

【解説】講座

林木育種の現場の ABC (7)

採取技術 (種子、穂)

藤澤 義武^{*1}・植田 守²

はじめに

クローン増殖は林木育種における基本的な技術であり、選抜した優良個体を増殖して育種素材とする、あるいはジーンバンク事業における有用個体の収集・保存作業などで必要不可欠な技術となっている。一方、作業現場では、増殖材料の粗穂などを採取するのが簡単ではない場合があることを十分に体感しているであろう。それは、優良候補個体などから採取する場合は対象個体のサイズが格段に大きい場合があり、通常の用具、方法では対応できないことがあるからである。また、樹種、個体によってはクローン増殖が難しいこともあり、その場合は種子を採取することもあるが、作業の難しさは同様である。ちなみに遺伝資源の収集・保存では、種子を採取する頻度が高い。すなわち、採取技術はクローン増殖、実生増殖にかかわらず、増殖の必要条件と言える。この採取技術について解説する。

なお、高所作業となる場合もあるので、その場合は労働安全衛生規則(昭和47年9月30日労働省令第32号)、さらにはこれに伴う労働協約などの職場の規制に従う必要がある。また、同じ理由によって高所作業でない場合でも物体の飛来による危険防止のために保護帽(ヘルメット)の着用が義務づけられる場合がある。これらに留意しておかなければならない。

採取の基本と一般的な用具

成長に優れたと評価された個体を育種素材として増殖したい場合、対象木は樹高が高いうえ、枝が枯れ上がってクローネが樹幹上部に着生していることが多く、粗穂

や種子を採取するのが困難なことが多い。さらに、増殖に適した枝、球果・堅果・果実などはクローネの下部からは採取できないことが多く、この場合は一般的な脚立や高枝切りバサミでは対応できないことがある。そこで、林木育種事業が始まった当初から色々と工夫が成されており、欧米でのライフル銃による採穂まではいかないが、ボウガンの利用も試みられている。ボウガンの利用については後段で詳細を紹介する。

このように、樹高が高い個体などからの採取には安全かつ効率的に作業を行うために色々工夫する必要があり、そのためには用具の検討から始める必要がある。少なくとも、その道の玄人もでない限り、素登りによる採取は選択できないからである。ところで、林木育種において最も頻度の高い採取は採種園、採穂園における種・穂の採取であろうが、これについては採種園、採穂園の造成、管理技術に含めて紹介する。

写真-1に最近の採取作業に用いられている最も一般的な用具の例を示した。写真上部にタイヤチューブで束ねられているのは、枝打ち梯子である。これは一般的にムカデ梯子と呼称され、枝打ちなどの保育作業に用いるものである。ムカデ梯子は古くより使われてきたものであり、丸太の一本柱に踏み段となる横木を差し込んだもので、その形状からムカデ梯子と呼ばれてきた。枝打ち梯子はこれをアルミニウム素材で近代化したもので、長さ1.8 m程度のアルミ製の八角形のパイプに同じくアルミ製のステップを取り付けたユニットで構成され、ユニットをはめ込み式に幾段もつないでボルトなどで固定して伸長させることができる。最下部には地面に突き刺して固定するためのフォーク、最上段には立ち上がって作業するための天板を取り付けて用いる。組み上げた後、下部のフォークを地面に突き刺して樹幹に立ち上げ、最

* 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センター

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

上部と中間部に取り付けられた鎖やワイヤーなどによって樹幹に縛り付けて固定する。何段でもつないで使うことができるが、せいぜい5段、天板までの地上高9 m程度にしておかないと、つなぎ合わせた梯子が重くなりすぎて立ち上げることができない。体を安全帯等で樹幹に固定した後、この天板上上がって後述する採取鎌などを使うと地上高20 m以上の部位からの採取が可能となる。林木育種センターでは、梯子の固定にゴムチューブを利用しており、これによって遊びが無くなりしっかりと樹幹に固定できるため、天板に立ち上がったときに安定感がある。なお、ムカデ梯子を使用する際は、上り下りを含め、常に安全帯で樹幹に体を固定しておかなければならないことは言うまでもない。



写真-1 採取に用いる用具の例

梯子の手前に置かれている4本の棒状のものは梯子側から順にタタキ棒、高枝切りハサミ（紐で刃を開閉するタイプ）、高枝切りハサミ（リンク機構で刃を開閉するタイプ）、採取鎌であり、高枝切りハサミは紐を引く、あるいは手元のリンクレバーを握ることで切断できる。これらのうち、採取鎌は最長20 mのものが入手可能であり、高枝切りハサミより高い位置から採取が可能であることなどの理由によって、最も一般的な採取用具となっている。採取鎌については、項を改めて詳細を示す。たたき棒は球果、堅果を採取するときにこれでたたき落とすことで、切断するよりも効率的に採取できる。

