

イチゴ収穫作業における作業負担の軽減に関する研究 — 作業面高さの影響 —

土 居 栄 城
(農学部農業機械学研究室)

Studies on the Alleviation of Workload for Harvesting of Strawberry — Effect of Working Height to Workload —

Eiki Doi

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

Abstracts : In order to alleviate workload of harvesting at solid cultivation of strawberry, the author investigated the effect of working height to workload by using model device. For further, heart rate and Flicker value was used as index of workload. The results were as follows.

- (1) Working posture changed the three postures of squatting, stooping, uprightly standing to working height.
- (2) The increasing rate of heart rate was, without relation to kinds of harvesting containers, maximum at 60cm for working height and minimum at 90cm for working height.
- (3) The decreasing rate of Flicker value had little influence by working height.
- (4) Comparing workload for harvesting containers, the normal container had less workload than the container with handle.

緒 言

近年稲作は勿論、畑作においても機械化が進み、作業能率が向上するとともに、農作業における労働負担も著しく軽減されてきている。しかし、トマト、キュウリ、イチゴなどのような果菜類では、収穫は一斉に行われず、選択収穫を必要とするため、収穫作業の機械化が難しく、手作業に頼っているのが現状である。

このような果菜類の中でも、イチゴはわい性作物であるため、作業面高さが低位置となり、管理や収穫作業は不自然な姿勢を取らざるを得ないことや果実が小さく、数が多いため、収穫に多くの時間を要することなどにより、作業負担が大きくなるとともに、腰痛などの健康障害の一因ともなっている。

一般に収穫作業の改善方法としては、運搬機具を導入する方法と作業面高さを高くする方法が考えられる。このうち、運搬機具を用いる方法は比較的製作が簡単であり、導入が容易なため各種のものが作られているが^{1), 2)}、能率面や取扱性に若干問題が見られる。一方作業面高さを高くする方法は、静岡県久能地方における石垣イチゴが古くから知られているが、近年立体栽培による方法が試験的に試みられている³⁾。この方法の利点は、作業負担の軽減と、土地の有効利用を高めることができる点にあるが、一方コストが高くなるのと培地の作成に手間が掛かるのが欠点である。

本研究では、立体栽培を利用する上において、作業者の生体負担に関係する主な要因の一つである作業面高さと生体負担の関係を調査したものである。実験は模型装置を使って行い、作業面高さ

及び収穫容器の種類を変えて行った。また、生体負担の指標としては、心拍数およびフリッカー値を用いた。

実験装置および方法

1. 実験装置 模擬収穫用に作成した実験装置は、支持枠と作業台から成る。作業台は長さ405cm、幅35cm、高さ8cmの長方形の箱型とし、支持枠は高さ150cm、幅51cmで、途中に30cmの間隔で4本の横木を取り付けたものの2個を1セットとした。実験は、2個の支持枠の同じ高さの横木に作業台を乗せた状態で行った。

収穫容器は、一般に各種の寸法や形状のものが使用されているが、本実験では、それらの平均的な寸法の箱型容器を製作して用いた。製作した収穫容器は、木製で、長さ48cm、幅26cm、高さ6cmで、取手の有るものと無いものの2種類とした。なお、一般に使用されている収穫容器は、取手のないものが大部分である。

模擬イチゴには、ゴム栓を用いたが、それらの寸法を Table 1 に示す。

Table 1. Size of gumplugs that used in the position of model strawberry

| Kinds of gumplug | Weight (gf) | Diameter | | Height (mm) |
|---------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | | Large end (mm) | Small end (mm) | |
| No. 6 | 14 | 23 | 20 | 26 |
| No. 7 | 17 | 25 | 21 | 28 |

2. 被験者 被験者は5名で、いずれも21～22歳の健康な農業機械学専攻の男子学生である。被験者の生理的条件を Table 2 に示す。日本人男子の標準体格は、小原二郎らによる計測データによると⁴⁾、身長 165.1 ± 5.2 cm、体重 58.8 ± 6.8 kgとなっており、本実験の被験者はほぼ標準的な体格と考えてよいといえる。

