

イチゴ栽培システムにおける作業姿勢に基づく 農作業の労働負荷測定および評価法の確立

宮崎 朋浩・片岡 正登

キーワード：イチゴ栽培システム，作業姿勢，負荷，負担

Measurements of working postural loads by recording these postures and the improvement of evaluation methods in different culture systems of strawberry

Tomohiro Miyazaki, Masato Kataoka

目 次

1. 緒 言	30
2. 各作業姿勢評価システムの概要と調査および評価の方法	30
1) 「8ch 姿勢解析システム」	30
2) 「作業姿勢測定システム」	31
3) 「Ovako 式作業姿勢分析システム(OWAS)」	32
3. イチゴ高設栽培の軽作業化効果とその評価	33
1) 試験方法	33
2) 結果及び考察	34
(1)8ch 姿勢解析システムによる評価	34
ア. 移植作業	34
イ. 収穫作業	34
(2)作業姿勢測定システムによる評価	34
ア. 移植作業	34
イ. 収穫作業	35
(3)OWAS による評価	35
ア. 移植作業	35
イ. 収穫作業	36
4. 総合考察	36
5. 摘 要	37
6. 謝 辞	38
7. 引用文献	38
Summary	39

1. 緒 言

近年、農業分野では高性能や高能率の農業機械が開発され、機械化に伴う能率や精度は計測や評価が確立されており、個々の項目ごとに数字として特徴を表現することができる。一方、作業者が感じる作業快適性については、その背景にある人の認識を理解することが前提となり1つの数値として表すことが困難である。

新しい技術の省力・軽作業化効果をみる場合、それが農業機械の導入によるものであれば作業時間の減少や作業精度の向上などの数値で評価できる。しかし、栽培システムや仕立て方法、管理方法の改善などの栽培技術による省力・軽作業化効果は、能率や精度の向上だけでは評価できない部分が多い。

現在、農作業の省力・軽作業化効果を評価するために、人間工学的見地からの作業負荷の測定および評価法の確立が求められている。人間工学では作業姿勢を基準とした評価システムが開発されている。代表的なものにOWAS(Ovako式作業姿勢分析システム)、姿勢重量点、RULA(Rapid Upper Limb Assessment)などがあり、産業保健の分

野では作業従事者の疾病予防の観点から工場等での作業環境調査および改善にこれらの評価システムが用いられている。

作業負荷および作業負担は国際標準化機構（ISO）で「作業負荷とは作業システムにおける人間の生理的・心理的状态を乱すように作用する外的条件や要求の総量を意味し、作業負担とは作業負荷が個人の特性や能力と関連して与える影響（ISO6385）」と定義されている³⁾ことから、作業負担を推測するためには、作業負荷を正確に把握することが重要である。

本研究では作業姿勢（作業負荷）を計測することで作業者の負担を推定し、作業の省力・軽作業化効果について負担を大小や減少率の評価を行うものである。調査は長崎県の主要品目であるイチゴの栽培方法「長崎県型イチゴ高設システム」⁹⁾で行った。本システムでの農作業では屈み作業が少なく、腰に負担をかけず軽作業化できるものとして注目されており、農作業の負荷について調査を行い、評価法を確立した。

2. 各作業姿勢評価システムの概要と調査および評価の方法

イチゴ栽培、特に地床栽培では農作業中、姿勢の変化が多く、屈み姿勢や中腰姿勢、ねじり姿勢など体に負荷がかかるつらい姿勢も頻繁に現れ作業への大きな負担になっている。ここではイチゴ栽培における作業姿勢の測定から作業負荷の評価や作業環境の改善に利用できる評価システムと利用面について検討した。

1) 8ch 姿勢解析システム

このシステムは測定機器として8つの角度センサと携帯用メモリからなる「8ch 姿勢動作モニ

タ」^{2,3)}を使い角度を測定する。作業者の体幹、上腕、前腕、大腿、下腿の8カ所に角度センサを装着し、一定間隔でそれぞれの部位の角度を測定する（写真1）。測定結果から角度変化の様子や出現頻度、姿勢の時間的変化（ピクチャ表示）などが明確になる（図1）。また角度データを「腰部負担評価&作業改善支援ソフト(BlessPro ver. 2)」^{7,8)}に入力することで、作業姿勢による全身の関節や筋などにかかる負担を関節圧迫力、モーメント、必要筋力など数値化できる（図2）。この値を作業負荷と見なすことで、数値の大小や

