

## 技術開発課題完了報告書

東北森林管理局 森林技術センター

課 題	高性能林業機械による作業等に関する調査 －高性能林業機械の導入による作業仕組みの改善－		開発期間	平成10年度～平成15年度	
開発箇所	人工林施業 モデル団地	技術開発目標		担当	
開発目的	我が国においては、高性能林業機械の導入が進められており、高性能林業機械を中心とした作業システムが確立されつつある。国有林野事業における生産請負、立木販売の一層の高性能林業機械の普及・定着を推進する観点から、生産性、生産コスト、労働安全、環境に対する影響等についての基礎データを収集し、作業システムの改良及び生産請負等の算出因子データの整備を更に進めることとする。				
実施経過	別紙				
開発成果	別紙				
評価及び普及指導	別紙				

様式3 技術開発課題完了報告書

- 1 技術開発目標欄には、課題に関連する技術開発目標を記入する。
- 2 評価及び普及指導欄には、開発成果の評価及びその普及状況等について記入する。
- 3 必要に応じ、別途報告書等を添付すること。
- 4 報告論文を作成した場合は、報告論文を添付する。  
 なお、報告論文を作成することが出来ない場合は、できるだけ詳しく記入するとともに調査記録等の写しを添付する。

# 実施経過・開発成果・評価及び普及指導

## 1. 実施経過

平成10年度に森林技術センターの製品生産事業実行にあたり、高性能林業機械のプロセッサ（シングウ CP450G, ベースマシンはコベルコ SK120）がリース契約で導入された。このことにより事業実施箇所におけるデータ等調査し、森林技術センターの「プロセッサ作業基準工程表」（別紙）を作成した。

また、人工林施業モデル団地内を活用したフィールドを提供し、林業機械のデモンストレーションとしてメーカー技術員（イワフジ）と、素材生産協同組合の民間主催による高性能林業機械の作業システム、機械操作方法等の技術指導実習・研修を実施、当センターのオペレータも参加し技術の向上に努めた。

## 2. 開発成果

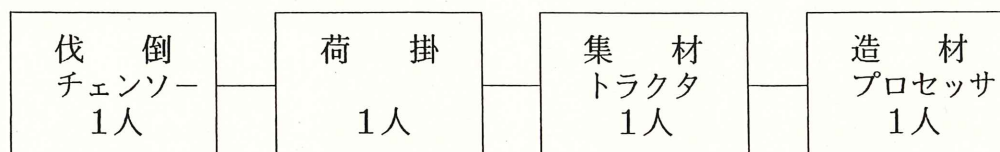
プロセッサは主としてトラクタ集材とのシステムで実行した。

作業基準工程表では、立木1本あたり1㎡では1日140㎡の工程が見込まれており、集中

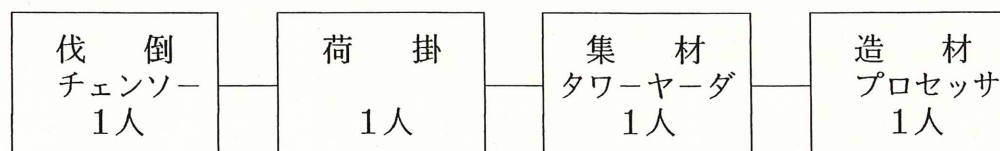
伐倒など先行伐倒が必要であり、プロセッサの処理能力が非常に高いので、集材は2台のトラクタでの集材が必要である。

## 3. 作業システム

トラクタ集材の場合（緩斜地）



集材機集材の場合（急斜地）



- (1) 4人編成での作業が可能である。荷卸しはトラクタ、またはプロセッサのオペレータで対応できる。
- (2) プロセッサの処理能力が1日に100㎡を超えるため、先行伐倒が必要であり、処理量の高いプロセッサを有効活用するために、選別仕訳と桟積巻立ても兼ねたグラップルローダ等との組合せも検討する必要がある。
- (3) 上記作業システムのタワーヤーダ系は傾斜25度以上の急傾斜地タイプが理想であるといわれている。

#### 4. 評価及び普及指導

- (1) トラクタ集材とプロセッサのシステムで実行した結果、路網密度と集材距離が重要なポイントになる。モデル団地内の平滝流域は路網密度が49m/haであり、集材距離は平均100~150mで理想に近い条件であった。
- (2) スイングヤーダによる集材とプロセッサ造材の組合せで、列状間伐箇所を実行しています。スイングヤーダは油圧ショベルをベースマシンとしており、タワーヤーダと同様の機能を有しております。全国的に導入が高まってきている高性能林業機械で架線、張り替え移動が容易であり、110mスパンで30分から40分程度で完成するなど従来の簡易架線作業に比べても日数、人工が大幅に短縮できます。この方式については、農水省で行われた15年度国有林野事業業務研究発表会において「低コスト作業道を活用した列状間伐の取り組み」のなかで発表されている。
- (3) プロセッサによる造材時に送材ローラによるツメ跡が付き、樹皮が剥がれることがあり、一見被害木のような印象を受けるが、試験挽きした結果、製品には影響はない。  
  
