

ISSN 1880-9383

林業機械化推進研修・研究協議会

# 協議会会報

第 20 号

2025 年 12 月



## 目 次

### ◆巻頭言

- ・ 林業機械化推進研修・研究協議会の設立 20 周年にあたって  
林業機械化推進研修・研究協議会 会長 宇山 雄一 …… 1

### ◆20 号記念寄稿

- ・ 林業機械化推進研修・研究協議会における試験研究の 20 年  
森林総合研究所 林業工学研究領域長 山口 浩和 …… 3
- ・ これまでに取り組んだ試験・研究課題と成果  
林業機械化推進研修・研究協議会事務局 …… 10

### ◆活動報告

- ・ 令和 6 年度 活動報告 …… 14

### ◆令和 6 年度 試験・研究成果

- ・ 試験・研究課題と成果 …… 16
- ・ 研究成果
  - 「森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の耐久性評価」 …… 17
  - 「作業道路体への雨水浸透・変形モデルの構築」 …… 19
  - 「既設作業道の再使用可能性の検討」 …… 22
  - 「森林作業における熱中症リスクの定量化」 …… 24

### ◆研修内容

- ・ 令和 6 年度 林業機械化センターにおける研修実施の概要 …… 29

### ◆協議会規約

- ・ 林業機械化推進研修・研究協議会規約 …… 34
- ・ 林業機械化推進研修・研究協議会役員・会員名簿 …… 36

## ◆ 巻頭言

### 林業機械化推進研修・研究協議会の設立20周年にあたって

林業機械化推進研修・研究協議会 会長

森林技術総合研修所 所長 宇山雄一

当協議会が平成17年に発足してから今年で20年の節目を迎えます。平成17年当時は「如何に間伐を進めるか」が林政の課題の主要なものの一つでした。このような中で、当協議会は、林業の機械化に係る新しい技術の開発を担う森林総合研究所（林業工学研究領域）、技術の実装を担う関東森林管理局（利根沼田森林管理署、群馬森林管理署）、普及を担う森林技術総合研修所（林業機械化センター）を会員として構成されており、これらの役割を持つ公的機関が連携することは非常に大きな意義があったと思われます。

高性能林業機械についてみると、データのある昭和63年度の23台から一貫して増加傾向にあります。年間の保有増加台数は平成7年度をピークにいったん縮小傾向になったものの、平成16年度から再度増加ペースが速まり、最新のデータによると、令和5年度に全国で保有されている高性能林業機械は15,066台に上っています。

当協議会は、このような時代背景の中で活動をしてきましたが、現在は、人工林資源が本格的な利用期を迎えており「伐って、使って、植えて、育てる」という循環を促進することが重要な政策課題となっています。機械化の目標も間伐から主伐・再造林に変わってきたということかと思えます。

コロナ後、あらゆる分野で人材不足が顕在化していますが、林業についても例外ではなく、より少ないマンパワーでこれまでと同等以上の事業量をこなしていかなければなりません。また、「緑の雇用」事業の研修生アンケート等にみられるように、新規就業者は給与等の処遇と併せて労働安全への関心も高いことから、若い方々に林業が選ばれるためにも、作業の安全性の確保は必要条件です。より一層の林業の生産性の向上、安全性の確保に向け取り組むことが求められる環境となっています。

今回、巻頭言を書くために林業の機械化について改めて考えていたところ、所長室の本棚にあった泉忠義氏の著書に目が留まりました。九州森林管理局で勤務している時に何度かお話しをさせていただいたこともあり、懐かしく久しぶりに読み返してみました。泉氏は熊本県人吉市に本拠地をおく株式会社泉林業の前社長であり、早い時期から我が国の高性能林業機械の導入に精力的に取り組まれていた方のお一人です。お亡くなりになられてから10年近くになりますが、曰く、「なぜ高性能林業機械を導入したかとよく聞かれますが、それは安全のためです」「機械が動いているのを見ていて、自分ならもっと効率よく使える…どんなシステムで使おうかと考えたら、わくわくしてその夜は寝られませんでした」「使い始めたら思っていた以上に不具合が多いことが分かり…とにかく夜も昼も改良改良で、メーカーと一緒に原型をとどめないほど改良」しました等々。15年前に出版された本ですが、今読んでも当時の熱意が伝わってくる文章がたくさんあり、泉社長のお人

柄と合わせて、地に足を着けて新しいことに取り組まれてきた先人の言葉は『古くならない、大切なことは何も変わらない』と感じました。

林業の技術開発に関しては、様々な新しい機械が開発されているものの、現場での実装や普及となるとなかなか進まないなという思いがありましたが、今年6月に行われた当協議会の役員会において、新しい機械が事業で実用化され始めているという局署からの報告や、翌日に訪問した機械メーカーでのデモンストレーションをみせていただく中で、技術開発の取組が着々と実を結びつつあることを再認識いたしました。また、協議会における取組に関しても、新たな共同事業の提案や研修に取り入れることができそうな試験・研究成果の報告があるなど今後の展開を期待させるものでした。

いつの時代も、どこに機械化のニーズがあるか把握し、ニーズに応じて開発した機械を事業の現場でどう使えるようにするかが重要であり、現場サイドと開発サイドとのキャッチボールを繰り返すことが大切です。今後は造林作業の機械化や地形等に応じた架線集材の技術等が求められることとなるのかもしれませんが、新しい機械を多くの方々にいろいろな方法で使ってもらい検証するということが重要だと思います。

関係者の皆さんでこのような取組を積み重ねていけば、日本林業の明るい未来につながっていくと考えています。当協議会の取組を通じて、皆様のお仕事がますます発展し、そこで生まれた技術が次の10年、20年の日本林業を支える力の一つとなることを期待しています。

## ◆ 20 号記念寄稿

林業機械化推進研修・研究協議会における試験研究の 20 年

森林総合研究所 林業工学研究領域長 山口浩和

### 1. はじめに

平成 17 年度に高性能林業機械による作業システムに関する研究及びその最新成果の普及を図ることを目的とした「林業機械化研究・普及推進共同事業」がスタートしてから、20 年という節目を迎える。この事業は、木材価格の低迷や林業労働者の減少・高齢化等、厳しい状況下にある我が国の林業を再び活性化させるため、林業機械の研修機関である森林技術総合研修所（林業機械化センター）、研修実習林を管理する利根沼田森林管理署（H19 から関東森林管理局）および研究機関である森林総合研究所の 3 機関が連携して、効率的な高性能林業機械作業システムや森林路網の整備、そして高い技術力を持った若い林業労働者の育成等のための実証・研究を行い、その成果を普及させることを目的としたものである。

試験研究課題の立案は、森林総合研究所と林業機械化センターの両者が担い、森林総合研究所では中長期計画に基づいたテーマで課題を設定し、林業機械化センターでは現場ニーズや研修ニーズに基づいたテーマで課題を設定した。どちらの場合も両者が事前に綿密な打合せを行って、具体的な研究計画を決定し、協議会役員会における承認のもとで実施された。研究者の視点だけではなく、現場をよく知る指導官の視点も加えて課題を推敲することで、より実践的な現場ニーズを的確に反映させた研究課題を策定することができた。

協議会において実施する試験研究の研究面での最大の利点は、通常の生産林では実施できない様々な試験条件を研修林において設定できたことであり、そのことによって研究の自由度が大きく高まったことにあると考えられる。例を挙げれば、試験地をそのままの状態で保存しておくことが可能であったため、経年変化を追跡するなど長期的なデータ収集が行えたこと、着任早々の指導官を被験者として林業機械操作の経験時間を正確に把握しながら熟練者へと至る習熟のプロセスを解明することができたことなどである。こうした研究環境は何よりも得難く、まさに当協議会の大きな強みといえるだろう。

試験研究は、研修実習林（約 640ha）をフィールドにして、機械化センターが管理する高性能林業機械などの資材や森林路網等の基盤を最大限に活用しながら、指導官による現場作業の協力を得て進められた。この 20 年の間に実施された研究課題は 32 件に及び、課題内容は多岐にわたるが、いずれも現場の課題解決に直結するものであった。その内訳をテーマごとに整理すると、「安全性の向上・労働環境の改善」に関するものが 11 件、「林道・作業道の整備」に関するものが 12 件、そして「機械作業システムの省力化、効率化」に関するものが 9 件となっている。研究期間は 2～3 年が中心であるが、中には 5 年にわたる長期の課題もあり、平均すると年間 4 件ほどの課題が実施されてきたことになる。

本稿では、これまで積み重ねてきた研究成果をテーマごとに整理し、成果の利活用の状況について紹介するとともに、今後の試験研究のあり方について一考する。

## 2. 試験研究成果について

### 2.1 安全・労働環境の改善に関する研究

ご承知の通り、林業は他産業と比較して労働災害の発生率が非常に高く、死傷者千人率においては全産業の約 10 倍の数値となっている。そのため、林業作業現場の安全性向上に関する研究は、協議会で実施する研究活動の柱の一つとなっている。特に、林業における災害の約 6 割が伐倒作業において発生していることから、伐倒作業の安全に寄与する課題が多く取り組まれている。

急傾斜地における列状間伐に対応した安全な伐倒方法に関する研究では、受け口や追い口の形状を変化させて安全性や効率性を検証した。その結果、上方伐倒においては、受け口は  $1/5 \sim 1/4$  の大きさが適切であり、追い口は高い方がクサビの効きが良く、労働負担が軽減されることが確認された。また、チェーンソー伐倒における方向規制の適正化に関する試験では、従来経験則とされていた『つる幅の不均一性や受け口の会合線の傾斜』が伐倒方向に影響するという点を実験的に裏付けた。さらに、伐倒手の伐倒技量の定量化を試みた研究では、伐倒練習機を用いて作業者の技能を評価した結果、受け口の深さや切残し幅については、5 年以上の経験によりガイドラインに準じた水準に到達するが、受け口の方向（会合線の方向）については習熟が不十分であり、その 3 割が目標方向から外れていることが確認された。これらのことから、経験年数に関わらず、技能習得を補完する体系的な訓練や教育の必要性が示された。チェーンソー作業における安全装備については、チャップスの防護性能に関する実証試験が実施された。平成 27 年に策定された『チェーンソーによる伐木等作業の安全に関するガイドライン』では、チャップスの着用がガイドラインに適合しているとは明記されなかったが、協議会における実証試験により、適切に使用した場合には防護ズボンと同等の安全性があることが確認された。この成果はガイドラインに示されている記載事項の改正につながり、チャップスの普及促進とその結果としての作業安全の向上に大きく寄与した。



フォワーダ集材に関する研究では、フォワーダの作業道からの逸脱を防ぐため、カーブ区間に狭窄物を設置することで、車両が内側に誘導されることが確認された。しかし、材を積載した後進時には運転席反対側の視認が困難であることから、標識等で路肩の位置を示す補助が有効であるとされた。標識については、スギ林内では白・黄・赤の標識の視認性が高いことを示し、高さ 1 m の標識を路端へ設置することで誘導効果が得られることが明らかとなった。また、作業者の疲労がフォワーダ集材時の事故の一因となっている可能性に着目し、運転や荷役作業時の労働負担を分析した。その結果、運転操作については後

進時において疲労度が高く、特に午後に疲労が蓄積しやすいことが明らかになった。また、荷役作業においては運転操作よりも労働負荷が大きく、疲労の蓄積も大きいことが明らかとなり、荷役作業の自動化やオペレータ操作支援等の導入が必要であることが示唆された。

作業環境の改善に関する研究も忘れてはならない。冬期の厳しい環境下ではキャビンのない林業機械オペレータの身体の冷え対策が課題であった。機械のバッテリー電力を用いたシートヒータやレバーヒータを導入することで、オペレータの手足の体温維持への効果を確認した。さらに、福島第一原発事故後の森林除染に関連して、森林作業時の粉塵環境測定が実施され、作業種ごとに作業員の内部被曝量推定の根拠となる数値が示された。このことは、社会的な責任においても大きな意義を持つ成果といえる。

