

ISSN 1880-9383

林業機械化推進研修・研究協議会

協議会会報

第 17 号

2022 年 6 月

目 次

(巻頭言)

◆林業機械が果たす女性が働きやすい職場環境づくり

林野庁 森林技術総合研修所長 佐伯 知広 1

◆活動報告

令和3年度林業機械化推進研修・研究協議会役員会 3

◆研究成果

1. 試験・研究課題と成果 5

2. 試験・研究成果について

「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」 6

「外部センサの活用による路面締固め判定方法の開発」 8

「伐倒技量の定量化に関する研究」 10

「フォワーダ集材行程における労働負担の解明」 15

◆研修内容

令和3年度林業機械化センターにおける研修実施の概要 18

◆協議会規約

林業機械化推進研修・研究協議会規約 22

◆ 林業機械が果たす女性が働きやすい職場環境づくり

林野庁 森林技術総合研修所長 佐伯 知広

平成 17 年 4 月に発足した林業機械化推進研修・研究協議会は、国・地方公共団体等の職員の研修を担う森林技術総合研修所（林業機械化センター）と、林業機械の最先端の開発・研究を担う森林総合研究所（林業工学研究領域）と、国有林を研究・研修フィールドとして提供する関東森林管理局（利根沼田森林管理署、群馬森林管理署）とが連携し、林業機械や路網に関する試験・研究を行い、その成果を業務や研修などに活用してきました。

協議会発足から 17 年が経ち、この間、森林・林業を巡る情勢も大きく変化してきた中で、今回は、「林業機械」と「女性」に視点を置き、森林・林業白書などから引用しつつ拙文を寄稿させていただきます。

さて、我が国では、戦後のはげ山復旧や拡大造林の時期において、女性の林業従事者の多くが、苗畑作業や造林・保育作業を担ってきました。その作業の減少などに伴い、女性林業従事者は大きく減少しており、例えば、昭和 55 年の 24,114 人に対し、本協議会が設立された平成 17 年は 4,488 人、平成 27 年は 2,750 人となっています。また、全林業従事者のうち女性の占める割合は昭和 55 年が 16.5%、平成 17 年が 8.6%、平成 27 年が 6.1%と、大きく減っています。

一方で、高性能林業機械の保有状況を見ますと、平成 17 年度の 2,909 台から、ハーベスタ、プロセッサ、フォワーダを中心に年々台数が伸び、令和 2 年度には 10,855 台まで達しています。高性能林業機械の活用は、効率的な作業システムの構築に不可欠であることに加え、伐木・造材などの労働災害の防止に大きく貢献しています。まだまだ他の産業と比較して死傷災害の割合は高いですが、発生件数の推移で見ますと、平成 17 年は 2,365 件に対して令和 2 年には 1,275 件まで減少しています。

そのような状況の中で、高性能林業機械の操作はジェンダーレスな作業であり、素材生産等で女性が活躍できる作業も増えていると考えられ、女性の伐木・造材・集材従事者に限ってみれば、直近の 5 年間では 610 人から 690 人に増えています。林業現場で女性が活躍する事例も多く報告されており、例えば、栃木県矢板市にある高原林産企業組合では女性技能者の積極的な採用で、女性班長の下、女性だけの素材生産チームを稼働させています。

森林技術総合研修所林業機械化センターの研修計画においても、地方公共団体等の女性担当者を対象とした「高性能林業機械（女性担当者）研修」を9月に予定しており、研修受講者を通じて地方女性技能者等の能力向上が期待されるところです。もちろん、その他の現場作業に関する研修にも多くの女性の参加を得ているところです。

女性の働きやすい職場環境を作るのは、林業機械等のハード面の整備のみならず、男性も含めた現場従事者の理解向上や職場内コミュニケーションの円滑化などの意識改革のほか、車載の移動式更衣室やトイレの導入、従業員用シャワー室の整備等のソフト的な施設整備も改善していくことが必要でしょう。

また、林業従事者を多く抱える森林組合では、理事の構成が高齢の男性に著しく偏っており、女性の組合経営の参画促進による組織の活性等が課題とされているところです。女性の意見を取り入れた職場環境づくりは、男性にとってもワークライフバランスが確保できる働き方改革につながります。

本協議会の役割は、林業機械の試験・研究であり、それだけでは女性の働きやすい職場環境づくりへの貢献は限定的ではありますが、最近の林業機械の開発状況をみると、ICTやAI等の先端技術を活用した林業機械の遠隔操作に向けた開発（小型遠隔操作式下刈り機等）が進められており、今後、女性がオペレーターとして活躍することが期待できます。

協議会を構成している森林総合研究所林業工学研究領域には女性の研究者がいっぱいいますし、林野庁でも例えば令和4年度新規採用数は144名のうち43名が女性で、職員の女性割合が増えています。平成初期の採用の私からすれば隔世の感があります。女性の声を活かした林業機械の試験・研究や研修が一層進展することを期待します。

（了）

引用・参考文献：令和2年度・平成3年度森林及び林業の動向（森林・林業白書）、GR現代林業2022年2月号

◆ 活動報告

○令和3年度 林業機械化推進研修・研究協議会役員会

日 時 令和3年8月3日（火）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 別紙「出席者名簿」のとおり

次 第

1 開会

- （1）会長あいさつ
- （2）森林総合研究所あいさつ
- （3）関東森林管理局あいさつ

2 議事

- （1）令和2年度の活動について

○試験・研究成果等

- ① 路網作設における木質材料利用の高度化
一簡易横断排水溝に関する通行車両への衝撃緩和一
- ② 外部センサの活用による路面締固め判定方法の開発
- ③ 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

- （2）令和3年度の活動について

○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
- ② 外部センサの活用による路面締固め判定方法の開発
- ③ 伐倒技量の定量化に関する研究
- ④ フォワーダ集材行程における労働負担の解明

