

林地残材を林内から集めるコストは？

酒井 明香

はじめに

林地残材（「林地未利用材」あるいは「森林バイオマス」とも呼ばれます）とは、利用されることなく林地に残されたままの木材のことです。これらの多くは、太さや長さが不揃いで、一般的な木材と比べて集めたり運んだりする効率が悪い上に、広く林地に散らばっています。そのため、少しでも効率的に集められるように、土場とよばれる林内の平らな場所まで伐採木を集材し、木を切りそろえる時に出土した「土場残材」を利用するというのが、これまでの主流のやり方でした。

一方、林地残材の中には、未搬出の伐採木や自然災害による倒木など、「土場に出し切れなかった残材」というのも少なからずあります。林内に放置されたこれらの材は、集める効率が悪いために、集荷可能量や利用可能量には含まれることはあまりありませんでした。

近年、原油価格上昇や、再生可能エネルギー固定価格買取制度が始まったことなどから、林地残材を集めて、エネルギー利用しようという取り組みが各地域で加速化しています。このような背景をふまえると、土場に出し切れなかった残材についても、経済的に集められる可能性はあるのかどうか、利用者が判断するための材料が求められます。

本稿では、まだ立木の残る林内から林地残材を人力や機械で引き出し、集めるという試験の結果について紹介します。

林地残材集荷試験の概要

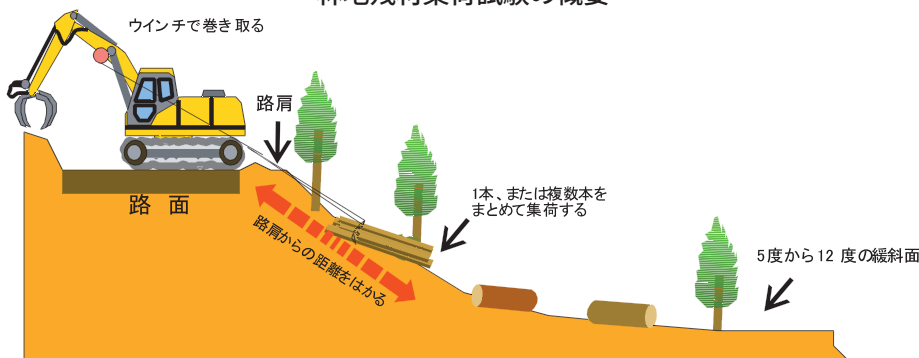


図-1 林地残材集荷試験のイメージ

試験は、厚真町の一般民有林において2011年の5月に実施しました。樹種はカラマツ、29年生の林分で立木密度は625本/ha、蓄積は52.8 m³/haです。集荷した範囲は、おおむね5度から12度の緩斜面でした。

林内には、末口径5cm から26cm の林地残材（いわゆる伐り捨て間伐材）が散らばっている状態です。これらは1年前に間伐され、2mから4m前後の長さの刻まれ、搬出されないまま林内に残されたものです。このような木材のほかに、その前の伐り捨て間伐材や、強風により倒れた被害木などが混ざり合っています。中にはすでに腐朽しているものもありますが、これらの中から、燃料などに使えそうで、なおかつ立木を傷つけずに出せそうなものだけを選んで、図-1のように路面より下方の斜面から搬出することとします。なお、1本1本の林地残材が使えるかどうかの判断は、研究員ではなく各々の作業員によるものとなりました。



写真-1 集荷ポイントで待機するグラブローダ

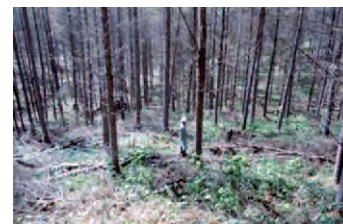


写真-2 引き出すルートを選ぶ

集荷手順は以下のとおりです。

- ① ウインチを搭載したグラップルローダを森林作業道上に待機させます。ここを「集荷ポイント」とします。
- ② 2名の作業員が、集荷ポイントより林内に入ります。路肩からおおむね40m以内で集荷対象となる林地残材を選びます。その際に、林地残材をどの順番に引き出し、どの立木と立木の間ワイヤーを通して引き出すかを決めます。なるべく立木に損傷を与えないように、スペースに余裕があるところを優先し、引き出す方向やルートを検討します。
- ③ 作業員がウインチを搭載したグラップルローダに戻り、1名がワイヤーの先を持って林内に入ります。残った方の作業員は、路肩より指示し、打ち合わせどおりのルート上を通します。
- ④ 林地残材にワイヤーを巻きフックをつけ（＝荷掛作業）、その後、リモコンでウインチを巻きます。搬出ルートの途中で、別の林地残材がある場合は、それもまとめて引き出します。引き出す途中で、林地残材が回転し方向が狂った場合や、障害物に引っかかった場合は、作業員2名で人力により補正します。
- ⑤ 巻き取ったら、路肩に林地残材を集めて、ワイヤーを外します。
- ⑥ これを繰り返して、その集荷ポイントから林地残材がなくなれば、グラップルローダを移動させ、次の集荷ポイントに移ります。



