

平成24年度補正 林野庁補助事業
先進的林業機械緊急実証・普及事業



日本国内初
マルチスキツダ
(グラウンド式無人架線系集材システム)

- ・集材効率の向上
- ・搬出可能な林地拡大
- ・災害防止と労働負荷の低減

(株)ミツヤマグリーンプロジェクト



MITSUYAMA GREEN PROJECT Co.,Ltd. <http://www.mitsuyama-gp.co.jp/>

1. 事業の背景・課題

1) 地域における森林の概況(阿武隈川森林計画区)

(1)概況:大部分が山地で占められ平地は比較的狭小

- 西部:奥羽山脈に属する諸峰が南北に走る。

- 東部:丘陵性の阿武隈山地が南北に連なる

(2)地質:花崗岩が多く分布し比較的安定した地盤

(3)森林:271千ha(民有林178千ha・国有林93千ha)

(4)林況:スギ、アカマツの人工林が多く 人工林率42%



阿武隈川森林計画区域図

2) 自社における機械化等の取組み

(1)平成21年より、ヨーロッパの林業機械を自費で先進的に導入して、事業ベースで実践している。

(2)特に、タワーヤーダ(オートパワーマストK602)およびハーベスタ(ハイランダー)などは、非常に高い生産性を維持するとともに、安全性の高さが評価される。



3) 現在の作業システムの問題点と改善に向けた取組課題

(1) 現在の作業システムの問題点

①地形的要因および公共安全の確保等制約の改善	地形要件から路網整備が困難 公道横断や送電線で架線が張れない
②低コストで生産性の高い作業システムの開発	径級が細く小面積で採算性が維持できない 所有者意向などで路網開設が困難
③間伐に伴う残木および土壌保全、安定した作業工程	車両系機械による土壌かく乱の低減 雨天後の車両系機械の使用制限に伴う工程遅滞の回避
④労働災害の防止と労働負荷の低減	車両系機械運転および荷掛・荷卸しに伴う労働災害回避 放射能汚染からの作業員の保護(林内ホットスポット)

(2) 改善に向けた取組課題

- ①既存の機械では対応できない環境要因を克服する作業システムの普及
- ②低コストで生産性の高い作業システムの普及
- ③林業労働災害の回避および労働負荷を低減し、魅力ある産業構造への転換

簡易で短時間な索張でリモコン操作により稼働する

グラウンド式無人・架線系スキッダ(クレーン付き)



2. 導入・改良した機械の詳細

1) 導入・改良した機械

- ①名 称: マルチスキッド PULLY(日本国内初導入)
- ②メーカー: KONRAD社 オーストリア
- ③仕 様: W2.56m×L4.72m車重4.75t、8輪、100馬力(ディーゼル)
- ④装 備: ダブルテレスコープ6mクレーン、ウインチ40kN(φ12mm×85m)
- ⑤張力システム: エクスカベータ張力システム 主索80kN(φ20mm×200m)
ベースマシン: イワフジフォワード(U6B)



2) 機械の改良

- ①6輪から8輪へ改良
- ②ワイヤー方向への自動操舵・自動ブレーキシステム
- ③取付交換可能クレーン・クラムバンク・短幹荷台
- ④グラップル付クレーン操作等特殊リモコン開発



8輪・クレーン・クラムバンク



自動操舵システム



自動ブレーキシシステム



ジョイスティック付リモコン

⑤エクスカベータ張力システム



イワフジUB6改良



エクスカベータ張力システム搭載



新たな油圧ポンプ取付



アウトリガー兼ブレード付加

3) 導入・改良した機械により実現しようとする効果

- ① 地形的要因および公共安全の確保等制約の改善
- ② 低コストで生産性の高い作業システムの開発
- ③ 間伐に伴う残木および土壌保全、安定した作業工程

- ・搬出路無し ⇨ 環境要因対策
- ・搬出路無し = 経費の削減
- ・クレーン木寄せ = 残木の保全
- ・架線システム = 土壌の保全
- ・架線システム = 安定した工程維持