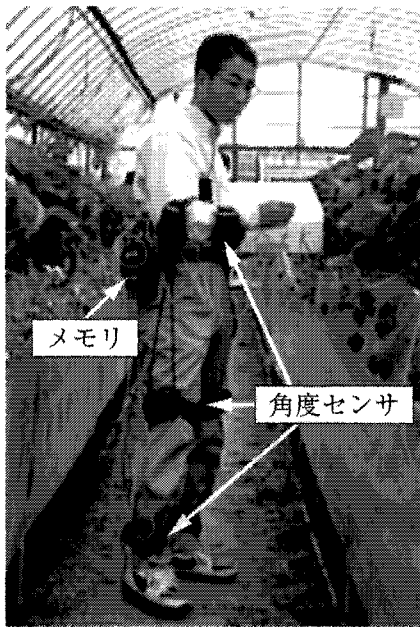


写真1 8ch 姿勢動作モニタ装着

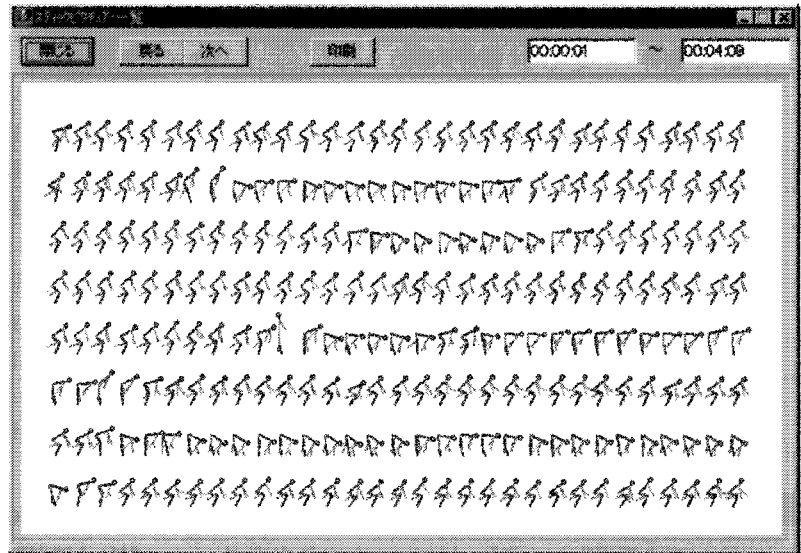


図1 作業姿勢のピクチャ表示 (イチゴ定植作業)

比較で作業負荷を評価する (図3)。

2) 作業姿勢測定システム

調査者が作業者の姿勢を判断しながら、随時、

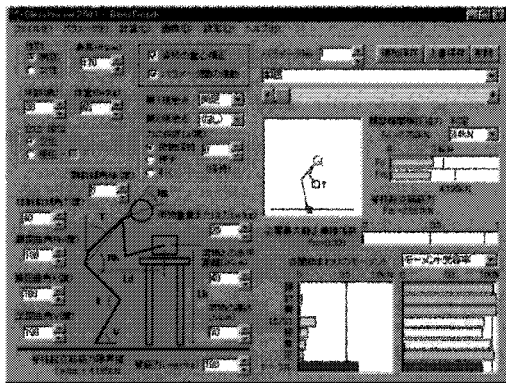


図2 BlessPro 入力画面

携帯用端末 (Palm m105) に入力を行う測定システムである。作業姿勢はあらかじめ10種の姿勢に区分されており、それぞれの姿勢が携帯用端末の画面にアイコンで示されている (表1, 図4)。携帯用端末には作業姿勢解析ソフト (sisei 2 : Palm アプリケーション) が組み込まれており、作業姿勢ごとにエネルギー代謝率 (RMR) とつらさ指数 (RMRと心理量による評価値) が設定されている。調査者が携帯端末を用いて体のねじりの有無や取り扱う重量物の重さなどの作業姿勢、作業状態、作業時間をアイコンボタン選択方式によりペン入力を行う。調査後、集計を行うことにより、10の姿勢の出現頻度、割合および作業中のエネルギー代謝率が測定できる。評価はつらい姿勢の出現頻度やRMRの大小で行う。

