



地方独立行政法人 青森県産業技術センター

林業研究所

AITC **青森産技** 
<https://www.aomori-itc.or.jp/>

あおもりの未来、技術でサポート

多目的造林機械による省力化技術の実証試験 ～下刈り作業の省力化に向けて～



写真－1 多目的造林機械の全体写真（下刈アタッチメントを装着）

1 はじめに

高性能林業機械は、県内でも路網を前提とする車両系のフォワーダ、プロセッサ、ハーベスタ等を中心に導入が進んでおり、令和2年次で328台（令和4年度版「青森県の森林・林業」参照）が保有されている状況で、主伐・間伐における機械化の進行とともに、素材生産性が年々向上しています。また、林業就業者数が減少する中でも、若手の新規就業者が素材生産分野に就職・活躍している背景には、高性能林業機械の導入が大きく関わっています。

では、伐採後の作業ではどうでしょう。地拵えはグラップル等による機械化が進んでいます。植栽はコンテナ苗やダブル等を使用し、低密度植栽による低コスト化を進めています。基本的には人力作業です。そして、下刈り作業は、真夏の炎天下の中、下刈り鎌や刈払機を使つての大変な重労働という現状です。

農業分野、特に果樹園地では早くから乗用型草刈機が導入され、現在では

家庭で使用するロボット掃除機のような形の自立走行無人草刈機も開発されています。現場への導入が徐々に進んでいます。このような機械化は、平坦かつ障害物の少ない農地では可能ですが、林業分野では林地に残される切株や残材等が支障となり、機械化が難しい状況となっています。

そこで、林業研究所では下刈り作業の省力化に向けた試験研究を行うため、令和2年度に多目的造林機械「山もつとモット」（株）筑水キャニコム・写真1）を導入しました。この機械はベースマシンに様々なアタッチメントを装着し、伐根粉碎や下刈り、枝条等残材の集材、苗木等の荷物運搬など、地拵えから造林、保育作業等で活用できます。令和3年度からこの多目的造林機械（以下、「新型機械」という。）による実証試験を進めてきたので、今回はこの研究成果について報告します。

2 新型機械の実証試験

(1) 下刈り作業の省力化

新型機械と従来機械（刈払機）の作業効率性を比較検討するため、単位面積あたりの作業時間を調査しました。

① 試験地と実施時期

・令和3年度：山館実験林（平内町）スギ低密度植栽地、平均傾斜17度
実施時期：7月と9月の2回

・令和4年度：乙供山採種園（東北町）のカラマツ採種園、平均傾斜5度
実施時期：8月下旬の1回

② 試験結果のまとめ（図1）

調査の結果、伐根がない緩傾斜で、かつ植栽密度が低い林地ほど新型機械による作業時間が短くなりました。従来機械（刈払機）と比較して、中傾斜で15%、緩傾斜で33%の時間削減となっています。ただし、伐根のある林地で伐根粉碎を伴う下刈り作業の場合、従来機械よりも倍の時間が掛かる結果となりました。

