

製材用材と未利用材を効率的に搬出する作業システムの研究

片桐 智之

Study on the highly effective logging system of timber and wooden biomass

Tomoyuki KATAGIRI

要 旨

片桐 智之：製材用材と未利用材を効率的に搬出する作業システムの研究 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告29：61-71。（2013）林地残材は全国で年間約2,000万 m^3 も発生しているにもかかわらず、そのほとんどが未利用のままである。近年、これら林地残材を搬出する作業システムの研究やバイオマス対応型林業機械の開発が行われており、本研究では既存の林業機械を用いて製材用材と未利用材を効率的に搬出する作業システムの研究を行った。本研究では、製材用材を用材に、未利用材をバイオマスと林地に放置する林地残材に定義した。用材とバイオマスを作業道または土場で仕分けする作業システムを比較すると、広い土場では土場システムが効率的になり、狭い土場では作業道システムが効率的になった。伐木から集材までの工程における生産性と生産コストについて、直接木寄とウインチ木寄を比較すると、生産性は直接木寄がウインチ木寄の1.4～1.5倍となり、生産コストは直接木寄がウインチ木寄より3,000～4,000円/ m^3 低くなった。運材も含めた収支を試算すると、運材まで行う場合は、ウインチ木寄を行わず、高密度に森林作業道を配置して直接木寄のみを行うことで収支をプラスにできると考えられ、運材を行わずに土場売りを行えば、搬出距離によってはウインチ木寄を行っても収支がプラスになると考えられた。

キーワード：製材用材，バイオマス，林地残材，搬出，仕分け場所

I. はじめに

木質バイオマスは、その発生形態によって、林地残材、工場残廃材、建設発生材に分類される。そのうち、工場残廃材は約95%が主にマテリアルに、建設発生材は約70%が主にエネルギーに利用されている。一方、林地残材は、全国で年間約2,000万 m^3 も発生しているにもかかわらず、そのほとんどが未利用のままである（陣川ら2012）。このような未利用の林地残材（以下、未利用材）は、林内に薄く広く分布しているという性格から、搬出するには、多大なコストがかかり、採算が合わない場合がある。そのため、製材用材（以下、用材）を搬出する際に同時に未利用材を搬出する作業システムの研究が行われている。藤木ら（2011）は全木集材を行い、土場でプロセッサによる造材を行う際に端材部をコンテナ内に切り落とし、そのコンテナをフォワーダやトラックで運び出す作業システムについて検証を行い、山元土場販売で2,000円/ m^3 程度の利益を上げることができたと報告している。このような作業システムは、既存の林業機械と資材を組み合わせることで未利用材を搬出する作業システムである。一方、既存の林業機械ではなく、バイオマス対応型の林業機械を開発して効率よくバイオマスを搬出する取組も行われている。毛綱ら（2011）は、バイオマス

対応型プロセッサを開発し、プロセッサの作業の待ち時間を利用して、枝条や端材をチップにすることにより、生産コストの低減を図っている。陣川ら（2011）は、バイオマス対応型フォワーダを開発し、荷台を広げたり圧縮することにより大容量のバイオマスを搬出することとし、吉田ら（2013）による作業性能の評価が行われている。興儀ら（2006, 2008）は、枝条をバンドリングマシンで立木のような形状にすることによりフォワーダやトラックで搬出できるようにした。

本県真庭地域では、森林組合がバイオマス集積基地を設置し、地域内のヒノキおよびスギのバイオマスを集める取組を行っている。また、久世地域では木材組合がバイオマス集積基地を設置し、広葉樹や針葉樹のバイオマスを集める取組を行っている。これらの地域で行われているバイオマスの搬出システムは既存の林業機械のみを用いたシステムである。そこで、今回、既存の林業機械のみを用いて用材と未利用材を同時に効率的に搬出する作業システムを構築することを目的に研究を行った。

なお、本研究は単県課題「間伐材の有効利用に向けた先進的低コスト作業システムの研究」（2011～2012）の中で取り組んだものである。

II. 研究方法

1 用材と未利用材の定義

主伐・利用間伐で発生する用材と未利用材には、丸太、曲がり材、小径木、端材、末木、枝葉等がある。ここでは、利用される丸太を用材に、曲がり材、末口径8-14cm材、搬出可能な端材（根元部分）をバイオマスに、それ以外の部位を林地残材に定義した（図-1）。

