

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：12605
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2011～2012
課題番号：23658123
研究課題名（和文）林業労働死亡災害の一因であるかかり木の発生メカニズムと力学的特性の解明
研究課題名（英文）Clarify the mechanism and dynamics characteristics of hung-up tree that is one of the causes for fetal accident.
研究代表者 松本 武 (MATSUMOTO TAKESHI) 東京農工大学・大学院農学研究院・講師 研究者番号：40555869

研究成果の概要（和文）：本研究において以下の諸点が明らかとなった。①かかり木を伐倒方向に処理する際に必要なけん引力。②かかり木の元口を移動させて処理する際のけん引力。③放置したかかり木の危険性、④かかり木の元玉部分を切断して処理する方法の安全な作業範囲。かかり木に関してはこれまで知見に乏しかったが、本研究の成果はかかり木の安全な処理方法の確立に大きく寄与するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）： Following points are clarified: i) The traction force for removing hung-up trees were passed through the crowns of remaining trees in a stand. ii) The traction for removing hung-up trees by skidding at its butt end was measured in a steep stands. iii) The risk of left hung -up tree. iv) The safe angle of hung-up trees for removing them trees by cutting the butt log. These results will contribute to the establishment of safe method for removing the hung-up trees.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：かかり木，けん引力，放置，処理法

1. 研究開始当初の背景

再生可能な植物バイオマスの利用は循環型社会の構築のために重要な課題であり、とりわけ木質バイオマスは資源に乏しいわが国において多量に存在する数少ない資源である。しかしながら、その生産・育成を担う林業は我が国において、最も危険な産業の一つとなっている。林業労働死亡災害の半数近くが伐倒造材作業に発生しており、なかでも、伐倒木が他の立木に接触してもたれかかる

などして倒伏せずにいるかかり木は、不安定である反面その処理に非常な労力を必要とすることも多く、不適切な処理もあいまって過去 9 年間の全死亡災害 427 件中 86 件と 2 割以上の原因となっている(林災防, 2009)。安全衛生教育等を通じて、かかり木の危険性についての普及啓発は行われている反面、学術的な立場からのアプローチは少なく、これまでにわが国で刊行されている学術論文はわずかに 5 報にとどまる。林業労働の本質安

全化のためには、かかり木のメカニズムに関する科学的な知見を基にした処理器具の開発や作業指針の作成および技術者教育が不可欠である。研究代表者は、若齢木の樹冠を用いた実験例（森岡ら、1994）を参考に、45年生ヒノキ林分において、隣接する残存2立木の樹冠間で発生したかかり木を伐倒方向に引き倒し、その際に生じる接触抵抗力を測定した（松本、2010）。その結果、過密化し樹冠が閉鎖しつつある林分においては、隣接木の樹冠間を伐倒木が通過する際の抵抗力は、極めて大きなものとなることを明らかにしたが、その過程で、かかり木の発生確率やプロセス、接触箇所における枝・幹の挙動、発生したかかり木の危険性の評価等、解決すべき課題は多岐にわたることが明らかとなった。

2. 研究の目的

林業労働災害の大きな原因である立木の伐倒作業時に発生するかかり木の中でも、2立木間に接触したかかり木を対象とし、①「かかり木処理に必要な力」を明らかにする。また、②「発生したかかり木の危険性」について定量的に評価し、さらに発生したかかり木の処理方法として、③「元玉切りによるかかり木処理の安全な作業範囲」を明らかにする。以上の諸点が明らかになることにより伐倒作業時の合理的なリスクアセスメントが可能となり、合理的な処理技術の確立、理論的な技術者教育の実現および林業労働災害の低減による林業労働の本質安全化に直結する。

3. 研究の方法

研究目的の①「かかり木処理に必要な力」についてはかかり木を林内において発生させ、伐倒方向へのけん引およびかかり木の元口を伐倒方向とは反対方向にけん引して処理する際に必要な力を測定した。②「発生したかかり木の危険性」についてはかかり木を発生させ、センサーを取り付けた上で、一定期間放置し、かかり木の状態を経過観察した。③「元玉切りによるかかり木処理の安全な作業範囲」では発生したかかり木の元玉部分を段階的に切除し、その際のかかり木の挙動を観察した。

