

〔近中四農研資 3〕
11—20 (2005)

作業台車を用いた水稲跡レタス移植作業の労働負担軽減技術の研究

角川 修・藤川益弘・松崎健文
大黒正道・田中宏明・猪之奥康治*

Key words: 水稲跡レタス栽培, 移植作業, 作業台車, 作業姿勢, OWAS, 表面筋電図

目 次

I 緒 言	11	III 結果および考察	14
II 材料および方法	12	1 移植作業の内容と作業能率	14
1 供試機の概要	12	2 OWASによる作業姿勢評価	16
2 試験方法	13	3 表面筋電図による筋負荷	16
		IV 摘 要	18
		引用文献	18

I 緒 言

レタス (*Lactuca sativa*) は栽培適温が15~22℃と低く、夏は高地の冷涼な地域で、冬は暖かく降雪のない地域で栽培されている。冬作レタスは、水稲作と組合せて栽培されており、夏場に水を湛水することで連作障害を回避している。厳寒期には保温対策が必要であるが、春には水田に戻す必要があるため、設営や撤去が容易で簡易なトンネル栽培が一般的で、そのトンネル内の栽培空間を有効に利用するため、畝幅1,300~1,800mmの平畝に4条もしくは3条の多条植えが行なわれている。

機械化のためのレタスの標準栽培様式は、畝幅450mm-1条植え、または畝幅900mm-2条植えと決められている。この様式に対応した野菜全自動移植機が農業機械メーカー数社より市販されているが、

水稲跡レタスの栽培様式には利用できない。そこで、多条植えに対応するために、輪距を調節可能にし、移植位置を変更できるように改良が加えられたが、旋回枕地として2.5m程度必要、機体重量が重く取扱いが困難、同一畝を2往復しなければならない、千鳥植えに対応できない、などの問題があり、普及が進まなかった。

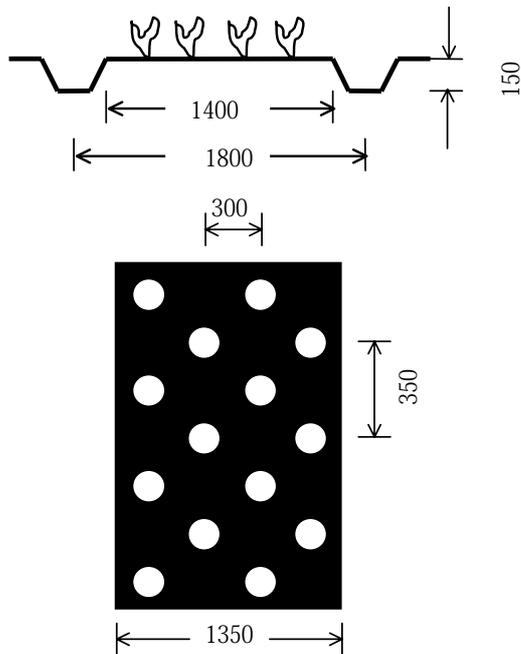
一方、レタスの収穫で、自転車の車輪を4個使用したトンネルをまたぐ門形の台車が広く利用されており、運搬作業の軽労化に役立っている。この収穫台車に移植ユニットを取付け、作業者が手で苗を供給する簡易移植機の研究が行なわれ^{3) 6)}、その中で、電動モータで複数の移植ユニットを上下に動かし、セル成型苗を一定の深さに移植できる野菜用半自動多条移植機が市販された⁷⁾。

しかしながら、植付け穴の中にセル成型苗を置くだけの機械移植では、苗の植付け姿勢や根鉢の土押

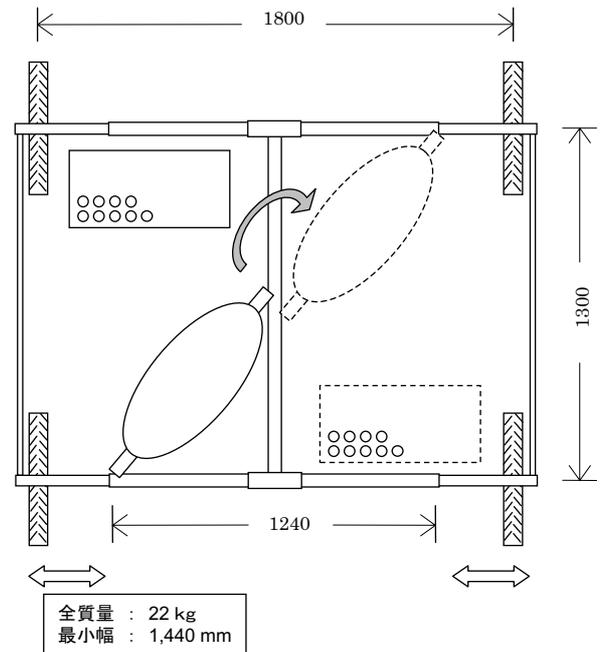
(平成16年10月18日受理)

