

電動式下刈機の工期と経費

沼田 邦彦・荒井 脩・佐々木 功

Studies on the Performance Cost of the Electrical Brush Cutter

Kunihiko NUMATA, Osamu ARAI and Isao SASAKI

目 次

要 旨.....	250	IV. 下刈作業 Learning Curves	258
I. まえがき.....	250	V. 下刈作業経費比較.....	260
II. 調査方法.....	252	文 献.....	262
III. 下刈作業工期についての調査結果および考察.....	252	Résumé	262

要 旨

今回の調査では電動式下刈機が軽量(4kg)であり、またガソリンエンジンの騒音や振動からも解放されて体力的制限を受けることが少なくなる。手がまや背負式ブラッシュカッターと比較して、作業能率と経費の関係を調べた。

1) 刈払作業に対する工期は作業機種および性別により大きな影響を受ける。

従って、下刈作業経費を考える場合に、作業機種および性別による工期を合わせて考えなければならない。

2) 下刈作業の1日刈払人員と面積から作業経過日数と1ha刈払人工数を調べて、下刈作業の Learning Curves により電動式下刈機が手がま式、背負式に比して作業開始後まだ1年しか経過していないための不慣れによるハンディキャップを修正した。

3) 下刈作業経費比較で、電動式と背負式において1日1台当たりの経費はその刈払面積が511.5 m²以上なら電動式が有利、また電動式と手がま式においては79.0 m²以上ならやはり電動式が有利となる。しかるに、電動式では女性作業員でさえ1日に1,490 m²刈りはらっているから1日1台当たりの経費比較では電動式が有利と言える。

I. ま え が き

現在、造林地で使用されている下刈機械は最も軽装備な手がま、ガソリンエンジンにより駆動する背負式または肩掛式ブラッシュカッターおよびガソリンまたはディーゼルエンジンにより発電し、電力に変えて駆動する電動式の3形態に分けられる。この3形態はいずれも作業員が下刈地域を歩行移動して刈払いを行なう作業であり、作業能率は作業員の体力によって限界づけられてくる。すなわち、作業員の歩行速度に限界づけられる。歩行速度は機械面では、機械の鋸断能力、重量、振動に影響され、造林地の面では、造林地の勾配、造林木の高さ、造林密度、ブッシュの種類ならびに密度、下刈時期、天気、温度、湿度などに影響されよう。

今回の調査では、電動式下刈機が軽量(4kg)であり、またガソリンエンジンの振動や騒音からも

解放され、体力的制限を受けることが少なくなるとみられるので、手がまや背負式ブラッシュカッターと比較して、作業効率および経費がいかなる関係にあるかを調べた。

電動式下刈機の発動発電機のパワーと下刈機の台数、電線の配置およびその延長の関係は次回の調査で行なう予定である。

調査地：岐阜県郡上郡奥明方村石原林材 K.K. 所有山林

調査期日：1967年6月21日～6月24日と同年8月22, 23日

第1表 調査に使用した機種^{ぐじよう}の諸元および電動式の機器配置図

1) 電動下刈機

機種：エルター電動ロータリーカッター FC-4型

重	量	4kg	モ	ー	タ	ー	単相整流子モーター
全	長	1,720mm	入		力		400W/12,000r.p.m.
回	転	203%	電		圧		100V
刃	回	5,300r.p.m.	減		速	比	16:7

発動発電機

機種：ヤンマーディーゼル 3.5kW

エ	ン	ジ	ン	ディーゼル	直 流 発 動 機			
形		式		F8	容	量	3.0kW	
最	大	出	力	9,5PS	電	圧	最小60～120～最大140V	
回	転	数		1,800r.p.m.	電	流	70/28A	
始	動	方	式	手 動	回	転	数	3,600r.p.m.

