

平成24年度 先進的林業機械緊急実証・普及事業

第3回合同会議 取組み概要資料

高性能国産タフワーヤードによる 集材作業の効率化

平成26年2月27日

(株)中部フォレストマネジメント



1. 事業の背景・課題

◆地域における森林の概況、林業の現状

高山市の森林面積は200,656haで市域全体の92%を占めています。そのうち国有林面積は、81,172haと市域森林の4割を占めています。民有林面積は119,484ha、そのうち、スギやヒノキなどの人工林面積は45,235haで38%を占めていますが、県内の他地域に比べ人工林の割合が低い状況です。(岐阜県平均:45%)

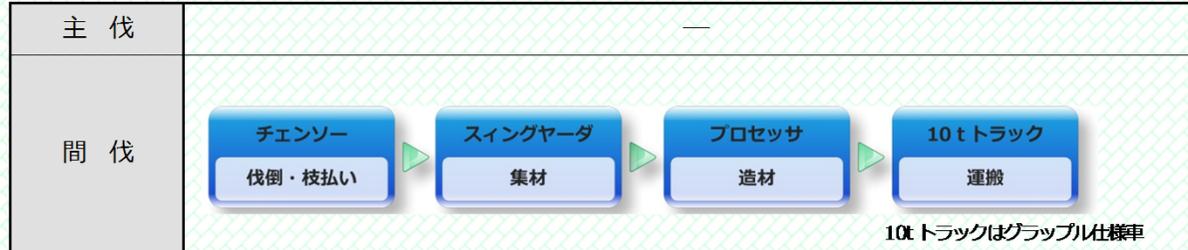
中津川市は、森林面積53,976haで市域全体の約80%を占めています。そのうち民有林面積は37,521haで、スギ・ヒノキを主体とした人工林面積は23,087haで、人工林率約62%となり岐阜県平均を大きく上回っています。

また、両地域には新規製材工場が相次いで稼働しており、地域材の安定供給に向けた取り組みが実践されている地域となっています。



◆自社における、現在の機械化・作業システムの問題点、改善に向けた取り組み課題

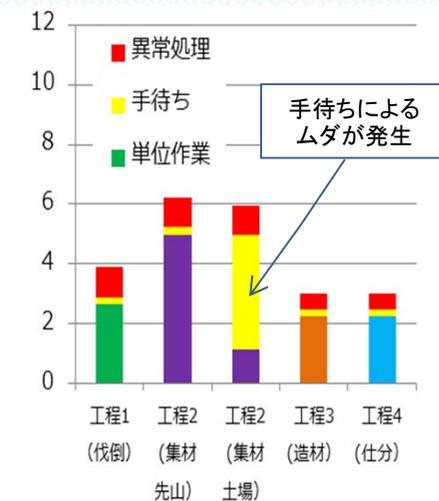
現行の作業システムの内容



● 現行システムでは集材工程が安全、効率面の大きなボトルネック

現行システムでは、最大集材距離が100m前後に限られてしまうこと、路網密度の低い地区では道から離れた資源の収穫チャンスを逸してしまい、横取りの効率低下とともに1回の索張りによる集材の絶対量が労働対価と釣り合わないケースも考えられます。また、作業道の幅員の関係から安全姿勢を維持できない。機械の自動化がされておらず、手待ち、見守るなどのムダ工程が頻発するなどの点で安全、効率双方において課題を抱えている状況です。

