

ハーベスタとフォワーダによる間伐材搬出作業システム

小林 洋司*・岩岡 正博*・仁多見俊夫**

Thinning System with Harvester and Forwarder

Hiroshi KOBAYASHI, Masahiro IWAOKA and Toshio NITAMI

I. はじめに

わが国では、林業機械の発展に関して、小型化、軽量化、低振動化など部分的な改良は進んでいるものの、伐出に関する作業システムは、昭和30年代に導入されたチェーンソーによる伐倒、枝払い、造材、トラクタまたは集材機による搬出という体系が依然として主流を占め、基本的にはほとんど進化していない。

このため、機械化の進んでいる欧米の林業と比較して、生産性が北欧の3分の1、北米の5分の1程度となっており¹⁾、この結果として生産コストが割高となり、外材との競争が弱体化しているのみならず、人力作業が主体となっていることから他産業と比較して労働災害が多発している一因ともなっている²⁾。一方現実の山村では人手不足も加わり、植林、下刈といった造林作業はもとより間伐などの進展も遅れているのが現状である。このような原因でわが国の森林の荒廃は進み、4割を占める人工林でさえもその健全な森林として危ぶまれている。人工林を有効に活用し、林業を活性化しない限り健全な森林の整備はありえない。

上述の問題を解決するためには、生産性の高い機械化が必至の状況である。本研究の目的として、欧米諸国で成果をあげている高性能機械（ハーベスタ、フォワーダ、フェラーバンチャ、グラップルスキッド、プロセッサなど）について、わが国の地況、林況、樹種などとの実施検証を行うとともに、森林施業計画に対応した作業システムの確立を図り、安全で高効率な素材生産を推進することを目的とする。

なお、本調査は林野庁の委託によって全国素材生産協同組合連合会を通して行ったものである。また、現地試験事業の実施は、坂本木材株式会社がいき、現地調査には、城地 明専務（札幌製品協）、江尻義則専務（北海道素生連）の協力を得た。協力を得た関係の方々に謝意を表する。

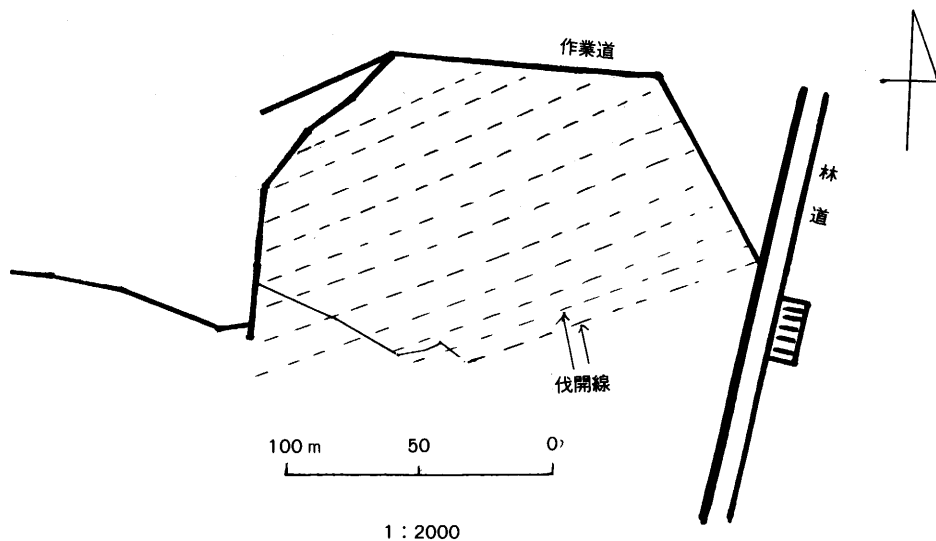
II. 試験事業の概要

1. 試験地の概要

試験事業は平成2年、3年に実行し、本報告の対象とする調査実施期間は、平成3年10月14日から11月25日である。実施箇所は、札幌営林局恵庭営林署恵庭事業区457ろ、は小班、18.50 haである。樹種はトドマツの人工林で、昭和39年植栽、27年生で、4列植え、3mの空間を空ける四条植えである。対象地の全立木蓄積は3,208 m³ (173 m³/ha)、全本数27,750本

* 東京大学農学部林学科
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

** 東京大学農学部附属演習林研究部
Research Division of The University Forests, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.



1 : 2000

図-1 試験地の概要。

Fig. 1. Test thinning area.

(1,500 本/ha), 1 本当たりの材積は 0.11 m^3 ($0.02 \sim 0.52 \text{ m}^3$), 胸高直径 14 cm ($6 \sim 28 \text{ cm}$), 樹高 11 m ($5 \sim 17 \text{ m}$) である。伐採量は 903.46 m^3 (28%), 8,012 本 (29%) である。伐採方法は四条植えの左の第 1 列を伐採する列状間伐である。

標高は 300~400 m, 平均地形傾斜は, 2~10 度の緩傾斜であり, 傾斜方向は NE の火山灰を主成分とする Bd 型の土壌である。植生は 1~1.5 m の雑草と天然のダケカンバ, マカンバなどの樹高 2~4 m の広葉樹が見られる。雨量は年平均 1,622 mm である (図-1)。

2. 使用機械の機能と特徴

使用機械は, 協同組合方式によって購入し, 借用して行ったものである。ハーベスタが国産のエクスカベータ (H 社 EX120) をベースマシンとし, ヘッドは, スウェーデン製の V 社 935 型, アームが同じく 996 型, テレスコピックタイプの最大延長 9.6 m の延長が可能で, 最大径 35 cm まで伐倒, 造材が可能であり, 購入費 3750 万円である。フォワーダは, 国産の O 社製, RMF-6WD, 全重量 13 t の 6 輪駆動の大型のフォワーダであり, グラップルローダを装備している。登坂力最大 37 度, 積載量 5 t, 走行速度 30 km/h, グラップルを備えている。運転席はキャビンを装備している。購入費 1250 万円, 平成 3 年に, 改造費 450 万円をかけている。平成 3 年に改良をした主な点は, キャビンを大きくして椅子の回転をスムーズにできるようにし, 最大出力を 125 馬力エンジンに大きくした。ローダクレーンについては, ジョイスティックによる操作レバーとし, ブーム伸縮を 2 段にして最大ブーム長を 1.7 m 延ばし, 7.20 m にした。使用機械の主要諸元を表-1, 2 に写真を図-2, 3 にあげる。