総重量：285kg

2) 手がま

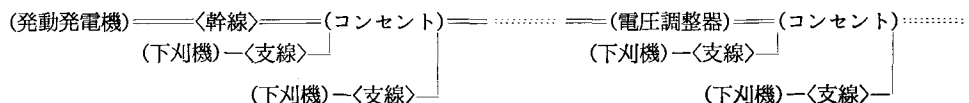
	男 性 用	女 性 用
柄の長さ	112cm	103cm
刃(柄の方向)	20cm	23.5cm
刃(柄に直角方向)	20cm	16cm

3) 背負式下刈機

機種：共立パワーサイセ

形 式		RM-37	エンジン	燃 料	20 : 1
寸 法(長さ×幅×高さ)		320×370×390 (mm)		起 動 方 式	リコイルスタータ
重 量		8.5kg		ク ラ ッ チ	自動遠心クラッチ
エンジン	形 式	RME-37	気 化 器	フロート式(P-11)	
	排 気 量	37cc	点 火 装 置	組立形マグネット	
	圧 縮 比	7.0	点 火 プ ラ グ	NGBK-6 DENSOW-17	
	出 力	1.7PS/5, 500r.p.m.	刈払装置	重 量	4.0kg
	燃量タンク容量	1.0ℓ		長 さ	142cm

4) 電動式の機器配置図



調査地の概況：日出雲杉^{ヒズモ}の直挿植栽地であり、植栽木は造林後 5～6 年、樹高 160～200cm、造林密度約 6,000本/ha、造林地の上方はカラマツが造林されている。ブッシュはしろもじ、きいちご、くまいちご、のりうつぎ、みつめ、ねじきなどが密生しており、さらにその間に草本、ササが密生している。

使用した機種種の諸元を第 1 表に示す。

Ⅱ. 調 査 方 法

下刈作業に影響を及ぼすと考えられる因子が工期にどのように関係しているかを調査した。

1 日の作業時間は第 2 表のとおりである。

第 1 回 調 査

1967年 6 月21日～24日の 4 日間に手がま、背負式、電動式の調査を行なう。日程割付けは21日、23日電動式、22日手がま式、24日背負式である。調査地は電動式、手がま式が同一メンバー（男性 3 人、女性 2 人）、同一林班であるが、背負式は作業上から若い男性チーム（男性 4 人）で、林班も異なっている。

第 2 表 1 月の下刈作業における拘束時間

時 間	1 日 の 拘 束 時 間 の 内 容
6:30～7:00	事務所集合、現場まで自動車で移動、機器類積込、卸し
7:00～7:30	作業開始準備
7:30～10:00	刈払作業Ⅰ
10:00～10:40	第 1 回昼食、目立て、カマ砥ぎ
10:40～10:50	作業開始の機器類点検（準備）Ⅰ
10:50～14:00	刈払作業Ⅱ
14:00～14:40	第 2 回昼食、目立て、カマ砥ぎ
14:40～14:50	作業開始の機器類点検（準備）Ⅱ
14:50～17:00	刈払作業Ⅲ
17:00～17:30	機器類の仕末、現場から事務所まで自動車で移動 ただし、刈払作業Ⅰ、Ⅱの間に 2 回 10 分間休憩 刈払作業Ⅲの間に 1 回 10 分間休憩が入る

下刈調査地区内に約 100m² のプロット 20 個を設け、下刈工期に影響する因子と刈払速度の関係を調査した。

工期調査は現場到達より作業終了までの 1 日間を 1 分間隔の時点観測法で、調査員 3 名を適当に配置して全作業員の観測を行なった。なお、下刈作業では刈払、移動、機械目立てなどの要素作業が継続して行なわれるが、1 分間隔時点観測でもほぼ正しく 1 日の要素作業が表現できるものと考えられる。

プロットの設定は造林地の地形を現わせるように適当に分散させて行なった。またそれらのプロット内のブッシュの状態を知るために、プロット内の適当な所に 1×1m² の区画を 2 箇所選びブッシュの本数、鋸断直径を調べた。

第 2 回 調 査

1967年 8 月22、23日の 2 日間に電動式の調査を再び行なった。第 1 回調査と同様に約 100m² のプロットを 20 個設け、時点観測調査員 3 名は 1 日 3 回クジを引き、作業員（男性 4 人、女性 3 人）の入れ替えを行なって調査員 1 名に対して作業員 1 名の配置とした。

本調査は電動式下刈機を主体にしているので、作業員がすでに熟練している手がま式と背負式の調査を省略した。第 2 回調査の目的は男女性別のよる工期に与える関係および作業経過日数による作業員の慣れ、すなわち習熟関係を調べることである。というのは、電動式が使用されてまだ 1 年しか経過していないために考えられる不慣れによる工期上のハンディキャップを修正することにある。

