

## 伐採搬出作業における採算がとれる年間事業量の試算

### —スイングヤーダ、プロセッサ、フォワーダを用いた作業システムについて—

石川知明（三重大院生資）

チェーンソー、スイングヤーダ、プロセッサ、フォワーダを用いた伐出作業を対象にして年間の総伐出経費を算出し、採算がとれる年間事業量を試算した。採算がとれる条件は、総伐出経費が素材の総販売収益を上回らないこととし、年間作業日数 200 日、販売収益 13,600 円/m<sup>3</sup>の場合を試算した。その結果、年間事業量が 5,257 m<sup>3</sup>/年以上で採算の確保が可能となり、このときの労働生産性は 3.8 m<sup>3</sup>/人・日であることが明らかとなった。

キーワード：伐出作業、年間事業量、採算、労働生産性

#### I はじめに

我が国では高齢級の人工林が増加し、利用可能な森林蓄積量が増大するとともに、大型の製材工場や木質バイオマス発電施設の増加により国産材需要は増加傾向にある(7)。しかし、原木を安定供給できていないために、木材価格の変動が大きいことが問題となっている(7)。原木供給力の増大には伐出作業の生産性を向上させる必要があり、高性能林業機械の導入が推進されている(8)。高性能林業機械は従来型の林業機械よりも高い生産性を有する一方で、機械経費が高額なため、伐出材積が少ない場合、採算性の確保が難しい。しかし、事業者が高性能林業機械を用いた作業システムの導入を検討するにあたって、どの程度の伐出材積を確保すればいいのかが明らかでない(9)。

高性能林業機械に関するこれまでの研究では、各伐出事例ごとに経費や採算を調査したものや、採算性を予測するものが多い(たとえば(5, 9, 10)など)。また、機械損料率などの算定をしたもの(6, 16)、機械固定費、機械変動費などを考慮して生産コストの算出をしたもの(10, 17, 18)はあるが、年間を通じた採算確保に必要な事業量(伐出材積)を検討したものは見受けられない。年間を通じた採算確保に必要な事業量が明らかになれば、今後、高性能林業機械を導入しようとする事業者や、高性能林業機械をより効率的に活用しようとしている事業者にとって有用な情報となる。

そこで、本研究では、高性能林業機械を用いた作業システムを対象に、年間を通じた採算性の確保に必要な伐出材積を明らかにすることを目的とした。

#### II 材料と方法

立木伐採から山土場までの集材作業を対象として、採算がとれる条件は、総伐出経費が素材の総販売収益を上回らないこととした。作業システムは、チェーンソーに

よる人力伐採(1人作業、数式の  $k$  の値は 1)、スイングヤーダによる木寄せ(2人作業、数式の  $k$  の値は 2)、プロセッサによる造材(1人作業、数式の  $k$  の値は 3)、グラップルによるフォワーダへの積み込み(1人作業、数式の  $k$  の値は 4)、フォワーダによる集材(1人作業、数式の  $k$  の値は 5)、グラップルによる山土場でのはい積み(1人作業、数式の  $k$  の値は 6)を想定し、年間作業日数は 200 日、販売収益は材価とし 13,600 円/m<sup>3</sup>とした(4, 8)。

総伐出経費の構成は、図-1 のとおりとし、以下の式により総伐出経費  $C_a$  を求めた。

$$C_a = \frac{1}{X_w} \left( \frac{N_{w1} W_w T_1}{k_{s1}} + \frac{(N_{o1} W_o + N_{w2} W_w) T_2}{k_{s2}} + \sum_{k=3}^6 \frac{N_{ok} W_o T_k}{k_{sk}} \right) (1 + f_a + f_b) \\ + (1 + f_a) \left[ T_s \left[ N_{m1} \left\{ \frac{\gamma_1 I_1}{X_1} + \frac{\varepsilon_{c1} I_1 + \left( \zeta_1 - \frac{1}{n_1} \right) I_1}{T_1} \right\} \right] \right. \\ \left. + \sum_{k=2}^6 N_{mk} \left\{ \frac{\gamma_k I_k}{X_k} + \frac{\varepsilon_{cm} I_k + \left( \zeta_m - \frac{1}{n_m} \right) I_k}{T_k} \right\} \right] \\ + N_{m1} \left\{ \frac{\varepsilon_{Ak} \times I_1}{X_1} + Q_1 C_f + I_{D1} P_1 \right\} T_1 \\ + \sum_{k=2}^6 N_{mk} \left\{ \frac{\varepsilon_{Ak} \times I_k}{X_k} + O_k Q_k C_f + I_{Dk} P_k \right\} T_k \right] + C_{mp} N_{mp}$$

ただし、用いた項目と数値は、(3, 4, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19)をもとに作成した表-1.1, 表-1.2の値を用いた。

