

## チェーンソー作業時の傾斜および姿勢の違いによる筋負担

## Muscle loads by the difference in forest slope and operator's posture at the time of chainsaw operation

山中朔生<sup>\*1</sup>・亀山翔平<sup>\*1</sup>・吉岡拓如<sup>\*2</sup>・井上公基<sup>\*2</sup>Sakumi YAMANAKA<sup>\*1</sup>, Syohei KAMEYAMA<sup>\*1</sup>, Takuyuki YOSIOKA<sup>\*2</sup> and Kouki INOUE<sup>\*2</sup>

\* 1 日本大学大学院生物資源科学部研究科

Graduate School of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa, 252-0880, Japan

\* 2 日本大学生物資源科学部

College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa, 252-0880, Japan

**要旨:** 本研究の目的は、チェーンソーによる伐倒作業の姿勢の違いが腰部の筋肉に与える影響を明らかにするために、姿勢保持した際の腰部にかかる筋負担量を計測することである。調査対象とした作業姿勢は、チェーンソー作業者の伐倒作業を記録した再生画像を5秒毎に時点観測による動作分析を行い、出現頻度の高い、直立、前傾30°、前傾90°、片膝立ちとした。すべての姿勢で左脚部を前方へ踏み出し、右脚部を後方へ引いた姿勢とし、両脚の間隔は肩幅とした。筋負担の計測部位は、MARQ-MEDICAL社製のMQ16筋電計を用い、腹直筋(右・左)、脊柱起立筋(右・左)の4箇所とした。傾斜の条件は、フラット、10度、20度とし、計12条件設定した。気温・湿度を一定にするために実験は室内で行い、被験者は健常な男子学生4名である。その結果、腹直筋は左右ともに、姿勢が前傾になるほど筋負担が増加し、片膝立ちが最も筋負担が大きい傾向にあった。脊柱起立筋は、右に比べ左のほうが筋負担は大きかった。また、左右ともに前傾30°が最も筋負担が大きく、前傾90°が、最も筋負担が少ない傾向にあった。片膝立ちは傾斜が大きくなると筋負担が減少する傾向にあった。

**キーワード:** チェーンソー・筋負担・作業姿勢・動作分析

**Abstract:** In order to clarify the difference in the posture in chainsaw felling operation to the muscle loads of the operator's waist, the muscle load quantity of waist when maintaining posture was measured. First, motion analysis of a chainsaw operator during felling trees was carried out by monitoring and recoding the operator's posture at five-second intervals. The four most frequent postures monitored during the operation were standing, 30-degree-bent forward, 90-degree-bent forward, and kneeling down on one knee, then the muscle loads of these for postures were measured inside a laboratory. Assuming the chainsaw operation, examinees were indicated to step their left leg forward, pull their right leg behind, and stand with their legs shoulder-width apart. Right and left abdominis muscles and right and left erector spinae muscles were decided as the measuring points of muscles load. Flat terrain, 10-degree upgrade, and 20-degree upgrade were adopted as the slope inclination so that there were a total of twelve conditions in the experiment. Temperature and humidity in the laboratory were kept stable, and four healthy male university students were chosen as examinees. As a result, both loads or right and left abdominis muscles increased as the tilting angel of upper body became large, while the muscle load when kneeling down on one knee was the largest. With regard to the erector spinae muscles, the load of the left muscle was larger than that of the right one. Moreover, the postures of 30-degree-bent forward and that of 90-degree-bent forward imposed the largest and smallest loads on the erector spine muscles, respectively. The muscle loads with a posture of kneeling decreased as the slope inclination increased.

