

ヒメコマツさし木における発根時期の特定と根系の発達促進

Promotion of root development and identification of rooting timing in a cutting of

Pinus parviflora var. *parviflora*軽込 勉^{*1}・米道 学^{*1}・里見重成^{*1}・梁瀬桐子^{*2}・久本洋子^{*1}Tsutomu KARUKOME^{*1}, Takashi YONEMICHI^{*1}, Shigenari SATOMI^{*1},Kiriko YANASE^{*2}, Yoko HISAMOTO^{*1}

*1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

The University of Tokyo Chiba Forest, Kamogawa, 299-5503

*2 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所

Ecohydrology Research Institute, The University of Tokyo Forest, Seto 489-0031

要旨: 千葉県房総丘陵のヒメコマツは寒冷期の遺存植物であり、大変貴重だが、近年絶滅の危機に瀕している。東京大学千葉演習林では2012年より天然個体の系統保存のためさし木試験を実施し、湿度や光環境、オーキシン処理の条件を検討し、最大で60%程度の発根率を得ることに成功した。しかし、さし木増殖では発根率だけでなく発根後の根系の発達も重要とされる。著者らは根系を発達させるためには、発根後すぐに密閉状態から開放状態に変えて蒸散を促進させた方が望ましいと考えた。そこで、まず、さし穂がさし付けから何か月後に発根するのかを特定した。次に発根後にさし木床の湿度環境を変化させ、さし木の根系の発達に違いが見られるかを検討した。6年生実生苗2系統を使用し、さし付け後2ヶ月、4ヶ月、6ヶ月、9ヶ月ごとに発根調査をおこなった結果、6ヶ月には最大約4割のさし穂で発根が認められた。発根していないさし穂の多くが生存しており、アカマツ、クロマツと異なる傾向を示した。また、ヒメコマツにおいてさし付け6ヶ月後に半数のさし穂を開放環境とし、密閉環境を維持した状態との根系について比較した結果、密閉環境を維持した方が根系が発達していた。

キーワード: 蒸散・密閉さし・生存率・発根率・母樹環境

Abstract: *Pinus parviflora* var. *parviflora* growing in Boso Hills, Chiba Prefecture is an important species because it is a local relict species of the last glacial period. However, it has recently become endangered. Thus, we aimed to preserve the lineage of natural trees and performed a cutting experiment at the University of Tokyo Chiba Forest from 2012. In our previous study, we successfully obtained a maximum of approximately 60% rooting rate by of regulating humidity, lighting condition, and auxin treatment. However, not only the rooting rate but also the root development after rooting is important for cutting. Thus, we thought it was desirable that closed environment is removed after rooting immediately and transpiration is promoted. First, we identified the number of months required for the spike to root after cutting. Next, we investigated whether a difference in root development appeared when the humid environment of the cutting floor was changed after rooting. We used two strains of 6-year-old seedlings and assessed rooting at 2, 4, 6 and 9 months after cutting. Consequently, a maximum of 40% of the spikes were rooted 6 months after cutting. The proportion of surviving unrooted spikes of *P. parviflora* var. *parviflora* differed from *P. densiflora* and *P. thunbergii*. In *P. parviflora* var. *parviflora*, we changed the environment of half the spikes at 6 months after rooting and compared the root development between the closed and open environments.

Key-word: transpiration, closed cutting, survival rate, rooting rate, maternal tree growing environment

はじめに

千葉県房総丘陵には天然生のヒメコマツが隔離分布しており、寒冷期の遺存植物として地史的・植物地理学的な観点から大変貴重である。しかし、近年、マツ材線虫

病等の要因により個体数が激減し、個体群消失が危ぶまれている。こうした危機的状況から東京大学千葉演習林では1990年代頃から接ぎ木苗による遺伝資源の保存の活動を行ってきた(米道ら(10))。しかし、台木とし

てクロマツを使用した場合、台木にヒメコマツを使用した場合に比べて活着率が低く（小森谷ら（3））、接ぎ木不親和が疑われていることから接ぎ木に代わるクローン増殖技術の確立をめざし、2012年からさし木によるクローン増殖の取り組みを開始した。これまでの実験により、密閉さしにより高湿度環境を維持し、光環境を相対照度で25%程度に保つことで、発根率が高まることを明らかにした（軽込ら（1））。加えてオーキシンの処理の条件によっては、最大で60%程度まで発根率を高めることに成功している（軽込ら（2））。しかし、養苗していく段階において根系の未熟な個体の多くが枯死している。そのため、さし木による増殖では単に発根をさせるだけでは必ずしも成功とはいえず、発根後の根の発達も重要であると考えられる。