手前に中央の保安帽、その右隣の安全帯は安全確保の必須用具である。手前左側から中央部に置かれたGPS、巻尺、記録ノートは採取位置やサイズの測定と記録に用い、テープ類は採取個体の表示、採取した種・穂への

表示、梱包材の固定に、ビニール袋（大、中、小各種サイズ）、ミズゴケ、苗木貯蔵箱は採取した種・穂の保管・管理用に用いる。

採取鎌による採取

林木育種センターをはじめとする林木育種関係機関では種・穂の採取に採取鎌を用いるのが一般的となっている。採取鎌は写真-1に示されるように、樹高測定用の測桿に小型の鎌を取り付けたものである。従来は各自が測桿にボルト穴を加工して取り付けたが、現在では写真-2に示したように採取鎌用に加工済みの測桿、さらには取り付け用のボルトを固定した専用の鎌も併せて市販されている（林業用具販売の竹谷商事で取り扱い）。測桿の材質はグラスファイバー、カーボンファイバーの2種が用意されているが、後者の価格は前者の1.5倍以上と高価である。鎌の形状は写真-3に示したように東北育種場型と関西育種場型の2種があり、枝へのひっかけ方などで特徴があるが、状況に応じた適否があるので、2種を用意してそれぞれの使用感を確かめ、それぞれの状況に応じて選択・交換して使用すればよい。なお、市販の採取鎌は写真-2からわかるようにボルトが鎌の基部に取り付けられており、これを同じく測桿の頂部に取り付けられたナットにねじ込むことで固定できるようになっている。ただし、鎌に回転トルクが加わると構造的に緩み易く、作業中に外れることがある。このため、取り付けにあたっては、鎌のボルトをナットへねじ込む際には十分に締め付けておくとともに、写真-2のように粘着テープ等を



写真-2 採取鎌による採取風景と採取鎌の頭部



写真-3 採穂鎌の刃の形の比較

巻き付ける、あるいはボルト・ナットのねじ山に緩み止め剤を塗布するなどによって緩みを防止しておく。さらには、使用中であっても適宜緩み具合を点検しておく必要がある。

測桿の長さは20 mのものまで用意されているが、鎌を取り付けた全備重量が6 kg近くになるうえ、しなりも大きくなるため、取り扱いにはかなりの体力と習熟を要する。したがって、12~15 mのものが一般的であるが、枝打ち梯子を併用することによってかなりの高さまで採取できる。採取できる枝の太さには限界があるが、枝の根元に鎌をあてて引くことで切れ目を入れ、次に枝先に鎌を引っかけて折るようにモーメントをかけると太い枝も容易に折り採ることができる。樹種によって異なり、広葉樹、マツ類、ヒノキでは難しいが、スギでは枝先までの長さがあれば、枝座径が10 cm以上の枝を折り取ることも可能である。より太い枝を採取したい場合には、後述するボウガンを利用する必要がある。また、鎌刃の切れには常に留意し、刃先が鈍り、切れが悪くなるようであれば、直ちに研ぎあげる。切れない刃が事故を呼ぶことを肝に銘じ、携帯用の砥石などを常備して適宜研いでおく。

ところで、高枝切りバサミも紐で操作するタイプのハサミ(写真-4)を伸縮式の旗竿に取り付けたものでは(測桿はしなうため、開閉の力を加えにくい)15 m程度のものもあって、比較的高所からの採取が可能である。採取鎌に比べて操作は容易であるが、枝径が15~20 mm程度までしか切断できないこと、刃へ枝をくわえ込んだうえで刃を閉じる操作を行うなど鎌よりも工程が多いために効率も低い。ただし、使用にあたっては採取鎌ほど習熟を必要としない。このようなこともあって、増殖用の粗穂の採取よりも球果・堅果・果実の採取、DNA解析用の

