施設栽培(トマト)における収穫作業の省力化 について*

渥美照男^{※※}・佐久間青成^{※※}・東山 孝^{※※}

On the Labour Saving of Harvesting for Vegetables in Green
house Culture.

Teruo ATSUMI[†], Harushige SAKUMA[†] and Takashi HIGASHIYAMA[†]

1 緒 言

施設栽培では、作物がより生育しやすい環境に制御するため、暖冷房、保温、換気、炭酸ガス施用、灌水などの装置が実用化されている。しかしこれらの装置によって制御された施設内は外気との環境条件の差が大きく、労働の場として好ましくないことは周知のとおりである。しかもそこでの栽培方法は労働集約型であるため、筆者らの調査したトマトの10a当たり労働時間は900~1,500時間が投下されていたが、そのうち収穫調製作業は50%前後に達していた¹⁾。したがって収穫作業の省力化は生産性の向上を図るうえで、重要な手段の一つであると考えられた。

このことに関しては、すでに小嶋ら⁶⁾、小堀ら³⁾、中村⁸⁾、岐阜農試⁹⁾など多くの報告が見られる。これらの報告は、省力化は作業の精度を落とすことなく、人間の行う労働を機械に代行させることを前提とし、収穫作業の省力化は運搬作業を対象にすべきであることを指摘している。このような見地から、小嶋らや岐阜農試ではバッテリー式の自走運搬車の開発を行ったが、乗用化についての検討は行っていない。また小堀らは歩行型のバッテリーカーと慣行のカゴ及びバケツとによる、運搬手段を異にした収穫作業の労力を比較した結果、

大面積の収穫にはバッテリー・カーの利用が効果的であるとしながらも、常に著しい高能率化、快適化が認められるわけでないことを報告している。

筆者らは収穫運搬作業の合理化、快適化は、作業者と作物との相対位置を作業者に有利にすることによって進められるとの考え方に基づいて、運搬車を乗用型に改良することを企画し、そのために必要な操縦装置、緩発進装置、座席等を装備し、かつ荷台面積を十分確保し、歩行操縦も可能なバッテリー・カート(以後乗用自走車と称する)を試作した²⁾。

ここではこの乗用自走車を実用化するに当たっての知見を得るため、トマトの収穫作業における作業能率について、手押四輪車を比較対象にして検討したので、その概要を報告する。

2 試験方法

供試機の乗用自走車と手押四輪車の主な仕様は第1表に、またその構造は写真1に示した。

供試作物のトマト(米寿)は9月1日には種し、10月15日に定植した。栽植様式は、うね間通路80cmを含めた幅180cm、長さ25mのうねへ、株間45cm、条間60cmの間隔に2条植とした。また栽培法は5段果房の上位2葉を残して摘心した。

調査項目は、収穫作業時間は各果房ごとに乗

※ 昭和54年7月30日受理 第14回講演会にて発表
※※ 農林水産省野菜試験場施設栽培部, 愛知県知多郡武豊町 〒470-23
† Department of Greenhouse Cultivation, Veg. & Orn. Crops Res. Stn. Taketoyo, Aichi

第 1 表 供試車の主な仕様

	乗用自走車	手押四輪車
外形寸法巾×長×高	55×100×32 cm	44×80×10 cm
荷台寸法巾×長	前後部とも 55×40 cm	44×70
総重量	97 kg	6.3 kg
最大積載重	150 kg	80 kg
走行速度	2.3, 3.8 Km/h	-
モーター(出力)	12V, DC250W	-
バッテリー	12V, 100AH	-

乗用自走車

手押四輪車

写真 1 側面から見た供試車

用自走車と手押四輪車について、作業者がうね間通路に沿って両側の果実を収穫しながら進み、そのうねの収穫を終えると車を旋回して次のうね間に移り、再び収穫しつつ元の位置までもどる時間をデジタルストップウォッチで計測

