



[Topics]

演習林産木材の新たな活用の模索

技術職員と教員の受賞つぎつぎと

[教育]

演習林ゼミ・センターゼミの紹介

[研究]

樹木は微生物の感染からどう身を守るのか？

大雨時の山地流域におけるピーク生起時刻の遅れは
斜面ではなく主に河川で生じる



演習林産木材の新たな活用の模索

脱炭素社会に向けた演習林の取り組み

東京大学では、誰もが尊厳をもって幸せに暮らすことができる持続可能で包摂的な社会を実現する手段として、自然システムの限界を超えないように、公正な移行を前提としながら、社会経済システムを環境再生型なものに変革していくことをグリーントランスフォーメーション（GX）と定義しています。中でも、「カーボンニュートラル」、「ネイチャーポジティブ」、「サーキュラーエコノミー」を最も重要な取り組みの柱と考えています。2050年までに温室効果ガス排出量実質ゼロを達成するための行動計画として2022年10月に策定された「UTokyo Climate Action」には、附属演習林が「森林の炭素固定モニタリング技術や炭素固定を促進する森林管理技術の開発」「脱炭素社会に必要な分野横断型人材育成」「演習林を活用した東大の脱炭素化の推進」「地域の脱炭素化の計画策定へ向けた協創」などにより、東京大学のカーボンニュートラルへ森林・林業・林産業分野として挑戦する構想が記載されています。

演習林ではこれまでに北海道演習林、田無演習林、秩父演習林産の木材を使用したお箸やマグネットを制作し、東京大学コミュニティセンター UTCC で販売する取り組みを行ってきました。また、本郷キャンパスや弥生キャンパスの居室や図書館の内装、机などで演習林産の木材を使用していただいた事例があります（旧誌『科学の森ニュース』第100号参照）。「UTokyo Climate Action」の策定を受け、演習林では「演習林を活用した東大の脱炭素化の推進」に資する演習林産

木材のトレーサブルな利用を目指す取り組みを進めています。以下では、秩父演習林と北海道演習林での新しい動きを紹介します。

秩父演習林にストックヤードを建築

2023年6月には秩父演習林にある影森地区の構内に木材のストックヤードを建築しました。この建物に使用した木材はすべて秩父演習林産のスギとなっており、地元の会社によって立木の伐採から製材、施工までを行いました。建物は広さ70㎡近くあります。今後、フォークリフトを使った木材の運搬のために技術職員の安全講習会を計画しており、ストックヤードの運用に向けて徐々に準備を進めています。

北海道演習林での新しい取り組み

寄附金を活用して、北海道演習林産の木材を用いて製作されたテーブルやスツールを、学生や研究者が滞在する宿泊施設で利用しています。また、学外での演習林産木材利用の新たな動きとして、地域の名産品「ふらのワイン」の50周年記念ワインを熟成させる樽材としてのミズナラの大径材の有償提供、公益財団法人アイヌ民族文化財団との連携協定に基づくアイヌ民族の伝統的船舶のためのハリギリやカツラの太径材の有償提供などを行ってきました。今後のさらなる木材利用を想定して、北海道演習林が直営で生産した丸太の一部を製材する取り組みも始めています。

上：北海道演習林産材を使用した国立アイヌ民族博物館の伝統的船舶

右：秩父演習林影森地区のストックヤード

下：同上



技術職員と教員の受賞つぎつぎと

このたび、東京大学演習林の教職員が各種の賞を受賞するといううれしいニュースがありましたので、ご紹介します。

まず、技術職員の受賞についてです。2023年9月28日、埼玉県秩父市で開催された全国大学演習林協議会秋季総会において、加盟校の技術職員を対象とした第25回森林管理技術賞（4部門）の授賞式がありました。本学からは秩父演習林の大村和也さんが「秩父演習林における森林管理の運営と教育活動への多大な貢献」により特別功労賞を、富士癒しの森研究所の辻良子さんが「温室管理技術と熱帯・亜熱帯産植物の育成技術に関する貢献」により技術貢献賞を、千葉演習林の藤平晃司さんが「博物館との連携および植物インベントリー調査による学術的貢献」により学術貢献賞を、北海道演習林の小林徹行さんが「モバイルGISを活用した天然林択伐施業のDX推進への顕著な貢献」により若手奨励賞を受賞しました。授賞式では、久保田全演協会長から