- ④ 労働災害の防止と労働負荷の低減

- ・無人、リモコン操作 = 安全の確保

4) 従来システムの改良点

(1) 平坦地・緩斜面地

① 短幹集材システム



② 全木集材システム

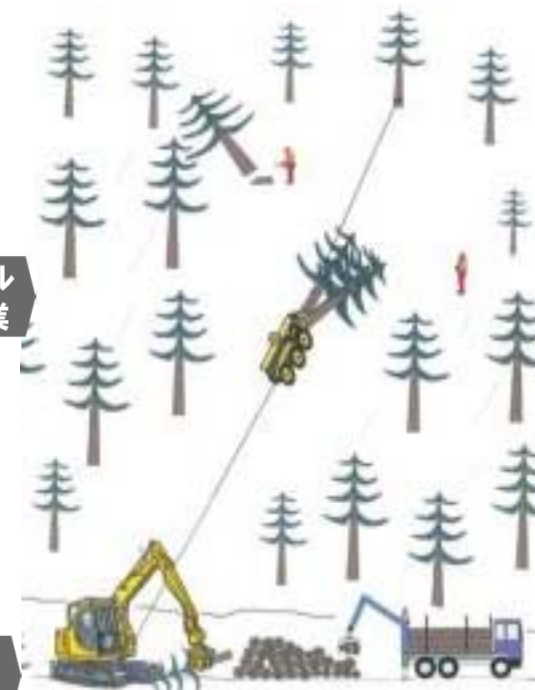


(2) 急傾斜地

① 全木集材システム



② 全木集材システム



3. 新しい作業システムの評価結果

1) 評価における課題設定

(1) 生産性の分析と手持ち機械とのユニットを検証

① 工程別作業日報から生産性とコスト構造を分析

② 既存作業システムと作業工程別の時間・経費の比較

(2) 労働災害及び労働負荷の低減について

2) 具体的な評価活動の結果

(1) 検証地：東白河郡矢矧町大字茗荷 国有林

地況：斜面勾配（30～43度） 路網密度206m/ha

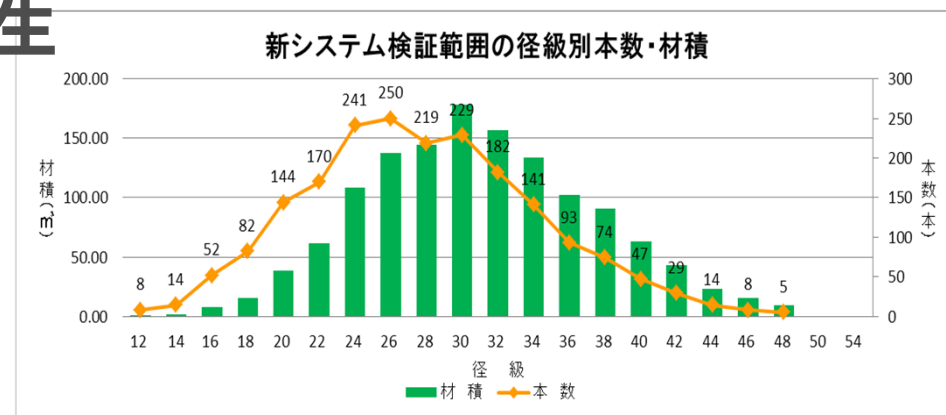
樹種等：スギφ12～φ48cm 46年生

施業方法：皆伐

検証範囲：2.00ha

総材積：2,000m³（検証範囲のみ）

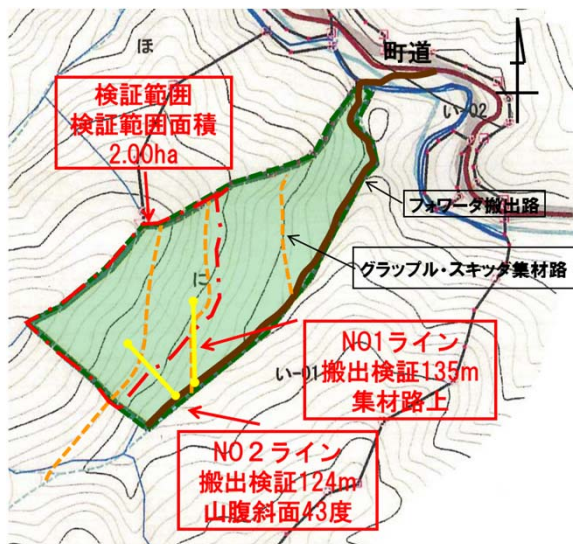
出材本数：1,330本（〃）



(2)検証方法

- ①集材ライン設定(135m、124mー2ラインで検証)
- ②集材範囲の林況把握(毎木調査、主索からの離れ、DBH、立木にスプレーで番号付け)
- ③各工程別作業日報(工程毎の機械、作業者、作業量・時間などー作業班が日々記録)
- ④データ検証(機械搬入、設置、伐倒～集材作業までの標準作業を検証ーコンサルタント)
- ⑤既存作業システム(既存データ整理、作業日報(量・時間など)ー作業班が日々記録)
- ⑥検証した既存作業システムと新しい作業システム

既存システム	搬出路 240m開設	人力 伐倒	グラップル木寄 (平均30m)	グラップル搬出 平均距離70m	ハーベスタ 造材	フォワーダ 運搬200m	フォワーダクレーン はい作業
新しいシステム		人力 伐倒	PULLY 全木集材 平均搬出距離 63m		ハーベスタ 造材	フォワーダ 運搬200m	フォワーダクレーン はい作業