Table 2. Physical constitution of subjects

| Subjects | Age | Height (cm) | Weight (kg) |
|----------|-----|----------------|----------------|
| A | 22 | 170 | 55 |
| B | 22 | 170 | 58 |
| C | 21 | 171 | 60 |
| D | 21 | 168 | 64 |
| E | 21 | 169 | 61 |

3. 実験方法 実験は、前述の実験装置を使用し、環境条件を出来るだけ一定にするため、室内で行った。

実験の条件は、作業台の高さを0, 30, 60, 90, 120cmの5段階、作業時間を10, 20分間の2種類および収穫容器について取手が有るものと無いものの2種類計20種類変えた。

作業は、作業台の上にランダムに混合した2種類の模擬イチゴを無作為に置き、実際のイチゴの寸法に近い大きいほうのゴム栓 (No. 7) を作業台の一端から取り始め、他端に向かって採っていくようにした。模擬イチゴの数は、No. 6 を188個とNo. 7 を197個の計385個を1セットとし、10分間作業では1セットを使用し、20分間作業では作業台2個と模擬イチゴ2セットを使用して行った。

なお、20分間作業では1個の作業台の収穫が終了すれば、収穫容器内の模擬イチゴを他の容器に移し替えた後、2個目の作業台に移って同様に採っていくようにした。

収穫容器の保持方法は、取手の無い場合には、総ての高さにおいて手で抱えるようにした。また、取手の有る場合には、0, 30cmでは移動時だけ持つようにし、60, 90, 120cmでは常に手で持つようにした。

これらの作業の状況を Fig. 1 ~ Fig. 3 に示す。

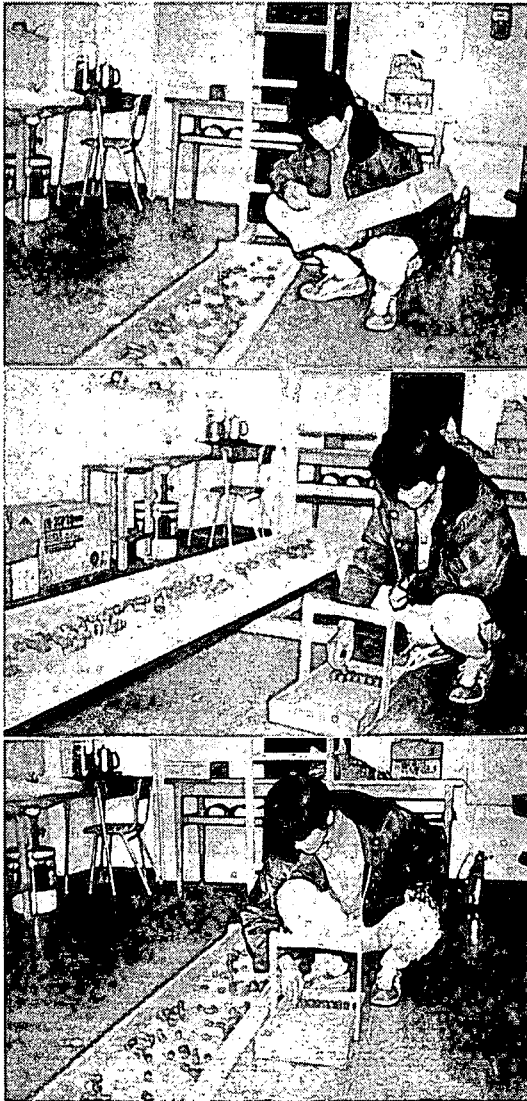


Fig. 1. Squatting posture at working.

(top: normal container, height 0 cm, middle: container with handle, height 0 cm, bottom: container with handle, height 30 cm).



Fig. 2. Stooping posture at working.
(container with handle, height 60 cm).