**Keywords:** Chain saw, Muscle load, Work posture, Movement analysis

## はじめに

我が国の森林・林業は、ハーベスタ、プロセッサ、フォワーダ等の高性能林業機械の導入や作業道の路網整備が進められたことにより、作業負担や労働災害の発生率

は以前に比べ減少傾向にある(6)。一方、我が国の森林は、急傾斜地が多く地形条件が悪いため、高性能林業機械の導入が難しい場所が存在する。そのような場所では、チェーンソーによる伐木造材作業を行う必要がある。

しかし、チェーンソーの使用は、身体的負担が大きく、腰痛発生につながる(4)。腰痛を訴える林業従事者の割合は、チェーンソーを扱わない従事者より、扱う従事者の割合の方が高いことが報告されている(3)。

以上より本研究では、はじめに、チェーンソーによる伐倒作業の時点観測による動作分析を行い、姿勢の出現頻度を観察した。そして、その結果をもとに、チェーンソーによる伐倒作業の姿勢の違いが腰部の筋肉に与える影響を明らかにするために、姿勢保持した際の腰部にかかる筋負担量を計測した。

## 材料と方法

**1. 動作分析** 静岡県三島市の民有林においてチェーンソーによる伐倒作業のビデオ撮影を行った。

動作分析の方法としては、チェーンソー作業者の伐倒作業を記録したビデオテープの再生画像を5秒毎に目視観察し、斜面の角度を目視で3つ(フラット、緩傾斜、中傾斜)に分けた。時点数は、フラット44、緩傾斜63、中傾斜66で(表1)、各傾斜の姿勢出現頻度を観察した。緩傾斜は5~10°、中傾斜は10~15°程度であり、調査地の平均傾斜は8.3°である。

動作分析の結果は、傾斜が大きくなるほど、上体が前傾になる傾向があった。また、傾斜が増加するにつれて、片膝立ちやしゃがみ込んだ姿勢の出現頻度が高くなる傾向があった(図1)。

**2. 筋負担量計測** 被験者は、腰部に疾患がない健康な男子学生4名を対象とした。年齢、身長、体重はそれぞれ、22±1、177±9cm、73±10kgであった。すべての被験者は、チェーンソー経験はなかった。実験は夏期に行ったため、気温、湿度を一定にするために室内で行った。平均気温は28℃、平均湿度は60%であった。

動作分析の結果にもとづいて前傾0°、前傾30°、前傾90°、片膝立ちの4つを測定姿勢とし、すべて、左脚部を前方へ踏み出し、右脚部を後方へ引いた姿勢とし、両脚の間隔は肩幅とした(図2)。

測定部位は、腰痛に関係するといわれる腹直筋(右・左)、脊柱起立筋(右・左)の計4箇所とした(7)。腹直筋は体幹部の屈曲や回旋、側屈に関与し、呼吸にも寄与している筋肉である。脊柱起立筋は、上半身を起立させ、背筋を伸ばす際に用いられ、腰を反らす時や外側に曲げる時、または腰を捻る時に使う筋肉である。

筋負担の測定に用いた器具は、MARQ-MEDICAL社製のMQ16筋電計である。電極は、腹直筋は臍から3cm外側、脊柱起立筋は第3腰椎棘突起から2cm外側に貼り付け、電極間距離は1cmとし測定を行った(2)。使用し

たチェーンソーはSTIHL社製MS170Cであり、本体のみの質量が4.2kgである。室内のため、エンジンは停止させた状態で実験を行った。現場の作業条件に近づけるため、ヘルメット、防護服を着用し実験を行った。重量はそれぞれ820g、600gである。

傾斜の条件は、0度、10度、20度とし、計12条件設定した。姿勢保持時間は5分間とし、前傾を伴う姿勢の場合は、1分おきに上体を起こした。

解析方法は、キッセイコムテック社のKinealyzerを用いて測定電圧を時間積分した数値をもとに比較を行った(5)。また、左右の筋負担の有意差を求めるために、t検定を行ったが、多重比較については考慮していない。

## 結果と考察

**1. 腹直筋** 傾斜および左右ごとの腹直筋の筋負担に関しては、有意な差は認められなかった( $p > 0.05$ )。しかし、前傾角度の増加により、筋負担量が増加する傾向があった。片膝立ちの筋負担は、前傾90°と同程度であり、負担が大きかった(図3)。

**2. 脊柱起立筋** 筋負担は脊柱起立筋(右)に比べ脊柱起立筋(左)のほうが44.8%有意に大きかった。 $(p < 0.05)$ 。これは、チェーンソーが、利き手を問わず左手で前ハンドル、右手で後ハンドルを操作し伐倒作業を行う構造であるため、体幹が左に傾いたことで、左の筋負担が大きくなったと考えられる。片膝立ちは、傾斜が大きくなるほど筋負担が減少する傾向にあった。

