

4-4-2. 「山もつとモット」の稼働条件（傾斜以外の条件）について

斜面の傾斜度以外に、「山もつとモット」の稼働に影響を与える条件について以下に整理した。

(ア) 地形

山もつとモットの走行に影響を与える可能性の一つに、地表面の転石や岩の存在がある。「山もつとモット」の刈刃は地際付近まで届くため、地表面に岩などの硬いものがあると接触して刃が損耗する恐れがある。今回の調査地は主に斜面上部での作業であったこともあり、地表面に岩などはあまり見られなかったが、沢の下方などでは転石も見られたため、そのような場所については事前に確認しておくなど注意する必要がある。

(イ) 灌木のサイズ

今年度の調査地では、主伐後6年が経過していたこともあり、林地斜面に灌木が密生していた。「造林機械地拵え区」に生育していた灌木の多くは樹高が3～5m程度、胸高直径は2～6cm程度だったが、沢沿い等に生育していたアカメガシワやカラスザンショウ等の落葉樹はさらに樹高が高く、直径が太いものが多かった。このような灌木についても、「山もつとモット」での伐採・破砕処理が可能であった。ただし、灌木の伐採に当たっては伐倒する方向が重要だった。灌木を手前側に伐倒してしまうと、「山もつとモット」の上に灌木が倒れる形となる。安全性に問題が生じるほか、「山もつとモット」の上に乗った枝条を地面に落とすため後方への移動が必要となる。また、地面に落とした枝条は枝の先が「山もつとモット」側に向いているため、場合によってはそれらの枝先が機械の底面のケーブル類に接触して機械トラブルが発生してしまう。このことから、灌木を安全かつ効率的に伐採・破砕処理するためには、「山もつとモット」とは逆側（奥側）に灌木を伐倒する必要がある。

なお、「山もつとモット」のオペレーターへの聞き取りでは、胸高直径が20cm程度までの灌木であれば、（伐倒の方向をある程度制御できる条件下であれば）「山もつとモット」で処理が可能であるとのことだった。

(ウ) 植生のタイプ

今年度の調査地では、灌木にミツバアケビやヤマフジ等のつる植物が絡みついている状況が確認された。灌木につる植物がからまっても、「山もつとモット」での破砕作業は可能だった。ただし、「山もつとモット」の刈刃が届く高さには上限があり、それ以上の高さではつる植物が機体に被さってしまう状況も見られた。

今回の調査地は傾斜が急だったため、「山もつとモット」の走行方向が主に斜面下部からとなってしまうが、もう少し緩傾斜の斜面であれば「山もつとモット」の走行方向をある程度自由にできるため、例えば斜面上部から作業することにより上記のような問題を解消できる可能性がある。

(エ) 残材の状況

今年度の調査地では、林地斜面に残されていた残材は少なかつたものの、作業道と林地斜面の間に主伐時の残材（枝条や根元材など）が集積されており、「山もつとモット」が林地斜面に侵入するためにそれらの残材をグラップル等で移動させる必要があつた。

また、隣の林小班からの倒木（主にアカマツ）が林地斜面に残されており、「山もつとモット」の走行の障害となつていた。「山もつとモット」での破碎処理は可能だが時間がかかるため、迂回できない場合はチェーンソーにより玉切りを行う必要があつた。特に林縁部では、このような倒木等の状況にも注意が必要となる。

4-4-3. 「山もっとモット」の伐根処理能力について

(ア) 伐根処理の高さの検討

「山もっとモット」が林地内を走行するためには伐根をどの程度の高さまで破砕処理する必要があるかを把握するため、「山もっとモット」による地拵え作業の中で破砕処理された伐根の高さを計測した。結果を図 4-9 に示す。

計測の結果、40本の伐根のうち7割以上にあたる30本が、地表面から5cm以内の高さで破砕処理されていた。特に本調査地のような比較的急傾斜の斜面で「山もっとモット」が地拵え作業を行う際には、方向を変えながら前後に何度も往復して走行する事となる(図 4-10)。そのため「山もっとモット」の後方に、ある程度の平らなスペースが必要となり、そのようなスペースを確保するためには伐根を地表面に近い位置まで破砕する必要があった。

