

# 木の大ききから高性能林業機械による造材作業の生産性やコストを推測しよう

中川昌彦

## はじめに

北海道では、1982年に初めて高性能林業機械が導入され、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。高性能林業機械を用いて伐出作業を行うためには、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必要があります。そのためには、あらかじめこれらの機械の生産性（単位時間あたりに生産される丸太の材積）を把握しておかなくてはなりません。林業機械114, 115号（2009, 2010年発刊）によると、2008年には道内で462台の高性能林業機械が活躍していますが、そのうちハーベスタとプロセッサが約8割を占め、さらにこれらの2種類の機械は他に比べて稼働率も高くなっています。ハーベスタとプロセッサはともに枝払い、玉切り、巻立てなどができますが、立木の伐倒はヘッド部分を立ち上げることができるハーベスタしかできません。このため、林内での立木の伐倒にはハーベスタだけが使われるのに対し、土場での造材（枝払い・玉切り）・巻立て作業ではハーベスタとプロセッサの双方とも同じように使われます（写真-1）。これらの2種類の機械は高性能林業機械の中核をなすものですから、まずはこれらにつ

いてその生産性を知りたいものです。筆者は光珠内季報第144号および147号において、林内におけるハーベスタによる立木の伐倒・枝払い・集積作業の生産性について、木の大ききに基づいて間伐方法別に推測できることを紹介しました。そこで今回は、土場でのプロセッサやハーベスタによる造材・巻立て作業における木の大ききと生産性やコストの関係についての調査結果（2010年発刊, Journal of Forest Research 15巻）を報告させていただきます。



写真-1 ハーベスタによる造材・巻立て作業風景

## 調査の方法

2006年2月1日に、オホーツク西部地方の43年生のトドマツ林で間伐が行われました。伐倒はチェーンソーで、木寄せ（集積）はグラップルソーで、集材はトラクタによる全木集材で行われました。枝がついたままの間伐木が土場においてあるところで、造材・巻立て作業がハーベスタによって行われました。玉切りする前に、生産される丸太が巻立ての上に来るようにハーベスタが旋回して作業が進められたため、巻立て作業は造材と同時に実行されました。採材の長さは、4.0m, 3.65m, 2.75m, 2.4mの4種類でした。作業をビデオで記録し、同時に木の胸高直径と生産された丸太の長さを記録しました。

## 木の太さと作業時間および生産性の関係

この調査では、同じ樹種、同じ機械で、同じオペレータが造材・巻立て作業を行ったため、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することとし、図1に一番小さかった木を100%とした場合に、胸高直径が大きくなるにつれて作業時間および単材積がどのように変化するかを示してみました。胸高直径が大きくなると作業時間が長くなっていましたが、これは胸高直径が太いと樹高も高くなってより多くの丸太が採れるため、枝払いや玉切り、巻立ての回数が増えることや、太い幹の玉切りのほうが細い幹よりも時間がかかるからです。胸高直径が大きくなると作業時間は長くなりますが、作業時間の増加率よりも単材積の増加率のほうがはるかに大きくなっていました。このため、胸高直径と造材・巻立て作業の生産性の関係をみると、胸高直径の太いものを処理するほうが生産性は高くなっていました(図-2)。収穫調査の成果は、単材積(1本の木の体積)や出材積(生産されるであろう丸太の総材積)によって表されるので、単材積と生産性の関係も求めてみました(図-3)。単材積の場合もより大きな木を処理するほうが生産性は高くなっていましたが、飽和型の(頭打ちの)曲線となっていました。

