

イチゴの収穫における作業車利用による 作業能率の向上と労働負担の軽減

森山友幸・真鍋尚義・金丸 隆¹⁾・徳永優子²⁾・堺田祐子³⁾
(園芸研究所)

イチゴ収穫作業の効率化と軽作業化を図るため、作業車利用による収穫方法が作業能率と労働負担に及ぼす影響を検討した。畝溝歩行での手作業におけるa当たり収穫果数と作業能率との間には、正の相関が認められた。収穫作業における作業能率の評価は、単位面積当たり収穫果数を基に考察することが重要である。a当たり収穫果数が500果程度の場合、畝溝歩行での収穫の作業能率は外成り畝の1条収穫、外成り畝の2条収穫、内成り畝の1畝(2条)収穫の順に高かった。作業車利用での作業能率は、a当たり収穫果数が約350果以上の場合、畝溝歩行収穫とほぼ同等だった。また、内成り畝の2畝(4条)を同時に収穫する方法が外成り2条を同時に収穫する方法に比べ効率的であった。作業車利用による収穫は、畝溝歩行収穫に比べて前屈みの作業姿勢がなくなるとともに、背中、腰部、足部の筋負担を軽減することができた。また、足蹴り作業車利用による収穫は、電動作業車利用に比べて足部の負担が大きかった。

[キーワード：イチゴ、作業車、作業能率、作業姿勢、心拍数、筋負担]

Improvement in work efficiency and labor savings in harvesting strawberries with use of a riding cart. MORIYAMA Tomoyuki, Hisayosi MANABE, Takasi KANAMARU, Yuuko TOKUNAGA, and Yuuko SAKAIDA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549 Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 17: 83-86 (1998)

In order to improve work efficiency and reduce the physical burden involved in harvesting strawberries fruits, the impact of using a riding cart was investigated. The number of fruits harvested per hour by walking through furrows increased in proportion to an increase of the number of harvested fruits per unit area. It was considered that the number of fruits per unit area was one of the fundamental factors affecting work efficiency. When harvesting by walking through furrows, work efficiency in picking one line per row was higher than that in two lines per row. On the other hand, when harvesting with the use of a riding cart, work efficiency in picking four lines per two rows was higher than that in two lines per two rows. When the number of fruits exceeded 350 per a, the degree of work efficiency with the use of a riding cart was the same as walking through furrows. Stooping and muscle burdens on the back, waist and legs, were reduced by using carts compared with the work load of walking and harvestings.

[Key words: strawberry, carts, working efficiency, working posture, heart rate, muscle burden]

結 言

本県のイチゴ生産額は、全国1,2位を争い、県内野菜の中でもトップを占める最重要作物である。しかし、イチゴ栽培は非常に労働集約的である。特に、収穫作業は約5ヶ月間にわたってほぼ毎日行われるため、収穫に費やす労働時間が全労働時間の約40%を占める。また作業姿勢は中腰の姿勢で収穫箱を小脇に抱えて行うため、足や腰への負担が大きい。このような状況の中で、栽培面積と生産者数は年々減少しており、産地の維持、拡大を図るためには、労働時間の大幅な短縮と労働負担の軽減が可能な省力及び軽作業化技術の確立が強く望まれている。

近年、イチゴ産地では、労働負担を軽減するために管理作業や収穫作業に専用の足蹴り作業車が利用され始めた。また専用の電動作業車が開発されているが、県内ではまだ普及に至っていない。施設栽培の管理作業は露地栽培に比べて機械化が難しく²⁾、機械利用による作業技

術の確立は遅れている。したがって、今後施設栽培の機械化を推進し、機械利用に適した作業方法等の作業技術を確認するためには、作業方法別に作業能率や労働負担を十分把握する必要がある。しかし、施設栽培ではトマト、キュウリの収穫、運搬における作業車利用については検討がなされている^{1,3)}が、イチゴの収穫における作業車利用での作業能率や労働負担は報告がない。

そこで、イチゴにおける収穫作業の効率化と軽作業化を目的として、畝溝歩行と作業車を利用した場合の収穫方法が作業能率と労働負担に及ぼす影響について検討した。

試 験 方 法

1 単位面積当たり収穫果数が作業能率に及ぼす影響

試験は1995年12月～1996年2月に18日、1997年2月～4月に7日、福岡県農業総合試験場または福岡県大川市の農家圃場において実施した。供試品種は「とよのか」を用いた。畝溝歩行による手作業によって外成り畝の1条を収穫した。作畝、植付方式は試験場が畝幅

