

スギ人工林で行われた主伐の作業システムと生産性

舟木 徹*・杉原 雅彦**

Logging Operation Systems and The Productivity for Final Cutting in Sugi Artificial Forest

FUNAKI, Toru and SUGIHARA, Masahiko

要 旨

島根県内において実施されたスギ人工林主伐（皆伐）2事例の林況，作業システムについて調査を行い，システム構成する工程及び生産性の分析をおこなった。両事例の作業システムは異なる構成で，その工程間の生産性には差が生じていたが，フォワーダによる運材工程が共通して生産性が最も低かった。作業別生産性比較では，伐木作業における伐採木の幹材積の大小が作業時間に影響を及ぼすことが考えられた。また，運材作業においては搬出材種により生産性に差が生じる結果であった。

キーワード: 主伐，作業システム，生産性，単木材積

I はじめに

現在，島根県内各地の人工林において，森林組合等の林業事業体により施業の集約・団地化と高性能林業機械の導入及び林内路網整備がおこなわれ，搬出間伐を中心とした木材伐出作業が行われている。森林資源関係資料¹⁾によると県内のスギ人工林は2010年度末現在，地域森林計画において設定されている標準伐期齢以上の林分が，スギ人工林全体の面積で約55%，蓄積においては約66%にまで達している。これらの成熟した人工林からの木材供給や森林資源構成の平準化といった資源循環を考えた場合，過去から造成と保育により管理されてきたこれら林分を，今後，適期に主伐により収穫し利用していくことは重要な課題である。

こうしたなか，近年，県内においても高性能林業機械と林内路網を活用して主伐（皆伐）を行うことにより，積極的な木材供給を試みる森林組合が現れるようになってきた。そこで今回，先行的に取り組んでいる森林組合の人工林主伐（皆伐）事業地において，その作業実態を調査し比較検討した。

II 調査地及び調査方法

1. 調査地

2009年，島根県仁多郡奥出雲町地内の主伐事業地（以下，「事業地A」とする）を，2010年には同県邑智郡邑南町地内の主伐事業地（以下，「事業地B」とする）を調査地とした。それぞれの事業地の地況を図1，2に示す。

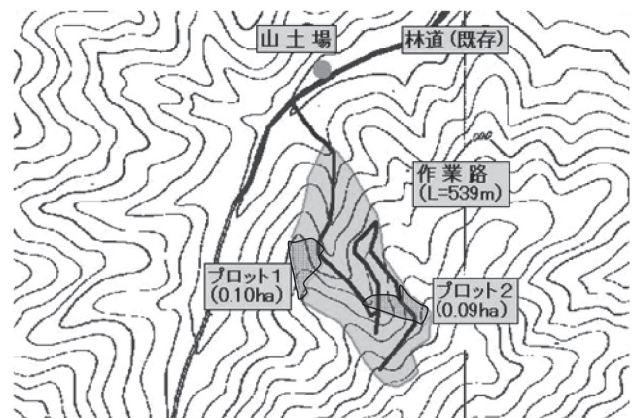


図1 主伐事業地A（仁多郡奥出雲町地内）

*島根県東部農林振興センター，**島根県庁農林水産総務課

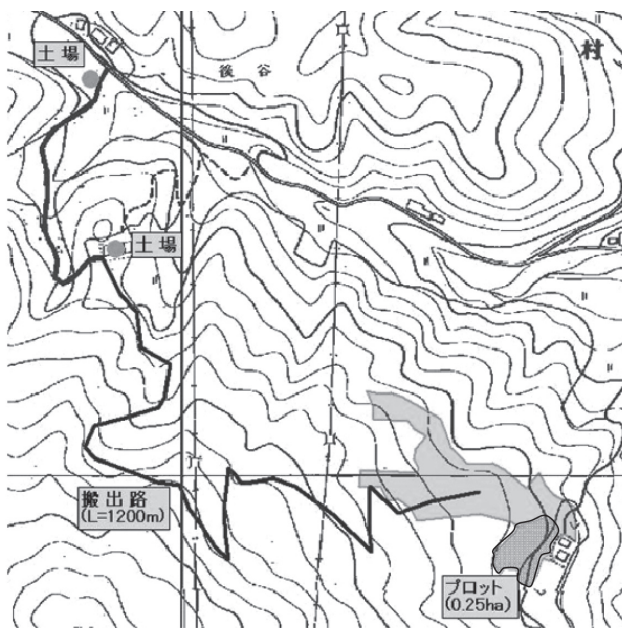


図2 主伐事業地B（邑智郡邑南町地内）

事業地Aは標高620mに位置し、面積1.46ha、平均傾斜度は26°であり、近傍には林道が通じており、そこから作業道が539m開設された。事業地Bは標高320m、面積1.32ha、平均傾斜度11°までの平坦地であった。当事業地は木材生産団地の一角にあり、主として搬出間伐が実施されており、既設の搬出路を利用して材搬出が行われた。