また、左右ともに前傾30°が最も筋負担が大きく、前傾90°が最も筋負担が少ない傾向にあった(図4)。予想に反し、前傾90°が最も筋負担が少ないという結果が出たため、追加実験を行った。

**3. 追加実験** 実験方法としては、傾斜をフラットに設定し、上体角度を0°~90°ごとに、腹直筋(右・左)、脊柱起立筋(右・左)の4箇所筋負担を測定した。姿勢保持時間は1分とした。

結果は、0°~60°までは、腹直筋、脊柱起立筋ともに、筋負担は増加傾向にあった。しかし、60°以降の筋負担に関しては、腹直筋は、高い筋負担量を維持したままだったが、脊柱起立筋は減少傾向にあった。また、脊柱起立筋の筋負担は前傾90°が最も低い値になった(図5)。

## まとめ

今回、実施した本実験から以下の結果を得た。まず、傾斜および左右ごとの腹直筋の筋負担に関しては、顕著な差は見られなかった。しかし、前傾角度の増加により

筋負担量が増加する傾向があった。

脊柱起立筋は片膝立ちの姿勢は傾斜が増加するほど減少する傾向にあった。このため、急な斜面では片膝立ちで伐木造材作業が推奨される。前傾 30° に関しては、全姿勢の中で最も筋負担が高く、腰痛発生のリスクも高まると考えられる。また、前傾角度の増加により、脊柱起立筋の筋負担が高くなるが、一定以上の角度になると腰部の筋負担は減少する傾向があり、前傾 90° の作業姿勢が最も筋負担が少なかった。これは、腰部ではなく、脚部や背中筋肉に負担がかかっていると考えられる。

本研究では腰痛という観点から、上体に着目し姿勢保持した際の腰部にかかる筋負担量を計測した。今後は、作業姿勢の変化による脚部や背中筋肉の筋負担も計測を行う必要があると考える。

引用文献

- (1) 河原大陸・浦辺幸夫・前田慶明・笹代純平・藤井絵里・森山信彰・山本圭彦・岩田晶 (2015) チェーンソーを用いる伐倒作業姿勢の違いが体幹筋群の筋活動量に与える影響.産業衛生学誌 57: 111 - 116
- (2) 川原群大 (1996) 骨格筋の解剖.エンタプライズ株式会社.東京: 29-44
- (3) 塩谷宗雄 (1997) 林業労働者の健康と体力づくりの実験的研究 - 腰痛予防の中心に - 日本体育大学紀要 6: 37 - 59
- (4) 立川史郎・大里正一 (1990) 林業労働における作業姿勢の評価方法について - 作業姿勢の違いと労働負担 - 岩手大学農学部演習林報告 21: 55-64
- (5) 藤原哲司 (1999) 筋電図・誘発電位マニュアル.金芳堂.京都: 3-50
- (6) 林野庁 (2016) 図説 森林・林業白書 (平成 28 年度版) 日本林業協会.東京: 242

表 - 1. 傾斜別の合計作業時間および時点数

Table.1 The total working time observed and the number of time points according to the inclination.

