

配桑機の性能と利用に関する研究*

服部 保^{**}・館 克之^{**}・岡山 裕^{**}

Studies on the performance of setting of the mulberry before supply machine

Tamotu Hattori, Katuyuki Tachi and Yutaka Okayama

目 次

緒 言	46 頁
I 負荷特性について	46
II 配桑性能について	53
III 利用改善について	57
IV 総合考察	59
V 摘 要	60
VI 引用文献	60

緒 言

現行の個別経営における年間条桑育作業体系では、給桑、除沙等のいわゆる飼育の機械化はむずかしく給桑作業はおもに手配桑、手給桑に依存する割合が高い。またこれに加えて給桑作業は、桑とり作業と同様にカイコの飼育期間中毎日くりかえし行われる性格の作業であるので繭生産に要する各種作業のうち労働時間は最高の28%²³⁾を占めている。しかも、給桑中桑束を貯桑場所から出して蚕座の近くに配置する配桑は養蚕作業中でも重労働^{18, 21)}に属する。

著者らは、原⁶⁾の提唱と同様、給桑作業を楽に(疲労の軽減)、早く(時間の短縮)、良く(虫繭糸質向上)安く(費用の節減)なしとげて、繭生産性の向上をはかるため、先年来美栄式半自動給桑機の開発研究³⁾等に従事してきたが、近年、2~3の配桑機が考案され、いずれも給桑作業に利用して条桑を蚕座まで運搬するだけでも作業能率を大きく向上でき、しかも作業強度の軽減に役立つことがすでに実証されている。^{2, 5, 8, 11, 16, 17)}

しかし、配桑機の特長把握や利用法の研究が少ないため機種を選定や利用技術の策定を誤る恐れがある。

よって、配桑機の性能と利用改善について研究した結果、一応の結論がえられたので、ここに報告する。

なお、負荷測定にあたり、ご指導をいただいた三重大学農学部小中俊雄先生、当所農業機械研究室長前田拓氏に感謝の意を表す。

I 負荷特性について

配桑機には、蚕座両側に沿って走らせる配桑車と、天井から吊し移動する給桑リフト(以下リフトと略称する)(写真1)に大別される。配桑車は更に蚕座側枠を軌道

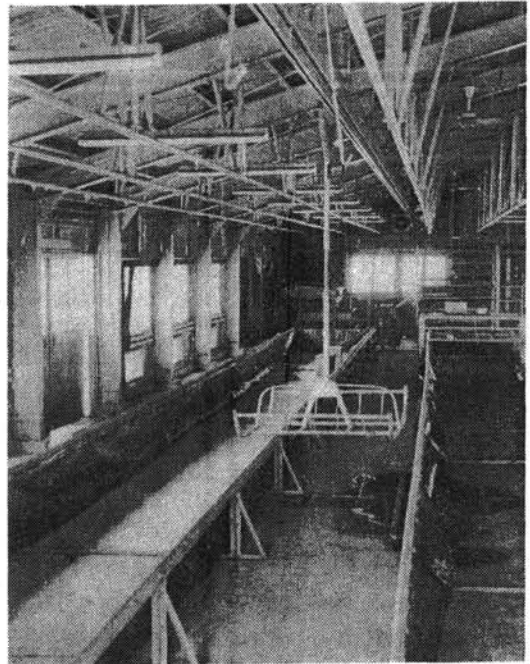


写真1. リフト

* 本報告の一部は日本蚕糸学会東海支部第23回研究発表会(1971)、及び同第24回(1972)において発表した。

** 蚕業部



写真2. リフト利用による給桑作業

とし、これに給桑用台車を走行させる給桑台車(同台車)(写真3.)と蚕座をまたいで手押し式に走行させる給桑ワゴン(同ワゴン)(写真4.)に分けられる。

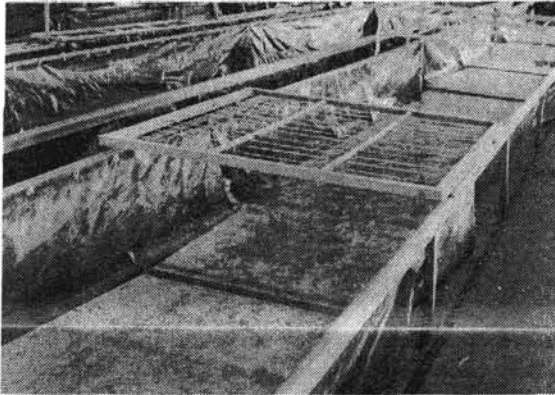


写真8. 台車(上)と台車利用による給桑作業(下)

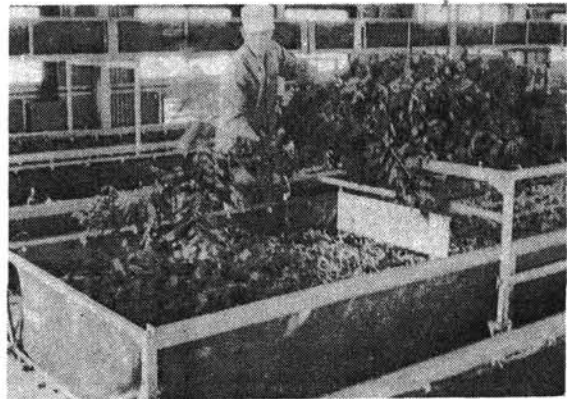
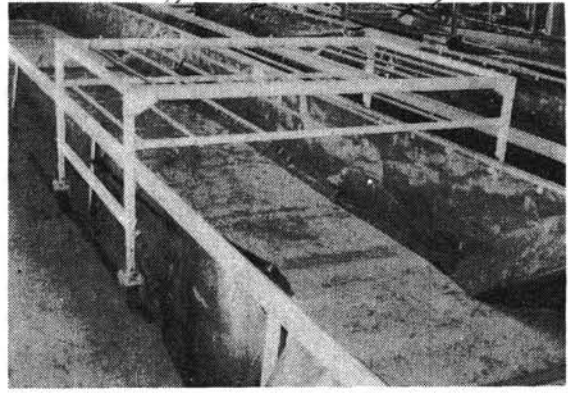


写真4. ワゴン(上)とワゴン利用による給桑作業(下)

いずれも、それ自体に条桑を積載し、運搬する歩行型作業機である。なお、リフトには電動式²¹⁾のものもあるが手動式の利用が多い。

手動式配桑機の選定や効率的利用のためには、配桑機の負荷特性、とくに、配桑機を移動するに要するけん引力を明らかにする必要がある。

従来、配桑機の特性に関する研究は、主として給桑、条払い等の作業能率を調査^{12,16,21)}したものであり、負荷を測定した例は見られない。

そこで、3種の配桑機について、無負荷時と条桑積載時における負荷特性を明らかにするとともに、これにもとずいて機種間の比較検討をおこなった。

1 負荷特性

1) 実験方法

(1) 供試材料

試験は、1972年9月1日～2日、当所の経営蚕室(問口12m、奥行28m)において、無負荷時の配桑機と102kgの条桑を積載した場合におけるけん引抵抗の測定を実施した。