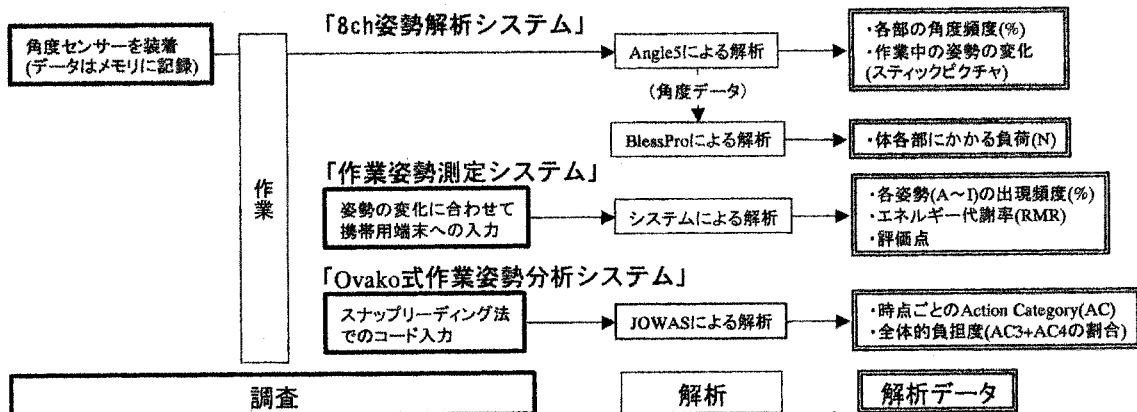


図3 各システムの調査および解析の流れ

表1 作業姿勢測定システムによる作業姿勢区分

区分	動作内容	具体例	RMR値
J	膝を深く曲げた中腰で上体を深く前屈	かかととは浮いている	3.05
I	膝を伸ばした中腰で上体を深く前屈	90度以上、膝が曲がっていても同じ	2.20
H	膝を曲げた中腰で上体を前屈	腰：45～90度、膝：0～45度	2.15
G	膝を伸ばした中腰で上体を前屈	45～90度、足に障害物があっても同じ	2.00
F	しゃがんだ姿勢（かかととはつく）	（かかとは浮くと膝が前に出て→J）	1.95
E	膝を伸ばし上体を軽く前屈	30～45度、（無理な姿勢は→G）	1.85
D	膝を軽く曲げ上体を軽く前屈	0～30度、立ち姿勢で膝が軽く曲がる	1.55
C	立ち姿勢で背伸び（かかととは浮く）	目より高いものを取る格好	1.50
B	立ち姿勢	0～30度、背筋が伸びている	1.10
A	座った姿勢	膝が床についた格好も含む	1.06

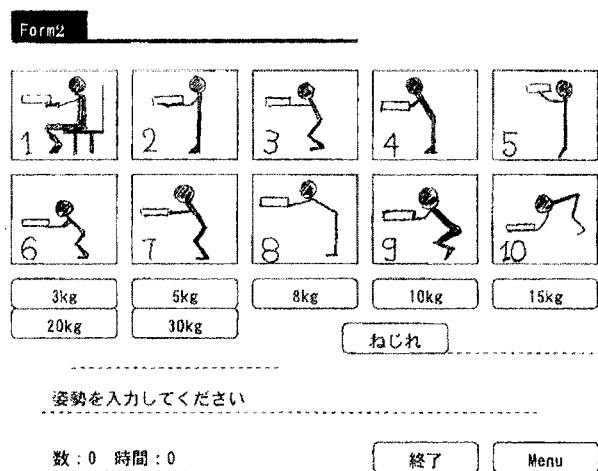


図4 作業姿勢測定システム入力画面（携帯用端末）

3) Ovako 式作業姿勢分析システム (Ovako Working Posture Analysing System, OWAS)

karhu らりによって開発された作業姿勢評価法で、工業分野をはじめとして広く用いられている。本システムは作業姿勢を背部・上肢・下肢・荷重の4項目にコード化し、調査者がスナップリーディング法（観察間隔一定のワークサンプリング法）の要領で作業姿勢を体幹・上肢・下肢・重さの4項目に分けて、それぞれの項目毎に状態（姿勢コード）を記録する⁹⁾。手作業で記録するときは記入時間や調査者に依じて30秒間隔もしくは1分間隔で調査を行うが、ビデオカメラで撮影した画像を基に解析を行う場合、任意の間隔（数秒間



図5 JOWASデータ入力画面と入力用タブレット画面

表2 Action Category (AC)と姿勢負担度・改善要求度の関係

AC	姿勢の負担度	改善要求度
AC1	この姿勢による筋骨格系負担は問題ない。	改善は不要である。
AC2	この姿勢は筋骨格系に有害である。	近いうちに改善すべきである。
AC3	この姿勢は筋骨格系に有害である。	できるだけ早期に改善すべきである。
AC4	この姿勢は筋骨格系に非常に有害である。	ただちに改善すべきである。

表3 各作業姿勢評価システムによる調査項目とその解析可能データ

調査項目	解析データ	使用システム	改善を検討すべき姿勢・判断の目安
作業負荷	各部の角度	8 ch 姿勢解析システム (Angle 5)	体幹部20度以上の姿勢
	スティックピクチャ	8 ch 姿勢解析システム (Angle 5)	しゃがみ, 中腰姿勢
	体各部にかかる負荷	8 ch 姿勢解析システム (BlessPro)	各部位の負荷が高い姿勢
作業負担	体各部にかかる平均負荷	8 ch 姿勢解析システム (BlessPro)	値が大きいほどつらい作業
	各姿勢の出現頻度	作業姿勢測定システム	C~Jの姿勢が多いほどつらい作業
	最大RMR	作業姿勢測定システム	値が大きいほどつらい作業
	時点ごとのAC	OWAS	AC3, AC4
	全体的負担度	OWAS	値が大きいほど負担度は高い
作業の評価	平均RMR	作業姿勢測定システム	1~2:軽作業, 2~4:中作業, 4以上:重作業
	平均評価点	作業姿勢測定システム	5点以上は改善の必要あり