	合計作業時間 (s)	時点数
フラット	2 2 0	4 4
緩傾斜	3 3 5	6 3
中傾斜	3 1 5	7 3

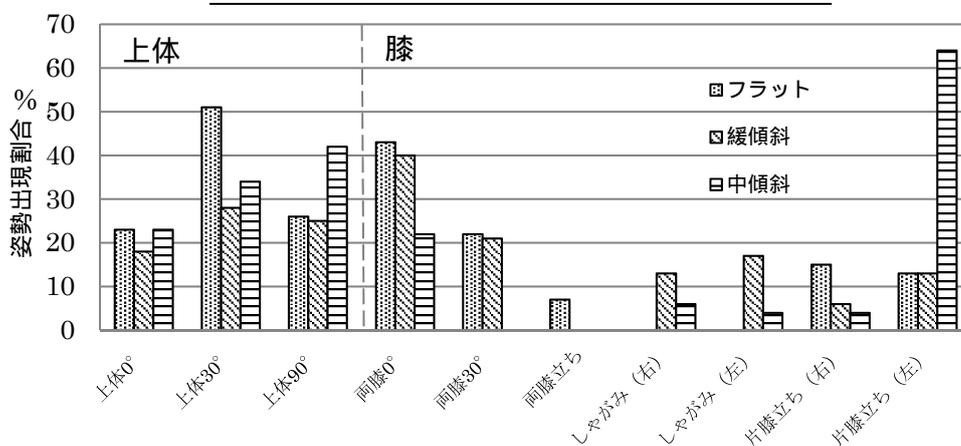


図 - 1. 傾斜別，上体および膝の姿勢出現頻度

Fig.1. Posture appearance frequency of the upper part of the body and the knee according to the inclination.

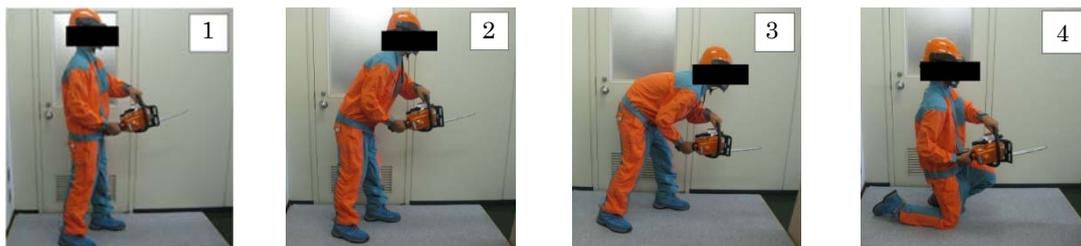


図 - 2. 保持姿勢 前傾 0° 前傾 30° 前傾 90° 片膝立ち

Fig.2. The holding posture standing 30°bent forward 90°bent forward kneeling ore knee

