

# 主索ウィンチ付スイングヤーダと繊維ロープの導入による 索張り距離の延長と集材作業の安全化・効率化

新城森林組合 業務課 主幹 白井 すすむ

## 要旨

長びく木材価格の低迷等により、更なる作業にかかるコスト削減が求められています。そのために、高性能林業機械に着目し、個々の機械の生産性を調査し、ボルトネックになっている集材作業、すなわち、スイングヤーダについて、効率で安全な機械の開発と作業システムについて考えました。

## はじめに

当森林組合は、平成16年度より高性能林業機械による素材生産事業を行ってきましたが、今までの作業からいくつかの課題がありました。

その課題とは、

- ・一級河川の豊川に沿って中央構造線が分布し、いたる所に破碎帯が多くみられるため、高密路網の開設が難しく、開設したとしても林地への影響が大きいこと。
- ・林地傾斜が急なため、路網開設費用が高くなること。
- ・3ha以下の小規模森林所有者が56%を占め、一地番面積が平均で0.20haと小さいため、所有地が無くなってしまうこと。
- ・列状間伐の場合、高齢の所有者から理解が得られにくいこと。
- ・根掛り等により、経費がかかること。
- ・労働強度が高く、負担が大きいこと。

これらの問題を解決するために、先進的林業機械緊急実証・普及事業へ参画し、新たな機械の開発、作業システム、集材作業の安全化・効率化、労働強度の低減等に取り組みました。

## 1. 機械の開発

株式会社 南星機械が平成22・23年度に森林整備効率化支援機械開発事業において開発された大径材スイングヤーダを改良することとしました。

### (1) 改良点

ベースマシンを0.45m<sup>3</sup>クラスから0.25m<sup>3</sup>クラスへの小型化、主索・補助索（HCL）を追加し、1+3ドラム構造（写真-1）、従来のワイヤーロープから全てに繊維ロープを使用し、繊維ロープ用の搬器等の改良を行いました。

### (2) 特徴

格納式元柱（写真-1）を装備し、元柱の高さを確保するとともに、元柱作成に係るコストの削減、アームを地面に接地することにより、機体の安定性を確保しました。



写真-1

主索を用いることで、集材木の鼻を浮かせることが容易にでき、補助索（HCL）を追加したことにより、横取り作業ができるようになりました。

元山、先山の2カ所でリモコン操作をすることにより、安全に作業が出来るようになりました。繊維ロープを全てに使用することにより、労働強度の低減と労働災害防止等に繋がりました。

繊維ロープは、東京製綱繊維ロープ株式会社のエースライン HD026Bを使用しました。

特徴（表-1）としては、同径のワイヤーロープより引張り強さは強く、重さは1/6と軽いこと、12打ちの構造（図-1）により非常に柔らかく、繊維ロープとしては、伸びが少ないことです。

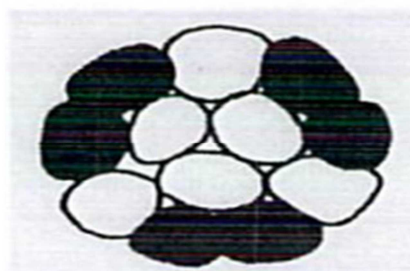


図-1

しかし、摩擦による擦れと熱に弱いという欠点があります。

項目	呼称太さ	エースライン HD026B (繊維ロープ)		ワイヤーロープ IWRC 6×Fi (29) 裸・めっきB種	
		引張り強さ	質量	引張り強さ	質量
用途	Φmm	kN (tf)	g/m	kN (tf)	g/m
主索	12	115 (11.7)	95.0	97.5 (9.94)	634
HAL	10	79.9 (8.15)	68.5	67.7 (6.90)	440
HBL HCL	8	53.3 (5.43)	45.8	43.3 (4.42)	282

表-1

## 2. 新作業システムの開発と集材作業の安全化・効率化

問題を解消するため、列状間伐（50m）から魚骨状間伐（100m）へ変更し、路網開設を少なくしました。また、ボルトネックである集材作業について考えました。

列状間伐に比べて魚骨状間伐の場合、一線での集材本数が多くなるためと、作業効率を考え、プロセッサとの同時作業が必要になるため、下げ荷集材だけでなく、上げ荷集材でも向柱を使用することになりました。（図-2）

また、元山、先山2ヶ所のリモコンで操作することにより、見えないところでの作業が無くなり、安全性が向上するとともに、元山のリモコン操作をプロセッサのオペレータが行うことで、集材作業が先山の1人で出来るようになりました。そして、オートジョーカーを使用することで、機械から降りることなく荷はずしができ、効率化も図りました。