一般にマツ類のさし木では蒸散を抑制させる密閉さしが有効とされるが（大平ら（8））、著者らは発根するまでは密閉さしは有効だが、発根後にはむしろ蒸散を促進させた方が根系の発達に有効ではないかと考えた。

以上から、本稿ではヒメコマツのさし木による発根時期を特定し、発根後の湿度環境を変化させることにより、発根後の根系がどのように変化するかを調べた。

材料と方法

実験は東京大学千葉演習林札幌苗畑に設置してある間口7.2m×奥行23.4m×高さ4.5mの大型ビニールハウス（以下、ハウス）内でおこなった。さし付け時はビニール被覆と遮光率50%の屋根遮光ネットで覆い、4月上旬にビニール被覆を取り除き、以後屋根遮光ネットのみで覆った状態とした。

1. さし付け 供試木は東京大学千葉演習林札幌苗畑で育苗している母樹（竹内（TU））に異なる花粉親（前沢6（ME6）、前沢7（ME7））を人工交配した2家系の6年生実生苗を用いた（以下、ME6、ME7とする）。さし付け本数は、ME6を209本、ME7を210本とした。採穂は2015年3月18日におこない、2014年に成長した前年生枝を約5~10cmで採取し荒穂とし、市販のオキシベロン液剤（IBA0.4%）40倍希釈液に一昼夜浸漬（以下、浸漬法）によるオーキシン処理（軽込ら（2））をおこなった。さし付けは翌日おこない、冬芽は全て除去し、針葉は1~2cmに摘葉し、穂の長さが約3~5cmになるよう調整後、切り返しをした後、直ちにさし付けた。さし床はプランターに鹿沼土細粒を敷きつめ、ビニール被覆で高湿度を保てる密閉環境を構築した。さし付け前後に十分に灌水した。プランターは家系ごとに用意し、1プランターあたり42本を目安に10プランター

に分けてさし付けた。なお、根系調査の対照として、5年生苗のアカマツ7号22本、アカマツ29号20本、クロマツ47号22本、クロマツ53号20本のさし穂を2プランターにわけてヒメコマツと同様の処理をおこない、さし付けた（図-1）。

2. 発根時期の調査 ヒメコマツの発根時期を特定するため、さし付け後2ヶ月目、4ヶ月目、6ヶ月目、9ヶ月目に生存率と発根調査をおこなった。各家系42本ずつ調査をおこなった。

3. 密閉環境と根系の調査 発根が多く確認できた6ヶ月時点で、密閉環境と根系調査をおこなうためのプランターの内、半数のプランターのビニールを取り除き開放環境とした。9ヶ月目に、密閉環境を残した処理（以下、密閉）と取り除いた処理（以下、開放）とでヒメコマツ、アカマツ、クロマツで、密閉と開放の違いによる根系の発達の違いを比較した。各樹種は2家系の混合とし発根後の密閉環境の違いによる生存、発根の有無を全樹種で確認し、根量を宮崎（4）の評価基準を改変して指数評価した（表-1）。調査結果は統計ソフトR ver. 2.12.1を用いて統計解析をおこなった。

結果と考察

さし付け2、4、6、9ヶ月目の生存率および発根率を図-2に示す。2ヶ月目の生存率はME6、ME7ともに95%を越えていたが、発根率は0%であった。4ヶ月目の生存率はME6が約83%、ME7が約93%であり、高い生存率を保っていたが、ME6は発根がみられず、ME7で発根率は7%であった。6ヶ月目の生存率はME6が約90%、ME7が約95%であり、高い生存率を保っていた。発根率はME6が約5%、ME7が約38%であり、家系間で差があるものの発根が多く確認できた。9ヶ月目の生存率はME6が約85%、ME7が約83%であり、9ヶ月が経過しても高い生存率を保っていた。しかし、発根率はME6が約22%、ME7が約62%であり、家系間での差が大きかった。発根が多く確認できたのは6ヶ月後であり、アカマツ、クロマツで一般的にいわれている半月から1ヶ月半に比べると、明らかに遅かった（森下ら（5））。