それぞれ賞状と記念品（千葉演習林産ケヤキ、秩父演習林産オオヤマザクラ、北海道演習林産イチイを使って制作したボールペン）が授与されました。

教員では、生態水文学研究所の浅野友子講師が「大雨時の山地流域におけるピーク生起時刻の遅れは斜面ではなく主に河道で生じる」の題目で2023年度日本森林学会賞を受賞し、2023年3月25日に授賞式と受賞講演が執り行われました。受賞対象となった研究は、山地森林流域での降雨と河川流出のピークのずれは、大雨時には、定説とされる斜面長によるものではなく、河川長が大きく影響していることを明らかにしたもので、演習林樹芸研究所での観測に基づくものでした。

morikara1号で取り上げた楠本大講師の樹木医学会賞の受賞とあわせて、両教員の受賞研究の内容は本号の「研究紹介」で解説しておりますので、ぜひご覧ください。



授賞式後に受賞者と久保田林長で記念撮影



受賞した浅野講師



教育

演習林ゼミ・センターゼミの紹介

演習林では、所属する全ての学生と教員が参加する「演習林ゼミ」を毎月1回（8月は休み）開催しています。修士の学生にとっては、所属する研究室の「演習」にあたる必修科目です。担当の研究室ごとに、それぞれのメンバーの研究成果や研究計画などを発表し、学生・教員の研究をより活性化させることを目指しています。全ての演習林教員と研究生を除く学生は基本的に年1回発表します。時には演習林技術職員による業務内容の紹介や研究発表、森林科学関連のゲストスピーカーの発表もあります。参加者にとっては、幅広い分野の研究トピックスに触れることができ、とくに学生の発表では、普段とは違った分野の参加者からの指摘を受けることもあり、よい刺激を受ける機会になっています。発表は日本語または英語で行われますが、教員の発表についてはプレゼンテーション資料を日英併記にするなど、日本語を理解できない留学生にも配慮しています。各発表の後に行われる質疑応答は、まず学生からの質疑応答を行い、学生の自主性を育む取り組みをしています。

また、演習林ゼミが開催される週を除いて毎週1回「教育・社会連携センターゼミ」を開催しています。基本的にゼミの準備や司会進行も含めて、学生が主体となって行うゼミ



農学部2号館の教室で開催された演習林ゼミの様子

として位置付けています。このゼミは学生各自の研究計画や研究進捗を報告し、それに対して質疑応答を通じて議論する場として機能しています。ゼミを通じて、プレゼンテーションや議論・質疑応答のスキルを磨き、学位論文の発表会前には、発表練習の場としても機能しています。このゼミでは教員の発表はなく、学生は前期（4～7月）と後期（9～12月）でそれぞれ1回ずつ発表を行っています。

両ゼミとも2020年度以降はオンラインで開催されていましたが、2023年度から対面とオンラインを併せたハイブリッド形式で開催されています。弥生キャンパスから遠く離れた場所からもオンラインで参加できるため、多くの教員・学生がゼミに参加できるようになりました。

樹木も病気に！ 感染を防ぐ防御機構とは

皆さんは樹木も病気になることをご存知でしょうか？樹木の生育環境には常に菌類や細菌類などの微生物が存在しており、たいてい木が弱ると、こうした微生物が内部で広がって病気になります。逆に、樹木が元気であれば、微生物は樹木の防御機構に阻まれて、感染しないか小さな病斑を形成するだけで治まります（もちろん例外もあり、木が健全でも様々な条件がそろえば病気になることはあります）。樹木の防御機構は、大きく恒常的防御（感染前から備わっている防御機構）と誘導防御（感染後に発現する防御機構）に分けることができますが、微生物感染においては特に誘導防御が重要な役割を果たしています。

