原著論文

ハウレンソウセル成型苗を利用した移植栽培への 電動型半自動多条移植機導入による 労働負担軽減効果

藤原隆広*・亀井雅浩*・内藤和男**・熊倉裕史*・

高田健一郎***・吉田祐子*・窪田 潤*

*農業・生物系特定産業技術研究機構近畿中国四国農業研究センター

**株式会社和田オートマチックス

***富山農業普及指導センター

Reduction of Stressful Manual Labor During Transplanting of Spinach Plug Seedlings by the
Introduction of an Electric Semi-Automatic Transplanter

Takahiro FUJIWARA*, Masahiro KAMEI*, Kazuo NAITO**, Hiroshi KUMAKURA*

Kenichiro TAKATA***, Yuko YOSHIDA* and Jun KUBOTA*

*National Agricultural Research Center for Western Region

**Wada Automatics, Co., LTD.

***Toyama Agricultural Extension Center

1. 緒言

ハウレンソウの移植栽培では、高温期栽培における発芽の斉一化と苗立ち率の確保(山本・満田 1996)、高温期に頻発する立枯病(*Pythium spp.*)や萎ちょう病(*Fusarium oxysporum f.sp.spinaciae*)などの土壌病害の回避(荒井ら 1984, 千葉ら 2000, 村上ら 2000, 高城ら 2001)、間引き作業の省力化(荒井・岡山 1982)、在圃期間の短縮による年間作付け回数増加(亀田 1999, 鈴木 1996, 田村・田口 1998, 山本ら 1994)などの利点があげられる。

既報(高田ら 2006)で紹介したようにハウレンソウの移植栽培におけるセル成型苗(以下、セル苗と表記する)の利用は、既に他作物で活用され

ているセル苗供給システム等を利用しやすいこと、連結ペーパーポット苗と比較して資材費が少なく済むこと、株間の調節が可能であること、ソイルブロック苗と比較して作付け規模拡大が容易であることなどの利点が指摘されている。また、野菜栽培分野では、既にセルトレイサイズの標準規格が定められており(吉岡 2001)、これによって多くのメーカーから同一規格のトレイが供給されるようになった。このことは価格面でも利用者に有利に働いているものとみられる。

しかし、セル苗を利用したハウレンソウの移植栽培では、慣行の直播栽培と比較して移植時の労働負担が圧倒的に増加することが最大の障壁(亀田 1999)となって生産現場にほとんど普及していない。移植時の労働負担の軽減方法の一つとして、移植機の利用が考えられ、セル苗が利用できて株間の狭い栽培様式の作物に対応した市販の移植機としては2条植えのタマネギ移植機が挙げられる。しかし、この移植機は露地栽培での利用を前提としており、エンジン駆動で機体が重く、小回りが

平成 17 年 7 月 22 日受付

平成 18 年 2 月 20 日受理

Corresponding author

藤原隆広 Takahiro FUJIWARA

〒 623-0035 京都府綾部市上野町上野 200

200 Ueno, Uenocho, Ayabe, Kyoto, 623-0035

E-mail : tfuji@affrc.go.jp

表1 試作した電動型半自動多条移植機の主要諸元

全長 × 全幅 × 全高 (mm)	1050 × 950 × 1400
輪距 (mm)	850
軸距 (mm)	550
質量 (kg)	52
走行部・動力	4 輪式・人力式
移植方式・移植様式	人力苗供給・4 条並列植え
移植ユニット	各ユニット独立懸架式
移植動力	DC モータ (12V - 60W)
バッテリー	12V12Ah 鉛バッテリー (オートバイ用)
充電器	100V 電源用トリクル充電器
条間 × 株間 (mm)	150 × 150
適応畝 幅 (mm)	800 ~ 1800
高さ (mm)	0 ~ 200
マルチ穴	穴の有無どちらにも対応
適応苗	セル成型苗 (200 穴セル等)
作業人員	2 人組

図1 試作した移植機 (上) と機械移植時の作業姿勢 (下)