Ⅲ. 下刈作業工期の調査結果および考察

調査結果を第 3-1 および 3-2 表に示す。なお、下刈作業の時点観測結果を第 7-1 および 7-2 表に示す。

第3-1表 下刈作業工程第1回調査結果 (刈払面積 100m²に換算)

機 種	作業所要 時間 (分)	造林木の 本 数	造林木の 樹 高 (cm)	造林木の 地上10cm の 直 径 (cm)	1m ² 当りの のササの 本 数	1m ² 当りの ブッシュの 鋸断面積 (cm ²)	1m ² 当りの ブッシュ の本数	誤伐本数	勾 配 (度)
電 動 式	27.7	41.5	197	3.35	3.5	2.37	14	0	49
〃	30.0	50.0	206	3.36	19.0	7.44	17	0	31
〃	26.8	55.4	199	3.28	24.5	6.64	35	2.7	39
〃	30.0	57.0	163	2.77	27.5	7.72	45	2.2	35
〃	39.1	75.9	197	3.21	0.0	10.28	17	0	29
手がま式	42.1	61.1	198	3.29	6.5	11.74	36	0	36
〃	31.9	54.9	189	3.48	19.5	7.10	15	0	34
〃	35.5	60.2	208	3.41	14.0	4.85	22	1.1	31
〃	42.0	58.0	182	3.22	10.5	9.09	15	0	47.5
〃	30.9	44.5	150	2.62	6.0	9.23	26	0	54.5
背 負 式	13.1	19.0	75	1.0	0.0	0.0	0	0	50
〃	8.0	10.2	45	0.8	0.0	0.0	0	0	48
〃	11.3	16.3	85	1.0	0.0	0.0	0	0	54
〃	12.9	11.5	65	1.0	0.0	0.0	0	0	56.4
〃	9.4	29.2	100	1.5	0.0	0.0	0	0	54

第3-2表 下刈作業工程第2回調査結果 (刈払面積 100m²に換算)

作 業 員 名	作 業 時 間 (分)	造林木の 本数	ブッシュ2m ² の鋸断面積 (cm ²)	ブッシュ1m ² の 本 数	誤伐本数	勾 配 (度)
man 4	19.2	65.4	6.16	17.5	1.4	42
〃 2	13.0	44.4	14.79	29.6	0	42
〃 4	13.7	35.3	8.77	15.2	1.0	41
〃 2	18.3	39.4	8.65	24.9	1.4	47
〃 2	14.3	36.7	7.98	22.4	0	48
woman 1	17.7	26.5	16.38	37.6	0	44
〃 3	31.1	25.2	34.85	75.4	0	42
〃 3	21.3	62.3	22.09	45.2	0	44
〃 2	22.2	49.2	21.65	28.0	0	50
〃 2	32.1	58.9	15.34	39.7	0	42
man 2	15.6	32.5	52.92	93.6	0	33
〃 2	13.3	35.6	26.04	52.3	0	17
〃 4	12.5	29.8	20.59	50.2	0	22
woman 1	15.5	57.3	28.29	46.8	0	20
〃 3	28.9	43.0	36.85	40.3	0	25
man 2	14.9	32.5	27.94	72.1	0.9	33
〃 4	15.1	16.8	22.68	44.3	0.8	24
〃 4	13.8	23.4	18.08	40.8	0	25
〃 4	17.1	29.5	22.64	61.2	0	26
woman 1	27.3	25.5	17.80	45.8	0	25

刈払時間に対して、作業機種と造林地の関係因子（第1回調査について）の二元配置分散分析の結果を第4表に示す。

作業機種（電動式と手がま式）の主効果の寄与率は造林木の木数（42～76本/100m²）で6%，造林木樹高（150～208cm）で11%，ブッシュの鋸断本数（14～45本/m²）で26%，ブッシュの鋸断面積

第7-1表 下刈作業の時点観測結果 (第1回調査)

(単位: 分)