傾斜地基盤部

* 現生物系特定産業技術研究支援センター



第1図 水稲跡レタスの栽培様式 (4条植え)



第3図 腰掛式作業台車の概要

さえ不足が品質に影響するという不満もあり、定植は手作業でも良いが作業姿勢を改善したいという要望もある。また、小区画の圃場が多く1回の植付け面積が数アール程度の小規模農家では、もっと安価で簡易な方法が求められている。そのような要望に対応して、簡易な腰掛式台車や電動台車が開発されている⁴⁾が、畝幅の広い水稲跡レタス栽培に適用できるものはない。

そこで、作業者が椅子に腰掛けた作業姿勢で、水稲跡レタスの栽培様式である畝幅1,800mm-4条植えで利用できる作業台車を開発し、労働負担軽減効果を評価したので報告する。

本研究の一部は、農林水産省の先端技術等地域実用化研究促進事業「四国地域の稲・野菜(レタス)・大豆2年三毛作における作業競合軽減技術の開発」の助成を受けた。また、試験に際しては、同プロジェクトの主査で、野菜用半自動多条移植機を開発した香川県農業試験場の協力を得て実施した。

II 材料および方法

1 供試機の概要

1) 腰掛式作業台車

香川県で広く採用されている4条植えの水稲跡レ

タス栽培様式を第1図に示す。畝幅1,800mm、天場幅1,400mmの畝に1,350mmの穴あき4条千鳥マルチを展張する。天場を広く取るため、畝間は150mmほどしかなく、作業スペースが狭い。

試作した腰掛式作業台車(以下、作業台車)の写真および概略図を第2図、第3図に示す。4個の自転車用20インチタイヤとそれを支えるフレーム、座席、苗置き台で構成されている。座席に座った状態で、4条を一度に移植することは難しいことから、往路で畝の半分の片側2条を、復路で残り2条を植えることとした。作業台車は原動機の備えがなく、作業者が足で後方に蹴って移動する。座席は、本体フレーム枠と作業台車の中央にある中央フレームで懸架されているだけなので、座席が取り外しできる。往路の移植で畝の端まで到達したら、第3図のように座席を左右付け替えることができるので、作業台車を旋回する必要がなく、作業者が座る位置を替えるだけで、容易に復路の作業に移れる。枕地旋回やトラックからの積下ろしの作業負荷軽減のために、材質をアルミ製にして軽量化を図った。本体フレームは、中央フレーム、自転車用タイヤを固定している左右のタイヤ支持フレームで構成されている。作業者の体重が加わる座席を支持する中央のフレーム

には厚さ2mm、外形30mmの正八角形の中空パイプを使用し、タイヤ支持フレームには外形25mmの正八角形パイプを使用した。中央フレームとタイヤ支持フレームの連結部は、径の異なるパイプを挿入して止めネジで固定しているだけなので、作業台車の輪距が縮小できる。作業台車の輪距が変えられると、トラックの荷台への積載が容易になり、畝幅の異なる作物にも利用できる。

2) 野菜用半自動多条移植機（以下、半自動移植機）

供試した半自動移植機（S社製HSW-4）の写真を第4図に示す。本機は香川県農業試験場が開発し⁷⁾、現在、メーカーから市販されている。特徴は、駆動力がない4輪の台車に、4個の移植ユニットを千鳥配置し、1個のDCモータで移植ユニットを同時に上下させて移植を行う。個々の移植ユニットには、地表面から一定の深さで移植できる機構が備わっており、通常の畝であれば十分な移植精度が得られる。苗はセル成型苗を使用し、移植ユニットへの苗の供給は2人の作業者が行ない、作業姿勢は常に立位姿勢である。移植苗の株間となる台車の移動停止位置は、直前に植えた苗を目標に機体に固定したメジャーを用いて作業者が判断する。

2 試験方法

1) 試験区

作業台車によるレタス移植作業の労働負担軽減効果を評価するため、観察法による作業姿勢の評価および表面筋電図による筋負荷の測定を行った。試験区は、開発した作業台車による移植作業と半自動移植機、手植えによる慣行作業とした。