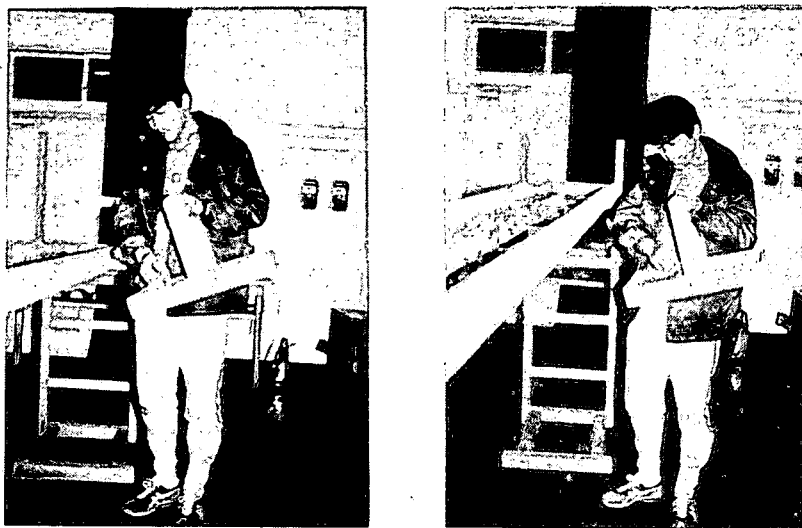


Fig. 3. Uprightly standing posture at working.

(left : container with handle, height 90 cm, right : container with handle, height 120 cm).

4. 測定項目および方法

- (1) 心拍数 心拍数は、心拍計（三栄測器製、2 D 16）と耳用ピックアップを用いて、安静時、作業中の脈拍は2分毎におこない、作業後は3分毎に安静時の値に帰るまで測定した。
- (2) フリッカー値 フリッカー値は、フリッカー値測定器（竹井機器工業製、ポータブルフリッカー）を用いて、作業前・後の値を測定した。

作業前の値は、椅子に腰掛けた状態で測定し、2回の平均を取った。また、作業後の値は6分毎に測定し、ほぼ作業前の水準に帰る12分後まで行った。

実験結果および考察

1. 作業面高さと作業姿勢の関係 作業面高さすなわち作業台高さが異なれば、作業姿勢も変化し、それぞれの高さに適した姿勢を取るようになる。

本実験では、高さ0と30cmではFig. 1にみられるそんな居、60cmではFig. 2の中腰、また90と120cmではFig. 3の直立の3種類の姿勢を取るのが認められた。この内直立姿勢については、さらに詳細に見れば90cmの前傾型と120cmの緊張型に分けられる。これらの姿勢は、収穫容器の種類に関係なく認められる。

2. 心拍数に対する作業面高さの影響 心拍数は、個人差による影響を少なくするため、安静時心拍数に対する割合、すなわち心拍数増加率（%）で示した。なお、数値は総て被験者5名の平均値で示す。

- (1) 取手の有る収穫容器の場合 取手のある収穫容器に関する作業時間10分間と20分間についての実験結果をFig. 4, Fig. 5に示す。Fig. 4は10分間作業、Fig. 5は20分間作業に関するものである。

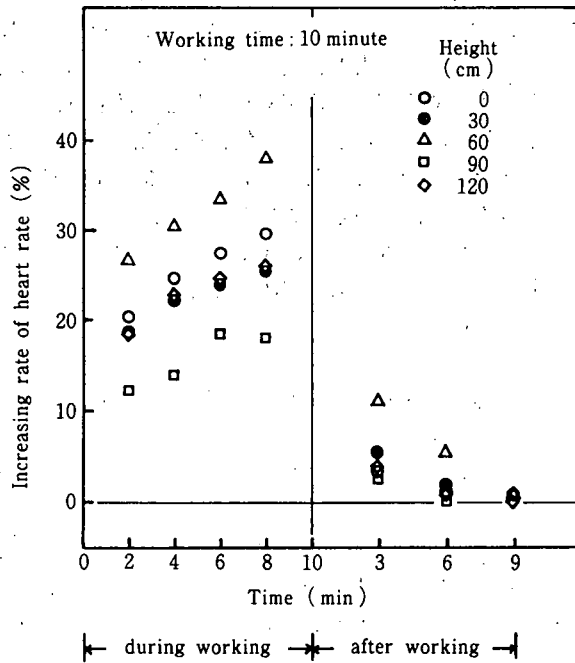


Fig. 4 . Effect of the height of working position on the increasing rate of heart rate in case of using the container with handle.

