

可搬型茶摘採機の作業負荷測定

— 作業パターンと作業負荷 —

岩崎 浩一・宮部 芳照・柏木 純孝・井口 健*

(農業システム工学講座)

平成7年8月10日 受理

Measurement of Labour Burden from Tea Plucking Operation in Portable Type Machine

— Labour Burden at Various Operation Patterns —

Koichi IWASAKI, Yoshiteru MIYABE, Sumitaka KASHIWAGI and Takeshi IGUCHI*

(Laboratory of Agricultural Systems Engineering)

緒 言

茶の摘採作業は、整備された大区画の平坦なほ場では、近年乗用型の作業機が導入されるようになってきた。しかし、茶の品質などの面から傾斜地や小区画のほ場での栽培も多く、これらのほ場では可搬型茶摘採機が多く利用されている。可搬型茶摘採機による作業は、2人の作業者が機体を最適な刈高さ位置に保持した状態で茶うねに沿って移動することにより進められる。この際、作業者は機体重量のみならず集葉袋の重量を支えなければならないし、エンジンを搭載しているため振動や騒音にも耐える必要がある。さらに、摘採作業が初夏から真夏にかけての暑い時期に行われることを考えあわせると、作業者にとって肉体的負担の大きい作業であるといえることができる。これらの状況から、筆者らは可搬型茶摘採機による作業負荷を軽減するための方策を見いだすことを目的として、ハンドル部での振動解折⁴⁾、振動暴露中の作業者の手掌部皮膚温の測定⁵⁾、振動軽減策^{6, 7)}、収穫された茶葉重量の把持力への影響¹⁾、手腕部角度と把持力の関係²⁾などについて研究を進めてきた。

ところで、このような作業の場合には連続作業のあと適当な休憩時間を設けるのが通常である。作業と休憩との時間の組み合わせは作業者の体力や作業

条件などによっても左右されるが、作業時間の長さや作業パターンが作業者へ与える影響を明らかにすることは作業負荷軽減に対して重要な要素であると考えられる。そこで、本報では、作業負荷が人体に与える影響を表す指標として、エネルギー代謝と比例関係にあるとされている^{3, 8)}心拍数ならびに各指の把持力を取り上げ、作業の経過時間ならびに作業時間と休憩時間の組み合わせによって作業者の把持力と心拍数がどのように変化するかを明らかにするために基礎実験を行った。

実験装置および方法

実験にあたっては定常的に再現性の高い測定を繰り返す行うため、Fig. 1に示すような茶うねモデルを製作した。モデルでは、茶うね中央の最高部と端部に相当する位置に糸を張り、被験者が摘採機の刈刃部の高さおよび姿勢を制御するための目安とした。また、摘採作業の進行にともなう茶葉重量が増加する状態を再現するため、摘採機の後方に集葉袋の代わりにレール上を移動する台車をけん引させ、台車には砂を一定の割合で投入した。把持力の測定は、第2指から第5指までの各指の把持力を測定可能な把持力計⁶⁾をハンドルグリップに代えて装着して行った。また、心拍数の測定には心拍計(トーヨーフィジカル社製, MRC-1100)を用い、30秒ごとに記録した。

供試機は、機体重量18kg、刃幅87cm、刈刃曲率半径110cmの可搬型茶摘採機である。供試機は茶うね

*現在、日本ホワイトファーム(株)、宮崎県日向市美々津町2277 Nippon White Farm Co., 2277 Mimitsu, Hyuga, Miyazaki 889-11

