、高頻度に灌水すると養分が溶脱し、元肥の効果が早く喪失する。元肥の肥効期間が切れる前に追肥を検討する。

元肥の効果がなくなると、葉の色が濃い緑から徐々に薄くなり、黄色味を呈する。

一度肥料切れを起こすと、その後に施肥をしても成長スピードが回復しにくくなるため、肥料効果を切らさないことが重要である。

追肥の目安は、葉の色や苗の大きさなど、苗木の状態を見て適宜判断する。



写真7-22 肥料切れで葉色が他と比べて薄くなったカラマツ(写真中央)(日本森林技術協会 提供)

例 元肥として緩効性肥料180日タイプを配合した培地に2月に移植した場合、追肥は移植の半年後を目安に、緩効性肥料180日タイプを育成孔当たり1～2g施用する。

追肥の方法は、コンテナ苗の生産本数が多くなると、人力での追肥が困難になる。このような場合は、灌水する際に液肥を混入してスプリンクラーで自動的に散布することを検討するとよい。

液肥の配合は、8月中旬までは伸長成長を促すために窒素が多めの液肥を使用し、それ以降は根の成長を促し低温耐性をつけるためリン酸やカリウムの多い液肥を使用する。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

実生コンテナ苗の生産方法

05 コンテナ苗の冬越しの留意点

1 スギ・ヒノキ

ハウスで生産した苗木をいきなり冬の低温下にさらすと、霜害や寒害を受け枯死する可能性がある。そのため、苗木を野外で冬越しさせる場合は、夏の終わりまでに外に出して徐々に気温低下に慣らす「順化」が必要である。この際、スギの一部の品種では、寒さに慣れると針葉が黄・赤褐色化する場合があるが、冬の寒さに向けて耐寒性を得た証拠であり、低温による障害ではない。

雪の多い地域では、積雪の重みで育苗ベンチが壊れるのを避けるため、コンテナを地面に降ろし雪中で冬越しさせ、雪解け後は育苗ベンチに戻す。

積雪が少ない寒冷地域では、コンテナに直接寒風があたらないように板囲いをする。

さらに寒風が強い地域では、かため置きしたコンテナの外周3方向に風避けの土堤を作ったり、畑に畝を切ってコンテナを倒し置いたりして冬越しさせる。



写真7-23 | 板囲い(日本森林技術協会 提供)

2 カラマツ

カラマツは、秋になると苗木の伸長成長が徐々になくなり、冬芽を作って成長が止まる。冬芽を作ると葉が黄色になり最後に落葉する。落葉したカラマツは、他の樹種と同様に雪中で冬越しさせる。

なお、雪中ではなく低温庫で保管する事例もある。落葉後のカラマツをコンテナから抜き取り、ダンボールに梱包し、低温庫に保管するもので、これにより、安定した環境で保管できるほか、翌春の出荷を敏速・柔軟に行えるメリットがある。



写真7-24 | 低温庫(日本森林技術協会 提供)

06 病虫害・鳥獣害の対策

コンテナ苗生産では、ココナツピート等の完全に発酵した貧栄養性の有機素材を培地として使用するため、培地に土を混ぜない限り、病害等が発生するリスクは少ないように思われるが、培地に土を混ぜたり、培地に病原菌が混在していたり、または周辺から病原体が混入する可能性は否めない。また、過度な灌水等により培地の過湿状態が続くと病原菌が発生しやすくなる。実際、苗立枯病の発生は多く、その他、ペスタロチア病、赤枯病、くもの巣病、灰色かび病などの発生が確認されている。

このことから、コンテナ苗生産においても、病気の発生を予防するため、初夏～晩秋にかけて殺菌剤



写真7-25 | 殺菌剤散布の様子(徳島県 提供)

を月1～3回程度散布することが望ましい。

1 蒸れ

コンテナ苗生産では、菌害の一つと考えられる「蒸れ」とよばれる症状がある。

苗木が成長し混み合ってくると、下枝の葉に苔やカビが発生して黄色化・赤色化し枯れていく。どの樹種でも発生するが、カラマツで特に顕著である。初夏～晩夏にかけて苗間下部の風通しが悪くなり、高温多湿な環境になると枯れが発生する傾向にあり、特にハウス内で注意が必要である。

風通しを良くすることが発生防止に有効である。具体的には、コンテナ同士の間を開けて配置し、風通しを良くする。コンテナ150ccへ苗を移植する際、混み合ってきた時の風通しを考慮して、育成孔5列の内で中央列を抜いて育苗する方法もある。

また対策としては、Zボルドー等の殺菌剤を使用する。



写真7-26 | 蒸れによる症状(徳島県 提供)



写真7-27 | 苔の発生した苗木(島根県 提供)



写真7-28 | コンテナの間を開けて配置した例(徳島県 提供)

2 根腐れ

コンテナの外出しに当たって、育苗ベンチに載せずに地面に直接コンテナを置いて生産すると、根が地中に伸張するため、地中内のフザリウム菌に感染し、根が腐るおそれが高くなる。

コンテナを地置きせず、育苗ベンチへ載せて生産することが不可欠である。

また、コンテナ内の培地の過湿により、根が呼吸できずに根腐れを起こし、枯死することがある。

根腐れを起こさないためには、常に培地が濡れた状態を保つのではなく、培地表面が乾いてきてから灌水をするように注意する。特にスリットのないコンテナを使用している場合には注意を要する。

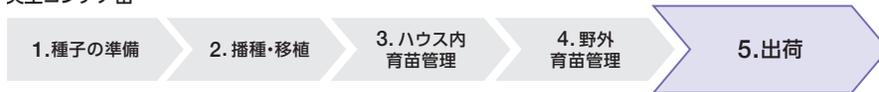


写真7-29 | 根腐れしている苗(左)と健全苗(右)(島根県 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

5. 出荷

実生コンテナ苗



育苗期間を経て、十分に育った良い苗木を、必要とする造林者に向けて出荷する。



ヒノキコンテナ苗

写真7-30 | 出荷前のコンテナ苗(島根県 提供)



スギコンテナ苗

01 抜き取り

コンテナから苗木を抜き取る作業は、根鉢*の形成状況によっては、コンテナと根鉢が密着して固く、手で抜くことが困難になる。このような場合、専用の苗木抜き取り機を使うと苗木を一度に抜き取ることができる。大量の苗木を出荷する際にも機械を用いると出荷作業が効率化できてよい。また、手作業で抜き取る場合に比べ、苗木を傷つけるリスクを軽減できる。

手で抜き取る場合は、強く引っ張ると苗木を傷める場合があるため、十分注意する。

*根鉢：苗木の根と培地が一体となった部分。



写真7-31 | 抜き取り機での作業の様子(日本森林技術協会 提供)

02 選苗

出荷する苗木の選苗は、苗木の形状、形質等について、規格等(都道府県等が定めた規格)に合致する苗木のみを厳密に選苗する。

コンテナ苗の出荷に当たっては、根系の発達がよく、根鉢が十分に形成されているかを確認する必要がある。具体的には、コンテナ苗を軽く振っても培地が脱落しないことが判断の基準となる。

選苗の際は、産地・系統・品種の混合に十分留意して作業を行うこと。



写真7-32 | 選苗の様子(日本森林技術協会 提供)



写真7-33 | 根鉢がしっかり形成されたコンテナ苗(日本森林技術協会 提供)



写真7-34 | 根の発達が不十分なコンテナ苗(島根県提供)

03 出荷

コンテナ苗は、根鉢が付いたまま植栽するため、山で苗木袋に苗木を入れて運搬する際に、根鉢が崩れないように注意して梱包する。

梱包資材は、収穫ネットや買い物用ビニール袋等が使われていることが多い。そのほか、段ボール箱や土嚢袋を用いたり、根鉢の乾燥防止のため、梱包用ストレッチフィルムで苗木を束にしてまとめたりして出荷している場合もある。



写真7-35 | 出荷前のコンテナ苗(左：日本森林技術協会、中央：徳島県、右：島根県 提供)

6. 実生コンテナ苗年間生産スケジュール(例)

コンテナ苗の生産は、対象とする樹種や地域の気候条件のほか、生産者が採用する生産方法の違いによって、播種から出荷までの生産スケジュールが大きく異なってくる。

ここで、各地の気象データと、その地域の苗木生産者の生産スケジュールの事例をいくつか紹介する。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

実生
コンテナ苗の
生産方法

スギ実生コンテナ苗(徳島県徳島市)

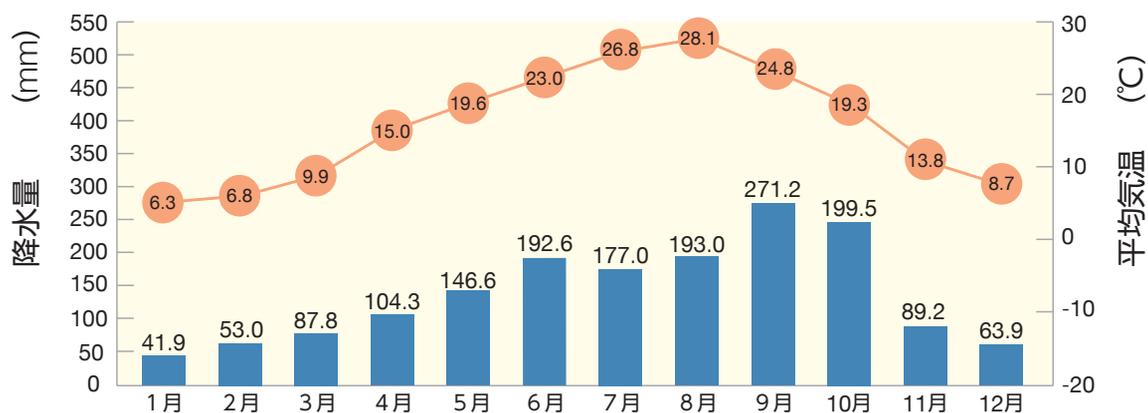
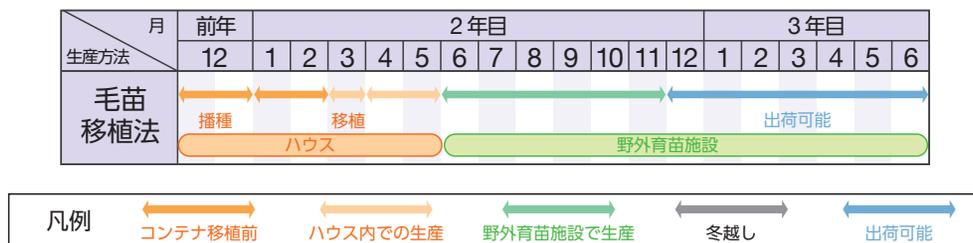


図7-3 | 徳島県徳島市周辺の月間降水量と平均気温の平年値(徳島気象台)

表7-2 | スギの生産スケジュール事例(徳島県徳島市)



毛苗移植法

- 前年12月に育苗箱に播種する。
- 1年目の3月に1 cm程度に育った毛苗をコンテナに移植し、ハウス内で育てる。6月に外出しし、野外育苗施設で育てる。12月に出荷可能となる。冬越し作業はせず、翌春まで随時出荷する。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

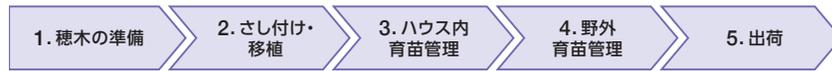
8

さし木コンテナ苗の生産方法

さし木コンテナ苗の作業工程

さし木コンテナ苗生産は、以下のような作業工程で進めていくことが一般的である。本項においても、この作業工程の順に沿って説明していく。

さし木コンテナ苗



1. 穂木の準備

187ページ「5 さし木裸苗の生産方法」「2. 穂木の準備」に準じて行う。

さし木コンテナ苗



2. さし付け・移植

さし木コンテナ苗



さし木コンテナ苗を生産する方法にはいくつかの種類がある。本テキストでは、さし木苗移植法、直ざし法の主要な2つの生産方法について説明する。

01 さし木苗移植法

1 さし付け

さし木苗移植法の場合、さし木苗の生産を行う。

さし木苗生産のためのさし穂のさし付け方法は、裸苗を生産する場合と同じで、さし床や育苗箱等を準備し、さし付ける。

さし木苗を掘り取った後、素早く移植作業に移るため、培地の混合、コンテナへの培地の充填等の準備を事前に行っておくとよい。

2 移植

発根が確認されたさし穂(九州地方における発根率が高い在来品種の場合等は基部の切断面にカルスが形成されたさし穂)を掘り取り、コンテナへ移植する。

さし穂は育成孔の6割程度の深さまでさし込み、必要に応じて培地を育成孔上面まで追加し押さえ固める。

移植が終わったら、水を張ったトロ船などにコンテナごと浸けて、コンテナの底面から吸水させるようにしたり、あるいは上から散水したりして、コンテナ下部から水が滴り落ちるまで培地に十分に給水



写真8-1 | スギ発根苗(林木育種センター 業務資料より)



写真8-2 | 発根率が高い在来品種の場合はカルスが形成されたさし穂を移植する(日本森林技術協会 提供)

し、培地と根の密着性を高める。

なお、移植の際、サイズが揃ったさし穂をコンテナへ移植すると、その後の灌水、施肥等の育苗管理が統一的にできるため効率が良い。

02 直ざし法

1 さし付け

培地を充填したコンテナに、さし穂を育成孔の6割程度の深さまでさし込み、必要に応じて培地を育成孔上面まで追加し押さえ固める。

さし付けが終わったら、水を張ったトロ船などにコンテナごと浸けて、コンテナの底面から吸水させるようにしたり、あるいは上から散水したりして、コンテナ下部から水が滴り落ちるまで培地に十分に給水し、培地と根の密着性を高める。

このように、さし木コンテナ苗の生産方法は、さし木裸苗生産のさし付け方法と同様であるが、発根率の向上とそのため湿度管理、生産性の向上等の観点から、コンテナ苗特有のさし付け方法があり、その方法についていくつか紹介する。

密閉ざし

箱ざし(191ページ「5 さし木裸苗の生産方法」「3. さし付け」を参照)したものを二重ハウスにして空中湿度を高くして生産する方法を密閉ざしと呼んでいる。施設的にも、技術的にも、生産者が採用しやすい方法であるといえる。

密閉ざしの特徴は、湿度を安定的に高い状態に維持できることにあり、このことは、発根率を高めるのに効果がある。

ねりざし(泥ざし)と組み合わせて使われることもある。



写真8-3 | 直ざし法(林木育種センター 業務資料より)



写真8-4 | 密閉ざし(林木育種センター 業務資料より)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

さし木コンテナ苗の生産方法

ミスト散水（ミストざし）

さし木の発根率を高めるためには、湿度を常に高い状態(例：95%以上など)に維持しておくことが重要であり、数時間や半日程度の短時間であっても、湿度が下がってしまうと、発根率が下がり、歩留まりが悪くなる。

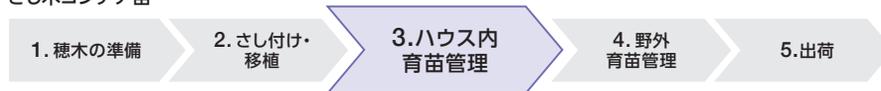
ミスト散水は湿度を高い状態に保つために効果がある方法で、直ざし法に適しているといえる。



写真8-5 | ミスト散水(林木育種センター 業務資料より)

3. ハウス内育苗管理

さし木コンテナ苗



さし穂を移植または直接さし付けたコンテナは、ハウス内で生産する。

さし穂をさし付け後、発根するまでの間は水分収支が不安定な状態にあり、この間は十分に灌水を行って、さし穂を乾燥させないように注意しなければならない。

なお、移植苗は梅雨入りの頃までは寒冷紗等で日覆いする。

その他の作業は、213ページ「7 実生コンテナ苗の生産方法」「3. ハウス内育苗管理」に準じて行う。

4. 野外育苗管理

さし木コンテナ苗



ハウスで一定期間成長させたら、コンテナを野外育苗施設に移動して、十分に屋外の環境に順化させる。

天候の状態を観察しながら、晴天であれば基本的に毎日灌水する。

その他の作業は、215ページ「7 実生コンテナ苗の生産方法」「4. 野外育苗管理」に準じて行う。

5. 出荷

さし木コンテナ苗



220ページ「7 実生コンテナ苗の生産方法」「5. 出荷」に準じて行う。

6. さし木コンテナ苗年間生産スケジュール(例)

さし付け時期ごとにいくつかの育苗方法がある。春ざしは、直接コンテナへさし付ける直ざし法が主流で、秋ざしは、さし穂をさし床や育苗箱等にさし付け、移植するさし木苗移植法を行う苗木生産者が多い。

スギさし木コンテナ苗(宮崎県宮崎市)

