

資 料 の 部

苗畑作業における荒起しおよび畦立作業の人力と機械力の比較試験 (研究資料)

Takamichi TUJI and Shozaburo WATANABE : A Comparative Study on Mechanical and Manual Operation in Ploughing and Furrowing a Nursery.

辻 隆 道⁽¹⁾

渡 部 庄 三 郎⁽²⁾

は し が き

農業においては、その生産費の70～80%までを労力費によつて占められていると聞くが、わが国林業における苗畑作業にもそのことがいえるのではなからうか。往時から苗畑作業は(一部を除いては)ことごとく人力労働に依存していたといつても過言ではない。その労働力の大部分は農家よりの余剰労働力を仰がなければならない……これは農業生産と種苗生産における労働力の時期的配分が近似であるゆえ……、そしてその労力費も種苗の価値計算において支配的な要因となり、労務管理および生産管理上問題点を含むこととなつてくる。

ことに近年は苗木の増産にともなつて苗畑の経費節減等の問題が提唱され、苗畑作業機械化の気運をみるに至つたので、それを究明する目的から苗畑作業に機械力を導入した場合の労働力について調査中であるが、今までのところ荒起し作業および畦立作業に試みたのでこれらについて述べる。

試 験 方 法

「荒起し」とは秋耕したまま越冬させ、殺虫ならびに土壌の凍結破碎をはかる目的から土壌を天地返しにする作業である。人力荒起しは苗畑で常に行つているところの万能鋤を使用した耕起とし、機械作業においてはプラウによる耕耘作業後ハローによる碎土作業を1～2回行つて、これらの時間観測を行つた(作業後の状況比較は写真9・写真10参照)。

調査期間

手 作 業 昭26・11・25～同26

機械作業 { ①プラネット・ジュニア ハンドトラクター 昭26.7～11
②ボレンス ガーデントラクター 昭28.3.22～同23

場 所

手 作 業 { 東京営林局 高萩営林署上台苗畑
プラネット・ジュニア
ボレンス 東京営林局 沼津営林署三明寺苗畑

使用器具および供試機械

(1) (2) 経営部作業科作業研究室

手作業—万能鋏

供試機械 { ①米国製 Planet・jr Hand-Tractor
② " Bolens Huski Gardener

附属農機具

ブ ラ ウ { ①9 吋ブラウ (コールドター径 300mm)
②7 吋ブラウ (コールドター径 250mm)

ハ ロ ー { ①12 吋 × 10 枚円盤ハロー
②18 爪 スパイクハロー

調査日数および被験者調べ

手作業—2 人 2 日間 { S……経験年数 5 年, 年令 24 才
T…… " 1 カ月, " 23 才

機械作業—両機とも 1 日半 { ①……運転回数 2 回目, 年令 24 才
②…… " 年令 40 才

「畦立作業」とは、苗木の床替植付のため 40cm 間隔に条溝を切つて畦をたてる作業で、通常両端 2 人の縄張りとし、畦立する何人かで 1 組となり、おもに女子の共同作業を行うものである。この時間観測は 1 組中より仕事の能力が大体中庸と思われる者を 1 人選んで計測した。ハンド・トラクターは操舵者 1 人で運転し、カルチ刃は 2 枚爪とし巾 50cm の溝を切つた。

調査は昭和 27 年 4 月と同 28 年 4 月に東京営林局管内高萩営林署上台苗畑で実施した。供試機はプラネット・ジュニア ハンドトラクターを用いた。

機械の諸元について

機械の名称は米国製 Planet・jr Hand-Tractor および米国製 Bolens Huski Gardener を使用した(写真 1・写真 3 参照)。機械はいずれも手押式小型トラクターで作業機を本体の後ろに取りつけ、操舵者がその後部に位置して運転操作するようになっている。動力は本機に固定されているエンジンからチェーン装置でクラッチ軸を通して車輪に伝えている(写真 5 参照)。

主要部の諸元は第 1 表に示す。これら外国製と国産機とを比較するため、国産機ハンドトラクターも二社製品挙げておいた。国産機に新・旧とあるのは近年各社で改良されてきて以前のとは大部異なつていて、これを区別した。本表の比較とあわせて実際使用状況を観察して感づいたことを記すと、

1) プラネット・ジュニアは重量が他機のいずれよりも大きい、馬力は小さくつていいる。これはわが国の粘土質土壌においては幾分難点があるが、後述するハンドトラクターの所要牽引馬力は大きい。すなわち、エンジン馬力は小さいが、機構上の馬力の損失は少ないようである。

2) ボレンス・ガーデンは逆に馬力は大きい、重量は大変軽くつていいる。本機は水田作業には好適かも知れないが、畑作業においては軽重量のために作業機に少しの無理がかかつても大きい上下振動を起し、ゴム車輪のスリップする率も多いようである。

3) 除草ならびに掘取りまでの機械利用による一環作業を行ううゑに、地上高の高いボレンス・ガーデンは他機に比して有利である。

4) 国産機のハンドル高は日本人体格に合わせてあり、ボレンス・ガーデンは上下自在にできるがプラ

第1表 ハンド・トラクター機体諸元比較表(昭和26年4月調*印は昭和28年3月)

