

北海道研究林で行われた直営伐出作業の生産性調査

北海道研究林 北川陽一郎¹⁾

1. はじめに

北海道研究林では植栽実習地の確保や展示林の造成、技術職員の技術向上などを目的として2014年度から直営による小面積皆伐の伐出作業が行われている。伐出作業の生産性は効率的な作業システムを目指すために必要な基礎資料である。今回は作業日報を用いて、2014年から2016年に行われた小面積皆伐による伐出作業に加え、間伐、風倒木処理による伐出作業について工程ごとの生産性を求め、生産性を左右する要因を考察した。

2. 施業地と施業方法

施業地の位置図を図1に、施業地の概要と施業方法を表1に示した。施業方法は、伐倒と枝払いを連続して行い、全幹で土場に運び、土場で造材とはい積みを行う方式で行った。作業は伐倒・枝払いと木寄せの2工程を連携して行い、また運材、造材、はい積みの3工程を連携して行った。なお、木寄せは伐倒木を林地から作業路まで引き出す作業を、運材は伐倒木を作業路から土場まで運ぶ作業を示している。

伐倒・枝払い工程は伐倒と枝払いを連続して一人の作業員で行い、作業面積が広いときは多人数で行い、残り面積によって作業人数を減らしていった。木寄せ工程は、グラップルを使用する場合は操縦者1名のみ、トラクタを使用する場合は操縦者1名と荷かけ手1～2名の計2～3名で行った。運材工程は荷かけと操縦を1名のみで行った。造材工程は測尺2名と玉切り2～3名の計4～5名が一組で行った。はい積み工程はグラップルを使用する場合は操縦者1名のみ、フォークを使用する場合は操縦者1名と補助2～4名の計3～5名で行った。

施業は従来型機械を用いて行なった。グラップルはバケット容量0.5 m³のバックホウ（スミトモ、SH-120）を、トラクタはワイヤ巻取り量50mの2胴ウィンチ林業用トラクタ（イワフジ、T-20A）を、フォークは木材用フォークを取り付けたホイールローダ（TCM、WTD15）を使用した。