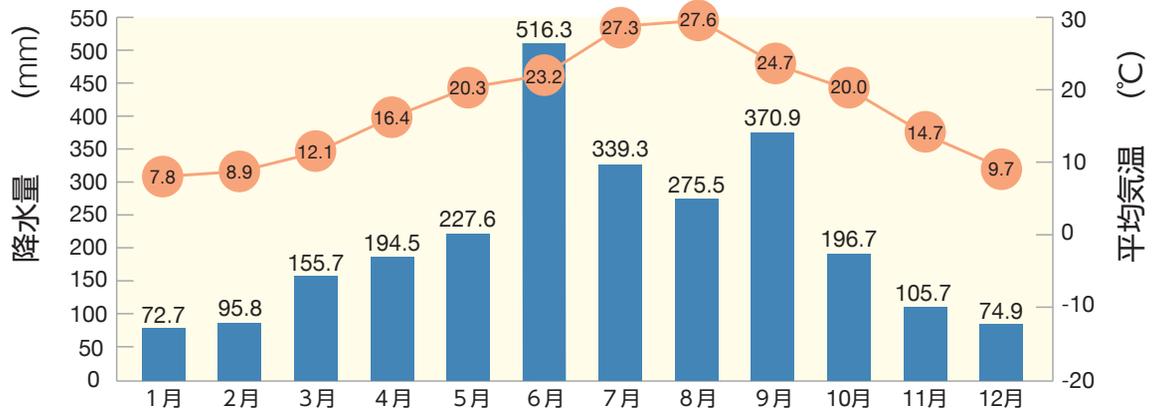


図8-1 | 宮崎県宮崎市周辺の月間降水量と平均気温の平年値(宮崎気象台)

表8-1 | スギさし木の生産スケジュール事例(宮崎県宮崎市)

月	1年目												2年目												3年目					
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
さし木苗移植法	さし付け												移植												出荷可能					
	苗床												野外育苗施設																	

凡例	コンテナ移植前	ハウス内での生産	野外育苗施設で生産	冬越し	出荷可能
----	---------	----------	-----------	-----	------

さし木苗移植法

- 1年目の10月に、さし穂をさし床にさし付ける。
- 翌年4月に、さし床から掘り取り、4月にコンテナへ移植し、野外育苗施設で生産する。12月から出荷可能となる。冬越し作業は行わず、翌春まで随時出荷する。

引用文献

- 林野庁(2022)コンテナ苗生産の手引き

苗木の生育に異常がみえたら、まず注意して観察することが肝要である。観察は葉を中心として茎、幹、枝、根など苗木全体にわたって行い、異常のみられる部分はルーペ、場合によっては携帯用の簡易的な顕微鏡により観察することも必要である。

異常の原因は栄養状態、病害、虫害、葉害など多くの因子があり、これらの症状は似た様相を示すことがあるので、十分調べて対策を立てることが重要である。

1. 養分欠乏症の現われ方

窒素(N)、リン酸(P)、カリウム(K)、マグネシウム＝苦土(Mg)は植物体内を移動できるので、新芽を含む成長部分や根の先端部分に優先的に移動するから、これらの成分(要素)が土壤中に不足ないし欠乏する場合は古い葉(植物体の下部)からこれらの成分の欠乏症が現れる。反対にカルシウム＝石灰(Ca)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)などは植物体内を移動しにくいので、これらの養分欠乏症はまず若い部分(植物体の上部)に現れ、次第に古い部分(下部)に現れる。

床替床には窒素、リン酸、カリウムのいわゆる肥料3要素が施肥されているから、床替苗にはこれらの要素の養分欠乏症が現れることは少ない。これに対して、幼苗は発芽して50日ぐらいまでは種子のもっている養分で生育するので欠乏症は現れにくい。50日ぐらい以後は土壌から養分を吸収するので、土壌に養分が不足する場合は往々にして欠乏症が現れる。

2. 窒素欠乏症と過剰症

窒素が欠乏すると、苗木全体が小さくなり、葉色は淡黄緑色となる。窒素は成長部分に移動して古い葉から欠乏症が現れはじめる。この症状が現れるのは次のような場合である。土壌中の窒素が少ない時、未熟堆肥で炭素率(C/N)が高い時などである。

土壌に窒素成分が多く、苗木が窒素を過剰に吸収すると葉色は暗濃緑色となり成長は増大して大形の苗木となるが、軟弱多汁質となり、節間が長くなり寒害、干害、病虫害にかかりやすくなる。

窒素過剰の場合は、リン酸、カリウムの含まれた肥料を多く施用する。生育後期に窒素過剰で徒長現象がみられる場合は根切り、根上げを行い、窒素成分と水分の吸収を抑制する。

3. リン欠乏症

リンが欠乏すると生長が抑制され、根系の発育が不十分となり、苗木は萎縮して小形となる。葉色は暗緑色から紫、青銅色から古銅色となる。樹種によっては紫色から赤紫色になるものもある。

スギは発芽後50日ぐらいから、下葉の先の方から青銅色を経て古銅色となる。ヒノキもスギとだいたい同様である。アカマツ、カラマツは発芽後50日ぐらいから下葉の先の方から暗紫色となり、8～9月頃に赤褐色または赤紫色になる。

リンの不足は苗木の生育に致命的である。リンが生育初期に不足すると、立枯病にかかりやすくなる。特に酸性の強いリン酸吸収力の強い土壌に起こりやすい。

リン欠乏土壌には原則として、水溶性の過リン酸石灰のような水溶性のリン酸肥料よりは、溶性苦土リン酸のようなク溶性*のリン酸肥料の方がよい。過リン酸石灰を用いる時は堆肥やピートモスなどに混ぜて施用し、土壌のリン酸固定を軽減する施し方が合理的である。

*ク溶性：植物の根から分泌される有機酸である根酸に溶けること。水溶性よりも溶けるのが遅いため、ゆっくりと長期間にわたって

養分を供給できる。

4. カリウム欠乏症

カリウム欠乏症は生育初期のうち葉色が暗色がかった青緑色ないし濃緑色となり、窒素を多く施しすぎたような葉色になるが、それほど伸長しないで枝葉は軟弱となる。また次第に下葉は褐色ないし赤桃色となる。

スギ、カラマツは発芽後約80日頃から葉が濃緑色となり、下葉の先が茶褐色となり上長生長が衰える。アカマツは発芽後60日頃より下葉の先が赤褐色となり、やがて黄褐色となる。いずれにしても苗木の枝葉を手で握ってみると軟弱な触感があるので、このような場合カリウムの含まれた肥料(硫酸カリ、塩化カリ、木灰など)の追肥が必要である。

一般にカリウムが不足する土壌は少ないが、元肥と追肥の割合は3：7または4：6と追肥に重点をおく方がよい。なおカリウムは徒長を抑制する作用がある。

5. マグネシウム欠乏症

苗木の下方の葉が黄色から赤褐色、赤桃色になる。中部の葉は黄緑色で次第に上部に及ぶ。欠乏症の現れるのは発育の後期8月頃からである。

苗畑ではマグネシウム欠乏症が比較的よく現れる。これは溶性苦土リン肥や苦土石灰を除けば、多くの化学肥料にはマグネシウムが含まれていないためである。

スギでは8月中旬から9月にかけて下葉の先から黄桃色から赤褐色となる。ヒノキは下部の葉先の鱗片が黄色となり、次第に褐色となり枯れて落ちる。アカマツ、カラマツ、トドマツは8～9月に葉の先が黄色となる。この症状は根腐れを起こした苗木にも現れるから注意が必要である。

対策としては元肥にマグネシウムを含む肥料を施用する。土壌が酸性であれば溶性苦土リン肥、苦土石灰を施用する。施用量は溶性苦土リン肥で50～100kg/10a、苦土石灰で40～70kg/10aぐらいとする。土壌が中性ないし微酸性(pH6.5～7.0)であれば元肥に硫酸マグネシウムを施用する。

6. 鉄欠乏症、マンガン欠乏症

苗木が鉄、マンガンが吸収できなくなると、葉緑素の生成が妨げられるから、苗木の新梢部から黄色ないし黄白色(クロロシス*)となる。この症状は上部の新しい芽葉に著しく現れる。

これは土壌中の鉄、マンガンが少ない場合と、土壌の反応(pH)が6.5～7.0以上の中性からアルカリ性の場合に、土壌中の鉄、マンガンが溶けにくく不活性になり、苗木は吸収できなくなるため、これらの欠乏症が現れる。

中性ないしアルカリ性の土壌には硫黄粉末(硫黄華)を10～180kg/10a程度施用する。アルカリ土壌を酸性土壌にするのは、かなり難しいので、石灰やアルカリ性肥料を多く施用しないよう注意が肝要である。そのためには、常に土壌のpHを測定しておく必要がある。

*クロロシス：植物の葉が正常な緑色を保てず、黄色や白化などの症状が現れる現象。葉緑素の生成が阻害されることで起こり、光合成や作物の生育が抑制される。

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

以上をまとめて、養分欠乏症の検索表をつくると表9-1のとおりである。

表9-1 | 養分欠乏症の検索表

I 主として老葉(下葉)より症状が現れる。
1. 症状は普通植物全体にわたり現れる。
(1) 窒素欠乏症 一般に植物が窒素に欠乏すると、細胞は小形になり全体的に生育不良となる。葉は下方の古い葉より淡緑色～黄緑色となり、次第に上方に及ぶ。苗木では葉は淡黄緑色～黄緑を呈し、根の生育が悪い。
(2) リン欠乏症 一般に植物はリン酸が欠乏すると、葉は濁った暗緑色を呈し、また根系の発達、特に根の分岐が悪くなる。苗木では生育初期の発育が遅れ、萎縮し特に新梢の発育が悪い。葉は濃緑色～暗紫色を呈する。細根の出方は少ない。スギ、ヒノキは新梢の発育を停止し幹は緑褐色を呈し、葉は帯紫暗緑色を呈する。アカマツ、カラマツは頂芽を除き下葉より暗紫色となる。
2. 症状は普通老葉(下葉)に現れる。
(1) カリウム欠乏症 一般に植物はカリが欠乏すると、古い葉の葉脈の間や葉先の周辺部に黄～褐色の斑点を生ずる。茎は細く、葉はときに下方に曲がる。欠乏が著しいときは植物全体が黄化する。スギ、ヒノキでは暗緑色～淡黄色となり下葉に赤みを帯びる。カラマツ、アカマツは暗緑色～淡黄色となり、頂芽は萎縮する。
(2) マグネシウム(苦土)欠乏症 一般に植物はマグネシウムが欠乏すると、下葉が黄色～褐色～赤色となり、次第に上方に及ぶ。苗木では生育の中期～後期に下葉の先端より黄緑色～桃黄色、もしくは赤褐色を呈し、欠乏の度が進むにつれて上葉に及ぶ。スギは下葉の先端より赤褐色～桃黄色、ヒノキは黄緑色～赤褐色、カラマツ、アカマツは黄緑色～黄色を呈する。
II 主として新葉(芽葉)に局所的症状が現われる。
1. 若い葉の先端または基部が変形し、やがて頂芽が枯死する。
(1) カルシウム(石灰)欠乏症 一般に、植物はカルシウムが欠乏すると成長点の活動が弱まり、頂芽の部分は釣針状に曲がり、やがて枯死する。スギでは根の発育並びに発根が阻害され、頂芽、側芽とも伸長を停止し枯死する。
(2) 鉄・マンガン欠乏症 一般に植物は黄化現象が現われ、ときにはこれに伴う死壊組織が発生する。スギ、ヒノキ、アカマツでは新梢が黄～黄白色を呈し、次第に下葉部に及ぶ。

(塘隆男 1971)

引用文献

- 塘隆男(1971) 苗畑施肥と林地栽培,地球社

参考文献

- 塘隆男(1962) わが国主要造林樹種の栄養および施肥に関する基礎的研究,林試験報, No.137
- 塘隆男(1977) 苗畑施肥の基本的な考え方,緑化と苗木, No.18,全苗連
- 塘隆男(1979) 林業技術者のための肥料ハンドブック,創文

10 病害の診断と対策

病害防除の基本は、病害が発生してから防除を行うのではなく、発生しないように未然に予防することである。

植物の病気は、カビ、細菌、ウイルスといった病原体によって引き起こされるが、植物の抵抗性や環境要因によっても左右される。病気の発生原因を、主因、素因、誘因と3つに分けて考えると、防除の計画が立てやすいだろう。

主因とは、病原体そのもののことである。病害は病原体が存在しなければ発生せず、それらが増殖することで被害が拡大する。

素因とは、病気になる植物そのもので、病原体の宿主である。抵抗性が強ければ病原体等が増加しても病害にかかりにくいなど、植物の遺伝的背景が発病に影響する。

誘因とは、環境条件や圃場の管理方法などのことである。温度、湿度、日当たり、風通し、土壌の状態等によって、病原体の密度増加や宿主の抵抗性の低下等に影響を及ぼし、発病を左右する。一般的に、病原菌は多湿で、日当たりと風通しの悪い環境条件で増殖する。

育苗期間中は、これら3つの要因を意識して病害の発生に不適な状態に保つことが重要であり、病原体の感染や発生を予防するための薬剤散布や、適切な環境下での育苗管理を心がけ、苗木の形態や色、発育状態などに十分注意するとともに、異変が見られた場合は早急に適切な防除対策を実施する。

一度病気が発生したら、被害苗をできるだけ早く発見し、抜き取り、焼去すること。被害の程度が軽くても、思い切って早く処置することで、被害の拡大を防ぐようにする。

以下に、病害の未然予防策をいくつか記す。虫害対策にもなるため参考にされたい。

- ① 緑化用苗木とは共通の宿主を持つ病気が多い。また、緑化用苗木の葉に飛来してきた害虫の加害を受けないよう、緑化用苗木とはなるべく離し、同一の場所で生産しない。
- ② 取り除いた雑草や枯草は害虫の餌等になるため、苗木の近くに放置せず、育苗場所は常に清潔に保つ。
- ③ 罹病苗から落葉した葉や枝などはその場から持ち去り、焼却または土中埋没し、被害の拡大を防止する。
- ④ 冬期に深く耕耘することで、土中で越冬している食根害虫の防除に効果がある。(主として、裸苗生産を行う場合等)
- ⑤ 未熟堆肥は害虫の餌となるため、完熟した有機質堆肥を使用する。
- ⑥ 害虫が発生しやすくなるため、過湿にしすぎない。
- ⑦ 殺菌剤、殺虫剤を使用する。
- ⑧ 種子、苗木、土を消毒する。
- ⑨ 鳥獣害被害が予想される場合は、動物の侵入を防ぐため、周辺に金網、侵入防止柵などを適宜設置する。
- ⑩ 絶えず注意して見回る。

育苗期間中に発生するおそれのある主な病害の被害について、紹介する。これらの中には、一旦発生すると苗木が全滅するおそれのあるものもあり、防除方法及び農薬の使用方法を参考に、発生を予防するとともに、発生した場合は、速やかに適切な防除を実施されたい。

なお、農薬はラベルに印刷している用量・用法に従い使用しなくてはならない。農薬登録の変更等に

に伴い、製造・販売中止、用途や使用方法、適用範囲等が変わる場合もあり、よく確認して使用されたい。

また、病原菌の学名は、主に日本植物病名データベース

(https://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php)に従った(2024年11月30日時点)。

1. 樹種共通の病害

01 苗立枯病（地中腐敗型）



写真10-1 | 苗立枯病(地中腐敗型) (林木育種センター 業務資料より)

被害箇所：種子

被害：得苗数が少なくなる。苗木が地上に現われるまでになくなるので、よく種子の発芽不良と誤解される。

宿主：多くの針葉樹・広葉樹。

病原菌：フザリウム属菌(*Fusarium* spp.)、リゾクトニア・ソラニ(*Rhizoctonia solani*)、ピシウム属菌(*Pythium* spp.)など。

診断：種子に付着・潜在している病原菌によって種子が腐る。または、地中の病原菌によって芽が出る前の種子、また発芽して間もない種子が腐る。したがって、苗木が地上に現れない。

防除方法：種子消毒－種子に殺菌剤を付けて、種子を汚染する病原菌、また土中の種子の周りの病原菌を殺菌する。①浸漬法－種子を木綿袋に入れて、チウラム・チオファネートメチル水和剤(ホームマイ水和剤)の200倍液に30分間浸漬する。②粉衣法－種子1 kg当たりチウラム水和剤(ホクサンチウラム80)を2～5 gをまぶす。または、チウラム・チオファネートメチル水和剤(ホームマイ水和剤)を10 g(種子重量の1.0%)をまぶす。いずれの方法でも、種子を流水・浸水によって発芽促進処理をして一昼夜陰干しした後に行う。

02 苗立枯病（倒伏型）

被害箇所：根

被害：苗木が枯死して得苗数が少なくなる。苗木が地上に現れた直後に生じるので、よく干害と誤解される。

宿主：多くの針葉樹・広葉樹。

病原菌：リゾクトニア・ソラニ(*Rhizoctonia solani*)、フザリウム属菌(*Fusarium* spp.)及びキリンドロクラジウム・スコパリウム(*Cylindrocladium scoparium*)が主であり、いずれも土壤中に生息している。リゾクトニア菌による発病は多雨時に、フザリウム菌による発病は全時期を

通じて多雨時ばかりでなく干天時にも生じる。

診断：苗木が地上に芽を出した直後から子葉が展開した時点までに地際部が腐れてくびれ、地表に倒れて消失する。発病苗が群状に生じる場合がある。

防除方法：①苗床の環境条件を改善する－土壤pHを弱酸性(5.0～5.5)に調整する。適期にまき付ける。苗木の発芽後覆い藁を徐々に除去する。適期に適正な密度に苗木を間引く。リン酸・カリウムの含まれた肥料を十分に施し、窒素質肥料の過多施用を避ける。