スイングヤード集材の場合の作業システム

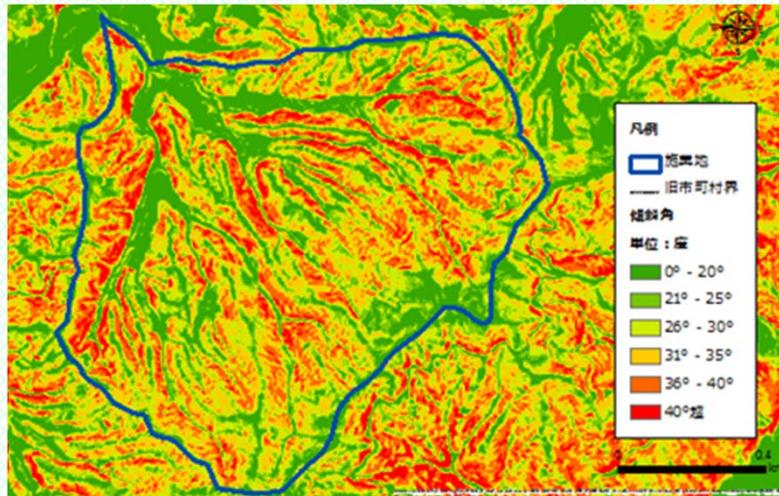


● 現行システムにマッチする路網配置には地形条件が大きな障壁

弊社経営森林は、路網が比較的密度高く配置されていますが、今後、現行のスイングヤーダ集材工程をメインとした作業システムでは、地形条件から路網配置が困難なエリアが多く存在し、作業システム、路網ともに限界を見据えなくてはならないと感じております。

下図は取組実施候補地として予定している高山市西洞地区の傾斜分布図ですが、施業地内の約4割が35度超の傾斜となっており、高密度な路網の開設、十分な幅員の確保が困難な状況となっています。仮に路網を後に配置した場合におきましては、以下のネガティブリスクが想定されています。

- ① 時間(設計施工期間)がかかる
- ② カネ(イニシャルコスト)がかかる
- ③ 林地を減少、荒廃させるリスクが増加
- ④ 手間(維持管理)がかかる



● 本取組による改善策

地域の実情に応じた簡易架線集材システム、それを可能にする路網の規格と配置。これらをより実践的レベルで実証、改善することで、地域林業の新たな森林経営手法の一つとして普及・発展を目指していきます。

2. 導入・改良した機械の詳細

◆導入・改良した機械、開発した作業システムの概要や特徴

ー導入・改良した機械の概要や特徴



本体

- ・クローラ式：山地走行に適す
- ・延長：250m
- ・主策：必要なし
- ・搬器制御：3D3ラインによる
- ・タワー高：8.2m 折り畳式
- ・設置/撤去：5.2H
- ・上部回転式
- ・搬器格納式
- ・牽引力：3000Kgf
- ・全長：6m,全幅2.6m
全高：2.7m,重量：10t



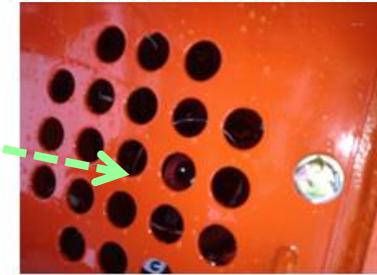
搬器

- ・先山、元山でのワイヤレスリモコン制御
- ・横取り長：50m (ホイストライン)
- ・横取り牽引力：1500Kgf (ホイストライン牽引力)
- ・ラインスピード
1速83m/min
2速175m/min

NO	改良点
1	・自動運転中にウインチモーターのリーフ圧力の90%程になったら自動停止するようにした
2	・操作権が移ったことの合図(ピー)が、先山(荷掛け作業)者の方でも聞こえる音量にした
3	・横引き時にホイストワイヤが片巻きにならないようにした
4	・高いアンテナを追加取り付け、延長が長くても電波が届くようにした
5	・ポストからの控え策を、良い位置に控えを取れる様に、3本装備に加えてとれる治具を追加した