写真-3 人力による補正



写真-4 集荷ポイントの路肩でワイヤーを外す

初日の午前には調査は行わず、作業員に集荷作業に慣れていただき、午後から調査を開始しました。なお供試したグラップルローダのベースマシンはHITACHI Zaxis70 (バケットサイズ0.25m³)、アタッチメントは松本エンジニアリング ザウルス、ウインチは松本エンジニアリング ウインチロボで、アームの下に取り付けるタイプです。

路肩からの距離と労働生産性をみると

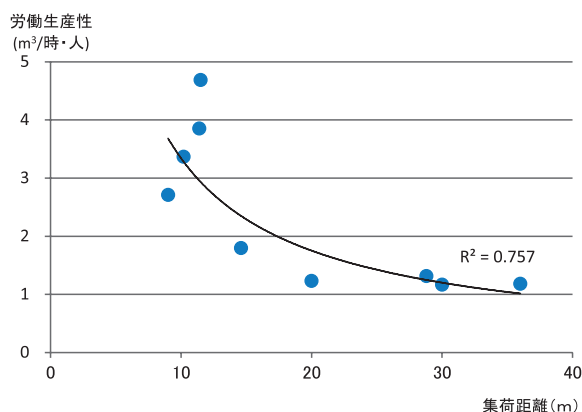
2日間に渡って試験を行い、作業員2名で短幹材104本(平均末口径16cm・平均長3.4m)、長材21本(平均胸高直径16cm・平均長9.4m)を集荷しました。集荷ポイントは9カ所ありました。前節の①から⑤の流れを1サイクルとすると、ひとつの集荷ポイントで3サイクルから16サイクルの集荷を行いました(表-1)。

集荷ポイントごとに、集めた林地残材本数と材積を計測し、路肩からの平均距離や平均傾斜を求めました。各集荷ポイントの所要時間は1時間未満でしたが、1時間あたりに換算して労働生産性(作業員1人が1時間に集められる材積:単位m³/人・時)を求めました(表-1)。ごく短い時間のため、ここでは「非生産時間」(ポイントからポイントへの移動時間、ワイヤーのまき直しなど機械の調整による遅れ等)を除いた「生産時間」で労働生産性を求めました。

その労働生産性と、路肩からの平均距離の関係は図-2のようになりました。路肩からの平均距離が遠くなるほど労働生産性も下がるという傾向がみられました。特に搬出距離が10mから20mの間に労働生産性は急激に下がりました。なお、今回はデータ化していませんが、集材時には、路肩からの距離の他に、立木や岩石など搬出ルート上の障害物の有無や、凹地や段差など搬出を妨げる微地形等が影響したと思われます。また、路肩と林内の往復回数は作業員1人1日あたり70回を超えており、緩斜面とはいえ、上り下りの労働負担も非常に大きいことが見受けられました。

表－1 集荷ポイントごとの作業条件と労働生産性（非生産時間を除く）

集荷ポイント (ポイント番号)	路肩から林地残材の平均距離 (m)	集めた本数サイクル数 (本)	集めた材積 (n)	平均傾斜 (m ³)	班員数 (度)	労働生産性 (人)	労働生産性 (m ³ /人・時)
ポイント1	14.6	17	7	1.4	8	2	1.8
ポイント2	36	15	9	1.4	7	2	1.2
ポイント3	30	10	4	1.0	5	2	1.2
ポイント4	10.2	21	16	4.2	12	2	3.4
ポイント5	11.4	21	9	1.1	8	2	3.9
ポイント6	11.5	19	13	1.4	8	2	4.7
ポイント7	28.8	9	3	0.9	6	2	1.3
ポイント8	9	6	5	0.8	8	2	2.7
ポイント9	20	7	5	1.9	10	2	1.2
合計	—	125	71	13.9	—	—	—



図－2 集荷ポイントごとの平均集荷距離と労働生産性の関係

結果として、13.9m³の材積を2名で約7時間かけて集めました。この7時間の中には、生産時間と、先ほどは除外した非生産時間が含まれています。生産時間＋非生産時間＝作業時間であり、この作業時間に基づく1人1時間あたり労働生産性は13.9÷7÷2＝約1m³となります。集荷作業は激しい肉体労働のため、今回の試験における1日の上限の作業時間は約5時間半でした。このことから1日の労働生産性は約5.4m³/人・日となりました。

