

センターだより No.149,2026 4

- 奈良県産スギ黒心材の抽出成分量の変化が耐朽性能におよぼす影響
- 国宝興福寺五重塔保存修理にかかる木材試験材の乾燥
- 竹材を食害する昆虫について
- シイタケ原木とアカアシオオアオカミキリと森林整備
- 吉野林業地へのウィッセン集材機の導入
- ミニ・ニュース



国宝興福寺五重塔保存修理にかかる木材試験材
(詳しくは4ページ)



竹ざるから粉が
(詳しくは5ページ)



シイタケ原木からカリカリカリカリという音が…
(詳しくは6ページ)



支柱の1本

作業チームの技術力で支柱の設置に成功
(詳しくは7ページ)

奈良県産スギ黒心材の抽出成分量の変化が耐朽性能におよぼす影響

木材利用課 増田 勝則

1. はじめに

スギ黒心材は価格が低い傾向にあり、県産スギを利用するうえで問題となっています。当センターはこれまでに吉野地域産出の樹齢100年前後のスギ黒心材（以下スギ黒心材と記します。）が優れた耐朽性を持つことを明らかにし、外構材への利用の提案と、販売促進のための根拠データを得るため、各種の試験研究¹⁻²⁾を進めてきました。

本研究では、スギ黒心材の耐朽性に抽出成分の含有量が影響していることに着目し、上述の吉野地域産出のスギ黒心材から採取した試験体について、人為的に抽出成分の量を変化させた後、抽出成分の分析と室内耐朽性試験を行い、抽出成分量の変化が耐朽性に及ぼす影響を検討しました。また、同じ個体から採取した試験体について5年間の屋外暴露試験を行っています。今回は抽出成分量の変化が耐朽性に及ぼす影響について検討した結果を報告します。

2. 材料と方法

2.1 材料

奈良県吉野郡の林地で生育したスギ6個体の丸太の元玉または2番玉を厚さ35~40mmの板に製材し、1年6カ月以上天然乾燥したものを使用しました。これらの板から1個体につき1枚選出し、辺材に近い心材部分から、断面30(R)mm×45(T)mm、長さ1000mm(L)以上の角材を離れた部位で2本ずつ計12本採取しました。次に図1に示した角材各1本（図中A,B）から赤い点線枠に示すように、断面はそのままにして繊維方向に10mmの試験体を隣接して9体採取しました。この9体を、それぞれ耐候操作無し(0回)と10回、20回の耐候操作に供する3グループに分け、各グループ3体の中央の1体を抽出成分分析に、その両端を室内腐朽試験に供しました。図1に示されたこれ以外の試験体は、ばく露試験に供しました。

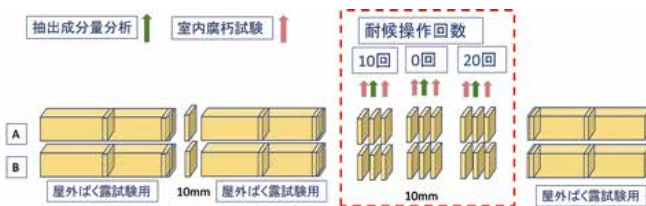


図1 試験体の採取方法

2.2 方法

2.2.1 抽出成分量の分析

耐候操作を行う2グループは試験体を流水中に8時間浸せき、60°Cで16時間乾燥させる操作

を1回としてこの繰り返しを10回と20回としました。耐候操作を繰り返し行うことで、木材中の抽出成分は揮散、溶脱するため、量が減少します。

抽出成分の抽出方法を図2に示します。耐候操作の完了後、試験体をカッターで薄く切削しました。切削片を三角フラスコに採取し、アセトンを加えて振とうして可溶成分を抽出しました。抽出液を希釈せずにガスクロマトグラフ質量分析計で定性分析し、成分量を求めました。

2.2.2 室内腐朽試験

図1に示した各グループ3体の両端の試験体をそれぞれオオウズラタケとカワラタケによる腐朽試験に供し、12週間の抗菌操作前後の重さから質量減少率の平均値（以下質量減少率と記します）を求めました。試験方法はJIS K 1571:2010「木材保存剤—性能基準及びその試験方法」の5.2 防汚性能 5.2.1 室内試験を参考にして行いました。質量減少率はその値が低いほど高い耐朽性能を有することを示します。