1:プログラムの改良
写真等なし

2:フォーンの追加



3:ホイストラインの片巻き解消



4:アンテナの追加



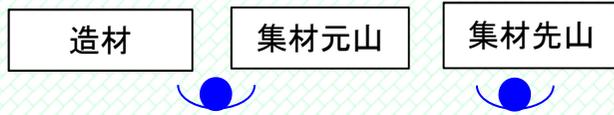
5:ブラケットの代わりに丸棒を追加



2. 導入・改良した機械の詳細

－開発した作業システムの概要や特徴

今回導入した機械(NR301タワーヤード)による作業システム



集材工程+造材工程の配員が3人→2人への省人

従来の機械(スイングヤード)による作業システム



◆導入・改良した機械により実現しようとする効果、課題解決の内容

NO	課題	解決の内容	ねらい(指標)
1	素材生産のボトルネック工程である集材工程の効率化が出来る機械 ・最大集材距離 ・資源収穫範囲 ・横取り効率	搬器の操作がワイヤレスリモコン式で作業効率が良い、横取り長(50m)、延長(250m)で効率的な集材範囲が広い、搬器が軽く(ホイストラインの)牽引力が大きい	労働生産性の向上 効率性、操作性の追求 (省人)
2	日本に多い小さく且つ急峻な山林に対応出来る機械 ・路網配置が困難な地域への対応	スカイラインの延長(250m)、横取りホイストラインの長さ(片側50m)が適応、主策が無い為設置・撤去工数が少ない、上部回転式な為策張りなどが効率的、自走式により移動が容易	現場への適合性、 合目的性の追求 (機械稼働率)
3	低密度な路網で使用出来き、山林の環境を少しでも破壊しないで済む機械	機械幅(2.6m)且つクローラ式で自走式なので作業路でも可能、本体1tで走行速度も速い(4km/時)	環境維持・保全の追求 (路網削減面積)
4	機械の稼働時に生産材、立ち木を傷めない機械	ホイストラインの上げ下げ時に搬器が動かない	生産材・立木品質の向上 (損傷木・生産ロス)
5	機械の保守が容易で機械部品の信頼性が高い機械 ・機械異常による稼働率、効率低下の防止 ・作業員の機械に対する信頼性が向上 ・作業員の作業意欲を維持	国内メーカーであることが地理的に有利、ものづくり日本製部品による(環境、気候に適した)信頼性の高さ	保守容易性、信頼性、 稼働率、可動率の追求 (機械信頼性)
6	操作上安全性の高い機械 ・ミス防止、事故防止等の精神的負担を軽減 ・監視人工の削減	ブザーによる限界張力の警告と自動停止、搬器のオーバーラン自動停止、操作権の交互取得、パテライトによる正常・異常の表示、アウトリガーおよび水準モニターによる安定的な設置	安全性の向上 (不休災害)

3. 新しい作業システムの評価結果

◆評価における課題設定および具体的な評価活動の結果

評価項目	課題	管理項目	具体的な評価活動
品質	損傷木によるロスの低減 導入機の信頼性評価	生産ロス本数 信頼性、稼働率	現場チェックと写真撮影 損傷木: 1~2本/ha (損傷木は最後に搬出する為生産ロス本数は0本) 今後稼働していく中で信頼性(MTBF,MTTR)および稼働率により評価していく
コスト	効率化による生産性向上	削減工数 労働生産性	新しい作業システム: 21.6人時/ha 従来の作業システム: 31.6(59.2)人時/ha (括弧内は新に作業路を敷設した場合) 具体的な評価活動の結果の項を参照
納期	納入リードタイムの把握と納期遵守	—	現状に於いては都度受注および計画生産は稀な為仕掛り数、在庫および納入リードタイムを算出していない
安全	不休災害以上の事故撲滅	災害事故件数	災害事故件数: 0件 (デモ機および実機の使用期間) 今後リスクアセスメントおよびKY活動を実施して0件を維持していく

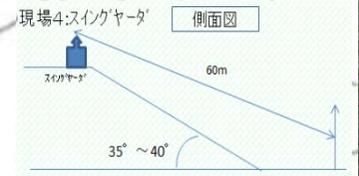
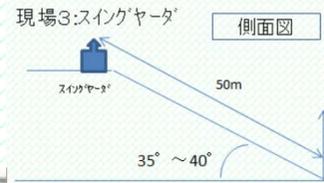
◆具体的な評価活動の結果

