

品種開発でシラカンバ花粉症に挑む

錦 織 正 智・脇 田 陽 一

春の便りとシラカンバ花粉症

ゴールデンウィークの季節、シラカンバの葉は一年の中で最も輝き、白い樹皮とのコントラストは、北海道に行楽シーズンの訪れを告げる象徴的な風景と言えるでしょう。なかには、この時季に繰り返す“鼻水や目の痒み”から、ゴールデンウィークとシラカンバを思い浮かべる方もいるのではないのでしょうか？

北海道では都市部を中心とする花粉症患者数の増加から、春先に起こる花粉症の原因としてシラカンバが話題に上る機会が増えました。シラカンバ花粉症は、欧米においても患者数が多く、イネ科牧草やブタクサと合わせて世界3大花粉症の1つに数えられています。

国内の樹木花粉症では、本州を中心とするスギ花粉症患者の数がシラカンバ花粉症患者数を上回りますが、スギは日本固有の樹種である理由から、世界的な視野で樹木花粉症を捉えると、シラカンバ花粉症の患者数は樹木花粉症の中で最も多いと言われています。北海道のシラカンバ花粉症患者数は、発症には至っていない花粉症予備軍をも含めると道民の1割程度とも、それ以上とも推定されています。花粉症の季節になると、患者さんはもちろん、家族の方にとっても、身近に育つ街路や公園のシラカンバの多さは、気掛かりな存在ではないのでしょうか？

札幌市を例にとると、市内の街路樹には約9,000本のシラカンバが使われています。これに公園や学校、公共事業で植えられているものを含めると身の回りには相当数あることが想像できます。1999年度の道内の公共緑化事業を見ると、約29万本の高木性広葉樹が使われており、このうち約1割をシラカンバが占めていました。

道民に親しまれ、“みどりづくり”に利用されている半面、花粉症の原因でもあるシラカンバ。健康に関わることだけに、“功罪相償う”と見過ごすことはできません。シラカンバ花粉症に向けて、どのような対策があるのでしょうか？

3つの花粉症対策

北海道の場合、4月中旬からシラカンバ花粉症のシーズンが始まります。これに備える有効な手立てとしては、次の3つの対策が挙げられています。

第1の対策は、患者さん自身による花粉の飛散情報の把握と活用です。発症を抑制する薬は、花粉の飛散前から服用することが効果的であることと、毎日変化する花粉の飛散状況から患者さん自らが生活を管理する目安として、花粉の飛散情報は重要です。シラカンバについては、北海道立衛生研究所のホームページ(<http://www.iph.pref.hokkaido.jp/>)において、最新の情報が提供されています。

第2の対策は、医療による処置です。一度発症した症状は、毎年花粉の飛散時期に繰り返し、完治する割合は非常に少ないことが知られています。既に花粉症に罹患した場合には、治療と医療の進歩が毎年の苦痛を和らげる直接的な対応といえます。

第3の対策は、花粉症の原因そのものであるシラカンバを対象としたものです。シラカンバの改良をおこない、花粉症を引き起こさない品種を作ることです。街路樹など、身近にあるものをこの品種に置き換えることで、生活環境の改善を図ります。

花粉症対策には、これら3つの対策が進展し、相互に機能することが肝要です。しかし、最後に挙げ

た品種の開発に関しては、北海道はもとより、世界的にも他の2対策に比べて進歩が遅れており、この分野での成果が広く切望されています。

林業試験場では、早急に花粉症対策に有効な品種を開発することを目指し、組織培養を応用した育種手法でこれに着手しました。

ここでは、品種開発の基幹技術である組織培養と、現在取り組んでいる3通りの品種開発の手法について紹介します。

組織培養によるクローン増殖

品種の開発過程は“目的の形質を持つものを選び、これを利用できる数量に増やす作業”といえます。効率的に作業を進めるには、タネやさし木、接ぎ木などの選択枝から、適当な増殖方法を選ばなければなりません。シラカンバでは、“選抜した個体”と全く同じもの(クローン)を、短期間に、そして大量に増やせる技術と云う理由から、組織培養を選びました。