- （3）協議会報について

- （4）情報交換

- （5）その他

3 閉会

※ 閉会後は、自由解散（コロナ関係で時間外の打合せはなし）

令和3年度 林業機械化推進研修・研究協議会役員会出席者名簿

令和3年8月3日

番号	所 属	役 職	氏 名
1	林野庁 関東森林管理局 森林整備部	部 長	(やまぐち てるふみ) 山口 輝文
2	林野庁 関東森林管理局 群馬森林管理署	署 長	(いのうえ やすゆき) 井上 康之
3	林野庁 関東森林管理局 利根沼田森林管理署	署 長	(なかむら まさゆき) 中村 昌有吉
4	林野庁 関東森林管理局 森林整備部 資源活用課	課長補佐	(かねこ ともし) 金子 友次
5	(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	(ばば としお) 馬場 敏郎
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	領域長	(もづな まさひろ) 毛網 昌弘
7	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 研究管理課 地域連携戦略室	室長	(しまだ けんいち) 島田 健一
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	チーム長(森林作業担当)	(たなか よしあき) 田中 良明
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 収穫システム研究室	室長	(なかざわ まさひこ) 中澤 昌彦
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 収穫システム研究室	主任研究員	(よしだ ちかし) 吉田 智佳史
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 収穫システム研究室	主任研究員	(たき せいしろう) 瀧 誠志郎
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 森林路網研究室	室長	(すずき ひでのり) 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 森林路網研究室	主任研究員	(やまぐち さとし) 山口 智
14	(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	研究員	(むねおか ひろこ) 宗岡 寛子
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	室長	(やまぐち ひろかず) 山口 浩和
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 省力化技術研究室	主任研究員	(いのまた ゆうた) 猪俣 雄太
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 省力化技術研究室	任期付研究員	(なかた ちさ) 中田 知沙
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	室長	(いとう たかゆき) 伊藤 崇之
19	(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	(うすい けんご) 有水 賢吾
20	林野庁 森林技術総合研修所	所 長	(おおまさ やすし) 大政 康史
21	林野庁 森林技術総合研修所	首席教務指導官	(くりやま たかゆき) 栗山 喬行
22	林野庁 森林技術総合研修所 技術研修課	課 長	(たなか なおき) 田中 直哉
23	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	所 長	(いりかわ かずひこ) 入澤 和彦
24	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	(くぼ たけのり) 久保 武典
25	林野庁 森林技術総合研修所 林業機械化センター	機械化指導官	(のだ しんいち) 野田 晋一
26	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
27	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	(かとう くにひこ) 加藤 邦彦
28	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
29	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	(つちや ゆうへい) 土屋 祐平
	●オブザーバー		
30	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	(まつやま こうじ) 松山 康治
31	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所	研究ディレクター	(うつぎ はじめ) 宇都木 玄
32	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所	研究コーディネイター	(じんかわ まさき) 陣川 雅樹

◆ 研究成果

1. 試験・研究課題と成果

令和3年度は、継続課題1件、新規課題3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、その成果を学会等に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	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	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：山口智・加藤英雄 センター：清水直喜・大澤智也			←	→				
2	外部センサの活用による路面締 固め判定方法の開発 森林総研：鈴木秀典・山口智 センター：野田晋一・加藤邦彦	←	→						R2. 3. 28 第131回日本森林学会 大会 R2. 6. 19 協議会報告 R3. 8. 3 協議会報告
3	伐倒技量の定量化に関する研究 森林総研：猪俣雄太・上村巧・ 中田知沙 センター：久保武典・加藤邦彦			←	→				R4. 3. 28 第133回日本森林学会 大会
4	フォワーダ集材行程における労 働負担の解明 森林総研：中田知沙・山口浩和 センター：野田晋一・大澤智也			←	→				R4. 3. 28 第133回日本森林学会 大会

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 ～異なる簡易な横断排水施設を設置した作業道での走行試験～

山口 智・鈴木秀典・加藤英雄（森林総合研究所）

大澤智也・清水直喜（林業機械化センター）

1. はじめに

舗装されていない林道や作業道では、降雨や湧水などにより洗掘が起こり、通行上、維持管理上で問題となる¹⁾。素掘り横断溝（以下、素掘り）や木（ゴム）製路面排水溝（以下、木・ゴム製）などの簡易横断排水施設で排水を行った際には、形状や設置状況によっては上を通行する時に車体が衝撃を受けることから、車両の運転者に嫌がられることがある¹⁾。そこで、走行しやすい簡易横断排水施設の開発を行うにあたり、伐採時の副産物である枝条の活用を促すことを目的として、ヒノキ枝条粗朶を疎水材として新たに追加して自動車で行き、横断溝上を通過した時の耐久性に関する観測を行った。それにあたり、既報¹⁾とコース（直線コース→周回コース）と使用車両（軽ワゴン→2トントラック）を変更した。なお、この試験は前試験課題に基づき、令和元年度に実施した試験であるが、この結果について、耐摩耗性に関する考察を行ったのでここで報告する。

2. 試験方法

林野庁森林技術総合研修所林業機械化センターの研修林において周回できる試験コースを設定した（図-1）。試験区として基幹作業道規格の作業道にヒノキ枝条粗朶の素掘りへの埋め込み（以下 A とする）、樹脂製疎水材の素掘りへの埋め込み（以下 B）、割竹束の素掘りへの埋め込み（以下 C）、木・ゴム製（以下 D）の4種を約5~7mごとに設置する区間を2区間（急傾斜・緩傾斜）設定した。また、その後、設置したものをすべて撤去した素掘りの状態にした状況での走行試験も行った。

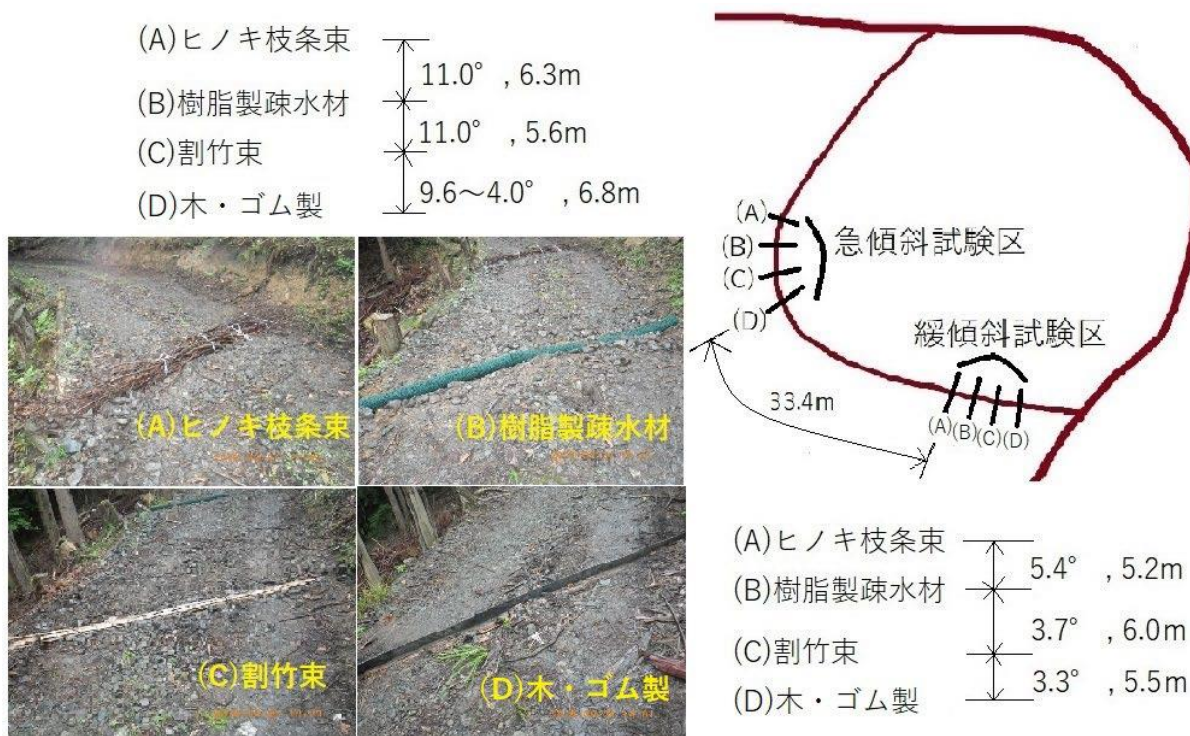


図-1 試験コースの概要

四輪駆動トラックで試験区を走行し、走行による影響としての耐久性についての調査として、試験中に発生した変化や試験後の変化を目視により調査した。

繰り返し走行は、合計で 52 周行った。内訳は、各種横断溝を設置した状態で左回り（急傾斜区間→緩傾斜区間）を計 20 周、右回り（緩傾斜区間→急傾斜区間）を計 20 周、全試験体上を走行した。

