

森林利用学会

第 26 回学術研究発表会

講演要旨集

2019 年 12 月 15 日 (日)

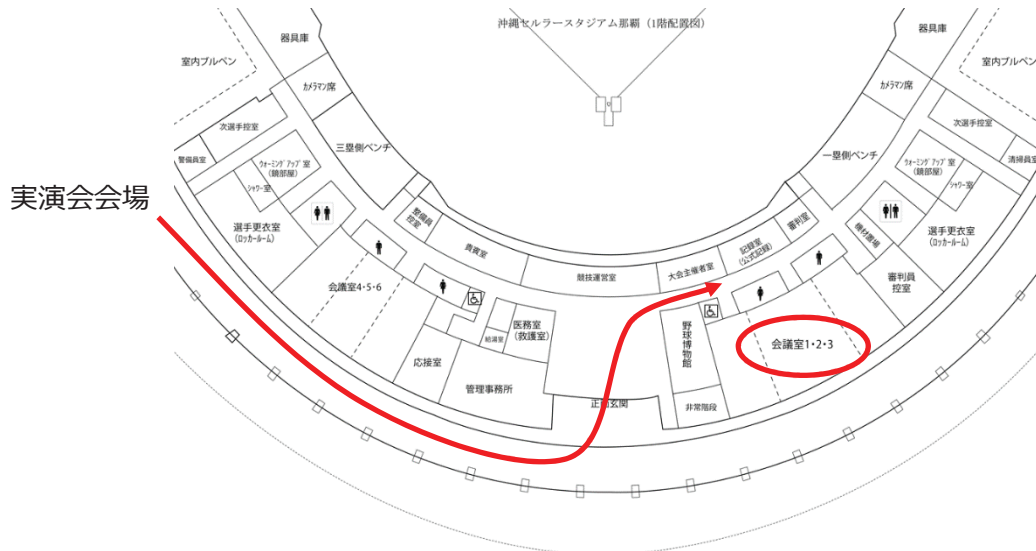
於 沖縄セルラースタジアム会議室



会場案内

NPO 法人那覇市体育協会 那覇市営奥武山体育施設

沖縄セルラースタジアム那覇 (〒900-0026 沖縄県那覇市奥武山町 42-1 TEL098-857-0889)



大会スケジュール

12月13日（金）現地見学会・学生セミナー

- 10:45 現地見学会集合（那覇空港）
- 14:00 琉球大学与那フィールド（気象観測タワーサイト等）見学
- 16:00 楚州県有林タワーヤード実証試験地見学
- 18:00 現地見学会閉会（日帰り参加者は那覇市内へ）
- 19:00 学生セミナー開会（琉球大学与那フィールド）

12月14日（土）学生セミナー・懇親会（森林・林業・環境機械展示実演会は各自）

- 12:00 学生セミナー閉会
- 18:00 懇親会（食彩健美 野の葡萄 沖縄 CARGOES 店）

12月15日（日）学術研究発表会

- 8:50 研究発表会受付（沖縄セルラースタジアム 1 階会議室）
- 9:05 会長挨拶
- 9:15 研究発表会（午前は学生会員による発表）
- 16:30 学生優秀論文発表賞 表彰式
- 16:45 研究発表会閉会

12月16日（日）第4回研究会「未利用木材利用可能量推計および収穫システム」

- 10:00 研究会開会（琉球大学 50 周年記念館多目的室）
- 15:00 研究会閉会

参加費：	現地見学会	3,000 円（交通費込）
	学生セミナー	引率者 5,000 円, 学生 4,000 円（宿泊・食事・交通費込）
	懇親会	一般 5,000 円, 学生 3,000 円
	学術研究発表会	無料（一般公開）
	研究会	無料（事前登録必要）

第 26 回学術研究発表会プログラム

12月15日(日)

8:50～ 受付
9:05～ 山田会長挨拶, 開会

発表時間 12 分, 質疑 3 分

(予鈴 10 分, 終鈴 12 分, 打ち切り鈴 15 分)

★ : 学生会員による発表

※時間厳守でお願いします。時間超過は打ち切ります。

セッション 1 座長: 有賀一広 (宇都宮大学)

- ★ 9:15～ 9:30 架線系システムの間伐作業による残存木損傷の回復状況および損傷部位の内部変色
○竹嶋一紗 (高知大院)・鈴木保志 (高知大)・山崎敏彦 (高知県森林技セ)
- ★ 9:30～ 9:45 岩手県におけるホイールタイプハーベスタによる CTL 作業システムの生産性
○羽柴考佳 (岩大院)・福井悠人・斎藤仁志・立川史郎・澤口勇雄 (岩大農)
- ★ 9:45～10:00 日本における馬搬の現状と生産性の分析
○坂野昇平 (岩大院)・立川史郎・斎藤仁志・澤口勇雄 (岩大農)
- ★ 10:00～10:15 微細藻類を用いたのり面保護工の機能評価
○新田壮真・矢部和弘・今富裕樹・江口文陽 (東農大)・徳永冠哉 (日健総本社)
- ★ 10:15～10:30 作業道開設後の林内植生及び林冠状況の変化について
○野口慶悟・土居健太 (高知大農海)・浅野峻 (高知大農)・鈴木保志 (高知大)

セッション 2 座長: 板谷明美 (三重大学)

- ★ 10:30～10:45 刈払機の飛散物防護カバーの改良
○伊藤元貴・矢部和弘・今富裕樹 (東農大)
- ★ 10:45～11:00 軽架線用手動式係留搬器の性能評価
○吉住亘平・矢部和弘 (東農大)・千原敬也 (島根県中山間セ)・今富裕樹 (東農大)
- ★ 11:15～11:30 UAV を活用した将来木施業の管理手法の開発
○木村吉大・羽柴考佳 (岩大院)・斎藤仁志・立川史郎・澤口勇雄 (岩大農)
- ★ 11:30～11:45 立木情報を考慮した架設可能範囲の推定
○塚原美都 (信大院農)・斎藤仁志 (岩大農)・白澤紘明 (森林総研)・山崎敏彦 (高知県森林技セ)・植木達人 (信大農)
- ★ 11:45～12:00 全方位カメラを用いた林内計測の可能性に関する検討
○池端隆彦 (京大院農)・長谷川尚史 (京大 FSERC)

セッション 3 座長: 鈴木秀典 (森林総合研究所)

- ★ 13:00～13:15 設置条件を考慮した林道災害復旧費予測モデルの構築に向けた検討
○渡部優 (信大院)・斎藤仁志 (岩大農)・白澤紘明 (森林総研)・植木達人 (信大院)・戸田堅一郎 (長野県林総セ)
- 13:15～13:30 山地災害リスク評価を目的とした保全対象との距離の全国試算
○白澤紘明・多田泰之 (森林総研)・臼田寿生・和多田友宏 (岐阜森林研)・矢部浩 (鳥取県林試)

- 13:30~13:45 森林作業道の路体強度と表層地質の関係
○石川智代（三重県林業研）・野村久子（三重県尾鷲農林）
- 13:45~14:00 森林作業道開設オペレータの注視点分析
○松本武・下田正博・岩岡正博（農工大院）・榊原岳史（愛知県庁）・上村巧・鈴木秀典（森林総研）

セッション4 座長：斎藤仁志（岩手大学）

- 14:15~14:30 スマートフォンによる樹高測定
○吉村哲彦・堂安雄斗（島根大生物資源）・千原敬也（島根県中山間セ）・鈴木保志（高知大）
- 14:30~14:45 機械学習を用いた定性的間伐における伐採木の選定
○凶子光太郎（富山県森林研）
- 14:45~15:00 機械地拵えによる競合植生の抑制効果と下刈り回数の削減
○大矢信次郎（長野県林総セ）・倉本恵生（森林総研）・小山泰弘・高野毅（長野県林総セ）・中澤昌彦・瀧誠志郎（森林総研）
- 15:00~15:15 新植造林地におけるクラッシャ下刈り作業の試み
○山田健・原山尚徳・佐々木尚三（森林総研）・斎藤丈寛（下川町）

セッション5 座長：山口浩和（森林総合研究所）

- 15:30~15:45 冬季森林環境における高視認性色彩の挙動— 奄美大島金作原原生林と北秋田地方スギ林の比較—
○松村哲也（東大院農）
- 15:45~16:00 高知大学演習林における低インパクト伐出（RIL）を考慮した広葉樹収穫の試み
○鈴木保志（高知大）・長谷川琴音（高知大農海）・長井宏賢・早田佳史・今安清光（高知大 FSC）
- 16:00~16:15 短伐期ヤナギの収穫、運搬、チップ化実証試験
○佐々木尚三・山田健・原山尚徳・天野智将・古家直行・長澤俊光（森林総研北海道）・藤本清彦・高橋正義（森林総研）・山本敏夫・斎藤丈寛（下川町）
- 16:15~16:30 国産タワーヤーダと繊維ロープを利用した皆伐における下げ荷集材
○千原敬也・山中啓介（島根県中山間セ）

16:30~ 学生優秀論文発表賞 表彰式

- 16:40~ 岩岡副会長挨拶，閉会

架線系システムの間伐作業による残存木損傷の回復状況および損傷部位の内部変色*

○竹嶋一紗**・鈴木保志***・山崎敏彦****

1. はじめに

現在、林業機械を用いた作業システムの普及・推進が進められている中、間伐の伐出作業で残存木に損傷が発生することは、これまで多くの研究で確認されている。日本における集材システム別の例では、スキッダによるウインチ集材、タワーヤーダ集材、スイングヤーダ集材、トラクタ集材、架線集材などがあり、いずれも損傷部位や程度を記録し原因等について考察がなされている。残存木の損傷については発生原因の分析と予防策に加え、どの程度の外傷がある年数を経過した後どの程度回復あるいは進行しているか、外傷によって木材内部にどのような影響を与えるか把握することも重要である。そこで本研究では、タワーヤーダによる間伐伐出作業時に発生した残存木損傷を記録した林分について、損傷の事後経過の既往研究と同様の約5年後（6年後）に再調査を行い、架線系全木集材の事例として損傷の経過を調べることにした。

2. 方法

前報（竹嶋ら 2019）では、高知県香美市の民有林において 2011 年時に架線系システムにより間伐作業が行われた際に調査プロットを設置して調査した結果、2011 年時の作業後には当該調査地の調査プロット内に存在する残存木 322 本のうち 45 本に合計 126 個の損傷が発生しており、伐出作業から 6 年が経過した 2017 年 11 月に 2011 年時の記録をもとに各プロットの残存木と損傷を同定して損傷木の損傷部分を撮影し、外部から確認できる現在の状況すなわち損傷程度の状態と大きさ（外寸・巻き込み状況）、および残存木の胸高直径成長量を調査した。現状の損傷の状況を発生時の状況と比較し、経過（回復または進行）およびその程度、外寸、損傷位置、損傷の発生原因等の条件で集計し、分類を行った。今回は、2019 年 3 月に将来木施業が実施されている高知県香美市市有林「不伐の森」においてスイングヤーダで間伐された調査プロット内の損傷木から前報と同様の方法で 4 段階に分類した作業直後（2010 年 12 月）の損傷程度が偏らないことを考慮してランダムに 16 本を選定した。現状の損傷の状況を記録した後には伐倒し、損傷部を分割し、変色部の上下方向の長さ、中心軸方向への長さ（厚さ）、体積、変色率を計測した。

