

イス式イチゴ高設栽培システムの設計に関する研究

松岡敏生*, 新木隆史*, 田中一久**, 中西幸峰**, 水谷憲**

Study on a Design of the Chair-type High-bench Cultivation System for Strawberry

Toshio MATSUOKA, Takashi SHINKI, Kazuhisa TANAKA, Yukimine NAKANISHI and Ken MIZUTANI

1. はじめに

高齢社会が進み、総人口に占める高齢者の割合(高齢化率)は19.5%(平成17年度版高齢社会白書)となっている。農業分野においては、農家の高齢化は全体の高齢化よりもさらに進み、その高齢化率は59%(平成17年度版農業白書)にまで達し深刻な問題となっており、対策が急務である。また、新規就農者については近年、団塊世代など中高年層が中心になり、その数も増加しており、就労の場を求める高齢者に対して農業を働ける場として提供する方策も必要であり、高齢農業者に適した作業環境の整備が求められている。そこで、我々は、園芸作物の作業環境を改善し、高齢者、障害者が就労できるような農作業システムの開発を行っている。三重県では従来のイチゴ露地栽培に変わる方式として、三重県方式といわれるイチゴ高設栽培システムを開発し¹⁾、その普及を図っている。我々は、この栽培システムを基に、より作業負担を軽減できるシステムとして移動式イスを設置した新たなシステムを提案している。本報告では、この移動イス式イチゴ高設栽培システムの設計開発とその試作品の有効性について作業効率及び筋電図から検証を行ったのでその結果を報告する。

2. イス式イチゴ高設栽培システムの設計

2.1 実験設備及び実験条件

実験室内に仮設のイチゴ栽培ベッドと車輪とレールによる移動イスを設置した。仮設の栽培ベッドは長さ2mで、高さを70cm, 80cm, 90cm, 100cmの4段階に変更できるシステムである。移動イスの座面高は46cm, 53cm, 59cmの3段階に調節することができる。これらを組み合わせ、合計12種類の作業条件を設

定して、被験者にイチゴの模擬収穫作業を行わせ、主観評価および動作の画像計測を行った。ここで、作業は栽培を通じて長期間にわたる収穫作業を選択した。被験者は、身長が異なる成人男女16名で、150cm群(女性4名)、160cm群(男性2名, 女性2名)、170cm群(男性4名)、180cm群(男性4名)の4群に分類した。

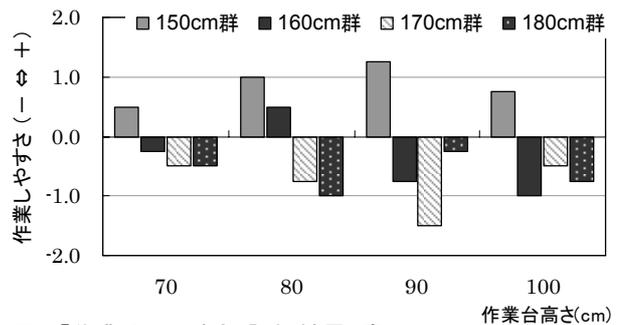


図1「作業のしやすさ」評価結果(座面46cm)

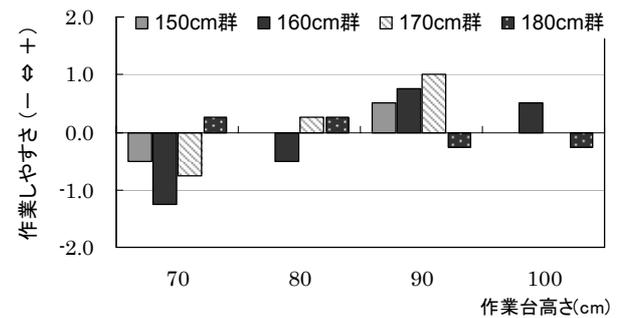


図2「作業のしやすさ」評価結果(座面53cm)

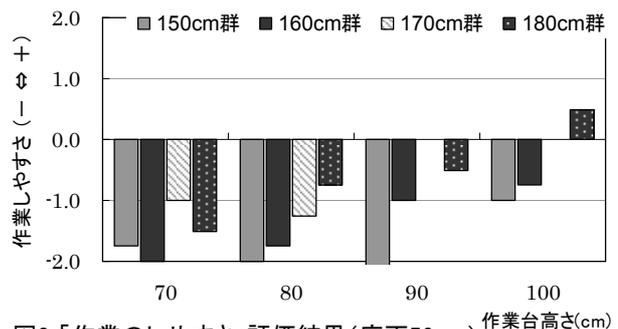


図3「作業のしやすさ」評価結果(座面59cm)