②まき付け前に土壤消毒する。カーバム剤(NCS)－床土に30cm間隔、千鳥状に深さ15cmの穴をあけて、1穴当たり原液を3mlまたは2倍液を5ml注入器で注入し、ビニール等で7～10日間被覆する。本剤の処理は地温15℃以上で行う。降雨中・降雨直後の施用は避ける。作業の順序は－耕耘→床づくり・堆きゅう肥の施用→薬剤施用・ポリエチレンフィルム被覆(7～10日間)→フィルム除去・ガス抜き(7～10日放置)・化学肥料の施用→床固め→まき付け→覆土。覆土も必ず消毒して用いる。

③被害発生初期に薬剤をかん注する。チウラム・チオファネートメチル水和剤(ホーマイ水和剤)またはヒドロキシイソサゾール液剤(タチガレン液剤)の500～1,000倍をジョウロで3ℓ/m²、発病部を中心にかん注する。ヒドロキシイソサゾール液剤は病原菌がフザリウム菌である場合にのみ効果がある。



写真10-2 | 苗立枯病(倒伏型) (北海道 提供)

03 苗立枯病 (根腐型)



(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)



(島根県 提供)



写真10-3 | コンテナ苗における苗立枯病(根腐病)

被害箇所：根

被害：根が腐れるために苗木が枯死したり成長が悪くなったりする。後者の場合、よく施肥量の不足と誤解される。

宿主：多くの針葉樹・広葉樹。

病原菌：主としてフザリウム属菌(*Fusarium* spp.)、キンドロクラジウム・スコパリウム(*Cylindrocladium*

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

病害の診断と対策

scoparium)。

診断：幹の地際部組織が木化して、初生葉や本葉が展開した後に生じる。主として細根が黒変腐敗する。地上部は根が全部腐れた場合はへしおれて枯死して、部分的に腐れた場合は成長や葉色が悪くなる。

防除方法：「02 苗立枯病(倒伏型)」と同様

04 床替苗根腐病

被害箇所：根

被害：根が腐れるために苗木が枯死したり成長が悪くなったりする。後者の場合、よく施肥量の不足と誤解される。

宿主：多くの針葉樹・広葉樹。

病原菌：主としてフザリウム属菌(*Fusarium* spp.)。

診断：主として細根が黒変腐敗する。地上部の病徴には次の型がある。

①床替直後や7～8月の高温乾燥時に急速にしおれて枯死する。

②6～7月の梅雨時に針葉が黄緑～黄色に変色する。枯死することはまれで、葉色は8月以降に回復する。

③枯死はしないが成長が不良になり葉色にはつやがない。

防除方法：①播種床で発病した根腐型苗立枯病が床替後に進展する人が多いので播種床での苗立枯病の防除を徹底して行い、また根腐型苗立枯病の罹病苗を床替えしないように注意する。

②苗床が過乾・過湿にならないように注意する。



写真10-4 床替苗根腐病(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)

05 根腐線虫病

被害箇所：根

被害：根が侵されて、成長がきわめて悪くなる。被害は夏までに苗木の根中の線虫密度が高い場合に生じる。線虫単独の加害では苗木は枯死することがある。発病苗が生存していて、翌年の伝染病になる。

宿主：スギ、ヒノキの幼苗で多発する。床替苗では発病苗を移植した場合は継続して生じるが、新たに被害が発生することはない。マツ類にはほとんど被害が生じない。

病原線虫：キタネグサレセンチュウ(*Pratylenchus penetrans*)、ミナミネグサレセンチュウ(*Pratylenchus coffeae*)。「内部寄生性線虫」であり、根の組織内に侵入して養分を摂取し、産卵・増殖する。

診断：細根が侵されて伸長しない。その結果、根系の発達は貧弱で、また、たこ足状に伸びて主根・細根の区別が付きにくい。地上部の成長は抑制され、枝数は少なく、針葉は退色する。

防除方法：①被害苗畑ではスギ・ヒノキ苗を連作することを避ける。

②まき付け前の土づくり時に土壌をカーバム剤(NCS)や蒸気で土壌消毒する(「02 苗立枯病(倒伏型)」と同様)。

06 微粒菌核病

被害箇所：根、地際

被害：苗木の地際部付近や根が侵されるために苗木全体がしおれて枯死する。高温と乾燥が発病を促進する。よく単なる干害と誤解される。

宿主：多くの針葉樹・広葉樹。スギとヒノキでは床替苗で多く発生する。幼苗では日覆いをするために高温・乾燥が防止されて発生が抑えられる。

病原菌：マクロホミナ・ハゼオリナ(*Macrophomina phaseolina*)。サツマイモなど多くの農作物も侵して、これらでは「炭腐病」と呼ばれる。

診断：6～9月頃、土壤が高温で乾燥する時期に発生する。茎の地際部と根が侵されて、地上部は褐色にしおれて枯れる。地際や根の樹皮を剥ぐと、木部表面と樹皮の内側に多数の微粒黒点(菌核)が認められる。

防除方法：①高温・乾燥時には灌水や日覆いをする。

②軟弱な苗木は発病しやすいので、窒素質肥料を控えめにする。

07 灰色かび病



(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)

(島根県 提供)

写真10-5 | 灰色かび病

被害箇所：葉

被害：二つの発生型・時期がある。一つは冬期仮植中の積雪下と融雪時に「雪腐病」として発生し、早春に霜害や乾燥害を受けた芽から発病が進展する。もう一つは成長期に雨が降り続いて多湿・日照不足の場合に発生する。また、ガラス室やハウス内の多湿環境下でも発生する。いずれの場合も葉が枯れて苗木の成長が抑制され、また苗木全体が枯れる場合もある。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

病害の診断と対策

宿 主：多くの針葉樹・広葉樹。

病原菌：ボトリチス・キネレア(*Botrytis cinerea*)。多犯性の菌で、樹木の苗木ばかりでなく多くの農作物も侵す。

診 断：仮植中の「雪腐病」の場合は積雪下または融雪時に、また多湿時の発病の場合は生育期間のいずれの時期にも発病する。枝先から枝葉が熱湯を浴びたように退色して腐敗する。発病部には灰白色のカビ(病原菌の菌糸)が絡まり、微小の灰白色の点状物(分生子塊)が多数生じる。振動を与えると、この点状物は碎けて粉状物(分生子)が煙のように飛散する。

防除方法：①窒素質肥料を過多に施さず、また根切りによって秋伸びを防止して、軟弱な苗木にならないようにする。

「雪腐病」の場合には－

②仮植に際しては束仮植を避ける。

③根雪前、地上にはジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤(ゲッター水和剤) 1,000倍液を散布する。また、発病初期には、イミノクタジン酢酸塩・ポリオキシ水和剤(ポリペリン水和剤) 1,000倍液、またはメパニピリム水和剤(フルピカフロアブル) 2,000倍液を散布する。

④雪上に黒土や木炭粉をまいて消雪を促進させる。

成長期の発病に対しては－

⑤過湿、日照不足にならないように注意する。

⑥苗木の成立が過密にならないように間引きをする。

08 くもの巣病



(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)



(島根県 提供)

写真10-6 | くもの巣病

被害箇所：葉

被害：主として幼苗が侵される。発病は急速に拡大して全滅することさえある。

宿 主：多くの針葉樹・広葉樹。

病原菌：リゾクトニア・ソラニ(*Rhizoctonia solani*)。多犯性の菌で、樹木の苗木ばかりでなく、多くの農作物も侵す。土壤中に生息しているが、多湿の場合菌糸が地表に伸長し、さらに苗木に這い上ってこれを侵す。

診 断：6～7月と9～10月の多雨時期。長期間降り続いた雨が止んで気温が上昇した時に急速に発病が進展する。枝葉が退色して腐敗する。根は発病しないが、地上部の大部分が枯れると根も腐れて枯死する。群状に発生して拡大する。発病枝葉にはカビ(菌糸)がくもの巣状に絡まる。乾燥時にはこのカビは目立たないが、苗木を濡らしてポリエチレン袋に入れて1～2

日置くと、カビが伸長する。まれにカビに絡まって褐色～黒色の小球(菌核)が生じる。

防除方法：①苗木の成立が過密の場合に発生するので、適当な時期に間引きをする。

②降雨が続く場合には日覆いを除去したり排水溝を掘ったりして、苗木の過湿を避ける。

③発病を認めたら、直ちにバリダマイシン液剤(バリダシン液剤)の600～1,000倍液、またはメプロニル水和剤(バシタック水和剤75)、トルクロホスメチル水和剤(リゾレックス水和剤)、またはフルトラニル水和剤(モンカットフロアブル40)のそれぞれ1,000倍液を散布する。苗木と同時に苗床土壌の表面も十分に濡れるように、散布量を500ml/m²と多めにする。

09 ペスタロチア病



(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)



(島根県 提供)

写真10-7 | ペスタロチア病

被害箇所：葉

被害：葉が著しく枯れた場合、茎や枝が枯れた場合は床替えや山出しができない。幼苗では枯れる場合もある。病原菌の胞子は苗木についた傷から侵入して発病を起こす。台風などの強風が吹いた場合大発生することがある。また、苗木運搬の際の荷ずれ、根切りの際トラクターに接触してできた傷、ウリハムシモドキなど食葉性害虫の食痕が発病の誘いとなる。

宿主：多くの針葉樹。

病原菌：ペスタロチオプシス属菌(*Pestalotiopsis neglecta*, *Pestalotiopsis foedans*, *Pestalotiopsis glandicola* など)

診断：苗木先端部や枝先の葉が発病する。はじめ褐色～赤褐色で、のちに灰褐色に変じてもろくなる。太い幹や枝が侵されることもある。スギでは主軸が侵された場合は患部ががんしゅ状を呈する場合がある。罹病枝・葉・茎の上には紡錘形で縦に割れ目のある黒色の小隆起が生じて、多湿時にはこれから黒色の粘塊(分生子塊)がくさび形に露出する。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

- 防除方法**：①傷ついた場合に発生するので、作業中に傷つけないなど苗木の取り扱いに注意する。
②通風不良、湿潤な場合に被害が生じるため、環境調整に留意し、罹病枝・葉は出来るだけ切除する。

10 暗色雪腐病

被害箇所：枝葉

被害：多雪地の苗畑で発生する。積雪で長期間地表に接触していた枝葉が侵される。融雪時の罹病葉には暗灰色の菌糸が絡みついているが、やがて罹病葉は褐変して落葉する。苗木の成長が抑制され、また苗木全体が枯れる場合もある。

宿主：多くの針葉樹・広葉樹。

病原菌：ラコディウム・セラナム (*Racodium therryanum*)

診断：融雪直後の針葉や枝に暗灰色のくもの巣状またはフェルト状の菌糸が絡みつき、苗木全体が暗紫色になる。エゾマツ、アカエゾマツでは、枯死した針葉の暗紫赤色が強く、トドマツの場合は白紫色を呈することが多い。

防除方法：積雪前に有機銅水和剤(キノンドー水和剤80)の500倍液を散布する。



写真10-8 | 暗色雪腐病(北海道 提供)

2. スギの病害

01 赤枯病

被害箇所：葉

被害：発病が軽微でも発病苗は床替えや山出しすることができない。激発すると多数の苗木は枯れる。

宿主：スギ。実生苗で激しく発病する。スギの品種や系統によって発病程度に差がある。ラクウショウやスイショウも侵す。

病原菌：パッサロラ・セコイアエ (*Passalora sequoiae*)。過去にはサーコスボラ・セコイアエ (*Cercospora sequoiae*) またはサーコスボラ・クリプトメリアエ (*Cercospora cryptomeriae*) と呼ばれていた。この菌は明治時代に北米原産のセコイアオスギ(ギガントセコイア)の苗木について日本に侵入し、その後発病したスギ苗に運ばれて全国に分布を拡大して定着したと考えられている。

診断：5月頃から発病して9～10月に激化する。苗木の地際部から枝葉が暗褐色～紫褐色に変色枯死する。また、緑色の主軸にも発病枝を中心に「胴枯型病斑」と呼ぶ患部が生じる。これが後に林木の「溝腐病」と呼ばれる病害の患部に進展して材質が劣化する。なお、赤枯病に罹っていても胴枯型病斑が形成されないことも多いことに留意されたい。病斑の表面には暗緑色で微細に毛羽だった菌体(分生子柄と分生子)が生じる。冬期にはこの胞子を形成した部位が黒点として残る。

防除方法：①病原菌は冬期には感染した植物組織中で越冬する。伝染源は多くの場合、本病に発病した苗木である。したがって、発病苗を床替することを避け、また発病苗は見つけ次第抜き取り焼却する。

②周辺の発病したスギ防風垣から苗木に伝染する。したがって、隣接してスギの生垣を作らない。

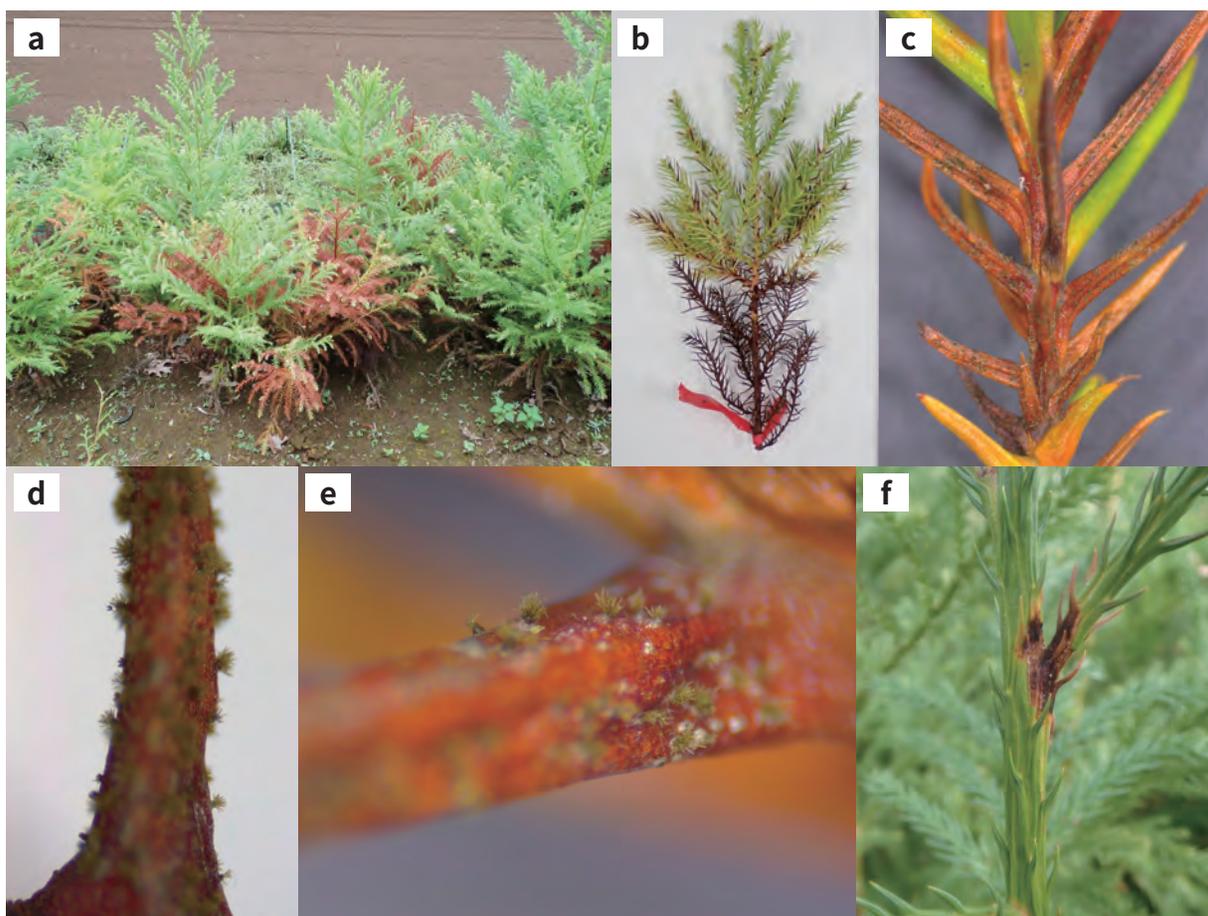


写真10-9 | スギ赤枯病(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)

a、b：赤枯病全体の様子、c：葉の様子、d、e：赤枯病菌の胞子、f：緑色主軸に形成された胴枯型病斑

病原菌の胞子は風雨によって分散する。胞子が分散する4月中旬～11月上旬に予防のために、マンネブ水和剤(クミカ エムダイファー水和剤)かマンゼブ水和剤(ジマンダイセン水和剤)の400～600倍液、また発病初期には、チオファネートメチル水和剤(トップジンM水和剤)の1,000倍液を散布する。薬剤は2週間隔で散布する。胞子の飛散量が多くなる梅雨時期や台風時期の散布が重要である。

③窒素質肥料の過多の施用を避け、リン酸・カリウムの含まれた肥料を十分に施す。

02 フォマ葉枯病



写真10-10 | スギフォマ葉枯病(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

被害箇所：葉

被害：激しく針葉が枯れると床替えや山出しをすることができない。

宿主：スギ、さし木苗で激しく発病する。ヒノキ苗でも発病することがある。

病原菌：フィロステイクタ・クリプトメリアエ(*Phyllosticta cryptomeriae*)。

診断：苗木の針葉や小枝が褐色～赤褐色に枯れる。激害の場合には苗木の上部にわずかの健全葉を残すのみになる。発病した枝葉の上にはわずかに隆起した小黒点が多数生じて、多湿時にはこの頂部から白色粘塊(分生子塊)がにじみ出る。

