

林木育種技術

No. 16

ニュース 2003.1



独立行政法人林木育種センター

- わかりやすい育種技術シリーズ -

優良な種苗の確保のための育苗技術

センター本所 指導課長 加藤 義明

育苗は、森林造りの原点であり、また、林木育種を行う上での原点でもあります。その技術を高めるために多くの先人達が改良に改良を重ね、我々はその成果を、現在の状況下では最良の方法として、林木育種を行う上での苗木作りに活用しているところです。

苗木を作る方法には、有性繁殖による方法（実生）と無性繁殖による方法（さし木、つぎ木、とり木等）がありますが、林木育種センターでは、この二つの方法の特長の違いをうまく使い分けて品種改良を行い、及び遺伝資源として保存し、また、改良した品種は原種として配布を行いその普及に努めています。

本シリーズでは、実生苗の育苗に絞って、スギ他6樹種の播種から掘取りまでの各作業を分かりやすく解説しました。とは言え、本解説の内容は、現在林木育種センターで行っている作業方法を紹介したに過ぎません。気象条件等が変われば各作業の時期、期間が異なるでしょう。また、発生する病害虫も異なりその対応策も自ずと異なるでしょう。更に、目的によっても少品種大量生産の場合と多品種少量生産の場合でも異なる部分があるでしょう。このような点を考慮の上で活用していただければ幸いです。大いに参考になるものと自負しています。

ところで、今後の育苗技術の変化の可能性について若干触れてみたいと思います。というのは、過去に見られなかったような育苗を取りまく状況変化が近年見られるからです。その一つの例として、近年の高齢化した林業労働事情を映して従前の大苗が嫌われる傾向にあります。また、このこととも一部関連して最近コンテナポットや生分解性ポットの開発・研究が進められ、実用化もそう遠くない状況にあります。我々は、現在の技術は現在の技術として更に高めるとともに、それと並行して育苗を取りまく状況の変化にも俊敏に対応していかなければならないと思っています。

我々育種関係者が行っている業務の一つひとつは非常に地道な作業です。この地道な作業内容等を掲載した本技術ニュースが、優良な種苗の確保に役立ち、そのことがひいては地球環境の保全に少しでも結びつくことを願うものです。

スギ・ヒノキの育苗について

1．はじめに

苗木とは，山に植えられた後も健全に成長し，立派に成林することが期待できる樹木の苗のことで，その苗木を作るための作業を育苗といいます。

今回は林木育種センター本所（以下，「本所」という。）で行っている，スギ，ヒノキの春まき付けによる育苗作業について紹介します。なお，本所の場合は通常の苗畑と違い，人工交配系統の種子が非常に多く，1系統あたりの山出し本数が100本前後と少ないため，まき付け面積を0.2㎡単位で区切るなどのきめ細かな作業が要求されます。

2．苗畑の準備

苗木作りに欠かせないのが苗畑の土作りです。本所では，苗畑の面積の約半分を隔年で交互に使用しており，休閑畑は翌年度の床作りのために，土壤消毒・殺菌，堆肥散布，耕耘等を3月までに実施しています。

3．まき付け量

まき付け量は，最終的に何本の苗木が必要かで決まります。本所の場合，2年生での山出しを目標に育苗するため，2年後の必要本数から育苗中の枯損（自然消耗率・規格外率）及び発芽率から逆算し，まき付け量を決定します。

4．まき付け床作り

まき付け量からまき付け面積を計算し，まき付け床を作ります。まき付け床は床上げ機を使い幅1m高さ15cm程度の台形状に作り，地下の水分を十分吸い上げるよう，大人が載っても沈まない程度にローラーで固めます。



5．種子のまき付け前処理

発芽促進のため，系統ごとに種子をガーゼで包み，流水に4日間浸漬します。その後，殺菌剤ベンレート700倍液に約6時間浸漬した後，まき付けるまで日陰で表面の水分を乾燥させます。

6．まき付け

まき付けは，4月上旬に行なっています。まき付け時の条件としては，まき付け床に適度な水分があり，風のない晴れた日が最適ですので，まき付ける数週間前から天気予報は欠かさずチェックしなければなりません。特に，スギ，ヒノキの種子は軽い



ため風で飛ばされてしまうので注意が必要です。まき方は，まき付け位置にまんべんなく手でばらまきます。発芽率の高い種子を少量まく場合は，異樹種の種子を蒸すまた

は煎るなどして発芽能力をなくしたものや，種子と同程度の大きさ，重さの砂粒などを増量材として混ぜてまくことにより，まきムラが少なくなります。（異樹種の種子を処理して使用するのは，間違っても発芽してもわかりやすいためです。）



まき付けた種子の上には，フルイで細かな土を種子が隠れる程度にふるって覆います。

7．床覆い

強い風雨による種子の流失防止と湿度管理のための敷きワラをします。本所の場合は敷きワラの上から鳥獣害防除のため，さらに寒冷紗で覆います。

スギ、ヒノキの種子は、まき付けてから発芽開始までに2～4週間、発芽完了までには、さらに1週間程度かかります。発芽が完了したのを確認して床覆いを外しますが、まき付けてから1ヶ月くらいを目安としています。



8．発芽後の管理

日覆い：発芽したばかりのものに直射日光は強すぎるので、床覆いを外したらすぐに遮光率60%前後の寒冷紗で8月上旬頃まで日覆いします。



薬剤散布：立枯

れが発生する場合がありますので、タチガレン液剤1000倍液を散布し殺菌します。

除草・間引き：苗畑作業の中で一番人力を必要とする作業です。まき付け床では、人力除草が主体となります。除草はその年により雑草の多少はありますが、5月から9月までに4回程度行います。また、密度調整のために間引きも行います。

追肥：7月の初め頃、稚苗の上長成長を促進させるため、尿素を追肥します。尿素は、葉に付着すると肥やけしますので、追肥後ほうきなどで軽く払っておきます。

灌水：日照りが続き土壤水分が少なくなると、苗木は根から水分を吸収できなくなるので、灌水が必要です。しかし、一度灌水すると苗木は根の近くの水分に頼ってしまうため、十分な雨が降るまで続ける必要があることから、できるだけ灌水は控えるよう