(3)実施結果

①架設・撤去人工と時間、消費燃料

工 程	N01ライン(135m)	N02ライン(124m)	平均
機械設置(主索張り・先柱アンカー)	4人で44分(実質3人) アンカー1点	4人で86分(実質3人) アンカー4点	設置・主索:46分 アンカー :19分
機械撤去(主索巻込み・積込み)	2人で27分	2人で63分*1	30分
消費燃料	2日連続31ℓ 11時間	2日連続17ℓ 9時間	2.4ℓ /時間

*1 : 主索が立木幹に挟まるアクシデント含む

②木寄せ・搬出工程比較(検証データ)

新システム	チェーンソー伐倒→マルチスキッダ(プーリー)→ハーベスタ		
機械経費	プーリー(改良フォワード含む):日額損料66,000円(5年償却・維持管理費50%・年間稼働時間150日)		
搬出量等	45.9m ³ /4時間(日) 【11.4m ³ /時間】 スギφ16~40 出材本数40本 1本当り平均材積1.14m ³		
人工数等	荷掛者1人、荷卸し者1人(計2人)(荷卸し者はハーベスタオペレータが兼務)		
工程別時間	平均搬出距離63m 往復移動時間2分19秒 荷掛2分23秒 荷卸し1分4秒		
従来システム	バックホウ道づけ→チェーンソー伐倒→グラップル木寄せ→グラップル搬出→ハーベスタ		
機械経費	バックホウ+グラップル2台:セット日額損料140,150円(5年償却・維持管理費50%・年間稼働時間150日)		
搬出量等	30.7m ³ /4時間 46.0m ³ /6時間(日) 【7.6m ³ /時間】 スギφ16~40 出材本数32本 1本当り平均材積0.96m ³		
人工数等	搬出路240m作設バックホウ、グラップル木寄せ、グラップル平均搬出距離70m 3人		



(4)目標とする生産性(搬出目標(搬出距離100m当り))

架 設 ・ 撤 去	人工数と所要時間（日回数）
プーリー設置（主索張り・先柱アンカー）	3人 30分程度（2回/日－60分）
プーリー撤去(主索巻込み回収・積込み)	2人 15分程度（2回/日－30分）

平均搬出距離	地形的条件等	機械昇降移動時間	集材本数	荷掛け時間	荷卸し時間	1往復当り時間	1往復当り搬出材積
100m	30度以下 3人工 (伐倒・荷掛・ハーベスタ兼荷卸し)	3分	2本	2分30秒	1分30秒	7分 (8回/時間) 架設・撤去を除き 4時間稼働	2m ³ /往復 (16m ³ /時間) 64m ³ /4時間(日) (平均搬出材積1.0m ³ /本として)

○主索(ライン)は最大200m、本機昇降移動時間の100mと200mの往復差は90秒程度。

○荷掛、荷卸し本数(1本と2本)の作業時間差は40秒程度。



移動設置



ストローロープ・主索張り



主索固定・アンカー



集材作業



撤 去

4. 新しい作業システムの活用に向けた考察

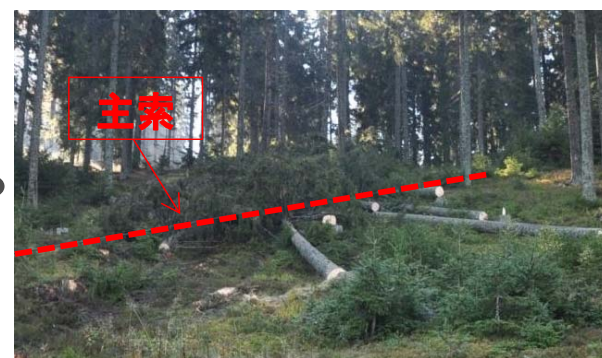
1) 機械稼働に適した作業環境や稼動時の制約条件

- ①機械設置位置から200mが作業範囲
- ②下げ荷が主の機械(斜面の斜め走行は未確認)
- ③40度斜面でも問題なく登坂(短幹数本を積荷しても登坂)
- ④斜面勾配で全木・短幹集材の使い分けが必要
 - ・急斜面では機械の安定性が低下
(タイヤがロックしているわけではない)
 - ・急斜面の全木集材はクレーンへの負担が大きい
 - ・35度以上の斜面は短幹が高効率
- ⑤40cm程度の伐根は乗り越えるが低めに伐倒
- ⑥障害物も手動操舵で回避可能
- ⑦地形上の凹凸は問題なく通過(作業道法面の1m程度は問題無く通過)



2) 機械を効率的・効果的に活用する条件

- ①伐倒は主索上に被せることで集材効率が向上する。
- ②片斜面のみの集材では、造材機位置は主索ラインをまたがない方向に設置する。
- ③スギの場合、谷側伐倒(裏引き搬出)で作業効率が向上する。
- ④移動速度・荷掛荷卸しが速く、伐倒者1名、荷掛者(リモコン)1名の場合、伐倒が間に合わない可能性がある。