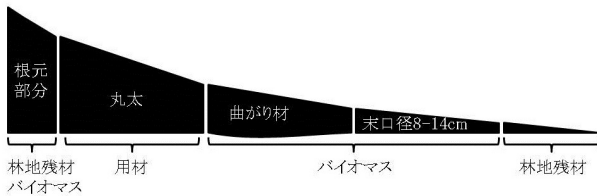


図-1 用材、バイオマス、林地残材イメージ図

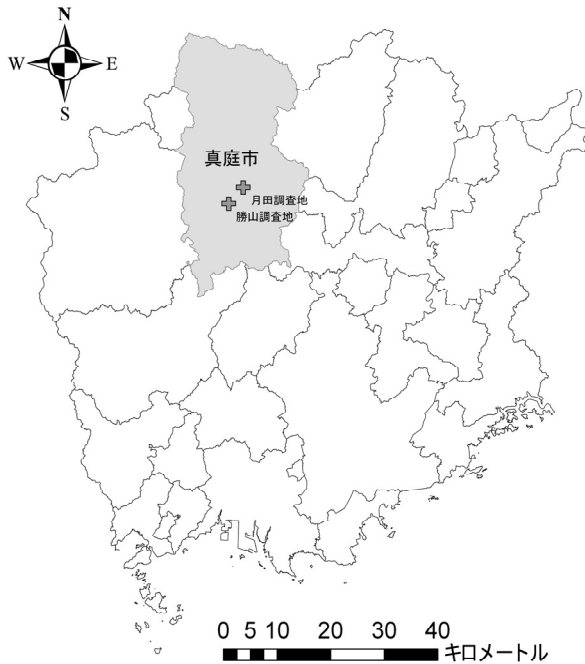


図-2 調査地位置図

表-1 調査地の概要

区分	月田調査地	勝山調査地
樹種	ヒノキ	ヒノキ
林齢(年)	53	42
立木本数密度(本/ha)	1,660	1,210
平均胸高直径(cm)	24.7	25.3
平均樹高(m)	21.6	19.4
平均斜面傾斜(°)	36.6	42.0
作業道幅員(m)	3.5	3.5
平均集材距離(m)	350	570

2 調査地概要

本県真庭地域を対象地域として、真庭市月田および真庭市勝山の民有林内に調査地を設定した（図-2）。調査地の概要を表-1に示す。月田調査地の作業条件は、樹種がヒノキ、林齢が53年、平均胸高直径が24.7cm、平均樹高が21.6m、平均斜面傾斜が36.6°、作業道幅員が3.5m、平均集材距離は350mであった。勝山調査地の作業条件は、それぞれヒノキ、42年、25.3cm、19.4m、42.0°、3.5m、570mであった。

月田調査地には35×15mのプロットを2カ所設置し（図-3）、木質バイオマス加工流通施設（月田総合集積基地）の一角に広めの土場を設置した（図-4）。勝山調査地にはプロットを3カ所設置し（図-5）、公道と接する作業道基点に小さい土場を設置した（図-6）。それぞれの調査地で、用材とバイオマスの仕分け作業を作業道上で行うシステム（以下、作業道システム）と土場で行うシステム（以下、土場システム）の比較試験を行った。

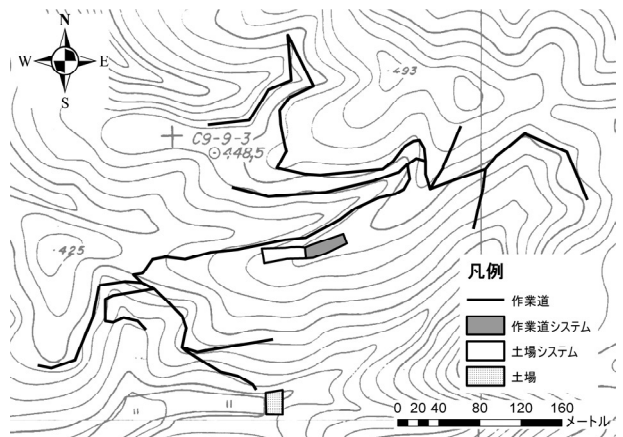


図-3 月田調査地



図-4 月田調査地土場

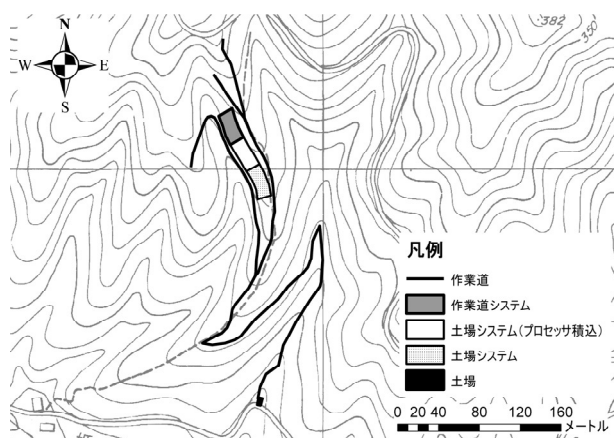


図-5 勝山調査地



図-6 勝山調査地土場

3 作業システム

使用した機械を表-2に、月田調査地の作業システムを図-7に、勝山調査地の作業システムを図-8に示す。

月田調査地の作業道システムは、チェーンソーで伐木、プロセッサで木寄・造材、グラップルで仕分け・積込、フォワーダで搬出・荷下ろしとし、グラップル作業とフォワーダ作業は並列作業とした。土場システムは、チェーンソーで伐木、プロセッサで木寄・造材・積込、フォワーダで搬出・荷下ろし、グラップルで仕分けとし、プロセッサ作業とフォワーダ作業は並列作業とした。

勝山調査地の作業道システムは、チェーンソーで伐木、プロセッサで木寄・造材、グラップルで仕分け・積込、フォワーダで搬出、グラップルで荷下ろしとした。土場システム(グラップル積込)は、チェーンソーで伐木、プロセッサで木寄・造材、グラップルで積込、フォワーダで搬出、グラップルで荷下ろし・仕分けとした。土場システム(プロセッサ積込)は、チェーンソーで伐木、プロセッサで木寄・造材・積込、フォワーダで搬出、グラップルで荷下ろし・仕分けとし、プロセッサ作業とフォワーダ・グラップル作業は並列作業とした。