3. 作業者および作業班の編成

作業班は, ハーベスタとフォワーダの運転手各 1 人と現場代理人の 3 人によって行われている。いずれのオペレータもどちらの機種も運転することができ, ハーベスタのオペレータは, 43

表-1 ハーベスタの仕様
Table 1. Specification of Harvester

項	目	
	総重量	12,440 kg
	ベースマシン機種名	EX-120
	エンジン出力	85/2,200 ps/rpm
	走行速度	3.4~4.4 km/h
	最大登坂角度	27度
	作業上の最大登坂角度	20度
主要寸法	全長	5,750 mm
	全幅	2,500 mm
	全高	3,700 mm
足廻り	足廻りの型	履帯式
	履帯幅	510 mm
	接地圧	0.40 kg/cm ²
ヘッド	ヘッドの機構	シングルグリップ式
	ヘッドの取付け方式	吊り下げ
	カッターの型	3個可動ナイフ型
	最大鋸断径	35 cm
	最大枝払径	6 cm
	最大玉切材長	9.99 m
	材長選択数	9点
	持上力	500 kg
	アームの型(伸縮, 屈曲)	伸縮
	アーム長	9,650 mm

表-2 フォワーダの仕様
Table 2. Specification of Forwarder

寸法	全長	7,900
	キャビン内法	縦 1,180 横 1,430
	荷台長	3,600+延長荷台 700
エンジン	名称	4BG1
	型式	4サイクル水冷頭上カム軸式直列4気筒ディーゼル
	排気量	4,329 cc
	最大出力	125 ps/3,600
	タンク容量	50 l×2=100 l
	ウインチ	取り外し
ローダクレーン	名称	グラップル ローダ
	型式	FMV360/B4
	最大ブーム長	7,200
	ブーム伸縮	二段
	吊り上げ能力	400 kg/6.5 m
	操作方法	ジョイスティック



図-2 ハーベスタによる伐倒作業.
Fig. 2. Felling by Harvester.



図-3 フォーワードによる集材作業.
Fig. 3. Yarding by Forwarder.

歳の専業、林業作業経験 21 年、ハーベスタ経験 1 年 10 カ月である。そのほか 6 種類の特殊運転免許を持ち、技量は優秀であるとみなせる。フォワーダのオペレータは、年齢 25 歳、運転歴 1 年 4 カ月である。両者とも雇用形態は月給制である。世話役は主に全体の作業の流れの調整、ハーベスタの交換用のチェーンソーの歯の研磨、作業の円滑な遂行のための目印をつけたり、ハーベスタでは無理な作業、例えば広葉樹の枝払い、大径材の玉切り、などをチェーンソーによって行っている。チームの中心的な人である。

4. 作業仕組み

伐倒造材はハーベスタによっておこなわれる。この場合、状況によって作業方法が 3 種類になる。すなわち a. 伐倒、枝払い、玉切りを連続的に行う。b. 伐倒を 2~3 本行いその後に枝払い玉切りを行う。c. 伐倒、枝払い、玉切りの各作業を別々に行う。いずれにしてもこの現場ではパルプ材と用材の仕分けをハーベスタのオペレータが行っていた。

フォワーダによる集材作業は、伐倒作業が終了したところから行う。この場合ハーベスタによって既にパンチングされているので、比較的簡単にグラップルによって積み込むことが出来る。運搬については、地形が平坦なためスムーズに行うことができた。林道端に棚に積み卸し、1 サイクルが終了する。

III. 作業実行結果

本作業は、2 年目に当り高性能林業機械はスムーズに稼働した。その原因として考えられるのは、第 1 に作業経験による技量の向上によること、特にフォワーダの向上が著しいようであった。第 2 にフォワーダのキャビンの改良と座席の回転についての改良によって積み込み作業の作業速度に改善がみられた。第 3 にハーベスタの技量の向上によってチェーンソーの案内バーの折れ曲がりという故障がなくなった。そのほか作業条件としても 4 条植えの列状間伐であり、機械の移動作業動作に障害物がなく容易であったものと考えられる。

実行は、トドマツの 4 条植えの 1 抜残の列状間伐である。全体面積は 18.50 ha、伐採立木材積 903.46 m³、山土場生産量は 768 m³（一般材 503 m³、パルプ材 265 m³）である。ハーベスタは全体で 34 日、177 時間 35 分、34 人日、平均 5 時間 22 分/日であった。生産量は、22.588 m³/台日、4.325 m³/h であった。

フォワーダは稼働日数 22 日、97 時間 5 分、22 人日であった。平均 4 時間 25 分/日、34.909 m³/台日、7.911 m³/h であった。

日報による実働作業時間は、修理、天候による障害などによってまちまちであるが、これを一日実働 6 時間として換算した機械当りの工期の平均は、ハーベスタが、25.95 m³/日、フォワーダは、47.45 m³/日である。