#### III 結果

数式を用いた計算の結果、総伐出経費は 71,488,936 円/年となり、採算性の確保に必要な総伐出材積は 5,257 m<sup>3</sup>/年以上となった。総伐出経費と総伐出材積との関係を図-2に示す。図より、販売収益が 13,600 円/m<sup>3</sup>を下回ると総伐出材積を 5,257 m<sup>3</sup>/年よりも多くしなければ採算は確保できない。反対に、販売収益が 13,600 円/m<sup>3</sup>を上回ると

総伐出材積が 5,257 m<sup>3</sup>/年以下になっても採算は確保できる。労働生産性について、採算性の確保に必要な総伐出材積が 5,257 m<sup>3</sup>/年の場合、労働生産性は 3.8 m<sup>3</sup>/人・日となり、この値以上の労働生産性を確保しなければならない。なお、この値は、年間作業日数 200 日に対するものであり、作業地ごとのものではない。そのため、作業地ごとの労働生産性に対して低い値となっていることに注意する必要がある。

これらの結果は、今後、高性能林業機械を導入しようとする事業者に対してどの程度の事業量を確保しなければならないかを示せること、高性能林業機械をより効率的に活用しようとしている事業者に対して達成すべき労働生産性を示せることなど、有用なものであると考えられる。

#### 謝辞

本研究に関して、多大な貢献をしてくれた卒業生の上畑航矢君、大串真人君に感謝します。

#### 引用文献

- (1) 仲畑力・有賀一広・武井裕太郎・山口鈴子・斎藤仁志・金築佳奈江(2013)那須野ヶ原地域の間伐材搬出作業における最適搬出率の検討. 森林学誌 28(1):17-28.
- (2) 中澤昌彦・今富裕樹・岡勝・田中良明・吉田智佳史・上村巧・山口浩和・鈴木秀典・梅田修史・高橋雅弘・藤井義人(2011)ロングリーチグラブを用いた間伐作業システムの開発-システム生産性と伐出コスト-森林学誌 26(3):173-180.
- (3) 農林水産省(2018)機械経費算定基準 別表第 6 燃料消費率,オンライン,  
<http://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/h200331/attach/pdf/index-64.pdf> (2019 年 1 月 15 日参照)
- (4) 農林水産省・国土交通省(2018)平成 30 年 3 月から適用する公共工事設計労務単価表,オンライン,  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/attach/pdf/sekisan\\_kijun-173.pdf](http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/attach/pdf/sekisan_kijun-173.pdf) (2018 年 10 月 19 日参照)
- (5) 大矢信次郎・斎藤仁志・城田徹央・大塚大・宮崎幸・柳澤信行・小林直樹(2016)長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性. 日林誌 98:233-240.
- (6) 岡勝(2007) 機械化による伐出作業の経済的分析・評価に関する研究. 森林利用学会誌 22(2):49.
- (7) 林野庁(2016)平成 28 年版 森林・林業白書. 225pp, 一般財団法人 農林統計協会, 東京.
- (8) 林野庁(2018)平成 29 年版 森林・林業白書. オンライン,  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/29hakusyo/zenbun.html> (2018 年 10 月 15 日参照)
- (9) 林野庁(2018)平成 30 年度林業機械化推進事例の紹介. オンライン,

<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/kikai/attach/pdf/30jirei-1.pdf> (2019 年 3 月 23 日参照)

- (10) 林野庁(2018)平成 30 年度森林総合監理士(フォレスター)基本テキスト. オンライン,  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/ken\\_sidou/forester/attach/pdf/index-45.pdf](http://www.rinya.maff.go.jp/j/ken_sidou/forester/attach/pdf/index-45.pdf) (2018 年 12 月 12 日参照)
- (11) 林野庁(2018)建設機械損料算定表. オンライン,  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/attach/pdf/sekisan\\_kijun-183.pdf](http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/attach/pdf/sekisan_kijun-183.pdf) (2018 年 10 月 12 日参照)
- (12) 林野庁(2018)森林整備保全事業建設機械経費積算要領の制定について. オンライン,  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/attach/pdf/sekisan\\_kijun-179.pdf](http://www.rinya.maff.go.jp/j/sekou/gijutu/attach/pdf/sekisan_kijun-179.pdf) (2018 年 10 月 19 日参照)
- (13) 林野庁. 日本政策金融公庫資金の貸付条件. オンライン,  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/kinyu/koukojou.html#seisan> (2018 年 10 月 19 日参照)
- (14) 林野庁. スギ・ヒノキに関するデータ. オンライン,  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/sin\\_riyou/kafun/data.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/kafun/data.html) (2019 年 2 月 25 日参照)
- (15) 資源エネルギー庁(2018)石油製品価格調査 調査の結果. オンライン,  
[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum\\_and\\_lpgas/pl007/results.html#headline1](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html#headline1) (2018 年 10 月 12 日参照)
- (16) 森林利用高度化研究会(2012)高性能林業機械等の機械修理費・機械損料率. 機械化林業 703:25~32.
- (17) 鈴木保志(2012)森林バイオマス収穫のコストと収支-一般的手法と路側森林バイオマスについての分析事例-森林利用学会誌 27(4):219-223.
- (18) 渡井純・近藤恵市(2012)路網密度に対応した間伐作業システムの労働生産性. 静岡県農林技術研究所研究報告 5:53-58.
- (19) 全国林業改良普及協会編(2001)機械化のマネジメント. 239pp, 全国林業改良普及協会. 東京.