第1表 OWASのAC (Action Category) 判定表

AC1 :	この姿勢による筋骨格系負担はない。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。

2) OWASによる作業姿勢評価

フィンランド労働衛生研究所が開発したOWAS⁴⁾ (Ovako Working Posture Analyzing System) は、専用の計測器を必要とせず、比較的簡易に作業姿勢を評価することができる方法である。作業姿勢を背部、上肢、下肢、重さの4項目に分けて観察し、姿勢コード表から、「背部はまっすぐ」、「上肢は両腕とも肩より下」のように4項目の状態を分類する。それぞれの状態には数字が割り当てられており、作業姿勢を4桁の姿勢コードとして記述する。各姿勢コードは、AC (Action Category) 判定表を用いてAC1からAC4までの4段階に判定する。ACの意味は第1表に示すように、姿勢の負担度と改善要求度に対応しており、AC4およびAC3が多い作業は有害な作業と判定される^{1) 5)}。

機械操作に慣れている被験者の作業データを得るために、作業台車の評価モニター農家および半自動移植機を所有する農家を被験者に選んだ。作業者に作業姿勢の評価試験を意識させないように、農家の圃場における実際の移植作業をビデオカメラで撮影した。また、3試験区の比較試験データを得るために、当センターの職員（男性37歳）を被験者として、圃場で移植試験を行った。栽培様式は第1図の水稻跡レタス栽培様式とし、2003年11月17日に畝立てマルチ（Y社製RCA910M）で畝長45mの2畝を準備し、マルチ押さえのために、歩行型管理機（M社製MRV2VH）で畝間の土をマルチ全面に被せた。供試したレタスセル成型苗は、広域育苗センターで育苗されたもの（200穴、品種：シスコ、苗齢：35日、播種日：10月22日、培土：スミカセル用培土）を用いた。移植試験は、11月26、27日に実施した。

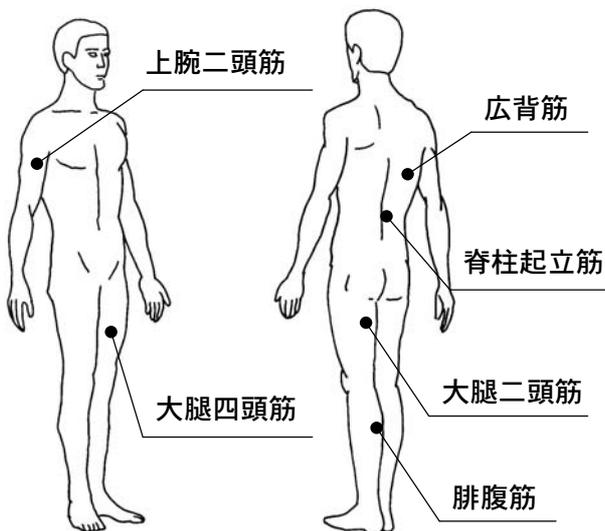
記録したビデオ映像から10秒毎の作業姿勢をサンプリングし、Ovako式作業姿勢分析システムソフトJOWAS⁵⁾ を使用して、姿勢コードおよびACを整理した。

3) 表面筋電図による筋負荷の測定

人間の運動や作業は、筋肉が骨を動かしたり、姿勢を維持したりすることによって成り立っている。筋肉の収縮のメカニズムは、大脳の運動中枢からの信号が運動神経を興奮させ、その運動神経の興奮が筋繊維に伝わり筋電位を生じさせる。この筋電位を

計測したものが筋電図である。筋電を計測する方法として、皮膚の表面に電極を貼付し、皮膚表面の筋電図を計測する方法がある。表面筋電図は、ランダムノイズのような波形が現れ、その振幅の大きさが筋活動の強さに比例することがわかっている^{2) 5)}。

予備試験により、筋の収縮が観察された6箇所（筋、上腕二頭筋（肩と肘の間の筋、肘関節の屈伸に参与）、脊柱起立筋（背骨に沿った筋、体幹部の伸展・後屈に参与）、広背筋（背中わきの下の筋、肩関節の内転・伸展・内旋に参与）、大腿四頭筋（ふともも前の筋、膝関節の伸展に参与）、大腿二頭筋（ふともも後の筋、膝関節の屈曲と股関節の伸展に参与）、腓腹筋（ふくらはぎの筋、足関節の底屈と膝関節の屈曲に参与）の表面筋電図を計測した（第5図）。上肢3箇所は移植および苗のハンドリングを行う利き腕、すなわち右半身の表面筋電図を、下肢3箇所は作業台車の移動で使用する左足の表面筋電図を計測した。計測対象とする筋が最もよく収縮する位置を確認し、その皮膚に電極（A社製、Blue Sensor）を筋繊維の方向に沿って30mm間隔で2個貼り付けた（第6図）。また、ノイズ除去のため筋電位の影響を受けない左胸に不感電極を1個貼り付けた。電極から導出される信号をリード線でテレメータ（N社製、4ch多用途テレメータ511）の送信機に導き、受信機を介して、データレコーダ（N社製、オムニエース RT3608ST）に記録した。データ