IV. 作業時間観測結果

2 日にわたり観測をした詳細な結果について分析する。

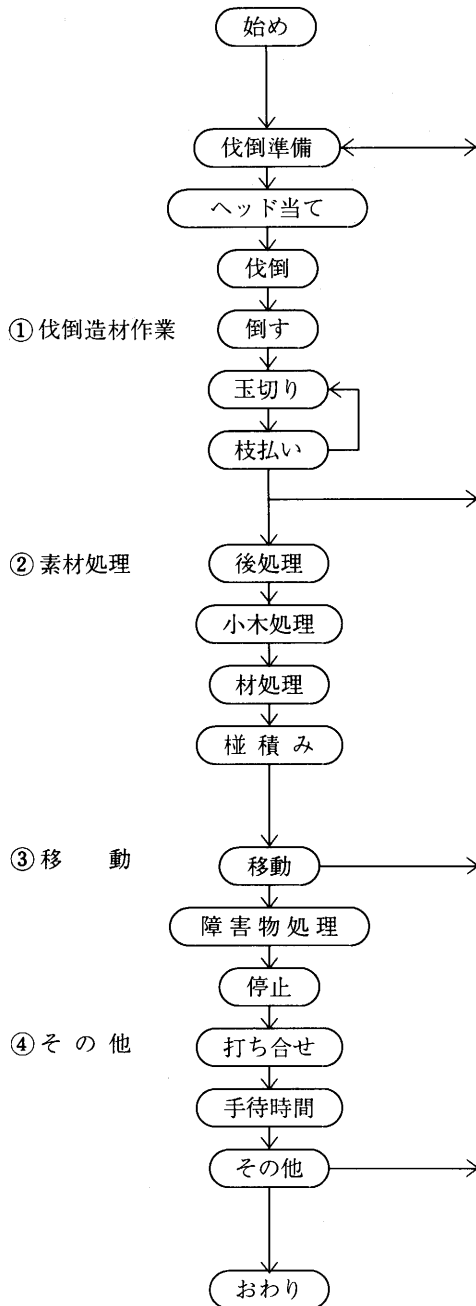


表-3 ハーベスタ作業の要素作業時間

Table 3. Operation time of Harvester

総拘束時間		13時間03分32秒		
要素作業時間				
要素作業名	作業時間		平均時間	
	時間	分	秒	
伐倒準備	00	06	20	00:00:25
ヘッド当て	00	13	47	00:00:10
伐倒	01	06	03	00:00:12
倒す	00	04	50	00:00:09
玉切り	02	13	10	00:00:08
枝払い	00	00	41	00:00:07
枝払いおよび玉切り	00	02	38	00:00:26
玉切りおよび後処理	00	43	29	00:00:26
後処理	00	02	35	00:00:16
小木処理	00	29	55	00:00:30
材整理	00	14	59	00:00:36
玉切りおよび伐倒	00	00	24	00:00:24
合わせ切り	00	05	05	00:00:23
引抜き	00	01	17	00:00:15
桧積み	00	00	06	00:00:06
つかみ直し	00	01	27	00:00:12
移動	01	19	20	00:00:18
障害物処理	00	04	20	00:00:20
停止	00	15	26	00:00:10
打ち合せ	00	14	01	00:04:40
手待ち時間	00	01	06	00:00:17
その他	00	20	08	00:01:50
メンテナンス	01	17	07	00:15:25
エンジストップ	00	09	26	00:01:34
エンジンスタート	00	10	12	00:02:33
作業中断	03	45	40	03:45:40
作業終了				00:00:00

図-4 ハーベスタによる造材作業の流れ。

Fig. 4. Flow chart of log-making by Harvester.

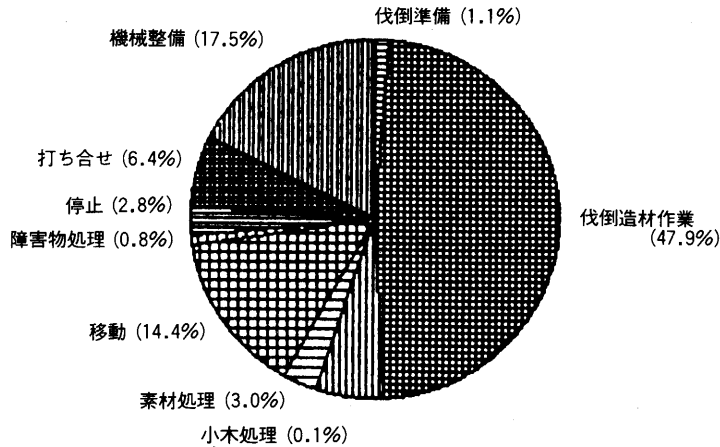


図-5 ハーベスタ作業時間の割合.

Fig. 5. Proportion of operation time of Harvester.

1. ハーベスタについて

1) サイクルの流れ

ハーベスタの主な作業の流れは図-4 のようである。トドマツの 27 年生であったが、広葉樹も混入しているので材の種類としては、用材とパルプ材の 4 種類に分けることになった。この仕訳をハーベスタで行うためにその作業も何種類かの動きになっている。すなわち、用材とパルプ材は別に分けて伐倒し、バンチングをする。広葉樹の場合は針葉樹より大径の材が多く時に玉切りも困難となりこの場合には補助者がチェーンソーによって行った。

作業を大きく分けると ①伐倒造材作業、②素材処理、③移動、④そのほかに分けられる。更に詳細に分けると、伐倒造材作業については、まず行うのが伐倒木の周囲のぼさを片付けたり、障害となる小木を伐倒する伐倒準備があり、ハーベスタのヘッドを伐倒木に当てる。次に行うのがチェーンソーを作動させ伐倒し、手前にヘッドを引き寄せ倒す。このときにほぼ同時に玉切りの準備と枝払いを行う。玉切りは材の用途によって長さが異なる。玉切りの回数だけ行う。次の素材処理は、伐倒木の梢端、枝などの後片付けを行う。伐倒木は、用材別にバンチングされる。ブームの届く範囲の材を処理した後に移動する。その途中には立木の障害となっている木の伐倒、列間に横たわる倒木を除いたりする障害物処理がある。