3. 結果と考察

前報（竹嶋ら 2019）で得られた結果として、全ての損傷程度において 6 年後には 2011 年時の損傷程度と同等または程度が低い結果となり回復傾向にあった。しかし、程度が高いものになるほど回復率は低い値となった。つまり、木部の露出や材のえぐれが確認できるような損傷状態がひどいものほど回復しにくい傾向にあるといえる。損傷幅、長さ、面積についても、2011 年時と比べて 6 年後には回復傾向にある結果となった。特に幅については大きさに関わらず一定の減少が見られ、傷が塞がっていく際、縦方向よりも横方向に小さくなっていくと考えられた。今回も外見の推移は同様の傾向だったが、中程度の損傷で程度が悪化したものが何割か見られた。また、内部変色に関しても損傷程度が高いものほど厚さ、変色体積、変色率は高い値となったが、最も程度の低いものでも程度の高いものと同様または高い値を示した。これは残存木に複数の損傷が存在した場合、お互いの変色部が融合し合い本来の値よりも大きい値となる例が発生したためと考えられ、今後精査していく必要がある。

本研究は、高知大学自然科学系農学部門サブプロジェクト「バイオマス～TOSA」、および文科省科研費（基盤 C 一般：課題番号 16K07779、基盤 C 特設：課題番号 18KT0090）の支援を受けた。

キーワード： 損傷、間伐、事後経過、架線系システム、変色

連絡先 (Corresponding author) : 竹嶋 一紗 (Kazusa Takeshima) E-mail: b18m6f17@s.kochi-u.ac.jp

* Wound healing and discoloration in damaged trees after cable logging thinning operations

** Kazusa Takeshima 高知大学大学院総合人間自然科学研究科 Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Nankoku 783-8502

*** Yaushi Suzuki 高知大学教育研究部自然科学系農学部門 Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, Nankoku 783-8502

**** Toshihiko Yamasaki 高知県立森林技術センター Kochi Prefectural Forest Technology Center, Kami 782-0078

岩手県におけるホイールタイプハーベスタによる CTL 作業システムの生産性

羽柴考佳¹⁾ 福井悠人²⁾ 齋藤 仁志²⁾ 立川史郎²⁾ 澤口勇雄²⁾
¹⁾岩手大学大学院総合科学研究科 ²⁾岩手大学農学部

1. はじめに

現在、我が国の人工林の大半が主伐期に至っている。それに伴い高性能林業機械を有効に活用した生産性の高い作業システムの普及と定着が重要となっている。我が国で導入されている高性能林業機械の多くは、ベースマシンに建設機械が利用されており、作業現場の傾斜や伐根などの障害物の配置によっては円滑な作業が行えない場合がある。一方で、欧州型先進林業機械であるホイールタイプハーベスタ(KONRAD 社の High Lander)は、登坂用シンクロウインチを装備し、最低地上高が 680 mm と高く、斜面や伐根などに対応可能な高い機動力を有している。また、ホイールタイプフォワーダ(GREMO 社の 1050F4)は、8 輪駆動や前輪のリフトアップ機構により地形に対する柔軟な適応力を有しており、最大積載量が 10.5t、最高速度が 23km/h であるため集材・運材の高い生産性の実現が可能である。しかし、日本ではいずれも導入台数が少なく、生産性などに対する調査は十分に行われていない。そこで本研究では、岩手県一戸町の S 社が導入している High Lander と GREMO 1050F4 による CTL 作業システムの生産性について分析を行い、日本における導入の可能性について考察した。

2. 調査方法

本調査は、2019 年 11 月 5 日～6 日に岩手県雫石町で行われたカラマツを主体とした針広混交林における皆伐作業を対象とした。作業条件は、平均胸高直径 27 cm、平均樹高 18m、伐区面積 0.3ha、平均傾斜 6.3 度、平均集材距離 202mで、作業人数はハーベスタ・フォワーダ各 1 人であった。調査では、伐木造材作業では移動、伐倒、造材、枝条整理を 1 サイクルとし、集材作業においては空車走行、積み込み、実車走行、荷下ろしを 1 サイクルとして、それぞれの作業に要した時間の計測を行った。また土場において集材木の検知を行い、生産量の調査を行った。

3. 結果と考察

ホイールタイプハーベスタによる伐木造材作業の生産性は、1 日当たりの実働時間を 6 時間と仮定して 198.1 m³/人日であった。各作業の時間割合は、移動 8%、伐木 16%、造材 57%、枝条整理 19% であり、造材作業に要した時間が生産性に最も大きな影響を与えらる。

ホイールタイプフォワーダによる集材作業の生産性は、針葉樹材を集材した場合、各サイクルによって 61.7～94.9 m³/人日の範囲であった。各作業の時間割合は平均で、空車走行 9%、積み込み 55%、実車走行 10%、荷下ろし 25%であった。そのため積み込みと荷下ろしが生産性に大きな影響を与えらる。広葉樹材を集材した場合、生産性は 49.7 m³/人日であった。広葉樹材の生産性が針葉樹材の生産性と比較して低下した要因としては、材の曲がりなどにより、一回に積載可能な量が、針葉樹材と比較して少ないことが考えらる。

CTL システム全体の生産性は、41.4 m³/人日であった。システムの実働時間に影響を与える要因としては、集材作業の生産性が伐木造材作業と比較して低いことが考えらる。また伐木造材作業と集材作業のいずれも、針葉樹材と比較して広葉樹材の生産性が低くなった。集材作業の生産性を向上し、針葉樹の割合が大きい林分で作業を行えば、生産性が向上する可能性がある。

今回の調査の対象地は緩傾斜であったため、今後は傾斜地における生産性の調査が必要である。また、大型ホイールタイプのベースマシンであり、走行後の轍が従来のクローラタイプの車両より深いことが確認されたため、伐採後の植栽木の成長や土壌への影響についても今後、検証が必要であると考えらる。

キーワード : CTL、ハーベスタ、フォワーダ、生産性

日本における馬搬の現状と生産性の分析

坂野昇平¹⁾・立川史郎²⁾・斎藤仁志²⁾・澤口勇雄²⁾

1)岩手大学大学院農学研究科 2)岩手大学農学部

1. はじめに

近年の世界的な環境意識の高まりや、低炭素社会・持続可能な社会を構築する上で小規模林業が見直される中で伝統的な手法である馬搬にも注目が集まってきている。馬搬は伐出作業の機械化の進展により全国的には非常に少なくなったが、北海道や岩手県の一部地域では数少ないものの馬搬が存続しており「機械では困難な条件でも搬出が可能」という作業上のメリットがあげられること、「環境に対しての負荷が小さい」などの理由で見直されつつある。そこで国内における馬搬の現状と生産性について調査・分析を行った。

2. 馬搬の現状

近年新規参加者が全国各地に現れてきており、すでに農耕馬を飼育している事例では宮城県鳴子町、奈良県宇陀市、長野県高遠市、長野県松本市、高知県四万十市、兵庫県淡路島市などの地域で馬搬を始めたい、もしくは試験的に始めた事業者が存在している。また新潟県、滋賀県、奈良県、三重県には馬の導入を想定して北海道や岩手県に研修に来ている方が複数名いた。飼育環境の整備や、林業の現場の確保、専用の馬具や運搬用トラックの入手など、参加にあたっての課題も多く、特に西日本には安価に放牧できる高原などの放牧地が乏しいことも参加を困難にする要因となっている。

3. 生産性の分析

北海道、岩手県、宮城県において2019年1月～8月に計4か所で現地調査を行った。馬の種類は重量700kgf程度の寒立馬（オス5歳、メス6歳）と900kgf程度の鞍馬（オス5歳）の2種類で馬搬業者はI氏（岩手県、馬搬歴20年）、N氏（北海道、馬搬歴4年）の2名である。平均傾斜0～33°、平均搬出距離30～170m、1サイクルあたりの平均搬出量0.21～0.39 m³であり、1日当たりの生産性は、実働時間を6時間と仮定すると、6.2～20.4 m³/日であった。

岩手県花巻市大迫町で行われた搬出作業は広葉樹2m材を6歳の寒立馬が搬出した。平均傾斜26°でこのような傾斜地での搬出作業では、鉄板ではなくチェーンまたはチンチョでの搬出になるため、一度に運べる材積は少ない傾向にあった。傾斜地での馬の停止・回転・荷かけは、作業者の負担が非常に大きく危険性も高かった。

北海道中標津町での作業は5歳の鞍馬が搬出し、6.5 m³/日（0.24 m³/回）の生産性であった。隣接する伐区で機械作業との比較を行った結果、バックホウ（0.2 m³サイズ）と不整地運搬車（4t クローラダンプ）の組み合わせによる運搬では9.2 m³/日（0.51 m³/回）であり、馬搬作業の生産性は機械作業よりも小さかった。

今回の調査では、傾斜地や積雪地（宮城県加美町・積雪60cm程度）での作業では、馬に疲労がたまりやすく、馬を操作する人の熟練度や馬との信頼関係がないと馬が前進を躊躇する現象が何度も見られた。そのため傾斜地や積雪地での馬搬は技術面、安全面の両面から改善点が多いことが確認された。

キーワード 馬搬・小規模林業・集材・生産性

微細藻類を用いたのり面保護工の機能評価

○新田壮真・矢部和弘・今富裕樹・江口文陽（東農大）・徳永冠哉（日健総本社）

1. はじめに

林道や作業道ののり面において台風，集中豪雨等の被害による崩壊および裸地化が顕在化している。そのような中，のり面保護工の重要性はさらに高まっており，様々な手法が検討されている。

近年，微細藻類を用いたのり面保護工が開発された。本工法は藻類の繁茂により土壌表面の緊縛力を高め，支持力の上昇と早期緑化を図る手法であるが，林道および作業道における適用事例がない。そこで本研究では林道および作業道における微細藻類を用いたのり面保護工の機能評価を目的とした。

2. 方法

試験地は東京農業大学奥多摩演習林内に傾斜方位の異なる試験地 A（傾斜方位 90°），B（25°）を設置した。それぞれの試験地において微細藻類施工区（以下施工区）と無施工区を縦 1.8m，横 0.9m で交互に 3 区画ずつ設置した。試験期間は 4 月 23 日から 10 月 2 日とし，微細藻類資材は 5 月 23 日に施工した。各区画の下部に土砂受け箱を設置して土砂を回収し，全乾重量（g）を測定して流出土砂量とした。各区画には水分量センサーを 1 つずつ設置して 10 分ごとに体積含水率（ m^3/m^3 ）を測定した。試験地 A，B には光量子センサー，気象センサーを 1 つずつ設置して 10 分ごとに光量子量（ $\mu mol/m^2/s$ ）および気温（ $^{\circ}C$ ），降水量（mm）を測定した。光量子量は演習林内の全天が開けている地点でも同時に測定を行い，相対光量子量（%）を求めた。また，各試験地では全天空写真を撮影して開空度（%）を求めた。土砂回収日に各区画の写真を撮影し，画像解析ソフトを用いて植被率（%）を求めた。

3. 結果と考察

各期間の流出土砂量の総量を図-1 に示した。流出土砂量は施工区が無施工区と比べて試験地 A では 18%，B では 16%少なかった。また，試験地 A の流出土砂量は B と比較して 2 倍以上観測された。各期間のデータをみると，施工区の流出土砂量は無施工区と比べて，試験地 A では 6 月 14 日以降に 28%，B では 6 月 30 日以降に 49%少なくなった。

植被率の変化は図-2 に示した。7 月 25 日には施工区が無施工区と比べて 1.5 倍以上大きい結果となった。試験地 B は 6 月 14 日から 30 日にかけて植被率が急激に上昇しているのに対し，A は上昇率が低いながらも 8 月 31 日には試験地 B を超えた。6 月 30 日の試験地 A，B の植被率の差は藻類の被覆度の違いで，同期間内において相対光量子量に 15%の差が見られたことが藻類の繁茂に影響していると考えられる。試験地 A では木本の繁茂が植被率に影響をおよぼしており，試験地 A は埋土種子が豊富であったと考えられる。