にしています。

根切り：8月中旬頃から、徒長の防止と根の発育、肥大成長促進のため、根切りを2～3回行います。



9．床替

翌年の春(4～5月頃)に選苗して床替します。

植付け間隔は、1㎡当たりスギは30本、ヒノキは36本植



付けます。これは、床替後1年間で山行苗の規格を得るために必要な密度です。

10．床替後の管理

基本的にはまき付け床の管理と同じですが、薬剤散布はハダニなどの虫害防除が主となり、追肥には加里を、また、除草剤は2回使用しています。

11．山出し

山出し時の苗長は家系によって差がありますが、スギの山行苗としては40～60cm、T R率2.0前後を



目標にしています。ヒノキについては、苗長40cm程度、T R率3.0前後を目標にしています。

12．おわりに

今回は、まき付けから山出しまでの流れだけを簡単に説明したにすぎません。苗木の生産には多くの知識と経験が必要であり、我々センター職員も日々の研鑽が必要と認識しています。

(センター本所 指導課 阿部正信・弓野 奨)

マツノザイセンチュウ抵抗性苗の育苗

1 . はじめに

九州でマツノザイセンチュウ抵抗性苗（以下、「マツの抵抗性苗」という。）と言えば、クロマツのマツノザイセンチュウ抵抗性採種園（以下、「抵抗性採種園」という。）産の苗木にマツノザイセンチュウを人工接種した苗木のことです。マツの抵抗性苗を生産するためには、第一のステップとして抵抗性採種園で生産された種子が必要です。この抵抗性採種園には「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」によって、選抜された抵抗性クローンが植栽されています。本事業において、現在までにクロマツでは16クローン（ちなみにアカマツでは92クローン）が合格しており、これらによって抵抗性採種園が九州育種場をはじめ各県に造成されています。第二のステップは、床替した2年生苗にマツノザイセンチュウを人工接種し、抵抗性のあるマツだけを選別します。人工接種については、本誌No.14で「マツノザイセンチュウ抵抗性の検定技術」として紹介されていますので、ここではこれに使われる苗木の育苗について述べます。

2 . 種子の生産

マツの開花時期は4月から5月で、受粉後雌花が球果になり、成熟した種子を採取できるようになるのは翌年の10月ですから1年半先です。球果は成熟して開く直前に母樹毎に採取し、ガラス室で乾燥させて開かせ、種子を集めた後精選して容器に納め冷蔵庫（4℃）で保存します。

3 . 播種

1) まき付け床の設計

まき付け床に必要な苗畑の面積は、抵抗性マツ特性表の発芽率や千粒重を基に、まき付ける種子の数量を算出します。クロマツは種子が不足しているので、間引きをしないように1平方メートル当たり5グラム（250～400粒）程度まき付けます。

2) 覆土準備

まき付けの1月程度前に、休閑地の土をビニールシートなどに包んで保存し、晴れた日には風や陽光にあてて乾燥させ雑菌の繁殖を防ぎ、大きく固まっ

た土は細かく砕いておきます。

3) 緑肥栽培

まき付け床には、休閑地として1年間休ませていた場所を使います。夏のうちに数回、根の深い雑草を手で取り除いた後、耕耘を十分に行います。その後「緑肥栽培（ヘアリーベッチ）」によって雑草をおさえ、基礎肥料を施す直前に耕耘しながら鋤込んで地力の回復にも一役担わせます。

4) 基肥と土壤消毒

基肥と土壤消毒は、まき付けの1月前までに行います。

< 肥料の成分と分量 >

- ・堆肥（pH:7.3,N:1.26,P:1.73,K:1.46）= 5.00kg/m²
- ・鶏糞（pH:9.0,N:2～3,P:7～8,K:4～5
石灰:14～18,苦土:1～2）= 0.10kg/m² ,
- ・油粕（N:5.3,P:2.0,K:1.0）= 0.05kg/m²
- ・石灰窒素(N:20 , アルカリ分:55.0) = 0.03kg/m²
- ・BMようりん（P20.0 , アルカリ分:45.0,
けい酸20.0）= 0.05kg/m²
- ・塩化加里（水溶性加里:60.5）= 0.02kg/m²
- ・輸入尿素（N46.0）= 0.01kg/m²
- ・くみあい1066（N:10.0,P16.0,K16.0）= 0.05kg/m² ,
- < 土壤消毒剤の分量 >
- ・ダイアジノン粒剤・5 = 0.02kg/m²
- ・ネマトリンエース微粒剤 = 0.02kg/m²

5) 数日前からのまき付け床の作業

まき付けの3～5日前には、十分な耕耘を行うとともに雨水が溜らないように整地します。

まき付けの1日前には、まき付け床と畦を区分するロープを張り、まき付け床の凹凸を均してローラーで固め、さらに凹凸を修復します。

6) 種子の準備（3日～1日前）

まき付けの3日前に冷蔵庫から種子を出し、布袋にいれて系統名のラベルを付けます。

翌日、ベンレート水和剤（1000倍）に浸して24時間消毒します。まき付け前日には、ベンレート液から取り出し室内（日陰の常温）で水切りを行います。

7) まき付け

まき付けの日の天候及び時間帯は、種子の乾燥を防ぐために気温の低い午前中が最適で、微風の場合は、種子が飛び散らないように竹簾などで床をはいて、浅い溝の筋を付けます。次に、鳥獣害から保護するために、種子を鉛丹（四酸化鉛）にまぶし、区画内に均等にまき付け、直ちにふるいを使って覆土します。全種子をまき終えたら、まき付けた床の上に長いビニールを敷いてローラーで鎮圧し、ビニールを丁寧にはぎ取り、以後風や雨で種子が移動しないように、二枚に重ねたダイオネットを床に密着させて張り付け固定します。最後に、立ち枯れ予防として500～1000倍に希釈したタチガレン液剤を1㎡当たり3リットル散布します。