2) 要素時間とその割合

ハーベスタによる伐倒作業の拘束時間に対する要素作業の時間を上げたのが表-3、図-5 である。伐倒準備作業、小木整理時間、材整理時間といった付帯作業的要素時間に多くとられており、伐倒、玉切り、枝払いの主作業時間はさほど大きくはない。これは図-5 に示す円グラフによっても分かる。また機械整備の割合が 17.5% になっているが、今回の調査期間の間に、ヘッド部の枝払いを行うアームの付け根の溶接がはがれたことによる突発的に生じた故障修理の時間を含めているためである。内容はしたがってこの場合は主体作業が 47.9% に低くなっている。この故障修理時間を除いた結果は、主体作業が 58% になる。機械整備は、そのほか始業点検、チェーンソーの交換などの作業を含む。移動時間も 14.4% とかなりの割合を占めている。今回は間伐作業であ

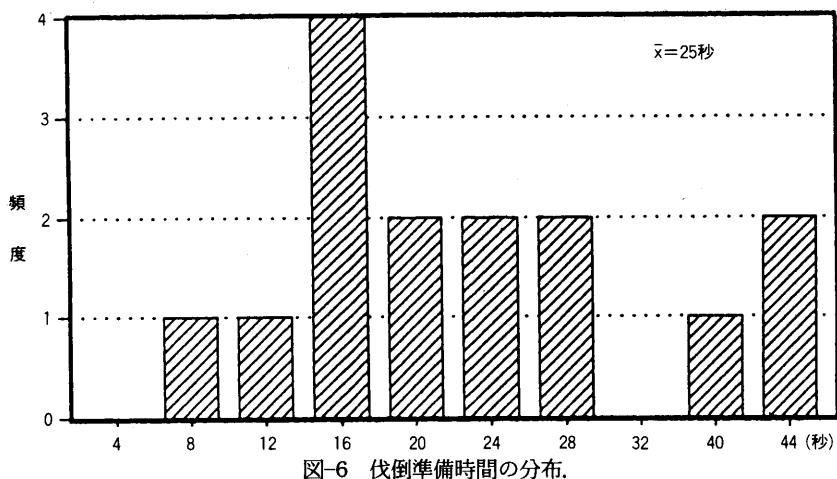


図-6 伐倒準備時間の分布.

Fig. 6. Distribution of preparation time of Harvester felling.

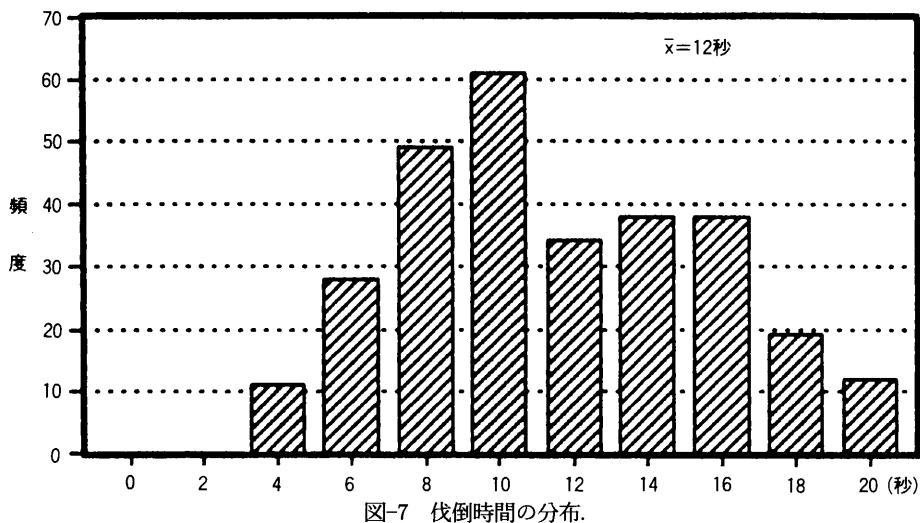


図-7 伐倒時間の分布.

Fig. 7. Distribution of operation time of Harvester felling.

り、支障となる小木の整理といった間伐の作業としてなくてはならない作業が含まれている。打ち合せは現場代理人との打ち合せであり、列間の確認、伐倒木の確認などである。

3) 要素時間の分析結果

表-3の各要素時間の1サイクル当りの平均時間を見ると、主作業のうちでは材整理が最も多く36秒、枝払い玉切りが26秒、以下伐倒準備、移動、障害物処理などの時間が多い。各要素作業の分布を示したのが図-6~9のヒストグラムである。伐倒準備時間は16秒が最も頻度が高く、最大44秒までとなっている。伐倒時間は10秒区間が最も頻度が高く、平均は12秒であった。1本の玉切りは平均8秒で済んでいる。図-9に示したように各サイクルの総合時間の分布は、平

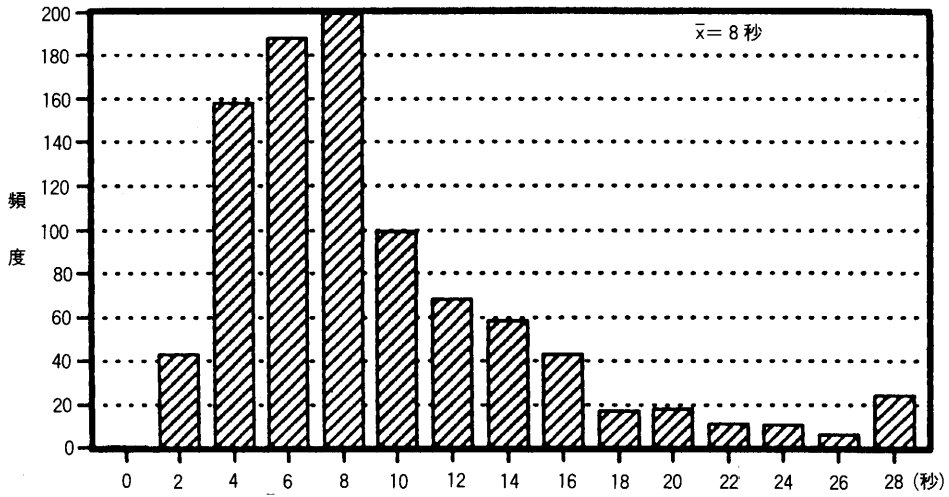


図-8 玉切り時間の分布.

