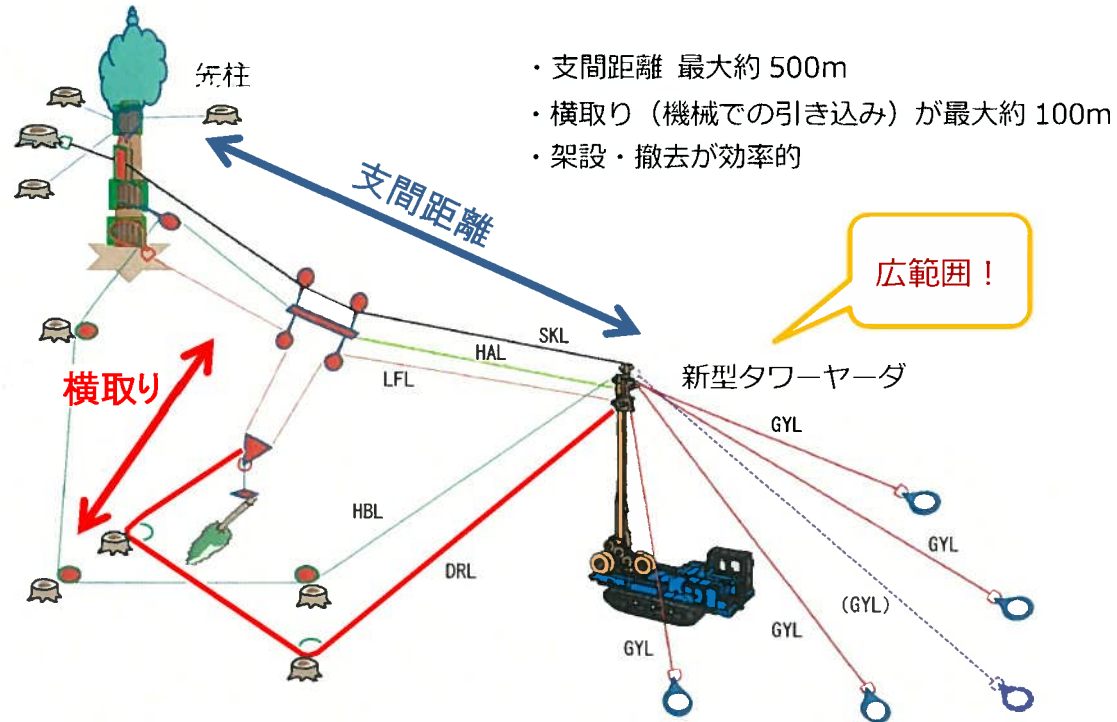


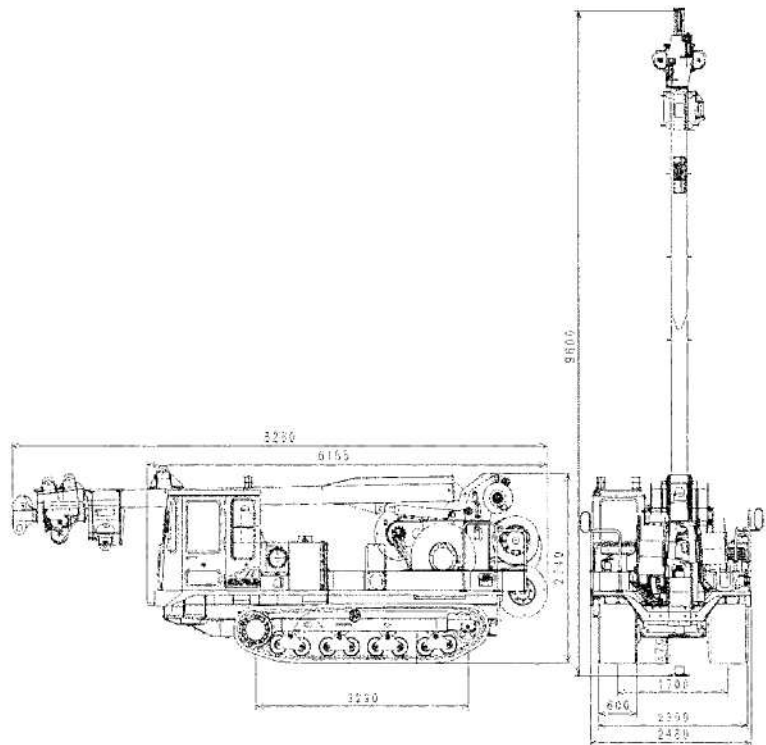
## 2 実証事業内容

### (1) 新型タワーヤーダの特徴



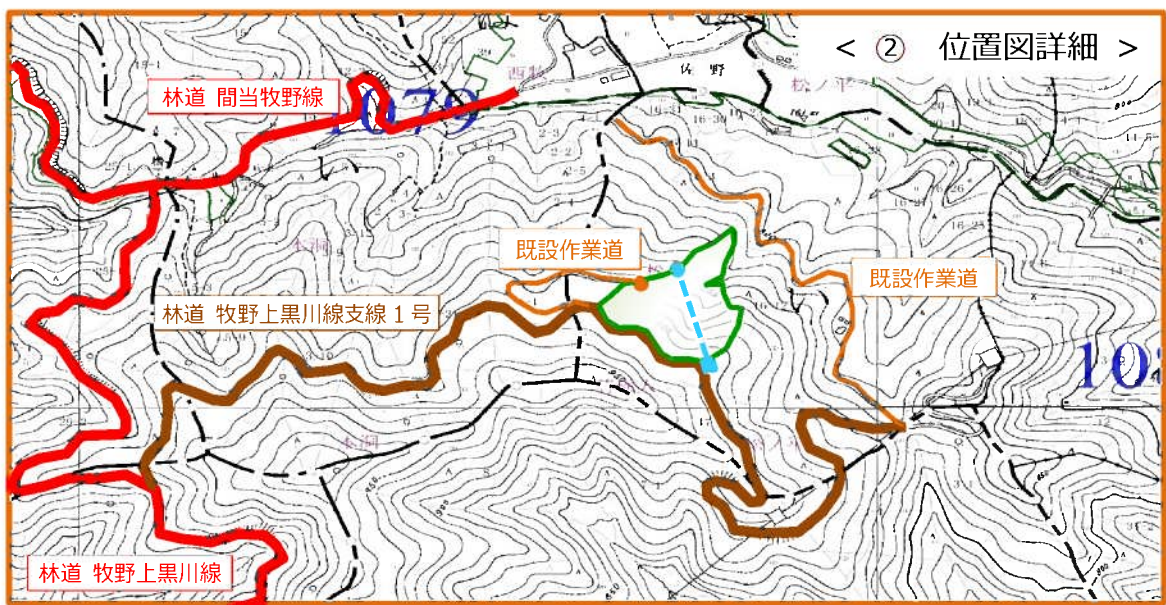
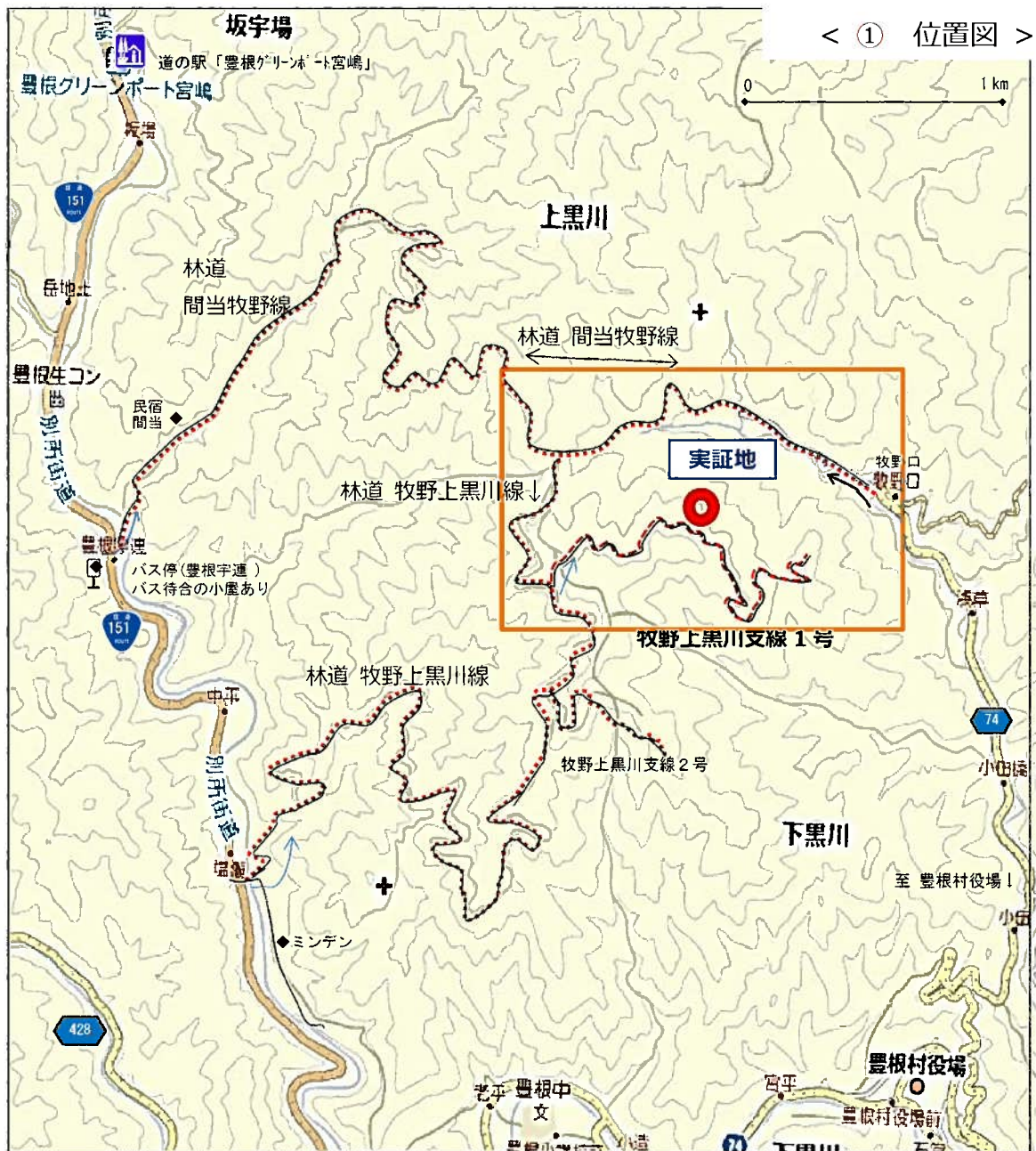
<新型タワーヤーダ (TY-U5C) 仕様>

項目	仕様			
形式	TY-U5C			
車両重量	12300kg			
積載量(ワイヤ)	3170kg			
寸法	全長	8260mm		
	全幅	2480mm		
	全高	2740mm		
	タワー中心距離	3290mm		
	履帯中心距離	1700mm		
	履帯幅	600mm		
	接地圧	38kPa (48kPa)		
エンジン	名称	イワフジA1-4HK1Xディーゼルエンジン		
	形式	水冷4サイクル直接噴射式		
	総行程容積	5193cc		
	定格出力	120kW (163ps) / 2000rpm		
走行速度	低速	0~6km/h		
	高速	0~9km/h		
履帯形式	ゴムクローラ			
駆動方式	油圧無段変速 (HST)			
ドラム寸法	HAL	HBL	LFL	DRL
直径	455	455	405	405
フランジ直径	700	880	760	760
幅	364	364	325	329
ワイヤ径 (mm) x 巻込巻戻 (m)	φ11.2x550	φ11.2x1100	φ11.2x750	φ9x1200
巻上能力 (kN) 平均値	25		18	