4. 育苗

まき付けに引き続き育苗が始まり、毛苗の育成を経て床替苗の育成が行われます。

1) 発芽直後

4月下旬頃、ダイオネットの目の隙間から発芽を確認したら、ダイオネットの一枚をはずし、残された一枚をトンネル状に浮かせます。5月下旬頃稚苗の子葉が安定したら、ダイオネットをはずし、立ち枯れ予防にタチガレンを散布します。

2) 苗畑管理

- ① 晴天が長く続いた時や土がひび割れた場合は、水が根に届く深さまで十分に灌水します。
- ② 雨天が続いた時は、病気が発生しやすいので、4 - 4式ボルドー液を散布します。
- ③ ヨトウムシによる根の食害が5月から10月まで3回程度あるので、まき付け床をよく観察し、発見したらネキリトン散布するか、早朝に被害苗の周囲の床を針金の先で掘り起こし捕殺します。
- ④ アブラムシの発生にも注意し、「アドマイ

ヤー ①粒剤」を散布して被害をくい止めます。

- 5 追肥は、タキホス力495 (N:14,P:19,K:15,苦土:1)を1ヶ月に1回程度少量ずつ行います。
- 6 除草は、3週間程度の間隔で行います。



3) 床替

毛苗の根を必要以上に傷めないよう床替前に根切りを行い、土が乾燥している時は、散水して土を軟らかくするなどの処置をします。

一方、新たに植え付ける床は、まき付け床を作る要領で休閑地を使用し、床替する本数分の面積を確保し、溝立て機で1床当たり4列の溝を作り、溝間隔25cm×苗間隔20cmの間隔で床替します。

5. 人工接種までの作業

苗は7月中下旬までに接種が可能となる大きさに育てるため、6月まで追肥を行います。反対に大きい苗は根切りをして調整します。一方、春から秋までは、病害や虫害に対して十分注意し、状況をみながらボルドーやアドマイヤーによる防除を行ないます。特に、葉ふるい病の場合は、苗を引き抜き落ちた葉も一緒に焼却し、抜いた跡にはボルドーを散布します。また、苗木の成長を阻害しないようにこまめに除草します。

(九州育種場 遺伝資源管理課 久保田 権)

参考文献

- 岡村政則 (2002) マツノザイセンチュウ抵抗性の検定技術, 林木育種技術ニュース14: 2～3
- 中島勇夫 (2002) 検定材料の育成技術分野専門家報告書, 平成13年度日中協力林木育種化学技術センター計画, 国際協力事業団
- 育種部会 (1990) ヒノキ精英樹・抵抗性マツ特性表, 九州地区林業試験研究機関連絡協議会

トドマツ・アカエゾマツの育苗について

1．はじめに

トドマツ (*Abies sachalinensis*) とアカエゾマツ (*Picea glehnii*) は、ともに北海道を代表する造林樹種で、減少の傾向にはあるとはいえ、北海道では両種合わせて1,476万本の苗木が生産され (H12年度実績) 造林用種苗として大きな位置を占めています。

このことから、北海道でのこれら樹種の育苗法はほぼ確立されており、長年にわたる関係機関の努力もあって民間種苗生産者へ広く普及されています。

本稿では、この点を踏まえ、実生苗を育成するおおまかな手順について、北海道育種場 (以下「当場」という。) での事例をもとに紹介します。

2．播種時期

トドマツ・アカエゾマツの播種時期は、秋と春とがあり、それぞれに長短があります。

春まきは、融雪後最低気温が5℃以下に下がらない時期が開始の目安となりますが、春まきは秋まきに比べ発芽が遅くなりがちです。

このため、発芽を促進するための処理が必要となります。当場では、2月上旬に殺菌した種子を雪中に埋蔵し、種子を湿度100%、温度0℃の環境下に2ヶ月間以上置きます。(写真-1)

秋まきではこうした発芽促進処理は不要ですが、種子のまま土中で過ごす期間が長くなるため、病害に侵されるなどのリスクが高まるとされています。



写真-1 雪中への種子の埋蔵

3．床づくり作業

播種床には、あらかじめ、完熟堆肥 (1㎡当り5kg:慣行) と、複合化学肥料 (1㎡当り50g:慣行) を散布しておき、土壌が十分に乾き、砕けやすい

状態となった段階でトラクタで耕耘し、幅1.0m～1.2m、高さ20cm程度に土を盛り上げます。(写真-2)



写真-2 床上げと播種床

また、播種床には、降雨などで種子が流出しないよう側面に板枠を取り付け、表面をレーキなどで均らし、ある程度重量のある板などで鎮圧し、病虫害防止のための薬剤を散布します。

4．播種作業

播種量は、あらかじめ、純量率や種子量を測定しておき、仕立本数を決めてから下記の式で算出します。

秋の時点で稚苗1本当たり3cm四方程度の空間を確保するとすれば、1㎡当たり1,100本の仕立て本数となりますので、播種したいトドマツの1g当たりの粒数が100粒で、検定発芽率が30%とすれば、1㎡当たり播種量は、下記の式にあてはめるとおおよそ43gになります。

$$(X)g = \frac{N(\text{本})}{R \cdot H \cdot K \cdot Y}$$

(X)g	1㎡当りのまきつけ量
N	1㎡当りの仕立本数
R	種子の純量率 (経験値95%)
H	1g 当たり種子粒数
K	検定発芽率
Y	苗木残存率 (経験値85%)

同様に、アカエゾマツの1g当たりの粒数が250粒で検定発芽率が同率と仮定すると、1㎡当たり播種量はおよそ17gとなります。

播種量が多すぎると、発芽した稚苗が過密状態となり、病害、乾燥害などにかかりやすく、枝張りや根張りも悪くなるため、密度を調整するための間引きが必要になります。当场では、間引き作業を省略するため、秋時点での1㎡当たりの仕立本数を500～600本に設定し、播種量を上記例の半分程度にしています。播種は、種子に少量（種子1kgに対して3g）の殺菌剤を粉衣し、湿った砂と混ぜ、全量を数回に分け均一になるようにまきます。（写真 - 3）