Fig. 8. Distribution of bucking time of Harvester.

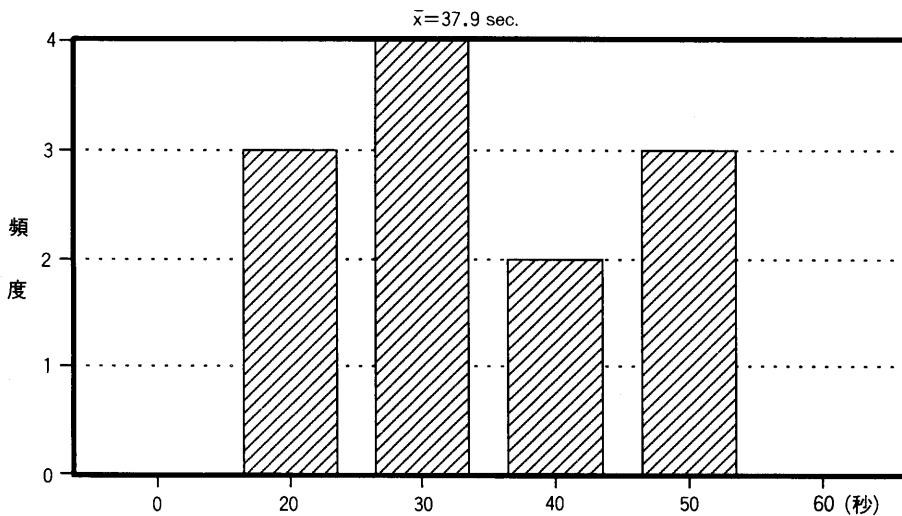


図-9 ハーベスタ作業のサイクルタイムの分布.

Fig. 9. Distribution of cycle time of Harvester operation.

均 37.9 秒前後で行われていた。

2. フォワーダ

1) サイクルの流れ

図-10 はフォワーダの作業の流れを示したものである。フォワーダの作業は、ハーベスタの作業が終了したところから行い、材の種類別に集材していた。すなわち林道端の土場を出発し(移動)、時には方向変換のための切り返しをし、ハーベスタの作業を行った列間に入り集材を開

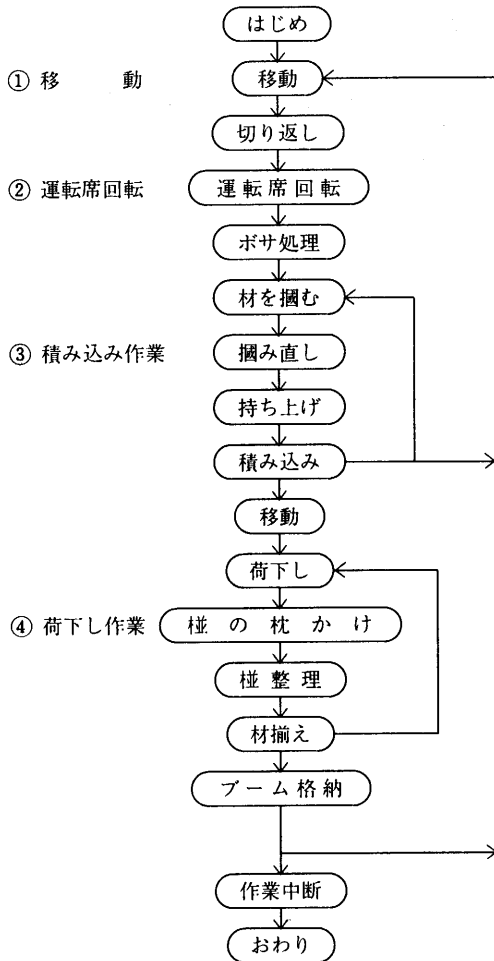


図-10 フォーワーダによる作業時間の流れ。
Fig. 10. Flow chart of yarding of Forwarder.

始する。まず運転席を後方に回転する。時として障害となっている“ぼさ”を処理し、材を掴む。何本かを纏めるために掴み直しをする。材を持ち上げ、荷台へ積む。別の材を掴む。次の材の位置へ移動する。以下繰り返す。この間に材のあるところで停車し、座席を回転する。グラップルによって材を引き寄せ、時には揃えて掴み、荷台に積み込む。1カ所1~2度ぐらい行う。そして座席を回転させ移動、停止を繰り返す。材がほぼ荷台にいっぱいになった時にまた土場まで引き返し（移動）、材を卸す。このときには材は用途別に4種類に分けてはい積みすることになる。はいを揃え、材を揃え、荷を空にする。ブームを格納し、集材地点まで引き返す（移動）。全体の作業を大きく分けると移動、運転席回転、積み込み作業、荷下し作業になる。

2) 全体の作業時間

作業中断を含めた拘束時間全体に対する時間と割合を示したのが表-4、図-11である。当然の

表-4 フォーワーダの要素作業時間
Table 4. Operation time of Forwarder

総拘束時間 07時間 56分 39秒		
要素作業時間		
要素作業名	作業時間	平均時間
	時間 分 秒	時間 分 秒
移動	02:31:55	00:00:53
そのほか	00:02:14	00:00:19
切り返し	00:03:29	00:00:21
運転席回転	00:31:06	00:00:06
グラップル作業	00:01:19	00:00:08
材をつかむ	00:49:46	00:00:12
つかみ直し	00:02:15	00:00:10
積み込み	00:47:12	00:00:12
持ち上げ	00:36:45	00:00:09
荷卸し	00:48:57	00:00:17
桧の枕かけ	00:04:12	00:00:32
桧整理	00:12:34	00:00:16
ブーム格納	00:02:20	00:00:11
材そろえ	00:02:20	00:00:16
ボサ処理	00:02:48	00:00:17
荷台への積み直し	00:00:07	00:00:07
作業中断	01:17:20	01:17:20

