

機械化のための果樹園区画

吉田 保治*, 小畑 晃男*, 佐々木勝昭*

Studies on the Fruits Farm Section for Mechanization

Yasuji YOSHIDA, Teruo OBATA and Katsaki SASAKI

1 緒 言

近時農業の機械化が進み労働生産性の向上など数多くの成果をあげつつあるが、果樹作における機械化は他の作物部門に比較すると遅れている。この原因はおもに機械化に必要な園地の前提条件がととのっていないためである。ことに果樹は永年性作物であるため、開園時から機械化出来る様前提条件を計画的にととのえなければ、例え機械化を行なっても成果をあげることはむづかしい。筆者らは20PS程度の中型トラクタを主要機械として、果樹作の機械化を行なうために必要な園地の広さ、形状などの区画条件に関し実験を行ない2～3の知見を得たから報告する。

2 実 験

実験—1

1. 実験材料および方法

(a) 供試機械：第1表のごとく20PSクラスの中型トラクタとプラウ、ロータリなどの付属作業機である。

(b) 実験ほ場：第2表にしめす通りで、植栽果樹の樹高1.8～2.1m 樹冠半径0.5～0.6mである。ほ場の土性はやや粘土質の壤土で、ほ場の周囲には3.5～4.0mの道路が付設されている。

(c) 実験方法：供試のみかん園で第1図斜線部分の土壤管理作業として、プラウ、ロータリ作業を機械作業の習熟者に行なわせた。機械作業時の条件は第3表の通りである。各計測項目と計測方法は下記の通りである。

(1) 1/2行程所要時間(sec)

供試ほ場には機械の進行方向に約1/25の勾配があるため上り、下り勾配別に作業時間を計測し、それぞれの所要時間を1/2行程所要時間とした。また上り、下り勾配の所要時間を加算した時間を1行程所要時間とした。

* 近畿大学附属湯浅農場

第1表 機械の主要諸元 (M社製)

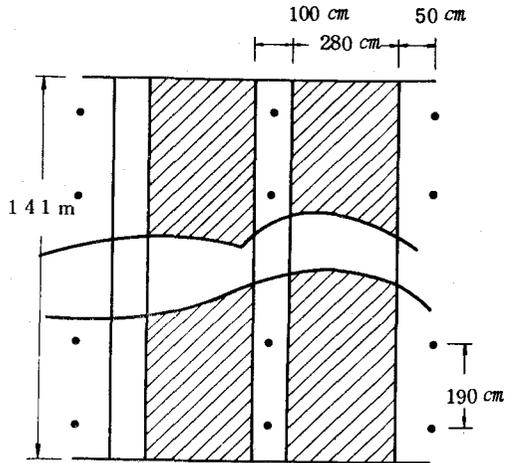
車 輛 重 量		運転整備重量	900kg		
		全装備重量	1.150kg		
性 能	走 行 速 度	前 進	F—1	0.33m/sec	
			F—2	0.51	
			F—3	1.07	
			F—4	1.25	
			F—5	1.92	
			F—6	4.06	
			後 進	R—1	0.58
				R—2	2.22
			最小回転半径	1.900mm	
			最大登板能力	30度	
	車 輛 寸 法	全 長	2,820mm		
		全 巾	1,700		
全 高		1,810			
軸 距		1,400			
最低地上高		300			

第2表 供 試 ほ 場

項 目	摘 要
所 在 地	和歌山県湯浅町 近大農場
区 画	65 × 141m
形 状	方 形
面 積	9165 m ²
勾 配	1/25
栽 培 果 樹	林系普通温州4年生
植 栽 距 離	1.9 × 3.8m

(2) 旋回所要時間(sec)

旋回地点で機械が旋回に要した時間である。第4表の上り勾配の項の計測時間数は機械が上り勾配から下り勾配へ旋回するときの所要時間で、下り勾配の項はその反対の場合の所要時間である。



第 1 図 供試ほ場植栽図

(3) 作業精度

供試圃場内にあらかじめ35点の耕深測定地点を設定しておき、耕深を測定して規定耕深以上のものを良とし、以下の場合を不良としてしめた。規定深度はプラウ25cm以上、ロータリ10cm以上とした。