供試配桑機の仕様は、第1表のとおりである。

第1表 供試配桑機の仕様

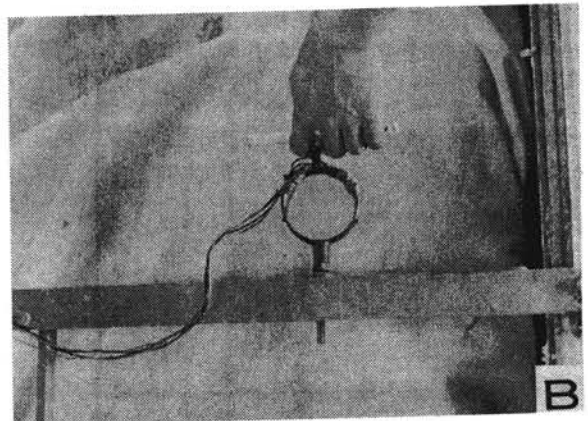
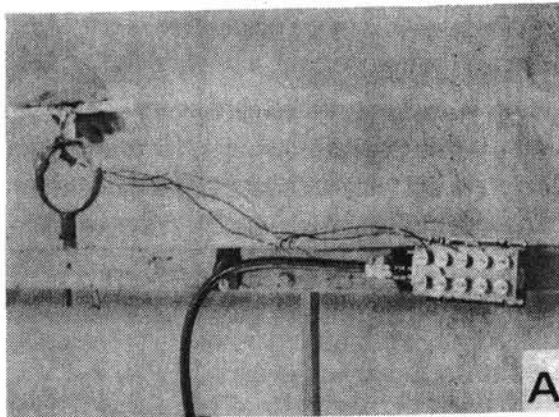
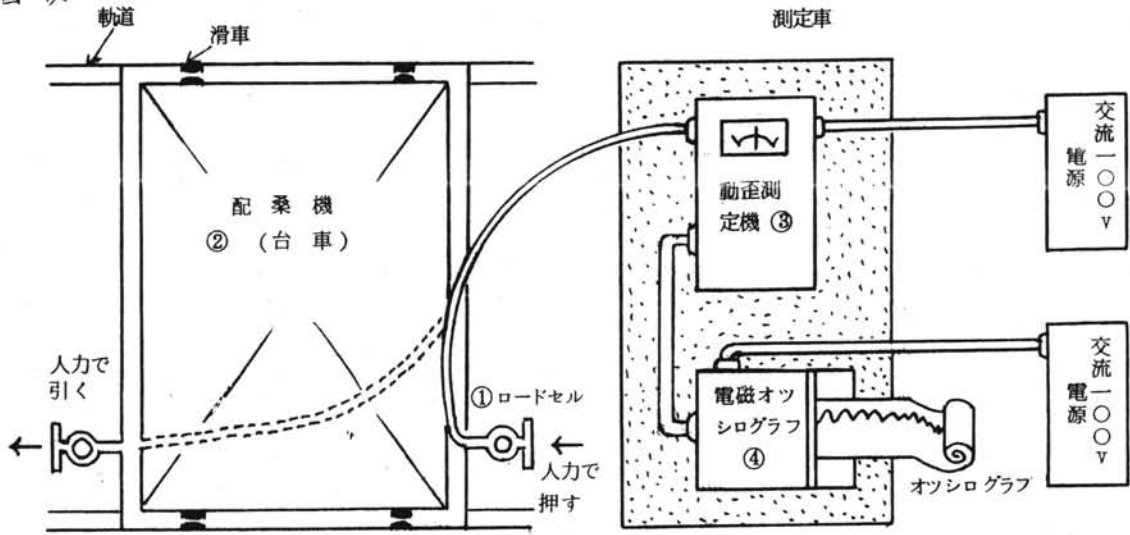
機種	項目	電動・手動の別	重量	材質	大きさ巾×長 (床からの高さ)	車輪		軌道又は床材	備考
						材質	直径		
給桑台車 (当所製)		手動式	25.0 kg	鉄製	1.5×1.5 m (0.53)	鉄 (ベアリング 内臓)	3 cm	鉄板 (L字鋼を伏せる)	※ 亀甲車
給桑・条払い 両用ワゴン (萩原鉄工製 標準型)		手動式	38.4	鉄製	1.24×1.83 (0.76)	ゴムタイヤ (同上)	10	コンクリート (脱線防止レール付)	※※ 空気なし
給桑・条払い両 用リフト (萩原鉄工製)		手動式	18.6	鉄製	1.0×1.3 (0.72)	鉄 (同上)	6	鉄板 ハンガーレール (ル4号)	通路上に 吊す

(2) 測定装置および測定条件

①測定装置：動歪測定機（新興通信工業KK製）、電磁オツシログラフ、測定装置の構造は、第1図のように抵抗線歪計を組込んだハンドル付ロードセル①を配桑機②

に取付けた。このリング型ロードセルを人力で押す又は引く（写真5A、B）ことによる前後方向へのけん引抵抗は、測定機③で測定され、ただちに記録計④で自記される。（写真5C）

第1図 負荷測定装置



H

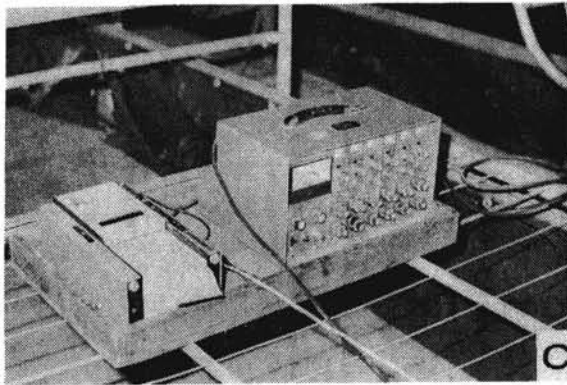


写真5 負荷測定装置

- A : 台車に取付けたロードセル (後方から手で押している状態)
- B : 同 上 (同前方へ手で引いている状態)
- C : 動歪測定機 (右) と電磁 オッシログラフ (左)

なお、測定機と記録計は測定車に搭載した。(写真6. A, B)

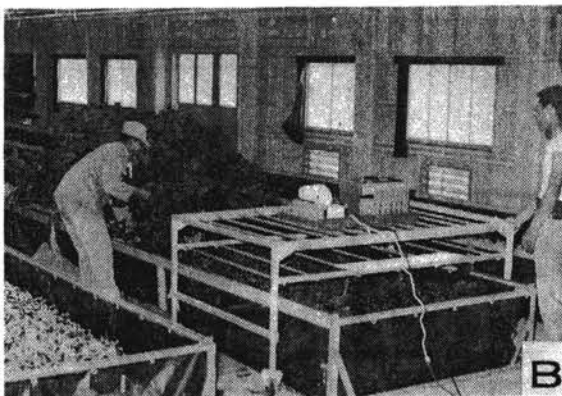
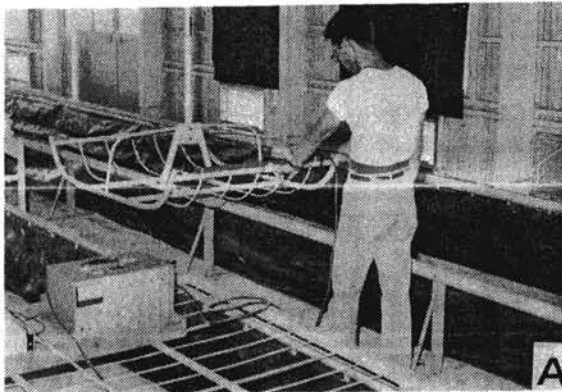


写真6. 負荷測定状態

- A : リフト (無積載時)
- B : 台車 (条桑積載時)

②測定条件：①使用ロードセル最大10kg(感度2kg/cm)。②けん引走行速度(0.33m/sec)、実際の給桑時配桑機を移動させるのと同様速度)。③記録速度120cm/min ④室温30~32℃。⑤室内の湿度80~90%。

(3) 測定項目

前後方向へのけん引抵抗を測定した。

配桑機は、利き腕でない方の手により、普通の作業時と同じ力のかけ方で押し(又は引き)ながら(何れの場合も給桑は利き腕で行なう)移動するが、これらの負荷は、配桑機を移動するのに要する最大けん引抵抗で示し、

a : 配桑機の進行方向の後部一端から押す場合。

(配桑機の真下又は隣接蚕座に対する後退給桑時)

b : 同前部の一端から引く場合。

(隣接蚕座に対する後退給桑時)

における同抵抗を測定した。

(4) 測定方法

①測定位置(ロードセルの取付位置)

台車、ワゴンの場合：進行方向に対して直角をなす片隅から、中へ25cm入つたところ(配桑機の進行方向に向つて後方右側で、実際の給桑時通路から手で配桑機を移動させるところ)

リフトの場合：同上中央部

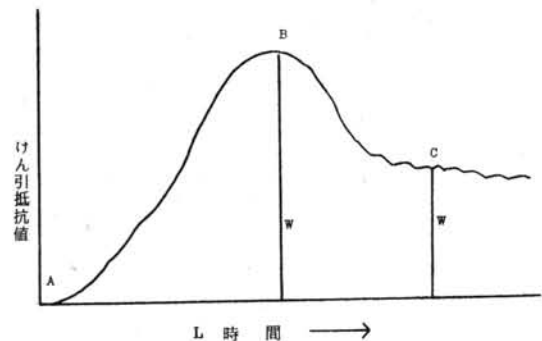
②けん引方向：配桑機の進行方向に平行。

③測定回数：8回(2人「46才、25才」の男子が各4回)

