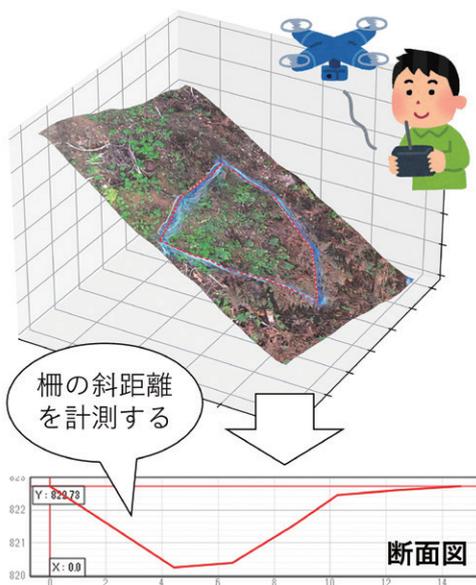


センターだより No.146, 2025 4

- 寸法安定化技術を活用した奈良県産材の用途開発－床暖房対応床材としての性能評価－
- 穿孔性害虫のニホンキバチ
- デジタル技術を用いた斜距離計測の検討について
- フォレスターアカデミーでの学び 2024(Ⅱ)
- ミニ・ニュース



デジタル技術のさらなる活用に向けて
(詳しくは6ページ)



フォレスターアカデミーでの学び 2024(Ⅱ)
(詳しくは7ページ)

寸法安定化技術を活用した奈良県産材の用途開発

－ 床暖房対応床材としての性能評価 －

木材利用課 岩本 頼子

1. はじめに

木材は、乾燥条件下では放湿し収縮する一方、高温条件下では吸湿し膨潤するという性質があります。このため、例えば無垢の板材を床暖房設備がある床に使用すると、冬季は暖房に伴い床材が乾燥し隙間や反りが発生する一方、夏季は多湿のため床材同士が突き上げるなどの不具合が生じるおそれがあります。これまで、奈良県森林技術センターでは、木材の用途を広げるため、このような木材の寸法変化を低減する処理、すなわち、寸法安定化に関する研究を数多く実施してきました。

ここでは、研究事業「寸法安定化技術を活用した奈良県産スギ材・ヒノキ材の用途開発」において検討した、ジカルボン酸を用いた寸法安定化処理材について、簡易方式の床暖房試験を行い、床板として施工した際の寸法安定性能を評価した結果¹⁾について報告します。

2. 材料と方法

木材試験体は、気乾状態のスギ板目板（寸法：厚さ(R方向) 15mm×幅(T方向)約 110mm×長さ(L方向)約 2000mm）9体から作製しました。L方向に連続して960mmの大きさに切断し、同じ板材から採取した1体を処理用、もう1体を無処理用とし、1条件あたり9体の試験体を使用しました。両木口面をエポキシ樹脂で封じ、処理用試験体は気乾（推定含水率約 12～14%）状態のまま、注入処理に供しました。

処理薬液は、これまでの検討結果²⁾をふまえ、水を溶媒としてコハク酸(HOOC(CH₂)₂COOH、分子量 118、以下 SA と略す)と、アジピン酸二アンモニウム(NH₄OOC(CH₂)₄COONH₄、分子量 180、以下 DA と略す)とを 2:1 の割合で配合し、薬剤の合計として 0.8mol/L となるように濃度調整したものを用いました(表 1)。

注入処理は、試験体の処理前の重量、寸法を測定した後、薬液に試験体を沈め、減圧・加圧注入缶((株)

表1 処理薬液中の SA と DA の配合比と濃度

配合比 SA : DA	濃度 mol/L	SA		DA	
		mol/L	g/100ml	mol/L	g/100m
2 : 1	0.8	0.54	6.4	0.26	4.7

