

## 農作業の軽作業化に関する人間工学的研究 イチゴ栽培における栽培面の高さと作業姿勢について

前川 寛之・桐山 晴美\*・黒住 徹

Ergonomical Studies on Redesign of Working Conditions in Agriculture  
Relationship between bed height , worker's stature and working posture in strawberry culture

Hiroyuki MAEGAWA, Harumi KIRIYAMA and Toru KUROZUMI

### Summary

Working postures were compared at the different bed height for the workers with different stature in some work phases in the imitated strawberry culture. Three workers with stature of 155cm, 165cm and 175cm respectively carried out the imitation works of harvesting, leaf-thinning and spraying at the four different bed heights, such as 30cm high as the ordinary soil-bed and 95cm, 105cm and 115cm high as the raised bench-bed.

Since the workers needed to stoop down in the harvesting work and to squat down in the leaf-thinning work at the bed of 30cm high, the work load is supposed to be heavy at the height of the bed.

In opposition, workers carried out both the harvesting and leaf-thinning in standing posture at the heights of the raised bench beds. Therefore it is clear that the raised bench bed reduces the work load in the harvesting and the leaf-thinning work.

The optimal heights of bed for each workers were different among the workers. It is suggested that the height of the elbows of the worker would be optimum as the bed height.

In the meantime, in the spraying work which was ordinarily done at standing posture, it was shown that the work load of arms was increased as height of the bed raised.

**Key words :** redesign, work conditions, raised bench bed, bed height, worker's stature, working posture, strawberry, angle transducer, stick picture, harvesting, leaf-thinning, spraying

### 緒 論

農作業の機械化等により、腰を曲げるなど作業負担の大きい姿勢は少なくなったといわれている。しかし、野菜などの施設栽培においては、一部の作業が機械化されたのみで、依然として、前屈や中腰といった負担の大きい姿勢での長時間作業が残っている。

一般的なイチゴ栽培においては収穫台車<sup>1)</sup>や定植機<sup>2)</sup>の開発が試みられているものの、機械作業は耕耘や畝立てを除き普及には至っていない。収穫調製作業や古葉の摘葉などの管理作業は、従来

のまま中腰かしゃがみ姿勢での手作業が多く<sup>3)</sup>、このため腰痛や肩こりなどの慢性疲労症状をうったえる生産者が多い<sup>4-7)</sup>。

近年、このような負担の大きい姿勢を解消し、イチゴ栽培を快適化、軽作業化することを目的として、栽培面を高くするいわゆる高設栽培化の研究が行われている。奈良農試では、ピートモスを培地として用い、ハウス用パイプでベンチを組む奈良方式のイチゴ高設栽培装置「ピートベンチ」の開発と技術確立を図っている<sup>8)</sup>。

これまでイチゴの高設栽培は、NFT水耕栽培やロックウール栽培などでもすでに行われていた

が、栽培技術を中心とした研究にとどまり、高設化と作業者の関係を客観評価するといった人間工学的側面からの取り組みは、最近になってようやく始められたばかりである<sup>9)</sup>。

高設栽培においては栽培面の高さが作業の快適さを決定する大きな要因になることは、容易に推測される。最適な作業面の高さについては、作業者の身長や作業の種類によって異なるが<sup>10,11)</sup>、農作業場面において調べられた例はない。そこで、本研究では、イチゴ栽培を高設化したとき、主な作業において栽培面の高さとして作業者の身長との関係を、作業姿勢の面から検討したので報告する。

### 試験方法

試験は、現在、奈良県農業試験場において開発中の、奈良方式イチゴ高設栽培装置「ピートベンチ」のパイプ枠のみのベンチを利用し、模擬作業を行って調査した。

#### 1. 栽培面の高さ

高さの異なるパイプ枠を4列製作し供試した。各枠とも全長6mとし、栽培面の高さをそれぞれ115cm、105cm、95cmおよび30cmの4段階とし、30cmを従来の土耕栽培の高さ、他を高設栽培の高さと位置づけた。