2. 調査方法

本調査の方法と分析は「機械化のマネジメント」²⁾を参考に以下の手法で行った。

1) 林況の把握

調査プロットの設定を行い、調査プロット内の全立木について樹高、胸高直径、本数を計測した。調査対象木には、伐採から運材において材の流れが把握できるようペイントにより番号を付した。

2) 作業量、生産性の把握

デジタルビデオカメラ撮影により木材伐出作業の各工程の作業内容を記録し、作業要素と作業時間及び処理材積から生産性を算出した。

III 結果及び考察

1. 林況

事業地A、Bに設定した調査プロット内の毎木調査の

表1 林況

	事業地A		事業地B
	プロット1	プロット2	
樹種	スギ		スギ(ヒノキ混)
齢級	10		11
成立本数(本/ha)	940	1100	1050
平均樹高(m)	16.9	20.1	24.0
平均胸高直径(cm)	25.4	26.1	31.1
平均幹材積(m ³)	0.46	0.54	0.92
蓄積(m ³ /ha)	437	600	972

結果を表1に示す。

計測した樹高を島根県スギ地位別上層樹高曲線³⁾に対応させると、事業地Aは地位5に相当し、単木材積は約0.50m³であったのに対し、事業地Bは地位3に相当し、さらに平均胸高直径が大きいため、単木材積は0.92m³であった。両事業地の齢級はほぼ同様であるものの、ha当たり蓄積量においては2倍弱程度の差が生じていた。

2. 作業システムと生産性

事業地A、Bの作業システムと工程別生産性、出材量を表2に示す。

1) 作業システムの比較

事業地A、B間において作業システムを構成する工程に違いが見られた。

事業地Aの作業システムは、谷部に作業路が開設され、そこに向けてチェーンソーによって伐木され、作業路上からグラップルによってそれらを全木集材し、その後のハーベスタ造材へ進み、材はフォワーダにより搬出された。事業地Bにおいては平坦地であったため、チェーンソーによる伐木後、集材と造材がプロセッサにより連続して行われ、グラップルにより合板利用のB材、チップ利用のC材別に仕分け・集積され、材はフォワーダにより搬出された。両事業地において共通して行われていた工程は、チェーンソーによる伐木とフォワーダによる運材であった。このように現場に導入される作業システムは、林況、地況などの作業環境の違いや高性能林業機械の保有台数、オペレータ数などの事業体の経営環境や、生産される材の用途によりさまざまな様態を採ることが考えられた。

2) 工程別生産性と出材量

事業地A, Bそれぞれにおいて構成する工程別生産性を比較した(表2)。事業地Aでは集材工程の生産性が22.5m³/時と最も高く、他の工程の生産性より1.5~2倍程度高かった。事業地Bでは伐木工程の生産性が27.7m³/時で最も生産性が高く、他の工程より1.4~4倍程度高かった。運材工程は事業地A, B共通して最も生産性が低かった。事業地全体を通じて木材伐出作業の各工程は基本的に並行、連携して行われていたが、生産性格差を解消するために、各工程の進行に応じて主に事業地Aでは集材作業から伐木作業へ、事業地Bでは伐木作業から集・造材作業や仕分け・集積作業へ作業配分の変更(作業シフト)が行われており、これによりある程度の作業の平準化が図られていた。しかしながら、事業地A, B共通して最も生産性が低かった運材工程においては、現地に投入されたフォワーダが1台のみであったため作業の平準化まで至らなかった。このため、作業工程間の格差を解消し、今後さらに作業システム全体の生産性向上を目指すためには、フォワーダの複数台の導入や積載量の大きな機種を導入について検討が必要であると考えられる。

また、主伐(皆伐)は搬出間伐と比べて多くの出材が見込まれる。事業地Bにおいては約1,000m³の素材が出材されたが、土場において材の滞留が見受けられた。材の

滞留は、工程を遡って生産性低下を招く一因となることが懸念される。そのため、円滑な木材伐出作業を行うためには、フォワーダ運材作業の検討に加え、スペースが十分確保された土場設置や、土場から先のトラック運搬についても考慮しておく必要があると考えられる。

3) 伐木工程の比較

事業地A, Bで共通して行われたチェーンソーによる伐木工程について生産性を比較した。事業地Aの生産性はプロット1で10.4m³/時、プロット2で14.6m³/時、事業地Bは27.7m³/時となり、両事業地で約2倍の差が生じたが、このとき両事業地の平均幹材積(表1)においても同程度の差が生じている。このことから、各プロットの伐木生産性は平均幹材積と関連があると考え、毎木調査結果から算出した個々の単木材積と、時間観測により得たそれぞれの伐木時間を対応させて、単木材積と伐木作業の生産性について関係を求めた(図3)。