(4) 作業速度 (m/sec) 作業能率 (m³/sec)

1項から作業速度を求めた。また作業能率は次式によって求めた。

$$K = S \cdot V$$

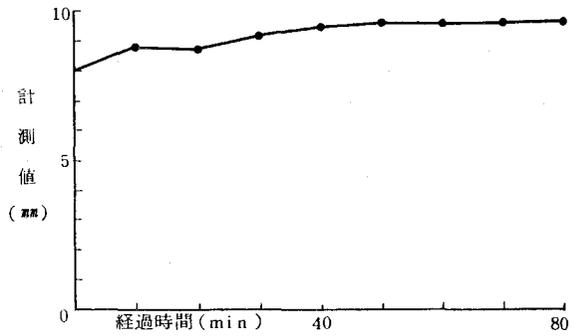
式中 K=作業能率 S=耕耘断面積 (m²) V=作業速

第 3 表 作業時の条件

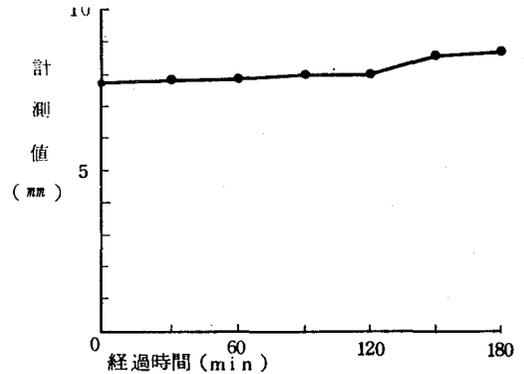
項 目	摘 要	
	プ ラ ウ	ロ ー タ リ
実験月日	S. 41. 3. 26.	S. 41. 3. 28.
天 候	は れ	く も り
使用機械	R 201トラクタ 12"ポットムプラウ	R 201トラクタ L-101Aロータリ
耕 深	20 cm	8 cm
耕 巾	25 cm	110 cm
速 度 段	L-3	L-2

第 4 表 疲労度計測時の作業条件

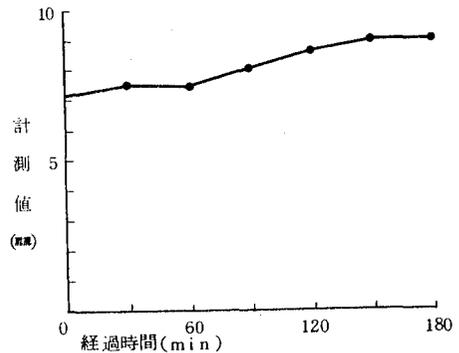
項 目	摘 要		
	プ ラ ウ		ロ ー タ リ
	10 分 計	30 分 計	30 分 計
実験月日	S. 41. 3. 18	S. 41. 3. 20	S. 41. 3. 29
天 候	は れ	は れ	く も り
気 温	11°	13°	13°
湿 度	81%	82%	87%
使用機械	R201トラクタ 12"プラウ	R201トラクタ 12"プラウ	R201トラクタ L101Aロータリ
速 度 段	F L-3	F L-3	F L-2



第 2 図 疲労度計測図 (プラウ耕10分ごと)



第 3 図 疲労度計測図 (プラウ耕30分ごと)



第 4 図 疲労度計測図 (ロータリ30分ごと)

度 (m/sec) である。

(5) 疲労度

スピヤマン触覚計でオペレータの疲労度を計測した。計測はプラウ作業で10分、30分間隔に、ロータリ作業で30分間隔に行なった。また計測時の作業条件は第4表の通りである。

