

速報

出荷先選別による巻立て作業生産性の差異*¹櫻井 倫*²・岡 真樹*³・田部欽也*^{4,5}

櫻井 倫・岡 真樹・田部欽也：出荷先選別による巻立て作業生産性の差異 九州森林研究 70：113－116, 2017 バイオマス用の燃料チップや合板用材など、近年の伐出作業ではその出荷先が多様化している。そこで、フォワーダで運材してきた材をグラップルで巻立てる作業において、出荷先を多様化して選別の精度を向上させることで生産性がどの程度低下するかの検討を行った。選別の方法として、合板用B材とチップ用C・D材に分けた場合（選別なし）と合板用B材、ラミナ用B材、チップ用C・D材とに分けた場合（選別あり）の2つの条件を設定して巻立て作業を行い、作業時間を比較した。観測した作業は荷台からの下ろし、検寸、仕分け、移動・集積等の作業である。その結果、「選別なし」の場合1本あたりの作業時間が26.3秒であり、「選別あり」の場合は「選別なし」の場合に比べて8秒長い34.3秒であった。この結果は3%の水準で有意差があるものと判定された。しかし、1㎡あたりの作業時間で検討すると、違いは認められないという結果が得られた。

キーワード：巻立て、選別、作業時間

I. はじめに

従来、林業の伐出現場から出荷される材は基本的に原木市場に出荷されていたが、バイオマス発電所や大型製材所、大型合板工場の新設が各所で相次ぐなど、木材の需給動向に大きな変化が起きつつある。これにともない、チップや合板、ラミナ材など木材の利用形態も多様化しており、そのため出荷先も木材市場のみならず、合板工場や製材所への直接出荷も増加している。すなわち、出荷先が多様化することにより、土場において極積みされる極の種類も従来の3m、4m、低質材といった単純な区分ではなく、出荷先の数に応じた極が必要になることが予想される。このとき、極の数が増加することにより選別に要する時間は増加するはずであるが、このときの掛り増しとなる時間については分析がされていない。土場における作業について研究した事例はそもそも少なく、土場における集材トラクタとプロセッサの位置関係による生産性の変化について考察した事例（猪内・酒井 1993）など「作業のしやすさ」や「待ち時間」の観点から分析を行った事例はあるものの、単純に作業の複雑化による影響を分析した事例はなかった。

そこで本研究では、フォワーダで運材された材をグラップルで巻立てる作業について、選別の種類を変えたことによる作業時間の掛り増しが存在するか、また存在するならばどの程度のものになるか、間伐の搬出現場2箇所における巻立て作業の時間観測を行い、予備的な検討を行った。

なお、本事業は島根県森林整備加速化・林業再生事業補助金を江の川下流域林業活性化センターが受けて調査を実施し、筆頭著者がアドバイザー依頼を受けて調査方法の指導および結果のと

りまとめを行ったものである。

II. 調査地と方法

調査は島根県浜田市の人工林で、平成27年9月7、8、11日および11月27日の4日間行った。作業を行ったのは石央森林組合の伐採作業班である。9月の調査地は浜田市弥栄町門田の笠松市民の森、11月の調査地は同市金城町七条の林業公社造林地である（図-1、2）。どちらの現場でもA材が皆無で、ラミナ向け、合板向けのB材およびチップ用のC・D材が出材積のすべてであった。このうちB材は買取価格が一定であるが安価なラミナ工場と買取価格が丸太径によって変動する合板工場が出荷先となっており、選別せずに安価なラミナ工場に一括して出荷するか、時間をかけて太い材を選別してそれだけは合板工場に出荷するかを選択する必要がある。そこで、今回の調査においては9月の調査ではチェーンソーによる伐倒、プロセッサ（ハーベスタ）による造材、フォワーダによる運材で搬出された玉材を、土場に常駐したグラップルにより合板用B材、ラミナ用B材、チップ用C・D材に選別する作業システムで3種類に分けた。B材のラミナ用、合板用の区別は曲がりの有無を目視により判定して行い、B材とC・D材の判別は末口径14cmを基準として行った。11月の調査においては無選別での出荷を再現するため、9月の調査と同様の方法で搬出した玉材をラミナ用と合板用の選別は行わず、チップ用材のみの選別で2種類に分けた。以降、9月の調査を「選別あり」、11月の調査を「選別なし」と称する。なお、材の材長と樹種は「選別あり」のうち9月7日、8日と「選別なし」がヒノキ3m、「選別あり」のうち9月11日がスギ4mであった。

