

ハーベスタとフォワーダを組み合わせた間伐作業システム 作業マニュアル

由 田 茂 一

はじめに

最近，北海道においても高性能林業機械の導入が急速に進んでいる。これらの機械を地域に適合した作業システムとして定着させていくことは大変重要な課題である。

北海道林務部では，平成5年10月，「北海道林業機械化基本方針」を策定し，この中で今後の伐出作業システムの目標として「高性能機械型」，「準高性能機械型」，「改良在来型」の大きく三つのタイプを掲げ機械化を促進していくこととしている。

当场でも，これらの方向を踏まえて，各種高性能林業機械の工期調査や作業システムの実証試験を通じて機械作業マニュアルに必要な多くの基礎データを取集してきた。

ここでは，これらのデータや知見をもとに，「高性能機械型」の一つのタイプであり，また緩傾料地が比較的多い北海道で将来間伐作業の中心になると考えられる「ハーベスタとフォワーダを組み合わせた作業システム」の作業マニュアルを取りまとめたので紹介する。

1 作業の流れ

ハーベスタは，伐倒，枝払い，測尺，玉切りの機能を備えている。また，フォワーダは短幹材を集材する機械である。このため，ハーベスタは通常フォワーダと組み合わせて使用される。

作業の流れは，まずハーベスタが林内に入り立木を処理していく。そして，ハーベスタの作業がある程度進んだところで，安全を確保できる距離を保ってフォワーダが集材作業に取りかかる。フォワーダは集材と巻立てを行う（図-1）。このシステムでは，ハーベスタおよびフォワーダの各1名のオペレータによる2人作業となる（写真-1，2）。

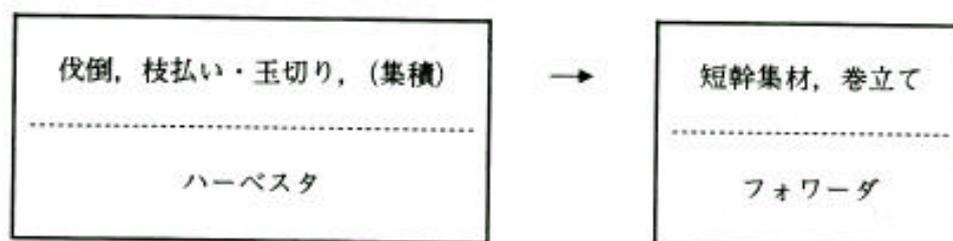


図 - 1 ハーベスタとフォワーダの組み合わせによる作業の流れ

2 作業条件

(1) 適応樹種

ハーベスタは，現在のところ針葉樹のみを対象にするのが無難である。フォワーダは積載可能な長さの短幹材であれば，どんな樹種でもかまわない。

(2) 適応材径

ハーベスタの最大玉切径・最大枝払径などは、装着するハーベスティングヘッドにより決定される。例えば、国産ハーベスタTM-60Sの場合、最大玉切径は55cmである。



写真 - 1 ハーベスタ作業



写真 - 2 フォワーダ作業

(3) 林地の条件

ア 傾斜：ハーベスタは、ベースマシンの性能にもよるが、通常20度以下の傾斜地で作業するのが安全である。フォワーダについても同様である。

イ 土壌：粘土質の土壌や腐植に富む火山灰からなる土壌では、降雨等により泥ねい化すると走行能力が低下する。また、急旋回は、地表面を攪乱し土壌を泥ねい化させ易い。

ウ 地表植生：対象が造林地であることから下層植生は小型の草本類が主体で、これらが作業の障害になることは少ない。灌木などの侵入や萌芽が著しい林分では作業の障害になるため、作業能率が著しく低下する。

エ 走行障害物：ハーベスタ、フォワーダのいずれも、波状形の林地や風倒木や大きな転石などの多いところでは、走行に多くの時間がかかり作業能率が低下する。

(4) 間伐作業

ア 機械走行路：ハーベスタおよびフォワーダは、自走しながら作業を進める機械であるため、走行する通路が大きな役割を果たすことになる。機械が支障なく走行することができ、かつ余裕を持って旋回や作業ができる連続した林内空間を機械走行路と呼ぶことにする。狭い通路は、走行には支障がないものの、作業の際に多くの損傷木を発生させるので、機械走行路とは呼び難い。機械走行路の幅は、使用するベースマシンの大きさにもよるが、標準バケット容量が0.45m³のエクスカベータ（重量約12t、幅約2.5m）では約5m以上、6～7tクラスのトラクタ（幅約1.9m）では約4m以上確保する必要がある。