SA: コハク酸 DA: アジピン酸二アンモニウム

ヤスジマ製)を用いて、-0.07～-0.10MPa の減圧下で1時間、続いて1.0～1.2MPa の加圧下で2時間、さらに常圧に戻した後、薬液中に一晩静置して行いました。注入処理後、室内で4週間風乾、続いて送風乾燥機を用いて 40°Cで120時間、70°Cで6時間乾燥した後、引き続き 105°Cで72時間乾燥しました。処理試験体9体の処理前後の全乾重量、寸法から、重量増加率 (WPG) および幅方向のバルキング率 (B) を求め、それぞれ平均値を算出しました。

処理試験体を、20°C、65%RH の恒温恒湿室内で3日間静置した後、厚さ 12mm にプレーナで仕上げ、さね加工と片面塗装(油性塗料 オスモカラーフロアークリアーエクスプレス(透明)2回塗り)を施しました。この際、さね部を含めた幅を約 110mm、床板の働き幅を約 105mm としました。また、無処理試験体についても同様に加工、塗装しました。

簡易床暖房試験は、大阪ガスマーケティング株式会社 商品技術開発部の協力のもと実施しました。本試験は、(一財)ベターリビングの温水床暖房用熱耐久性試験(ガス会社基準方式)よりも施工面積が小さいことから、簡易床暖房試験と称しています。処理試験体9体、無処理試験体9体をそれぞれ、80°Cの温水が通湯される床暖房ユニット上に、接着剤とステーブルにより固定して敷設しました(図1)。



図1 簡易床暖房試験における試験体敷設の様子 (左:無処理試験体、右:処理試験体)

1ヶ月以上連続通湯し、各試験体の含水率、幅方向の反り、隣接する試験体間の隙間、段差等を測定しました。反りの測定箇所数は、各試験体の長さ方向に5ヶ所ずつ、1ユニットあたり45ヶ所とし、隣接する試験体間の隙間と段差については、各試験体の長さ方向に5ヶ所ずつ、1ユニットあたり40ヶ所としました。

3. 結果

処理試験体の平均注入量は 763kg/m^3 、処理によって得られた WPG の平均値は 21.8%、幅方向の B の平均値は 3.8% でした。

簡易床暖房試験開始時の含水率は、処理試験体、無処理試験体ともに約 7% でしたが、連続通湯により、無処理試験体は 0% に達し、処理試験体は概ね 2~3% の値で推移しました。そのような水分状況において、無処理ユニット、処理ユニットそれぞれに、全測定位置 40ヶ所において、試験中に計測された隙間の最大値を図 2 に、初期値を基準とした段差変動の最大値を図 3 に示します。無処理試験体間では最大 2.80mm の隙間が発生したのに対し、処理試験体間では最大で 0.35mm であり、本処理によって隙間の発生量が大幅に低減することがわかりました。また、段差については、無処理試験体間では、最大 0.44 mm の変動があったのに対し、処理試験体間では最大 0.12mm の変動にとどまりました。

さらに、図 4 に示すように、無処理試験体における幅方向の反り(絶対値)の平均値は、試験開始時 0.20 mm、終了時 0.21 mm でしたが、試験中、9体のうち5体に、試験開始前とは反対方向(凹方向)の反りがみられました。一方、処理試験体は、試験開始時に平均値として 0.31mm の反り(凸方向)がありましたが、試験終了時においても逆方向の反りはほとんど見られず、0.19mm まで低減しました。

4. おわりに

木材にとっては過酷な使用環境となる、簡易床暖房試験を行った結果、スギの無垢板材においても、本処理によって高い寸法安定性が発現し、床暖房用床材としての利用が期待できることが確認されました。実用化に向け、さらに検討を進めていく予定です。