線形回帰により求めた式の決定係数はR²=0.68となり、単木材積が増加すると伐木作業の生産性も向上する傾向が見られた。このことから、林況、地況等の作業環境の違いはあるものの、単木材積の大小は伐木作業の生産性に影響を及ぼすと考えられた。さらに、連続して行われる各工程においても単木材積の大きさを考慮した作業システム構築ができれば、生産性はさらに高まると考えられる。

表2 作業システムと工程別生産性、出材量

事業地A					
作業システム	【伐木】	【集材】	【造材】	【運材】	
	チェーンソー	→	クランプル	→	ハーベスタ
			12tクラス		12tクラス
					→
					フォワーダ
					4.3t積載
伐採方法	皆伐				
伐倒方向	下方(作業路に向けて)				
集材方式	全木集材				
生産性(m ³ /時)	プロット全体	12.9	22.5	14.9	B材
	{プロット1	10.4	25.9	16.6	11.6
	{プロット2	14.6	21.2	14.2	11.9}
出材量(m ³)	614				
	(421m ³ /ha)				
事業地B					
作業システム	【伐木】	【集・造材】	【仕分け・集積】	【運材】	
	チェーンソー	→	プロセッサ	→	クランプル
			12tクラス		6tクラス
					→
					フォワーダ
					3.5t積載
伐採方法	皆伐				
伐倒方向	-				
集材方式	全木集材				
生産性(m ³ /時)	27.7		14.2	20.1	B材
出材量(m ³)	977				8.2
					C材
					6.7
	(740m ³ /ha)				

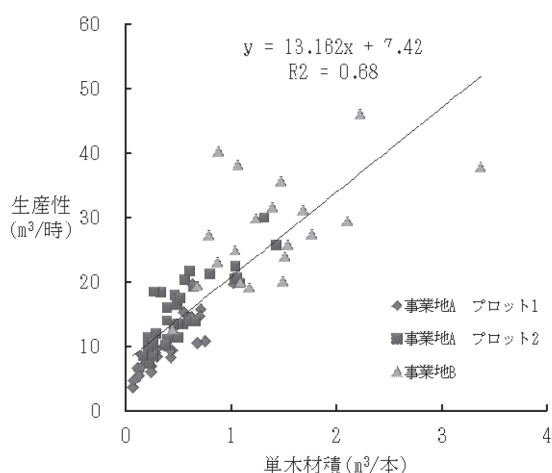


図3 単木材積と伐木作業の生産性

4) 運材作業の比較

事業地Bにおいて行われたフォワーダによる運材工程について搬出された材種別に生産性を比較した(表3)。

生産性の比較にあたり仕分け・集積されたB、C材それぞれについて材積込み、走行(往復)、土場での材下ろしを1サイクルの作業要素とし満載を積載の条件とした。なお、生産性算出にあたり、作業の都合により土場を統一できなかったため、走行時間はトラック積載場となった搬出路起点側の土場までのものを用いて計算した。結果、B材の生産性は8.2m³/時、C材の生産性は6.7m³/時でC材はB材の8割程度の生産性に留まった。そこで、運材工程を構成する材積込みと材下ろしの作業要素及び積載量について検討した。

表3 材積み下ろし時間と積載量

	平均作業時間(秒)			平均積載量(満載時)	
	材積み込み	材下ろし	合計	積載材積(m³)	積載本数(本)
B材(合板用)	442	348	790	6.11	24
C材(チップ用)	530	379	909	5.20	64
C材-B材	88	31	119	-0.91	40

*材積算出は末口自乗法

表3に示すとおり、C材の作業時間は材積み込み、材下ろし共にB材より時間が掛かっており、1サイクルの作業では119秒掛かり増しの状況であった。これはチップ用であるC材は小径木が多かったため、フォワーダ満載にするための積み込み本数や積み下ろし回数の増加に起因すると考えられた。さらに、積載材積はB材が6.11m³であったのに対し、C材は5.20m³となりB材積載の85%に留まった。C材は末口、元口の差が大きい梢端部や曲がり材が多く含むことが積載材積の差を生じさせたと考えられた(写真1)。また、一般的にC材はB材と比べて取引単価が低い。このため、生産・搬出にあつては確実な消費先が確保され、一定の単価が維持できる環境のもとで実施されるべきと考えられる。



写真1 チップ用材(C材)の積載状況

IV 引用文献

- 1) 島根県農林水産部森林整備課(2011)森林資源関係資料(平成22年度現在). 2-7.
- 2) 岡 勝(2001)機械化のマネジメント.(社)全国林業改良普及協会. 90-123.
- 3) 島根県農林水産部森林整備課・島根県中山間地域研究センター(2011)島根県人工林収穫予想表. 6-7.