表4 各システムと評価項目の比較

	8 ch 姿勢解析システム	作業姿勢測定システム	Ovako 式作業分析システム
各部位への負荷	○	×	△
取り扱う重量物の考慮	○	△	△
つらい姿勢の把握 (時点)	△	×	○
つらい姿勢の把握 (頻度)	△	○	○
作業負担の数値化	△	○	○
作業の評価	×	○	△

注：表中記号の意味は以下のとおりである。

○：優れている, △：やや劣る, ×：考慮されていない

隔)での調査が可能である。今回は10秒間隔でのスナップリーディングで調査を行った。また「Ovako 式作業姿勢分析システムソフト (JOWAS ver.0.9)」8)を使うことで、PC上で入力および解析ができる(図5)。このシステムでは時点ごとのAction category(AC), 時点ごとのACの集計結果, 部位別のACの判定が行える。

なお, Action category(AC)は姿勢の負担度と改善要求度を4段階で判定したものである(表2)。このシステムでは問題姿勢の出現時点や頻度, 全体的負担度(AC3+AC4の%値)の把握がで

きる。

評価の方法として作業負荷は各部位の角度データ, 体各部にかかる負荷等の項目で推定できる。また, 作業負担は各部位にかかる平均負荷, 最大RMR, 時点ごとのAC, 全体的負担度の項目で推定する。作業全体の評価は平均RMR, 平均評価点, それぞれの作業負担などを考慮して判断する(表3)。また各システムは調査や評価の方法が異なるので調査する作業や目的に応じた利用が必要である(表4)。

3. イチゴ高設栽培の軽作業化効果とその評価

1) 試験方法

当场野菜科のイチゴ栽培ハウスで移植作業と収穫作業について, 地床栽培, 高設栽培ともに作業中の角度測定と姿勢変化について調査を行った。

栽培様式は, 地床栽培が畦高28cm, 畦幅120cm,

通路幅12cm, 果実の位置17cm, 高設栽培がベンチ高さ96cm, ベンチ幅48cm, 通路幅94cm, 果実の位置78cmであった。調査は移植作業2002年9月10日, 9月20日, 収穫作業2002年4月11日に実施した。

被験者に「8ch 姿勢動作モニタ」を装着し,

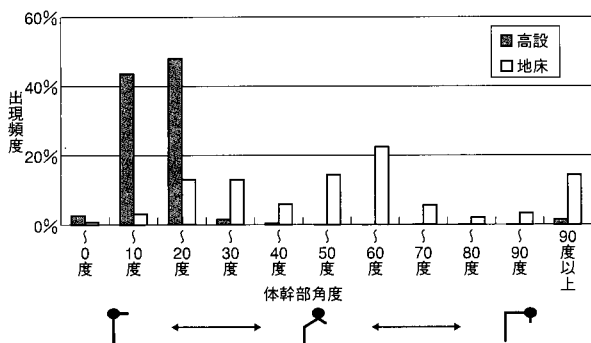


図6 イチゴ移植作業時の体幹部角度の頻度

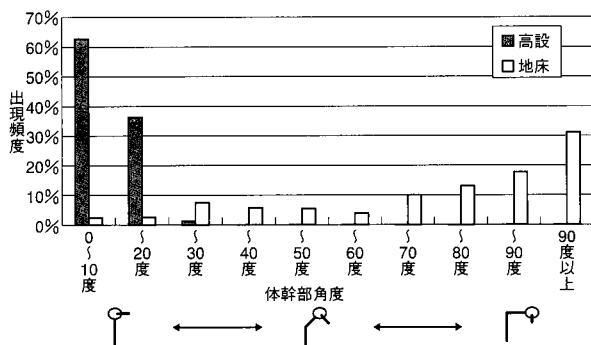


図7 イチゴ収穫作業時の体幹部角度の頻度

各作業を行ってもらいその様子をビデオカメラで撮影した。角度データは1秒間隔での記録とした。BlessProには30秒ごとの姿勢（角度データ）を入力し、それぞれの部位ごとに負荷の平均値を算出し、作業中に受ける負荷と見なした。また、撮影した映像をもとに「作業姿勢測定システム」と「OWAS」にそれぞれデータを入力した。なお、OWASのデータ（姿勢コード）は10秒ごとスナップリーディングにより入力した。