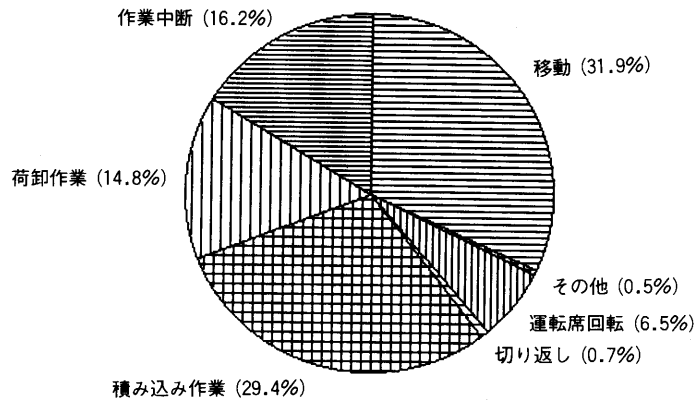


図-11 フォワーダ作業の時間割合。

Fig. 11. Proportion of operation time of Forwarder.

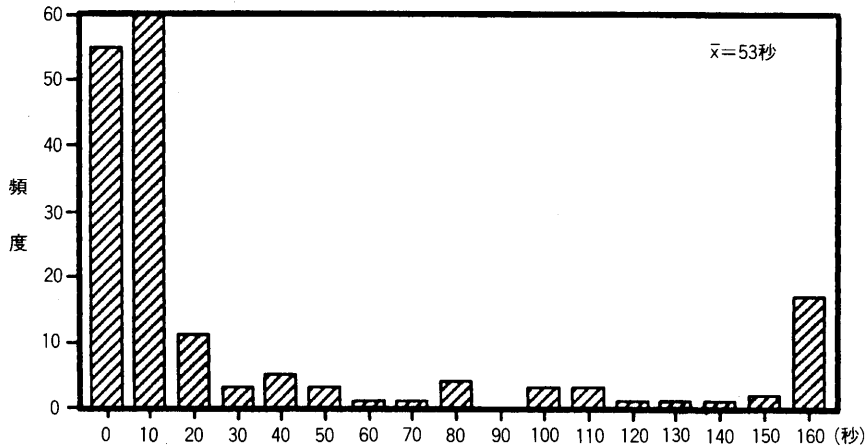


図-12 フォワーダの移動時間分布。

Fig. 12. Distribution of Forwarder moving time.

ことながら移動時間が最も多くかかり、次が積み込み時間である。その次が土場における荷卸、はいの整理等の時間である。移動(31.9%)、積み込み(29.4%)、荷卸(14.8%)の3つの作業によって76.1%を占め、能率的な作業を行っていることが分かる。移動時間については、林道、作業道の配置の仕方と土場位置によって異なってくる。土場における時間の節約については、荷卸しの作業の改善によっては短縮できるものと考えられる。1サイクル当たりの平均時間を見ると、多いものから移動、はいの枕掛け、切り返し、ばさ処理と続いている。

3) 要素時間の分析結果

各作業時間の分布を見たのが図-12~17のヒストグラムである。移動時間分布は10秒が最も頻度が高いが、平均値は53秒である(図-12)。これは積み込むために頻りに停止し移動することからこのような結果になったと考えられる。切り返し時間は12秒が最も頻度が高く、その平均は21秒である(表-4)。このことは、方向変換の場合に時間がかかることを示している。これは列間の配置によって改善されよう。運転席回転時間分布は今回改善され、平均が6秒と短く

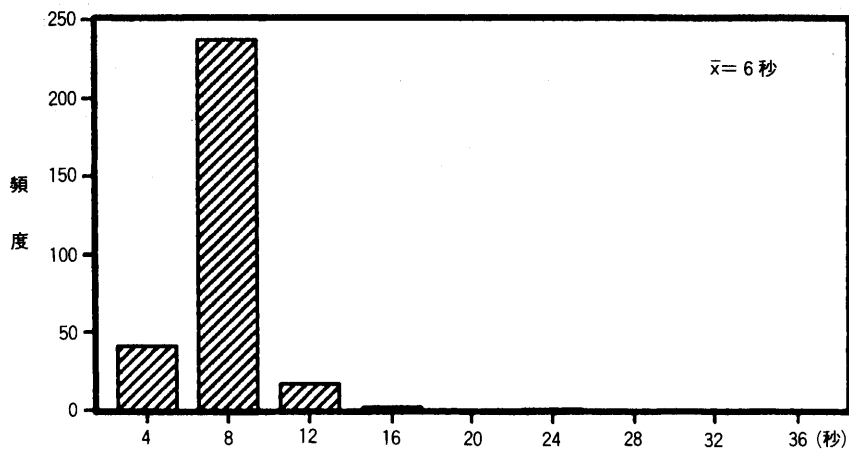


図-13 フォーワードラの運転席回転時間の分布.

Fig. 13. Distribution of time of driving sheet rotation of Forwarder.

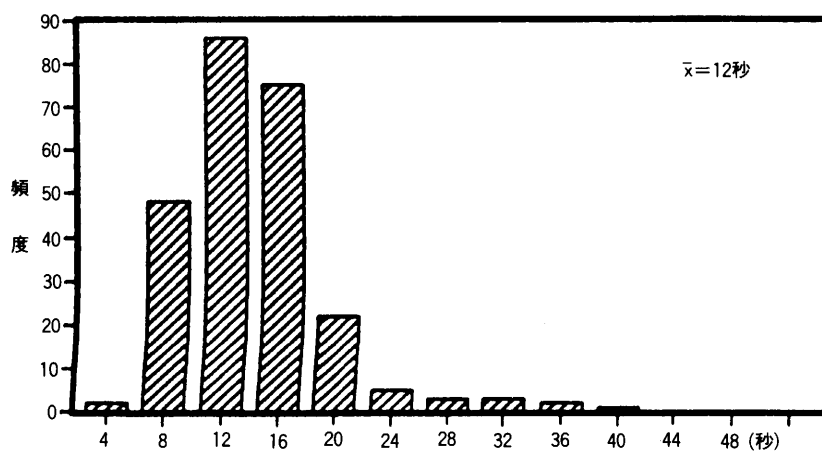


図-14 フォーワードラの材摺り作業時間分布.