写真 - 3 播種作業

その後、種子の大きさの1.5～2倍程度の厚さに覆土をし、軽く鎮圧した後、育苗シートなどで覆い保温と乾燥を防止します。当场では、この床をさらに寒冷紗で覆います。

5．発芽後の管理

芽生えは、春の気温の推移により日数が異なりますが、トドマツでは播種後1月目ぐらいから覆土から出た芽生えが確認できます。

アカエゾマツもほぼ同時期頃から芽生えを確認できます。（写真 - 4，5）

発芽後、床を覆っていた保温シートをはずしますが、寒冷紗は設置したままにし、稚苗を乾燥や寒さから保護します。また、無降雨日が長く続く場合（7日以上が一応の目安）は、灌水をします。

トドマツ、アカエゾマツの発芽床は、2年間据置きますが、その間は、枯死した稚苗を雑草とともに取り除きます。

発芽床ではこのほか、秋の降雪時に暗色雪腐病の防除を行います。

管理が適切に行われた場合、まき付け当年の秋段階で芽生えの85%以上を得苗できます。



写真 - 4，5 アカエゾマツ - 左，トドマツ - 右

6．床替

トドマツ、アカエゾマツの床替は、播種後3年目に行いますが、根切り（後述）を行うことを前提にしていますので、山出し（5～7年）までに1回です。

床替は、苗木に十分な光と根張り領域を与えるためですが、与えるストレスも大きいため、できるだけ開葉前に行う必要があります。当场では、トドマツは5月初旬、アカエゾマツは5月下旬までに終了するように作業計画を立てています。

床替床の施肥量は、発芽床の2倍程度を基肥量とし、7月中旬に即効性の化学肥料を追肥します。

移植に当たっては、堀り取った稚苗の根に保水剤をつけ、その日堀り取った稚苗を植え残さないように作業します。移植後の植栽間隔（床替仕様）は、トドマツ、アカエゾマツとも1.0mの床幅に6条とし、16cmの列間としています。この床替仕様（1㎡当たり36本）であれば、トドマツの場合、3年間は据置くことができます。移植後は、寒冷紗を7月初旬頃まで設置し、晴天が長く続いた場合は、葉色を見て灌水します。

7．山出し

トドマツでは5年目、アカエゾマツは6年目から山出しますが、北海道の民間種苗業界団体では、トドマツ、アカエゾマツともに苗長（H）が25cm、根元径（D）が0.8cm以下で、H/D率が45以上の苗木については、払出さない基準を設けています。

なお、当场では、山出し前々年の秋に苗木の側根を切断（根切り）し、細根の発生を促進しつつ、堀り取り時の根系損傷の軽減に努めています。

（北海道育種場 遺伝資源管理課 高倉康造）

カラマツの育苗について

1. はじめに

カラマツ属は、北海道ではトドマツやアカエゾマツと比較した場合、成長が早いことから、平成12年度は民有林を主体に、面積にして1,730haで植栽され、苗木も800万本近く生産されています。

また、近年は、カラマツ (*Larix kaempferi*) がエゾヤチネズミに食害 (写真 - 1) されやすいことから敬遠され、千島、樺太に自生する同属のグイマツ (*Larix gmelinii* var. *japonica*) を母樹とし、カラマツと交配させた混合採種園産のグイマツ雑種F₁の需要が伸び、苗木生産・種子供給量が追いつかない現状になっています。カラマツ属の実生苗については、グイマツ雑種F₁が播種量や選苗などで若干取り扱いが異なるものの、北海道では、当場も含めほぼ同様の育苗法を採用していますので、以下前稿同様当場の事例を中心に紹介します。



写真 - 1 野鼠によるカラマツの食害

2. 播種時期及び播種床

カラマツの播種時期はトドマツやアカエゾマツ同様、春まき (4月下旬 ~ 5月上旬) と秋まき (10月下旬) がありますが、春まきでは、原産地が本州であるカラマツの発芽最低温度が8℃以上と、トドマツやアカエゾマツより高いため、春の地温が十分に上昇し、霜害が生じないと思われる時期を見計らい播種する必要があります。ただし、カラマツは、秋まきが春まきより平均苗長が上回るという報告があり、適切な晩霜害対策を講じれば、秋まきの方が苗木生産上の観点から見た場合は有利とされています。

当場では、トドマツ、アカエゾマツ同様雪中埋蔵 (前稿報告のとおり) した種子を、5月初旬に播種

しています。芽生えは、トドマツやアカエゾマツより早く、播種後3週目あたりから確認できます。

なお、当場での事例ではありませんが、カラマツの種子を雪中埋蔵後、24時間以上常温の室内に放置して播種すると、発芽所要日数が短縮できるとの報告もあり、今後試みたいと考えています。

播種床の形状や土壌消毒は、アカエゾマツ、トドマツに準じていますが、年成長量がこれらの樹種より大きい点を考慮し、施肥量 (基肥) は、これらの樹種床よりもやや多め (1.5倍) にしています。

3. 播種量

仕立本数は、トドマツやアカエゾマツよりも葉及び茎の伸長量大きい点 (1年目苗長は8cm前後) を考慮して、一般的には1㎡当たり500 ~ 600本とされています。

この仕立本数を基に、本誌6頁の播種量を求める式にあてはめれば、発芽率が30%で千粒重が4.0gと仮定したカラマツの場合、1㎡当たりの播種量は8gとなり、同じ発芽率で千粒重が2.5gのグイマツの場合では、1㎡当たり5gの播種量が適正値となります。グイマツF₁雑種は、種子の形状はグイマツですので、1㎡当たりの播種も同程度です。