防除方法：根の成長が悪かったり、根腐れが激しかったりする苗木など、衰弱した枝葉が侵される。本病原菌の病原力は微弱であるが、環境条件によってまれに多発することがあるため、通風不良や過湿にならないよう環境調整に留意する。本病のために薬剤散布等の防除策をとる必要はない。

3. ヒノキの病害

樹脂胴枯病



写真10-11 | ヒノキ樹脂胴枯病(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)

被害箇所：幹・枝

被害：2・3年生の床替苗で発生する。通常、苗木では発病が目立たないために山出しされるが、造林地で発病が激化し、また蔓延して問題になる。

宿主：ヒノキ。ヒノキ科の他の樹種も侵される。

病原菌：セイリジウム・ユニコルネ(*Seiridium unicorne*)。

診断：幹や枝に縦に割れ目ができて多量の透明な樹脂が流出する。この樹脂は白色に乾いて固着する。小枝の場合、幹部から先端は枝葉が赤褐色にしおれて枯死する。患部の樹皮上には小さい裂開した隆起が生じて、多湿時には黒色粘塊(胞子塊)がみられる。

防除方法：周辺の発病したヒノキ・サワラの防風垣から苗木に伝染する。したがって、苗畑に隣接してこれらの生垣を作らない。

4. マツ類の病害

01 葉枯病

被害箇所：葉



(林木育種センター 業務資料より)



(島根県 提供)

写真10-12 | マツ葉枯病

被害：発病苗の成長は抑制され、枯死することがある。幼苗では普通発病は軽微であるが、床替することはできない。激しく発病した苗木は山出しすることはできない。

宿主：アカマツ、クロマツなどのマツ類。

病原菌：シュードサーコスポラ・ピニデンシフロラエ(*Pseudocercospora pini-densiflorae*)。

診断：7月頃から発病して、9～10月に激化する。針葉に黄色の斑点ができ、拡大するとともに褐変して5～15mm間隔で灰色と暗緑色の帯が交互に生じる。苗木の下方の葉から枯れ上がる。病葉の暗緑色部には灰緑色の毛羽立った菌体(分生子柄と分生子)が生じる。なお、冬期にはこの胞子が形成した部位が黒点として残る。

防除方法：①病原菌は冬期には発病葉中で越冬する。伝染源は多くの場合本病に発病した苗木である。したがって、発病苗を床替えることを避け、また発病苗は見つけ次第抜き取り焼却する。
②床替時の根の切り過ぎ、根腐れの激しい場合に重症化するので注意する。
③病原菌の胞子は雨しぶきによって分散する。胞子が多数分散する5～10月に、予防のために樹木類の斑点症(シュードサーコスポラ菌)で登録の取れている銅水和剤(ドイツボルドーAの800倍液、ICボルドー66Dの50倍液、ボルドーの800倍液、またはZボルドーの800倍液)、チオファネートメチル水和剤(トップジンM水和剤の1,000倍液剤)、またはマンゼブ水和剤(パンコゼブ水和剤の600倍液)を使用方法に準じて月1～2回散布する。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

病害の診断と対策

02 葉さび病

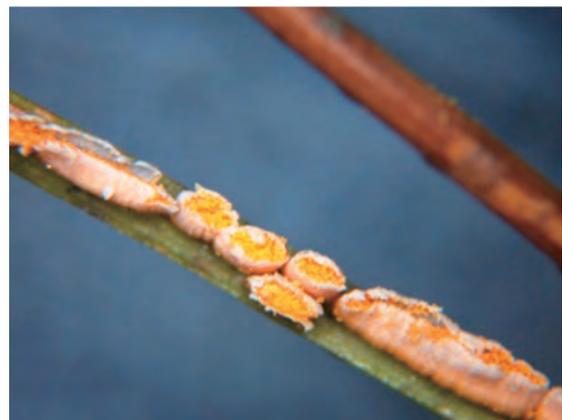


写真10-13 | マツ類葉さび病(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)

被害箇所：葉

被害：成長が不良になり激害の場合は苗木全体が枯死する。

宿主：アカマツ・クロマツなどのマツ類

病原菌：コレオスポリウム属菌(*Coleosporium* spp.)。日本では二葉マツと五葉マツから合わせて21種のコレオスポリウム属菌が報告されている。このさび病菌の多くは「異種寄生」の特性を持ち、1種の宿主上ではその生活史を経ることができない。異なる2種の宿主を必要として、しかも各宿主によって形成される胞子の形が違う。2種の宿主のうち、経済的に価値が低い宿主を「中間宿主」という。アカマツを侵す主な種と中間宿主はコレオスポリウム・ピニ・アステリス(*Coleosporium pini-asteris*) (シラヤマギクなどキク科の雑草)、コレオスポリウム・フェロデンドリ(*Coleosporium phellodendri*) (キハダ属の樹木)などである。

診断：4～5月、針葉に赤褐色の小斑点(精子器)が生じる。やがて白色の小膜状物(さび胞子堆)が生じ、これが破れて黄粉(さび胞子)が飛散して中間宿主に伝染する。その後、罹病葉は枯死する。なお、中間宿主となる植物には、6月から葉の裏に黄色粒状物(夏胞子堆)ができ、葉裏には黄色の斑点ができる。これは9月からは黄赤色(冬胞子)に変わる。マツ類への伝染は中間宿主上の冬胞子から生じた担子胞子によってのみ起こる。中間宿主間では夏胞子による伝染が起こる。

防除方法：苗畑周囲に生えている中間宿主となる植物を刈り払い、除草剤散布、除伐などによって除去する。

03 こぶ病

被害箇所：幹・枝

被害：発病苗は奇形を呈して山行きにはならない。

宿主：アカマツ・クロマツなどのマツ類の2年生以上の苗木に生じる。

病原菌：クロナルチウム・オリエンターレ(*Cronartium orientale*)。

診断：前年の枝にこぶが生じる。こぶから多数の不定芽がてんぐ巣状に生じる。12～1月こぶから黄褐色粘質物(精子塊)が流失し、4～5月こぶの表面の割れ目に黄色粉状物(さび胞子)が生じて飛散してコナラ、クヌギ、カシワなどの中間宿主に伝染する。なお、中間宿主となるナラ類には、5～6月葉裏に黄粉(夏胞子)が生じ、その葉表には黄色の斑点ができる。8～9月には夏胞子に代って黒褐色毛状物(冬胞子)が生じる。これら中間宿主での発病はこの冬胞子の形態から「毛さび病」と呼ばれる。マツ類への伝染はナラ類上の冬胞子から生じた担子胞子によってのみ起こる。ナラ類の個体間では夏胞子による伝染が起こる。

防除方法：苗畑周囲の中間宿主となる樹木をなるべく除去する。



写真10-14 | こぶ病(成木) (島根県 提供)

5. カラマツの病害

先枯病

被害箇所：幹・枝

被害：発病苗は床替えや山出しをすることができない。発病苗が造林された場合、林地で本病が伝染して激しい被害が起こる。

宿主：カラマツ属

病原菌：ネオフシコッカム・ラリシナム(*Neofusicoccum laricinum*)。かつてはボトリオスファエリア・ラリシナ(*Botryosphaeria laricina*)やギグナルディア・ラリシナ(*Guignardia laricina*)として扱われていた。

診断：6～9月、当年生枝が侵される。感染が6～7月と早い場合、発病枝は先端部の針葉を残して落葉し、しおれて垂れ下がる。感染が8～9月と遅い場合、発病枝は垂れ下がらずに立ったまま枯れる。患部は収縮して、しばしば樹脂を浸出する。発病幹・枝や針葉には微細な黒粒点(分生子殻)が生じる。前年の発病枝には新たに微細な黒粒点(子のう殻)が生じて、これが第一次の伝染源になる。

防除方法：①周辺の発病したカラマツの防風垣から苗木に伝染する。したがって、苗畑に隣接してカラマツの生垣を作らない。
②ポリオキシシン水和剤(ポリオキシシンAL水和剤)の500～1,000倍液を7～9月に2週間隔で散布する。



写真10-15 カラマツ先枯病(北海道立総合研究機構 林業試験場 和田尚之氏 提供)

6. 防除暦(案)

病害防除のために最も直接的な効果が期待できる対策は、農薬の使用である。農作物と異なり造林用樹木の育苗には農薬を使用する必要が無いと認識されていることがあるが、造林用樹木苗であっても農薬を使用しなかった場合には大きな被害に繋がる可能性がある。もし圃場で病害が発生した場合にはいち早く病原を特定し、有効な農薬を使用することで被害拡大を抑制する。一方で、いったん発病してしまった苗木に対して薬剤散布を行っても完治することは困難である。そのため、そもそもの被害を出さないためには事前の定期的な薬剤散布による予防が重要となる。また、薬剤散布に頼り切らず、発病した苗は適宜抜き取って処分するなど、日頃から圃場の衛生管理に務めて病原菌の密度が上がらないように心がけることも重要である。

育苗段階や時期によって発生しやすい病害は異なっている。播種時には、裸苗・コンテナ苗にかかわらず、種子の腐敗やその後の稚苗の苗木枯病を予防するために種子消毒を行う。その後は、スギの苗木生産であれば、スギ赤枯病の予防を目的とした薬剤散布を軸とし、スギ以外の樹種については主要病害の発生しやすい時期を参考に薬剤散布を行う。一方で、育苗環境やその周辺環境、樹種、地域、その年の気候によって発生する病害の種類や被害状況は異なるため、それぞれの実状に合わせて臨機応変に対応していく必要がある。

表10-1には、スギ赤枯病の原因となる、病原菌の胞子が分散する時期に対応した、薬剤散布スケジュール(案)を示している。また、図10-1にはスギ及びスギ以外の樹種における主要病害の防除暦(案)を示したので参考にされたい。

表10-1 | スギ赤枯病の防除のための薬剤散布スケジュール(案) (令和6(2024)年4月現在)

製品名	希釈倍数	本剤の年間使用回数	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月	
			上旬	中旬	上旬	中旬	上旬	中旬										
ジマンダイセン水和剤 (農林水産省登録第22345号)	400～600倍	2回以内				○								○				
エムダイファー水和剤 (農林水産省登録第10557号)	400～600倍	8回以内	○		○			○		○		○		○		○	○	
トップジンM水和剤	1,000倍	5回以内		○			○		○		○				○			

(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

月	育苗作業		スギ	スギ以外
	1年目	2～3年目	対象病害・防除作業	対象病害・防除作業
1	播種 (コンテナ苗)	出荷(随時) (コンテナ苗)		
2	播種 (コンテナ苗・裸苗)	出荷 (コンテナ苗・裸苗)	種子消毒 苗立枯病..	種子消毒 苗立枯病..
3	移植 (コンテナ苗)	出荷 (コンテナ苗・裸苗)		
4		出荷 (コンテナ苗・裸苗)	薬剤散布 灰色かび病..	薬剤散布 灰色かび病..
5	屋内から 屋外へ移動 (コンテナ苗)			
6			薬剤散布 くもの巣病..	薬剤散布 くもの巣病..
7			苗立枯病.. 薬剤散布	苗立枯病.. 薬剤散布
8				カラマツ先枯病.. 薬剤散布
9			薬剤散布 くもの巣病..	薬剤散布 くもの巣病..
10	床替え (裸苗)			マツ類葉さび病.. 薬剤散布
11	出荷(随時) (コンテナ苗)			
12	出荷(随時) (コンテナ苗)			

図10-1 | 主要病害の防除暦(案)(森林総合研究所 安藤裕萌氏 提供)

参考文献

- 小林亨夫・小林富士雄(1982)スギ・ヒノキ病害虫と防除(林業改良普及双書82), 全国林業改良普及協会, 187p.
- 小林亨夫編(1988)カラー解説庭木・花木・林木の病害, 養賢堂, 200p.
- 林業薬剤協会編(1996)林業・苗畑の病虫獣害－見分け方と防除薬剤－, 林業薬剤協会, 118p.
- 周藤靖雄編(1994)原色図鑑島根県樹木病虫獣害－診断と防除－, 島根県林業改良普及協会, 104p.
- 周藤靖雄(1996)苗畑病害を診断して防除する(その1), 緑化と苗木95, 全苗連, 6～9
- 周藤靖雄(1997)苗畑病害を診断して防除する(その2), 緑化と苗木96, 全苗連, 13～16
- 周藤靖雄(1997)苗畑病害を診断して防除する(その3), 緑化と苗木97, 全苗連, 10～13
- 周藤靖雄(1997)苗畑病害を診断して防除する(その4), 緑化と苗木98, 全苗連, 9～13
- 周藤靖雄(1997)苗畑病害を診断して防除する(その5), 緑化と苗木99, 全苗連, 12～17
- 周藤靖雄(1998)苗畑病害を診断して防除する(その6), 緑化と苗木100, 全苗連, 18～21
- 全国山林種苗協同組合連合会(編)(2003)苗木づくりの基礎知識, 全国山林種苗協同組合連合会, 353p.

11 虫害の診断と対策

林業用苗木の育苗中にはいくつもの虫害が発生する。その原因となる害虫には次のような種類が知られている。コガネムシ類(ヒメコガネ、ドウガネブイブイ、ナガチャコガネ、クロコガネ、ヒメビロードコガネ等)、サビヒョウタンゾウムシ、ガの幼虫(カブラヤガ、スギハマキ等)、スギマルカイガラムシ、ハダニ類(スギノハダニ、トドマツノハダニ)など多数ある。近年はコンテナ苗生産が増加しており、育苗初期には屋内施設で生産される。施設内は湿気が多く、風が少なく、光が弱いことから茎・葉が柔らかい苗木であることもあり、これまで苗畑で生産される裸苗でみられなかった虫害が多数発見されている。ある程度の大きさになるとコンテナを屋外の棚へ移動し、光と風を当てて育苗するので、屋外での虫害もみられる。国内での林業用コンテナ苗生産は普及して十数年なので、まだ十分に虫害記録が整理されていないが、明らかになっている範囲で紹介する。

虫害対策は以下の順序で行えばよい。①原因を正確に診断すること、②発生源を除去すること、③発生しにくい環境を作ること、④予防として計画的に薬剤散布を行うこと、である。

1. 虫害の診断方法

01 地上部の観察による診断

1 苗木の葉の変色

稚苗、床替苗ともに葉色が緑色から黄白色あるいは黄褐色に変色していることがある。この場合、根が食害されている可能性があるため苗木を引き抜いて根を調べ、葉の変色だけなのか、根の食害かを判別する必要がある。

2 葉片の散乱

稚苗の葉が食害されて茎が棒状になり葉片が散乱している場合や、床替え時の葉が同様に散乱したり、茎の上部が噛り折られたりしている場合、虫糞がみられる場合は、ガの幼虫やカタツムリによる食害の可能性が高い。

02 根部の食痕の有無調査

1 稚苗の主根の切断

変色や枯死した苗木を引き抜くと根系の切断が観察されることがある。コガネムシ類の幼虫(ねきりむし)やサビヒョウタンゾウムシの幼虫による被害では、茎が地中へ引き込まれていることがある。

2 床替苗の根の食痕

主根の表面を環状に剥皮被害されたり、縦に1～2 cm、またはそれ以上の長さにわたる食痕があれば、コガネムシ類による被害と考えて間違いない。サビヒョウタンゾウムシの場合は、長さ1 cm以内程度の小さな不規則な形の食痕を残す。根部が被害されている場合もある。

3 地際の環状被害

キリウジガガンボやエゾマツノメイガの幼虫による被害であるが、あまり大きな被害は生じないと考えられる。キリウジガガンボは湿度の高い土壌を好むといわれている。

4 種苗の転倒

ケラは、小さいモグラのように、苗床の土に隧道状の通路をつくりながら移動するので、稚苗の根を浮き上がらせたり、転倒させたりする。

03 虫体の存否

地上部で食害している虫が観察されれば診断が容易である。また、葉がつづり合わされていたり葉がぶら下がったりしていれば中にガの幼虫が発見できる。スギの床替苗の針葉や茎に小さい円形、または楕円形の扁平の付着物があれば、スギマルカイガラムシの寄生が考えられる。また、ルーペ(拡大鏡)で観察すればハダニやアザミウマなどが発見できる。

付近の苗木や土中、コンテナ苗のキャビティ内を探索して、被害を与えたと考えられる害虫を捕獲することができれば、診断の結果の信頼度がより高いことになる。

捕獲した害虫の種類が不明の場合は、本テキストや図鑑により確かめるか、専門家に種類の同定を依頼するのが望ましい。

以上の被害状況が見られずに、葉の変色や成長阻害があるときは、病害その他によるものかも知れないので、他の因子からの検討を必要とする。

2. 主要害虫の被害と防除法

先にも述べたが、防除するには問題となる害虫を特定した上で、発生源を除去することと発生しにくい環境を作ること(耕種的防除)を行い、被害が発生した場合は見回り時の捕獲や粘着シートなどのトラップによる捕獲(物理的防除)、対処及び予防として計画的に薬剤散布を行うこと(化学的防除・生物的防除)を矛盾なく実施することが重要である。薬剤散布のみに頼る傾向があるが、発生源の除去と環境整備を行わないと効果が出にくいだけでなく経済的コストが増大するので留意されたい。

なお、農薬はラベルに印刷している用量・用法に従い使用しなくてはならない。農薬登録制度変更等に伴い、製造・販売中止、用途や使用方法、適用範囲等が変わる場合もあり、よく確認して使用されたい。