高性能機械で造材すると、こうした傷は付くということを買受者に理解してもらうなど必要である。なお、材送り装置のスパイク付き鋼製ローラによるこの傷痕はツメの高さ、角度の調整および改良等し、さらにオペレータの養成研修などに参加させることにより技能習熟に努め現在はあまり見受けられない。
- (4) 全木集材のため、集材時に泥、小石等の付着によるソーチェン・カッター刃が磨耗し研磨に時間を要す。
- (5) 枝払い時に樹皮がヘッドに詰まり、取り除きのため中断する場合がある、このことにより材長測定器センサーが作動しない等誤差があり、測尺のやり直しとなる。
- (6) 54cm以上の大径材はガイドバーが届かず鋸断できない。根柢の取り除きと1番玉はチェーンソーを使用。変形材、重曲材、広葉樹等通直材以外にもチェーンソーで処理。
- (7) 高性能林業機械の作業システムは次の3タイプ区分が理想とされるが、路網の整備状況、傾斜地の状態、林齢と根曲がり重曲等の把握、事業量及び期間など検討し作業地に適した機種を選択が必要である。

##### ①スキッタ系

(フェラーパンチャ ⇨ スキッタ ⇨ プロセッサ ⇨ グラップルローダ)

##### ②フォワーダ系

(ハーベスタ ⇨ フォワーダ ⇨ グラップルローダ)

##### ③タワーヤーダ系

(チェーンソー ⇨ タワーヤーダ ⇨ プロセッサ ⇨ グラップルローダ)

プロセス作業基準工程表 (枝払い・玉切り) 森林技術センター  
 生産性 = 3600 / 造材時間 (秒) \* プロセッサ稼働時間 \* 立木材積 \* 修正係数 (利用率等)

土場	狭										修正係数	生産性
	造材時間 (秒)	造材時間 (秒)	造材時間 (秒)	平均時間 (秒)	稼働時間 (H)	修正係数	生産性					
0.05	28.38			28	6	0.75	28.93					
0.10	42.75			43	6	0.75	37.67					
0.15	55.26			55	6	0.75	44.18					
0.20	65.37			65	6	0.75	49.85					
0.25	73.33	67.35		70	6	0.75	57.86					
0.30	85.49	87.05		86	6	0.78	58.77					
0.35	91.30			91	6	0.78	64.80					
0.40	96.00			96	6	0.78	70.20					
0.45	96.61			97	6	0.78	78.16					
0.50	98.93			99	6	0.78	85.09					
0.55	100.00			100	6	0.78	82.66					
0.60	105.00			105	6	0.78	96.27					
0.65	106.33			106	6	0.78	103.31					
0.70	107.69			108	6	0.78	109.20					
0.75	110.00	107.14	109.09	109	6	0.78	115.93					
0.80	111.26			111	6	0.78	121.43					
0.85	113.51			114	6	0.78	125.62					
0.90	115.07			115	6	0.78	131.85					
0.95	120.00			120	6	0.78	133.38					
1.00	122.63			123	6	0.80	140.49					
1.05	125.37			125	6	0.80	145.15					
1.10	123.66	130.23		127	6	0.80	149.67					
1.15	132.28			132	6	0.80	150.55					
1.20	135.48			135	6	0.80	153.60					
1.25	140.00			140	6	0.80	154.29					
1.30	143.59			144	6	0.80	156.00					
1.35	147.37			147	6	0.80	158.69					
1.40	151.35			151	6	0.80	160.21					
1.45	155.56			156	6	0.80	160.62					
1.50	158.49			158	6	0.80	164.05					
1.55	160.59			161	6	0.80	166.36					
1.60	162.00			162	6	0.80	170.67					
1.65	167.01			167	6	0.80	170.73					
1.70	178.72			179	6	0.80	164.11					
1.75	186.67			187	6	0.80	161.71					
1.80	197.65			198	6	0.80	157.09					
1.85	216.00	205.06	207.69	210	6	0.80	152.23					

# プロセッサ造材功程調査表

- 1 作業箇所 早口沢国有林2276林班 は2 小班 土場番号 18
- 2 伐採種 皆伐・漸伐・**間伐**
- 3 集材方法 全幹トラクタ集材
- 4 メーカー・型式 シングウ CP450G  
ベースマシン コベルコ SK 120
- 5 土場面積 196 m<sup>2</sup>
- 6 1日実働時間 360 分
- 7 1日当たりの副作業 120 分

始業点検時間 (分)	給油時間 (分)	点検整備時間 (分)	終業点検時間 (分)
35	20	35	30

- 8 消費燃料 25 l
- 9 運転者の年齢・経験年数 58才 4年
- 10 作業箇所の林分条件

林齢	面積	材積	平均材積	平均傾斜	
85	4.40	316	1.64	12	

- 11 条件別造材時間 (秒/本)

土 場	造 材 時 間 (秒/本)
広い 200 m <sup>2</sup> 以上	
普通 100~200 m <sup>2</sup>	(159.58) 16,200 ÷ 97本 = 167.01
狭い 100 m <sup>2</sup> 以下	

- 12 土場枝条の処理時間  
(土場で集積された枝条を伐採現地へ散布)  
積込時間・往復運搬時間・散布時間 計 5,400 秒
- 13 プロセッサ造材に該当しない不整形木の比率 3 %
- 14 プロセッサ造材に該当しない不整形木の具体的内容  
(元口径54cm以上の大径材1番玉, 及び著しい根曲りと重曲等変形材 )

# 低コスト作業道を活用した列状間伐の取り組み

東北森林管理局 森林技術センター

## 1 はじめに

長期見通しによると、国有林の間伐収穫量は平成24年度まで右上がりの増加の見通しです。また、間伐材の価格は平成8年度以降下落傾向で、引き続きこのまま推移することが予想される中、間伐を確実に実施するためには、高性能林業機械の活用、作業道整備及び列状間伐の導入等効率的な間伐方法を普及・定着することが緊急の課題です。