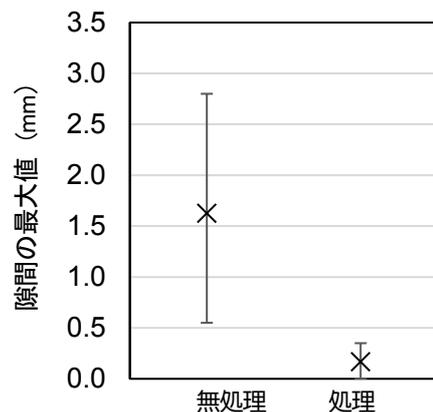


図2 全測定位置における隙間の最大値
縦線:最大値と最小値の範囲 ×:平均値

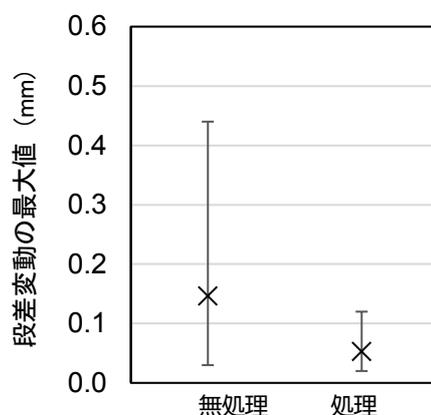


図3 全測定位置における段差変動の最大値
縦線:最大値と最小値の範囲 ×:平均値

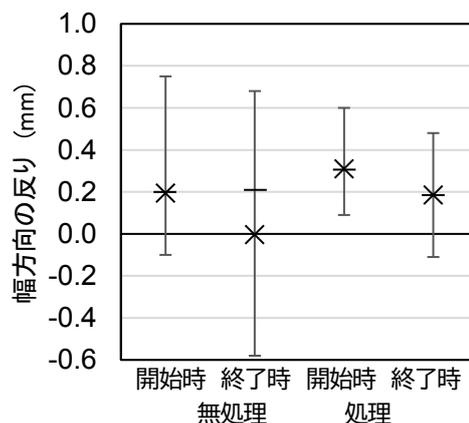


図4 各板における幅方向の反り
縦線:最大値と最小値の範囲 ×:平均値 - :絶対値の平均値

- 1) 岩本頼子, 増田勝則: ジカルボン酸処理木材の床暖房対応フローリングとしての性能評価. 木材工業. 79(12), 507-512(2024)
- 2) 岩本頼子, 矢杉瑠美: 奈良県産スギ材およびヒノキ材の寸法安定化技術の検討(第3報). 奈良県森林技術センター研究報告. 50, 69-76(2021)

穿孔性害虫のニホンキバチ

森林資源課 若山 学

1. ニホンキバチ

ニホンキバチ（以下、本種）は奈良県の主要造林樹種となっているスギ、ヒノキのほか、数種類の針葉樹の材部を利用するハチの仲間です。成虫（図1）は体長約20～40mm程度の大きさになります。ミツバチやスズメバチと違い、大きな集団を形成して生活することはしていません。また、人を刺したりすることはありません。本種雌成虫は樹幹の材部に産卵し、孵化した幼虫は材内を穿孔しながら成長して大きくなり、蛹を経て、成虫となって樹幹外に脱出します。生活環は通常1年1化とされています。



図1 ニホンキバチ雄成虫

2. ニホンキバチが関係する林業被害

本種雌成虫は体内に共生菌を保持しています。産卵の際に、樹皮の上から樹幹内の材部まで産卵管を差し込みますが、同時に体内に保持されている共生菌も材内に注入されます。産卵されたスギ、ヒノキが生立木であった場合、共生菌の作用により材変色が発生します（図2、図3）。そして樹幹内に穿孔している本種幼虫は、共生菌に感染した材を食べて成長していきます。このスギ、ヒノキの材変色は九州地方から東北地方まで全国的に報告されています。奈良県内では吉野地域で昔から、伐採したスギの木口面にアカバチ、クロバチ、ホシ等と呼ばれる材変色が生じる被害が確認されていました。また、磨丸太生産が活発に行