巻上速度 (m/min) 平均値	500		485	
スカイラインドラム	φ20 x 600m			
ガイドラインドラム	4 x φ20 x 40m			



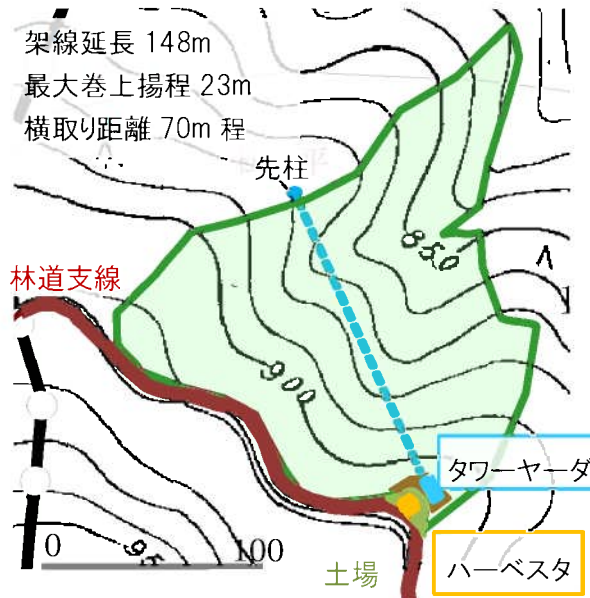
\* イワフジ工業株式会社 TY-U5C カタログより抜粋

## (2) 事業地位置



### (3) 平面図、機械配置

実証地は、林道支線(未舗装)の道下の森林である。検討した結果、林道支線沿いに造成した土場にハーベスタを配置し、そこから1m程下がったところにタワーヤードを配置した。



< 平面図 (機械配置) >



UAVにて上空より撮影

#### (4) 検討会・研修等を実施

＜表 実施した検討会・研修等＞

研修等名		開催日	講師	参加人数 <sub>(※1)</sub>
検討会	事前	H29.5.31	榑崎氏 <sub>※2</sub> 、県森連	20<3>
	生産計画・調査方法	H29.7.10,11	榑崎氏、県森連、 豊田森組参事及び現場技術者 1 名	53<6>
	中間	H29.9.21	榑崎氏	17<2>
	課題解決	H30.1.31	榑崎氏	22<2>
技術研修	現地事前指導	H29.7.13	豊田森組現場技術者 3 名及び	18<9>
	現地指導	H29.9.4～8	(株)泉林業 2 名	119<49>
	現地指導	H29.10.5	豊田森組現場技術者 1 名	11<4>
研修会名		開催日	対象者	
現地研修会		H29.9.29	森林所有者、林業事業体、市町村職員他 65 名<27>	
成果報告会		H30.3.7	森林所有者、林業事業体、町村職員他 71 名<23>	