2) 結果及び考察

(1) 8 ch 姿勢解析システムによる評価

ア. 移植作業

地床栽培では、作業中の体幹部角度すなわち腰の曲げ角度は、51~60度が23%で最も多く、次いで41~50度、90度以上（共に15%）で、立ち姿勢を示す20度未満は16%であった。これは地床栽培では屈み姿勢または中腰姿勢での作業が多いことを示している。これに対し、高設栽培では体幹部角度は20度未満が95%であり、ほとんどの作業を立ち姿勢で行っていた（図6）。地床、高設それぞれの腰、背中、首の各部にかかる力を BlessPro で推定し比較した。地床栽培では腰部椎間板圧迫力は1890N（ニュートン）、脊柱起立筋筋力は1679

表5 移植作業時に身体の各部位にかかる平均負荷(推定値)

	高設栽培	地床栽培	高設/地床
腰部椎間板圧迫力(N)	1197	1890	63.3%
脊柱起立筋筋力(N)	917	1679	54.6%
頸部保持必要筋力(N)	72	101	71.3%

表6 収穫作業時に身体の各部位にかかる平均負荷(推定値)

	高設栽培	地床栽培	高設/地床
腰部椎間板圧迫力(N)	955	2346	40.7%
脊柱起立筋筋力(N)	625	2304	27.1%
頸部保持必要筋力(N)	65	307	21.2%

N、頸部保持必要筋力は101Nであった。高設栽培では腰部椎間板圧迫力は1197N、脊柱起立筋筋力は917N、頸部保持必要筋力は72Nを示し、それぞれ地床栽培の63.3%、54.6%、71.3%であり、腰、背中、首にかかる負荷が軽減されていた（表5）。

イ. 収穫作業

作業中の上半身の曲げ角度は、地床栽培では作業時間の88.0%が30度以上に前屈しており、90度以上の深い前屈姿勢が31.5%を占めていた。これは地床栽培での収穫作業が常に上体を倒した中腰もしくは前屈作業で行われていることを示している。高設栽培では20度以下の角度が99.1%であり、収穫作業のほとんどを立ち姿勢で行うといえる（図7）。地床、高設それぞれの腰、背中、首の各部にかかる力を BlessPro で推定、比較した。地床栽培では腰部椎間板圧迫力は2346N、脊柱起立筋筋力は2304N、頸部保持必要筋力は307Nであった。高設栽培では腰部椎間板圧迫力は955N、脊柱起立筋筋力は625N、頸部保持必要筋力は65Nを示し、それぞれ地床栽培の40.7%、27.1%、21.2%であり、腰、背中、首にかかる負荷は軽減されていた（表6）。以上のことより、高設栽培では地床栽培でみられた前屈・中腰姿勢が立ち姿勢に改善されており、高設栽培では腰・背中・首等にかかる負荷は地床栽培に比べて1/4~1/20に減少していることから軽作業化の効果が高い栽培方法といえる。