*¹ Sakurai, R., Oka, M., and Tanabe, K.: A study about the difference of time for stocking logs between the number of stock.

*² 宮崎大学農学部 Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, Miyazaki, 889-2192, Japan.

*³ 石央森林組合 Sekio Forest Owner's Association, Shimane, 697-0121, Japan.

*⁴ 島根県西部農林振興センター West area developing center for agriculture and forestry in Shimane Prefecture, Shimane, 697-0041, Japan.

*⁵ 現住所：島根県農林水産部 Present address: Department of agriculture, forestry and fishery, Shimane Prefecture, Shimane, 690-8501, Japan.



図-1. 調査対象地
(OpenStreetMap 使用 © OpenStreetMap contributors)

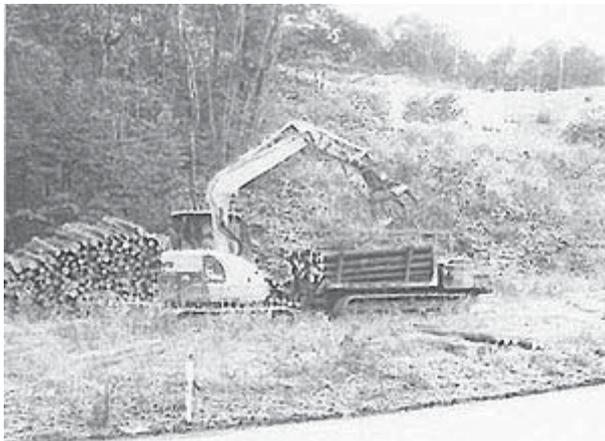


図-2. 作業の様相 (上: 選別あり, 下: 選別なし)

調査は選別およびそれに関連するフォワーダからの荷下ろし、検寸、仕分け、材の移動・集積、手待ち、その他の6種の作業について、それぞれ要した時間を計測した。これらの作業のうち、手待ちは一連の巻立て作業の終了から次のフォワーダが到着するまでの間であり、フォワーダの運材距離に大きく左右されること、その他は機械の乗り換え等であったことから、検討は主に荷下ろ

し、検寸、仕分け、材の移動・集積の4種類の作業について行った。なお、「選別あり」の調査ではフォワーダから下ろした材を検寸していたのに対し、「選別なし」の調査ではフォワーダの荷台上で検寸を行っていた。なお、作業を行った人員は「選別あり」が2名、「選別なし」が1名であるが、主に検討の対象とした要素作業は「選別あり」においてもすべてをグラップルのオペレータが1名で行っており、人数による影響はほぼ無いものと考えられる。

また、調査期間中にフォワーダで運搬された玉材の末口径を調査し、末口二乗によりフォワーダの運搬回ごとの運搬材積を算出した。

なお、計算結果の検討において、通常は材1 m³あたりの作業時間をもって生産性とする。しかし、本調査ではグラップルの巻立て作業に作業が限定されており、また材の径などの材積にかかわる因子は作業時間に大きな影響を与えないと判断し、丸太1本あたりの作業時間による分析をあわせて行った。