近年女性の林業従事者が増えている状況を受け、現場定着を支援するために女性目線で研修の在り方を検討するためのアンケート調査を実施した。その結果、高性能林業機械の操作を実際に経験することで、以前に抱えていた機械操作の技術面や体力面での不安が無くなり、就業において男女の違いを意識しなくなることが分った。このことから、高性能林業機械は女性が林業現場で活躍するための大きな支えとなり、労働力の多様化による人手不足の解消に少なからず役割を果たすものと考えられた。

## 2.2 林道・作業道整備に関する研究

林道や森林作業道の整備は、機械化林業を推進するために無くてはならない基盤であることから、多角的な試験研究が展開されてきた。ここでは、これまでに取り組んだ森林路網の計画、施工、維持管理技術や評価手法に関する研究成果を整理する。

森林作業道の計画に関する研究では、森林作業道の路線線形による集材作業の効率性が検討され、フォワーダの走行速度と縦断勾配、曲線半径、幅員との関係が明らかとなり、効率的な路線設計の基礎資料が得られた。

作業道の施工方法の違いによる路体強度の比較検討では、従来の簡易的な掘削工法に加え、林業機械化センターが提案した新しい工法を用いた試験路線を複数開設し、開設時間と路体強度を比較した。この工法では、山側路体を深く掘り起こした後に薄層で締固めを行い、盛土部には表層土と下層土を交互に敷設・転圧するなど、従来よりも施工に工夫と手間を加えている。その結果、不等沈下が抑制され、路面強度の安定化が確認された。また、盛土のり面を広葉樹等により早期緑化を図ることで、盛土部の強度の向上と景観形成等に役立つ方法なども検討された。



作業道の施工方法や施工技術の違いは、作設するオペレータの習熟度からも分析された。油圧ショベルに取り付けた姿勢角センサと車両位置を計測するトータルステーションの情報から、施工地において油圧ショベルがどのように動いたかを分析した。これにより、地山に対してどのような施工が行われたのかが分かる。その結果、熟練者は盛土の法尻をし

っかりと転圧し、作設した路面の全域を 30cm 程度の層状に締め固めるなど丁寧な施工を行っていたのに対し、未熟練者では転圧が不十分な箇所等があり施工精度が不均一であることが明らかとなった。こうした具体的な技術の違いの解明は、教育や研修においてどのポイントを重視すべきかを示す貴重な資料となった。

低コストで安定した路網開設に向けた検討では、走行による締め固め効果が明らかにされた。土質によっては走行回数が多すぎると支持力が低下することがあり、最適な走行回数や水分条件を見極める必要があることが示唆された。既設作業道の利用可能性に関しては、使用頻度と路体強度の関係が調査された。日常的に使用される道は車両の荷重により締め固めが維持・強化される一方で、長期間利用されない道では、強度が低下することが明らかになった。現在、経年による強度の変化が改めて調査されており、傾向が明らかにされれば、維持管理や再利用計画の重要な基礎情報となりうる。

軟弱地盤対策としては、複数の手法が検討された。透水性の高いアッシュストーン<sup>(注1)</sup>を埋設し、路体内の排水を促す技術である。これにより路体の乾燥性が高まり、路体強度の確保につながることを実験的に示された。また、多くの現場で実施されている丸太埋設工法について実証試験を行い、丸太を埋設した区間では轍の形成が抑えられることを実験的に確認するとともに、埋設する丸太の形状（半割りなど）や最適な埋設間隔など効果的な敷設方法を明らかにした。さらに、丸太を路面に露出させると操作性が悪化し、急勾配でのスリップ増加につながるため、適切な深さで埋設することが重要であることなど敷設



上の注意点も示された。同じように、路体補強にスギ構造用合板を用いた工法についても検討し、施工性・強度・耐久性の点において路盤補強資材として十分に有効であり、比較的薄い 12mm 厚の構造材でも十分に強度が確保されることを明らかにした。

横断排水溝を車両が通過する際の衝撃が運転者のストレスとなっていることを問題と捉え、衝撃を低減させる手法について検討した試験では、現場で調達可能な竹束やヒノキ枝条束等を排水溝に導入することで、排水機能を維持しながらも車両通過時の衝撃を緩和できることを明らかにし、森林由来の資材を使った簡便で効果的な対策が示された。

施工現場での評価技術として、加速度センサを用いた路面締め固め判定手法が検討された。履帯転圧時の振動特性から締め固め度を判定する試みは、締め固めが均一に行われている区間においては、締め固めの不足している箇所を特定する手法として有効であると考えられたが、締め固めが不均一な路面では適用が困難であった。即応的な評価手法の確立にはさらなる工夫が必要であると結論付けられた。また、動画から抽出した静止画を SfM 処理<sup>(注2)</sup>することにより、高精度な三次元点群データを効率的に取得できることが分かった。この技術を活用することで作業道の出来形測量や維持管理の省力化が期待できることを示した。

油圧ショベル型の林業機械が作業道上で作業を行うために必要な路体強度を明らかに

した試験研究では、作業姿勢にある機械の履帯底面の接地圧を計測し、その最大接地圧が油圧履帯底面の平均接地圧の約7倍（400kPa）にも達することを明らかにした。この数値は、作業道上で林業機械の作業を行うことを想定した作業道作設に必要となる路体強度の指針として活用できる。

また、近年の気候変動にともなう豪雨の増加を背景に、降雨による作業道崩壊リスクを推定するため、降雨浸透とそれに伴った盛土のせん断強度の低下や破壊をシミュレーションするモデルの構築が進められている。

その他、UAV（注3）を使った調査手法に関する試験研究では、固定翼型 UAV による広域調査、回転翼型 UAV による詳細調査のいずれも、作業道の位置把握や GIS 化に有効であることが示された。



## 2.3 機械・作業システムに関する研究

機械・作業システム分野では、架線集材を中心に作業能率や安全性の向上、残存木被害の低減、環境負荷低減策等について試験研究が実施された。また、車両集材では、オペレータの習熟や労働負荷に関する研究、環境負荷の低減に資する研究、林業機械の自動化に向けた研究等が実施された。

架線系集材による作業システムに関する検討では、スイングヤードによる間伐作業において、伐倒と集材工程を分離せずに同時に行う「伐倒同時集材方式」が試された。この作業システムでは、かかり木処理において機械力を使用できるため、労働負担の軽減と安全性の向上、さらにはかかり木処理時間の削減や荷掛け作業の容易さなどによる生産性の向上、メインラインが伐倒予定木によって規制されるため残存木への被害の低減などの効果が確認された。



架設撤去の合理化に関しては、合成繊維素材を用いた集材架線の架設方法も検討され、従来のワイヤロープと比べて大幅な軽量化と作業時間短縮を実現した。高コストという課題はあるものの、作業者の身体的負担を軽減し、労働安全にも寄与する有望な手法である。また、架線集材における先柱の架設・撤去作業の頻度を少なくし、索の張替えを容易にするため、先柱に移動可能な油圧ショベルを用いる方法が検討された。この方法では、先柱の転倒の危険性は低いものの、路面条件によっては横滑りの可能性が指摘された。

強度間伐の作業特性に関するモデルを用いた研究では、間伐率を上げることによって伐採木の間隔が狭くなり一度に多くの集材木を運ぶことができるとともに、残存木の間

隔が広がって集材作業の生産性が高くなることを生産性・コストモデルを使って明らかにした。この定式化モデルをH型架線等に適用した結果、架設経費等の固定費に対する損益分岐点等の試算や計画段階での経済性評価が可能となり、現場での意思決定に資する実践的な知見が提供された。

オペレータの習熟に関する研究では、グラップルローダの操作習熟特性を明らかにする試みが行われた。初心者と熟練者の荷役作業を比較し、センサを用いてグラップルの動作軌跡を解析することで、操作方法や作業精度の違いを数値化・可視化した。また、機械操作未経験者を対象に追跡調査を行い、操作経験時間と生産性との関係を示す習熟曲線を作成した。また、こうしたオペレータの機械操作を自動化、あるいは操作支援を行うために、画像認識 AI を用いて映像から丸太を抽出する技術開発の実証試験も行われた。この技術は、グラップルローダによる荷役作業を自動化する際に、作業対象の位置を特定するための基盤の技術となり、自動化に向けて大きく進展するための成果であると言える。



環境負荷低減に関する研究としては、特に列状間伐におけるスイングヤーダの集材作業では、残存木損傷の低減策として簡易な防護具の導入を試み、その効果を実証した。また、木材生産活動における燃料消費と CO<sub>2</sub>排出量の算定方法が確立され、省エネ型の作業システム設計に活用できる成果が得られた。ハーベスタ等車両系林業機械による林地の締固めの影響調査研究においては、造材処理の際発生する末木枝条を走行面に敷設することで土壌表面に直接荷重が伝わることを防ぎ、ハーベスタ走行後の林地のコンパクションを低減し、スギ苗木生長への影響を抑制する効果が確認された。

### 3. 成果の利活用と今後の試験研究

林業機械化推進研修・研究協議会では、これまでの 20 年間で安全性や作業効率の向上、コストの削減、環境負荷の低減、森林路網等の林業基盤の整備、社会的課題への対応などの課題に対して、多角的な視点から試験研究を実施してきた。得られた成果は、論文あるいは学会発表において学術的に公表されるとともに、林業機械化センターの研修カリキュラムに積極的に取り入れられ、これまでに 26 課題の成果がチェーンソー伐木造材研修、森林作業道研修、集材架線研修、高性能林業機械研修などに活用された。科学的根拠に基づく教育内容は、経験則に基づく指導内容を補完して説得力と信頼性を高めるとともに、現場に役立つ最新の研究成果は、研修の付加価値を高める効果も果たしてきた。また、各都道府県の研修生が最新の成果を持ち帰り、全国の現場に普及されることで、研究成果の早期の現場普及が可能となるなど、協議会は研究と現場の橋渡しの役割を担ってきたともいえる。さらに、伐倒技術に関する一連の研究成果に代表されるように、その成果の内容を一般書にとりまとめ、専門知識のない一般の方々へも広く成果を発信することで、林業に

対する理解を深める取り組みも行ってきた。今後も成果の橋渡しをより一層強化し、積極的な情報発信により、日本の林業の現場課題の解決に貢献していくことを願う。

協議会が発足した平成 17 年当時、国内の高性能林業機械の保有台数は 2,909 台であった。しかし、令和 5 年度には 15,000 台を超え、その数は 5 倍以上に増えている。国内の素材生産量の約 9 割は高性能林業機械を活用した作業システムで生産されているというデータもあり、高性能林業機械の導入と地域の特性に応じた機械作業システムの定着は順調に進んできたように思われる。このような状況を鑑みると、協議会の当初の目的としてきた機械作業システムの普及を推進する試験研究から、さらに一步進んだ課題についても取り組んでいく必要があるであろう。近年、森林計測等においては、LiDAR<sup>(注4)</sup>等の新たな技術の導入・普及が進んでいる。それらの新しい計測技術で得られる森林デジタル情報は、資源量としての価値だけではなく、林業機械による木材生産工程を安全・効率的に進めるための情報としての価値も見込まれる。これらの情報をどのように有効に活用していくのか、林業 DX に資する技術開発も含めて、さらなる研究開発あるいは実証研究を進めていく必要があるだろう。また、他産業において活用されつつある、AI、ロボット技術などの新たな技術革新に対応した研究や、近年の災害の激甚化による山地災害、特に災害を低減する路網整備技術の研究開発、さらには依然として高い水準で推移する林業労働災害の低減に資する研究開発など、課題は多様化しつつ、山積みの状態であると言える。こうした研究においても、協議会の枠組みを最大限活用することで、説得力のある普遍的な研究成果を創出していくことができればと思う。

現場ニーズに即した課題設定と継続的な実証試験を実施するスタンスは変わらないが、これまでの 20 年の研究成果の蓄積を財産として、今後も新たな知見と技術を積み重ねることで、林業機械化の推進と地域林業の活性化、持続可能な森林経営の実現に貢献していけるようにより一層、3 者で連携して取り組んでいけたらと思う。

