



林木育種情報

No.42
2023.3

薬用樹木カギカズラの栽培と新たな利用技術開発に向けた取組み

森林バイオ研究センター長 谷口 亨

漢方薬の原料には樹木を含め、多くの植物が利用され、その使用量は年々増加傾向にあります。自給率は1割にとどまり、8割を中国から輸入しています。カギカズラは房総半島以西に自生するつる性の薬用樹木であり、葉の基部には釣り針状のカギがあり、カギを付けた枝が生薬「釣藤鈎(チョウトウコウ)」です。釣藤鈎は、ストレス、高血圧随伴症状、認知症周辺症状の緩和などのための漢方薬の重要な原料ですが、100%を中国に依存しています。有益な森林資源であるカギカズラを効果的に国内で栽培・利用するための取組みを紹介します。

栽培にあたり、カギカズラ優良系統確保と優良系統の遺伝形質をそのまま引き継ぐ増殖方法としてクローン苗生産が必要と考えました。カギカズラの挿し木によるクローン増殖について報告はありますが、増殖率がそれほど高くなく、組織培養によるクローン苗生産を試みました。組織培養では枝など植物体の一部(外植体と言います)を滅菌して無菌状態にし、栄養分を含んだ人工培地を入れた容器で培養を行います。山間部など野外で育つ植物では殺菌剤を用いた滅菌操作で雑菌発生を抑えることが非常に困難であるため、培養に失敗することがしばしばあります。そこで、自生地で掘り取った山引き株を鉢植えにして、温室で育てました。この山引き株から新しく伸びてきた若い枝には雑菌が比較的に少ないために滅菌操作を問題なく行うことができました。短く切った枝を外植体として培養すると葉の基部(葉腋)などから新しい小さな枝が培養容器の中で発生

し、培養を繰り返すと小さな枝は伸び、数はどんどん増えます。これらの小枝を発根剤を加えた培地で培養すると100%近くが発根し、発根苗からポット苗作製も問題なくできるようになりました。このようにして、カギカズラの効率的なクローン苗作製方法を開発しました。

次に、組織培養によるクローン技術を活用し、優良系統選定に取り組みました。千葉県、高知県、宮崎県、鹿児島県の自生地から収集したカギカズラを組織培養でクローン化し、クローン評価試験地に植栽しました。カギカズラは秋から冬に薬用部位であるカギを付けた枝を収穫します。その後、剪定し、新しく伸びる薬用部位を翌年に再度収穫することを繰り返します。試験地植栽後、3年まで成長量と薬用部位の収量を測定し、また、薬用成分であるアルカロイド含量も測定して、収穫量が多く、薬用成分が生薬基準を満たす優良系統4系統を選びました。

このようにカギカズラを国内で栽培・利用するため、優良系統確保と種苗生産技術を開発することができました。また、他機関とコンソーシアムを構築し、栽培方法、収穫後の加工調製の効率化、薬用以外の利用方法として葉をお茶に加工する技術と茶の香味の改善、葉の新たな機能性の探究などにも取り組みました。

ここで紹介した内容は、平成26～28年度の農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業及び令和2～4年度の生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の成果です。

【紙面紹介】

令和4年度に開発した優良品種…………… 2～3
スギ特定母樹等の原種苗木増産技術の開発…………… 4
優良なアカシア種間雑種クローン
ベトナムで開発しました…………… 5

希少樹種オガサワラグワの自生地の
実生の種・雑種判定…………… 6
令和4年度林木育種成果発表会を開催…………… 7
豆知識編 朝ドラで牧野富太郎博士が主人公…………… 8



国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所林木育種センター

Forest Tree Breeding Center, Forestry and Forest Products Research Institute

令和4年度に開発した優良品種

1. はじめに

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター(以下、林木育種センター)では、第5期中長期計画(令和3年度～令和7年度;5年間)において多様な森林の造成・保全と持続的資源利用に貢献することを目的として、優良品種の開発を行うという目標を掲げて、優良品種開発のための調査・研究を進めています。令和4年度は初期成長に優れた第二世代品種、花粉症対策品種さらにはマツノザイセンチュウ抵抗性品種を合計36品種開発しました。開発品種についてご紹介します。