\*1<>数字は豊根森林組合職員<sub>及び</sub>現場技術者、林業事業体ら内数 \*2 榑崎氏:フォレストメディアワークス代表

##### ① 検討会

今年度の実証事業では、進捗に合わせて検討会を 4 回（事前、生産計画・調査方法、中間、課題解決）実施し、課題解決を図った。

外部有識者として、林業関係コンサルタント フォレストメディアワークス代表 榑崎氏を招聘し、豊根森林組合と林業普及指導員を構成員として検討を行った。



課題解決検討会にて

##### ② 技術研修

豊根村において本タワーヤーダを初めて使用するのので、安全で効率の良い、確かな技術を身に付けられるように技術研修を開催した。

講師には、昨年度実証事業を行った豊田森林組合より、タワーヤーダによる集材を行った現場技術者の方 3 名と、本タワーヤーダの開発に携わった株式会社泉林業（熊本県人吉市）より、タワーヤーダ操作の第一人者である 2 名を招聘した。

研修は、施業に入る前 1 日と、タワーヤーダ架設と初期操作の段階で 5 日間、集材作業に慣れた段階の 1 日、計 3 回延べ 7 日間行った。

豊根森林組合の現場技術者の方々は、どの研修も前向きに取り組み、技術を習得された。

## <技術研修の4つの効果>

<p>i</p> 	<p>～技術の定着・向上～</p> <p>作業を進めて疑問が出てきた段階で、再度研修を開催した(10月5日)ことで、技術の定着・向上を図ることができた。</p>
<p>ii</p> 	<p>～更なる技術力の向上～</p> <p>豊田森林組合の講師の方々も、昨年度泉林業より指導いただいた内容を確認、疑問点などを解消し、更に技術力を向上することができた。</p>
<p>iii</p> 	<p>～モチベーションアップ～</p> <p>管外、他県の事業者の現場技術者と交流することで、タワーヤードの操作技術に留まらず、木材生産現場で働く者同士、技術面の話から林業全体の話をし、現場技術者らの仕事技術に対するモチベーションが上がった。</p>
<p>iv</p> 	<p>～安全意識の伝授～</p> <p>安全意識について、一つ一つの作業を進めていく中で指導いただけたことが有意義であった。</p> <p>例えば、搬器の滑車のピンは、タワーヤードオペレータから見える側から挿し、外れたらすぐ分かるようにしておくことなど、作業をやりながらだからこそ、細かな点も教えていただいた。</p>

## これ大事♪ 指導を受ける準備

本タワーヤード（TY-U5C）は平成28年度に本県に導入されたばかりで、豊根森林組合は今回初めて本機械を使用しました。

安全に効率良く使用する為には、経験値の高い事業者の助言が必要と考え、第一人者である(株)泉林業 及び 前年度作業実施者である豊田森林組合に技術指導をお願いすることとしました。

現場踏査や打合せを事前に何度も行い、時間がかかり大変でしたが、

- ・ 研修本番では、手戻り（やり直し）を極力減らすこと
- ・ 良好な現場技術者らのコミュニケーション

などの効果が現れ、指導内容を深く理解することに役立ったと思われま

【2月1日】

候補地決定  
豊根森林組合  
と普及員とで  
線道や土場を  
現地検討



【5月18日】

豊田森林組合参事と現地検討  
全く別の線道を検討！

目から鱗！  
線道の方向  
90°回転!!



【6月9日】 熊本県 (株)泉林業 事務所にて

豊根森林組合職員・現場技術者及び豊田森林組合職員と熊本県へ赴き、写真や地形図等で現地状況、検討してきた線道を説明した。

また必要な道具等のアドバイスいただけたことで、その後の準備を着実に進めることができた。



【7月13日】 事前技術研修 (株)泉林業及び豊田森林組合を講師に迎え、現地で機械の特性を踏まえた木材生産システムや線道の入れ方等指導いただいた。

### ③ 現地研修会（平成 29 年 9 月 29 日）

現地研修会では、タワーヤード集材、ハーベスタによる造材作業及びコンテナ苗の植栽・獣害防止柵の設置方法を見学する現地研修会を開催し、森林所有者及び県内林業事業者ら 65 名の参加を得て、循環型林業及びタワーヤードによる架線系技術を見学いただいた。



現地研修会にて集材造材作業を見学

### ④ 成果報告会（平成 30 年 3 月 7 日）

成果報告会は、豊根村、豊根森林組合にご協力いただき豊根村役場に隣接する「とよね文化広場」で開催し、森林所有者の方をはじめ 71 名の方に参加いただいた。

本実証結果の報告のほか、主伐再造林後の保育管理についても普及員より説明させていただいた。また、『これからの林業』と題して、檜崎氏より林業の展望について講演いただいた。



成果報告会

### ⑤ 豊根森林組合と行った振り返り・意見交換

#### 主伐作業 タワーヤード架設前（平成 29 年 8 月 30 日）

豊根森林組合の実証の担当職員及び現場技術者と、作業の目標を定めた。

- ・ 集材を 20 日間、造材を 25 日間で終了する。
- ・ 1 集材の吊荷を、約 1 m<sup>3</sup>とし、1 日 40 回=40 m<sup>3</sup>集材する。
- ・ ハーベスタ造材の動きを止めないように荷かけ手が調整して荷の準備をする。

#### 主伐作業終了後（平成 30 年 1 月 24 日）

<表 主伐作業の目標と実績>

項目	目標	実績
集材	20 日	23 日
造材	25 日	27 日
集材回数	40 回/日	◎41 回/日

作業終了後には目標と実績を比較して作業を振り返った。

集材の目標 20 日に対して実績は 23 日、造材の目標 25 日に対して実績は 27 日でわずかに目標に達しなかったが、タワー

ヤードを 1 日当り 40 回往復させるという目標に対しての実績は 41 回となり、集材作業は目標に近い効率で作業できた。

実績を踏まえて、今後タワーヤードを使用する際の留意点などを挙げ、意見交換を行った。

### 3 実証結果

#### (1) 木材生産、植栽・獣害対策 施業内容、労働生産性

<表 工程別 実施期間、施業量、人工数>

工程	実証期間（延べ日数）	施業量	人工数（人日）	労働生産性
主伐	H29.7.25～H29.10.26 (50)	搬出材積 968.993 m <sup>3</sup> 、 (内チップ材 116.540 m <sup>3</sup> ) その他に枝葉 40.669t	110.9 <sub>*1</sub>	8.7 m <sup>3</sup> /人日 <sub>*1</sub>
獣害対策	H29.11.13～11.16、12.15 (5)	獣害防止柵 758.7m <sub>*2</sub>	15.9	47.8m/人日
植栽	H29.11.22～11.30 (7)	コンテナ苗 4,350 本	13.5	322 本/人日