全ての作業は、定性間伐、下げ木木寄、下げ荷集材で行った。木寄工程はプロセッサが直接掴める伐倒木のみを対象とし、ウインチ集材は行わなかった(図-9)。造材工程は木寄工程と連動して行い、造材した材はプロセッサ後方の作業道上に集積した(図-10)。作業道システムでは、作業道上で集積した材を用材とバイオマスに仕分けし(図-11)、それぞれの材ごとにフォワーダで搬出した(図-12)。土場システムでは、用材とバイオマスが混合した状態(以下、混合材)をフォワーダで搬出し(図-13)、土場でグラップルにより仕分けした(図-14)。

4 調査方法

設定したプロットにおいて、木寄から集材までの各工程をビデオカメラで撮影し、後に時間分析を行った。月田調査地では2011年11月30日に、勝山調査地では2012年10月30日～31日に調査を行った。作業実施前に、路線およびプロット内の立木位置等の測量と胸高直径の計測を行った。作業実施後、残存立木の樹高をレーザー距離計(Laser Technology社製TruPulse360)を用いて計測を行った。なお、当日の作業は真庭森林組合の作業班が行った。

立木材積は、立木幹材積表(林野庁計画課 1970)を用いて算出した。用材材積は市場出荷材積を用いた。バイオマス材積は木質バイオマス加工流通施設(月田総合集積基地)内の装置を用いてバイオマスの重量を計測した後、月田調査地では1.32m³/トン、勝山調査地では1.18m³/トンとして計算した。林地残材材積は、立木材積から用材材積とバイオマス材積を引いた値とした。

表-2 使用した機械

工程	機械	調査地	型式	備考(ベースマシン、最大積載量等)
木寄	プロセッサ	共通	I社GP-25T	K社PC78US
造材	プロセッサ	共通	I社GP-25T	K社PC78US
集材	フォワーダ	共通	K社KCF300	2.5t
仕分け	グラップル	月田	U社ULG-90	7tクラス
		勝山	I社	I社50VX 作業道仕分け
		勝山	I社	K社PC120 土場仕分け、巻立