6ヶ月目の時点で、さし床の環境を開放状態にした場合と、密閉状態を維持した場合とを比較した結果、生存率ではヒメコマツは密閉で約84%、開放で約68%とともに高い値を示した（表-2）。一方で、アカマツ、クロマツでは開放の方が高かったが、共に約19%と低かった。また、密閉では全く生存していなかった。統計解析の結果、ヒメコマツのみで密閉、開放の違いで有意差が認め

られた (GLMM, $p < 0.05$)。

発根率ではヒメコマツの密閉で約 42%と高かったが、生存率と比較すると半分程度であった。また、開放でも約 38%発根しており、密閉と大差なかった。アカマツ、クロマツでは開放の方が高かったが、アカマツ約 19%、クロマツ約 14%とヒメコマツに比べて低かった。密閉ではアカマツは全く発根せず、クロマツでも約 5%であった。しかし、いずれの樹種も被覆の違いによる有意差は認められなかった。(GLMM, $p > 0.05$)。

根量指数ではアカマツ、クロマツは標本数が少なかったため、ヒメコマツのみで解析をおこなった。密閉の平均で 2.80 ± 1.52 と開放の 1.53 ± 0.88 と比べると高い値を示し、被覆の違いによる有意差が認められた (GLMM, $p < 0.01$) (図 - 3)。

以上の結果、ヒメコマツはアカマツ、クロマツに比べると生存率、発根率とも密閉の方が高い傾向にあった。また、発根指数は密閉で高かった。ヒメコマツでは生存していても発根していないものも多く、アカマツ、クロマツでは生存と発根ではあまり違いが見られないなど、樹種による違いが確認された。五葉松であるヒメコマツと二葉松であるアカマツ、クロマツでは温度分布 (大畠 (6), 大畠ら (7)) や垂直分布 (林木育種協会 (9)) が異なり、母樹のもつ適応環境の違いがさし木における生存率、発根率に影響をあたえた可能性が示された。

おわりに

本試験の結果、ヒメコマツのさし木では概ね 6 ヶ月程度で発根することが確認できた。今後のさし木において有益な知見を得たといえよう。また、さし木による根系の発達には、発根後は密閉環境を取り除き蒸散させることにより発根が促進されたと考えたが、密閉環境を維持することで根系が発達する可能性が高い。また、五葉松と二葉松では適応環境が異なることから同じマツ類のさし木であっても樹種によって環境要因を考慮する必要がある。

謝辞：本研究は (公社) ゴルフ緑化促進会の助成を受けて行われた。

引用文献

(1) 軽込勉・塚越剛史・里見重成・梁瀬桐子・久本洋

子・山田利博・米道学・後藤晋 (2015) 房総丘陵産ヒメコマツ人工交配実生個体のさし木発根における光条件の検討. 関東森林研究 66 (1): 53-56

(2) 軽込勉・米道学・里見重成・梁瀬桐子・久本洋子 (2016) ヒメコマツ実生苗におけるさし木発根でのオーキシンの効果. 関東森林研究 67 (1): 179-180

(3) 小森谷あかね・岩澤勝巳・遠藤良太 (2015) 房総丘陵のヒメコマツ天然個体群の遺伝子保存方法と種子生産方法の検討. 千葉農林総研研報 7: 59-66

(4) 宮崎潤二 (2004) 抵抗性クロマツの発根性について挿し木苗の発根量と苗畑における成長 林木の育種特別号: 21-23

(5) 森下義郎・大山浪雄 (1972) さし木の理論と実際. 地球出版, 東京: 367pp

(6) 大畠誠一 (1993) マツ属の分布と温度環境. 京大演報 65: 21-35

(7) 大畠誠一・長谷川洋三・酒井昭 (1981) マツ属の耐凍性と分布 (耐凍性の季節変化). 日生態誌会 31: 79-89

(8) 大平峰子・倉本哲嗣・藤澤義武・白石進 (2009) マツ材線虫抵抗性クロマツのさし木苗生産における密閉さしの有効性. 日林誌 91: 266-276

(9) 林木育種協会 (2015) 日本の樹木種子 (針葉樹編). 林木育種協会, 東京: 150pp

(10) 米道学・塚越剛史・里見重成・軽込勉・久本洋子・後藤晋・山田利博 (2014) 東京大学千葉演習林におけるヒメコマツの現状とマツ材線虫病抵抗性. 森林遺伝育種 3: 185-188

表 - 1 . 根量の評価基準

Table. 1. Evaluation standards of the quantity of root

指数	適用
0	全く発根していない
1	ごくわずかに発根している。
2	主根、細根が非常に少ない
3	主根は2,3本以下で細根が少ない
4	主根、細根の量が中程度
5	主根、細根が多い
6	主根、細根が非常に多い