④負荷の測定：配桑機を手で移動するときの負荷を自記し、最大けん引抵抗を記録紙から読みとる。

2) 結果と考察

この測定装置で測定された負荷は、第2図のような様相を示し、記録紙上にけん引抵抗の伸びが記録される。



第2図 負荷の測定例

図上、Aは配桑機を動かすために人力を加え、抵抗がかかり始めた点、Bは配桑機が動き始めるときの最大けん引抵抗点である。B点と横軸との距離(W)は移動開始時のけん引抵抗を、また横軸上でのA B間の距離(L)は、抵抗がかかり始めてから配桑機が動き始めるまでに要した時間を示すものである。

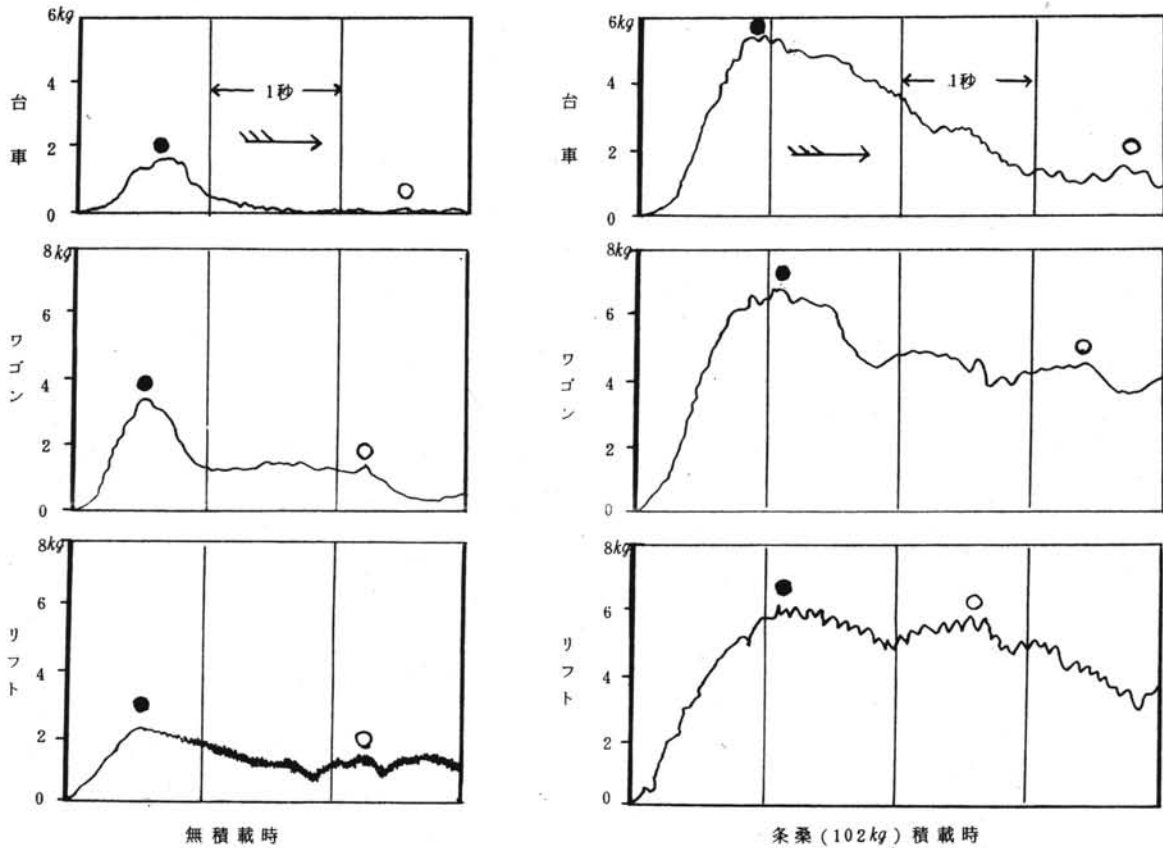
なお、○は配桑機の通常速度で移動中の最大けん引抵抗

抗点を、○点と横軸との距離(W)は移動中のけん引抵抗を示すものである。

以下に実験成績の概要を述べる。

(1) 機種とけん引抵抗

第3図は、この測定におけるオツシログラフの一例である。これによると、負荷は3機種とも当然のことではあるが条桑積載時の方が無積載時より大きい値を示して



● 移動開始時の最大けん引抵抗点
○ 移動中の最大けん引抵抗点

第3図 オツシログラフの一例

いる。

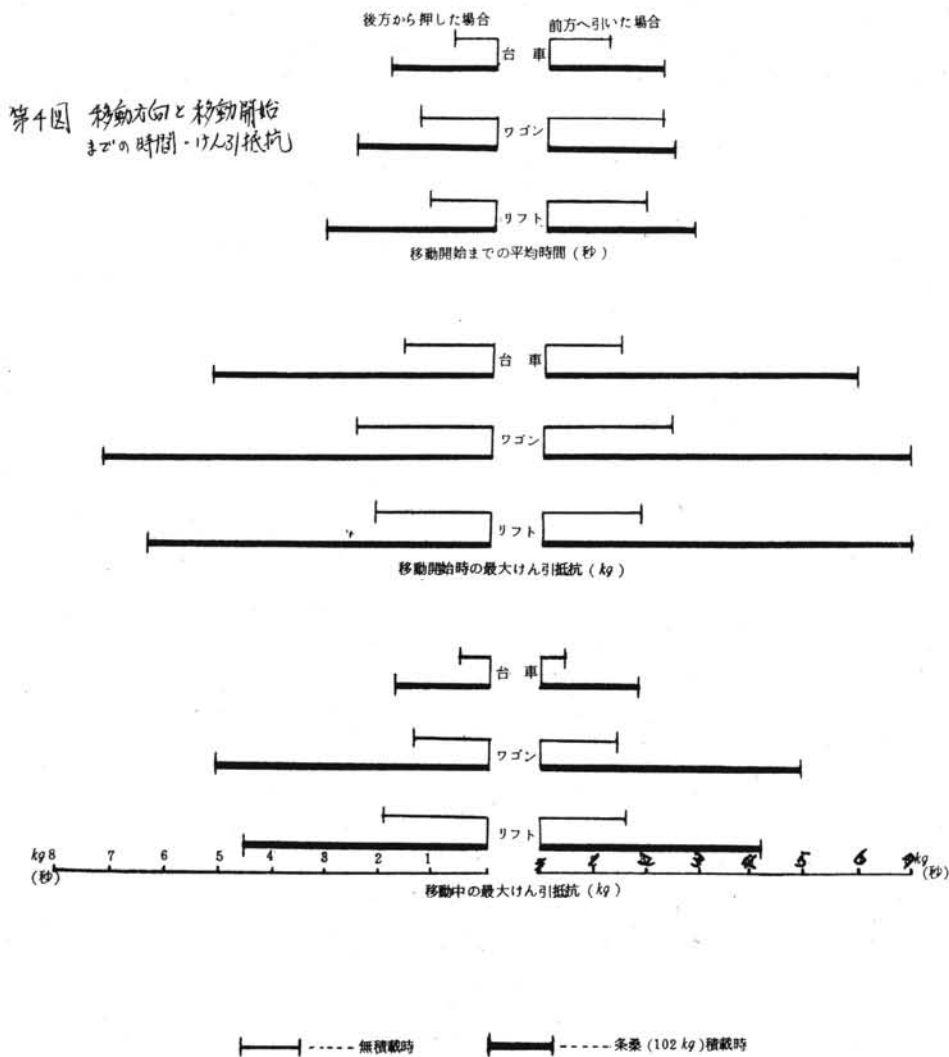
そして、条桑を積載した配桑機の動き始める時と、移動中における負荷の動きには機種の特徴がよく表われているように思われる。すなわち、台車は、最大けん引抵抗を示すまで急激に増加してからは徐々に減少して行き、