名 称		Planet・jr	* Bolens Huski	C T 30型 セントラル	セントラル	シバウラガーデン	シバウラガーデン
製 作 所		米国 S・L・アレン	米国ボレンス	中日本重工業(新)	中日本重工業(旧)	石川島芝浦ター ビン (新)	石川島芝浦タービン (旧)
幅 間 距 離 (mm)		507 ~ 658	460 ~ 660	550, 750	550, 650, 750	550, 600, 900	500, 920
全 長 "		2200	1980	2350	2300	乗用2500, 歩行2400	2310
全 巾 "		850	660	825	825	800	800
地 上 高 "		220	430	300	270	300	180
ハ ン ド ル 巾 "		597	700	450	450	600	600
車 輪 "		径600 巾150	径550 巾150	鉄車輪600×100 ゴ ムタイヤ 500×160	径600 巾100 鉄車輪付 280 タイヤ付 96	径600 巾100	径600 巾100
重 量 (kg)		310	195	240	高速2.98, 低速 1.44, 後進1.08	乗用400歩行330	230
速 度 (km/h)		5.0	4.0 ~ 6.0	高速1.3×4.1, 低速 0.6~2.0, 後進 0.5 ~1.5	高速2.98, 低速 1.44, 後進1.08	前進4段, 後進2段	高速6.8, 中速3.6, 低 速2.5
燃 料 槽 (l)		ガソリン 3.8	ガソリン 3.8	ガソリン1.0, 燈油5.0	軽油3.5, ガソリン0.8	ガソリン 7.0	軽油 4.1
機 関	名 称	ブリッグス・スト ラットン	ウイスコンシン	セントラルコミンパ ワー	セントラルコミ ンパワー	シバウラ六型石油 機関	シバウラ III 型 軽油機関
	製 作 所	ブリッグス・スト ラットン会社	F. M. C 会社	中日本重工業会社	同 左	石川島芝浦 タービン会社	同 左
	型 式 お よ び 重 量 (kg)	空冷4サイクル堅 型 50	空冷4サイクル	空冷4サイクル堅型	空冷4サイクル 堅型 52	空冷4サイクル 堅型 75	空冷4サイクル 堅型 53
	出力および回転数 (HP/RPH)	3/2200 2.9/2700 2.5/2200	4.3/3600	6/2300	常用 5.5/2400 最高 6/3200	常用 5.5/1800 最高 6.5/2200	常用 3.5/2200 最高 4.0/2600
	始 動 方 式	ロープスターター	ロープスターター	ロープスターター	ロープスターター	ロープスターター	ロープスターター
燃 料		ガソリン	ガソリン	燈油 (始動ガソリ ン)	軽油 (始動ガソ リン)	ガソリン	軽油 (始動ガソリン)
動 達 力 装 伝 置	減 速	スプロケット式	調 速 機	スプロケット式	スプロケット式	平 歯 車 式	平 歯 車 式
	変 速	スプロケット式	調 速 機	変速機およびスプロ ケット取替可	同 左	摺動歯車式	摺動歯車式およびエン ヂンブレー
ク ラ ッ チ		多 板 式	コーンクラッチ	多 板 式	多 板 式	多 板 式	多 板 式
進 装 行 置	駆 動 装 置	ローラーチェーン	ローラーチェーン	ローラーチェーン	ローラーチェーン	摺動歯車	ローラーチェーン
	操 行	長手ハンドル式	長手ハンドル式	長手ハンドル式	長手ハンドル式	乗用丸ハンドル式 歩行長手ハンドル式	長手ハンドル式
備 考		型録および実測 による	型録および実測 による	会社の調べによる	会社の型録およ び説明による	会社の型録による	型録および実測による

苗畑作業における荒起しおよび畦立作業の人力との機械力と比較試験(注・渡部)

ネット・ジュニアは日本人体格には少しく高いようで、このため回転操作の場合等はことさら無理な姿勢が生じてくる（写真6参照）。

5)外国製は両者ともガソリンを燃料としているが、わが国の現状からすれば不利な点ではなかろうか。以上のほか、以前関東々山農業試験場で石川島製品（旧型）について、部品の互換性を高めること、各部の「ゆるみ止め」を完全にすること、フレームの強度を高めること、作業機の改良につとめること等列挙しているが、近年はこれらの点を取り入れ、各社それぞれ改良されてきた。