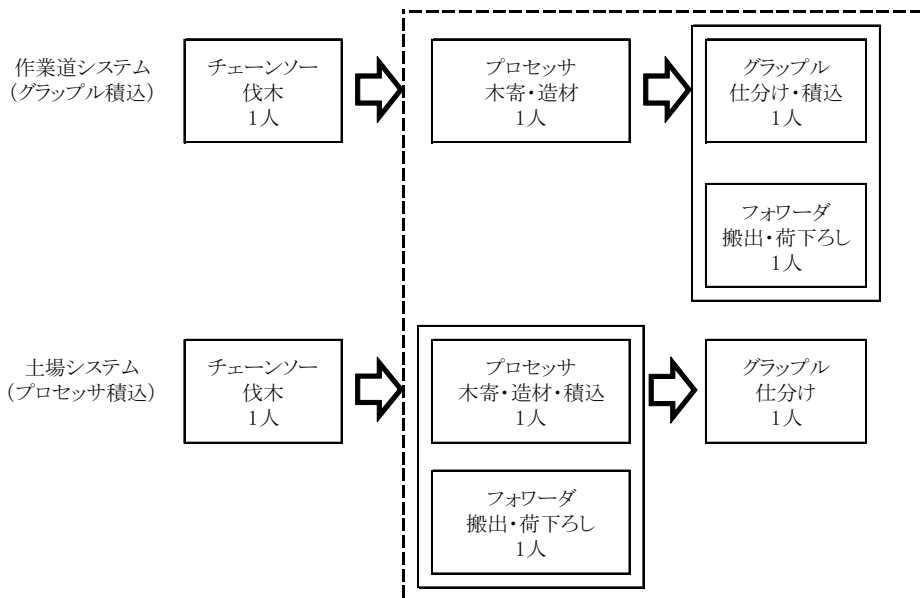


図-7 月田調査地の作業システム
(注) 破線内が本調査の範囲である。

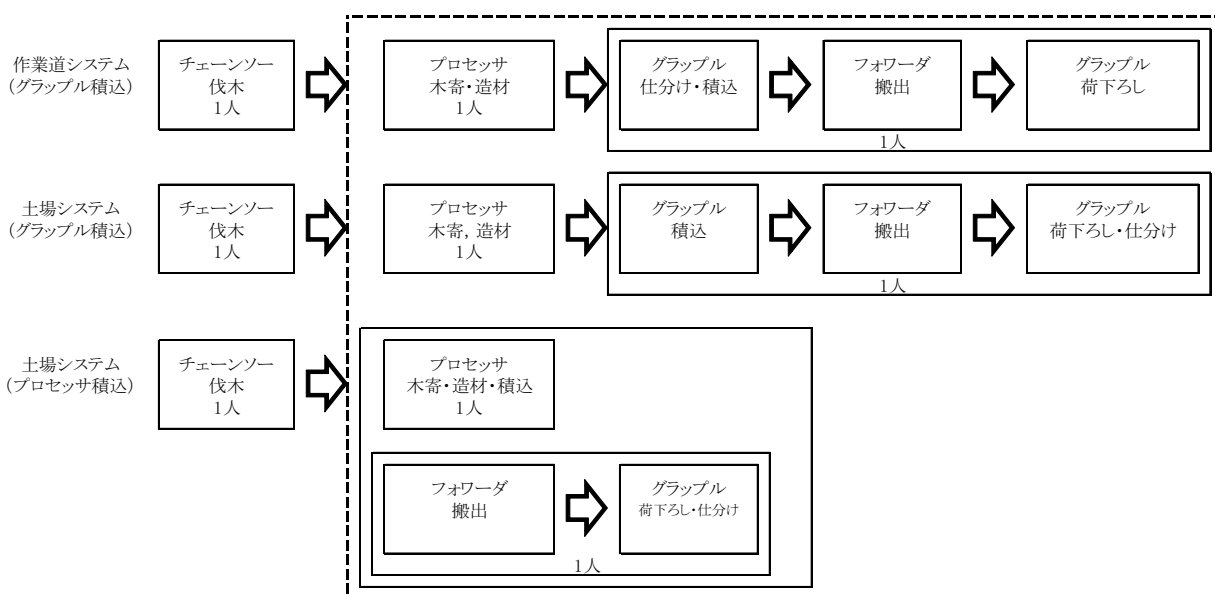


図-8 勝山調査地の作業システム
(注) 破線内が本調査の範囲である。



図-9 プロセッサによる木寄



図-12 バイオマスの搬出



図-10 プロセッサによる造材



図-13 混合材の搬出



図-11 作業道上での仕分け



図-14 土場での仕分け

Ⅲ. 結果と考察

1 搬出材積

月田調査地と勝山調査地の搬出材積を表-3に示す。月田調査地の材積割合は用材が43%、バイオマスが42%、林地残材が15%となった。勝山調査地では用材が46%、バイオマスが27%、林地残材が27%となった。用材はどちらの調査地でも約45%を占めていた。バイオマスの割合は月田調査地では用材の割合と同程度であったが、勝山調査地では用材より低くなった。立木の形状や現場の状況が異なるため一概には言えないが、立木材積の3~4割をバイオマスとして搬出できると考えられた。

2 各工程の生産性

月田調査地と勝山調査地の実証試験結果を表-4に示す。生産性の計算に用いた材積は、用材とバイオマスを足し合わせたものとした。木寄~集材工程の生産性は、月田調査地では作業道システムが3.69m³/時、土場システムが4.61m³/時となり、土場システムが作業道システムよりも高かった。勝山調査地では作業道システムが2.54m³/時、土場システム(グラップル積込)が2.35m³/時、土場システム(プロセッサ積込)が3.05m³/時となり、土場システム(プロセッサ積込)が最も高くなった。月田調査地の土場システムおよび勝山調査地の土場システム(プロセッサ積込)は、木寄造材工程と集材工程を並列作業としており、そのために他の直列作業のシステ

表-3 月田調査地と勝山調査地の搬出材積および立木材積

区分	月田調査地		勝山調査地		
	作業道システム	土場システム	作業道システム	土場システム	
	グラップル積込	プロセッサ積込	グラップル積込	グラップル積込	プロセッサ積込
用材(m ³)	4.21	4.81	3.79	4.75	4.34
バイオマス(m ³)	4.14	4.66	2.05	3.37	2.17
林地残材(m ³)	1.57	1.60	2.03	2.65	2.78
立木材積(m ³)	9.93	11.06	7.87	10.76	9.28

(注) 四捨五入により立木材積は各材積の合計と合わない。

表-4 月田調査地と勝山調査地の実証試験結果

作業内容 (m ³ /時)	月田調査地		勝山調査地		
	作業道システム	土場システム	作業道システム	土場システム	
	グラップル積込	プロセッサ積込	グラップル積込	グラップル積込	プロセッサ積込
木寄造材 木寄	28.73	27.98	60.00	43.67	55.72
工程 造材	11.83	14.12	5.14	6.07	5.94
道仕分け	16.21	—	37.84	—	—
集材 積込	13.61	18.44	16.76	12.48	7.40
工程 搬出	6.61	5.62	13.49	11.32	4.11
荷下ろし	—	—	43.84	—	—
土場仕分け	—	25.57	—	14.51	11.83
木寄~集材工程	3.69	4.61	2.54	2.35	3.05