移動中は小さな抵抗を示しているのに対し、ワゴンでは動き始めるときの大きな抵抗の山が現われてから、多少の減少はみられるものの移動中もおかなり大きな抵抗を示している。リフトは、ワゴンに類似するが滑車の「ころがり」時に生ずる振動が記録された。

第2表 配桑機のけん引抵抗値・積荷 1kg当りの所要けん引力

項目	機種	無積載時				条桑(102kg)積載時				最大けん引抵抗/配桑機重量	左指数	所要けん引力				
		最大	最小	平均	左指数	最大	最小	平均	左指数			条桑102kg当り	左指数	条桑1kg当り	左指数	
配桑機に人力を加えてから移動開始までの時間(s)	台車(a)	0.6	0.4	0.4	100	13	0.7	1.0	100	/	/	/	/	/		
	ワゴン(b)	1.1	0.3	0.7	175	2.0	1.1	13	130							
	リフト(c)	1.0	0.3	0.6	150	2.0	1.1	1.6	160							
最大けん引抵抗(kg)	移動開始時	a	2.2	1.2	1.6	100	6.1	4.8	5.2	100	0.064	100	3.6	100	0.085	100
		b	3.4	1.6	2.5	156	8.6	6.4	7.5	144	0.065	102	5.0	139	0.049	140
		c	3.2	1.0	2.2	138	8.4	4.4	6.5	125	0.119	186	4.3	119	0.042	120
	移動中	a	0.6	0.4	0.5	100	2.4	1.2	1.7	100	0.020	100	1.2	100	0.012	100
		b	1.6	0.9	1.3	260	5.8	4.5	5.1	300	0.033	165	3.8	317	0.037	308
		c	2.7	1.5	1.9	380	5.6	4.0	4.5	265	0.102	510	2.6	217	0.025	208

注 けん引方向：配桑機の後部から押す



第2表は、配桑機のけん引力並びに積荷1kg当りのけん引力等を示したものであるが、これによると配桑機を動かすための人力を加えてから、同機が動き始めるまでの平均時間は、無積載時にはワゴン>リフト>台車の順に条桑積載時にはリフト>ワゴン>台車の順に速くなった。

次に、配桑機の移動開始時の負荷は積荷の有無にかかわらず、ワゴン>リフト>台車の順に小さかったが、移動中の負荷は、機種間に格段の差がみられた。すなわち、台車の負荷は積荷の有無にかかわらず特に小さく、ワゴンやリフトのそれの約3分の1であった。

また、配桑機(無積載時)並びに積荷1kg当りの所要けん引力は、ワゴン>リフト>台車の順に小さくなった。

なお、配桑機的人力移動は間接的に行なわれるものであるが、条桑積載時、通常速度で配桑機を移動中、配桑機に加えていた人力を抜くときは、台車で多少の移動(ころがり)がみられたが、ワゴン、リフトではこれがほとんどみられなかった。

このように、台車は、ワゴンやリフトより負荷が小さかった。

(2) 移動方向とけん引抵抗

第4図は、配桑機の前方向へのけん引抵抗を比較したものである。これによれば3機種とも①移動開始時までの時間、②移動開始時の負荷、③移動中の負荷は、配桑機の後部から押す場合と、前部から引く場合との差はほとんどみられなかった。

要するに、配桑機の負荷は、機種間に大差が認められ、ワゴン>リフト>台車の順に小さいことが明らかになった。

なお、このような機種間の負荷の差は、主として車輪部と軌道の構造の差によるものである。(第1表参照)

2 負荷と作業強度との関係

1) 実験材料と方法

(1) 配桑機の移動方法

作業点の位置を同じにした配桑機に10.2kgの条桑を積載し、左手で普通の給桑時と同じ力のかけ方で押し2m毎に一旦停止しながら4.0m移動(途中の給桑作業は行わない)する。

作業者の歩行は、台車とワゴンでは後退、リフトでは前進とした。

なお、台車の軌道(全面)に機械油を塗布した場合についても調査した。

(2) 作業強度の測定方法

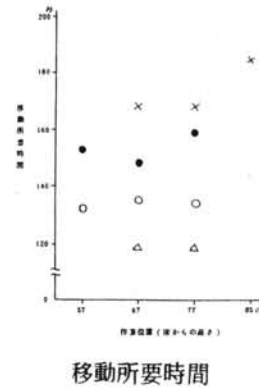
作業者が作業から受ける負担(エネルギー消費量の増加)の多少を鋭敏に表現するといわれる脈博数^{13,14)}

を測定した。

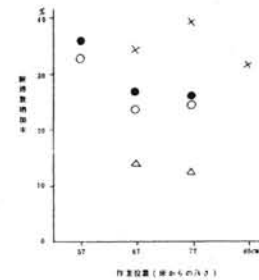
測定は、作業の前と終了直後に行ない、その間の増加率を求めた。測定回数は、各3回(46才の男子、身長169cm)あわせて配桑機の移動所要時間を測定した。

2) 結果と考察

配桑機の移動作業者の脈博数増加率等を示せば第5図のとおりである。



移動所要時間



脈博数増加率

● 台車(無処理) ○ 台車(軌道に油塗布)
× ワゴン() △ リフト(通路上)

第5図 配桑機の作業強度

第5図によれば、配桑機の高さを同じ(床上67cm、77cm)にした場合における移動所要時間(平均)はワゴン>台車>リフトの順に短かく、脈博数増加率(同)も概して同時間の短かいものほど低かった。

これを前記の配桑機の負荷と対比するとワゴンと台車ではその間に比例的傾向を示した。すなわち、負荷の小さい台車は、その大きなワゴンより筋肉の疲労が少ないためか脈博数増加率が低かった。

しかし、リフトでは比較的大きな負荷を示したにもかかわらず脈博数増加率が低かったがこれは作業姿勢²⁵⁾と関係するところが大きいと考えられる。すなわち、台車、ワゴンの移動作業姿勢(写真3.4)は前屈姿勢に

加えて後退歩行であるためや、苦しい姿勢からくる疲労が考えられるのに対し、通路上に吊したリフトの移動作業姿勢は立位（写真B A）であり、しかも前進歩行ができるので身体のバランスを崩すことが少なく姿勢からくる疲労が少ないためと考えられる。

この推察は、同じ負荷の台車でも作業するときの位置が低い場合（高い場合に比べて強い前屈姿勢をとらねばならない）に脈搏数増加率が高くなったことから裏付けされる。

また、台車の軌道に油を塗った場合は無処理の場合よりも車輪の「ころがり抵抗」を減少したためか移動所要時間の短縮や脈搏数増加率の低下傾向を示し、その移動操作が容易であった。

このように手動式配桑機の作業強度は、配桑機の負荷と関係を有するが作業姿勢も大きな影響力をもっていることが判明した。

II 配桑性能について

配桑機の実用性能判定のための主要要素は、①条桑積載の難易、②運搬量の多少、③移動操作の難易、④条桑を実際に手でカイコに給桑する給桑作業の難易、⑤汎用性の有無等である。

従来、個々の配桑機の配桑性能（給桑作業能率）についての実証的研究は多いが、機種別の比較研究は少ない。すなわち、西村²¹⁾は、電動式リフトと手動式リフトの比較を行ない、電動式は手動式よりわずかに能率がよい。光根¹⁶⁾らは、リフトとワゴンを使って給桑、条払い作業の手順や難易要因を比較検討し、春蚕期5令期の給桑作業時間（指数）は、手給桑100に対し、リフト9.0、ワゴン8.7であった。細田⁸⁾らは、配桑装置を導入した壮蚕飼育の効率化試験を行ない春蚕期5令期の飼育管理作業の同上指数はワゴン4.4、リフト4.5であった。

最近、西村²²⁾は、給桑に関する限り、リフトと配桑車（ワゴンと台車を指す）とは能率的に大差はないと述べている。

しかし、配桑機の代表型ともいえる台車、ワゴンおよびリフトの配桑性能を同時に比較研究したものは、ほとんど見られない。

一方、給桑作業者の疲労に関する研究は少なく、原⁵⁾らは、リフトの導入効果事例調査から、①身体の疲労部位は、手作業では上腕部、頭部に訴えが多く、肩、腰、下脚等いずれも訴えがあるのに、リフト利用者はほとんど訴えないこと。②フリツカー測定器による機能低下率は、手給桑では約8%に対し、リフト給桑の場合は3%弱で両者に明確な相違があることを認めている。