2. 初期成長に優れた第二世代品種

令和3年6月に策定された新たな森林・林業基本計画に記載されている「新しい林業」を展開するためには、主伐後の再生林における育林コスト、特に育林経費全体の1/3から1/4を占めると言われている下刈りコストの削減が必要で、再生林の省コスト化に資するエリートツリー等、成長に優れた品種を活用することが求められています。林木育種センターでは、エリートツリーの中でも特に初期成長に優れた品種として初期成長に優れた第二世代品種を開発しており、令和3年度までにスギ15品種、カラマツ4品種を開発してきましたが、今年度新たに初期成長に優れた第二世代スギ品種を5品種開発しました(表-1)。品種開発にあたっては、調査した全個体のデータやそれらの血縁関係の情報から、各個体の遺伝的能力を表す指標である育種価(その個体を交配親として用いた場合の遺伝的能力を数値で示したものを)を推定して優良な個体を選抜する方法(前方選抜、(F)と表記)により開発しました。この品種開発には、

46,273個体のデータを用いて5年次樹高の育種価を推定し、その値を用いて各個体の能力を評価しました。また、10年時の材積、幹曲がり、根元曲がり、応力波伝搬速度から推定した剛性、雄花と雌花の着花性の能力を確認しています。

3. 花粉症対策品種

日本人の約4割が罹患していると言われるスギ・ヒノキ花粉症ですが、林野庁では花粉発生源対策の一環として、花粉症対策に資する苗木の生産増大と、伐採跡地への植栽を進めています。林木育種センターでは、花粉発生源対策に貢献するため、令和3年度までに花粉症対策品種として、少花粉スギ147品種、低花粉スギ16品種及び少花粉ヒノキ55品種、さらに無花粉スギ18品種を開発し、採種穂園に導入するための原種を都府県に配布してきました。今年度は新たに青森県・富山県・東京都・東北育種場が共同で「青森不稔38号」、「青森不稔46号」を、青森県・富山県・東北育種場が共同で「青森不稔5号」を、東京都、富山県、神奈川県、静岡県、林木育種センターが共同で「心晴れ不稔3号」、「心晴れ不稔4号」を、静岡県、神奈川県、東京都、富山県、林木育種センターが共同で「三月晴不稔3号」の6品種を開発しました(表-2)。これら6品種は初期成長、材質、さし木発根性といった特性が、これまでの精英樹と同等以上の特性となっております。また、「青森不稔5号」、「青森不稔38号」、「青森不稔46号」は東北育種基本区で初の無花粉スギ品種となります。

4. マツノザイセンチュウ抵抗性品種

アカマツ、クロマツではマツ材線虫病による被害が続いており、北海道を除く46都府県に被害が

及んでいます。その被害は全体としては減少傾向にあり、令和3年度の被害量は約26万㎡となっていますが、17都県で昨年度からの被害増加が認められるなど、引き続き被害状況に即した対策を推進していく必要があるとされています。このマツ材線虫病被害の軽減に資するため、林木育種センターは昭和60年からマツノザイセンチュウ抵抗性育種に取り組み、令和3年度末現在で、アカマツで303品種、クロマツで262品種のマツノザイセンチュウ抵抗性品種を開発してきており、当該品種の採種園からの抵抗性種子の生産により、抵抗性マツ苗木の生産・普及が進んでいます。

令和4年度は、東北育種基本区で4品種、関西育種基本区で7品種のマツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ品種を開発しました(表-3)。このうち、関西育種基本区で開発した7品種は、抵抗性品種同士の交配苗木から開発した第2世代品種となっています。また、東北育種基本区で4品種、関東育種基本区で3品種、九州育種基本区で7品種のマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種を開発しました(表-4)。このうち、「千葉(成東)クロマツ14号」は千葉県と林木育種センターの共同開発品種となっています。



図-1 初期成長に優れた第2世代品種(F) スギ林育2-31

表-1 初期成長に優れた第2世代品種(F)