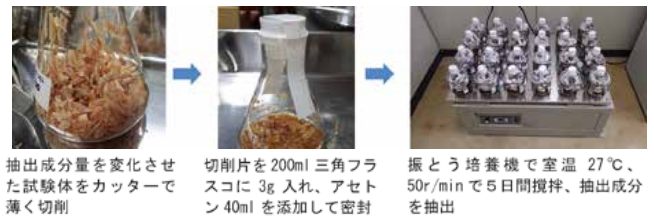


図2 抽出成分の抽出方法

3. 結果

3.1 抽出成分量の分析

ガスクロマトグラフ質量分析計による定性分析で検出されたスギ黒心材抽出成分の一例を図3に示します。3段の上段から耐候操作0回、10回、20回の結果です。この図の縦軸は抽出成分の検出強度（成分量の相対値で以降、成分量と記します）を示します。上段で説明しますと、図中赤線で示されたピーク1つが1種類の抽出成分に相当します。横軸のRetention Time（単位は分、以降R.Tと記します）は、抽出成分の検出時間で、分析時の測定条件が同じであれば同じ時間に出現する、成分に固有の値です。また、格段のグラフ中の青い横線は縦軸の目盛りの縮尺を揃えた同じ量の位置であることを示しています。図3上段グラフの中の特に検出量が多いR.T17.5-18.5分付近の2つのピーク（クベドールおよび4・エピ・クベドール³⁾）とR.T35.5分付近に出現する（フェルギノール⁴⁾）上位3ピークの物質（それぞれピーク1、2、3とします）はスギ材の耐朽性または耐蟻性に寄与することが知られてい

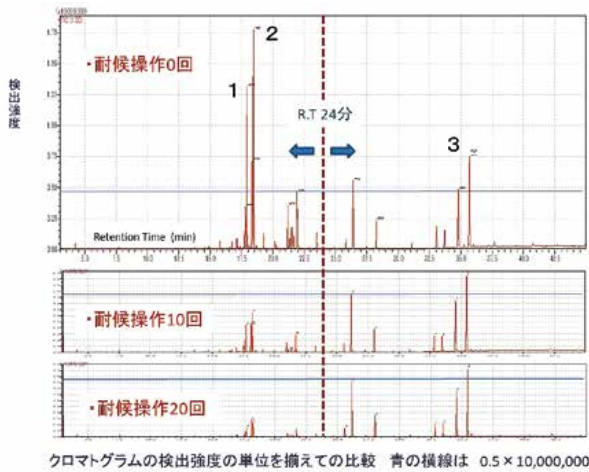


図3 耐候操作の回数による抽出成分量の変化

ます。

図中の R.T.24 分と記された中央の赤い点線を堺にして、その前後で各成分量に違いが見られます。すなわち、これら3つの成分には特徴があり、R.T.24分以前に出現するピーク1と2は耐候操作により成分量が大きく低下していますが、それ以降に出現するピーク3の物質にはほとんど変化がありません。屋外の木材は降雨による濡れと晴天時の乾燥の繰り返し状態に置かれますが、耐候操作の水中浸せきと乾燥という操作はこれを想定したものです。このことから、同様のスギ材を屋外に置いた場合、ピーク1、2に相当する成分は一定期間後に大きく減少するが、ピーク3の成分はあまり変化がないと予測されます。このことは、別に行った2.1材料で記述したばく露試験の結果によっても確認されています。

図4にR.T 18.5分付近に出現した抽出成分(ピーク2)の個体別、採取部位(角材)別の抽出成分の相対量を示します。抽出成分の量は個体により大きな差がありました。また、採取する部位においても差があることがわかりました。

3.2 抽出成分量の変化が耐朽性に及ぼす影響

図5に室内腐朽試験とガスクロマトグラフ質量分析計により検出された上位10ピーク分の合計抽出成分量の関係を示します。この図は、個体別、採取部位(角材)別の抽出成分量とそれに対応する腐朽試験の質量減少率をプロットしたものです。室内腐朽試験の結果、耐候操作無し、すなわち本来のスギ黒心材6個体の質量減少率は平均1.4%で、高い耐朽性を有していました。かつ、図に示されるようにこれら試験体の抽出成分量は大きい値を示しました。そして抽出成分量が減少するにつれて質量減少率が增大し、耐朽性能が低下しました。また、今回のガスクロマトグラフ質量分析計で設定した条件による測定では、図中の赤い点線で示したように、抽出成分量がおおよそ100以下になると、質量減少率が大きく増加し

