

## 北海道の人工林間伐コストの低減に関する一考察

道総研林業試験場

酒井 明香・木幡 靖夫  
対馬 俊之・渡辺 一郎

### はじめに

1991年に高性能林業機械化促進基本方針が国から出され、20年以上経過した。この基本方針は、林業労働者の作業負担を軽減し労働災害を減少させるという観点と、林業生産コストの低減を図るという観点で、高性能林業機械が重要な柱となりうると期待され、農林水産大臣名で作成されたものである(11)。

その後、北海道では、全国に先駆けて高性能林業機械の導入が図られた。国で定められた6種類の高性能林業機械のうち、たとえばハーベスタは1991年の15台から2011年の214台に増加し、プロセッサは31台から147台に増加した(図-1)。この間、林業労働災害の死傷者数は5,069人から2,149人に減少し、死傷者千人率も17.4‰から7.4‰に減少した(12)。

一方で、林業生産コストがどのように低減してきたかについて、高性能林業機械の導入数や労災率の減少ほど明確な数字は得られていない。それは、一つには林業生産コストの事例間の比較が難しいことにある。人工林か天然林か、主伐か間伐か、間伐なら定性か列状かに加え、機械作業システム、稼働率、事業規模、路網密度、樹種など、考慮すべき因子は非常に多い。

当試験場では、約20年前から機械作業システムとその労働生産性について検討を重ねてきた。そこで得られた知見をもとに、時代を通して林業生産コストがどのように低減してきたか、まずは人工林間伐コストに着目して、でき得る限り条件を揃えて比較し、検討するのが本稿の目的である。

なお、以下より人工林間伐コストを“伐採コスト”と略記し、ここでは直接費のみを扱うこととする。

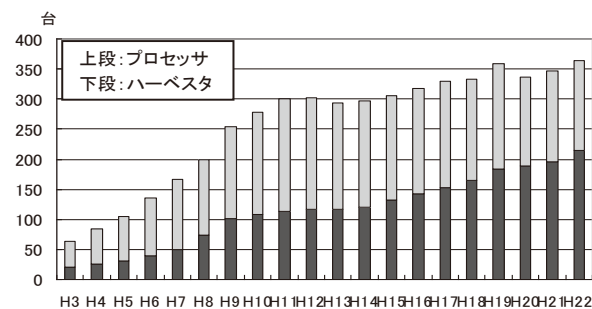


図-1 ハーベスタ・プロセッサ保有台数の推移

### 分析の手順と方法

伐採コストには、機械作業システムと労働生産性が大きく関わる。ここで機械作業システムとは、「どの工程にどんな機械を何台使って何人で生産したか」という、人と機械の組み合わせのことで、作業仕組みとも呼ばれる。

また、労働生産性とはその機械作業システムにおいて1人が1日に生産した素材(木材)の量を指す。単位は $m^3/人 \cdot 日$ である。

伐採コストを算出する手順として、まず各年代における主要な機械作業システムを把握し、労働生産性を導く。最後に伐採コストを算出することとする。

分析には、1993年から2007年までに現場で実施した労働生産性調査・機械作業システム調査のうち、表-1に示したものを使用する。情報が足りない部分については、北海道水産林務部による各年代の林業機械等保有状況調査(4,7,8,9)で補足をしつつ、各素材生産事業体の代表的な機械作業システムによる伐採コストを計算・比較する。

表-1 分析に使用した調査一覧

調査名	年	事業体数	調査形式	調査項目	備考
①従来型作業システム調査	1993	3	現場での時間計測による生産性調査	工程別生産性、労働生産性、機械作業システムほか	文献(1)(2)
②間伐事例調査	2000	102	林業改良普及員による面接調査	機械作業システム、伐採コスト、工程別所要時間など	文献(10) 業務資料
③間伐作業システム調査	2007	135	郵送アンケートと電話による補足調査	機械作業システム、労働生産性ほか	文献(6) 業務資料

1993年に行った調査①は、在来型システム(チェーンソー・トラクタ等を中心とした機械作業システムのこと)である。これを出発点とし、最終目標は北海道高性能林業機械化基本方針(1993)における高性能型システム(ここでは特にハーベスタとフォワーダを用いた高性能型システムのこととする)の生産性 $17.1m^3/人 \cdot 日$ 、4,200円/ $m^3$ と比較する(5)。なお、調査①はカラマツ人工林の利用間伐を対象としており、間伐径級が17cmから22cmであった。そこで伐採コストの計算にあたっては、調査②・③においても、カラマツ伐採の多い十勝・網走・釧路に地域を限定し、平均間伐径級17cmから22cmの事例に分析対象を絞った。