集荷方法とコストをみると

今回の試験は林地残材を林内からウインチをつかって集荷しましたが、これまで現場で発表してきた知見と労働生産性（ここでは「作業時間」に基づくもの）・コストを比較してみました。比較したのはいわゆる伐り捨て間伐の施業地4箇所、①すべて人力による林地残材集荷（以下「人力集荷」、定性間伐）、②今回のウインチ集荷（定性間伐）、③グラップルローダによる集荷（以下「グラップル集荷」、列状間伐）、④フェラーバンチャによる集荷（以下「フェラーバンチャ集荷」、列状間伐）です（表－2）。①、②、③はすでに伐採が終わった林分から集めた場合です。④のみ、伐採と同時に集めました。具体的には、フェラーバンチャによる伐倒の時に、機械が伐倒木をつかんだまま、一本一本を土場に集めるという作業システムで実施しました（列間が狭すぎて機械が旋回できなかったためです）。なお、③、④は、列状間伐の伐採列を走行路とし、機械が林内に入って集めています。すべて5度から12度の緩傾斜という条件です。

表－2 林地残材の集荷方法と各種条件・労働生産性

集荷方法	樹種	伐採の種類	立木密度 (本/ha)	林地残材の平均末口径 (cm)	最長集荷距離 (m)	作業員数 (人)	労働生産性 (m ³ /人・時)
人力	カラマツ	定性間伐	1275	16	30	3	0.3
ウインチ	カラマツ	定性間伐	625	16	40	2	1.0
グラップル	アカエゾマツ	列状間伐	2442	15	40	1	2.6
フェラーバンチャ	アカエゾマツ	列状間伐	1320	14	40	1	7.8

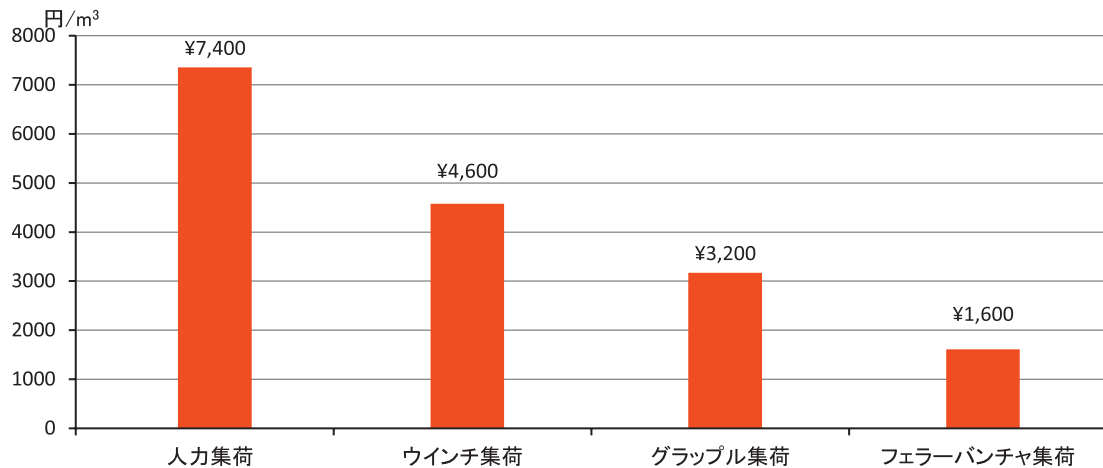


図-3 林地残材の集荷方法と1m³あたりコストの比較 (林内から路肩まで)

各調査事例で得られた労働生産性に従ってコスト試算をしたものが図-3です。ここで労働単価は、人力集荷で15,000円/日、ウインチ集荷で14,000円/日、グラップル集荷とフェラーバンチャ集荷で20,000円/日とし、機械単価や耐用時間、年間稼働率や保守修理比率は「全国林業改良普及協会編(2001) 機械化のマネジメント」によりました。

結果として、高い方より人力集荷(7,430円/m³)、ウインチ集荷(4,600円/m³)、グラップル集荷(3,200円/m³)、フェラーバンチャ集荷(1,600円/m³)となりました。重機を用いて、列状伐採列を走行路として集める方が、コストが低いことがわかります。

今回の試算は一般材で言う木寄せ工程のみのコストであり、実際には、さらに路肩から土場までキャリアアンプ等で運ぶコストがかかります。これまでの実証可能性調査では、土場まで100m以内という近距離のキャリアアンプ運搬で1,600~3,100円/m³でした(キャリアアンプの荷台の大きさや積み込む機械で変わります)。図-3の結果に、これを加えたものが“林地残材を林内から集めるコスト”に相当します。さらに土場から工場まで30km~50kmの運搬を想定すると、2,000~4,000円/m³ほどのコストが加わることになります。

おわりに

本稿では、ウインチを用いて林地残材を林内から路肩まで集荷する試験の労働生産性の結果とともに林地残材を林内から集めるコストについて紹介しました。林地残材をどのような目的で利用するか、どのくらいの量を必要とするかで事業性は変わってきますが、経費の判断材料のひとつとして地域での取り組みの参考にいただければ幸いです。

なお今回の調査は、イワクラ(株)・三井物産フォレスト(株)の御協力のもとに実施されました。ここに厚くお礼申し上げます。

(森林資源部経営G)