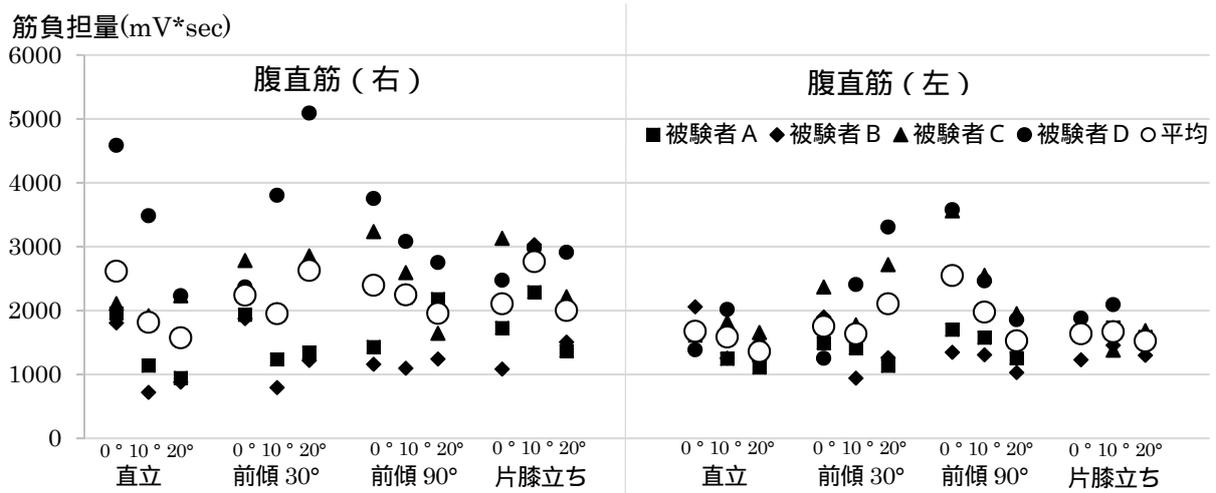


図 - 3. 腹直筋の筋負担

Fig.3. Muscle load of the rectus abdominis muscle

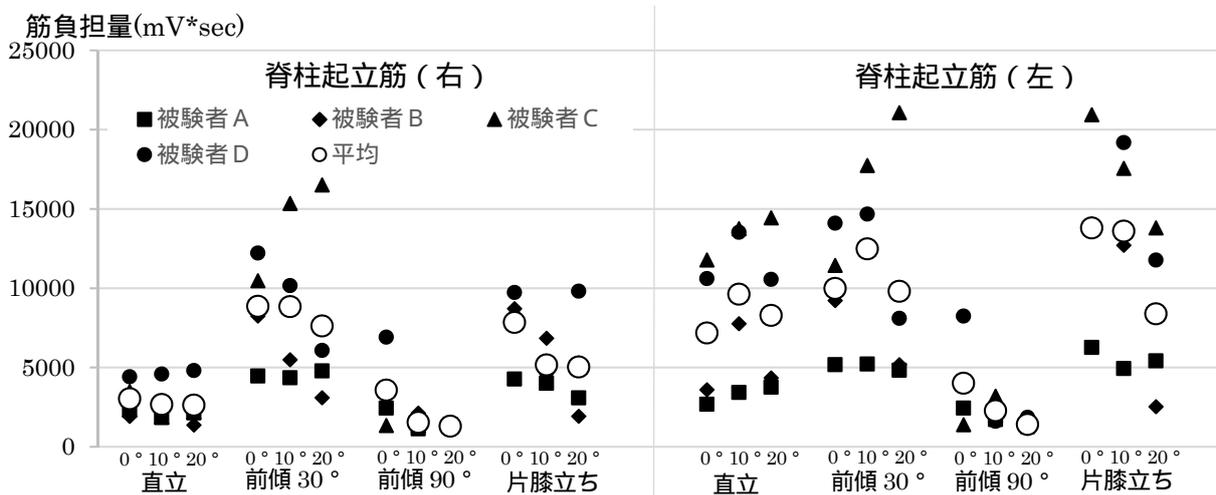


図 - 4. 脊柱起立筋の筋負担

Fig.4. Muscle load of the erector muscle of spine

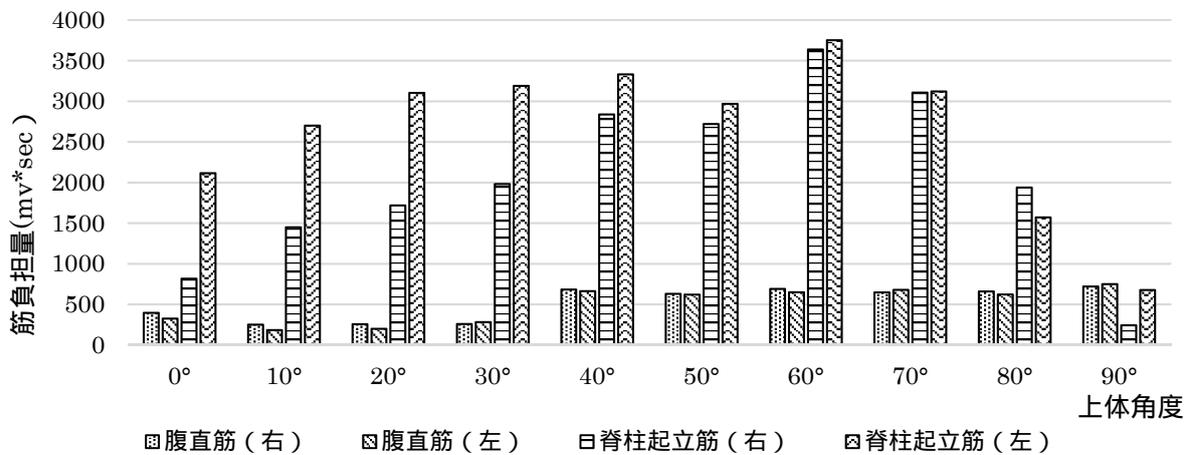


図 - 5. 上体角度別の腹直筋および脊柱起立筋の筋負担

Fig.5. Muscle loads of the rectus abdominis muscle and the erector muscle of spine according to the angel of the upper part of the body