留意すべき点は、播種量が過剰で発生本数が1㎡当たり800本を超えると、根元径が細い所謂ひ弱な苗となり、床替時の得苗率が下がります。

このため、事前にまき付ける種子の発芽率を把握しておく必要があります。

まき付け床の仕様・方法は、前稿トドマツ、ア



写真 - 2 カラマツの稚苗

カエゾマツに準じていますが、カラマツの場合、秋まきは覆土をやや厚め (種子の厚さの2.0 ~ 3.0倍) にすることと、春

まきでトドマツなどと同時期に播種した場合，カラマツは芽生えや伸長が，これらの樹種に比べ1週間ほど早い（写真 - 2 ），育苗シート，寒冷紗などを取り外す時期が早まることを考慮し，播種床を離すか，別床にする必要があります。

4．発芽後の管理

日覆いなどの発芽後の管理は，本誌 6，7 頁のトドマツ，アカエゾマツの方法に準じていますが，陽樹であるカラマツ属は，寒冷紗の取り外す時期が遅いと病害が発生したり，十分な耐寒性を確保できないとされていますので，当場では6月下旬には取り外します。

アカエゾマツ，トドマツ同様，無降雨日が連続する場合は，葉色を見て灌水を行います。

間引きは，寒冷紗を取り外した時期から行いますが，積極的な密度調整ではなく，枯死・衰弱しているものの除去にとどめています。

グイマツ雑種F₁の場合は，9月にグイマツだけを取り除く，選苗のための間引きを行う場合があります。

5．床替と管理

当場では，カラマツを2年目で床替しますが，開葉時期が早いことから，他の樹種に先駆けて床替を実施します。カラマツ属は，開葉後に床替を行うと乾燥害に遭いやすく，活着したとしてもその後の成長が良くない傾向があります。

このため，グイマツ雑種F₁の場合などは，先述した選苗を兼ねて，秋に床替を行う事例もあります。

カラマツ属苗の床替の仕様は，当場の場合，1mの床幅に4条，列間を16cm，1㎡当たり24本以内とし，アカエゾマツ，トドマツよりやや広めの植栽間隔にしています。（写真 - 3）

これは，床替後の植栽密度が高くなると，苗高はそれほど差がないが，根元径が細くなり，根を含めた総重量が小さくなるとの報告（表 - 1）があり，得苗率や植栽後の成長を考慮した場合，支障がない範囲で，広めがよいとの考えからです。

表 - 1 床替後の1㎡当たり本数密度による形状の違い

㎡当たり 本数	83	67	50	33	20
苗 高 (cm)	51	59	59	61	61
根 元 径 (mm)	6.8	7.5	8.2	9.1	11.0
総 重 量 (g)	7.4	10.1	12.3	18.8	27.2

「造林樹種の特性カラマツ編」原表より項目抜粋

日覆いは，カラマツ属は乾燥に耐えることから，床替後は不要とされていますが，当場では，晩霜害を予防する観点から除草を開始する6月中旬まで寒冷紗で覆います。追肥は，トドマツ，アカエゾマツと



写真 - 3 床替直後

同種の速効性肥料を用い同時期（7月中旬）に行います。

また，床替後は，よほどのことがない限り灌水はしません。

6．山出し

堀取りに当たっては，カラマツ属の根は，苗高が高くなるにつれ，横方向に伸長する傾向があるため，前年春に根切りを行う必要があります。

カラマツ属の苗木は，通常まき付け後3年目（床替1回目以上）で，殆どが山出しが可能な規格（表 - 2）を満たすため，北海道では，広葉樹苗とともにコストがかからない樹種として，種苗業界では歓迎されています。

表 - 2 カラマツ属山行規格

樹 種	規 格	H/D 以下	根元径 mm	苗長 Cm
カラマツ	1号	70	10	50
	2号	80	7	35
グイマツ 雑種F ₁	1号	—	7	35
	2号	—	6	30
グイマツ	1号	—	6	30
	2号	—	5	25

北海道山林種苗協同組合提供の資料による

（北海道育種場 遺伝資源管理課 高倉康造）

ミズナラの育苗について

1 . はじめに

北海道のミズナラ (*Quercus crispula*) 造林は、比較的早く1,900年代から行われ、近年も、量的には、針葉樹に及ばないものの、同属のカシワ (*Quercus dentata*) とともに、海岸防風林用樹として植栽されています。

また、北海道の天然林を構成する主要な樹種として生態解明に不可欠であり、近年、資源の減少が指摘されていることもあって、育苗に関連した報告も含め多くの研究や試験データが公表されています。このことから、育苗基準とまではいかなくても、ミズナラに関する育苗技術は、ほぼ確立された段階にあります。本稿では、これらの報告と当場の事例を基に、ミズナラの育苗に関するポイントを紹介します。

2 . 播種時期と種子の選別

ミズナラの播種時期は、種子の休眠性が浅いため、貯蔵が難しいことや発芽 (上胚軸の伸長) が早いほど当年の苗長が大きくなる特性から、北海道では、秋まき (とりまき : 写真 - 1) が一般的です。

まき付ける種子 (堅果) は、選別と害虫駆除を兼ね2日以上冷水に浸し、水に浮いたものや潜入虫の食害根があるものなどを除きます。

落下した種子では、すでに発根しているものもありますが、これらは、発芽能力がありますので播種しても問題ありません。

また、サイズが小さくても発芽しますが、一般的には種子が大きいと健全であり、発芽後の伸長も大きいことから、採取した量に余裕があれば可能な限り大きいものを選んだ方が有利となります。

3 . 播種法

北海道育種場 (以下、「当场」という。) では、遠隔地へ植栽する場合は、長時間の移送に耐えるポット苗とし、つぎ木の台木や場内へ植栽する場合は露

路苗とするなど、払出す場所に応じ育苗方法を分けています。

露地苗にする場合、ミズナラが直根性であることを考慮し、通常の床よりは高め (20 ~ 25cm) に盛土します。施肥及び土壌消毒などは、トドマツやアカエゾマツ、カラマツに準じますが、種子の流出の恐れがないため板枠は設置しません。