Ⅲ. 結果および考察

調査の結果、4日間で30サイクル、16時間24分11秒の作業を観測した。このうち、選別に関係してくる荷下ろし、検寸、仕分け、材の移動・集積に要した時間は10時間5分40秒であった。このうち、「選別あり」が24サイクル、7時間44分4秒、「選別なし」は6サイクル2時間26分36秒であった。また、材の種類は「選別あり」の現場でヒノキ3 m材が588本33.2 m³、スギ4 m材333本60.1 m³であり、「選別なし」の現場ではすべてヒノキの3 m材であった。

また、運材された材は1267本、末口二乗による材積で112 m³であった。このうち「選別あり」の現場が921本93.3 m³であり、「選別なし」の現場が346本18.6 m³であった。

各サイクルのラミナ用B材、合板用B材、C・D材の本数を図-3に、材積を図-4に示す。また、先述の4種の各要素作業の合計時間をサイクルごとに集計したものを図-5に示す。「選別あり」が1~24、「選別なし」が25~30である。また、3 m材を運搬したサイクルが1~11と25~30、4 m材を運搬したサイクルが12~24である。

選別の有無により1本あたり作業時間を分類した結果が図-6である。なお、検討においては図中に示した外れ値も含めて検討を行っている(以下同じ)。平均値は「選別なし」が1本あたり26.3秒、「選別あり」が1本あたり34.3秒であった。次に、差の有意性の検定を行った。等分散のF検定を行ったところ、両者の分散に差は検出されなかった。そこで、t検定により等平均の片側検定を行ったところ、3%有意水準で差が検出された。すなわち、巻立て時の選別を1種類増やすことで丸太1本あたり8秒の作業時間の遅延が確認された。

一方、1 m³あたり作業時間として同様の計算を行うと、図-7に示すように、むしろ「選別なし」の作業のほうが時間を要していた。

「選別あり」の現場では3 m材と4 m材があったことから、「選別なし」の現場にあわせて3 m材のみを対象としても、図-8のような結果となり、検定を行っても両者の差は検出されなかった。

この原因として、ヒノキ3m材におけるC・D材の多さが考えられる。図-3にあるように、3m材の巻立てを行った当初4サイクル（選別あり）と末尾6サイクル（選別なし）では運搬された材に占めるC・D材の比率が突出している。C・D材はそれ以上の選別の必要がないため、本研究の対象となる選別の有無に関わらず同じ時間で巻立てが可能である。さらに、図-3および図-4から推定されるように、細材であるため1本あたりの材積は小さく、1㎡あたりの生産性は低下する。そのため、1本あたりの作業時間ではB材の作業時間の差により「選別あり」の方が時間を要していたものの、1㎡あたりの作業時間になると1本あたり材積の差がより強く影響し、C・D材が相対的に少ない「選別あり」の方が生産性が高くなり、C・D材の比率が同程度で

あった3m材どうしの比較では同程度の1㎡あたり生産性になったものと考えられる。

また、この他に、「選別あり」の作業段取りはフォワーダ運材→下ろし→検寸→巻立て、の作業順であったのに対し、「選別なし」の段取りはフォワーダ運材→検寸→下ろし・巻立てと作業の手数が少なかったこと、逆に「選別なし」の検寸作業はフォワーダの荷台上で行っており、足場が悪かったために時間を要していたことも考えられる。作業の条件を揃えての測定が今後必要である。