第5図 表面筋電図を計測した筋の位置

レコーダのサンプリング周波数は1kHzとした。レタス移植作業の筋電図計測は、前述のセンター内圃場で行い、同職員を被験者とした。

表面筋電図の計測システムから得られる生データは、時間を横軸とする波形として記録される。一定の作業時間に加わる平均筋負荷を算定するため、10苗を移植した作業をデータ処理区間と定め、生データを全波整流波形に加工し、その区間の積分値を求めた。得られた積分値を処理時間で除して、単位時間当たりの積分値EMGを算出した。一方、筋電図は、筋肉の量、皮膚の電気抵抗、電極の貼り付け位置によって大きく異なる。そこで、筋肉に最大負荷をかけて得られた表面筋電図から最大自発筋収縮時の値MVCを算出し、MVCを100%として正規化し、最大筋力比%EMGを求めた。

$$\%EMG = EMG / MVC \times 100 \dots (1)$$

移植作業は繰り返しの動作から成り立っているが、1サイクルごとに、筋活動が活発で筋電図の波形が大きく現れる時間と、波形が小さく筋活動が休憩している時間がある。そのため、筋活動が休憩している時間が長い場合、平均筋負荷のように単位時間で除すると、筋負荷が過小評価される。そこで、作業1サイクルの中で、筋電図の波形が大きく現れる部分を抽出し、波形の振幅を求めた。5サイクル分の振幅を平均し、移植作業時の最大筋負荷を求めた。この値も、前述と同様に最大自発筋収縮時の値を100%として正規化した。

Ⅲ 結果および考察

1 移植作業の内容と作業能率

1) 慣行作業

手植えによる慣行作業は、作業者が畝間に入り、畝に向かって蹲踞の姿勢でしゃがみ、4条千鳥配置の手前2条に手で苗を植える（第7図）。利き腕が右の作業者の場合、畝間を右方向に移動しながら移植作業を行う。まず、セルトレイを移植位置よりも右に置く。調査した農家では、セルトレイが1枚だけ載る4輪の手押し台車を使用していた。しゃがんだ姿勢でマルチを覆っている土を両手で手前に引き

寄せ、その土を畝の肩に集めるとともにマルチ穴の位置を確認する。右手でセルトレイからセル成型苗を抜取り、左手の親指でマルチの穴の中央にくぼみを作り、右手でセル成型苗の根を挿入し、両手で周りの土を寄せながら苗の根元を軽く手で押さえる。手が届く範囲の2条・2列の4苗を植え終わると立ち上がり、次の4苗の中間付近に横移動する。最後に、セルトレイを右方向に移動する。これら一連の動作を繰り返し、畝の端まで到達すると、同じ畝間を戻りながら反対側の畝の2条を植える。慣行作業の動作は、ゆっくりと屈伸運動していることと同じで、作業を20分程度続けると、腰に手を当てて後屈し、筋の疲労を回復させる動作が見られた。移植作業時間は、作業に慣れている農家で、200苗のセルトレイ1枚当たり14.65分で、作業能率は1.3 a/hであった(第2表)。

2) 作業台車による作業

開発した作業台車は、作業者が地面を足で蹴りながら畝方向に移動する無動力の台車である。作業者は作業台車中央のパイプが右手側にくるように、左側の座席に座り、左足を畝間に、右足を畝の天場に置く。セルトレイを作業台車の座席前方の苗置き台に置き、作業者は座席に座ったまま右手で苗を抜取り、慣行作業と同様に、左手でマルチの穴にくぼみを作り移植する。マルチ押さえの土を畝の肩に集める作業も座席に座ったまま行われた。作業台車の移動は、座った姿勢のまま左足で地面を蹴り、後方に進む(第8図)。畝の端まで行くと、作業台車の座席を外し、右側に付け替える。同じ畝をまたいだ

まま往路で2条を、復路で残りの2条を植える。往復4条の移植を終えると、畝の端で前後どちらかのフレームを持上げ、車輪で畝の天場を踏みながら次の畝に作業台車を移す。移植作業時間は、200苗のセルトレイ1枚当たり17.58分で、作業能率は1.1 a/hであった(第2表)。