1) 現八女地域農業改良普及センター
2) 現南筑後地域農業改良普及センター
3) 現築上地域農業改良普及センター

110cm, 畝溝幅19cm, 外成りの1畝2条植, 条間40cmで, 農家圃場が畝幅119cm, 畝溝幅21cm, 外成りの1畝2条植, 条間57cmであった。試験規模は, 試験場が1区27㎡, 農家圃場が1区70㎡で行った。被験者は27歳の女性, 36歳と50歳の男性の3名で, 1回の試験は1名で行った。収穫時に, a当たり収穫果数と時間当たり収穫果数を調査した。

2 収穫方法が作業能率に及ぼす影響

試験は1995年12月～1996年2月に11日, 1997年2月～4月に3日, 福岡県農業総合試験場または福岡県大川市の農家圃場において実施した。供試作業車はすべて乗用で, 足蹴り作業車Y式, 同N式, 電動作業車M式(AY-2号)とその改良型, 緊プロ開発A機(T社製), 緊プロ開発B機(S社製)の6機種を用いた。供試作業車の主要諸元と特徴は第1表に示すとおりである。

供試品種は‘とよのか’を用いた。収穫方法として, 畝溝歩行が内成り畝の1畝(2条), 外成り畝の2条と1条, 作業車利用が内成り畝の2畝(4条)と外成り畝の2条を同時に収穫する区を設けた。作畝, 植付方式は試験場の外成り畝と農家圃場が試験1と同じであり, 試験場の内成り畝が畝幅110cm, 畝溝幅16cm, 1畝2条植, 条間50cmであった。試験規模, 被験者及び調査項目は試験1と同じである。

3 収穫方法が労働負担に及ぼす影響

試験は1997年5月16日, 福岡県宗像郡玄海町の農家圃場において実施した。供試作業車には足蹴り作業車N式と電動作業車M式(AY-2号)改良型の2機種を用いた。供試品種は‘とよのか’を用いた。収穫方法として, 畝溝歩行及び足蹴り作業車利用が2畝(4条), 電動作業車利用が2畝(4条)と1畝(2条)を同時に収穫する区を設けた。作畝, 植付方式は畝幅113cm, 畝溝幅16cm, 内成り1畝2条植, 条間51cmで, 試験規模は1区35㎡で行った。作業姿勢の出現割合は, 30秒毎のスナップリーディング法によって測定した。心拍数はN社製瞬時心拍数計AM01-M01を用い, 30秒毎に心拍数を測定した。表面筋電図はM社製ホルター筋電計ME3000P型を用い, 広背筋(背中, 腰部), 大腿四頭筋(左足, 右足)の4部位の筋電位を測定した。被験者は身長165cm, 体重66kgの68歳の男性であった。

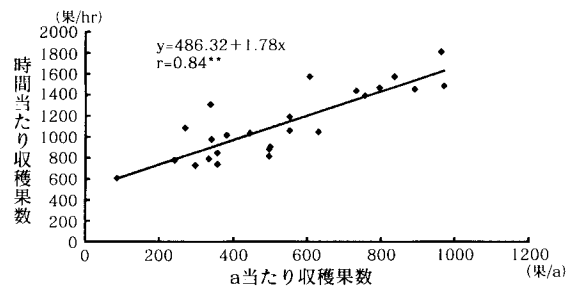
結果及び考察

1 単位面積当たり収穫果数が作業能率に及ぼす影響

イチゴの収穫作業では, 第1果房から第3果房までの熟果を逐次選択的に収穫するため, 面積当たり収穫果数や平均果重は時期によって大きく異なる。しかし, 収穫作業は1果重が軽くて重くても同じ動作である。そこで, トマト, キュウリの報告^{1,3)}と同様に, 作業能率の評価は, 時間当たりの収穫果数を指標とした。畝溝歩行収穫における, a当たり収穫果数と時間当たりの収穫果数の関係を第1図に示した。本試験のa当たり収穫果数1,000果以下の条件では, 有意な正の相関($r=0.84^{**}$)が認められ, a当たり収穫果数が増加するとともに, 作業能率は高くなる傾向がみられた。