\*1 主伐には、土場造成や道具片付け、獣害対策資材配り(20.1 人日)を含む。

\*2 外周 639.2m に 5 日間、中仕切 119.5m に 1 日間かかった。

中仕切は、植栽前に支柱を立て、網は植栽終了後(12 月 15 日)に設置した。

\* 人工等データ詳細は別添を参照(資料 63 ページ)。

\* 立木 1 本当たりの材積は、1.208 m<sup>3</sup> /本(968.993 m<sup>3</sup> /802 本)。

\* 獣害対策資材は、主伐施業終盤に、タワーヤードを使って配っておいた。

\* 植栽後には、保育管理用に目印杭を設置した(8.9 人日、H29.12.11～14)。実証地用に設置したもので上記表や収支計算には含まない。

#### (2) 木材生産工程調査結果

<表 木材生産工程別 日数・人工・労働生産性>

主伐の工程	日数	人工(人日)	労働生産性(m <sup>3</sup> /人日)
伐倒	5 日	4.5	215.3
集材 【集材回数 836 回】	31 日	62.5	15.5
造材	27 日	23.8	40.7
土場造成・撤収	7.5 日	15.5	—
片付け・獣害対策資材配り	3.2 日	4.6	—
計	50 日	110.9	8.7

\* 集材には、先柱及びタワーの架設・撤去した 8 日間、19.5 人日を含み、タワーヤードで集材した日数は 23 日間(用材の集材 20 日+枝葉等の集材 3 日)だった。

\* 造材には、土場の整理、チェーンソー造材を含む。

##### ① 集材作業効率

集材回数は 836 回で、1 日当たりの集材回数は 41.8 回 (836 回÷20 日) となる。



また、用材の集材にかかった人工は31.6人日(2人作業)で、  
9分5秒  $((36.14 \text{ 人工} / 2 \times 7 \text{ 時間} / \text{人日} \times 3,600 \text{ 秒}) \div 836 \text{ 回})$  で搬器が1往復したこと  
になる。

② 造材作業効率

1回の吊り荷材積は  $1.159 \text{ m}^3$   $(968.993 \text{ m}^3 \div 836 \text{ 回})$  となり、  
1本の造材にかかった時間は12分27秒  $((23.8 \text{ 人工} \times 7 \text{ 時間} / \text{人日} \times 3,600 \text{ 秒}) \div 802 \text{ 本})$   
となる。

### (3) 主伐・再造林の収支（試算）

＜木材生産＞		(1.74ha 当たり)
素材売上	14,940 千円	15,395 円/ m <sup>3</sup>
市場手数料・運搬費等	4,205 千円	4,340 円/ m <sup>3</sup> (内 運搬費 2,739 円/ m <sup>3</sup> )
木材生産経費	6,764 千円	6,981 円/ m <sup>3</sup> (諸経費、手数料込)
木材生産収支	3,972 千円	4,099 円/ m <sup>3</sup>
＜植栽・獣害対策＞		
植栽経費	1,595 千円	(諸経費、手数料込)
獣害対策経費	2,460 千円	(諸経費、手数料込)
補助金	965 千円 3,099 千円	植栽 造林補助 555,050 円/ha×1.74ha 獣害対策 循環型推進 ( 30 万円/ha + 148 万円/ha)×1.74ha
木材生産収支 －植栽・獣害対策経費 ＋補助金 ＝還元額	3,980 千円	2,287 千円/ha

- \* 素材売上には、枝葉 40t 販売分 21 千円を含む(土場渡し)。
- \* m<sup>3</sup> 当り単価は用材、チップ材で算出(総売上 14,918 千円/用材・チップ材 968.993 m<sup>3</sup>)。
- \* 枝葉は、佐合木材(株)のサテライト土場(設楽町)へ運搬した(実証地より約 45km)。
- \* 木材生産経費の内訳にある諸経費は、直接経費の 16%、受託手数料として直接経費の 12%、販売手数料として売上の 6%で計算した。

## 4 作業の工夫・留意点

### (1) タワーヤード設置場所の造成

#### 留意点① 丸太組みの埋設

丸太組みを埋設して不等沈下を防ぎ、より強固な地盤とした。



幅 3.5m 長さ 7m  
田の字に組む  
接合部は欠けを掘り、ワイヤー留め

#### 留意点② 敷き丸太

設置場所には、丸太を隙間なく敷き詰め、沈下を防止している。



☆車体前方(運転席側)を  
登り 0~2°に整地する。  
センターリガーを出した  
時にタワーが垂直に  
なるように。



#### 留意点③ センターリガー用の枕木

センターリガーの下に枕木(幅 30cm×高さ 25 cm×長さ 300cm)を据える。



枕木の  
サイズは



適切な長  
さを検討  
する余地  
がある。



枕木は 3m と長く、重いので、  
位置の微調整に難儀する  
⇒ 枕木は **短めにしたい**

実証中、枕木の調整が必要になり、\*44 ページ参照  
先柱側へ 20 cm程枕木を出した(10月5日)  
⇒ 枕木はある程度**長さが欲しい**

## (2) 土場・機械配置

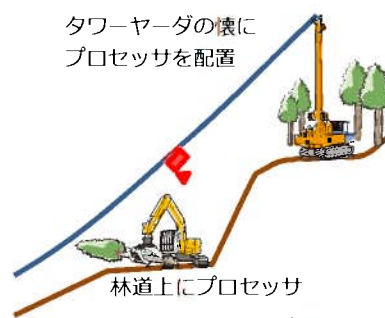
集材作業が始まれば、相当量(一日に約 40 m<sup>3</sup>) の材が土場へ出てくると想定されたため、できるだけ広い土場を確保できるようバックホウで土場を造成した。

ハーベスタが造材した材を仕分け・はい積みする際に機械が行き来しやすいように、林道と段差が無いようにした。

### 留意点① 機械配置

タワーヤードの懐にハーベスタが位置し、ハーベスタは林道上で造材、移動距離が短い場所で仕分け、はい積みする機械配置が理想だった。(図1 理想の機械配置)

しかし、タワーヤードを林道法面上部へ設置するには、その位置まで上がる為の作業道を、既設作業道より分岐し作設しなければならなかったことや、登り口が少々急な既設作業道をタワーヤードが登坂できるか不安だったことから、林道法面上部へ設置することは断念した。



タワーヤードの懐に  
プロセッサを配置

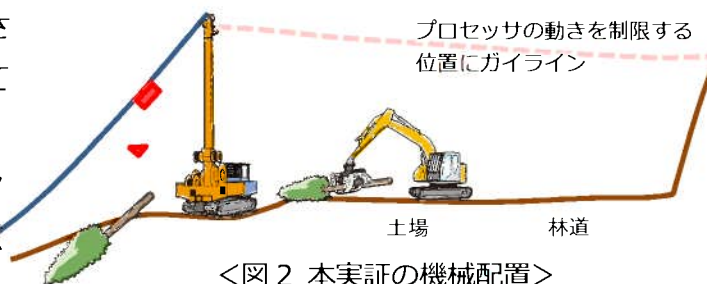
林道上にプロセッサ

<図1 理想の機械配置>

また、タワーヤードを林道上へ設置し、林道より下へ作業路を開設し、ハーベスタを林道下へ設置することを検討したが、造材後の仕分け・はい積みする為の小運搬・移動手間が、集材テンポに後れを取ることが予想された。