#### 2. 作業者

第1表に示すような身体的特性を異にする3名が被験者として作業を行った。なお、いずれの者も右利きである。作業時に使用した靴底の厚さはおよそ2cmであった。

#### 3. 姿勢測定方法

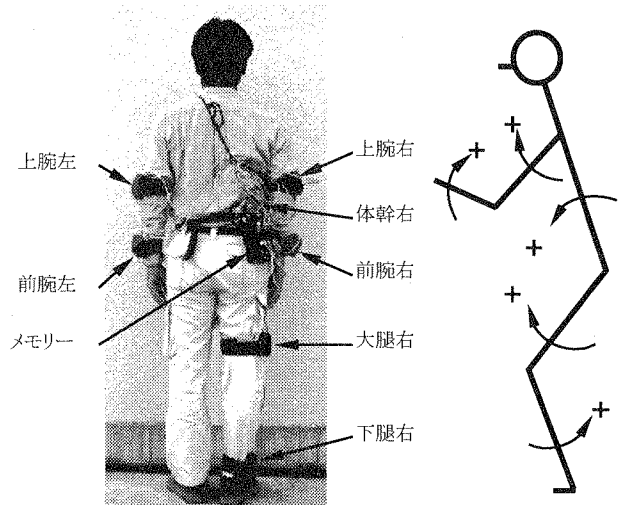
姿勢の測定は作業姿勢モニター<sup>12)</sup>を用い、被験

第1表 作業者の身体的特性

Table 1. Physical characteristics of subject workers

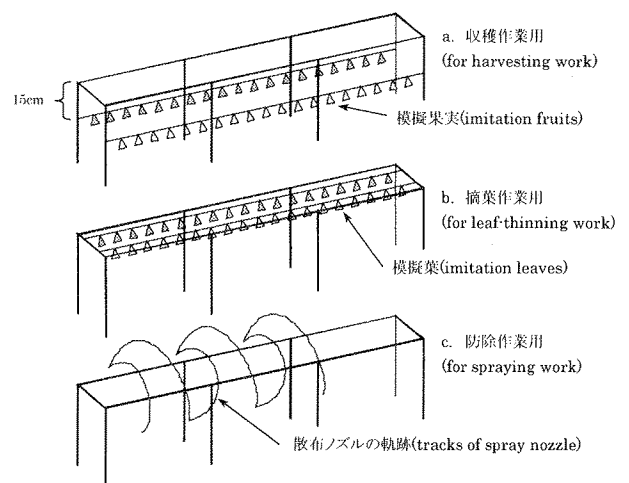
	作業者A	作業者B	作業者C
	(cm)	(cm)	(cm)
身長	155	165	175
肩峰高	127	134	141
肘頭高	99	101	108
指尖端高	63	63	66
上肢長	64	71	75
前腕手長	39	38	42

\*測定値は裸足時のもの



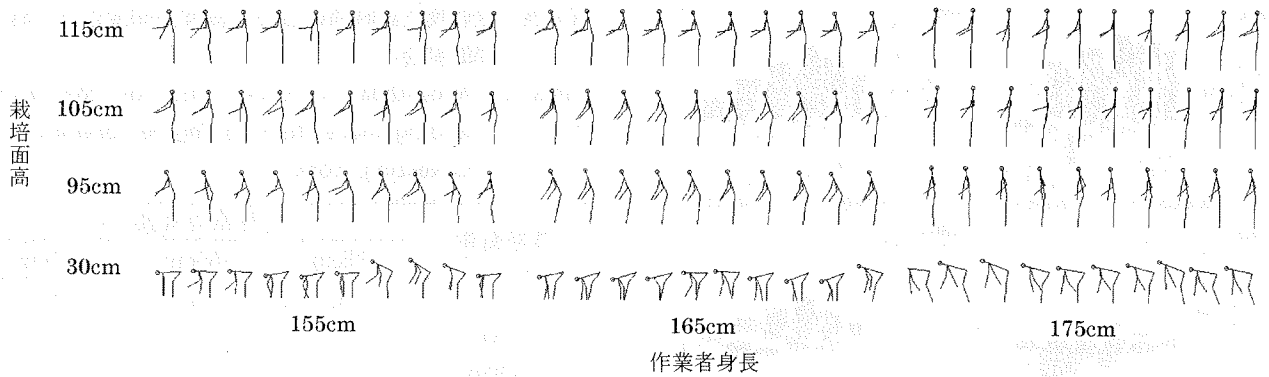
第1図 傾斜センサー取り付け位置および傾斜角度  
Fig.1. The parts of a body which and how the transducers are fixed