注1) アッシュストーン：製紙スラッジ灰や石炭灰などの産業廃棄物にセメントや石灰を混ぜて固め、造粒・養生した環境配慮型の建設資材・土木資材の総称で、軽量性、高い吸水性・保水性・透水性、安定した品質が特徴であり、有害物質の溶出基準をクリアした安全なリサイクル製品

注2) SfM 処理：複数の写真や動画から、カメラの動きと対象物の 3D 構造を同時に推定・復元する技術

注3) UAV：人が搭乗しない航空機。カメラやセンサを搭載して高精度なデータ取得に活用

注4) LiDAR：レーザー光を照射し、反射して戻ってくる時間や強度を計測することで、物体までの距離や形状を瞬時に高精度で測定する技術・センサ

## これまでに取り組んだ試験・研究課題と成果

林業機械化推進研修・研究協議会事務局

林業機械化推進研修・研究協議会では、林業における伐木造材、集運材、路網整備等の課題解決と将来を見据えた基盤づくりを目的として、これまで様々な試験・研究に取り組んできました。そして、得られた成果は、本会報や森林利用学会誌等で公表してきたほか、林業機械化センターで実施する研修でも取り込み成果を広めてまいりました。

本一覧表は、過去20年間に取り組んできた試験・研究課題を網羅的に整理したものです。これまでの歩みを振り返るとともに、今後の研究・研修活動の一助となることを願っております。

課題名	協議会会報 掲載号																			
	他の掲載誌等										研修への活用状況									
簡易な防護具を用いた残存木損傷の軽減効果の検討	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	森林利用学会誌20(4)2006, 273-276 簡易な防護具を用いた残存木損傷の軽減効果の検討										高性能林業機械研修									
女性を取り巻く森林・林業の現状と高性能林業機械の位置づけ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	—										—									
低コスト路網開設のための技術開発	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	森林利用学会誌22(4)2008, 271-274 火山灰質粘性土における作業道路面の締固めと路面支持力										森林作業道研修 高性能林業機械研修									
末木枝条を利用した作業道路面保護対策の検討	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	森林利用学会誌21(2)2006, 125-132 末木枝条を利用した作業道路面保護対策の検討										森林作業道研修									
急傾斜地における列状間伐に対応した安全な伐採方法の解明	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	—										チェーンソー伐木造材研修									
省エネ・低CO2排出によるエコ作業（システム）の検討	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	—										—									
効率的なフォワーダ集材のための路網整備及び集材モデルの検討	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	森林利用学会誌21(4)2007, 287-290 フォワーダ集材の動的な作業モデルの検討 森林利用学会誌21(4)2007, 295-298 フォワーダ走行速度からみた集材路規格に関する検討 森林利用学会誌22(3)2007, 163-170 フォワーダの走行速度に及ぼす路網規格と積載量の影響										森林作業道研修 高性能林業機械研修									

課題名	協議会会報 掲載号	
	他の掲載誌等	研修への活用状況
作業工程の違いにおける作業効率と安全性の比較検討	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	森林利用学会誌26(1)2011, 38-43 スイングヤードにおける「伐倒同時集材方式」作業の安全性	高性能林業機械研修
強度間伐の作業特性の解明	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	森林利用学会誌23(4)2009, 259-262 伐採率が直印集材の可能性に及ぼす影響の検討	チェーンソー伐木造材研修
車両系高性能林業機械の習熟特性の解明	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	森林利用学会誌30(1)2015, 17-28 グラップルローダを用いた丸太積み込み作業における熟練オペレータによる機械作業の特徴 森林利用学会誌31(4)2016, 155-162 林業機械作業への習熟モデルの適用と技術習得プロセスの分析 機械化林業2011. 1 森林・林業白書（平成22年版）	高性能林業機械研修
作業道の開設方法の検証	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	関東森林研究63第1号(2012), 109-112 火山灰質粘性土における上・下層土の粒度分布と作業道路面支持力	森林作業道研修
チェーンソー伐倒における方向規制の適正化	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	チェーンソー伐木造材研修
フォワーダ走行時の狭窄物によるカーブ内側への誘導効果	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	高性能林業機械研修
森林作業道の粉塵環境測定	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	森林利用学会誌28(1)2013, 113-117 林内作業時の粉塵環境について:チェーンソー, プロセッサおよび刈払機作業時の粉塵濃度（研究技術資料）	—
架線系作業を想定した路線設定及び作業方法の検討	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	高性能林業機械研修
作業道作設技術の違いが路体強度に与える影響	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	森林利用学会誌29(1)2014, 21-29 土質の違いが作業道の強度に及ぼす影響 森林利用学会誌35(3)2020, 137-146 油圧ショベルの動作計測による作業道作設手法の分析	森林作業道研修

課題名	協議会会報 掲載号	
	他の掲載誌等	研修への活用状況
フォワーダ走行時の標識等による誘導効果	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	高性能林業機械研修
合成繊維素材を使用した集材架線架設手法の開発と評価	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	森林利用学会誌36(3)2021, 161-168 合成繊維素材の控索への適用可能性	集材架線研修 高性能林業機械研修
軟弱路盤に対する丸太埋設の効果	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	平成26年度国有林野事業業務研究発表会	森林作業道研修
保温装置によるオペレータの冬期作業環境海鮮効果の検証	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	—
チェーンソー防護衣（チャプスタイプ）の試験	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	チェーンソー伐木造材研修
林業機械の作業中に作業道路体に係る力の解明	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	森林利用学会誌34(2)2019, 99-108 林業機械の接地圧を考慮した作業道路体強度の目標値の検討	森林作業道研修
荷役作業の軽労・自動化に資する材認識システムの開発	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	—
路網作設における木質材料利用の高度化	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	日本森林学会大会学術講演集130(2019), P1-217 林道における異なる簡易な横断排水溝を通過した際に発生する加速度について 日本木材学会講演要旨集70(2020), Q17-P3-13 土壌中に埋設したACQ処理合板からの銅溶脱の挙動 日本森林学会大会学術講演集132(2021), 77 (S8-4) 森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の開発 日本木材学会大会講演要旨71(2021), 1-P206 路網整備を想定した土壌埋設ACQ処理合板からの銅溶脱の挙動 森林総合研究所研究報告21(3) (2022), 217-222 排水用竹粗朶の製作および設置コスト算出と歩掛の検討	森林作業道研修
データ取得目的に応じたUAV等による画像取得手法の開発	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	—

課題名	協議会会報 掲載号	
	他の掲載誌等	研修への活用状況
外部センサの活用による路面締め固め判定手法の開発	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	森林作業道研修
森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の耐久性評価	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	日本森林学会大会学術講演集135(2024), 276(PK-18) 横断排水溝に使用するヒノキ枝条束の見かけの復元に関する考察	森林作業道研修
伐倒技量の定量化に関する研究	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	森林利用学会誌38(4)2023, 169-178 伐倒を模した試験による伐倒技能の現状把握	チェーンソー伐木造材研修
フォワーダ集材工程における労働負担の解明	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	Croatian journal of forest engineering 46(1)2025, 47-58 Measuring Physiological Workload and Vehicle Movement While Driving Timber Forwarders in Both Forward and Reverse Travel 森林利用学会誌38(2)2023, 91-98 フォワーダ走行の心拍計測における光学式心拍センサの適用可能性	高性能林業機械研修
作業道路体への雨水浸透・変形モデルの構築	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	第136回日本森林学会大会講演要旨集(2025), PK-1 作業道からの排水による斜面のマトリックポテンシャルの変化	森林作業道研修
既設作業道の再使用可能性の検討	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	—	森林作業道研修
森林作業における熱中症リスクの定量化	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳	
	関東森林研究76(2025), 145-148 伐木作業における熱中症リスクの評価手法の検討	研修全般

## ◆ 活動報告

### ・令和6年度 活動報告

○R6.4.11 役員会の事前打合せ（森林総研、林業機械化センター）

○R6.5.24 令和6年度 林業機械化推進研修・研究協議会役員会を開催

日 時 令和6年5月24日（金） 13時30分～16時00分

場 所 （国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所 大会議室

出席者 「令和6年度 出席者名簿」のとおり

議題等

（1）令和5年度の活動成果について

○試験・研究成果等

- ① 森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の耐久性評価【山口】
- ② 伐倒技能の定量化に関する研究【猪俣】
- ③ 作業道路体への雨水浸透・変形モデルの構築【宗岡】
- ④ 既設作業道の再使用可能性の検討【鈴木】

（2）令和6年度の活動予定について

○試験・研究計画等

- ① 森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の耐久性評価【山口】
- ② 作業道路体への雨水浸透・変形モデルの構築【宗岡】
- ③ 既設作業道の再使用可能性の検討【鈴木】
- ④ 森林作業における熱中症リスクの定量化【中田】

（3）協議会報について

（4）情報交換

（5）その他

○R6.8.30 協議会会報（第19号）を発行

○その他 研究課題の試験等を実施

## 令和6年度 林業機械化推進研修・研究協議会役員会 出席者名簿

所 属	役 職	氏 名
林野庁 関東森林管理局 森林整備部	部 長	(ますだ よしあき) 増田 義昭
林野庁 関東森林管理局 群馬森林管理署	署 長	(のばた なおき) 野畑 直城
林野庁 関東森林管理局 利根沼田森林管理署	署 長	(まつした ひでゆき) 松下 英之
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部 研究管理科	科 長	(つわき しんじ) 津脇 晋嗣
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部 研究管理科 地域連携戦略室	室 長	(ひしやま しょうじろう) 菱山 正二郎
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部 研究管理科 (林業研究部門 林業工学研究領域併任)	主任研究員	(かしま じゅん) 鹿島 潤
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域	領域長	(よしだ ちかし) 吉田 智佳史
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 収穫システム研究室	室 長	(なかざわ まさひこ) 中澤 昌彦
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 収穫システム研究室	任期付研究員	(おおつか だい) 大塚 大
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	室 長	(すずき ひでのり) 鈴木 秀典
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	主任研究員	(やまぐち さとし) 山口 智
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	主任研究員	(むねおか ひろこ) 宗岡 寛子
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 省力化技術研究室	室 長	(やまぐち ひろかず) 山口 浩和
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 省力化技術研究室	主任研究員	(いのまた ゆうた) 猪俣 雄太
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 省力化技術研究室	研究員	(なかた ちさ) 中田 知沙
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 機械技術研究室	室 長	(いとう たかゆき) 伊藤 崇之
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 機械技術研究室	任期付研究員	(なかごみ ひろゆき) 中込 広幸
林野庁 森林技術総合研修所	所 長	(しまだ おさむ) 嶋田 理
林野庁 森林技術総合研修所	首席教務指導官	(まつうら やすたけ) 松浦 安剛
林野庁 森林技術総合研修所 技術研修課	課 長	(さとう まこと) 佐藤 睦
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	所 長	(つねまつ まもる) 恒松 衛
林野庁 森林技術総合研修所 (林業機械化センター駐在)	教務指導官	(さかい かずゆき) 酒井 一幸
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(のだ しんいち) 野田 晋一
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(しみず なおき) 清水 直喜
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(おおさわ ともや) 大澤 智也
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	調整係長	(わたなべ よしかず) 渡邊 由一
林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化研修係長	(はたけやま こういち) 畠山 弘一
●オブザーバー		
林野庁 森林整備部 研究指導課	森林・林業技術者育成対策官	(いとう ひろみち) 伊藤 博通