3) 半自動移植機による作業

半自動移植機での作業は、2人組作業で行われ、常に立位姿勢となる(第9図)。基本動作は、本体の移動、苗の供給、移植ユニットの操作に分れる。本機での作業に慣れた農家夫婦は、前方向の左側にいる夫が停止位置を決定し、移植ユニットの作動スイッチも操作していた。苗の供給は、そのスイッチを入れて移植ユニットが上下動している間にセルトレイから次の苗を抜取り、本体が移動する前に苗を移植ユニットに供給していた。この手順で作業すると待ち時間が少なく、作業員1人がセルトレイ1枚分の苗を移植する時間は8.80分で、2人作業の作業能率は4.3 a/hであった(第2表)。

4) 作業方法による作業能率の比較

今回の作業姿勢の調査は、実際の農家の圃場で行ったため、畝の長さや枕地の有無が統一できず、単純に移植作業のみで作業能率を比較した。山浦⁷⁾の報告によると、半自動移植機では移植作業の他に移植ユニットのカップ清掃や旋回、株間調整、苗補給などがあるが、移植自体の作業時間は全体の95%であった。慣行および作業台車を用いた作業においても苗補給時間が必要ではあるが、全体の1~2%程度であることから、移植自体の作業時間が作業能率の大半を占めていると考えられる。

慣行作業と作業台車による移植作業では、マルチ押さえの土を畝の肩に集める動作が含まれているが、長時間に渡り最も安定していたので、農家女性の慣行作業時間を基準として慣行作業能率比を求めた(第2表)。その結果、作業台車利用は慣行作業に比べて作業能率比が0.83~0.96となり、作業能率がやや劣った。半自動移植機利用は、マルチ押さえの土を畝の肩に集める動作が含まれないこともあり、作業能率比が1.23~1.66と能率的であった。

第2表 レタスの移植作業時間および作業能率

作業内容	被験者	200苗移植 時間 (min)	作業能率 (a/h)	慣行作業 能率比*
慣行作業	女性 (63)	14.65	1.3	1.00
	男性 (37)	13.92	1.4	1.05
作業台車	女性 (63)	17.58	1.1	0.83
	男性 (37)	15.30	1.2	0.96
半自動移植機**	男性 (70)	8.80	2.1	1.66
	女性 (37)	11.88	1.6	1.23

* 慣行作業能率比は、慣行作業の女性の被験者の作業能率を基準とした。

** 半自動移植機による作業は2人組み作業となるが、作業員1人当たりの作業時間および作業能率を記述した。

表3 OWASによるレタス移植作業の評価

作業内容	被験者	度数 (%)				主な姿勢	AC4およびAC3と なった作業内容
		AC4	AC3	AC2	AC1		
慣行作業	女性 (63)	0.0	61.9	31.4	6.7	2141	移植姿勢
	男性 (37)	0.0	45.7	54.3	0.0	2141	移植姿勢
作業台車	女性 (63)	0.0	0.0	71.0	29.0	2111	
	男性 (37)	0.0	0.0	80.0	20.0	2111	
半自動移植機	男性 (70)	0.0	2.8	0.9	96.3	1121	移植失敗の修正
	男性 (37)	0.0	1.2	7.4	91.4	1121	移植失敗の修正

2 OWASによる作業姿勢評価

1) 慣行作業の作業姿勢

移植作業の違いによるOWAS姿勢コードおよびACを第3表に示す。身長が低い農家女性の場合、慣行の手植え作業は、背部を前に曲げた蹲踞姿勢が多く、OWASの姿勢コードは2141となり、AC3と評価され、早期に改善が必要な作業と判定された。身長が187cmと高く腕が長い男性の場合、背部を曲げなくても手が届く範囲が広いこと、姿勢コード2141が1141に移行し、AC3がやや少なくなった。しかし、AC3が著しく減少したとは言えず、早期に改善が必要な作業であることには変わりなかった。

2) 作業台車による作業の作業姿勢

移植作業時は座席に座ったままの作業を行うため、基本姿勢は座ったまま背部を曲げたOWASの姿勢コードは2111で、AC2の近いうちに改善すべき姿勢と評価された。AC4およびAC3の有害な作業はなかった。

3) 半自動移植機による作業の作業姿勢

半自動移植機による基本的な作業姿勢は、背中をまっすぐにして両足でまっすぐに立つ姿勢1121、または、背中をまっすぐにして歩く姿勢1171となり、両者ともAC1の改善不要な問題のない姿勢であると判定された。移植機が植付けミスを生じ、それを修正するために中腰で背部を曲げて苗を植付けた時にAC3の早期に改善が必要な作業が見られたが、作業全体からすると発生頻度は非常に少なかった。