この理由として、①伐根粉碎に時間を要したこと、②初めての实証試験としては傾斜がキツかったこと、③機械

を操作するオペレーターの経験値が低かったこと等が考えられます。

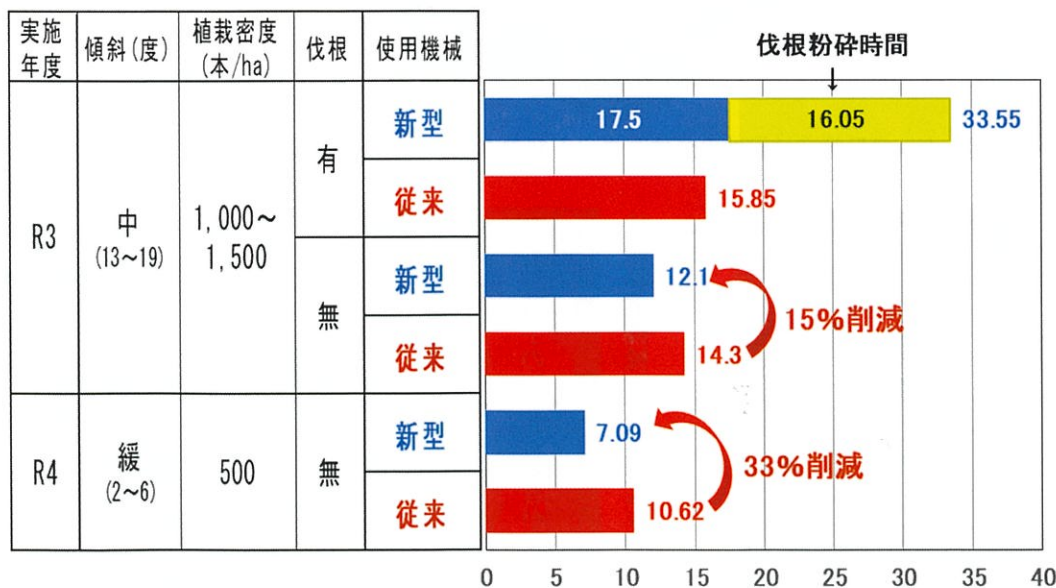


図-1 1ヘクタール当たりの下刈り作業時間の比較 (時間)

(2) 下刈り作業の軽労化 (図12)

令和3年度に、作業強度(各作業における身体負担度)が従来の刈払機使用と比較して、どの程度緩和されるのかを把握するため、作業員3名の消費

上、機械操作の経験値や習熟度も関係

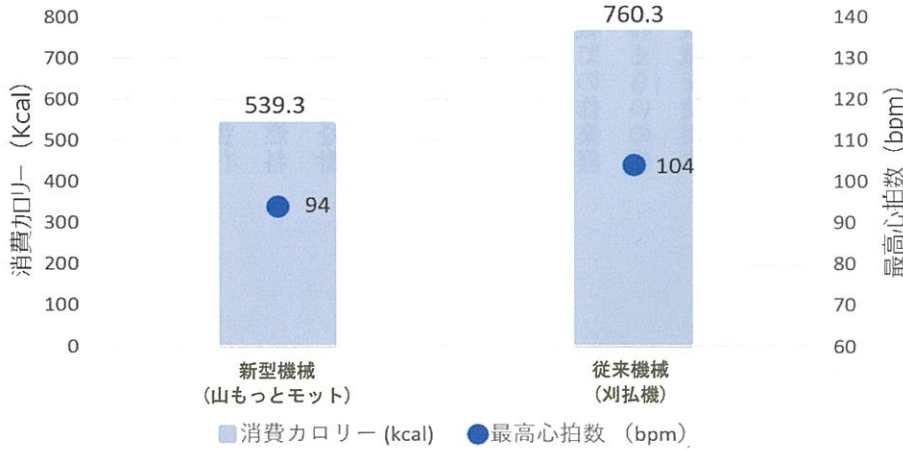


図-2 下刈り作業時の消費カロリー及び心拍数 (伐根無、0.2haあたり)

してきますが、新型機械を使用することで軽労化に繋がることが分かりました。

3 新型機械による経済効果

2箇年の実証試験データを基に、新型機械を活用した場合の作業人数や経費を算定しました。なお、刈払機による従来の下刈り作業については、森林整備保全事業標準歩掛及び令和4年度青森県造林補助事業標準単価を参考にしています。

(1) 作業人数の低減

従来機械による下刈り作業は標準歩掛で「7・6人日/ha」ですが、今回試験の結果では伐根粉碎を伴わない下刈り作業の場合、「3・7人日/ha」と従来作業の約半分でした。しかし、伐根粉碎を伴う下刈り作業の場合、「10・3人日/ha」と掛かり増しになる結果となりました。

(2) 作業経費の削減 (表1)