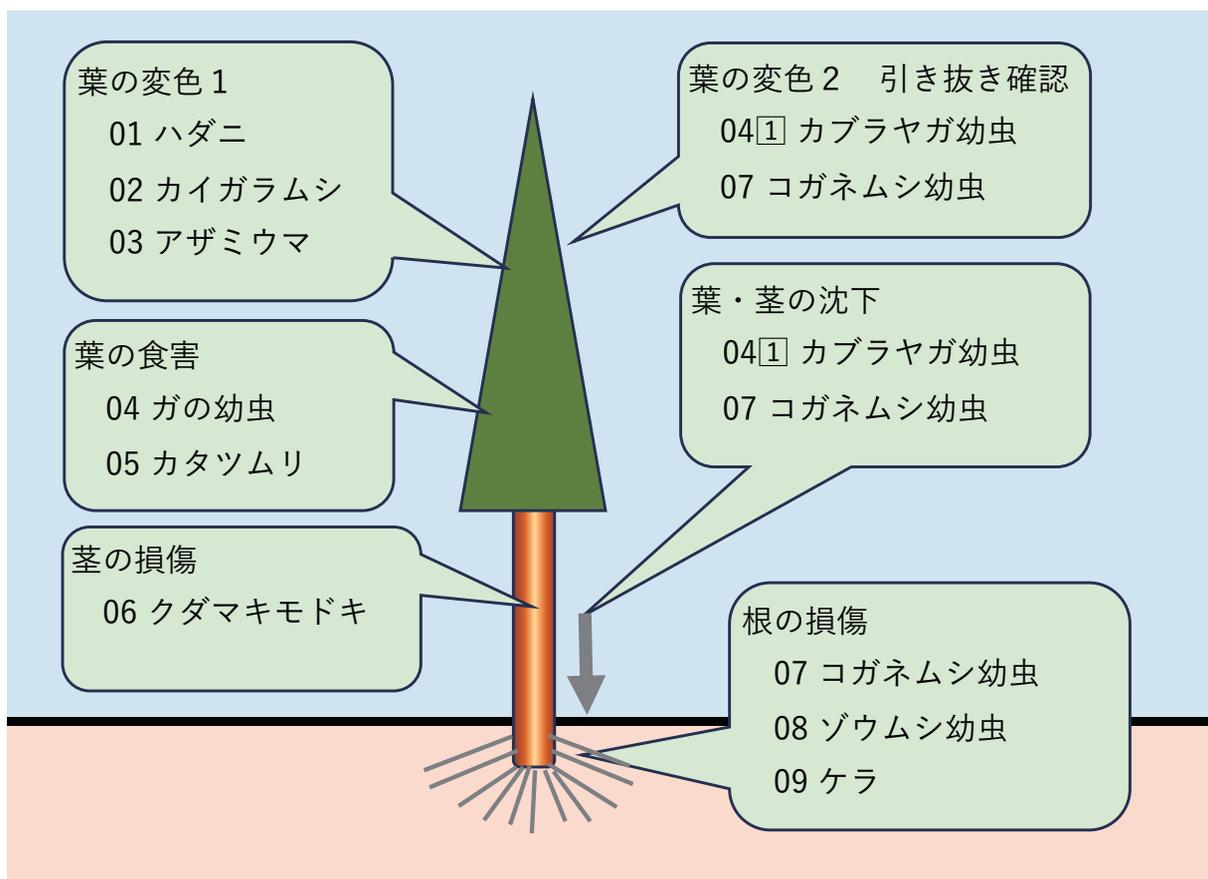


図 11-1 | 部位・症状別に疑われる主な虫害(項目符号は後述の説明に対応)(高知県 藤本浩平氏 提供)

01 ハダニ類

ハダニ類(写真11-1~2)は、分類学上は昆虫と異なり、蛛形綱(クモ類)に属しているが、応用上では昆虫に準じて扱われている。昆虫は脚が6本であるが、本種(クモ類)は8本(但し幼虫は6本)で、頭部と胸部が一緒になって頭胸部を形成している。勿論、翅はない。

スギを加害するスギノハダニと、ヒノキを加害するトドマツノハダニが知られている。

スギノハダニの成虫の大きさは0.5mm以下で、本州、四国、九州に分布している。トドマツノハダニの成虫も大きさは0.5mm以下で、北海道、本州、四国、九州に分布している。

これらハダニ類は、成虫も幼虫も葉に寄生して口器により吸汁するので、局部的組織破壊が生じ、葉の緑色が褪せて黄褐色~白っぽくなる。枯死に至らないまでも成長阻害をもたらす。加害部にクモの巣状の糸をかけることもある。4~5月に孵化し、11月頃まで年に数世代を繰り返す。乾燥した環境を好み、夏季に密度が高まるため、カラ梅雨の年には大発生し被害が大きくなる。

肉眼では小さな粒としか見えないが、白い紙の上に葉を軽く叩きつけると、紙上に落下するのでルーペで見易くなる。脱皮殻も落ちるが卵は葉についたまま残る。

防除法 カラ梅雨などで降雨が少なく乾燥した状況下では、強めのシャワー灌水により卵や成虫を水で流すことができる。

薬剤を用いた防除では、耐性を持った個体群が残って繁殖するのを防ぐことを意識して複数の種類の薬剤を用いることが重要である。スギノハダニの防除薬剤としては、ジメトエート粒剤の根元の周囲散粒、発生初期でのテトラジホン水和剤の散布が登録されている。「すぎ(幼齢木)」としてはジメトエート粒剤の根元周囲への散粒が登録されている。また、樹木類に対するハダニ類の防除薬剤としては多くの農薬が登録されており、エトキサゾール水和剤、ソルビタン脂肪酸エステル乳剤、カプリン酸グリセリル乳剤、エトフェンプロックス・ジノテフラン・ミルベメクチン・ペンチオピラド水和剤、還元澱粉糖化物・調合油・BT水和剤がある。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

虫害の診断と対策



写真11-1 | ヒノキ針葉のハダニ被害(高知県 藤本浩平氏 提供)



写真11-2 | スギ針葉のハダニ被害(熊本県 提供)

02 スギマルカイガラムシ

スギマルカイガラムシ(写真11-3~4)は、種々の針葉樹に寄生するといわれるが、スギに寄生することが最も多い。北海道から九州まで各地に分布している。雌の介殻(かいかく)と呼ばれる貝殻状の被覆物は円形ないし楕円形、直径2.0~2.5mm、扁平である。1年に1~3回発生し、幼虫が孵化して葉上に移動して固着し、介殻を形成して樹液を吸収する。主に若木の針葉、特に新芽の部分に寄生して樹液を吸収して上長成長を阻害し、樹形が悪くなったり、成長阻害を起こしたりする。

防除法 苗木や周辺の被害木を抜き取って処分する。カイガラムシの薬剤防除では、固着して介殻に覆われると薬剤が効かないため、幼虫が孵化する時期を狙ってブプロフェジン水和剤を散布することが登録されている。また冬期にマシン油乳剤を散布して油膜で覆うことで窒息させることが有効である。



写真11-3 | スギマルカイガラムシの被害(福岡県 提供)



写真11-4 | スギマルカイガラムシ(熊本県 提供)

03 クロトンアザミウマ

クロトンアザミウマ(写真11-5~8)は様々な植物の葉に集まる多食性のアザミウマで、一般的には、温室内生息種とされる。体長は1.5mm前後である。国内の本種は雌だけで単為生殖しており、雄は見つかっていない。吸汁により緑葉がかすり状に白くなる被害がハウス内で生産中のコンテナ苗で確認されている(高知県と島根県で事例確認)。これまで苗畑での裸苗生産ではみられていない。

防除法 天敵としてスワルスキーカブリダニが知られている。アザミウマ類に対する樹木類でアセフエート水和剤が農薬登録されており、発生初期に散布することで駆除が可能である。また、発生した圃場では予防的な散布を行えばよい。



写真11-5 | スギ針葉のアザミウマ被害(全体)



写真11-6 | スギ針葉のアザミウマ被害(拡大)



写真11-7 | クロトンアザミウマ成虫



写真11-8 | クロトンアザミウマ幼虫

(高知県 藤本浩平氏 提供)

04 ガの幼虫

裸苗ではカブラヤガ等による食害が知られていた。コンテナ苗では、これまで食害の事例報告がなかったナシケンモンやヨモギエダシャクなど、多くの種による被害が確認されている。

1 カブラヤガ(ヨトウムシ)

カブラヤガ(ヨトウムシ) (写真11-9~11)は、北海道、本州、四国、九州に分布する。成虫は体長約 20mm のガである。幼虫は小さなものは緑色で昼間も活動して柔らかな茎、播種床の芽生えが食害



写真11-9 | カブラヤガによって土中に引き込まれた葉(島根県 陶山大志氏 提供)



写真11-10 | カブラヤガによる根元の食害(島根県 陶山大志氏 提供)

される。老熟すると40～45mmになり、頭部が黒褐色、胸腹部が灰褐色で多少緑色を帯び、腹面は淡い灰緑色、黒褐色の縦縞模様がみられる。夜間に摂食活動をするようになり、“夜盗虫(よとうむし)”と呼ばれる。苗畑や育苗施設では幼虫により葉や柔らかな茎、播種床の芽生えが食害を受けたり、苗木が根際をかみ切られて倒れたり、かみ切った苗上部が土中に引き込まれる。

防除法 食害している幼虫を発見したら捕殺する。被害苗の近くの土中や落葉の下に幼虫がいるので、被害苗を発見した時は根元を掘って幼虫を捕殺する。



写真11-11 | カブラヤガ幼虫
上：腹面 下：側面
(高知県 藤本浩平氏 提供)

2 マイマイガ

マイマイガ(写真11-12～13)は、ドクガ科に属するガで、日本を含むアジア、ヨーロッパ、北アメリカ、北アメリカ東部の温帯地域に広く分布し、国内では北海道、本州、四国、九州に分布する。

幼虫は体全体に剛毛を持ついわゆる毛虫である。年1化(年1世代)で、卵で越冬する。

幼虫がやわらかい芽生えや新芽を食害する。

防除法 食害している幼虫を発見したら捕殺する。若齢・中齢幼虫期のMEP乳剤が農薬登録されている。



写真11-12 | マイマイガに食害された芽生え



写真11-13 | マイマイガ幼虫

(島根県 陶山大志氏 提供)

3 ハマキガ類

スギハマキ(写真11-14～17)やマツアトキハマキ(写真11-18)が針葉や緑枝をつづり合わせながら食害する被害がみられる。スギハマキはハマキガ科に属するガで、かつては珍しい種だったが、拡大造林によるスギ植林地が増えるにつれて多くみられるようになった。本州、四国、九州に分布する。幼虫はスギの針葉や緑枝をつづり合わせながら食害し、被害は5～6月と8月に多い。幼虫で越冬する。

防除法 幼虫を発見したら捕殺する。梢端部がつづり合わされていると幼虫がいるので摘み取る(変形した梢端部は元に戻らない)。



写真11-14 | ハマキガ類による被害(高知県 藤本浩平氏 提供)



写真11-15 | ハマキガ類による被害(高知県 藤本浩平氏 提供)



写真11-16 | スギハマキ幼虫(島根県 陶山大志氏 提供)



写真11-17 | スギハマキ成虫(島根県 陶山大志氏 提供)



写真11-18 | マツアトキハマキ幼虫(高知県 藤本浩平氏 提供)

4 エダシャク類

シャクガ(エダシャク類)(写真11-19~22)の仲間のいくつかはスギを食草とすることが知られていたが、近年いくつかの種についても食害することが観察されている。ニセオレクギエダシャク、スギノキエダシャク、ツマキリエダシャク、ミスジツマキリエダシャク、ヨモギエダシャクなどが確認されている。

やわらかい新芽や新葉、茎を食害する。

防除法 幼虫を発見したら捕殺する。樹木類に対するエダシャク類の防除薬剤としては、MEP乳剤の散布が登録されている。また、樹木類に対するシャクトリムシ類の防除薬剤としては、ベルメトリン乳剤、エトフェンプロックス乳剤、カルタップ水溶剤、BT水和剤の散布が登録されている。



写真11-19 | エダシャク類による被害(高知県 藤本浩平氏 提供)



写真11-20 | ヨモギエダシャク幼虫(高知県 藤本浩平氏 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14



写真11-21 | ヨモギエダシャク成虫(島根県 陶山大志氏 提供)



写真11-22 | ニセオレクギエダシャク幼虫(高知県 藤本浩平氏 提供)

5 ミノガ類

ミノガ(写真11-23)の幼虫がみられる。枝で作った蓑の中で生活しながら枝葉にぶら下がって移動し、葉を食害する。

防除法 蓑に覆われて薬剤が効きにくいいため、発見したら捕殺する。



写真11-23 | ミノガ類(高知県 藤本浩平氏 提供)

05 カタツムリ・ナメクジ

カタツムリとナメクジ(写真11-24~26)は昆虫ではなく軟体動物の陸生貝類であるが、コンテナ苗を食害するので紹介する。

育苗箱に播種して発芽した芽生えやコンテナに移植した芽生え、コンテナに種子を直接播種した芽生えでカタツムリやナメクジによる食害が確認されている。発芽後に展開した子葉と軸の先端部が食害される。本葉が展開して葉が固まると摂食には不適なのか食害されることはほとんどない。

防除法 ハウス内の過湿で滞水する育苗箱やコンテナの架台や、草木が茂っている場所で発生しやすいので、本葉が展開して固まるまでは注意深く観察し、発生や被害確認すれば速やかに加害種を駆除する必要がある。

育苗環境の改善としては、活着するまでは灌水が必要であるが過湿にならないことが重要である。天敵としてマイマイカブリ(オサムシ科の日本固有種：写真11-27)がいる。

メタルデヒド粒剤や燐酸第二鉄粒剤を苗木にかからないよう周辺に散布することで忌避効果が期待できる。



写真11-24 | カタツムリによる食害



写真11-25 | 苗木を食害するカタツムリ

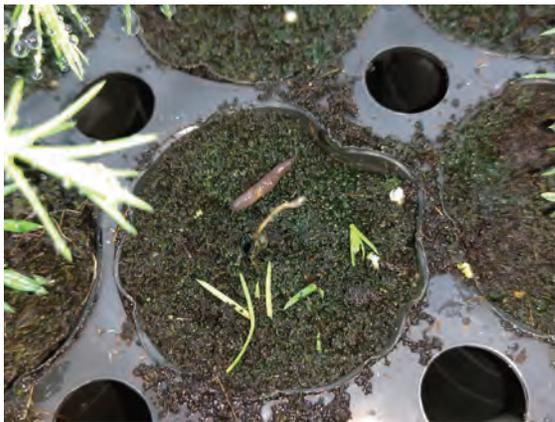


写真11-26 | ナメクジによる食害



写真11-27 | カタツムリの天敵マイマイカブリ

(高知県 藤本浩平氏 提供)

06 クダマキモドキ

クダマキモドキにより、コンテナ苗の幹で縦方向に木の繊維が繋がって露出する症状がみられる(写真11-28～32)。被害部位を縦に割くと卵が列になって産み付けられている(列状卵塊)。

防除法 産卵されている苗木は発見したら速やかに焼却処分をする。天敵として、大型カマキリ類、捕食性キリギリス類、オオスズメバチ、大型の徘徊性クモ類、造網性クモ類が知られている。



写真11-28 | スギのクダマキモドキ産卵被害(高知県 藤本浩平氏 提供)



写真11-29 | ヒノキのクダマキモドキ産卵被害(山口県 渡邊雅治氏 提供)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

虫害の診断と対策



写真11-30 | 産卵部の横断面(高知県 藤本浩平氏提供)

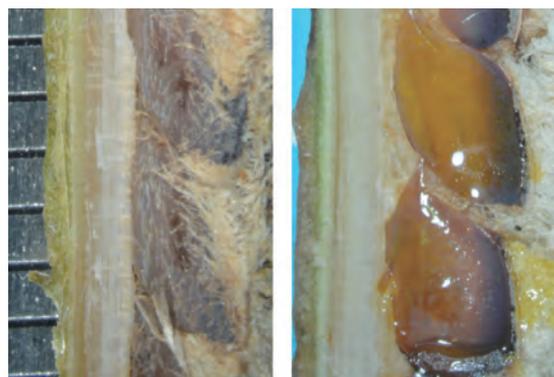


写真11-31 | 産卵部の縦断面(高知県 藤本浩平氏提供)



写真11-32 | クダマキモドキ成虫(高知県 藤本浩平氏提供)

07 コガネムシ類

林業関係では、コガネムシ類の幼虫を根切虫(ねきりむし)と称している(ちなみに農業関係では、ねきりむしとは“夜盗虫(よとうむし)”類の呼称である)(写真11-33~36)。

コガネムシ類に多くの種類があるが、林業苗畑において最も多く被害を与えているのは“ヒメコガネ”であるので、ここでは主としてヒメコガネについて述べることにする。

ヒメコガネは、北海道、本州、四国、九州に分布している。

幼虫は地中で生息し、苗木の根を食害する。周年経過は、普通1年に1世代であるが、北海道においては、満3年を経て1世代を完了する例が普通といわれる。

幼虫の体長は25~30mmぐらいになり、夏季は地表近くにて活動するが、冬季は10cm以上の深さまで潜って越冬する。成虫は6月頃から地上に現われ、体長約15mmである。春(4~5月)と秋(9~