者は、第1図に示すように、身体の7カ所に角度センサー(姿勢モニターマックオクトVM8-128, (株)ヴァイン)を取り付け、作業を行いながら模擬ベンチの周囲を往復した。作業時間は、被験者、作業の種類に関わらず、往復約2分を目標に行った。身体各部の角度は、直立姿勢時の角度をゼロとし、下腿と体幹は前傾時に、上腕、前腕および大腿は後傾時にそれぞれ正の角度を与えた。サンプリング測定間隔は0.5秒とした。得られたデータは、各サンプリング時の姿勢としてスティック



第2図 各作業におけるベンチの状態  
(a.収穫作業用, b.摘葉作業用, c.防除作業用)

Fig.2. Structure of the bench frame for the harvesting (a), the leaf-thinning(b) and the spraying(c) work



第3図 イチゴ収穫作業時の作業者の姿勢  
(1コマ0.5秒,時刻は左から始まり右方へ)

Fig.3. Stick pictures of the workers in the harvesting work (start from left to right with 0.5 sec. interval)

ピクチャーで示すとともに、作業、身体部位ごとの角度の代表値としてデータの中央値を用いた。

#### 4. 作業内容

本研究で行った作業方法は、県内イチゴ生産者の多くが行っている方法に準じた。

##### 1) 収穫作業

イチゴの定植様式を株間23cmの外成り方式と想定し、第2図aのようにベンチ側面の上端から15cm下の位置にロープを張り、23cm間隔で取り付けた洗濯バサミを模擬果実と見立て収穫作業を行った。収穫作業は、右手で1個ずつ模擬果実をはずし、左手に持った手さげカゴ(手さげ部高25cm)の中に入れることを繰り返した。

##### 2) 摘葉作業

第2図bのようにベンチ上面にロープを張り、23cm間隔で取り付けた洗濯バサミを模擬葉とした。実際栽培時には、葉がベンチ側面からせり出しているため、イチゴ株は体幹から少し離れることを考慮し、ここでは作業より遠方側の模擬葉を摘葉対象とした。摘葉作業は、5株分の模擬葉を連続して取った後、地面に置いた容器に捨てることを繰り返した。

##### 3) 防除作業

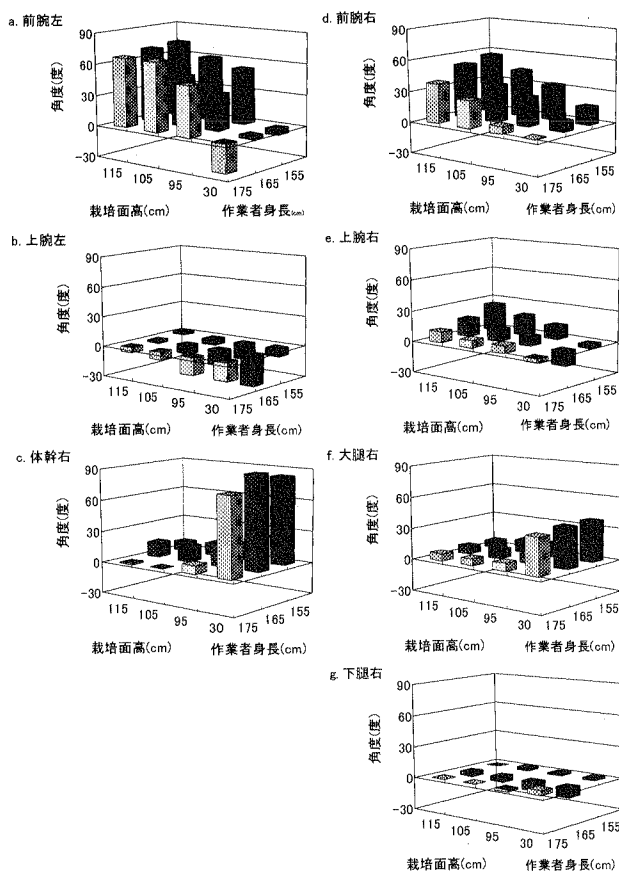
振り下ろし—振り上げ—振り下ろしの1サイクルで46cm移動すると想定し、前進散布法で実施した(第2図c)。条間の葉や葉裏にも薬液を噴霧する想定で、ベンチ上面から側面まで、竿の先を十分回しこんだ。薬剤散布用竿は長さ2mのものを用いた。