—新システムと従来システムとで検証すべき項目

集材機械	検証すべき項目											
	作業地	機械設置・撤去					集材				作業路造り	総工数
		設置		撤去		頻度	集材全体		集材1回当り			
NR301 ターヤータ [®]	面積	時間	工数	時間	工数	1回	時間	本数	時間	本数	—	1現場当り 合計工数
スイングヤータ [®]						回					工数	Σ該当現場 数

一 検証地の特徴

・ 施業地図面と集材方法および集材ライン



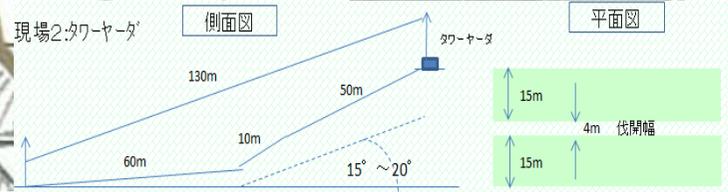
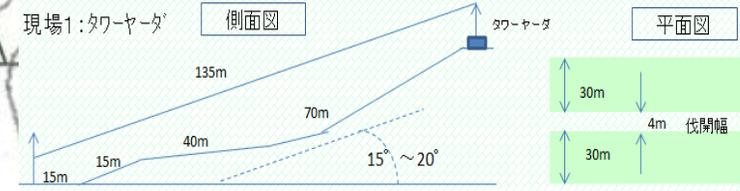
平成25年度施工地
間伐面積1,70ha

