

筋電測定装置に基づく農作業負担軽減器具の提案

知能ロボティクス研究室 1170135 藤原 龍也

1. 緒言

露地栽培される土佐文旦は山の上の表土の浅い所でも栽培が可能のため、中山間部の多い高知県において、斜面地で栽培が行われている⁽¹⁾。また、剪定により高木としては特徴的な樹冠となるため、図1のように太枝に足をかけ作業するなど身体的負担は、みかんや小夏などの低木の柑橘類と異なる。



Fig. 1 Harvesting at Tosa Buntan farm

農作業時の負担軽減器具としてアシストスーツの研究、開発が行われている⁽²⁾が、土佐文旦の農作業ではその特異な栽培環境により作業中の身体的負担が大きいと考えられる。

そこで本研究では、土佐文旦の農作業時の身体的負担を軽減する器具の提案を本研究の目的とする。本報告では、筋肉の生体信号である筋電を測定することにより作業姿勢の分析を行った。

2. 実験内容

本実験では、土佐文旦の農作業時における、下肢と腰回りの筋肉の仕様度合いを検証するため、筋電データを計測する次の2つの実験を行った。筋電計測機器として無線式であるFREERMG1000(BTS社製)を使用した。実験において計測箇所を、腓腹筋(LG)、大腿直筋(RF)、多裂筋(Mu)、最長筋(Lo)、外腹斜筋(EO)の左右10カ所とした。被験者は土佐文旦農家の男性高齢者1名に協力して頂いた。

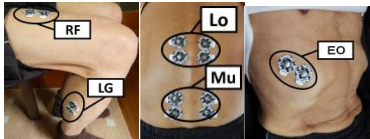


Fig. 2 Positions of myoelectricity measuring electrodes

実験①:傾斜地歩行には図3に示すように、約15kgの文旦を詰めたコンテナを持ち上げた状態で、傾斜面での歩行(登り)時における下肢、腰回りの筋電の計測を行った。課題として、安静5秒、歩行10秒、安静5秒の計25秒間で実験を行った。傾斜角、0°(平地)、10°、15°の3箇所で行った。



Fig. 3 Experiment:1-Walking

実験②:回旋動作では摘果、収穫、剪定作業時に見られる腰の回旋動作における実験を行った。

実験を行うにあたり回旋動作の定義を次のように定めた。腰より低い位置を「低」、腰より高く肩より低い位置を「中」、肩より高い位置を「高」とする(図4)。

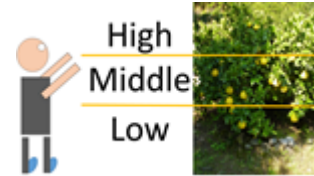


Fig. 4 Definition of Poses



Fig. 5 Experiment:2-Rotating

3つの姿勢に対して課題として、図5に示すように安静5秒、右回旋5秒、安静3秒、左回旋5秒、回旋猶予時間2秒を加え計25秒間の実験を行った。この時、被験者には大きさ階級2L程度の土佐文旦と収穫用鉋を持ってもらう。

3. 解析方法

実験で測定した筋電データを定量化するために筋放電量を算出する。

まず、取得した筋電データに対し整流化を行う。次に安静時を除けた筋電データに対し、その間のデータ個数でデータを割る(図6)。その後筋活動時間[s]を掛けたものを筋放電量として求めた。

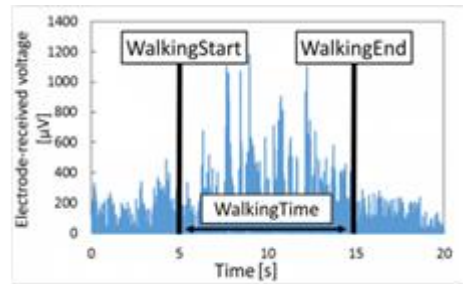


Fig. 6 Rectified data of the LG on Expt:1

4. 実験結果と考察

図7, 8は実験①傾斜地歩行に対して、下肢筋肉の筋放電量についてまとめたグラフである。左右の腓腹筋において最も筋放電が見られたのは、傾斜角10°での歩行(登り)であった。これは地面を蹴る背屈時に筋放電が多く見られると考える。

右側最長筋の平面歩行時の筋放電は、規則性がなく他の大腿直筋に対し大幅な量の筋放電が見られる。しかし、左最長筋と右最長筋の斜面上の筋放電から、下腿部は傾斜角が大きくなるに連れ股関節の屈曲に負荷がかかるのではないかと考える。

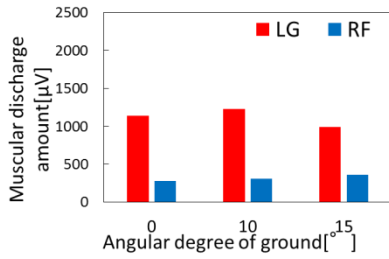


Fig. 7 Left side of LG and RF

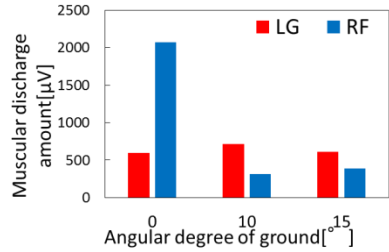


Fig. 8 Right side of LG and RF

図 9, 10 は実験①傾斜地歩行に対して、腰回りの筋肉の筋放電量についてまとめたグラフである。多裂筋と外腹斜筋では、傾斜の度合に関わらず一定傾向にあった。一方、外腹斜筋は傾斜がきつくなるにつれ筋放電が多く見られ、平地の場合と 10° の傾斜角の場合では、左右共に約 30%筋放電が増加された。これは荷を支える上体のバランス保持を行うため筋活動が活発になったと考えられる