次いで 4 種類の横断溝を撤去して素掘りにした状態でコースを走行。左回りを計 6 周走行後、右回りを計 6 周走行した。これは横断溝を全部撤去して素掘りにしたら各区間ともに素掘りは 4 ヶ所できるので 3 周走れば各区間でそれぞれ 12 回になるという考えによる。

3. 結果と考察

主に簡易横断排水施設自体や試験路の走行による影響の考察を行った。

(1) 走行試験中において以下の事象が発生したことから修復がなされた。

(ア) 緩斜面区間中にある竹束を埋めた素掘り分に轍によるへこみが生じた。

(イ) 緩斜面区間中にある樹脂が素掘りから逸脱した。

(ウ) 急斜面区間中にある木・ゴム製周りと樹脂を埋めた素掘り分でへこみが生じた。

(エ) 急斜面区間中の樹脂が素掘りから逸脱した。その後、輪荷重でつぶれて折れ曲がり何度も修復を行ったが形状の崩壊が発生する箇所が発生した。

(オ) 設置物を撤去して素掘りにした際、轍の影響で実質的な溝の深さは浅くなる。

(2) 上記の事象と試験終了後の観察でそれぞれの簡易横断排水溝について以下のことが考えられた。

(ア) 木・ゴム製：耐摩耗性については丈夫であるが、繰り返し走行による路面での轍の発生により段差が発生することがある。設置物の路面に対する高さで衝撃は変わっていた可能性がある。

(イ) 竹束：繊維方向の割れが発生するが割竹として使用していることからたわみが元に戻ればこれは大きな問題にはならない。繊維の断裂が発生する場合があることが問題となる。これはカミキリムシの被害に遭うことで発生する場合がある。

(ウ) ヒノキ枝条束：一部で車両通行による樹皮の剥がれやすりつぶしが見られた。車両の走行でタイヤの跡周辺では変形がみられた。

(エ) 樹脂：車両の通行で塑性変形しやすく、破片の飛散がみられた。またパンクの恐れが考えられた。

(オ) 素掘り：轍が発生した場合、相対的に溝が浅くなり、排水の漏出と新たな路面流の発生の恐れが高くなる。

以上から、耐久性の強弱に関して、相対的ではあるが次のように考えられた。

木・ゴム製＞竹束＞ヒノキ枝条束＞樹脂＞素掘り

排水施設の設置に際しては、車両通行時に圧縮されてちょうど溝に収まるくらいに設置すると衝撃緩和に効果的と考えられる（束に対して浅めくらいに調整して溝を掘る）。

引用文献

1) 山口智・鈴木秀典・田中良明・泉田信幸（2019）路網作設における木質材料利用の高度化—簡易横断排水溝に関する通行車両への衝撃緩和—。林業機械化推進研修・研究協議会会報，14，19-21。

外部センサの活用による路面締固め判定手法の開発

鈴木秀典・山口 智（森林総合研究所）
野田晋一・加藤邦彦（林業機械化センター）

1. 研究目的

森林作業道などの路網作設にあたっては、最適な締固めを行うことで強固な路体を構築することが必要である。しかし、適切な締固め作業はオペレータの感覚や経験に頼らざるを得ず、客観的な評価方法による路面締固め状態の判定手法が求められていた。そこで、土木分野で活用されている手法を応用して、外部センサなどを活用した路面締固め判定手法の開発を行った。

令和3年度は、履带式車両ではなく自動車（ホイール式）を利用して検討することとし、走行で発生した路面の沈下量と作業道路面の支持力の関係を明らかにした。また、現地でのわだち計測を簡易に行えるよう、画像を用いた多視点ステレオ写真測量（SfM :Structure from Motion）について検討し、路面沈下量の計測精度を明らかにした。本稿では、SfM による路面沈下量の計測精度を中心に報告する。

2. 試験方法

SfM に使用する画像は、既報（1）の手法に従って動画から静止画像を抽出することで取得した。動画撮影は軽自動車の後方に取り付けた2台のビデオカメラで行い、走行中に撮影を行うことで走行によって発生するわだちを撮影した（図-1）。撮影用ビデオカメラは動画記録画素数：3840×2160、フレームレート：30fps に設定し、時速5～10km 程度で走行しながら撮影した。画像からの3次元点群モデル作成には写真測量ソフトウェア Pix4Dmapper を使用した。作成した点群で沈下量を計測するためには、点群のスケールを現実と合わせる必要がある。このため、x, y, z の各軸にボールを設置し（図-1）、動画にこのボールを写し込んでスケールを調整した。

SfM で作成した点群からの路面沈下量の計測精度を検証するため、現地でも走行後の路面高を直接計測した。沈下量の計測は事前に設定した測線で行ったが、自動車のタイヤが通過する部分を走行前に特定することは難しい。そこで、走行後のわだち部路面高を計測するとともに、走行前後で変形していないわだち左右の路面高と計測した箇所までの距離を計測することで走行前の路面高推測値を求め、計測した路面高との差を計算して沈下量を得た（図-2）。なお、路面高は、測線の両側に打設した杭に水糸を張り、水糸から路面までの距離を直接計測して求めた。

さらに、路面沈下量と作業道路面支持力の関係を明らかにするため、沈下量を計測した箇所においてキャスポルを用いた路面支持力の計測を行った。

3. 試験結果

ソフトウェアからの点群作成にあたっては、当初、3フレーム/秒の静止画を抽出して行っていたが、画像ごとの結合処理がうまくいかないことがあったため、6フレーム/秒としたところ処理結果の向上がみられた。作成した測線部の横断面図を図-3 に、現地で実測した路面沈下量との比較結果を表-1 に示す。点群から得た沈下量の方が現地計測値よりも小さくなる傾向があり、0.6～4.7cm 小さくなった。