作業機の諸元は省略するが、プラネット・ジュニアのカルチ刃の主要寸法と通過後の状況とについて図

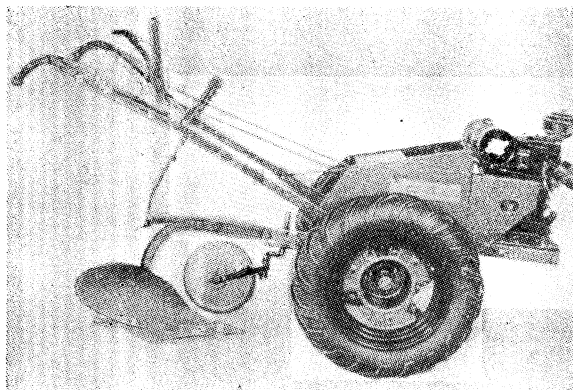


写真 1. プラネット・ジュニア



写真 2. 石川島芝浦タービン社製

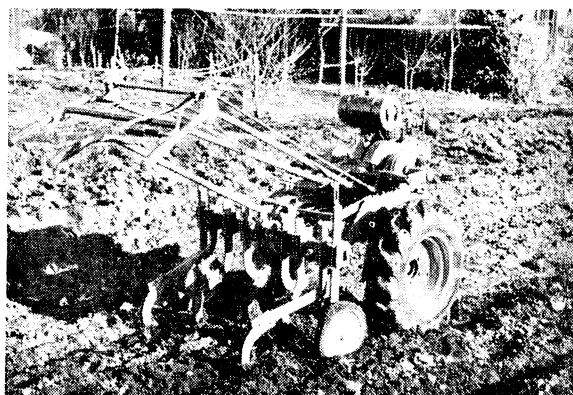


写真 3. ボレンスハウスキ ガードナ

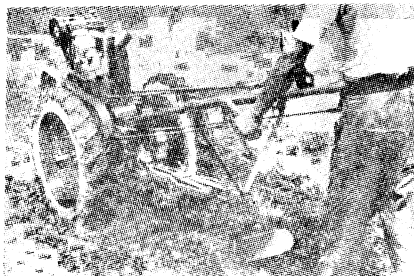


写真 4. 中日本重工業社製

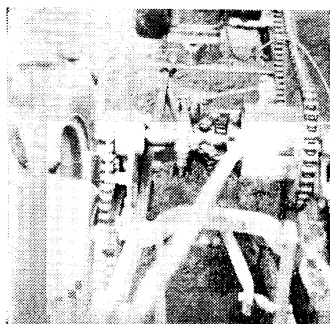


写真 5. プラネット・ジュニア
の動力伝達装置

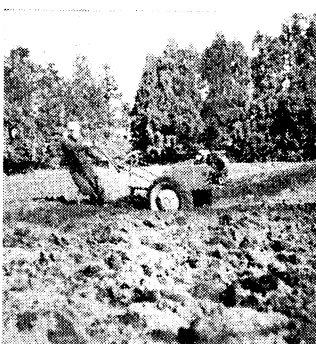


写真 6. 回転作業の無理な姿勢

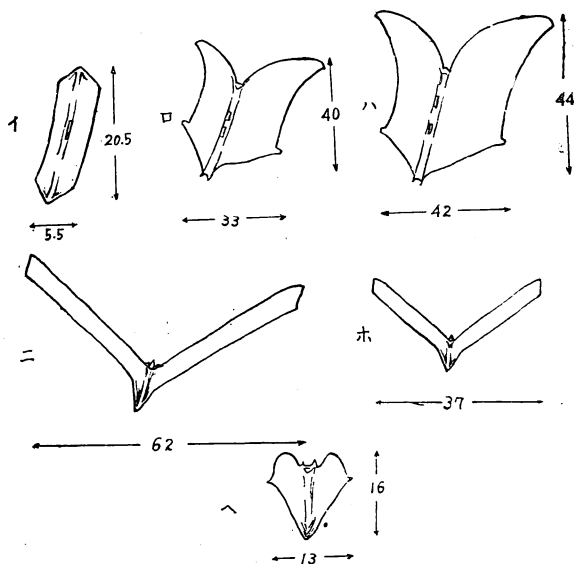


写真 7. 附属農具カルチ
ペーター

示したのが第1・第2図である。写真7はカルチ刃を取りつけた状態である。



写真 8. 附属農機具ブラウ



第1図 カルチベーター刃の主要寸法

イ. 中耕刃 ロ. ハ. 除草刃 ニ. ホ. ヘ. 整地刃

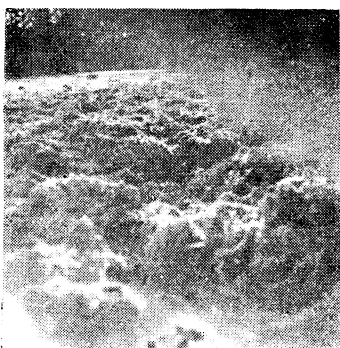
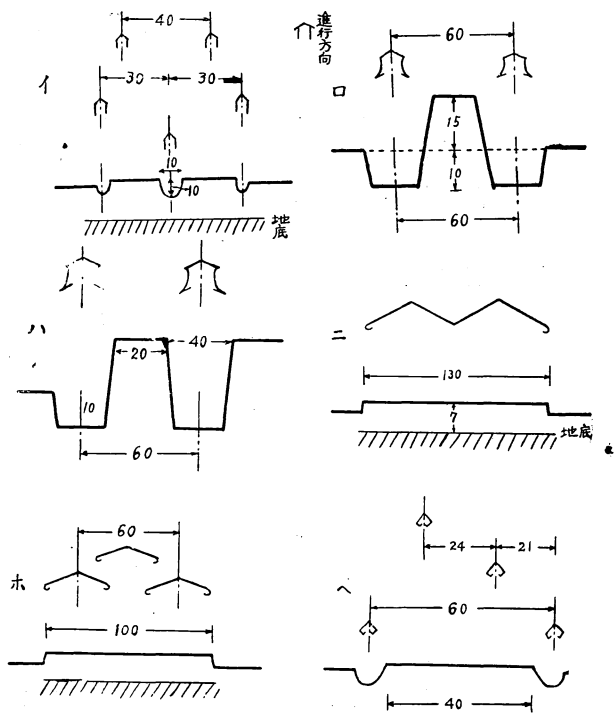