誘導防御には、感染後数分で起こる反応から数日経たないと起こらない反応、感染部から1mm以内で起こる反応から数十cm離れていても起こる反応まで、時間・空間的に多様な防御反応が存在し、感染状況に応じて適宜誘導されていきます。最後には、感染部と健全部の間にフェノール類やテルペン類、リグニンなどの化学物質が蓄積した層で壁を作ることにより感染拡大が停止します。このように、動かない樹木であっても細胞レベルでは微生物との活発な攻防が行われているのです。

マツ枯れで枯れる日本のマツ、 防御は効いていないのか？

マツ材線虫病（通称マツ枯れ）は、マツノザイセンチュウという体長1mm程度の線虫によって引き起こされるマツの伝染病です。100

年以上前に北米から持ち込まれた侵入病害で、不運なことに日本のクロマツやアカマツはマツノザイセンチュウに対する抵抗力が非常に弱かったため、ほとんどのマツ林が壊滅的な被害を受けました。

それでは、線虫に感染したマツの中で防御反応が行われていないのかというところではありません。線虫を苗木に接種すると、感受性マツの樹皮や材の柔細胞（生きた細胞のこと）でリグニンやフェノール類の蓄積がみられます。しかし、線虫は、マツが化学物質で壁を作る前に防御途中の細胞を破壊して、移動してしまいます（図1）。そのため、防御の壁は断片的にしかなりえず、感染拡大を防ぐことができないのです¹⁾。一方、国内ではこれまでに、線虫を接種しても枯れにくい抵抗性品種が複数開発されています（演習林でも抵抗性アカマツを開発し、2家系が品種登録されています）。このうちの抵抗性クロマツ1品種を使って調査したところ、線虫の移動は感染直後から感受性品種よりもゆっくり起こるため、リグニンの合成が間に合い、連続した壁で取り囲むことができることが分かりました¹⁾。このように効果のある防御反応が具体的に示されたことで、今後はより焦点を絞った品種開発が可能になるかもしれません。

樹木の防御反応を誘導する エチレン

植物の誘導防御は、今まさに加害されている細胞だけで起こるわけではなく、隣接している未加害の細胞や、防御の種類によっては数十cm離れた細胞でも起こります。これには、加害された細胞やその周囲の細胞で作られる情報

伝達物質が関与することが分かっています。情報伝達を担う物質としては様々な化学物質が知られていますが、特に長距離まで情報伝達する物質としてはエチレン・ジャスモン酸類・サリチル酸の3つの植物ホルモンが代表的です。

私たちはこれらの植物ホルモンが樹木の防御反応にどのように関わるのかについても研究しています。例えば、元々樹脂道を持っていない樹種でも、傷などのストレスによって傷害樹脂道の形成や樹脂の流出が起こることがあります（図2）。私たちはヒノキやサクラなどの樹木を使って、傷害樹脂道や樹脂生産がエチレンによって直接的に誘導されること、樹種によってエチレン濃度に対する反応が違うことなどを明らかにしました^{2, 3)}。このような研究は単に防御反応の生理特性を明らかにするだけでなく、樹木とそれを加害する生物との間の防御・加害戦略を理解することにもつながります。

引用文献

- 1) Kusumoto D, Yonemichi T, Inoue H, Hirao T, Watanabe A, Yamada T (2014) Comparison of histological responses and tissue damage expansion between resistant and susceptible *Pinus thunbergii* infected with pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus*. J For Res 19: 285-294.
- 2) 楠本大・鈴木和夫（2001）エスレル処理によるヒノキ科樹木の傷害樹脂道形成の誘導. 木材学会誌 47: 1-6.
- 3) Carolina A, Kusumoto D (2020) Gum duct formation mediated by various concentrations of ethephon and methyl jasmonate treatments in *Cerasus × yedoensis*, *Prunus mume* and *Liquidambar styraciflua*. IAWA J 41: 98-108.

