

ハーベスタ作業の生産性はどうやって 推測すればいいのか

中川昌彦・濱津 潤・齊藤智裕・太田石一

はじめに

北海道では、1982年に初めて高性能林業機械(枝払いと玉切りなど1機種で2つ以上の工程をこなせる機械)が導入され、2005年には398台の高性能林業機械が活躍しています。高性能林業機械は、従来のチェーンソーによる作業と比較して、飛躍的な労働生産性の向上をもたらしました。高性能林業機械の能力を知り、伐木・造材作業の設計を行い、そして立木売払いにおける予定価格や入札価格を算出するためには、あらかじめこれらの機械の生産性を把握しておく必要があります。今回、ハーベスタ(伐倒・枝払い・玉切り・集積を行う機械)によるカラマツの伐倒・枝払い・集積の生産性調査を径級別に行う機会がありました。この調査事例から、ハーベスタの生産性について考えてみました。

ハーベスタの生産性調査の結果

調査は、2004年9月28日に、北海道河東郡音更町の一般民有林67林班103小班で行いました。この小班内に約0.5haの調査プロットを設定しました(表-1)。調査プロット内には、あらかじめ音更町森林組合により定性間伐のための選木が行われていた46本のカラマツの伐倒対象木がありました(間伐率21%)。伐倒・枝払い・集積は、エクスカベータに装着したハーベスタで(写真-1)行われ、ハーベスタの生産性は54.6($\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$)となりました。なお、この報告には含めていませんが、集材はブルドーザによる全幹集材で、玉切りはチェーンソーによって、または積みはグラップルローダによって行われました。



写真-1 作業を行ったハーベスタ

表-1 調査プロットの概況

傾斜	18°
植栽樹種	カラマツ
林齢	27 (年生)
カラマツ立木密度	481 (本/ha)
カラマツ材積	185.70 (m ³ /ha)
カラマツ平均胸高直径	23.0 (cm)
間伐木本数	100 (本/ha)
間伐率	21%
間伐木材積	27.54 (m ³ /ha)
間伐木直径	16.2 - 25.0 (cm)
間伐木平均胸高直径	20.0 (cm)
間伐木単材積*	0.14-0.46 (m ³)
間伐木平均単材積*	0.275 (m ³)
広葉樹 (16 cm以上) 本数	30 (本/ha)
広葉樹 (16 cm以上) 材積	2.68 (m ³ /ha)
広葉樹 (16 cm以上) 平均胸高直径	18.7 (cm)

*単材積：立木1本当たりの材積

ハーベスタの生産性は胸高直径の影響を受ける

一般に伐採の対象となる立木の胸高直径が大きくなるとハーベスタの生産性が上がることが知られています。この調査では、同じ林分で、同じ機械と同じオペレータが調査プロット内の立木の伐倒・枝払い・集積を行っているため、胸高直径と生産性の関係について詳しく分析するのに適していると考えられます。そこでこの調査の結果を用いて、胸高直径と生産性の関係について検討してみました。

伐倒対象木の胸高直径を16.1-19.0 cm(17本), 19.1-22.0 cm(22本), 22.1-25.0 cm(7本)の3 cm間隔に3区分し、胸高直径と1本当たりの伐倒・枝払い・集積に要した時間の関係を見てみると、胸高直径が大きくなったからといってより長い時間がかかっていたわけではありませんでした(図-1)。一方、胸高直径が大きくなるにつれて、単材積(立木1本当たりの材積)は大きくなります。そのため、胸高直径と生産性の関係を見てみると、胸高直径の太いものを処理するほうが生産性は高くなります(図-2)。