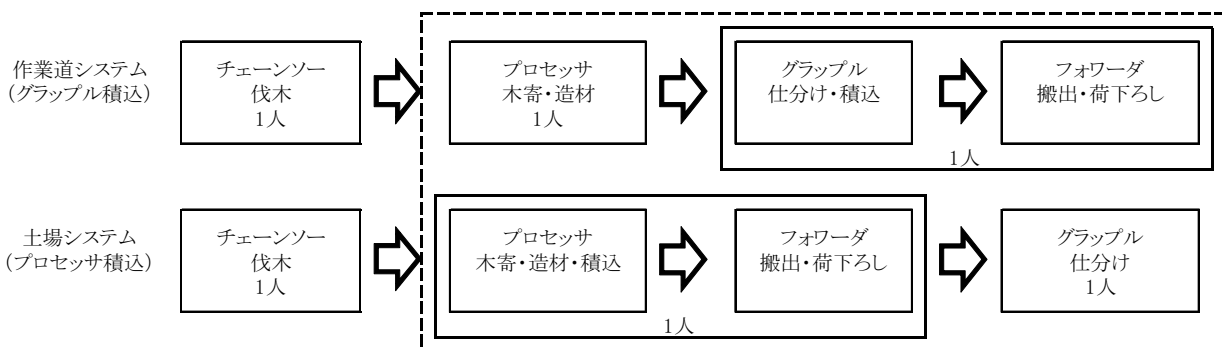


図-15 月田調査地の直列作業システム

(注) 破線内が本調査の範囲である。

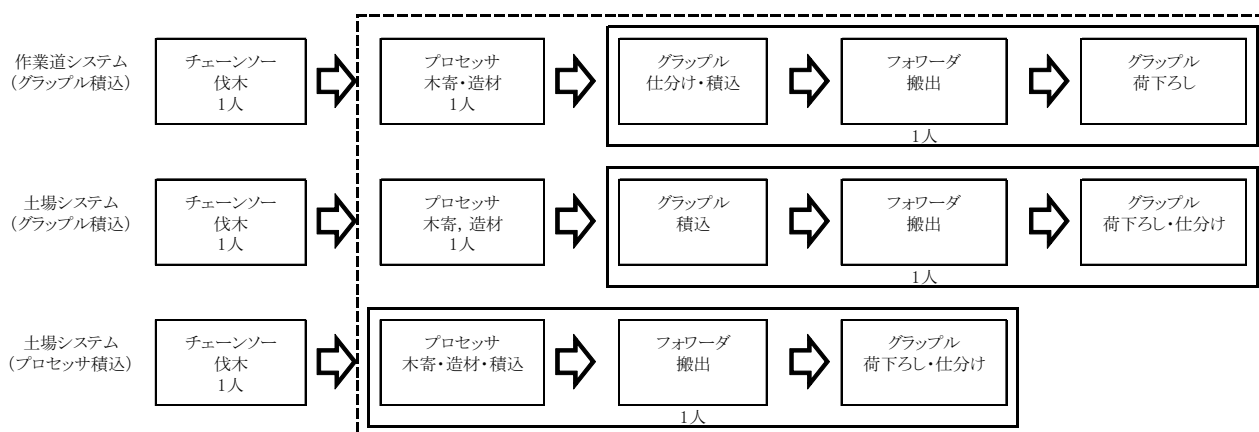


図-16 勝山調査地の直列作業システム

(注) 破線内が本調査の範囲である。

表-6 直列作業の集材工程の生産性 (試算結果)

作業内容 (m ³ /時)	月田調査地		勝山調査地		
	作業道システム	土場システム	作業道システム	土場システム	
	グラップル積込	プロセッサ積込	グラップル積込	グラップル積込	プロセッサ積込
道仕分け	16.21	—	37.84	—	—
積込	19.47	18.49	16.76	12.48	12.38
搬出	20.83	19.92	13.49	11.32	10.11
荷下ろし	—	—	43.84	—	—
土場仕分け	—	25.57	—	14.51	11.83
集材工程	6.21	6.97	5.46	4.21	3.78

ムよりも生産性が高かったことが考えられる。そこで、次に全て直列作業として比較検討することとした。直列作業の作業システムは、図-15, 16のとおりとした。なお、並列作業を直列作業とする際に、並列作業により生じた他の機械作業による待ち時間を除いた時間を当該機械の作業時間とした。また、木寄造材工程については、実証試験結果が月田調査地では約9 m³/時、勝山調査地で約5 m³/時とほぼ一定値となったので、集材工程のみ比較した。

直列作業の集材工程の生産性(試算)を表-6に示す。月田調査地の各作業の生産性は、積込作業および搬出作業では作業道システムが土場システムよりも高く、仕分け作業では土場システムが作業道システムより高くなった。集材工程の生産性は、作業道システムが6.21m³/時、土場システムが6.97m³/時となり、土場システムが作業道システムより高かった。

勝山調査地の各作業の生産性は、積込作業および搬出作業では作業道システムが土場システムより高くなった。土場システム内では、積込作業はほぼ同じとなり、搬出作業ではグラップル積込が高くなった。土場システ

ムの仕分け作業には荷下ろし作業が含まれるため、作業道システムの仕分け作業は道仕分け作業と荷下ろし作業を合わせた作業とし、その生産性は道仕分け作業と荷下ろし作業を直列作業として計算した数値とした。その結果、仕分け作業の生産性は、作業道システムが20.31m³/時、土場システム(グラップル積込)が14.51m³/時、土場システム(プロセッサ積込)が11.83m³/時となり、作業道システムが土場システムより高くなり、土場システム内ではグラップル積込がプロセッサ積込よりも高くなった。土場システム内の積込作業について、本来なら材を掴む能力に優れているグラップルの生産性が、プロセッサの積込作業の生産性と同程度になったのは、グラップル積込では用材とバイオマスを土場で仕分けしやすいうように積み込んだため作業時間が増加したためと考えられる。また、グラップル積込ではその効果により土場仕分け作業の生産性がプロセッサ仕分けの生産性よりも高くなったと考えられる。集材工程の生産性は、作業道システムが5.46m³/時、土場システム(グラップル積込)が4.21m³/時、土場システム(プロセッサ積込)が3.78m³/時となり、作業道システムが土場システムより高か

った。また、土場システム内ではグラップル積込がプロセッサ積込より高くなった。

月田調査地での土場システム（グラップル積込）の集材工程の生産性について検討する。勝山調査地の土場システムにおいて、グラップル積込とプロセッサ積込では積込作業の生産性はほぼ同じで搬出作業の生産性はグラップル積込が高くなった。これを月田調査地に当てはめると、土場システム（グラップル積込）が作業道システムより集材工程の生産性が高くなると考えられる。

月田調査地では、積込作業および搬出作業の生産性は作業道システムが高くなるが、仕分け作業の生産性は土場システムが高くなり、積込作業および搬出作業と比較して仕分け作業の差が大きいことから集材工程の生産性に差が生じると考えられる。つまり、広い土場では土場システムが作業道システムより効率的に仕分け作業ができることが示唆される。