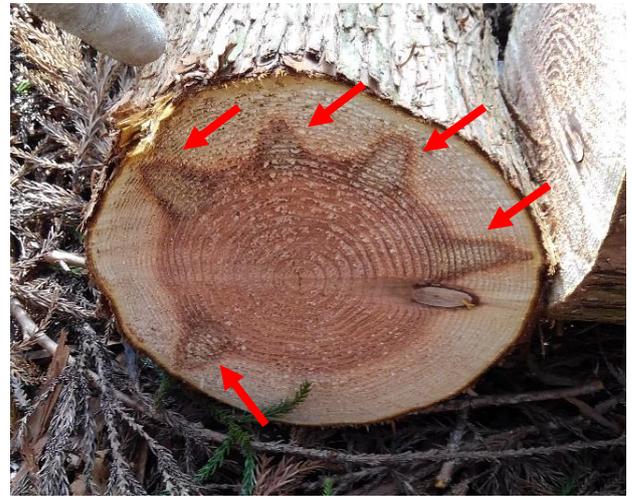


図2 間伐直後のスギの材変色(赤矢印先部分)



図3 間伐直後のヒノキの材変色(赤矢印先部分)

われていた頃には、磨き上げた丸太表面に4mm程度の小さな穴が十数個程度あく被害も多く報告されていました。これは本種が樹幹内から脱出する際に生じるものです。これら材変色、材表面の穴、そして幼虫が穿孔する坑道は、磨丸太、化粧材、無節柱材等の商品価値を大きく損ねることとなり、重要な林業被害として認識されました。

3. 奈良県内のニホンキバチとその他のキバチ類の生息状況と被害の現状

当センターでは過去に、宇陀市室生向測地内の2つのヒノキ林分（調査開始時で林齢17年生と

28年生の林分)で本種成虫の捕獲調査を行いました。方法は、本種を誘引する薬剤を入れた円筒形の捕獲器に粘着シートを敷設し、それぞれの林分に3器ずつ、高さを1.5mの位置に設定し、それぞれの林分内で1辺が15mの三角形になるように配置して本種成虫の捕獲を試みました。その結果、複数年間、本種成虫が継続して捕獲され、調査地周辺では本種が生息していることが確認されました(表1)。そして、本種成虫は7月頃から10月頃に発生することもわかりました(表1)。また、この捕獲調査では本種以外のキバチ類のヒゲジロキバチとオナガキバチの成虫も捕獲されました。ヒゲジロキバチは本種と同様に共生菌を体内に保持しており、スギ、ヒノキの材変色被害に関係することが知られています。そのため、図2、図3はヒゲジロキバチが関係する材変色の可能性もあります。なお、オナガキバチは共生菌を体内に保持しておらず、本種等が産卵して共生菌が持ちこまれた木に産卵することで、幼虫は共生菌を利用して成長していることが知られています。

奈良県内全域での本種の生息状況については、詳細な調査が実施されていないため、よくわかっていない状況です。また、同様にヒゲジロキバチやオナガキバチの生息状況についてもわかっていません。しかし、筆者は各種調査や造林関係事業で、間伐直後のスギ、ヒノキの木口面を観察する機会を得た際には、材変色の有無を確認するようにしているのですが、奈良県内の東部地域や南部地域のいくつかの林分で、本種が関係する材変色を確認しています(図2、図3)。このことから、本種やその他のキバチ類は奈良県内に広く生息していると考えています。

さて、現在のところ、奈良県内で本種の関係する材変色は特に問題視されている様子はありません。また、本種成虫の脱出口や幼虫の坑道も大きな問題とはなっていない状況です。ただし、今後、高品質材の生産機運が高まった場合、再び重要な林業被害として認識される可能性があります。森林保護の担当としては、今後も様々な機会を捉えて、奈良県内各地の生息状況等を把握していく予定です。

4. 主な参考文献

- 1) 西口陽康・柴田叡弑・山中勝次：キバチ類による生立木の変色。日林関西支講. 32, 257-260 (1981)
- 2) 柴田叡弑：“害虫による被害と防除”林業ハンドブック・森林の保護. 初版, 奈良, 奈良県林業試験場, 1990, 156-166.
- 3) 福田秀志：キバチ3種の資源利用様式と繁殖戦略. 名大森研. 16, 23-73 (1997)
- 4) 田端雅進：ニホンキバチ、ヒゲジロキバチと共生菌によるスギ・ヒノキ材変色被害に関する研究. 森林総合研究所研究報告. 2, 4 (389) 227-235 (2003)
- 5) 若山学：奈良県のヒノキ林において捕獲されたキバチ類. 奈良県森技セ研報. 33,53-54 (2004)
- 6) 松本剛史・佐藤重穂：キバチ共生菌キバチウロコタケ *Amylostereum laevigatum* を接種した材へのオナガキバチ *Xeris spectrum* の産卵選好度と繁殖成功率. 日林誌. 97, 238-242 (2015)