写真 9. 人力荒起し後の地表状況



写真 10. 機械によるブラウ・ハロー作業跡の地表状況



第2図 カルチベーター通過跡の横断面（単位cm）

A. 荒起し作業について

1. 試験成績

試験結果を一覧にまとめ、比較してみると第2表のとおりである。ただし、石川島や三菱重工業社製の成績はいずれも旧型について関東々山農業試験場¹⁾で発表したものを使用した。功程は苜畑の区画形状によつてかなりの差異が生じてくるが、実績値からそのまま算出した反当り所要時間は、プラウ、ハローともプラネットの方が高い。プラウによる耕深は耕巾すなわちプラウのサイズに密接な関係があつて、耕深が耕巾のおよそ0.5~0.6の値²⁾のとき最も良好な状態であるとされているが、これらの点は国産機より両供試機の方が良い。また、作業時におけるプラウの所要牽引力(Drawbar Power, D.P.)およびハンドトラクターの所要牽引馬力(Drawbar Horse Power, D.H.P.)はそれぞれ土壌比抵抗に関係があるが、このD.P.およびD.H.P.を算出すると第2表下段のごとくプラウのD.P.も、またハンドトラクターのD.H.P.も国産機よりは大きい。すなわちエンジン馬力は小さいが、機構上の馬力の損失が少ないことがいえる。大面積においては幾分プラウネットの馬力では少ないようであるが、実際の作業中エンジンの調整時間が再三挿入されておつたことは事実である。

2. 人力と機械力との功程比較

作業を機械化せしめんとするには、導入上従来の作業方式から脱却して改善してゆかなければならない。特に苜畑作業改善の根本問題として横山氏³⁾は次の3点を挙げている。1) 苜畑形状の統一整正、2) 苜畑経営技術の改善、3) 畜力、動力機具の撰択と改善。これともう1つは労力のムリ・ムダ排除による疲労の軽減、ムラの排除による生産性の高揚という労働科学的見地をいれて作業過程の合理化をはからなければ真の能率向上策とはいえない。筆者等は労働科学的考察を加えて、以下人力と機械力との功程を比較してみる。

人力作業は1日拘束時間9時間中に昼食時間1時間と午前・午後にそれぞれ15分の休憩時間が含まれるが、その他は被験者の意のままに作業を行わせ、秒単位で時間計測を行つた(第3表)。人力は4日を平均した1日の合計時間をもつて各要素作業別の百分率を算出したのに対し、機械作業においては荒起しの予定面積を完了して後に功程と時間が明らかとなるので、機械力は全作業完了後の総時間をもつて各要素別百分率を算出し、労作量算出のため第3表には1日分のみ掲載した。しかるに実働率は人力平均68.8%、機械力はプラネットで78.4%、ボレンスが77.2%となつた。そのうち主体作業は人力が63.2%、機械力プラネット、ボレンスは53.8、56.2%である。機械力の主体作業の実働率が約半分なのは、作業機の取替時間や機械部およびエンジンの調整等に時間が浪費されるためである。しかし、これらに費される作業時間はエネルギー的にはある種の休憩とも考えられ、エネルギー消費のきわめて少ない作業であるから、いくぶん休憩時間は少なくて済むので、人力作業より機械力作業の実働率は高い。換言すれば人力作業は疲れのために純粋な休憩時間を多くとつていることである。

第4表に功程を示す。総作業1時間当り面積は、プラネットが人力の約10倍、ボレンスが約6倍の能率増進となつている。楠氏⁴⁾の発表によれば、耕起面積で人力の約7倍の功程が合理的だとされているから、どちらかの労働量に無理または無駄があつたものと考え、これを検討してみよう。

まず、労働量を科学的に客観的に表示する方法として、白井氏⁵⁾の提唱されている労作量値を第3表のように計算してみた。労作量は労働時間(分単位)とそれを構成している各種の要素作業の作業強度(エネルギー代謝率, R.M.R.)との積であつて、各種作業の労働量を一定の数値として生理学的に決定し、かつ

第2表 試 験 成 績

作 業 種	プ ラ ウ						ハ ロ ー					
供 試 機 械	プラネット・ジュニア			ボ ン レ ス	石川島 (旧)	三 菱 (旧)	プラネット・ジュニア			ボ ン レ ス	石川島 (旧)	三 菱 (旧)
試 験 年 月 日	26.7.7	26.7.8	26.11.23	28.3.22	24.5.19	23.2.10	26.7.7	26.7.8	26.11.23	28.3.22	24.5.19	23.2.10
試 験 地	高 萩 営林署	同 左	同 左	沼 津 営林署	関東々山農 業試験場	同 左	高 萩 営林署	同 左	同 左	沼 津 営林署	関東々山農 業試験場	同 左
作 業 方 法	外返し法	外返し法	外返し法	外・内返 し法	内返し法	内・外返 し法	—	—	—	縦横掛	—	—
実施作業面積 ^m ²	536	297	6552	3000	495	221	563	297	6552	2000	301	221
総 所 要 時 間	42'44"	35'40"	671'50"	421'05"	48'04"	41'29"	14'57"	9'55"	100'35"	150'20"	7'32"	30'10"
正 味 時 間	34'26"	23'25"	352'46"	271'40"	47'01"	37'01"	14'26"	6'19"	83'25"	72'39"	7'32"	29'52"
回 行 時 間	8'51"	5'15"	—	5'58"	6'50"	3'42"	2'57"	0'42"	9'52"	30'40"	—	—
故障・調整時間	8'19"	12'15"	50'17"	18'00"	1'03"	0'46"	0'31"	3'36"	8'15"	17'00"	0	0'18"
平均速度 m/秒	0.91	0.85	1.03	0.83	0.83	0.46	1.38	1.13	1.70	—	0.98	0.49～ 0.63
燃料消費量 l/h	1.59	1.76	2'10"	1.14	1.95	0.98	2.75	2.08	1.73	1.20	0.40	0.97
燃 料	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	軽 油	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	軽 油	ガソリン
耕 幅cm	28	25	30	29	27	22	57	98	97	—	—	66
耕 深cm	17	19	20	13	12	9	—	—	—	—	—	—
功 程 (反当)	1 時33分	1 時59分	1 時12分	2 時23分	1 時42分	3 時17分	29分	25分	14分	1 時15分	25分	2 時15分
耕 深 / 耕 幅	0.61	0.76	0.67	0.43	0.44	0.41						
D. P. kg	190.4	190.0	240.0	156.0	129.6	91.1						
D. H. P HP	2.31	2.15	3.30	1.73	1.64	0.56						