育種基本区	番号	品種名
関東	1	スギ林育2-31
	2	スギ林育2-213
	3	スギ林育2-214
	4	スギ林育2-219
	5	スギ林育2-235

表-2 無花粉スギ

育種基本区	番号	品種名
東北	1	青森不稔38号
	2	青森不稔46号
	3	青森不稔5号
関東	4	心晴れ不稔3号
	5	心晴れ不稔4号
	6	三月晴不稔3号

表-3 マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ品種

育種基本区	番号	品種名
東北	1	岩手(藤沢)アカマツ46号
	2	岩手(花泉)アカマツ75号
	3	岩手(花泉)アカマツ99号
	4	岩手(花泉)アカマツ126号
関西	5	高知(香美)アカマツ32号*
	6	高知(香美)アカマツ33号*
	7	高知(香美)アカマツ34号*
	8	高知(香美)アカマツ35号*
	9	高知(香美)アカマツ36号*
	10	高知(香美)アカマツ37号*
	11	高知(香美)アカマツ38号*

* : 第2世代品種

表-4 マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種

育種基本区	番号	品種名
東北	1	秋田(若美)クロマツ222号
	2	山形(鶴岡)クロマツ41号
	3	山形(酒田)クロマツ263号
	4	新潟(長岡)クロマツ12号
関東	5	千葉(成東)クロマツ14号
	6	愛知(田原)クロマツ51号
	7	愛知(田原)クロマツ60号
九州	8	福岡(築上)クロマツ9号
	9	福岡(築上)クロマツ10号
	10	長崎(諫早)クロマツ1号
	11	長崎(平戸)クロマツ1号
	12	大分(由布)クロマツ1号
	13	鹿児島(薩摩川内)クロマツ1号
	14	鹿児島(薩摩川内)クロマツ4号

(育種部 育種第一課 栗田 学)

スギ特定母樹等の原種苗木増産技術の開発

林野庁は、2050年までに林業用苗木の9割以上をエリートツリーにする目標を設定しました。この目標を達成するためには、エリートツリー等の原種苗木を短期間で大量に増産する仕組みが必要です。そこで、林木育種センターでは、令和4年度エリートツリー等の原種増産技術の開発事業のうち((1)スギの増産技術の高度化と実用化)の支援を受けて、原種苗木を短期間で大量に生産するための取組を行ってきましたので、その内容を紹介します。

エリートツリー等を選抜した初期段階では、原種苗木生産の元となる穂木は、検定林にある1本の原木からしか採穂することができません。これまでの原種苗木の生産では、原木から採穂した穂木を原種苗畑においてつぎ木やさし木でクローン増殖し、得られた苗木で原種園を造成し、そこから採取した穂木を用いて再度クローン増殖して原種苗木を生産してきました。このため、原木からの採穂から原種苗木の生産まで、最低でも5年から7年を要していました。本事業では、温室において原木からの穂木でさし木またはつぎ木でクローン増殖(一次増殖)し、これを採穂台木として2年間温室で育成し、できた採穂台木から採穂して、再度1年間でクローン増殖(二次増殖)を温室で行う二段階の増殖により、原木から短期間で多数の原種苗木を生産する方法を開発しました。

ここからは、本事業で得られた成果の一部を紹介します。これまでは、原木から得られた穂木の先端部(先端穂)だけを用いて増殖してきましたが、先端穂の下の部位(管穂)も用いてさし木を行ったところ、管穂のさし木発根率は、従来の先端穂と同様に高く、管穂も利用することで、増殖効率を高められることがわかりました。管穂の利用は、原木から採取する枝数を少なくすることができるため、

採穂後の原木の成長等への影響も軽減できると期待されます。

次に一次増殖した2年生の採穂台木(ポット苗)を様々な環境条件下で1年間育成した結果、高温、長日処理、CO₂施用により採穂台木の成長が促進され、採穂台木からの採穂数が増加することを明らかにしました。また、二次増殖時に1年生の原種苗木を青色光主体の長日処理条件下で育成すると、さし木当年に規格苗に達する割合が高まる傾向が見られました。