きかないこと、2条植えであるため往復回数が多くなることなどにより、簡易雨よけ栽培での利用は難しい。ハウレンソウの移植栽培を意識した移植機の開発に関しては、これまでに土屋らのグループ (熊倉ら 1999, 土屋ら 2002) が電動型半自動移植機の試作について報告しているが、市販

化までには至ってない。山浦 (2004) は、土屋ら (2002) と同様の植え付け機構を持つ露地レタス用の電動型半自動多条移植機を開発し実用化に成功しており、これは既に市販化されている (商品名: 「ちどりさん」、生産: 沢田機工、販売: 和田オートマックス)。

筆者らは、このレタス用半自動多条移植機を基に、株間の短縮ならびに軽量化と小型化を図り、ハウレンソウセル苗の移植に適した電動型半自動多条移植機を試作した。本報では、この試作機の紹介とともに本試作機を用いたハウレンソウセル苗移植時の労働負担軽減効果について、いくつかの視点から検討し、実用上の優位性と今後さらに改善すべき点を明らかにしたので報告する。

2. 材料および方法

1) 試験条件

(1) 試作した移植機の概要

供試した電動型半自動多条移植機 (図1、以下、試作機と示す) の主要諸元を表1に示した。これは、市販のレタス用半自動多条移植機を基に簡易雨よけハウス内におけるハウレンソウ移植栽培に適応出来るように改良を加えた試作機である。

試作機は、質量 52kg、全幅 950mm と市販のレタス用 (質量 62kg、全幅 1500mm) より軽量化・小型化を図ったセル苗 4 条植え用で、4 個の移植ユニットを千鳥配列し、これらを同時に上下させ

図2 移植ユニットの外観と作動概要 (山浦 2000 より)

- ①移植ユニットは上方に位置し、苗の供給を待つ。
- ②移植カップが土中に入し、ほぞ穴を形成する。この時、移植カップには開口力が働くが、土圧で開講できない。
- ③カップが土中から出ると開口し、苗をほぞ穴に落下させ、移植は完了する。

図3 苗の植え付け作業手順

- 1: 前列2ユニットのみに苗を充填して移植する。
 - 2: 1で植えた苗と後列2ユニットが1列に並ぶように移植機を移動し(前に15cm移動)すべてのユニットに苗を充填し移植する。
 - 3: さらに15cm進めてすべてのユニットに苗を充填し移植する。以降、これの繰り返し。
- ※ちど配列を利用して株間を等間隔に調整して移植することが可能。植え付け様式は15cm、株間15cmの4条植えとなる。

表2 移植作業試験における被験者の特徴

項目	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D
性別	男	男	男	女
年齢 (歳)	34	54	31	27
身長 (cm)	164	163	175	158
体重 (kg)	63	79	70	48
上肢長 (cm)	70	67	75	67
安静時心拍数 (拍/min)	86	88	74	88
踏台昇降運動時の心拍数増加率 (%)	43	41	41	70
手植え経験	5回以上	初めて	初めて	5回以上
移植機経験	3回	5回以上	初めて	1回

る移植動力をモータ駆動 (DC12V-60W) で行う。移植ユニットの駆動は両方のハンドル部分に設置されたボタン型スイッチにより作業者2人のうちどちら側からでも行うことが可能である。試作機の移動および苗供給は人力で行う。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装備されている (図2)。株間はちど配列した移植ユニットを活用し前列2ユニットで移植した苗を目安に後列2ユニットが直線上に並ぶ位置まで試作機を移動 (15cm) させてから次の移植を行う手順で行う (図3)。本機は、ハウレンソウの他、チンゲンサイ、シュンギク、コマツナ等の株

間の狭い作物にも対応可能である。

(2) 移植作業試験における被験者の特徴

被験者は、年齢、性別、身長、体型および移植作業経験の異なる4名とした。各被験者の身体的データおよび移植作業経験は、表2に示すとおりである。手植え移植の経験は、被験者AおよびDが5回以上で、他は初めてであった。試作機の使用に慣れた被験者はBのみで、他は3回以下であった。