表1 宇陀市室生向測地内の2つのヒノキ林分で捕獲されたニホンキバチとその他のキバチ類の成虫

種	2000年			2001年			2002年		
	捕獲数	初捕獲日	最終捕獲日	捕獲数	初捕獲日	最終捕獲日	捕獲数	初捕獲日	最終捕獲日
ニホンキバチ	11	8月20日	10月4日	9	7月12日	10月4日	8	8月1日	10月14日
ヒゲジロキバチ	11	6月22日	7月9日	1	6月24日	7月9日	0	-	-
オナガキバチ	5	6月22日	8月20日	11	6月3日	8月20日	5	6月3日	8月20日

デジタル技術を用いた斜距離計測の検討について

森林管理市町村連携課

1. はじめに

近年、デジタル技術の発展は著しく、ドローン写真、航空レーザ計測等の活用が全国的に進んでいます。特に奈良県では「奈良県 GNSS 測位機器による造林補助金交付申請事務取扱要領」が制定されて以降、より効率的な面積計測の手法として、官民間問わず GNSS 機器の導入・活用事例が増えています。

一方、GNSS 測量では、水平方向に比べ、高さ方向の測位精度が劣るとされているため、高さ情報を扱う「斜距離」を GNSS 機器のみ（単独測位）で高精度に計測することは困難と言えます。そこで今回は、高精度な高さ情報をもつ航空レーザ計測データと各種デジタル技術を組合せることで、適切な斜距離計測手法の検討に向けた基礎調査を行いました。

2. 材料・方法

今回は、森林・林業分野における測量項目の中で斜距離情報を使用している「防鹿柵延長」の計測を想定し、従来の計測手法とデジタル技術による計測手法にて、混交林誘導整備事業のギャップ地における既設防鹿柵（3プロット）の延長（斜距離）を計測しました。以下に各計測手法を示します。

従来手法：①巻尺（ガラス繊維）、①レーザ測距計付きデジタルコンパス（*Trupulse360R*）

デジタル手法：②GNSS 機器（*RWX.DC*）+DEM、③ドローン（*DJI Air 2S*）写真から生成したオルソ画像（GCPなし）+DEM、④GNSS 機器のみ

デジタル手法では、まず GNSS 機器またはドローンを用いて現地計測を行い、QGIS 上で防鹿柵の（平面の）ラインデータを作成します（図1）。高さ情報については、航空レーザ計測から得られた DEM（数値標高モデル）を使用し、これらのデータを QGIS の「Profile tool」というプラグインツールを用いて斜距離を算出しました。なお、メッシュサイズ等の違いによる影響を確認するため、2種類の DEM を使用しました（メッシュサイズ・出典：0.5m メッシュ・奈良県森林環境課、5m メッシュ・国土院）。なお、参考として GNSS 機器のみの計測も行いました。また、原則として、各手法では柵の支柱を測点としました。