4) 作業方法による作業姿勢の比較

上肢に関しては、慣行作業においても両腕とも肩より下となり、軽量のセル成型苗をハンドリングすることから、特に改善する必要はなかった。一方、慣行作業では、腰が痛い、ふともも前部が突張った感じがする、との作業者の自覚症状もあり、下肢の蹲踞姿勢には問題があると考えられた。比較した3方法は、慣行の蹲踞でしゃがむ姿勢と作業台車の座席に座る姿勢、半自動移植機の立位または歩く姿勢と、下肢の姿勢区分が異なっている。OWASでは下肢の姿勢コードが4（両膝を曲げて立つか中腰、蹲踞姿勢を含む）または5（重心をかけている片脚を曲げて立つか中腰）と分類されれば、ACが他より1ずつ大きくなり、早期に改善が必要な作業であるAC3以上に判定されやすくなる。つまり、下肢の姿勢改善を図った作業台車と半自動移植機は、両者共に作業姿勢の改善に有効な手段であったと言える。

以上、レタスの移植作業の作業姿勢をOWASにより評価したところ、慣行作業がAC3の「早期に改善が必要な作業」と判定されたが、作業台車および半自動移植機を利用すると、AC2の「近いうちに改善すべき姿勢」やAC1の「改善不要な問題のない姿勢」が多くなり、作業姿勢の改善効果が高かったと考えられる。

3 表面筋電図による筋負荷

1) 上腕二頭筋および広背筋、脊柱起立筋

上肢の負担を算定するため上腕二頭筋および広背筋を計測した。慣行および作業台車では、セル成型

苗の根鉢に土を押さえる時に筋電図の振幅がやや大きくなり、半自動移植機では機械を移動させるためにハンドルを押す時に筋電図の振幅がやや大きくなったが、3試験区で筋負荷の差はほとんど見られなかった。腰部の負担を算定するため脊柱起立筋の筋電図の計測を試みたが、腰の曲がりと筋の収縮との関係が逆になり、適切な筋電図データが得られず、比較することができなかった。

2) 大腿四頭筋

大腿四頭筋については、作業者が移動するたびに筋電図の振幅が大きくなったが、移動時以外はほとんど筋負荷が見られなかった。3試験区の比較では、蹲踞姿勢の慣行作業で最も筋負荷が大きかった(第10図, 第13図)。移植作業の最大筋負荷で比べると、慣行作業が他の2方法の2.5倍となり、周期的に大腿四頭筋に大きな負荷が加わっていたと考えられる(第14図)。

3) 大腿二頭筋

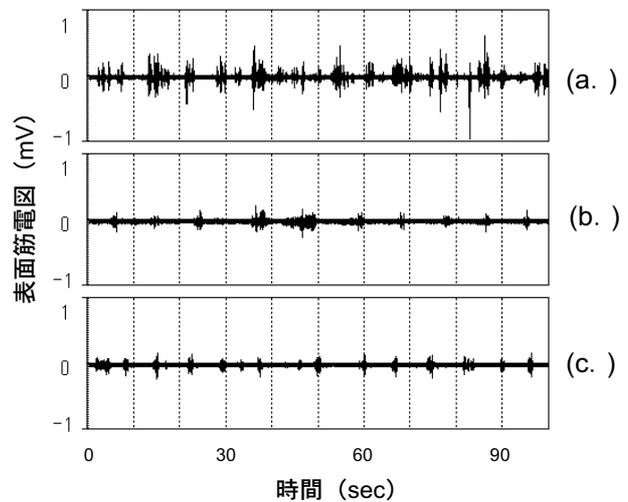
大腿二頭筋については、作業台車で筋電図の振幅が最も小さく、地面を足で蹴って作業台車を移動させる時も、振幅が大きくならなかった。座席に座る姿勢では、大腿二頭筋はほとんど使われないと考えられる。一方、立位姿勢と蹲踞姿勢では、常に筋に負荷がかかっている状態であるが、周期的な強弱は見られなかった(第11図, 第13図)。