クローンにもよりますが、一次増殖、二次増殖ともに温室等の高温下で長日処理やCO₂施用を行って育成することにより、原木等から3年間で最大300本以上の原種苗木を生産できることがわかりました。令和4年4月に建設された特定母樹等育成温室は、これらの環境要因を制御可能な施設であるため、今後、この温室等も活用しつつ、原種苗木の安定的な生産・配布に貢献していきたいと考えています。

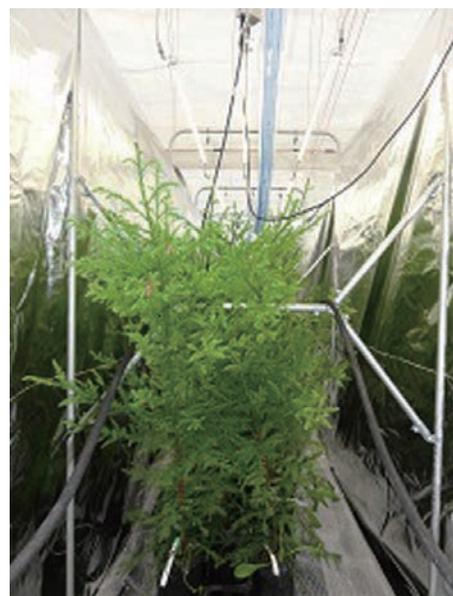


写真. スギ採穂台木の成長促進処理の様子

(育種部 育種第二課 田村 明)

優良なアカシア種間雑種クローンをベトナムで開発しました

1. 開発の背景

安定的、持続的に林産物を生産、供給する必要に迫られている林業経営者にとって、集約的な土地利用に有利な樹種(品種)を選択する観点は重要であると考えられます。そのような条件を満たす樹種の特徴としては、短伐期、多用途、病虫害に強い等が考えられます。アカシア・マンギウムとアカシア・アウリカリフォルミスの雑種(以下、アカシア種間雑種)は、優れた造林樹種の一つとして選択され、東南アジアで植栽面積を増しています。現状では、自然交配由来の個体群から選抜された優良個体をクローン化したものが使われ、2013年の報告によると、アカシア種間雑種の利用が盛んなベトナムでは、わずか12クローンで国内の大部分の造林需要を賄っているとされています。優良なアカシア種間雑種を人工的に創出して既存の造林用クローン群の遺伝的変異を拡大することで、より安定的な林業経営に貢献するための取組例を紹介します。

2. 人工交配による優良なアカシア種間雑種クローン開発のための共同研究

林木育種センターでは、アカシア種間雑種の人工交配に関する研究を2006年～2010年にかけて西表熱帯林育種技術園で実施しました。この研究により、既存の人工交配技術に比べて効率的にアカシア種間雑種を創出できる目途が立ちました。開発した人工交配技術の有効性を実証するため、2013年～2022年までの期間、王子グリーンリソース(株)とQuy Nhon Plantation Forest Company of Vietnam Limitedを相手方に、ベトナムで優良なアカシア種間雑種クローンの開発のための共同研究に取組みました。この取組は大きく以下の1)から4)の段階に分けることができます。

- 1) 3年間の人工交配で得たアカシア種間雑種苗を用いて、実生試験林を順次3か所造成。
- 2) 植栽後3年目以降に実生試験林から優良個体を選抜。

- 3) 優良個体をさし木増殖し対照の既存クローンとともに植栽したクローン検定林を造成。

- 4) クローン検定林の植栽後3年目までの調査結果を解析し、優良クローンを確定。

共同研究の最終年度である今年度は、クローン検定林の調査と解析を終え、優良な5クローンを確定するに至りました。共同研究期間の後半には、コロナ禍により2年間現地への出張ができなかった上に、強い勢力の台風がクローン検定林を直撃するなど多くの困難がありましたが、共同研究相手の誠実な対応によって乗り切ることができました。確定した優良5クローンのうち、昨年度中に確定した1クローンについては既に採穂園へ植栽して約1年が経過しており、順調に生育しています。アカシア種間雑種の成長量や増殖効率から考えて、増殖開始後4年目には800万本以上の苗木の生産が見込めます。今年度確定した4クローンも年度中に採穂園に植栽される見込みで、数年以内にはこれら共同研究で開発されたクローンが実際の商用造林に用いられることが見込めます。