各事例における機械の基礎価格や稼働率、労務単価、燃料単価、事業規模は、表-2および3に示す条件で統一し、機械作業システムと労働生産性はそのままに、伐採コストを再計算することにした。再計算は、文献(14)による伐採コスト算出法を参考に行い、調査③のデータについては伐採経費計算ソフト i-cost を採用した。

表-2 採用した機械の基礎価格および稼働率

機械の種類	基礎価格	機械稼働率			備考
		1993	2000	2007	
チェーンソー	20万円	90%	90%	90%	基礎価格はi-cost標準値、機械稼働率は(4,7,8,10)を参考に設定
トラクタ(履帯式)	600万円	45%	45%	45%	
グラブローダ	1280万円	—	90%	90%	
ハーベスタ	2400万円	—	—	60%	
プロセッサ	1800万円	—	—	60%	

表-3 伐採コスト試算共通条件

項目	条件	備考
労務単価	オペレーター15,000円/日 作業員 15,000円/日	
軽油価格	130円/リットル	2012年11月店頭価格を参考に設定
事業規模	300m <sup>3</sup> /伐区	文献(1)を参考に設定
保守修理比率	チェンソー0.85 トラクタ0.35 グラブローダ0.26 プロセッサ0.45	i-cost標準値および文献(14)を参考に設定
耐用年数	ハーベスタ3年 チェンソー3年 その他の機械6年	ここでは法定耐用年数とした
年間稼働日数	280日に表-2の機械稼働率を乗ず	280日は(4,7,8,10)を参考に設定

コスト低減に関する基本的認識

コスト低減に関する基本的認識について確認すると、ある伐区の伐採コストを本稿では以下の式で表すこととする(13)。

$$\begin{aligned} \text{伐採コスト} &= \text{間伐に要した費用} / \text{伐採量} \\ &= (\text{変動費} + \text{固定費}) / \text{伐採量} \\ &= 1\text{m}^3\text{あたり変動費} + 1\text{m}^3\text{あたり固定費} \cdots \text{式(1)} \end{aligned}$$

ここで、  
 $1\text{m}^3\text{あたり変動費} = (1\text{人1日あたり労務費} \div \text{労働生産性}) + (\text{伐区の燃料油脂費} \cdot \text{消耗品費} \div \text{事業量})$   
 $1\text{m}^3\text{あたり固定費} = (\text{使用する機械の減価償却費} + \text{保守修理費}) \div \text{年間事業量}$

減価償却費 = (償却費率 × 機械基礎価格) ÷ 耐用時間  
 保守修理費 = (保守修理比率 × 機械基礎価格) ÷ 耐用時間

耐用時間 = 法定耐用年数 × 年間稼働時間

である(13,14)。

直接費をグラフで概念的に示すと、変動費と固定費の関係は図-2のようになる。変動費は、生産量が増加するに従い増加する費用である。固定費は、生産量に寄らず一定の費用がかかるものである。費用線は、固定費をy切片とする直線として表現される。

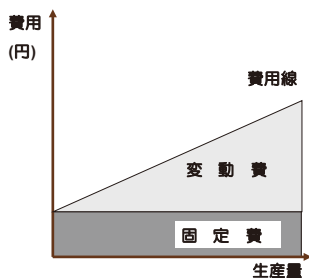


図-2 変動費と固定費の構成(概念図)

この費用線の形は、機械作業システムによって大きく変化する。在来型システムでは、変動費が大きく固定費が小さい(図-3 左)。変動費が大きいのは、一般的に在来型システムにおいては作業班員数が8名~10名と多く、その分の労務費がかかるため、固定費が小さいのはチェ

ンソーやトラクタが比較的安価なためである。一方でハーベスタやプロセッサなど、市場実勢価格が2000万円前後の高性能林業機械を含む機械作業システムでは、一般的に固定費が大きく、変動費が小さい(図-4 右)。変動費が小さいのは、高性能林業機械の労働生産性が高く、作業班員数が少なくてすむためである。