勝山調査地では、月田調査地とは逆に仕分け作業の生産性は、作業道システムが土場システムよりも高くなった。仮に作業道システムの積込作業および搬出作業の生産性が土場システムと同じであるとしても、集材工程の生産性は作業道システムが土場システムより高くなる。つまり、狭い土場では作業道システムが土場システムより効率的に仕分け作業ができることが示唆される。

3 システム生産性と生産コストの試算

本研究で得られた生産性を用いて、用材とバイオマスを搬出する直列作業システムについて、システム生産性および生産コストの試算を行った。なお、プロセッサによる直接木寄だけでなく、ウインチ集材についても試算を行った。

試算に用いた生産性は、伐木工程は、低コスト作業システム構築事業報告書(2010)から2人伐倒で20m³/時とし、ウインチ集材の伐木木寄工程は中澤ら(2011)の報告から、列状間伐、上げ木集材、2人1組、伐倒と

集材連携作業の条件下で4m³/時とした。木寄・造材工程および造材工程は、各調査地の平均値とし、集材工程は、搬出作業以外は各作業ごとに各調査地ごとの平均値とした(表-7)。搬出作業の生産性は、フォワーダの走行距離により変わってくるため、表-8の値から走行速度を5km/時、積込材積を3m³/回、搬出材積9m³として、走行距離(片道)別の生産性を算出した(図-17)。

表-7 作業システム試算に用いた各工程の生産性

	生産性(m ³ /時)	
	月田調査地	勝山調査地
木寄・造材工程	6.64	6.64
造材工程	8.62	8.62
プロセッサ積込	18.49	12.38
グラップル積込	19.47	14.62
荷下ろし	—	43.84
道仕分け	16.21	37.84
土場仕分け	25.57	13.17

表-8 フォワーダ作業状況

	月田調査地	勝山調査地
搬出材積(m ³)	8.91	6.82
平均生産性(m ³ /時)	20	12
集材距離(片道m)	350	570
搬出回数(回)	3	3

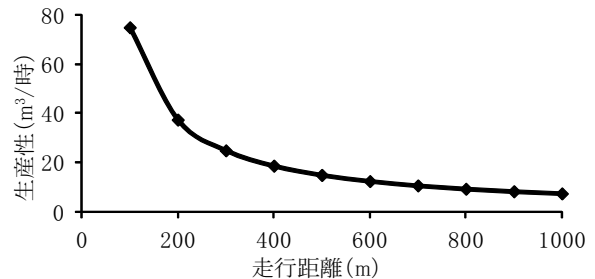


図-17 フォワーダ走行距離(片道)別の生産性

表-9 生産コストの諸評価値

区分	チェーンソー	ウインチ付 グラップル	グラップル	プロセッサ	フォワーダ
労務費					
オペレーター日給(円)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
購入価格(円)	202,000	10,500,000	10,500,000	15,000,000	9,000,000
耐用時間(時)	3,330	7,378	7,378	5,292	3,900
耐用年数(年)	4	7	7	5	5
年間稼働日数(日)	150	180	180	180	130
償却費率	1	1	1	1	1
年間管理費率	0	0	0	0	0
年利率	5	5	5	5	5
保守修理費率	1	0	0	0	0
変動費					
燃料油脂費(円/時)	259	447	447	607	623
消耗品費(円/m ³)	60	80	0	144	0

表-10 システム生産性および生産コスト試算結果

調査地	木寄方法	システム	積込機械	生産性(m ³ /時)				生産性 (m ³ /日)	生産コスト (円/m ³)		
				伐木	木寄造材	伐木木寄	造材				
月田	直接	作業道	グラップル	20	6.64		6.01	16.35	5,128		
			土場	グラップル	20	6.64		6.95	17.42	5,526	
				プロセッサ	20	6.64		6.82	17.28	4,921	
	ウインチ	作業道	グラップル			4	8.62	6.01	11.27	8,004	
			土場	グラップル			4	8.62	6.95	11.77	8,736
				プロセッサ			4	8.62	6.82	11.71	8,830
勝山	直接	作業道	グラップル	20	6.64		5.85	16.15	5,935		
			土場	グラップル	20	6.64		5.06	15.06	6,337	
				プロセッサ	20	6.64		4.76	14.61	5,777	
	ウインチ	作業道	グラップル			4	8.62	5.85	11.17	9,143	
			土場	グラップル			4	8.62	5.06	10.64	9,544
				プロセッサ			4	8.62	4.76	10.42	9,809

※集材距離400m, 1日6時間労働として計算

熊澤ら(2011)は、フォワードの搬出距離(片道)は、トラックが走行可能な道から400~500mが適当と報告している。そこで、今回は搬出距離(片道)を400mとしてシステム生産性を算出した。なお、1日あたりの実働を6時間として、算出したシステム生産性から1日あたりの生産性および生産コストを試算した。

生産コストの諸評価値は、低コスト作業システム構築事業報告書(2010)を参考に表-9のとおりとした。耐用年数は経済寿命とした。今回の生産コストは、伐木工程、木寄工程、造材工程、集材工程の費用であり、機械搬送費やトラック運材費等は含めていない。

システム生産性および生産コスト試算結果を表-10に示す。月田調査地のシステム生産性は、直接木寄の場合、作業道システムが16.35m³/日、土場システム(グラップル積込)が17.42m³/日、土場システム(プロセッサ積込)が17.28m³/日となった。生産コストは、作業道システムが5,128円/m³、土場システム(グラップル積込)が5,526円/m³、土場システム(プロセッサ積込)が4,921円/m³となった。ウインチ木寄の場合、生産性は作業道システムが11.27m³/日、土場システム(グラップル積込)が11.77m³/日、土場システム(プロセッサ積込)が11.71m³/日となった。生産コストは作業道システムが8,004円/m³、土場システム(グラップル積込)が8,736円/m³、土場システム(プロセッサ積込)が8,830円/m³となった。同じ作業システムで直接木寄とウインチ木寄を比較すると、生産性では直接木寄がウインチ木寄の約1.5倍となり、生産コストは直接木寄がウインチ木寄より3,000~4,000円/m³低くなった。