苗圃作業における荒起しおよび畦立作業の人力との機械力と比較試験 (注・渡部)

第3表 作業時間内容と労作量値

機 械 力 作 業

要 素 作 業	R.M.R	Planet・jr			Bolens		
		時 間	%	労 作 量	時 間	%	労 作 量
準 備	2.0	46.93	8.7	93.9	26.88	5.0	53.8
ブ ラ ウ	5.9	290.55	53.8	1714.3	303.67	56.2	179.7
エンジン停止・調整	1.0	31.75	5.9	31.8	10.00	1.9	12.0
機 械 調 整	2.1	12.68	2.3	26.6	26.60	4.9	55.9
ブ ラ ウ 土 落 し	2.5	20.82	3.8	52.1	32.75	6.1	81.9
歩 行	1.5				13.93	2.6	20.9
そ の 他	1.5	20.83	3.9	31.3	2.92	0.5	4.4
小 計			78.4			77.2	
休 息	0.4	116.44	21.6	46.6	123.25	22.8	49.3
合 計		540.00	100	1996.4	540.00	100	2069.7

人 力 作 業

要 素 作 業	R.M.R	人 力 平 均		
		時 間	%	労 作 量
準 備	1.5	22.85	4.2	34.3
荒 起 し	6.7	340.65	63.2	2282.4
土 落 し	2.0	1.97	0.4	3.9
歩 行	1.5	2.95	0.5	4.4
そ の 他	1.5	2.94	0.5	4.4
小 計			68.8	
休 憩	0.4	168.64	31.2	67.5
合 計		540.00	100	2396.9

第4表 人力および機械力の功程比較

			総作業時間	耕起面積	耕 深	耕起土量	総作業1時間 間当り功程	総作業1時間 間当り耕起 土量
人 力	S	11.25	540'00''	m ² 442.9	cm 19~23	m ³ 88.8	m ² 47.0	m ³ 9.9
		11.26	540'00''	454.1	17~21	86.3	50.5	9.6
	T	11.25	540'00''	424.6	18~22	84.9	47.2	9.4
		11.26	540'00''	456.5	10~14	66.8	50.7	7.4
	平 均		540'00''	464.5	16~20	79.2	48.9	8.8
機 械 力	Planet・jr		772'40''	6552.0	16~22	1572.5	509.5	122.3
	Bolens・Huski		667'40''	3000.0	9~13	390.0	270.9	35.1

それを数量的に取り扱うことができるから、労働力の軽重を比較判定するにも使用できる。すなわち、エネルギー代謝率は、性・年齢・体格ならびに環境のいかんにかかわらず同じ作業を行う場合には同じ値を示す指数であるから、それに労働時間を乗じてえた労作量値も、これら諸条件のいかんにかかわらず、同じ作業を同一時間行つた場合は同じ量値を示す。それゆえ、人力と機械作業とは労作強度の内容は異にするが、

第5表 等級別の主作業の R.M.R. と消費エネルギー

等級区分	主作業の R.M.R.	想定実働 率(%)	勤務時間中 平均R.M.R.	* 勤務時間中の 消費エネルギー (cal)	1日の消費 エネルギー (cal)
軽 労 作 A	0 ~ 1	80	~ 0.8	550 ~ 920	1850 ~ 2200
中 労 作 B	1 ~ 2	80 ~ 75	0.8 ~ 1.5	920 ~ 1250	2200 ~ 2550
強 労 作 C	2 ~ 4	75 ~ 65	1.5 ~ 2.6	1250 ~ 1750	2550 ~ 3050
重 労 作 D	4 ~ 7	65 ~ 50	2.6 ~ 3.5	1750 ~ 2170	3050 ~ 3500
激 労 作 E	7 ~ (11)	50 ~ (40)	3.5 ~	2170 ~ 2330	3500 ~ 3900

* 8時間労働における消費エネルギー

同じ時間内における全体的な労作量値を表わして両者の軽重を比較することができる。

白井氏⁵⁾によれば9時間労働〔実際作業場に拘束される時間〕で、労作強度が主体作業の平均エネルギー代謝率で5.5以上の職種に属するものは、勤務時間の長短にかかわらずその労作量値はほとんど同じで、労作量値が1600と発表しているが、第3表では人力平均2397、機械力は1996および2070となる。

労働科学研究所においては、一般産業の各種労働の等級別消費エネルギー量⁶⁾を第5表のように算出している。これにあてはめてみるに、人力荒起し主体作業の R.M.R. が6.7、機械作業ブラウイングにおける主体作業 R.M.R. は5.9であるから、ともにD級にはいる。したがって、実働率は65~50%であるべきだが、実測では人力69%、機械力78~77%であり、消費エネルギーは8時間労働に換算して人力2594 cal および機械力2256 cal, 2318 cal となるから、人力はE級よりも過激な労働となり、機械作業はE級にはいることになる。何となればそれだけ無理して作業したこととなる。