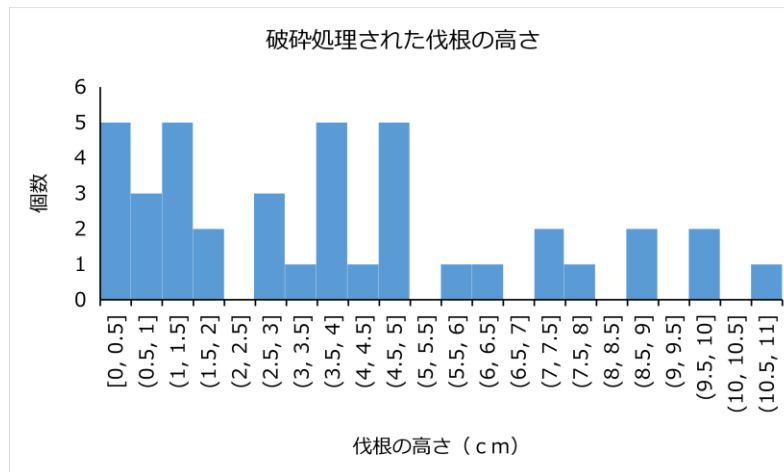


図 4-9 破砕処理された伐根の高さ



図 4-10 「山もっとモット」の走行方向

(イ) 伐根処理に要した時間

今回の実証調査では、「山もっとモット」を効率的に作業させるため、伐根については走行の妨げとなる最低限の伐根のみ破碎を行うことになっており、5日間の作業期間内で約60本の伐根が破碎処理された。これらの破碎処理に要した時間について整理した結果を図4-11に示す。

なお、本来であれば伐根のサイズ及び体積を事前に計測し、伐根のサイズと破碎に要した時間の関係进行分析する予定であったが、今年度の調査地では「山もっとモット」の作業エリアを事前に設定することが不可能であり、破碎処理を行う伐根を事前に計測するのは困難だった。また「山もっとモット」が破碎処理を行う前に作業を止めて伐根サイズを計測することも、作業効率の面から現実的ではないことから、今回は伐根の破碎に要した時間を分析するのみにとどめた（伐根のおおまかなサイズについては、12～13ページに記載した10×10mのプロット調査の結果を参照）。

60本の伐根の破碎に要した平均時間は約65秒であったが、10秒程度で破碎できた伐根があった一方で、破碎に120秒以上かかる伐根もいくつか見られた。間伐時に伐採された直径10～20cm程度の伐根は、伐採から時間が経過していることもあり、破碎にほとんど時間がかからなかった。また、主伐時に伐採した伐根は、伐採から6年が経過して多少柔らかくなっていた可能性がある一方で、切断面の直径が50cm程度に達するものも見られており、傾斜が急であることも相まって破碎処理にある程度の時間を要したものと考えられる。

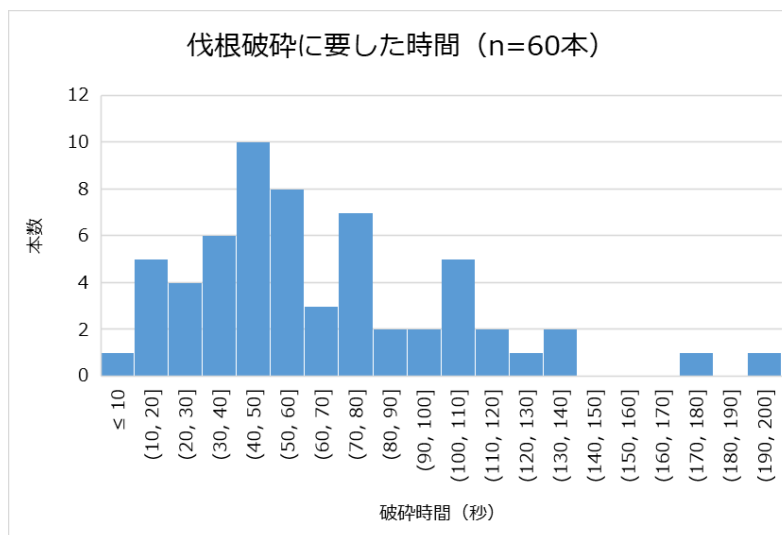


図 4-11 伐根の破碎処理に要した時間

4-4-4. 作業者への聞き取り調査

「山もつとモット」を用いた地拵え作業における注意点や課題等について、実際に作業に従事したオペレーター等から意見を収集するため、聞き取り調査を実施した。調査は、作業期間中にオペレーター等に直接ヒアリングを実施したほか、作業中に気づいた点等を作業日報に記入してもらうことで行った。結果を以下に示す。