4) 腓腹筋

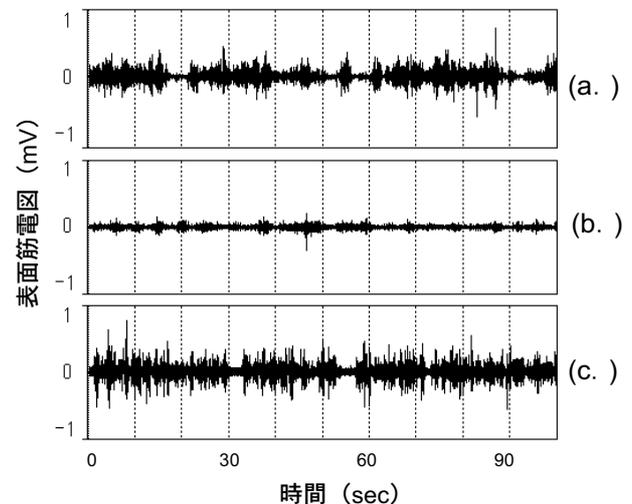
腓腹筋については、作業者が移動するたびに周期的に振幅が大きくなるが、半自動移植機および慣行作業では、移動時以外でも常に筋負荷がかかっていた(第12図)。作業台車では、移動時に足で地面を強く蹴る時以外は休息をとっている状態となり、単位時間当たりの筋負荷で比べると立位姿勢の負荷と同程度であった(第13図)。しかし、最大筋負荷の波形の振幅で比較すると、最大自発筋収縮時と同等の大きな負荷が加わっていた(第14図)。

5) 作業方法による筋負荷の比較

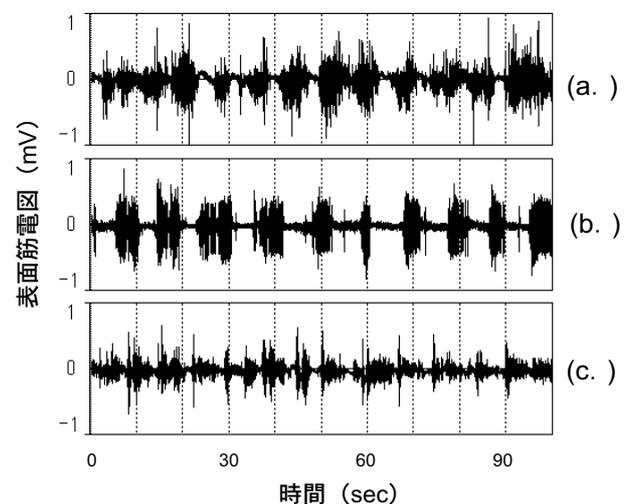
表面筋電図により筋負荷を測定したところ、慣行の蹲踞姿勢に比べて、座席に座る姿勢および立位姿



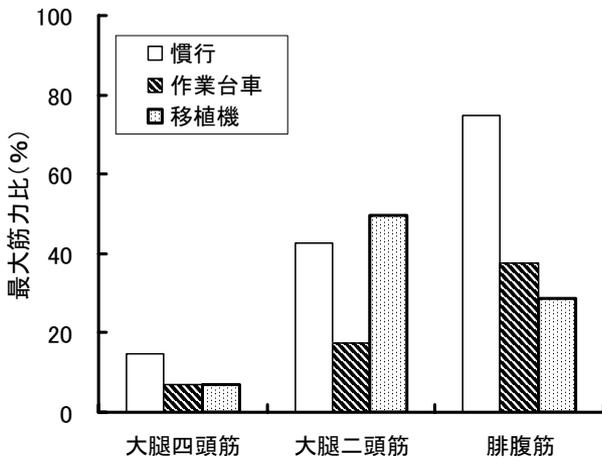
第10図 大腿四頭筋の表面筋電図
(a. 慣行 b. 作業台車 c. 半自動移植機)



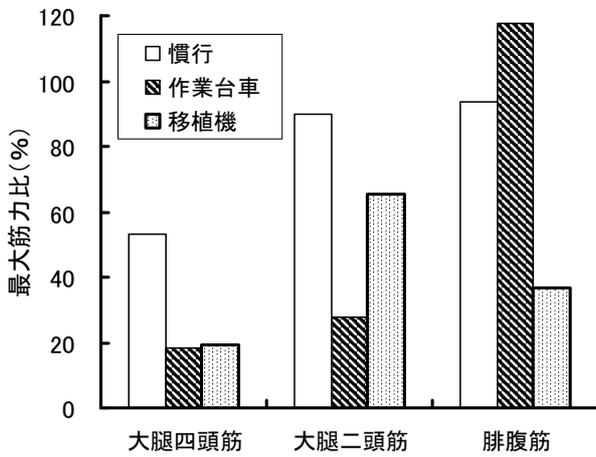
第11図 大腿二頭筋の表面筋電図
(a. 慣行 b. 作業台車 c. 半自動移植機)



第12図 腓腹筋の表面筋電図
(a. 慣行 b. 作業台車 c. 半自動移植機)