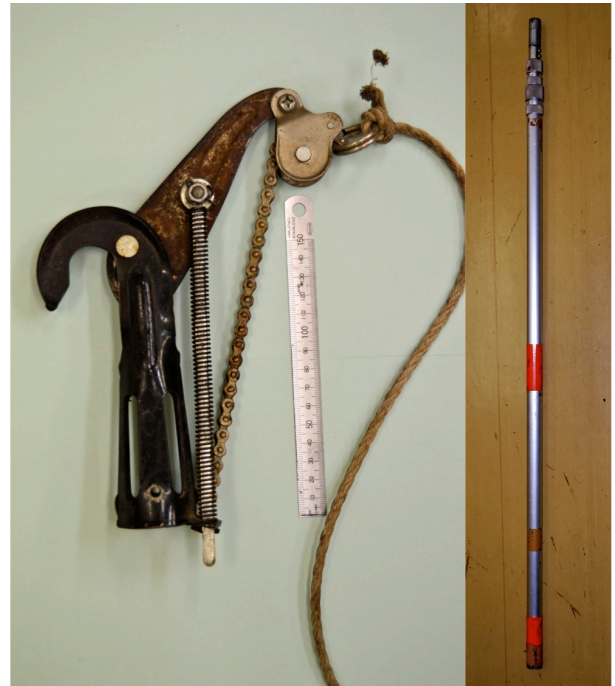


写真-4 高枝切りバサミのヘッド部と旗竿

サンプリングでの利用が多い。

作業上の留意点として、採取鎌の使用、特に太枝を折り取る場合、落下してくる枝に注意しおかなければならない。保安帽、防護めがねの着用は言うまでもなく、作業中は常に対象物から常に目を離さないようにし、できるだけ自分から距離をおいて落下するように鎌を操作することを心がける。

最後にグラスファイバー製とカーボンファイバー製の双方の得失は次のとおりである。カーボンファイバー製の測桿は軽量でしなり難いのが特徴であるが、一般的な接着剤や補修剤が利用できないので、修理は業者に依頼するのが一般的である。また、しなりにくいために切断点の位置決めは容易だが、切断の力を加える際、測桿の軸方向に引くようにしないと折れやすいという欠点がある。グラスファイバー製はしなりが大きくなるため、位置決めは難しいが、しなりの大きさが幸いし、カーボンファイバーのように折損することが少ない。また、補修用の素材や樹脂が市販されているので、これを利用すれば自身による修理も可能である。このようなことから、樹高測定とは異なり、採取鎌にはグラスファイバー製の測桿が好まれる傾向にある。ただし、風が強く位置決めが難しい北海道などではカーボンファイバーが好まれる。

余談だが、測桿は各部のパーツを分売しているので、特にトラブルの多い先端部は予備パーツを備えておくと、

トラブルがあっても作業を確実に実施することができる。

ボウガンによる採取

本手法はボウガン（株式会社ボウガンの商品名、一般的名称はクロスボウ）とソーチェーン（チェソーの刃）によって木に登ることなく遠隔操作によって枝を切り取るものであり、マツノザイセンチュウ抵抗性事業開始後、抵抗性候補木から増殖用の粗穂を木登りせずに採取することを目的に、九州林木育種場（当時）で松永健一郎他が開発した。それまでは、高木からの種・穂の採取は木登りでしか対応できなかったのが、安全かつ効率的に実施できるようになった成果は大きいと評価され、科学技術庁長官（当時）より「昭和57年度創意工夫功労者表彰」を受賞した。本手法は吊り橋の建設に習ったものであり、技術の詳細は既報（松永・金光 1981）に詳しいが、手順は次のとおりである。

- 1) 対象とする枝を越えるようにテグスを末尾に取り付けた矢をボウガンで射る。
- 2) 枝を越えて落下した矢からはずしたテグスに 3.5mm 径の太いたこ糸をくりつける
- 3) 矢を射った側からテグスを引き、枝の上にたこ糸を通し、テグスとたこ糸を入れ替える。
- 4) たこ糸とテグスが入れ替わったら、次にソーチェーンを中間部に取り付けたロープもしくは細めのワイヤーロープをたこ糸にくりつけ、反対側からたこ糸を引いてロープ、もしくはワイヤーと入れ替える。これで枝を切断する準備が完了。
- 5) ソーチェーン部を枝の枝座部まで移動させ、ロープもしくはワイヤーを両側から交互に引いて枝を鋸断する。

ボウガンの操作の概要を写真-5 に示すが、かなり熟練しないと1回で枝の上を通すことは難しい。ポイントとして、打ち上げ角度を60度にとることで目標をねらいやすく、飛翔高度も最も高くなること、矢はあまり軽いとテグスを引いて飛翔する際に安定が悪くなること、ソーチェーンのドライプリングは駆動用の突起をグラインダーで削って丸くしておく必要があることなどを松永は指摘している。詳細は松永の既報を参照していただきたい。