現地で計測した路面沈下量と作業道路面支持力は、沈下量5.0cm 程度までの範囲で概ね右下がりの関係が見られ、路面支持力が小さくなるほど沈下量が大きくなることが確認できた。また、5.0cm より大きな沈下量では路面支持力が0%となった。SfM によって計測した沈下量は現地計測値より小さくなる傾向があったため、SfM から路面支持力を推測するためには、沈下量を調整するなどの検討も必要となる可能性がある。一方で、SfM による沈下量が5.0cm 以上となる箇所では、現地でもその値以上の沈下量になっていると考えられる。よって、SfM による沈下量を調

整せずとも、路面支持力が0%となる締固め不良箇所であることを推測できる。

引用文献

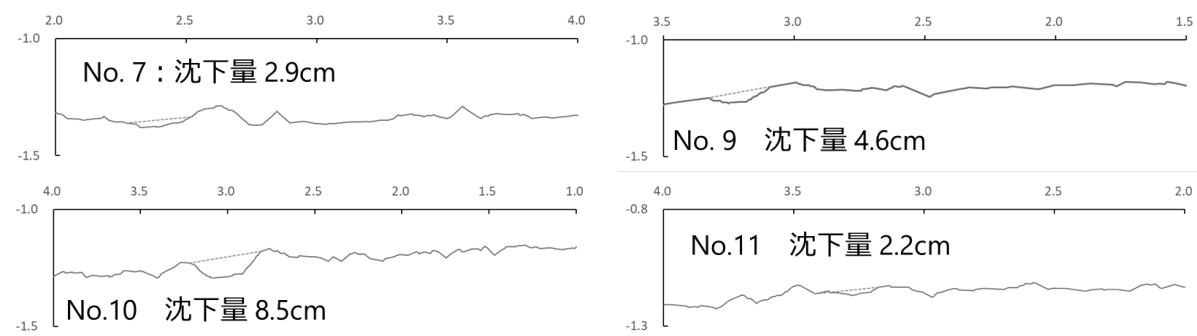
(1) 瀧誠志郎, 中澤昌彦, 斎藤仁志, 大野勝正, 鈴木秀典, 吉田智佳史, 千原敬也, 図子光太郎 (2020) 動画データによる作業道の三次元点群データの構築. 森林利用学会誌 35(4).



図ー1 ビデオカメラ（白色円内）
を取り付けた試験車両



図ー2 路面高の計測



図ー3 SfMによる点群から作成した測線部の横断面図
横軸は水平距離、縦軸は垂直距離を表す（単位：m）。走行前の推測路面を点線で示し、
この推測路面から求めた沈下量を図中に記す。

測線番号	沈下量(cm)		
	点群から計測	現地で実測	差
7	2.9	3.6	0.7
9	4.6	5.2	0.6
10	8.5	13.2	4.7
11	2.2	3.3	1.1

表ー1 点群による横断面図から求めた
沈下量と実測した沈下量の比較

伐倒技量の定量化に関する研究

猪俣雄太・上村巧・中田知沙（森林総合研究所）

加藤邦彦・恒松衛（林業機械化センター）・久保武典（高尾森林ふれあい推進センター）

1. はじめに

チェーンソー伐倒時の死亡災害の約 6 割は狙った方向に倒伏しなかったことが原因の災害であり、安全に伐倒するには狙い通りに木を倒す必要がある。長年の経験より、狙い通りに木を倒すための受け口や追い口の形状が分かり、ガイドライン等にその形状が示されるようになった。正しい切口の形状が分かっても、それを実現するには技能が必要である。チェーンソー作業に関しては、これまで振動等の研究が行われているが、伐倒の技能計測・評価に関する研究は十分ではなく、ガイドライン等で示される各形状を伐倒者はどのように作っているかが分かっていなかった。そこで、本課題では伐倒練習機を用い、伐倒技能の現状を把握することを目的とし、今年度は技能を計測する器具の精度検証と平坦地における受け口作成技能の計測を行った。

2. 試験方法

【計測器具の精度検証】

本研究では、技能計測が容易ではない「狙った方向と会合線（受け口の斜め切りと下切りの一致線）の直角方向がなす角度」と「水平面に対する会合線の傾き」を計測する器具の精度検証を行う。「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」を計測する器具として、レーザーを使った器具（以下「レーザー器具」と呼ぶ。）と水糸を使った器具（以下「水糸器具」と呼ぶ。）が研修等で主に使用されている（図-1）。レーザー器具は定規の直交方向にレーザーを照射できるようになっており、定規を会合線に当てることで、会合線の直交方向が分かるようになっている。水糸器具も同様に画板の側面を会合線に当てることで、会合線の直交方向を把握する。「水平面に対する会合線の傾き」は水準器を用いた器具（以下「水準器器具」と呼ぶ。）であり、会合線にアングル材をあて、その上に水準器を添わせることで、「水平面に対する会合線の傾き」を計測する（図-2）。

精度検証するために、丸太に受け口を作成し、「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」と「水平面に対する会合線の傾き」をトータルステーションで計測した。計測で得た値を真値とし、その真値と各計測器具の計測値を比較することで、計測器具の精度を検証した。

【平坦地における受け口計測】

伐倒練習機の斜面傾斜 0 度を活用し、指導官を含む 8 名の被験者に対し、平坦地での受け口の作成試験を行った。試験では、伐倒練習機に 1.2m 程度の丸太を設置し、高さが異なる 4 個の受け口を作り、その受け口の「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」と「水平面に対する会合線の傾き」を計測した。受け口を作る高さは、高いほうから高さ A、B、C、D と設定し、被験者本人が下切りしやすい位置を高さ B、斜め切りしやすい位置を高さ C、高さ B 以上の位置の受け口を高さ A、高さ C 以下の位置の受け口を高さ D と設定した。したがって、高さ B と C の受け口は高さ A・D と比較し作りやすい位置にある。更に、モーションセンサとビデオカメラから受け口作成時の作業姿勢を計測し、そこからチェーンソーのガイドバーの動きを把握した。「水平面に対する会合線の傾き」はガイドバーのロール角（図-3）の影響を受けると考えられることから、今回は下切り作業開始時のロール角を推定した。

3. 結果と考察

【計測器具の精度検証】

各器具の精度を図-4、5 に示す。「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」の決定係数は 0.8 以上、「水平面に対する会合線の傾き」の決定係数は 0.9 以上となり、高い相関関係があった。また、回帰直線の傾きは 0.87~1.01 であり、正確度は高い。水準器器具およびレーザー器具、水

糸器具による絶対誤差は1度以下を示し、研修等での使用に問題ないことが分かった。そこで、精度の高かった水糸器具と水準器器具を用いて、平坦地における受け口技能の計測を行った。

【平坦地における技能計測】

「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」の高さ別の分布を図-6に示す。角度がマイナスの場合は、伐倒者側を切りすぎた場合を表し、プラスの場合は伐倒者側と反対側を切りすぎた場合を表す。伐倒者が受け口を作りやすい高さBとCは0度を中心に、±5度程度までの範囲にあったが、高さAとDはマイナス側に偏っており、伐倒者側を切りすぎる傾向があった。「水平面に対する会合線の傾き」の高さ別の分布を図-7に示す。傾きがマイナスの場合は、刃先が下がっていることを表し、プラスの場合は刃先が上がっていることを表す。全ての高さで、平均値はマイナスであったことから、刃先が下がる傾向にあることが分かった。