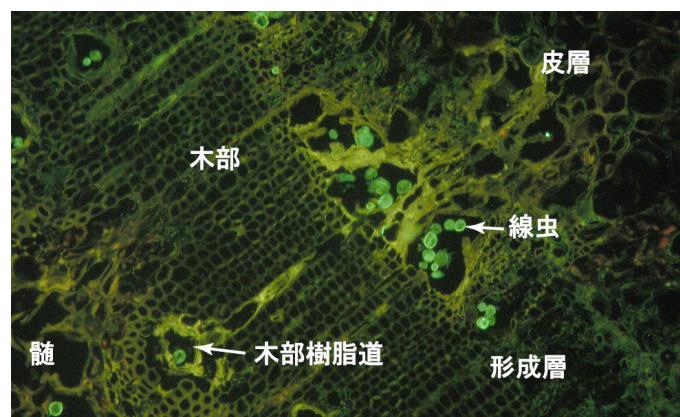


図1 線虫接種した感受性クロマツ苗の蛍光顕微鏡写真

線虫（丸い緑色の蛍光）が柔細胞を破壊して広がっている様子が見取れます。



図2 ソメイヨシノの枝でみられた樹脂（ガム）流出

ストレスを受けた時に作られるエチレンによって樹脂生産が誘導されます。

大雨時の山地流域におけるピーク生起時刻の遅れは 斜面ではなく主に河川で生じる

森林流域管理学研究室 生態水文学研究所 浅野 友子

山地森林流域に降った大雨は どのように流出するか？

山地森林流域ではまとまった雨が降ってもほぼ全ての降雨はいったん地中にしみ込み、斜面の表土層や風化基岩中を移動して河川に達し、合流しながら河川を流れ下って流域から流出します（図1）。降雨の波形（時間変化）は河川流量の波形に変わりますが、その際ピークは低くなり、ピークのタイミングは遅れることから、森林流域には洪水流出を緩和する機能があると言われています。これまで、主に中規模降雨時の観測結果にもとづき、山地森林流域で降雨のピークを遅らせるのは斜面での水移動であるとし、洪水予測が行われてきました。しかし、大雨時には観測データの取得が困難で、流域内に広がる斜面の応答速度を定量化する方法がなかったことなどから、実態がわかっていませんでした。

斜面と河川で降雨ピークの 伝播速度を定量化

南伊豆町にある樹芸研究所青野研究林の4.5km²の流域内の16箇所で1分間隔の水位観測を行い、それぞれの地点でピークの生起時刻を測定し、降雨ピークに対する水位ピーク生起時刻の差から遅れ時間（以下、「ピーク到達時間」）を求めました（図1、2）。また、各水位調査地点について詳細な地形情報を用いて斜面長や河川長の空間分布を評価し、ピーク到達時間と比較しました。すると、1年～数年に1度の確率で生じる大雨時には、ピーク到達時間は河川長が長いほど遅くなる直線的な関係があ

り、その直線を河川長ゼロの場合に外挿すると、ピーク到達時間はゼロに近い値となりました。その一方で、ピーク到達時間と斜面長との関係は見いだせませんでした。このことから、累加雨量が大きくなり流域が十分湿潤な状態になると、斜面ではピークの遅れがほとんど生じず、遅れはほぼ河川の流下過程で生じることが明らかとなりました¹⁾。

この観測結果から斜面でのピークの伝播速度を定量化する新たな方法を開発しました。1年～数年に1度の大雨時には、斜面でのピーク到達時間は2分以内で、斜面長をピーク到達時間で除して求めた斜面でのピーク伝播速度は最大で4.3m/sでした。このピーク伝播速度は、これまで観測されてきた水分子が地中を移動する速度に比べて2倍～1桁以上早いものでした。このことから、斜面が一定程度湿潤な状態になると降雨ピークは主に圧力水頭の伝播によって速やかに斜面を伝わり、河川に一齐に水がもたらされると推定されます。斜面でこのような現象が生じていることは、近年、理論的には予測されてきてはいましたが、現地観測で明らかにしたのはこれらの研究がはじめてでした²⁾。大小の礫からなる山地河川は、下流の河川と比べて水が流れにくいいため、増水時も流速が増加しにくく、水深が上昇しやすい特徴があります。このような山地河川の特徴も、ピークの遅れが斜面ではなく主に河川で生じた理由の一つと考えられます。