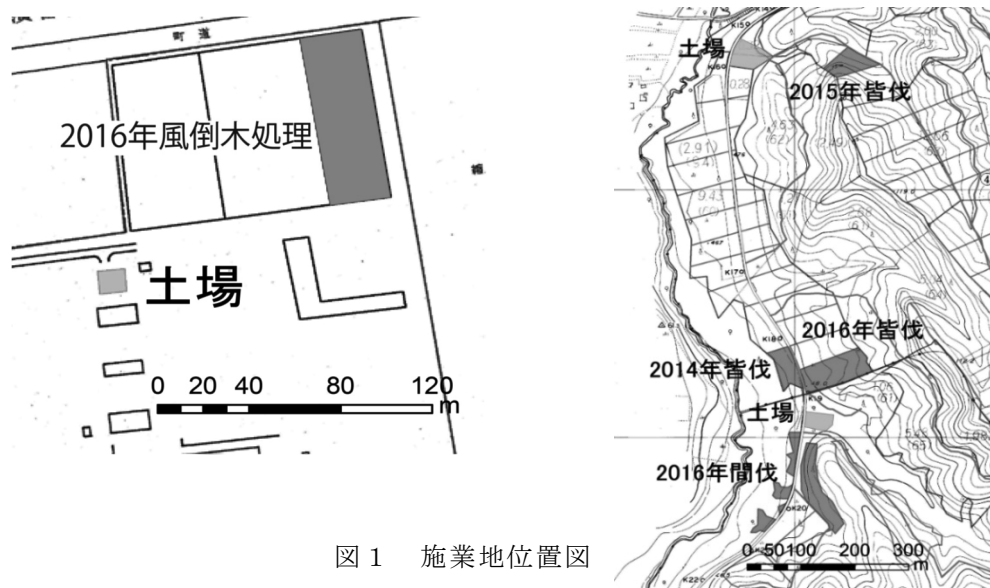


図1 施業地位置図

¹⁾現：芦生研究林

表 1 施業地の概要と施業方法

施業名	2014年皆伐	2015年皆伐	2016年皆伐	2016年間伐	2016年風倒木処理
林班名	4ろ	4ち	4ろ	3ろ	12と
林齢	54年生	52年生	56年生	56年生	29年生
樹種	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カラマツ
面積	0.28ha	0.55ha	0.3ha	1.17ha (実態調査簿)	0.3ha (実態調査簿)
傾斜※	平地	緩-急傾斜	緩傾斜	緩-急傾斜	平地
立木本数	72本	222本	110本	117本 (伐出対象木のみ・枯れ倒れ含む)	—
立木胸高直径	36±6.5cm	29±6.4cm	30±9.0cm	30±5.8cm (伐出対象木のみ・枯れ倒れ含む)	22.6±5.93cm (2016年度固定標準地調査)
立木材積	82.4m ³	149.5m ³	108.7m ³	114.1m ³ (伐出対象木のみ・枯れ倒れ含む)	—
出材量	65.6m ³	152.3m ³	81.6m ³	110.0m ³	23.6m ³
期間	2014/7/4-8/1	2015/7/2-8/25	2016/6/28-7/26	2016/10/17-11/24	2016/4/25-5/10
伐採方法	皆伐	皆伐	皆伐	定性間伐	風倒木処理
伐出方式	全幹方式	全幹方式	全幹方式	全幹方式	全幹方式
運材距離	40-130m	160-230m	90m	40-130m	120m
伐倒・枝払い	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー
木寄せ	グラップル	グラップル	グラップル	グラップル・トラクタ	グラップル
運材	トラクタ	トラクタ	トラクタ	トラクタ	トラクタ
造材	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー
はい積み	グラップル	グラップル・ フォーク	グラップル・ フォーク	グラップル・フォーク	フォーク
備考	実施初年度のため慎重に作業を行った。 林縁木が多く、立木の 枝が太い。	急傾斜地のため、施業 前に林地内に作業路 を2本設定した。 林地内の倒木で、状態 の良いものは搬出し た。	林地の一部は広葉樹が 多く、伐倒・枝払い施業 中に切り捨てた。	林地内は倒木が多く、状態の良い ものは搬出した。	

※ 傾斜地は重機で作業可能な「緩傾斜」と重機で作業できない「急傾斜」に分けた

3. 調査方法

調査に用いた作業日誌は、作業終了後に 30 分単位でその日に行った作業工程を記録した。作業工程は伐倒・枝払い、木寄せ（グラップル）、木寄せ（トラクタ）、運材（トラクタ）、はい積み（フォーク）、はい積み（グラップル）、その他に分けた。ただし、造材とはいは積みの工程は同じ作業者が短いサイクルで行き来するため、作業日報では正確に記録することができなかった。

システム生産性は出材量を 1 日=6 時間とした各工程の作業日数（日）で除して求めた。労働生産性は出材量を 1 日=6 時間とした人工数（人・日）で除して求めた。出材量は全施業終了後にはい積みした丸太を測定して求めた。なお本報告では、1 日当たりの出材量を表すシステム生産性は作業の効率を述べるために用いた。また、1 人 1 日当たりの出材量を表し、人工を考慮している労働生産性は作業にかかるコストについて述べるために用いた。また、文中ではシステム生産性と労働生産性を合わせて「生産性」とした。

4. 結果

各施業の施業結果の概要を表 2 に示した。また、工程別システム生産性を図 2 に、労働生産性を図 3 に示した。各施業の工程別システム生産性（m³/日）の平均値は、伐倒・枝払いが 26.6

m³/日、木寄せが 19.3 m³/日、運材が 25.3 m³/日、造材が 14.0 m³/日、はい積みが 16.2 m³/日であった。各施業の工程別労働生産性 (m³/人・日) の平均値は、伐倒・枝払いが 9.3 m³/人・日、木寄せが 16.8 m³/人・日、運材が 21.7 m³/人・日、造材が 5.3 m³/

人・日、はい積みが 14.0 m³/人・日であった。全工程の労働生産性は 1.28～2.08 m³/人・日で 2015 年皆伐が最も高く、2016 年風倒木処理が最も低かった。

表 2 施業結果の概要

施業名	2014年皆伐	2015年皆伐	2016年皆伐	2016年間伐	2016年風倒木処理
実働日数	13日	20日	14日	17日	6日
1日の平均作業員数	3.5人 最大7人	5.4人 最大7人	4.6人 最大7人	4.5人 最大7人	5.5人 最大7人
実働時間	52時間	89時間	63.5時間	64時間	24時間
総作業時間	200人・時間	451人・時間	271.5人・時間	318人・時間	111人・時間
全行程の労働生産性(m ³ /人・日)	1.97	2.03	1.76	2.08	1.28

5. 考察

5.1 皆伐施業の生産性

2014年から2016年にかけて行われた皆伐施業における各工程の生産性を比較すると(図2、図3)、おおむね似た値となっているが、2014年皆伐の木寄せ工程の生産性が特に高かった。これは、施業地が林道に広く接していたために、伐倒木の先端が林道に届いて、木寄せ工程を省略できたことが多かったためと考えられる。また、施業地が平地だったためグラップルが移動しやすく、効率的な木寄せができたことも影響していると思われる。

5.2 間伐施業の生産性

間伐施業は2016年間伐の1件しかないため、間伐と皆伐の生産性を比較することは難しいと思われる。一方で伐倒・枝払い工程と運材工程の生産性が特に高かったため、その要因を考察する。