写真11-33 | 幼苗のコガネムシ被害



写真11-34 | コンテナ苗のコガネムシ被害

(島根県 陶山大志氏 提供)



写真11-35 | コンテナ苗根鉢のコガネムシ幼虫



写真11-36 | コガネムシ幼虫

(島根県 陶山大志氏 提供)

10月)に被害が目立つ。

防除法 スギ・ヒノキの播種床・床替床に対して事前にD-D剤を土壌注入すること、スギ・ヒノキの苗畑に対して事前にダイアジノンマイクロカプセル剤を全面土壌混和することが登録されている。また、ダイアジノンマイクロカプセル剤については、鉢上げ時または鉢代え時に培土混和することも登録されており、スギ・ヒノキのコンテナ苗への移植でも使用できると考えられる。

08 サビヒョウタンゾウムシ

サビヒョウタンゾウムシは、本州、四国、九州に分布する。成虫は、関東地方では4月頃から活動し、産卵は春から夏にかけて行われ、常時、幼虫、蛹、成虫がみられる。幼虫は体長8mmぐらいになり、地中で苗木の根を食害し、同じく地中で蛹になる。成虫は体長約7mm、地表に出て、ヨモギ、ニンジン等の葉を摂食する。越冬は成虫の状態で行われるが、幼虫で越冬する個体もある。クワヒョウタンゾウムシも近縁種である。

防除法 成虫は草本類の下などに潜む習性があるので、苗畑等の周辺で刈り取ったヨモギなどの雑草の束を、通路に点在させておくと、夜の間はその下に成虫が集まるので、翌朝捕殺する方法がある。苗木に対するサビヒョウタンゾウムシの登録はないが、樹木類に対するゾウムシ類被害としては、MEP乳剤の散布が登録されている。

09 ケラ

ケラは、北海道、本州、四国、九州のほか、アジア各地や他大陸にも分布しているといわれている。林業苗畑で種苗の根を嚙食するといわれるが、それよりも、地中を移動する際に、稚苗を浮き上がらせて枯死させる害の方が大きいようである。成虫は25～30mmになり、幼虫は小さいが翅の有無のほかは、同様の体形である。

防除法 土中に生息するため発見が困難であるが、敷き藁などの隠れ処となるものを除去し、発見したら捕獲する。防除薬剤の登録はない。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

虫害の診断と対策

3. 防除暦(案)

虫害は発生した時にいかに素早く正しい対策をとるかが重要であり、冒頭で述べたように、原因を正しく判断しなくてはならない。病害か虫害か不明なものもあり、双方の可能性を考えながら本テキストや関連する書籍や文献を用いて判断する必要がある。近年はコンテナ苗生産の普及のために、国内の行政機関や研究機関から多くのマニュアル類が発行されており、インターネット上で見ることができる。それらをうまく活用して、自分の圃場に出ている虫害は何か、どんなものが出そうかを判断することで対処や予防が可能となる。

予防のためには、発生するであろう虫害に対応した防除暦を作成し、計画的な防除作業が必要となる。

図11-2には、防除暦(案)を示すので、地域や自身の施設での実状に合わせた改変をされたい。また、新たな虫害の発生報告もあるので、日々情報の更新が必要である。

参考文献

- 病虫害等防除薬剤調査普及研究会編(1996) 林木・苗畑の病虫獣害見分け方と防除薬剤, 林業協, 118pp
- 伊藤一雄・藍野祐久(1982) 原色樹木病害虫図鑑, 創文, 199pp
- 小林富士雄・竹谷昭彦編著(1994) 森林昆虫, 養賢堂, 567pp
- 室 紀行・長田庸平(2020) ヨモギエダシヤク(チョウ目:シヤクガ科)によるスギコンテナ苗の食害事例, 森林防疫 69, 13~19
- 鳥根県農林水産部森林整備課(2020)鳥根県においてスギ・ヒノキコンテナ苗生産で発生する病虫害, 森林防疫 69, 23~26
- 山田房男(1995) 育苗ノート, 18,19, 緑化と苗木, 全苗連, No90,18~20;No91,18~21
- 山田房男(1996) 育苗ノート, 20,21,22, 緑化と苗木, 全苗連, No.92, 16~18;No.93, 17~19;No.94, 10~13

月	裸苗		コンテナ苗	
	育苗作業	対象害虫・防除作業	育苗作業	対象病害・防除作業
1			播種 (1年目)	
2	播種 (1年目) 出荷 (2、3年目)		播種 (1年目)	
3	移植 (コンテナ苗)		移植 (1年目)	
4				
5				
6			屋内から 屋外へ移動 (1年目)	
7				
8				
9				
10	床替え (1年目)			
11				
12				

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

図11-2 | 防除暦(案)(高知県 藤本浩平氏 提供)

12 雑草の対策

苗畑に雑草が繁茂すると、苗木の生育に必要な水分・養分が奪われるだけでなく、地上部の通光・通風を遮り、光合成・蒸散作用を妨げて苗木の生育に悪影響を及ぼす。また、病菌・害虫の巣となって、その発生・繁殖の誘引となり、苗木に大きな被害を与える可能性がある。一方、夏に急激に除草すると苗木は乾燥の害を受けることがあるので注意が必要である。

1. 雑草の種類

雑草には、以下のような多くの種類がある。自身の苗畑に生育する雑草の種類を時期別に調査し、その特色を知っておくと便利である。

イネ科の雑草：メヒシバ、ノビエ、スズメノテッポウ、スズメノカタビラなど
1年生雑草：スベリヒユ、ハコベ、アカザ、ツククサなど
多年生雑草：カタバミ、ジシバリ、スギナ、ヒルガオ、ヨモギ、ハマスゲなど

2. 除草の方法

除草の方法として、ほとんどの苗畑で除草剤が使用されている。**除草剤は、育苗樹種に応じた農薬登録のある除草剤の中から、雑草の種類にあった除草剤を選択する。**

除草剤を効果的に使用するには、各除草剤の特性をよく知り、苗畑に発生する雑草の種類、発生の時期及び苗畑の条件などにより適宜種類を替えて使用するか、あるいは混合して使用するとよい。

除草剤の十分な効果を得るため、除草剤に添付してある注意事項の内容をよく読み、決められた時期、濃度や使用量などを守って行うことが肝要である。

新しい除草剤を使う場合は、雑草の種類や使用時期等により効果に差が出るため、苗畑の雑草の種類等について事前に調査し、あらかじめ小規模の試験散布等で薬害の有無も含め確かめるなど、土壌や立地条件に合った適切な除草剤の選択・使用に心掛けることが大切である。

除草剤を使う場合の注意点等をいくつか挙げておく。

- ① 除草剤の散布は、なるべくノズルを地表面に近付けて、薬液が苗木にかからないように、しかも“まきムラ”のないように注意して行う。
- ② 除草剤の土壌表面処理を行った後、その効果が持続している期間中は、中耕、土寄せ、追肥など土を動かす作業は行わない。
- ③ 除草剤は苗木に全く害がないとはいえず、除草剤の種類、樹種、土壌によって薬害を起こすことがある。薬剤は土壌の表面に止まっているとよいが、土壌の種類(砂質がかったもの)、灌水の過多や降雨で地中に浸入したとき、深根性の苗木はよいが、浅根性のものは被害を受けることがある。

13 苗木生産における主な農薬の種類と使用法の一覧表

殺菌剤、殺虫剤、除草剤などの農薬は、いずれも苗木以外の外敵生物を殺滅するためのものだが、苗

木自体にも生理作用を持っていないとはいえない。過大な薬量投与や誤用等があると、苗木にも被害(薬害)が生じることが起こり得る。万が一、苗木に薬害が発生しても回復措置はなく、自然に回復するのを待つことしかない。事前に小規模に試しまきを行うことや、専門家に指導を仰ぐことなどが大切である。

十分な農薬の効果を得るために、病虫害や雑草の種類に適した農薬を選択することはもちろんのこと、法令による取り扱い、農薬に添付されている注意事項を理解し、決められた時期、濃度、使用量等を守り、適切に、慎重に使用することが肝要である。

以下に、令和6(2024)年4月時点での殺菌剤、殺虫剤(殺ダニ剤を含む)、除草剤、植物成長調整剤を挙げるので、参考にされたい。

01 殺菌剤

(令和6(2024)年4月現在)

農薬名 (農薬の種類)	主な適用病虫害等	使用方法
ポリオキシシンAL水和剤 (ポリオキシシン水和剤)	先枯病(カラマツ)	(からまつ)散布 500～1,000倍 300～700ℓ/10a (長野県林試育林地部)苗畑での薬剤防除は、ポリオキシシンAL水和剤500倍液にベンレート水和剤1g/ℓ、展着剤(グラミン-S)0.5g/ℓを加えて、病原菌の感染期間(6月-9月)に2週間おきに散布
NCS (カーバム剤)	立枯病	(すぎ、あかまつ)立枯病、(すぎ)ネグサレセンチュウ 植付前 耕起整地後30cm間隔の千鳥状に深さ約15cmの穴をあけて薬液を注入し、ビニール等で7～10日間被覆する。原液3ml/1穴又は2倍液5ml/1穴
ホクサンチウラム80 (チウラム水和剤)	立枯病	(針葉樹)立枯病 播種前 種子粉衣2～5g/種子1kg
ホーマイ水和剤 (チウラム・チオファネートメチル水和剤)	立枯病	(まつ、すぎ、ひのき)苗立枯病 播種前 種子浸漬 200倍に30分間 粉衣 種子重量の1.0%
タチガレン液剤 (ヒドロキシイソキサゾール液剤)	立枯病	(林木(苗木))立枯病 播種覆土直後苗床全面かん注 500～1,000倍 3ℓ/m ²
D-D DC油剤 (D-D剤)	土壌線虫(林木苗)	(すぎ・ひのき苗)イシユクセンチュウ、ネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウ 作付の10～15日前まで 1) 全面処理 耕起整地後、縦横30cm間隔の基盤の目に切り千鳥状に深さ15～20cmに所定量の薬液を注入し直ちに覆土鎮圧する。 2) 作条処理 は種又は植付前にあらかじめ予定された溝に30cm間隔に所定量の薬液を注入し直ちに覆土鎮圧する。15～20ℓ/10a(1穴当たり1.5～2ml)
エムダイファー水和剤 (マンネブ水和剤)	赤枯病	(すぎ)赤枯病 床替活着後 散布 400～600倍 300ℓ/10a
ジマンダイセン水和剤 (マンゼブ水和剤)	赤枯病	(すぎ)赤枯病 散布 400～600倍 200～700ℓ/10a
バリダシン液剤 (バリダマイシン液剤)	くもの巣病	(林木(苗木)、すぎ、ひのき、あかまつ)くもの巣病 散布 600～1,000倍 200～700ℓ/10a

農薬名 (農薬の種類)	主な適用病害虫等	使用方法
バンタック水和剤75 (メプロニル水和剤)	くもの巣	(樹木類)くもの巣病 発病初期 散布 1,000倍 200～700ℓ/10a
リゾレックス水和剤 (トルクロホスメチル水和剤)	くもの巣病 白絹病 苗立枯病(リゾクトニア菌)	(樹木類)①くもの巣病 発病初期 散布 1,000倍 200～700ℓ/10a ②白絹病発病初期 散布1,000倍 3ℓ/m ² 株元かん注 (えそまつ(苗木)、とどまつ(苗木))苗立枯病(リゾクトニア菌) 発芽後(発病初期) 苗木兼全面土壌散布1000倍 3ℓ/m ²
モンカットフロアブル40 (フルトラニル水和剤)	くもの巣病 苗立枯病(リゾクトニア菌)	(樹木類)くもの巣病 発病初期 散布 1,000倍 200～700ℓ/10a ②白絹病発病初期 散布1,000倍 3ℓ/m ² 土壌かん注 (えそまつ(苗木)、とどまつ(苗木))苗立枯病(リゾクトニア菌) 発芽後(発病初期) 苗木兼全面土壌散布1,000倍 3ℓ/m ²
トップジンM水和剤 (チオファネートメチル水和剤)	赤枯病(すぎ)	(樹木類)赤枯病(すぎ)発病初期 散布 1,000倍 200～700ℓ/10a
キノンドー水和剤80 (有機銅水和剤)	暗色雪腐病	えそまつ(苗木)、とどまつ(苗木)暗色雪腐病 根雪前 苗木兼全面土壌散布500倍 1ℓ/m ²

02 殺虫剤 (※殺ダニ剤を含む)

(令和6(2024)年4月現在)

農薬名 (農薬の種類)	主な適用病害虫等	使用方法
住化スミパイン乳剤 (MEP乳剤)	(樹木類)マイマイガ	○地上散布 1,000～1,500倍若令・中令幼虫期 ○空中散布 (若令・中令幼虫期) 50～100倍 3～6ℓ/10a、 (幼虫期)8倍 800mℓ/10a
住化スミパイン乳剤 (MEP乳剤)	(樹木類)ドクガ	○地上散布 (若令・中令幼虫期) 1,000～1,500倍 ○空中散布 (若令・中令幼虫期) 50～100倍 3～6ℓ/10a、 (幼虫期)8倍 800mℓ/10a
住化スミパイン乳剤 (MEP乳剤)	(まつ)マツカレハ	○地上散布 幼虫期 1,000～1,500倍 ○空中散布 マツカレハ100倍6ℓ/10a、8倍800mℓ/10a 幼虫期

農薬名 (農薬の種類)	主な適用病害虫等	使用方法
住化スミパイン乳剤 (MEP乳剤)	(まつ)ハマキガ類	○地上散布 幼虫期 1,000～1,500倍 ○空中散布 ハマキガ類 50～100倍 6ℓ/10a
住化スミパイン乳剤 (MEP乳剤)	(樹木類)エダシャク類	散布(若令・中令幼虫期) 1,000～1,500倍 空中散布(幼虫期)①8倍(800ml/10a)②30倍(3ℓ/10a)
住化スミパイン乳剤 (MEP乳剤)	(まつ類)ハバチ類	○地上散布 1,500～2,000倍 幼虫期 ○空中散布 100～200倍 3～6ℓ/10a、16倍800ml/10a
日農ノーモルト乳剤 (テフルベンズロン乳剤)	(からまつ、こなら)マイマイガ	散布 20,000～30,000倍
カダンA (アレスリンエアゾル)	(樹木類)チャドクガ幼虫	噴射
カダンAP (ペルメトリンエアゾル)	(樹木類)チャドクガ	噴射
アトラック液剤 (チアメトキサム液剤)	(まつ)マツカレハ	樹幹注入 胸高直径(樹幹部)6～10cm:30ml、11～15cm:60ml、16～20cm:90ml、21～25cm:120ml、26～30cm:180ml、30cm以上は胸高直径が5cm増すごとに30～60mlを増量する。 幼虫発生前～幼虫発生期
GFオルトランカプセル (アセフェート剤)	(あかまつ、くろまつ)マツカレハ	樹幹打ち込み 幹周囲10cmごとに1個 発生直前期
兼商デミリン水和剤 (ジフルベンズロン水和剤)	(まつ類)マツカレハ若齢幼虫	空中散布 100倍 3ℓ/10a、200倍 6ℓ/10a
兼商デミリン水和剤 (ジフルベンズロン水和剤)	(まつ類)ハバチ類	若～中齢幼虫 散布 4,000～6,000倍 200～700ℓ/10a
マツグリーン液剤2 (アセタミプリド液剤)	(まつ(生立木))マツカレハ	散布 100～250倍 3ℓ/本(樹高10m) 幼虫発生前から幼虫発生期
エコワン3フロアブル (チアクロプリド水和剤)	(まつ)マツカレハ	散布 100～200倍 3ℓ/本(樹高10m) 幼虫発生前～幼虫発生期
バシレックス水和剤 (BT水和剤)	(樹木類)トビモンオオエダシャク	散布 500～1,000倍
家庭園芸用バシレックス水和剤 (BT水和剤)	(樹木類)トビモンオオエダシャク	散布 1,000倍
パダンSG水溶剤 (カルタップ水溶剤)	(樹木類)シャクトリムシ類	散布 1,500～3,000倍
ディプテックス乳剤 (DEP乳剤)	(樹木類)シャクトリムシ類	散布 1,000倍
ディプテックス乳剤 (DEP乳剤)	(マツ類)ハバチ類	散布 1,000～1,500倍 200～700ℓ/10a 幼虫期
ベニカS乳剤 (ペルメトリン乳剤)	(樹木類)シャクトリムシ類	散布 400～800倍
ベニカベジフル乳剤 (ペルメトリン乳剤)	(樹木類)シャクトリムシ類	散布 600～1,200倍