* 医薬品研究グループ

** 農業研究部

2.2 主観評価

4種類の作業台と3種類のイスを組合せた12種類の作業条件で、被験者にそれぞれ3回の模擬収穫作業を行わせ、「作業のしやすさ」について7段階で評価させた。座面高46cmの結果を図1に、座面高53cmの結果を図2に、座面高59cmの結果を図3にそれぞれ示す。図1より、150cm群ではいずれの作業台高さでも作業しやすいと評価されており、作業台高さ90cmでは全条件の中で最も作業しやすいと評価された。また、170cm群、180cm群ではいずれの作業台高さでも作業しにくいと評価された。図2より、座面高53cmでは、150cm群、160cm群、170cm群では作業台高さ90cmが作業しやすく70cmが作業しにくいと評価された。図3より、作業台高さ100cmにおける180cm群を除いて、いずれの条件においても作業しにくいかどちらでもないと評価されていた。全条件の中で150cm群では90cm・46cm、160cm群及び170cm群では90cm・53cm、180cm群では100cm・53cmがもっとも作業しやすいと評価された。

2.3 三次元ビデオ画像解析

主観評価と同条件で、被験者に模擬収穫作業を行わせ、作業動作の画像計測を行った。計測では被験者の頭部、上肢、下肢、体幹部に25点、イス、作業台に5点の計30点の標点を貼付して、ビデオカメラにより被験者の背面から動作を撮影した。画像解析は三次元ビデオ動作解析システムにより行った。

座面高をそれぞれ一定にして作業台高さを変化させた場合、上部（胸椎部及び腰椎部）の前傾角度はほぼ一定であり、高設栽培システムにおける立位作業の結果²⁾と異なっていた。座面高53cmでの前腕部の角度（角度定義は図4）の測定結果を図5に示す。図5より前腕の角度は作業台高さにより大きく異なり、主観評価で作業がしやすいと評価された作業台90cmで前腕部

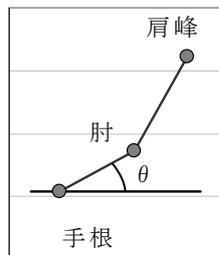


図4 角度の定義

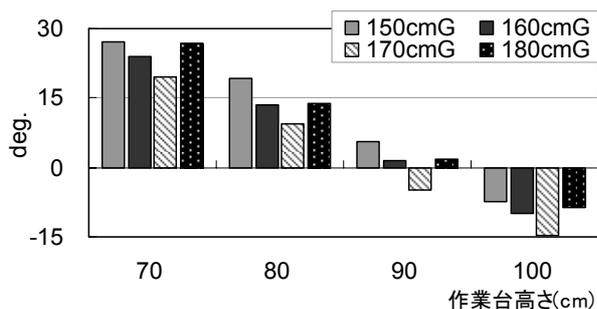


図5 前腕の角度(座面53cm)

の角度が最も小さくなることがわかった。すなわち、前腕がほぼ水平に保たれるような作業条件を実現できれば作業しやすい環境となると考えられる。

また、画像解析から主観評価において評価が低かった座面高59cmの条件では、150cm群の被験者において作業時及び横方向移動時に足裏部が地面に接地できていないようであった。

これらの結果から、実験圃場のシステムは作業台高さ90cm、イスは高さ可変式と設計することとした。

3 システムの有効性の検証

3.1 従来の栽培方式との比較

慣行高設栽培（作業台高さ110cm）とイス式高設栽培（作業台高さ90cm、イス座面高53cm）の作業負担の比較として、それぞれのシステムでイチゴの収穫作業（7mの作業場を往復）を行わせ、作業時間及び筋電図による作業負担の比較を行った。被験筋は、イチゴ農家を対象に行った身体疲労部位調査（“疲労部位しらべ”，日本産業衛生学会産業疲労研究会選定）で疲労があると申告された部位の中から、いずれも右半身の頸板状筋（頸部の伸展、回旋に関与）、僧帽筋（肩関節の屈曲・伸展、外転・内転、外旋及び肩甲帯の挙上・下制に関与）、広背筋（肩関節の内転、伸展、内旋に関与）、長腓骨筋（足関節の底屈、外反に関与）とした。表面筋電位の計測は、アナログデータ記録システムおよび能動型EMGアンプを用い、1kHzで計測した。被験者は、60歳代の男性3名、女性2名である。