## ◆ 令和6年度 試験・研究成果

### ・試験・研究課題と成果

令和6年度は、新規課題2件、継続課題2件について林業機械化センターの実習フィールドで実施し、その成果を学会等で発表するなど技術の普及・啓蒙を図った。

研究課題と実施時期

No	課題名	R3	R4	R5	R6	R7	R8	成果等
1	森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の耐久性評価 森林総研：加藤英雄・山口智 センター：大澤智也・酒井一幸・渡邊由一							R4.5.31 協議会で報告 R5.5.12 協議会で報告 R6.5.24 協議会で報告 R7.6.23 協議会で報告
2	作業道路体への雨水浸透・変形モデルの構築 森林総研：宗岡寛子・鈴木秀典・山口智 センター：清水直喜・酒井一幸							R6.5.24 協議会で報告 R7.3.21 第136回日本森林学会大会で報告 R7.6.23 協議会で報告
3	既設作業道の再使用可能性の検討 森林総研：鈴木秀典・山口智・宗岡寛子 センター：清水直喜・大澤智也							R5.5.12 協議会で報告 R6.5.24 協議会で報告 R7.6.23 協議会で報告
4	森林作業における熱中症リスクの定量化 森林総研：中田知沙 センター：野田晋一・渡邊由一・櫻木隆満							R6.10.30 関東森林学会大会で報告 R7.3.31 関東森林研究に掲載 R7.6.23 協議会で報告

## 森林資源由来の材料を活用した路網保全技術の耐久性評価

—軟弱地盤に埋設した構造用合板の含水率変化および改修施工方法の検討—

加藤英雄・山口智（森林総合研究所）

大澤智也・酒井一幸・渡邊由一（林業機械化センター）

### 1. はじめに

軟弱地盤対策としての路体補強工法において構造用合板を用いることは、従来の丸太路盤基礎工に用いる丸太や敷設する砕石の削減による初期費用の低減、運搬する資材の軽量化による施工の効率化などが可能であることをこれまでに明らかにしてきた。一方、埋設したときの構造用合板の耐久性が課題である。また、軟弱地盤対策として構造用合板を用いても、想定している効果が得られない施工箇所も実際に確認されることがある。

そこで、本研究では、2021年に林業機械化センターの軟弱地盤に埋設した6種類の構造用合板試験体を回収し、劣化状況および全乾法による含水率の評価を行うとともに、軟弱地盤の改善効果が小さかった箇所を対象に改善効果を向上する改修方法を検討した。

### 2. 試験方法

#### （1）構造用合板試験体の回収

2021年9月14日（以下、2021年）に埋設した6種類の構造用合板試験体を回収した。埋設した試験体の樹種は、スギ、ヒノキ、カラマツ、トドマツで、厚さはスギとカラマツが30mm、ヒノキとトドマツが24mmおよび30mmで、全て無処理とした。構造用合板試験体の寸法は、表面の繊維平行方向が300mm、表面の繊維直交方向が100mmとした。施工枚数は、1条件につき10枚とし合計60枚を埋設した。埋設した試験体の回収は、2024年11月7日に行った。埋設した試験体のうち、スギ、カラマツ、ヒノキ30mmについてはそれぞれ2枚、ヒノキ24mmについては3枚、トドマツ24mmおよび30mmについてはそれぞれ1枚回収できなかった。また、回収した試験体は、直ちに付着した土を鋤簾やスクレーパーで除去して表面状況を目視観察した。回収した構造用合板は、森林総合研究所（茨城県つくば市）に搬送し、全乾法により含水率を測定した。

#### （2）改善効果を付与する改修方法の検討

今回の試験において、図-1のように2022年10月31日に施工した軟弱地盤で路体補強工法による改善効果が小さかったのは、切土側からの雨水の流入経路となり、水捌けが悪い区間1と、区間1と比べて埋設深さを約100mm深く設定していた区間2だった（図-2）。そこで、まず当該区間に埋設した構造用合



図-1 改修対象とした施工区間の構造用合板の施工状況（2022年10月31日撮影）



図-2 改修対象とした施工区間の状態（2024年11月6日撮影）

板を掘り出して健全度を確認し、当該区間に改善効果を向上する改修方法として、埋設した構造用合板の再利用の是非、新たに追加する合板の仕様、埋設する際の碎石の追加の是非を検討した。

### 3. 結果と考察

#### (1) 回収した構造用合板試験体の観察結果および含水率

表面に生物劣化が確認できた試験体の一例を図-3 に示す。生物劣化が認められたのは、トドマツ 24mm とスギ 30mm の試験体の一部で材表面に子実体と生物劣化が認められた。また、回収した全ての試験体の含水率は 100%以上だったが、樹種別の平均含水率（図-4 の赤実丸）は、ヒノキ、カラマツで低く、スギ、トドマツの方が高かった。また、高含水状態であれば生物劣化は発生しないとする知見もあるが、今回とこれまで実施してきた軟弱路盤における結果からは 100%以上の含水状態であっても腐朽菌による生物劣化は発生する可能性は十分あると考えられる。

#### (2) 改善効果を付与する改修方法の検討

埋設した構造用合板を掘り出して表面と裏面を目視観察した結果、碎石が貫通せずめり込んだ跡は確認できたが、生物劣化は認められなかった（図-5）。また、掘り出したときの路床は硬く引き締まっており、構造用合板による路床の改善効果はあったと考えられる。そのため、掘り出した構造用合板は、引き続き路床の改善効果に寄与することが期待できると考え再利用することとした。一方、埋設した構造用合板よりも上の部分では、改善効果が小さかった原因の一つとして埋設深が深かったことが考えられるため、厚さ 24mm の構造用合板を 2 枚接着で 48mm としたものを、掘り出した構造用合板の上に直置きして地表面から構造用合板までの埋設深を浅くするとともに（図-6）、地表面に碎石を追加することとした。

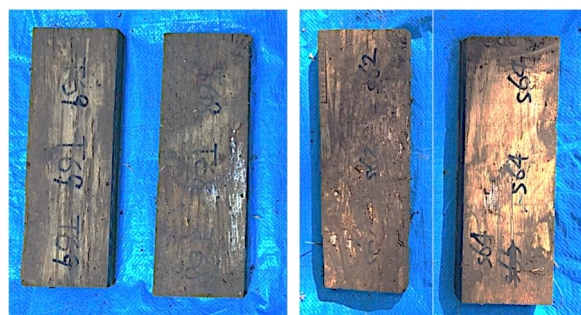


図-3 表面に生物劣化が確認できた試験体（左：トドマツ 24mm、右：スギ 30mm）

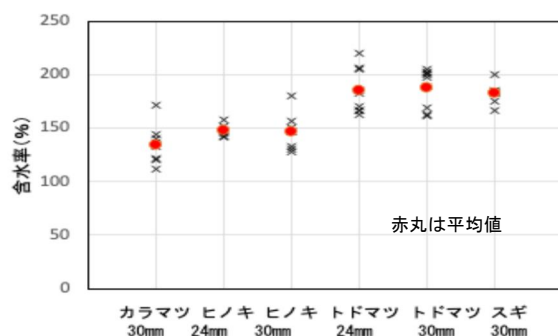


図-4 2021 年に埋設した構造用合板の含水率（2024 年回収）



図-5 2024 年 11 月に掘り出した構造用合板（黄色丸で囲った部分が碎石がめり込んだ跡）



図-6 厚さ 48mm の構造用合板による施工（掘り出した構造用合板の上に直置き）

## 作業道路体への雨水浸透・変形モデルの構築

宗岡寛子・鈴木秀典・山口智（森林総合研究所）

清水直喜・酒井一幸（林業機械化センター）

## 1. はじめに

気候変動の影響下にある昨今、豪雨に強い作業道の作設技術が重要とされる。一般に、豪雨に強い作業道にするためには、盛土を十分に締め固めて遮水性とせん断強度を高めるとともに、路面排水を分散的に排水することが重要とされるが、具体的にどの程度の遮水性を実現すればよいのか、あるいはどの程度分散的に排水すればよいのか、定量的な議論ができていない。それを明らかにするためには、雨水や路面排水が路体や地山斜面へ浸透し崩壊を引き起こす過程を再現するシミュレーションモデルを構築したうえで、路面や盛土の透水係数、路面排水量、降雨強度等を様々に変化させて安全率を評価することが有効である。そこで本研究は、そのようなシミュレーションモデルの構築を目指す。シミュレーション（数値解析）を現実に応じたものにするためには、数値解析結果と実際の観測データとの比較検証を行う必要がある。特に、作業道が関係する斜面崩壊を取り扱うには、雨水に加え作業道路面からの排水が路体や地山斜面に浸透しせん断強度の低下を引き起こす過程を適切に再現することが重要である。そこで令和6年度は、林業機械化センター実習林内の作業道下の斜面に観測プロットを設定し、作業道からの排水が流入する流路上と流路外における土壌のマトリックポテンシャルの変動を3か月にわたって観測した。

## 2. 試験方法

林業機械化センターの実習林内の作業道下斜面（盛土法面及び地山）を観測プロットとし、4台のテンシオメータ（T1～T4）を設置して斜面土壌のマトリックポテンシャルの変動を観測した（図-1）。マトリックポテンシャルとは土粒子が水を吸着する圧力であり、土の体積含水率と関係づけられる（土壌が不飽和状態の時マトリックポテンシャルは負の値をとり、飽和状態で0となる）。作業道からの路面排水が流入する流路上の盛土法面と法尻付近の地山斜面にそれぞれ T1、T2 を、流路外の盛土法面と法尻付近の地山斜面にそれぞれ T3、T4 を埋設し、埋設深さは地表から 30 cm とした。排水流路上の T1、T2 と流路外の T3、T4 は等高線方向に約 10m 離れており、その間の斜面の水平断面形状は直線状であった。この観測プロット付近は開空度が低かったため、100m ほど離れた空が開けた場所に転倒ます形雨量計を設置し、雨量を観測した。観測期間は 2024 年 9 月 6 日から 2024 年 11 月 29 日までとした。また、テンシオメータの設置位置の深さ 10cm と 30cm の位置から土サンプルを採取し、透水試験により飽和透水係数を求めた。

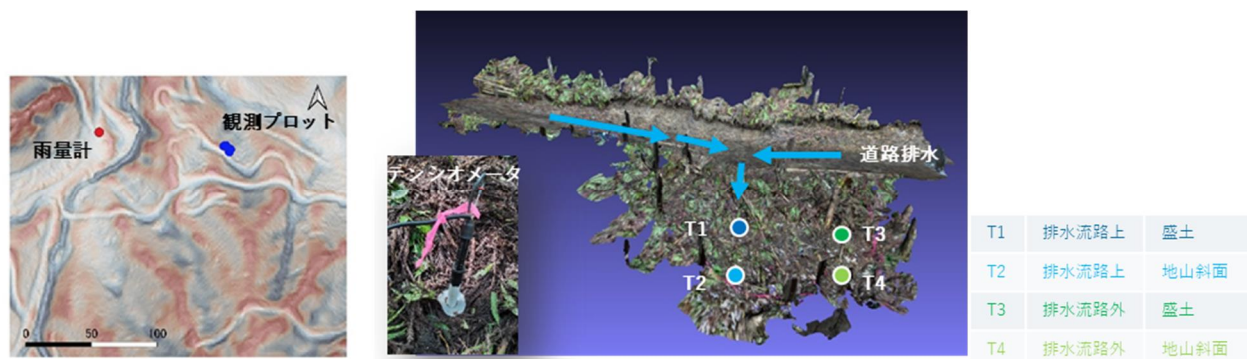


図-1 観測プロットの概要

### 3. 結果

#### 3.1. 降雨パターンとマトリックポテンシャルの変動

図-2 に観測期間中の時間雨量とマトリックポテンシャルの変動を示す。作業道からの路面排水の流路上 (T1、T2) では観測期間を通じて流路外 (T3、T4) よりもマトリックポテンシャルが高かった。特に、排水流路上の地山斜面 (T2) では、降雨時のマトリックポテンシャル上昇が急激かつ顕著であった。約 3 か月の観測期間中に 30 回の降雨イベント (12 時間以上の無降雨時間を挟む場合に別個の降雨イベントと考えた場合) があったが、3 つの降雨イベントを取り上げて詳細に見ていく。なお、3 つの降雨イベントを取り上げた詳細図のグラフにおいては、10 分間雨量を示している。