3) 作業安全や労働負荷軽減などの条件

- ①急傾斜面では、機械設置場所と斜面下部に距離が必要(安全確保)。
- ②急傾斜地のクレーン操作は要注意(材が抜ける)。
- ③機械に乗車する作業でないため、危険性はない。
- ④リモコン操作のため荷掛時、荷卸し時の災害の危険性はない。



5. オペレータの訓練、技術的サポート体制の構築

1) オペレータの訓練のねらい、プログラム内容のポイント

内 研 修		
目 的	①導入機種種の操作および維持管理手法について、実車を使用して習得する。 ②地域に適合した効率的な作業システムの試行。	
研修日	海外研修(オーストリア コンラッド社) 平成25年9月29日～平成25年10月7日	国内研修(福島県古殿町) 平成25年12月12日～17日
参加者	操作・日常的維持管理・作業の試行:自社技術者(海外2名、国内4名)、機械整備1名	
プログラムとポイント	機械操作	本機、エクスカベータ張力システム稼働、リモコン操作、日常的・定期的維持管理、トラブルQ & A、集材作業を実車訓練で試行

○オペレータ等の所管

- ・本機の昇降移動速度が速く、搬出量が多い。
- ・主索設置は非常に簡単である。
- ・コントロールボックスの作業設定に訓練が必要。
- ・リモコン操作に熟練するまで多少時間がかかる。
- ・機械構造は特殊な機器の装備がなくメンテナンスが容易。



2) 事業規模ベースでの機械運用の中で明らかになった課題

- ①機械速度に対応する2名で伐倒する場合の安全範囲の確保が難しい。
- ②急傾斜地は伐木の滑落による危険があるため、使用可能な斜面勾配と径級の関係の情報蓄積が必要。
- ③大径木をどの程度まで集材できるか経験の蓄積が必要。
- ④作業効率を向上させるためには、リモコン操作の訓練が最大のポイント。



6. 今後の取組み課題

1) 導入機械を普及機に仕上げるための更なる改良ポイント

- ①クレーン回転・伸縮速度の向上
- ②横取りウィンチ巻取り速度の向上および乱巻防止機能の装備
- ③エクスカベータ張力システムの主索ライン回収時の乱巻防止機能の装備
- ④アウトリガー兼ストッパー用ブレード(排土板)の改良



横取りウィンチの乱巻修復



主索ウィンチの巻取り作業



ブレード(排土板)の
大きさ取付位置検討



2) 導入した機械の活用に必要な具体的な取組み事項

(1) 導入機械の積極的な実践利用における使用条件のデータ蓄積

- ① 利用可能な斜面勾配と径級の判断
- ② 斜面勾配による全木集材と短幹集材の使い分け条件整備
- ③ 樹種・径級・地質等条件における主索固定木(先柱)の強度判断、並びに安全で早いアンカーの設定技術の習得

(2) リモコン操作熟練への訓練強化

- ① グループによる日常的な操作訓練（会社保管場や土場などで）
- ② リモコン操作パネルの記号や日本語補足表示

(3) 積極的な導入に伴う取組み

- ① 専用作業班の構築

(4) 地域普及に対する取組み

- ① 次年度は実践データの公表と公開研修会の開催など



平成25年12月16日 現地検討会の実施状況(145名参加)



3) 機械化の促進に向けて今後求められる政策支援

- 世界的にまだ普及台数が少ない林業機械であり、その使用にあたって地形と径級などのデータは非常に少ない。
- 本機械は下げ荷専用の機械で、かつ荷掛、荷卸しが全てリモコンで操作でき、作業時の災害発生はゼロである。
- 事業ベースでの使用結果、集材の速さと量は、これまでの単距離型集材機械と比較すると、生産性が非常に高い。
- 地域の森林施業環境として、路網が谷沿いに開設されている場合が多く、本機の使用条件が合致し、低コスト・高効率の作業システムとして普及可能(新たな集材路が不要)。
- 架線系林業機械の課題である架線設置作業が容易で短時間で出来る利点大きい(木登りの必要性がない)。

今後、国内で広く普及する可能性が高い機械

- ・低齢級の間伐では急傾斜における全木集材が可能
- ・30度の斜面程度までは主伐の全木搬出が可能
- ・30度以上の急傾斜では短幹集材

- 国内に1台しかなく、使用条件等の情報共有が出来ない。また、データ蓄積に時間がかかるため、他地域での同機の導入支援をはかり、情報等の共有化等をはかりたい。
- 斜面勾配と集材木の径級判断など、科学的な情報整理をはかりたく、研究機関等との事業ベースの分析を行いたい。
- 主索固定木(先柱)の幹部の樹種別強度(切断)の判断基準の検討。