気候変動に直面するなかでの 洪水予測精度向上にむけて

以上の結果は大雨時に雨量がある一定量を超

えたときに、斜面での水移動のしくみが急にそれまでとは異なるものに変化することを示しています。つまり、今まで採用してきた仮定の延長線上では、大雨時の流出現象を予測できないことを意味します。気候変動に直面し、これまで経験したことのない気象条件下で山地からの流出を予測し、洪水や土砂災害を防ぐには、大雨時の水移動のしくみを理解したうえで、予測モデルに反映させていくことが急務です。まずは大雨時の水位や流量データを確実に取得し、現象理解をすすめていくことが重要です。東京大学演習林では、降水量、流出水量の観測を行い、データを蓄積しています。

ご紹介したのは、内田太郎さん（筑波大学）、友村光秀さん（株式会社 気象工学研究所）との共同研究の成果でこのたび日本森林学会賞を受賞しました。推薦、選考してくださった方々、ご協力いただいた演習林の教職員、学生の皆様に深く感謝します。

引用文献

- 1) Asano Y., Uchida T. (2018) The roles of channels and hillslopes in rainfall/run-off lag times during intense storms in a steep catchment. *Hydrological Processes*. 32 : 713-728
- 2) Asano Y., Uchida T., Tomomura M. (2019) A novel method of quantifying catchment-wide average peak propagation speed in hillslopes: fast hillslope responses are detected during annual floods in a steep humid catchment. *Water Resources Research*, 56, e2019WR025070

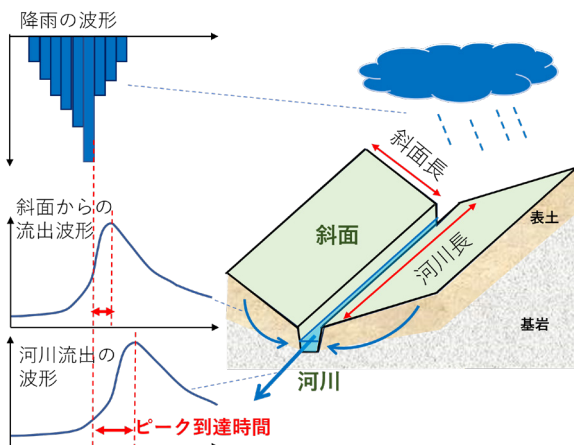


図1 山地流域の主な地形要素、斜面と河川における水移動と降雨、流出波形の概念図

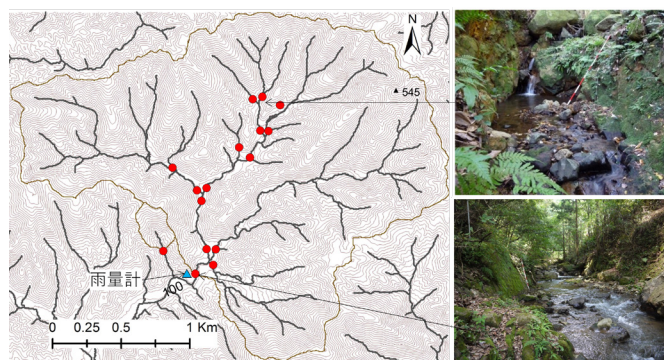


図2 東京大学樹芸研究所の調査流域の地形と水位観測地点（赤丸）写真は河川の様子

千葉演習林「高校生ゼミナール」開催

千葉演習林では2023年7月27～29日の2泊3日で、近隣に所在する千葉大学海洋バイオシステム研究センターと共催で「高校生のための森と海のゼミナール～大学の先生と考える環境問題と生物多様性～」を開催しました。今年は極端な空梅雨からの快晴続きで、猛暑に注意しての運営でしたが、定員いっぱいの10名の高校生が元気に参加してくれました。定番の森林観察や磯の生き物観察に加え、各自で設置した自動撮影カメラで「キョーン」やハクビシンの姿を捉え、またドローン等を用いた森林調査などの最近のトピックについても紹介しました。20年以上続く本イベントも、コロナ禍の時期には中止や「オンライン+日帰り」での実施を強いられました。今回は、2年前の日帰り実施の際にも参加してくれた1名を含め、みなさん奥深い大森林と豊かな海を満喫してくれたことと思います。