まず、降雨イベント 1 は、9 月 8 日 15:00~16:30 に 17mm のやや強い雨が降った後、6 時間ほどの無降雨時間を挟んで 21:40 から再度降り始め、22:20~22:30 の 10 分間に 6.5mm という非常に激しい雨が観測されている。このピーク時には T1~T4 のいずれにおいても急激なマトリックポテンシャル上昇が見られた。15 時からの先行降雨で湿った状態にあった土壌に 6.5mm/10min という強雨が降ったことで、作業道からの排水の有無に関わらず斜面全体が飽和に近い状態に至ったと考えられる。その後、降雨が弱まると、排水流路上の盛土法面 (T1) や排水流路外 (T3、T4) ではマトリックポテンシャルが低下したが、排水流路上の地山斜面 (T2) では飽和に近い状態が数時間継続していた。

降雨イベント 2 は、10 月 19 日 17:30~17:40 の 10 分間に 4.0mm の強い雨が降ったが、その後すぐに止み、総雨量は 4.5mm であった。この降雨では、T1、T3、T4 では降雨のピークから数時間をかけて緩やかにマトリックポテンシャルが上昇したが飽和には至らなかった。一方で、T2 では急激にマトリックポテンシャルが上昇し、降雨のピークから 40 分後には飽和状態に至っていた。

降雨イベント 3 は、11 月 26 日 18:00 から 27 日 5:10 までの間、断続的に 0.5~1.0mm/10min 程度の弱い雨が続き、総雨量は 23.0mm、ピーク時の 10 分間雨量は 2.0mm であった。T1、T3、T4 ではピーク雨量が観測された 26 日 23:40 以降にマトリックポテンシャルが上昇したが飽和状態には至らなかったのに対し、T2 では数時間早くマトリックポテンシャルが上昇し、飽和状態に至っていた。このように、作業道からの排水流路上の地山斜面 T2 では、幅広い降雨パターンで急激にマトリックポテンシャルが上昇し、飽和状態に至っていた。また、飽和状態は降雨後も長時間継続する場合があった。

#### 3.2. 土サンプルの飽和透水係数

図-3 に観測プロットから採取した土サンプルに対する飽和透水試験の結果を示す。すべてのサンプルで飽和透水係数は  $10^{-4}\text{m/sec}$  のオーダーであった。作業道からの排水流路外の T3、T4 では、深さ 10 cm から採取したサンプルの飽和透水係数が深さ 30cm のサンプルよりもやや高かったが、T1、T2 ではそれが逆転していた。一般的な森林土壌では、間隙の多い A0 層が分布する表層ほど飽和透水係数が高くなるが、排水流路上にある T1、T2 では、排水とともに作業道路面から流下してきた土砂が表層に堆積して間隙を目詰まりさせたことで、表層の飽和透水係数が低くなった可能性がある。

### 4. 考察

作業道からの排水流路上の地山斜面では、幅広い降雨パターンにおいて急激にマトリックポテンシャルが上昇し、飽和状態に至っていた。また、飽和状態は降雨後も長時間継続する場合があった。通常、 $10^{-4}\text{m/sec}$  程度の飽和透水係数を持つ森林土壌では、雨水は速やかに土中に浸透し、地中の難透水面付近に飽和帯が形成され、豪雨が長時間継続する場合にはそれが地表に向かって拡大することになる。本観測プロットで予備試験として実施した簡易貫入試験の結果によると、地表から 100cm の位置でも Nd 値は 5 程度と低かったことから、難透水路はさらに深い位置にあると考えられる。従って地表から 30cm の位置が飽和状態に至るには、高強度の雨がかなり長時間継続する必要があると考えられる。これらのことを考慮すると、T2 が降雨開始から数十分程度の短時間で飽和状態に至っていたの

は、作業道からの大量の排水により地表面が冠水した状態になり、地表面から下に向かって飽和帯が拡大したためと考えられる。研究担当者が2013年に協議会課題の中で実施した林道路面流の観測では、降雨後も数時間にわたって路面排水が継続する場合があることが明らかになっており、降雨のピーク後も数時間にわたって飽和状態が継続していたのも、作業道からの排水の継続によるものと推察される。このように、作業道からの排水が流入する斜面では、通常の林地斜面では飽和に至らないような凡庸な降雨強度でも飽和状態になり、それが長時間継続するため、斜面の安全率が低下しやすいと考えられる。一方で、今回の観測では、排水流路上でも盛土法面（T1）では地山斜面（T2）に比べて顕著なマトリックポテンシャル上昇が見られなかった。その理由については、盛土法面は地山斜面よりも傾斜が急なため、地表流として流下量が多く、土中への浸透量は少ないこと等が考えられるが、さらなる検証が必要である。

## 5. 謝辞

飽和透水試験等の実施にあたり、森林総合研究所立地環境研究領域の釣田竜也氏、関口覧人氏、小林政広氏に多大なるご協力をいただいた。厚く御礼申し上げます。

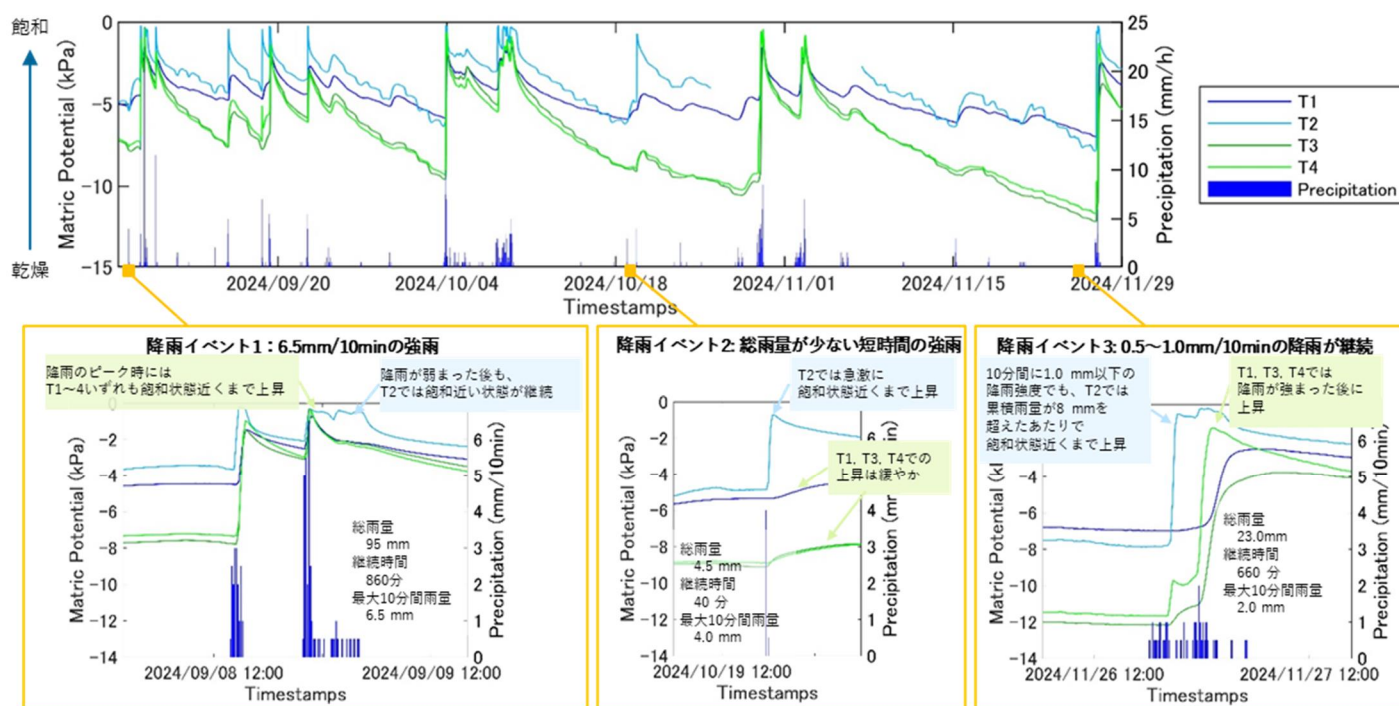


図-2 観測期間中のマトリックポテンシャルの変動と降雨量

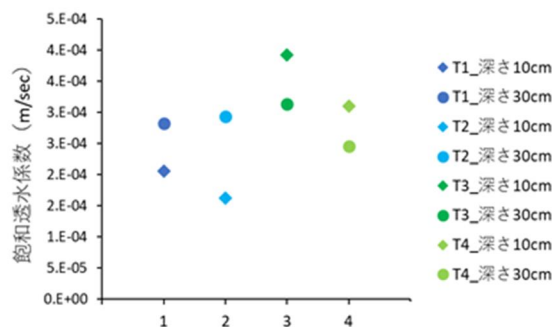


図-3 テンシオメータ設置位置から採取したサンプルの飽和透水係数

## 既設作業道の再使用可能性の検討

鈴木秀典・山口 智・宗岡寛子（森林総合研究所）

清水直喜・大澤智也（林業機械化センター）

## 1. 研究目的

森林作業道は繰り返しの使用に耐えるよう、堅固に締め固めた路体で構成される。日常的に使用される作業道では車両の荷重などで常に締め固めが行われるため、初期の締め固めを維持もしくは増加させていると考えられる。しかし、長期間使用されない作業道では、車両走行による締め固めが行われず、締め固められた土が緩んで軟化し、初期の強度より低下していくことが考えられる。

そこで、作設から長期間経過した作業道の路体強度およびこの間の経年変化の傾向を明らかにすることを目的として、作業道における路体強度の計測を行う。

## 2. 試験方法

利根沼田森林管理署 127 林班において、2010 年 11 月および 2011 年 8 月に作設された作業道を対象として計測を行った。これらの作業道は、「簡易で耐久性のある作業道等の効果的な作設手法に関する調査委託事業」において新規作設された路線であり、作設直後に路体強度が計測されている。

作設にあたっては、施工方法が路体強度に及ぼす影響を検討するため、工法 A：従来の半切り半盛りによる施工法、工法 B：路体全体を一旦掘削してから全体を水平に締め固める施工法、によって施工した。工法 A では、地山と盛土部との間に明確な境界ができ、路面のクラックや不十分な盛土の締め固めが発生することが想定される。工法 B は、森林作業道作設指針において「緊結度の低い土砂の場合」の盛土施工方法とされるもので、堅固な路体となることが想定される。以後、各試験プロットを施工年・工法の順に示し、2010-A、2010-B、2011-A、2011-B と表記する。

作設直後に計測された路体強度との比較を行うため、2022 年度から継続して現場密度試験（密度試験）、簡易支持力測定（支持力測定）、簡易動的コーン貫入試験（貫入試験）による計測を実施した。密度試験では各試験プロットにおける 3 つの計測値を平均し、支持力測定および貫入試験では、各プロットの山側および谷側わだちにおいてそれぞれ 3 つの計測値を得て平均した。なお、支持力測定における 1 計測値は周囲 5 点の計測値の平均から得ている。また、貫入試験結果は、表層から深さ 0.5m の範囲の平均値で比較することとした。各計測は 2024 年 9 月および 11 月に実施した。

## 3. 結果と考察

密度試験から得られた乾燥密度の値を図-1 に示す。2022 年に計測（132 および 139 か月経過）した値から 2023 年に計測（145 および 155 か月経過）した値の変化を見るとすべてのプロットで減少したが、2023 年に計測した値と 2024 年に計測（155 および 166 か月経過）した値を見るとすべての箇所が増加した。しかし、2022 年の計測値と 2024 年の計測値を比較すると 2010-A を除いて値が減少している。また、作設直後（経過 0 か月）の値との比較においても、2011-A を除いて値が減少している。そのため、各年の結果では計測値の増減が見られるものの、10 年程度の期間では全体として横ばいから減少傾向にあるといえる。

支持力測定試験結果を図-2 に示す。路体の強度については、盛土主体で構成される谷側わだちの方が強度の減少傾向が顕著に表れると考えられることから、谷側わだちにおける計測結果を示す。支持力についても単年度で比較した場合は計測値の増減が見られるものの、2022 年と 2024 年に計測した値と

の比較では、いずれのプロットでも値が減少しており、減少傾向が確認できる。

本試験地周辺で行われた調査では、作設直後から 30-60 か月後にかけて支持力測定の見測値が増加する傾向が確認されている（鈴木ほか 2012）。今回のプロットにおいても同様に作設直後から強度が増加したことが考えられ、その後のある時期から減少傾向を示したと考えられる。

貫入試験についても、谷側わだちにおける計測結果を示す（図-3）。この 3 年間の計測値は増減しており明確な傾向は示さないものの、2022 年計測値と 2024 年計測値の比較では 2010-A を除いて値が減少している。一方、作設直後の値からはいずれのプロットでも値が大きくなっており、路面支持力と同様に作設直後の強度がある時期まで大きくなったと思われる。

2022 年と 2024 年の比較では多くが減少傾向を示したものの、支持力測定と貫入試験では、作設直後より高い値となっているプロットが多く、作設時からの明瞭な強度の減少は確認できなかった。これらの試験は、支持力測定が路面の表面を、貫入試験が路体内部を計測するものであることから、表面、内部のいずれも締固めによる強度が残っていると考えられる。一方、密度試験では、2010-A、2010-B で作設直後より値が小さくなった。これらのプロットは路面の植生繁茂が顕著である。密度試験も表面の強度を計測するものであるが、有機物の多い表層の根系層を除去して土の採取を行う。そのため、植生が繁茂した状態で計測する支持力測定では根系の影響がプラスに働いて高い強度が計測されたものの、密度試験で採取・測定した土は根系によってほぐされ、密度が小さくなっていたと考えられる。

また、工法 A と B における強度の変化傾向の違いは見られなかった。本研究結果からは、強度の変化傾向に工法は影響しないと考えられる。

本研究は JSPS 科研費 JP24K08992 の助成を受けた。

## 引用文献

- (1) 鈴木秀典・山口智・田中良明・加利屋義広 (2012)  
火山灰質粘性土における上・下層土に粒度分布と作業道路面支持力. 関東森林研究 63(1): 109-112.