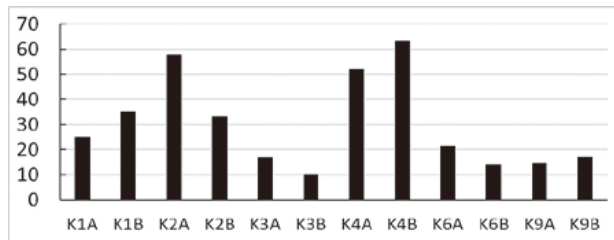


図4 R.T 18.5分付近に出現した抽出成分の個体別、部位別抽出成分の相対量 (K1, 2, 3, 4, 6, 9は個体のI.D、A, Bは角材:部位のI.D)

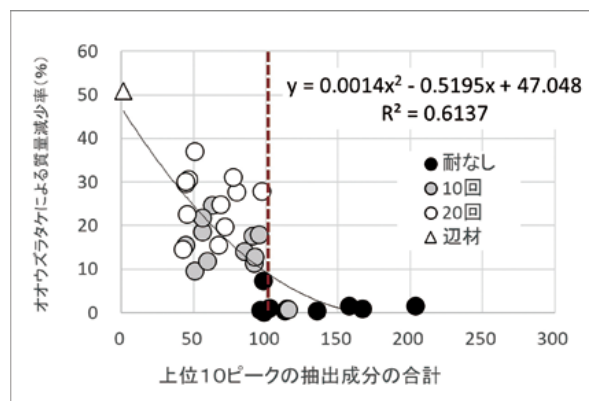


図5 抽出成分量と腐朽試験の質量減少率の関係 (オオウズラタケによる抗菌操作の値)

ました。このことから、スギ黒心材の耐朽性能は抽出成分量がある一定の値以下になると大きく低下することがわかりました。

4. まとめ

スギ黒心材の抽出成分量の変化が耐朽性に及ぼす影響を検討した結果、抽出成分量が耐朽性能に大きく影響し、その量が一定値を下回ると、大きく低下することが確認されました。

耐朽性能に特に大きく影響する3つの成分があり、R.T 17.5-18.5分付近に出現する2つの成分は耐候操作を行うことで大きく減少しました。一方、R.T 35.5分付近に出現する成分の減少量はごくわずかでした。また、スギ黒心材の抽出成分量は個体と採取部位によっても大きな差があることが確認されました。

- 1) 酒井 温子ほか: 黒色部を含むスギ材の材質評価(第1報),奈良県森林技術センター研究報告,49,5-10(2020).
- 2) 酒井 温子ほか:黒色部を含むスギ材の材質評価(第2報),奈良県森林技術センター研究報告,50,57-68(2021).
- 3) 澁谷栄:抽出成分による木材の生物劣化抵抗性,木材保存,34,48-54(2008).
- 4) 中島健,善本知孝,福住俊郎:スギ材中のシイタケ菌阻害成分,木材学会誌,26,698-702(1980)

国宝興福寺五重塔保存修理にかかる木材試験材の乾燥

木材利用課 岩本 頼子

1. はじめに

現在、国宝興福寺五重塔の保存修理が行われています。大規模な修理は120年以上ぶり、奈良県が興福寺より受託し、文化財保存事務所興福寺出張所が、調査と工事を実施しています。そのなかで、「大斗」という屋根の四隅を支える部材（樹種：ケヤキ）（図1）を新しい材に取り替えることになり、当センターに材料の強度試験に使用する試験材の乾燥について協力依頼がありました。ケヤキは、乾燥により、収縮率の増大が生じやすく¹⁾、スギ・ヒノキといった針葉樹よりも乾燥が難しいとされています。乾燥により割れてしまっは必要な試験材が採取できませんので、文献²⁾を参考に割れが生じにくい乾燥スケジュールを組み、乾燥試験を行いました。