よって、今回は、林道と同じ高さの土場にハーベスタ、一段下がってタワーヤードを配置した(図2)。

ただし、ハーベスタはタワーヤードガイドライン等の各種線に注意しながらの作業となっていました。



プロセッサの動きを制限する  
位置にガイドライン

土場 林道

<図2 本実証の機械配置>

### <本実証の機械配置のメリット・デメリット>

メリット	タワーヤード及びハーベスタ設置用作業路の作設手間が省けた
	ハーベスタの仕分け・はい積みの為の移動を最小限にできた
デメリット	集材した材が滑り落ちてしまう
	長材を溜めておく場所がない * 適当な立木が無く、盤台も作成できない(伐採作業前に盤台設定を想定しなかった)
	ハーベスタはタワーヤードガイドライン等の各種線に注意しながらの作業

## 留意点② 材の仕分け、配置

各種線に干渉しないよう注意しながら、できるだけ効率よくハーベスタが造材作業をできるように、A,B 材から端材・チップ用材まで各種材のはい積みの配置をした。



丸太を杭のように挿し、限られたスペースの中で材を置く場所を確保していた。

また、タワーヤード側への材の転がり防止にもなる。(チップ材置き場にて)

枝葉は土場下、斜面に集積し、集材作業終了後に 40 t を持ち出し、販売した。

土場下に枝葉を溜められるポケットを予め作設しておけば、枝葉を水平に積み上げることでもでき、安定した枝葉置き場となったかもしれない。



また、斜めの枝葉置き場へ集材されるため、材が滑り落ちやすかったので、水平な安定した枝葉置き場があれば材の滑り落ちが軽減できたかもしれない。

### 留意点③ 端材の処理



根曲り部分等欠点を土場で切り落とす



土場に溜まった端材

根曲り部分等欠点を土場で切り落とすため、土場に端材が集積したが、チップ材として販売できた。長さ 60～80 cmの端材が多く出たが、長さが 1m 以上の端材はチップ材としては高値がついた。



DRLで横引きする際に、切株が邪魔になる

一方で、高い切株が集材時に障害になることがあった。

横取りで本線へ向けて引き寄せられる際に、切株に引っかかってしまうことがあり、できるだけ切株は低く抑える方が望ましい。

もし、切株を低くする分、端材が長くなり、1m 以上で販売していたら、販売収入は更に上がる可能性があった。

また、集材効率も上がる可能性があった。

一方で、伐倒作業において、大径材で伐採位置を低くすると、チェーンソーもークラス大きくする必要があり、根張りを取るなど、手間が余計にかかる。

伐倒手間が余計にかかる経費と端材の販売収入アップとのバランスの見極めが難しく、切株高さについては一概に決めにくい。高い切株が集材時に障害となることが予想される場合には、切株は低く抑えることが望ましい。

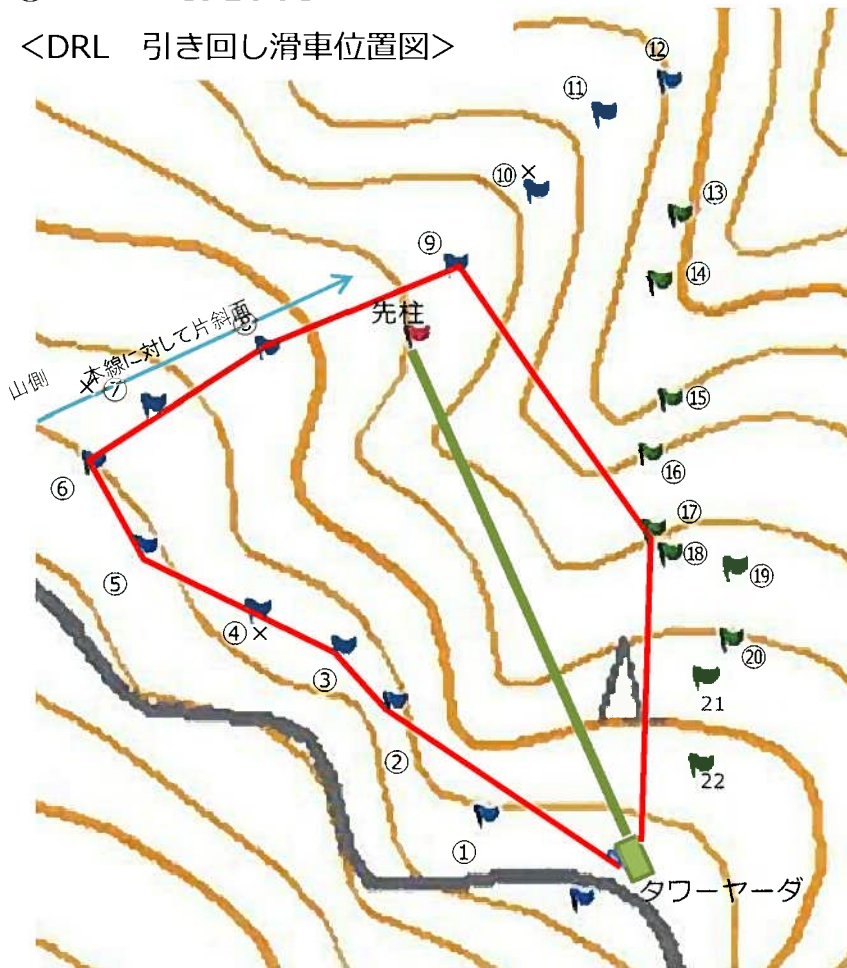


端材をコンテナ付トラックに積み、運搬する

### (3) 作業中の安全を確保する

#### ① DRL 引き回し

<DRL 引き回し滑車位置図>



- ・番号は DRL 引き回し用の滑車設置位置 (7月13日事前現地指導時に決めた)
- ・×は実施時に必要ないと判断した滑車
- ・—は、10月5日時点の DRL 引き回し