2. 実験結果

第5表、第2, 3, 4図にしめすごとき計測値がえられた。

実験-2

1. 実験材料および方法

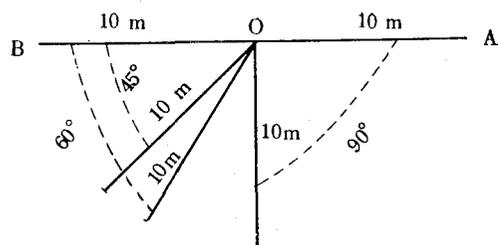
第 5 表 計 測 値

項目	プ ラ ウ			ロ タ リ		
	上り勾配	下り勾配	平 均	上り勾配	下り勾配	平 均
1/2 行程 所要時間	200 sec	163 sec	181 sec	226 sec	178 sec	202 sec
旋 回 所 要 時 間	9.4 sec	7.5 sec	8.45 sec	10.5 sec	8.6 sec	9.5 sec
作 業 精 度	良	良	良	良	良	良
作 業 速 度	0.7 m/sec	0.87 m/sec	0.78 m/sec	0.62 m/sec	0.79 m/sec	0.7 m/sec
作 業 能 率	0.036m ² /sec	0.046m ² /sec	0.04m ² /sec	0.068m ² /sec	0.086m ² /sec	0.077m ² /sec

(a) 供試機械: 実験-1の機械と同様である。

(b) 実験地: 第5図のごとき角度をもつ線を設定し, 設定線にそって20mの距離をロータリ作業を行なえる様にした土地を用いた。

(c) 実験方法: 計測の項目と方法はほぼ実験-1と同様である。またこの実験では参考資料としてロータリ作業をしない無負荷の場合についても計測した。機械操従の良, 不良はオペレータの判断で決めた。



第 5 図 供試地の辺の角度

第 6 表 作業時の条件

項 目	摘 要
実 験 月 日	S. 41. 4. 18
天 候	は れ
使 用 機 械	R 201 トラクタ L 101 A ロータリ
耕 深	8 cm
耕 巾	110 cm
速 度 段	F L-2

第 7 表 辺の角度と機械作業の関係

辺の角度	作 業 時 間		作 業 速 度		作 業 精 度	操 従 性	備 考
	無負荷	ロータリ	無負荷	ロータリ			
45	52sec	90sec	0.38m/sec	0.22m/sec	良	不良	ブレーキ使用
60	50	75	0.4	0.27	良	不良	ブレーキ使用
90	49	70	0.4	0.28	良	良	ブレーキ使用
120	48	52	0.41	0.34	良	良	
135	47.3	50	0.42	0.40	良	良	
180	47	48	0.42	0.42	良	良	

2. 実験結果

第6表の作業条件で実験を行ない第7表の計測値をえた。

3 考 察

中型機以上の機械による果樹作の機械化は, 1. 園地区画の大小 2. 果樹の植栽密度の高低 3. 樹形などの条件に密接な関係を有し, これらの前提条件がととのえられなければ機械化の効果をおげることはむづかしい。この実験は第2表と第2図のごとき条件の植栽密度, 樹形の園地で行なったが, 作業には特別に支障はなく一応適当と考えられた。柑橘園の管理作業はその種類も多くあるが, この実験で作業種としてプラウ, ロータリ作業を選んだ理由は機械作業種として比較的作業速度の遅い重作業であり, また実験は場は造成後日浅く土壌改良作業をすすめていることなどである。

1. 区画について

区画の形状は方形とし, 区画を形成する辺を機械進行方向に平行の辺と直行の辺とにわけて考察をすすめる。

(a) 平行の辺

i 機械の作業能率は単位面積当り, 旋回々数が少ない本辺の長い場合高くなる。このことについてはすでに数多く報告されており, 本実験においても同様の結果をえた。

ii 作業者が余り疲労を感じない人間工学上の適当な機械作業量は作業者個々の個体左があって複雑であるが, この実験では普通の健康体で機械作業にかなり習熟している者をあてた。次に疲労度の計測時間を3時間と

した理由は農場の実働時間は1日7時間程度でこのうち機械作業時間は午前, 午後それぞれ3時間前後であるためである。実験結果から作業時間の前半部では作業開始後10時間の疲労度がやや高く上昇するが, その後の上昇は徐々になる傾向がみられる。この理由は機械操作になれるための