会合線に回転軸があると仮定し、その回転軸に沿って、立木が倒伏した場合に、「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」および「水平面に対する会合線の傾き」の値が、倒伏方向をどの程度、狙った方向から逸らすかを表-1に示す。表-1の値は15m先の狙った地点から逸れた距離を表しており、任意の軸に沿った回転を算出するロドリゲスの回転公式より算出した。表より、「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」および「水平面に対する会合線の傾き」が同じ値であれば、狙った方向から逸れた距離は同程度であり、伐倒者が受け口を作りやすい高さBとCでは、「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」は概ね±5度以内にあることから、最大で1.3mほど狙った方向からずれる可能性がある。一方、「水平面に対する会合線の傾き」では概ね-7~1度以内にあることから、最大で1.9mほど狙った方向からずれる可能性がある。

「水平面に対する会合線の傾き」に影響を与えていると考えられる下切り時のガイドバーのロール角の平均値を図-8に示す。マイナスがガイドバーの先が下がっていることを表し、プラスがガイドバーの先が上がっていることを表す。高さBとCはマイナスに分布する傾向がみられたことから、下切り開始時にガイドバーの先が下がっている傾向がみられることがわかった。このため、下切り開始時に水平に保つような、訓練の必要性が示唆された。

4. おわりに

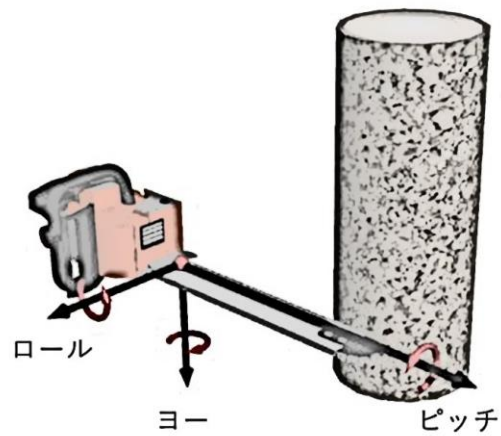
計測器具の精度検証を行った結果、研修等で使用している計測器具の精度が高く、計測には支障がないことが分かった。ただし、レーザー器具の場合、レーザーの軸を確認する必要がある。図-1のとおり、レーザー器具は市販のレーザーとL型定規を加工したものであるが、使用した市販のレーザーの軸が約0.3度傾いていた。そのため、図-5では0.3度補正した値を図示している。したがって、レーザー器具を用いる場合は、事前にレーザーの軸の校正が必要となる。

今年度は平坦地における受け口技能の計測を行った。伐倒では、受け口だけでなく、追い口もあり、また一般的には伐倒は傾斜地で行われている。このため、今後は追い口および傾斜地での技能計測を行う予定である。