「山もつとモット」での地拵え作業について
<ul style="list-style-type: none">・主伐から時間が経っていたため、伐根の破碎は比較的容易であり、刃もほとんど摩耗しなかった。このような条件下で、かつ緩傾斜の林地であればいい結果が出せるのではないかと。・30度以上ある傾斜地での「山もつとモット」の等高線方向の走行は、機体が横滑りすることもあり危険を感じた。・灌木の破碎処理については、地表面に石が少ない現場であったため容易であった。・灌木の処理については、灌木の太さや長さによって「山もつとモット」で破碎するか人力で除去するかを考える必要がある。・「山もつとモット」での地拵え作業（残材等の破碎等）を丁寧にしすぎているとの指摘があったが、特に後方がある程度きれいにしてスペースを確保しておかないと、走行に支障をきたす恐れがあり、故障の要因ともなる。間伐材等の残材が無ければもっと効率的に作業ができたと思う。・「山もつとモット」でサイズの大きい灌木を伐採するときは、手前方向に倒してしまうと枝が機体の底面等に接触しやすくなってしまい故障の要因にもなるため、奥側に倒すことが重要である。・土に埋まっていた間伐材の上に「山もつとモット」が乗り上げて滑ってしまうことが数回発生した。間伐材の破碎作業は時間がかかるためできるだけ避けたい。・急斜面で穴や段が多いと、「山もつとモット」の作業コース選定が非常に難しくなる。・破碎作業の際に、機体の下部に枝条等が入り込まないようにするためには、細かく前後に往復しながらの作業が良い。・斜面を下りながらの作業は、傾斜や凹凸によっては前進も後退もできなくなってしまう可能性をはらんでいる。
「山もつとモット」の作業補助について
<ul style="list-style-type: none">・グラップルがあると、「山もつとモット」が斜面の凹凸等に乗り上げて身動きが取れなくなっても対応できる。・残材の処理については、根元材（タンコロ）と枝条を事前に仕分けてもらうと効率的な破碎処理ができる。・「山もつとモット」単体よりもグラップルとセットで運用した方が、効率面だけでなく作業者の安全性や軽労化を図れると感じた。

- ・つる植物の繁茂が激しい箇所では、灌木の伐採時に上部のつるが刈りきれずにオペレーターに覆いかぶさってしまう恐れがあった。そのような場合は、作業補助要員が先行してつるを切っていくと「山もつとモット」の作業効率を上げられる可能性がある。
- ・人力での作業補助（残材の除去等）が先行した場合、時間がかかってしまうと「山もつとモット」が待機することになり作業効率にも影響が出てしまう。

その他

- ・人力での枝条の集積作業に従事したが、枝条を下まで投げ落とす作業は効率的でなく、非常に体力を消耗した。また斜面での転倒の恐れもあり、人力地拵えの労働強度と危険性を実感した。

第5章 人力による地拵えの実証調査

5-1. 人力地拵え実証調査の概要

多目的造林作業機「山もっとモット」を使用した地拵えと作業工程を比較するため、令和5年1月29日（日）から2月22日（水）にかけて、従来通りの手法である人力を主とした地拵えの実証調査を行った。

人力による地拵えの概要を表5-1に示す。前述の通り、林地内には主伐時に発生した根元材等が残されていたほか、胸高直径20cm程度の落葉樹をはじめとした大量の灌木が生育しており、人力での材の集積は非常に困難と考えられた。そのため、本調査においては材の移動や集積のためのグラップルの使用を可とした。

表 5-1 人力地拵えの概要

作業期間	令和5年1月29日（日）～2月22日（水）
作業内容	人力（チェーンソーや刈り払い機による伐採を含む）を主とした地拵え ※グラップルによる材の集積等は可
作業実施者	那須南森林組合
使用機械	エンジン式チェーンソーG3711EZ（ハスクバーナ・ゼノア社製）ほか エンジン刈払機 BC222EZ（ハスクバーナ・ゼノア社製）ほか グラップル（ヤンマー社製）
作業面積	約1.8ha（12月12～16日に実施された造林機械地拵えで未着手だった約1.93haから、事前に整備した作業道の分を引いた面積）