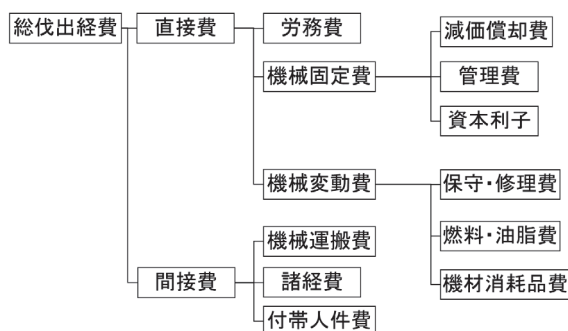


図-1 総伐出経費の構成

表-1.1 数式に用いた項目と数値

項目	変数	数値
材価 (円/m <sup>3</sup> )	$C_t$	13,600
燃料単価 (円/L)	$C_f$	129
機械運搬費単価 (円/台)	$C_{mp}$	5,000
機材消耗品費 (円/m <sup>3</sup> )	$I_D$	0~38
機械購入価格 (円/台)	$I$	184,000~18,300,000
作業員数 (人)	$N_w$	1
オペレータ数 (人)	$N_o$	1
機械台数 (台)	$N_m$	1
機械運搬台数 (台)	$N_{mp}$	5
機械定格出力 (kW)	$O$	70~72
機械の生産性 (m <sup>3</sup> /時)	$P$	3.8~37.8
燃料消費量 (L/時)	$Q_l$	0.450
燃料消費率 (L/kW・時)	$Q_2$	0.134~0.153

表-1.2 数式に用いた項目と数値

項目	変数	数値
年間稼働時間 (時/年)	$T$	540~1,080
運転手日給 (円/人・日)	$W_o$	20,861
作業員日給 (円/人・日)	$W_w$	20,638
耐用時間 (時/台)	$X$	4,590~8,160
日当たり作業時間 (時/日)	$X_w$	6
償却費率	$\gamma$	0.87~0.93
保守・修理費率	$\varepsilon_A$	0.20~0.75
年間管理費率	$\varepsilon_C$	0.08~0.10
資本回収係数	$\zeta$	0.1207~0.1460
間接諸経費率	$f_a$	0.2
付帯人件費率	$f_b$	0.55
稼働率	$ks$	0.45~0.95
耐用年数 (年)	$n$	7.0~8.5

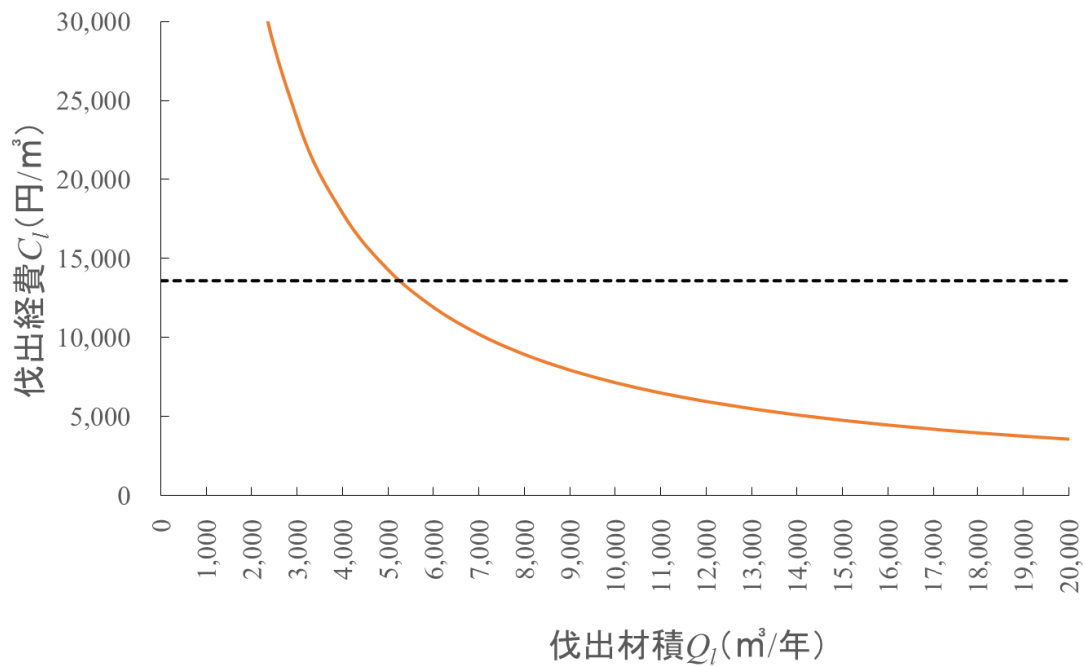


図-2 総伐出経費と総伐出材積との関係