## 結果と考察

### 1. 収穫作業

栽培面の高さが30cmでは模擬果実は地上15cmの高さとなるため、どの作業者の場合も腰を深く折り曲げた姿勢で収穫作業が行われた(第3図)。体幹の傾斜角を中央値で見ると、栽培面高30cmの場合のみ作業員身長に関わらず60度を超えていた(第4図c)。下腿は、作業員身長や栽培面高に関係なくほぼ直立状態であったが、大腿は栽培面高30cmでは30度程度傾斜していた。これは上体とのバランスを取るためと思われる(第4図f,g)。体幹角60度以上の時間割合をみると、栽培面高30cmでは84~89%で、腰を曲げた姿勢が連続した(第2表)。この姿勢の腰への負担を、腰部椎間板圧の推定値<sup>13-15)</sup>でみると、栽培面高30cmでは他の高さの場合に比べ2倍から6倍である(第3表)。これは高設化によって腰への負担が軽減されることを示している。

一方、栽培面高95cm以上の場合について、果実をもぎとる動作を行っている右前腕および右上腕の角度をみると、作業員の身長が高くなるにつれ、また、栽培面が低くなるにつれ、腕の角度は小さくなっている(第4図d,e)。この事より、前腕および上腕の両方を使って果実位置の違いに対する位置あわせを行っていることがわかる。しかし、身長175cmの作業員では、栽培面高95cmの場合に体幹角が少し大きくなっており、腕を伸ばして届く範囲では腕のみで、それより低い範囲は腕を伸ばした状態で体幹を傾斜させることで対



第4図 収穫作業における栽培面高および作業員身長と身体各部位の角度(中央値)の関係

Fig.4. Median of angle data of the body parts for the workers at the different bed height in the harvesting work

応していると推定される。

腕の傾斜角度からは最適な栽培面高の範囲の上限を、また、体幹の傾斜角度からはその下限を推定することができると考えられる。着果位置を栽培面より15cm下と仮定した場合、収穫作業時に右腕および体幹の負担がもっとも小さい栽培面の高さは、作業員の身長155cm, 165cm, 175cmでは、それぞれ95cm未満, 95~105cm, 105~115cmと推測される。この高さは、各作業員の肘の高さとおおむね対応しており、収穫作業における最適栽培面高は、作業員の肘の高さ付近であると推定された。

収穫物を入れる手さげカゴを持っている左腕の前腕は、栽培面が低くなるに伴い、角度も小さくなる(第4図a)。これは、着果位置の高さとの関係でカゴの位置が調節されていることを示してい

第2表 全収穫作業時間に占める体幹角60度以上の時間的割合

Table 2. Percentage of work time for the trunk bending more than 60 degree forward in harvesting work

栽培面高	作業員身長		
	155cm	165cm	175cm
	(%)	(%)	(%)
115cm	0	1	0
105cm	0	0	0
95cm	0	1	0
30cm	84	89	88

第3表 収穫作業における身体角度中央値を用いた腰部椎間板圧迫力推定値

Table 3. Estimated compressive force on lumbosacral disc calculated with the median of angles data for the body parts in the harvesting work

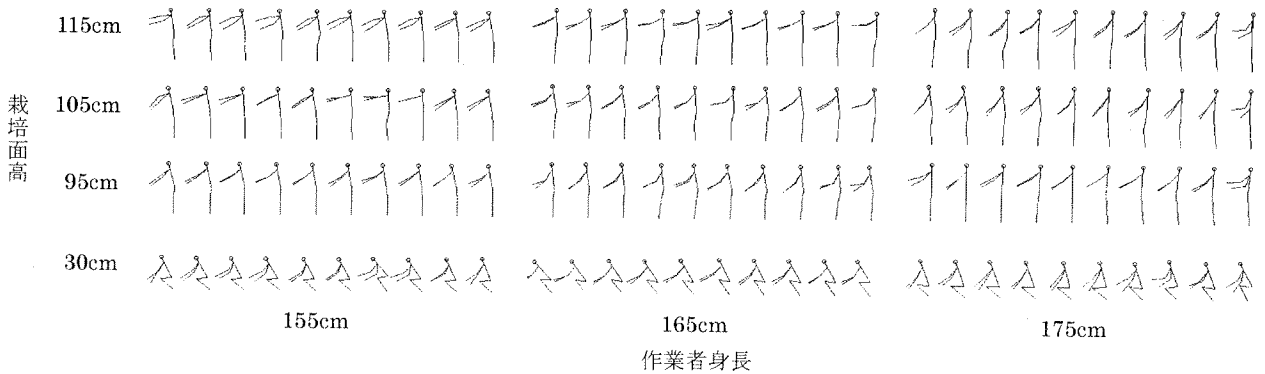
栽培面高	作業員身長		
	155cm	165cm	175cm
	(N)	(N)	(N)
115cm	329	529	296
105cm	365	551	296
95cm	435	680	504
30cm	1113	1395	1803