#### 留意点①

DRL 引き回しの角<sup>かど</sup> (DRL 引き回し滑車の⑥、⑨) は、大きな力がかかるため、アンカーを取ること。

アンカーを取れない場合、根際又は低い位置に滑車を付ける。



DRL 滑車取り付け木(サンド木)⑨ 角  
滑車高さ 1m 程を低い位置へ付け直した



サンド木⑥ 滑車高さ 1.5m 位 角  
アンカーは取ってある。DRL の食い込みがひどい

## 留意点② 内角エリアを減らす

DRL 引き回しを 2 回に分けることで、  
集材作業中に荷かけ手が退避できるエリアを拡げ、効率的な作業となる。

立木の裏を通るように DRL 引き回しの滑車を取ることで、  
もし滑車の台付けが切れて DRL が飛んできても、立木に掛かり  
荷かけ手は安全となる。

『立木 1 本後ろを  
通しておこう』とい  
う感覚が大事♡

<10月5日時点の荷かけ手待機位置>



荷かけ手 退避・待機中

本線向こう側の材の荷かけをしたいが、  
集材中(搬器がクマヤダ側にある時は)、  
DRL が引き回してある□内部には入れず(内  
角)、近い場所で待機できない。  
これは作業効率が落ちる一因と成り得る。  
\*今回は荷外しと造材に時間がかかり、待機  
しながらの作業でも全体の作業効率への影  
響はなかった。

<DRL を 2 回に分けて引き回す①>

<DRL を立木の後ろを回す②、③>



DRL □ で張りかえれば、  
荷かけ手はより近くで  
退避・待機できる。

- ① DRL を本線の上側□と下側□で 2 回  
に分けて引き回すと、荷かけ手の退避距  
離が短くなる。
- ② DRL のドラムはタワーヤードの左(運  
転席から見て左側)にあり、ドラムと反対側  
に引き回す場合(今回は□側)は、DRL を一  
旦タワーヤード運転席側(ほぼ真後ろ)に  
回避させてから引き回す。  
タワーヤードオペレータとの間に立木○  
があるように引き回すことで、タワーヤ  
ードオペレータ▲が内角に入っても危険が  
無いようにする。
- ③ DRL を立木○の後ろを回すには、引き回  
す前に計画しておくこと。  
引き回し途中では立木後ろに回すこと  
はできないし、立木を伐らずに残すことを  
最初に見極めることは難しい。



## ② 先柱設置

### 留意点① 添え木する



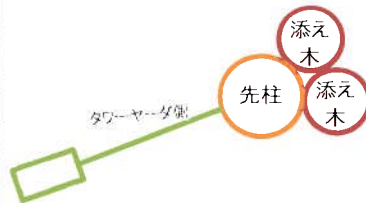
- ・先柱の胸高直径が 50cm 未満ならば添え木をする。
- ・先柱の中折れ、締め殺し、寝返り防止の為に実施する。
- ・今回はポータブルウィンチを用いて、材を引き寄せて吊り上げた。



- ・添え木は、先柱の真後ろに 2 本設置。  
(ヒノキ、胸高直径 30 cm 程、長さ 8m\*)
- \*サドルブロックを下げる高さ
- ・上中下、三か所をワイヤーで留める。  
木の矢を打ち込み隙間ないように。



矢は丸い部分で効く



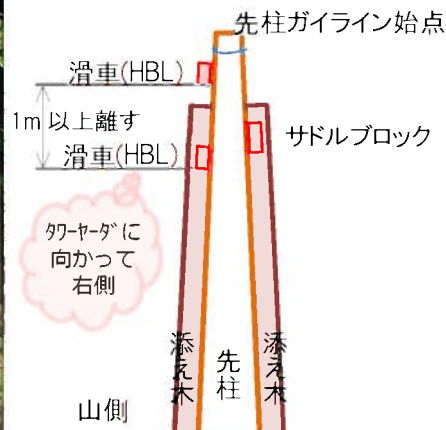
先柱と添え木 1 本をロープで留め、  
2 本目の添え木設置時にワイヤーで本締め  
☆ 添え木 1 本目で締めてしまうと、  
2 本目が締めきれないので、  
少し動く状態にしておく。

### 留意点② ガイライン(アンカー)の留めは根を回し、浮き上がりを防止



- ・先柱ガイライン 4 本、  
タワーヤードガイライン 4 本  
本線アンカー(スタンプ)
- ・根を回すと、締めがピッタリと決まりにくい為  
集材を始めたなら緩みがないかを点検すること

### 留意点③ サドルブロック等の配置は各線が擦れないように



- ・本線が通るサドルブロックは、HBL 用の滑車と反対側に。
- ・ HBL 用の滑車は、タワーヤードの HBL ドラムと同じ側に。
- ・ HBL の行きと戻りの 2 つの滑車は 1m 以上離す。
- ・山側に HBL 用滑車を設置すると山側で搬器より高い位置まで DRL で引き込む時に、搬器が山側に傾いても干渉しにくい。
- ・先柱ガイラインが一番上に。

### ③ 点検

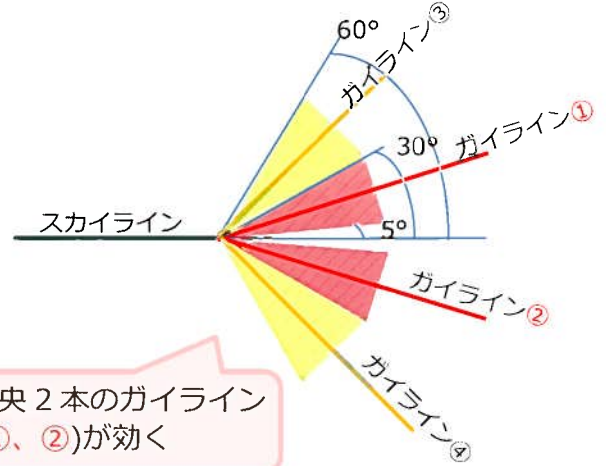
#### 留意点① 毎日実施、異常の兆しがある時にも実施

タワーヤードのガイライン、先柱ガイラインの緩み等を確認、調整する。



タワーヤードのガイラインを調整

＜タワーヤードのガイライン設置方向平面図



中央2本のガイライン  
(①、②)が効く



先柱のガイラインの張り具合確認



クリップを取って締め直す  
クリップの設置位置に印をつけておくと  
ワイヤーが滑った際に視認できる

\*ガイラインは根を回して留めてあるので、締めきれない、決めるのが難しく、緩んでしまうこともある。

#### 留意点② 定期的に点検（5のつく日など）

・先柱を点検する。

先柱に登って、留めてある各ワイヤーに緩みが無い、線が擦れていないかなど確認する。

・ガイラインの張り具合とタワーの傾き、タワーのセンターリガーへの圧力を調整する。

#### ④ 合図

本実証で使用したタワーヤード (TY-U5C) の操作は有線リモコンであり、タワーヤードオペレータと荷かけ手の2人作業となる。

タワーヤード集材作業の2人とプロセッサオペレータ合わせて3人のコミュニケーションがしっかりできて、スムーズに動く機械である。

コミュニケーションの一つに合図があるが、作業前に、合図を徹底しておくことは、誤作業を防ぎ、安全作業につながる。

本実証では、技術研修中は講師 (熊本県(株)泉林業) の合図で統一し、無線でやりとりし作業した。

研修後は、豊根森林組合の現場技術者らが普段から使用している双方向通信の無線を使用した。技術者らは頻繁にやりとりして作業しており、彼らのしっかりしたコミュニケーションが作業効率を上げているように見受けられた。