光根¹⁶⁾ら（上記）は、手の運動が手給桑では「横」

で疲労度が高くなるがリフト、ワゴンでは「上下」であるほか無理のない姿勢で作業ができるので、疲労が少ないことを、後藤²⁾らは、従来のやり方（人力配桑・手給桑）は毎回の給桑にあたって発汗作用が大きい、リフト、ワゴン利用は作業のための諸動作が少なく従って発汗作用もなく作業が楽に進められることを報じている。

そこで、3種の配桑機を給桑作業に利用した場合、慣行の人力配桑・手給桑に対してどれだけ省力されるかについて比較研究するとともに、給桑作業、すなわち、人力による配桑作業、配桑機による配桑作業について作業者が作業から受ける負担の多少すなわち作業労働の質についても検討を試みた。

1 実験方法

1) 供試材料

(1) 能率試験

1971年、春蚕期、当所の経営蚕室において2箱の5令期のカイコを対象に、1日2回給桑、1段飼育（蚕座は側幕付で巾1.5m、長さ2.0m「1列」を設ける）、作業従事者男子1名、1試験で供試した3種の配桑機を使って試験した。

なお、配桑機の特徴などを取りまとめて見ると、第3表のようになる。

(2) 作業強度試験

1972年、晩秋蚕期、台車を使い、蚕座長2.0m（1列）と5.8m（3列）について作業従事者男子46才、1人作業、その他は前項試験に準じた。

2) 調査方法

(1) 能率試験

①配桑機利用の場合：蚕座の一端で必要量の条桑（枝条長1.3m～1.0m）を1回に積載した。積載方法は、蚕座の縦の方向直角に基部をそろえる。作業者は条桑の基部の方向に位置をとり、利き腕でない方（左）で配桑機を後退移動しながら、利き腕（右）で配桑機上の条桑をつかみ、台車の真下の蚕座へその基部を後方に向けて川字型に給桑する。

②人力配桑の場合：蚕座の一端に置いた条桑を、手で持ち運ぶ蚕座の近くに配置（配桑）しながら上記①に準じて後退川字型に給桑する。

作業速度は、いずれの場合も普通とし、それぞれの給桑所要時間と歩数を調べた。

(2) 作業強度試験

前項試験に準ずる。但し蚕座長5.6m（5.5箱）試験では、桑を貯桑室（蚕室に隣接）まで歩いて持ちに行った。②作業強度の測定は、脈搏数（前記）のほかに呼吸数と発汗作用を調査した。

第3表 配桑機の特徴

項目	機種	台車※(当所製)	ワゴン(萩原鉄工製)	リフト※※(萩原鉄工製)
桑のせ台の面積 (m ²)		2.25	2.17	13.0
条桑積載能力 (kg)		120 程度	100 程度	80 程度
所要けん引力 (kg)		1.6	2.5	2.2
積荷1kg当りの所要けん引力 (kg)		0.035	0.049	0.042
高さの調節(対床面) (cm)		できない	できる(67~85)	できる(67~105)
1台で給桑できる蚕座(列)		3	3	3
利用範囲		配桑・条払い・除沙	同左	同左
蚕舎の構造による導入の適否		天井が低かったり、簡易建物などに適する。	同左	天井が高く、構造的に頑丈な建物に適する
特 徴		1) 飼育枠(蚕座側幕)があるので通路にカイコが落ちこぼれることがなく、足元を気にしないで作業ができる。 2) 通路巾を縮めて設置できる。	1) 台車・リフトともに除沙の蚕座片付けなど飼育に付随する各種運搬ができる。 2) 同上桑を通路に置くことがないので病原の汚染の恐れがない。	1) 蚕舎の空間が利用できる。 2) 台車・ワゴンとともに蚕座の設置方向が飼育場所の棟の方向に平行にとれるので、建物が効率的に利用できる。
問 題 点		飼育枠の骨組みが弱いものには使えない。(この場合はワゴンの利用がよい)	蚕座側幕のない場合は、凹レール上に条がはみ出したり、蚕沙が入ったりすると移動に手間取るほかカイコをひき殺す。	条払いや廃条などの運搬能率は配桑車よりやや劣る。

※熊本県、築紫勝博氏考案 ※※栃木県、鈴木忠男氏考案

2 結果と考察

1) 能率試験

春蚕期の給桑能率を人力配桑によるものと比較すると、第4表のとおりである。第4表によれば、配桑機を利用

すると5台平均でみて箱当たり7~8分で人力配桑の32%~16%作業時間を短縮することができた。

配桑機間では、台車が最も高く、次いでワゴンであり、リフトが最も低かった。

第4表 給桑作業能率(配桑機間の比較)

項目	配桑別	人力(対照)	台車利用	ワゴン利用	リフト利用
5 令期平均		19分(100)	13分(68)	15分(79)	16分(84)
5 令最大給桑時		22(100)	15(68)	18(82)	19(86)

注 1) 調査量は、蚕座長20m、巾1.5m(2箱飼育)の調査結果

2) 数字は、1人作業(川字型給桑)の所要時間

3) カッコ内数字は、それぞれ人力を100とした指数

4) 蚕期は、春蚕。

第5表は、春蚕5令7日目に1列20mの蚕座(2箱飼育)について、その給桑作業を分析比較したものである。給桑作業の総時間は指数が示すとおり配桑機を利用することによつて32%~14%作業時間が短縮されるが、実給桑時間すなわら桑をつかんで蚕座上に置く時間については両者間に大きな差がなく、両者のちがいは主として積み込みと運搬の差によるものである。

配桑機利用の場合は、配桑機上に桑を積み込めばあとは、①配桑機を動かしながら、②無理のない姿勢で、配桑機上の桑を蚕座に置いていく、この2つの人力作業のくり返しであるのに対し、人力配桑の場合は、何回も桑置き場まで桑を持ちに行かねばならない。

その間の作業者の延べ歩行距離は、人力配桑100に対し、配桑機利用ではわずかに1.3歩数は40~72で

第5表 給桑作業内容の比較

項目	配桑別	人 力 (対 照)	台 車 利 用	ワゴン 利 用	リフト 利 用
総 時 間 (分)		22 (100)	15 (68)	18 (82)	19 (86)
積み込み・解束時間 (分)		—	2 (100)	3 (150)	4 (200)
運 搬 時 間 (分)		7	} 13 (59)	} 15 (68)	} 15 (68)
実 給 桑 時 間 (分)		15			
歩 行 距 離 (m)		410 (100)	40 (13)	40 (13)	40 (13)
歩 数 (歩)		670 (100)	268 (40)	428 (64)	482 (72)

注 1) 数字は、蚕座長20m(2箱飼育)1列の調査結果。

2) カッコ内数字はそれぞれ人力を100とした指数。

3) 蚕期は、春蚕(5令最大給桑時)

かなり少ない。

配桑機間では条桑の積み込み時間に差がみられ、ワゴンやリフトは台車より長い。これは、桑のせ台の高さ、面積等の差によるもので、台車に比べて、ワゴンは、①高く、②狭い、リフトは①高く、②狭く、③吊り棒が中心部にあって桑束を左右に振り分けなければならないためである。

配桑車(台車とワゴン)間にみられる実給時間の差は、配桑機(桑のせ台)の高さの違いによると考えられる。すなわち、台車はワゴンより低い(写真3.4参照)ため桑をつかんで蚕座に運ぶのが容易であり、これが作業者の手の動き、ひいては足の動きに影響し、作業時間の短縮、歩数の減少を来したものと考えられる。

