

オーキシン処理の有無が密閉環境下でのアカマツ挿し木の根とシュートの成長に与える影響

米道学・軽込勉・塚越剛史・久本洋子・楠本大

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

要旨：マツ類は難発根性であるため、挿し木にはオーキシンによる発根促進処理を行うのが一般的である。しかし、オーキシン処理が根やシュートの成長に与える影響はあまりよくわかっていない。本研究では、冬芽のついたアカマツにオーキシン処理を施し密閉挿しにしたところ、無処理苗に比べて処理苗のシュート成長が約 1/3 に減少した。一方、根元直径の成長量と根容量は無処理苗よりも処理苗で 1.2~1.4 倍大きくなった。このことから、密閉環境下でのオーキシン処理はシュートの成長を著しく抑制し、肥大成長や根の成長を促進することが示唆された。こうした知見は、優良な苗を育てるうえで有益な情報になると考えられる。

キーワード：根量、伸長成長、冬芽、肥大成長

Effects of auxin treatment on shoot and root growth of *Pinus densiflora* cuttings enclosed in a plastic bag

Takashi YONEMICHI, Tsutomu KARUKOME, Takeshi TSUKAGOSHI, Yoko HISAMOTO, Dai KUSUMOTO

The University of Tokyo Chiba Forest, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

Abstract: It is general to carry out rooting promotion treatment by auxin for cuttings of pine species, because pines are difficult to rooting. However, the effects of auxin treatment on root and shoot growth are not well understood. In this study, *Pinus densiflora* cuttings with winter buds were treated with or without auxin and enclosed in a plastic bag. As a result, elongation of shoots was reduced by about 1/3 in the treated cuttings than in the untreated ones. On the other hand, radial growth of basal diameter and root volume were 1.2 to 1.4 times larger in the treated cuttings than in the untreated ones. These results suggest that auxin treatment in an enclosed environment greatly suppresses shoot elongation and promotes secondary and root growth. These findings may provide useful information for raising good cuttings.

Key-word: root amount, elongation, winter bud, radial growth

I はじめに

マツ材線虫病によるアカマツ、クロマツの被害に対して、1970年代より抵抗性育種が開始され、現在は抵抗性と認められたアカマツやクロマツの品種が複数作出されている。抵抗性マツの造林には、通常これらの品種の実生苗が用いられるが、抵抗性の安定した苗木の供給と生産コストの低減を図る手段として、接種検定をして生き残った実生苗から挿し木クローン苗を作出し、それを出荷する方法が検討されている(10)。

マツ類は基本的に難発根性であり、効率的な挿し木技術の確立や各手順の科学的検証が十分になされていない。マツ類の挿し木では発根促進のためにオー

キシシン処理を行うことが一般的である。オーキシシンは根原基の形成を誘導する植物ホルモンであるが、その他に頂芽優勢やシュート・根の成長促進・抑制等の作用がある。しかし、挿し木に対するオーキシシン処理がマツ類挿し木苗のシュートや根の成長に与える影響は明らかにされていない。苗木の成長や大きさは、山出しまでの育苗期間や植栽後の初期成長に影響することが指摘されており(6, 4)、挿し木増殖における処理が苗の大きさに与える影響を理解しておくことは、目的に合った苗を獲得するために重要である。そこで本研究では、密閉挿しにしたアカマツ挿し木の成長に対するオーキシシン処理の影響を調査した。

II 材料と方法

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（以下、千葉演習林）で選抜されたマツ材線虫病抵抗性アカマツ(8, 14)から構成されるクローン採種園で採取した種子5家系 (No. 23, 26, 29, 31, 36)を各7g/家系で混合し、2018年4月17日に播種した。2019年3月27日に当年生苗120個体から主軸を採穂し、当日、挿し付けを行った。挿し床には縦505mm×横360mm×高さ107mmの育苗箱(51型)を用い、小粒の鹿沼土を底面約2cm厚で敷き、その上に細粒の鹿沼土を約8cm厚で敷き詰めた。

挿し穂の穂長は全て4cmとし、針葉を穂の先端1cmを除いて摘葉し、冬芽は除去せずそのままとした。オーキシン処理として、穂の元口を4,000ppmのインドール酪酸溶液に1秒間浸漬、5秒間浸漬、浸漬なし（無処理）をそれぞれ40本に行った。

挿し付け本数は、1育苗箱につき20本とした。床は十分に灌水を施した後、各育苗箱を容量90Lのビニール袋で包み、密閉状態とした(図-1)。育苗箱は、屋根を50%遮光ネットで覆った間口7.2m×奥行23.4m×高さ4.5mの千葉演習林札郷苗畑にある大型ビニールハウス内で養生した。養生中は、灌水などの手入は行わなかった。

2019年9月25日に挿し穂の発根の有無、苗高、根元直径を調査した。発根が確認された穂については、根部を水を入れた50mLメスシリンダーに沈め、体積の増加分から根の体積を算出した(3)。

各処理間における平均値の差の検定には、Tukey HSD法を用いた。

III 結果

挿し木の発根率は、オーキシン無処理区90%、オーキシン処理を施した1秒浸漬区で90%、5秒浸漬区で95%



図-1. ビニール袋を用いた密閉挿しの様子

Fig. 1 Planting box for cuttings enclosed with a plastic bag.