まき付け仕様は、1 m の床幅に 6 条 × 6 列 (1 m² 当たり36本) としています。

まき付けの際、ミズナラは覆土が浅すぎると乾燥し、また、深すぎると発芽が遅れるため、まき付ける孔の深さは 3 cm 以内にする必要があります。

当场では、長さ 3 cm の棒 6 本を取り付けた板を用い、これを床に押しつけて孔をあけ、まきつける位置と深さを調整します。この孔に、種子を横置きし覆土します。



写真 - 1 とりまき

育苗シートでの被覆は必要ありません。

ポット苗のまき付けは、鹿沼土と腐葉土を等分に配合した用土を薬剤などで殺菌し、ジフィーポット (径 8 cm) に入れ、ミストなどで給水し、指などで軽く押し固め、種子を横おきにし 2 cm ぐらいの厚さまで覆土します。

これを、育苗箱に入れ、露地 (畑) に半分ほどの深さに埋め据置きます。(写真 - 2)



写真 - 2 ポット苗



写真 - 3 ウドンコ病罹病苗

4 . 育苗管理

ミズナラのとりまきの場合、発芽を確認（上胚軸が地上に出た時点）できるのは、翌年の5月中旬と比較的遅く、出揃うのも6月中旬となります。

発芽率は、採種年、採取時期あるいは母樹によって異なるようですが、当場で1999年の10月中旬に40個体の母樹から採種し、とりまきを行い翌年7月に稚苗を確認できたのは、38家系、まき付け粒数に対しての比率では、平均で45%でした。この原因が種子にあったのか、その他の後天的なものかは不明です。

発芽した後の育苗管理は、地上に出現するのが比較的強健な本葉であることから、露地苗の日覆いや灌水の必要はなく、除草が主体となります。

ただし、ポット苗については、根ばりが狭く乾燥に弱いため、日覆いと灌水が必要です。

病虫害防除は、アカエゾマツ・トドマツやカラマツなどの針葉樹苗に準じて行いますが、ミズナラは大型の食葉害虫の標的となりやすい傾向があります。

また、ミズナラの稚苗は、ウドンコ病への感受性が高く、8月中旬頃から罹病した葉が見られます。（写真 - 3）

今のところ、この病害はミズナラの成長のピークを過ぎてから見られており、枯死に至るほどの影響を与えてとは思えないため、特に防除は行っていない。

5 . 床替・根切り

当場の場合、根切りはとりまき後翌年から行い、

床替は2年目以降に行いますが、ミズナラ稚苗は直根性で、根を切断すると乾燥害を受けやすくなるため、作業は、成長休止期（当場では9月下旬に実施。）以降に行います。

また、根が主要な養分貯蔵器官であるミズナラ稚苗の場合、床替や根切り作業の適、不適がその後の生育に大きく影響するため、根を切りつめ過ぎないように注意を払います。

6 . 山出し

北海道の民間種苗業界では、ミズナラ造林苗の山出し規格を苗長25cm、根元径6mm以上としていますが、播種後の翌年秋でこの基準を満たすものは少なく、通常、山出しはとりまき後2年目の秋以降となります。

この山出し規格から見ると、ポット苗は2年据置いても不適合となりますが、露地苗に比べ活着率が高く、仮植の必要がないという利点があり、荒廃地への活用や、作業の平準化に貢献します。

なお、露地苗の育苗法を、床替と据置きで比較した事例では、とりまき後2年目秋に苗長で30cm以上の苗を得られたのは、根切りを行い据置苗として育苗したものが80%を超えたのに対し、床替苗では50%以下であったとの報告があります。

この点から見れば、露地でミズナラの造林用苗を育成する場合は、据置き（根切りを前提）で育苗にした方が、コストもかからず優良苗も多く生産できるので有利と言えます。

（北海道育種場 遺伝資源管理課 高倉康造）

育種種子の使用による育苗コストの削減

1. はじめに

スギ、ヒノキの山行苗の大部分は、実生で生産されており、まき付け量の計算は検定発芽率によって差異はありますが、残存率を30～50%として得苗の安全性を確保しているところです。このため、1㎡当たりの発芽数が多くなりますので、発育不良苗や病虫害苗の除去とともに、密度調整のための間引きが行われています。この間引き作業は、まき付け苗生産に要する労力の約40%を占めていますが、機械化や薬剤処理ができないため、育苗コストの削減を図る上で問題となっています。

一方、育種種子の生産基盤である採種園では、次代検定による特性評価の結果から、クローンの入れ替えを行い、また、より高い遺伝的素質の種子を多量に生産するため、整枝剪定、着花促進などの管理作業が行われています。

このように、多額の投資と品質管理を行っている育種種子を使用した育苗において、間引き数を極力抑え、育苗コストを削減するため、まき付け床における残存率について検討してみました。

2. 残存率を変えてまき付けてみる

1999年と2000年に残存率を変えたまき付けを行い、得苗数と苗木の品質を調査しました。なお、反復は設けませんが家系別にまき付けました。

まき付け年ごとの樹種別の家系数、1g当たりの粒数、検定発芽率、1㎡当たりの8cm以上の秋期成立予定数並びに残存率区ごとにまき付け量、理論発芽数、畑地発芽数、秋期成立数を全平均と家系平均の最大及び最小を表-1に示しました。

1999年のまき付けはスギ、ヒノキとも秋期成立予定数を1㎡当たり500本としました。成苗率（理論発芽数に対する畑地発芽数）は各区とも90%、保残率はスギで90%を見込んだ残存率81%区と保残率70%を見込んだ残存率63%区、ヒノキは保残率を60%見込んだ残存率54%区を設けました。また、2000年のまき付けは、スギ、ヒノキとも秋期成立予定数を1㎡当たり525本とし、成苗率100%、保残率90%を見込んだ残存率90%区と保残率70%を見込んだ残存率70%区を設けました。