シラカンバのクローン増殖に用いた組織培養の手法は、マルチプルシュート法と呼ばれるものです。芽の中にある細胞分裂が盛んな組織(茎頂)からマルチプルシュート(写真-1)と呼ばれる無数の芽の塊を作り、これから植物体を再生させる方法です。

さて、この方法でシラカンバのクローンを増やす手順は次のとおりです(図-1)。



写真-1 シラカンバのマルチプルシュート

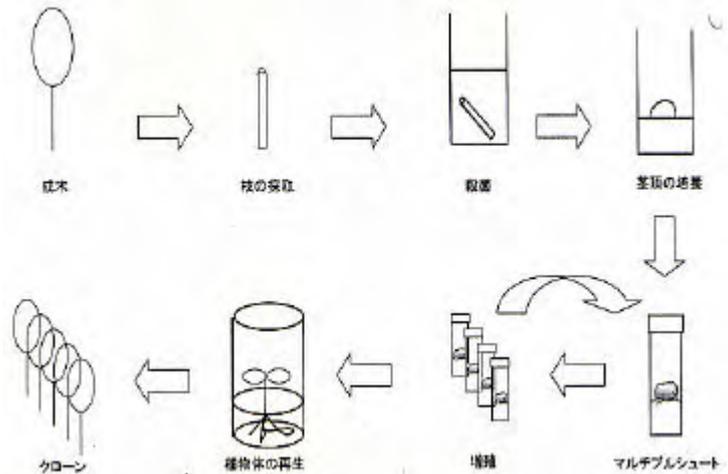


図-1 組織培養によるシラカンバのクローン増殖

最初の作業は、5月から6月の間に枝を採取することから始まります。枝は薬品で殺菌した後、顕微鏡を覗きながら芽の中から茎頂を取り出します(写真-2)。次に取り出した茎頂を培養ピンの寒天培地へ移植します。この培地には、後に芽の素になる細胞の分裂を促す植物成長調節物質と、細胞の成長に必須の栄養素、成長のエネルギー源となる砂糖が入っています。

培養ピンに入れた茎頂は、2ヶ月ほどで球状に大きくなり、多くの芽が表面を覆います。こ



写真-2 茎頂の摘出作業

れが“マルチプルシュート”です(写真-1)。マルチプルシュートは非常に増殖力が高く、マルチプルシュートを構成する芽を一つ一つに切り分けて、再度、同じ培地に植え継ぐことで大量に増殖させることができます(写真-3)。芽の増殖数を計算したところ、1つの芽(茎頂)を1年間培養することで約10億本の芽に増えることが分かりました。

マルチプルシュートの芽から苗木を作ることでも簡単です。先に説明した寒天培地に含まれている“芽を作る”植物成長調節物質を“根を作る”ものに置き換えて、これに増殖した芽を植えるだけで発根し、苗木となります。

培養ビンから取り出した苗木をポットに移植して育てると、2ヶ月ほどで露地への植え付けができる大きさになります(写真-4)。2001年5月に、この苗木を圃場に植え、同年10月に樹高を測定したところ、この1成育期間で約70cmに育ちました(写真-5)。

このことから、今回開発した培養方法は増殖率が高く、成長にも優れたクローン苗木を作り出せることが分かりました。また苗木の生産コストの試算結果は、100円弱/本となり、実用的な技術レベルであると考えています。