Fig. 14. Distribution of grappling time of Forwarder.

なっている。しかし作業からみると積み込むたびに、回転するというのは合理的でなく後方を向いたまま車両を移動できる様に改良すれば更に能率が上がる。

材の摺り時間、積み込み時間の平均は、それぞれ12秒である(図-14, 15)。図-16 荷卸し時間の分布は、比較的短い。

図-17 は桟整理時間の分布で、平均時間は16秒になった。

3. ハーベスタとフォーワードラの組合せ

以上、ハーベスタ、フォーワードラを個別にみてきたが、本作業はハーベスタとフォーワードラの組合わせた作業であり、作業仕組みとしての評価が必要となる。

まずハーベスタの作業が先行しなければならない。その後に、フォーワードラによる集材となる。今回の作業状況で、ハーベスタは、材の仕分けまでをやり幾分フォーワードラより負担が大きく作

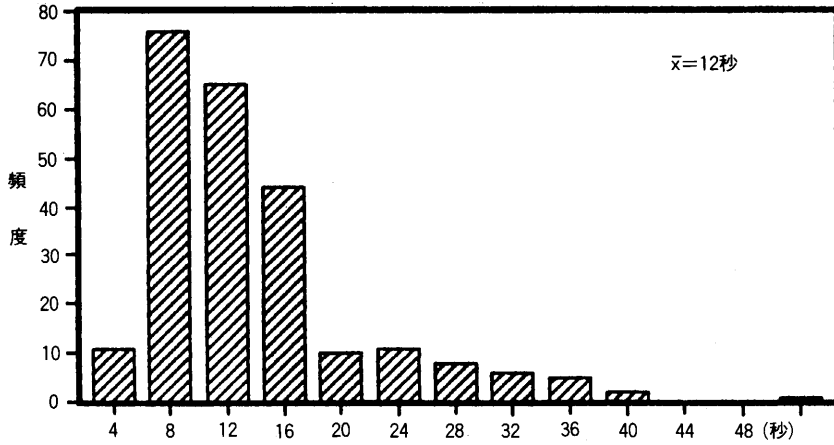


図-15 フォワーダの積み込み時間分布.

Fig. 15. Distribution of loading time of Forwarder.

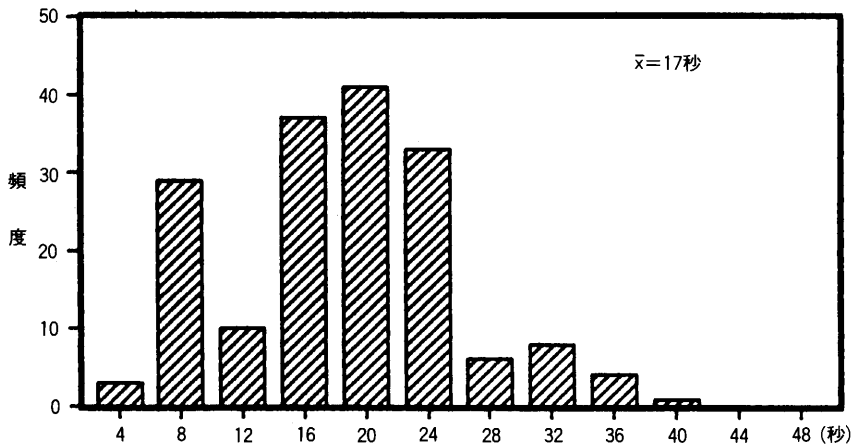


図-16 フォワーダの荷卸時間の分布.

Fig. 16. Distribution of unloading time of Forwarder.

業工程も 1.5 倍の開きがある。今回はフォワーダの集材距離が平均 100 m ぐらいであり、地形も 10 度以下の平坦地のためにフォワーダの走行状態もよい結果からきたと考えられる。言い替えばハーベスタの作業は、もっと広範囲に行うことができる。フォワーダの集材距離を更に長くしてもハーベスタとのバランスをとることができる。

VI. 今後における本作業の改善点

1. 高性能林業機械化作業による搬出作業

ハーベスタとフォワーダの組合せによる作業も 2 年目の作業である。本年度の調査結果から考えられることは、オペレータの技量の向上である。例えば、機械に対する扱い方の向上によってより機械を有効に操作できるようになったことである。伐倒時のチェーンソーのバーを引き抜くタイミングの問題の解決によってバー損傷が無くなったこと、ヘッドの扱い方の向上などであ

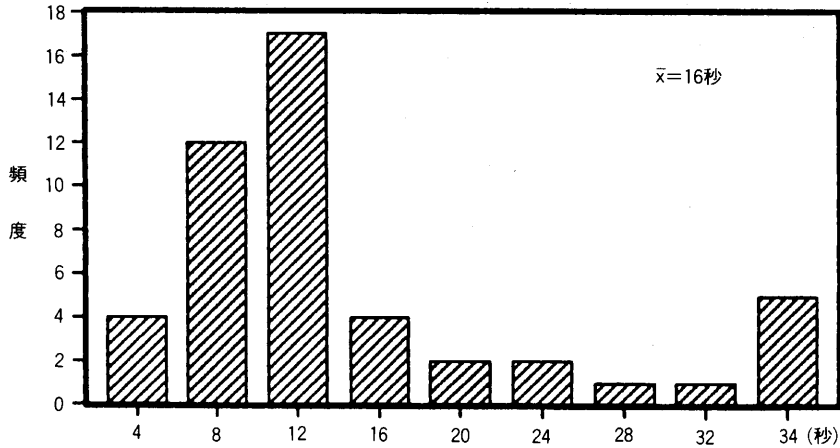


図-17 フォーワードによる極整理時間の分布.