現場技術者の工夫  
講師 (熊本県泉林業(株)) の合図を  
覚える為に、カードにして身に付ける

作業内容	合図
搬器を土場へ	エンジン
搬器を先柱へ	ダイツケー
HAL	ホール
HBL	ホールバック
DRL	サンド
LFL	巻上げ
緩める(逆転)	ダブル 例:巻上げダブル
張る(正転)	マイター 例:巻上げマイター
引き込み	巻上げダブルしてサンドマイター
センターに巻上げ	サンドダブルして巻上げマイター
SKL	本線

その他  
無線の合図は、ボタンを押して、「ハイ」といってから指示を出す  
例:ハイ、巻上げマイター

★合図は『ハイ』と言ってから。

「ハイ、巻き上げマイター」

『ハイ』を言うことで、自分も相手も一呼吸おき、落ち着いて作業できる。

また、無線のボタンを押すタイミングが遅くても、内容は伝わる。

★合図は『緩める方を先に』言う。

「サンドダブルして、巻き上げマイター」

## (4) タワーヤード警告音への対処

集材作業中、タワーヤードの警告音が鳴ることがあり、特に作業の後半には、重い材を荷かけしなくても警告音が鳴ることがあった。センターリガーへかかる圧が高くなり過ぎのエラーメッセージが表示された。

10月5日の技術研修（講師：豊田森林組合岡藤氏）において、対応策を検討し、下記3点を実施した。

### ① 先柱の状況を確認する

先柱が傾いたりしていないか、危険な状態にないか確認  
ガイドラインの緩みがないか確認

### ② 本線、タワーヤードのガイドラインを緩めて、タワーをまっすぐに立て直す

i) 本線を緩める

ii) ガイドラインをラチェット1コマ分緩めて、チルトを立てる

iii) タワー傾き、センターリガー圧を確認

正常なタワー傾き、センターリガー圧になるまで、i、iiを繰り返す

iv) 本線を張る

\* \* 基本的には、本線を張ったまま、チルトを触らないこと

\* \* タワー傾きは、ガイドライン側に気持ち傾けておく（ $-2.0^{\circ}$ 位）ことで、本線を張り上げ、荷を吊った際に先柱側へ傾き、ちょうど $0^{\circ}$ 位になる。

\* \* センターリガー圧は4MPa～20MPa内。

①、②を実施して、一度重い荷を吊り、様子を見る。

### ③ 枕木の移動

i) センターリガーの枕木が浮いたり、異常がないか目視、確認する。

今回は対応策として、枕木を20cm程度先柱側へ出した。



### \* 警告音が鳴るその他の考えられる要因

・敷き丸太が不均一に沈下したことで、機体の先柱側が少し浮き気味となった可能性がある。対応策として、センターリガーを引き出し、敷き丸太を安定させた。

・ドローラインを全周させたことで、距離が長くなり、各滑車における抵抗がかかり、その総力が大きな抵抗になった可能性がある。

## (5) 枝葉集め

人力で地拵えできないような大きな枝、伐倒・集材時に折れた先端部などをタワーヤードで土場へ運んだ。

枝葉を持ち出せるようにワイヤーでまとめる荷づくりも、架線での運搬も、土場の荷外しも枝葉は扱いにくく、作業は時間と労力がかかった（一日3人工で、2日半かかった）。

しかし、皆伐の機械があるうちに、人力で行う地拵え作業の目途が付く程度まで枝葉等を施業地から持ち出すことで、植栽可能な面積を増やすことや、植栽時の人力地拵えをある程度省力化できる。



枝葉を荷づくり  
重なりあった枝葉を縛る作業は大変



土場へ運ぶ  
重心が異なり、荷姿を整えるのは難しい



土場での荷外し  
縛ったワイヤーが抜けずに苦勞する



時には枝葉を切らないと  
ワイヤーが外れない



人力の地拵えは、  
皆伐作業に付随して、または植栽前に行う。

## (6) 枝葉の運びだし

架線集材では、土場へ集材して、造材を行うため、枝葉が土場一か所に溜まっていく。

皆伐した林分がスギであれば、架線集材時に枝葉はほとんど林内に落ちてしまうので、樹種によって集まる枝葉の量は変わる。

枝葉を運び出すか否か、その量は、メリット・デメリットを考慮して決める。

本実証では特段枝葉置き場を造成することなく集材作業を行った

が先述(4(1) 36 ページ参照)したように、溜まった枝葉が集材作業の効率を落とすこともあるので、施業計画時点で生産量だけでなく枝葉の量も予測し、置き場を作設しておくことも重要である。



土場へ枝葉が溜まっている様子

### デメリット① 枝葉運搬費がかかる

本実証では、枝葉の運搬は、グラップル付コンテナ車により7車行い、運搬費は約21万円かかった。枝葉の販売収入は、2万2千円で、運搬費の方が高くなってしまった。

### メリット① 植栽面積の確保・植栽時地拵えの省力化

主伐施業地における植栽面積の確保と植栽時の人力地拵えを省力化できる。

### メリット② 安全の確保

不安定な状態に積み重ねられた枝葉を放置して植栽を行うと、その後の保育作業等において林内の作業者に思わぬ危険を招く恐れがある。

また、本実証では端材は枝葉と別に集積したが、端材が混在する状態で枝葉を溜めると、時間の経過につれ重みのある端材が抜け落ちてしまうことがあるので、特に端材は混ぜて集積しないようにすること。

### メリット③ 森林所有者への好印象

森林所有者から『きれいに片付けまでやってくれた』という好印象を得られ、次の施業へつながる。

## (7) ハーベスタ活用において

### 留意点① 造材送りの跡

ハーベスタ（コンラッド社製（オーストリア）Woody50、愛知県林業振興基金より借用）市場に運んだ並材、直送材ともに買い手からのクレームはなかった。

造材送り跡を薄くするように造材送りと掴みについて機械を調整できるそうだが、今回は細やかな調整ができなかった。

また、急にチェーンソーの刃の回るスピードが遅くなり、切断し終わる前に材の重みで材が裂けてしまうことがあった。外国製機械を導入した場合、通常のメンテナンスを含め、細やかな機械の調整をするための知識を早急に習得する必要がある。



造材送りの跡がついた丸太



ハーベスタ送り部分  
金属製

### 留意点② チェンソーの刃こぼれ

チェーンソーの刃が、すぐに刃こぼれし、半日で使えなくなった。

伐倒で材が滑り落ちる時や集材で地ずりするため土砂が材に付いてしまい、ハーベスタオペレータは、造材前に金属ブラシでこすり落としてから造材するなど、なるべく刃を傷めないよう作業していた。