品種開発に着手して15年足らずで新品種が事業的に植栽され20年以内に収穫されるということは、日本の林業関係者としては脅威に感じられる一方、林産業の視点からは、国内の木材需要を賄うために微力ながら貢献できているとも考えています。



写真左：選抜した優良個体 写真右：植栽後約半年の採穂台木

(指導普及・海外協力部

西表熱帯林育種技術園 千吉良 治)

希少樹種オガサワラグワの自生地の実生の種・雑種判定

1. 移入種シマグワ問題

小笠原諸島に固有分布する希少樹種のオガサワラグワ (*Morus boniensis*) は個体数の減少が続いており、次世代への更新についても移入種のシマグワとの交雑によってオガサワラグワ同士の交配機会が失われることが大きな問題となっています。

シマグワの侵入・定着の阻止に唯一成功している弟島では、近年、オガサワラグワの生育地の周辺で天然更新した実生が数多く見つかっています。弟島の近隣の島にはシマグワが多く生息しているため、これらの実生がオガサワラグワ同士の交配によるものなのか、それともシマグワの飛来花粉と受粉して生じた雑種なのか、あるいは鳥散布種子から発芽したシマグワであるのかについて明らかにすることが必要です。本稿では、東京都小笠原支庁と共同で実施している弟島の実生の種・雑種判定についてご紹介します。

し、葉形態での判別には、幼木時や種内個体間変異などにより種・雑種判別が難しいという問題がありました(図1上段)。しかし染色体の倍数性ではオガサワラグワが4倍体、シマグワが2倍体、その雑種が3倍体であるためフローサイトメトリーによって確実に判別できます(図1下段)。そこで、弟島で確認された実生458個体の倍数性をこの方法で調べました。

各個体の葉柄をDNA染色液中で剃刀により細断し、調整した試料をフローサイトメーターにかけました。得られた蛍光強度のピークの位置を倍数性が明らかな対照個体と比較することで種・雑種を判定しました(図1)。結果として、454個体がオガサワラグワ、4個体がシマグワと判定され、雑種は認められませんでした。このことから、弟島の自生地ではオガサワラグワ同士の交配による実生が概ね順調に更新していることが明らかになりました。なお、今回発見されたシマグワについては、すでに処分が完了しています。

2. フローサイトメトリー解析

種・雑種の判別は、葉の切れ込みの有無や厚さ等の形態の違いにより行われてきました。しか

(遺伝資源部 保存評価課 玉城 聡)

