

トチノキの播種、育苗方法の検討

星野大介・川崎達郎・明間民央（森林研究・整備機構 森林総合研究所）

トチノキの省力的な造林方法を探索するため、苗畑で播種して発生した2種類の実生と、温室で育苗した2種類の苗木を対象に、1成長期後の生残と成長を比較した。生残割合は竹筒播種、地下播種で90%以上と高く、コンテナ苗、プラグ苗で約60%と低かった。樹高は竹筒播種で最も高く、直径は竹筒播種、地下播種で2種類の苗木より太かった。このように竹筒播種で発生した実生は、育苗した苗木以上に良好な成績を示した。なお播種試験に用いた苗畑では、他種の播種試験において動物による種子の持ち去りが確認されていたが、今回の播種したトチノキでは種子の持ち去りは観察されなかった。

キーワード：竹筒播種、コンテナ苗、プラグ苗、広葉樹林化、エンリッチメントプランティング

I はじめに

森林が伐採や自然攪乱によって消失した後、様々な事由によって再造林されない場合、森林の再生が遅れることがある。その原因のひとつとして挙げられるのが、高木種の前生稚樹が林床に無いケース、種子の供給源となる高木種母樹が近傍に無いケースである。こうしたケースにおいて省力的で低コストの造林方法として期待されるのが、播種やエンリッチメントプランティングである。

古くから生残や成長が期待できる高木種の種子を林床に播いて、森林の回復を速める「播種」が国内外で実施されてきた。とくに先駆種やマツ類を用いた播種や、肥料木を用いた緑化工には実績がある。しかし広葉樹の遷移後期種を用いた播種については、不確実性が高く(5)、費用対効果が低い(1)とされている。その主要因として、動物による播種した種子の持ち去りが挙げられる(5)。一方で日本では、過去、動物による種子の持ち去りを防ぐとされる「竹筒播種」という方法があり、各地にその伝承が残る。しかし科学的に検証された事例は数少ない(3, 6)。

森林再生をより確実にするためには通常の苗木植栽と保育が有効であるが、コストがかかり、それが再造林放棄地の発生の一因となっている。海外の熱帯林などでは「エンリッチメントプランティング」が長く実践されている。伐採で劣化した二次林などを対象に、伐採跡や作業道跡などに目的樹種の苗木を植栽して、林内に目的樹種を増やす方法である。植栽後の下刈りや間伐等は省力化され、低コスト化がはかれる。植栽する樹種や立地によってその成績が不安定であるが、徐々に有効な植栽条件が種ごとに明らかにされつつある(2)。こうした植栽に用いる素材としては、現在の日本では、コンテナ苗が登場し流通しつつあり、広葉樹における事例も徐々に増えている。また、コンテ

ナ育苗の過程で用いられる、プラグ苗も応用できる可能性があると考えられる。

このように通常の苗木植栽に代わる播種やエンリッチメントプランティングなど、省力化、低コストの造林方法や素材が提案されているところだが、日本の広葉樹、ことに遷移後期種については知見が少ない。そこで本研究では、初期成長が良好で木材や種子が有用であるトチノキを取り上げ、今後の伐採跡地での播種やエンリッチメントプランティングへの活用を前提として、播種と育苗を併行して試みた。具体的には母樹を同じくする共通の種子を用いて、苗畑で2種類の播種方法：地下播種、竹筒播種を、また温室で2種類の育苗：コンテナ苗、プラグ苗の育苗を実施し、発生した実生や苗木について1成長期後の生残・成長を比較、検討したのでここで報告する。

II 方法

1. 種子の準備

茨城県つくば市森林総合研究所内の北東部車道沿いに植栽されたトチノキ並木のうち、あらかじめ、樹勢旺盛で複数の果実を付けた3本を母樹として選んだ。2018年9月に樹冠下に落ちた種子を複数個、採集した。3母樹の種子をタライに集め、よく混ぜてから水を注ぎ、浮いた種子を取り除き、そのまま5日間流水でさらした。タライからとりあげて短く風乾し、薄いビニール袋に入れて、設定温度3°Cの冷蔵室に袋の口を縛らずに開封したまま保存した。2カ月に1回の頻度で種子を取り出し、腐敗した種子を取り除き、残りの種子を水洗、風乾して冷蔵室に戻した。2019年5月に種子を取り出し、すでに発根していた種子、あるいは常温で数日放置して発根させた種子（以後、発根種子）から、無作為に120個を選んで播種・育苗試験に供した。なお、発根種子のみを試験に用いた理由は、試験