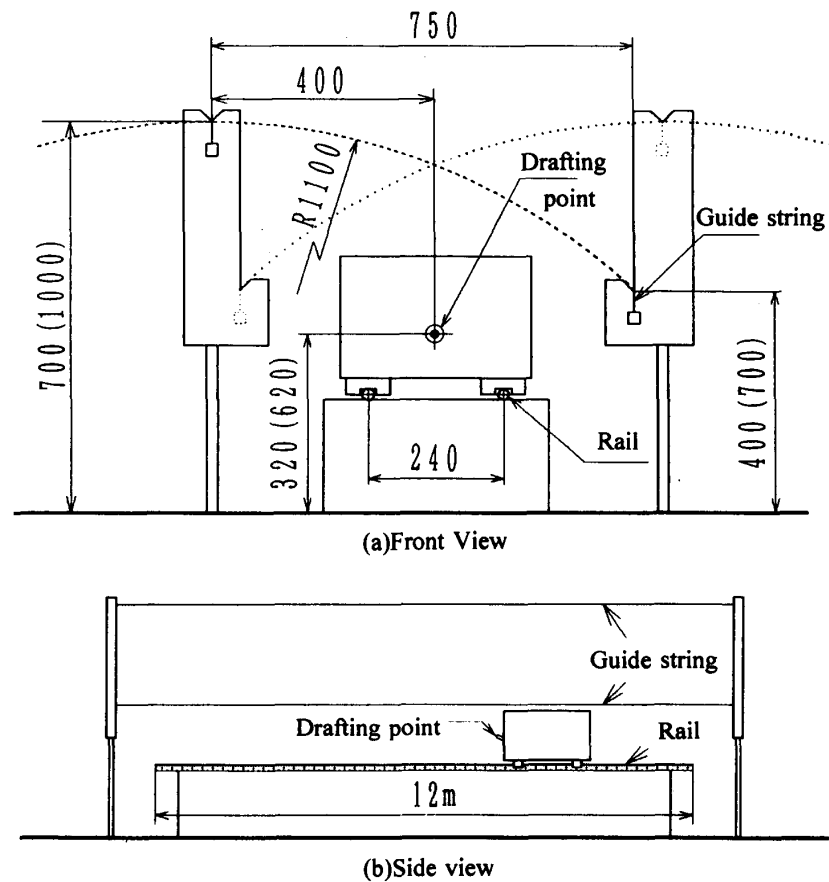


Fig. 1 Schematic diagram of measuring model of tea plant.

	Operation	Rest	Operation	Rest	Operation	Rest
Pattern A	24 min	12 min	24 min	12 min	24 min	12 min
Pattern B	24 min	6 min	24 min	6 min	24 min	6 min
Pattern C	36 min	12 min	36 min	12 min	36 min	12 min

Fig. 2 Plucking operation and rest patterns.

の形状あるいは作業者の体格に合わせて、フレーム角度が調節可能な構造となっているが、本実験ではハンドル部中心の地上高さを70cmと100cmの2通りとしたので、それぞれの場合について被験者が最も楽だと感じる角度に調整して測定を行った。

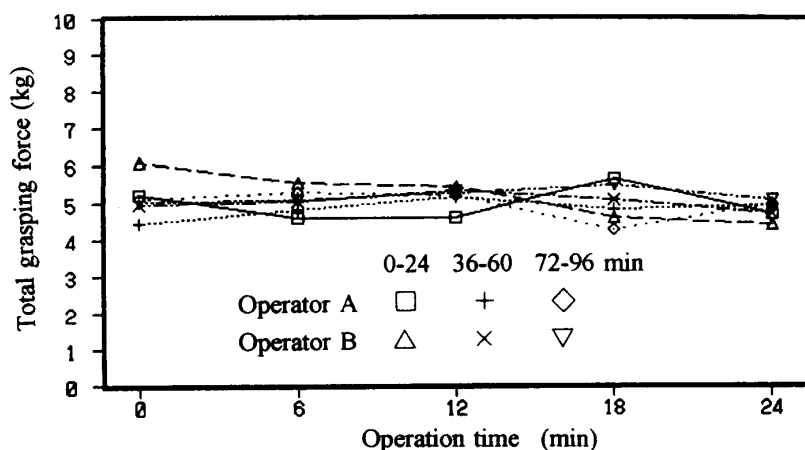
作業速度は標準的な0.4m/sとし、茶うねモデルの1行程12mを移動するごとに摘採機を方向転換し往復を繰り返した。設定した作業パターンは標準的な作業24分、休憩12分⁵⁾を3回繰り返した場合（パターンA）に対して、休憩時間を6分と短くした

場合（パターンB）、休憩時間は12分と変わらないが作業時間を36分と長くして2回の繰り返しとした場合（パターンC）の3種類について測定した（Fig. 2 参照）。