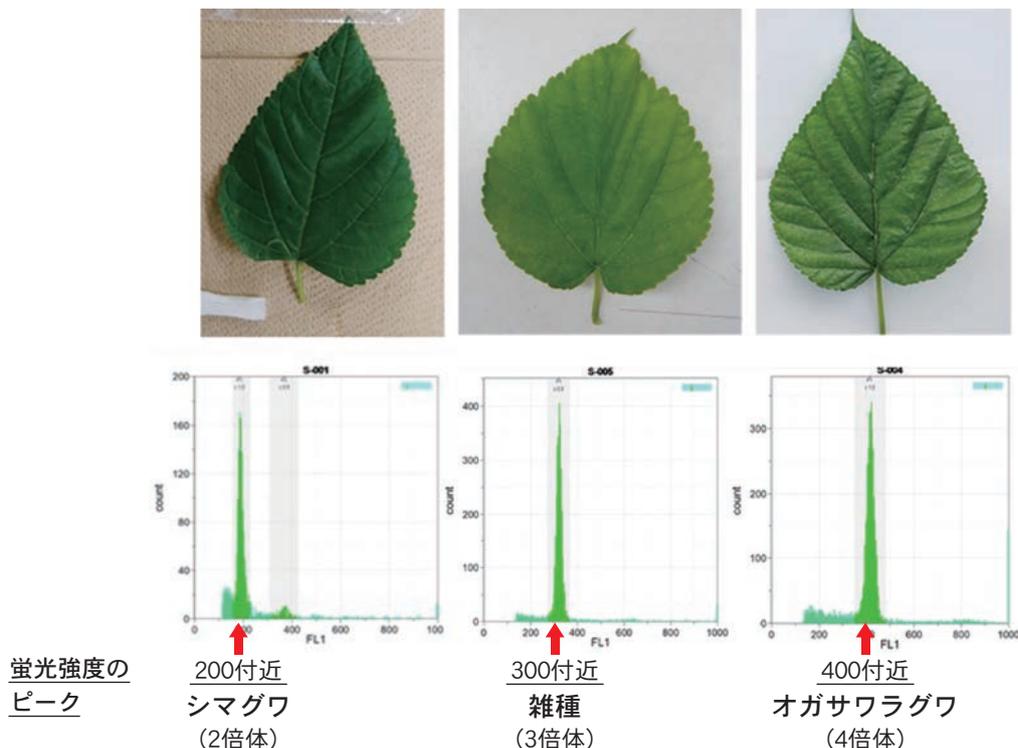


図1 シマグワ、オガサワラグワ及び雑種の葉形態(上)とフローサイトメータでの倍数性の判定(下)

令和4年度林木育種成果発表会を開催

令和5年2月8日(水)、令和4年度林木育種成果発表会を開催しました。今年度は全国から多くの方にご参加いただけるようオンラインでの開催としたところ、国、都道府県、民間企業や研究所等から、約270名の方の申込みがありました。

当日は、宮崎大学農学部森林緑地環境科学科の雉子谷佳男教授から、「これからの木材生産と林木育種への期待」と題した特別講演、また、山形県森林研究研修センター研究企画部の渡部公一部長から、「雪国山形の林木育種の取組」と題した特別報告をそれぞれいただきました。



宮崎大学 雉子谷教授



山形県森林研究研修センター 渡部部長

特別講演の雉子谷教授からは、木材の力学的性能は、木材の密度とセルロースマイクロフィブリル傾角が大きく関係すること、品種や成長と材質との関係、材質や成長と植物ホルモンとの関係、今後は、成長の速さに加え、材質育種にも期待したいとのお話がありました。

また、特別報告の渡部部長からは、積雪が多い山形県での雪害抵抗性品種の重要性、近年での少花粉スギ、無花粉スギ、特定母樹等についての取組について、説明していただきました。

続いて、林木育種センター・森林バイオ研究センター・育種場の研究者から、次の7課題について発表しました。

○令和4年度の品種開発

育種部 育種第一課 育種調査役 山野邊 太郎

○育種の効率化・高速化に向けた針葉樹4種のゲノム基盤の構築

育種部 育種第一課 基盤技術研究室長 平尾 知士

○育種サイクルの短縮に向けたトドマツの早期選抜戦略の構築

北海道育種場 育種課 育種研究室長 花岡 創

○東北地方における早生樹の増殖技術の高度化と実用化への取組

東北育種場 育種課 育種研究室

主任研究員 矢野 慶介

○薬用樹木・早生樹候補としてのキハダの収集・評価

遺伝資源部 探索収集課 分類同定研究室

主任研究員 稲永 路子

○アカシアハイブリッドクローン品種創出の実証試験 —王子グリーンリソース株式会社との10年間の取組— 指導普及・海外協力部 西表熱帯林育種技術園長

千吉良 治

○薬用樹木カギカズラの栽培・生産・利用に向けた技術開発

森林バイオ研究センター 森林バイオ研究室長

小長谷 賢一

発表後の質疑応答では、今年度開発された初期成長に優れた第二世代品種の選定基準、トドマツ以外の樹種の早期選抜状況、早生樹候補のオノエヤナギとユリノキの植栽適地、開発したアカシアハイブリッドの優良クローンの今後の活用、カギカズラの社会実装の見通し等について多数の質問をいただきました。