収穫作業は, A「収穫可能果実を探す」, B「採取作業位置への移動」, C「果実を採取する」, D「収穫した果実をトレイに移す」という4つの動作で構成され, この動作が単独もしくは2つ以上, 同時に行われる。したがって, 畝溝歩行収穫において面積当たりの収穫果数が多い条件では, A, Bの時間が短くなるため1果収穫に要する時間は短くなり, 作業能率が高くなると推察された。

以上のことから, イチゴの収穫作業における作業能率は, トマトでの渥美らの報告¹⁾にもあるように, 単位面積当たり果数に大きく左右され, 面積当たり収穫果数が増加すると高くなる。したがって, 作業能率を評価する場合には, 収穫時の面積当たり収穫果数を基に考察することが重要である。



第1図 畝溝歩行収穫におけるa当たり収穫果数と時間当たり収穫果数との関係

注)**は1%水準で有意差あり

第1表 供試作業車の主要諸元と特徴

機種	Y式	N式	M式 (AY-2号)	同左 改良型	緊プロ開発 A機	緊プロ開発 B機
駆動	足蹴り 4輪式	足蹴り 3輪式	電動1輪駆 動4輪式	同左 3輪式	電動1輪駆 動3輪式	電動2輪駆 動4輪式
車体重	14kg	12kg	32kg	15kg	90kg	116kg
座席高	31cm	19cm	26cm	26cm	28cm(最低)	25cm(最低)
積載重	20kg	20kg	100kg*	100kg*	60kg	60kg
積載可能トレイ数	10箱	10箱	20箱	20箱	30箱	30箱
特徴	安価, 進路修正の 必要有り, 車体が 軽い	同左	ガイド輪による 自動縦向, 枕地移 動	同左	左右車輪の自動 制御で自動縦向, 枕地移動	ガイド輪による 自動縦向, 枕地移 動

1) 積載重は最大積載量であり, 足蹴り作業車の場合, 可能と思われる値。また, *の付いた値は作業者の重量を含めた値。

第2表 畝溝歩行収穫における収穫方法別の作業能率

収穫方法	作業面積	a 当たり	平均作業	時間当り	
作畝方式	収穫条数	取穫果数	速度	取穫果数	
	m ²	果	m/s	果/hr	
内成り	2条	27	492	0.04	710
外成り	2条	27	557	0.04	851
外成り	1条	27	503	0.09	911

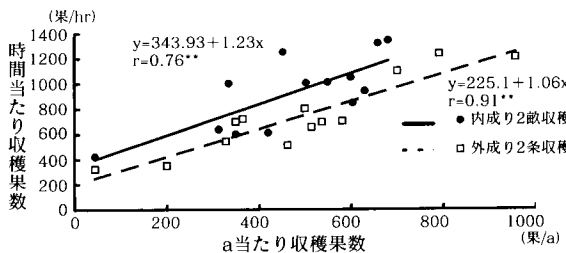
1) 数値は、1995年12月19日調査。
 2) 作畝、植付方式は、内成りが畝幅110cm、畝上面幅67cm、畝溝幅16cm、2条条間50cmで、外成りが畝幅110cm、畝上面幅62cm、畝溝幅19cm、2条植え、条間40cm。

2 収穫方法が作業能率に及ぼす影響

畝溝歩行収穫における収穫方法別の作業能率を第2表に示した。収穫方法によって時間当たりの取穫果数は異なり、a 当たり取穫果数が492~557個の場合には、外成り畝の1条取穫が911果/時間と最も多く、次いで外成り畝の2条取穫、内成り畝の1畝(2条)取穫の順であった。これは、外成り1条取穫では、移動距離が2条取穫の2倍となるが、作業の方向が1方向のみで作業幅が狭いため、A「取穫可能果実を探す」、C「果実を採取する」の動作時間が短いことによると考えられる。