5-2. 人力地拵えの実施状況

作業期間中の実施状況を表5-2に、実施エリアを図5-1及び写真5-1に示す。

調査地は一面に灌木が密生していたため、作業は「灌木の伐採」と「伐採した枝条の集積」の2工程に分けて実施された。また、「灌木の伐採」には刈り払い機が、「枝条の集積」にはチェーンソー・グラップルがそれぞれ使用された。なお、作業従事者の人数は日によって異なり、最大で1日につき6名が作業に従事した。

表 5-2 人力地拵えの実施状況

作業種	作業期間	作業人数*	使用機械	備考
灌木の伐採	1月29日～2月6日、 2月20日	33人	刈り払い機	
枝条の集積	1月30日～1月31日、 2月6日～2月22日	57人	チェーンソー グラップル	

*延べ人数

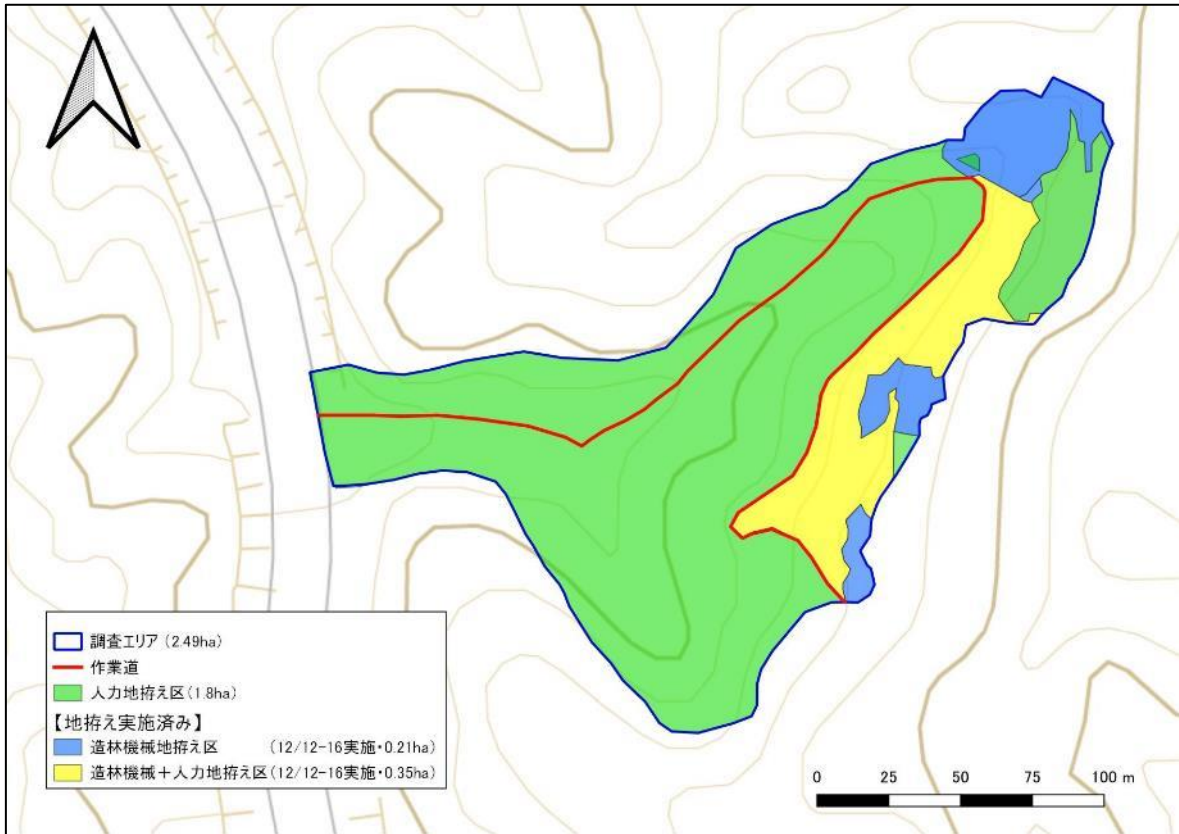


図 5-1 人力地拵えの実施エリア (図中の緑色のエリア)



写真 5-1 人力地拵えの実施エリア



写真 5-2 灌木の伐採作業の状況（人力地拵え区）



写真 5-3 枝条の集積作業（人力・チェーンソー）の状況（人力地拵え区）



写真 5-4 枝条の集積作業（グラップル）の状況（人力地拵え区）

5-3. 人力地拵えの作業工程

5-3-1. 労務調査票による工程調査について

人力地拵えについては、作業期間が長期に及ぶことから、労務調査票の集計結果を基に作業工程を算出した。人力地拵えは「灌木の伐採」「伐採した枝条の集積」の二つの工程に分けて実施されたため、それぞれの工程に要した作業人工と作業時間、使用した機械の台数について日ごとに整理した。