る。しかし、収穫カゴを持つことは、栽培面高95cm以上の場合にみられるように、作業中、前腕を常時曲げた状態が続き、前腕の局所的な疲労の原因となる。また、収穫した果実によるカゴの重量増加も、腰部などへの負担の増加につながるため好ましくない。着果位置に対し適当な高さに収穫カゴを置くことができれば、腕および腰への負担の解消に有効であると思われる。

2. 摘葉作業

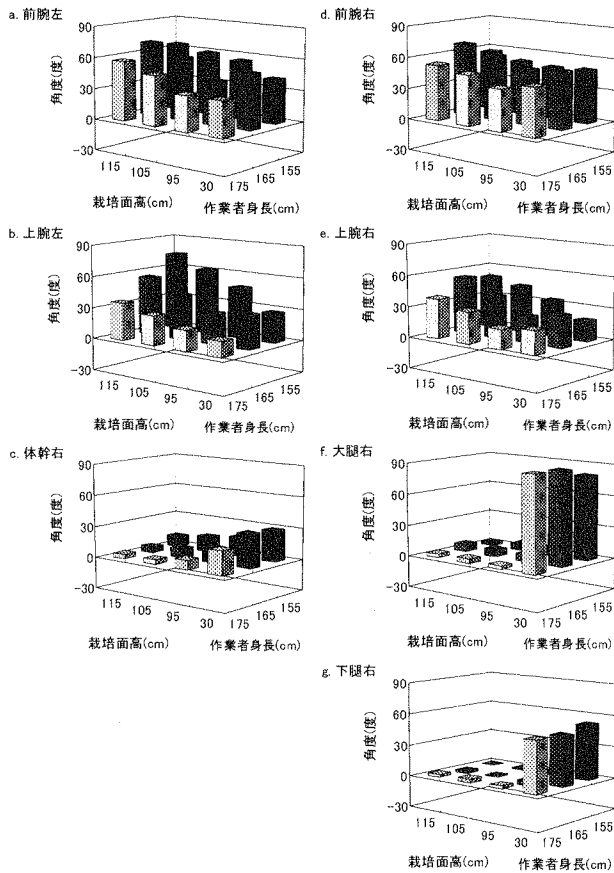
収穫作業同様、栽培面高30cmの場合には模擬葉が地上30cmの高さにあるため、膝を曲げた蹲踞の姿勢で作業が行われた(第5図)。そのため大腿および下腿の角度が栽培面高30cmと他の高さで大きく異なった(第6図f,g)。栽培面高95cm以上では体幹と下肢はほぼ直立に近い姿勢であった(第6図c)。

一方、上腕の角度は、左右両腕とも、作業員身



第5図 イチゴ摘葉作業時の作業者の姿勢 (1コマ0.5秒,時刻は左から始まり右方へ)

Fig.5. Stick pictures of the workers in the leaf-thinning work (start from left to right with 0.5 sec. interval)



第6図 摘葉作業におけるベンチ高および作業者身長と身体各部位の角度(中央値)の関係

Fig.6. Median of angle data of the body parts for the workers at the different bed height in the leaf-thinning work

長が低いほど、また、栽培面が高いほど大きくなった(第6図b,e)。また、前腕は、上腕に比べ身長、栽培面高の違いによる差はあまり大きくなかった(第6図a,d)。これにより、栽培面高95cm以上では、作業者身長に対する作業面の相対的な高さの

第4表 全摘葉作業時間に占める右上腕角50度以上の時間的割合

Table 4. Percentage of work time for the upper arm raising above 50 degree in the leaf-thinning work

栽培面高	作業者身長		
	155cm (%)	165cm (%)	175cm (%)
115cm	47	67	1
105cm	34	6	0
95cm	7	0	9
30cm	0	0	0

違いが、主に上腕の角度により調節されていることがわかる。何の支持もなく上腕が持ち上げられた状態が続くことは、作業者にとって苦痛である<sup>16)</sup>。上腕角が50度を超える時間は全作業時間に対し、身長155cmの作業者では栽培面高105cmで34%、115cmで47%となり、身長165cmの作業者では栽培面高115cmの場合67%であった(第4表)。これらの作業者と栽培面高の関係は、摘葉作業ではあまり好ましくないといえる。