従来機械の作業経費と比較した場合、新型機械による伐根粉碎を伴う下刈り作業は、明らかに掛かり増しとな

りました。しかし、伐根粉碎を伴わない下刈り作業では、中傾斜で23%、緩傾斜で56%低減することが分かりました。

表-1 単位面積当たりの作業経費の比較

(単位: 円/ha)

| 区分 | 従来の機械 | 新型機械 (多目的造林機械) | | |
|------|---------|----------------|---------|-------------|
| | | 伐根粉碎アタッチメント装着 | | 下刈アタッチメント装着 |
| 使用機械 | 刈払機 | | | |
| 作業内容 | 下刈 | 伐根粉碎&下刈 | 下刈 | 下刈 |
| 作業経費 | 188,870 | 405,384 | 145,987 | 82,225 |
| 低減率 | — | -115% | 23% | 56% |

※従来機械の作業経費は、令和4年度造林補助事業標準単価(下刈)の単層林・1回のみ・税抜き単価を引用

なお、作業経費は、機械導入に当たり補助率50%の国庫補助事業を活用し、減価償却期間を5年、新型機械の年間稼働時間を440時間と設定した場合で固定費（減価償却費、修理費、車庫費、諸負担）及び変動費（燃料費、潤滑油費、労働費）等の経費を計算しています。

(3) 使用アタッチメント及び作業内容別の損益計算比較（表-2）

今回の実証試験データを用いて、次の3つのケースで従来機械での作業経費との損益分岐（年間どのくらいの作業面積を実施すれば従来機械を使用する場合と比べて有利になるか）を検討しました。

- ① 伐根粉砕アタッチメント装着による伐根粉砕ありの下刈り作業
- ② 同アタッチメント装着による伐根粉砕なしの下刈り作業
- ③ 下刈アタッチメント装着による下刈り作業

新型機械の年間稼働時間を440時間（1日6・5時間稼働で年間約68日）としたとき、

表-2 使用アタッチメント及び作業内容別の損益計算比較

| 区分 | ケース① | ケース② | ケース③ |
|----------------------|---------------|--------------|-------------|
| 使用アタッチメント | 伐根粉砕アタッチメント装着 | | 下刈アタッチメント装着 |
| 作業内容 | 伐根粉砕あり | 伐根粉砕なし | 下刈 |
| 年間稼働時間 | 440 時間 | | |
| 1ha当たり作業時間 | 33.6時間/ha | 12.1時間/ha | 7.1時間/ha |
| 作業効率 | 0.03ha/時 | 0.08ha/時 | 0.14ha/時 |
| 年間最大作業面積 | 13.2ha/年 | 35.2ha/年 | 61.6ha/年 |
| 時間当たり作業経費 | 12,065 円/時 | 12,065 円/時 | 11,581 円/時 |
| ha当たり作業経費 | 405,384 円/ha | 145,987 円/ha | 82,225 円/ha |
| 従来機械より有利になる面積（損益分岐点） | — | 9~10ha/年以上 | 3~4ha/年以上 |

①のケース（作業効率0.03ha/時）での年間最大作業面積が13.2ha
その時のha当たり作業経費は約405千円
↓従来機械の作業経費189千円/haを下回らない。

②のケース（作業効率0.08ha/時）での年間最大作業面積が35.2ha
その時のha当たり作業経費は約146千円
↓9~10ha以上を実施すれば従来機械の作業経費を下回る。

③のケース（作業効率0.14ha/時）での年間最大作業面積が61.6ha
その時ha当たり作業経費が約82千円
↓3~4ha以上を実施すれば従来機械の作業経費を下回る。

以上のことから、ケース①の「伐根粉砕ありの下刈り」作業ばかりでは、従来機械と比較して作業経費は掛かり増しになります。ケース②「伐根粉砕なしの下刈り」やケース③の「下刈りアタッチメント装着の下刈り」作業を組み合わせることで従来機械より作業経費を抑えることも可能になると考

えられます。

新型機械で下刈り作業を効率的に行うためには、伐根を粉碎して作業の障害物を除去することが必要です。下刈り初年度は必ず伐根粉碎を伴いますが、下刈り2年目からは新型機械による省力化が可能です。I 齢級（1～5年生）造林地において、下刈りが必要な期間全体で作業経費を考えた場合、伐根粉碎した上での省力化の検討が前提となります。