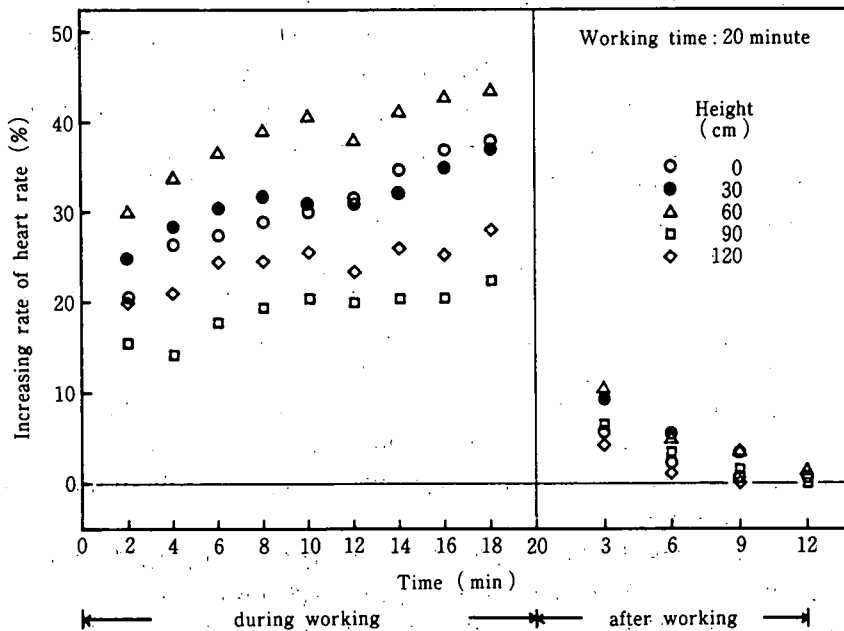


Fig. 5 . Effect of the height of working position on the increasing rate of heart rate in case of using the container with handle.

10分間作業では、作業面高さ $60 > 0 > 30 \approx 120 > 90\text{cm}$ の順に、心拍数増加率が小さくなっている。最小のものは、 90cm の場合であるが、姿勢は前傾型の直立姿勢であり、緊張感も少なく、最も負担の少ない姿勢と言える。その次が 120 および 30cm となっているが、 120cm の場合は 90cm の場合と姿勢はほぼ似たものであるが、上体がやや緊張し、採取時に手を少し上方に持ち上げることが必要であり、それだけ負担が大きくなったものと考えられる。また、 30cm の場合には、容器は床において収穫するため容器保持のための負担は少ないが、姿勢は足に負担がかかり、不安定さのあるそん居姿勢であり、その分の負担が作用したものと思われる。次に、 0cm の場合であるが、容器は床に置くが、姿勢としては 30cm の場合と同じく負担の大きいそん居状態であり、その上作業面が低く、上体をより深く前傾する必要がある、その分収穫に要する負担が大きい姿勢であるといえる。最後に、 60cm であるが、姿勢は負担の最も大きい中腰姿勢であり、その上容器を保持するための負担が加わるものである。なお、この姿勢での容器による負担は、容器および収穫物の重量の外にそれ等によるモーメントが加わると考えられるが、このモーメントは総ての姿勢の中で最大となる。

次に、20分間作業では Fig. 5 に示すように、 $60 > 0 \approx 30 > 120 > 90\text{cm}$ の順に小さく、その傾向は10分間作業の場合とほぼ同様である。しかし、10分間作業では作業面高さ 30cm と 120cm とがほぼ同じであるのに対して、20分間作業では 0cm と 120cm がほぼ同じであり、その点が少し異なる。この場合収穫容器の保持方法は同じであり、しかも、途中で容器を空の容器と交換しているの、容器の保持による影響はあまり考えられない。従って、作業姿勢による影響が大きいと考えられる。すなわち、作業時間が長くなるにつれて、作業姿勢の種類すなわちそん居と直立の違いによる影響が生じ、生体負担の差として現れてきたものと考えられる。