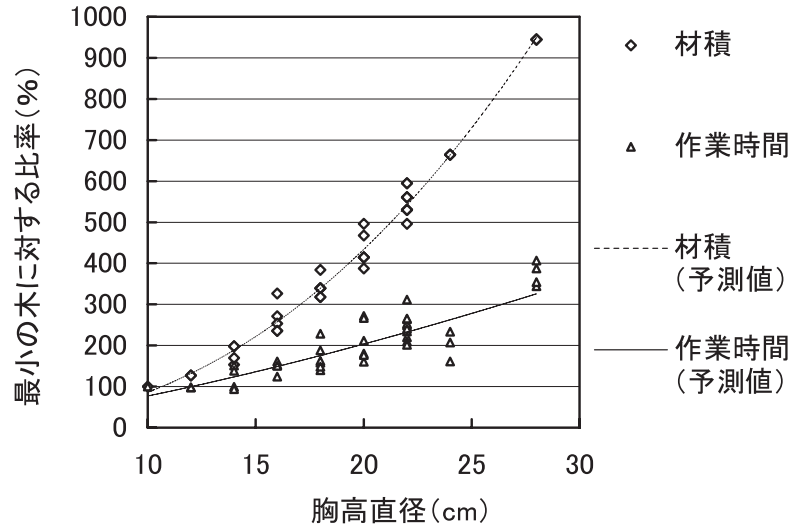


図-1 胸高直径と最小の木に対する材積や作業時間の比率の関係

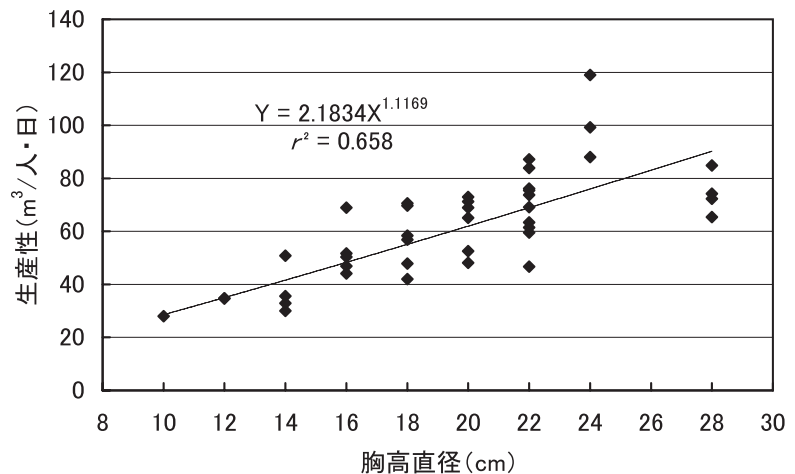


図-2 収穫木の胸高直径と造材・巻立て作業の生産性の関係

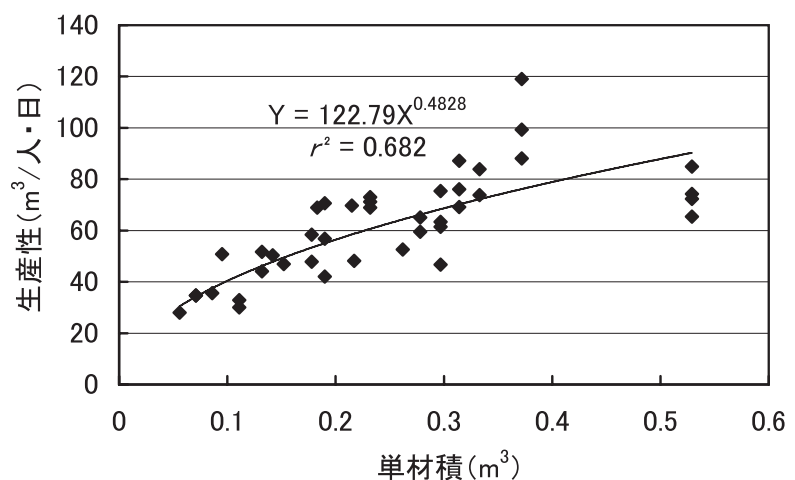


図-3 収穫木の単材積と造材・巻立て作業の生産性の関係

**収穫調査の結果に基づいて生産性を求め、作業を設計しよう**

木の大きさと単木ごとの生産性の関係がわかるようになると、収穫調査の結果から収穫予定木全体を造材する場合の生産性を求めることができます。その方法を表 1で説明します。単材積 (①) に単材積ごとに記載されている収穫予定本数 (③) を掛け、掛け算の結果 (④) を求めます。その掛け算の結果 (④) を単木の生産性 (②) で割って、単材積ごとの処理日数 (⑤) を求めます。④の列を上から下まで合計して⑥の値を、また⑤の列を上から下まで合計して⑦の値を得ます。⑥の値を⑦で割ることで、造材作業の生産性 (1日あたりの処理材積) の予測値が計算できます。また、収穫調査からつくられた立木販売物件に記載されている予定出材積を、このようにして求めた生産性で割ると、予定の物件を処理するのに高性能林業機械を何日稼働させればよいか分かり、作業の設計ができます。