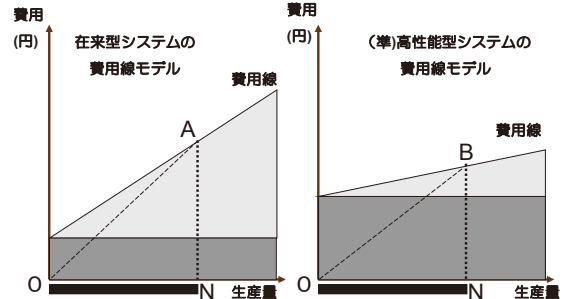


図-3 各機械作業システムによる費用線概念図

ここで、生産量Nを達成したときの1m<sup>3</sup>あたり伐採コストは、在来型システムにおいては角AON、高性能型システムにおいては角BONで表せる。費用線の形から、在来型システムは生産規模が大きくなっても直線AOの傾きがあまり変化せず、逆に高性能型システムは生産規模が大きくなれば直線BOの傾きが小さくなっていくことがわかる。

全ての工程に高性能林業機械を用いる高性能型システムに対し、どこか一つ以上の工程に限り高性能林業機械を用いるシステムを準高性能型システムと呼ぶ(5)。どちらも固定費が比較的大きいという点では共通しており、機械の導入前より生産規模が大きくなることを前提としたシステムであると言える。

高性能型システムおよび準高性能型システムの場合、一度機械を購入すれば固定費は減らせない。つまり、コスト低減が図れるかどうかは、変動費つまり図-3の薄い灰色の三角形を小さくできるかどうかにかかっている。そのためには、導入した高性能林業機械を、稼働率・工程の両面からフルに活用することと、労働生産性が改善されたら作業員数を減らしていくことが求められる。

結果

調査②, ③より、2000年および2007年によどのような機械作業システムが最も多かったかを検討した。なお、これに関しては地域や樹種を絞らず全道のデータを用いた。



図-4 主な機械作業システムと作業員数

1993年は、前述の在来型システムが主流であり、作業員数は平均8名であった。7年後の2000年の調査では、巻立て工程にグラップルローダを用いる機械作業システムが全体の89% (91事例) を占めた(図-4)。作業員数は平均6.2名に減少した。この機械作業システムをここでは改良在来型と呼ぶことにする。

その7年後、2007年に最も一般的であったシステムは枝払いと玉切りにプロセッサ (あるいはハーベスタ) を用いる準高性能型システムであった。事業体のうち、75% (91事業体) がこのシステムを優先的に採用していた。一方で作業員数平均は6.0名で、2000年の調査とほぼ同じであった。高性能型の目標値に比べ、まだ人数は多い上、ハーベスタを伐倒に使わないなど、高性能林業機械を用いる作業工程も限られていることがわかった。

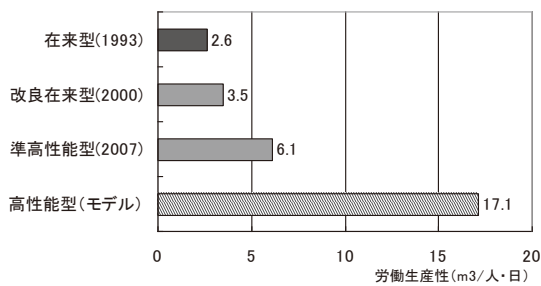


図-5 機械作業システムと労働生産性の比較

次に労働生産性について調べた。1993年の在来型システムの2.6m³/人・日と比べて2000年、2007年とも労働生産性が改善していることがわかった。特に2007年は、プロセッサ (あるいはハーベスタ) の効果で6.1m³/人・日と大きく伸びていた。ただし高性能型システムの目標値17.1m³/人・日とは2.8倍の開きがあった。

以上の機械作業システムと労働生産性より、1m³あたり伐採コストを試算し、十勝・釧路・網走の地域別に集計した。なお、試算の際、伐採コストの中に補助金 (高性能林業機械を購入する際の半額補助) を考慮するかどうかについて検討した。補助金を考慮すると固定費が半額で計上されることになる。すると2007年の時点で、補助金を使わずに100%自己資本で高性能林業機械を購入した率が68%と高いことがわかった(8)。そこで本稿では補助金を考慮せずに伐採コストを試算した。

