

平成29年度 研究助成費報告書

ふりがな 研究者代表者氏名	松本 武	所属研究機関 部 局 ・ 職	東京農工大学大学院農学研究院			
研 究 課 題	軽量なかかり木処理器具と処理法の開発					
研 究 経 費 詳細は別紙	年 度	研究経費 (円)	使用内訳 (円)			
			物 品	旅 費	謝 金	その他
	平成 29 年度	400,000	210733	75027	34240	80000
	平成 30 年度	0	0	0	0	0
	計	400,000				
研究組織 (研究代表者及び研究分担者) (研究分担者も、本研究計画に常時参加する者です。)						
氏 名 (年齢)	所属研究機関・部局・職	現在の専門	学 位	役 割 分 担 (本年度の実施計画に対する分担事項)		
松本 武	東京農工大学大学院 農学研究院	森林利用学	博士	研究代表者		
合計 1 名 (うち他機関分担者数			名)			

研究課題名:軽量なかかり木処理器具と処理法の開発

研究結果

(年度別に具体的かつ明確に記入して下さい。)

<平成29年度>

これまで、申請者は胸高直径20cm程度のヒノキを対象にかかり木に関する研究を行ってきた。これまでの成果をまとめると、かかり木の処理が困難な残存2立木の樹冠間で発生したかかり木を処理する際には、伐倒方向への引き倒しはけん引具を使用したとしても困難であり、ロープにより人力で直接けん引して処理することは現実的ではない(松本, 2010)。また、元口をけん引する場合においても、伐倒方向へのけん引に比べれば必要とされるけん引力は少ないものの、ロープと人力では困難である(松本・岩岡, 2012)。トビや丸太を使い、てこの原理で元口を移動させる場合には、処理可能なケースも多い(松本ら, 2017)。チルホールやレバブロックなどのけん引具を用いることで処理が可能なケースは増えるが、これらけん引具は数kg~10kgの重量があり、チルホールは揚程は長い、本体の他にワイヤーを携行する必要があり嵩張ること、レバブロックはコンパクトではあるが揚程が短いこと、ローププラーの類は前2者に比べると軽量ではあるが、ある程度巻取り、ウィンチ部分に負荷がかかった段階で逆転(送り出し)しようとするとき非常に困難を伴う場合もあるなどそれぞれ一長一短あり、実際の現場では携行されることは少ない。また、前述の2立木間で発生したかかり木の他に単木の樹冠に接触してかかり木となった場合は木回しで回転させるもしくは元口を移動させることにより処理が可能なケースが多く、人力では処理が困難であるが、けん引具の能力を最大限使うまでもないケースも多い。

つまり、軽量でハンドリングが良く、なおかつ人力以上の力を発揮できるが、前述のけん引具の最大能力(0.5t)までは必要ない場合が特にヒノキの間伐林分では多いと考えられる。

そこで、本研究では、上述の条件を勘案し、胸高直径20cm程度のヒノキ林分における間伐作業を想定し、そこで発生したかかり木処理のために、数百kg程度のけん引が可能でハンドリングが良い処理器具と処理方法の開発を行うことを目的とした。

平成29年度はかかり木処理器具のプロトタイプ開発にあたり、その条件の整理と、処理器具に必要なパーツの選定を行った。処理器具は動滑車の原理を応用したもので、既にこの原理を応用したものは多く、大型のものでは林業架線では主索張り上げ用のヒールとして使用されており、ロープホイスト等の名称で張力をかけたりけん引する市販品も存在する。本研究では、質量数百kgのかかり木を人力で処理することを目的とするため、図-1に示すように動滑車・固定滑車にそれぞれ2個~3個(計4~6個)の滑車を用い、かかり木の元口を移動させて処理することを基本コンセプトとした。成人男性の綱引き時のけん引力が0.7kN(東・穴田, 2013)と報告されており、そこから、かかり木処理作業者の最大けん引力を0.5kNと想定した。そのため、滑車を6個使用した場合の最大けん引力は3kNとなり、最大質量約300kgのかかり木が対象となる。使用する滑車はクライミング等で使用されるローププラーを用いることで軽量化を図った。複数の候補の中から今回はGM Climbing社製のマイクロプラーを採用した。このプラーは1車式のプラーであり、破断荷重30kNと高強度でありながら、質量は80gで縦7.5cm、横4.5cm、厚さ2.3cmと軽量・コンパクトであり、価格は約1,990円であった。6個用いた場合の質量の合計は480gであり、価格は11,940円であった。ただし、破断荷重29kNの同社のマイクロプラーを使用すれば価格は8,700円に抑えることができる。また、けん引に使用するロープは大成製作所製の青ステッチパイレンダブルブレイドロープ径8mmのものを採用した。同ロープは破断荷重が8.3kNであり、プラーと組み合わせず、単独で使用しても十分な強度を有するものとして採用した。10mあたりの質量は290g、価格は10mあたり1,350円である。携行性や現場での作業性を考えて、今回は使用するロープの長さを20mとした。滑車を合計6個使用する場合、すなわち作業者が実際の牽引力の1/6の力で引く場合、動滑車と固定滑車との間の距離を2mとし、滑車間のロープの総計 $2.5m \times 6 = 15m$ に作業者がけん引する際にかかり木からある程度離れて作業できる余裕分は5mとなる。滑車を合計4個使用する場合には(図-2, 3)、滑車間のロープの総計 $4m \times 4 = 16m$ 、作業者がけん引する部分は4mとなる。ロープ20mの質量と価格の合計はそれぞれ580g、2,700円となった。