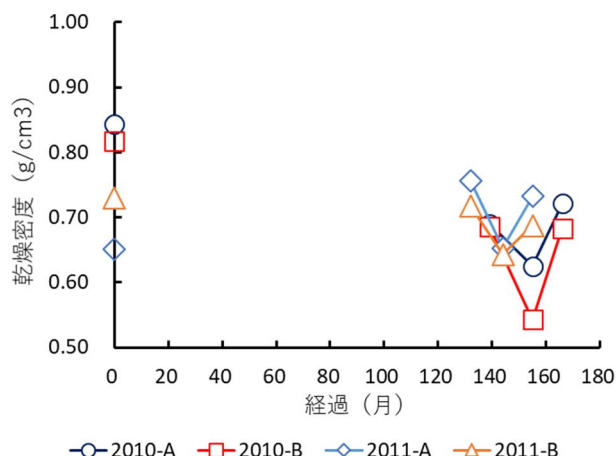


図-1 乾燥密度計測値

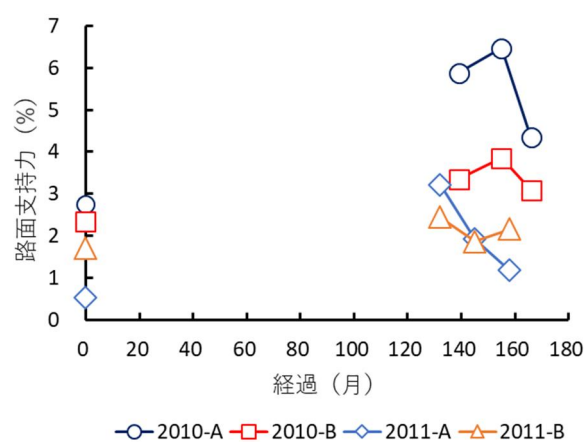


図-2 谷側路面支持力計測値

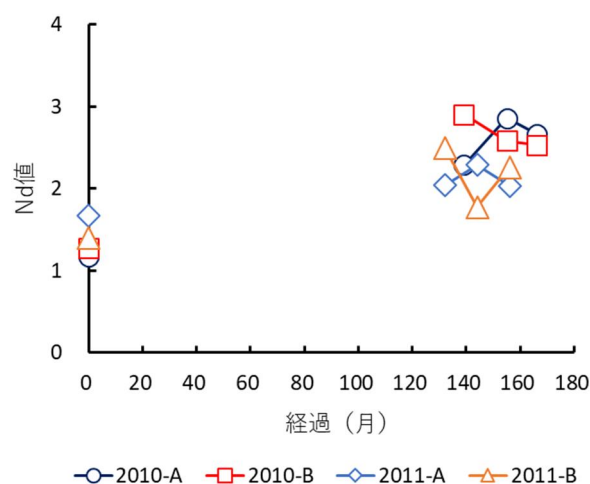


図-3 簡易動的コーン貫入試験（谷側）の計測値

## 森林作業における熱中症リスクの定量化

中田知沙（森林総合研究所）

野田晋一・渡邊由一・櫻木隆満（林業機械化センター）

### 1. はじめに

気候変動により地球温暖化が進むと、熱ストレスに晒されることで労働衛生環境が悪化し、労働災害のリスクが高まる。日本国内では、熱中症による労働災害が増加傾向にあり、2023年の死傷者数は1,106人（うち死亡者数は31人）であった。とくに、足場の悪い山の中で伐採木など重量物を取り扱う林業では、身体的負担が大きく体温が上昇しやすく、実際に林業従事者の3人に1人が熱中症を経験している。また、林業作業の中でも、伐木作業時は安全のため長袖・長ズボン（防護衣）、ヘルメット・イヤマフ、安全靴、防振手袋などの保護具を着用することから熱ストレスを受けやすい。既往研究では、森林内は蒸発散の効果や日射の遮断により夏季の気温上昇が抑制されるといわれるが、多様な気象条件（気温、湿度、日射量等）を示す森林環境を考慮して熱中症リスクを計測した研究は少ない。一方で、心拍数はウェアラブルデバイスで簡易に計測でき、深部体温の予測に効果的であることから、熱中症リスクの計測にも活用されつつある。

そこで、本年度は、林業機械化センター実習林内にて試験を実施し、ウェアラブルデバイスで取得した心拍数の結果から伐木作業中の熱中症リスクを計測する手法を検討することを目的とした。

### 2. 試験方法

#### 2. 1 試験概要

試験は2024年7月17日～18日に、林野庁森林技術総合研修所林業機械化センター（群馬県沼田市）で実施した。当日の気象条件は、7月17日は曇り～小雨（平均気温 23.1℃、最大 28.0℃）、7月18日は曇り（平均気温 22.1℃、最大 25.5℃）であった。作業現場は林冠の閉鎖した林内であった。作業内容は、計6本の立木の伐倒作業であった（図-1）。

本研究は、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所倫理審査委員会の審査・承認を得て実施した。試験を始める前に、被験者に対して試験の目的や手順などに関する説明を十分に行い、試験参加に対する同意を得た。被験者は、主に教育指導目的で林業作業を行う、林野庁森林技術総合研修所林業機械化センターの機械化指導官3名（30～50代、全員男性）であった（表-1）。

#### 2. 2 評価指標

Japan Society for Occupational Health(2021)は、作業強度（RMR、後述）に応じて許容される暑熱環境の指標として熱中症指数（WBGT、後述）を示している（表-2）。これは、連続1時間または断続2時間の作業ができる許容基準である。本研究では、心拍数からRMRを推定し、許容WBGTの基準値と比べることで熱中症リスクを計測した。

#### 2. 3 熱中症指数

熱中症指数の計測には熱中症指数データロガー（AD-5695DL、エー・アンド・ディー社、図-1）を用い、Yaglou and Minaed(1957)による以下の式からWBGT（℃、Wet-Bulb Globe Temperature、湿球黒球温度指数）を計測した。

$$WBGT = 0.7WB + 0.2TG + 0.1TA$$

ただし、 $WB$  は湿球温度( $^{\circ}\text{C}$ )、 $TG$  は黒球温度( $^{\circ}\text{C}$ )、 $TA$  は乾球温度( $^{\circ}\text{C}$ )を示す。 $WBGT$  を用いたのは、気温だけでなく湿度や風速、輻射熱も考慮した総合的な熱中症リスクの指標とするためである。

## 2. 4 作業強度

胸部装着型の心拍センサ (WHS-1、ユニオンツール社) を用いて心拍数 (HR、bpm) を計測した。計測した心拍数は10秒間の移動平均とし、解析周期を5秒間隔とした。心拍数増加率( $HR_{increase}$ )は、以下の式により求めた。

$$HR_{increase} = (HR_{work} - HR_{rest}) / HR_{rest} \times 100$$

ただし、 $HR_{increase}$  は心拍数増加率(%）、 $HR_{work}$  は作業中の心拍数(bpm)、 $HR_{rest}$  は安静時心拍数(bpm)とした。安静時心拍数は作業前に設けた安静時5分間の平均値とした。被験者1の安静時心拍数は105bpm、被験者2は72bpm、被験者3は84bpmであった。

作業強度 (RMR、Relative Metabolic Rate、エネルギー代謝率) は、 $HR_{increase}$  から今冨(1997)による近似式により求めた。

$$RMR = 0.068 \times HR_{increase} + 0.1$$

RMR は、作業の身体に与える強度を示す値で、林業を含む作業の生理負担の指標として広く活用されてきた。RMR は活動時代謝量から基礎代謝量を割ったものであるが、本研究においては上記の近似式を用いることで、心拍数増加率から推定した。なお、RMR は体格、性別、年齢などが考慮された基礎代謝量に基づくが、本試験は心拍数増加率から算出しているため、これらを考慮していない。

## 3. 結果と考察

### 3. 1 心拍数増加率

被験者らの心拍数増加率の推移を図-2に示す。被験者らの伐木時の平均心拍数増加率 ( $\pm$ SD) は、23.64% $\pm$ 3.46% (被験者1)、91.59% $\pm$ 17.77% (被験者2)、37.05% $\pm$ 12.29% (被験者3)であった。また、伐木時の最大心拍数増加率はそれぞれ32.26% (被験者1)、134.72% (被験者2)、66.55% (被験者3)であった。伐木時以外も含めた被験者らの平均心拍数増加率 ( $\pm$ SD) は、16.69% $\pm$ 9.99% (被験者1)、56.68% $\pm$ 34.03% (被験者2)、25.59% $\pm$ 17.78% (被験者3)であった。被験者2の心拍数増加率が高くなった要因として、年齢による影響やかかり木が発生して作業が長時間化したことが考えられた。

### 3. 2 作業強度と熱中症リスク

図-3にRMRと許容WBGTを示す。図は被験者らの5秒ごとのRMRの分布と許容WBGTを示す。被験者らの伐木時の平均RMR $\pm$ SD (最大) は2.22 $\pm$ 0.40 (3.34、被験者1)、6.33 $\pm$ 1.21 (9.26、被験者2)、2.62 $\pm$ 0.84 (4.63、被験者3)であった。被験者1と3は、平均RMR (2.22および2.62) に対応して許容されるWBGT (表-2、図-3) が29.0 $^{\circ}\text{C}$ 以下である一方で、作業現場は林冠が閉鎖しており、試験時の最大WBGTは、7月17日は23.8 $^{\circ}\text{C}$ 、7月18日は24.5 $^{\circ}\text{C}$ と高くはなかったことから、WBGT許容値から判断される熱中症リスクは低かった。一方で、被験者2は平均RMRが6.33と最も高く、許容WBGTの基準値外の作業強度 (RMR 6以上) となる場合がみられたことから熱中症リスクが懸念された。また、被験者は全員保護具を着用しており、衣服により差し

引きが必要な許容 WBGT への補正值（マイナス 0～11℃）や、暑熱順化ができていない場合の補正值（マイナス 2℃）による許容 WBGT（中央労働災害防止協会 2015）を考慮すると、許容される WBGT は低くなり、基準値を超える状況での作業が生じていた可能性がある。伐木作業は既往研究でも高負荷（平均 RMR は間伐が 2.39～5.74、主伐が 3.1～11.6、(村上ら(2011)、末永ら(2024)) となることが指摘されており、今後は、林業における高負荷の作業強度に応じた許容 WBGT を設けることや適切な休憩をとることで平均 RMR を低減することが必要であると考えられる。