スイングヤード集材現場4

スイングヤード集材現場3

タワーヤード集材現場1

タワーヤード集材現場2



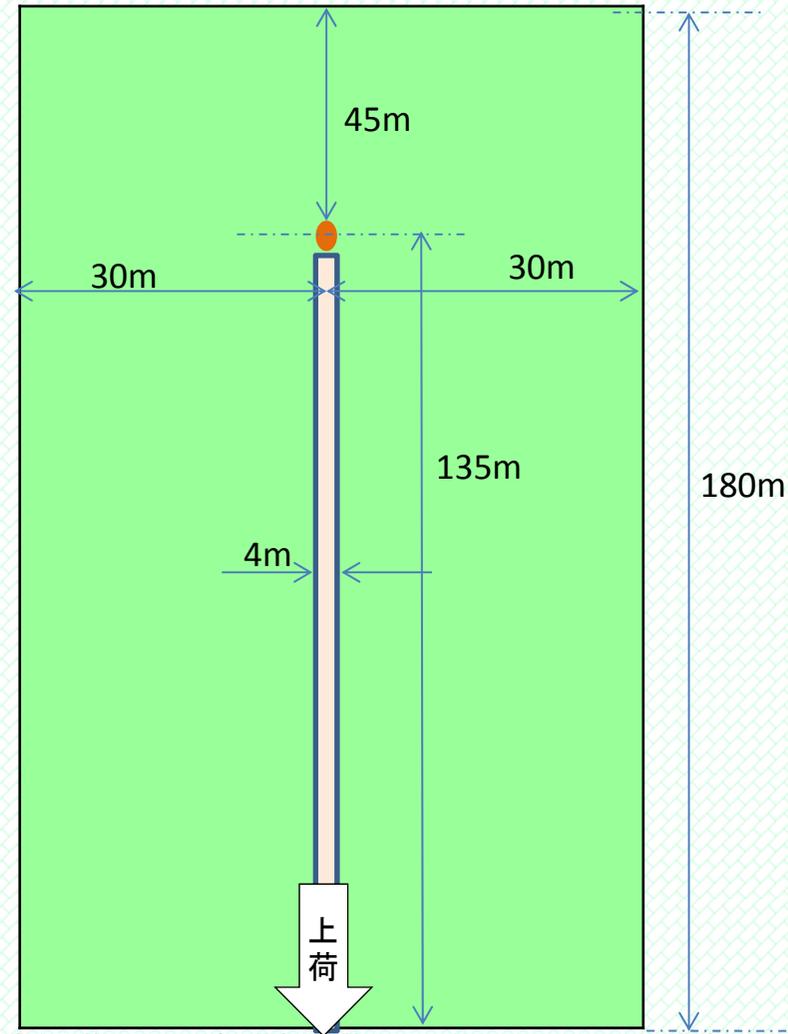
一 検証の実施方法

・NR301タワーヤードによる現場1の集材実測

現場		1	備考
架線路伐開	伐倒原単位	105.7	秒/本(過去の測定値を使用)
	伐倒本数	54	本(1000本/ha : 135x4m ²)
	伐倒時間	95.1	分
	工数	1.59	人時
設置	配員	3	
	時間	84	分
	工数	4.2	人時
撤去	配員	3	
	時間	21	分
	工数	1.05	人時
集材	先山配員	1	
	集材時間	823	分
	先山工数	13.7	人時
	集材回数	131	回
	元柱配員	30	秒(集材1回に対し30秒設定)
	元柱工数	1.1	人時(集材回数x30秒)
	集材本数	200	本
	集材工数	14.8	人時(先山工数+元柱工数)
総工数	21.6(人時)		

現場1(集材範囲)平面図

延長135m 面積10800m²



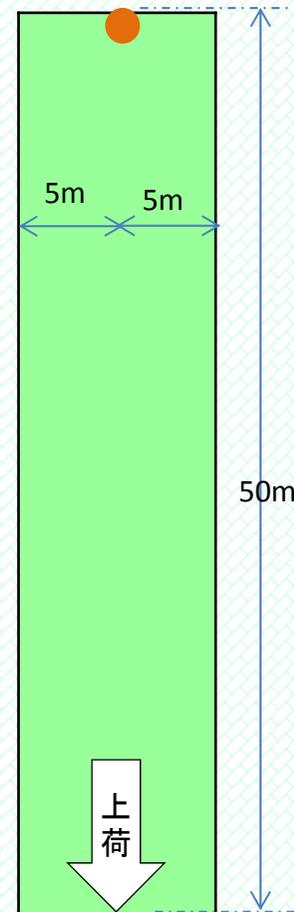
・スイングヤードによる集材実測

現場	3	4	備考	
	延長	50		60
設置	配員	2	2	
	時間	13	12	分
	工数	0.43	0.42	人時
撤去	配員	2	2	
	時間	5	5	分
	工数	0.17	0.17	人時
集材	配員	2	2	
	集材時間	42	98	分
	集材回数	14	24	
	集材本数	17	26	本
	1回当り集材時間	3.0	4.1	分
	1回当り集材本数	1.2	1.1	本
	工数	1.4	3.2	人時

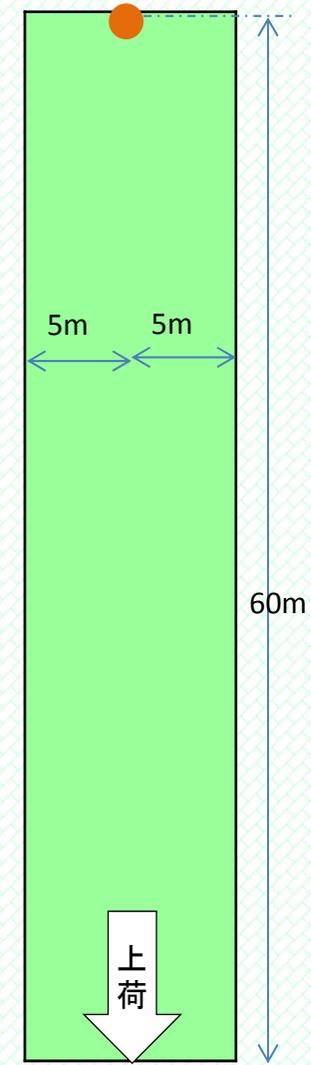
作業路造り算出の為の基本データ

作業路造り	仕様	3m幅x10m	高密度路網
	作業路造	2.2	人時(実績 32m/日(7H稼働)より算出)
	支障木伐倒時間	0.09	人時(1000本/haより算出)
工数		2.3	人時