図ー1 狙った方向と会合線の直角方向がなす角度で使用する計測器具
 上図：レーザー器具
 下図：水系器具

図ー2 水平面に対する会合線の傾きで使用する計測器具（水準器器具）



図ー3 チェーンソーの各軸方向

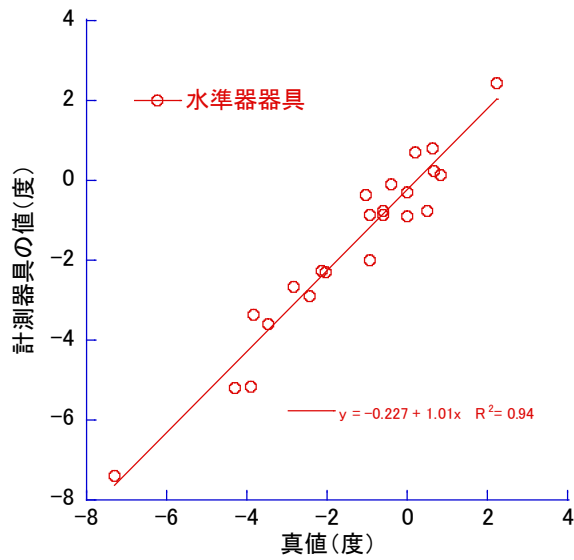


図-4
水平面に対する会合線の傾きの精度検証

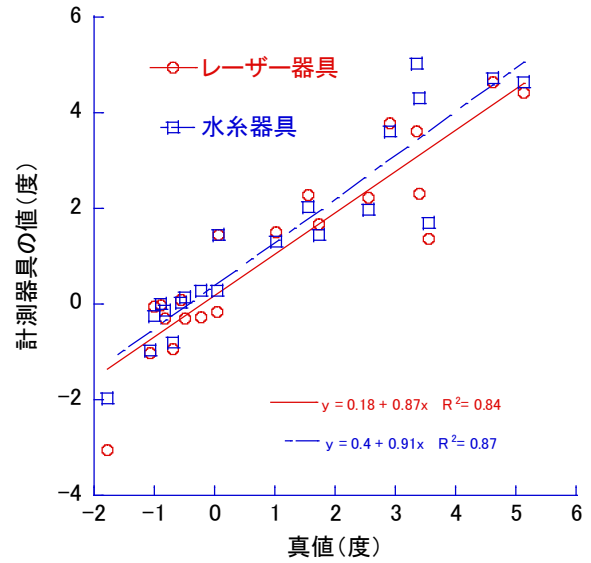


図-5
狙った方向と会合線の直角方向がなす
角度の精度検証

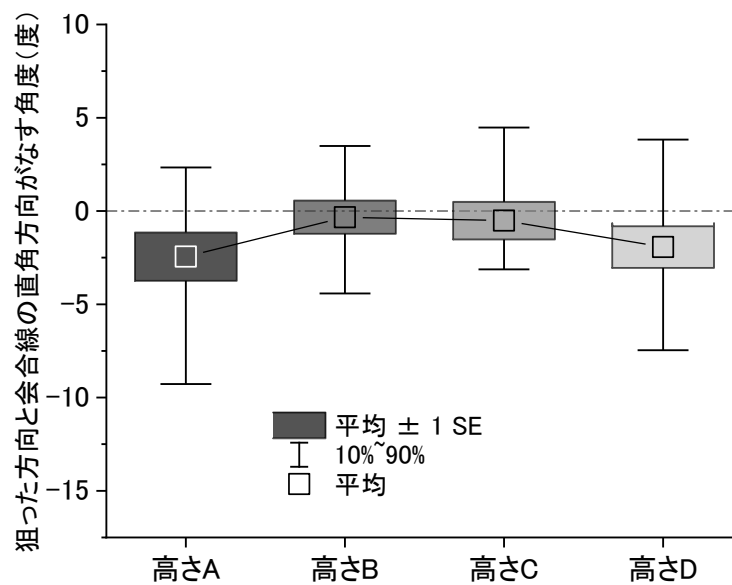


図-6 受け口の高さ別の狙った方向と会合線の直角方向がなす角度の分布

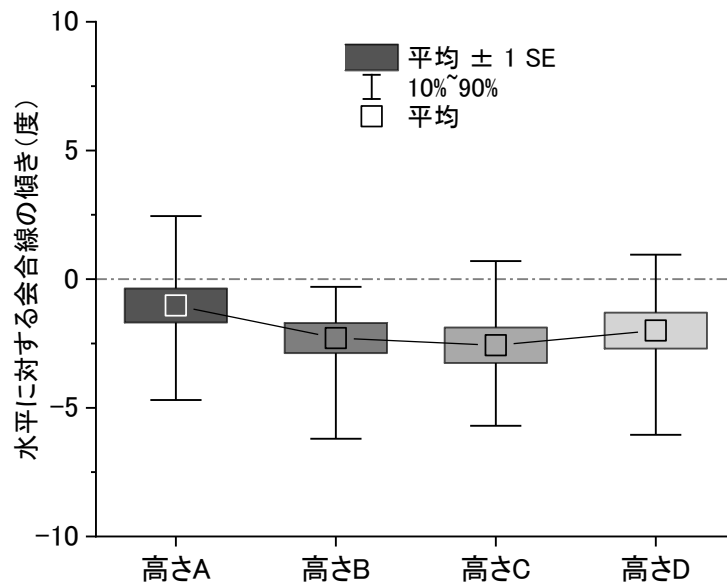


図-7 受け口の高さ別の水平面に対する会合線の傾きの分布

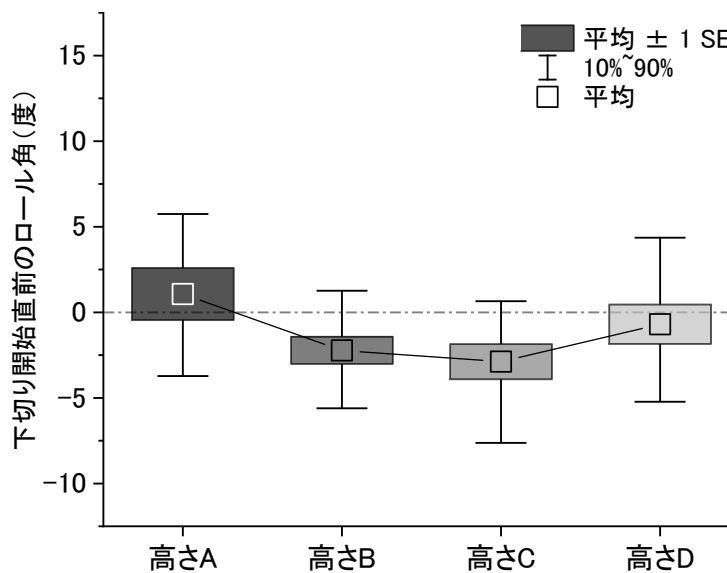


図-8 受け口の高さ別の下切り開始時のロール角の分布

表-1 「狙った方向と会合線の直角方向がなす角度」および「水平面に対する会合線の傾き」が狙った方向から倒伏方向を移動させる量（狙った方向の15m先換算）

角度・傾き (度)	水平面に対する会合線の傾き による移動量 (m)	会合線の直角方向がなす角度 による移動量 (m)
1.0	0.3	0.3
2.0	0.5	0.5
2.5	0.7	0.7
5.0	1.3	1.3
7.0	1.8	1.9
9.0	2.4	2.4

フォワーダ集材工程における労働負担の解明

中田知沙・山口浩和（森林総合研究所）
野田晋一・大澤智也（林業機械化センター）

1. はじめに

林業におけるフォワーダを使った木材の運搬は、ガードレールがなく滑りやすい未舗装の作業道を走行することから、道からの逸脱や転落等の事故が発生しやすく、重大災害につながる大変危険な要素が潜在する作業である。また、路面の凹凸による座席の振動や、キャビンのない運転席で騒音に晒されることにより、オペレータへの労働負担も大きい。長時間の運転によりオペレータの疲労が蓄積し集中力が低下することで、事故の危険性が増す。それゆえ、フォワーダ集材における労働負担の大きい作業環境や作業条件を明らかにし、労働負担の増加にともなう事故に対する予防策を講じることが重要である。これまでフォワーダ集材の労働負担については、加振機を用いて作業中の振動や騒音によるオペレータの疲労が評価されてきた。しかし、オペレータの労働負担については、簡易に計測できる機器が少なく、従来の方法では被験者の確保が困難であったことを背景に、作業中の労働負担を定量化した例は少なく、実際の作業現場での個別の作業環境や作業条件がオペレータにどのように負担を与えているかは定かでない。

そこで、本課題では、フォワーダ集材作業の労働負担を適切に評価できる手法を開発し、作業環境や作業条件による労働負担の違いを明らかにすることを目的とした。令和3年度は、森林総合研究所にてフォワーダ走行路を設置してフォワーダ走行試験を行い、労働負担を評価した。また、車両の動きを計測することで、作業道の線形や縦断勾配、走行速度等を含む作業環境と作業条件を推定した。

2. 試験方法

2. 1 労働負担の評価方法

茨城県つくば市の森林総合研究所構内に直線（120m）と曲線（曲線半径 6m/8m）の周回路（図-1）を設置し、被験者3名によるフォワーダ走行を実施し、簡易な計測が可能な腕時計型の光学式心拍センサ（Apple Watch、Apple 社）と従来の測定機器であるチェストストラップ付心電計（myBeat、ユニオンツール社）から得られる心拍数および心拍変動性指標によってフォワーダ走行における作業員の労働負担を評価した。光学式心拍センサの精度については、Bland-Altman 解析を用いて従来の心電計と比較することで検証した。

2. 2 作業環境・作業条件の計測方法

機械の動きを計測するために、慣性計測装置（IMU）をフォワーダに設置し、森林総合研究所構内にてフォワーダによる自由走行を2回行った。IMUは機体に1台、履帯を駆動する左右のスプロケットに各1台の計3台設置し、機体の姿勢角およびスプロケットの回転数から移動量と走行方向を計測し、走行ルートを推定した。トータルステーション（TS）による計測も行い、精度の検証を行った。

3. 結果と考察

3. 1 労働負担の評価方法

myBeat による計測の結果、フォワーダ走行中の心拍水準は 39.60～43.59% of max HR であり、これまでに報告されている車両系林業機械運転時の心拍水準と同程度であった。心拍変動性指標のうち曲線部の LF/HF（交感神経の活性度）は 4.76～7.04 であり、高速道路走行時の急な割りこみ・他車両への接近等よりも大きい測定値であった（図-2）。Tukey-Kramer test 用いて周回路ごとの LF/HF の各2群間の平均値の差の検定を行った結果、被験者 A と B は曲線半径 6m

