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¹, 新木隆史¹, 田中一久², 中西幸峰², 水谷憲²

¹三重県科学技術振興センター工業研究部, ²三重県科学技術振興センター農業研究部

Study on a Design of the Chair-type High-bench Cultivation System for Strawberry
Toshio Matsuoka¹, Takashi Shinki¹, Kazuhisa Tanaka², Yukimine Nakanishi² and Ken Mizutani²

¹Mie Pref. Science and Technology Promotion Center Industrial Div, ²MPSTPC Agricultural Div.

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20%になろうとしている。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、深刻な問題となっており、対策が急務である。また、近年、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検討されており、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、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有効性の検証について報告する。

2. イス式イチゴ高設栽培システムの設計

2.1 実験設備

実験室内に仮設の栽培ベッド(以下、作業台)と車輪とレールによる移動イスを設置した。ベッドの長さは2mで高さを70cm, 80cm, 90cm, 100cmと可変とし、イスの座面高は46cm, 53cm, 59cmの3種類とした。この仮設栽培システムを用いて、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。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。

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16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53cmの結果を図1に示す。図1より、150cm群、160cm群、170cm

図1 「作業のしやすさ」評価結果(座面53cm)

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。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(Frame-DIAS II, (株)ディケイエイチ製)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、上体(胸椎部及び腰椎部)の前傾角度はほぼ一定であった。座面高53cmでの前腕部の角度(角度定義は図2)の測定結果を図3に示す。図3より前腕の角度は作業台高さにより大きく異なる。

図2 角度の定義

図3 前腕の角度(座面53cm) 作業台高さ(cm)

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。

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、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、長腓骨筋とした。表面筋電位の計測は、アナログデータ記録システム（DataLINK, Biometrics Ltd.）およびEMGアンプ（SX230, 同）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、作業時間の差はわずかであった。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。iEMGを比較した結果を図4に示す。図4より、筋負担量を比較すると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。男性被験者では、頸板状筋で有意に減少していることがわかった。

図4 イス式と慣行高設式のiEMGの比較

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5に示す。図5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、僧坊筋、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る。

図5 開発イスと車いすのiEMGの比較

5分間の収穫量と移動距離（表1）は開発イスが車いす

よりも良好であるという結果であった。

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(m)	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。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、NPO 法人「結芽の里」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。