以上の結果から，林道および作業道においても微細藻類によるのり面保護工の効果が十分に発揮されるものと考えられる。

キーワード：微細藻類，のり面，吹付工，侵食，植生回復

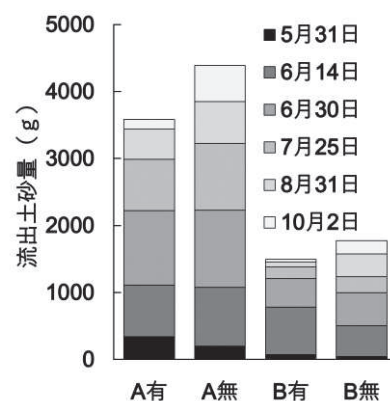


図-1 流出土砂量

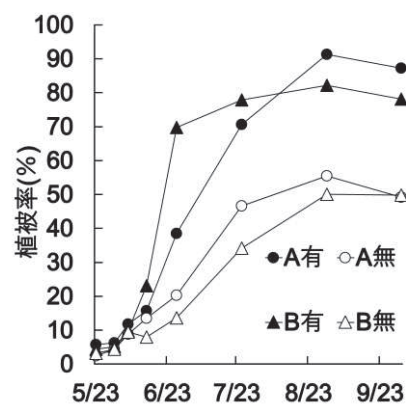


図-2 植被率

作業道開設後の林内植生及び林冠状況の変化について*

○野口慶悟**・土居健太**・浅野 峻***・鈴木保志****

1. はじめに

林道開設における林縁の植生回復については多くの研究事例があるが、作業道開設後の影響についての研究事例は少ない。林道に比べて伐開幅が狭い作業道では、林縁部の林冠の成長により作業道による伐開空間が比較的早く閉鎖するため環境への影響が少ないことが考えられる(酒井 2000)。道の開設による隣接林分への影響としては、伐開による光環境や微気象の変化による林内植生の変化などが考えられる。そこで本研究では、作業道開設後の林縁付近の林内植生及び林冠状況について、作業道開設からの年数と林内の距離を要因として明らかにすることを目的として調査を行った。

2. 方法

林内植生の変化については作業道の林縁から林内に至る林床被覆の状況を調査し、林冠状況については林縁から林内に至る箇所において全天空写真による開空度(%)でその変化を調べることとした。これらの調査から、開設年度、撮影日(季節)、林縁からの距離が開空度・林床被覆に関係しているのかを見ていく。本研究では高知大学演習林の東団地4林班に開設された森林作業道を対象とした。対象とした路線は2008年度、2012年度、2016年度、2017年度に開設された作業道である。作業道の調査対象とする地点は、開設年度毎に25~15 mの距離をあげ、繰り返しのデータを取るため3か所ずつ設けた。それぞれの地点で作業道上の0 m地点と山側、谷側の林内へ2 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 mの斜距離を測り調査点を設置した。各調査点で植生被度の計測と全天空写真の撮影を行った。

植生被度については、渡辺ら(2015)を参考に林床被覆状況の調査を行った。測定方法は、0.25 mの間隔で糸を張った1.0 m×1.0 mの木枠を計測点に置いて撮影した写真を用いて目視にて植生と落葉落枝を区別した被度を判定する(星野 2010)というものである。調査日は現在、春(2019年4月12, 13日)と夏(2019年7月27, 29日)で行っており、今後冬の調査も予定している。

全天空写真の撮影は寺岡(1995)を参考にした。すなわち、天候が曇りで無風の日を選び、胸高位置(1.3 m)でカメラを水平にし、ISO100, シャッタースピードを1/100, F2.8~8.0に設定した。測定箇所は各調査点の作業道中心から0 m地点と山側、谷側への5 m, および15 m地点とした。全天空写真による開空度(%)の算出にはLIA32ver0.378を用い、天頂角は90°と45°とした。

3. 結果と考察

調査は継続中であるが、春と夏のデータを用いてまずは植生被度と開空度の関係について相関分析を行った。開空度のデータは作業道上の0 m地点と山側、谷側へ5 m, 15 m地点の調査点のため、相関分析を行う植生被度のデータは同じく0 m地点と山側、谷側へ5 m, 15 m地点のものを選択した。各月の開空度45°と90°のデータを春と夏の植生被度のデータで相関分析を行った。その結果、開空度と植生被度の関係性については相関分析からは確認できなかった。浅野(2018)や日鼻ら(2010)の既往研究でも開空度と植生被度において相関は認められていないことから、開空度によって下層植生の増減は認められない結果となったが、開設年度と林縁からの距離との交互作用が関係していることも考えられ、今後詳細な分析を進めていく予定である。

本研究は、高知大学自然科学系農学部門サブプロジェクト「バイオマス~TOSA」、および科研費(基盤C一般:課題番号16K07779, 基盤C特設:課題番号18KT0090)の支援を受けた。

キーワード: 作業道, 環境影響, 林内植生, 林冠, 全天空写真

連絡先 (Corresponding author): 野口慶悟 (Keigo Noguchi) E-mail: b164n050@s.kochi-u.ac.jp

* Transition of forest floor vegetation and stand edge crowns after spur road construction

** Keigo Noguchi, Kenta Doi 高知大学農林海洋科学部 Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, Nankoku 783-8502

*** Ryo Asano 高知大学農学部 (現在の所属: 国際航業株式会社) Faculty of Agriculture, Kochi University, Nankoku 783-8502

**** Yaushi Suzuki 高知大学教育研究部自然科学系農学部門 Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, Nankoku 783-8502

刈払機の飛散物防護カバーの改良

○伊藤元貴・矢部和弘・今富裕樹（東農大）

1. 目的

刈払機の飛散物防護カバーは小石や刈刃の欠けが作業側側に飛散する事を防ぐため、重要な安全装備の一つである。しかし、飛散物防護カバーと刈刃の間に草が絡まる事で刈刃が停止し、作業能率が下がるという問題がある。そのため、現在の林業現場において、飛散物防護カバーを取り外したり所定の位置からずらしたりして使用する作業者は多い（農機研 2003）。この問題の解決のために、飛散物防護カバーと刈刃の間に草が絡まる現象の特性を解明し、草が絡まりにくい飛散物防護カバーの形状を考察する。

2. 実験方法

下記の条件下において、15 分間の刈払作業を行い、刈刃と飛散物防護カバーの間に草が絡まり刈刃が停止した回数をカウントした。また、草が絡まった状態の刈刃の写真を真上、正面、右側、左側の 4 方向から撮影した。絡まった草は回収し、草丈、茎直径、重量、弾性率を計測した。また、刈払った面積を計測し、作業能率を算出した。

植生条件は、埼玉県入間市のアズマネザサ群落（以下ササという。）、東農大演習林のススキ群落（以下ススキという。）、神奈川県三浦市のカナムグラーヨシ群落（以下ツルという。）の 3 条件とした。飛散物防護カバーの形状は、従来型（以下カバーA という。）、ギアケース被覆型（以下カバーB という。）、上部開放型（以下カバーC という。）の 3 条件とした。刈刃回転数は、低速(約 5000 rpm)、中速(約 6000 rpm)、高速(約 8000 rpm)の 3 条件とした。

3. 結果と考察

草が絡まり刈刃が停止した回数を表-1 に示した。ササでは、カバーA、5000 rpm において 3 回であった。ススキでは、カバーB、6000 rpm において 1 回であった。ツルでは、カバーA、5000 rpm において 3 回、カバーB、5000 rpm において 2 回、カバーC、5000 rpm において 3 回であった。その他の条件においてはいずれも 0 回であった。

表-1 刈刃が停止した回数（回）

カバー形状 刈刃回転数 (rpm)	A		B		C	
	5000	5000	6000	5000		
ササ	3	0	0	0		
ススキ	0	0	1	0		
ツル	3	2	0	3		

※絡まったものだけを抽出

ササおよびススキでは、飛散物防護カバーの左側と刈刃の間に多量の草が絡まった。また、茎よりも葉が多く絡まった。ササでは、絡まった草の草丈は 391 ± 270 mm であり、ササ群落全体の草丈 435 ± 245 mm との有意差は無かった。ススキでは、絡まった草の草丈は 975 ± 313 mm であり、ススキ群落全体の草丈 1372 ± 570 mm より約 30 % 小さかった。ツルでは、刈払機の軸や刈刃の切れ込み部に巻き付くように絡まった。ツル群落全体の弾性率は 10.44 ± 9.39 kN/mm² であり、絡まった草の弾性率は、カバーA は 13.66 ± 9.90 kN/mm² で有意差無し、カバーB は 19.01 ± 10.71 kN/mm² で約 1.8 倍、カバーC は 22.42 ± 13.41 kN/mm² で約 2.1 倍であった。

カバーB およびカバーC は、カバーA と比較して草が絡まった回数が少なかった。また、ツルにおいては絡まった草の弾性率が大きかった。以上により、カバーB およびカバーC は草の絡まり防止に効果があったといえる。

引用文献

農業機械化研究所（2003）農業機械の安全装備と使用実態調査結果概要：39~45

キーワード：刈払機、飛散物防護カバー、作業効率

軽架線用手動式係留搬器の性能評価

○吉住亘平・矢部和弘（東農大）・千原敬也（島根県中山間セ）・今富裕樹（東農大）

1. 目的

主索式軽架線集材において、搬器およびローディングブロックを確実に係留することにより土壌攪乱や残存木損傷などの林地におよぼす被害や落石、吊り荷の滑落などによる労働災害を防止できる。さらに小規模林業での使用を想定して、できるだけ軽量かつ架設や作業時の操作が簡単な手動式係留搬器を開発した（矢部ら 2019）。軽架線用手動式係留搬器の搬器係留機構はほぼ完成形となったので、実験場において性能評価試験を行い、実作業における問題点を抽出して改善点について考察した。

2. 方法

本実験は島根県中山間地域研究センター構内実験地（島根県飯南町）にて行った。主索は実験地の人工支柱（支間距離 32m）に 10mm ワイヤロープ（6×19 O/O, A 種）を支間傾斜角 9 度、中央垂下比 2.5% で架設した。作業索は小型集材車（筑水キャニコム BFY1001）のウインチに巻き付けた 8mm ワイヤロープ（6×19 O/O, A 種）を使用した。設計荷重はスギ丸太（末口径 20cm, 4m）1 本を想定して、搬器重量、作業索重量等を加味して 180kg とした。衝撃係数 0.3 とした場合、主索の安全率は 2.71 となった。係留装置は、搬器が地面に付かないよう配慮して、係留装置間距離が 15m となるように主索の上部支点から 5m と 20m に設置した。吊り荷は主索の高さが確保できないことから 3m 材の 2 点吊りとした。横取り距離は試験地の関係で上げ荷 10m, 下げ荷 7m と設定し、上げ荷、下げ荷の時間観測を 10 サイクルずつ行った。観測項目は、空搬器走行（以下、空走行）、ローディングブロックの引き出し（以下、引出し）、荷掛け、横取り、実搬器走行（以下、実走行）、荷外し（ローディングブロックの係留解除、吊り荷の降下時間も含む）、ローディングブロックの引き上げ（以下、引上げ）とした。荷掛け手兼荷外し手 1 名、機械操作 1 名で行い、ビデオ撮影（2 台）、記帳者（時間記録）1 名で行った。

3. 結果と考察

上げ荷および下げ荷の要素作業別平均所要時間を図-1 に示した。全体での所要時間は上げ荷で 281.2 秒、下げ荷で 278.7 秒となり差は認められなかった。要素作業ごとに見ると空走行、実走行と荷外しに 5% の有意差が認められた。横取りと引上げに大きく時間を要しているが、ローディングブロックの係留不良を原因としたロスタイムが大きかった。上げ荷の横取りで所要時間の 29%、引上げで 62%、下げ荷の横取りで 26%、引上げで 78% がロスタイムであった。この改善にはローディングブロックのフックの形状の改良および重心の改良が必要となる。次に労働生産性を見ると 3 人作業（荷掛け手、荷外し手、機械操作）、実働 6 時間として、上げ荷で 1.37 m³/人日、下げ荷で 1.39 m³/人日となった。ロスタイムを改善すると上げ荷で 1.72 m³/人日、下げ荷で 1.82 m³/人日まで向上する。本実験では搬器の動作確認を目的としたため、10 サイクルで集材材積が 0.54 m³と少ないが、今後、ローディングブロックの改良を行い、現場試験により労働生産性を検証する必要がある。