区間と曲線半径 8m 区間の間に有意差 ($p<0.001$) がみとめられた。また、被験者らは曲線半径 6m 区間では曲線半径 8m 区間よりも LF/HF が 22~46% 上昇した。LF/HF の上昇は交感神経優位の状態を表す(杉江ら 2015) ことから、曲線半径が小さいと疲労に起因するストレスや焦りによって緊張が高まる可能性が考えられた。既往の研究で林道走行における疲労には曲線半径が影響することがわかっており(潘ら 1997)、同様の結果を示したことから、心拍変動性指標はフォワードの労働負担の指標として有効であることがわかった。Bland-Altman 解析の結果、センサ間の測定値の誤差平均は -0.51 bpm で、相対誤差が $\pm 20\%$ 以内であった測定回数が 99% 以上であったことから、測定機器の互換性があるといえ、光学式心拍センサによって従来の心電計と同程度の精度で結果が得られることがわかった。

3. 2 作業環境・作業条件の計測方法

走行路の線形については、走行距離や曲率半径等の想定する作業条件の判定に十分な精度で推定することができた(図-3)。縦断勾配については、機体姿勢角による補正を行うことで、IMU は TS と比べて、水平面では -0.6° (1 回目)、 -0.2° (2 回目)、上り斜面では $+1.8^\circ$ (1 回目)、 $+1.4^\circ$ (2 回目)、下り斜面では $+0.5^\circ$ (1 回目)、 -0.4° (2 回目) 程度の精度で推定が可能であることがわかった。なお、車両の加速度による補正を行うことで精度を向上させられると考えられるため、今後検討予定である。

4. おわりに

フォワード走行試験を行った結果、労働負担については、車両系林業機械運転時と同程度の心拍水準の結果が得られた。心拍変動性指標 (LF/HF) の結果から曲線半径が小さいと疲労しやすい可能性が考えられ、フォワードの労働負担の指標として有効であることがわかった。さらに、光学式心拍センサによって従来の心電計と同程度の精度で結果が得られることがわかった。また、車両の動きの計測により作業道の線形や縦断勾配を推定することができた。

令和 4 年度は、林業機械化センター実習林内の作業道を用いて、経験年数の異なる複数の被験者を対象にフォワードによる集材試験を行い、前年度に開発した評価手法を用いて、集材作業時の作業環境(作業道の線形、縦断勾配等)や作業条件(走行速度、積載材積)など、個別の条件の違いによるオペレータの労働負担の変化を明らかにする。

引用文献

- 潘暁東・後藤純一・山本誠(1997) 運転者の心理的生理的反応に基づく林道幾何構造の評価 - 単曲線部における視距の影響 - . 日林誌 79 (4) : 180~185.
- 杉江亮輔・荒川俊也・小塚一宏(2015) 心拍による長距離運転時の疲労評価および推定・制御の可能性. 産業応用工学会全国大会 2015 講演論文集 : 4~5.

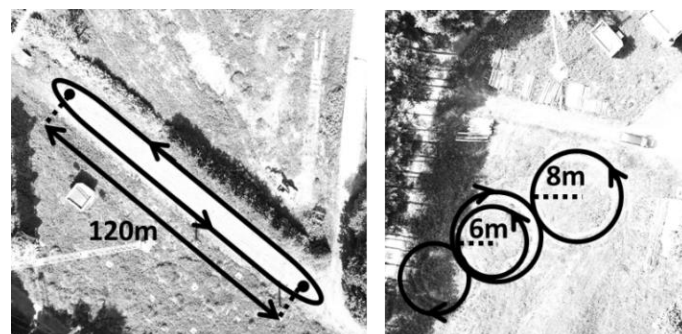


図-1 試験路

直線コース（左図、120m）および曲線コース（右図、曲線半径 8m および 6m の 8 の字状）。

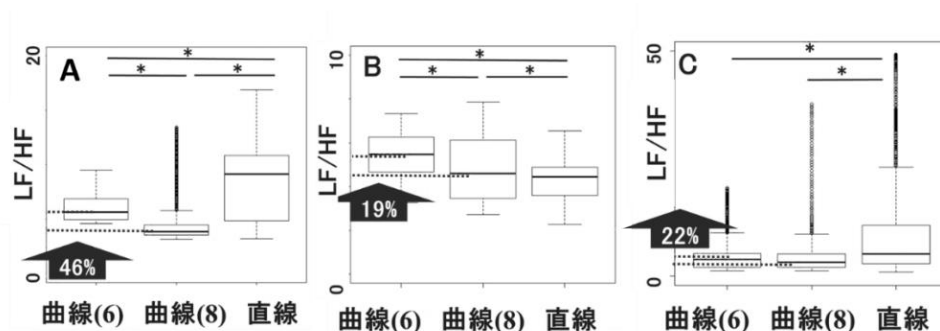


図-2 走行中の LF/HF（交感神経の活性度）(* $p < 0.001$)
被験者（A～C）の直線路および曲線路（曲線半径 6m および 8m）を走行中の LF/HF を示す。