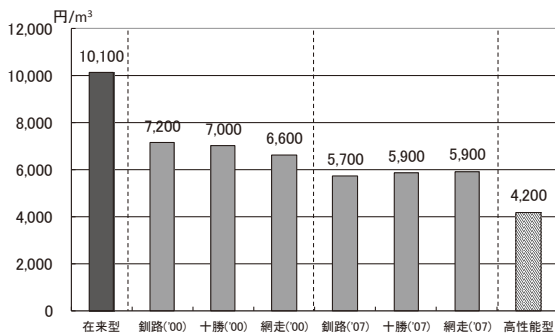


図-6 1m³あたり伐採コストの比較

その結果、1993年に10,000円/m³を超えていた在来型システムに対し、2000年には3地域全てで7,000円/m³前後に下がり、約3割のコスト削減が図れていた(図-6)。2007年にはさらに1割削減し、6,000円/m³を下回った。つまり93年から07年までの15年間で約4割コスト削減が図れたことになる。なお、高性能型の目標値とは、さらに約2,000円/m³の差があった。

### 考察と今後の課題

分析の結果、機械作業システムの変遷に伴い、労働生産性は大きく改善し、伐採コストは釧路・十勝・網走の三地域において、15年間で約4割削減していた。

労働生産性については、準高性能型システムが主流になった2007年の調査③で飛躍的に伸びた。

一方で、この年、全道で稼働していたハーベスタ・プロセッサ (約360台) の機械稼働率は、全道平均50%台から60%台とやや低く、その後も残念ながら60%前後に留まっている(9)。この稼働率の停滞と、作業班員数が減らなかったことで、固定費と変動費の両方が十分に削減されたとはいえなかったと考えられる。そのため2000年から2007年の労働生産性の伸びに対し、コスト削減率が1割に留まったと推察される。

今後のコスト低減の目指す方向としては、以前から指摘されてきたことではあるが(3, 13)、高性能林業機械の性能をフルに活かすこと、労働生産性の向上に合わせて作業班員数を見直すことの2点が重要である。

伐採コストの低減にあたっては、人員の適正配置、一カ所あたりの伐採面積の拡大 (施業集約化) のほか、路網の整備、年間事業量の確保、という経営上の問題が総合的に深く関わると考えられる。森林・林業再生プランの実現に向けて、今後は事業体の年間稼働率や地域性にも考慮した機械作業システムの提案、伐採コストの削減が求められる。

### 謝辞

本論の執筆にあたり、北海道水産林務部林務局林業木材課を中心に、貴重な業務資料を提供いただいたことに深謝する。また、2000年の調査は、北海道水産林務部林務局森林整備課・活用課および美唄普及指導員室のご協力の下、全道の林業指導事務所(当時)の皆様の地道なロードワークで実現したものである。この場を借りて、あらためて協力いただいた皆様に心よりお礼を申し上げる。

### 引用文献

- (1) 浅井達弘・木幡靖夫・由田茂一・対馬俊之(1995) いろいろな間伐機械作業システムの生産性とコスト, 日林北支論 43:116-118.
- (2) 木幡靖夫・浅井達弘・由田茂一・対馬俊之・北川(1993) 在来型間伐作業の事例分析—短幹方式と全幹方式の比較—, 日林北支論 41:252-254.
- (3) 駒木貴彰(1999) 北海道における高性能林業機械の導入実態と課題, 林業経済研究, Vol.15 No.1:69-74.

- (4) 北海道林務部(1993)林業機械の保有状況調査・高性能林業機械稼働実態調査集計表
- (5) 北海道林務部(1993)北海道高性能林業機械化基本方針:8-11.
- (6) 北海道立林業試験場・北海道水産林務部(2007)高性能林業機械作業システムアンケート調査結果, 未定稿
- (7) 北海道水産林務部(2000)林業機械の保有状況調査・高性能林業機械保有状況調査集計表
- (8) 北海道水産林務部(2007)林業機械の保有状況調査・高性能林業機械保有状況調査集計表
- (9) 北海道水産林務部(2010)高性能林業機械等保有状況調査集計表
- (10) 北海道水産林務部・北海道立林業試験場(2000) 間伐事例調査
- (11) 農林水産省(1993)高性能林業機械化北進基本方針
- (12) 林業・木材製造業労働災害防止協会 HP  
<http://www.rinsaibou.or.jp/>
- (13) 全国林業改良普及協会(1993)機械化のデザインー技術と経営の変革をめざす高性能林業機械化の方法 14-17.
- (14) 全国林業改良普及協会(2001)機械化のマネジメントー地域の経営力アップのために高性能林業機械をどう活かすか 126-139.