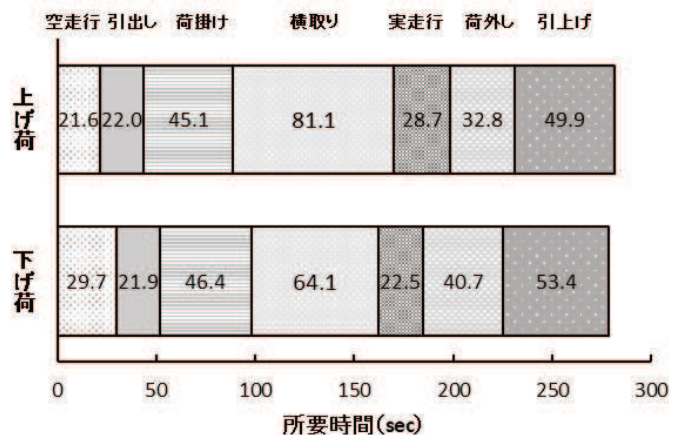


図-1 要素作業別平均所要時間

引用文献

矢部和弘・金崎邦文・田中正郎・今富裕樹（2019）軽架線用手動式係留搬器の開発.東農大農学集報 64（2）66-73

キーワード:軽架線集材, 係留搬器, 作業工程

UAV を活用した将来木施業の管理手法の開発

木村吉大¹⁾・羽柴考佳¹⁾・齋藤仁志²⁾・立川史郎²⁾・澤口勇雄²⁾

¹⁾岩手大学大学院総合科学研究科・²⁾岩手大学農学部

1.はじめに

近年、ドイツのフォレストエンジニアにより「将来木施業」の概念が紹介され、日本国内でもこの施業による森林管理が行われ始めたが、現場レベルでの適用事例は依然として少ない。これは、樹種や土地の違いによる将来木施業の適用基準の多様さや、将来木は人が直接現地で選ぶため、将来木の選木には相応の知識や経験が求められることが要因として考えられる。今後日本での事例を増やしていくためにも国内におけるモデルケースは必要であり、岩手大学でも演習林に将来木施業地を設定し、継続的なモニタリングを行っている。本研究ではモニタリングの一環として、日本に多数存在するスギ人工林を対象として、将来木選木基準をアルゴリズム化し、UAV 写真計測によって得られたデータに適用することで PC 上での将来木選木フローを構築し、その実用可能性について検討した。

2.研究手法

平成 27 年 5 月に設定された岩手大学御明神演習林 1 林班 Ⅲ 1~5 小班スギ将来木施業地を対象とした。林齢は 25~30 年で面積は 0.5ha、地位は“上”である。

将来木選定基準については Abetz (1974) の原則にある 1.Vitality (活力=太さ)、2.Quality (品質=枝なし幹)、3.Distribution (配置=将来木間の距離)に従った。今回の試験地では 藤田ら (2016) の選木基準を使用し、目標胸高直径 80 cm, 将来木間の距離 10m、将来木本数 100 本/ha とした。

この施業地にて UAV 写真計測からオルソ画像と DSM を作成し、DSM と DEM から DCHM を作成した。DCHM から樹頂点ポイントと樹冠ポリゴンを作成した。次に樹頂点ポイントと樹冠ポリゴンそれぞれで上位の個体を抽出し、2 つが重なる地点のポイントを将来木候補ポイントとして保存した。その後、将来木候補のポイント間距離を計測し、5m未満の距離にラインを作成した。これは、今回は将来木選定基準における Distribution (配置) の段階で将来木間距離を 10m以上確保する (樹冠半径 5m) としたため、それ未満の距離にある将来木候補を接続し、間伐対象木を決定するためのものである。間伐対象木選木手順は、1: 将来木候補の中からある 1 本を選択する。2: 選択した候補木の 5m以内に接近している立木を削除する。3: 選択した候補木から最近接にある立木を選択し移動する。4: 2~3 を 5 m以内に立木がなくなるまで繰り返す。繰り返しの結果、残った点を将来木として決定した。

3.結果

上記の将来木選木手法にしたがって出発点を換え、将来木候補を複数回作成した。その結果残されるポイント数には大きな差が見られず、おおむね 80 点 (160 本/ha) ほど残された。それに対し、残された将来木の位置には多少のばらつきが見られた。

将来木の本数は 100~250 本/ha とされている。本数幅が広い理由は、予備木を考えない場合は 100 本/ha が良いが、予備木を考慮した場合 250 本/ha ぐらいまでとしているためである。そのため、今回の将来木設定本数 100 本/ha よりも多く選木されたが (160 本/ha)、今後の成長段階で風雪害や獣害が発生したときの予備木としての価値があるため、初期段階で必要な本数は選択できていると思われる。また、今回出発点を変更して作成した複数の将来木候補は、将来木の予備木を選択する際に利用可能性があると考えられる。

引用文献

Abetz,P. (1974) Zur Standraumregulierung in Mischbeständen und Auswahl von Zukunftsbaumen. Allgemeine Forstzeitschrift. 29:871-873

藤田ら (2016) 御明神演習林におけるスギ将来木施行試験地の設定. 岩手大学農学部演習林報告第 47 号:73-103

キーワード: 将来木施業、UAV、オルソ化

立木情報を考慮した架設可能範囲の推定

○塚原美都（信大農院）・斎藤仁志（岩大農）・白澤紘明（森林総研）
山崎敏彦（高知森技セ）・植木達人（信大農）

1. はじめに

急峻地作業においてタワーヤードのスイングヤードに対する優位性が報告され、タワーヤード利用が期待されている。一方で、機械価格が高額であるため、集材費用の低減には稼働率を高め、生産性を向上させる必要があると指摘されている。そのためには、運用可能な林分を的確に容易に提示することが必要であると考えられる。これまでも地形情報による架設可否判定や推奨される路網密度、地形傾斜など報告されている。しかし実際は先柱、タワーを固定するガイドライン、中間支持器具の設置などには立木位置による制約があり、これらの位置については考慮されていなかった。そこで本研究では、立木情報を考慮することでより実情に近い範囲を推定するため、立木位置を考慮した架設可能範囲の推定手法を提案する。

2. 方法

適切な立木位置、集材距離、集材方向、架設の可否を判定し、架設可能な候補線を表示させ、候補線をもとに架設可能範囲を推定するため、処理は以下の手順で行った。まず、地形情報は 0.5m メッシュ DTM、立木情報は DCHM にローカルマキシマムフィルタ処理を施し、樹高と位置情報を取得する。元柱は既設路網を 5m で分割したすべての点を指定する。元柱地点からスパン長 150~500m となる位置の指定樹高以上の立木をつなぐことで候補線を発生させる。次に候補線の絞り込みの判定を行う。①集材線直下の地形の傾斜方向が集材線と一致しているか②搬器及び集材木による荷重がかかった状態における搬器と地面の距離が適当であるか(図-1, $\alpha = (\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 + \dots + \alpha N) / N > 35^\circ$ より α 除外、 $\beta \leq 35^\circ$ より採用) ③ガイドラインとして適当な位置に立木があるか、の3点の条件で架設可否を判定した。中間サポートは②の搬器のクリアランスが不適として除外された候補線を対象として検討した。最後に、架設可能と判定された主索に対して搬器から地面より垂直方向に 45° まで横取りが可能であると仮定して、集材可能面積を算出した。

3. 結果と考察

①~④をそれぞれ比較することで、条件を厳しくするほど架設可能範囲の減少率を明らかにできた。また、中間サポートの効果も確認できた。立木情報を考慮することで、実際的な集材線の検討が可能になり、現地踏査の省力化につながると考える。

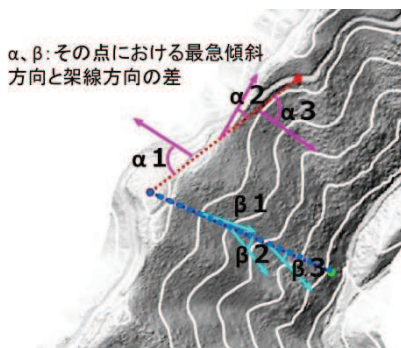


図-1.①集材方向の判定概念図

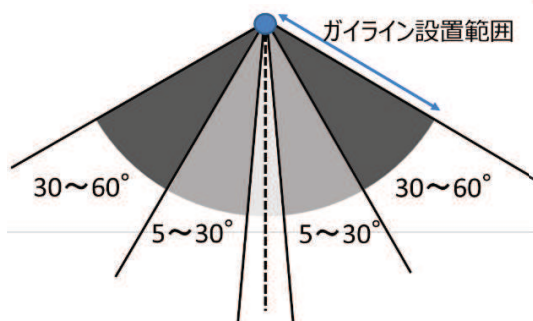


図-2.③ガイドライン判定平面図

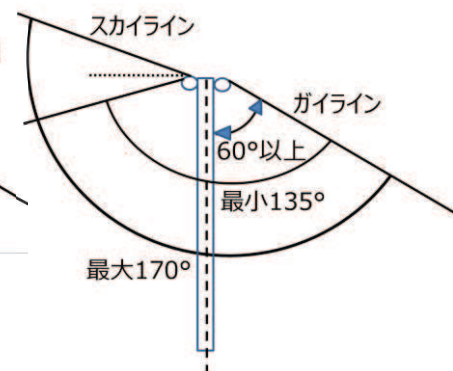


図-3.③ガイドライン判定側面図

キーワード：架線設計、タワーヤード、DTM、DCHM、立木位置

全方位カメラを用いた林内計測の可能性に関する検討

○池端隆彦（京大院農）・長谷川尚史（京大フィールド研）

1. はじめに

木材サプライチェーンの再構築にあたって、単木単位での正確な立木情報の収集と活用が注目されている。立木情報の収集コストの低減のためには近年、レーザー計測技術が応用されているが、レーザースキャナは高価であるため、年々成長し変化する森林で頻繁に利用することは、コスト面で困難である。そこで本研究では、比較的安価に入手できる全方位カメラ（THETA Z1, RICOH 社）を用いた林内計測手法の可能性について、検討を行った。

2. 方法

2019年8～9月に京都大学フィールド科学教育研究センター和歌山研究林10林班（和歌山県有田郡有田川町）の64年生スギ人工林およびヒノキ人工林（一部に大径広葉樹が混交）に15m×40mプロットを設置した。プロット内のスギ（35本、平均DBH33.0cm）およびヒノキ（14本、平均DBH35.8cm）を計測対象とした。プロットを5m格子に分割し、その境界線に沿って約20cmおきに地上高約2.0mの位置から全方位画像を取得した。画像データは3Dモデリングソフトウェア（PhotoScan, Agisoft 社）を用いて点群データとして出力し、点群処理ソフトウェア（CloudCompare）を用いて直径を測定した。同時にレーザースキャナ（OWL, 株式会社アドイン研究所）による測定を行って解析対象木の直径を計測、さらに全木を伐採して直径巻尺によって1mごとの直径を計測した。

3. 結果と今後の展望

撮影した画像を用いて点群を作成したところ、樹木下部の点群は明瞭に再現され（図1）、直径の測定が可能であった（図2）。一方で、画像から点群モデルを作成するには、高性能なPCでも長時間の処理が必要であった。今後は計測対象物までの距離および撮影間隔と、計測精度の関係について検証を行うとともに、スケーリング、計算時間、自動処理化等の課題を検討し、最終的には頭上に全方位カメラを取り付けて林内を歩行するだけで自動的に森林を測定できるような装置を開発したい。