研究課題名：軽量なかかり木処理器具と処理法の開発

研究結果

(年度別に具体的かつ明確に記入して下さい。)

また、プーリーを立木に固定するためにTRANGO社製カラビナ (70g, 1,050円) 2個およびZERO POINT社製のナイロンスリング120cm (90g, 1,250円) を2本使用した。さらに、ロープの末端を固定滑車側のカラビナに固定するためにカラビナを1つ用意した。以上をまとめると以下の通りである。

	個数	単価 (円)	価格計 (円)	質量 (g)	総質量 (g)
プーリー	6	1,990	11,940	80	480
ロープ	20	135	2,700	29	580
カラビナ	3	1,050	3,150	70	210
スリング	2	1,250	2,500	90	180
計			20,290		1,450

これをレバーブロックと比較すると、KITO社製のLX003はけん引能力250kg、質量1.8kg、揚程1mで16,900円、LX005はけん引能力500kg、質量2.8kg、揚程1.2mで20,900円である。いずれもスリングを必要とすることから、上記のスリングを利用する場合LX003では19,400円、LX005では23,400円となり、本研究で開発する処理具はけん引力ではLX003と同程度、質量、揚程、価格についてはいずれもレバーブロックよりも軽量であり、けん引長が長く、低価格である。

<平成30年度>

平成30年度は実際に林内にてDBH18cmのヒノキで仰角45度のかかり木を発生させ、かかり木の元口をけん引した際にかかり木が動き出す力の測定と、元口をけん引してかかり木が外れるまでのけん引力を測定した(図-4)。図-5はけん引ロープの角度とかかり木の元口が動き出す時のけん引力を示したものである。実験に用いたヒノキの質量は松本・岩岡(2011)から1.8kNと推定された。図-5には明確な関係は認められず、平均値は0.84kNであり、かかり木の重量の2分の1程度のけん引力で動き出すことが明らかとなった。

2立木間で発生したかかり木の元口をチルホールによってけん引して処理する松本・岩岡(2012)の論文では、DBH20cm未満のかかり木では、処理に至るまでの最大けん引力の平均値はかかり木の伐倒方向が上方の場合で2.3kN、下方の場合で4.1kNと報告されているが、1.5~3kNの範囲で処理できるものが多いとしているため、多くのかかり木は本研究で開発する器具の処理範囲内である。また、同報告より、処理に至るまでの元口のけん引長は上方伐倒の場合で平均2.3m、下方伐倒の場合で3.03mであったが、中央値では上方2.1m、下方1.2mであった。これより、今回開発する処理器具では、1回の架設もしくは、一度引き終わり、さらに別の立木に固定滑車側を架け替えてけん引することで処理可能である。

以上から、本研究で開発する器具の基本的条件が明らかとなり、また選定した器具類についても十分な能力を有していることが確認されたため、実証実験を行った。東京農工大学フィールドミュージアム唐沢山(FM唐沢山)ヒノキ林林分にて3本(DBH16cm, 18cm, 20cm)の試験木を選定し、隣接2立木の樹冠間に接触するかかり木を作成し、開発した処理器具を用いて伐倒方向とは正反対の方向に元口をけん引して処理を行った。動滑車3個、固定滑車3個の組み合わせで、作業者は等高線方向に移動しながらけん引した。2本は問題なく処理を行うことができ、もう1本は揚程2mでは外れなかったが、他の立木に固定滑車部分をかけ替えてけん引することにより処理できた。