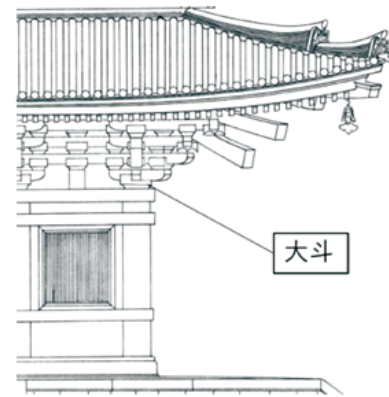


図1 国宝 興福寺五重塔 立面図

文化財保存事務所蔵「興福寺五重塔五拾分一之圖」を一部加工

2. 材料と方法

令和7年10月末に、文化財保存事務所から持ち込まれたケヤキ材18体を使用しました。それらは、令和6年11月に原木から製材され、令和7年8月に木造加工（大まかな形状に加工）された際の端材であり、切り出し直後の表面含水率（含水率計で測定）は40～80%とのことでした。ケヤキの生材含水率は心材で78%³⁾との報告があることから、切り出し時は生材に近かったと考えられます。

試験体の形状は、幅（接線方向）約12cm、厚さ（放射方向）約7cm、長さ（繊維方向）40～52cmでした。試験体作製時、18体のうち8体について、それぞれ試験体に隣接した位置で小試片を採取し、全乾法により含水率を求めました。それらの値から、各試験体の全乾重量を推定したうえで、試験体の重量を測定して含水率を算出し、乾燥経過をモニタリングしました。

乾燥には、恒温恒湿器（(株)エスペック製 PR-4J）を使用しました。

3. 結果

猛暑の影響か、切り出し後約3ヶ月で、各試験体の推定含水率は16.5～22.6%まで低下していました。しかしながら、高周波式含水率計による測定では、部分的に30%を超える試験体もあったため、乾燥スケジュールは段階1～4までは各12時間とし、その後は算出した推定含水率をもとに操作しました。

図2に代表する4体（No.3,6,17,21）の乾燥経過を示します。木口面に少し割れが見られましたが、その他に損傷は見られず、目標含水率15%を下回るまで乾燥

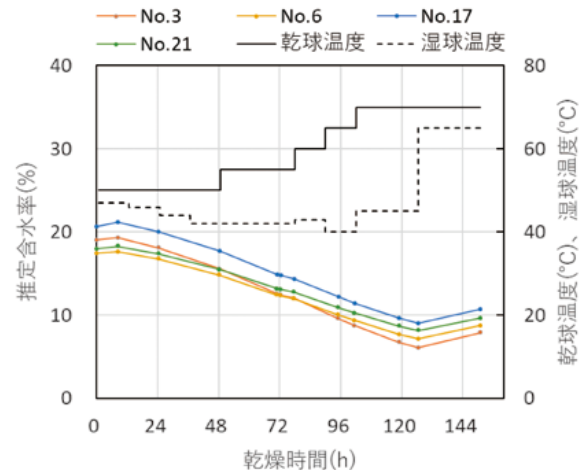


図2 ケヤキ材の乾燥経過

できました。さらに、強度試験の環境に近い20°C相対湿度65%の恒温室内で15日間調湿し、引き渡すことができました。

4. おわりに

当センターでは、これまででも文化財保存修理における部材の樹種や木材害虫の識別、防虫方法にかかる情報提供等行ってまいりました。今後も、このような技術協力を通じ、木の文化の継承に少しでも貢献できればと考えています。

- 1) 寺沢真・筒本卓造：“木材の人工乾燥”. 社団法人 日本木材加工技術協会, 1976. p.45.
- 2) 寺澤真：“木材乾燥のすべて”. 海青社, 1994. p.241.
- 3) 森林総合研究所：“改訂4版 木材工業ハンドブック”. 丸善, 2004. p.58.

竹材を食害する昆虫について

木材利用課 大久保 朔美

1. はじめに

みなさんは「木を食べる昆虫」をご存知ですか？生育している樹木を食べる昆虫といえば、ハチクイの原因とされるスギノアカネトラカミキリや、近年被害が拡大しているクビアカツヤカミキリといったカミキリムシ科やゾウムシ科-キクイムシ亜科の昆虫などが知られていますが、乾燥した木材を食べてしまう昆虫もいます。これらの昆虫はナガシクイムシ科-ヒラタキクイムシ亜科やシバンムシ科の昆虫が有名で、東南アジア産のラワン合板にヒラタキクイムシが頻繁に発生していたことが印象深い方もいるかもしれません。今回は木材と同様に身近な材料である竹材について、それを食害する昆虫を実例とともにご紹介したいと思います。