なお、20分間作業では途中10分過ぎに容器を交換したので、12分のときの心拍数増加率が一度低下し、それを過ぎると再び上昇しているのが分かる。

また、心拍数の回復所要時間は、10分間作業ではいずれの場合でも9分以内であり、20分間作業では12分以内となり、やや長くなった。回復所要時間は、作業直後の心拍数増加率にある程度関係があり、心拍数増加率の高いものは回復が遅く、低いものは回復も早い傾向が認められる。たとえば、10分間作業において高さ 90cm の場合には、心拍数増加率18%で、約6分間で回復するのに対して高さ 60cm では、心拍数増加率38%で、約9分間を要している。

- (2) 取手の無い収穫容器の場合 取手の無い収穫容器に関する10分間作業および20分間作業についての結果を Fig. 6, Fig. 7 に示す。Fig. 6 は10分間作業, Fig. 7 は20分間作業についてのものである。

10分間作業については Fig. 6 に示すように、心拍数増加率に対する作業高さの影響は、取手の有るものとほぼ同様の傾向であるが、最大のものと最小のものとの差は小さく、作業面高さ 60cm が最大で、 90cm が最小となり、その他の $0, 30, 120\text{cm}$ がその中間の値となっている。

次に、20分間作業では Fig. 7 に示すように、10分間作業の場合と同様な傾向を示し、作業面高さの種類による心拍数増加率の違いは、5~10%程度でその差は少ない。しかし、最初の10分間では明確な差は見られないが、それ以降の10分から20分の間では、 90cm の場合に最も少なくなっているのが分かる。

また、心拍数増加率の回復時間は、取手の有る場合と同様に、10分間作業で9分以内、20分間作業で12分以下となり、作業時間に比例して長くなる傾向が見られる。

- (3) 心拍数に対する収穫容器の影響 収穫容器の取手の有無が、心拍数に与える影響を Fig. 8, Fig. 9 により考察する。なお、Fig. 8 は10分間作業の場合, Fig. 9 は20分間作業の場合に関するものである。

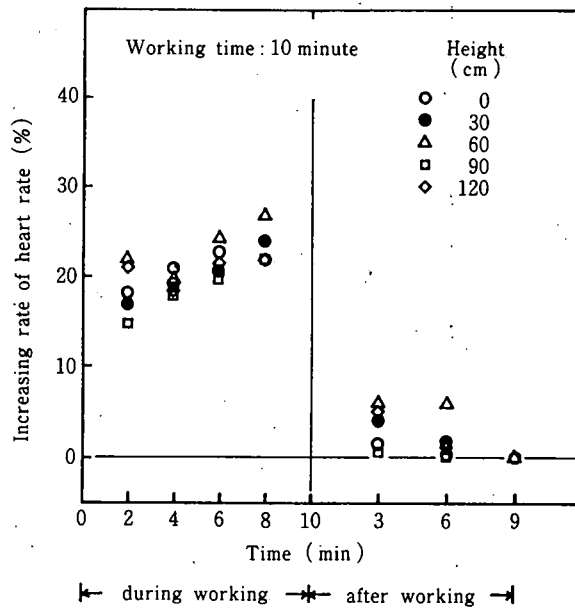


Fig. 6 . Effect of the height of working position on the increasing rate of heart rate in case of using the normal container (without handle).