森林技術センターでは、「人工林施業モデル団地」という各齢級にわたるスギ人工林を有するフィールド内で、これまでも間伐指標林設定等技術開発課題に取り組んできた蓄積があり、また14年6月の低コスト作業道作設技術講習会を経てモデル団地内に低コスト作業道を施工している等の有利な条件を兼ね備えた箇所に、列状間伐を実践してみることにしました。

併せて、高性能林業機械の活用ということで、全国的にも導入率が高まってきているスイングヤーダという高性能林業機械を集材作業に組み込んでみました。

## 2 低コスト作業道作設の取り組みについて

これまでも、現地講習会やセンター通信等で作設技術について紹介していますが、作業手法は簡単に、作業結果を主体に説明します。

### (1) 低コスト作業道作設技術について（6月の講習会の抜粋）

- ① 谷側から山側に向かって表土をはぎ取り、地山を水平にして表土を順番に載せ、固めます。（これは接着剤を塗ったような効果があります）
- ② 表土の下は、深層土を上へ天地返しします。（転圧が効きやすく、路盤が堅固になります）
- ③ 伐根も掘り取り、伐株部を谷側・根を山側に向け、土留材に使います。（自然のスポンジ状態）
- ④ 整地後に、特に路肩部の盛土について縁まで丁寧に転圧します。
- ⑤ 山側の切り取りは、雨水が直接法面を叩かないように、また表土のスポンジ面で吸収できるように2m以下の直切りとします。
- ⑥ 施工後の通行に当たっては、ホイールタイプではなく、林内作業車等のクローラタイプをイメージしています。

(2) 作業工程、開設単価について

①先進取り組み地 高知県大正町の場合（聞き取り）

1人先行伐倒、1人重機オペレーターの組作業で、1日50mから80m新設し、2000円/mの単価で施工しています。

②当センター直営実行の場合

平成14年度作業道新設延長 543m

(表一) 作業道施工に係る作業工程表

	延人員(人)	作業工程(m/人)
支障木伐倒	20.00	27.15
重機械施工	33.25	16.33
計	53.25	10.20
1日当り施工	(18日)	30.17

(表二) 作設に係る諸経費等

人件費	892千円
物役費	34千円
機械損料	0千円
計	926千円
開設単価	1,705円/m

表二の開設単価として、人件費、機械損料が大きなウェイトを占めており、減価償却期間を過ぎており今回機械損料を計上しなかったことで、単価面での低コスト化が図られたといえますが、効率的な作業段取りや技術の向上により、更にコストダウンが可能と考えています。

(3) 実際の作業操作者からコメント

これまでの林道作設の作業手法とは異なり、現場にある表土や根株を上手に活用した手法は、完成後の維持管理面からも納得させられるもので、秋の雨天時にもほとんど土砂崩れ等見られませんでした。

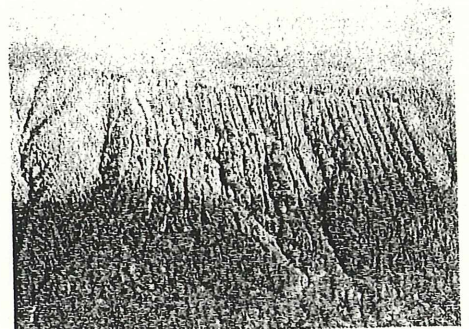
引き続き、この技術の習熟に努めていますが、オペレーターのための業務でないため一旦離れたりしていると技術的に向上しないので、オペレーターのための専門作業化が図れないか作業配置の検討が必要です。

高知県でも降雪があると聞いていますが、秋田県のような多雪地帯の場合は更に改良を加える必要があるのではないのでしょうか。

など、この作業道作設技術を積極的に実践し、さらに技術を高めようとする意欲を持ちながら、作業を実施する中で工夫・検討していきたいと考えています。

3 列状間伐の取り組みについて

これまでも、現地実演見学会やセンター通信等で取り組み状況について紹介していますが、設定・作業の進め方は簡単に、作業結果を主体に説明します。



低コスト作業道を活用した列状間伐箇所全景

(1) 現地状況について

場所	早口沢国有林2269に林小班内	面積	18.50ha
形態	製品生産事業 請負実行 【契約内容】 作業者：米代東部共同事業体 生産量：810m <sup>3</sup>	植栽年	S35年(43年生)
		平均傾斜	中
		斜面方位	西
		土壌	BD

(2) 今回の設定作業の進め方

等高線に直角に伐採列と残存列を交互に繰り返して設定する方法を基本形に、指定施業要件基準の見直しを受けて、「間伐の要領」の一部改正等で間伐率の上限を35%に設定することを念頭に、林分状況に応じて次の方法で設定しました。

- ① 林分全体を代表する箇所標準地(区域面積の2%以上)を設定し、間伐本数・間伐材積等の林分内容を把握しました。
- ② 峯筋から中腹部にかけて本数が多く、樹高が比較的低いことから、5m伐10m残として伐採列・残存幅を機械的に設定しました。
- ③ 中腹部から下方林道までは、初回間伐を実施していることから、7m伐14m残として伐採列・残存幅を機械的に設定しました。
- ④ 伐採列の選木については、生産請負箇所であることから、伐採列起点中央部の立木に表示テープを付し、目安表示をしました。
- ⑤ 作業道については、集材方法が上げ木又は下げ木となることや、今後の間伐の効率性も勘案して、峯部及び中腹部に作設しました。
- ⑥ 作業仕組みとして、伐倒・枝払いはチェーンソーで、集材をスイングヤーダ及びトラクタで、造材をプロセッサ及びグラップル・チェーンソー造材、林道等までの搬出を林内作業車で実施しました。

