

カラマツ種子を発芽促進処理せずにコンテナに播くとどうなるか

来田和人・今 博計

カラマツ播種コンテナ育苗技術開発の方向性

カラマツコンテナ苗の植栽が北海道で始まり数年が経過しましたが、育苗方法はまだ試行錯誤の段階で、1年生の小さな苗木をコンテナに移植したコンテナ苗が生産されています。そのため手間がかかり苗木の価格は裸苗の3倍となり、生産コストを下げるのが課題となっています。北海道立総合研究機構林業試験場では、育苗コストを下げるためにコンテナに種子を直接播いて1年で苗木を作る技術の開発に取り組んでいます。育苗の工程や期間が大幅に減少することに加えて、形が一定でない根を小さいコンテナに移植する作業を播種作業に転換することで苗木生産の機械化が容易になり、コンテナ苗の大量生産と低コストが可能となります。ここで問題となるのが、林業用樹種の発芽率の低さです。現在、苗木生産用に使用しているカラマツ種子の発芽率は通常30%程度です。発芽率30%の種子をコンテナに播き発芽しないセル(小ポット)を10%以下に抑えようとする確率的にひとつのセルに7粒播く必要があります(セル内全種子の未発芽率： $(1-0.3)^7=0.0824$)。そのため一つのセルには2.1本の苗が発芽する計算になりますが(発芽率 0.3×7 粒=2.1本)、一つのセルに1本の苗木しか育てられないので半分以上の苗を捨てなければなりません。一方、近赤外線を使ってスギ、ヒノキ、カラマツの充実種子を90%以上の確率で選別する技術が2015年、九州大学の松田修氏により開発されました。この技術により、コンテナへの一粒播種そして苗木生産の機械化が現実性のある方法となり、その方法の確立が待たれています。

種子の低温湿層処理は苗木生産の機械化に適さない

コンテナ苗一粒播種による苗木生産の機械化を進める上で問題となるのが、発芽を促進させる低温湿層処理が難しいということです。種子の発芽には、水分と適度な温度が必要です。カラマツの種子を秋に播くと雪の下で水分を吸い、春の陽気で発芽してきます。春に種子を播く場合には、1か月程度、雪の中や冷蔵庫で種子を湿らせた状態で保管し、休眠をいつでも解除できる状態にしてから種子を播きます。この処理を低温湿層処理と呼んでいます。発芽から幼苗までのステージは、木の一生のうちで最も死亡するリスクが高いときです。まして野外に種子を播いた場合、発芽に必要な水分はお天気まかせなので雨が降らずに発芽に失敗することもあります。低温湿層処理は危険なステージを短い期間で脱し生存率を高めるための技術で、環境が変動する圃場に種子を播く時には欠かせません。一方、農業分野で使われている種子を播く器具には、播種板と呼ばれる数万円のものから、土詰めから播種までを全自動化できる数百万円の機械までありますが、これらの器具や機械を使う場合、種子を一粒ずつ取り出せるよう乾いた状態でセットする必要があります。そのため低温湿層処理で湿った種子は使えません。

低温湿層処理をしないことで「発芽が遅れる」、「発芽率が下がる」、「発芽が長期にわたり苗木の大きさがそろわない」などの影響が心配されます。コンテナに播く場合では、温室内での灌水により温度や水分の管理ができることから低温湿層処理をしないことの影響は圃場に種子を播く場合と比べて少ないと思われますが、詳しく調べられていません。そこで、近赤外線による種子選別技術が開発される前の2012年において、複数粒播種(ここでは3粒播種)により、種子を低温湿層した場合としない場合で発芽や苗木の成長に与える影響について調べた結果と、一粒播種育苗技術を開発するときの問題になる点について報告します。

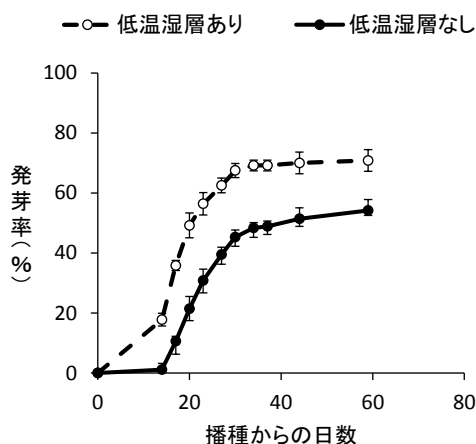
やっぱり発芽が遅れる，そして発芽率も低下した

ひとセルあたりの播種粒数を減らすためには発芽率を上げる必要があります。カラマツの充実種子は、アルコールに沈みシイナ（非充実種子）はアルコールに浮くという性質があるので、アルコールに沈んだ充実種子だけを試験に用いて発芽率の向上を図りました。なお、試験に用いた種子はアルコール選別前に行った発芽試験（2℃・21日間の低温湿層処理，発芽床はシャーレ内の十分に湿らした濾紙，温度・光は30℃・明条件が8時間，20℃・暗条件が16時間，試験期間は21日間）で発芽率が34.7%と分かっている種子です。アルコールに沈み2℃の冷蔵庫で21日間低温湿層処理した種子と低温湿層処理しない種子を2013年3月19日にセル容量120ccのサイドスリット付きコンテナ（写真－1）120セルにひとセル当たり3粒播種しました。コンテナに詰めた用土はピートモス100%で，気温13℃になるように加温した温室内で十分に灌水して発芽させました。ひとつのセルで複数の種子が発芽した時は，最初に発芽した苗だけを残し，2番目以降に発芽した苗を発芽調査時に直ちに抜き取りました。