2. 被害と加害昆虫

過日、竹ざるとともに、ある相談が持ち込まれました。相談者によると、『竹ざるに小さな穴が大量に空いていて、保管している袋の中に竹粉と虫のようなものが溜まっている』ということでした。問題の竹ざるを預かり、顕微鏡等を用いて食害の様子を観察しました。こういった昆虫による食害において、昆虫を同定するには、虫穴などの食害痕や、食べかすやフンなどが混ざってできる粉状の『フラス』の特徴、昆虫が捕獲できればその形態的な特徴から原因となった昆虫を絞り込んでいきます。竹ざるに空いていた穴は1~2mmほどのものが多く、フラスとともに袋内にいた昆虫は3~3.5mmほどであることが観察できました（右図参照）。上記とその他の形態的な特徴、竹材に発生していることなどから、原因となった昆虫は『チビタケナガシクイ』であると推定されました。

チビタケナガシクイは日本を含む世界中に生息する、成虫でも2.5~3.5mmほどの小さな昆虫で、幼虫、成虫ともに竹を食害します。このチビタケナガシクイの特徴的な点は、多化性であるということです。例えば、カブトムシは1年のうち6~8月ごろに幼虫が成虫に羽化して土から出てきます。このように一年に1回だけ成虫が発生することを1化性といい、先に紹介した木材害虫であるヒラタキクイムシなども基本的には1化性です。これに対して多化性というのは年に3回以上成虫が発生することで、アゲハチョウの仲間にも見られます。チビタケナガシクイの場合は一回の産卵数は多くないものの、多化性であることで、発生すれば短期間のうちに被害が拡大

します。食害を防ぐ方策として、竹の油抜きなど様々な対策がとられてきたものの完全な防除は難しく、発見次第、被害材を隔離すること、殺虫処理を行うことが肝要です。

3. おわりに

今回は、相談者は被害に遭った竹ざるを発見してすぐに別の場所に移動させたため、他の竹製品への被害拡大は免れることができました。このケースに限らず、昆虫による材の食害は早期の発見・対処が重要です。木材表面に小さな虫穴やフラスなどを見つけたら、虫害を疑ってみてください。



図 上:竹ざるに空いた虫穴 下:加害昆虫

【参考】

○日本家屋害虫学会 編,家屋害虫事典,株式会社井上書院,1995

○昆虫の生活史.ベレ出版.

<https://www.beret.co.jp/uploads/2022/12/489.pdf> (2026年1月22日閲覧)

○チビタケナガシクイ.東京文化財研究所.

https://www.tobunken.go.jp/ccr/pest-search/species/Coleoptera-beetle/chibitakenaga_shinkui/chibitakenaga_shinkui.html (2026年1月22日閲覧)

シイタケ原木とアカアシオオオカミキリと森林整備

森林資源課 若山 学

今年度（2025年）の7月に、南部農林振興事務所森林共生推進第一課の田中正臣主査から、シイタケ原木を何らかの穿孔性害虫が加害しているかもしれないので、確認して欲しいとの連絡がありました。そこで、当センター内にあるステンレス製の網室（昆虫を逃がさないようにして、観察や飼育等をおこなうための施設）に、シイタケ原木を静置し、シイタケ原木から脱出してくる成虫を捕獲して調べることとしました。そして、捕獲した個体を調べたところ、アカアシオオオカミキリ（*Chloridolum japonicum* HAROLD）とわかりました（写真1）。

アカアシオオオカミキリは、大きさが成虫で体長15mm～30mm、日本国内では本州、四国、九州に生息するとされています。そして、温帯樹林帯下部のクヌギ林に夕刻以降来集するとのこと。奈良県内の平坦部のクヌギ林でも、夜間に普通に観察することができるようです。

このカミキリムシは6月から8月に成虫が羽化脱出しますが、最盛期の7月には「生立木中の幼虫が木をかむ音が聞こえる」と図鑑には記載されています。筆者はその音を確認出来ていませんが、実際に当センターの職員がクヌギを伐採、玉伐りして林内に静置していたところ、玉切りした木の中から「カリカリカリカリ・・・」という音を聞いたという事例があります。



写真1 アカアシオオオカミキリ

なお、このカミキリムシは、これまでシイタケ原木栽培の害虫として扱われた事例はありませんが、シイタケの発生にどのような影響を及ぼすか、継続して観察していく必要があります。