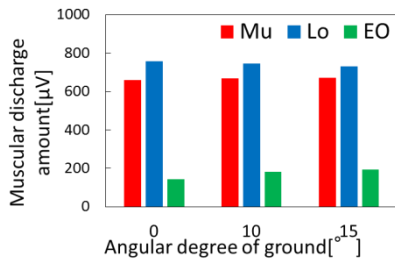


Fig. 9 Left side of Mu, Lo and EO

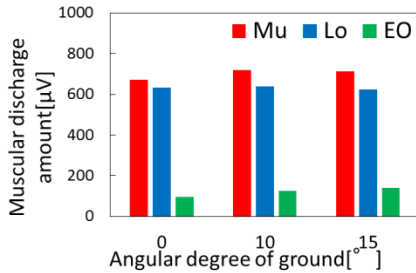


Fig.10 Right side of Mu, Lo and EO

図 11, 12 は実験②回旋動作に対して、外腹斜筋の筋放電量についてまとめたグラフである、筋放電は左側では、「低」状態での筋放電が活発であり、右側では、「高」が最も活発であり次いで「低」の状態で筋放電が多く見られた。実験時の動作より、斜面上での作業において屈曲状態の維持と回旋の保持に負荷がかかっていると考えられる

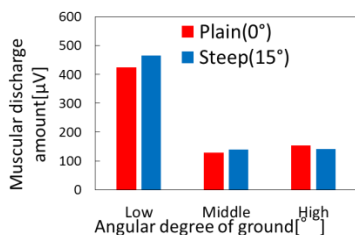


Fig.11 Left side of EO

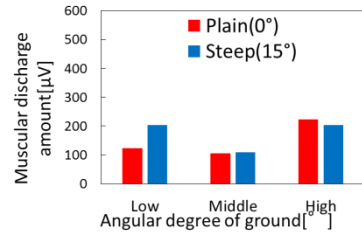


Fig. 12 Right side of EO

図 13, 14 は実験②回旋動作に対して、多裂筋の筋放電についてまとめたグラフである。「低」の姿勢時に比べ「中」「高」では筋放電が活発であった。しかし、「低」の安静時における筋放電量はタスク時に比べ平面、斜面時共に 30%以上多く筋放電が行われていた。このため中腰姿勢時に役割として多裂筋は、回旋状態保持ではなく、姿勢を安定させる役割が大きいのではないかと考えられる。

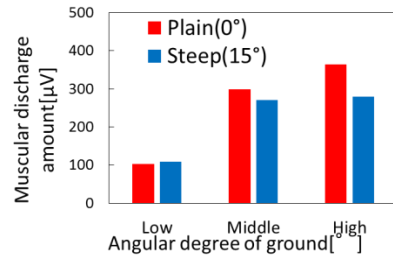


Fig. 13 Left side of Mu

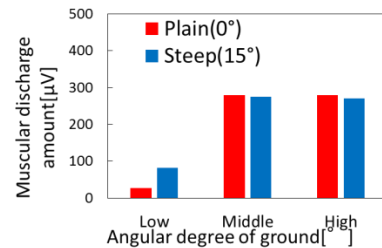


Fig. 14 Right side of Mu

5. 結言

本実験では、土佐文旦の作業時に使用される筋肉の放電量の解析を行った。左右のデータにばらつきがあったものの下肢、腰回りの筋肉の筋放電量の変化を得られた結果となった。

装着型アシストスーツの重量による下肢への負荷を考慮すると、負担軽減の器具として衣服型が望ましいと考える。今回の結果では、収穫等の作業では、斜面上での脊柱の伸展時や回旋時に下肢、腰回りの筋肉ともに負荷がかかることが見て取れた。そこで現時点の提案として、伸縮性のあるベルトを、両肩から臀部にかけ交差して取り付けられた衣服型の器具が望ましいと考える。

ベルトの張力により、最長筋及び多裂筋等の背中伸展動作の補助に加え、姿勢矯正により筋肉への余計な負荷がかからなくなるのではないかと考える。

参考文献

- (1) 宮地正憲, “土佐文旦の歴史”, 日本機械学会論文集 A 編, pp. 13, pp. 24, 1994
- (2) 農林水産省, “農業用アシストスーツの今”, aff, 2015
- (3) 上田雄司, “座位歩行時の下肢筋肉の使用度合いの検討”, pp 14, 2016
- (4) 久田智之, 工藤慎太郎, 颯田季央, “固有背筋の表面筋電電極貼付け位置の検討”, 理学療法科学 29(2):259-263, 2014