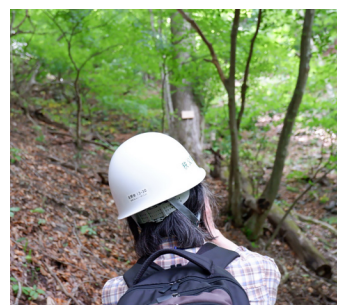


モニターに映して、ドローンの操縦画面や空からの映像を見学

東京大学の森育成資金イベント「秩父演習林見学会」を開催

2023年5月27日に東京大学の森育成資金イベント「秩父演習林見学会」を開催しました。秩父演習林では、2年に1回、東京大学の森育成資金にご賛同いただき、秩父演習林で記念樹を希望してくださった方を対象に見学会を行っています。2018年度以降、2019年の台風災害の復旧作業の影響やコロナ禍のため開催することができず、今年5年振りに寄付者の皆様をお招きすることができました。

今回は、ご家族やご友人とともに5組13名の方にご参加いただき、午前中はワサビ沢展示室を見学し、山田利博林長より秩父演習林の近況報告を行いました。昼食は青空の下、用意したシシ汁をご堪能いただきました。午後はバケモノ沢モノレールの体験乗車で少しか秩父の急斜面を体験、その後樹木園へ移動し、記念樹と一緒に記念写真を撮ったり、樹木についてお話ししたりしながら、森林散策を楽しんでいただくことができました。天気にも恵まれ、気持ちのよい一日となりました。



離れた場所から記念樹をバシヤッ

富士癒しの森研究所の一般開放に向けて

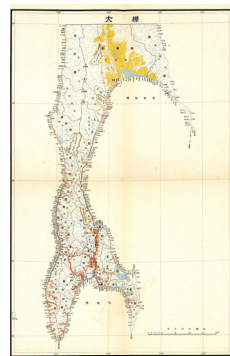
富士癒しの森研究所では今期計画の活動方針として「続・癒しの森プロジェクト」を掲げています。その中の事業の一つが、より多くの地域住民や来訪者が森林や緑地に親しめることを目標とした一部エリアの一般開放です。これまで2021年秋と2022年春に試験的取り組みとしてそれぞれ二日間の一般開放を試行しました。この経験を参考に本年度はいよいよ本格的な一般開放に向けて準備を進めています。誰もが自由に、安全かつ快適に森の癒しを享受できるように、地域住民有志による「癒しの森の会」メンバーと研究所職員が一般開放の際の利用ルールや必要となる掲示物、公開エリアの設定等を定期的に話し合っています。秋頃の一般開放開始を目標として準備を進めています。詳細が決まり次第、研究所ウェブサイトや山中湖村広報でお知らせする予定です。



試験一般開放（2021年）の様子

演習林画像データアーカイブズの紹介

東京大学演習林は1894（明治27）年に日本で最初の大学演習林として千葉演習林が創設されてから129年にわたる研究と教育の歴史を有しています。その研究・教育活動の過程で、写真、大判図面、動植物標本など、さまざまな資料が蓄積されてきました。遠隔地の地方演習林に所蔵されてきたそれらの資料は、これまで主に演習林内の研究者によってさまざまに活用されてきましたが、広く一般にはそれらの存在自体が知られておらず、活用も難しい状態でした。演習林では、各方面からの支援をいただきつつ、これらの資料のデジタル化を順次進めて「演習林画像データアーカイブズ」として広く公開しています（演習林ウェブサイト「公開データ」内にリンクがあります）。こちらの写真は公開している資料の一つで、1914（大正3）年に設置され1945（昭和20）年第二次世界大戦終戦までの期間存在した東京帝国大学農学部附属樺太演習林に関する演習林が所蔵する資料の「樺太地図」です。