(3) 移植時の栽培様式

移植時の栽培様式は畝幅85cm、畝高12cm、条間15cm、株間15cmの4条植えとした。また、畝

図4 手植え時の作業姿勢

間の通路は20cmとした。施肥はCDU複合隣加安S555を用い、NPKの各成分を7 kg/10a、苦土石灰50kg/10aとなるよう畝面全層施用した。移植に使用した苗は、200穴セルトレイで育苗したハウレンソウ‘アクティブ’（夏、秋）または‘トライ’（冬）とした。なお、試験に用いた苗の移植時の草丈は概ね5～7 cm程度で葉数が本葉数で4～5枚程度であった。

2) 調査項目

(1) 移植作業時間と作業精度

2004年7月28日（夏、被験者A、B）、10月14日（秋、被験者A、C、D）、12月2日（冬、被験者A、C）に雨よけハウスにおいて移植作業を行い、試作機を利用した移植作業時間を測定した。対照区として手植え移植による作業時間も測定した。なお、移植作業時間は苗の移植作業（株間調節のための移動時間を含む）のみとし、セルトレイの運搬、試作機の畝間から次の畝間への移動時間などは含んでいない。移植作業時間の測定株数は、供試した畝の長さにより異なり、試作機利用（2人組作業）で370～580株、手植えで120～200株とした。また、このときの移植作業精度について、植え付け直後の株間隔（設定株間15cmに対する実際の株間、変動係数）と適性移植株率（適正移植株/全移植株数（欠株含む）×100）を調べた。

移植作業時の天候、簡易ハウス内の平均気温および相対湿度はそれぞれ、夏：晴、34℃、34%、秋：曇時々雨、21℃、63%、冬：曇時々晴、18℃、67%であった。

(2) 移植作業姿勢および心拍数増加率

図5 機械移植と手植えの際の作業時間の比較

注1) A～Dは被験者（表2参照）

注2) 機械移植は2人作業時のデータから算出

注3) 夏：7月28日、秋：10月14日、冬：12月2日

7月28日の移植時の被験者AとBの作業姿勢について、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JOWAS（瀬尾、<http://www.ergooh.com/>）を用いて解析し、姿勢コードとAC（Action Category）を整理した（OWAS法）。

手植えおよび試作機を使用した移植作業時の体幹角度などの作業姿勢は、身長異なる被験者A（12月2日）と被験者C（10月14日）について、作業姿勢モニタ（小林1994）を用いて計測した。移植作業時の心拍数増加率については腕時計型心拍計（POLAR社S610i）を用いて安静時および移植作業時の心拍数を測定し、算出して求めた。

3. 結果

(1) 移植作業時間と作業精度

試作機での作業は、畝の両側の2人組作業となり常に立位姿勢となる（図1）。作業者は、試作機の移動、移植ユニットへの苗の供給、移植ユニットの作動スイッチの操作を行う。本試験では、前方に向かって左側の作業者が作動スイッチの操作を行った。手植えによる作業は、作業者が畝間にしゃがんだ姿勢で行い、4条配置の手前2条に手で苗を植えた（図4）。

移植時の1株当たりの作業時間は、試作機を利用した場合4～7秒/人、手植えの場合は4～12秒/人であり、試作機導入による植え付け能率は、

図7 作業者の身長の違いによる移植作業時の体幹角度に及ぼす影響
注) 被験者の身長は、被験者 A で 164cm, 被験者 C で 175cm

図6 OWAS法による作業姿勢判定結果
注1) AC1:問題なし
AC2:有害で近いうちに改善必要
AC3:有害で早期に改善必要
AC4:非常に有害で直ちに改善必要
注2) 手植えAは図5のA-夏, 手植えBは図5のB-夏, 機械移植ABは図5のAB-夏に対応している。
注3) 機械移植時は2人のデータの平均値

手植えと同等またはそれ以上であった(図5)。なお、手植えの場合は、試作機の利用時と比較して個人差が大きかった。これには被験者の身体特性などが大きく影響しているものと考えられ、作業経験の有無はあまり関係していないものと推察さ