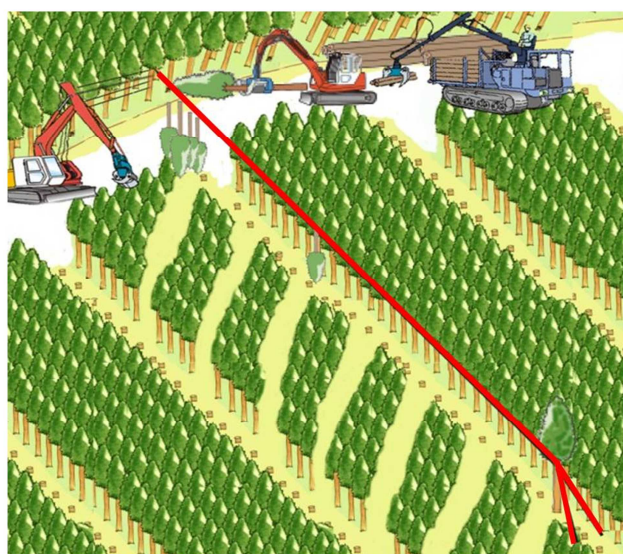


図-2

このことにより、従来の作業システムより、1名人員を削減することが出来ました。また、安全性・

効率性についても向上しました。

さらに、問題でもある山林所有者の理解についても、列状間伐に比べて魚骨状間伐の方が評判もよく、理解者が増えている状況にあります。

### 3. 伐採・造林一貫作業システムにおける広角集材の取組



図-3

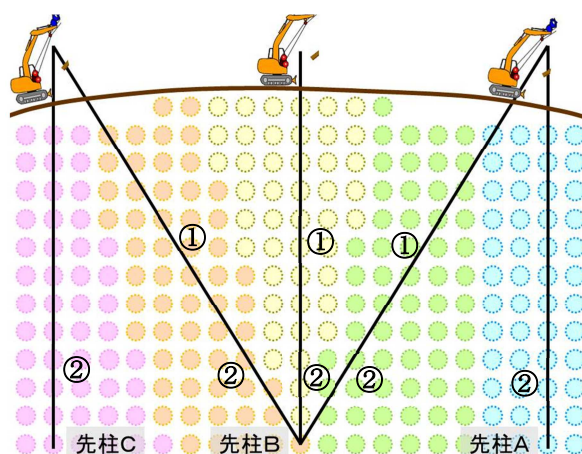


図-4

段戸国有林125い林小班において、伐採・造林一貫作業を行いました。この事業地(図-3)は、上部と下部に林道があり、上部については、主索ウィンチ付スイングヤードで上げ荷集材を行い、下部については、従来のスイングヤードで下げ荷集材を行いました。

主索ウィンチ付スイングヤードでは、横取り作業が可能のため、広角的に集材が出来ます。

元柱となる機械が林道を移動することにより図-4の①のように先柱Bだけでも集材することが可能であり、また、②のように先柱を三つ使用するやり方など、様々な集材方法ができ、先柱の省力化が可能です。その他に元柱が常に移動することにより、1カ所に多くの集材木が集まることがなく、造材作業もスムーズに行えることから、効率的かつ安全な作業をすることができました。