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

農薬名 (農薬の種類)	主な適用病害虫等	使用方法
ベニカAスプレー (ペルメトリン乳剤)	(樹木類)シャクトリムシ類	原液
アディオン乳剤 (ペルメトリン乳剤)	(樹木類)シャクトリムシ類	4,000～8,000倍
トレボン乳剤 (エトフェンプロックス乳剤)	(樹木類)シャクトリムシ類	散布 4,000倍
アタックオイル、 エアータック乳剤 (マシン油乳剤)	(樹木類)カイガラムシ類	散布 100倍
アブロードフロアブル (ブプロフェジン水和剤)	(樹木類)カイガラムシ類幼虫	散布 1,000倍
オルチオン乳剤 (アセフェート・MEP乳剤)	(樹木類)カイガラムシ類	散布 200倍
ボルン (マシン油エアゾル)	(樹木類)カイガラムシ類若齢幼虫	噴射
カダンK (アレスリン・マシン油エアゾル)	(すぎ・まつ)カイガラムシ類・ロウムシ類	噴射
ラビサンスプレー、クミアイア タックオイル (マシン油乳剤)	(樹木類)カイガラムシ類	散布 100～200倍
日農スプレーオイル (マシン油乳剤)	(すぎ)スギマルカイガラムシ	散布 100倍
JAスプラサイド乳剤40、 ブロードハンター乳剤 (DMTP乳剤)	(樹木類)カイガラムシ類幼虫	散布 1,000～1,500倍
カルホス乳剤 (イソキサチオン乳剤)	(樹木類)カイガラムシ	散布 1,000倍
マツグリーン液剤2 (アセタミプリド液剤)	(樹木類)カイガラムシ類	散布 250倍、樹幹注入 50倍
カイガラムシエアゾール (クロチアニジン・ フェンプロパトリンエアゾル)	(樹木類)カイガラムシ類	噴射
ベニカJスプレー (クロチアニジン・ フェンプロパトリン液剤)	(樹木類)カイガラムシ類	散布 原液
ベニカXファインスプレー (クロチアニジン・ フェンプロパトリン・ メバニピリム水和剤)	(樹木類)カイガラムシ類	散布 原液
ベニカXネクストスプレー (還元澱粉糖化物・ クロチアニジン・ ピリダリル・ ペルメトリン・ マンデストロピン水和剤)	(樹木類)カイガラムシ類	散布 原液
テデオ水和剤 (テトラジホン水和剤)	スギノハダニ(スギ)	散布 500～1,000倍
テデオ水乳剤 (テトラジホン乳剤)	スギノハダニ(スギ)	散布 500～1,000倍

農薬名 (農薬の種類)	主な適用病害虫等	使用方法
ホクサンジメトエート粒剤 (ジメトエート粒剤)	スギノハダニ(スギ)	根元の周囲約10～20cmの円内に散粒し、かき起しするか軽く覆土する。
アドマイヤー1粒剤 (イミダクロプリド粒剤)	コガネムシ類成虫	樹木類(つつじ類を除く)植付時作条土壌混和 4kg/10a
ダイアジノンS Lゾル (ダイアジノンマイクロカプセル剤)	コガネムシ類幼虫	(すぎ・ひのき(苗畑)植付前全面土壌混和 100倍 200～400ℓ/10a
テロン、DC油剤、D-D (D-D剤)	コガネムシ類幼虫	(すぎ・ひのき(播種床、床替床)) 注入覆土15～20ℓ/10a (1.5～2ml/穴) ○全面処理 耕起整地後、縦横30cm間隔の基盤の目に切り千鳥状に深さ15～20cmに所定量の薬液を注入し直ちに覆土鎮圧する。 ○作条処理 播種又は植付前にあらかじめ予定された溝に30cm間隔に所定量の薬液を注入し直ちに覆土鎮圧する。
トクチオン細粒剤F (プロチオホス粉粒剤)	コガネムシ類幼虫	(ひのき)植付時:全面土壌混和 生育期:土壌表面散布後土壌混和 植付時又は生育期(発生初期) 9～12kg/10a
GFオルトラン液剤 (アセフェート液剤)	コガネムシ類幼虫	(樹木類) 250倍 1ℓ/m ² 生育期株元かん注
スミチオン乳剤 MEP乳剤	(樹木類)アブラムシ類	1,000倍 散布 200～700ℓ/10a
オルトラン水和剤 アセフェート水和剤	(樹木類)アザミウマ類	発生初期 散布 1,000倍 200～700ℓ/10a
バロックフロアブル (エトキサゾール水和剤) ※殺ダニ剤	ハダニ類	(樹木類)発生初期 散布 2,000倍 200～700ℓ/10a

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

03 除草剤

(令和6(2024)年4月現在)

農薬名 (農薬の種類)	適用場所	適用 雑草名	使用 時期	薬量 10aあたり	稀釈 水量	使用上の 注意事項等
トレファノサイド乳剤 (トリフルラリン乳剤)	播種床 (すぎ・ ひのき・ あかまつ・ からまつ)	一年生雑草 (ツユクサ科、 カヤツリグサ 科、キク科、 アブラナ科を 除く)	播種後～ 生育中	全面土壌散布 300mℓ	100ℓ	播種床では、出芽直後の使用は避ける
	床替床 (すぎ・ ひのき・ あかまつ・ からまつ)		床替後～ 生育中			

苗木生産における主な農薬の種類と使用方法の一覧表

農薬名 (農薬の種類)	適用場所	適用 雑草名	使用 時期	薬量 10a 当たり	稀釈 水量	使用上の 注意事項等
サターン乳剤 (ベンチオカーブ乳剤)	床替床 (すぎ・ ひのき・ えぞまつ・ とどまつ)	一年生 雑草	床替活着 後雑草発 生前	所定薬量を所 定量の水に薄 め噴霧機など で土壌面にむ らなく散布す る。 600～800ml	200 ～ 300ℓ	
ゴーゴーサン乳剤30 (ペンディメタリン乳剤)	床替床 (すぎ・ひのき)	一年生 雑草	床替後 (雑草発 生前)	全面土壌散布 400～500ml	100 ～ 200ℓ	
ナブ乳剤 (セトキシジム乳剤)	床替床 (すぎ・ひのき)	一年生 イネ科 雑草 (スズメノカタ ビラを除く)	雑草生育 期 イネ科 雑草3～ 5葉期	雑草茎葉散布 又は全面散布 150～200ml	100 ～ 150ℓ	イネ科雑草と広葉植 物との間の選択性が 明瞭でありイネ科優 占地で使用する
NSC (カーバム剤)	播種床 (すぎ)	一年生 雑草 及び 多年生 雑草	播種前	耕起整地後 30cm間隔の 千鳥状に深さ 約15cmの穴 をあけて薬液 を注入し、ビ ニール等で 10～15日間 被覆する。	原液 3～ 5ml /1穴	
グラメックス水和剤 (シアナジン水和剤)	床替床 (すぎ・ひのき)	一年生 雑草	雑草発生 前	全面土壌 散布 200～300g	100 ～ 200ℓ	

04 植物成長調整剤

(令和6(2024)年4月現在)

農薬名 (農薬の種類)	適用樹種	用途	使用方法
オキシベロン液剤 (インドール酪酸液剤)	すぎ、ひのきさし木	さし木の発根促進及 び発生根数の増加	40倍(25ml/水1ℓ) 24時間 さし穂基部浸漬
住友ジベレリン粉末 (ジベレリン水溶剤)	①すぎ(採種樹) ②すぎ(採種樹) ③ひのき科(採種樹)	花芽分化促進	①葉面散布 ジベレリン 100ppm 1樹当たり300～400ml 6 ～8月頃の花芽分化期 ②樹幹基部剥皮挿入胸高径5cmの樹1 本当たり100mg 7月上中旬の花芽分 化期 ③葉面散布 ジベレリン 200ppm 1樹当たり300～400ml 6 ～8月頃の花芽分化期

14 苗木生産にかかる情報取得先

1. 殺菌剤、殺虫剤、除草剤等の農薬に関する情報

苗木生産においては、日々苗木の見回りや適切な育苗管理を行っていても、病害、虫害等の苗木の害が発生することがあるだろう。本テキストに記載のない、または判断がつかない症状が苗木に現れた場合、生産者自身でその症状の原因は何であるかを特定し、対策を講じることが必要になってくる。また、**殺菌剤、殺虫剤、除草剤等の農薬は、農薬取締法に基づき農薬登録されたものを、適用された作物に対して、適切に使用する必要がある。**

原因がわからない被害を発見した際は、まずは正常な苗木と比較するなどし、被害状況等の記録(写真やメモ)を取ることが重要である。それをもとに、図鑑やインターネットサイト等で調べたり、都道府県の研究機関等に問い合わせたりし、被害を特定するとよいだろう。苗木の害が発生したら、素早く対策を講じることが、優良な苗木を生産するために重要である。

これら情報をどのように収集するのか、情報取得先をいくつか挙げるので参考にされたい。

01 都道府県の林業研究機関

都道府県の林業研究機関では、森林・林業に関するさまざまな研究を行っている。都道府県の林業研究機関に被害情報を提供し、被害に対する対策等を相談することが可能である。その際、被害状況の写真等を撮影し、日時や状況を細かに記録しておく、同定の参考情報となる。

02 都道府県の病虫害防除所

都道府県は、病虫害防除所を設置しており、病虫害発生予察の情報の提供、農薬の安全な使用の推進等を行っている。

03 農林水産省 農薬登録情報システム

農薬登録情報システムのホームページでは、農薬名、作物名、病虫害名、有効成分で、それぞれ適用農薬の情報を取得できる。作物名での検索では、樹木類、針葉樹、林木(苗木)、林木苗(床替床)、林木苗(播種床)、すぎ(苗畑)、ひのき(苗畑)等の条件を絞り込み検索することができる。



04 独立行政法人 農林水産消費安全技術センター (FAMIC)

登録農薬情報並びに失効農薬情報が掲載されている。

登録農薬情報は、登録有効成分一覧(有効成分名、用途、毒性、初登録年月日など)、または殺虫剤、殺菌剤、除草剤等の用途別に、農薬の種類、農薬の名称等が掲載されており、失効農薬情報は、失効有効成分一覧(用途、有効成分名、過去に登録があった際の代表的な商品名、登録日、失効日)、または登録番号順に、農薬の種類、農薬の名称等が掲載されている。



05 一般社団法人 日本植物防疫協会（日植防）

農業施用法Q&A、病害虫の防除に関する情報、総合的病害虫・雑草管理などについて情報提供している。



06 病害虫・雑草の情報基地

作物の栽培に特化しているが、雑草について取りまとめた「防除ハンドブック」を発行し、ホームページ上に無料で公開している。また、日本の植物病害約6,200種を収録した「日本植物病害大事典」や、農業害虫約1,800種を解説する「日本農業害虫大事典」など、これらコンテンツを無料で公開している。さらに、各都道府県の病害虫防除所から発表された病害虫予察情報も掲載している。



2. 育苗技術に関する特許権

苗木の育苗に関して、特許法に基づき特許権が発生している技術があるため、留意する必要がある。詳しくは、下記のホームページ等で確認できるため、参考にされたい。

01 特許庁

知的財産権や、産業財産権(特許・実用新案・意匠・商標)について解説している。そもそも特許とは何か、どうやって出願し、特許権を取るのか、出願までの流れなどが理解できる。



02 特許情報プラットフォーム J-PlatPat

特許の出願や審査状況について、キーワード等を入力することで検索できる。検索の際は、目的とする技術について、様々な要素でキーワード検索し、情報を収集する必要がある。



03 開放特許情報データベース

インターネット上で、企業、大学、研究機関等の開放特許を一括して検索、閲覧できる公的サービス。開放特許情報データベースに登録されている開放特許を利用するには、該当する特許を所有している登録者と契約をする必要がある。



04 リサーチツール特許データベース

ライフサイエンス分野において研究を行うための道具として使用される物または方法に関する日本特許を「リサーチツール特許」という。これには、実験用動植物、細胞株、単クローン抗体、スクリーニング方法などに関する特許が含まれる。



■ 巻末資料

■ 参考になるマニュアル等

No	テーマ	著者(発行年) タイトル	二次元 コード
1	林業種苗法	e-Gov 法令検索	
2	林業種苗法	林野庁ホームページ(林業種苗生産)	
3	採種園・採穂園	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 林木育種センター 九州育種場(2023) 九州育種場におけるスギ採穂台木の仕立て方	
4	採種園・採穂園	三重県林業研究所(2016) ミニチュア採種園方式によるスギ種子生産マニュアル	
5	無花粉スギ	静岡県森林技術研究所 森林・林業研究センター (2023) 花粉症対策に朗報! 無花粉スギ優良品種の開発	
6	無花粉スギ	富山県農林水産総合技術センター森林研究所(2024) 優良無花粉スギ「立山森の輝き」 コンテナさし木苗の生産技術マニュアル (マルチキャビティコンテナを用いた直挿し法)	
7	苗木生産	岐阜県森林研究所(2021) 優れたヒノキコンテナ苗の作り方と植栽時の留意点	
8	苗木生産	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所(2019) 新しいコンテナ苗生産方法の提案	
9	苗木生産	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所(2021) 山林用針葉樹コンテナ苗 育苗方法についての全国アンケート集計結果	

No	テーマ	著者(発行年) タイトル	二次元 コード
10	苗木生産	大分県農林水産研究指導センター林業研究部(2017) スギさし木苗増産に向けた採穂・育苗方法(1) ミニ穂の活用・根切りによる徒長抑制	
11	苗木生産	林野庁(2018) コンテナ苗基礎知識	
12	苗木生産	林野庁(2022) コンテナ苗生産の手引き	
13	苗木生産	埼玉県寄居林業事務所森林研究室(2020) コンテナ苗生産マニュアル	
14	苗木生産	地方独立行政法人 青森県産業技術センター林業研究所 (2020) カラマツさし木苗生産の手引き —苗木増産に向けて—	
15	苗木生産	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本 部林業試験場・林産試験場(2019) カラマツ播種コンテナ苗の育苗方法とコンテナ苗運搬・ 植栽システム	
16	苗木の害	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究 所(2019) 育苗中困ったなという時に —コンテナ苗症例集—	
17	苗木生産・苗木の害	岡山県農林水産総合センター森林研究所(2024) 少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗生産マニュアル(改訂版)	
18	苗木生産・苗木の害	島根県中山間地域研究センター (2018) スギ・ヒノキのコンテナ苗生産の手引き(改訂版)	

索引

数字

3 大栄養素 207

欧文

DNA 78
DNA 分析 77, 90, 92, 147
DNA マーカー 77, 81, 83, 92, 93, 147
F₁ 雑種 103
M スターコンテナ 205
PCR 技術 78
SNP 79, 80
SNP 分析 83
SSR 分析 83
SSR マーカー 83
T/R 率 158, 215

あ

青ざし 191
赤枯病 114, 127, 135, 158, 240
赤ざし 191
アカマツ 114, 118, 138, 153
あかまつ 6, 9, 18, 22, 62
秋ざし 191
秋まき 174
アザミウマ 250
畦ざし 192
穴あけ 206
穴あけ機 203
荒穂 130, 139, 188
暗色雪腐病 240
案内棒 191, 193

い

硫黄 149
育種 84
育種価 87
育種家の方程式 88
育種基本区 100
育種区 100
育種集団 89
育種集団林 95
育種場 147
育種法 85
育種母樹 4, 7
育種母樹等 7
育種母樹林 4, 7, 117
育成孔 204

育成品種 71
育成林業 68
育苗管理 176, 194
育苗箱 186, 210
育苗ベンチ 202
移植 181, 209, 210, 226
板囲い 218
委託生産 28
一塩基多型 79
一粒播種 213
遺伝 68
遺伝現象 68
遺伝子 78, 82
遺伝的獲得量 88
遺伝的形質 71
遺伝的評価 86
遺伝的変異 84
遺伝分散 87
遺伝変異 84
遺伝率 87

う

ウラスギ 69, 71, 90

え

栄養枝 126
栄養系品種 71
腋芽 126
液体選 122
えぞまつ 6, 9
エゾマツ 118, 154
エゾマツノメイガ 248
枝おろし法 118
エダシャク 253
枝摘み法 118
枝詰め 132
エタノール選 122
エリートツリー 89, 95

お

オーソドックス種子 123
雄花 111
雄花着花性 86
雄花の除去 111
オモテスギ 69, 71, 90
温暖化 117
温度 148

か

ガ	251
カイガラムシ	115
害虫	99, 247
外部形態	77
改良	84
化学肥料	178
攪拌機	203
家系	86
家系品種	71
仮植	182, 184, 185, 196
風除け	193
カタツムリ	214, 254
鹿沼土	186, 193, 194, 206
カブラヤガ	251
花粉	80, 97, 111
花粉採取	111
花粉銃	112
花粉症	80, 92
花粉症対策	80
花粉症対策育種	97
花粉の少ないスギ苗木	27
花粉量	95
カメムシ	112, 116
からまつ	6, 9
カラマツ	74, 103, 110, 114, 116, 118, 138, 152
カラマツアカハラハバチ	116
カラマツヤツバキクイムシ	116
カリウム	149
カリウム欠乏症	231
カルシウム	149
カルス	142, 226
加齢効果	126
寒害	218
寒害対策	180
寒害抵抗性品種	96
還元法	125
緩効性化成肥料	207
緩効性肥料	130, 217
完熟堆肥	135
環状剥皮	110
灌水	177, 194, 213, 216
灌水設備	203
灌水量	217
間伐	82
寒風害	116
寒風害抵抗性品種	95
寒冷紗	175, 176, 180, 193, 194, 211, 212, 214, 228

き

規格	161, 184, 220
気候変動	99, 148
基材	205
気象害	95, 116, 130, 180, 195
気象害抵抗性育種事業	95
忌避剤	116, 214
キャビティ	204
球果	113, 117, 118
球果の採取時期	117
休閒地	168
旧法	2
強光ストレス	148
凶作	113, 117, 123
夾雑物	121
京都議定書	26
キリウジガガンボ	248
近縁樹種	103
近赤外光による種子選別装置	213
近赤外分光法	122, 124