3 工程の算出

労働生理学的にみて作業のエネルギー的な激しさによつて、その作業の実働率に差のあることは当然のこと、R.M.R. の大小に応じた実働率は第5表のごとく多くの実験結果から想定実証されている。筆者等の調査においては、定められた90分の休憩時間外に多くの休憩をとり、人力が総作業時間の31%、機械力が23~22%を占めていることは、生理的に要求する最低限度のものであり、また白井氏の労作量値1600が最高線といわれているが、それを越えている。しからば合理的な休憩時間は何ほどとればよいか算出してみるに、第5表の実働率を一応の基準として労働科学研究にて、農業労働の休憩率⁷⁾を求める曲線式を出している。筆者等はこれを基礎としてわが林業にあてはまるように修正したのが次式で

$$y = 0.15 x^3 - 0.7 x^2 + 2.1 x + 13$$

(ただし、y: 休憩率 x: エネルギー代謝率)

上式を用いて各要素別それぞれの計算休憩時間および計算作業時間を算出したのが第6表で、いずれも実測休憩時間の1.2~1.5倍の休憩時間を必要としている。換言すれば被験者は1.2~1.5倍の肉体的に無理な労働を行つたことといえる。

また、一方ムラの検討をしてみるに、1日の仕事の経過を調べるために第3図のような被験者それぞれの生理的作業曲線を描いた。生理的作業曲線⁸⁾は労働にあずかつて、時間の経過とともに推移する生産量の高低を表わしたもので、すなわち作業開始時における生産量は肉体的にも、精神的にも作業に馴れてないから低く、漸次時間の経過とともに作業に馴れ生産量が増加してゆくが、ある程度に達すれば肉体的、

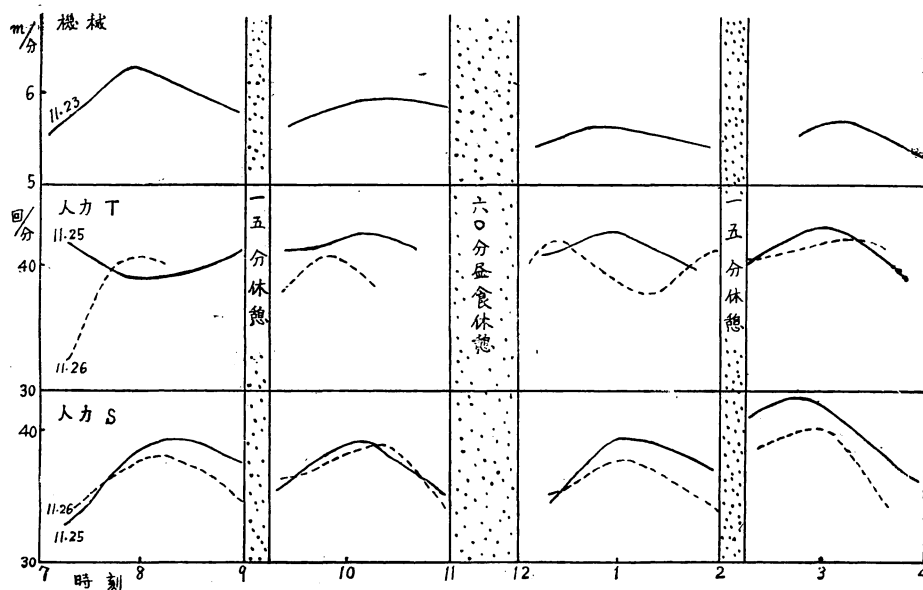
第6表 實測休憩時間と想定休憩時間との比較

区 分		観測時間合計	観測休憩時間合計	実測休憩率	推定休憩時間	推定休憩率	計算休憩率	休憩をした推定休憩比	耕面	転積	推定勤務時間1時間当り面積	八時間換算1日の功程	1反歩当り所要日数
人	S	11.25	540.00	165.43	30.64	622.98	248.37	39.87	1.50	442.9	42.66	341.28	2.93
		11.26	540.00	161.92	29.99	622.72	244.64	39.29	1.51	454.1	43.75	350.00	2.86
	T	11.25	540.00	161.25	29.86	618.46	239.71	38.76	1.49	424.6	41.19	329.52	3.03
		22.26	540.00	185.95	34.44	581.66	227.61	39.13	1.22	456.4	47.08	376.64	2.66
機械	Planet,	711.39	153.40	21.56	769.13	210.66	27.39	1.37	6552.0	441.70	3533.60	0.28	
	Bolens,	646.15	147.29	22.82	693.71	194.95	28.10	1.32	4000.0	345.97	2767.76	0.36	

精神的疲労が感ぜられ蓄積されてくるので、これと並行して生産量も低下し、ついにはその作業に耐えられない苦痛を感じるのが普通で、これらを感じる以前に休憩時間を挿入して疲労の恢復をはかり作業を再開する。再開時には休憩前の生産量より幾分上回るのが普通で、このような状態を休憩時間ごとに繰り返すが、1日全体からみても同じような曲線型になる。

この調査では人力は10分間おきに毎分当りの鋤の回数を計り、機械作業は同じく毎分当り速度を測つたので、これによつて表わした。被験者それぞれの作業曲線はSの26日に表われたのが一般的である。前述した休憩率で比較的無理のない作業を行つたと思われるTの26日は、作業曲線が特殊な曲線となり、25日もまた開始時は逆型となつてゐる。これはTが作業に未経験で(前職は自動車運転手)作業が自己流となつてゐることなど考え、この点から推してTを用いて基準功程を算出するのは差し控え、Sの26日をもつて基準功程を算出する。