した。また作業中における作業者の脈はく数の経時変化はテレメーターポリグラフを用いて測定した。

被験者は 37 歳の男子で、身長 166 cm、体重 67 kg であり、施設栽培における果菜類の栽培管理作業の経験は比較的豊富である。

3 結 果

1) 収穫作業時間

運搬方法を異にした果房段位別の収穫作業時間は第 2 表に示した。第 2 表における各果房段位ごとの収穫果数は、その段位における収穫適

第 2 表 段位別の収穫果数と所要時間

調査 期日	収穫 段位	着果 位置	乗用自走車		手押四輪車	
			収穫/うね	時間/個	収穫/うね	時間/個
			果数時間	収穫採果	果数時間	収穫採果
月 日 段	cm		個 秒	秒 秒	個 秒	秒 秒
1 18 1	71		266 1402	5.3 5.0	313 1203	3.8 3.7
2 15 2	90		447 1563	3.5 3.3	463 1546	3.3 3.2
2 22 3	118		546 1790	3.3 3.2	502 1761	3.5 3.4
3 7 4	147		511 1730	3.4 3.2	516 1745	3.4 3.3
3 15 5	172		408 1433	3.5 3.3	510 1941	3.8 3.7

期の果実が最も多いと判断した日に調査を実施したが、果房段位ごとの差は大きく、とくに乗用自走車の 1 段と 3 段果房とでは倍以上の開きがあり、1 個体当たりでは 1 段果房の 1.1 個に対して 3 段果房では 2.4 個であった。収穫作業を構成する要素を捜す、採る、運ぶ動作に分解した場合、果実 1 個当たりの所要時間は、1 うねの収穫果数の多少に支配される度合が一般的に大きいと考えられる運ぶ動作とその影響が少ない捜す、採る動作に分けられる。このため果実 1 個当たりの所要時間は全要素を含めた収穫時間と、それから運ぶ動作の時間を除いた採果時間とを示した。

乗用自走車による 1 個当たりの収穫時間は、1 段果房では 5.3 秒であったが、2～5 段果房は 3.3～3.5 秒で、両者の間には 2 秒近くの差があった。手押四輪車では 1,5 段果房が 3.7 秒で、これは 2～4 段果房の 3.4 秒よりもやや多かった。採果時間は、乗用自走車では果数が極端に少なかった 1 段果房が 0.3 秒、他の果房段位が

0.1～0.2秒、手押四輪車では各果房段位とも0.1秒、いずれも収穫時間より少なかった。

一方両運搬方法における果房段位ごとの比較は、1段果房では手押四輪車が、5段果房では乗用自走車がともにまさった。しかし2～3段果房では運搬方法による差は認められなかった。

2) 作業の快適性

収穫作業における作業の快適性は、被験者の脈はく数の経時変化をテレメーター・ポリグラフにより無線方式で計測し、作業を始める前の安静時の脈はく数に対する作業継続中の脈はく数の増加割合（増加率）を指標にして推定した。

各果房段位の作業時脈はく数の経時変化は第1図に、また脈はく数増加率及び休息時間は第3表に示した。第3表によれば、各果房段位に

第1図 トマト収穫時の脈はく数増加率の経時変化

第3表 脈はく数増加率及び休息時間

収穫 段位	作業時の脈はく数増加率				作 業		作業終了後	
	開始直後	終了時	乗用手押	乗用手押	継続時間	乗用手押	休息時間	乗用手押
段 1	% 10	% 23	% 48	% 28	分 21	分 20	分 7	分 6
2	18	23	19	28	26	30	6	4
3	14	16	16	21	29	32	4	5
4	18	20	20	23	29	29	4	4
5	20	16	21	24	24	31	4	7

よって収穫果数が異なったので、作業の継続時間は、1段果房では両運搬方法とも20分間であったが、2～5段果房では25～30分間を要した。また脈はく数の増加率は、1段果房では手押四輪車が作業開始直後（2分後）に23%