勝山調査地のシステム生産性は、直接木寄の場合、作業道システムが16.15m³/日、土場システム(グラップル積込)が15.06m³/日、土場システム(プロセッサ積

込)が14.61m³/日となった。生産コストは、作業道システムが5,935円/m³、土場システム(グラップル積込)が6,337円/m³、土場システム(プロセッサ積込)が5,777円/m³となった。ウインチ木寄の場合、生産性は作業道システムが11.17m³/日、土場システム(グラップル積込)が10.64m³/日、土場システム(プロセッサ積込)が10.42m³/日となった。生産コストは作業道システムが9,143円/m³、土場システム(グラップル積込)が9,544円/m³、土場システム(プロセッサ積込)が9,809円/m³となった。同じ作業システムで直接木寄とウインチ木寄を比較すると、システム生産性では直接木寄がウインチ木寄の約1.4倍となり、生産コストは直接木寄がウインチ木寄より3,000~4,000円/m³低くなった。

どちらの調査地でも、直接木寄はウインチ木寄よりもシステム生産性が高く、生産コストは低くなった。これは、直接木寄では木寄作業の生産性がウインチ木寄よりも高いことや機械台数をウインチ木寄より減らすことができることが関係しており、通常の出材のみを搬出する作業システムと同様に、木寄作業の効率化がバイオマス搬出でも重要であると考えられる。

4 収支計算

用材とバイオマスを同時に搬出した場合の収支について次の条件で試算を行った。搬出材積は45m³とし、本調査の搬出材積割合(用材6割、バイオマス4割)から用材27m³、バイオマス18m³とした。用材価格は木材市況から12,900円/m³とし、バイオマス価格は、真庭地域のチップ業者への聞き取り調査から4,000円/トンとした。なお、重量から材積への変換は1.2m³/トンとした。トラックによる土場からの運材価格は、真庭地域の森林組合やチップ業者への聞き取り調査から、用材はトラッ

ク走行距離20kmの場合は2,000円/m³、30kmの場合は2,500円/m³とし、バイオマスは距離に関係なく一律1,500円/トンとした。収支計算結果を図-18に示す。運材を除く土場までの収支は、どちらの調査地も直接木寄では2,000円以上のプラスになった。ウインチ木寄では、月田調査地は搬出距離500mまではプラスになった。勝山調査地では作業道システムが搬出距離300mまではプラスになったが、それ以外はほとんどマイナスになった。運材距離20kmでの収支は、直接木寄は月田調査地では全てプラスになり、勝山調査地では搬出距離800mまでがプラスになった。ウインチ木寄はどちらの調査地でも全てマイナスになった。運材距離30kmでの収支は、直接木

寄が月田調査地では全てプラスになり、勝山調査地では搬出距離700mまでがプラスになった。ウインチ木寄はどちらの調査地でも全てマイナスになった。以上のことから、用材とバイオマスを搬出した場合、土場売りを行えば、直接木寄でプラスになり、搬出距離によってはウインチ木寄を行っても収支がプラスになると考えられた。また、運材も行う場合は、ウインチ集材を行わず、高密度に森林作業道を配置して直接木寄のみを行うことで収支をプラスにできると考えられた。ウインチ集材を行う場合は、木寄工程の生産性を向上させつつ、搬出距離を短くすることが収支をプラスにする方法と考えられた。