まず、伐倒・枝払い工程の生産性が特に高かったのは、伐出作業の対象木に倒木が多く含まれており、実際に行われた伐倒作業が出材量に対して少なかったためである。

運材工程でシステム生産性が特に高かったのは、2016年間伐では木寄せ工程で運材を行いやすいように伐倒木を整理して置いたことが影響していると思われる。さらに運材、造材、はい積みの3工程の連携を工夫したことも影響していると考えられる。運材工程は、連携して行う造材とはい積みの工程よりも作業効率が良いため、造材とはい積みが終了して土場が空くまで材を運び込まずに、待ち時間が発生していた。しかし、2016年間伐では土場レイアウトを工夫して、土場の2か所で造材を行うようにした。このため運材担当者は一方で造材が行われていても、空いている方に材を運べば良いので、待ち時間なく作業が行えるようになりシステム

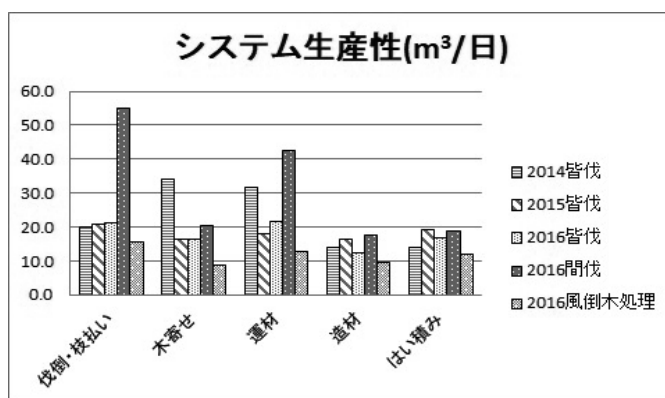


図 2 各施業の工程別システム生産性

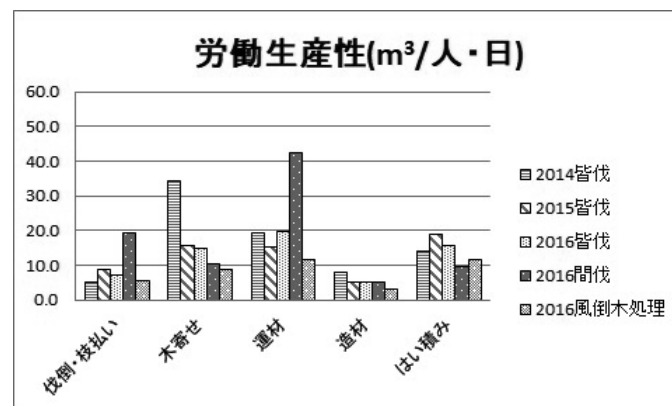


図 3 各施業の工程別労働生産性

生産性が上がったと考えられる。このように連携して行う工程の生産性を上げるためには、連携する工程全体の作業システムを見直すことが有効だと分かった。

5.3 風倒木処理施業の生産性

2016 年風倒木処理は他の施業と比べてすべての工程で生産性が低かった。これは、施業地の立木胸高直径が他の施業地よりも小さく、単木の材積が小さかったためと考えられた。また、伐倒・枝払いや木寄せ工程の効率が低かったのは、通常の施業よりも作業に注意が必要な風倒木処理施業だったことも要因であると考えられる。

5.4 システム生産性と労働生産性の比較

全施業において、特に伐倒・枝払い工程と造材工程でシステム生産性に比べて労働生産性が低くなる傾向がみられた。これらの工程は作業員数を多くすることでシステム生産性の高い効率的な作業を行っているが、人工数が増加することで労働生産性が低くなることが分かった。

また、2016 年間伐では木寄せ工程でグラップルに加えてトラクタのウィンチを用いた木寄せを合わせて行った。その結果、システム生産性は比較的高くなったが、ウィンチによる木寄せは操縦者と荷かけ手の 2～3 人作業であるため人工数が多くなり、グラップルだけを用いた皆伐施業の木寄せ工程よりも労働生産性は低い結果になった。

このように直営の伐出施業では人工数が多くなることが一因となって労働生産性が低くなり、コスト面では高くついていることが分かった。一般にはこの問題を解決するために、処理能力が高く少人数で作業できる高性能林業機械が導入されている。間伐施業ではあるが、一部の工程に高性能林業機械を用いた準高性能型システムでは、造材に処理能力の高いプロセッサを用いることで、労働生産性は全工程で $8.9 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$ となっている。また、ハーベスタとフォワーダを用いた高性能型システムでは、作業員数が 2 人に減少することもあり全工程で $20.2 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$ となっている（北海道水産林務部，2009）。機械稼働率や新しい作業システムの確立など課題も多いが、北海道研究林でも高性能林業機械を導入することができれば、労働生産性を上げることができると考える。

6. まとめ

作業日誌による生産性調査から、伐出作業の生産性は伐出木や林地の状態などの施業地ごとの特徴によって変わることが分かった。また、各工程の施業方法や人数配置、使用機械、土場レイアウトなどの伐出計画によって生産性が変わることが分かった。最後に、伐出作業の生産性を上げることは大切だが、安全を第一に考えた無理のない計画と作業を行うことも重要と考える。

引用文献

北海道水産林務部（2009）北海道高性能林業機械化基本方針．18pp，北海道水産林務局林業木材課，北海道．