そこで、新型機械を使った年間下刈り作業面積のうち「伐根粉碎ありの下刈り作業」をどこまで抑えれば、従来機械による作業経費より少なくなるのかを計算したのが図-3になります。ここでは「伐根粉碎アタッチメント装着」が条件となっています。

このグラフについて少し解説します。

まず、「伐根粉碎ありの下刈り作業」は、年間稼働時間が440時間なので1年で132ha（オレンジ色棒グラフの一番左側）しか実施できません。作業効率が低い（0.03ha/時）ことが

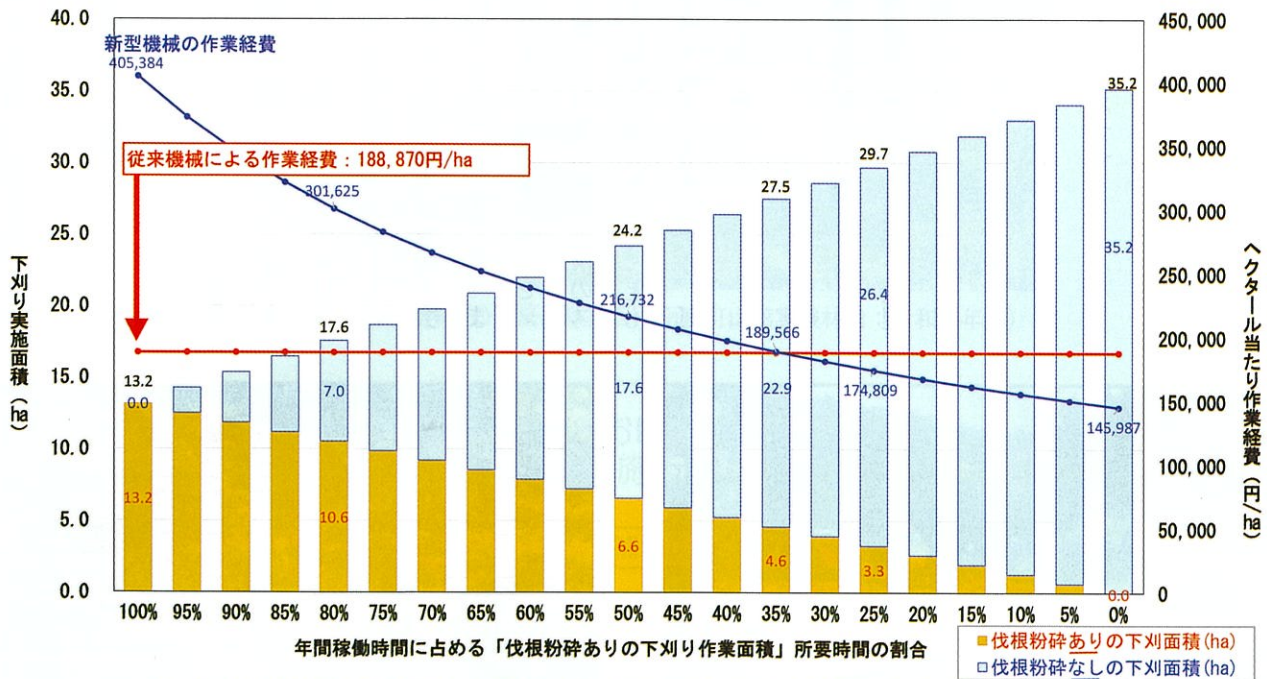


図-3 「伐根粉碎ありの下刈り作業時間」の割合変化による年間作業面積及び作業経費の変化

大きな要因ですが、これでは1年で作業できる面積を実施したとしても、従来機械によるha当たり作業経費に遠く及びません。（新型機械による作業経費：405,384円/ha、従来機械による作業経費：188,870円/ha）