### 4. 生産性

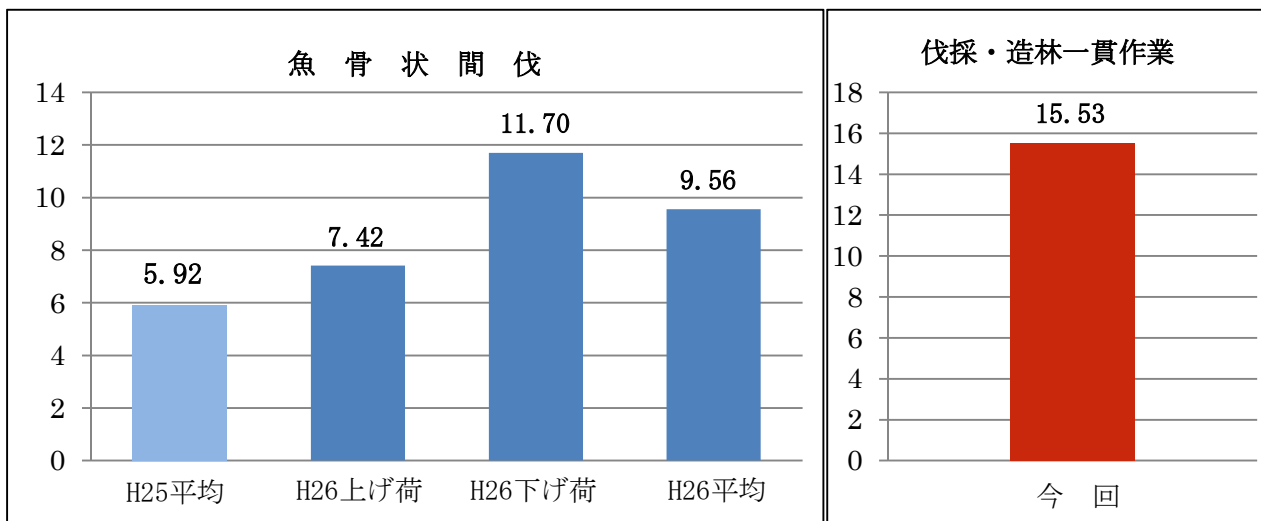


表-2

表-2のグラフは、左側が魚骨状間伐、右側が伐採・造材一貫作業の集材工程のみの一人一日当た



りの生産性を表したものです。

魚骨状間伐では、機械導入から間もなかったことや、機械の操作に不慣れだったこともあり、平成25年平均で5.92 m<sup>3</sup>/人・日でしたが、平成26年平均では、機械の操作等に慣れたことや機械の改良等により操作しやすくなったことなどから、9.56 m<sup>3</sup>/人・日と約60%向上しました。

今後は、更なる改良等によりさらに生産性が向上すると考えられます。

伐採・造林一貫作業では、初めての試みでしたが、15.53 m<sup>3</sup>/人・日という生産性になりました。

当森林組合は最近、皆伐作業が無く、今回の15.53 m<sup>3</sup>/人・日と比較できるデータが無く、どのくらいの生産性なのかわからないため、今後は、皆伐作業にも積極的に取り組み、比較できるデータ等を収集していきたいと考えています。

#### 4. 残存木の損傷具合

表-3は、列状間伐と魚骨状間伐での残存木の損傷具合を比較したものです。

損傷率で比較してみると、列状上げ荷6%、下げ荷15%、魚骨上げ荷8%、下げ荷6%と大きくは異なっておらず、必ずしも魚骨状集材により残存木に損傷が起きやすいとは言えないことがわかりました。

しかし、集材方向と損傷木の位置を照らし合わせると、主索のある集材線での損傷は少なく、横取り時の損傷が多いことがわかりました。

項目	単位	列状		魚骨	
		上げ荷	下げ荷	上げ荷	下げ荷
伐採前 成立本数	本	118	165	277	312
残存本数	本	79	103	197	230
損傷本数(重度)	本	5	15	15	13
損傷率(重度)	%	6	15	8	6
損傷箇所(重度)	本	11	22	25	26

表-3

#### 5. 作業の労働強度

##### (1) 心拍数による調査

		従来システム				新システム		
		下げ荷1	下げ荷2	下げ荷3	下げ荷4	魚骨下げ荷	魚骨上げ荷	
支間斜距離(m)		38.1	44.3	37.7	46.5	66.8	58.3	1~2 (中作業) 2~4 (強作業) 4~7 (重作業) 7~ (激作業)
支間傾斜(°)		12.6	14.5	12.3	15.2	27.8	22.4	
集材本数(本)		7	5	8	6	57(41往復)	39(25往復)	
要素作業		平均	平均	平均	平均	平均	平均	
空歩行	心拍水準	70.8	74.3	93.7	100.8	64.2	60.9	
	RMR	6.0	6.6	10.1	11.3	3.7	4.0	プロセッサ 0.4 フォワーダ 0.7 タワーヤーダ 2.4 チェーンソー伐倒 3.9 荷掛手 5.8
引き出し歩行	心拍水準					72.5	64.0	
	RMR					5.1	4.6	
荷掛け	心拍水準	62.8	68.1	83.4	95.6	64.2	61.0	
	RMR	7.2	5.5	8.2	10.4	3.8	4.1	
スリング掛け	心拍水準	65.8	74.7	93.2	98.3	60.8	58.5	
	RMR	5.1	6.7	10.0	10.9	3.2	3.5	
待機	心拍水準	60.5	66.4	85.5	94.4	58.6	58.0	
	RMR	4.1	5.2	8.6	10.2	2.8	3.5	
その他	心拍水準					63.8	55.5	
	RMR					3.7	3.1	

表-4

表-4については、心拍計を作業中、従来システムと新システム、それぞれ2週間測定した結果で、RMRというエネルギー代謝率により算出したものです。

荷掛手では、右の下表から5.8という数字があり、その上の表から重作業であることがわかります。

これを踏まえて、従来システムと新システムの比較を行った結果、従来システムでは、5.5~10.4と高く、新システムでは、3.8~4.1という数字になり、とても身体への負担が軽減されていることがわかりました。