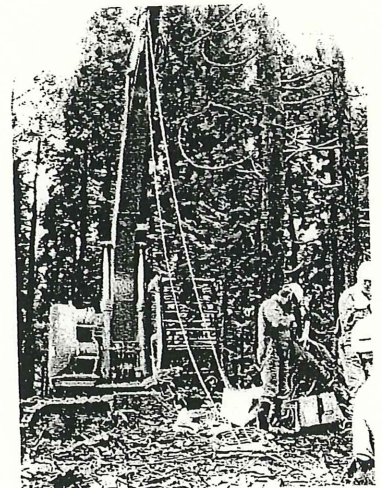
なお、先に述べた峯筋に作設した低コスト作業道はスイングヤーダによる集材、プロセッサによる造材等の高性能林業機械による作業や林内作業車による材の搬出に使用しました。

(写真-1)

(3) 伐採列に係る作業工程等について

まず、今回集材で使用した写真-1のスイングヤーダについて、若干説明をします。

スイングヤーダとは、油圧ショベルをベースマシンとしたタワーヤーダで、機能的にはタワーヤーダと同様ですが、引き上げてきた伐倒木を機体の旋回などにより仕分けを行ったり、機体の横でワイヤロープをはずすことができる特長があります。また、アームに取り付けた作業機によって別の作業を行うことが可能です。



秋田県におけるスイングヤーダの導入状況は、平成12年度末現在雄物川流域に



1台の導入であったものが、平成13年度末には子吉川流域に2台導入され、計3台となりました。タワーヤードに比べ汎用性と簡便性が高いため、13年度末の全国の台数は159台と増加率が約二割（平成12年度末134台）もあり、今後東北地方の森林施業の中でどう活用されていくかが課題となると考えています。

### ①伐倒・枝払作業

集造材作業方法として、当初グラップル及びチェーンソー造材で実行し、スギ梢端部まで枝払作業を実施しており、初回間伐等を実施していないため伐倒木本数が多く、伐倒作業より枝払作業に労力が費やされ、その分かかり増し傾向となったことが表-3でわかります。

作業途中から、効率的な集造材方法に見直し、グラップルで材をつかみ、枝払い、材の自動計測、チェーンソーで玉切りができるプロセッサに変更したことから、枝払作業の省力化が図られ、列状間伐の伐倒・枝払作業工程は請負の皆伐作業工程とほぼ同じ工程と考えられます。

(表-3) チェンソー伐倒作業工程表

伐採列幅	5m列幅	7m列幅
平均傾斜	23°	23°
1時間当り本数	7.5本	6.3本
平均単材積	0.16m <sup>3</sup>	0.22m <sup>3</sup>
1時間当り材積	1.18m <sup>3</sup>	1.40m <sup>3</sup>
1日当り材積A	7.10m <sup>3</sup>	8.37m <sup>3</sup>
1日当り請負工程B	9.11m <sup>3</sup>	10.49m <sup>3</sup>
比較検討(A/B)	0.78	0.80

### ②スイングヤード集材作業

5m列及び7m列の集材作業工程を比較してみましたが、一回当たりの所要時間はほぼ同じですが、表-4の上げ木集材において、傾斜、単材積がほぼ同じ条件下で、集材本数・材積は5m列の方が多く、効率的といえます。

(表-4) スイングヤード集材上げ木作業工程表

集材列幅	5m列幅	7m列幅
平均傾斜	27°	26°
1時間当り本数	21.3本	16.3本
平均単材積	0.17m <sup>3</sup>	0.15m <sup>3</sup>
1時間当り材積	3.58m <sup>3</sup>	2.38m <sup>3</sup>
1日当り材積	21.48m <sup>3</sup>	14.28m <sup>3</sup>
平均集材距離	108m	111m

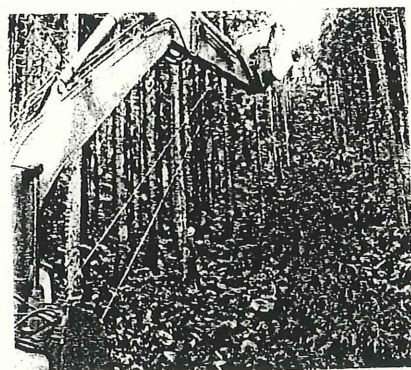
(表-5) スイングヤード集材下げ木作業工程表

集材列幅	5m列幅	7m列幅
平均傾斜	16°	18°
1時間当り本数	27.2本	30.3本
平均単材積	0.15m <sup>3</sup>	0.28m <sup>3</sup>
1時間当り材積	4.17m <sup>3</sup>	8.68m <sup>3</sup>
1日当り材積	25.02m <sup>3</sup>	52.08m <sup>3</sup>
平均集材距離	60m	46m