まで急上昇したが、その後の増加は緩慢で、作業終了時には28%であったのに対し、乗用自走車では開始直後は10%であったが、その後も高い割合で増加しつづけ、終了時には48%に達した。2段果房では、手押四輪車の増加率は1段果房と同じ経過を示したのに反し、乗用自走車は作業直後に18%まで急上昇したが、作業終了時も19%であり、作業中における増加率の上昇は極めて少なかった。乗用自走車におけるこのような傾向は3～5段果房についても認められ、いずれも作業開始直後と終了時との増加率の差は1～2%であった。しかし手押四輪車の3～5段果房ではその差が大きくなる傾向が認められ、とくにそれは5段果房が顕著であった。作業終了後、安静時の脈はく数にまで回復するのに要した時間（休息時間）は、乗用自走車では1、2段果房収穫時が6～7分、3～5段果房は4分間であったが、手押四輪

車では、1, 5 段果房が 6 ～ 7 分、2 ～ 4 段果房は 4 ～ 5 分間であった。

以上の結果をもとに、果房段位別の収穫作業能率を求め第 4 表に示した。第 4 表によれば、休息率は両運搬方法とも 3 段果房が最も低く、

第 4 表 果房段位別の収穫作業能率

単位	乗 用 自 走 車					手 押 四 輪 車				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
休 息 率 %	34.7	26.9	13.8	17.2	20.8	35.0	24.1	15.6	24.1	25.8
実 働 率 %	74.1	78.7	87.8	85.5	82.6	74.1	80.6	85.5	80.6	79.4
有効ほ場作業効率 %	98.8	97.8	98.1	98.0	97.6	98.8	98.1	98.4	98.2	98.4
有効作業量 kg/h	14.5	15.7	17.6	20.3	18.8	18.2	15.6	15.8	18.2	17.8
実 作 業 率 %	73.2	72.0	86.0	83.8	80.6	73.2	79.1	84.1	79.7	78.1

それより上下の果房では高くなった。しかしその程度は乗用自走車では 1, 2 段果房が高かったのに対し、手押四輪車は 1, 5 段果房が高かった。したがって実働率は

$$100 \div (\text{休息率} + 100)$$

から求められるので、当然のことながら休息率と同じ傾向であった。また有効圃場作業効率は

圃場作業量 (a/hr) ÷ 有効作業量 (a/hr) × 100 から求めたが、運搬方法や、果房段位による差は小さくいずれも 98% 前後であった。このため実働率と有効圃場作業効率との積で表される実作業率 (拘束時間の中で占める実作業時間の比率) にも休息率の寄与する割合が高く、両運搬方法による 1 段果房や乗用自走車の 2 段果房及び手押四輪車の 5 段果房が低かった。

4 考 察

1) 収穫時間

本試験における被験者と果実の着果位置との相対位置は第 2 図に示したように、運搬方法の違いによる差は極めて小さかった。また運搬車の載貨量はともに 80 kg であった。したがって被験者がひざ (膝) や腰を曲げたり、背伸びをしなくても容易に果実に接近することができた 2 ～ 4 段果房では、果房段位や運搬方法などの違いが収穫作業時間に及ぼす影響は極めて少なかった。しかし 1 段果房では着果位置は地上高 70 cm 前後であったから、被験者が自然に手を

下げた時のひじ (肘) 高さとは 35 ～ 40 cm の差があった。このため被験者は採果のつど、膝や腰を曲げなければならなかったことの影響が収穫時間を多くしたと考えられ、とくに膝が使えず腰を曲げるだけで低位置の果実に接近しな

ければならなかった乗用自走車にその影響が顕著にあらわれたと推察された。また 5 段果房では採果位置が被験者の身長とほぼ同じであったから、手押四輪車では採果姿勢に無理が生

じやすかったのに反して、乗用自走車は車を踏み台として利用できるのも、2 ～ 4 段果房と同じ姿勢で採果することが可能であったために、両運搬方法の間に差が生じたと考えられた。