「樺太地図」当時設置された各帝国大学（東京帝国大学、京都帝国大学、北海道帝国大学、九州帝国大学）演習林の位置が記されています

ふるさと納税で「砂出し」体験

生態水文学研究所では1922年の設置当初より、森とそこから流れ出る水や土砂との関係を研究しています。それらの観測結果や研究成果を、さまざまな社会連携の機会を通じて、地域社会に向け発信してきたところですが、観測や成果をより具体的に、より身近に感じていただくために、ふるさと納税をつかった観測体験を2023年8月よりはじめました。森から流れ出る水の量を正確に観測するためには、上流から運ばれて観測用のプール（量水堰）に溜まった土砂の量を定期的に測定・下流に排砂する作業が欠かせません。「砂出し」と呼ばれるこの作業には、成果が目に見えやすいためか、休憩を忘れて作業に没頭する学生が続出します。学生が没頭するほどの作業を地域社会の皆様にも体験していただき、演習林をはじめとする大学における教育や研究を理解していただくきっかけにしてみたいと考えています。交流協定を締結する瀬戸市にも貢献できると期待しています。



砂出し作業をする学生の様子

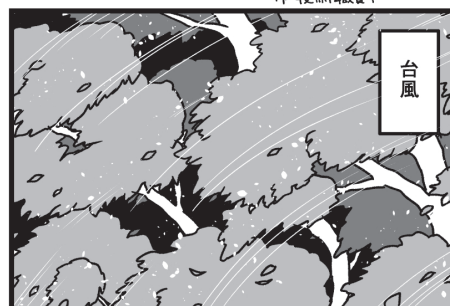
田無演習林で 公開講座「松の世界」を開講

2023年4月29日、5月21日、6月24日の3日間、田無演習林にて市民向け公開講座「松の世界」（前期）を開講し、5名の方が受講されました。マツは田無演習林の所在する武蔵野地域を代表する樹種のひとつであり、田無演習林にも関わりが深い樹です。実際に田無演習林では、大学生が林業苗木の生産を学ぶための教材として、農学部の実習で毎年扱っています。本講座の実習でも、学生実習と同じ播種や植替の作業を受講者に体験してもらいました。このほかマツの多様性と系統、マツタケと菌根、マツ枯れを題材として、座学と実習を組み合わせ、幅広い視点でマツへの理解を深めていただきました。9月からは後期の3回を開講する予定で、マツの資源利用、盆栽としてのマツ、文化・芸術の中のマツといったテーマを取り上げていきます。こうした市民向け講座は、大学ならではの社会貢献の一環として今後も続けたいと思います。



マツの大敵である「マツ枯れ」の病原線虫の接種試験を体験

演習林のおしごと 016



富良野市森林学習サポーターの スキルアップに協力



サポーターやサポーターを目指す人に演習林職員が森林の説明

富良野市では、主に小中学生を対象に、森林を題材にした学習を行う「森林学習プログラム」を行っています。東京大学北海道演習林では、学習の題材として演習林内の森（神社山）を提供するだけでなく、学習活動を支援するために一般の人から募った「森林学習サポーター」の養成・スキルアップにも協力しています。今年度は、毎年行っている新たにサ

ポーターを目指す人の養成のための講義や野外学習に加えて、すでにサポーターに認定された人のスキルアップを目的に、富良野における森林と水の関係についての講義も行いました。さらに、演習林が実施している公開行事「大麓山ハイキング登山会」（富良野市と共催）でも、森林学習サポーターにガイドとして参加してもらい、ガイドとしてさらなるスキルアップを図ってもらいました。

投稿企画
morikara川柳

けものみち 元の道より 高規格

演習林 自衛隊に 間違われ

年輪を 見ると浮かぶ あのお菓子

morikara では、みなさんが作った演習林に
まつわる川柳を募集しています。
右のQRコードからご投稿ください。



表紙写真：冬のカラマツ林（富士癒しの森研究所）

地方演習林

- | | |
|----------|-----------|
| 千葉演習林 | 北海道演習林 |
| 秩父演習林 | 田無演習林 |
| 生態水文学研究所 | 富士癒しの森研究所 |
| 樹芸研究所 | |

研究室

森林圏生態学研究室
森林生物機能学研究室
森林圏生態社会学研究室
森林流域管理学研究室

センター

- 教育・社会連携センター
フィールドデータ研究センター

東京大学演習林には7つの地方
演習林、2つのセンターと4つの
研究室があります。

東京大学演習林