(2) 作業姿勢測定システムによる評価

ア. 移植作業

地床栽培では立ち姿勢（区分B）の他に、軽い前屈（区分E）、膝を伸ばした前屈（区分I）屈み姿勢（区分F）が見られる。これに対し、高設

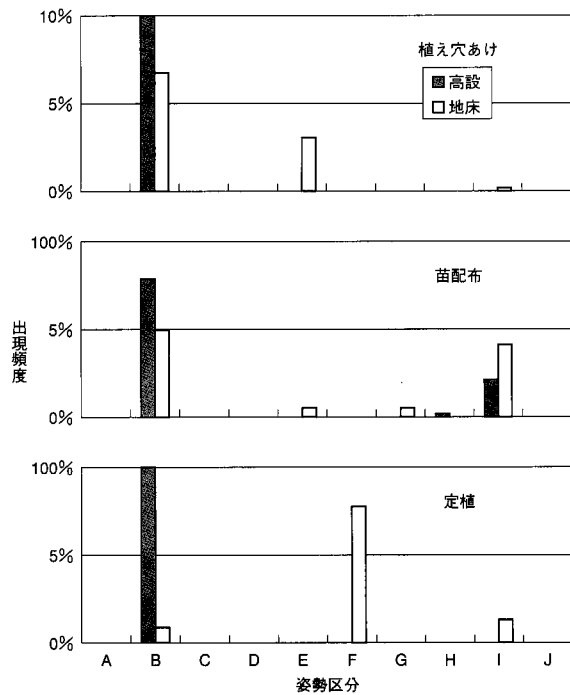


図8 作業別の姿勢区分に基づく姿勢の出現頻度

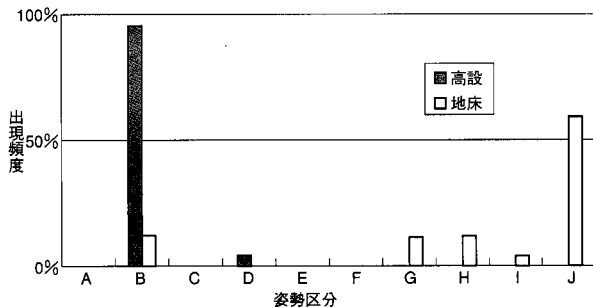


図9 作業姿勢区分に基づく姿勢の出現頻度

栽培では苗配布の時に膝を伸ばした前屈（区分I）がみられるが、作業のほとんどは立ち姿勢（区分B）で行われている（表1，図8）。作業のつらさ（最大RMR）は高設栽培では植え穴あけ、定植の作業が地床栽培の半分になっていた。しかし苗配布では3.03と地床栽培と同様に高く、これは作業中に区分Iの姿勢（膝を伸ばした中腰で上体を深く前屈）がでるためである。従って作業方法もしくは台車のような作業点を高くする器具の開発などにより区分Iの姿勢がでないような改善が必要であると考えられた。平均RMRはいずれの作業も高設栽培が低く、地床栽培に比べ植え穴あけが74.3%、苗配布が82.9%、定植が62.5%に減少していた（表7）。

表7 移植作業のエネルギー代謝率

作業名	平均RMR	最大RMR	
植え穴あけ	地床栽培	1.48	2.20
	高設栽培	1.10	1.10
	高設/地床(%)	74.3%	
苗配布	地床栽培	1.99	3.03
	高設栽培	1.65	3.03
	高設/地床(%)	82.9%	
定植	地床栽培	1.76	2.20
	高設栽培	1.10	1.10
	高設/地床(%)	62.5%	

表8 作業負担度とエネルギー代謝率

作業負担度	エネルギー代謝率
軽作業	1～2
中作業	2～4
重作業	4以上

表9 収穫作業のエネルギー代謝率

	平均RMR	最大RMR
高設栽培	1.29	1.55
地床栽培	2.35	3.46
高設/地床(%)	54.9%	

イ. 収穫作業

地床栽培では姿勢区分G, H, I, Jの上体を前屈させた姿勢が多いが、高設栽培では立ち姿勢（区分B）もしくは軽い前屈（区分D）となり、作業姿勢が改善されている（表1，図9）。作業のつらさ（最大RMR）を比較すると、地床栽培は3.46と中程度のつらさであるが、高設栽培は1.55と軽い作業といえる。作業全体の作業負担度（平均RMR）は地床栽培が2.35、高設栽培が1.29を示し、高設栽培は作業負荷が54.9%になっていた（表8，表9）。移植作業および収穫作業において高設栽培は作業姿勢の改善および作業負荷の軽減から軽作業化効果が高い栽培方法である。高設栽培では苗配布時に区分Iの姿勢が生じないような技術を開発することでさらに軽作業化につながると思われる。

(3)OWASによる評価

ア. 移植作業

移植作業を植え穴あけ、苗配布、定植の3つの作業で地床栽培と高設栽培を比較した場合、植え穴あけではAC2=18%が0%、苗配布のAC2=51.3%が28%、定植のAC2=23.6%、AC3

表10 移植作業におけるACの割合(%)

		AC 1	AC 2	AC 3	AC 4	計	全体的負担度*
高設栽培	穴あけ	100	0	0	0	100	0
	株配り	68	28	4	0	100	4
	定植	98.4	1.6	0	0	100	0
	計	89.1	9.6	1.3	0	100	1.3
地床栽培	穴あけ	82	18	0	0	100	0
	株配り	43.6	51.3	5.1	0	100	5.1
	定植	5.5	23.6	70.9	0	100	70.9
	計	42.4	29.2	28.5	0	100	28.5

全体的負担度：AC 3 + AC 4 の割合のこと。作業全体のきつさが判断できる。

表11 収穫作業におけるACの割合(%)

	AC 1	AC 2	AC 3	AC 4	計	全体的負担度*
地床栽培	15.4	38.5	46.2	0	100	46.2
高設栽培	94.1	5.9	0	0	100	0

全体的負担度：AC 3 + AC 4 の割合のこと。作業全体のきつさが判断できる。

=70.9%がそれぞれ1.6%、0%に減少していた。しかし、高設栽培でも苗配布の時にAC 3 = 4%がみられている。この姿勢は地面においたコンテナから苗を取り出すときにみられるものであり、運搬車などを利用して苗の取り出し位置を高くすることで、上半身の曲げが小さくなり解消できるものと考えられた(表10)。全体的負担度を比較すると、地床栽培が28.5%に対し、高設栽培は1.3%と負担が減少していることから、高設栽培

の軽作業化効果が高いことが明らかになった。

イ. 収穫作業

収穫作業で地床栽培と高設栽培を比較した場合、AC 2 = 38.5%、AC 3 = 46.2%がそれぞれ5.9%、0%に減少していた(表11)。全体的負担度を比較すると、地床栽培が46.2%に対し、高設栽培は0%であり負担が減少していた。従って、高設栽培は軽作業化の効果が高いことが明らかになった。