時間の都合上、よりサイズの大きいかかり木について試験を行うことはできなかったが、人力で不可能な場合でも、プーリーをさらに追加する、もしくは小型のレバーブロック、例えば、象印チェンブロック社製象印 Y2チェーンレバーホイスト100KG(最大けん引能力100kg、質量800g)と組み合わせ、ロープの末端をこの小型レバーブロックでけん引することにより、最大けん引能力600kg、総質量2180gの処理システムとなるが、500kgのレバーブロックLX005よりも総質量においてなお軽量あり、携行性では依然優位な処理システムと言える。

研究課題名：軽量なかかり木処理器具と処理法の開発

研究結果

(年度別に具体的かつ明確に記入して下さい。)

引用文献

- 東 章弘・穴田 生 (2013) 身体的特徴との関連からみた成人男性の静的綱牽引力の個人差. 人間工学49 : 238-243
- 松本 武 (2010) ヒノキ間伐林分において発生したかかり木が残存立木間を通過する際の接触抵抗力. 日林誌92 : 134-138.
- 松本 武・岩岡正博 (2012) 傾斜地のヒノキ林分において発生したかかり木の元口移動時の力学的特性. 森利学誌27 : 17-23.
- 松本 武・前嶋宏美・岩岡正博 (2017) 傾斜地のヒノキ林分における2立木樹冠に接触して発生したかかり木の処理 - 上方伐倒時の引き倒し処理に必要なけん引力の測定と処理方法の比較 - . 森利学誌32 : 15-23.

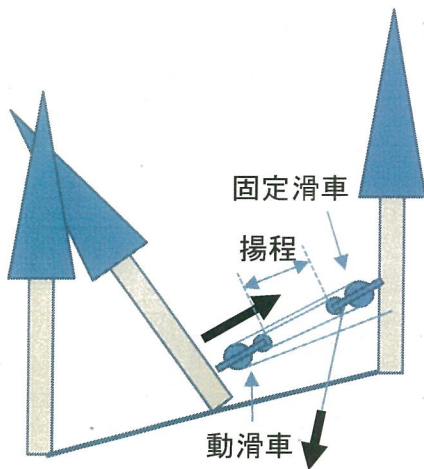


図-1 かかり木処理器具と処理法の模式図



図-2 かかり木処理器具



図-3 固定滑車側の拡大図

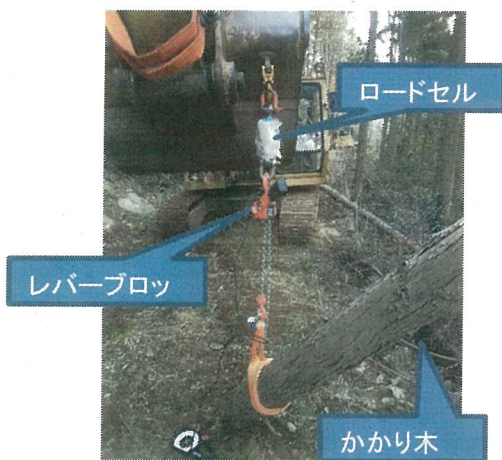


図-4 かかり木の元口が動き出すのに必要なけん引力の測定風景

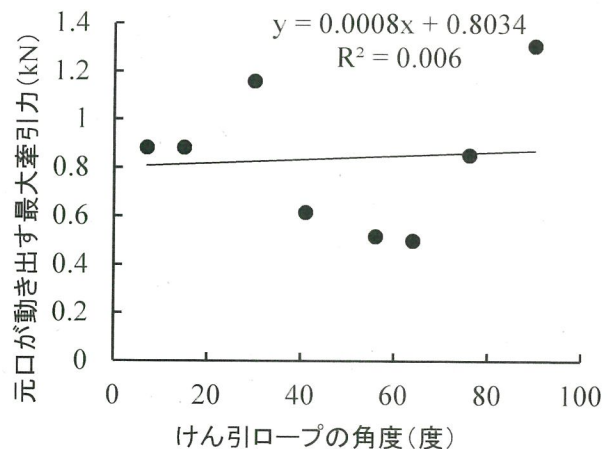


図-5 かかり木の元口が動き出すのに必要なけん引力