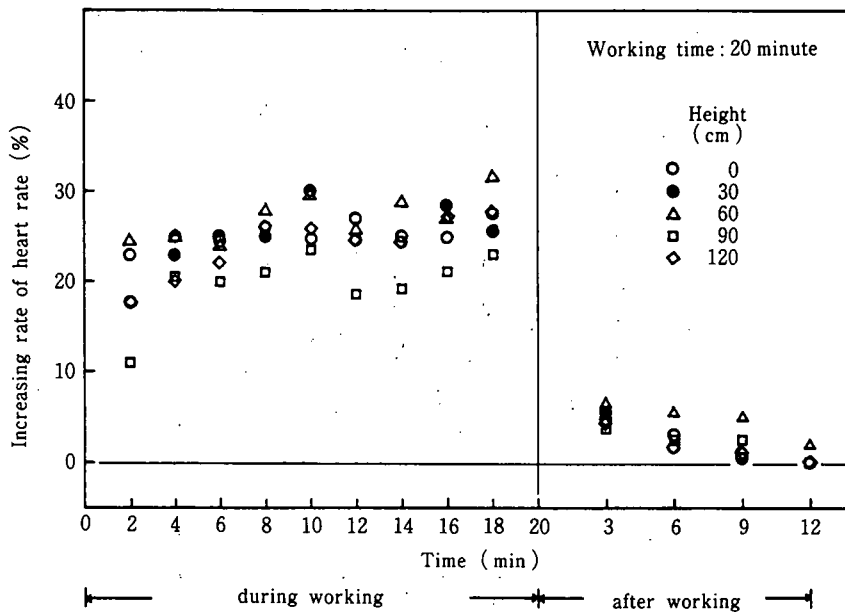


Fig. 7 . Effect of the height of working position on the increasing rate of heart rate in case of using the normal container (without handle).

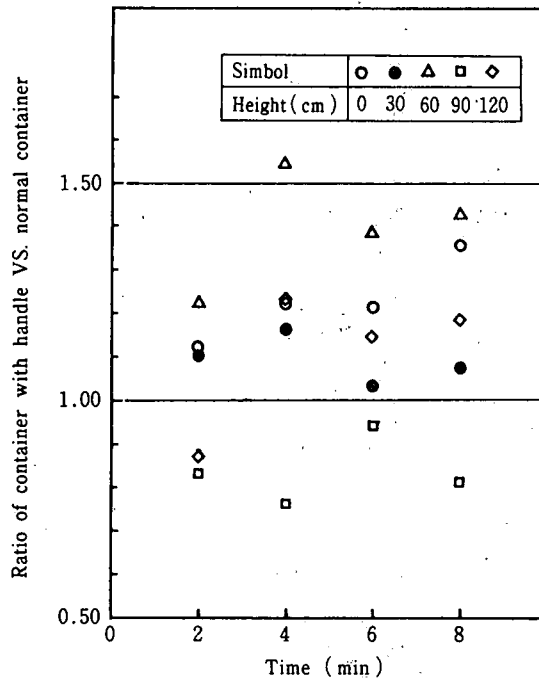


Fig. 8 . Effect of the kinds of container on the increasing rate of heart rate directly after working for 10 minute.

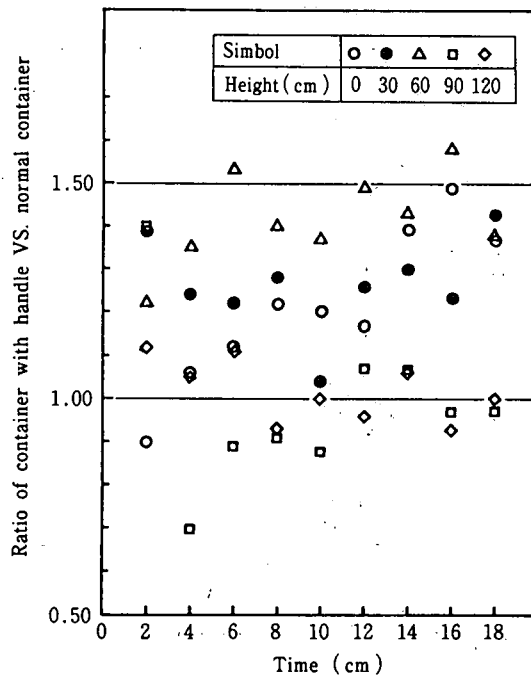


Fig. 9 . Effect of the kinds of container on the increasing rate of heart rate directly after working for 20 minute.