5-3-2. 工程調査の結果

「人力地拵え区」における労働生産性（1人・1日あたりの作業面積 ha）を以下に示す。

人力地拵えについては前述のとおり労務調査票を基に作業時間を集計しており、1日の作業時間から休憩時間を抜いた「総作業時間」のみ算出した。なお、造林機械地拵えと同様に1日の作業時間を6時間とした。

人力地拵えの実施面積が1.8ha、作業に要した人工は労務調査票より75.167人日となり、人力地拵えの労働生産性は約0.024ha/人日となった。

作業内容別に見てみると、灌木の伐採作業に要した人工は約27.5人日、伐採した枝条の集積作業に要した人工は約47.7人日となっており、灌木の伐採よりも伐採した枝条の集積に手間がかかっていた。

表 5-3 人力地拵え区における労働生産性

項目	単位	数値	備考
作業面積	(ha)	1.8ha	
作業人工	(人日)※	75.167	うち、灌木の伐採：27.5人日 枝条の集積：47.667人日
労働生産性 (総作業時間)		0.024 ha/人日	灌木の伐採のみ：0.065 ha/人日 枝条の集積のみ：0.038 ha/人日

※1日の作業時間を6時間として算出

5-4. 枝条の集積状況

「人力地拵え区」では、灌木を伐採して発生した枝条を作業道の周囲ではグラップルで、それ以外では人力で集積した。その結果、前述のとおり灌木の伐採作業よりもかかった時間は多かった。また、「造林機械地拵え区」や「造林機械+人力地拵え区」のように多目的造林作業機での枝条の破砕を行わず、発生した枝条は林地内や作業道上に集積した。その結果、林地内に枝条の集積が残された。集積した枝条の状況を図 5-2 及び写真 5-6 に示す。

林地内に植栽可能な箇所をできるだけ確保するためには、作業道脇などに集積することが望ましい。ただし、作業道から離れた箇所では困難なことや、今回の調査地では枝条が大量に発生したこともあり、作業道脇だけでなく林地内にも多くの枝条が集積される結果となった。

このような集積が林地内に残された場合、今後植栽ができなくなる箇所の面積が増加するだけでなく、仮に今後の下刈り作業等を造林機械で行おうと思っても、集積が走行の障害となってしまう可能性がある。また、このような枝条の集積は、ノネズミやノウサギ等の隠れ家となることも多く、地域によっては植栽後の苗木の生育に影響を与える恐れもある。

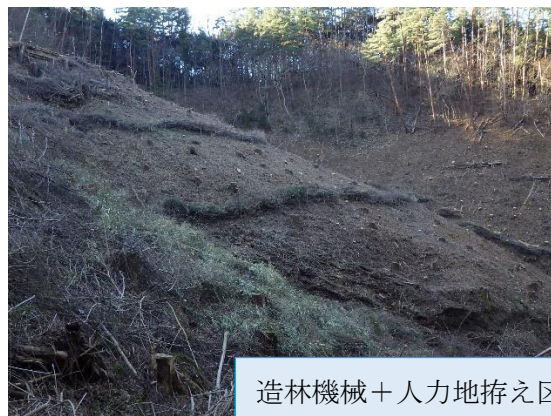
なお、作業従事者への聞き取り調査によると、伐採した枝条を集積する作業に関しては、今回のような急傾斜の斜面の方が枝条を楽に斜面下部へ落とせるため負担が少ないとのことだった。そのため、より緩傾斜な条件では、枝条の集積作業にかかる労力はさらに上がると思われる。



図 5-2 集積した枝条の状況



写真 5-5 伐採した後の枝条の状況



造林機械+人力地拵え区
(枝条は破碎処理)