く

グイマツ	103
グイマツ雑種 F1	103
空気根切り	202, 204
空中根切り	215
茎	6
クダマキモドキ	255
くもの巣病	238
クリーンラーチ	103, 126, 142
クローン	70, 74, 82, 104, 117
クローン増殖	94
クローン苗	94
クロトンアザミウマ	250
クロマツ	118, 138, 142, 153
くろまつ	6, 9, 18, 23, 63
鍬ざし	192

け

形質	77, 84, 86
形状比	158
系統	68, 69, 86, 102
系統管理	146
結実	113, 117
毛苗	198, 210
毛苗移植法	198, 210
ゲノム	78
ゲノム育種	93

ゲノム解析	77
ケラ	257
原種苗木	100, 104, 147
顕性	79
検定	85
検定林	68, 84, 85, 86

こ

耕耘	170
高温障害	214
光合成	147, 148, 150
交互作用	90
講習会	5, 11
高所作業車	118
剛性	86
交配	79, 81, 84, 85, 86, 97, 111
交配デザイン	86
交配適期	112
交配袋	111
広葉樹	90
コガネムシ	135
コガネムシ類	256
固化培土	211
ココナツハスク	206
ココナツピート	206
枯死苗の除去	195
コドン	79
コブ病	114
こぶ病	244
混合	172, 175, 184
混合クローン	75
コンテナ	82, 204
コンテナ苗	156
コンテナ容器	204
梱包	185, 221

さ

最終仕立本数	172, 173, 179
最終仕立密度	183
採種園	85, 94, 102, 104, 118, 146
採種園の設計	104
採種園の造成	103
採種計画量	105
採取源	6
採取源の記録	118
採取源の指定	18
採取時期	9
採種穂・採穂園の改良	94
採取林業	68

材積	86
サイドスリットタイプ	205
材の強度	86
栽培品種	70
採穂園	85, 94, 126, 146
採穂木	126, 188
採穂計画量	130
採穂台木	126
在来品種	70, 74
先枯病	114, 158, 244
さし木	94, 126
さし木コンテナ苗	226
さし木在来品種	70
さし木苗	82, 135, 155, 226
さし木苗移植法	200, 226
さし木裸苗	186
さし木品種	74
さし付け	191, 226, 227
さし床の準備	186
さし穂	126, 132, 188, 200, 201, 226, 227
さし穂の切り口	142
さし穂の消毒	191
さし穂の年齢	142
殺菌剤	218, 261
雑種 F1	126
雑種採種園	103
雑草	177, 195, 217, 260
殺鼠剤	214
殺ダニ剤	262
殺虫剤	116, 262
サビヒョウタンゾウムシ	257
酸素	148
産地・系統	5, 8
産地	68, 69
産地試験	69
山林用主要苗木標準規格	162, 163
山林用苗木	161

し

シイナ	121, 122, 123
直さし法	201, 227, 228
自家受粉	79, 82
試験林	86, 94, 95
枝性	126, 141, 190
施設型（閉鎖型）採種園	146
施設型採種園	103
篩選	121
自然交配	111
自然樹形	138
次代検定林	94

下刈り	82
質的遺伝	79, 80
湿度管理	227
指定基準	95
指定採取源	7, 9
指定採取源制度	4, 6
シブダネ	121, 122
ジベレリン	97, 108
ジベレリン処理	98, 105, 108
霜除け	180
シャクガ	253
獣害	104, 113, 116
充実種子	121, 122, 213
集団選抜育種法	85
集団品種	71
充填	206
種間交雑	103
樹幹の通直性	86
樹形誘導	107, 131
種子	6, 17, 174
種子消毒	245
種子生産量	112
種子選別機	122, 124
樹脂胴枯病	242
種子の乾燥	123, 174
種子の採取区域	117
種子の充実率	122
種子の準備	171, 209
種子の消毒	173
種子の取り扱い	172
種子量	105, 106
出荷	184, 185, 220, 221, 228
主働遺伝子	82
種苗	4, 6
種苗の移動	19, 90
種苗の移動制限	90
種苗の証明	17
種苗配布区域	90, 100
種苗配布要望計画	104
種穂	4
種穂の採取	9
需要量	28
順化	196, 202, 215, 218, 228
少花粉スギ品種	28, 97
少花粉ヒノキ品種	97
少花粉品種	98
焼土	169
証明書	17
植栽間隔	104
植栽地	185
植物成長調整剤	266

除草	177, 195, 217, 260
除草剤	177, 214, 260, 265
除伐	82
除雄	111
人工交配	111
人工接種	96
浸漬法	174
浸水法	173
芯抜き	132
森林・林業基本計画	100
森林・林業基本法	100
森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法（間伐等特措法）	26, 27, 64, 95, 104, 157

す

水選	122
すぎ	6, 9, 18, 20, 60
スギ	73, 74, 90, 105, 114, 115, 116, 118, 138, 142, 150
スギ赤枯病	245
スギ花粉発生源対策推進方針	27, 98
スギカミキリ	99, 115, 127
スギカミキリ抵抗性育種事業	99
スギザイノタマバエ	99
スギザイノタマバエ抵抗性育種事業	99
スギノハダニ	115, 127, 136, 249
スギハマキ	252
スギマルカイガラムシ	250
スプリンクラー	203, 216

せ

精英樹	83, 85, 94
精英樹選抜育種事業	94
生産事業者	6, 9, 10
生産事業者の登録制度	5, 10
生産事業者表示票	14, 15, 118, 185
生産集団	89
生産数量	130
生産スケジュール	221, 229
生産目標	105, 166
生産量	28
整枝	107
精選	121
成長休止期	137
雪害	116
雪害抵抗性品種	96
切断法	124
雪中貯蔵	140
雪中埋蔵法	173
ゼニゴケ	214

施肥	105, 134
セルトレイ	199, 211
染色体	78
潜性	79, 82
潜性遺伝子	97
剪定	107, 132
選抜	81, 84, 85, 86, 94, 95
選抜強度	88
選苗	181, 184, 196, 220

そ

霜害	218
相加的遺伝分散	87
造成	94
造林者	3, 4, 5, 7, 8, 14, 68
造林用樹種	117
造林用苗木	94
外出し	215

た

第1世代精英樹	95
第2世代以降の精英樹	95
第2世代精英樹	95, 132
耐陰性	148
耐乾性	148
台切り	132
体質改善	85, 94
堆肥	170
対立遺伝子	79
対立形質	79
他家受粉	70, 82
高台	127
立枯病	169, 230
脱粒	119, 121
種播きスプーン	203
多量元素	149
単一クローン品種	71
断幹	107, 126, 132
炭素率	230

ち

地域虫害抵抗性育種事業	99
地域品種	70, 71, 72, 73, 74
地置き	215
地温	137
地際直径	158
致死遺伝子	82
窒素	149, 230

窒素過剰	230
窒素欠乏	170
窒素欠乏症	230
窒素肥料	178, 184
着果	112
着花促進処理	108
着花量	97
虫害	114, 115, 180, 247
中台	128
鳥獣害	180, 195, 214, 218
頂芽優勢	126
帳簿	12, 14
直接播種	200
直接播種法	200, 212, 213

つ

追肥	170, 178, 195, 217
つぎ木	94
土づくり	168, 186

て

低温庫	218
低温湿層処理	124
低温湿層法	173
低温貯蔵	140
低花粉スギ品種	28, 97
低花粉品種	98
鉄欠乏症	231
天然品種	72
天然林	71

と

凍害抵抗性品種	95
特定増殖事業計画	26, 104
特定苗木	27, 28, 103
特定母樹	26, 89, 95, 103, 104
特別母樹	4, 7
特別母樹等	7, 8
特別母樹林	4, 7
独立の法則	79
床覆い	175
床替え	181, 182, 196
床替苗根腐病	236
床替密度	183
床固め	171
床づくり	170, 187
床枠	186
土壌殺菌	169

土壌消毒	169
土壌の酸度	169
土中貯蔵	140
徒長枝	133
徒長苗	158, 179
特許法	268
トドマツ	118, 120, 154
とどまつ	6, 9
トドマツノハダニ	249
鳥足苗	158, 183
泥ざし	192, 227

な

苗木	6
苗木抜き取り機	220
苗高	158
苗立枯病	218, 245
苗立枯病（地中腐敗型）	234
苗立枯病（倒伏型）	234
苗立枯病（根腐型）	235
苗床	201
苗畑	82, 186
苗畑等の立地条件	166
苗畑の土壌条件	167
ナメクジ	214, 254

に

二酸化炭素	148
二次元コード	147
ニセオレクギエダシヤク	253
荷造り	185
認定特定増殖事業者	26, 28, 100, 104

ぬ

抜き取り	220
------	-----

ね

根	6
根切り	179, 195
根切虫	135, 256
根腐線虫病	236
ネズミ	103
根鉢	221
根鉢形成	215
根巻き	204
根元径	158, 162, 163
ねりざし	192, 227

ねり床	192, 196
-----	----------

の

農薬	113, 260
農薬登録情報システム	267
農薬取締法	267
農林水産大臣の指定する種苗の配布区域を定める件	60

は

バーク堆肥	206
パーライト	206
灰色かび病	237
配置	102, 104
培地	168, 205, 206, 207
培地充填機	203
培土	205
配布	18, 19, 100
配布区域	69, 117
配布区域図	20
配布区域の制限	18
配布事業者	6, 13
配布事業者表示票	15
配布用種苗の表示制度	5, 14
ハウス	228
ハウス内育苗管理	213, 228
葉枯病	242
剥皮注入	109
箱ざし	186, 193, 227
葉さび病	114, 243
播種	174, 209, 210, 211, 212
播種機	203
播種板	203
裸苗	156
ハダニ	158
ハダニ類	249
ハチカミ	99
発芽	173, 210, 211, 212
発芽検定	172
発芽試験	124
発芽促進処理	173
発芽本数	179
発芽率	113, 123, 172
発芽力	123
発根	226
発根促進処理	190
発根率	126, 228
罰則	24
伐倒法	118

花芽分化	110
花芽分化時期	108
ハネ取り	121
葉ふるい病	114
バリ協定	26
春ざし	191
春まき	174

ひ

ピートモス	206
日覆い	176, 194
比較苗高	158
光	148
低台	127
比重選	121
非相加的遺伝分散	87
微働遺伝子	82
ビニールハウス	198
ヒノキ	116, 118, 138, 142, 151
ひのき	6, 9, 18, 21, 61
ヒメコガネ	256
病害	114, 180, 215, 233
病害虫防除所	267
表現型	85
表示書	14, 16
標示板	175
表示票	5, 14, 16
標準規格	161
病虫害	113, 158, 180, 195, 214, 218
苗齢	161
微粒菌核病	237
肥料3要素	149, 230
微量元素	149
微量要素	170, 207
品種	69, 70, 85
品種改良	96, 99, 111
品種識別	77

ふ

風選	121
フォマ葉枯病	241
複数クローン品種	71
覆土	175, 211, 212
不成績造林地	68
普通枝	126, 138
普通母樹	4, 7
普通母樹等	7
普通母樹林	4, 7
不稔種子	121, 122, 124

冬越し	218
プラグ苗	199, 212, 213
プラグ苗移植法	199, 211
不良遺伝子	82
不良苗	158
篩	121
粉衣法	173
分離の法則	79

へ

閉鎖型採種園	103
閉鎖型の採種園	80
ペスタロチア病	239
ヘテロ	82
ヘテロ個体	92
ヘテロ接合体	79
変異	84

ほ

萌芽枝	108, 126, 128, 131, 132, 138
豊凶	110, 113, 117, 123
豊作	117, 123
防除暦	245, 258
防草シート	202
防風	116
穂木	6, 17, 126, 130, 132, 140
穂木の採取時期	137
穂木の準備	187, 226
穂木の取り扱い	188
保存	123
穂づくり	188
ホモ	82
ホモ個体	93
ホモ接合体	79
ポリジーン	82
掘り取り	181, 184, 196

ま

マイマイガ	252
マイマイカブリ	254
まき付け	174
まき付け量	172
マグネシウム	149
マグネシウム欠乏症	231
マツアトキハマキ	252
マツカレハ	116
マツ材線虫病	96
マツノザイセンチュウ	96, 116, 126

マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業	96
マツノザイセンチュウ抵抗性品種	96
マツノマダラカミキリ	97, 116
マツヘリカメムシ	116
マツ類	74, 114, 116
間引き	82, 132, 178, 213
間引き率	172, 179
マンガン欠乏症	231

み

実生コンテナ苗	208
実生苗	94, 97, 102, 135, 155
実生裸苗	168
実生品種	71
水	147
水仮植	140
ミストざし	228
ミスト散水	210, 211, 212, 228
溝腐病	158, 240
溝ざし	192
密閉ざし	227
ミニチュア採種園	103, 104, 105, 107, 108, 118, 146
ミノガ	254
見回り	176, 248
民間事業者	104

む

無花粉遺伝子を有するスギ品種	97
無花粉スギ	80
無花粉スギ品種	28, 92, 97
無花粉ヒノキ品種	97
無花粉品種	92
無機養分	149
無性繁殖	97, 155
無性品種	71

め

雌花	111
メンデルの遺伝法則	79
メンデルの法則	97

も

もぎ取り法	118
元肥	130, 170, 196, 207

や

野外育苗管理	215, 228
野外育苗施設	202
葉害	109, 116, 230, 261
葉剤散布	248
ヤシ殻	206
山行き苗	100, 102
ヤング率	86

ゆ

有機質肥料	170
優性	79
優性の法則	79
雄性不稔遺伝子	97
優良品種	100, 102
雪囲い	116, 180

よ

用土	167, 186
幼苗	6, 17, 198, 209
幼苗移植法	198, 209
養分欠乏症	230
葉面散布	108
ヨトウムシ	251
夜盗虫	252, 256
ヨモギエダシャク	253
予約生産	28

ら

ランダム	102
------	-----

り

リービッチ	149
リカルシトラント種子	123
リブタイプ	204
りゅうきゅうまつ	6, 9
リュウキュウマツ	155
流通	28
量的遺伝	81, 97
量的形質	81, 90
緑肥栽培	169
リン	149, 230
林業研究機関	267
林業種苗	68
林業種苗法	3, 30, 68, 90, 117, 118

林業種苗法改正	2
林業種苗法施行規則	37
林業種苗法施行令	6, 36
林業種苗法制定	2
林業種苗法の運用について	51
林業種苗法の施行について	48
林業品種	70
林業用樹種	150
林業用種苗	18
林業用種苗の配布区域外への配布申請の手続きについて	57
林業用苗木	247
林業用優良種苗生産流通推進要綱	28, 56
リン欠乏症	230
リン酸肥料	178, 230
林木育種	84, 85, 100
林木育種事業	85, 100

林木育種事業推進計画	100
林木育種センター	92, 96, 147

る

ルーピング現象	204
---------	-----

れ

冷蔵保存	123
冷凍保存	123
劣性	79
連作障害	169

ろ

露地ざし	134, 186, 192
------	---------------

執筆者

高橋 誠	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所	第2部1項 4項1, 2, 4 第3部1項1～2
栗田 学	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所	第2部2項 3項1 コラム④
坪村 美代子	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所	第2部3項1 コラム①②③
田村 明	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所	第2部4項1、2 コラム⑤⑥⑦ 5項3(01)、(03) 第3部1項1
大平 峰子	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所	第2部4項3 8項 第3部5項2(02)
福元 信二	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所	第2部5項1～2、3(01～05) 第3部1項1
坂本 庄生	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所	第2部5項3(06)
大塚 次郎	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所 北海道育種場	第2部5項3(06) 7項
山田 浩雄	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所 関西育種場	第2部6項1～3
木村 恵	秋田県立大学		第2部6項4
飛田 博順	森林研究・整備機構	森林総合研究所	第3部2項1～3
星 比呂志	年樹株式会社		第3部2項4
植田 守	森林研究・整備機構 林木育種センター	森林総合研究所	第3部5項2(02)
安藤 裕萌	森林研究・整備機構 九州支所	森林総合研究所	第3部10項
藤本 浩平	高知県立森林技術センター		第3部11項
一般社団法人 林業薬剤協会			第3部13項
林野庁 森林整備部 整備課 造林間伐対策室			第1部 第3部2項5
一般社団法人 日本森林技術協会			第3部2項4 3～10項 12～14項

「講習会テキスト 林業種苗の生産・配布に必要な知識」初版から増補第4版の執筆者

[敬称略]

戸田 良吉	古越 隆信	栄花 茂	浅川 澄彦
福原 檜勝	宮崎 紳	塘 隆男	周藤 靖雄
山田 房男	御橋 慧海	宮田 増男	林野庁 研究・保全課

このテキストは、令和5(2023)年度から令和6(2024)年度 林業種苗生産者講習会テキストの更新委託事業で作成し、事業を進めるにあたり、以下の方々に多大なご助言をいただきました。深く感謝いたします。

安樂 勝彦(全国山林種苗協同組合連合会)

草野 僚一(熊本県)

高橋 誠(国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター)

戸田 浩人(東京農工大学)

藤井 栄(徳島県)

堀 靖人(東北農林専門職大学)

[五十音順 敬称略]

講習会テキスト
林業種苗の生産・配布に必要な知識

(発行)令和7(2025)年3月 林野庁

(作成)一般社団法人 日本森林技術協会

〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地