その一方で今回の件は別のことが示唆されます。それは、これまで害虫として認識されていなかった昆虫が、「害虫」として認識される可能性があるということです。

例えば、クスアナアキゾウムシというゾウムシがあります。このゾウムシはその名前からもわかるように、クスノキを餌植物としています。古くはクスノキは樟脳を生産するために九州等で人工造林が行われており、その造林地では害虫として認識され、調査・研究や防除試験が行われていました。現在ではクスノキから樟脳を生産することは非常に少なく、このゾウムシがクスノキの害虫という認識はほとんどありません。ところがこのゾウムシは、シキミも餌植物としています。そのため、シキミの人工栽培が盛んになった地域では、重要な「害虫」として認識され、各種試験・調査が行われ、防除方法が考案されています。このように、時代と共に人間活動が変化すれば、「害虫」や被害という認識も変化していきます。

現在、奈良県では混交林誘導整備事業が推進され、スギ・ヒノキの人工林内にギャップを設け、広葉樹種等を植栽する事業を進めています。樹種や場所によっては、これまで「害虫」として認識されていなかった昆虫が、植栽した樹木を加害する可能性があることを意識して森林整備をおこなっていく必要があります。

主な参考文献)

- 1) 林匡男：“カミキリムシ科”原色日本甲虫図鑑（IV）、第1版、大阪、株式会社保育社、1984、1-146。
- 2) 若山学・井上大成・佐藤重穂・前藤薫：クスアナアキゾウムシの発育に対する温度と日長の影響。応動昆. 54, 97-106 (2010)。

吉野林業地へのウィッセン集材機の導入

総務企画課 西尾 起一

急傾斜地の吉野林業地において、ウィッセン式の集材システムがヘリコプター集材の代わりとなり得るのか？これを解明するため、昨年、黒滝村堂原において、大和森林管理協会・西垣フォレスト KK により、奈良県フォレスターアカデミー所有のウィッセン集材機を使用した、間伐材の搬出実証試験が行われました。奈良県森林技術センターは、架線の設計および現地指導を担当しました。

ウィッセンによる下荷集材は、材の先端を地面から完全に浮かした状態で、搬器の自重で高速滑走させます（スナビング式）。そのため、4 m材を搬出する場合には主索の位置を、地上から8 m（材5 m+搬器・スリング2 m+余裕1 m）と設計する必要があります。支柱・アンカー木、土場・集材機位置、積載荷重などの諸条件を検討して、現地踏査、測量を繰り返し、数案の線形の中から図-1の線を採用しました。搬出コストを下げるため、できるだけ一回あたりの木材積載量を増やしたうえで（1.9 t）、主索最低高8 mを確保するために、高さ20 mの支柱（スカイライ

ン取付位置18 m）を作るという日本式架線ではありえない設計をしました。現実に我々の手で架設できるかどうか不安でしたが、作業チームの技術力と度胸により、胸高直径60 cm以上のスギ・ヒノキの立木を利用した支柱を2本無事作ることができました。

11月12日には、黒滝村のウィッセンの現場において、県内外の事業者、行政関係者など50名を越える参加者を集めて、ウィッセン社CEOを招き、現地研修会が実施されました。その際にウィッセン社CEOより、架線設置状況、作業状況を見て、“Very nice”と賞賛の言葉を頂き、これまで我々が行ってきたことが間違っていないことを確信しました。さらにCEOから、コストを考慮すると、スイスでは、ウィッセンシステムは、少なくとも支間距離400 m以上が必要で、1000 m程度の距離が適している。集材材積は1 m³/mが採算ライン（600 m張った場合、搬出材積が600 m³以上必要）であるとアドバイスをいただきました。