第 8 表 行程長と 1 行程作業時間などとの関係

作業時間 (min)	1 行程 作業時間 (min)	行程回数 (回)	1/2 行程回数 (回)	作業速度 (m/sec)	1 行程 作業距離 (m)	1/2 行程 作業距離 (m)	旋回回数 (回)
180	5	36	72	0.7	210	105	71
180	6	30	60	0.7	252	126	59
180	9	20	40	0.7	378	189	39
180	10	18	36	0.7	420	210	35
180	15	12	24	0.7	630	315	23
180	18	10	20	0.7	756	378	19
180	20	9	18	0.7	840	420	17
180	25	12.5	15	0.7	1050	525	14

作業者の疲労度が加わるためと考えられる。したがって操作になれやすい作業種のロータリ作業ではプラウ作業の場合に比較して上昇率が低い傾向がある。実質的に疲労度の上昇がみられるのは60分ぐらい経過してからである。後半部では前半部に比較して上昇率が高くなり、大体70分ぐらいから現れてくる。第3図で60分までは30分で1~2mmの増加であるが、その後は2~3mmの増加となっている。全体的には疲労度は徐々に上昇して行くようである。

次に同一方向にのみ作業をつづけて行く場合の作業距離と作業者のおもに精神的な疲労との関係についてはこの実験ほ場の距離が140mであるから分らないが、作業からの報告では300m位いまでなれば精神的疲労を感じないのでなかろうかとのことであった。しかし果樹園は一般作物と異り、作業時に果樹をきづけないための配慮を要するから一般作物地より疲労するとのことであった。

iii 以上から機械の作業時間を約3時間とし、作業速度を0.7m/secと仮定すれば第8表のごとき試算表がえられる。第8表から作業距離が300mぐらいになる1/2行程作業時間7.5分前後である。したがって平行の辺の長さは機械作業種のうちで比較的作業速度の遅い作業種の平均作業速度に7.5分前後の作業時間を乗じて得られる距離が適当であると考えられ、この実験では310mぐらいが、作業者が肉体的、精神的にそれ程の疲労を感じない適当な長さであると考えられた。

(b) 直交の辺

i 果樹園内で機械作業で行なう場合機械の形状(車中、車高)と果樹の樹形、植栽距離との関係は機械作業の能率、精度などに影響する。この実験を行なった柑橘園の場合みかんの樹形は円柱状と円錐状の組合せで形成されており、樹形断面で機械作業に関係する部分はトラクタ後車輪フエンダの高さ程度の樹冠の下枝部である。平面では樹冠下部の機械作業側先端部である。実験の結果からは以上の関係部分から20~30cmぐらい機械がは

なれていれば作業にさしかえることがなかった。また附属作業機でトラクタより巾の広いものでもトラクタ後車輪フエンダの高さより低くみかんの下枝部に損傷をつけない様にカバーを付したものであれば先分の使用出来た。以上からみか

んの植栽距離(Lm)は次式の通りになる。

$$Lm = \ell + 2 \ell' + 0.4 \dots\dots\dots(1)$$

ただし ℓ (m) : 使用機械巾

ℓ' (m) : 樹冠半径

(1)式から直交の辺の長さ(L₁m)は次式の通りになる。

$$L_1 \text{ m} = n \cdot L \dots\dots\dots(2)$$

ただし n : 樹列数

さらに平行の辺の長さ(L₂m)は次式の通りになる。

$$L_2 \text{ m} = S \cdot t \dots\dots\dots(3)$$

ただし S : 機械作業速度

t : 1/2 行程作業時間

ii (1), (2), (3)式でそれぞれの条件を第9表のごとく仮定すると、第9表の通りの試算値がえられる。第9表から樹冠径が6mになれば4mのときに比較して園地面積で1134m²の差が生じ、直交の辺の長さで80mの差ができる。このように直交の辺の長さは果樹の樹冠径、使用機械の巾によって増減する。したがって果樹作の機械化にあたっては直交の辺の長さは果樹成木期の樹冠径と使用機械の巾とで決めることが適当である。例えば成木期に樹冠径が6mになると予想される橘園で機械巾1.5mの機械を使用する場合は育成期間中は植栽距離を3.9mとし、その後将来不要樹とする樹の樹形変更、間引きなどによって、漸次6mの樹冠形状を有する成木園を形成できる様に管理を行なってゆくことが適当と考えられる。