図1 点群によって再現されたヒノキ

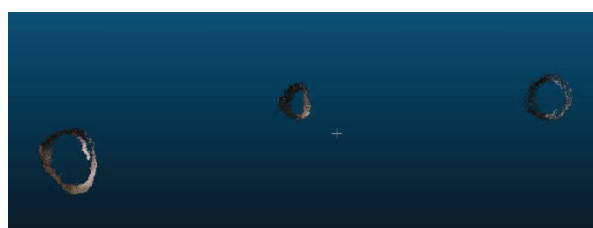


図2 胸高位置で切り取った点群

キーワード：3次元計測，写真計測，全方位カメラ，森林調査，森林資源管理

設置条件を考慮した林道災害復旧費予測モデルの構築に向けた検討

渡部優（信大院）・斎藤仁志（岩大）・白澤紘明（森林総研）・植木達人（信大院）・戸田堅一郎（長野県林総セ）

1 はじめに

林道維持費に関与する外的要因が多々あることに加え、林道ごとに設置条件（地形・地質・幾何構造の条件）が大きく異なるため、個々の路線の維持費の推計は困難である。一方、林道維持費の実績データである林道台帳の電子化が進むとともに、要因を広域的に取得、解析するための地理空間情報の整備も進んでおり、林道災害に関する知見が蓄積されつつある。本研究では、個々の林道の林道施設災害復旧単価（以下、災害復旧単価）（円/年・m）を予測することを目的として、林道台帳より収集した災害復旧単価および設置条件の関係から、災害復旧費予測モデルの構築を試みた。

2 方法

解析対象路線は、長野県の林道 1895 路線のうち災害復旧単価と線形形状を取得できた 1038 路線とした。災害復旧単価、林道台帳より取得した。取得した林道設置条件を表-1 に示す。地形量の取得にあたっては、まず 1m メッシュサイズの DEM を 5m にリサンプリングし、各地形量のラスタを作成した。次に路線を 5m ごとに分割した分割点ごとにその値を内挿した。なお設置条件はすべて路線単位の値に換算した。得られた災害復旧単価・設置条件をそれぞれ応答変数・説明変数とした GLM を構築した。

3 結果

災害復旧単価の分布を図-1 に示す。解析対象である 1038 路線のうち約 40%の路線では災害復旧が行われなかった。また、災害復旧単価が 0 円/m 年以上 100 円/m 年未満の路線が全体の約 65%を占めた。

災害復旧費の実績値、既往の目安による推定値および当モデルによる予測値を比較することで、林道災害復旧費の予測にあたり個々の路線の設置条件を考慮することがどの程度効果的かについて検討した。

その結果、GLM に選択された因子より、災害復旧単価は起伏量や曲率の標準偏差といった地形の複雑さの影響を受けることが明らかとなった。

キーワード：林道，維持管理，林道施設災害復旧費，林道台帳，林道設置条件

表-1 取得した林道の設置条件

要因	分割点ごとの取得値	路線ごとへの換算値	単位
傾斜		平均値	度
		30度以上の区間の割合	%
平均曲率		標準偏差	rad/m
		...の割合	rad/m
地形	浸食高	平均値	m
		閾値以上の区間割合	%
	浸食率	平均値	%
0次谷		傾斜が30度以上かつ平均曲率が負かつ浸食高が閾値以上の区間の割合	%
集水面積		平均値	セル数
		閾値以上の区間の割合	%
地質	地質年代	古・中生代の区間の割合	%
	地質境界との交点	mあたりの交差回数	回/m
	地質境界との距離	平均値	m
	断層との交点	mあたりの交差回数	回/m
	断層との距離	平均値	m
	縦断勾配	平均値	%
幾何構造	-	舗装率	%
	-	林道規格	級

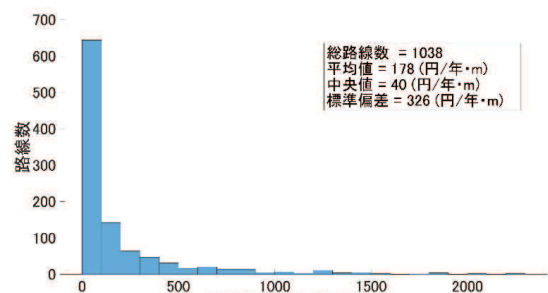


図-1 災害復旧単価の分布

山地災害リスク評価を目的とした保全対象との距離の全国試算

○白澤紘明・多田泰之（森林総研）・臼田寿生・
和多田友宏（岐阜森林研）・矢部浩（鳥取県林試）

1. はじめに

森林施業を実施する際には、山地災害リスクを高めることのないよう、施業地の地形や周辺環境に十分に留意すべきである。特に、意図せず不安定な土砂を堆積させ、雨水を集中させてしまう可能性のある「路網作設」や樹木根系による地盤の支持力を大きく損なわせうる「皆伐」は、リスクを高め、最悪の場合、土石流の素因となる危険性があるため、その実施には細心の注意が必要である。すなわち、それらの行為を実施する際には、間違っても人命や財産に被害が生じぬよう、下流に存在する保全対象（家屋や道路等のライフライン）を事前に把握し、施業地から保全対象までの距離が十分確保されているかを確認しなければならない。本研究では、山地災害と密接に関係のある森林と保全対象との近接性を定量化することを目的に、森林域からの保全対象までの距離を全国的に試算した。

2. 方法

本研究では保全対象と森林域との最短距離を計算する。ここでの距離とは直線距離ではなく、土石流の流下を模すために水系線に沿った経路長である。計算方法については、まず DEM（数値標高モデル）から D8 法により流向を決定し累積流量を求め、累積流量が一定値を超えるセルによって水系線を生じさせた。同時に、DEM のセルを頂点、流向を枝、頂点間の直線距離を重みとするグラフ G を作成した。次に G において、保全対象から一定の直線距離内かつ上述の水系線上に存在する頂点を縮約し、根とした。最後に根から森林域に含まれる頂点までの最短経路を求め、その経路長を保全対象と森林域との最短距離とした。使用した GIS データについては、保全対象と DEM は基盤地図情報の「建築物の外周線」と「10m メッシュ（標高）」をそれぞれ用いた。森林域のデータは生物多様性センターの「第 2・5 回植生調査重ね合わせ植生」を用いた。

3. 結果

斜面傾斜が一定値以上の森林のみを着色した試算結果を図-1 に示す。この図から、保全対象が多く近い里山地域と保全対象が少なく離れた奥山地域を容易に把握可能である。また東日本に比べ西日本で里山地域が多いこともわかる。里山地域で施業を実施する際には、防災への意識を特に高く持たなければならない。本研究の成果は山地災害リスクを評価するための基礎資料となりうるものとする。

本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「山地災害リスクを低減する技術の開発」の支援を受けて実施した。

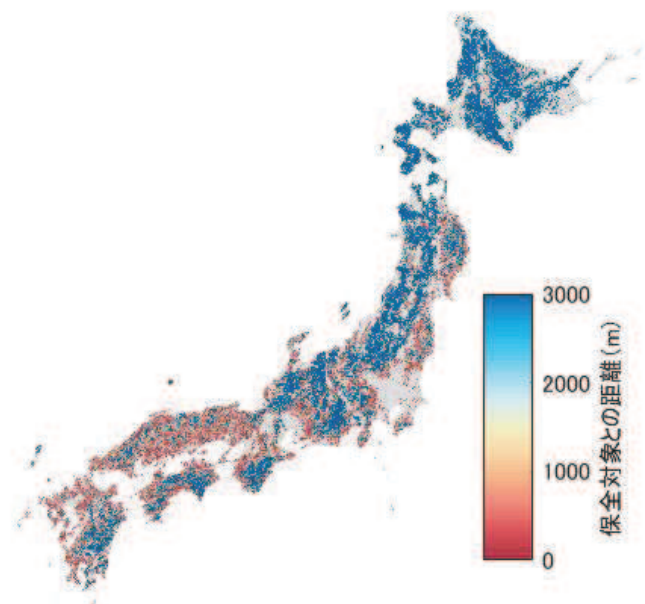


図-1 森林域からの保全対象までの最短距離

キーワード：保全対象，山地災害，森林施業，リスク，DEM

森林作業道の路体強度と表層地質の関係

○石川智代（三重県林業研）・野村久子（三重県尾鷲農林水産事務所）

1. はじめに

三重県では、高性能林業機械による効率的な作業システムを導入した森林管理を目的として、年々森林作業道の開設が進められている。しかし、元来森林作業道は施業時の簡易施設として位置付けられていることから、路体強度に関する規定がなく、ほとんどの路線で路体強度の確認が行われないうまま施工されている現状にある。三重県は主な5種類の表層地質が存在し、地質の違いは土構造を基本とする壊れない森林作業道の施工上の考慮すべきポイントであると考えられる。

そこで、本研究では既設森林作業道の路体強度の現状把握を目的として、簡易貫入試験により路体強度を調査し、その測定した路体強度と表層地質との関連解析を行った。

2. 方法

調査地は、三重県内の5種類の表層地質に作設された森林作業道12路線とし、全路線合わせて356地点について測定を行った。調査対象路線と位置を表-1と図-1に示す。

簡易貫入試験は、土研式簡易貫入試験機を用いて、森林作業道の線形の変化点を測点とし、1測点ごとに①路線センター、②山側わだち、③谷側わだちの3か所において実施した。貫入ロッドの累加貫入量が1m、または、40回の打撃で貫入量10cm未満となる深さまで測定した。

3. 結果

各表層地質について、土層10cmごとのNd値の総和を土層数の総和で除して平均Nd値を算出した(表-2)。この平均Nd値を比較すると、花崗岩質岩と黒色片岩において低くなる傾向がみられた。また、既往研究において潜在的に崩壊の危険性が高いとされるNd値5以下の土層は、どの路線においても1%程度であった。このことから、本研究の調査路線における路体の崩壊危険性は低く、現状の施工方法の妥当性を確認することができた。今後、森林作業道の長寿命化を図るためには、追跡調査を行い、路体の経年劣化を検証する必要がある。

キーワード：森林作業道、表層地質、Nd値

表-1 調査対象作業道

表層地質	所在地	路線(測点)
① 花崗岩質岩	伊賀市下阿波	1路線(9点)
② 花崗岩質岩	津市白山町	1路線(45点)
③ 花崗岩質岩	伊賀市伊勢路	1路線(11点)
④ 花崗岩質岩	名張市滝之原	1路線(10点)
⑤ 花崗岩質岩	松阪市下蛸路	1路線(10点)
⑥ 黒色片岩	松阪市飯高町	1路線(22点)
⑦ チャート(珪質岩)	大紀町崎	1路線(41点)
⑧ 砂岩泥岩互層・チャート混在	度会町南中村	1路線(101点)
⑨ 砂岩泥岩互層	紀北町島原	1路線(40点)
⑩ 花崗斑岩(熊野酸性岩)	熊野市小又	2路線(67点)

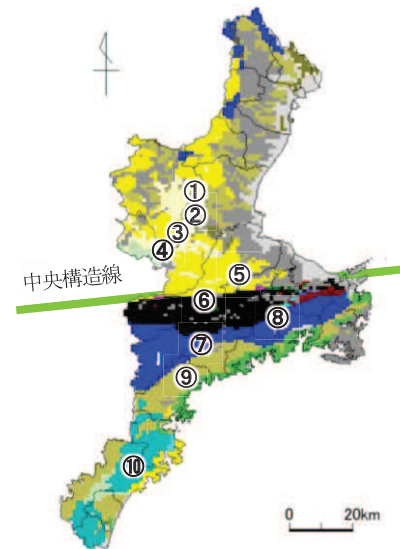


図-1 三重県内の表層地質の分布
(国土交通省「土地分類調査」表層地質図)