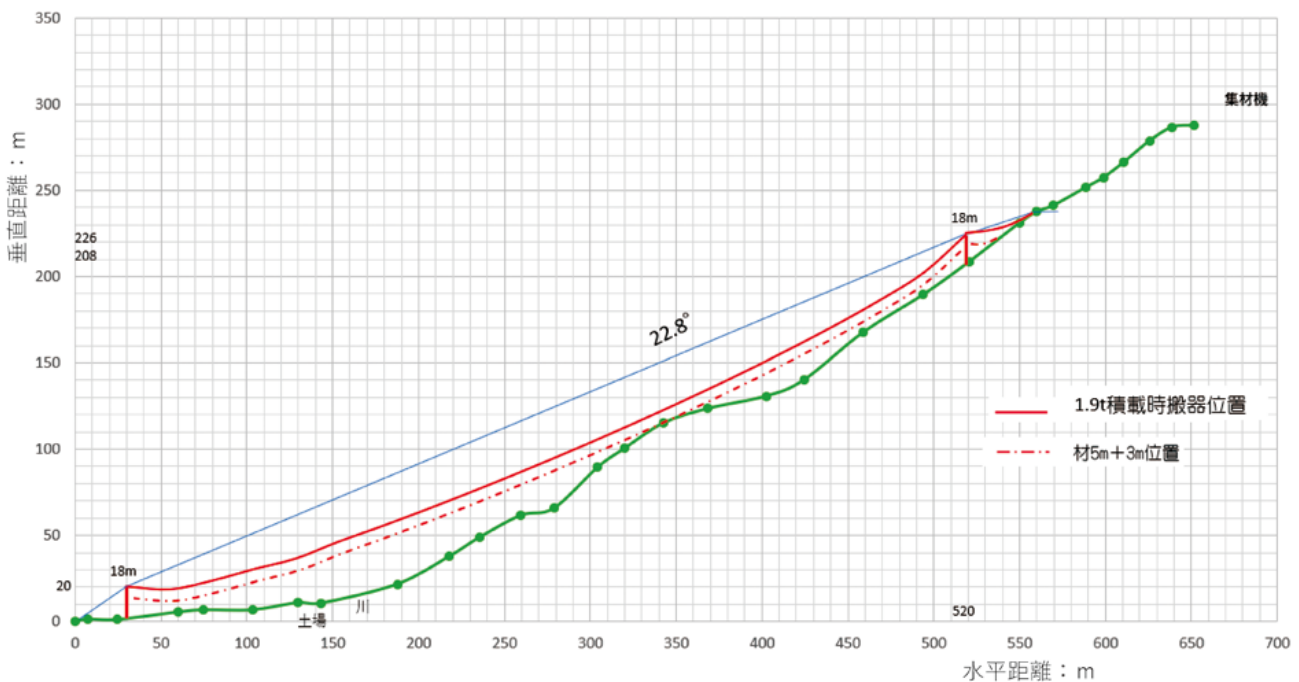


図-1 黒滝村堂原 縦断面図

◎木材利用課 増田勝則主任研究員が第38回研究功績賞を受賞

このたび、当センター木材利用課の増田勝則主任研究員が、全国林業試験研究機関協議会による第38回研究功績表彰において、研究功績賞を受賞しました。

この表彰は、地域における森林・林業及び木材産業にかかわる研究に顕著な業績をあげた職員並びに技術の普及に功労のあった職員に対し行われるものです。

受賞した功績は、「木材の保存技術に関する研究とその普及」です。

増田主任研究員は平成9年度に研究員となり、長きにわたり木材利用分野、特に木材の防腐防虫処理、耐久性付与等、木材保存に関する研究とその普及に取り組み、本県における木材産業技術の発展・向上に多大な貢献をしてきました。

また、各種研修会や講習会において、林業技術者の木材に関する技術の習得に貢献するとともに、木材関係業者、住宅メーカー、薬剤業者からの、木材（集成材）の防腐処理、家屋害虫の予防・駆除等に関する相談に対応するなど、木材産業の課題解決や技術開発、製品開発に多大な貢献をしてきました。これらの功績が選定委員からも高く評価され、今回の受賞となりました。



◎森林管理市町村連携課 廣瀬主査に学位が授与されました

廣瀬裕基主査は「新たな森林管理システムの推進に向けた高精度森林情報活用技術の開発」というテーマで、三重大学から博士（学術）の学位が授与されました。

編集後記

いつまでも寒い日が続いていると思っているうちに、確実に花の蕾もふくらみ、春の準備が進んでいたようです。

凛とした空気の中に咲く氷室神社のしだれ桜から、やがて山を駆け上がっていく吉野山の桜へ。

古都がもっとも輝く季節の訪れに、心が浮き立つのを感じます。

寒暖定まらぬ折ではございますが、移ろいゆく大和の春を慈しみつつ、健やかな春をお過ごしください。



「奈良県森林技術センターだより」第149号 令和8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.lg.jp/n098/1771.html> E-mail shinrin-tc@office.pref.nara.lg.jp