スイングヤード集材では、上げ木、下げ木のどちらが出材面で効率的かを比較検討してみましたが、表-4、5から引込み集材距離が最も大きな影響を及ぼしていると考えられますが、峯部及び中腹部の伐採列毎の林分状況が異なるなどの中で一定の方向を示すことは出来ませんでした。今回のように、集材に配慮して伐倒時に伐点を下げるなど工夫をした場合大きな差は生じませんが、実際操作等に携わった機械メーカーの話によると、スイングヤードは上げ木集材の方が効率的で、下げ木集材は伐根等に引っかかるケースがあり、上げ木集材に比べ手間がかかると言われています。

また、スイングヤードの利点として、張り替え移動が容易であることが挙げられ、一回の移動・張り替えに要した平均時間は、上げ木集材の場合110mスパンで30分から40分、下げ木集材の場合は50mスパンで20分から30分で、また作業に係る人員も運転手と荷掛手の2人作業で可能で、タワーヤードや簡易架線作業に比べても簡便ということがわかります。写真-2はその作業状況です。

(写真-2)



### ③造材作業及び材の運搬搬出

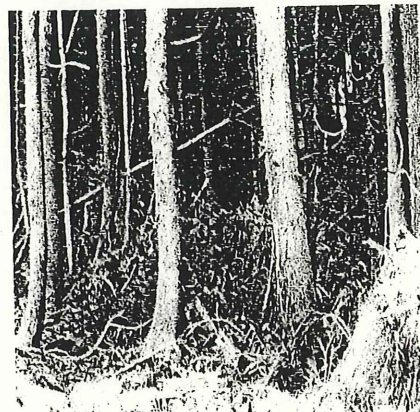
スイングヤードの横に材を上げ、当初グラップル、チェンソー造材による作業を実施してきましたが、小径で本数が多く手間がかかり、生産性が上がらないため、高性能林業機械のプロセッサ作業に切り替えましたが、予想したほど根曲材による作業ロスもなく、作業者も1名減で効率的な作業が図られたと言えます。なお、プロセッサ等の工期については、東北局の方に既存データがあり、新機種でもないことから今回データ把握しませんでした。

### (4) 残存木の損傷状況、安全性

各残存列の損傷の発生として、写真-3に示すように1列に1~2本スギ皮が剥げる等の軽微な損傷が確認されていますが、定性間伐に比べれば極めて少ないといえます。

また、伐倒時のかかり木等の発生状況ですが、立木密度が高い峯部の箇所では20本のうち1本程度の発生が見受けられていますが、中腹部の初回間伐実施済みの箇所においてはほとんど見られず、列状間伐は安全性が高いといえます。

(写真-3)



## 4 まとめ

低コスト作業道の作設にあたり、14年度施工した区間は、尾根筋で比較的地形がなだらかであり、沢等の横断で排水面を検討する箇所がなかったこともあり、初めての取り組みのわりには作業実行経過は順調であったと考えています。今後の課題として、簡易工作物の試行や、作業道完成後における多雪や土質等の維持管理へ及ぼす影響等を精査し、「多雪地における低コスト作業道作設技術」の確立に向けて取り組んでいきたいと考えています。

また、列状間伐の列等の設定にあたり、初めての試みであったこと、また列幅が均等になるように目安表示するためコンパス等の測量器具を使用したことから、林分調査に若干の労力を要しましたが、スイングヤードによる実際の集材作業は予想以上に効率的に短期間で終了し、列状間伐を取り入れた場合の作業能率の高さを実感したところです。今後の課題として、残存列の保残木の成長状況、林内の下層植生生育状況

の把握等を通じながら指標林としての整備を図り、情報発信等の普及に努めていくことと考えています。

今回間伐を確実に推進していくために、間伐材の搬出等の基幹となる作業道の低コスト化、効率的な間伐手法として考えられています列状間伐の導入、高性能林業機械を活用した作業仕組みの改善等による作業コスト削減を目指し、実施した一事例を紹介した訳ですが、高性能林業機械の導入とその技術の向上が最も重要な課題であると考えています。

# 機械化作業システムの確立

## －集材方式別作業工期調査－

森林技術センター

### 1 はじめに

近年、労働人口が年々減少し、とりわけ林業労働者の減少・高齢化、また、木材価格の低迷等が相俟って林業における労働生産性が低下していることから、基盤整備や高性能林業機械の導入・普及を推進し、生産性・生産コスト、安全性等の向上を図るため、地域に適合した作業システムの確立が緊急の課題とされています。

このような状況の下、当森林技術センターの人工林施業モデル団地で、高性能林業機械の実演会を実施する機会が得られたこと、また、当該実演地は複層林3号試験地設定予定地の带状区（3箇所）で、林況・作業条件等がほぼ同一なことから、同一条件下でのデータ収集が可能となるので、従来の架線系集材方式2とタワーヤードの3つの違った作業システムについて工期調査を実施したので、その結果について報告します。

### 2 調査地の概要

この調査地は、鷹巣営林署早口沢国有林内の「人工林施業モデル団地」で、平成10年度に複層林3号試験地設定予定地の带状区3箇所で、調査地及び架線の配置は図-1の示すとおりです。

また、調査地は、標高320m～370mの山腹に広がる平均傾斜12度、面積1.27haの比較的緩やかな44年生スギ林分です。林分立木の平均胸高直径32cm、平均樹高は19m、平均単木材積は0.68m<sup>3</sup>と比較的成育の良い林分であり、下層植生は比較的繁茂しており、林内作業を進める上でやや難がある状態でした。対象地内上端を幅員3.6mの林道に接しており、集材距離は200m～300mと恵まれた条件になっています。