れた。植え付け時の株間間隔について、株間平均と株間の変動係数は、手植え移植で15.0～16.1cmと8.1～10.9%、機械移植で14.3～14.7cmと10.1～11.2%と移植方法の違いによる差は認められなかった。機械植えにおける適正移植株率は7月28日と10月14日の試験では96.6～99.5%と高かったが、12月2日の試験では65～70%と低くなった。これは、直径2～3cmの土塊が多く認められたことにより浅植え株の発生(データ省略)が多くなったためであった。つまり、移植ユニットの押え板(図2参照)の下に土塊がある場合は移植ユニットが地表面よりも高い位置を認識して植え付けるため浅植えとなった。手植えでの適正移植株率は100%であった。

(2) 移植作業姿勢および心拍数増加率

OWAS法による評価について、手植え作業では、被験者A、B共にAC3(有害で早期に改善必要)の割合が最も高かった(図6)。これに対し、機械移植作業では99%がAC1(問題なく改善不要)であった。被験者CおよびDの作業姿勢は被験者Aとほぼ同様であった(データ省略)。

移植機を利用した移植作業時の体幹角度は、被験者Aは95%が19°以下であったのに対して、被験者Cでは20～29°の姿勢が最も高く35%程度を占め、30～39°の姿勢も10%以上を占めていた(図7)。心拍数増加率は、概ね手植え作業と比較して移植機で小さくなる傾向が認められたが、その程度は被験者や測定時の違いにより異なった(表3)。また、本実験で測定した移植作業時の心

表3 手植えおよび移植機利用時の心拍数増加

被験者 (季節)	機械移植 (a)	手植え (b)	移植機導入による 心拍数増加率の変化 (a - b)
A (夏)	12.9	4.6	8.3
B (夏)	7.0	27.2	- 20.2
A (秋)	10.1	17.9	- 7.8
C (秋)	3.1	4.9	- 1.8
D (秋)	12.8	16.9	- 4.1

注1) 表中のデータは心拍数増加率 (%) を示す

注2) 夏:2004年7月28日, 晴天, 作業時 (15時30分～) のハウス内環境:気温 33～35℃, 湿度 34～44%, 秋:2004年10月14日, 曇雨天, 作業時 (14時～) のハウス内環境:気温 18～22℃, 湿度 60～80%

注3) 被験者 (A～D) の身体的特徴は表2を参照

拍数増加率は, すべての被験者において, 踏み台運動時のそれ (41～70%, 表2参照) に比べて小さかった。

4. 考察

本試験における栽培様式は, 条間 15cm, 4条植えとし, 直播栽培で一般的な多条植え (6～8条植え) と比較して少なく設定した。これは, 作業者の移植作業姿勢の負担を出来るだけ少なくすることを主眼においたものであり, このことにより通路の数が多くなりその分の栽培面積が減ることになる。しかし, 試作機はタイヤ幅が自転車と同程度で通路幅は 20cm 程度の最小限に抑えることができることと, 移植栽培では, 直播栽培でしばしば見受けられる発芽不良や子葉展開期における病虫害による生産不安定要因が除去できるため, 栽植面積当たりの商品株率が直播栽培と比較して高くなることが多く, 株間が同じ条件であれば収量面で慣行の直播栽培と遜色ないものと考えられる。商品株率に関連して, 亀田 (1999) は7月どり栽培でセル苗移植することで直播栽培と比較して生存株率が約40%, 正常株率が10%高くなることを報告している。次に, 移植機を利用した場合の実際の株間の設定について, 本実験では15cmと, 慣行の直播栽培の6～7cmの約2倍とし, 栽植密度が1/2程度になる設定とした。このことは, 単位面積当たりの移植作業の省力化の点で有効であるが, 収量性が低下する問題が生じる。この問題に関しては1苗 (セル) 当たり2株立ちとすることで, 収量性の低下を抑えることが出来