要素作業	機 種 期 日 性 別	電 動 式								手 が ま 式				背 負 式	
		6 月 21 日				6 月 23 日				6 月 22 日				6月24日	
		男		女		男		女		男		女		男	
		(3人)	%	(2人)	%	(3人)	%	(2人)	%	(3人)	%	(2人)	%	(4人)	%
*刈 払 い		887	51.0	632	54.7	960	58.7	676	57.8	1,183	69.6	755	63.8	1,568	69.7
休 憩		405	23.3	291	25.2	390	23.9	259	22.1	353	20.8	276	23.3	550	24.4
*移 動		191	11.0	60	5.2	117	7.2	89	7.6	30	1.8	84	7.1	67	3.0
刈 払 機 目 立 て		9	0.5	0	0.0	29	1.8	9	0.8	100	5.8	60	5.1	0	0.0
刈 払 機 修 理		36	2.1	5	0.3	7	0.4	0	0.0	—	—	—	—	44	2.0
**作 業 準 備		27	1.6	60	5.2	35	2.1	0	0.0	34	2.0	8	0.7	15	0.6
ガソリン注入(調整)		44	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—	—	—	—	6	0.3
*支 線 張 り		24	1.4	38	3.3	19	1.2	45	3.8	—	—	—	—	—	—
*支 線 回 収		33	1.9	18	1.6	0	0.0	16	1.4	—	—	—	—	—	—
*幹 線 張 り		6	0.3	17	1.5	5	0.3	0	0.0	—	—	—	—	—	—
*コンセント取付け		17	1.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	—	—	—	—	—	—
ブ ー ス タ ー 調 整		7	0.4	0	0.0	45	2.8	3	0.3	—	—	—	—	—	—
手 待 ち		0	0.0	13	1.1	0	0.0	53	4.5	—	—	—	—	—	—
機 具 仕 末		11	0.6	8	0.7	4	0.2	8	0.7	—	—	—	—	—	—
コ ー ド 修 理		17	1.0	0	0.0	24	1.4	0	0.0	—	—	—	—	—	—
そ の 他		25	1.4	14	1.2	0	0.0	12	1.0	—	—	—	—	—	—
合 計		1,739	100.0	1,156	100.0	1,635	100.0	1,170	100.0	1,700	100.0	1,183	100.0	2,250	100.0
実下刈作業時間		1,158	66.6	765	66.2	1,101	67.3	826	70.6	1,213	71.4	839	70.9	1,635	72.7

*印: 実下刈作業時間

**印: 作業準備(刈払区域打合せ, エンジン操作, 幹線張りのための刈払 etc)

(2.37~11.74cm²/m²)で8%, 造林地の勾配(29~54.5°)で53%になる。

また, 造林地の関係因子の主効果の寄与率は造林木本数で15%, 造林木樹高で11%, ブッシュの鋸断面積で17%になり, その他の因子では寄与率はない。

なお, 誤伐本数に対して, 作業機種の主効果の寄与率は造林木本数で29%, 造林木樹高で32%, ブッシュの鋸断本数で23%になり, 造林地の関係因子の主効果の寄与率は造林木本数で44%, 造林木樹高で3%, ブッシュの鋸断本数で43%, 造林地の勾配で2%である。

これらの寄与率を占める誤伐本数の刈払時間に対する主効果は38%である。

次に刈払時間に対して, 性別と造林地の関係因子(第2回調査)の二元配置分散分析の結果を第5表に示す。

性別の主効果の寄与率は造林木本数(17~65本/100m²)で63%, ブッシュの鋸断面積(8.0~52.9cm²/m²)で47%, ブッシュの鋸断本数(15~75本/m²)で60%, 造林地の勾配(17~50°)で58%になる。

また, 造林地の関係因子の主効果の寄与率はブッシュの鋸断本数で微小, その他の因子では寄与率はなかった。

なお, 誤伐本数に対して, 性別の主効果の寄与率は造林木本数で21%, ブッシュの鋸断面積で12%, ブッシュの本数で27%, 造林地の勾配で27%になる。これらの寄与率を占める誤伐本数の刈払時間に対する主効果は72%である。

以上のことから, 刈払作業に対する工期は作業機種および特に性別により大きな影響を受けることがわかった。

なお, 誤伐本数に対して, 機種別では造林地の関係因子, たとえば造林木本数, ブッシュの鋸断本

第7-2表 下刈作業の時点観測結果(第2回調査)

(単位:分)