の発根率となり、いずれも高い発根率を示した。

挿し付け後、1成長期を経過した挿し木のシュートの伸長量は、無処理区で5.50cm、1秒浸漬区で1.87cm、5秒浸漬区で1.85cmとなり、無処理区ではその他の処理区に比べて有意に伸長成長が大きかった(図-2A)。

直径成長量は、無処理区で1.27mm、1秒浸漬区で1.80mm、5秒浸漬区で1.57mmとなり、無処理区では1秒浸漬区に比べて有意に直径成長が小さかった(図-2B)。

根体積は、無処理区で1.03mm³、1秒浸漬区で1.18mm³、5秒浸漬区で1.43mm³となり、無処理区で5秒浸漬区に比べて有意に根体積が小さかった(図-2C)。

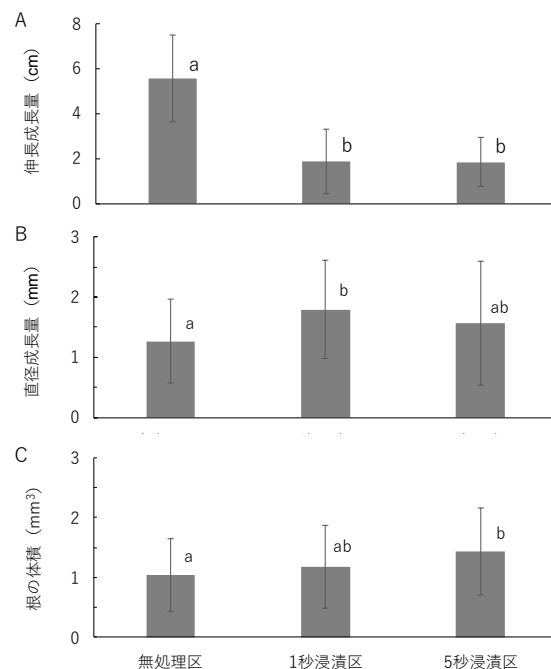


図-2. オーキシン処理が挿し木苗の成長に及ぼす影響
A: シュートの伸長成長量, B: 根元の直径成長量, C: 根の体積。バーは標準偏差, 異なるアルファベット間はTukey HSD法により5%の有意水準で差があることを示す。

Fig. 2 Effects of auxin treatment on the growth of rooted cuttings.

A: elongation of shoots, B: radial growth of a basal diameter, C: root volume. Bars show standard deviation. Different letters indicate significant difference at 5% level among the treatments by Tukey HSD test.

IV 考察

本研究におけるアカマツの発根率は、オーキシシン処理の有無に関わらず 90%以上の高い値を示した。発根率が非常に高かった理由として、今回用いた挿し穂が当年生実生苗から採取したものであり、親木が非常に若齢であったこと(7)、また、挿し木床ごとビニール袋で密閉したことにより、高い空中湿度を維持できたことが考えられた(15)。

本研究では、オーキシシン処理がアカマツ挿し木苗の成長に与える影響として、シュートの伸長成長を著しく抑制する一方、肥大成長や根の成長を促進することが示された。同様の結果はバラの挿し木でも示されており(5)、オーキシシン処理が挿し木に与える共通の影響だといえよう。Burg and Burg (1) は、オーキシシンの過剰投与がエチレンの生合成を誘導し、そのエチレンが頂芽の成長を抑制すると指摘している。また、エチレンは樹木の肥大成長を促進することが知られており(13)、地上部の成長に関してはこれまで知られているエチレンの成長制御と矛盾する点はみられない。しかし、根に対しては、エチレンは成長を抑制することが知られており(2)、本研究の結果とは一致しなかった。むしろ、挿し木ではオーキシシン処理によって根量が増加することが一般的であり(9)、オーキシシンによる根の成長制御については、さらなる研究が必要である。