摘葉作業においても収穫作業の場合と同様、身長155cm、165cm、175cmの作業者では、それぞれ95cm以下、105cm以下、115cm以下の栽培面高が適していると推定された。この場合も、おおむね肘の高さに対応しているといえる。

摘葉作業全体のスティックピクチャーを見ると、定期的に腰を曲げる動作が出現する(第7図)。取り除いた模擬葉を地面に置いた容器に捨てる時、腰をかがめる必要があったため、作業者や栽培面高に関わりなく、作業時間の数%程度は体幹を



第7図 栽培面高115cmにおける摘葉作業時の身長175cmの作業者の姿勢

(1コマ0.5秒,左上から始まり右方に進む,右端から下行左端に移り,以後同様)

Fig.7. Stick pictures for the workers of 175cm tall at the bed of 115cm high in the leaf-thinning work (start from top line to bottom,left to right in the line with 0.5 sec.interval)

第5表 全摘葉作業時間に占める体幹角60度以上の時間的割合

Table 5. Percentage of work time for the trunk bending more than 60 degree forward in the leaf-thinning work

栽培面高	作業員身長		
	155cm	165cm	175cm
	(%)	(%)	(%)
115cm	9	4	7
105cm	12	5	8
95cm	10	5	9
30cm	12	7	3

60度以上曲げるような姿勢をとっていた(第5表)。このことは、数%ではあるが長時間の連続した作業においては腰への負担になり、局所疲労につながる。この問題も収穫作業での指摘同様、取り除いた葉を捨てるための容器を適当な高さに置くことで解決できると思われる。

### 3. 防除作業

防除作業では栽培面高30cmにおいても立位作業であるため、膝や腰の大きな屈曲は見られず、栽培面高30cmで体幹角15度程度の前屈み姿勢が見られたほかは、ほぼ直立姿勢での作業であった(第8図, 第9図c,f,g)。

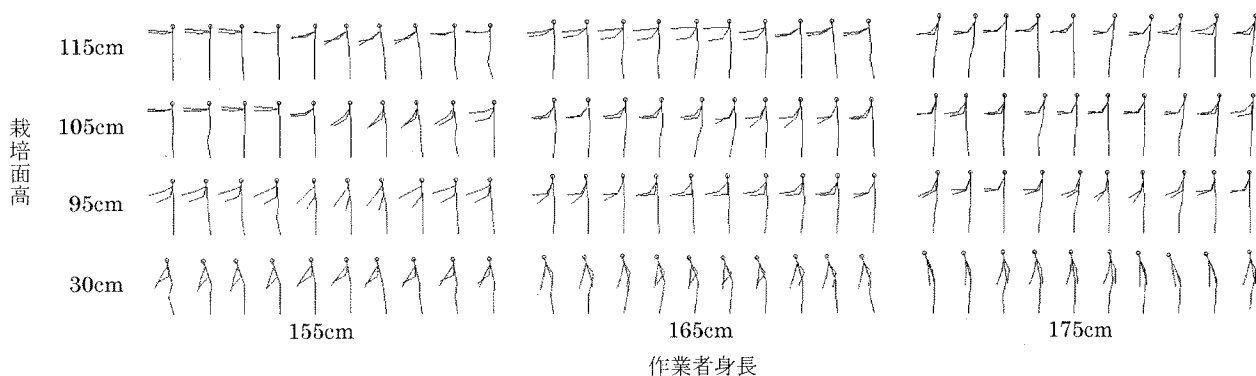
防除作業では、散布竿をベンチ上空まで振り上

げる動作があり、栽培面の高さが高くなるほど、また、身長が低いほど作業員の肘の位置が高くなり上腕角が大きくなった(第9図b,e)。上腕角50度以上の時間を右腕についてみると、栽培面高115cmでは、身長155cmおよび165cmの作業員はそれぞれ作業時間の9割および5割の時間、腕を上げている状態で作業をしていることがわかる(第6表)。さらに、身長155cmの作業員では、栽培面高105cmや95cmでも作業時間の半分以上は腕が上がっていた。防除作業では、作業員の身長に対し栽培面が高いほど身体、特に上肢への負担が高くなるといえる。