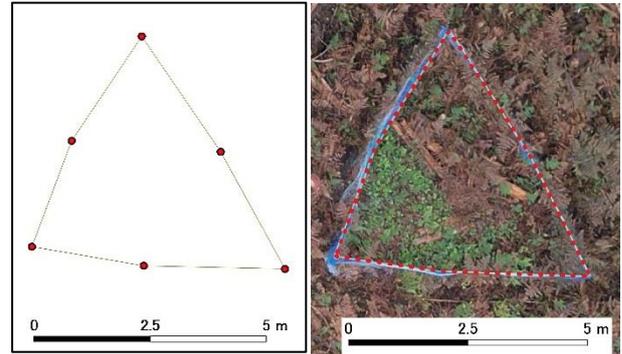


図1 左:GNSS 測量のポイント(測点)とラインデータ
右:ドローン写真から作成したラインデータ

3. 結果と考察

直接計測を行う巻尺の計測値を基準に、他手法の誤差率を求めたところ、デジタル手法（②GNSS、③ドローン）では 0.5mDEM を使用した場合に誤差が小さく、従来手法（①デジコン）とも近い結果でした（表1）。0.5mDEM は、5mDEM と比べて地形を高解像度に表現するため、斜距離計測に有効であったと考えられます。なお、GNSS とドローンはどちらも測位精度が立地環境等の影響を受けるので、両者間の精度差を判断するためには追加の調査が必要といえます。

表1 3プロットにおける巻尺と他手法との誤差率
※計算式: (他手法の延長 - 巻尺の延長) / 巻尺の延長

	計測手法		1	2	3	平均
	平面情報	高さ情報				
①	デジコン		-1.2 %	-1.7 %	-1.2 %	-1.4 %
②	GNSS	0.5mDEM	-3.5 %	1.0 %	9.7 %	2.4 %
	GNSS	5mDEM	-1.0 %	5.3 %	20.2 %	8.2 %
③	ドローン	0.5mDEM	1.1 %	0.2 %	1.3 %	0.9 %
	ドローン	5mDEM	7.5 %	1.9 %	4.2 %	4.5 %
④	GNSS		-6.9 %	-12.4 %	-10.2 %	-9.9 %
①	巻尺 (の延長)		32.6 m	17.8 m	16.1 m	

4. おわりに

限られた環境下ではありますが、デジタル技術を活用することで、効率的に従来手法と同等の精度が得られる可能性を確認することができました。今後は、様々な環境下での調査や統計分析を進め、デジタル手法の信頼性や有効性を確認していきます。

フォレスターアカデミーでの学び 2024(Ⅱ)

森林管理市町村連携課（森林管理職）



左から 西田、坂野、大場

令和6年4月1日に奈良県職員の森林管理職として採用された、西田、坂野、大場です。センターだよりNo.145に引き続き、それぞれが印象に残った内容について、紹介したいと思います。

オープンキャンパスの企画（大場 公隆）

住民向け広報Ⅰの授業として8月に行われたアカデミーのオープンキャンパスでは学生がフリートーク、林業機械、森づくりの3企画を担当しました。学生目線で発見したアカデミーの魅力を来場者に伝えるように4期生一丸となって取り組みました。私たち4期生は年齢が10代から60代まで幅広いですが、この授業でより結束が強まったと思います。この中で私は総括として企画間の調整、外部窓口を行い、イベント目的をぶれずに企画から実施まで一貫する大切さを学びました。アカデミーで得た専門知識を住民にわかりやすく伝えることは配属後にも必要になるので今後も研鑽にはげみます。また、この春卒業した森林作業員学科のメンバーを含めて今後も同期を大切にしていきたいです。

オープンキャンパスのスタッフ集合写真



森林はミステリー

～森林の声を聞け～（西田 章恵）

私が一番印象に残っている授業は、下北山村前鬼での森林生態系概論Ⅰです。どんな授業なのか一言で言うと、じっくりと森林を見て回り、「森林の声」を聞く訓練を行うものです。アカデミー入学当初は森林に関する知識はほとんどなく、講師の先生方が森林や木のどこをどのような視点で見ているのか学び取ることは単に知識としてではなく経験することでしか養えない職人技のように感じていました。今も引き続き「森林の声」を聞けるよう研鑽を重ねているところですが、市町村に配属された際には、地域の森林でしっかりと「森林の声」を聞き、森林と住民の生活が調和できるようにしたいと思っています。