要素作業	8月22日										8月23日									
	男 性					女 性					男 性					女 性				
	I	II	III	1人 1日 作業	%	I	II	III	1人 1日 作業	%	I	II	III	1人 1日 作業	%	I	II	III	1人 1日 作業	%
	1人	2人	2人			2人	1人	1人			2人	1人	1人			1人	2人	2人		
*刈 払 い	111	263	140	312.5	53.0	192	111	79	286.0	46.6	244	74	73	269.0	46.1	71	224	152	259.0	43.1
休 憩 1	8	23	6	22.5	3.8	18	14	6	34.0	5.5	17	21	8	37.5	6.4	9	24	15	28.5	4.8
休 憩 2	62	126	0	125.0	21.2	128	89	0	153.0	24.9	134	60	0	127.0	21.8	68	137	0	136.5	22.8
*移 動 1	3	14	23	21.5	3.6	12	13	9	28.0	4.6	7	4	1	8.5	1.5	25	33	21	52.0	8.7
移 動 2	10	25	50	30.0	5.1	20	13	10	33.0	5.4	36	26	24	68.0	11.7	22	31	46	60.5	10.1
移 動 3	2	4	0	4.0	0.7	2	0	1	2.0	0.3	0	0	2	2.0	0.3	7	6	2	11.0	1.8
刈 払 機 目 立 て	0	3	0	1.5	0.3	0	0	0	0.0	0	9	0	0	4.5	0.8	0	0	2	1.0	0.2
刈 払 機 修 理	0	1	10	5.5	0.9	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0
作 業 準 備	0	1	0	0.5	0.1	5	0	1	3.5	0.7	4	0	0	2.0	0.3	5	1	15	13.0	2.2
*支 線 張 り	16	4	3	19.5	3.3	51	12	0	37.5	6.1	7	5	8	16.5	2.8	19	7	2	23.5	3.9
*支 線 回 収	10	13	7	20.0	3.4	18	2	7	18.0	2.9	7	39	0	42.5	7.3	2	14	5	11.5	1.9
*幹 線 張 り	8	0	15	15.5	2.6	19	0	2	11.5	1.9	4	0	4	6.0	1.0	0	0	0	0.0	0
*コンセント取付け	0	0	0	0.0	0	0	0	2	2.0	0.3	0	0	0	0.0	0	0	0	3	1.5	0.3
機 具 仕 末	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	2	1.0	0.2
そ の 他	0	0	23	11.5	2.0	0	0	5	5.0	0.8	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0.0	0
1人1日作業時間	230	238.5	121	589.5	100.0	237.5	254	122	613.5	100.0	234.5	229	120	583.5	100.0	228	238.5	132.5	599.0	100.0
1人1日 実下刈作業時間				389.0	66.0				383.0	62.4				342.5	58.7				347.5	58.0

休憩1:作業中の手休め

休憩2:作業時間外の純休憩時間

移動1:作業中の純移動時間

移動2:現場下(発動発電機の設置位置)より刈払区域の刈払地点までの純移動時間

移動3:飯場(仮小屋)より現場下までの自動車による移動時間

なお、I:作業開始準備の始まりから第1回昼食終了まで

II:作業開始の機械類点検より第2回昼食終了まで

III:作業開始の機械類点検IIより刈払作業IIIの終了まで

*印:1人1日実下刈作業時間

数がかなり影響しているが、性別では造林地の関係因子より性別差はるかに大きな影響を与えている。

第4表 第1回調査の分散分析結果

I 刈払時間(B)に対して

I-(1) 作業機種(A)と造林木本数(C)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
A	1	37	37	2.0—	5.8	
C	2	170	85	4.6—	14.9	
A×C	2	40	20	1.1—		
e	4	74	18.5			
T	9	321				

I-(2) 作業機種(A)と造林木の樹高(D)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
A	1	64	64	2.37—	11.3	
D	1	64	64	2.37—	11.3	
A×D	1	36	36	1.33—	2.8	
e	6	162	27			
T	9	326				

I-(3) 作業機種(A)とササの本数(E)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
A	1	85	85	2.9—	18.7	
E	1	16	16	—		
A×E	1	17	17	—		
e	6	178	29.7			
T	9	296				

I-(4) 作業機種(A)とブッシュの鋸断面積(F)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
A	1	54	54	2.48—	7.6	
F	2	227	114	5.24—	16.6	
A×F	2	56	28	—		
e	4	87	21.75			
T	9	424				

I-(5) 作業機種(A)とブッシュの鋸断本数(G)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
A	1	114	114	3.68—	26.0	
G	1	14	14	—		
A×G	1	7	7	—		
e	6	184	31			
T	9	319				