Fig. 17. Distribution of piling time of Forwarder.

表-5 ハーベスタとフォーワードによる間伐作業の功程結果

Table 5. Productivity of thinning with Harvester and Forwarder

項 目	平成3年度		平成2年度		平成3年度(豊平)	
	ハーベスタ	フォーワード	ハーベスタ	フォーワード	ハーベスタ	フォーワード
施 業 法	列状間伐(4条, トドマツ)		定性間伐(カラマツ)		皆伐(カラマツ)	
全日数(日)	34	22				
全時間数(時)	177時間35分	97時間5分				
平 均	5時間22分/日	4時間25分				
生 産 性 (m ³ /日)	22.59	34.91	11.0	13.0	55.7	58.3
(m ³ /時)	4.3	7.9			7.2	8.2
6時間換算値	25.8 m ³ /日	47.4	12.4	24.2	43.1	49.2

る。

高性能林業機械の導入によって、特に間伐に於いては、人によって入れないブッシュの中も安全に侵入でき、間伐も可能になり間伐作業に有効である。そのほか今後の改善点として以下オペレータの意見などを上げると、①キャビンからの視界が幾分悪い。特に上方の視界の確保がほしい。②キャビンのチルト方式がほしい。③側方の滑り防止機構が必要。などであった。

2. 作業功程について

以上の調査に基づいて作業功程について考察をする。著者らの行った平成2年の調査結果を含め³⁾、まとめたのが表-5である。本年に於ける列状間伐、皆伐、昨年の定性間伐と同じ機械を用いても森林の施業法によって作業功程の結果にかなりの差があることが分かる。実働時間6時間換算の作業功程としてハーベスタが12~43 m³/日、フォーワードは24~49 m³/日であった。

なお、ヘッド当てから伐倒玉切りまでの正味のサイクルタイムを抽出したのが、図-9である。この値と図-5の造材の占める率(47.9%)を利用して6時間当りの換算功程を算出すると以下のようになる。



図-18 ハーベスタの作業前の状況.

Fig. 18. Forest before Harvester operation.



図-19 ハーベスタによる間伐作業後.

Fig. 19. Forest after Harvester operation.

サイクルタイム 37.9 秒, 造材作業率 (47.9%) とし, $(6 \text{ 時間} \times 3600 \text{ 秒} \times 0.479) / 37.9 \text{ 秒} \times 0.11 \text{ m}^3/\text{本} = 30.03 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。

幾分高目であるがほぼ実測値に近い結果となった。なお 0.11 は 1 本当りの立木材積である。

VIII. お わ り に

本報告は, 1991 年と 1992 年の 2 年にわたる調査に基づいたものである。本試験の対象である機種, ハーベスタとフォワーダの高性能林業機械の組合せとして, 作業工程の点で従来の方式に比べ飛躍的に向上しているといえる。また今回の調査地の林内は初めての間伐であり, 広葉樹の混入が多かったが, ハーベスタによる間伐によって林内は整備され今後のトドマツ林分として立派な林となることが期待される (図-18, 19)。

今後この事業を遂行するに当たって, 条件の合う林地がどのぐらいあるか, 高性能林業機械作業にあった国有林等の立木処分のあり方の調査研究を必要としよう。わが国に高性能林業機械が導入されまだ 5 年ぐらいであるが, 本調査結果から徐々にではあるがこの機械作業が定着しつつあることが分かった。更に, 林業の活性化のために関係者の努力を期待する。

要 旨

わが国の林業の厳しい状況に対する対策として, 高性能林業機械の普及も進み, 全国で 300 台を越えている。今回はそのなかで北海道の緩傾斜地における間伐作業における作業仕組みとして評価の高い, ハーベスタとフォワーダの組合せによる搬出試験事業について調査したので, その概要と結果について報告する。高性能林業機械による作業仕組みにはいくつかのタイプがあるが, その中で今回の調査結果からみて, 今回採用したハーベスタとフォワーダを組合わせた作業法はほぼ確立したものと考えられる。ただし, 今回の作業地は, 傾斜 10 度未満でトドマツの 27 年生, 1 伐 3 残の列状間伐である。なお, 生産性はハーベスタが 20~30 m³/日セット, フォワーダが 30~50 m³/日セット期待できることが分かった。

キーワード: 列状間伐, 高性能林業機械, ハーベスタ, フォワーダ

引 用 文 献

- 1) 南方 康: 機械化・路網・生産システム, 265 pp., 日本林業調査会, 1991.
- 2) 林野庁編: 平成 2 年度林業白書, 188 pp., 日本林業協会, 東京, 1991.
- 3) 林野庁: 高性能林業機械による新たな作業システムの確立に関する調査報告書, 140 pp., 1992.
(1992 年 10 月 30 日受理)

Summary

In general, high quality forest machines like harvesters, feller-bunchers, processors and tower-yarders have been used in Japanese forestry for several years in order to reduce production costs. The number of machines has risen to over 300 according to the Japanese Ministry of Forestry Agency. In this paper we introduce an outline and results of a trial thinning system using a harvester and a forwarder in non-mountainous forest in Hokkaido. Thinning was performed by the line thinning method cutting one line in four in a 27 year old Sagahalien fir forest. This had been planted using the four line group system, so-called

“Shijyou Planting”. The slope of the forest land is under 10 degrees. The trial gave very good results. The productivities were 20–30 m³/system day for the harvester and 30–50 m³/system for the forwarder. We can say that this thinning system using a harvester and a forwarder has already become established for thinning in the above mentioned forest.

Key words: Line thinning, High quality forest machine, Harvester, Forwarder