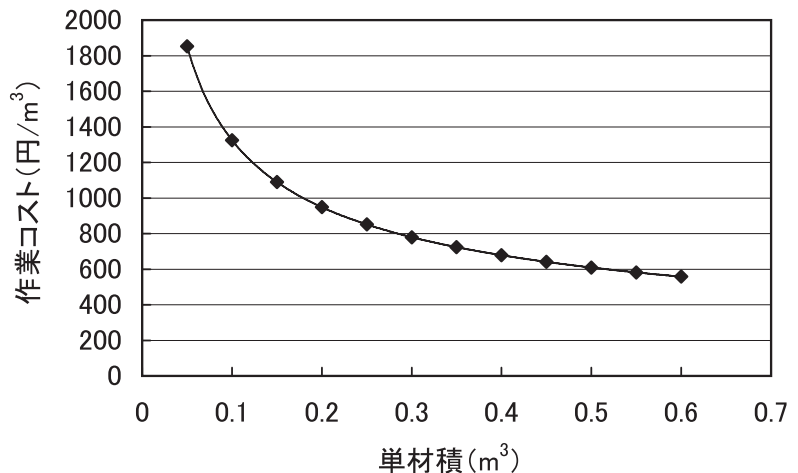
①単木の 材積 (m <sup>3</sup> )	②単木の生産 性 (m <sup>3</sup> /日)	③単材積ごと の本数	④単材積ごとの材積 ①×③	⑤単材積ごとの処理日数 ④÷②
0.05	28.9	③a	0.05×③a	0.05×③a÷28.9
0.10	40.4	③b	0.10×③b	0.10×③b÷40.4
0.15	49.1	③c	0.15×③c	0.15×③c÷49.1
0.20	56.5	③d	0.20×③d	0.20×③d÷56.5
0.25	62.9	③e	0.25×③e	0.25×③e÷62.9
0.30	68.7	③f	0.30×③f	0.30×③f÷68.7
0.35	74.0	③g	0.35×③g	0.35×③g÷74.0
0.40	78.9	③h	0.40×③h	0.40×③h÷78.9
0.45	83.5	③i	0.45×③i	0.45×③i÷83.5
0.50	87.9	③j	0.50×③j	0.50×③j÷87.9
0.55	92.0	③k	0.55×③k	0.55×③k÷92.0
0.60	96.0	③l	0.60×③l	0.60×③l÷96.0
合 計			⑥	⑦

収穫予定木全体の造材・巻立て作業の生産性 = ⑥ ÷ ⑦

表一 1 プロセッサまたはハーベスタによる造材・巻立て作業の生産性の推測方法

**造材・巻立て作業のコスト計算**

高性能林業機械による造材・巻立て作業のコストを計算するためには、まず機械にかかる1日の経費を知る必要があります。ここでは例として、プロセッサの経費を「機械化のマネジメント」(2001年発行、全国林業改良普及協会、東京、pp135~155.)の機械価格や料率を用い、利率を年に1.70%(2009年11月20日現在の日本政策金融公庫による林業構造改善事業推進資金の利率)として計算し、オペレータにかかる経



図一 4 収穫木の単材積と造材・巻立て作業に要する作業コストの関係

費を2009年12月号の積算資料と2009年12月現在の各種保険料や退職金掛金に基づいて計算しました。これらを合計すると、北海道で主流のバケットサイズが0.50m<sup>3</sup>で11-12トンクラスのエクスカベータに装着されたプロセッサにかかる1日の経費は、53,538円と算出されます。1日の経費53,538円を、表-1で求めた収穫予定木全体を造材する場合の生産性(m<sup>3</sup>/日)で割ると、1m<sup>3</sup>当たりの作業コストを求めることができます。ただしこのコストには、作業現場までの高性能林業機械の運搬賃や会社の利益、現場管理や事務管理のコスト等は含まれていません。作業コストの試算例として、作業対象の伐採木の単材積が均一であると仮定した場合、伐採木の単材積がコストに与える影響は図4のようになります。

#### おわりに

プロセッサやハーベスタによる造材・巻立て作業の生産性を推測して作業コストを計算したり作業の設計をしたりする場合、これまでは収穫木の大きさにかかわらず過去に報告された生産性の値を参照するしかありませんでした。今回の調査も、1樹種、1オペレータ、1機種での結果に基づいて造材・巻立て作業の生産性を推測してみたため、これをもって北海道における高性能林業機械による造材の平均的な生産性とすることはできませんが、それでもこれからは図-3や表-1を用いることで、これまでよりはるかに正確な生産性の推測と作業コストの計算ができるものと考えます。そこで、プロセッサやハーベスタを用いて造材・巻立て作業を行う場合には、是非この方法を試していただきたいと思います。今後は調査事例を増やして、これよりもさらに正確な生産性の推測と作業コストの計算ができるようにしていきたいと考えています。

(道東支場)