II 造林木の誤伐本数(I)に対して

II-(1) (A)-(C)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
A	1	395	395	21.6**	28.8	±1.16
C	2	606	303	16.6*	43.5	
A×C	2	235	118	6.4—	6.2	
e	4	73	18.3			
T	9	1309				

II-(2) (A)-(D)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
A	1	676	676	6.48*	31.8	±0.797
D	1	157	157	1.48—	2.8	
A×D	1	324	324	3.06—	12.2	
e	6	637	106			
T	9	1,794				

II-(3) (A)-(E)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
A	1	120	120	1.5—	3.7	
E	1	300	300	3.6—	21.1	
A×E	1	121	121	1.5—	3.8	
e	6	493	82.2			
T	9	1,034				

II-(4) (A)-(F)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
A	1	14	14	—		
F	2	208	104	—		
A×F	2	567	284	—		
e	4	413	103			
T	9	1202				

II-(5) (A)-(G)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
A	1	331	331	21.4**	23.2	±0.528
G	1	602	602	38.8**	43.2	
A×G	1	331	331	21.4**	23.2	
e	6	93	15.5			
T	9	1,357				

I-(6) 作業機種(A)と造林地の勾配(H)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
A	1	264	264	8.87*	52.8	± 3.22
H	1	2	2	—	—	
A×H	1	0	0	—	—	
e	6	178	29.7	—	—	
T	9	444				

II-(6) (A)-(H)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
A	1	72	72	—	—	12.8
H	1	256	256	2.21—	—	
A×H	1	73	73	—	—	
e	6	693	116	—	—	
T	9	1,094				

I-(7) 作業機種(A)と誤伐本数(I)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
A	1	144	144	26.2**	38.3	± 3.6
I	1	21	21	3.8—	4.3	
A×I	1	164	164	29.8**	43.8	
e	6	33	5.5	—	—	
T	9	362				

第5表 第2回調査の分散分析結果

I 刈払時間(B)に対して

I-(1) 作業員の性別(J)と造林木の本数(C)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
J	1	812	812	27.1**	62.8	± 4.70
C	2	0	0	—	—	
J×C	2	11	6	—	—	
e	14	422	30	—	—	
T	19	1,245				

II 造林木の誤伐本数(I)に対して

II-(1) (J)-(C)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
J	1	196	196	5.52*	20.5	± 0.596
C	2	36	18	—	—	
J×C	2	31	16	—	—	
e	14	497	35.5	—	—	
T	19	760				

I-(2) 作業員の性別(J)とブッシュの鋸断面積(F)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
J	1	860	860	24.0**	47.0	± 5.74
F	2	248	124	3.46—	0.7	
J×F	2	143	71.5	2.0—	0	
e	14	501	35.8	—	—	
T	19	1,752				

II-(2) (J)-(F)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	
J	1	88.6	88.6	—	11.5	
F	2	50.3	25.2	—	—	
J×F	2	50.4	25.2	—	—	
e	14	357.1	25.2	—	—	
T	19	546.4				

I-(3) 作業員の性別(J)とブッシュの鋸断本数(G)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
J	1	432	432	27.7**	59.8	± 1.87
G	1	2	2	—	—	
J×G	1	12	12	—	—	
e	16	250	15.6	—	—	
T	19	696				

II-(3) (J)-(G)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
J	1	165	165	8.97**	27.0	± 0.203
G	1	41	41	—	4.2	
J×G	1	42	42	—	4.3	
e	16	295	18.4	—	—	
T	19	543				

I-(4) 作業員の性別(J)と造林地勾配(H)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
J	1	604	604	24.3**	57.8	± 4.45
H	1	5	5	—	—	
J × H	1	0	0	—	—	
e	16	398	24.88	—	—	
T	19	1,007				

II-(4) (J)-(H)

I	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
J	1	170	170	9.2**	26.9	± 0.376
H	1	44	44	—	4.6	
J × H	1	44	44	—	4.6	
e	16	295	18.4	—	—	
T	19	553				

I-(5) 作業員の性別(J)と誤伐本数(I)

B	df	SS	MS	F	$\rho\%$	$\mu_{0.05}$
J	1	968	968	53.0**	71.5	± 3.63
I	1	61	61	—	—	
J × I	1	4	4	—	—	
e	16	293	18.3	—	—	
T	19	1,326				