(表-1)

### 調査地配置図

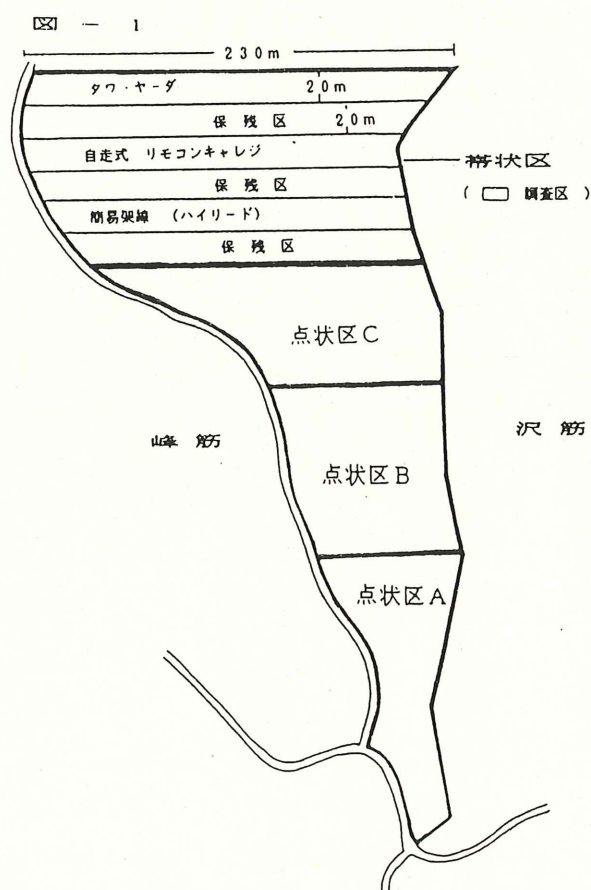


表-1 作業種別林分等状況

作業種別	自走式			備 考
	ハイリード	リモコンキャレジ	タワーヤーダ	
面積	0.40ha	0.41ha	0.46ha	標高：320m～370m 樹種：秋田スギ 林令：44年生
平均傾斜	12°	13°	11°	
本数	214本	163本	198本	
材積	132m³	122m³	137m³	
平均胸高直径	30cm	32cm	32cm	
平均樹高	19m	20m	19m	
1本当り材積	0.62m³	0.75m³	0.69m³	

### 3 作業システムと架線概要

システム構成に当たっては、使用できる機種が限られていることから、集材方式にポイントを置き同一作業条件下での工期が明確に把握できるように構成しました。

なお、作業システムは表-2に示すとおりです。

#### (1) 簡易架線（ハイリード方式）による集材作業

この調査地は、比較的緩斜地で集材距離が最大集材距離180m、平均集材距離100mでハイリード方式による上荷集材です。

作業システムは、架線高が低いことから集材機据付等と並行してチェーンソーによる先行伐倒を行い、ハイリード方式による全幹集材、グラップル

ルソーによる造材から構成され、4人（集材機運転、荷掛け、荷卸し、グラップルソー運転）により集材が進められました。

#### (2) 自走式リモコンキャレジによる集材作業

この調査地は、比較的急斜地であり、しかも土場が林道端に設置されており、土場手前約10m付近の傾斜が約22度を超える斜面のある最大集材距離190m、平均集材距離103mのリモコンキャレジによる上荷集材です。

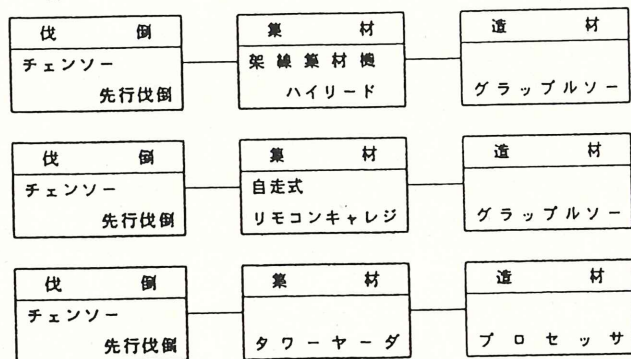
作業システムは、主索が低いことからこの架設等と並行してチェーンソーによる先行伐倒を行い、リモコンキャレジによる全幹集材、グラップルソーによる造材から構成され、3人（荷掛け、荷卸し、グラップルソー運転）により集材が進められました。

#### (3) タワーヤーダによる集材作業

この調査地は、比較的平坦で最大集材距離190m、平均集材距離110mとなっており、集材幅が20mと狭く、平均横取り距離は約8mと短く、上荷作業となっており比較的恵まれた条件のためタワーヤーダの作業地として適した現地でした。

作業システムは、チェーンソーによる先行伐倒、タワーヤーダによる全木集材、グラップル

表-2 作業システム



ルソーによる木扱い、プロセッサによる造材から構成され、4人（タワーヤード運転、荷掛け、グラップルソー運転、プロセッサ運転）により集材が進められました。

表-3-1 主要機械の主な仕様 (1)

集材方式	ハイリード	自走式 リモコンキャレジ	タワーヤード
機種	集材機 Y-28 EH	イワフジ BCR-08SP	イワフジ TY-U3
吊上荷重	1,820 kg	800 kg	2,200 kg
出力	50.5 ps	8.5 ps	61.5 ps
走行速度	115/分	80/分	105/分
操作	油 圧	リモコン	リモコン

