

【解説】

講座：林木育種の現場のABC (3)

クローン苗の養成技術 -さし木-

藤澤 義武^{*1}・植田 守²

追記にあたって

さし木はクローン苗養成技術としてコスト面も含め、最も実用性の高いものであることは前回指摘したところであり、実用例は世界各地に散見される。従って、その間口の広さから網羅的に紹介できるものではなく、コアの中のさらにコアの部分を紹介したのであるが、そのコアの部分についても十分に紹介し切れてはいないのが実情である。

そこで、コアな部分について、さらに幾つか追記しておくこととした。当然これだけでは十分とは言えないが、その極めて広い裾野については機会をみて、適切な方々から順次紹介いただくこととする。

芽の取り扱い

さし穂は幼齢で成長の旺盛な部位程発根が良いとされる。また、花芽の着生したものは発根率が低下するとして避けるのが一般的である。このため、樹幹上部の花芽の形成されたものを避けて、さし穂を採取することとなる。このとき、芽の活性の高いさし穂を採取すると、貯蔵された養分は伸長成長で消費され、発根に回す部分が少なくなることから、発根率は低下するとする考え方がある。この場合、芽を除去する摘芽は養分の利用を発根に集中できるようにすることで発根率が向上するととらえる。マツのさし木において、冬芽を摘芽すると発根率が向上したとする報告はこれを支持するものである。ただし、発根後しばらくの間は芽を付けた場合よりも成長が劣ることも報告されている。

一方、ナシ、ブドウ、チャなどのさし木では芽を残すこ

とがポイントとされ、成長期では摘芽することによって発根率が極端に低下することが報告されている。これは、ブドウなどでは摘芽すると発根部位のオーキシシン量が増加しないので、芽は発根促進物質の供給源と考えられること、ナシなどで芽は発根促進物質を合成して発根部位に送り出している例があることなどから、摘芽によって発根物質が発根部位に送られなくなったことによると考えられている。さらに、休眠期では摘芽の有無によって発根率が変化しないこともこれと矛盾しない。しかし、成長期から休眠期への移行時期では対照的な結果となる。落葉期にぶどうのデラウエアをさし木する場合、芽を付けたままでさし付けても発根しないのだが、摘芽すると高い発根率を示すことが報告されている。

このように、芽は発根促進物質の供給源として重要な機能を持っていると考えられるが、休眠期、あるいは落葉期の例に示されるように、発根物質の供給源は芽だけではないと推測され、しかも時期によっては発根を抑制する物質を生産している可能性もある。芽の役割は時期によって変化する可能性も十分に考慮しておかなければならないだろう。

いずれにしても、芽をどのように取り扱うのかは、さし穂の取り扱いでは無視できない事項であり、樹種、さらには時期も踏まえて発根との関係を検討しておく必要がある。

さし穂のサイズ

さし穂の大きさは作業効率、コスト等を規定する要因として重要であるだけでなく、自身に内蔵する栄養類、ホルモン類などの成分量を規定する要素でもある。九州

* E-mail: fujisawa@affrc.go.jp

¹ ふじさわ よしたけ 森林総合研究所林木育種

² うえた まもる 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場センター

のさし木林業地帯では、苗畑での育苗期間をできるだけ短くすることで、育苗コストを低減させることを目的とし、40 cm 以上の大きなさし穂をさし付け、翌春に出荷する。しかし、1本の台木から採取できるさし穂の数が限定されるため、数多くの採穂台木を必要とする。九州の種苗生産者は苗穂の周囲に多数の採穂台木を育成してこれに対応しているが、これを整枝剪定など維持管理する経費が大きくなることも考慮しなければならないであろう。

一方、サイズを小さくすると一本の台木から数多くのさし穂を採取できることとなるが、苗木の大きさが小さくなった分だけ圃場での育成期間が長くなり、ここで余分のコストを必要とする。また、先述したようにさし穂の大きさはその中に含まれる物質量のトータルを規定する要因であることから、発根率にも影響するであろうことは想像に難くない。サイズを小さくして本数を稼ごうとしても発根率が低下するのでは、そのメリットを活かすことができないであろうし、そうであるのなら、さし穂は大きくするしか選択肢はないことになる。