今日、林業の成長産業化、地球温暖化対策、花粉発生源対策などについて、林木育種に対する社会的ニーズが益々高まっています。講師の先生方やご参加いただいた皆様からのご意見、ご要望等も踏まえながら、さらに研究開発を進めて行く考えです。

(企画部 育種企画課 藤原 優理)

豆知識編

朝ドラで牧野富太郎博士が主人公

令和5年4月からNHKの連続テレビ小説「らんまん」が始まります。この物語の主人公は日本の植物学の父と呼ばれた牧野富太郎博士です。牧野博士は5万点の標本観察や記録によって1,500種に及ぶ植物名を命名した研究者です。牧野博士は95歳(1862~1957)で天命を終えましたが、その功績として多大な成果を残しています。その人生に対して、連続テレビ小説で語られるのは楽しみなところです。

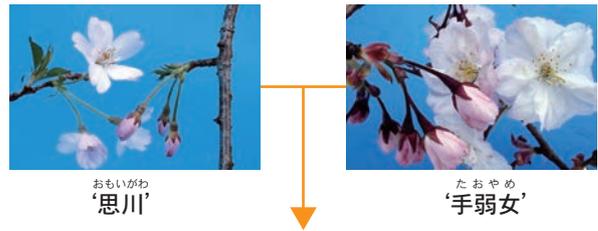
ドラマの中で、植物の名前と学名などが紹介されたときの豆知識として、サクラを例に記載します。

植物学には、分類が伴います。分類は界—門—綱—目—科—属—種といった階層となっており、普段使われる植物名は属-種の部分を利用します。普段食するモモはバラ科スモモ属で学名を *Prunus persica* (L.)Batsch と表記します(*Prunus* はスモモ属、*persica* は種(モモ)、(L.)Batsch は命名者等)。また、分類上はバラ科(Rosaceae)となります。学名表記は世界共通のもので、論文などの記載に使われます。和名での表現方法としては、バラ科—スモモ属—モモとなり、私たちが食する名称は「モモ」だけとなります。モモはバラの仲間となりますが、バラのイメージからはほど遠い感じが伺えます。

学名を理解することで、お気に入りの花や果物などの仲間を知ることができます。牧野新日本植物図鑑の目次には門—綱—目—科—属の順で植物名が記載されているため、ページをめくるだけで仲間を知ることができます。また、ホームページで検索すると綺麗な写真もついているなど、現在は簡単に情報収集ができます。

森林総合研究所では、花粉症対策スギなどの幾つかの開発品種が作られており、その中でも最近登録品種になったサクラ品種の「はるか」について

て学名も含め説明させていただきます。「はるか」は、DNA解析から同研究所多摩森林科学園内に植栽されている品種「思川」と「手弱女」の自然交配によって生まれたと考えられたサクラ品種です。それぞれの親の特徴の色や花びらの数などが組み合わせられたとても美しいサクラとなっています。学名は「*Cerasus Sato-zakura Group 'Haruka'* Katsuki、(サクラ属と種名と命名者の組合せ)」です。是非アドレスから検索してみてください。



八重の桜 「はるか」

写真は森林総合研究所プレリリースより
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/tmk/cherry/documents/20130327haruka.pdf>

学名が承認されると、その名前は永久的なものとして植物図鑑等で記載されます。牧野博士の植物探索の成果は日本の植物学に多大な功績を残しました。コロナのようなウィルスの発見はあまり好ましくありませんが、まだまだ発見されない生き物たちが身近にいます。野山などに出かけ発見を心がけてみてはどうでしょうか。

最後に、ドラマを通じて植物の分類など興味を持っていただければ幸いです。

(指導普及・海外協力部 指導課 植田 守)

表紙タイトル写真

カギカブラの枝。釣り針に似た形態のカギがあり、このカギを付けた枝が生薬「釣藤鈎(チョウトウコウ)」となる。



リサイクル適性(A)
 この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

林木育種情報 No.42

令和5年3月31日発行

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
 森林総合研究所林木育種センター
 〒319-1301 茨城県日立市十王町伊師 3809-1
 TEL: 0294-39-7000 (代)
 FAX: 0294-39-7306
 ホームページ <https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/index.html>