4. 総合考察

農業の省力・軽作業化の方法として農作業の機械化があげられる。機械化による省力効果は作業能率、精度の向上といった数値的な評価が可能である。しかし疲労の軽減等の軽作業化効果は数値で表現することが困難である。それは同じ作業でも受け手(作業者)によって疲れやつらさの感じ方が異なることや、同一の作業者でも日時、体調、気温など多くの要因で感じ方が異なるためである。

作業疲労は「局所的あるいは全身的であるが、病的ではない作業負担の現れで、休息によって完全に取り除くことができるもの(ISO6385)」と定義されているので、作業負荷や作業負担が大きいと作業疲労も大きくなると考え、負荷を測定す

ることで疲労を計測できるといえる。つまり作業の改善による軽作業効果は、改善の前後で作業負荷がどれだけ減少したかということで取り扱いたいと考えた。

農業に関わらず一般的に作業負荷として測定および評価の方法が確立しているものは振動、騒音、粉じん、温熱環境、照度などの環境測定、疲労症状や心拍数、エネルギー代謝などの心身反応および作業時間、姿勢・動作などがあげられる。今回指標として作業姿勢を用いたのは調査機材が比較的安価なこと、被験者への負担が少ないこと、調査者に資格や免許がいないこと、調査・評価システムが確立していることなどのメリットがある

ためである。

イチゴ高設栽培システムは全国のイチゴ産地で多くの形式で採用されている方法で、地床栽培に比べ、収量・品質の向上と作業負担の軽減から導入が図られている。今回用いたそれぞれのシステムで地床栽培から高設栽培に変えたときの負荷や負担の減少効果を数値で表した場合、「8ch 姿勢解析システム」では腰・背中・首等にかかる負荷が $1/4 \sim 1/20$ になっていることを示した。「作業姿勢測定システム」では作業負担度（平均RM R）が5～7割減になっていた。「OWAS」では全体的負担度が移植作業では28.5%から1.3%に、収穫作業では46.2%から0%にそれぞれ減少していた。いずれの評価システムでも高設栽培は地床栽培に比べ軽作業効果が高いこと、作業による負担は地床栽培の半分程度に減少していることが立証された。

今回、イチゴ高設システムの軽作業化効果の調査に用いた「8ch 姿勢解析システム」、「作業姿勢測定システム」、「OWAS」の3システムはそれぞれ特徴があり、目的に応じてシステムを選ぶ必要がある。

「8ch 姿勢解析システム」では首や背中、腰な

どへの負荷をみることができるので、たとえば、腰への負担がこれくらい減ります、とか背中への痛みが少なくなります、といった指導も可能である。姿勢が変化した場合の負荷も推定できるのでこれから導入しようとする技術の事前評価も可能になる。つまりシミュレーションが可能となる。

「作業姿勢測定システム」と「OWAS」は作業の様子を調査者が判断し、あらかじめ定められた姿勢として入力する方法である。いずれも姿勢判別の一致率は90%以上と高いこと、比較的安価な機材で調査ができること、ビデオ映像を利用すれば繰り返し評価が可能なことなどのメリットが上げられる。パソコンによる画像処理を行うことで映像のなかから任意の間隔での画像を抽出できるので、従来、30秒間隔で行われていたスナップリーディングも数秒単位での記録が可能となり、より詳細な解析が期待される。

現在、「8ch 姿勢解析システム」、「作業姿勢測定システム」は県内の普及センターに導入されている。現地で多くの栽培技術や栽培環境について軽作業化効果の調査をおこない、新たな技術の開発および普及に繋げてもらいたい。

5. 摘 要

- 1) 本研究では作業姿勢（作業負荷）を計測することで作業者の負担を推定し、作業の省力・軽作業化効果について負担の大小や減少率による評価を行った。

「8ch 姿勢解析システム」は角度センサと携帯用メモリで構成され、一定間隔でそれぞれの部位の角度が測定できるシステムである。角度変化の様子や出現頻度、姿勢の時間的変化などが明らかにできる。「腰部負担評価&作業改善支援ソフト」により全身の関節や筋などにかかる負担を関節圧迫力、モーメント、必要筋力などが数値化でき、数値の大小や比較で軽作業化効果を評価できる。

- 2) 「作業姿勢測定システム」は調査者が作業中の姿勢を判断、携帯用端末に入力するシステ

ムである。姿勢の出現頻度、割合および作業中のエネルギー代謝率が測定できる。評価はつらい姿勢の出現頻度やエネルギー代謝率の大小で行う。

- 3) 「Ovako 式作業姿勢分析システム (OWAS)」は作業姿勢を体幹・上肢・下肢・重さの4項目の姿勢コードで記録し、姿勢の負担度と改善要求度を4段階で判定するシステムである。このシステムでは問題姿勢の出現時点や頻度、全体的負担度（AC3+AC4の%値）の把握ができる。