ることを確認している (藤原, 未発表)。また, 秋～春にかけての実際栽培では株間を12cm程度とやや狭くすることも生産性の面から有効な方法であると思われる。

今回の移植機導入による省力効果と労働負担軽減効果の検証は, 年齢, 性別, 身長, 体重等が異なる多様な条件の被験者で行うことが出来た。

移植作業能率に関して, 手植えの作業時間は被験者の違いによる変動幅が3倍程度認められ, 必ずしも作業経験の頻度が多いほど作業時間が短縮される結果とはならなかった。個々人が独立して作業を行う手植え作業では, 作業者による個人差が表面化しやすいものと考えられる。これに対して, 移植機を用いた場合は, 同様の被験者でも手植え移植と比較して変動幅が小さく, 作業能率も手植えと同等以上であった。これは, 2人で共同作業することで, 個人差が表面化しにくくなったためと思われる。ただし, 今回用いた試作機では, 苗の充填や移植機の移動などを人力で行うことから, 移植時の作業時間を含めた作業能率については, キャベツ栽培等で用いられるような全自動型移植機のような評価は難しいと考えられる。試作機には移植ユニットが4機搭載されており, 図2に示した①～③までの1工程の作動時間は4ユニット同時で2.57秒であった。このことから, 移植ユニットの動作速度は移植作業時間の律速要因とはなっておらず, 試作機を用いた実際の移植作業では3秒程度の1工程の間にいかに早く次の苗を充填すると同時に株間を移動させるかが作業時間短縮のポイントであるといえる。このように,

半自動移植機（試作機）は作業者の熟練度によって利用効果が左右されることから、農業機械の中でもかなり「道具」的な要素が強いものであり、熟練した作業者の2人組みで2秒/株（4秒/株/人）が現実的な理想の作業効率であるといえる。

苗の適正移植株率は、砕土率が悪い場合に低くなることから土壌表面の土塊を小さくすることが実際に機械移植栽培を行う上で重要と考えられる。今後、砕土率や土壌粒径と苗の適正移植株率との関係を検討し具体的なデータを示す必要があると考えられる。移植時の株間は手植えと大差なかった。このように、移植機の利用により手植えと同等の移植精度での移植が可能であることが示された。

OWAS法による評価結果について、手植え作業では被験者A、Bともに、筋骨格系に有害な作業で早期に改善すべきAC3の割合が最も高かったのに対して、試作機の導入によって作業の99%が、筋骨格系に負担がないAC1に改善された。なお、試作機の利用時と被験者Aの手植え作業でAC4が0.8%認められたが、これは苗の植え直しなどを、一時的に立った状態でひねりながら前屈して行った際のもので作業上の大きな負担にはならないものと考えられる。また、被験者Aと被験者Bでは、被験者Bの方がAC1とAC2の割合が高くなったが、これは、しゃがんだ姿勢の維持が我慢できず、一時的に作業を中断して立ち上がった後ゆっくり足を伸ばすことで自発的に負担軽減反応を示したためであり、このときの植え付け作業能率は、被験者Aと比較して大きく劣った。このように手植え作業はある程度以上の肥満体型の作業者にはかなりきつい仕事であると考えられる。

体幹角度について、身長が約10cm異なる被験者Aと被験者Cでは、身長の高い被験者Cで体幹角度が大きくなる頻度が高く、腰への負担が被験者Aよりも大きくなるものと判断できた。すなわち、移植機のハンドル部位は被験者Aに適した高さであり、被験者Cには低すぎたものと考えられる。従って、ハンドルの高さを身長に合わせて変えることが出来る機構が追加されれば身長の違いにより生じる作業負担を解消できるものと考えられる。