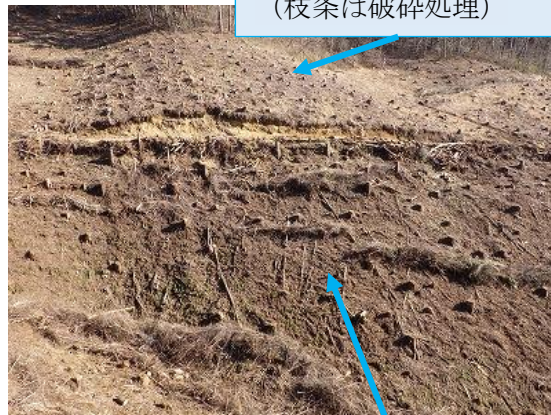


写真 5-6 集積した枝条の状況

人力地拵え区
(枝条は林地内に集積)

第6章 造林機械地拵えと人力地拵えの比較

6-1. 作業工程の比較

「造林機械地拵え区」において実施した造林機械地拵えと、「人力地拵え区」において実施した人力地拵えについて、労働生産性（1人・1日当たりの作業面積 ha）を比較した結果を表 6-1 に示す。なお今回の試算では、「造林機械地拵え区」については、エリア①以外は作業補助の作業量が多くなかったことから、多目的造林作業機での作業（作業従事者2名）のみで比較した。

多目的造林作業機を用いた造林機械地拵えの労働生産性は総作業時間ベースで 0.030ha/人日、実作業時間ベースで 0.046ha/人日となった。また、人力地拵えの労働生産性は総作業時間ベースで 0.024ha/人日となった。総作業時間ベースで比較すると、造林機械地拵えは人力地拵えの労働生産性を僅かに上回ったものの、どちらも低い生産性となった。その要因として、造林機械地拵えについては多目的造林作業機の走行に適さない急傾斜地が多かったことで作業効率が上がらなかったことや破碎処理を行う灌木が多かったこと、人力地拵えについては「灌木の伐採」と「枝条の集積」の二つの工程が必要となったことや、大量の枝条が発生して集積の手間が大きくかかったこと等が挙げられた。

表 6-1 造林機械地拵え区と人力地拵え区の生産性

	造林機械地拵え区		人力地拵え区
	(総作業時間ベース)	(実作業時間ベース)	(総作業時間ベース)
作業面積	0.212ha	0.212ha	1.8ha
作業人工	7.142 人日	4.566 人日	75.167 人日
労働生産性	0.030 ha/人日	0.046 ha/人日	0.024 ha/人日

6-2. コストの比較

造林機械地拵えと人力地拵えについて、コストを試算した。なお、試算を行うに当たり、以下に示す条件を前提とした。

表 6-2 コスト試算に当たっての条件（造林機械地拵え）

	項目	金額	備考
全般	日額人件費	15,000 円/人日	機械オペレーター・チェーンソー業者等、全て同額で試算 (昨年度の試算と同額)
	オペレーター保険料	1,000 円/人日	全ての作業従事者に適用 (昨年度の試算と同額)

	輸送費（起点から移動するための車両費や燃料費）	計上しない	事業体の所在により異なるため
山もっとモット	山もっとモットのレンタル費	90,000 円/日	（昨年度の試算と同額）
	燃料・消耗品代	11,000 円/日	燃料 : 10,000 円/日 消耗品 : 1,000 円/日 （昨年度の試算と同額）
	替え刃代 （オーロラランプシェーバー）	10,000 円/日（※）	今回の現場における替え刃代の考え方を、表の下部に記載
その他機械	グラップル 稼働費 （1 台当たり）	15,600 円/日	人力地拵えの実施事業体による試算を使用 機械損料 : 15,000 円/日 燃料費等 : 600 円/日
	刈り払い機 稼働費 （1 台当たり）	800 円/日	人力地拵えの実施事業体による試算を使用 機械損料 : 200 円/日 燃料費 : 500 円/日 消耗品等 : 100 円/日
	チェーンソー稼働費 （1 台当たり）	900 円/日	人力地拵えの実施事業体による試算を使用 機械損料 : 200 円/日 燃料費 : 500 円/日 消耗品等 : 200 円/日

（※）「山もっとモット」の替え刃代についての試算方法

- ・（メーカー私信より）今回の現場の条件は、①地面に石が比較的少なく、土も柔らかい。②灌木の処理が中心であり、伐根の破砕処理は最低限。③主伐から数年が経過しており、伐根は比較的柔らかい。このような条件では、4面ある刈刃のうち1面だけでおよそ20日程度は使用可能。
- ・以上から、刈刃の4面全てを使用して交換となるまで80日程度。
- ・刈刃は1枚2万円で40枚装着のため、一度の交換で80万円かかり、1日当たりだと1万円となる。