表-3-2 主要機械の主な仕様 (2)

造材作業	グラップルソー	プロセッサ
機種	イワフジ GS-75FSA	イワフジ GP-35A
出力	55 ps	75 ps
旋回角度	360°	360°
鋸断直径	70 cm	53 cm
操作	油 圧	油 圧

#### 4 調査結果と作業システムの分析

##### (1) 調査結果

##### ア 伐倒作業

伐倒作業は、各システムとも架線方式で伐倒幅が20m、架線高が平均樹高より低い等から、チェーンソーによる先行伐倒を行った結果、作業量がハイリード及びリモコンキャレジ箇所がともに22m<sup>3</sup>/人日、タワーヤード箇所が36m<sup>3</sup>/人日となっており、全体としての作業量は25.5m<sup>3</sup>/人日と高くなっています。

なお、これらの作業時間には、集材作業を容易にするために行った2幹、3幹作業も含まれています。

##### イ 集材作業

##### (7) 簡易架線（ハイリード方式）による集材作業

ハイリードによる集材は、荷掛け、荷上索巻上げ、荷卸しに多くの時間を要していました。特に荷卸しは、土場が林道端に設置されていたことから土場まで全幹材が上がらず不安全であるため、傾斜面に着地させ、トラクタの補助を待たなければならない面もありました。

しかし、集材作業にかかった延べ日数及び延べ人数は、それぞれ5日、21人となっており、架設・撤去作業に延べ20人を要していますが、生産性は1.98m<sup>3</sup>/人日となっています。

##### (イ) 自走式リモコンキャレジによる集材作業

リモコンキャレジによる集材は、架線が低いこと及び土場手前約10m付近に急傾斜地があり、一部傾斜地に着地し半幹にすることもありました。

しかし、集材作業にかかった延べ日数及び延べ人数は、それぞれ6日、18人となっ

表-4 集材方式別条件表

作業種別	ハイリード	自走式 リモコンキャレジ	タワーヤード
集材スパン	264 m	230 m	200 m
平均集材距離	100 m	103 m	110 m
平均横取り距離	8 m	8 m	8 m
集材日数	5 日	6 日	4.5 日
集材量	100 m <sup>3</sup>	98 m <sup>3</sup>	108 m <sup>3</sup>
一日当り回数	19 回	37 回	33 回
一日当り平均集材量	20.0 m <sup>3</sup>	16.3 m <sup>3</sup>	24.0 m <sup>3</sup>

おり、架設・撤去作業に延べ11.5人よりかかっていないことから、生産性は2.45 m<sup>3</sup>/人日となっています。

(ウ) タワーヤードによる集材作業

タワーヤードによる架設・集材は、メーカーの直接指導によって行われました。実演会であったことから、正確な工期調査とはなりませんでしたが、集材作業にかかった延べ日数及び延べ人数は、それぞれ4.5日、18人となっており、架設・撤去作業に延べ9人を要しており、生産性は3.13 m<sup>3</sup>/人日となっています。

表-5 作業種別生産性

作業種別	ハイリード	自走式 リモコンキャレジ	タワーヤード	備考
(A) 集材量	100 m <sup>3</sup>	98 m <sup>3</sup>	108 m <sup>3</sup>	
伐倒	4.5 人	4.5 人	3 人	
集材	21 人	18 人	18 人	
造材	5 人	6 人	4.5 人	
副作業	20 人	11.5 人	9 人	機械据付け 架設・撤収
(B) 計	50.5 人	40 人	34.5 人	
生産性 (A/B)	1.98 m <sup>3</sup>	2.45 m <sup>3</sup>	3.13 m <sup>3</sup>	

(2) 結果の分析と今後の検討

ア 簡易架線の特徴としては、地曳集材が主体であるため地形に左右されやすく、スパンが長くなると索の張り上がりが悪く、材と地面の摩擦抵抗や伐根に当たるなど問題点も多いことから300m以下が望ましいと思われます。

イ 集材機を使用した架線系集材は、地形等の条件で決定され、その地形など諸条件に適した索張方式が可能かどうかで選択されることになるものと思われます。

ウ リモコンキャレジは、主索(18mm)にいわゆるリモコンキャレジを搭載したもので、作業索もなく、架線撤収に要する日数も2~3日程度であり、簡易架線集材に比較して効率的でしかも安全性に優れています。

エ タワーヤードは、従来の架線系集材に比べ架設人工数が、2分の1から3分の1に削減されていることから、架線の機動性を生かしたシステム作りが今後の作業改善の課題であると考えられます。

オ 今回は、比較的條件の整った下での調査であったわけですが、低い林道密度、急峻な地形を克服するために集材機を使用した架線系集材は今後とも必要とされる場面が多いと思われます。

カ 地域の実情に応じた高性能林業機械、あるいは、張替え作業の多い間伐集材等使用条件に合ったシステムとはどういうものなのか考えていく上で、現在行われている現場からノウハウをフィードバックしていくことも必要であると思われます。

5 おわりに

戦後の拡大造林等により植栽された人工林が現在育成途上にある中で、いかに間伐施業を効果的に実施するかが今後の林業の大きな課題となっています。

これを機会に、実践的な業務を通じて、今後とも更に作業システムの改善・間伐方法の工夫などに努め、地域に適合した合理的なシステムの確立に取り組んで参りたいと考えています。