前鬼の美しいトチノキ

観察の大切さ（坂野 良）

アカデミーで4月から学んできた中で「林地の災害リスクⅠ」が特に印象深く関心の高い授業でした。この授業は地形の変化や立木の状態、湿潤指標となる植物などを観察し林地の災害リスクを評価し、それぞれの場所に応じた適切な施業（適地適業）を考えるものです。

何をどのように観察するか、観察したことと学んだ知識とをいかに関連付けるかといった難しさがありますが、この授業を受けてから他の授業や現場での実習、休日の登山などの際に、山の見え方が大きく変わっていることを実感しています。今後の学習を通じてより多くの知識の蓄積や観察力の向上に努め、根拠を示して災害リスクを説明できる力を身につけ、市町村配属後には、森林組合や林業事業者の方々が安全に施業できるように取り組みたいと思います。



湿潤指標植物のタケニグサ

◎奈良県森林技術センター研究成果発表会を開催しました

令和6年12月26日(木)、令和6年度研究成果発表会を開催しました。奈良県森林技術研究評議会の事後評価において主要成果として評価された ①人工林の恒続林誘導のための針広混交林化に関する調査、②吉野林業地へのウィッセン集材機の導入、③バカマツタケの林地栽培技術の改良、④栈木痕の原因究明およびその低減方法の開発の4課題を発表しました。当日は行政関係、木材関連企業・団体、その他 約30名の参加がありました。大変興味深い内容に皆さん熱心に耳を傾けておられました。

これらの内容については、奈良県森林技術センター公式 You Tube チャンネルで公開中ですので、ご興味のある方はページ右下の QR コードから是非ご覧になって下さい。

◎第75回 日本木材学会大会(仙台大会)

標記大会が3月19日(水)～21日(金)に仙台国際センター(宮城県仙台市青葉区青葉山)で開催され、当センターからは下記の研究発表(ポスター発表)を行いました。

中 晶平：「奈良県産スギ大径材から採材した枠組壁工法部材の乾燥特性」

森下真衣：「栈木の材質および形状が栈木痕の発生に及ぼす影響」

大久保朔実：「キハダ小径木の製材歩留まり」

◎第136回 日本森林学会大会

標記大会が3月20日(木)～23日(日)に北海道大学 農学部及び学術交流会館(札幌市北区)で開催され、当センターからは下記の研究発表を行いました。

青山祐輔：「奈良県におけるブナ科樹種の豊凶とツキノワグマの秋季の出没(第2報)」

編集後記

この4月13日から約半年間、2025年大阪・関西万博が開催されます。2005年(平成17年)に開催された愛・地球博に続き、20年ぶりに日本で開催される国際博覧会です。カウントダウンも行われ、ニュースに取り上げられる機会も多くなり、いよいよという感じがしてきました。

大阪での開催は1970年(昭和45年)に開催された大阪万博(EXPO'70)、1990年(平成2年)に開催された国際花と緑の博覧会以来ということになりますが、私自身、幼い頃に行った大阪万博での太陽の塔の大きさや、すごい人混みのなか、アメリカ館で月の石を見たことは、まだ記憶に残っています。奈良県としてもEXPOアリーナや関西パビリオンで様々な企画等を実施し、万博来場者に奈良の魅力を発信していくとのことなので、万博来場の際はお立ち寄りください。

話は変わり、先般、2027年(令和9年)の春に第77回全国植樹祭を奈良県で開催することが決まりました。前回奈良県で開催したのが1981年(昭和56年)ということですから46年ぶりということになりますので、奈良の森づくり活動や観光・県産品等を広くPRし、こちらも盛り上げていきたいですね。

[奈良県森林技術センターだより] 第146号 令和7年4月1日発行

発行 奈良県森林技術センター 編集 奈良県森林技術センター 総務企画課
〒635-0133 奈良県高市郡高取町吉備1 TEL 0744-52-2380 FAX 0744-52-4400
URL <https://www.pref.nara.jp/1771.htm> E-mail shinrin-tc@office.pref.nara.lg.jp

※奈良県森林技術センター公式YouTubeチャンネルで情報発信中です。(QRコードをご利用ください)