小さなさし穂によってさし木する技術として「マイクロカッティング」と呼ばれるさし木技術がある(写真-1)。これは5 cm 程度の極端に小さなさし穂を利用するので、台木の数が限られている場合、あるいは台木が幼齢木で、大きなさし穂が採取できない場合には有効な増殖法として期待できそうである。そこで気になるのは、このような小さなさし穂を用いた場合の発根率である。発根率が低いのでは、効果がそがれることになってしまうからである。このことについては、幾つかの検討例があり、データが蓄積されつつある。それらによると、幸い大型のさし穂を用いるよりも発根率は向上する傾向にあることを報告するものが多い。例えば愛知県森林・林業技術セ

ンターでは、花粉症対策品種として期待される東加茂2号を大量に増殖、普及したいと考えていたが、当該クローンは発根率が低いのがネックとなっていた。ところが、これを5 cm のさし穂を用いるマイクロカッティングでさし付けたところ65.7%の発根率を示し、これは30~40 cm のさし穂を用いた通常のさし木の3倍以上であった。これ以外でも、マイクロカッティングによって発根率が向上することを報告した例は多い。マツにおいても、5、10、15 cm とさし穂のサイズを変えた場合、さし穂サイズに反比例して発根率は低下する傾向にあったこと、さらには5 cm 以下のより小さなサイズでも同様の傾向があったことを報告している。

マイクロカッティングはなぜ発根率が高いのか、さし穂のサイズが小さい程、発根促進物質の影響が強まる、あるいは発根抑制物質の影響が弱まる傾向にあるのかもしれないが、このことは先述した発根促進物質あるいは発根抑制物質の生成部位も含めて検討する必要があるだろう。

薬剤以外の発根促進技術

低温処理：著者の一人は30年以上前に凍害抵抗性品種の開発の一環としてスギの切り枝を用いた凍結実験によって耐凍性の評価を行っていた。その際に不思議に思ったことがあった。切り枝は凍結処理後、被害の程度を評価するために水ざしするのであるが(写真-2)、少し長い期間温室内で水ざししておく、生存した切り枝はいずれも長い根を大量に発根し、さし付けに用いた発泡スチロールの板から切り枝抜いて処分するのに苦慮した。切り枝は-25℃程度の低温で凍結させるのだが、その前にハードニングと呼ばれる時間をかけて低温に慣らす過程を踏まえる。この処理によって切り枝は細胞内の糖濃度を高めるなど細胞内の水分が凍結するのを防ぐなど低温に耐えるための体制を整える。この過程が発根促進物質の合成、あるいは発根抑制物質の生成を抑制するなどに働いた可能性があると思像したが、それを確かめることをしなかったのが今にして残念な思いがある。

具体的に低温処理が発根に及ぼす影響を調べた例も幾つか報告されている。マツの例では3月採穂したものを冷蔵庫で保存し、4月にさし付けた場合は50%の発根率、3月の採穂直後にさし付けた場合は30%、4月に採穂して4月にさし付けた場合は40%であった。これは、冷蔵の効果ダイレクトに判断できるものではないが、3月に採取して冷蔵貯蔵しておいたものを成長開始期の4月にさし付けることによって発根率が向上したことは、温度



写真-1 マイクロカッティング

差による処理として後述する「ボトムヒート」と似通ったものであることが興味深い。

低温でさし穂を長期間貯蔵できるのであれば、さし付け時期の自由度が高まり、しいては労務の弾力化にもつながるので、事業システムを構築するうえでは検討しておく価値がある。



写真-2 凍結処理した切り枝の水差し

ボトムヒート処理：大阪府立大学の渋谷俊夫教授らによって野菜、園芸作物等の育苗システムとして開発され、特許が取得されている手法であり、スギへの応用も試行され、一定の成果を得ている。基本的には先述した低温貯蔵、適期さし付けとも似通った温度差の処理による発根促進技術である。