(c) 形 状

機械作業には一般に平行の辺を長辺とする矩形の区画が良い形状とされている。しかし第9表からわかるごとく210m(平行の辺の長さ)以下では形状は正方形か直交の辺を長辺とする矩形となる。また315mでは一応平行の辺を長辺とする矩形となるが、その長辺と短辺の比率は22:1で一般作物地に比較して低い。この理由は果樹園地では機械作業の行なえない園地部分(樹冠下部)があるためである。この様に果樹園地ではその形状が必ずしも矩形でなくても機械作業に不適當な形状とはならない。

第9表 園地区画試算表

項 目			試 算 値								
仮 定 条 件	機 械 巾	l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	
	樹 間 半 径	l' (m)	1	2	3	3	3	2	2	2	
	作 業 速 度	s (m/sec)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
	$\frac{1}{2}$ 行 程 時 間	t (sec)	450	300	270	300	450	270	300	450	
	作 業 時 間	h (sec)	10800	10800	10800	10800	10800	10800	10300	10800	
旋 回 時 間	r (sec)	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	
試 算 表	旋 回 回 数	n (回)	24	36	40	36	24	40	36	24	
	樹 間 距 離	L (m)	$l+2l'+0.4$	3.4	5.4	7.4	7.4	7.4	5.9	5.9	5.9
	機 械 巾 計	l (m)	$n l$	24	36	40	36	24	60	54	36
	平 行 の 辺 長 さ	L_2 (m)	$s t$	315	210	189	210	315	189	210	315
	機 械 巾 面 積	S_1 (m ³)	$L_2 \cdot l_1$	7560	7550	7560	7560	7560	11340	11340	11340
	直 交 の 辺 長 さ	L_1 (m)	$n L$	81.6	194.4	296.4	266.4	177.6	236	2124	141.6
	区 画 面 積	S_2 (m ³)	$L_2 \cdot L_1$	25704	40324	5594.4	5594.4	5594.4	4460.4	4460.4	4460.4
	旋 回 時 間	h_1 (sec)	$n r$	204	306	340	306	204	34	306	204
	作 業 時 間	H (sec)	$h+h_1$	11004	11105	11140	11106	11004	11140	11106	11004

(d) 辺の角度

果樹園の立地条件で区画の形成する辺を直線にできない場合がある。第7表から辺は直線の場合がもっとも良く、少しでもカーブすればその作業速度が低下することがわかる。即ち直後の場合に比較して135°で作業時間は4%増し、速度は5%減少する。また120°ではそれぞれ8%, 19%増減する。したがってできるだけ直線にすることが適当である。なお辺の角度90°以下のものについては参考資料として行なったものである。

4 摘 要

(1) 果樹(柑橘)作を中型機械で機械化するにあたって、どのような区画であれば適当であるかについて実験を行なった。

(2) 区画を形成する辺のうち平行の辺については、その長さは人間工学的な条件からこの実験の場合は310mぐらいの長さが適当と考えられ、一般には使用機械の作業速度に7.5分を乗じた長さが適当であると考えられた。

またこの辺はできるだけ直線であることが良く、辺のカーブはせいぜい120°ぐらいまでにすることが適当と考えられた。次に直交する辺については、使用する機械巾と果樹の成木期の樹冠径から適宜決定することが適当である。

(3) 形状は必ずしも長方形でなくてもよいが、できるだけ平行の辺を長辺とする方がよい。

報告をなすにあたり御高配を賜わった近畿大学農学部長佐藤庄太郎教授、附属農場職員の各氏、西部新菱KKに対し衷心より御礼申し上げます。

参 考 文 献

1. Haack M. 1956 Human Tolerance to vibrations in farm machines. Agricultural engineering April (4) 253-257
2. 川延謹三 1964. 大型トラクタとその利用 363 農業技術協会
3. 桐原葆見 1962. 疲労度判定のための機能検査法 385 同文書院