現場3
(集材範囲) 平面図
延長50m 面積500m²



現場4
(集材範囲) 平面図
延長60m 面積600m²



・シミュレーション

現場1をシングルヤードで集材した場合を考えるとシミュレーションするには、シングルヤードの実測データが無ければならない
従って現場3、4でのシングルヤードの実測データを使い現場1を現場3、4の平面図で割り付けると、右図の様に 現場3(延長50m)×6箇所 現場4(延長60m)×12箇所 で割り付けられる。その各々にターヤードで集材した本数を割り付ける

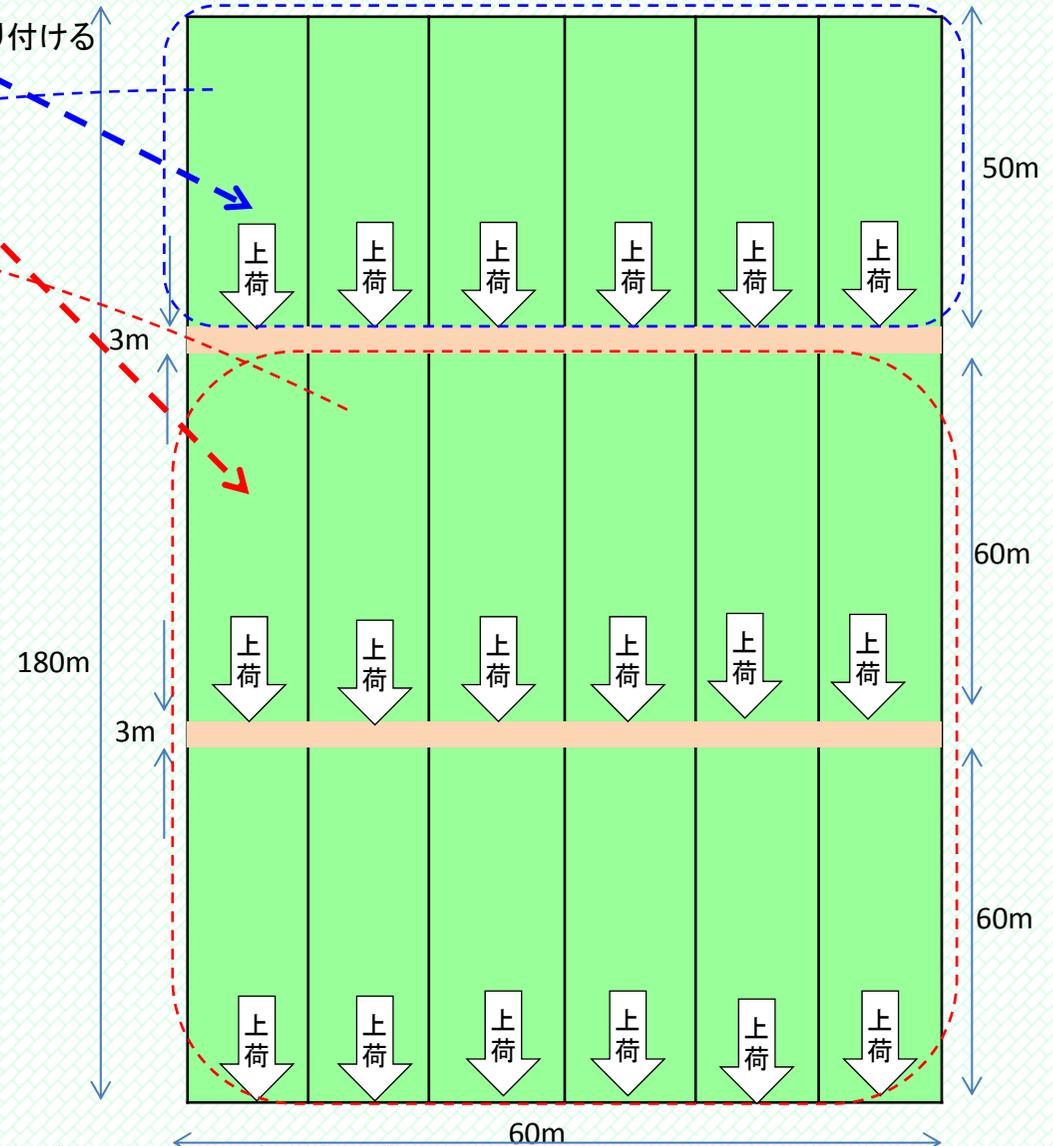
現場3×6箇所には
 $200本 \times (50m \times 10m) \times 6 / (60m \times 180m) = 56本$
現場4×12箇所には
 $200本 \times (60m \times 10m) \times 12 / (60m \times 180m) = 133本$
これらを他の工数を含めて一覧表にする。