4. 研究成果

23年度は「かかり木の力学的特性の解明」と「発生したかかり木の危険性の評価」を中心に研究に取り組んだ。

「かかり木の力学的特性の解明」では、23年度前半に傾斜地のヒノキ林内において2立木間に発生したかかり木の元口を移動させて処理する際の牽引力を測定し、上方伐倒・下

方伐倒別の処理方法の特性について評価した。かかり木の処理に要する力は上方伐倒の

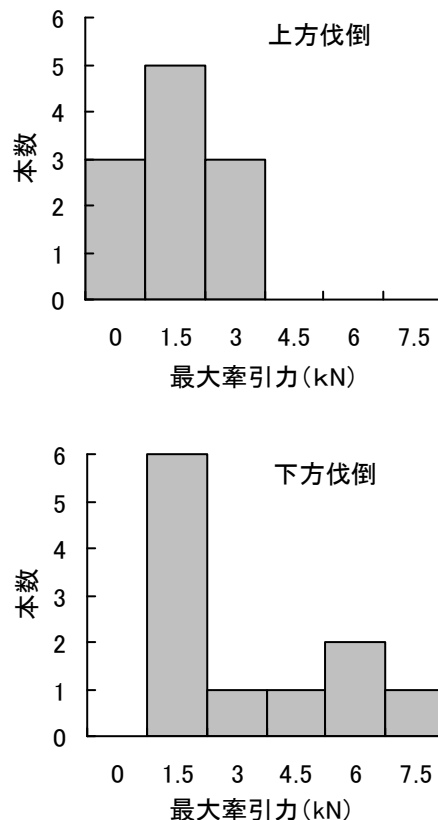


図-1. 元口移動によるかかり木処理に必要な最大けん引力

方が有意に小さく（図-1）処理に要する仕事の平均値でも上方伐倒の方が小さかった。伐倒方向へ引き倒す場合の仕事の推定値との比較では、元口移動による処理法の優位性は確認できなかったがこれらの結果をまとめ論文（松本・岩岡、2012）として発表した。23年度後半では上方伐倒時に2立木間で発生したかかり木を伐倒方向に引き倒し、そのときの牽引力を測定した。実験の結果、2立木間隔が狭くなるにつれてけん引力の上限値は線形に増加する傾向が示された。また、本研究と先行研究（松本、2010）および23年度前半の研究から、2立木間で発生したかかり木の伐倒方向別（上方と下方）および方法別（引き倒しと元口移動）の比較が可能となり、上方伐倒かかり木の元口移動が処理に必要な力が最も小さく、上方伐倒かかり木の伐倒方向への引き倒しが最も大きな力を要するということが明らかとなり、現場でのかかり木処理に科学的な知見を提供できた。これらの成果を現在論文として執筆中である。「発生したかかり木の危険性の評価」ではかかり木を発生させ、そのかかり木の一部にセンサーを取り付け、立ち入り禁止表示などの安全対策を十分に施した上で、一定期間放置

し、自然落下の有無と自然落下するまでの時間を計測した。単木のかかり木では放置したかかり木の50%が、2立木間で発生したかかり木の75%が放置したかかり木の多くが風による外力により外れていることが明らかとなった。