表-2 表層地質ごとの平均Nd値

①～⑤花崗岩質岩	⑥黒色片岩	⑦チャート	⑧ 砂岩泥岩互層・チャート混在	⑨ 砂岩泥岩互層	⑩ 花崗斑岩
42	34	59	82	69	72

森林作業道開設オペレータの注視点分析

○松本武（農工大院）・下田正博（農工大院）・岩岡正博（農工大院）・
榊原岳史（愛知県庁）・上村巧（森林総研）・鈴木秀典（森林総研）

1. はじめに

森林作業道の施工法については概ね標準的な方法が普及しつつあるが、森林作業道は林道と違い丁張やトンボなどの掘削位置や出来形を示すものがないためオペレータが現場を見ながら出来形をイメージした上で施工することとなる。現場を見た上での出来形のイメージを現実の森林作業道に反映させる過程が明らかにできれば、今後のオペレータの教育や作業支援プログラムの開発にも有益な情報となる。

そこで、本研究では森林作業道開設オペレータがどこをどの程度見ながら開設作業を行っているかを明らかにするためにオペレータにアイカメラを装着してその視線を追跡した。

2. 材料と方法

愛知県豊田市下山地区における緩傾斜地に開設する搬出路および急傾斜地に開設する搬出路の2路線の開設作業を対象とした。それぞれの路線は豊田森林組合に所属する異なる作業道開設オペレータによって施工された。各路線のオペレータを被験者とし、その作業中の視線を記録するためにアイカメラ（NAC社製、アイマークレコーダ、EMR-9）を用いた。本アイカメラはキャップに装着され右目の瞳孔の動きを追跡しそれをアイマーク（注視点）として動画に記録するタイプである。調査は2019年10月15日および16日に行われた。アイマークデータ解析はNAC社製EMR-dFactory Ver.2.7を用いた。本研究は、農研機構生研支援センター「生産性革命に向けた革新的技術開発事業」の支援を受けて実施した。

3. 結果

図-1 にアイマークと軌跡を示す。アイマークの分布域は視野中心のやや右に集中する傾向にあった。また、対象物ではバケット付近にアイマークが集中した。この結果は、油圧ショベルのキャabinは機体の左側にあり、ブーム・アームは右側から出ていることから右方向を見て作業する必要があるが、注視対象が有効視野内にある場合には眼球運動によって対象を捉えるために視線がやや右方向に偏るとする既往の知見（仲谷ら1998）と一致した。路線の出来形を左右する切土掘削位置については、多くの場合、直前の作業中もしくは機体上部の旋回中のごく短い時間に視線を移し決定していることが明らかとなった。今回は両路線とも被験者が路線設計及び先行伐採も行っており、出来形のイメージを相当程度具体的に被験者自身が有しているために考慮時間が短くその結果滞留時間も短かったものと考えられる。



図-1. 作業風景とアイマークとその軌跡
図中円内がアイマーク

引用文献

仲谷尚郁・東谷真弓・岡田明（1998）油圧ショベルのキャabin形状が作業時の視認性に及ぼす影響の分析．人間工学 34：444-445

キーワード：アイカメラ，視線追跡，バックホウ，開設作業，作業分析

スマートフォンによる樹高測定

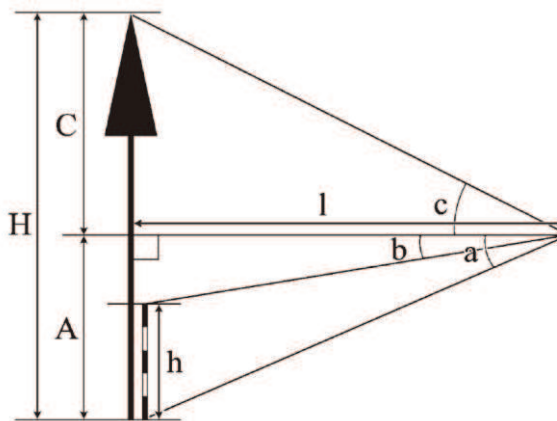
○吉村哲彦・堂安雄斗（島根大生資）・千原敬也（島根県中山間地域研究セ）・鈴木保志（高知大農林海洋）

1. はじめに

森林資源調査のための樹高測定は、超音波樹高測定器である Vertex（スウェーデン Haglöf 社製）の利用が一般的となっている。この機器は超音波で距離を測定するため、レーザー機器が弱点とする下草等の障害物に強いという長所がある一方、川や雨の音がする環境には弱く、複数の機器を近隣で使うと正確な距離が測定できないという短所もある。Vertex で採用されている 1.2m（あるいは 1.3m）の高さにターゲットを立てて、そのターゲットの中心と立木の幹の先端の 2 点を視準する樹高の測定法は効率の高さでも優れており、測定精度に対する信頼性も高い。Vertex の国内価格は 20 万円を超えており、その高いコストが課題であるが、これに対抗できる樹高測定器は現実に国内に存在しない。そこで、本研究ではスマートフォンを活用し、専用の測定器がなくても低コストで樹高を測れる方法を提案して、その測定精度について検証を行った。一般的に普及しているスマートフォンには距離を測定する機能を備えていないため、本研究ではスマートフォンに内蔵された角度センサーで測定が可能な高低角のみを用いて樹高測定を行っている。この方法を用いた樹高測定のための iPhone 用アプリも過去に存在していた（伊藤ら、2010）が、安定的な角度計測が難しかったこともあり、今ではこの方法はほとんど使われていない。本研究では、ばらつきが大きい計測角度の安定化を測るため、スマートフォン用のハンドグリップおよびスタビライザーを導入して評価実験を行った。

2. 方法

樹高測定は、事前に測棒および Vertex IV で樹高を測定した島根大学松江キャンパス内の立木に対して、1. スマートフォンの手持ちによる方法、2. スマートフォン用のハンドグリップを用いる方法、3. スマートフォン用のスタビライザー（DJI OSMO MOBILE 3）を用いる方法、という 3 種類の手法で行った。ここでは、対象木からの距離も変化させて、樹高測定の誤差の大きさを比較した。さらに、測定誤差の発生要因の解析を行うことで、角度計測による樹高測定の精度管理について検討を行った。



$$l = \frac{h}{-\tan a + \tan b} \quad (1)$$

$$A = \begin{cases} -l \tan a & (a < 0) \\ l \tan a & (a \geq 0) \end{cases} \quad (2)$$

$$C = \begin{cases} -l \tan c & (c < 0) \\ l \tan c & (c \geq 0) \end{cases} \quad (3)$$

$$H = \begin{cases} |A + C| & (a < 0 \cap c < 0) \cup (a \geq 0 \cap c \geq 0) \\ A + C & (a < 0 \cap c \geq 0) \end{cases} \quad (4)$$

図 角度のみによる樹高測定の方法（伊藤ら、2010）

3. 結果と考察

スマートフォン用のスタビライザーを導入することで、ターゲット視準の際の手ぶれが抑制され、高低角に完全に依存する樹高測定の精度が改善した。

引用文献

伊藤拓弥・榮澤 純二・矢野宣和・松英恵吾・内藤健司（2010）高能携帯電話端末における樹高測定ソフトウェアの開発. 日本森林学会誌 92(4) : 221-225

キーワード：スマートフォン、樹高、スタビライザー、精度管理

機械学習を用いた定性的間伐における伐採木の選定

○ 岡子光太郎（富山県森林研究所）

1. はじめに

間伐における伐採木選定の意思決定プロセスについて、ファジー理論、ニューラルネットワーク、機械学習などを適用し、選木規則の抽出やモデル化などを試みる研究が行われている。間伐の本質が密度管理にあることを考えると、競合状態や局所的な混み具合といった立木配置に基づく情報が選木において重要な役割を果たすはずであるが、こうした要因を含めて解析を行った事例は意外と少ない。これは立木位置の計測に多大な労力が必要なためと思われるが、航空レーザー計測や地上型 3D レーザー計測などの急速な普及により立木位置情報の取得は格段に容易になっており、今後これらを活用した森林管理手法の進展が見込まれる。そこで、定性的間伐における選木プロセスについて、立木サイズや欠点など外観情報に加え、局所的な混み具合や競合関係など立木配置に基づく情報を特徴量に用い、機械学習によるモデル化を試み、その精度の検証や実用性の検討などを行った。

2. 方法

富山県内の 8 箇所のスギ人工林（立木本数:5422 本、総面積:6.86 ha）を調査対象とした。毎木調査ならびに全立木の位置測量を行い、その後、利用間伐に向けた伐採木の選定が行われた（下層間伐、間伐率 21~36%）。本研究では伐採木として選定されたか否かを判別する機械学習手法としてランダムフォレストを採用した。モデルに投入する特徴量には、胸高直径、樹幹形状級（1~5 級）、節級（0~3 級）、皮むけ、二又、先折れ、腐れ、蛇行、間伐率を用いた。さらに、評価対象木と周辺木との平均幹距ならびに周辺木と評価対象木の直径および樹幹形状級を昇順にソーティングした場合の評価対象木の順位を特徴量として用いた。なお、周辺木は 1 本とする場合から 20 本とする場合までを設けた。平均幹距、直径順位、樹幹形状級順位についての特徴量選択はこれら以外の特徴量を全て用いたモデルに周辺木 1 本から 20 本までとするそれぞれの特徴量を逐次投入し、モデルの誤差率が最も低くなるものを採用した。これ以外の特徴量については Boruta 法により取捨選択した。

3. 結果

平均幹距、直径順位および樹幹形状級順位における周辺木本数 1~20 本についてモデルの誤差率をもとに特徴量選択を行ったところ、3 つの特徴量とも周辺木本数を 5 本とした場合に誤差率が最も低かった（図-1）。このことから選定対象木と 5 本程度の周辺木からなる混み具合や直径および樹幹形状の相対的比較によって伐採するか否かが判定されていると考えられた。また、Boruta 法を用いた

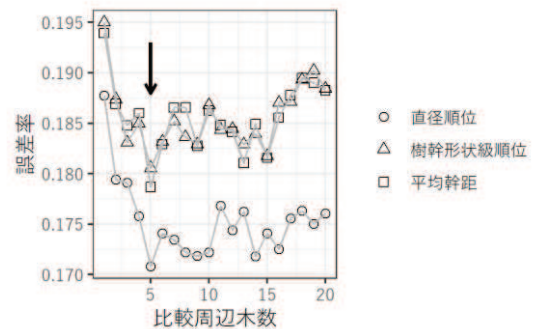


図-1 周辺木数と誤差率との関係

特徴量の取捨選択により、皮むけと腐れがモデルから除去された。最終モデルにおける誤差率は 16.8% となり、モデルは比較的高い精度を有すると考えられた。また、モデルにおいて高い重要度を有する特徴量は胸高直径、胸高直径順位、平均樹幹距、樹幹形状級順位であり、立木配置に基づく情報が選木プロセスにおいて重要な役割を果たすことが明らかとなった。

キーワード : スギ, 定性的間伐, 機械学習, 選木, 立木配置

機械地拵えによる競合植生の抑制効果と下刈り回数の削減

○大矢 信次郎^{*1}・倉本 恵生^{*2}・小山泰弘^{*1}・高野毅^{*1}・中澤 昌彦^{*2}・瀧 誠志郎^{*2}
 (※1 長野県林総セ, ※2 森林総研)

1. はじめに

再造林コストの低減を図るため、伐採・造林一貫作業による造林作業の機械化が進められている。特に、地拵え作業の機械化はコスト削減効果が大きく、従来の人力地拵えと比較してバケット地拵えではコストを最大 86%削減できた (大矢ら 2018)。さらに、機械地拵えでは表土の攪乱・移動をとまなうことから、副次的な効果として競合植生(雑草木)の抑制効果が期待される。本研究では、2016年及び2017年に皆伐を行った人工林において各種地拵えを行い、地拵え種別ごとに植栽木と競合植生の競合状態を継続的に調査し、下刈り省力化の可能性を検討した。