高設栽培では、イチゴの一部の葉がベンチから外に張り出しており、下から散布しやすい状態になっている。また、栽培面の高さは圃場内ではほぼ均一であるので、散布ノズルの位置を固定した移動式の噴口を利用すれば、作業員の上肢への負担が解消されるものと思われる。

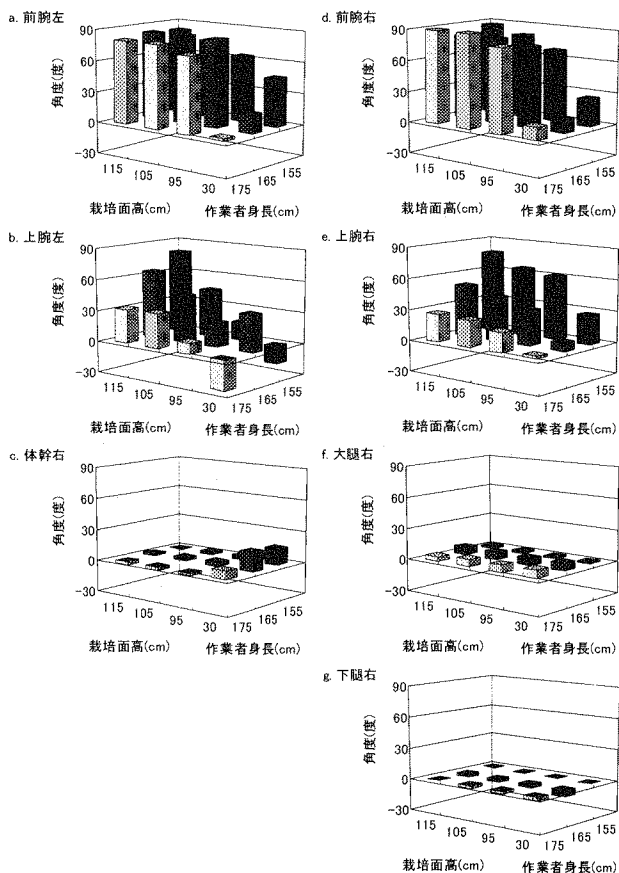
### 4. 総合考察

土耕栽培の高さである栽培面高30cmの場合、腰や膝の屈曲が大きく作業負担が大きいのに比べ、高設栽培の栽培面高95~115cmでは、下肢および体幹はおおむね直立姿勢で作業を行うことができ、高設化による作業負担の軽減効果が認められる。しかし、防除作業でみられたように、作業の種類



第8図 イチゴ防除作業時の作業者の姿勢（1コマ0.5秒,時刻は左から始まり右方へ）

Fig.8. Stick pictures of the workers in spraying work (start from left to right with 0.5 sec.interval)



第9図 防除作業における栽培面高および作業者身長と身体各部位の角度（中央値）の関係

Fig.9. Median of angle data of the body parts for the workers at the different bed height in the spraying work.

によっては、土耕栽培に比べ高設栽培の作業負担が大きい場合も認められる。また、高設栽培の栽培面高の中でも、作業負担の軽減という観点で作業者の身長と栽培面の高さの関係をみると、それぞれの作業で最適な栽培面高の異なることが明

第6表 全防除作業時間に占める右上腕角50度以上の時間的割合

Table 6. Percentage of work time for the upper arm raising above 50 degree in the spraying work

栽培面高	作業者身長		
	155cm (%)	165cm (%)	175cm (%)
115cm	92	46	0
105cm	62	17	0
95cm	57	0	0
30cm	0	0	0

らかとなった。

イチゴの促成栽培における労働時間を作業別にみると、収穫作業がもっとも長く、全作業時間のほぼ35%を占めている<sup>17,18)</sup>。次いで調製出荷作業の29%、定植関係で11%、育苗管理の7%である。したがって、もっとも作業時間の長い収穫作業に合わせたベンチ設計をすれば、イチゴ本圃における作業のかなりの部分の労働軽減が図れるものと思われる。あわせて、高設栽培に適した収穫台車や作業台車の開発およびその活用も、作業の快適化には有効であろう。

作業者身長に関しては、工業界では作業面は身長の高い作業者に合わせる事が適当とされている<sup>19)</sup>。しかし、これは、工場内作業など定位置での作業を前提にしたもので、移動しながらの作業が多い農作業に適用できるかどうかは不明である。自走式の移動踏み台が開発されれば、ベンチ高を身長の高い作業者を基準に設計することが好ましいと思われるが、身長の極端に異なる作業者がい