かくすると、第7表S・11.26から肉体的に無理でないと思われる計算作業時間1時間当り耕起面積は43.75 m²となる。機械作業においては大体一般的曲線に近い型をしていることが認められるので、第6



第3図 作業曲線

第7表 消費エネルギー比較表

機 械 力 作 業							人 力 作 業			
項目 要素名	Planet			Bolens			項目 要素名	S・11.26		
	時 間	%	労作量	時 間	%	労作量		時 間	%	労作量
準 備	38.68	8.1	77.36	22.27	4.6	44.54	準 備	16.44	3.4	24.66
プ ラ ウ	239.17	49.8	1411.10	251.47	52.4	1483.67	荒 起 し	267.68	55.8	1793.46
エンジン停止・調整	26.23	5.5	26.23	8.27	1.7	8.27	土 落 し	0.38	0.1	0.76
機械調整	10.22	2.1	21.46	22.00	4.6	46.20	歩 行	1.17	0.2	1.78
プラウ土落とし	16.89	3.5	42.23	27.14	5.7	67.85	そ の 他	5.74	1.2	8.61
歩 行				11.54	2.4	17.31				
そ の 他	17.34	3.6	26.01	2.41	0.5	3.62				
小 計	348.53	72.6		345.10	71.9		小 計	291.41	60.7	
休 憩	131.47	27.4	52.59	134.90	28.1	53.96	休 憩	188.59	39.3	75.44
合 計	480.00	100	1656.98	480.00	100	1725.42	合 計	480.00	100	1904.71
8時間換算1日功 程	m²	3533.60				2767.76				350.00
1000 m² 当り消費 カロリー	cal	606.77				798.18				6798.57

表から同じく 441.70m² およびボレンスは345.79m² となる。よつて機械作業はプラネットが人力作業の10倍、ボレンスが8倍の能率向上となる。

プラネットとボレンスとの工期に差のある理由としては、次の3点が考えられる。

1) 畑の区劃の関係からくる回行時間としての無駄時間の多寡によるもので、プラネットは1区劃が40×50m、ボレンスは40×25mであつた。

2) 使用プラウの大きさからくる違いで、プラネットは9吋、ボレンスは7吋プラウであつた。

3) 供試機械自体の性能からくる優劣で、プラネットはボレンスよりエンジン馬力は小さいが、計算上のD.H.P.（前抽）は大きくなつている。

つぎに同一面積内に投下される消費エネルギーの比較をしてみよう。まず前述の休憩率の計算における第6表で、その作業を遂行するに対して妥当と思われる休憩率は人力（S・11.26）39.3%，機械力のプラネットが27.4%，ボレンス28.1%であるから、今これになるような休憩を与えて、1日の勤務時間を8時間に換算してその時の労作量値を算出すると第7表となる。この労作量値から消費エネルギーを算出すると次のごとし。

$$\text{人 力} (1904.7^{*1} + 480^{*2} \times 1.25^{*3}) \times 0.95^{*4} = 2379.5 \text{ (cal)}$$

$$\text{プラネット} (1657.0 + 480 \times 1.25) \times 0.95 = 2144.1 \text{ (cal)}$$

$$\text{ボレンス} (1725.4 + 480 \times 1.25) \times 0.95 = 2209.2 \text{ (cal)}$$

8時間勤務に換算した人力・機械力それぞれ1日の工期 35.0m²，3533.6m²，2767.8m² に対し、これら1000m² 当りに投下される消費エネルギーは人力 6798cal，プラネット 607cal，ボレンス 798cal で人力作

* 1 想定休憩率を加味した1日労作量値合計

* 2 1日勤務時間合計

* 3 安静時代謝量（基礎代謝量の25%増）

* 4 日本人男子平均毎分当り基礎代謝量

業に比べ機械力を利用した作業はプラネットで行えば1/11.2, ボレンスを用いれば1/8.5の消費カロリーで済むことになる。

B. 畦立作業

畦立作業は工期よりむしろ機械力利用の適応性を調査することに重点をおいた。人力作業は普通行つて最適と思われる人員配置となし、1人の受持間隔は4.0m, 4.5mの二通りをとり、機械作業は40mの距離を一本ずつ往復しながら溝を切つた。時間内容と工期は第8表に示す。

人力作業平均1人では総作業時間1時間当り123.7~128.5m², 機械作業は同じく641.0m²の畦立作業ができるから、人力の約5.2~5.0倍の工期をあげることができる。

作業時間が人力・機械力とも短時間なので、これから基準工期を算出することは差控え、一応ムリ・ムダの検討をしてみよう。組作業ではあるが単独で行う機械力作業と比較するため前項の公式から休憩率を求めてみると、機械作業16.9%, 人力作業27.6%となる(ただし、機械力主体作業 R.M.R. 2.9, 人力主体作業 R.M.R. 5.4を用いた)。したがつて、機械作業の実測休憩時間は不足なのにならして人力作業は45.0, 46.7%と逆に163~169%ほど上廻っている。すなわち組作業のため自己の分担が済んでも他の遅い人があるために手持時間として次の動作へ移るまで待っている時間、および縄張りを待っている時間を物語るものである。それゆゑ、畦立作業は能力の均等な者でやるか、組の中の1人が常時間隔の粗密調整をはかり、互のバランスをとることによつてムダが排除され能率向上策になると思う。人力に反し機械力は1人の操舵者だけで良いから、かかるムダ時間がなく、溝の深さも人力より深耕になり、深さも一定であるから、その後の植付けも大変楽のようである。