ソーチェーンによって枝を鋸断する際、ソーチェーン部の長さは70 cm 程度なので、ロープを引く双方の引き合いのリズムを合わせ、この範囲の中で鋸挽きするよう

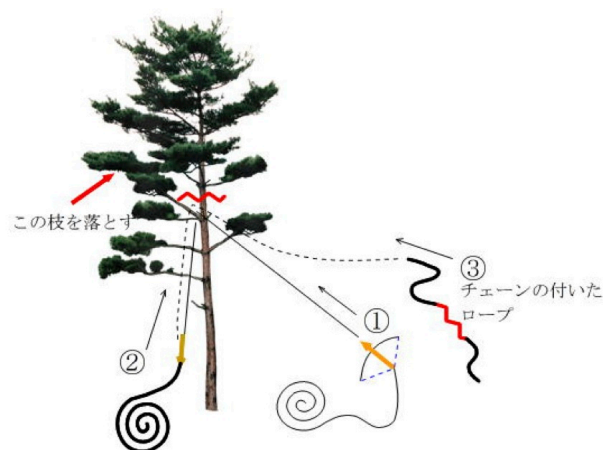


写真-5 ボウガンによる採穂・採種の方法

にしないと食い込んだり、引っかかったりして動かなくなることがあるので注意する。松永は20 cm 程度まで鋸断可としているが、著者は天然スギの地上高20 m 以上にある30 cm 以上の太さの枝を鋸断した。本手法はむしろ細い枝への適用が難しい。また、太い枝を鋸断する場合には、枝の落下位置を推定し、鋸断ロープを引き合う2名の作業者は落下推定位置から十分に距離を持った安全な位置を確保して作業するとともに、風などによる突発的な事故が発生しないように第三者が枝の挙動を常に観察し、作業者へ状況を知らせるようにする。著者の営林局時代の経験では、太さ10 cm 程度のスギ生枝が頭部へ落下することにより、保安帽を着用していたにもかかわらず死亡災害となった例があったことを付記しておくので、肝に銘じておいていただきたい。

なお、一般的な弓を使い、重量60 g の矢を用いた場合の到達高度は20 m 前後とされており、これ以上の高度に打ち上げる場合は強弓を使う必要がある。

枝打ち機による採取

九州育種場では次世代精英樹候補木からの採穂にセイ

レイ工業（現ヤンマー農機）で製造されていた「えだうちやまびこ」を利用して成果を得ている。本機はかつて1970年代に開発され、盛んに試験されたツリーモンキーと呼ばれる枝打ち機を改良したものであり、写真-6に示した斜めに取り付けたタイヤで回転しながら樹幹を登り、取り付けられたチェンソーで枝を鋸断していくものである。樹幹に取り付け、エンジンをかけた後は無線によって上り下り、枝打ちを遠隔操作できる。重量が20 kg程度あるので、一人での操作は難しいが、二人ならば直径50 cm程度までの樹幹に簡単に取り付けることができる（写真-6）。針葉樹であれば概ね問題なく作業が可能である。ただし、ヒノキでは鋸断にかなり手間がかかるので、カラマツなどのいわゆる堅い材の樹種では太枝の鋸断は難しいかもしれない。

安全かつ効率的に大量の粗穂を得ることができるうえ、枝打ちができるという優れものである。製造元のセイレイ工業がヤンマー農機に吸収された関係もあって、現在は製造されていないが、いまだ枝打ちに利用されており、中古機が取引されているようである。精英樹候補木の増殖等では対象の樹高が高い上に多くの粗穂を必要とするので、利用価値の高い用具と言えよう。



写真-6 枝打ち機（やまびこ）による採穂

木登りによる採取

最も基本的な採取方法であり、吉野などの林業地帯では古くから枝打ち、採種のためにそれぞれ独自の木登り技術を進化させ、「徒然草」にも記述があるような木登りの名人が各地に存在した。現代では絶滅しつつある職種となってしまったが、林業地帯ではわずかながらに生き残っている。宮崎県北郷町にある三ツ岩林木遺伝資源保存林におけるオビスギ巨木のセンチメートル単位での樹高の調査はこうした木登り名人によって可能となったも

のである。木登り名人の主な仕事は現在でも採種であり、ここ数年はカラマツの種子が不足していることから、カラマツ林で活躍しているようである。写真-7は樹高15 mのトドマツの種子を採取する木登り名人の作業の様子である。現代は安全帯の使用などに留意するようになってはいるが、まさに樹幹に吸い付くようにとりついて登る様はまさに神業である。



写真-7 木登りプロによるトドマツからの採穂

名人は別として、かつては木登りの需要があったため、一般人が安全に木登りするための用具が幾種類か用意されていた。最も一般的であったのは、伝統的な木登り用具、「ぶり縄」の改良版である山福式と呼ばれるものであり、この他欧米で一般的なツリーバイシクルと呼ばれる木登りステップなど各種のものが工夫されていた。現在はツリーバイシクルと同じ原理のものが「与作」と言う名称で販売されているが、ぶり縄形式のものは販売されていないようである。ところで現在「木登り器」として販売されているものの大半はかつて「昇柱器」と呼ばれた電柱用の木登り器（かつて電柱は防腐処理をしたスギ丸太が中心であった）であり、これは安全帯で体を樹幹に固定して、足に取り付けた長いスパイクで樹幹をよじ登っていくものであり、使用にあたってある程度の筋力が必要とする。

引用文献

松永健一郎・金光隆義（1981）リモコン式高所採穂器の開発について．林木の育種 特別号: 20-22