第13図 レタス移植時の平均筋負荷



第14図 レタス移植時の最大筋負荷

勢で、下肢部（大腿四頭筋，大腿二頭筋，腓腹筋）の負担が小さくなることが示された。作業台車による移植作業では、座席に座った姿勢となるため、作業台車の移動時を除けば下肢筋が休息している状態となり、下肢筋の負荷を小さくする効果は大きかった。しかし、台車移動時に腓腹筋に大きな負荷がかかるので、圃場の水分が多く土の抵抗が大きくなる雨上がり時の作業はさける必要がある。

IV 摘 要

水稲跡レタス栽培のセル成型苗移植作業の作業姿勢を改善するため、腰掛式作業台車を試作し、OWASによる作業姿勢評価および表面筋電図計測による筋負荷を調査した。その結果、作業台車を用いると、慣行に比べて作業能率がやや劣るものの、作業姿勢は「早期に改善が必要な作業」から「近いうちに改善すべき姿勢」に改善された。また、下肢筋の負荷が非常に小さくなり、下肢筋の疲労を軽減する効果は大きかった。

引用文献

- 1) 石川文武・菊池 豊 2002. 農業労働の計測・評価ガイドー1. 生物系特定産業技術研究推進機構, 26-41.
- 2) 石川文武・菊池 豊 2003. 農業労働の計測・評価ガイドー2. 生物系特定産業技術研究推進機構, 14-34.
- 3) 長崎裕司・猪之奥康治・宮崎昌宏・田中宏明・川嶋浩樹 1998. 野菜作の軽作業化技術の開発：第5報 セル成型苗用簡易移植機の開発. 農業機械学会関西支部報83：5-8.
- 4) Osmo Karhu・Pekka Kansil・Ilkka Kuorinka 1977. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. Applied Ergonomics, 8.4:199-201.
- 5) 瀬尾明彦. 人間工学と産業保健のホームページ. <http://www.ergooh.com/>.
- 6) 土屋史紀・岡崎絃一郎・熊倉裕史・尾島一史・石田茂樹・吉田智一・亀井雅浩 1999. セル成型苗用簡易移植機の開発. 第58回農業機械学会年次大会講演要旨 259-260.
- 7) 山浦浩二 2003. レタス用半自動多条移植機. 機械化農業, 2003 (5): 4-7.
- 8) 吉田 良 2002. さつまいも挿苗用電動作業台車の開発. 機械化農業, 2002 (10): 25-27.

Study on labor stress reduction of transplanting work of lettuce shoots using 4 wheel sitting cart

Osamu SUMIKAWA, Masuhiro FUJIKAWA, Takefumi MATSUZAKI,
Masamichi DAIKOKU, Hiroaki TANAKA and Koji INOOKU*

Summary

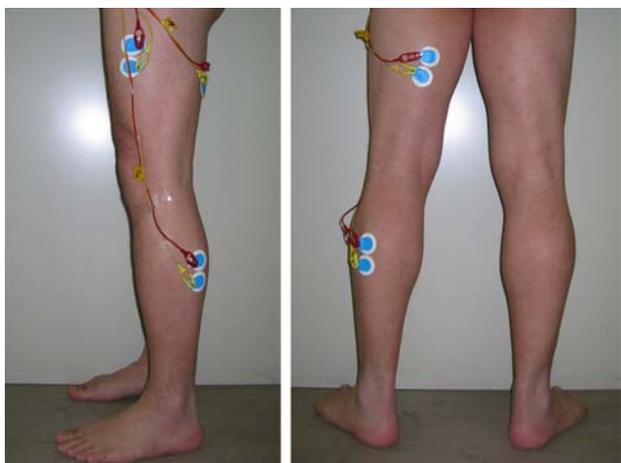
The winter lettuce is cultivated in plastic tunnel at paddy fields in Kagawa prefecture. The planting ridge is 1800mm in width and the planting pattern is 4 rows in one ridge. We developed the 4 wheel sitting cart to transplant lettuce plug shoots manually corresponding to this planting pattern. To evaluate labor stress reduction using the developed cart, we applied OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) and an electromyography measurement. In the result of OWAS, the working posture of present manual transplanting was classified into AC3 which means "postures need consideration in the near future". While, the working posture using the developed cart was classified into AC2 which means "postures must be considered during the next regular check of working methods" and was improved compare to present work. In the result of an electromyography, the muscle load of lower limbs was significantly reduced.



第2図 開発した腰掛式作業台車



第4図 半自動移植機



第6図 表面筋電図の計測（下肢筋）



第7図 慣行の移植作業



第8図 作業台車による作業



第9図 半自動移植機による作業