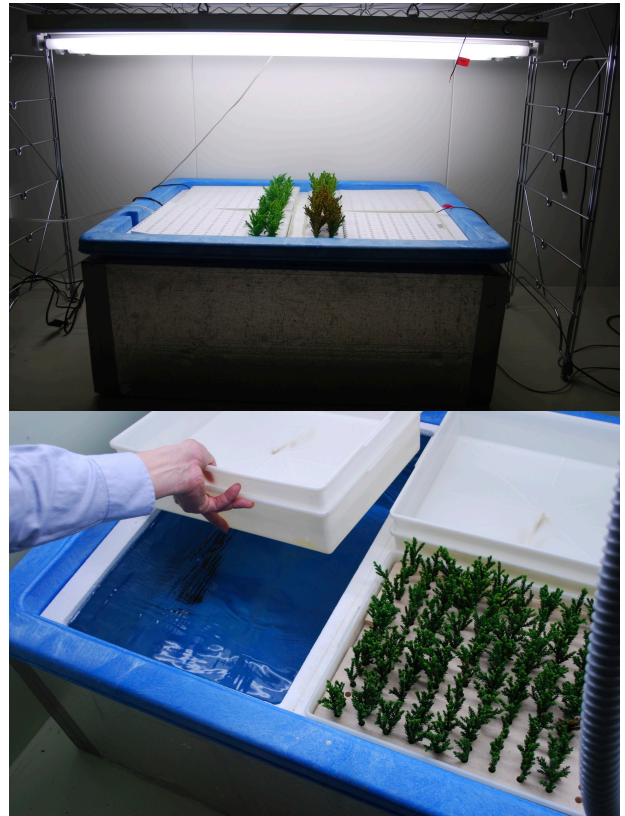
本手法は文字通り、頭寒足熱状態にさし穂をおくと発根が促進されるというものである。ポプラの例では、さし穂を気温10℃、基部を水ざししてその温度を30℃に保ち、この状態で12日間貯蔵した後にさし床にさし付けると17日後には100%が発根する。これに対し、気温10℃、基部の水温10℃、あるいはさし床にさし付けた状態で気温30℃にそれぞれ12日間保った後にボトムヒート処理同様にさし床に17日間さし付けた場合には、発根率は44%、56%であり、顕著な発根促進効果を認めている。本手法によって発根が促進される要因として、ボトムヒート処理によって体内の成長促進物質などの量が増加することを挙げている。

本システムは無花粉スギ「爽春」の大量培養技術の開発にも取り入れられており、この場合、気温10℃、基部の水温25℃とした場合に最も発根率が高まったとしている(写真-3)。

本手法は温度差を与えて刺激することにより樹体の持

つバイオマスを最大限に利用できる状態にして発根を促進するものであるため、さし穂の状態に大きく依存することに留意すべきであると開発者は指摘しており、その例として、夏期に採取したさし穂を利用した場合には効果が極端に低下したことをあげている。

写真-3 ボトムヒート処理の様子



スギの場合、気温は10℃、水温は25℃に保たれている。

CO₂施用光独立栄養法：本手法は日本製紙が開発、特許を取得したものであり、その概要は次のとおり。

植物は光合成によってCO₂と水を原料とし、太陽光をエネルギーとして糖を作りだし、これを生命活動のエネルギーとしており、この状態を他から独立して自分で栄養を供給できるという意味で「光独立栄養」という。この根源的な生命活動システムをさし木の発根に応用するのが本手法である。すなわち、光、気温、湿度、さらにはCO₂濃度を制御できる環境試験室を用い、植物体の持つ光合成能力を最大限に発揮できる状態にチューンアップしてやると、さし穂は「光独立栄養」状態で生存しようと発根しやすい状態になり、これによって発根が促進されるとしている。本手法によると難発根性の植物であ

っても、さし木増殖が可能であり、林木育種センターにおいても日本製紙の協力によって技術を導入し、オガサワラグワの増殖に成功しているほか、「爽春」の大量増殖にも用いられ、一定の成果を得ている。