次にこのクローン増殖技術を応用した対花粉症品種の開発手法について説明します。

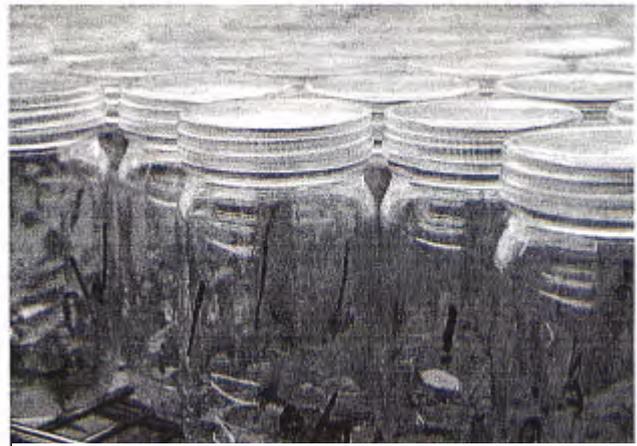


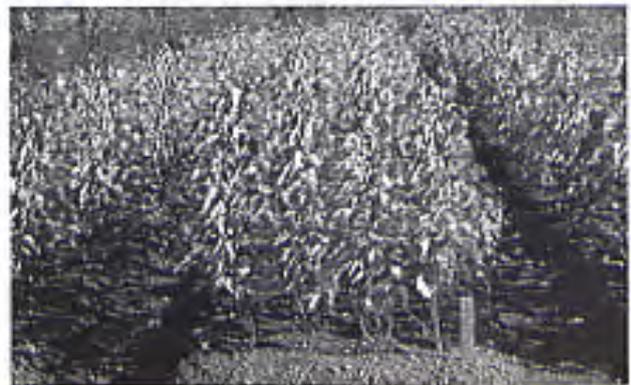
写真-3 増殖したマルチプレート



写真-4 ビニールポットで養成した培養苗木



5月



6月

写真 5 植え付け直後と1成育期間後の培養苗木

花粉を作らない品種の開発に挑む！

“ 兎にも角にも花粉を何とかしてくれ！” 患者さんの心情としては、こう叫びたいのではないのでしょうか？ この視点から、まず取り組んだのは、花粉を作らない品種の開発です。花が咲かなければ花粉



雄花を作らない個体



通常（雄花を作る）の個体

写真 6 5月の雄花の着花状況

を飛ばすことはできません。当たり前のことですが、都合良くこのような品種を作ることはできないのでしょうか？

シラカンバは、同一株内に独立した雄花と雌花を持つ雌雄同株異花です。雄花は花穂として枝から垂れ下がり、都合の良いことに雌花と区別することが容易です。

この特徴に注目して、札幌市内の街路樹を調査したところ、あるシラカンバが雄花を着けていないことに目が止まりました（写真 - 6, 7）。2000年春のことです。着花量や雄花の数は気象条件をはじめ、様々な要因の影響を受けることが知られています。この理由から、観察を3シーズン続けましたが、雄花が無いことに変わりはありませんでした。これはまさに雄花を作らないシラカンバ！花粉を生産しないシラカンバの発見です。

花粉症対策に有望なこの1本のシラカンバも、利用するには同じものを増やすことができなければ、ただ“変わり種”として指をくわえる他、手立てがありません。さて、どの様にこれを増やせば良いのでしょうか？

雄花を作らないこのシラカンバも、雌花は着けていました。季節になれば、これからタネを取ることもできるでしょう。しかし、このタネから育てた苗木は雄花を作らないシラカンバに育つのでしょうか？ やって見なければ、答えは出せませんが…。通常、両親の一方がごく稀な特徴を持つものであっても、他方の親が正常なものであれば、これらの両親から生まれる子供は正常なものになる場合がほとんどです。シラカンバの場合も同様に、雄花を作らないシラカンバの雌花に他のシラカンバの花粉が受精することを考えると、タネからでは“雄花を作らないもの”を増やすことはできない、と予想できます。

タネで増やせなくとも、先に紹介した組織培養を使えばこのシラカンバの増殖も訳なしです（図 - 2）。



写真 7 雄花を作らないシラカンバ

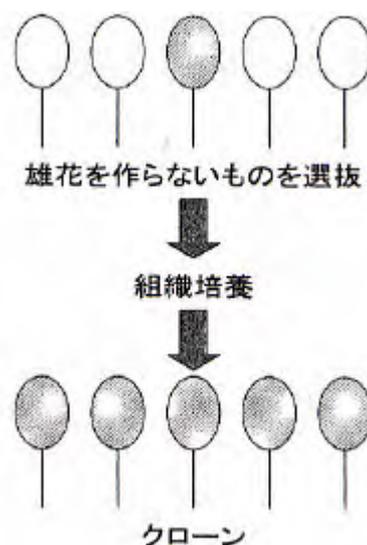


図 2 雄花を作らないシラカンバの増やし方

2001年には、雄花を作らないシラカンバのクローンを組織培養で1,300本作りました。このシラカンバが、雄花を作らないものであることが証明されれば、対花粉症品種となりますが、未だ将来を楽観することはできません。“氏より育ち”の諺がこの場面に適当であるかはさておき、このシラカンバは雄花を作る能力があるにも拘わらず、何らかの理由により、偶々、雄花を作らなかった可能性も否定できないからです。