両方式の作業時間を比較したところ、4名（作業手順が異なった1名を除外）の平均でイス式での作業時間は高設式の103%であり、作業時間については両方式に差はみられないと思われた。

得られた筋電図を全波整流化し、作業動作を含む8秒間を積分し、筋負担量とした。4名の積分筋電図(iEMG)の平均を比較した結果を図6に示す。図6より、筋負担量を比較すると

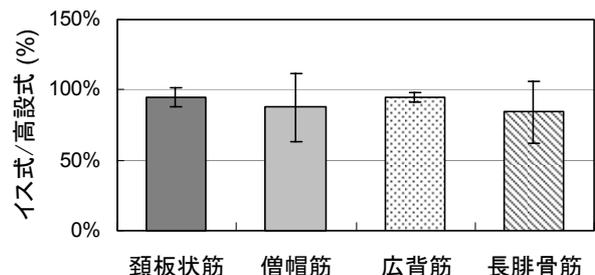


図6 イス式と慣行高設式のiEMGの比較

イス式は高設式の頸板状筋では94%、僧帽筋では88%、広背筋では95%、長腓骨筋では84%であり、イス式では筋活動量が減少する傾向がみられた。また、男性被験者では、頸板状筋で筋負担量が有意に減少していることがわかった。

3.2 車いす利用者での検証

開発した栽培システムを県内の実証圃場に設置して、車いす利用者の作業負担について検証を行った。栽培ベッドはイス式高設栽培のものをを用い、移動イスと従来の車いすでそれぞれ収穫作業を行い、筋電図による作業負担の比較を行った。被験筋は、いずれも右半身の頸板状筋、僧帽筋、広背筋、腕撓骨筋(肘関節の屈曲、前腕の回内、回外に関与)とした。また、5分間の移動距離、収穫量も調査した。被験者は車いす利用者の60歳代男性1名である。

得られた筋電図を全波整流化し、作業動作を含む60秒間を1区間として積分し、筋負担量とした。iEMGを比較した結果を図7に示す。図7より、開発イスでは車いすに比べ、頸の筋負担が約15%、腰の筋負担が約25%減少していることがわかった。開発イスでは座面を回転させ姿勢を変化させることができるため、頸部および腰部の負担は減少していると考えられる。しかし、僧帽筋、腕撓骨筋では筋負担が増加している。これらの筋は主にイスの移動時に使われていると思われ、移動をアシストできる機構が必要であると思われた。

5分間の収穫量と移動距離の測定結果を表1に示す。表1から収穫量、移動距離ともに開発イスが車いすよりも良好であるという結果で

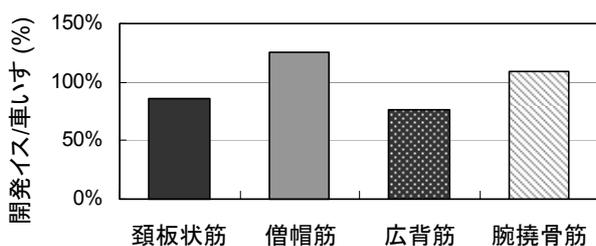


図7 開発イスと車いすのiEMGの比較

あった。

表1 5分間の移動距離、収穫量の比較

	開発イス	車いす
収穫数(個)	57	48
移動距離	7.9	5.6

4. まとめ

移動イス式イチゴ高設栽培システムの設計開発を行い、その有効性を検証した。その結果、次のような知見が得られた。

- 1) 作業性の主観評価と作業姿勢の解析から、移動イス式システムの基本設計は作業台高さ90cm、高さ可変式のイスとした。
- 2) 開発システムは高設栽培と比較して作業性は同等で筋負担は少ないことがわかった。
- 3) 開発システムは車いすに比べ、作業性は良いが、移動時の筋負担が大きく、移動をアシストする機構が必要であることがわかった。

なお、本報告の一部は日本人間工学会第47回大会にて発表した³⁾。

謝辞

本研究を行うにあたり、農事組合法人花みどりの里(伊賀市)の皆様には多くの協力と助言を賜りました。ここに、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 田中一久ほか：“バリアフリーイチゴ高設栽培におけるベンチの配置と高さに関する研究”. 園芸学会雑誌, 第74巻, 別冊2, p443(2005)
- 2) 松岡敏生ほか：“イチゴ高設栽培における作業負担に関する一考察”. 日本人間工学会東海支部2003年研究大会論文集, p16-17(2003)
- 3) 松岡敏生ほか：“イス式イチゴ高設栽培システムの設計に関する研究”. 日本人間工学会誌, 第42巻特別号, p410-411(2005)