なお、「手待ち」、「その他」の作業はともに選別の有無による平均時間の違いがあるとは言えなかった ($p > 0.05$)。

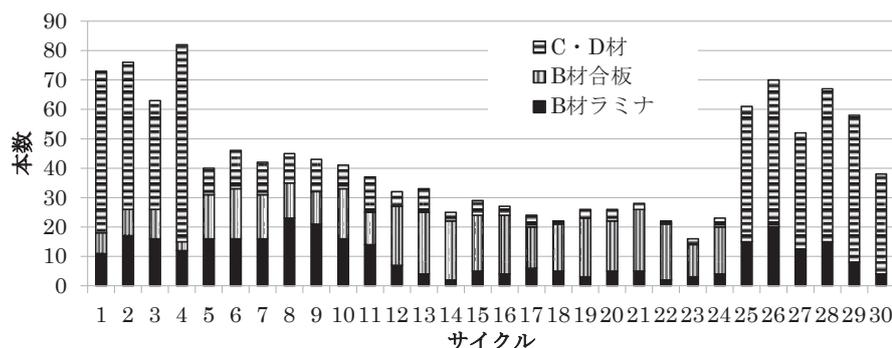


図-3. サイクルごとの運搬本数

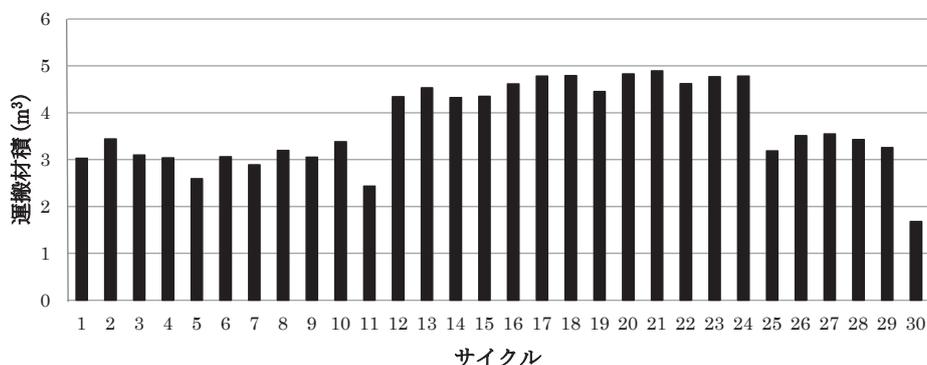


図-4. サイクルごとの運搬材積

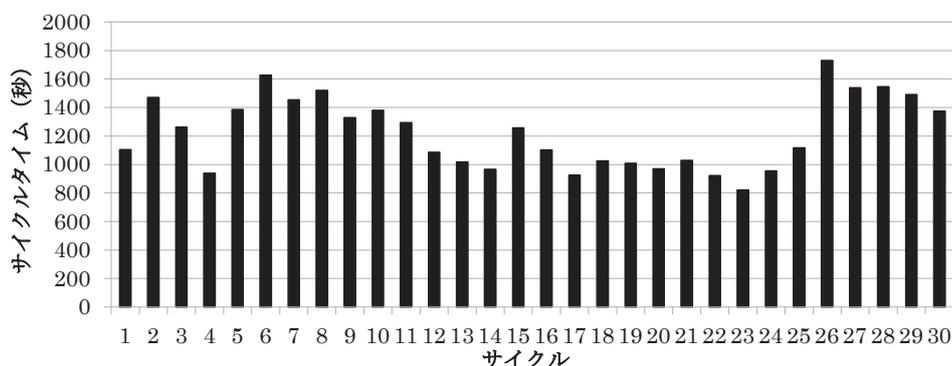


図-5. サイクルごとのサイクルタイム

Ⅳ. おわりに

本研究では、土場での巻立て作業において選別する種類の違いによる生産性への影響について研究した。その結果、巻立てを行う1本あたりの作業時間では極が1種類増えることで8秒の作業遅延が認められたものの、1㎡あたりの生産性では違いが認められなかった。

今回の実験は選別する種類の数以外にも異なる条件があったため、明確に断言できるものではないが、選別種数の違いが作業能率の違いに影響を与える可能性は示唆された。今回の結果を踏まえ、今後、あらためて条件を等しくして実験を行うことで、土場での選別の数について最適化を図ることができるものと考えられる。

Ⅴ. 謝辞

現地調査において作業および観測補助として石央森林組合、鳥根県西部農林振興センター、江の川下流域林業活性化センターには格段のご配慮とご助力をいただいた。ここに謝意を表す。