そこで2002年より、このクローンを全道各地に試験植栽し、雄花の生産量などを調査項目とする追跡試験が始まります。2002年の植栽地の中にはシラカンバを町の木に指定している追分町も含まれています。5月には町民参加の追分町の植樹事業において、このクローン苗木約300本が公園に植えられます。今後、シラカンバを愛する町民に見守られ、花粉症対策に有望な成果が得られることに期待しています。

アレルギーを作らない品種の開発に挑む！

“雄花を作らないシラカンバって、何か変！”との御意見もあることでしょう。そもそも花粉症を引き起こす正体は、花粉ではなく、花粉に存在するアレルギーと呼ばれるタンパク質です。このことから、花粉にアレルギーがないシラカンバを作ることができれば、花粉を飛ばしても花粉症を引き起こさない品種として利用することができます。

札幌市内のシラカンバ100個体から花粉を採集し、アレルギーの量を測定したところ、同じ重さの花粉に含まれるアレルギーの量は、個体間に差があり、多いものから少ないものまで連続的な変異があることが分かりました(図-3)。この結果は、花粉に含まれるアレルギーの量が遺伝的な要因で決まっており、この機構に多数の遺伝子が関与していることを示唆しています。

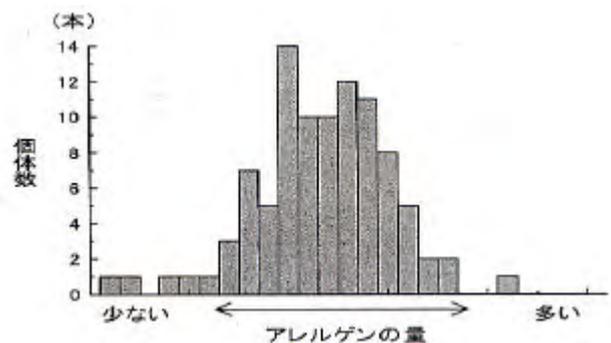


図 3 シラカンバ花粉に含まれるアレルギー量の個体間差

言い換えると、全くアレルギーを作らないシラカンバの存在を预言するものですが、現時点では、まずアレルギー量の少ないものを“対花粉症品種”の素材にすることが賢明だと考えています。

1個体のシラカンバが生産するアレルギー量を式で表すと“アレルギーの生産量 = 花粉の生産量 × 花粉当たりのアレルギー量”となりますから、アレルギー量に併せて花粉の生産量にも配慮した有望個体の選抜をおこない、組織培養でクローン増殖を進める予定です。

3倍体品種の開発に挑む！

“組織培養で作る苗木って、実生苗に比べると生産コストが割高だし、それに同じ遺伝子を持つクローンを植えると、病気や害虫で一斉に被害に遭うのじゃないかしら？”。この問題への対応は、染色体数を操作する手法で研究を進めています。

シラカンバの場合、1個の細胞内には28本の染色体が入っています。これは父親と母親から、それぞれ14本ずつを受け継いだものです。この14本の染色体はシラカンバが生きていくために必要な最小の遺伝情報の単位であり、これを“ゲノム”と言います。染色体を28本持つシラカンバは、両親からそれぞれ1単位ずつのゲノムを受け継ぎ、合計2単位のゲノムを持つことから、“2倍体”と呼ばれます。