次に、第6図は、給桑量と給桑作業所要時間および歩数との関係を示したもので、これによると給桑量と給桑作業時間および歩数とはおおむね比例的傾向を示した。

しかし、台車はワゴンやリフトより多量給桑時の給桑作業時間の延長や歩数の増加傾向が少なかった。

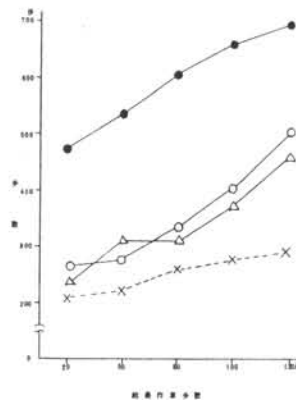
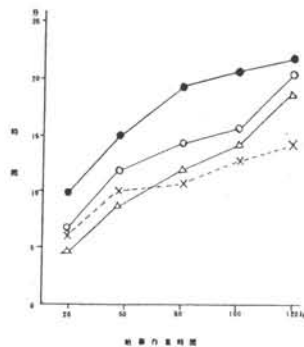
なお、条桑積載能力(第3表)は、リフト>ワゴン>台車の順に多いが、実際の場合、積載能力の80%程度の積み込み量が適当と考えられる。

近年、労力不足から1日の給桑回数は減少し、1回当たりの給桑量は増加する傾向にある。一方、作業者の動きに無駄を少なくするにも配桑機は1回の運搬量の多いものがよい。

2) 作業強度試験

晩秋蚕期、台車による給桑作業能率並びに普通速度で作業した場合の作業終了時の作業者の呼吸数、脈搏数および発汗作用は第6表、第7図のとおりであった。

第6表に示したように、台車利用配桑が人力配桑に比べて、①飼育量の多少(2箱と5.5箱)にかかわらず作業時間を15%~20%短縮した。②飼育量をふやし



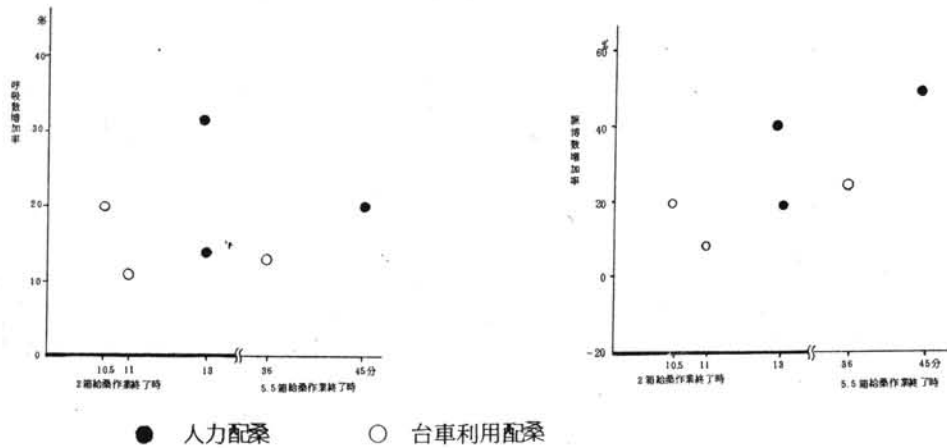
- ① 1971春蚕期 ●—●人力配桑
- ② 蚕座長20m(2箱飼育) ○—○リフト利用配桑
- ③ 1人作業 △—△ワゴン利用配桑
- ④ 後退川字型給桑 ×---×台車利用配桑

第6図 給桑量と給桑作業時間および歩数との関係

第6表 台車利用時の給桑作業能率と作業強度

項目	配桑別		台車利用			
	人 力 (対 照)		台 車 利 用			
調査量	延 蚕 座 長 (m)	20	56	20	56	
	蚕 座 列 数 (列)	1	3	1	3	
	飼 育 量 (箱)	2	5.5	2	5.5	
試 験 例 数 (回)	1	2	1	1	1	
蚕 令	5令4日目	5令5日目	5令7日目	5令4日目	5令5日目	5令6日目
給 桑 量 (kg)	80	80	300	80	80	300
桑 束 数 (束)	7	8	34	7	8	33
桑束の運搬回数(回)	7	8	24	1	1	3
歩 行 距 離 (m)	124(100)	164(100)	885(100)	40(32)	40(24)	292(33)
歩 数 (歩)	440(100)	425(100)	1151(100)	185(42)	168(40)	379(33)
給桑所要時間(分) (含積み運搬)	13.0(100)	13.0(100)	45.0(100)	10.5(81)	11.0(85)	36.0(80)
〃 飼育量1箱当り(分)	—	6.5(100)	82(126)	—	55(100)	65(118)
発 汗 作 用	肌が濡れる程度	同 左	汗が落ちる程度	ほとんどない	同 左	肌が濡れる程度
作業時の室温 (℃)	26	27	25	26	27	26
〃 湿度 (%)	55	56	58	55	56	55

- 注 1) カッコ内の数字は、それぞれ人力または2箱飼育時を100とした指数。
 2) 蚕期は、晩秋蚕期、蚕座巾は1.5m。
 3) 1日の給桑回数は2回。



第7図 給桑作業における作業者の呼吸数脈搏数

た場合における給桑作業能率の低下傾向が緩やかであった。

第7図によれば、呼吸数の増加率は台車利用配桑と人力配桑間に大差を認めなかったが、脈搏数増加率では台車利用配桑時が人力配桑時より低く、特に5.5箱の給桑作業時には顕著な差が認められた。

すなわち、1人で5.5箱給桑時における作業者の脈搏

数の増加は、台車利用配桑の場合(増加率25%)は、人力配桑の場合(同50%)に比して半減し、作業の軽労働化が明らかに認められた。

作業者の脈搏数増加率が高くなればなるほど作業終了後、脈搏数が作業前の状態に回復するまでの時間もそれだけ^{13.14)}増加する。したがって、人力配桑では十分な休憩時間を見込まねば疲労が蓄積するおそれがある。

また、第6表の発汗作用は、台車利用配桑時が人力配桑時より少なかった。

このように、台車利用配桑は人力配桑に比して一定量の給桑作業に要する体力を大幅に減少したのは、作業者の疲労に最も大きくつながる条桑の運搬操作（配桑）を省力できたことによるものと考えられる。

以上から、普通速度での給桑作業能率は、配桑機利用による給桑作業は人力配桑による給桑作業に比して増加し、機種間ではリフト>ワゴン>台車の順に高いことが判明した。

また、作業者が給桑作業から受ける負担は、作業速度が同様なら台車利用配桑が人力配桑よりかなり軽減されることが確認された。

Ⅲ 利用改善について

人力配桑による給桑作業の能率に影響する要因⁷⁾としては、①用桑の形質、②飼育施設、③蚕座の配置、④作業条件等があげられる。

配桑機利用時においても、この要因は類似するものと考えられるがこの方面の研究や配桑機の利用改善に関する研究はほとんどみられない。

そこで、配桑機利用による給桑作業を作業者によって一層快適なものとするため、①桑条長、②給桑形式、③隣接蚕座に対する給桑と作業能率との関係等について検討した。

1 桑条長と給桑作業能率

配桑機利用時の給桑作業能率が桑条長の長さによつてらからかどうかを知るため試験した。

1) 実験方法

1971年、晩秋蚕期、当所において台車を使い、1人作業、川字給桑で試験した。

試験区は桑条長によつて、次の2区に分けた。

- ① 0.7 m ~ 1.0 m、② 1.0 m ~ 1.3 m

2) 結果と考察

桑条長と給桑作業能率との関係試験結果は、第7表のとおりである。第7表によれば、配桑機利用時の給桑作業能率は桑条長によつて差を生じた。すなわち、その長いものは短いものより給桑時間を短縮し、歩数も減少した。この傾向は給桑量の多少によつて大きく変らなかった。

2. 給桑型式と給桑作業能率

養蚕における作業体系では、給桑は別個の作業ではなく、繭生産の全体作業の工程に関連するものとして考える必要がある。

よつて、給桑型式はそのカイコの上簇方法によつてらがい自然上簇では、簇を置く前に除沙をすることをたて

第7表 桑条長と給桑作業能率（台車利用）

時間 歩数	桑条長 (m)	給桑量 (kg)		
		20	40	60
時間 (分)	0.7 ~ 1.0 (a)	3.5(100)	46(100)	48(100)
	1.0 ~ 1.3 (b)	3.0(86)	3.9(85)	43(90)
歩数 (歩)	(a)	95(100)	220(100)	295(100)
	(b)	82(86)	203(92)	268(91)