る場合の高設ベンチの高さについては、今後、さらに検討する必要がある。

### 摘 要

イチゴ栽培を高設化した場合の、主要作業について栽培面の高さとして30cm, 高設栽培の高さとして95cm, 105cmおよび115cmのイチゴ高設栽培ベンチを組み立て、身長155cm, 165cmおよび175cmの作業者が模擬作業を行うことにより栽培面高および作業姿勢を評価した。

土耕栽培の栽培面の高さとして30cm, 高設栽培の高さとして95cm, 105cmおよび115cmのイチゴ高設栽培ベンチを組み立て、身長155cm, 165cmおよび175cmの作業者が模擬作業を行うことにより栽培面高および作業姿勢を評価した。

栽培面高30cmにおいては、収穫作業および摘葉作業で腰や下肢の屈曲が大きく作業負担が大きかった。

高設栽培では、収穫および摘葉作業時にも直立姿勢での作業がほとんどで、高設化による作業の負担軽減効果が認められた。

作業者の身長が異なれば作業負担の面で最適な栽培面高が異なり、おおむね作業者の肘の高さを基準に設計することが適当であることが示唆された。

一方、防除作業のように従来から立位で行われる作業では、高設化により栽培面が高くなることで、上肢に対する作業負担がかえって増大することが明らかとなった。

### 引用文献

1. 生物系特定産業技術研究機構. いちご収穫作業車の開発. 平成7年度事業報告: 268-269.
2. ————. いちご移植機の開発. 平成9年度事業報告: 270-271.
3. 岡昌二. 1973. 野菜作の収穫調製作業の環境改善に関する研究. 第1報 いちごの収穫調製作業の問題点とその改善. 農作業研究. 第8回講演要旨集: 43-44.
4. 瀬川敬・矢口豊子. 1992. いちご生産における労働環境の改善. 労働環境の実態. 農作業研究. 第27回講演要旨集: 160.
5. ————. 1992. ————. いちご収穫台車導入の試みと作業改善の効果. 農作業研究. 第27回講演要旨集: 160.
6. 望月智恵子. 1973. 野菜作の収穫調製作業の環境改善に関する研究. 第3報 いちごおよび軟弱やさい作の作業疲労と農家生活. 農作業研究. 第8回講演要旨集: 47-48.
7. 生物系特定産業技術研究推進機構. 1994. ハウスイチゴ栽培における作業強度と機械化に関する調査結果概要.
8. 平山喜彦・信岡 尚・東井君枝・長村智司. 2000. ピートモス培地によるイチゴ高設栽培の実用化に関する研究(第1報) 根圏物物理性の改善と栽培装置の開発. 奈良農試研報. 31: 25-34
9. 村越一彦. 1998. 高設式養液栽培を中心としたイチゴ生産の省力・快適化. 施設と園芸. 102: 11-18.
10. 佐藤方彦監修. 1992. 人間工学基準数値数式便覧. 技報堂出版. 66-68.
11. 野呂影勇編. 1990. 図説 エルゴノミクス. 日本規格協会. 78-79.
12. 小林恭. 作業姿勢・動作の計測と評価. 1998. 農業機械学会誌. 60(2): 90-94.
13. 瀬尾明彦・近藤雄二・日下幸則. 1998. 腰部負担軽減のための作業改善支援ソフト. 労働科学. 74(9): 337-345.
14. ————. 日下幸則. 1999. 日本人体格データをを用いた仕事による筋骨格系負担の簡易評価システムの開発. —サイズデータによる身体セグメントの長さおよび重さの推定式作成— (社)人間生活工学研究センター公募研究中間報告.
15. Seo, A. 腰部負担評価のための腰部椎間板圧迫力推定法[online]. 受信1999-7-9. Available from < <http://www01.u-page.so-net.ne.jp/db3/aseo/bpress.htm> >
16. 野呂影勇編. 1990. 図説 エルゴノミクス. 日本規格協会. 330-332.
17. 奈良県農業試験場. 1986. 主要農産物生産力調査. 1. 普通作物, 果菜類: 52-57.
18. 和歌山県農林水産部農業振興課. 1995. 農業経営モデル指標: 96.
19. エティエンヌ・グラジャン. 1992. 産業人間工学—快適職場をデザインする. 啓学出版. 42.