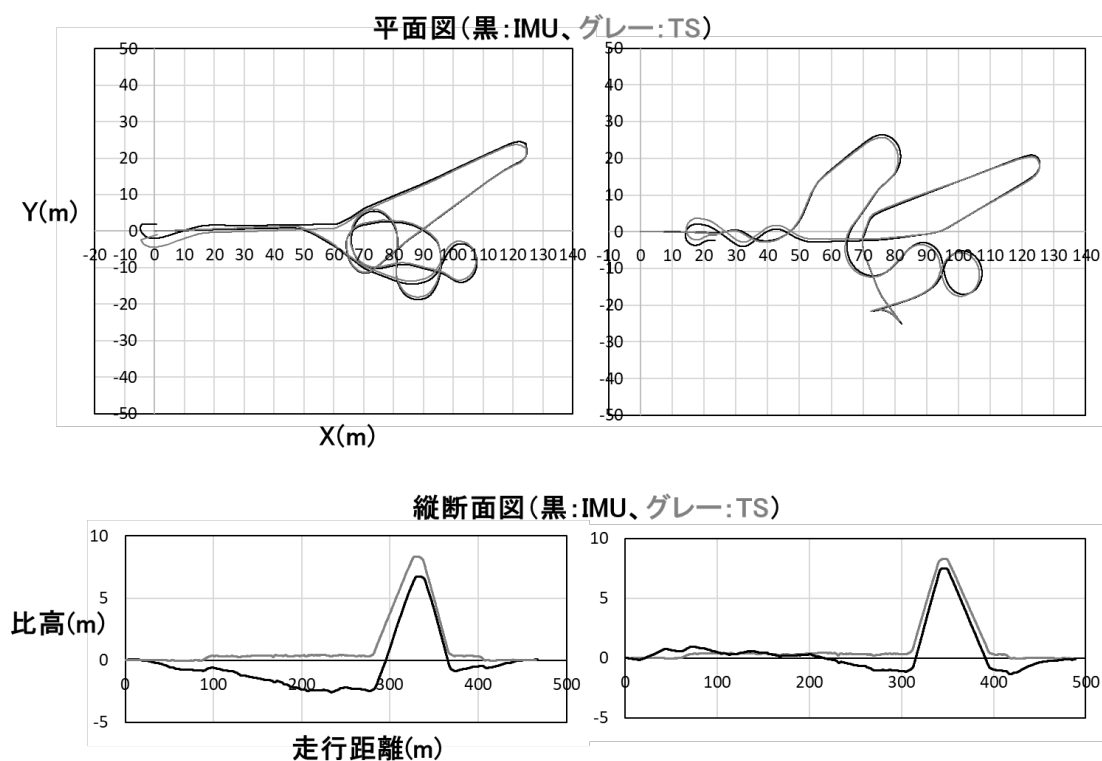


図-3 IMU を用いて推定した走行路
左図は 1 回目、右図は 2 回目の結果を示す。

◆ 研修内容

令和３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の職員等を対象に、高性能林業機械を中心とした新たな作業システムの確立及びその普及・定着のための研修を実施した。また、林業の現場において最も使用頻度が高いチェーンソーの研修においては、「チェーンソー伐木造材技術（安全指導）研修」について、研修期間を１日増やすなど、伐木造材作業における実習内容の充実を図った。

令和３年度に実施した研修は１０コース、受講者数は約９１名で、各研修の内容は下表のとおり。

表 令和３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	国有林
チェーンソー伐木造材技術（初級）	安全な搬出間伐作業等を推進するため、安全な作業方法や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、地域において的確な普及指導ができる者を育成する。	伐木等の方法（伐倒練習機による伐木実習等） 健康障害を防止するための目立て チェーンソーの構造とメンテナンス 災害事例及び関係法令 ISO規格による振動管理 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）	地方公共団体職員等	５	７	５		２
チェーンソー伐木造材技術（上級）（中止）	安全な搬出間伐作業等を推進するため、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、地域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（伐倒練習機による伐木実習等） 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（平成４年４月２３日付け基発第２６０号）	地方公共団体職員等（労働安全衛生規則第３６条第８号の特別教育修了者）					
チェーンソー伐木造材技術（安全指導）	安全な搬出間伐作業等を推進するため、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、地域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（伐倒練習機による伐木実習等） 伐木等作業を通じた安全指導の方法等	地方公共団体職員及び森林管理局・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	５	４	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	国有林
チェーンソー・刈払機1	安全な搬出間伐作業等を推進するため、安全な作業方法や健康障害防止といった、伐木・刈払等作業に関する基礎的な知識及び技術を習得させる。	伐木等の方法（伐倒練習機による伐木実習等） 健康障害を防止するための目立て チェーンソー及び刈払機の構造とメンテナンス 災害事例及び関係法令 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） 刈払機取扱作業者に対する安全衛生教育（平成12年2月16日付け基発第66号）	森林管理局・署等職員	5	11			11
チェーンソー・刈払機2	安全な搬出間伐作業等を推進するため、安全な作業方法や健康障害防止といった、伐木・刈払等作業に関する基礎的な知識及び技術を習得させる。	伐木等の方法（伐倒練習機による伐木実習等） 健康障害を防止するための目立て チェーンソー及び刈払機の構造とメンテナンス 災害事例及び関係法令 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） 刈払機取扱作業者に対する安全衛生教育（平成12年2月16日付け基発第66号）	森林管理局・署等職員	5	13	1		12
高性能林業機械（女性担当者）	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等に関する基礎的な知識及び技術を習得させ、地域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 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 高性能林業機械の現状と効率的な作業システム事例	地方公共団体職員及び森林管理局・署等職員等のうち女性職員	5	10	7		3
高性能林業機械（基礎） 1	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、地域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 高性能林業機械の安全な作業方法 作業システムの基盤整備に向けた森林作業道作設事例 高性能林業機械の現状と効率的な作業システム事例	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員及び森林総合監理士等	5	7	5		2
高性能林業機械（基礎） 2（中止）	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、地域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 高性能林業機械の安全な作業方法 作業システムの基盤整備に向けた森林作業道作設事例 高性能林業機械の現状と効率的な作業システム事例	地方公共団体職員、森林管理局・署等職員及び森林総合監理士等					

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	国有林
高性能林業機械 (林業大学校指導者) (中止)	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、研修生相互の指導及びディスカッション等を通して、高性能林業機械の特性や安全かつ効率的な操作方法及び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 林業大学校の指導事例等	林業大学校指導者等					
高性能林業機械 (安全指導)	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車両系木材伐出機械等に関する知識、理論及び技術を習得させ、地域において的確な普及指導ができる者を育成する。	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） 高性能林業機械作業におけるリスクアセスメント ワイヤロープの取扱い	地方公共団体職員（「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」の講師等になり得る者）及び森林管理局・署等職員等	9	16 (※うち未受講分の学科のみの受講者数6名)	12	1	3
高性能林業機械 作業システム（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、現地の状況に応じた最適な作業システムの選択に必要な知識を習得し、地域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 生産性の把握、算出、評価	地方公共団体職員及び森林管理局・署等職員等	5	11	7	2	2
森林作業道 (基礎技術) (中止)	安全かつ丈夫で簡易な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）の技能講習を実施した上で、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、地域において的確な普及指導ができる者を育成する。	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） 森林作業道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	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。）					
森林作業道 (作設技術)	安全かつ丈夫で簡易な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に必要な実践的な知識及び技術を習得させ、地域において的確な普及指導ができる者を育成する。	森林作業道作設に必要な知識及び技術 森林作業道作設指導に必要なポイント	地方公共団体職員（「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）及び森林管理局・署等職員等	5	7	4	1	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	国有林
森林作業道 (改修技術)	既設の路網を活用した搬出間伐作業等の実施に当たり、森林作業道の継続的な利用を図るため、損壊箇所の補修及び高性能林業機械作業システムを踏まえた森林作業道の線形変更といった、森林作業道改修に必要な知識及び技術を習得させ、地域において的確な普及指導ができる者を育成する。	森林作業道改修に必要な知識及び技術 森林作業道改修に必要なポイント	地方公共団体職員（「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）及び森林管理局・署等職員等	5	4	1	1	2
集材架線 (中止)	安全な林業架線作業を推進するため、安全な架設・撤去の作業手順、集材機の運転操作及び架線設計等に必要な知識及び技術を習得させ、地域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（エンドレスタイラー式）の架設・集材・撤去作業 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・署等職員及び森林総合監理士等					
林業機械体験 (中止)	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、森林施策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 林野庁行政の役割と林業技術者への期待	大学生（林業関係学会会員）等					
計	10 コース			54	91	46	6	39

◆ 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・研究協議会会報 第 17 号

2022 年 6 月 30 日 印刷

2022 年 6 月 30 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