注 1) 数字は、蚕座の長さ10 m、巾1.5 m (1箱飼育)の調査結果。

2) カッコ内数字はそれぞれ0.7~1.0 mを100とした指数。

3) 蚕期は晩秋(1971)、給桑型式は川字型

前としている場合²⁴⁾は横列給桑が、無除沙の場合(側幕付)は蚕座が平らになる川字型¹⁵⁾²⁸⁾が便利である。一方条払い上簇では熟蚕のとりついている条桑を蚕座から剝離の容易な横列給桑でなければならない。

従来、手給桑時における給桑型式(川字型、横列)と蚕作、作業能率等との関係試験をみると、次のとおりである。

1) 西村²⁰⁾らは、飼育成績は、川字型、横列の区間に全く差が認められないが、普通繭1 kg生産に要する給桑労力は横列17.2分(指数100)に対し、川字型12.7分(同74)で川字型は横列より26%省力できた。

2) 原⁷⁾は、給桑作業の改善効果例を示し、横歩き交互給与を、後退川字型給与に改めたところ、給桑所要時間を約半減し、後退川字型は手給桑では合理的であると述べている。

3) 井口⁹⁾らは、条桑育蚕座における熟蚕の水平移動を調査したところ、熟蚕は条桑の方向と平行に移動する帯状分布を示すことを認め、条桑育における横列給桑は、自然上簇のさいに周囲蚕を多くする原因の一つになることがうかがわれると述べている。

4) 中島¹⁸⁾は、給桑法と労働強度をエネルギー代謝率(RMR)の面から検討し、川字型は横列よりRMR(2.9:3.1)消費熱量(毎分4.3 cal: 4.6 cal)でわずかに低い傾向を示した。

5) 後藤²⁾らは、5令起除沙と条払い作業能率は同程度であったが、上簇後の蚕座片づけ作業は横列が川字型よりいずれの蚕期も能率的であった。

6) 田中²⁸⁾は、給桑台車による川字給桑は、後片づけ作業の手間を少なくするため枝条の根と先端の方向を一定にすると述べている。

そこで、配桑機利用時においても、給桑型式によつて作業能率に差があるか否かを知るため試験した。

1) 実験方法

1971年、初秋蚕期4～5令期、当所において台車を使い、1人作業で試験した。

試験区

川字型給桑：前記(Ⅱ試験)のように4～5令期、給桑量に応じた桑束を配桑機に積み込み、ナワを解いて利き

腕(右)で桑をつかみ、左手で配桑機を移動させながら、条桑を蚕座に縦の方向に平行に置き、蚕座に添って後退給与する。

横列給桑：同上蚕座の縦の方向と直角に条桑を置き、後退給与する。

2) 結果と考察

配桑機利用時における給桑型式と給桑作業能率との関係試験の結果は、第8表のとおりである。第8表によれば

第8表 給桑型式と給桑作業能率(台車利用)

項目	令期 時間・歩数 給桑型式	4 令				5 令			
		時間(分)		歩数(歩)		時間(分)		歩数(歩)	
		横列	川字型	横列	川字型	横列	川字型	横列	川字型
令期の平均		3.0 (100)	2.5 (83)	90 (100)	87 (97)	5.5 (100)	4.6 (84)	280 (100)	245 (88)
最大給桑時		4.0 (100)	3.2 (80)	105 (100)	105 (100)	6.0 (100)	4.6 (77)	371 (100)	298 (80)
調査量	{ 蚕座長 蚕座巾 飼育量	10 m 0.75 m 1 箱				10 m 1.5 m 1 箱			

- 注 1) 数字は1人作業の所要時間。
2) カッコ内数字はそれぞれ横列給桑を100とする指数
3) 蚕期は初秋(1971)

ば、川字型給桑の4令最大給桑時の給桑時間は、同横列給桑に比べて20%、同5令は23%、短縮、省力化され、歩数は、同4令では差がみられなかったが、同5令では20%減少した。

また、給桑量と作業能率との関係は、第9表のとおりであり、川字型給桑の省力化の傾向は給桑量の多少によつて大きく変らなかつた。

第9表 給桑型式と給桑作業能率(給桑量と作業能率との関係)

時間・歩数	給桑量 別(kg)	給桑量		
		25	40	60
時間 (分)	横列	4.0(100)	5.3(100)	6.0(100)
	川字型	3.2(80)	4.8(91)	4.6(80)
歩数 (歩)	横列	105(100)	246(100)	371(100)
	川字型	105(100)	195(79)	298(80)

- 注 1) 数字は蚕座の長さ10m、巾1.5m(1箱飼育)の調査結果
2) カッコ内数字はそれぞれ横列を100とした指数
3) 蚕期は初秋(1971)5令期

このように、配桑機利用等においても、手給桑時と同様、後退川字型給桑が同横列給桑より省力的なことが判明した。

3 隣接蚕座に対する給桑作業能率

配桑機の設置場所は、蚕座が3列のときは中央蚕座とし、その直上を走らせる(又は吊す)が配桑機の真下の蚕座とその隣接蚕座に対する給桑作業能率を調べたものはみられない。

そこで、給桑作業能率は、台車の真下の蚕座と隣接蚕座で違うかどうかを知るため試験した。

1) 実験方法

1972年、春蚕期、当所において台車を使い、1人作業で試験した。

試験区

台車の真下の蚕座：飼育枠上の台車に条桑を、蚕座の縦と直角に積み込み、条桑の基部をつかみその真下の蚕座へ置いていく。(後退川字型)

台車の隣接蚕座：作業者は、台車の進行方向に向つて左側通路に立ち、同上台車上の条桑を通路(60m)を隔てた隣接蚕座へ置いていく。(同上)

第10表 隣接蚕座に対する給桑作業能率(台車利用)

項目	令期		4 台				5 台			
	時間・歩数		時間(分)		歩数(歩)		時間(分)		歩数(歩)	
	蚕座		台車の真下 (a)	台車の左隣 (b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
令期の平均	5.7 (100)	4.4 (77)	151 (100)	141 (93)	9.5 (100)	8.3 (87)	300 (100)	217 (72)		
最大給桑時	7.0 (100)	5.3 (76)	183 (100)	142 (78)	13.8 (100)	11.5 (83)	325 (100)	218 (67)		
調査量	蚕座長		20 m				20 m			
	蚕座巾		0.75 m				1.5 m			
	飼育量		2 箱				2 箱			

- 注 1) 数字は1人作業の所要時間
 2) カッコ内数字はそれぞれ台車真下を100とした指数
 3) 蚕期は春(1972)、給桑形式は川字型

2) 結果と考察

台車による隣接蚕座に対する給桑作業能率試験結果は第10表のとおりである。第10表によれば、4台、5台期とも、台車の左隣接蚕座に対する給桑は、同真下蚕座より作業時間を短縮するとともに歩数を減少したが、これは前項試験の結果から給桑型式を合理的な後退川字型としたことによつて作業動作が単純となつたためと推察する。

すなわち、真下蚕座では台車上で条桑の基部をつかみ台車上の条桑を避けながら蚕座上で向きを替えて(先端を水平に90°回転)台車下の蚕座に運ぶのに対し、左隣接蚕座では、同条桑を通路上で同上回転すれば開放的な台車左の蚕座上に運ぶので、諸動作が比較的少なくなつたためと考えられる。

要するに、配桑機利用による給桑作業を一層速く楽に行なうためには、①用桑は、枝条長のある程度長いものを用意し、②給桑型式は後退川字型で、③蚕座3列までの場合における配桑機は1台で十分であり、その設置場所を中央蚕座とするときは、配桑機の隣接蚕座の給桑は後退川字型で能率的に行なうことなどが判明した。

IV 総合考察

以上の試験の結果、配桑機の機種間には負荷、配桑性能等に大差があり、供試した3機種間では概して台車が優れていることが判明した。

この研究は、従来配桑、給桑とも人力作業であつた給桑作業を配桑機の利用によつて人力+機具という労働手

段の組合せによつて当初に掲げた、四つの目標を解決すべく行われた。

研究の第一目標であつた給桑作業を楽に(疲労の軽減)なしとげることについては可能なことを確認した。

すなわち、手給桑作業は、きわめて激しい作業ではないが、軽い作業とはいひ難い。しかも不自然な姿勢での作業は作業者の負担を大きくしている。この給桑作業を作業者にとつて快適なものとするには、当面人力作業の段階で一層の作業改善をはかる必要があるが、配桑機は作業者の疲労をもたらす配桑操作を省力することができた。