刃の傷つきがひどい為、目立てに時間がかかるので、替え刃の用意は必須である。または電動の目立て機など素早く目立てできる道具が必要である。



造材前に金属ブラシ等で丸太についた土砂を  
こすり落とす



ハーベスタ用ソーチェーンの目立て



刃がこぼれている

ソーチェーンの刃は  
メッキが大事！

## (8) UAV(ドローン)の活用～リードロープ引き回し～



荷造り紐を UAV で運ぶ

### 手順 1

ポリエチレン製の荷造り紐を UAV で先柱まで運ぶ。

### 手順 2

先柱で滑車を通し、折り返す。

### 手順 3

荷造り紐をリードロープに付け、ポータブルウインチで荷造り紐を巻き取り、リードロープを引き回す

◎ 人が伐倒木を乗り越えながら林内にリードロープを引き回すより、省力化できた。

### ☆ 荷造り紐



使用前



使用后

使用後は、少し切れかかっている。

リードロープへ入れ替える引き回しで、伐倒された枝葉等に引っかかり、擦れてしまう。

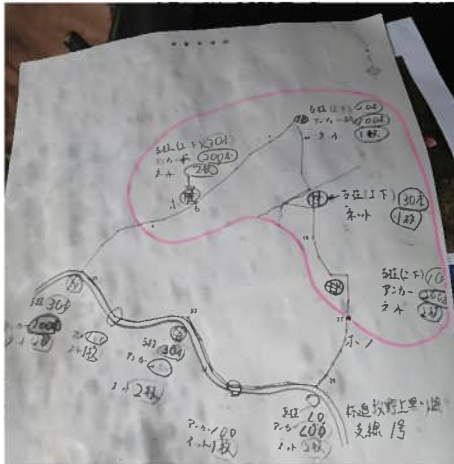
ポータブルウインチでの巻き取り作業は、紐が切れないように慎重な作業となった。

軽さと丈夫さを兼ねたロープが望ましい。



## (9) 獣害対策・植栽

### ① 獣害防止柵資材を架線で配る



資材配り 担当者メモ

実証地の林道から遠い方へは、タワーヤードを活用して獣害防止柵資材を運んだ。

基本的に高い方から低い方へ人力運搬するように、地形と獣害防止柵の延長を見極めて4カ所へ荷をまとめて送った。

タワーヤードのDRLにより、施業地の縁、獣害防止柵設置予定箇所まで引き込むことができる。

ただし、DRLの引き回しは、集材が終わると順番に撤収してしまう場合があるので注意が必要である。



架線で資材を運ぶ



網、支柱セットで配る



荷運び用に使ったモッコ



施業地の縁、獣害防止柵設置予定箇所までDRLで引き込める。

## ② 獣害防止柵設置 ～支柱打ち込み～



支柱位置決め 支柱間の長さの紐を前の杭にかけ、障害物等も見ながら位置決め。



支柱打ち込み位置をラッカーで印付



資材は重い。。



支柱(下部)の打ち込み。従来よりやりやすい。



ただし、地面が堅い時には、打ち込みに負けて先端が割れてしまう。。

## ② 獣害防止柵設置 ～網張り～



網張りは3人作業。 アンカー打込み1人、網を解いて展開していく作業2人。



網目を数えることで  
支柱間の網の長さが適切になる。



網セパレート支柱は斜めに外せるので、  
取り付けしやすい(キャップ付でもできる)。



スカート一体型は斜めに垂らせるので、支柱間に切株(障害物)があっても張ることができる。

## ② 獣害防止柵設置 ～中仕切り設置時の注意事項～

- ・ 地拵え前に、中仕切り設置位置を決めておき、地拵えは中仕切り箇所を避けて行う。
- ・ 支柱は植栽前に立ててよいが、中仕切りの網は、植栽後に設置する。

### ③ コンテナ苗植栽



苗木納入



スギコンテナ苗



植栽状況



植栽は1人当たりのエリアを大体決めて作業する。



枝葉をかき分けて植える。



ディプルで植穴掘り



苗木を植穴へ



植え込んだらしっかり土と密着させる。



表面には枝葉等を被せて、乾燥を防ぐ。

## (10) タワーヤードに適した現場の見極め

作業効率を左右する土場や機械配置などは、事業地の選定時点でほぼ決まってしまうため、事業地選定が主伐施業の作業効率を上げる重要な要素といえる。

### ① 車両系との比較検討

本実証の事業地は、過去に搬出間伐を車両系木材生産システム（スイングヤード集材、プロセッサ造材、フォワーダ運搬）で行ってきた。よって主伐も、スイングヤード集材を検討したが、下記理由により、タワーヤード集材の方が有利と判断した。

#### 理由①

車両系の場合フォワーダ運搬が必要であり、本実証のように土場に直接集材するタワーヤード集材に比べて、一工程増える。

#### 理由②

スイングヤード(0.45 m<sup>3</sup>クラス)による上げ荷集材をスムーズに行うには、パワー不足が懸念され、下げ荷集材となる可能性があった。

#### 理由③

下げ荷集材になると、長距離の作業路の開設と、土場までの長距離のフォワーダ運搬が必要となる。

#### 理由④

土場や林道敷では全木材や長尺材の取り回しが容易だが、作業路では、切土法面に材が当たったり、長材をフォワーダで運搬すると、バランスを取りにくく曲りにくいなど、材が扱いにくく手間がかかることが予想された。

本実証地においてスイングヤード集材で皆伐した場合、2か月で1000 m<sup>3</sup>を搬出することは不可能だったと思われる。本実証地のように車両系で間伐施業してきた山であっても、タワーヤードによる主伐の木材生産が有利になる場合がある。

新型タワーヤードによる木材生産システムは、本実証のように車両系よりも効率的に作業し、より低コストに皆伐できる場合がある。皆伐の生産システムの選択肢が増え、主伐を検討できる山が増えたといえる。

### ② タワーヤードに適した条件

#### i) 前提条件

皆伐を行うにあたり、保安林や防災、環境面の法規制にかかるかチェックし、必要な手続きを行う。

#### ii) チェック項目

事業地選定にあたり、次の項目に留意する。

<表 事業地選定の留意事項>

項目	留意点
面積規模	タワーヤードを活かせる規模か
地形・架線距離	架線集材できる地形か 荷を吊って、天地がとれるか 架線距離は 500m 程以下か（本線ドラムは 600m 巻き） 先柱や、タワーヤード及び先柱のアンカー等を取る立木があるか * 場合によっては周辺所有者の同意も必要
機械配置	タワーヤードの懐脇にプロセッサを配置できるか プロセッサは、仕分け・はい積み場所までの移動距離が短い場所に配置できるか タワーヤードの設置場所は強固な地盤か * 盛土となる場合は、地盤改良やコンクリート塊、丸太組みを埋設するなど事前処理が必要
土場の設計	造材や種々の材・端材や枝葉まで仕分けられる広さ、またトラックが積み込める広さがあるか、もしくは造成できるか 長い材のまま溜めておけるスペースがあるか、もしくは盤台等の設置が必要か * 土場が確保できない場合は、運搬による調整を検討する。 ①材が土場に溜まり過ぎないようにトラックの運搬回数を増やす ②土場での仕分け数を減らし、サテライト土場などに一旦運んでから仕分けする
周辺路網	林道、作業道のアクセスはあるか、トラックは通行可能か タワーヤードの運送が可能か
林分	施業履歴、立木本数、蓄積、材質
所有者	所有者へ利益を十分還元できるか
植栽・保育	植栽に適しているか（ガラ地形は植栽、保育が難しい） 地利的に、植栽後の管理ができるか 成林させられるか