本手法は高価な人工環境室が必要なところが難点であるが、増殖の難しいものを取り扱う必要がある場合には検討してみる価値は十分にある。その場合、日本製紙に相談してみると良いであろう。

写真-4 閉鎖型育苗システム (苗テラス)



右下は格段の棚の拡大。▼の部分から液肥が供給される。

施設について

人工光・閉鎖型育苗システム：これは千葉大学長を務められた古在豊樹氏のアイデアによって千葉大園芸学部環境工学研究室が開発したシステムであり、プレハブの密閉室の中の光、温度、湿度、CO₂濃度さらには施肥について、全てを自動制御し、成長を促進させるとともに、病虫害からの防御を確実に実施できるようにするものであり、MKV ドリーム社から「苗テラス」の商品名で販売されている。内部の様子は写真-4 に示したとおりであり、この写真からはわかりにくいですが、多段になった育苗棚の底面には灌水装置が設置されるとともに、肥料についても写真右下▼で示したように、灌水と同時に適宜液体肥料を供給できるようになっている。標準的には4段の育苗棚が設置され、立体的にスペースを利用できるため、意外に利用効率は良い。

本システムでは環境を制御できることから、先述した光独立栄養法やボトムヒート処理に適している。また、森林総合研究所林木育種センターにも16.2m²のシステムが導入されているが、さし木苗を3ヶ月間本施設の中で育苗することにより、温室内で育苗した場合よりも50%シュート長が長くなるなど、成長の促進に顕著な効果があった。したがって、本装置とマイクロカッティングを組

み合わせることによって、大量かつ短期間でさし木苗を育成できる可能性がある。

このように、有効なシステムであるが、標準的な5坪(16.2m²)6棚×4段の装置で700~800万円と高価であるのに加え、電気、水道、炭酸ガスに液肥とランニングコストがかかるが難点である。それでも、育苗経験不要で促成栽培可能、無農薬栽培が容易である点などが評価され、研究機関のみならず、育苗専門業者、野菜栽培等の農業法人に普及が進んでいる。

密閉さし：さし床を農業用ビニールで覆うことだけで加温と雰囲気の湿度の維持を同時に達成し、発根を促進するもので、施設とは言い難いほどに簡便なものである(写真-5)。本施設はミスト灌水や自動開閉窓などの特別な装置を必要とせず、極めて小さなコストで最良の効果を得ようとするものであり、これに類するものは70年代から各所で研究・利用が行われてきた。本手法では、環境の微妙な制御は必要無いのがミソであるが、これがネックともなっており、気温の上昇に伴ってさし穂の吸水量が少なくなっていく傾向にあること、また、このことによって発根率は低下していく傾向にあることが課題となっている。すなわち、ビニールで覆ったトンネル内の過度の気温上昇をいかに簡易かつ確実に制御するかがポイントとなる。

本手法は実用面において極めて有効な手法であり、その発根促進効果に比較してコスト的にも優れていることを大平が示している。また、事業化に取り入れるための技術開発が九州などで進められている。

写真-5 密閉さしの一例



参考文献

- 河合義隆・川上信二 (1999) ブドウの挿し木の発根における休眠芽の影響. 根の研究 8: 91-96
- 大平峰子・倉本哲嗣・藤澤義武・白石進 (2006) マツ材線虫病抵抗性クロマツのさし木生産における密閉ざしの有効性. 日林誌 91: 266-276
- 松永孝治・大平峰子・倉本哲嗣 (2009) 採穂サイズと採穂台木の形態的要因がクロマツさし木苗の生産効率に与える影響. 日本森林学会誌 91: 335-346
- 渋谷俊夫 (2012) ボトムヒート貯蔵を用いた樹木クローン繁殖の効率化. 林木の育種 243: 13-16
- 徳岡正三・竹岡政治 (1990) ヒノキの密閉ざしにおける吸水と発根. 日本林学会誌 72: 420-425
- 山田康裕・真崎脩一・宮崎潤二・佐々木義則 (2007) 抵抗性クロマツのさし木増殖における管挿しと低温貯蔵の検討. 九州森林研究 60: 125-127