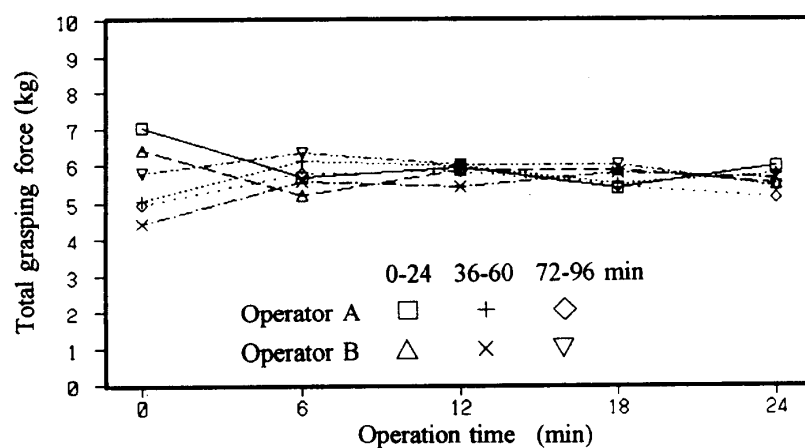
結果および考察

1. 作業時間と総合把持力の関係

作業パターンA、茶うね高さ70cmにおける作業時間の経過に対する第2指から第5指まで各指の把持力の総計である総合把持力の関係を表したのがFig. 3 (a)



(a) Tea plant height 70cm



(b) Tea plant height 100cm

Fig. 3 Variation of the total grasping force against time.

である。同図に示されるとおり、作業時間の経過に対して総合把持力はわずかに減少する傾向はうかがわれるものの変化は小さく4～6 kgの範囲で推移した。また、作業と休憩を繰り返すことによる影響も顕著に現れなかった。

作業パターン A、茶うね高さ100cmにおける作業時間の経過に対する総合把持力の関係を表したのが Fig. 3 (b) である。同図に示されるとおり、総合把持力は作業開始時には4～7 kgの範囲でばらつきが見られるものの、時間の経過とともに5～6 kgで安定する傾向を示した。これは、茶うね高さ100cmでは摘採機を高い位置で保持しなければならず、把持しづらい状況であったために作業開始時には不安定な状態であったが、しだいに定常的な状態に落ち着いたためと考えられる。ここで見られた傾向は、他の作業パターンにおいても同様であった。

2. 作業時間と各指の把持力の関係

茶うね高さ100cm、作業パターン A の場合の作業時間の経過にともなう各指の把持力の推移を Fig. 4 に示す。同図に示されるとおり、各指の把持力は時間の経過に対して特に顕著な変化の傾向はみせず、平均で第2指：0.5kg、第3指：2.1kg、第4指：2.1kg、第5指：1.0kgとなっていた。この傾向は他の作業パターン、茶うね高さにおいても同様であり、作業時間の経過に対して把持力はあまり影響されないことが示された。

3. 作業中の把持力割合

茶うね高さおよび作業パターンの変化に対する第2指から第5指までの把持力の総和に占める各指の把持力の割合を示したのが Fig. 5 である。同図に示されるとおり、茶うね高さ70cmの場合には第4指の把持力割合が最も大きく30～35%、次が第3指で

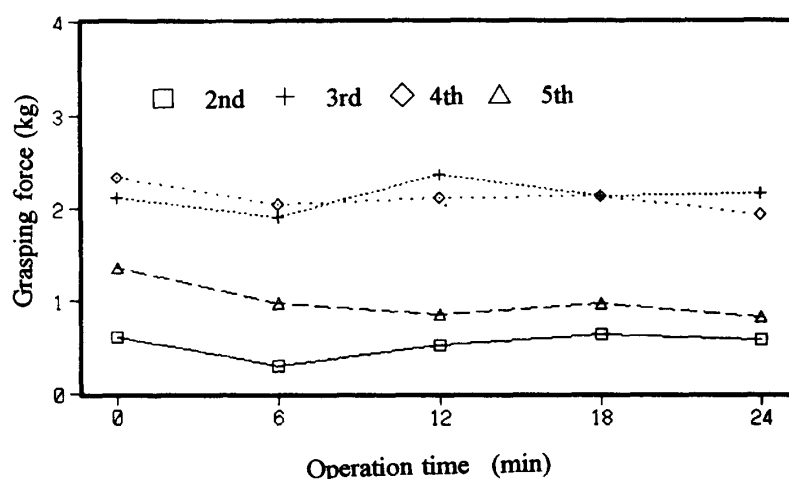


Fig. 4 Variation of grasping force on each finger.