HOSHINO Daisuke*, KAWASAKI Tatsuro, AKEMA Tamio

Preliminary examination of direct seeding and raising seedling methods of *Aesculus turbinata*

dhoshi@affrc.go.jp

開始時点で種子が確実に生存していることを確認できるためである。

2. 播種と育苗方法

2019年5月上旬、所内の苗畑の一部を深さ20cmほど耕起したうえ、幅0.8m×長さ6mの畝を2箇所設けた。1箇所につき30点の播種地点を設けた。播種密度は62,500点/haとなる。発生する実生同士の被陰を防ぐために、播種地点は40cm間隔で配置した。竹筒を作成するため、近傍の農家のモウソウチク林から複数の竹稈を伐りだし、図-1のように節を抜いて成型した。用意した竹筒30個の上辺の外径、内径の平均値±標準偏差はそれぞれ、11.3±1.8cm（最大15cm，最低8.7cm）、10.0±2.0cm（最大14.3cm，最低7cm）であった。

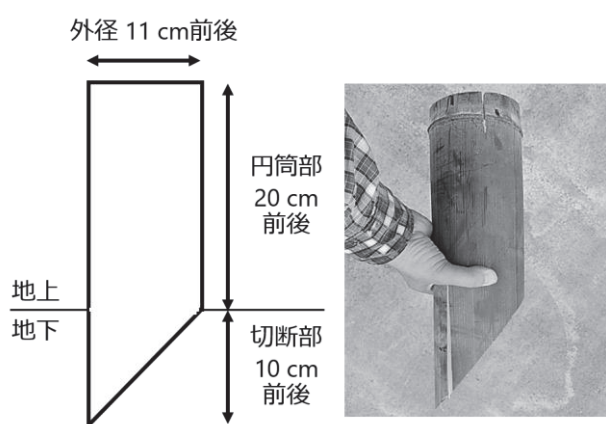


図-1. 竹筒播種に用いた竹筒の寸法

5月10日に苗畑で地下播種を実施した。1畝の30地点に直径5cm前後、深さ10cm程度の穴を空けた。発根種子30粒について、1粒ずつ根を鉛直下方向に向けて穴の中に挿入した。その後、周辺の土壌で穴を埋め戻した。さらに5月23日に竹筒播種を実施した。1畝の30地点に直径5cm前後、深さ3cm程度の穴を空け、発根種子30粒について、地下播種と同様に1粒ずつ穴に挿入した。続いて播種地点を中心として上から竹筒を地面に挿した。小山ら(6)を参考に、竹筒上辺の高さは地上20cm前後となるよう調整し設置した。その後、周辺から一握みほどの土壌を採取し、竹筒内の種子が覆土されるよう、竹筒上から投入した。両畝とも4カ月のうち計5回の撒水をおこない、8月に1回だけ草刈りをおこなった。

なお使用した苗畑付近には野ウサギが生息するため、実生の食害を防ぐ目的で、苗畑の播種範囲の周囲を目の粗いネットで囲んだ。しかしその後、同じ苗畑でコナラを用いて地下播種の試験を実施していたところ、埋めた種子のほとんどが動物によって持ち去られた(3)。コナラ種子を播いて自動撮影を試みたところ野鼠が撮影されたことから(星野私信)、本試験のトチ

ノキ種子も持ち去られるおそれがある。

5月11日、所内の温室でコンテナ苗を作成した。使用した5個のコンテナトレイはスリット入り16穴で、円形穴の上部内径は5.6cm，下部内径は4.3cm，深さは13.7cm，容量は250ccである。トチノキの葉は大きいことから、発生する苗木同士で被陰するおそれがある。これを防ぐため、16穴のうちの6穴を育苗穴として、相互に15~22cm離して配置した。全ての種子が発芽した場合の本数密度は380,952本/haである。育苗穴にココピートを詰め、発根種子の根を下向きに埋設した。さらに同日にプラグ苗を作成した。針葉樹種で用いるようなプラグトレイではトチノキ種子が収まらないため、16穴の野菜用セルトレイを8個用意した。正方形の穴の上辺は6cm，下辺は4.3cm，深さは6cmで、容量は160ccである。16穴のうちの4穴を育苗用とし、相互に10~20cm離れた。全ての種子が発芽した場合の本数密度は432,820本/haである。育苗穴にココピートを詰め、種子を埋設した。なおコンテナ苗，プラグ苗ともに肥料は与えていない。