# 秋田県の高性能林業機械保有台数

(平成15年3月31日現在)  
秋田県北秋田農林事務所資料による

【単位：台、%】

## 1. 年度別・流域別導入台数

流域別	H元	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	合計	構成比
米代川	1	0	(5) 1	(5) 2	3	3	5	3	(1) 0	3	4	5	4	7	(49) 41	46
雄物川	0	(1) 0	(2) 1	(1) 0	1	(4) 3	(6) 3	1	(7) 6	3	3	4	2	6	(41) 33	37
子吉川	0	(1) 0	(2) 0	1	(1) 0	0	1	(5) 3	(2) 1	0	(3) 2	(5) 4	3	0	(24) 15	17
計	1	(2) 0	(9) 2	(7) 3	(5) 4	(7) 6	(12) 9	(9) 7	(10) 7	6	(10) 9	(14) 13	9	13	(114) 89	100

(注) 流域別の ( ) 内導入後、廃棄された台数を含む数値。「計」欄の数値は現在保有されている台数。

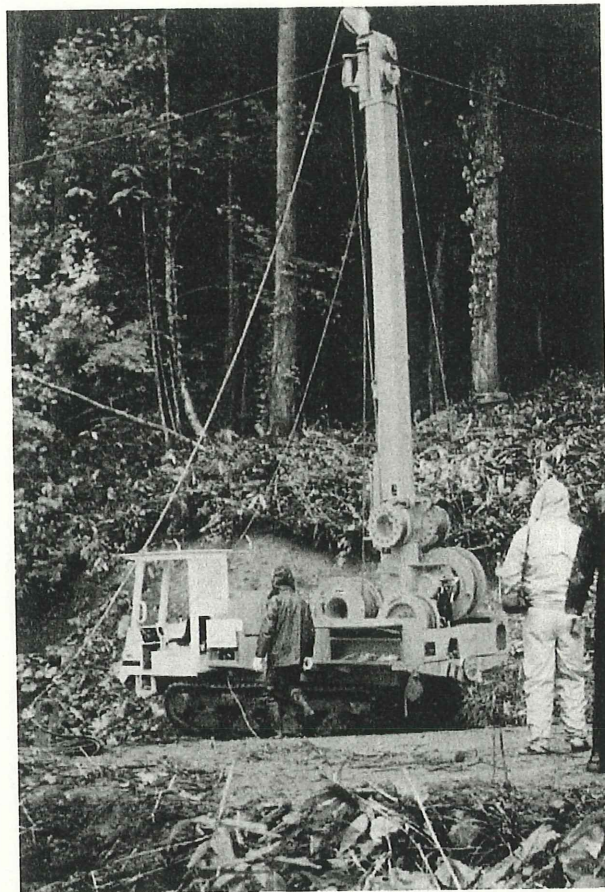
## 2. 流域別・機種別導入台数

流域別	プロセッサ	ハーベスタ	フォワーダ	タワヤーダ	スイングヤーダ	合計	機種別集計	構成比
米代川	(29) 25	3	(13) 10	(4) 3	0	(49) 41	プロセッサ	42
雄物川	(12) 9	(12) 11	(14) 10	2	1	(41) 33	ハーベスタ	22
子吉川	(6) 3	(7) 6	(8) 4	1	(2) 1	(24) 15	フォワーダ	27
計	(47) 37	(22) 20	(35) 24	(7) 6	(3) 2	(114) 89	タワヤーダ	9

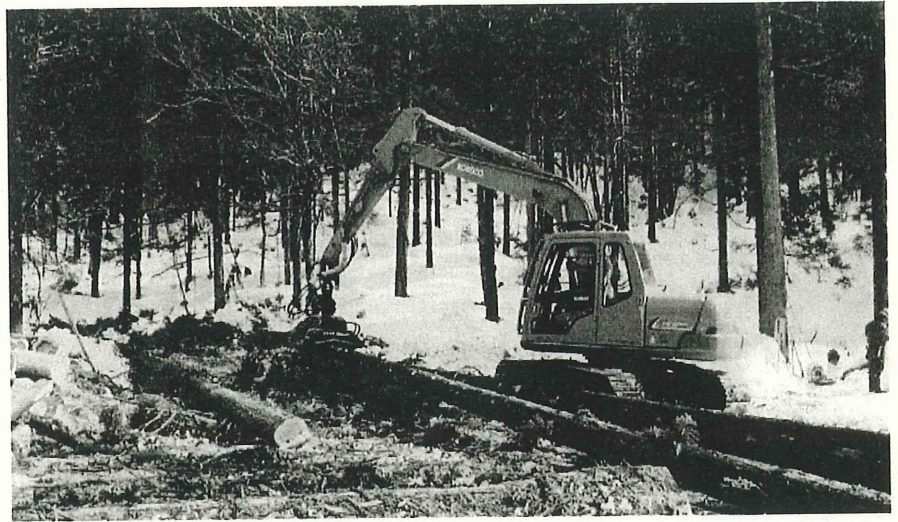
(注) ( ) 内数値は導入後、廃棄された台数を含む数値。機種別構成比はタワヤーダにスイングヤーダを含む。



タワーヤーダ  
(イワフジ TY-U3)



グラップルソー  
(イワフジ HD 250V2)



プロセッサによる枝払い、造材  
(シングウ CP-450G)



自走式・リモコンキャレジ集材  
(イワフジ BCR-08SP)



スイングヤーダによる列状間伐集材作業



スイングヤーダとプロセッサによる作業