なお、0.45m³のエクスカベータでは、ブームとアームによりハーベスティングヘッドが届く範囲は約6.5mである。

イ 間伐方法：間伐方法は、機械走行路の有無により、次のように大別できる。

a) 機械走行路が確保されていない林分の場合：除伐しただけの林分や初回間伐の林分など、機械走行路が確保されていない林分では、植栽列の間隔がよほど広くない限り、

機械は林内へ入って作業することはできない。したがって、このような林分でハーベスタを活用した間伐作業を行う場合は、機械走行路の作設を兼ねた列状間伐が基本となる。ただし、立木の列が明瞭でない林分では、一定幅内の立木を伐採する間伐となる。

例えば、列間距離、苗間距離とも 2 m の方形植栽された造林地 (2500 本 / ha) での列状間伐 p 場合、1 伐後には 4 m 幅、2 伐後には 6 m 幅の空間ができることから、0.45m³ のエクスカベータなどの大型機械をベースマシンとするハーベスタを用いた間伐方法としては、2 伐 4 残、2 伐 6 残 + 定性などが適切と考えられる。また、6 ~ 7 t クラスのトラクタなどの小型機械をベースマシンとしているハーベスタでは、1 伐 2 残、1 伐 4 残 + 定性、1 伐 6 残 + 定性などの間伐方法が適切と考えられる。

b) 機械走行路が確保されている林分の場合：置き幅を十分広くとった植栽地や既に 2 伐の列状間伐を実施した林分などは、機械走行路を備えているとみなすことができる。このような林分では、機械が自由に作業ができるので、どのような間伐方法でも支障なく実施できる。

3 間伐作業と要点 (図 - 2 参照)

(1) ハーベスタでの作業

ア 作業手順

間伐列 (または間伐本) を確認する。

間伐木にヘッドをあてる

チェーンソーを作動させて鋸断する (伐倒)

必要に応じて元口部を鋸断する (猿掛落し、測尺のリセット)

採材長を選択する。

材を送り (枝払い)、

所定の長さで鋸断する

(玉切り)

採材できなくなるまで

を繰り返す。

同じ位置で次の間伐

本を処理する (~ を

繰り返す)

次の作業位置まで機

械を移動する。

間伐木がなくなるまで

を繰り返す。

イ 作業の要点

間伐列 (または間伐

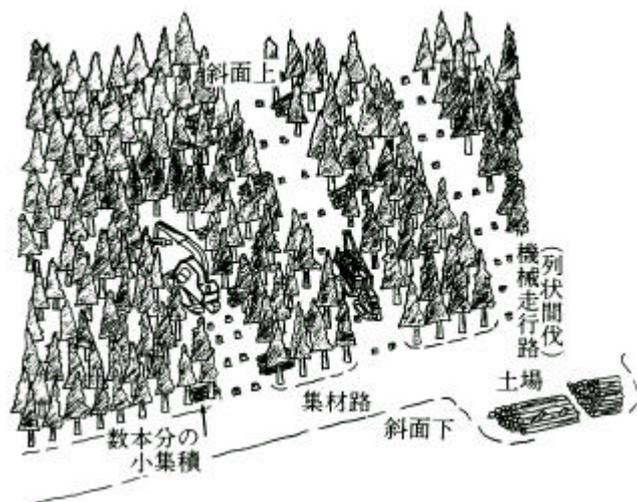


図 - 2 間伐作業の概要

(2 伐 4 残の例)

木)には、オペレータがはっきり確認、識別できる目印をつけておく。間伐列が明瞭でない場合には間伐木に目印をつける。

ハーベスタの移動やフォワーダでの作業、走行がしやすいように、伐根高はできるだけ低くする。また、フォワーダでの作業、走行に障害となる灌木などはできるだけ取り除いておく。