シングルヤード		現場3データ	現場4データ	備考
延長		50	60	m
設置 撤去	設置	0.43	0.42	人時 1箇所当り
	撤去	0.17	0.17	人時 1箇所当り
	箇所	6	12	回
	個別総工数	3.6	7.0	人時
	総工数	10.5		
集材	配員	2	2	
	時間	140	492	分
	個別総工数	4.6	16.4	人時
	総工数	21.0		人時
総工数	31.6		人時	

作業路を作成する場合は更に

1箇所当り 作業路造り工数	2.3	2.3	人時
箇所	6	6	回
作業路工数	13.8	13.8	人時
作業路造り総工数	27.6		人時

現場1をシングルヤードで施業する場合の(集材範囲)平面図



・実施結果

以上をまとめ比較する

スイングヤーダを使用した場合の工数		
作業路が既に在った場合	31.6(人時)	
作業路を新たに造った場合	集材	31.6(人時)
	作業路	27.6(人時)
	59.2(人時)	



スイングヤーダ集材工数 (人時)		判断	タワーヤーダ集材工数 (人時)
既存作業路使用	31.6	>	21.6
新規に作業路造る	59.2	>	

集材距離が概ね80m以上ある現場では、仮に高密度路網の現場に充分でも、タワーヤーダを一線張って集材した方がスイングヤーダで集材する場合より集材能力(労働生産性)で優れている。

注) 付帯作業時間、異常処置時間などは含まない
下げ荷については2月4日測定し、大きな差は無かった

NR301タワーヤーダによる工数

現場		1	備考
架線路伐開	伐倒原単位	105.7	秒/本(過去の測定値を使用)
	伐倒本数	54	本(1000本/ha : 135x4m ²)
	伐倒時間	95.1	分
	工数	1.59	人時
設置	配員	3	
	時間	84	分
	工数	4.2	人時
撤去	配員	3	
	時間	21	分
	工数	1.05	人時
集材	先山配員	1	
	集材時間	823	分
	先山工数	13.7	人時
	集材回数	131	回
	元柱配員	30	秒(集材1回に対し30秒設定)
	元柱工数	1.1	人時(集材回数x30秒)
	集材本数	200	本
	集材工数	14.8	人時(先山工数+元柱工数)
総工数		21.6(人時)	