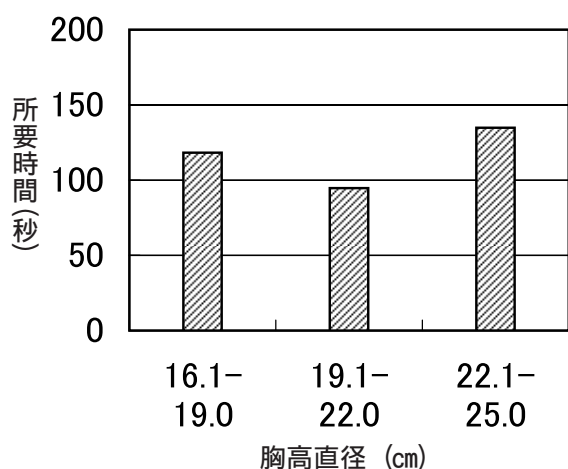


図-1 胸高直径階別の1本当たりに要した時間

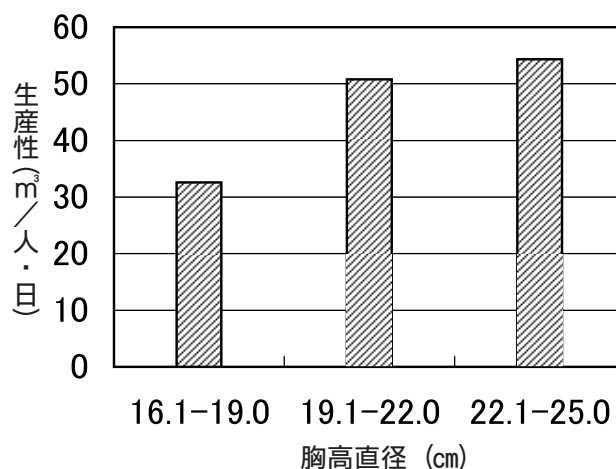
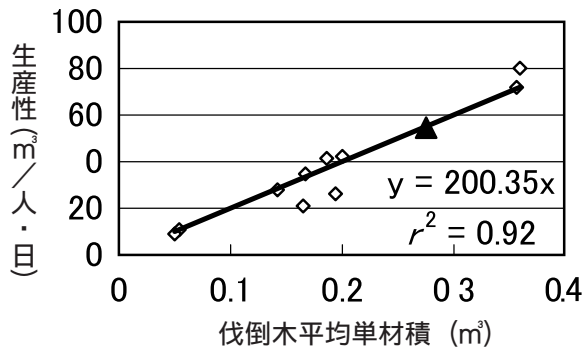


図-2 胸高直径階別のハーベスタの生産性

ハーベスタの生産性は、伐倒対象木の平均単材積からだいたい推測できる

定性間伐におけるハーベスタの生産性について過去の調査事例を調べたところ、表-2のように、9.0～80.1 (m³/人・日)と9倍もの開きがありました。これらの事例における伐倒対象木の平均単材積と林分単位の生産性の関係をグラフにすると、図-3のようになりました。ほとんどの事例が直線上か直線の近くにあり、また、今回の調査結果についても、図-3に示した直線のほぼ真上に乗っています。過去の各事例報告と今回の調査では、林分条件、オペレータ及び機械はそれぞれ異なりますが、それでもハーベスタの生産性は、伐倒対象木の平均単材積からだいたい推測できそうです。したがって、ハーベスタによる伐倒・枝払い・集積作業の生産性を推測



注：◇過去の事例報告，▲今回の調査

図-3 林分単位の伐倒木平均単材積とハーベスタの生産性の関係

する場合、単に既に報告されている生産性の値(表-2)のどれか1つをそのまま参考にするのではなく、
 施業検討林分の伐倒対象木の平均単材積 × 200
 という計算をすることで、より正確な推測ができるものと考えられます。そこで、定性間伐を検討するにあたりハーベスタの生産性を推測する必要がある場合には、是非この計算式を試していただきたいと思います。今回は、ハーベスタの生産性に影響を与える因子として単材積のみを検討の対象としましたが、本州においては傾斜の緩急によってもハーベスタの生産性が異なることが知られています。また、立木密度、間伐率、間伐方法の違いなどもハーベスタの生産性に関係あるかもしれません。今後、単材積以外のハーベスタの生産性に影響を与える因子についても明らかにしていけたらと考えています。

表-2 定性間伐におけるハーベスタの生産性に関する過去の事例報告

出典	樹種	伐倒木平均単材積 (m ³)	生産性 (m ³ /人・日)
大野ら (1989)	カラマツ	0.142	27.9
石川 (1991)	トドマツ	0.200	42.3
由田ら (1991)	カラマツ	0.167	34.8
対馬ら (1991)	トドマツ	0.186	41.4
只野ら (1996) 1	カラマツ	0.165	21.0
只野ら (1996) 2	カラマツ	0.194	26.2
只野ら (1997) 1	カラマツ	0.356	71.9
只野ら (1997) 2	カラマツ	0.359	80.1
高田ら (1998)	カラマツ	0.054	10.8
石田ら (2003)	カラマツ	0.050	9.0
平均値		0.187	36.5
最大値		0.359	80.1
最小値		0.050	9.0

謝 辞

音更町森林組合の中條烈士氏並びに内海林業の皆様には、本調査を快諾していただくとともに作業システムや調査地についての情報提供をしていただきました。北海道十勝森づくりセンター普及課の村瀬敏雄氏、加藤仁志氏、玉山誠氏、那賀島聡氏、新谷幸政氏、山本真治氏、館田正幸氏、石田英也氏、坂下勉氏、渡邊新氏、松井英昭氏、及び山際司朗氏、並びに北海道立林業試験場の竹本諭氏、勝矢晃敏氏、及び池ノ谷重男氏には一緒に調査をしていただきました。厚く御礼申し上げます。

(育林科・留萌森づくりセンター・網走支庁・十勝森づくりセンター)