移植作業時の心拍数については、ほとんどの場合で移植機導入による心拍数増加の軽減効果が認

められたが、被験者Aの場合のように必ずしも心拍数増加が抑えられるとは限らなかった。被験者Aの場合は手植え経験が豊富なこと、夏の試験では簡易雨よけハウスの気温が33～34℃と高く（表3）、高い位置ほど熱がこもっていると推察されることから、立位姿勢の方が負担に感じた可能性がある。被験者Cでは、機械移植でも前傾姿勢となり、作業後の聞き取りにおいても腰への負担感を感じた結果も関連しているものと思われる。特に軽減効果が顕著であったのは被験者Bであり、この原因として肥満体型が大きく影響しているものと推察された。ただし、いずれの被験者でも心拍数増加率30%を超えるケースは認められず、いずれの作業も手の動き以外は比較的ゆっくりとした動きであることから肥満体型の作業者以外では心拍数の変化に大きな違いが出にくいものと推察された。

以上、セル苗を用いたハウレンソウ移植栽培では、試作した電動型半自動多条移植機の導入により、手植えと遜色ない作業精度で同等またはそれ以上の作業能率で移植できることが可能となえ、筋骨格系への労働負担を大きく軽減することができていることが示された。

本試験で使用した試作機は現在、ほぼ同様の仕様で施設野菜用半自動多条移植機（商品名：「おしどりさん」）として市販化（販売：和田オートマテックス）されている（市販機では、オーダーにより2～4条の条間150mm、200mmの並列植えに対応させることが可能であり、車幅を広くし移植ユニットを左右に振り分ければ、旋回しなくても8条植えができる仕様とすることも可能である）。電動型半自動移植機には最も大きな特徴が3つ挙げられる。①小型で軽量（1.5m程度の枕地で十分に旋回でき2人で持ち上げること可能）、②電動型で騒音や排気ガスを排出しない（雨よけハウス内での作業も快適に行える）、③構造がシンプルで壊れにくい。これらの要素はハウレンソウの雨よけ栽培に最適のものであり、移植栽培の可能性を最大限に発揮させうることが可能になるであろう。栽培面積が小さな生産現場では、快適で（収益性を上げるための）集約的な農業生産に対するニーズが存在すると考えられる。電動型半自動多条移植機を用いた軟弱野菜等の移植栽培体系は、このような地域の今後の農業振興に大きく貢献できる可能性を秘めていると考えられる。

表4 雨よけハウスにおけるハウレンソウ移植作業時間の推定

ハウスの規格									移植作業時間	
間口 (m)	長さ (m)	ハウス内 面積 (m ²)	栽培面積 (m ²)	ハウス内栽 培面積比率 (%)	畝間通路幅 (cm)	ハウスサイ ド面通路幅 (cm)	畝の数 (本)	栽植数 (株)	(時間 / 2人)	
									機械移植	手植え
7.2	50	360	240	67	20	55	6	7520	6.2	9.0
7.2	45	324	214	66	20	55	6	6720	5.6	8.0
7.2	35	252	163	65	20	55	6	5120	4.2	6.1
6	30	180	115	64	20	48	5	4000	3.3	4.8
6	20	120	72	60	20	48	5	2667	2.2	3.2

注1) 1株当たり / 1人の移植時間：機械移植 5.94 秒，手植え 8.62 秒（図5の平均値）で試算

注2) 隣の畝への移動時間：機械移植 20 秒，手植え 5 秒で試算

注3) 畝幅 85cm，条間 15cm，株間 15cm，4 条植え，畝間の通路幅 20cm，枕地 1.5m で試算

最後に本研究で得られたデータを基に実際の生産現場での活用を考えた作業能率試算値を表4に示した。今後の移植栽培普及の参考となれば幸いである。

5. 摘要

ハウレンソウの雨よけハウスでのセル苗移植栽培に適した電動型半自動多条移植機を試作した。この移植機は、質量が約 50kg と軽量で条間 15cm で 4 条植えが可能であり、2 人組の作業に最適化して作られている。試作した移植機の利用により、手植えの場合と比較して移植作業能率を同等以上にまで高めることができ、作業姿勢を改善して筋骨格系への労働負担が大幅に軽減された。移植機の利用により移植時の体幹角度からみた作業負担が改善された。また、その際の体幹角度は身長により異なった。移植機の利用が心拍数増加に及ぼす効果は作業者の特徴により異なった。

謝 辞

本研究への取り組みのきっかけを作って頂いた香川県農業試験場山浦浩二氏に深く感謝致します。

キーワード

電動型半自動移植機，ハウレンソウ，移植栽培，OWAS，作業姿勢，セル成型苗

引用文献

荒井 滋・岡山健夫 (1982)：ハウレンソウの移植栽培法に関する研究（第1報）栽植密度お

よび移植時期が生育，収量におよぼす影響について，奈良農試研報 13；31-37.