写真－1 試験に使用したサイドスリット付きのコンテナ容器
セルの容量が120c，セル数は40個／コンテナ

低温湿層した種子では播種後14日目に18%が発芽し，発芽率は20日目に49%，30日目に68%となり，59日目の最終的な発芽率は71%でした（図－1）。一方，低温湿層処理をしなかった種子では，発芽率が20%を越えたのは播種後20日目で低温湿層処理に比べて発芽が1週間弱遅れました。最終的な発芽率は54%で，低温湿層処理した種子より発芽率が17ポイント低くなっていました。すなわち，低温湿層しないことで発芽が遅れるだけでなく最終的な発芽率にも影響があることが明らかとなりました。1個でも発芽した苗が見られたセルの割合は，低温湿層した種子では14日目に45%，20日目に85%で



図－1 低温湿層処理した種子と低温湿層処理しない種子の発芽経過
2013年3月19日播種。

した(図-2)。一方、低温湿層しない種子が処理した種子と同じ発芽率45%と85%になる日数は、それぞれ1週間弱、10日程度遅れました。最終的に全く一粒も発芽しなかったセルは低温湿層した種子では2.5%でした。この割合は最終発芽率71%から $(1-0.71)^3$ で求められる理論値2.4%と一致しています。低温湿層しない場合、全く一粒も発芽しなかったセルは120セルのうち8セルで6.7%となり、最終発芽率54%から期待される値9.7%より若干低めですが、ほぼ一致しました。空きセルの割合でみると低温湿層の有無による差は4.3ポイントと、発芽率の差17ポイントと比べて小さくなります。

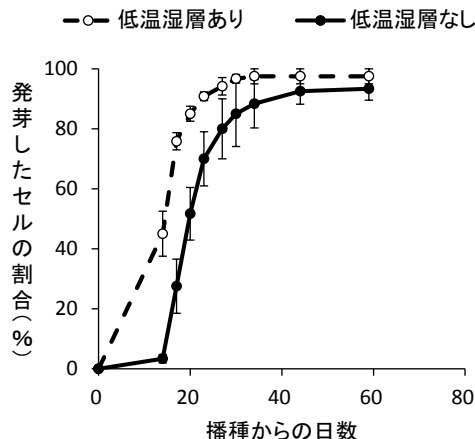


図-2 種子を低温湿層処理した場合と低温湿層処理しない場合に発芽が見られたセルの推移
2013年3月19日播種。

発芽が遅れると成長にも影響する

カラマツは、発芽し子葉を展開した後、本葉の展開まで数週間を要します。その間、主軸の伸長は停止します。本葉の展開がようやく始まった播種後62日目(5月20日)で、低温湿層した種子では苗長が平均3.0cmでほとんど伸びていません(図-3)。その後、伸長成長が活発になり104日目(7月1日)には平均11.4cm、150日目(8月16日)には平均29.7cmになりました。日長が短くなり気温が低下する8月下旬以降は伸長成長量が低下するものの、204日目の10月9日に苗長が平均37.0cmになりました。低温湿層なしの種子も播種後62日(5月20日)以降、伸長成長が活発になりましたが、発芽が

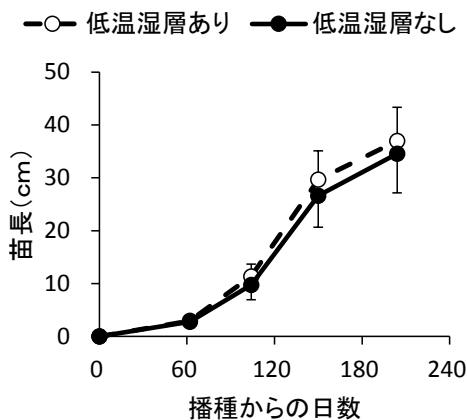


図-3 低温湿層処理した種子と低温湿層処理しない種子の発芽後の苗長の成長経過
2013年3月19日播種。

遅れた影響は最後まで続き、播種後 150 日 (8 月 16 日) になっても低温湿層ありの苗木に追いつけず伸長成長の停滞期を迎えました。低温成長が停止した時(204 日目, 10 月 9 日)の苗長は平均 34.6cm で湿層ありの苗木より 2.4cm 短くなっていました。204 日目 (10 月 9 日) の根元径は, 低温湿層ありが平均 3.3mm, 低温湿層なしが平均 3.0mm で, 低温湿層なしが低温湿層ありより 0.3mm 小さく, 発芽の遅れが根元径の成長にも影響していました (図-4, 写真-2)。