フォワーダでの作業を効率化するために、間伐木数本分の材をまとめるように玉切る。また、同じ長さの材は同じ位置に集積する。

玉切りした材が、ハーベスタやフォワーダの移動や作業の障害にならない位置に小集積する。

集積に少々時間がかかっても丁寧に集積することが、システム全体の生産性を高めるコツである(一般にフォワーダの作業工程は、ハーベスタに比べてかなり低くなるため、フォワーダでの作業を効率化することが重要となる)。

鋸断時にハーベスタのチェーンソーが挟まるなどのトラブルを考慮し、ガソリンエンジンチェーンソーを備えておく。

ハーベスタのソーバー、ソーチェーンの予備を携帯する。

(2) フォワーダでの作業

ア 作業手順

集材路上を機械走行路(間伐列)まで走行する。

玉切り、集積された箇所まで機械走行路上を走行する。

グラップルクレーンを操作するために、運転席を180度回転させる。

グラップルで材をつかみ上げ、荷台に載せる。

グラップルが届く範囲の材がなくなるまで を繰り返す。

グラップルで荷台の材を押さえる。

運転席を元に戻す。

荷台が満杯になるまで ~ を繰り返す。

機械走行路、集材路上を土場まで走行する。

^{ハイ} 極積みする位置へ移動する。

運転席を180度回転させる。

グラップルで荷台の材をつかみ上げ、極積みする。

荷台の材がなくなるまで を繰り返す。

運転席を元に戻す。

玉切り、集積された材がなくなるまで ~ を繰り返す。

イ 作業の要点

巻立てを効率的に行うために、一回の集材はできるだけ同じ長さの材を扱う。

機械走行路上の移動を基本とするが、立木本数が少ないなど、林内走行が容易な林

分では、グラブ操作のしやすい位置まで進入する。

できるだけ斜面下向きとなるように機械走行路に進入する。

伐根などの走行の障害物除去のため、ガソリンエンジンチェーンソーを備えておく。

4 作業目標

ハーベスタとフォワーダを組み合わせた間伐作業における生産性の目標は、扱う立木の大きさやオペレータの熟練度により異なるが、 $17.1\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ である(「北海道高性能林業機械化基本方針」平成5年10月 北海道林務部)。

5 作業上の留意点

(1) 作業の安全

機械の操作方法などは、必ず操作マニュアルに従うこと。

緊急時の連絡方法(無線など)をあらかじめ決めておくこと。

地形的にハーベスタでの伐倒が困難な場合は、無理をせずガソリンエンジンチェーンソーにより伐倒すること。

ハーベスタおよびフォワーダでの作業中は、ブーム、アームの旋回範囲および伐倒範囲内に他の作業者を立ち入らせないこと。

フォワーダは材を満載すると重心が高くなる。転倒を防止するため等高線沿いの走行はしないような路線を確保すること。

その他、林業作業の安全基準に従うこと。

(2) 残存木の保護

ハーベスタ、フォワーダとも作業時に、機械本体や伐倒本が残存木に触れないように注意する。

集材路、機械走行路には急カーブのないように路線を選定する。

集材路のカーブや機械走行路の取付口付近は残存木を傷めやすいので、当て板などの保護具を設置する。

6 その他

(1) オペレータの資格

日本では、ハーベスタやフォワーダの運転について、未だ資格や免許などの規制はない。しかし、これらの機械は車両系建設機械に属することから、オペレータは車両系建設機械運転技能講習修了者でなければならない。

(2) オペレータの教育、訓練

生産性の向上、労働安全衛生の確保、適切な森林の取扱いについては、オペレータの資質の向上を図ることが極めて重要である。そのため、次の各項目についての教育、訓練を十分に実施することが必要である。

作業の安全性

森林の取扱い

ハーベスタ，フォワーダの取扱いの基本

ハーベスタ，フォワーダの実技

以上の教育，訓練を終了後，指導者の監督下で実地研修を行うほか，継続的な教育，訓練の場を設けることも重要である。

お わ り に

以上，「ハーベスタとフォワーダを組み合わせた間伐作業システム」について紹介した。今後，このシステムの普及はもとより，さらに事業体の実情や現地の状況により他の機械を組み入れるなど創意工夫もされつつ，定着していくことを期待したい。

(機 械 科)