次に、畝溝歩行と作業車利用による収穫の作業能率を第2図で比較した。作業車利用取穫におけるa 当たり取穫果数と時間当たりの取穫果数との間にも、畝溝歩行取穫と同様に、有意な正の相関が認められ(r=0.87**), a 当たり取穫果数が増加すると作業能率は高くなる傾向がみられた。

a 当たり取穫果数が200個以下の条件では、作業車利用取穫の作業能率は畝溝歩行より劣る傾向を示した。これは、面積当たりの取穫果数が少ない場合、作業車利用の方が畝溝歩行に比べて、B「採取作業位置への移動」に長時間を要するためと推察される。これに対し、取穫果数が約350果以上の条件では、作業車利用取穫は畝溝歩



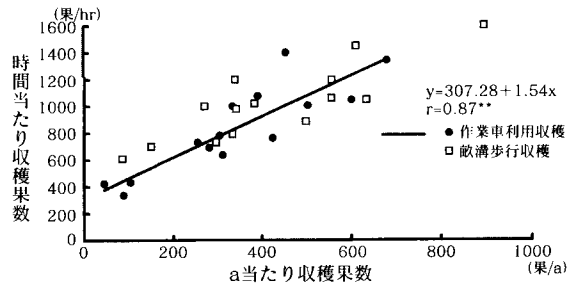
第3図 作業車利用取穫における内成り2畝取穫と外成り2条取穫の作業能率

1) 作業車利用取穫は足蹴り、電動作業車利用取穫。
 2) **は1%水準で有意差あり。

第3表 収穫方法別の作業姿勢の出現割合

収穫方法	立位系				座位系		運搬系 手持ち運搬
	10°未満	10~45°	45~90°	90°以上	前傾	椅座位	
畝溝歩行取穫	8	0	32	52	0	0	8
足蹴り作業車	0	0	0	0	7	93	0
電動作業車(4条)	0	0	0	0	9	91	0
同上(2条)	0	0	0	0	0	100	0

1) 立位系の角度は、直立姿勢を0°とした上半身の曲がり角度。
 2) 作業姿勢調査は30秒毎の「アップリーディング」法により測定。
 3) 電動作業車(4条)は内成り畝の2畝(4条)取穫、同(2条)は1畝(2条)取穫。



第2図 畝溝歩行と作業車利用での収穫の作業能率

1) 作業車利用取穫は足蹴り、電動作業車利用取穫。
 2) **は1%水準で有意差あり。

行取穫と同等かそれ以上の作業能率となった事例もみられた。通常、11月から5月までの収穫期間のうち12月以降は収穫1回のa 当たり取穫果数が約400果以上である。また、今回の試験は作業面積が27m²と少ない場合を含むために収穫トレイの交換は行わない条件で実施した。作業車には複数の収穫トレイを搭載することができる(第1表)ため、長い畝や、収穫最盛期など、1畝の収穫量が多い場合には運搬、荷下ろしに費やす時間を減少させることができ、作業車の利用は効果的であると判断された。

作業車(足蹴り、電動作業車)利用における内成り畝の2畝(4条)及び外成り畝の2条を同時に収穫する方法のa 当たり取穫果数と作業能率との間には、ともに正の相関が認められた(第3図)。また、a 当たり取穫果数が1,000果以下の条件では、内成り畝の2畝(4条)取穫は外成り畝2条取穫に比べて作業能率が高い傾向がみられた。これは、作業車利用の場合、畝溝歩行取穫に比べてB「採取作業位置への移動」に多くの時間を要するため、1果取穫に関わる作業時間のうち、Bの動作時間が少ない内成り畝の2畝(4条)取穫の作業能率が高くなったと考えられる。

以上のことから、畝溝歩行の場合は外成り畝の1条を収穫する方法、作業車を利用する場合は内成り畝の2畝(4条)を同時に収穫する方法が効率的であると考えられた。

3 収穫方法が労働負担に及ぼす影響

収穫方法別の作業姿勢の出現割合を第3表に示した。畝溝歩行取穫では立位系の腰部角度90度以上が52%を占め、腰部角度45度以上の前屈みの姿勢が84%にも及んだ。この場合の作業は、軽く左右の膝を曲げながら、大腿部に肘を載せて腰への負担を軽くする姿勢で行われた。これに対し、足蹴り作業車利用では椅座位が93%、電動作業車利用では椅座位が91%を占め、前屈みの姿勢はわずかであった。どちらも前方先の果実を採取する際、腰