つぎに消費カロリーの面からみると、第8表の労作量値をそのまま使い休憩率を勘案しないところの消

第8表 畦立作業の人力と機械力との比較表

区 分	人 力					機 械 力			
調査月日	1952.4.12			1953.4.9		1952.4.11			
	R.M.R.	時 間	労作量	時 間	労作量		R.M.R.	時 間	労作量
準 備	1.5	1.33	2.0			準 備	1.5	11.00	16.5
溝 切 り	5.4	36.92	199.4	36.27	195.9	畦 立	2.9	110.00	319.0
土 落 し	1.5			15.05	22.6	機 械 調 整	2.1	5.83	12.2
歩 行	1.5	0.83	1.3			エンジン調整	1.0	3.17	3.2
縄 張 り	3.3	12.67	41.8			土 落 し	2.5	0.42	1.1
そ の 他	1.5					鍬で手直し	4.5	8.00	36.0
手 待	0.4	34.42	13.8	23.22	11.3	歩 行	1.5	12.58	18.9
休 憩	0.4	10.83	4.3	13.83	5.5	休 憩	0.4	26.08	10.4
合 計		97.00	262.6	93.37	235.3	合 計		187.25	417.3
①実測休憩率%		46.65		45.04			13.93		
②計算休憩率%		27.55		27.55			16.86		
①に対する②の百分率		169		163			83		
実施作業面積m ²		2,000		1,800			2000		
作業人員 人		10		9			1		
1人平均総作業時間		123.7		128.5			641.0		
1時間当り功程m ²									
燃料消費量/h		—		—			1.43		

費エネルギーを算出すると

$$\text{人 力} \begin{cases} (262.6 + 97.0 \times 1.25) \times 0.8 = 307.0 \text{ (cal)} \\ (227.8 + 93.3 \times 1.25) \times 0.8 = 275.6 \text{ (cal)} \end{cases}$$

$$\text{機 械 力} \quad (417.3 + 187.25 \times 1.25) \times 0.95 = 618.8 \text{ (cal)}$$

これを100m² 当りの投下消費エネルギーに計算すれば人力作業は153.3, 137.8calで平均145.7cal, 機械力は31 cal で機械力利用によれば人力作業のそれに比し1/5のカロリーで済む。そして1人の受持間隔4.0mと4.5mでは, 1人当りの功程が良く同一面積内に投下される消費カロリーの少ない4.5m巾が有利のようであるが, これだけの資料から断言することはできない。

総 括

楠氏の報告によれば, 荒起し作業の合理的な功程は人力備中鍬(万能鍬とほぼ同じ型の鍬)で1反歩3.3日(ただし, 8時間労働), ハンドトラクター・プラウ作業は同じく0.39日としてあり, また器具別にみた耕起作業において1反歩当りの労働による消費エネルギー量は人力7000cal, ハンドトラクター 750calと報告しているが, 筆者の調査結果では人力1反歩2.9日(ただし, 8時間労働に換算), 消費エネルギー量6798cal, ハンドトラクターがプラネット・ジュニアでは0.28日(ただし, 9時プラウ), 消費エネルギー量607 cal, ボレンス・ガーデンでは0.36日(ただし, 7時プラウ), 同じく798calであるから, プラネット・ジュニアの功程は幾分高く, 消費カロリーはやや低いが, 人力およびボレンス・ガーデンはほとんど一致する。プラネット・ジュニアはそれだけ機能が優つていることであろう。

故に苗畑作業の荒起し作業における功程は, 休憩時間も含めた8時間労働で人力では1日0.35反歩, 機械力を利用して9時プラウならば3.5反歩, 7時プラウならば2.8反歩がそれぞれ作業者が生理的に無理のない功程であるといえる。よつて機械力利用は人力作業の10倍または8倍の能率増進となり, 消費エネルギー量面では1/11または1/9の節約となる。

畦立作業においては手待時間として余分なエネルギー的休憩時間をとつている人力作業に比し, 機械力は1人の操舵者だけでできるから無駄時間がない。しいて人力作業と比較すれば5倍の能率増進となる。

あ と が き

本調査は人力と機械力との功程比較と苗畑に機械力を導入した場合の適応性について調査したもので, 機械的調査に関しては本多作業科長, 石橋助手(調査当時)により, 実際の使用にあたっては高萩試験地岡野技官の協力によつた。また, 高萩営林署上台苗畑中野主任, 沼津営林署三明寺苗畑杉山主任の御援助を賜つたもので感謝の意を表す。(本報告は藤林研究室長の御校閲をいただいた)

参 考 文 献

- 1) 関東々山農業試験場：シバウラガーデントラクター試験成績，（昭24.5）.
- 2) 増田正三：トラクター農機具，P.72—75，（昭23）.
- 3) 横山八郎・猪股 勤：畜力並機動力利用による苗畑経営技術の改善に関する研究，日本林学会東北支部会誌，3巻1—3号，（昭28.7）.
- 4) 楠喬・他：農機具体系別にみた畑の麦耕作々業の投下労働量に関する試験報告，労働科学26巻7号（7.1950）.
- 5) 白井伊三郎・他：各種作業者の労働量に就いて，労働科学27巻1.3号，（1.1951）.
- 6) 勝木新次郎・他：労働の軽重と必需熱量，労働の科学5巻5.6号（6.1950）.
- 7) 林野庁：林業実態調査報告書（南九州国有林における労働実態調査），p. 15，（昭26.9）.
- 8) 労働科学研究所：労働科学辞典，p. 216，（昭 .24）.