Fig. 8, Fig. 9 より心拍数増加率の小さい作業面高さ90cmと30cmではほとんど差が見られませんが、心拍数増加率の大きい60cmでは明らかに取っ手のある方が高くなっているのがわかる。このように、収穫容器の取手の有無によって、心拍数増加率に対する作業面の高さの影響にかなりの差が生じる。すなわち、取っ手の無いものでは、作業面高さによる差は小さく、その差は4~7%であるが、取っ手の有るものでは、その差が大きく、15~20%にも達する。この原因は、収穫容器の保持方法にあると考えられる。すなわち、取っ手の無いものでは、常に手で保持した状態で作業を行う。これに対して取っ手の有るものでは、作業面高さ0, 30cmでは床に置いた状態で、60cm以上の高さでは手で保持した状態で作業を行う。このような保持方法の違いにより大きな差が生じたものと思われる。すなわち、手で荷物を持つ場合荷物を身体から離すほどモーメントが大きくなり、それだけ身体に加わる負担も大きくなる。

本実験での作業に関してこの点について考えてみると、取っ手の無い容器では上腕により下から容器を支え持ち、肘を身体に着けた状態で保持する。一方取っ手の付いた容器では取っ手を握って持つため、容器は身体より上腕分だけ離れた状態で保持することになり、容器の保持のために必要なモーメントは取っ手の無い場合よりも大きくなることが分かる。このような違いは、20分間作業においてより明確に表れている。

3. フリッカー値に対する作業面高さの影響 作業直後におけるフリッカー値の低下率と作業面高さの関係を Fig. 10, Fig. 11に示す。

- (1) 10分間作業の場合 10分間作業における結果を Fig. 10に示す。取手の有無との関係では、作業面高さ120cm以外では取手のある場合の方がフリッカー値低下率は大きくなっているが、その差は1%程度の小差である。

また、作業面高さとの関係は、90cmにおいてフリッカー値低下率はいずれも最小となるが、最大となる作業面高さは取手の有無により異なり、取手のある場合には30cmの時が最大となるが、取手の無い場合には120cmにおいて最大となる。しかし、最大値と最小値の差は、0.5~1%程度であり、それほど大きくはない。

なお、心拍数増加率の場合最小値は90cmとこの場合と同じであるが、最大値は60cmとなっており、異なる結果となっている。この理由としては、フリッカー値が主として疲労を表す指標となるものであり、そのためにはある程度の作業時間を必要とすることである。この場合作業時間は10分間と短く、正確なデータを得るには作業時間が不十分であったとも考えられる。しかしながら、フリッカー値の低下率はいずれも4%以上となり、かなり大きいことから考えると必ずしも作業時間の不足によるとも言えず、明確な理由が分からない。

- (2) 20分間作業の場合 作業時間20分間の場合の結果を Fig. 11に示す。この場合も総ての作業面高さにおいて、取っ手のある容器の方が無いものよりフリッカー値の低下率が大きくなっている。

作業面高さとフリッカー値の低下率との関係は、心拍数と同じ傾向を示しており、90cmのとき最小値となり、60cmのとき最大値となっている。しかし、この場合にも10分間作業と同様に、その差は小さく、1.5%以下である。