種子を埋設したコンテナトレイ，プラグトレイを、温室内の鉄パイプ製の台座に設置した。台座は鉄パイプで支えられ自立しており、地上1mに位置するため、野鼠等の地上動物による持ち去りや、草本による被覆が発生しないよう配慮されている。温室の天井に散水チューブを設置して、散水タイマーにより朝方7時と夕方7時に1時間ずつ、1日に計2時間を撒水した。

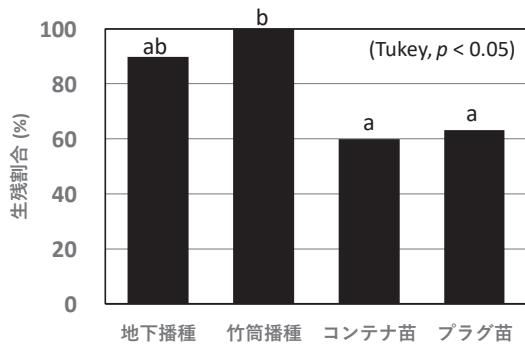
3. 計測と解析方法

播種，育苗開始から約4カ月経過した9月22日に苗畑の実生，温室の苗木の生死を判別した。発芽していない種子は死亡個体とみなして，生残割合を算定した。生残した実生，苗木の樹高と根元直径を計測し，形状比を計算した。方法間の生残と成長の比較にはTukeyの検定を用いた。なお，全個体が生存した場合，ダメージデータとして1死亡個体を加えて生残割合の統計処理を行った。

III 結果

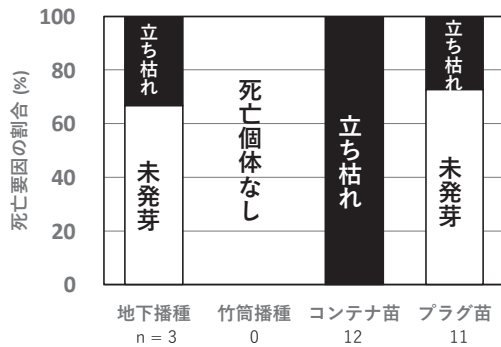
1. 生残割合と死亡要因

1成長期を経過し，生残割合は播種と育苗のあいだに明確な差が見受けられた(図-2)。竹筒播種，地下播種が90%以上を示したのに対して，コンテナ苗，プラグ苗による育苗は，60%前後にとどまった。



図一2. 播種および育苗による生残割合

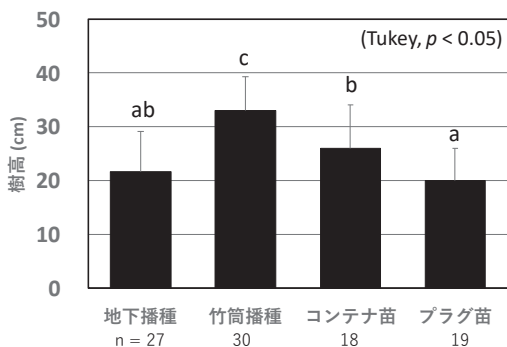
動物による持ち去りはまったく認められなかった。死亡要因はコンテナ苗で立ち枯れが顕著であった一方、プラグ苗では未発芽が多く認められた (図一3)。



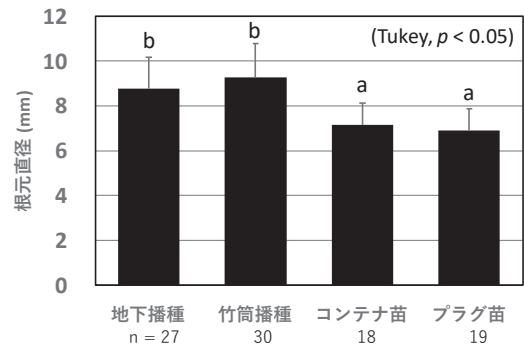
図一3. 播種および育苗における死亡要因

2. 樹高成長と直径成長, 形状比

樹高成長は竹筒播種が最も良好であった (図一4)。これにコンテナ苗, 地下播種, プラグ苗が次いだ。根元直径は播種が, 育苗よりも太かった (図一5)