本研究ではシュートの成長はオーキシシン処理により抑制されたが、Pandey et al. (12) は、イチヨウの挿し木にオーキシシン処理をすると、根の量が増加するとともにシュートの成長も増加したと報告している。この2つの研究が異なる結果になった理由としては、本研究では密閉挿しで高湿度環境下であったのに対し、Pandey et al.の研究では 60~75%の湿度環境下で行ったことによる影響だと考えられた。つまり、低湿度環境下では蒸散により葉の水分が失われるため、根系の発達したオーキシシン処理区の方がより光合成をおこなうことができ、シュート成長も活発になったと考えられるが、高湿度環境下では蒸散による水分の損失が抑制されるため、根の多寡に関わらず光合成が維持でき、根の少ない無処理区でもシュートの成長が維持されたと考えられた。このことは、挿し木苗の成長には、オーキシシン処理による直接的影響と、根の発達程度に依存した育苗環境の間接的影響の両方を考慮する必要があることを示唆している。

本研究では当年生実生を親木としたため高い発根率であったが、より老齡のマツを親木にする場合はオーキシシン処理が必須になると思われる(11)。また、オーキシシン処理による根の発達は、シュートの成長よりも、植え付け後の乾燥耐性にとっては重要かもしれない。オーキシ

ン処理は、穂木の発根のしやすさや育苗中・植え付け後の生育環境を踏まえて行うことが重要だろう。

謝辞: 本研究の一部は、(公社) ゴルフ緑化促進会による助成を受けて行われた。また、除草などの育苗においては、糟谷育代氏、富川勲氏にご協力いただいた。ここに深く感謝する。

引用文献

- (1) Burg SP, Burg EA (1968) Ethylene formation in pea seedlings; its relation to the inhibition of bud growth caused by indole-3-acetic acid. *Plant Physiol.* 43: 1069-1074
- (2) Chadwick AV, Burg SP (1970) Regulation of root growth by auxin-ethylene interaction. *Plant Physiol.* 45:192-200
- (3) 袴田哲司 (2016) さし木増殖と苗の育成—少花粉ヒノキ、無花粉スギ、抵抗性マツの研究事例—。森林遺伝育種 5 : 197-202
- (4) 袴田哲司・山本茂弘・近藤晃・三浦真弘・平岡裕一郎・加藤一隆 (2020) スギコンテナ苗の植栽時のサイズと初期成長の関係。森林遺伝育種 9 : 51-60
- (5) 林真紀夫・藤本正徳・河野憲司 (2003) CO₂ 施用が挿し木バラの発根・成長促進に及ぼす効果。植物工場学会誌 15 (4) : 217-223
- (6) 平田令子・大塚温子・伊藤哲・高木正博 (2014) スギ挿し木コンテナ苗と裸苗の植栽後 2 年間の地上部成長と根系発達。日林誌 96 : 1-5
- (7) 石川広隆 (1968) マツ・カラマツ類を中心としたさし木困難樹種の不定根の形成に関する基礎的研究 その 1. さし木発根の内的条件に関する研究。林業試験場研究報告 214 : 77-114
- (8) 糟谷重雄・佐倉詔夫・岸洋一 (1990) マツ材線虫病抵抗性マツの選抜育種—家系とクローンの比較—。東京大学農学部演習林報告 83:19-30
- (9) 町田英夫 (1974) さし木の全て。誠文堂新光社、東京 : 261pp
- (10) 森康浩・宮原文彦・後藤晋 (2004) クロマツのマツ材線虫病抵抗性種苗生産における挿し木技術の有効性。日林誌 86 : 98-104
- (11) 大平峰子・松永孝治・倉本哲嗣・白石進 (2009) ウニコナゾール-P とオーキシシンの処理がクロマツのさし木の発根に及ぼす影響。日林誌 91 : 348-353
- (12) Pandey A, Tamta S, Giri D (2011) Role of auxin adventitious root formation and subsequent growth of cutting raised plantlets of *Ginkgo biloba* L. *Inter. J. Biodivers. Conserv.* 3 : 142-146

(13) Yamamoto F, Kozlowski TT (1987) Effect of ethrel on growth and stem anatomy of *Pinus halepensis* seedlings. IAWA bull. 8 : 11-19

(14) 米道学・鈴木祐紀・塚越剛史・里見重成・軽込勉・池田裕行・山田利博 (2008) 千葉演習林におけるマツ材

線虫病に対する選抜育種—新たな選抜と採種園産苗木の再検定—. 関東森林研究 59 : 113-116

(15) 米道学・軽込勉・塚越剛史・久本洋子・楠本大(2020) マツ材線虫病抵抗性アカマツの挿し木床環境が根系に及ぼす影響, 日本緑化工学会誌 46(1) : 99-102