写真-2 低温湿層処理した苗木 (左) と低温湿層処理しない苗木 (右)
処理間で苗木サイズに大きな違いはない(撮影 2013 年 9 月 20 日)

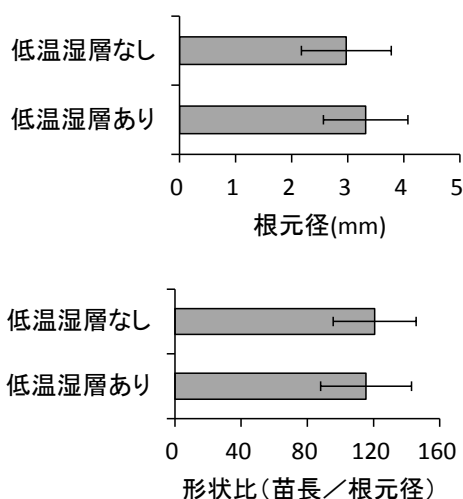


図-4 低温湿層処理した種子と低温湿層処理しない種子の播種後 204 日目 (10 月 9 日) の根元径と形状比
2013 年 3 月 19 日播種。

発芽を早めて大きくすることの弊害

発芽後の生存率は、播種後 150 日目 (8 月 16 日) まで 100% 近くを保っていましたが、それ以降、枯死する苗木が増加しました (図-5)。この理由として苗木が過密すぎたことが考えられます。圃場で一般的な播種量 (6g/m²) で苗を育てる場合、発芽した年の秋には苗木密度が 300~400 本/m², 苗長が約 20cm になります。翌年春に 36 本/m² の密度になるよう植え替え, 秋には苗長 50~60cm 程度の山出し苗に仕立てます。本試験のコンテナ苗では播種後 150 日目 (8 月 16 日) で苗長が 30cm 近くになっているにも関わらず苗木密度が 500 本/m² と高くなっていました。そのためか, 8 月下旬には苗木下部では蒸れた状態となり葉の枯れ上がりが観察されました。また, 密度が高すぎると苗長の成長より横方向の直径成長が抑制されます。今回の試験では, 低温湿層してもしなくても形状比 (苗長/根元径) が 120 前後でした (図-4)。これまでのカラマツコンテナ苗の植栽試験から, 形状比が 100 を越えると枯死率

が高くなることが明らかになっています。形状比が高すぎる、すなわち苗長に対して根元径が細すぎると苗木の上部まで水分を十分に上げることができず乾燥による枯死が発生しやすくなります。また、ひよろ長いので風による倒伏の危険性も高まります。今回の試験では、苗木が過密で形状比が高かったところに、9月1日に冬期順化のために苗木を温室から野外に移したことによる乾燥ストレスが引き金になり多くの枯死が発生したと推察されます。

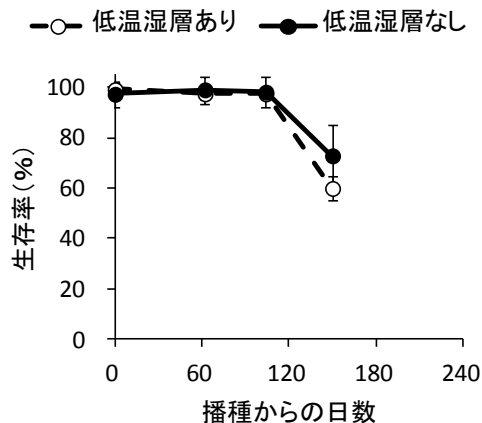


図-5 低温湿層処理した種子と低温湿層処理しない種子の発芽後の生存率
2013年3月19日播種。

まとめ—カラマツ播種コンテナ育苗方法の確立に向けて—

カラマツコンテナ移植苗（圃場に播種して1年間育てた幼苗をコンテナに移植）を対象とした北海道山林種苗協同組合の苗木規格では苗長が1号苗で30cm以上、2号苗で25cm以上です。本研究では低温湿層せず発芽が遅れてもカラマツが持つ成長の高さを発揮して、秋には平均で34.7cmに達しており、苗長が小さすぎるといふことにはなりません。むしろ低温湿層してもしなくても形状比が高くなるのが問題です。発芽時期や施肥量を調整して伸長成長を制限するとともに、苗木密度が小さいコンテナを用いて直径成長を促進することが必要です。

今回の試験において低温湿層処理をしないことで問題となったのは発芽率が低下することでした。ひとつのセルに複数の種子を播くことで発芽率低下の影響を緩和することができますが、限られた種子の有効利用や一つのセルに複数発芽した苗を抜き取り一本にする手間を考えると1粒播種が理想です。コンテナ苗生産の機械化に向けた一粒播種育苗技術の確立には、低温湿層処理をせず、かつ発芽率が低下しない播種技術の開発が必要です。そのため、播種後の種子の吸水を促す種皮の傷付け処理や種子の乾燥を防止するための最適な覆土の選定、発芽に適した温度の管理が今後の課題です。

(経営グループ)