引用文献

猪内太郎・酒井秀夫（1993）プロセッサ造材作業における待ち時間，森利研誌8（2）：7-16。
 （2016年11月18日受付；2017年2月8日受理）

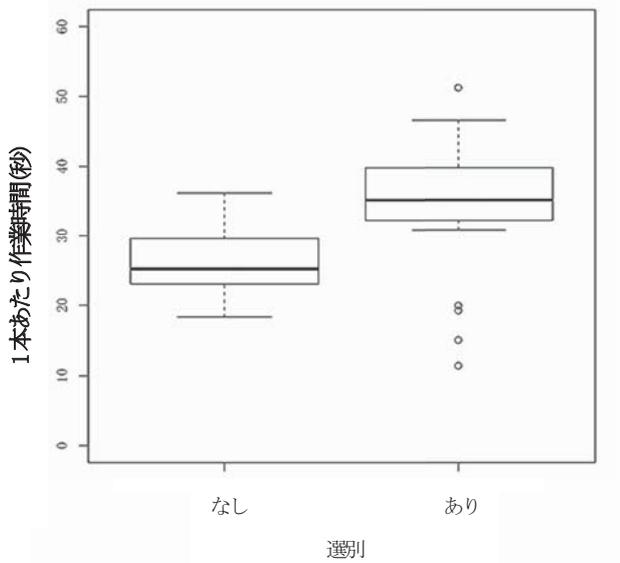


図-6. 選別の有無による1本あたり作業時間の比較
 (箱の上下は第1四分位点と第3四分位点，太線は中央値，点線の両端は外れ値を除く最大値と最小値，丸は外れ値)

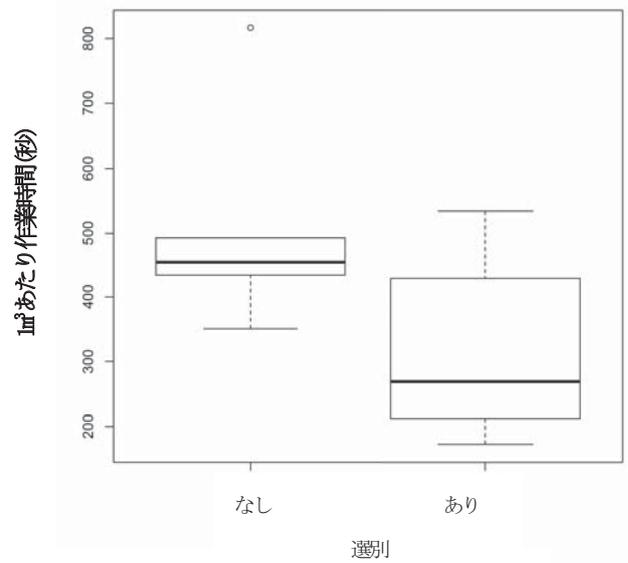


図-7 選別の有無による1㎡あたり作業時間の比較

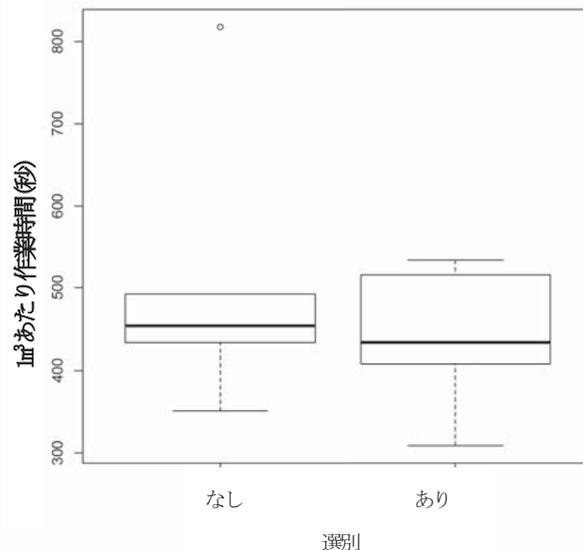


図-8. 選別の有無による1㎡あたり作業時間の比較
 (3m材のみ)