成苗率を残存率区ごとに見ますと、1999年はスギ

表-1 まき付け量と得苗数（1㎡当たり）

区 分	1999年			2000年		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小
スギ						
家 系 数	5			15		
1gあたりの粒数	297	380	242	330	583	185
検定発芽率(%)	27	38	17	40	62	18
秋期成立予定数(本)	500			525		
残 存 率 (%)	81			90		
まき付け量 (g)	8.1	15.0	2.5	5.3	8.3	2.1
理論発芽数(本)	617			583		
畑地発芽数(本)	788	1,120	650	628	866	495
秋期成立数(本)	447	503	343	468	600	336
ヒノキ						
家 系 数	8			12		
1gあたりの粒数	542	682	448	521	631	459
検定発芽率(%)	31	43	17	32	48	17
秋期成立予定数(本)	600			525		
残 存 率 (%)	54			90		
まき付け量 (g)	6.6	9.4	5.3	3.8	6.0	2.2
理論発芽数(本)	1,111			583		
畑地発芽数(本)	1,103	1,339	853	581	834	366
秋期成立数(本)	750	960	485	558	817	408
残 存 率 (%)				70		
まき付け量 (g)				4.9	7.7	2.9
理論発芽数(本)				750		
畑地発芽数(本)				622	978	450
秋期成立数(本)				490	667	350

の81%区が128%、63%区が129%、ヒノキの54%区では99%でした。スギで畑地発芽数が理論発芽数を上回ったのは、検定発芽率が特に低い家系（17%と19%）が182～136%発芽したもので、ほかの家系はほぼ100%でした。発芽検定は、通常の方法で行っていますので、長期間貯蔵した種子であったため発芽検定において発芽勢が悪かったことによるものと考えられます。2000年の90%区と70%区は、それぞれスギが108%、98%で、ヒノキが100%、83%でした。

両年とも6月下旬に発芽数が多い家系について密度調整のため間引きを行い、秋期までの各区における1㎡当たりの成立本数の推移を図-1に示しました。秋期成立数は、1999年がスギの81%区が447本と予定数よりやや少なく、63%区が540本、ヒノキの54%区では750本で予定数より多くなりました。

2000年の90%区と70%区で見ますと、スギはそれぞれ468本、506本で、ヒノキはそれぞれ490本、558本でした。

間引き後から秋期までの自然消失は、各区とも20%以下であることがわかりました。なお、スギの

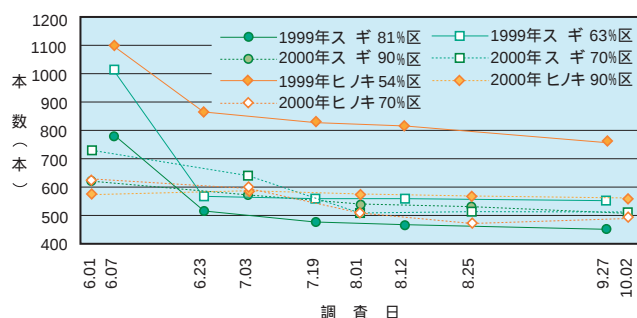


図 - 1 1㎡当たりの成立本数推移

残存率が高い区において兩年とも秋期成立予定数を下回ったのは、スギナに除草剤のスポット処理を行ったことが影響したためです。

3. 苗木の品質

苗木の品質は床替密度、施肥、根切りなどの管理作業によって左右されますので、1㎡当たりスギは30本、ヒノキは36本を床替しました。品質調査は成長休止期に、苗高、地上重、地下重を測定して行います。今回の調査結果を表 - 2 に示しました。ここで、充実度は苗高10cm当たりの地上重です。

表 - 2 苗木の品質 (平均)

区 分		まき付年	残存率	苗 高	充実度	TR率
まき付苗	ス ギ	1999	81%	16.9	3.1	5.0
			63%	17.0	2.8	4.6
		2000	90%	13.9	2.3	3.2
			70%	12.7	2.6	2.9
	ヒノキ	1999	54%	14.4	1.0	5.1
		2000	90%	13.1	0.9	6.2
70%			13.0	1.1	4.6	
1回床替 2年生苗	ス ギ	1999	81%	52.5	15.8	2.2
		2000	90%	55.1	19.5	3.2
	ヒノキ	1999	54%	36.8	6.8	1.9
		2000	90%	47.3	10.2	4.2

まき付け苗のスギでは1999年の充実度は、標準の2.5よりやや重いがTR率は標準の3.0よりは大きくなりました。また、2000年は、両区とも根切りを早めに行ったこともあり充実度、TR率とも標準とほぼ同じになりました。ヒノキでは、充実度が兩年とも1.0と軽く、TR率はやや大きくなりました。

1回床替2年生苗は、兩年とも残存率の多い区の苗を使用し、根切りは2回行いました。スギは、兩年とも充実度は標準より重く、TR率はまき付け苗の時に不足していた根の重量が大幅に改善されました。ヒノキは、1999年まき付け苗はやや小さく、2000年まき付け苗はほぼ標準と思われます。

4. 育苗標準の検討

調査の結果、6月下旬から秋期までの自然消失は

20%以内で、苗木の品質は管理作業の違いによって差が見られますが、1㎡当たりのまき付け量、発芽数が少ない場合には差が見られませんでした。

しかし、育種種子であっても交配年の花粉飛散量によって発芽率が異なり、貯蔵期間によって発芽勢にも影響します。また、自然消失、立枯苗や根切虫などの被害発生は避けられませんので、土壌殺菌は不可欠となります。さらに、間引き数を最小限にするためには、苗畑ごとに成苗率と自然消失を的確に把握することが必要です。

このようなことを前提に、林木育種センターにおけるスギ、ヒノキの育苗標準を試算しますと表 - 3 のようになります。畑地発芽数はその年の天候に左

表 - 3 育苗標準 (種子1kg当たり)