ところが、「伐根粉碎ありの下刈り作業」面積を80%に抑えようと、「伐根粉碎ありの下刈り面積」は10.56haとなります。この時の作業時間は10.56ha÷0.03ha/時＝352時間であり、88時間（＝440時間－352時間）の余裕ができます。この時間を「伐根粉碎なしの下刈り作業」に充てると、88時間×0.08ha/時＝7.04haの作業が可能となります。

この方法によって作業経費を算定していきますが、表-2を見てのとおり、時間当たり作業経費（つまり時間当たりの固定費や変動費）は基本的に同じであり、作業面積の増減によってha当たり作業経費が変動します。「伐根粉碎なしの下刈り作業」は、「あり」と比べて作業効率が2倍以上（あり：0.03ha/時、なし：0.08ha/時）

となるため、同じ稼働時間で作業面積が2倍以上多いこととなります。作業面積が増えれば作業経費も安くなる計算です。

これを段階的に計算していくと新型機械による「伐根粉碎ありの下刈面積」が年間最大作業面積の35%未満のとき、従来機械による作業経費よりも有利になることが分かりました。

要するに、「伐根粉碎ありの下刈り作業」を年間4.6ha未満に抑え、その残りの稼働時間で「伐根粉碎なしの下刈り作業」を年間22.9ha以上を実施すれば損益で有利になります。この考え方で下刈りが必要な期間である5年間をトータルで考え、赤字にならない活用方法を検討すれば良いこととなります。

なお、今回の実証試験データに基づいた算定なので、現地条件や作業効率で変動します。あくまで参考程度で考えてください。

4 多目的造林機械の普及に向けた取組

(1) 実演研修会の開催

令和3年度は林業研究所内で7月と11月の計2回、国・県職員や林業事業者等を対象に研修会を実施し、延べ60名が参加しました。令和4年度は9月に東青流域林業活性化センターとの共催で、平内町の夜越山森林公園を会場に新型機械の実演をしました。また、10月には津軽流域林業活性化センターとの共催で、平川市唐竹地区のストギ植栽地を会場に実演しました。ともに林業事業者を対象としましたが、延べ58名が参加しました。

(2) 利用解説資料の作成

新型機械の有効な活用方法を整理し、今年度の実演研修会で参加者に配布しています。今年度の試験結果も反映した内容で、今後ブラッシュアップを図っていくところです。



写真-3 研修会② (平川市：R4.10.26)



写真-2 研修会① (平内町：R4.9.7)

5 新型機械を有効に活用するために

2箇年の実証試験の結果及び取扱説明書を参考に、新型機械を有効に活用するためのポイントをまとめると次のようになります。

(1) 機械の能力を効率的に発揮できる現場

① 植栽本数2,300本/ha以下

(苗間約2・1m以上)の植栽地

② 作業効率やオペレーターの作業安全の観点から傾斜が概ね20度より緩い造林地

(2) 現場づくりの留意点と機械活用のタイミング

① 主伐作業時は切り株を極力低くすること

② 新型機械での下刈りを前提とした地拵えや植栽計画を組むこと

③ 下刈り作業時に限らず、地拵えや植栽の際にも伐根粉碎、枝条整理、苗木運搬等で活用すること

6 終わりに

令和4年11月13日、14日に大分県別府市で「森林・林業・環境機械展示実演会」が開催され、最新の伐倒・集材作業機械と併せて、地拵え時の根株処理機械等の新たな機械が展示されました。これまでは素材生産に関わる機械展示がメインでしたが、造林・保育関連の新型機械も年々出展数が多くなり、林業分野でも労働集約型から資本集約型への構造転換が着実に進んでいくものと考えます。今後も日進月歩の林業機械開発について情報収集に努め、省力化・軽労化に有効な機械導入の可能性を探ることが重要と考えられます。

また、多目的造林機械「山もつとモット」については、実証試験を通して下刈り作業の省力化等を明らかにしてきましたが、実演会等の要望があれば応えていきたいと考えています。

(地独) 青森県産業技術センター

林業研究所 森林環境部

研究管理員 室谷 豊



写真-4 下刈り作業の実証試験状況（平内町山館実験林内：令和3年度）