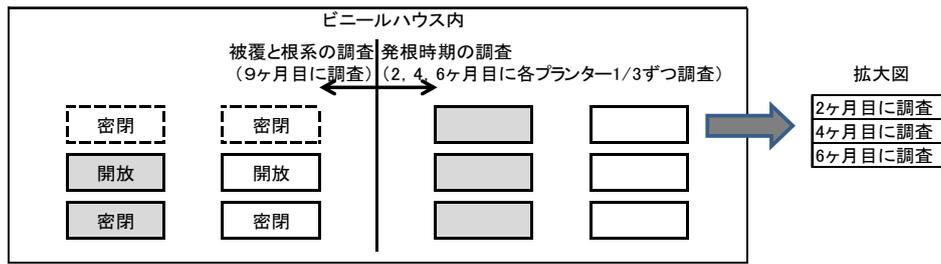


図 - 1 . プランターの配置

Fig.1. Arrangement of planters

白色実線枠はME6、灰色実線枠はME7、白色破線枠はアカマツ7、29号、クロマツ47、53号が混植
 The white box drawn with a solid line shows ME6 and the gray box drawn with a solid line shows ME7. The white box drawn with a dotted line shows the mixture of No. 7 and 29 of *Pinus densiflora* and No. 47 and 53 of *P. thunbergii*.

表 - 2 . 樹種別の被覆の違いによる生存率，発根率
 Table. 2 Differences in survival rate and rooting rate based on tree species

樹種	苗齢	被覆	本数(本)	生存率(%)	発根率(%)
ヒメコマツ	6年生	密閉	83	84.3	42.2
		開放	84	67.9	38.1
アカマツ	5年生	密閉	21	0.0	0.0
		開放	21	19.0	19.0
クロマツ	5年生	密閉	21	0.0	4.8
		開放	21	19.0	14.3

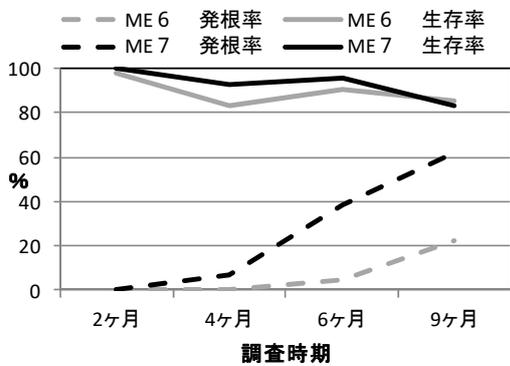


図 - 2 . さし付け後の生存率と発根率の推移
 Fig. 2 Survival and rooting rates after the planting of a cutting

生存率，発根率は一般化線形混合モデル。
 分布：二項分布に従う。説明変数（固定効果）：被覆，
 （ランダム効果）：家系とした。

nsは有差無し，*は5%水準で有意差有り。
 A survival rate and a rooting rate are based on the generalization linear mixed effect model. Distribution is obeyed as a binominal distribution. In an explanation variable, we treated a coating is a fixed effect and a family is a random effect. "ns" indicates no significant difference. "*" indicates difference in 5% standard.

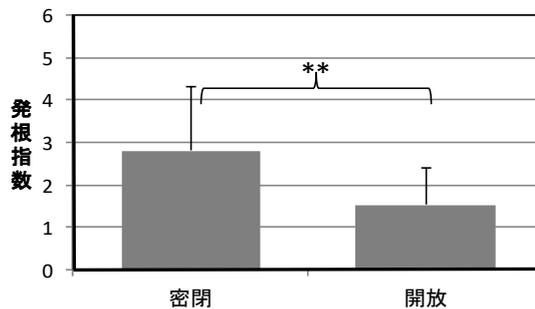


図 - 3 . ヒメコマツの被覆の違いによる平均発根指数の違い

Fig. 3. Differences in average rooting index based on the difference of coating
 一般化線形混合モデル。分布：正規分布に従う。説明変数（固定効果）：被覆，（ランダム効果）：家系とした。
 **は1%水準で有意差有り。エラーバーは標準偏差を示す。

The generalization linear mixed effect model. Distribution is obeyed as a normal distribution. In an explanation variable, we treated the coating is a fixed effect and a family is a random effect. "***" indicates difference in 1% standard. The error bar shows standard deviation