大分県林業試験場の研究では、スギ花粉中のアレルギー量は2倍体に比べて3倍体の方が少ない傾向

にあることを報告しています。しかし、染色体の倍数性とアレルゲン量の関係について研究した例が他にないことから、両者の関係についてはいまだ明らかではありません。

そこでシラカンバにおいても3倍体（染色体数 42 本）を作り、“倍数性とアレルゲン量の関係”について検討することにしました。3倍体シラカンバは、次の手法により、タネで生産する準備に取りかかりました（図 - 4）。

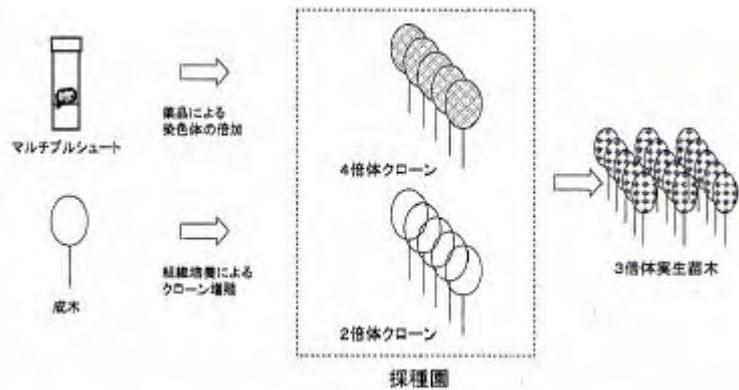


図 4 3倍体シラカンバの生産方法

まず組織培養で増殖させたマルチプルシュートに染色体を倍化させる薬品を処理することで4倍体クローンを作ります。併せて、他のシラカンバから組織培養で2倍体クローンを増殖しておきます。それぞれのクローンを列条に植えて、採種園を作ります。シラカンバは他殖性植物ですから、同じ遺伝子を持つ同一クローン間では、タネを作ることができません。つまり、4倍体クローンから取れるタネの父親は2倍体クローンであり、両親からタネに引き継がれるゲノム数は合計で3単位、つまり3倍体種子となります。この採種園では、父親と母親の組み合わせが1組しかないことから、遺伝的に多様なタネを生産できないことには問題が残ります。遺伝的に多様な3倍体種子を生産するには、2倍体シラカンバに実生由来のものを利用することで対応することが可能です。

従来、3倍体品種は果樹を含めた多くの樹木において開発された歴史があり、成育が旺盛で、収量が多く、病気などへの抵抗性にも優れた優良品種が数多く存在しています。このことから、今後生まれる3倍体シラカンバの正体については、興味が高まります。将来、3倍体シラカンバの花粉のアレルゲン量が低く、成長も良好であることが証明されれば、この手法により安価で遺伝的に多様な対花粉症品種の提供が可能になるでしょう。

しかしながら、期待通りの成果が得られるか否かについては、現時点では不透明であることも、ここで説明しておかなければなりません。なぜならば、先に述べた倍数性とアレルゲン量の関係が未解明である点に加えて、3倍体植物の花粉生産量が2倍体に比べて多くなる場合が報告されているからです。また、ゲノム数が奇数である異数体植物は、成育が不良になることも少なくありません。さて3倍体シラカンバでは、どのような結末になるのでしょうか？

人事を尽して“成長”を待つ！

従来、樹木の品種開発には非常に長い時間を要することが欠点でした。しかし、シラカンバにおいては、組織培養のメリットを活かすことで、きわめて効率的に育種作業を進めています。同時に、組織培養のデメリットでもある“同じ遺伝子を持つクローンばかりを作り、遺伝的多様性を低下させてしまう”こと、“苗木の価格が割高になる”点についての配慮も忘れてはいません。

紹介した3手法は、予定のクローン苗木の生産を完了したものから、将来の成果が未知数のものまであり、それぞれの進度は紹介した順序のとおりです。まずは“雄花を作らないシラカンバ”が試験植栽の段階に至ったことから、今後10年以内には成果を報告できる準備が整いました。これに続く、シラカンバも培養ビンの中で出番を待っています。研究成果を道内の患者さんへ朗報としてお伝えするには、今しばらくシラカンバの成長を見守る時間をお許しください。

（生産技術科）