24年度は「かかり木の処理方法」を中心に研究に取り組んだ。

23年度の成果から、現在間伐が必要とされている林分において、2立木間に発生したかかり木については、人力による処理はきわめて

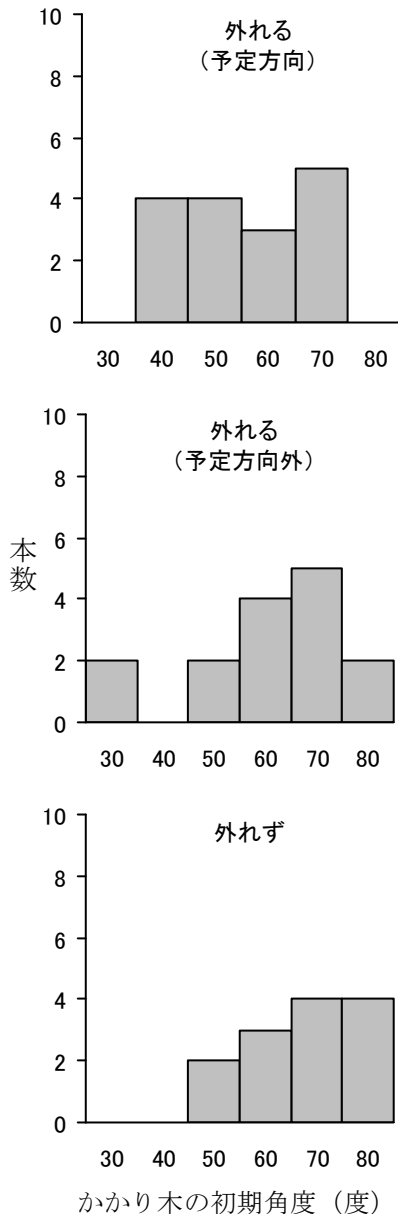


図-2. かかり木の初期角度と元玉切による処理結果

困難であり、けん引具等を利用した処理でも大きな労力を必要とするケースが少なからずあることが明らかとなった。また、処理に

器具や労力を必要とすることから、処理せず放置した場合、風等により自然に外れるケースが多く、放置した場合の危険性が明らかとなった。そこで、より簡易に処理し得る方法として、伐採現場で行われることも多くガイドラインの策定が望まれている、かかり木の根元部分を切断してかかり木を外す方法、所謂元玉切りによるかかり木処理の安全性について検討した。研究の結果、2立木間に発生したかかり木の元玉切りによる処理では初期角度が小さいかかり木では処理できるケースが多く(図-2)、1本のかかり木を元玉切りを繰り返して処理していく場合、安全な

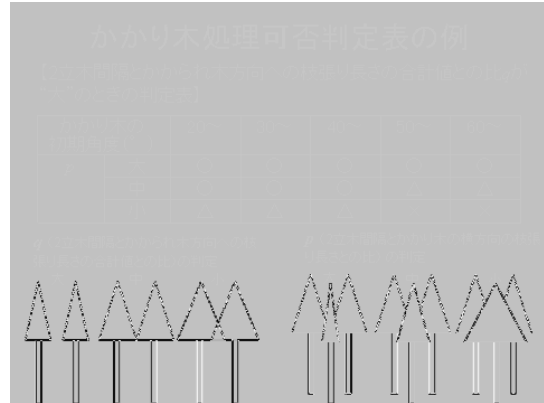


図-3. 現地で使用するかかり木処理可否判定表の例

かかり木処理が可能なのは、かかり木の角度が60度までであることが明らかとなった。60度を越えると予定外の方向に倒れ始め、80度前後では鋸断中にチェーンソーのバーが挟まれる、もしくは作業側側に倒れるケースも確認された。また、かかり木の角度、立木間隔とかかり木・かかられ木の枝張りの状態から、処理の可否を判定する判別関数を作成し、その的中率は8割であった。この判別関数から、現地で作業する際に、林分状況や発生したかかり木の状態から元玉切りによる処理の可否を簡易に判定できる判定表を作成した(図-3)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

(1) 松本 武、岩岡正博、傾斜地における元口移動によるかかり木処理時の力学的特性、森林利用学会誌、査読有、27巻、2012、17-23。

[学会発表] (計2件)

① 松本 武、元玉切りによる安全なかかり木処理は可能か? 第124回日本森林学会、2013年3月25-28日、岩手大学

② 松本 武、前嶋宏美、岩岡正博、二立木に

接触した上方伐倒かかり木の引き倒し処理
に必要な力. 第 19 回森林利用学会、2012 年
12 月 1-2 日、信州大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 武 (MATSUMOTO TAKESHI)
東京農工大学・大学院農学研究院・講師
研究者番号：40555869

(2) 研究分担者

岩岡 正博 (IWAOKA MASAHIRO)
東京農工大学・大学院農学研究院・講師
研究者番号：40213269