なお、心拍数低下率は3.5%以上となり、かなりの疲労を示す値となっている。

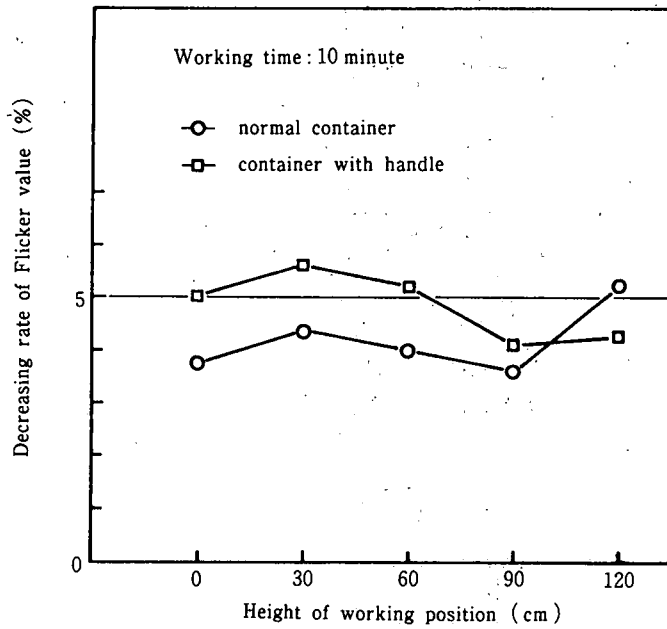


Fig. 10. Effect of the kinds of the height of working position and container on the decreasing rate of Flicker value.

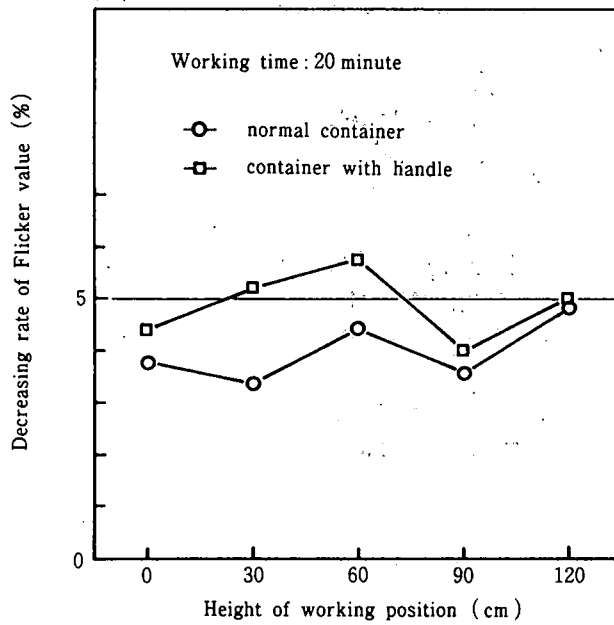


Fig. 11. Effect of the kinds of the height of working position and container on the decreasing rate of Flicker value.

摘 要

イチゴの収穫作業における作業負担の改善方法の一手段である立体栽培に関する基礎資料を得るために、作業面高さと作業負担の関係を調査した。作業負担の指標としては、心拍数およびフリッカー値を用いた。実験は、模型装置を使用し、作業面高さ、作業時間および収穫容器を変えて行い、次のような結果を得た。

- (1) 作業姿勢は、作業面高さに応じて、そん居、中腰、直立の3姿勢が取られる。
- (2) 心拍数増加率は、収穫容器の種類に関係なく、作業面高さ60cmの時最大となり、90cmの時最小となった。
- (3) また、作業面高さに対する心拍数増加率の差は、取っ手の付いたものでは20%程度とかなり大きいですが、取っ手の無いものでは5～10%程度と小さい。
- (4) フリッカー値の低下率に対する作業面高さによる差は、1.5%程度と小さく、明確な傾向は得られなかった。
- (5) 収穫容器の種類による生体負担の違いは、取っ手のないものが少ないと言える。

文 献

- 1) 丸山清：野菜収穫・調製の省力化—圃場内運搬車の高度利用—機械化農業。No. 5, 14—15 (1976)。
- 2) 野菜試験場栽培部機械化栽培研究室：能率施設園芸に関する総合研究報告書, No. 2・3, 128—134 (1977)。
- 3) 桑原輝夫：イチゴの立体栽培。農業および園芸, 56(2), 313—318 (1981)。
- 4) 人間工学人体計測編集委員会：人体計測値図表, 第1版, P. 8, P. 30, 人間と技術社, 東京 (1975)。
- 5) 小堀乃：施設園芸における運搬作業の機械化。農機誌, 29(3), 372—375 (1977)。

(昭和62年9月4日受理)

(昭和62年12月28日発行)