2. 試験地及び調査方法

長野県信濃町の霊仙寺山国有林(以下、霊仙寺)、御代田町の浅間山国有林(以下、浅間)の各皆伐地において、2017年8月下旬に地拵えを行った。地拵え区分は、バケット地拵え(以下、バケット)、グラップル地拵え(以下、グラップル)、人力地拵え(以下、人力)、及び無地拵えとし、同年11月に霊仙寺ではスギ、浅間ではカラマツのコンテナ苗を植栽した。植栽木と競合植生との競合状態を評価し下刈りの必要性を判断するため、2018年及び2019年の7月中旬～8月中旬に、各試験地における植栽木の樹高、競合状態(C1～C4)、全体被度、最大植生高、植生タイプ等を調査した。また、各年の成長停止期に植栽木の樹高と根元直径を測定し、夏季の競合状態等の条件が成長量に及ぼす影響を評価した。

3. 結果

競合状態のうちC1～C2(植栽木が競合植生の高さ未満)の割合は、霊仙寺、浅間の植栽2年目、3年目とも、無地拵え<人力<グラップル<バケットの順で高くなった(図-1)。バケットとグラップルでは、植栽3年目においてもC1～C2の割合が約60%～90%を占め、下刈り回数の削減または作業の軽減が期待できた。また、競合植生の被度及び最大植生高についても上記と同様の傾向があり、バケット地拵えが最も競合植生を抑制していると考えられた。植栽木の生存率は、スギでは地拵え区分に関わらず90%以上を維持していたが、陽樹であるカラマツでは無地拵え<人力<バケット≤グラップルの順で高くなった(図-2)。平均樹高成長量は、グラップルで高い傾向があり、バケットでは無地拵え及び人力と同等程度にとどまっていたことから、表層土壌の除去が成長に影響を及ぼす可能性が示唆された。

引用文献

大矢信次郎・中澤昌彦・猪俣雄太・陣川雅樹・宮崎隆幸・高野毅・戸田堅一郎・柳澤賢一・西岡泰久(2018) 緩傾斜地から中傾斜地における機械地拵え作業の生産性とコスト. 森林学誌 35(1): 15-24.

キーワード: 機械地拵え, バケット, グラップル, 競合植生, 下刈り省力化

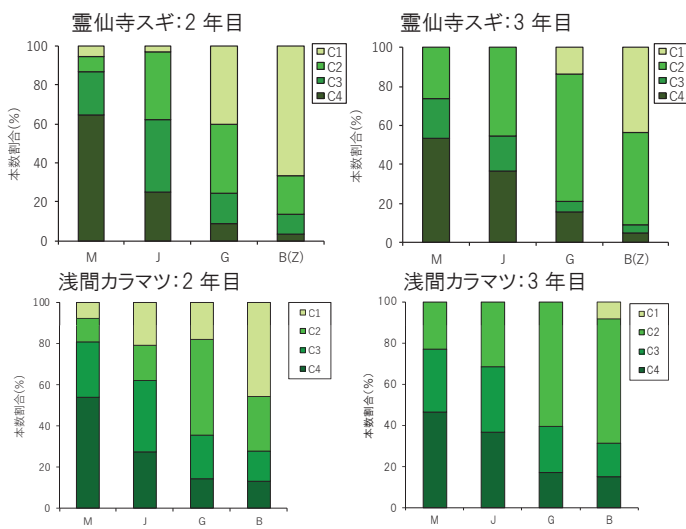


図-1 植栽木と競合植生の競合状態
 (M:無地拵え, J:人力, G:グラップル, B:バケット)

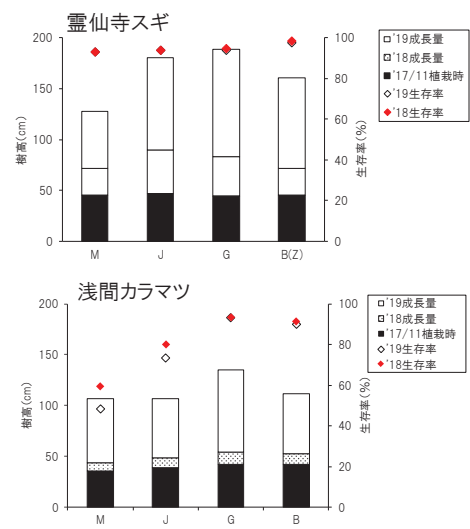


図-2 植栽木の成長量と生存率

新植造林地におけるクラッシャ下刈り作業の試み

○山田健・原山尚徳・佐々木尚三（森林総研）・斎藤丈寛（下川町）

1. はじめに

近年、人工林の成熟に伴う主伐量の増加とともに要再造林面積も増大しているにもかかわらず、造林作業における労働力は減少の一途をたどっており、このままでは現在でも低水準の再造林率がさらに低下することが危惧される。そこで、限られたコスト、少ない労働力で広い面積の造林作業を行う必要が生じ、その一環として造林作業機械化の気運が高まっている。筆者らも以前より、造林作業機械化の技術開発を行ってきた。

昨年度、地拵え作業機クラッシャを用いた下刈り作業試験の結果を報告した。0.5m³ クラスのエクスカベータをベースマシンとするクラッシャで林内走行するため、一般的な造林地よりも列間の広い造林地を探して下刈り作業を行ったもので、結果的に低密度で視認性の高い植栽木を対象とすることになった。今回、作業条件がより現実の造林地に即した場所として、車両系機械で保育することを考慮した植栽仕様で昨年度から今年度にかけてカラマツ F1 苗を植栽した試験地において、クラッシャ下刈りの試験を行った。

2. 試験方法

下川町上名寄川向町有林の皆伐跡地に試験地を設定し、2018年10月～2019年5月にカラマツとグイマツのF1雑種の1品種であるクリーンラーチの苗木を植栽した。皆伐後の地拵えはエクスカベータで行ったため、試験地には末木枝条を集積した排根線が傾斜方向に一定間隔で配置されており、その結果細長い帯状の区画に区切られている。その中に列間、苗間を定めて長方形に苗木を配置したが、車両の走行路を確保するため傾斜方向に4列につき1列植えない列を設け、3残1伐のような形状とした。植栽密度は、走行路を含めて約1000本/haである。この試験地のうち0.62haの区画において、2019年8月にクラッシャによる下刈り現地試験を実施した。

試験においては、走行路を移動しながらブーム操作により走行路上と側方の植栽木の周囲の雑草木を刈払う全刈り作業を行った。走行路幅にはベースマシンが障害物を迂回するだけの余裕はないため、走行路上の伐根は基本的に全てクラッシャで破碎した。作業をビデオ撮影し、映像を時間分析して作業工程を算出した。比較のため、同時並行して実施した人力下刈り作業についても、同様の分析を行った。また、事前に植栽木の雑草木による庇陰状況を調査・記録した上で、下刈り作業後に植栽木の誤伐本数を調査した。

3. 試験結果

クラッシャ下刈り作業の工程は、約10.7h/haであった。植栽木のサイズが小さい場合にはクラッシャでは植栽木の直近まで刈ることは難しく、一部で人力による補正刈りが必要となり、この工程が4.0h/haであった。人力下刈り作業の工程は12.2h/haであったが、対象地の一部に全く植生のない箇所があり、実際にはもう少し作業工程が低いと考えられる。

クラッシャによる誤伐とベースマシンによる踏みつけを合算した誤伐率は4.5%で、人力作業と比較すると高い値となったが、成林に向けて十分に低い値であると考えられる。雑草木による植栽木の庇陰の度合いが高いほど誤伐率が高くなる傾向が見られた。人力作業では誤伐率は2.2%で、事例数が少ないため庇陰度合いとの関係については不明である。

4. おわりに

新植造林地においてクラッシャ下刈り作業試験を行い、高い作業工程を得たが、事後の人力による補正刈りを加味するとそれよりも低い値となった。どこまで潔癖に補正刈りすべきかを検証する必要がある。試験地は造成されてから間がないため、雑草木侵入状況は今後変遷してゆくと考えられ、事業的な導入に向けて継続的にクラッシャ下刈りの作業性を検証することが求められる。

キーワード： 林業機械、造林作業、下刈り、クラッシャ、省力化

冬季森林環境における高視認性色彩の挙動

— 奄美大島金作原原生林と北秋田地方スギ林の比較 —

○松村哲也（東大院農）

1. はじめに

わが国の林業用作業服・防護服の分野において、欧州ブランドを中心に、JIS T 8127, ISO 20471 あるいは EN 471 に規定された蛍光オレンジ色や蛍光黄色など高視認性色彩を採用した製品が多く見られる。しかし、これらの規格では、高視認性色彩による安全効果を期待する環境として森林を想定しているわけではないため、改めて森林内におけるこれらの色彩の機能性を評価する必要がある。本報告では、高視認性色彩を照明する森林内光環境のうち、とくに蛍光色の励起に寄与する紫外光の強度について、冬季の奄美大島金作原原生林と北秋田地方スギ林とを比較し、地域性に応じた色彩の利用法を考察した。

2. 調査の概要

（奄美調査地） 調査日は2019年2月7日。鹿児島県奄美大島金作原国有林内（奄美市名瀬大字朝戸）の林道沿いに13測点を設けた。林況はスタジイ、ヒカゲヘゴなどが目立つ亜熱帯性天然林の様相を示していた。調査当日の天候は曇、時折薄日が差し込んだ。

（北秋田調査地） 調査日は2019年1月11日～13日。秋田県北部地域のスギ林3か所に合計13測点を設けた（上小阿仁村大林（2点）、能代市二ツ井町（5点）、大館市長走（6点））。林況は秋田杉の産地として手入れのされたスギ林であり、林床は積雪で覆われていた。調査当日の天候は晴～曇で時折日差しが林内に木漏れ日として差し込むこともあった。

（林内入射光の測定） 各測点ごとに、地上高1.2mにおける照度および紫外線強度(290-390nm)について、測定器受光部を真上へ向けて測点における水平面への入射光、受光部を真下に向けて地表面からの反射光、および受光部を東西南北4方向へ向けて、各垂直面への入射光の測定を行った。なお、測定にはSATO LX-1108 照度計、SATO YK-35UV 紫外線強度計を使用した。

3. 結果及び考察

奄美調査地における水平面照度(lx)は595～30,100、地表面反射は37～932であった。同様に紫外線強度(mW/cm²)は水平面強度が0.041～1.017、地表面反射は0.001～0.010であった。一方、北秋田調査地における水平面照度は203～2,750、地表面から反射は139～2,879であった。同様に紫外線強度は水平面強度が0.009～0.158、地表面反射は0.004～0.078であった(表-1)。両調査地について、水平面照度を比較すると、奄美5,904：北秋田1,572となったが、奄美におけるある1測点にて日光の直射を受けたため、平均値を押し上げたきらいがある。中間値にて双方を比較すると、奄美3,777：北秋田1,552といった数値になった。

表-1. 照度(lx)および紫外線強度(mW/cm²)の測定面

		水平面	北面	東面	南面	西面	地表反射
奄美	照度	5,904	594	1,284	2,490	1,549	251
	UV強度	0.264	0.012	0.032	0.053	0.021	0.003
北秋田	照度	1,572	1,079	1,221	1,400	1,247	1,231
	UV強度	0.095	0.034	0.042	0.045	0.037	0.046

表-2. 相対紫外線強度の測定面別平均値((mW/cm²)*10²/lx)

N=13	水平面	北面	東面	南面	西面	地表反射
奄美	5.4	2.3	2.4	1.5	1.2	1.5
北秋田	6.7	3.7	4.0	3.5	3.8	4.5
Welchのt検定	P > 0.05	P < 0.05	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01