- 4) イチゴ高設栽培の作業負担を各システムで測定し、地床栽培と比較した。「8ch 姿勢解析システム」では腰・背中・首等にかかる負荷が $1/4 \sim 1/20$ に減少する。「作業姿勢測

定システム」では作業負担度（平均RMR）が5～7割減になる。「OWAS」では全体の負担度が移植作業では地床28.5%に対し高設では1.3%に、収穫作業では地床46.2%に対し高設では0%にそれぞれ減少していた。

5) いずれの評価システムでも高設栽培は地床栽培

培に比べ軽作業効果が高いこと、作業による負担は地床栽培の半分程度に減少していることが立証された。

6) 今回検討した評価システムは計測値が一般的、標準的なものであり、一般の人も使用が許諾されており広く利用できるものである。

6. 謝 辞

本試験研究遂行に際しては、作業姿勢測定システムについて、広島国際大学 人間環境学部長 長町三男氏、香川大学 工学部助教授 松原行宏氏には懇切丁寧なご指導とご助言をいただいた。

8ch 姿勢解析システム及び Ovako 式作業姿勢分析システムについて、東京都立科学技術大学院 工学研究科教授 瀬尾明彦氏には懇切丁寧

なご指導とご助言をいただいた。

作業姿勢ならびに作業条件調査において本県農業経営課専門技術員班 専門技術員 井手悦子氏、尾崎哲郎氏方々の多大のご協力とご指導をいただいた。

以上の各位、関係機関に衷心より感謝申し上げます。

7. 引用文献

- 1) Karhu O, Kansil P, Kuorinka I. :Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. Applied Ergonomics, 8(4), 199-201, 1977.
- 2) 小林 恭：作業姿勢・動作の記録と評価 農機試, 60(4), 90-94, 1988.
- 3) 小林 恭：作業姿勢のセンシングと計測技術 農作業研究, 29(3), 249-251, 1995.
- 4) 桑名 隆, 石川文武, 小林 恭：ハイテク時代の農作業計測 農林統計協会, 1994.
- 5) Louhevaara V, Suurnäkki, T:OWAS: a method for the evaluation of postural load during work, Institute of occupational health, 1992.
- 6) 長町三生：安全管理の人間工学, 海文堂出版, 104-105, 1995.
- 7) 瀬尾明彦, 近藤雄二, 日下幸則：労働科学, 74, 337-345, 1998.
- 8) 瀬尾明彦 産業保険と人間工学のホームページ, <http://homepage2.nifty.com/aseo/>
- 9) 重松 武, 岡野剛健, 木山浩二：九州農業研究, 60, 161, 1998.

Measurements of working postural loads by recording these postures and the improvement of evaluation methods in different culture systems of strawberry

Tomohiro Miyazaki, Masato Kataoka

Summary

In this research, the work loads of grower were estimated by measuring various work postures in case of strawberry cultivations and evaluated the effects of laborsaving and mitigation of work loads.

- 1) "8 channels (ch) work posture analysis system" composed of an angle sensor and a portable memory and pursuer can measure angles of each part of the body at settled intervals while at work. The behavior of angle change, frequency of appearance and postures change with time can be performed clearly. The burden to the joint and muscles of the whole body can be evaluated using the support software for evaluation of the loads to a waist, and a work improvement with the pressure power to a joint, a moment, the muscular power used, the pursuers compares with and can estimate from numerical values.
- 2) "Work posture measurement system" is a system which an investigator judges from a posture while grower is working and inputs into a portable terminal. Investigator measures the frequency of appearance of a same and hard posture and the value of a relative metabolic rate under various kinds of management in works. Evaluation is performed using these values respectively.
- 3) "Ovako working posture analyzing system (OWAS)" is a system which records 4 items of working posture, the trunk, the upper limbs, the legs and posture codes of weight, and classified in four ranks based on the degree of burden by the posture, and the degree of demand for an improvement. In this system, the investigator can grasp the appearance time of a problem posture, frequency, and the degree of overall burden.
- 4) Using a different work posture measurement system, we compared the work burden of strawberry grower adopted elevated substrate bed system (ESBS) to traditional flat raised bed one and the results are summarized as follow. In a "8 ch work posture analysis system", the burden loading on the waist, the back, the neck, and so on in strawberry ESBS decreases to $1/4 \sim 1/20$ comparing to the loading in the case of soil culture. In a "work posture measurement system", a work burden of ESBS decreases 50~70%. In "OWAS" decreased from 28.5% to 1.3%, in transplanting work, and from 46.2% to 0% in harvesting work, respectively.
- 5) Even if a measurer used any evaluation system, the burden of ESBS lightened work loads comparing to another culture system, and it was proved that a work burden of ESBS falls to the about half of another.
- 6) The measurement value using these measuring systems is generalized and standardized, usage of the every system is permitted widely by general measurer, and the evaluation system examined this time can be used extensively.