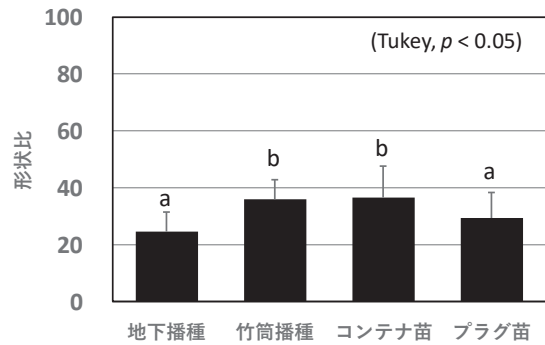


図一4. 播種および育苗による樹高成長量
図中のバーは標準偏差を示す。



図一5. 播種および育苗による直径成長量

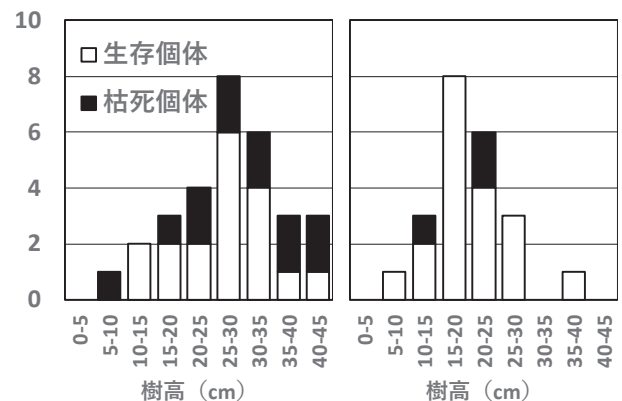
その結果, 形状比は竹筒播種とコンテナ苗で高く, 地下播種とプラグ苗で低かった (図一6)。しかしいずれの平均値も 20~40 台に収まっており, 健全な範囲にあった。



図一6. 播種および育苗による形状比

3. コンテナ苗とプラグ苗の樹高分布

とくに立ち枯れ個体と未発芽個体の多いコンテナ苗とプラグ苗について, 生存個体と枯死個体のサイズ分布を示す (図一7)。コンテナ苗の樹高のモードよりもプラグ苗のモードが低いことから, プラグトレイによって, 小サイズの苗木が生産されたことがわかる。コンテナ苗では, 樹高 35 cm 以上のサイズで立ち枯れ個体が過半数を占めていた。



図一7. コンテナ苗 (左) とプラグ苗 (右) の樹高分布

IV 考察

苗畑で発生した実生の生残割合が高い一方、温室で栽培したコンテナ苗、プラグ苗で複数の立ち枯れ個体が発生した原因に、水不足が挙げられる。トチノキの葉は広葉樹種の中でも大きな部類に入る。温室内では天井に散水チューブを設置して撒水したが、撒水が展開した苗木の葉にぶつかり苗木の根元にいきわたらなかった可能性が考えられた。またトチノキの、とくに当年生実生は、乾燥ストレスに順応しにくいことが知られている(7)。温室内は晴天時に高温になりやすく、とくに夏季は高温状態になる時間が長いものと推定する。日に2回の撒水にかかわらず根元に水分が供給されず、温室内の高温状態が継続されたとき、苗木の立ち枯れが発生したのかもしれない。

他樹種の種子で野鼠による持ち去り被害が認められたにもかかわらず、同じ苗畑で播種したトチノキに被害が生じなかった理由はいくつか考えられる。第一に野鼠の摂食嗜好性である。所内には草本や木本も含めて多数の餌資源候補があり、サポニンやタンニンなど苦みや渋み成分を含むトチノキ種子の採餌は、敬遠されたのかもしれない。第二に野鼠の種類である。星崎(4)によると体サイズの大きいアカネズミはトチノキ種子にアクセスするが、小さいヒメネズミはアクセスしない。苗畑で出現した野鼠の撮画像が不鮮明なため種類はわからないが、近隣に畑地や宅地もあることから、もし苗畑に出現する野鼠がハツカネズミなど小型鼠であれば、トチノキを持ち去らない可能性はある。