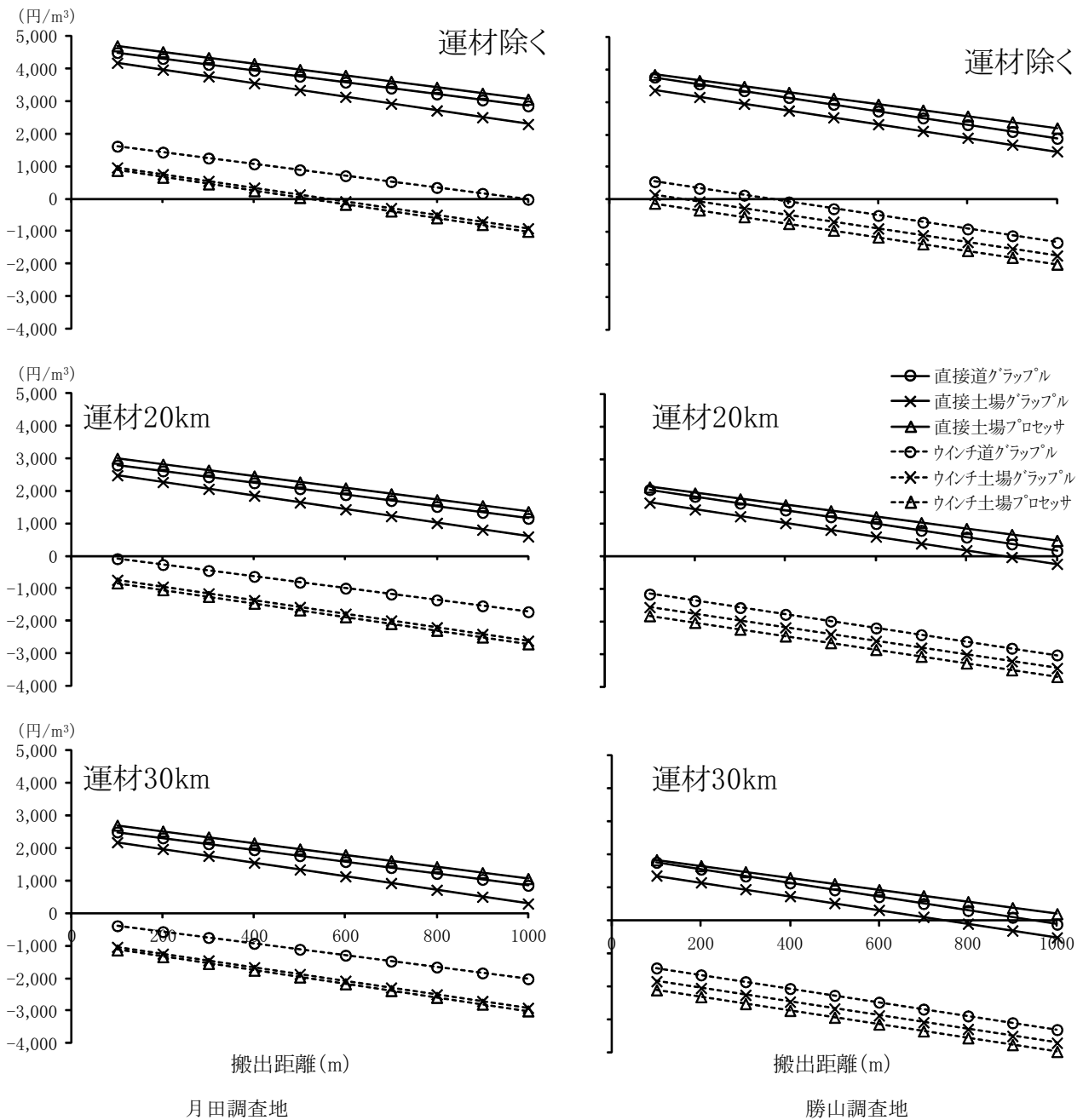


図-18 月田調査地および勝山調査地における収支計算結果

IV. まとめ

用材とバイオマスを同時に搬出する場合、材を仕分けする必要がでてくる。本研究では、仕分け場所、土場の広さおよび積込に使用する林業機械ごとの集材工程の生産性を明らかにした。その結果、広い土場では土場システムが作業道システムよりも効率的で、狭い土場では作業道システムが土場システムよりも効率的であることが示唆された。また、直接木寄とウインチ木寄について伐木から集材までのシステム生産性、生産コスト、運材までの収支を試算し、収支をプラスにするための条件を明らかにした。今後は、木寄工程の効率化や森林作業道をより高密度に配置し、ウインチ集材の割合を減らし、全体の生産性を高めていくことが必要になると考えられた。また、発電施設によるバイオマス需要の高まりが予想されることから、今回のような間伐だけではなく、皆伐を考える必要もあると思われた。

最後に、本調査を実施するにあたり、現場作業を実施していただいた真庭森林組合に感謝の意を表す。

V. 引用文献

- 藤木俊行・岡本健（2011）間伐木の全量搬出を目指して－林地残材の搬出及び販売－。平成23年度国有林業務研究発表集：146-151.
- 陣川雅樹・吉田智佳史・古川邦明（2012）林業バイオマスの効率的な収集・運搬に向けて。山林1539：31-37.
- 陣川雅樹・吉田智佳史・毛綱昌弘・中澤昌彦・伊神裕司・古川邦明・臼田寿生・岩岡正博・諸岡正美・諸岡昇（2011）バイオマス対応型フォワーダの開発。森林利用学会誌26（4）：227-231.
- 熊澤ゆかり・藤田亮・山崎篤史・小山敢・市原恒一・岡勝（2011）安全かつ効率的なフォワーダ集材についての考察。森林利用学会誌26（3）：181-186.
- 林野庁計画課（1970）立木幹材積表 西日本編。319pp. 東京都。（株）日本林業調査会。
- 毛綱昌弘・陣川雅樹・吉田智佳史・中澤昌彦・伊神裕司・岩岡正博・古川邦明・臼田寿生・草野喜行・田中誠一郎（2011）バイオマス対応型プロセッサの試作。森林利用学会誌26（4）：221-225.
- 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）ロングリーチグラップル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－。森林利用学会誌26（3）：173-180.
- （社）日本森林技術協会（2010）低コスト作業システム構築事業事業報告書。268pp
- 與儀兼三・岡部茂・柘植佑一・宅和正彦（2006）森林バイオマス収集・運搬の低コスト化に関する研究－枝条・梢端部の圧縮結束装置の開発－。森林利用学会誌20（4）：229-232.
- 與儀兼三・岡部茂・宅和正彦（2008）森林バイオマス収集・運搬の低コスト化に関する研究－枝条・梢端部の圧縮結束装置2号機の開発－。森林利用学会誌22（4）：285-288.
- 吉田智佳史・佐々木達也・中澤昌彦・毛綱昌弘・陣川雅樹・古川邦明・臼田寿生・諸岡正美・諸岡昇（2013）圧縮機構を装備したバイオマス対応集材車両の開発と作業性能の評価－林業バイオマス搬出作業の生産性－。森林利用学会誌28（1）：29-39.