荒井 滋・岡山健夫・小島博文 (1984)：ハウレンソウの移植栽培法に関する研究（第3報）ハウレンソウ萎ちょう病の耕種の防除法について，奈良農試研報 15；10-20.

千葉佳朗・武田良和・上山啓一・木村恭子 (2000)：移植栽培によるハウレンソウ萎凋病の発生軽減と根圏の糸状菌フロラの関係，宮城園試研報 12；25-34.

亀田修二 (1999)：ハウレンソウ (*Spinacia oleracea* L.) 移植栽培法と周年連続栽培体系，鳥取県園試報 3；37-47.

小林 恭 (1994)：作業姿勢のセンシングと計測技術，農作業研究 29；249-251.

熊倉裕史・土屋史紀・岡崎紘一郎 (1999)：野菜類の移植栽培における紙マルチ資材の利用，中国農研報 20；1-21.

村上健二・熊倉裕史・井上昭司・荒木陽一 (2000)：移植栽培による高温期ハウレンソウ生産の安定化，近畿中国農研 100；38-43.

瀬尾明彦，人間工学と産業保健のホームページ，
<http://www.ergooh.com/>.

鈴木敏征 (1996)：連結バーベット苗利用による夏播きハウレンソウ移植栽培，農耕と園芸 51 (7)；98-99.

高城保志・勝部和則・諏訪正義 (2001)：チェーンポット苗移植栽培と非病原性フザリウム菌の組合せによるハウレンソウ萎凋病防除技術，東北農業研究 54；177-178.

- 高田健一郎・藤原隆広・熊倉裕史・吉田祐子(2006):
ハウレンソウセル成型育苗における出芽安定
技術の開発, 農作業研究 41: (印刷中)
- 田村晃・田口多喜子(1998): 冬期葉菜類の移植
と直播栽培の組み合わせによるハウス利用の
効率化, 東北農業研究 51: 183-184.
- 土屋史紀・石田茂樹・吉田智一・亀井雅浩・藤原
隆広(2002): セル成型苗用簡易移植機の開
発, 第61回農業機械学会年次大会講演要旨;
203-204.
- 山本幸彦・満田幸恵(1996): セル成型苗移植栽
培, 農業技術体系野菜編7 ホウレンソウ
基礎編: 114 (2-15).
- 山本幸彦・小野剛士・豆塚茂実(1994): 野菜栽
培におけるセル成型苗の利用(3) セルの大
きさと葉菜類の作付回数, 福岡農総試研報
B-13: 15-20.
- 山浦浩二(2004): レタス用半自動多条移植機,
農業技術 59: 294-298.
- 吉岡 宏(2001): (新編野菜園芸ハンドブック 西
貞夫監修) セル成型苗育苗, 養賢堂, 東京,
pp.149-156.

Summary

We developed a suitable transplanter (electric

semi - automatic type) for a spinach transplant-
ing cultivation system using plug seedlings. This
transplanter is light-weight (about 50kg) and op-
timizes to four rows with 15cm spacing between
rows by two operators. Transplant efficiency
was equal to or twice that of the hand planting.
Labor stress on the bones and muscle system
during transplanting using the transplanter
showed marked improvement on evaluation by
OWAS (Ovako Working Posture Analyzing
System). The inclination of the worker's body
when transplanting with the transplanter dif-
fered depending on the stature of the worker.
The influence on the heart rate increase using
the transplanter differed depending on worker's
physical characteristics.

Key Words

Electric semi - automatic transplanter, Spinach,
Transplanting cultivation, OWAS, Work posture,
Plug seedlin