今回の地中播種試験で野鼠による持ち去りが認められなかったことから、動物による種子の持ち去りを防ぐとされる竹筒播種の効果を確認することは出来なかった。しかしながら同じ苗畑で並行実施されたコナラの播種試験では、地表や地下に播種した種子のほとんどが野鼠に持ち去られたのに対し、竹筒播種では全く持ち去りが起こらず、かつ発生した実生の成長がより良好であった(3)。今後、計画する実際の山地での実証試験では、生息する野鼠の種類や餌資源量によるが、竹筒播種による効果発揮がトチノキでも検証できるかもしれない。

なお成長に関して、竹筒播種より地下播種の樹高が低いことは、地下播種が竹筒播種と比べ7cm前後、深く地中に播種した影響があったものと考えられる。また生残した温室の苗木の樹高や直径が、苗畑の播種で発生した実生よりも低く細いのは、前者が養分をまったく含まないココピートを培地に行っていることが主因と考える。育苗中に培地に化学肥料などを加えれば、これらの苗木の成長量は増加するだろう。しかし、先

述のように乾燥ストレスに順応しにくいトチノキの当年生苗木が、ときに高温、乾燥状態となる温室で、樹体サイズを大きくさせることは問題があるかもしれない。樹体サイズが大きくなることにより根系への水分要求性は高まる一方、コンテナやプラグトレイの穴の培地に蓄えられている水分量は限られるであろう。実際にコンテナ苗の樹高分布を見ると、とくに樹高35cm以上は立ち枯れ木の割合が大きい。トチノキのような水分要求性の高い樹種の苗木を育苗する場合、より容量の大きなコンテナトレイを用いる必要があるかもしれない。

以上、苗畑において2種類の播種と温室において2種類の育苗を実施し、生残と成長の結果について考察したところである。数値上は播種、とりわけ竹筒播種の結果が良好で、育苗するよりも播種を実施することが、有効であるようにみえる。本論文では提示していない費用対効果を今後、明確にする必要がある。また今回の苗畑では野鼠等の動物による持ち去りが発生していないことから、実際の伐採跡地等の動物の種類や生息密度、環境によって、同様の成果が得られるかはわからない。今後、実証試験を進める予定である。

謝辞

荒井和徳氏には苗畑全般でご協力とご助言を頂いた。岡野正之氏、岡野美智子氏からモウソウチクをご提供頂いた。普入二郎氏には竹筒成型にご協力を受けた。島田卓哉氏、亘悠哉氏には野鼠調査にご協力頂いた。宮本和樹氏には解析にご助言を受けた。飛田博順氏には育苗にご助言を受けた。ここに感謝を申しあげる。

引用文献

- (1) Cole RJ, Holl K.D, Keene CL, Zahawi RA (2011) Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. *For Eco Man* 261: 1590-1597
- (2) Hoshino D, Tani N, Niiyama K, Otani T, Aida D, Shamsuri M, Azizi R, Abd Rahman K, Nur Hajar ZS, Ismail H (2016) Site effects on survival and growth of planted *Shorea curtisii* in a logged-over hill forest in Peninsular Malaysia, *Journal of Tropical Forest Science* 28: 342-352
- (3) 星野大介・川崎達郎・明間民央 (2019) 地表設置の竹筒に播種したコナラ実生の生残と成長について. 関森大講演要旨集 9: 23
- (4) 星崎和彦 (2009) トチノキ *Aesculus turbinata* Blume (日本樹木誌1, 日本樹木誌編集委員会編, 日本林業調査会). 497-527
- (5) 小林節哉 (1932) 鬼胡桃の人工下種造林に就て. *林學會雑誌* 7: 475-481
- (6) 小山泰弘・春日一幸・千代登 (2004) 種子の直播きによるコナラ林造成技術の検討, *中森研* 52: 25-26
- (7) 正木隆 (2012) トチノキの当年生実生の水分生理特性. *東北森林科学会誌* 17: 36-41