第 2 図 被験者と果房段位との相対的高さ

2) 作業の快適性

各調査時における施設内の気温は 20℃内外湿度は 70% 前後であった。これを小堀⁴⁾が作業快適性のための条件として設定した値にあてはめると、気温は快適域 (17～27℃) に、湿度は不快域 (65～80%) に属した。しかし作業強度は R. M. R が 2 程度の軽作業⁸⁾に属する (快適域 0～4) と判断されるので、比較的低温下での作業であったことを考慮すれば、高湿が被験者の脈はく数増加率に及ぼした影響は少なかったと考えられた。したがって各調査時の増加率の差は収穫時の運搬手段によって規制された、

乗用と歩行との違い及び採果時の作業姿勢などの影響によるものと判断して差しつかえないであろう。

このような理由から、乗用自走車の1段果房の増加率が時間の経過に比例して上昇したのは前述したように着果位置が低かったため、採果時には被験者の頭部が腰よりも低くなるが多かったことの影響によるものと考えられた。一方手押四輪車の5段果房における作業開始直後と終了時との増加率の差が、1～4段果房のそれより高くなったのは、小堀⁵⁾が作業点の高さと作業者脈はく数増加率との関係から推定した作用点の快適域(70～150cm)の上限から着果位置が20cm高位にあったことの影響によるものと考えられた。

3) 結 言

以上のことから小嶋⁷⁾の“バッテリー・カーを使用しても作業者の動作が単純化されるとはいえないので収穫作業能率は向上しない”との指摘は、果実の採果位置が作業者の適作業域にあり、かつ運搬車の載貨量が人力、動力車とも同じである場合にいえることと考えられた。しかし果実は適作業域外に着果していることがあるので、より適作業域が広がる乗用、歩行操車が可能な運搬車の利用は収穫作業能率の向上に役立つと考えられた。

5 摘 要

1) 筆者らが開発試作した乗用型自走運搬車の実用化を図るため、収穫作業における作業能率を手押四輪車と比較検討した。

2) 供試作物のトマトは5段栽培とした。

3) 収穫時間は、乗用自走車の1段果房や、手押四輪車の1、5段果房では多かったが、他の果房段位では差が少なかった。

4) 脈はく数増加率は手押四輪車による場合が全般的に高かったが、乗用自走車の1段果房はとくに高かった。

5) 1段果房を除けば乗用自走車は休息率が低く、実作業率が高かったので、作業快適化の効果は高いと判断された。

6) 本自走車は歩行操車のための装置も設備してあるので、以上の結果から収穫作業能率の向上に役立つことが確かめられた。

6 引用文献

1) 渥美照男, 東山 孝, 佐久間育成(1977): 施設栽培(トマト)における作業の省力化について野菜試施設栽培年報, 3, 33～36

2) —— 佐久間育成, 東山 孝(1978): 施設栽培における栽培管理作業の省力化に関する研究, I 乗用型自走運搬車の改良について, 野菜試験場報告, A 4, 103～118

3) 小堀 乃, 倉田久治, 古谷 正, 中西修, 岐阜農試(1975): 農作業の人間工学的研究, ①トマト収穫作業に関する試験, 野菜試栽培部年報, 2, 67～70

4) —— (1968): 農作業における人間工学〔2〕, 農業及び園芸, 43, 5, 749～754

5) —— (1977): 農作業の人間工学的研究, ④施設内作業の作業域に関する試験, 野菜試栽培部年報, 4, 103～106

6) 小嶋和雄, 緒方一男, 池見隆男, 土居栄城, 大久保淳一(1972): ビニールハウス内運搬の機械化に関する研究(第4報), 農業機械学会誌, 34, 2, 157～163

7) —— (1975): プラスチック内作業の人間工学的研究—機械化の考え方—。農業機械学会誌, 37, 3, 420～424

8) 中村 宏(1975): ビニールハウス内におけるキュウリ収穫作業の合理化に関する研究。神奈川県総合研究所報告 115, 71～81

9) 岐阜県農業試験場(1973): 多目的装置・機械の利用開発に関する試験(Ⅳ) 防除・運搬機械, 施設園芸の装置化による作業の省力に関する試験成績書, 32～51