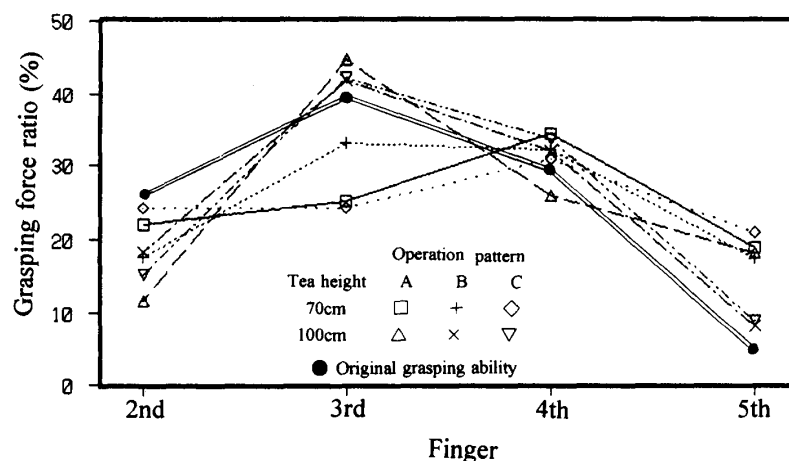


Fig. 5 Grasping force ratio at each operation pattern.

25～30%となっており第2指、第5指は20%前後の値であった。これに対して茶うね高さ100cmの場合には、第3指の把持力割合が最も大きく40～45%、次が第4指で30～35%、第2指、第5指は10～20%の値であった。これらの値と本来各指の持つ能力である把持能力割合²⁾を比較すると茶うね高さ100cmの方がこれに近い分布を示していた。すなわち、茶うね高さが低いときは余裕があるため把持力割合が不自然な状態でも作業できるが、茶うねが高くなると把持しづらい状況になって本来の能力に比例した自然な把持状態になっていたものと解釈できる。

4. 心拍数の変化

茶うね高さ70cmと100cmにおけるパターンAの場合の心拍数の変化をFig. 6に示す。いずれの場合にも作業開始直後に心拍数は茶うね高さ70cmでおおよそ80から110へ、茶うね高さ100cmでおおよそ100から130へ増加していたが、作業を行っていた24分間は

大きな変化はみられなかった。さらに、作業終了とともに心拍数は減少し、約6分で安静時の心拍数に戻っていた。この傾向は、さらに休憩と作業を繰り返しても同様であり、また作業中の心拍数もそれぞれの茶うね高さにおいて著しい増減はみられなかった。これらのことより、24分の作業ののち12分程度の休憩を取れば体力的には回復することがわかる。さらに、他のパターンについてもほぼ同様の結果であり、安静時の心拍数に対する作業中の心拍数の比である心拍数増加率は1.2～1.3となっていた。したがって、今回設定したパターンの中では作業負荷に大差はなく、全作業時間の短いパターンBによるのが最も効率がよいということが考えられる。

今回の測定は、1時間に1～2回の休憩をとるという作業の仕方であったが、この程度の割合で休憩をとれば作業への負荷は蓄積されにくいことがわかった。しかし、現実には作業適期が限られるなど



Fig. 6 Variation of heart rate at operation and rest.
Tea height — 70cm ---- 100cm

の理由でより過酷な条件で作業されている可能性も高く、今後はさらにこれらの点を考慮して研究を進めていく予定である。

要 約

本報では、作業時間や作業パターンと作業負荷の関係を明らかにするために把持力ならび心拍数の測定を行い、以下のような結果を得た。

1. 作業時間の経過に対して茶うね高さ70cmでは第2指から第5指まで各指の把持力の総計である総合把持力は4～6 kgの範囲で推移し、大きな増減はみられなかった。茶うね高さ100cmにおいては総合把持力は作業開始時には4～7 kgの範囲でばらつきが見られるものの、時間の経過とともに5～6 kgで安定する傾向を示した。これは、茶うね高さ100cmでは摘採機を高い位置で保持しなければならず、把持しづらい状況であったために作業開始時には不安定な状態であったためと考えられる。