4. 新しい作業システムの活用に向けた考察

◆評価で明らかになった、機械稼働に適した作業環境や稼働時の制約条件

- 機械設置では、スペースはもとより、策張り、ガイライン張りが出来る立ち木があることが不可欠である。
- 元柱側では集材以外の作業、例えば造材など流れで出来る作業のスペースが必要である。
- 延長(ランニングスカイライン)は、80m程からでも、また既設路網をまたいでも従来方法に比較し優位である。
- 現場の傾斜は、30°以下だと横取り時の搬器から下げたホイストラインの扱い易さや、上げ荷では土場での材の置き易さがある。また下げ荷ではスカイラインの角度が20°以下であれば、材の突っ込みの危険性が少なくなる。
- 横取りに関しては、木寄せが、掛り木だったり、樹冠が下向きで斜面にあったり、幹や枝が立ち木、切り株、雑木に引っ掛かったりする場合はどうしても工数が掛かる

◆機械を効率的・効果的に活用する観点から評価で明らかになったこと

- 搬器は出来るだけ高く吊らず、2, 3mの高さで材を搬送する方が揺れが少なくて良い。
- 搬器には、上げ荷では元木側から、下げ荷では樹冠側から掛けた方が、元山側での扱いや張力を考えると効率的である。
- 集材は元柱側から先柱側へ、そして先柱側から元柱側へ戻る順序で行うと材の邪魔なく横取りもし易い。
- 元柱側で、オートチョーカーを使うことにより材の取り扱い工数を大幅に削減できる。
- 先々は元柱側の作業、搬器速度と移動時間、先山の作業間で同期を取ることを考える。

◆作業安全や労働負荷軽減などの視点から、評価で明らかになったこと

- 本体が自走式な為、移動の負荷が軽減できる。
- 主策が無い為、策張りの負荷が軽減できる。
- 搬器が本体に格納出来るので保管、取り扱いの作業が軽減できる。
- 本体には移動時以外は乗らないし、近寄らないので、転倒やワイヤードラムに挟まれる事故の可能性は少なくなる。
- 本体設置、策張りとはガイライン張りでしっかり固定するので、搬器が落ちる事故の可能性は少なくなる。
- 搬機の操作権を先山と元柱とで交互に取る為、片方が知らない間に巻き込まれる事故の可能性は少なくなる。
- ワイヤー張力が極限になると警告音および自動停止装置が働き、ワイヤーが切れる事故の可能性は少なくなる。

5. オペレータの訓練、技術的サポート体制の構築

◆事業規模ベースでの機械の運用の中で明らかになった課題、オペレータの所感等

ーオペレータの所感

- ・現行の改良点である、自動停止、警告音量、受信アンテナ、ガイドライン用丸棒、および搬器の片巻き解消については今のところ問題は無い。
- ・従来の方法に比べたら圧倒的に生産性が高いので、使える現場ではフルに使っていく。

ー課題

- ・常に導入機械が稼働できる現場ばかりではない。従って稼働率を上げる為に、事前に十分な割付計画が施業計画と並行して検討されなければならない。

6. 今後の取組み課題

◆導入した機械を普及機に仕上げる為の更なる改良ポイント

ーハードウェア面

未だテスト的な段階であるので

- ・搬器のホイストラインでの片巻き解消
- ・自動停止など安全面での不安解消へブラッシュアップをしていく

ーソフトウェア面

架線系作業に関して

- ・架線設置可否の判断、架線箇所、距離および方向の設定
 - ・造材、仕分け工程を考慮した段取りづくり
 - ・ガイドライン張り、架線のトラブル対応
 - ・効率的な先山作業
- ができる人材の育成に政策的に支援していく

◆導入した機械を十分に活用するために必要な具体的な取り組み事項

ー平成26年度施業計画への割付

- ・時期、地域、面積、地形、林分、搬入・搬出移動距離、委託業者(配員)を考慮

NO.	平成26年度計画間伐施業地		
	施業地名	林区	面積(ha)
1	桧ヶ尾	1林区	15.00
2	有道六郎洞	7林区	34.50
3		8林区	7.00
4	有道久左工門坂	9林区	24.90
5		10林区	13.30
6		11林区	22.80
7	田瀬	未定	未定