#### 4. おわりに

本課題によって、WBGT とウェアラブルデバイスで得られる心拍数が熱中症リスクの評価にある程度有用であることが示された。一方で、WBGT は風速への反応性の低さが指摘されることから、下層木の繁茂により風が通らず、日差しがあたらずとも高湿度になりやすいなど、林内に特有の暑熱環境を適切に計測できているか検証していく必要がある。

#### 引用文献

- 中央労働災害防止協会 (2015) 熱中症予防対策のためのリスクアセスメントマニュアル（製造業向け）。オンライン、( [https://www.jisha.or.jp/research/report/201503\\_02.html](https://www.jisha.or.jp/research/report/201503_02.html) )。2025 年 5 月 13 日参照。
- 今富裕樹 (1997) 労働科学的視点を考慮したトラクタ集材路の幾何構造と路網密度に関する研究。森林総研研報 373: 1-71
- Japan Society for Occupational Health (2021) Recommendation of Occupational Exposure Limits (2001-2022). Environ Occup Health Practice 2021 3: 1-34
- 村上文美・山口麻衣子・有賀一広・仲畑 力・伊藤 要・斎藤仁志・田坂聡明・斎藤忠信・大森伸也 (2011) 高機能繊維を使用した暑熱対策用林内作業服の衣服内気候の分析。宇都宮大学農学部演習林報告 47: 71-76
- 末永和・板谷明美・中田知沙 (2024) 暑熱環境の許容基準にもとづいた森林作業の分類。中部森林研究 72:1-4
- Yaglou CP、 Minaed D (1957) Control of Heat Casualties at Military Training Centers. Arch. Indust. Health 16: 302-305

（出典）中田知沙，板谷明美，野田晋一，渡邊由一，櫻木隆満，山口浩和，猪俣雄太，「伐木作業における熱中症リスクの評価手法の検討」，関東森林研究，Vol.76, pp.145-148, 2025 より転載。



図ー1 伐木試験の様子（左）および熱中症指数データロガー（右）

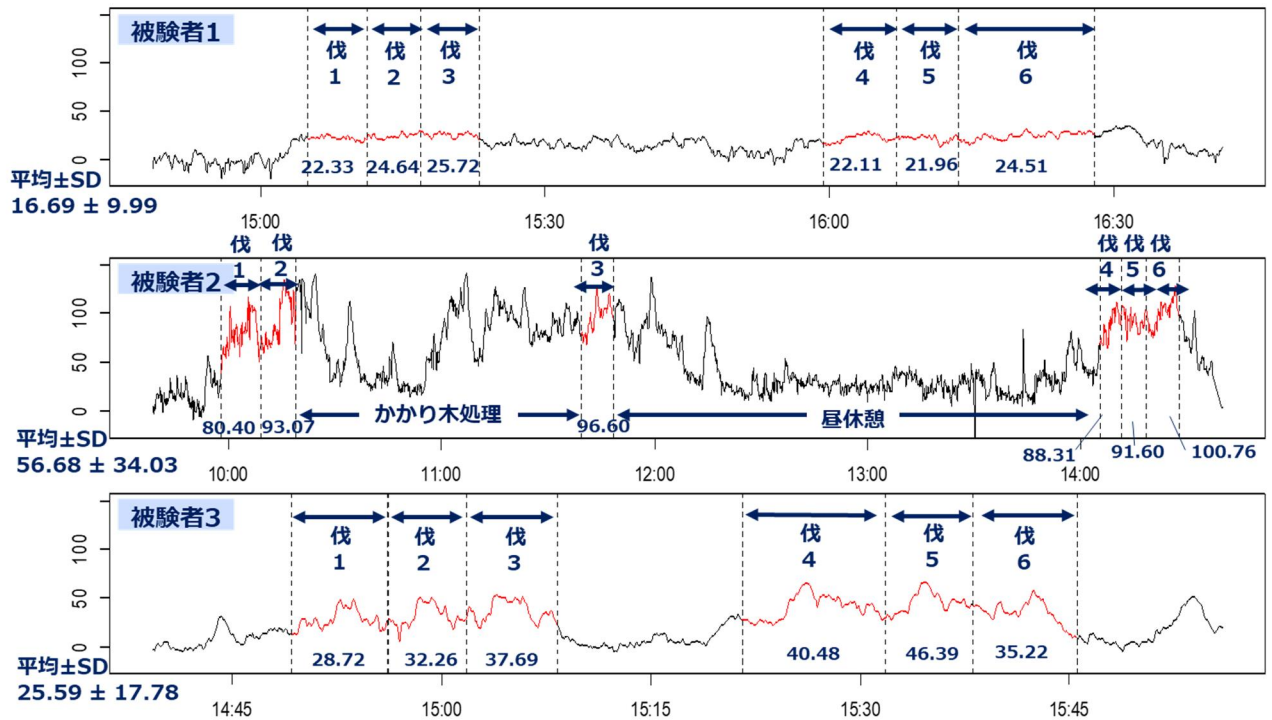


図-2 心拍数増加率の推移

(a)は被験者 1、(b)は被験者 2、(c)は被験者 3 の結果を示し、赤は伐木時、点線は伐採木ごとの区切りを示す

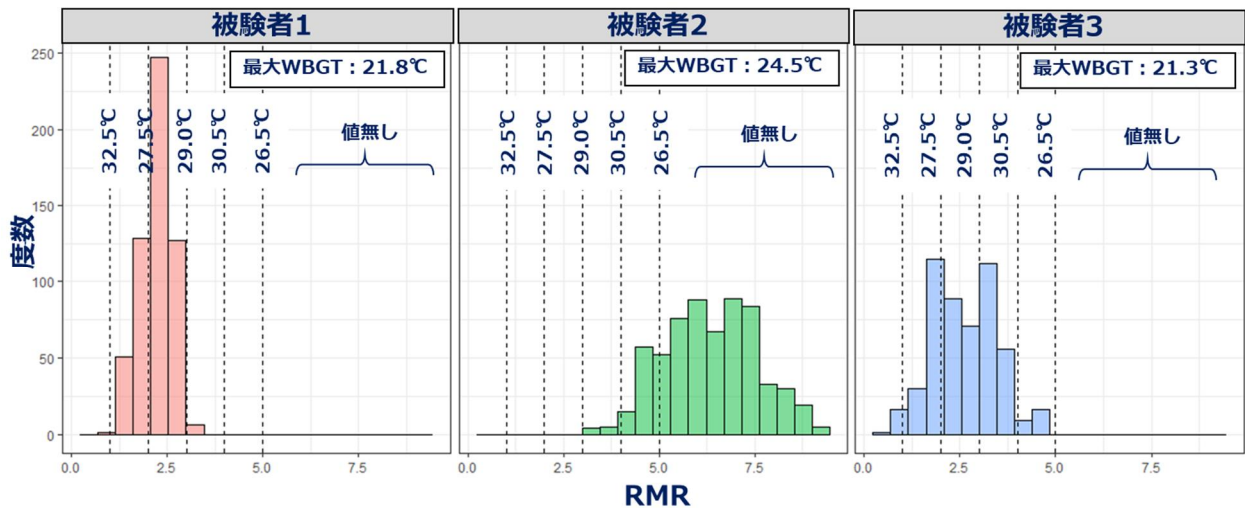


図-3 伐木時の RMR の分布と許容 WBGT

点線は RMR に対応する許容 WBGT を示し、最大 WBGT は被験者らの試験時間中の最大値を示す

表-1 被験者の特性

被験者	性別	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	経験年数 (年)
1	男性	53	179	79	27
2	男性	37	166	68	5
3	男性	49	180	70	9

表-2 職場における暑熱環境の許容基準

作業強度 RMR	許容温度条件 WBGT
1以下（極軽作業）	32.5℃以下
2以下（軽作業）	30.5℃以下
3以下（中等度作業）	29.0℃以下
4以下（中等度作業）	27.5℃以下
5以下（重作業）	26.5℃以下
6以上	値無し

Japan Society for Occupational Health (2021)を改変

## ◆ 研修内容

### 令和6年度 林業機械化センターにおける研修実施の概要

地方公共団体職員や林野庁職員等を対象に、伐木造材、高性能林業機械、森林作業道、集材架線に係る安全かつ効率的な作業を推進するため、機械の安全な操作方法や作業システム等に関する知識・技術を習得させ、各々の地域・現場において的確な普及指導ができる者を育成するための研修を実施した。チェーンソー伐木造材関連の研修では、令和4年度の試験研究の成果や測定手法等を取り入れることにより講義及び実習科目の充実を図った。

令和6年度に実施した研修は18コース（中止したコース含む）、受講者数は191名。各研修の内容等は下表のとおり。

### 令和6年度 林業機械化センター実施研修

研修の名称	研修の必要性	主な内容	対象者	日数	受講者数	所属別 受講者数		
						都道府県等	学校関係	局・署等
伐木造材関連研修								
チェーンソー 伐木造材 （基礎）	安全な伐木等作業を推進するため、チェーンソーの取扱方法や安全対策、健康障害防止対策といった伐木等作業に関する基礎的な知識及び技術を習得させ、各々の現場、地域において的確な普及指導ができる者を育成する。	健康障害を防止するための目立て 伐木等作業に係る安全対策 チェーンソーの取扱方法 伐木造材の方法  伐木等の業務に係る安全衛生特別教育 （労働安全衛生規則第36条第8号）	地方公共団体職員、 森林管理局・署等職員 等	基礎 1				
				5	12	7	-	5
				基礎 2				
				5	12	8	-	4
				基礎 3				
				5	9	3	-	6
チェーンソー 伐木造材 （スキルアップ）	安全な伐木等作業を推進するため、危険木の伐倒や災害事例研究といった伐木等作業に関する高度な知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	伐木作業の原理・原則 チェーンソーの特徴と保守管理、 健康管理 伐木等作業の特徴と作業の安全 災害事例及び関係法令  チェーンソーを用いて行う伐木等の業務 従事者安全衛生教育（令和3年3月17日付け基発0317第2号）	地方公共団体職員、 森林管理局・署等職員 等  （「伐木等の業務に係る安全衛生特別教育（労働安全衛生規則第36条第8号）」修了者）	5	12	8	2	2
チェーンソー 伐木造材 （安全指導）	安全な伐木等作業を推進するため、伐木等作業に関する安全対策に必要な知識及び技術のさらなる向上を図り、加えてリスクアセスメントを実践する能力を養成することにより、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	伐木等作業の法整備の背景・経緯 伐木等作業の特徴と作業の安全 伐木等作業における安全指導の方法 伐木等作業における安全指導の在り方	地方公共団体職員、 森林管理局・署等職員 等  （「伐木等の業務に係る安全衛生特別教育（労働安全衛生規則第36条第8号）」修了者）	5	8	7	1	-