また、配桑機利用による給桑作業は、飼育規模が大きく作業が長時間にわたる場合でも作業者の疲労を増加させる懸念が少ない。

これらのことから、給桑作業の装置化は、作業能率のみではなく、作業者にとつて無理のない(快適な)作業体系を確立する上からも緊要と考えられた。

なお、台車の軌道へ油を塗ることは、①移動操作を容易にするほか②錆が防げるので有効である。

また、配桑機利用時の作業姿勢は作業者の疲労と関係するところが大きいので手をとどかせる作業点の高さに注意する必要がある。

普通の場合、給桑作業能率も考慮に入れて床上65cm~75cm位が適当と考えられる。

第二の目標であつた給桑作業を早く(時間の短縮)なしとげることについては、後退川字型給桑、給条長のある程度長い条桑を用意することなどをとり入れることに

より、配桑機の効率的な利用技術体系の策定資料が得られた。残された課題として川字型給桑蚕座の簡易な後片付け方法を見出す必要がある。

なお、配桑機の利用によつて労働量が節減されるが、その残った労力を、①桑刈り作業に廻す、②仕事に余裕ができるので経営規模拡大—高能率養蚕—の確立が期待できる。

第三と第四の目標であつた給桑作業を良く（虫繭糸質の向上）、安く（費用の節減）なしとげることについては、特に実験はできなかつたが、①大規模養蚕では、配桑機の導入によつて給桑作業の能率化がはかれるので適期給桑ができる。②飼育枠（蚕座側幕）を有する台車では（側幕のない条桑育に比べて）カイコの発育を斉一にし、繭糸質の統一が図れるように考えられる。

また、配桑機は単なる条桑運搬機でなく飼育にまつわる各種（給桑、除沙、上蔭、消毒、配蚕、後片付等）の運搬に多目的に利用できるしいずれも多額の資金投入の必要^{26,27}なく個別経営の枠内において導入が容易である。

なお、台車では、タルキ、孟宗竹など飼育枠材があれば車輪とL字鋼（軌道）を購入するだけで農家の自作も可能である。

これらのことから配桑機は、養蚕主業経営クラスの農家にとつて給桑労力の節減、養蚕諸作業の軽減、養蚕作業に対する肉体疲労度の減少等に大きな効果を発揮できるものと考えられる。

次に、この技術実施上の留意点を挙げれば、機種の設定に当たっては、①蚕室の構造（骨組、天井の高さ、床、奥行等）に合わせて配桑機の特徴を十分発揮できるようにすべきである。②給桑労力の省力化とあわせて上蔭労力の省力化も考慮すべきである。たとえば自然上蔭を行なう場合には、飼育枠に側幕を有する台車が適している。

V 摘要

台車、ワゴン、リフトの3種配桑機の性能比較やその利用改善について研究した。その結果を要約すると次のとおりである。

I 配桑機の性能比較

- 1) 配桑機の負荷は、ワゴン>リフト>台車の順に小さかつた。
- 2) 作業強度は、負荷と関係を有するか作業姿勢も大きな影響を示した。
- 3) 配桑機の配桑性能は、リフト>ワゴン>台車の順に高かつた。
- 4) 人力配桑による給桑作業は、相当大きな体力を必要

とするが、配桑機による給桑作業では、作業者が作業から受ける負担は小さかつた。

5) 以上から、3機種間では概して台車が優れていることが判明した。

II 配桑機の利用改善

- 1) 配桑機利用時の給桑能率は、桑条長の長いもの（1.0 m～1.3 m）は短いもの（0.7 m～1.0 m）より高かつた。
- 2) 配桑機利用時の給桑能率は、後退川字型給桑が後退横列給桑より高かつた。
- 3) 配桑機の隣接蚕座に対する後退川字型の給桑能率は同真下蚕座より高かつた。
- 4) 給桑作業を、配桑機を利用することによつて、①楽に、②速く、③良く、④安くなしとげるために若干の考察を行なうとともに、技術実施上の留意点を示した。

VI 引用文献

- 1) 遠藤俊三・宮沢福治・小中俊雄・篠崎浩之(1972): 根洗い苗田植機の利用に関する研究、農事試研報 16 87～129
- 2) 後藤哲翁・上福元克己・戸田和博(1972): 夫婦10箱飼育に関する調査、大分県農技セ蚕業部試成要 27. 100～113.
- 3) 服部 保(1972): 壮蚕飼育用美栄式半自動給桑機の開発、蚕桑技術相談 46, 134～139
- 4) 原 久寿雄(1968): 養蚕作業に関する研究、埼玉蚕試報告 34. 1～137
- 5) —————(1970): 給桑用リフトの導入効果の事例調査、蚕糸科学と技術 9(1) 42～46
- 6) —————(1971): 無駄をなくす養蚕作業、蚕糸科学と技術 10(6) 20～23.
- 7) —————(1972): 壮蚕飼育の省力化—桑とり・給桑作業、蚕桑技術相談 46, 105～111
- 8) 細田茂和・桜井 仁・高橋隆雄(1971): 配桑装置を導入した壮蚕飼育の効率化試験、長野蚕試要報 7. 136～140.
- 9) 井口民夫・小境恭典(1966): 条桑育蚕座における熟蚕の走性特異性、蚕糸研究 60, 43～46.
- 10) 籾木豪夫(1963): トラクターの索引性能および作業負荷特性に関する研究 農事試研報 4, 1～78
- 11) 加藤甲司(1970): 優良養蚕農家の経営分析(岐阜県の実例)蚕糸科学と技術 9, (5) 28～34.
- 12) 倉島秀雄・福田茂夫(19): 移動式給桑・条払機の実証試験、日蚕学会東海支部研究講要 18, 8.
- 13) 小堀 乃・山川 勇・倉田久治・大西謙二(1972):

- 農作業の近代化に関する人間工学的研究—解析編—Ⅱ、
水稻移植作業の人間工学的な解析、東近農試研報 24、
18—43、
14)———(1972)：機械移植作業の人間工学、東海
近畿地域農試研究成果発表要旨 11—14、
15)丸山捷平(1972)：恵那の省力飼育—恵那式ユニコ
ンテ育器による一日一日給桑—蚕桑技術相談 46、130
—134、
16)光根 守・江藤喜好・小野義明・井口和雄(1972)
：簡易な機械装置による飼育上簇作業の確立試験 大分
農技セ蚕業部試成要 27、65—70
17)中岡保男(1970)：優秀養蚕農家の経営分析(熊
本県T農家の実例)蚕糸科学と技術 9(5)48—55、
18)中島 茂(1970)：育蚕作業の労働強度、蚕糸科学
と技術 9(9)60—63
19)永野 治(1961)：機械工学便覧 改訂5、東京・
日本機械学会
20)西村 浩ほか4名(1967)：年間条桑育に関する研
究 埼玉蚕試研要 39、97—98、
21)———(1970)：牡蚕配桑機の経済評価 蚕糸科
学と技術 9(10)17—20、
22)———(1972)：高能率養蚕のための牡蚕飼育ハワ
ス、蚕糸科学と技術 11(3)28—30、
23)農林省農林経済局統計調査部(1972)：昭和45年
産繭生産費調査報告 74—83
24)農林水産技術会議事務局(1970)：年間条桑育技術
体系—東海近畿中山間地帯における—地域標準技術体系
養蚕 11、48、
25)大島正光(1960)：疲労の研究、東京同文書院
26)大西重暢(1970)：給桑作業の省力化、蚕糸科学
と技術 11(3)39—41、
27)佐藤好祐(1972)：牡蚕用飼育装置の使い方と経
済性 蚕糸技術相談 46、116—121、
28)田中繁生(1971)：給桑台車の導入による牡蚕飼
育の省力化、蚕桑技術相談 45、123—128
29)田原虎次・藍房和・須藤允(1967)：摘桑機に関
する基礎的研究 日蚕雑 36(1)23—29
30)渡辺昭典(1972)：組立式牡蚕飼育装置—構造と
特徴—蚕桑技術相談 46、125—130