2. 第2指から第5指までの把持力の総和に占める各指の把持力の割合は、茶うね高さ70cmの場合には第4指の把持力割合が最も大きく30～35%、次が第3指で25～30%となっており、第2指と第5指はそれぞれ20%前後の値であった。これに対して茶うね高さ100cmの場合には、第3指の把持力割合が最も大きく40～45%、次が第4指で30～35%、第2指と第5指はそれぞれ10～20%の値であった。これらの値と本来各指の持つ能力である把持能力割合を比

較すると茶うね高さ100cmの方がこれに近い分布を示していた。

3. 心拍数は茶うね高さ70cmでおよそ80から110へ、茶うね高さ100cmでおよそ100から130へ増加していた。さらに、作業終了とともに心拍数は減少し、約6分で安静の心拍数に戻っていた。いずれの作業パターンにおいても心拍数増加率は1.2～1.3となっていた。

文 献

- 1) 岩崎浩一・宮部芳照・柏木純孝：可搬型茶摘採機の作業負荷軽減に関する研究（第1報）—茶葉重量の把持力への影響について—。農作業研究，29（2），83-89（1994）
- 2) 岩崎浩一・宮部芳照・柏木純孝：可搬型茶摘採機の作業強度について—手腕部角度と把持力—。鹿大農学術報告，45，65-70（1995）
- 3) Miller, E. A.: Maximum permissible weight to be carried by one worker. 34, ILO (1964)
- 4) 宮部芳照：可搬型茶摘採機の振動解析。鹿大農学術報告，41，89-95（1991）
- 5) 宮部芳照・岩崎浩一・柏木純孝：可搬型茶摘採機の振動軽減に関する研究（Ⅰ）振動暴露中の手掌部皮膚温について。鹿大農学術報告，42，119-124（1992）
- 6) 宮部芳照・岩崎浩一・柏木純孝：可搬型茶摘採機の振動軽減に関する研究（Ⅱ）機体支持転輪装着による振動および把持力の軽減について。鹿大農学術報告，42，125-130（1992）
- 7) Miyabe, Y., Iwasaki, K. and Kashiwagi, S.: Hand-Transmitted Vibration Reduction of Tea-Plucking Machine. Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ., 28, 137-143（1992）
- 8) 佐藤繁三：労働時における拍動酸素量に就いて。体力科学，8，123-131（1959）

Summary

To elucidate the influence of operation time and operation patterns on labour burden in portable type tea plucking machine, both the heart rate and the grasping forces were measured and the following results were obtained.

1. At the tea plant height of 70 cm, the total grasping forces from the 2nd to the 5th fingers were fixed to shift within the range between 4 to 6 kg, not showing significant increasing or decreasing in accordance with the operation time elapsed. While at the tea plant height of 100 cm, the total grasping forces varied 4 to 7 kg at the commencement of the operation increasing from 5 to 6 kg as the operation time elapsed. This fact was assumed to be caused by the difficulty in making a steady grasp at the height of 100 cm, which is an unmanageable situation emerging inevitably at the commencement of the operation.

2. At the tea plant height of 70 cm, concerning the grasping force ratio, the largest figure from 30 to 35% was shown by the 4th finger, the next figure from 25 to 30 %, by the 3rd finger, the smallest one around 20%, by the 2nd and the 5th fingers, respectively. While at the tea plant height of 100 cm, concerning the grasping force ratio, the largest figure from 40 to 45% was shown by the 3rd finger, the next one from 30 to 35%, by the 4th finger, and the smallest one from 10 to 20%, by the 2nd and the 5th fingers, respectively. Now when these figures were compared with the ratios originally observable at the respective fingers, the grasping force ratio at the plant height of 100 cm were noted to be more similar to these ratios rather from the ones noted at the plant height of 70cm.

3. At the tea plant height of 70 cm, the heart rate increased from 80 to 110, while at the tea plant height of 100 cm it increased from 100 to 130. As the operation approached to the ending, the heart rate gradually decreased, returning back to the normal one after 6 minutes. The increasing ratio of the heart rate was fixed to be 1.2 to 1.3 in any operation patterns.