研修の名称	研修の必要性	主な内容	対象者	日数	受講者数	所属別受講者数		
						都道府県等	学校関係	局・署等
高性能林業機械関連研修								
高性能林業機械 (女性担当者)	高性能林業機械作業における女性の活躍を推進するため、高性能林業機械の基本操作等を通して、高性能林業機械の特性や安全な操作方法及び作業システムに関する基礎的な知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	高性能林業機械の特性と安全対策 高性能林業機械の安全な作業方法 高性能林業機械の普及指導のポイント	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員等のうち女性職員	5	12	7	1	4
高性能林業機械 (基礎)	安全な高性能林業機械作業を推進するため、高性能林業機械の基本操作等を通して、高性能林業機械の特性や安全な操作方法及び作業システムに関する基礎的な知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	高性能林業機械の特性と安全対策 高性能林業機械の安全な作業方法 高性能林業機械の普及指導のポイント	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員、森林総合監理士等	基礎 1				
				5	12	8	2	2
				基礎 2				
				中止				
高性能林業機械 (林業大学校等指導者)	安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、高性能林業機械の基本操作、研修生相互の指導、ディスカッション等を通して、高性能林業機械の特性、安全かつ効率的な操作方法、作業システム等に関する幅広い知識及び技術を習得させ、林業大学校・林業高校等において的確な普及指導ができる者を育成する。	高性能林業機械の安全かつ効率的な作業方法 高性能林業機械作業に係る指導のポイント 林業大学校等の指導事例等	林業大学校 ・ 林業高校の教職員等  (「車両系木材伐出機械等の運転の業務に係る安全衛生特別教育(労働安全衛生規則第36条第6号の2、第6号の3及び第7号の2)」修了者)	5	7	2	5	-
高性能林業機械 (安全指導・前期) (講義)	安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、労働安全衛生規則(昭和47年労働省令第32号)に基づき特別教育を必要とする高性能林業機械(車両系木材伐出機械等)に関する知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	高性能林業機械に関する知識 高性能林業機械の作業に関する知識 高性能林業機械の装置の構造及び一般的事項に関する知識 関係法令  車両系木材伐出機械等の運転の業務に係る安全衛生特別教育(労働安全衛生規則第36条第6号の2、第6号の3及び第7号の2)に係る学科教育	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員等  (「令和6年度高性能林業機械(安全指導・後期)(実習)研修」の受講予定者に限る。)	3	19	13	1	5
高性能林業機械 (安全指導・後期) (実習)	安全かつ効率的な高性能林業機械作業を推進するため、労働安全衛生規則(昭和47年労働省令第32号)に基づき特別教育を必要とする高性能林業機械(車両系木材伐出機械等)に関する知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	高性能林業機械作業の特性等 高性能林業機械の安全な操作方法 ワイヤロープの取扱い 高性能林業機械作業における安全対策  車両系木材伐出機械等の運転の業務に係る安全衛生特別教育(労働安全衛生規則第36条第6号の2、第6号の3及び第7号の2)に係る実技教育	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員等  (「令和6年度高性能林業機械(安全指導・前期)(講義)研修」の修了者に限る。)	後期 1				
				5	10	9	-	1
				後期 2				
				5	9	4	1	4
高性能林業機械 (生産性)	安全かつ効率的な高性能林業機械作業システムの定着を図るため、高性能林業機械を用いた集材作業等の実践、データ収集及び生産性算出を通して、作業システムの選択に必要な知識を習得させ、各々の地域、現場において生産性向上に向けた普及指導ができる者を育成する。	生産性の把握に関する基礎知識 生産性把握のためのデータ収集 生産性の算出、評価 ICTを活用した生産管理	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員等	5	10	8	-	2

研修の名称	研修の必要性	主な内容	対象者	日数	受講者数	所属別 受講者数		
						都道府県等	学校関係	局・署等
森林作業道関連研修								
森林作業道 （基礎）	土砂流出や林地崩壊の防止及び継続的な利用を考慮した森林作業道の整備を推進するため、車両系建設機械（整地・運搬・積込み用及び掘削用）運転技能講習を実施し、森林作業道作設に必要な基礎的な知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	森林作業道の作設に必要な知識及び技術 森林作業道に関する試験研究成果  車両系建設機械（整地・運搬・積込み用及び掘削用）運転技能講習（労働安全衛生法施行令第20条第12号）	地方公共団体職員等  （「車両系建設機械（整地・運搬・積込み用及び掘削用）運転技能講習（労働安全衛生法施行令第20条第12号）」修了者を除く。）	11	10	10	-	-
森林作業道 （調査設計）	土砂流出や林地崩壊の防止及び継続的な利用を考慮した森林作業道の整備を推進するため、図上設計及び現地踏査による検討を通して、安全かつ効果的な路線計画に必要な知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	森林作業道の整備に必要な知識及び技術 森林作業道の調査設計に必要なポイント	地方公共団体職員、 森林管理局・署等職員等	5	14	13	-	1
森林作業道 （作設指導）	土砂流出や林地崩壊の防止及び継続的な利用を考慮した森林作業道の整備を推進するため、地形・地質等に応じた森林作業道作設及びその指導に必要な実践的な知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	森林作業道の作設に必要な知識及び技術 森林作業道の作設指導に必要なポイント 森林作業道の作設及び改修	地方公共団体職員、 森林管理局・署等職員等  （「車両系建設機械（整地・運搬・積込み用及び掘削用）運転技能講習（労働安全衛生法施行令第20条第12号）」修了者、又は同程度の技能を有する者）	5	7	6	1	-
集材架線関連研修								
集材架線	安全な林業架線作業を推進するため、安全な架設・撤去、集材機の運転操作、架線設計等に必要な知識及び技術を習得させ、各々の地域、現場において的確な普及指導ができる者を育成する。	集材架線作業に必要な知識及び関係法令 集材架線（エンドレスタイラー式）の架設作業 ワイヤロープの取扱い 集材架線の設計  機械集材装置の運転の業務に係る安全衛生特別教育（労働安全衛生規則第36条第7号）	地方公共団体職員、 森林管理局・署等職員、 森林総合監理士等	11	11	10	-	1
その他								
林業機械体験	将来の森林・林業分野を担う人材の育成に資するため、森林・林業施策の動向等の知識を付与するとともに、高性能林業機械等の操作体験を通して、森林施業と林業機械に対する理解を醸成する。	高性能林業機械の体験学習 チェーンソーの体験学習 林野行政の役割と林業技術者への期待	森林・林業分野の技術者となることが見込まれる関係団体の構成員（学生）等	3	17	-	17	-
計	18コース			93	191	123	31	37

## 伐木造材関連研修



伐木作業に関する講義



鋸断の練習



伐倒練習機



かかり木処理作業



立木の伐倒作業



造材作業

## 高性能林業機械関連研修



模型を使ったスイングヤードの説明



ハーベスタの機能説明



ハーベスタ造材作業



フォワーダ集運材作業



スイングヤード集材作業



リスクアセスメントのまとめ

## 森林作業道関連研修



図上設計の実習



現地踏査



ドラグショベルの機能説明



操作練習



作業道作設作業



研修生相互の作設指導

## 集材架線関連研修



模型を利用した実習



架設作業(柱の確認)



集材機運転



架設作業(主索の固定)



集材作業(荷掛け)



ワイヤスプライス実習

## ◆ 協議会規約

### 林業機械化推進研修・研究協議会規約

(名称)

第一条 本会は、「林業機械化推進研修・研究協議会」（以下「協議会」という。）と称する。

(組織)

第二条 協議会は、関東森林管理局（利根沼田森林管理署及び群馬森林管理署）、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所（林業工学研究領域）及び森林技術総合研修所（林業機械化センター）をもって組織する。

(目的)

第三条 協議会は、林業機械化研究・普及推進共同事業の円滑な推進に寄与することを目的とする。

(協議内容)

第四条 協議会は、その目的を達成するため、次の事業を行う。

- 一 技術及び情報の交換
- 二 実習林を活用した試験・研究
- 三 試験・研究成果の研修利活用
- 四 研究発表会等への積極的参加

(各組織の役割)

第五条 関東森林管理局は、研修実習林、試験・研究フィールドの提供、基盤施設の整備等について協力し、試験・研究の成果を業務に利活用するものとする。

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所は、研修実習林において試験・研究を行い、会報の編集・発行等を通して、その成果を情報提供するものとする。

森林技術総合研修所（林業機械化センター）は、機械化研修業務を通じて、試験・研究に協力し、その成果を広く機械化研修に利活用するものとする。

(事務局)

第六条 協議会の事務局は、森林技術総合研修所技術研修課に置き、協議会に係る事務等を行うものとする。

(役員)

第七条 協議会に次の役員を置く。

会 長 森林技術総合研修所長

委 員 関東森林管理局森林整備部長

利根沼田森林管理署長

群馬森林管理署長

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所研究管理科長

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林業工学研究領域長

森林技術総合研修所首席教務指導官

森林技術総合研修所技術研修課長

森林技術総合研修所林業機械化センター所長

2 第1項の役員を構成員とする役員会を置き、協議会の意思決定機関とする。

(役員会開催)

第八条 役員会は年二回程度開催する。

役員会は、事務局が招集するものとする。但し、各委員の求めがあった場合、必要に応じて臨時会議を開催できるものとする。

(実務者会議)

第九条 協議会に実務者会議を置くことができる。

2 実務者会議は、活動方針案、協議会に係る課題の解決案等を検討し、役員会に提案する。

附 則 この規約は、平成17年4月1日から施行する。

附 則 第二条、第五条及び第七条の改正規定は、平成19年4月1日から施行する。

附 則 第六条の改正規定は、平成21年4月1日から施行する。

附 則 第五条から第九条の改正規定は、平成23年5月16日から施行する。

附 則 第二条、第五条及び第七条の改正規定は、平成29年4月1日から施行する。

附 則 第五条の改正規定は、平成31年4月1日から施行する。

# 林業機械化推進研修・研究協議会役員・会員名簿

## 1 役員名簿

令和7年6月23日現在

番号	所 属	役 職	氏 名	備 考
1	林野庁 関東森林管理局 森林整備部	部 長	増田 義昭	
2	林野庁 関東森林管理局 群馬森林管理署	署 長	野畑 直城	
3	林野庁 関東森林管理局 利根沼田森林管理署	署 長	田中 直哉	
4	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部 研究管理科	科 長	杉本 健一	
5	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業工学研究領域	領域長	山口 浩和	
6	林野庁 森林技術総合研修所	所 長	宇山 雄一	会長
7	林野庁 森林技術総合研修所	首席教務指導官	中熊 靖	
8	林野庁 森林技術総合研修所 技術研修課	課 長	(空席)	事務局
9	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	所 長	恒松 衛	

## 2 会員名簿

令和7年6月23日現在

番号	所 属	役 職	氏 名	備 考
1	林野庁 関東森林管理局 森林整備部 資源活用課	企画官	須貝 栄	
2	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部 研究管理科 地域連携戦略室	室長	渡辺 憲	
3	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部 研究評価科 (林業研究部門 林業工学研究領域 併任)	研究専門員	鹿島 潤	
4	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域	主任研究員	田中 良明	
5	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域	研究専門員	陣川 雅樹	
6	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 収穫システム研究室	室長	中澤 昌彦	
7	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 収穫システム研究室	主任研究員	瀧 誠志郎	
8	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 収穫システム研究室	研究員	大塚 大	
9	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	室長	白澤 紘明	
10	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	主任研究員	山口 智	
11	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 森林路網研究室	主任研究員	宗岡 寛子	
12	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 省力化技術研究室	室長	鈴木 秀典	
13	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 省力化技術研究室	主任研究員	上村 巧	
14	林野庁森林整備部研究指導課 ( (国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 省力化技術研究室 ) )	研究企画官 (主任研究員)	猪俣 雄太	
15	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 省力化技術研究室	研究員	中田 知沙	
16	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 機械技術研究室	室長	伊藤 崇之	
17	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 機械技術研究室	研究員	有水 賢吾	
18	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業工学研究領域 機械技術研究室	任期付研究員	中込 広幸	
19	林野庁 森林技術総合研修所 (林業機械化センター駐在)	教務指導官	酒井 一幸	
20	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	野田 晋一	
21	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	清水 直喜	
22	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	大澤 智也	
23	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	調整係長	渡邊 由一	
24	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化研修係長	畠山 弘一	
25	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化研修係	氏 成雅	

林業機械化推進研修・研究協議会会報 第20号

2025年12月26日 発行

編集

森林総合研究所林業工学領域内

〒305-8687 つくば市松の里1

TEL 029-829-8289 FAX 029-874-3720

林業機械化研修・研究協議会事務局

森林技術総合研修所 技術研修課内

〒193-8570 八王子市廿里町1833-94

TEL 042-661-3565 FAX 042-661-7314

発行

森林総合研究所林業工学領域内

〒305-8687 つくば市松の里1

TEL 029-829-8289 FAX 029-874-3720

問い合わせ先

林業機械化研修・研究協議会事務局

森林技術総合研修所 技術研修課内

〒193-8570 八王子市廿里町1833-94

TEL 042-661-3565 FAX 042-661-7314