種 別		単位	ス ギ		ヒノキ	
			春	秋	春	秋
1年目	まき付	kg	1		1	
		本	115,500	83,333	156,000	112,500
2年目	床 替	本	75,000	60,750	101,250	82,013
	山 行			42,525		32,805
3年目	床 替	本	18,225	16,403	49,208	44,287
	山 行			14,762		39,858
1gあたり粒数				330		520
純 量 率				100		100
検定発芽率				35		30
残 存 率				72		72
1㎡あたり秋期成立数				450		450
1kgあたり山行苗数				57,287		72,663

右されるため、成苗率を90%、保残率を80%、残存率72%としました。また、山行率は1回床替2年生をスギ70%、ヒノキ40%、2回床替3年生を両樹種とも90%として、除却率を通常の割合で見込みますと、育種種子1kg当たりの山行苗生産量は、スギで57,000本、ヒノキで72,000本となります。一方、従来の残存率40%を用い、他の因子は育種種子と同じとしますとスギでは32,000本前後、ヒノキでは40,000本前後となります。このように、残存率を適正にすることによって育種種子の効率的な使用が図られ、また、間引き作業を省くことができますので、育苗コストの大幅な削減になると思われます。

(センター本所 指導課 弓野 奨)

(社団法人林木育種協会 石井正氣)

引用文献

- (1) 社団法人全国林業改良普及協会 (1998) 林業技術ハンドブック, 745 ~ 757
- (2) 全国山林種苗協同組合連合会 (1999) 林業種苗の生産・配布に必要な知識, 147 ~ 152

用語解説

TR率，得苗率，育苗標準

山を伐採したら更新させるのが林業の基本です。更新させる方法には，苗木の植栽，播種（直播き）や直さし，天然下種，萌芽などの様々な方法があります。どの更新方法を採用するかは，立地環境や将来どの様な森林に育てていくかといった経営目標等により決定することとなるわけですが，目的とする樹種の森林を造成するのに最も一般的でかつ確実な更新方法は，苗木の植栽による方法です。苗畑である程度の大きさに育てた苗木を植栽することは，雑草木との競争の面で有利ですし，また，なんと言っても採種園や採穂園由来の優れた品種系統のものを選択できることが苗木植栽の大きなメリットです。そこで，更新をより確実なものにするためには，良い苗木を植えなくてはなりません。良い苗木とは，「生まれが良い」もの，つまり，良い品種系統のものであることはもちろんのこと，「育ちが良い」ものでなくてはなりません。人が才能（素質）を開花させるには，幼い頃のしつけや教育などが必要な様に，樹木の場合もしっかりとした苗木に育ててやらないと本来持っているはずの素晴らしい素質を発揮することなく山に行ったらとたんに枯れたり，成育が鈍ったりしてしまいます。

「育ちが良い」苗木の条件の1つとして，根の発達が良いこと（苗木の地上部と地下部の釣り合いが良くとれていること）が挙げられます。この根の発達状況を見る指標として用いられるのが，TR率です。TR率（図 - 1）は，苗木の地上部の重量を地下部（根）の重量で除した値です。例えば，同じ樹種で地上部が同じ重量のものを比較した場合，こ

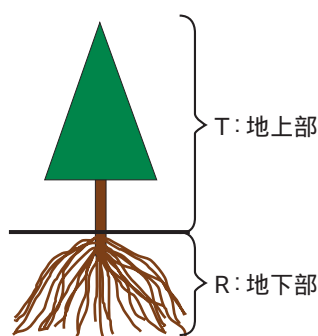


図 - 1 TR率

の値が大きいほど地上部に比べ地下部（根）の発達が悪く，土壤の乾燥に弱く山に植え付けてから枯れやすくなります。また，この値が小さくなるほど根が豊富ということになりますが，細根が多すぎるものは，かえって土とのなじみが悪く枯れやすくなってしまいます場合があります。一般にTR率3.0前後が良い苗木とされています。

生まれが良くて育ちも良い苗木は，山行き苗として山に植栽されることになるわけですが，床替え本数に対して実際に山行き苗として使える苗木の割合を得苗率（山行き得苗率）と言います。なお，まき付けに使用された種子の数に対する秋期成長休止後の成立苗木本数の割合や，秋期成長休止後の成立苗木本数に対して次期床替え用苗木本数の割合も得苗率と言いますが，一般に得苗率と言えば「山行き得苗率」のことを言います。

山行き苗として使用できる良い苗木を計画的かつ，効率的に生産するために必要になってくるのが育苗標準です。この育苗標準（表 - 1）とは，苗畑（地域）ごと，樹種ごとに種子のまき付けから床替え，山行きに至るまでの苗木の育成過程における所要面積等の量的な標準を示したもので，苗木を育成する上での指針となります。なお，育苗標準は，苗畑の生産力や育苗技術の向上等によって改訂されうるものです。

表 - 1 育苗標準

年次	種目	時期	得苗率 (%)	1㎡当り		1 kg		毎年苗木10万本当り	
				数量	摘要	数量	面積	数量	面積
	まき付け	春		14.8g		1.0kg	68㎡	4.27kg	289㎡
		秋		500本	床替え合格425本	33,800本		144,300本	
	床 替	春	85	37本		28,700本	776㎡	122,600本	3,314㎡
		秋	85	31本		24,400本		104,200本	
	山行き	春	60	19本		14,600本		62,500本	
			(40)	(25本)	2回床替え	(9,800本)		(41,700本)	1,668㎡
	山行き	春	90	23本		8,800本		37,500本	
	計					23,400本	1,236㎡	100,000本	5,271㎡
備考	1kg当り粒数			300,000	純施業面積 (㎡)		1,236		5,271
	純量率%			90	附属地面積 (㎡)		151		643
	検定発芽率%			25	休閑地面積 (㎡)		416		1,774
	秋期苗木残存率%			50					
	1㎡当り仕立本数			500	計 (㎡)		1,803		7,688

注 前橋宮林蔵 現関東森林管理局 研修資料より作成。

（センター本所 育種課 野村考宏）