こうした値より、測定日の状況を比較すると、奄美のほうが北秋田よりも明るい状況であったことがうかがえる。ここで地表面反射光に注目すると、北秋田では積雪による地表面からの光線反射が大きい。そこで紫外線強度値を照度値で除することで相対化して比較すると、同時期の奄美に対して比率として大きな紫外線強度を受けていることが明らかになった。そのため冬季積雪期では、奄美に比較して、北秋田の方が蛍光色が機能性を発揮しやすい状態にあることが判明した。も、雪面反射によって強められた紫外線成分によって輝度が高まった蛍光色は、暗めの林内照明環境にあつて、より大きな視覚的コントラストを生み出すことができ、視認性の向上に寄与するものと考えられる。

キーワード： 高視認性, 色彩, ISO 20471, 労働安全, 森林

高知大学演習林における低インパクト伐出 (RIL) を考慮した広葉樹収穫の試み*

○鈴木保志**・長谷川琴音***・長井宏賢****・早田佳史****・今安清光****

1. はじめに

かつては薪炭林など生活に密着して利用されていた里山林・広葉樹林が、放置のため生態系機能が劣化し、ナラ枯れや竹林の侵入などの問題が発生していることが日本の各地で問題となっている。間伐や有用樹種の伐採利用などの適切な手入れ（施業）によりこうした広葉樹林を高度に有効利用することで、生態系機能の回復を図ることが可能と考えられるが、そのためには施業の経済的自立、すなわち施業により得られる収穫物が施業費用を賄うことができるような体制作りが不可欠である。科研費 基盤 C 特設：課題番号 18KT0090「放置により劣化した里山広葉樹林の高度利用による生態系と地域経済の再生」として取り組んでいる研究ではまず、そうした放置広葉樹林の資源内容および資源量を UAV（ドローン）や地理情報システムなどを用いて効率的に把握する技術を開発する。資源は有用材のみならず、木質バイオマス、茸類、サカキ等、多様なものを対象とする。そして、近年各地の自伐・小規模林業で利用され実績をあげている、低投資で環境負荷の低い路網整備方法と軽架線技術の適用により、低コストで有用資源を収穫する方式を確立する。施業後の森林の生態的機能を林分と林床植生の健全度により判定し、施業の事業採算性と地域経済への貢献度を推算することで、生態系と地域経済の再生を総合的に評価する。今回は、上記研究課題の一部として、高知大学演習林における旧薪炭林の放置広葉樹 2 次林において作業道と小規模機械を用いて大径木を、熱帯林における低インパクト伐出 (Reduced impact logging; RIL) の手法を参考にして、択伐伐出の試験作業結果を実施した。

2. 方法

広葉樹 2 次林となっている高知大学演習林 5 林班と小班（標高約 900 m）の南南西向き斜面に、水平方向 30 m、斜面最急勾配方向 20 m のプロットを設置し、毎木調査（DBH 5 cm 以上）と植生調査および立木位置図の作成を行った。これらの事前調査の後、プロットの上辺に沿い、伐出のための林内作業車用作業路を伐出作業の直前にバケット容量 0.09 m³ の油圧ショベル（CAT303CR）新規開設した。プロット内の樹木の直径階分布から、DBH 上位かつ下方伐倒時に梢端がプロット内に収まる位置にある数本を伐出対象木として選出した。伐木では伐採対象木の伐倒方向を定めた後、干渉すると予想される立木をあらかじめ伐採して伐出のためのギャップを形成する。伐木後はチェーンソーで枝払いと造材を行い、作業路への集材は上記油圧ショベルに装着したグラップルおよび林内作業車のウインチを用いる。伐木および集材作業は時間観測により工期等を分析し、残存林分への影響と更新状況は今後数年間継続調査を実施する予定である。

3. 結果と考察

0.06 ha のプロットに DBH 5 cm 以上の立木は約 270 本（約 4,500 本/ha）、このうち DBH 20 cm 以上のものは約 30 本（約 500 本/ha）存在していた。DBH 30cm 以上の大径木はアカガシが主だが、DBH 20 cm 程度の中径木にはイヌシデ、コハウチワカエデ、ヤブツバキ、サカキ等が含まれていた。伐木と伐出作業は 2019 年 11 月下旬から 12 月上旬に実施する予定で、詳細は発表会にて報告する。

本研究は、高知大学自然科学系農学部門サブプロジェクト「バイオマス～TOSA」、および文科省科研費（基盤 C 一般：課題番号 16K07779、基盤 C 特設：課題番号 18KT0090）の支援を受けた。

キーワード： 広葉樹, 伐出, 作業道, RIL (Reduced impact logging), 演習林

連絡先 (Corresponding author) : 鈴木保志 (Yasushi Suzuki) E-mail: ysuzuki@kochi-u.ac.jp

* A trial harvesting operation of broad-leaved tree stand concerning reduced-impact-logging methods in Kochi University forest

** Yaushi Suzuki 高知大学教育研究部自然科学系農学部門 Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, Nankoku 783-8502

*** Kotone Hasegawa 高知大学農林海洋科学部 Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, Nankoku 783-8502

**** Hirotaka Nagai, Yoshifumi Hayata, Kiyomitsu Imayasu 高知大学農林海洋科学部附属暖地フィールド教育研究センター Field Science Center, Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, Nankoku 783-8502

短伐期ヤナギの収穫、運搬、チップ化実証試験

○佐々木尚三・山田健・原山尚徳・天野智将・古家直行・長澤俊光（森林総研北海道）
藤本清彦・高橋正義（森林総研）、山本敏夫・斎藤丈寛（下川町）

1. はじめに

成長が早く、収穫後も萌芽更新が可能なヤナギは木質資源作物として最も有望視されている樹木の一つである。スウェーデン、ドイツなどヨーロッパ諸国ではヤナギを畑作的に栽培し、3年程度の超短伐期で収穫、エネルギー利用する事業が行われている。傾斜が緩やかでまとまった広い有休地も多い北海道は、このような資源作物の栽培利用の可能性が高いと考えられる。森林総合研究所と北海道下川町は2007年からヤナギの栽培システム確立に関する共同研究を行ってきたが、収穫・運搬・チップ化等の最終的な利用技術については本格的な試験が行われていなかった。今回、現存技術の組み合わせによる収穫方法やコストを明らかにするため、収穫、運搬、チップ化の実証試験を行った。

2. 方法

実証試験は、①幹径8cm（樹高3～5m）程度までの萌芽ヤナギを、ケーンハーベスタ（サトウキビハーベスタ）UT-120Kを使用して収穫、細断（20cm程度）し、サトウキビ収穫専用の網袋（1.2m程度の立方体）に収納、集積した。②幹径15cm 樹高7～8m）程度まで（のヤナギ立木は、フェリングヘッド付きフォワーダ KATO F801 + Kesla19GX を使用して伐採、積載して林道横の集積場所やダンプトラック積載位置まで集材した。また、収穫物は大型チップ Wood Hacker MEGA561DL、小型チップ MOROOKA MC-300D によってチップ化、チップ化なしの3種類のチップ化处理、および、収穫現地林道脇で残置、バイオマス処理施設まで運搬の2種類の運搬作業を行った。それぞれの作業は、時間分析、収穫量（重量と容積）測定、サンプルによる含水率測定を実施した（表-1）。

表-1 実証試験の概要

対象ヤナギ	①幹径8cm程度までの萌芽ヤナギ			②幹径15cm程度までのヤナギ立木			
収穫機械	ケーンハーベスタ			フェリングヘッド付きフォワーダ			
収穫状態	20cm程度に細断された状態で専用網袋に収納される			全木または半木状態で集材される			
チップ化处理	大型チップ	小型チップ	チップ化なし	大型チップ	小型チップ	チップ化なし	
運搬	ダンプトラック (試験ではフレコ)	フレコンに収納	網袋orフレコン	ダンプトラック (試験ではフレコ)	フレコンに収納	林道脇に蓄積	ダンプトラックで運搬
ボイラー適合性	一部過大	利用可能	サイズが過大	利用可能	利用可能	チップ化が必要	
今後の対応	選別機で選別し、再チップ化		機械を改造して細断長を短くする			林道脇で自然乾燥後、チップ化	施設でチップ化

3. 結果

ケーンハーベスタ収穫（乾重 ton）の生産性は、0.2～0.7 t/hr、平均で 0.36 t/hr であった（数値はいずれも速報値）。この数値は試験条件での値であり、単位面積当たり収量がシカ食害の影響で 6.7 ton/ha 程度と低かったこと、収量計測のため収穫網袋交換頻度が高かったこと、機械収穫に必要な枕地が確保できなかったことなどが影響し非常に小さい数値となっている。通常の収穫環境での生産性は 2.4 t/hr 程度を想定できる。本発表では、実証試験全体の結果概要、試験結果を踏まえたヤナギバイオマス生産の収穫、運搬、チップ化方法や、それらの生産性・コスト構造の検討結果を報告する。

キーワード：短伐期ヤナギ，収穫作業，ケーンハーベスタ，フェリングフォワーダ，チップ化

国産タワーヤードと繊維ロープを利用した皆伐における下げ荷集材

○千原敬也・山中啓介（島根県中山間セ）

1. はじめに

島根県の主伐現場で実施される架線集材は、集材機による長距離集材とスイングヤードによる短距離集材に2分される。このうち、スイングヤードを使った作業は単胴地曳と簡易架線のランニングスカイライン式が多用されているが、ランニングスカイライン式は牽引力不足や横取り作業が難しいという問題が明らかになっている（千原ら 2018）。そこで、本研究では動力回生ウインチ機構による強力な牽引力を有し、フックの強制降下による横取り作業が可能な国産タワーヤード（株式会社加藤製作所 NR301）による集材作業を調査した。

2. 方法

2018年10月に島根県浜田市金城町内の皆伐地においてタワーヤードによる全木下げ荷集材をビデオカメラで記録し、作業内容の時間分析を行った。対象とした伐採地の作業条件は支間水平距離120m、支間傾斜13度であった。索張り方式は3胴式ランニングスカイラインで、荷掛けとグラップルソー（土場）の2名で作業し、69サイクル、本数93本、材積57.7 m³を集材した。荷外しはグラップルソーのオペレーターがオートチョーカーを操作し作業した。

また、横取り作業の労働負担の軽減効果を検証するために搬器に内蔵されたHOLを繊維ロープ（大綱株式会社 SuperMax Rope 12 mm）に替えて作業し、作業後に荷掛け手への聞き取り調査を行った。

3. 結果

観測の結果は作業時間15,213秒、平均集材距離69.5m、平均サイクルタイム220秒/回、生産性13.65 m³/時であった。

要素作業の割合は「巻き上げ、実搬器走行」が作業全体の37%を占めた（図-1）。これは谷側伐倒で重なった材の梢端に荷掛をして斜面下方に引き抜いて集材するために、巻き上げと搬器走行を同時もしくは交互に繰り返し行っていたことが時間を要した原因である。

また、横取りは最大17mの引き込みを行ったものの、作業員への聞き取りでワイヤーロープに比べて大幅に労働負担が減少することを確認した。

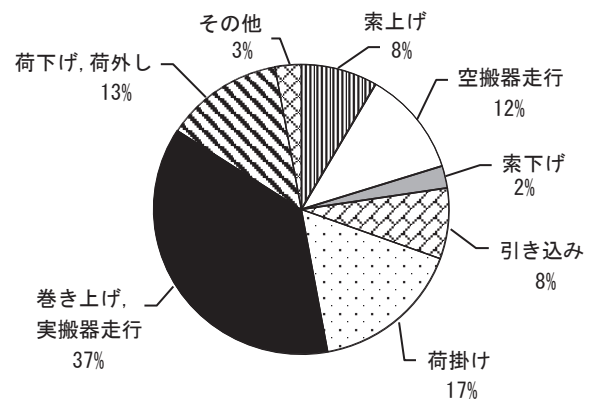


図-1 要素作業の割合

引用文献

千原敬也・吉村哲彦・沢崎元美（2018）島根県におけるスイングヤード利用実態．第129回日本森林学会大会学術講演集：235（K15）．

キーワード：簡易架線，繊維ロープ，タワーヤード，オートチョーカー，下げ荷