また、他の作業についても同様に軽減されていることがわかりました。

## (2) POMSによる気分の調査

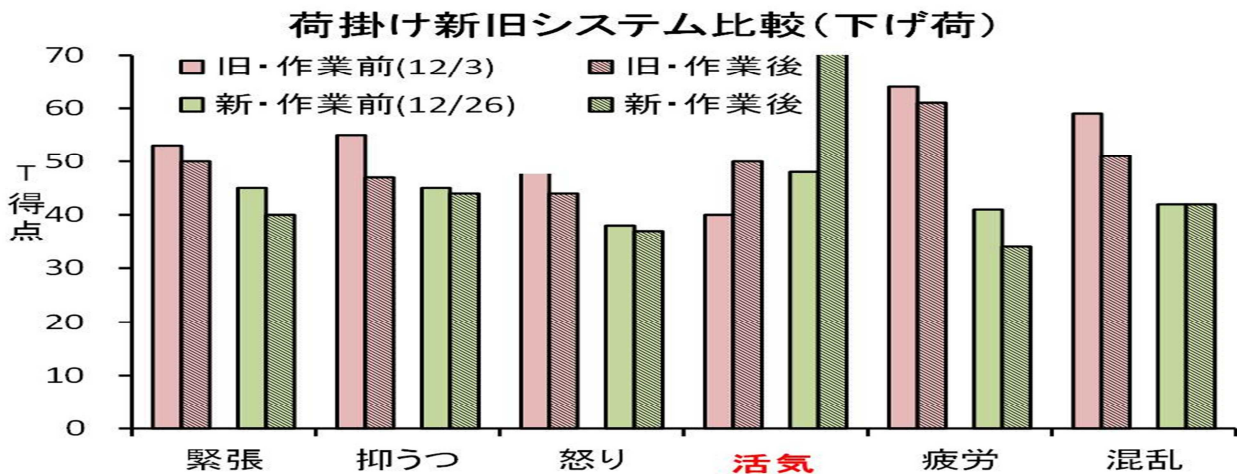


表-5

表-5については、POMSという対象者が気分を表す65項目の質問に5段階の回答をすることにより、対象者がおかれた条件により変化する一時的な気分、感情の状態を6つの指標（緊張、抑うつ、怒り、活気、疲労、混乱）で、測定、評価する手法により算出したものです。

この調査は、従来システムと新システム、それぞれ2週間、仕事前と仕事後に測定して調査を行いました。

1指標ごとに、左側から従来システム作業前、従来システム作業後、新システム作業前、新システム作業後になります。

活気だけは、得点が高いほどよく、残りの5つは、得点が低いほど良い結果となります。

この表から、緊張、抑うつ、怒り、疲労、混乱については、従来システムより、新システムの方が得点が低くなっており、活気については、得点が高くなっていることから、作業者の労働中の環境についても改善されていることがわかりました。

## 6. まとめ

この機械を開発し、実際に使用してみて、当森林組合で課題としていた点を含め、安全性・効率性・労働環境の改善等について向上していることがわかりました。

その理由としては、

- ・50mから100mに集材距離を伸ばしても主索を用いたことにより可能であり、今までよりも森林作業道の開設を抑えることが出来たこと。

- ・列状間伐から魚骨状間伐にしたことにより、高齢の所有者の理解が得られやすくなり、好評価をいただいていること。
- ・主索と格納式元柱を用いたことにより、一度も根掛り等のトラブルもなく、その結果、生産性の向上に繋がったと考えられること。
- ・繊維ロープを使用することにより、ワイヤーロープでは、素線等の断線により、手に刺さることや、より等がありますが、そういうことも無く、油で汚れることが無くなり、安全性、作業環境が改善され、労働強度の低減にも繋がったこと。
- ・アームを地面に接地することにより、機械の転倒が抑止され、安全性が向上したこと。
- ・主索・補助索を追加したことにより、搬器のみの移動が容易になったことで、窪地等あらゆる地形に対応ができ、なおかつ、安全に集材作業ができ、立木の損傷も抑えることが出来たこと。（写真－２）
- ・ワイヤーロープに比べ、質量が1／6と軽い繊維ロープを使用したことにより、ドラムから引き出して歩行するのが非常に楽になったため、架設、撤去等にかかる労働強度の低減につながったこと。
- ・間伐だけでなく、皆伐等にも充分対応が可能であること。



写真－２

等が上げられると思います。

しかし、まだまだ機械の改良等必要な点もありますし、繊維ロープに関しては、明確な指針等が無いために、今後も実証調査を積み重ねていく必要があると思います。

おわりに

今後は、国、県、研究機関等と連携・協力を深め、実証調査等を重ねていくことが重要であり、皆様方に早く使っていただけるように努力をし、この取組により林業がますます発展していければと考えています。

謝 辞

この事業を行うにあたり、当森林組合にご協力・ご指導をいただきました関係機関の皆様に心より感謝申し上げます。