第4表 収穫方法別の作業速度, 心拍数及び筋電図積分値

収穫方法	作業速度	心拍数	心拍数増加率	筋電図積分値			
				背 中	腰 部	左 足	右 足
	m/s	拍/分	%	mv·s	mv·s	mv·s	mv·s
畝溝歩行収穫	0.03	93.2a ³⁾	32a	3.8	3.1	2.8	3.1
足蹴り作業車	0.03	85.5b	21b	1.7	1.2	2.0	1.8
電動作業車(4条)	0.03	83.4b	18b	1.7	1.1	0.9	0.9
同上(2条)	0.08	82.7b	17b	1.2	1.1	1.0	0.5

1) Scheffe'sの多重検定により, 異文字間は1%水準で有意差有り。

2) 心拍数増加率は, $\{(\text{作業時心拍数} - \text{安静時心拍数}[70.6\text{拍/分}]) - 1\} \times 100$ 。

部の大きなひねりが見られた。また, 電動作業車利用では足を機体の足載せ部に載せるため収穫しない左手でバランスをとっていた。以上のことから, 作業車を利用することにより前屈みの作業姿勢がなくなり, 作業姿勢の改善が図れることが明らかとなった。

収穫方法別の作業速度, 心拍数及び表面筋電図積分値を第4表に示した。作業中の心拍数とエネルギー代謝率の間には正の相関関係が認められ^{6),7)}, 心拍数は労働の軽重をはかる指標として用いられる。また, 心拍数増加率(安静時からの増加率)は, 被験者の測定日時による差を減少させるため, 各作業の作業負担を比較する値として用いられる⁵⁾。畝溝歩行収穫での心拍数増加率は32%で, 足蹴り作業車の21%及び電動作業車利用の18%とは有意な差が認められた。

表面筋電図の振幅は筋収縮の強さを概略的に示し, 筋収縮の強さから筋負担の程度が求められる⁴⁾。畝溝歩行収穫の筋電図積分値は, 背中, 腰部(広背筋), 左足, 右足(大腿四頭筋)がそれぞれ3.8, 3.1, 2.8, 3.1mv·sと, 全ての部位で足蹴り, 電動作業車利用に比べて大きかった。また, 足蹴り作業車利用での足部(大腿四頭筋)の筋電図積分値は, 左足, 右足がそれぞれ2.0mv·s, 1.8mv·sで, 電動作業車利用に比べて, 1.1mv·s, 0.9mv·s大きく, 足の蹴りで走行する足蹴り作業車利用では, 電動作業車利用に比べて足部の負担が大きいことが分かる。

以上のことから, イチゴの収穫に作業車を利用することによって畝溝歩行収穫に比べて作業姿勢が改善され, 労働負担を軽減できることが明らかとなった。しかし, 問題も少なくない。作業車を利用する場合, ①作業が畝溝の狭い空間で行われるため搭乗姿勢が窮屈, ②タイヤや

操行部が畝溝内にあるため, 外成り畝ではイチゴ果実に作業車や機体が接触する等の問題がある。その他に電動作業車では, 機体重量が重いために畝間移動に1.5mの枕地が必要であるとともに, ハウスに据え置いて利用せざるを得ない。今後, 作業車を普及させるには, 作業者のサイズに適宜合わせられる機体構造の改良, 機体の軽量化, 作業車利用に適した作畝・植付方式の見直し等が必要である。

引用文献

- 1) 渥美照男・佐久間青成・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。
- 2) 小嶋和男・緒方一雄・池見隆雄・土居栄城・大久保淳一(1971)ビニールハウスの運搬の機械化に関する研究。(第1報)。農機誌33: 26-32。
- 3) 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。
- 4) 日本産業衛生学会・産業疲労研究会編集委員会(1995)(新装)産業疲労ハンドブック, 労働基準調査会, pp.181-184。
- 5) 桑名 隆・石川文武・小林 恭(1994)ハイテク時代の農作業計測。東京: 農林統計協会, 70p。
- 6) 沼尻幸吉(1974)エネルギー代謝と心拍数の相関について。労働科学。50: 79-88。
- 7) 酒井 学・阿見艶子(1967)心拍数とエネルギー代謝率との関係。農機誌29: 39-41