6-2-1. 造林機械地拵えのコスト

表 6-2 に示した条件下で、造林機械地拵えを 1 日実施した場合のコストを表 6-3 に示す。なお、作業従事者については「山もっとモットのオペレーター：1 名」「作業指示者兼オペレーター交代要員：1 名」のほか、作業補助要員として 2 名（チェーンソー・グラップル）の計 4 名として試算した。その結果、4 名での作業で 1 日当たり 191,500 円となった。

表 6-3 1 日当たりのコスト（造林機械地拵え）

項目	金額
人件費等	
人件費（4 名分）	60,000 円
保険料（4 名分）	4,000 円
山もっとモットの稼働費	
レンタル費	90,000 円
燃料・消耗品費	11,000 円
替え刃代	10,000 円
その他機械の稼働費	
グラップル	15,600 円
チェーンソー	900 円
合計	191,500 円

表 6-3 の金額を基に、「造林機械地拵え区」のコストを試算した結果を表 6-4 に示す。なお、試算は多目的造林作業機が実際に作業に従事していた「総作業時間」と、機械の準備や点検、打合せ、何らかのトラブル等で多目的造林作業機が稼働を停止していた時間を総作業時間から差し引いた「実作業時間」について行い、上記で試算した 1 日当たりのコストに作業日数（各作業時間を日数に変換した値・1 日の作業時間を 6 時間とした）をかけて算出した。

試算の結果、ヘクタール当たりのコストは総作業時間ベースで 3,225,693 円、実作業時間ベースで 2,062,241 円となった。

表 6-4 造林機械地拵えのコスト試算

作業面積	造林機械地拵えのコスト (総作業時間ベース)		造林機械地拵えのコスト (実作業時間ベース)	
	(作業面積当たり)	(ヘクタール当たり)	(作業面積当たり)	(ヘクタール当たり)
0.212ha	683,847 円	3,225,693 円	437,195 円	2,062,241 円

6-2-2. 人力地拵えのコスト

表 6-2 に示した条件下で、人力地拵えを 1 日実施した場合のコストを表 6-5 に示す。なお、人力地拵えのコスト算出に当たり、1 日の作業従事者数は労務調査票を参考に、「刈り払い機：2 名」、「チェーンソー：2 名」、「グラップル：1 名」、「人力：1 名」の計 6 名として試算した。その結果、6 名での作業で 1 日当たり 115,000 円となった。

表 6-5 1 日当たりのコスト（人力地拵え）

項目	金額
人件費等	
人件費（6 名分）	90,000 円
保険料（6 名分）	6,000 円
機械の稼働費	
グラップル	15,600 円
刈り払い機（2 台）	1,600 円
チェーンソー（2 台）	1,800 円
合計	115,000 円

表 6-5 の金額を基に、「人力地拵え区」のコストを試算した結果を表 6-6 に示す。なお、試算は実際の作業時間である「総作業時間」について行い、上記で試算した 1 日当たりのコストに作業日数（各作業時間を日数に変換した値・1 日の作業時間を 6 時間とした）をかけて算出した。試算の結果、ヘクタール当たりのコストは総作業時間ベースで 995,602 円となった。

表 6-6 人力地拵えのコスト試算

作業面積	人力地拵えのコスト (総作業時間ベース)	
	(作業面積当たり)	(ヘクタール当たり)
1.8ha	1,792,083 円	995,602 円

6-2-3. コスト比較

造林機械地拵えと人力地拵えのコスト（ヘクタール当たり）を比較した結果を表 6-7 に示す。総作業時間（機械の準備や打合せ、機械トラブル等に要した時間も作業時間に入れた場合）ベースで比較すると、造林機械地拵え（作業人数：4人）のコストは3,225,693円/ha、人力地拵え（作業人数：6人）のコストは995,602円/haとなり、造林機械地拵えのコストは人力地拵えの約3.2倍となった。

表 6-7 造林機械地拵えと人力地拵えのコスト比較（ha 当たり）

人力地拵え （6人での作業）	造林機械地拵え （4人での作業）			
	総作業時間ベース		実作業時間ベース	
ヘクタール 当たりコスト	ヘクタール 当たりコスト	対 人力地拵え	ヘクタール 当たりコスト	対 人力地拵え
995,602 円	3,225,693 円	約 3.2 倍	2,062,241 円	約 2.1 倍