従って、工期と経費の検討をするために、機種別、性別の関係を考慮して行なうことにする。

IV. 下刈作業 Learning Curves

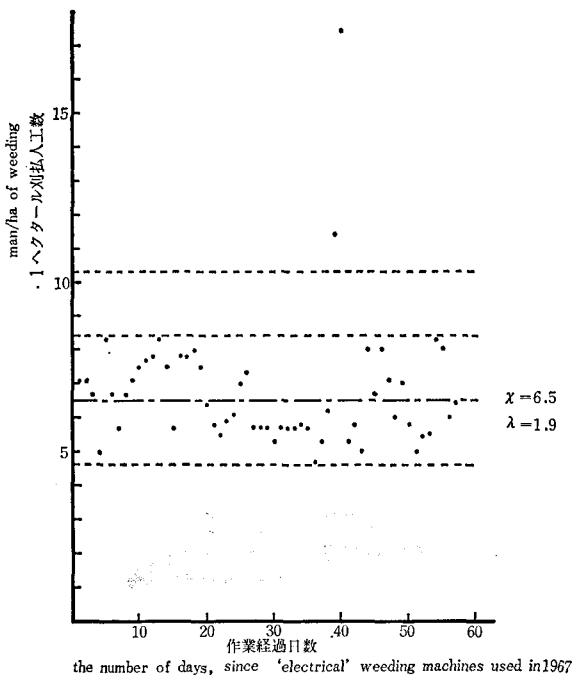
Learning Curves とはある作業を始めてからの作業経過日数に対して、作業員の熟練度が高まり、

作業量が増加していく関係を表現したものである。

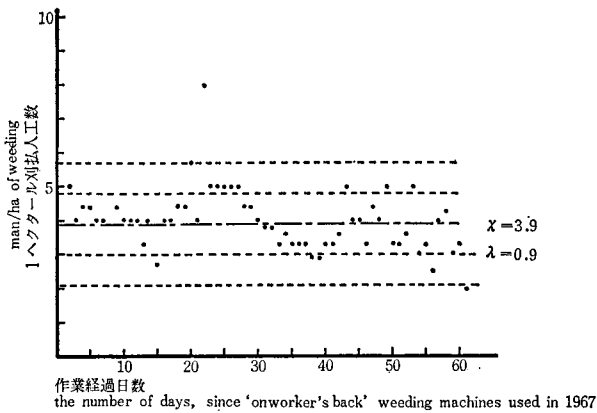
電動式下刈機が手がま式、背負式と異なり作業開始後1年しか経過していないので、不慣れによる工期のハンディキャップを修正するために Learning Curves を調べる。そこで、下刈作業経過日数と1ha刈払人工数の関係を1967年6月1日～8月31日までの資料で調べた。ただし、1ha当たり刈払人工数の標準偏差 σ の2倍を超えるものを省いた値について Learning Curves を決定した。

1ha刈払人工数(y)と下刈作業開始後の作業日の経過日数(x)の関係を第1-a～c図に示す。

暦の上での日数と作業経過日数が一致せず、かなりの休日(たとえば、盆休み、旅行など)があるために作業の習熟度が低下するとも考えられるので、作業経過日数を連続的に扱うことには問題があるが、敢えてそうしたためか、かなり分散した値を示している。しかし、第1-a, b図から $x-y$ の関係は減少函数であることがわかる。第1-a～c図を

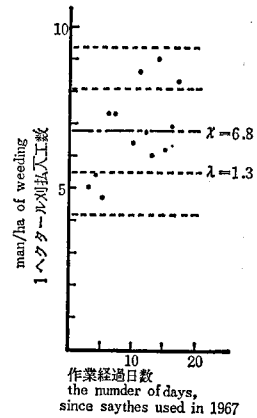


第1-a図 電動式における1ha刈払人工と作業経過日数の関係
Fig. 1-a. The relation between man/ha of weeding and the number of days, since 'electrical' weeding machines used in 1967 by a mixed team.



第1-b図 背負式における 1ha 刈払人工数と
作業経過日数の関係

Fig. 1-b. The relation between man/ha of weeding and the number of days, since 'on one's back' weeding machines used in 1967 by a young men team.



第1-c図 手がま式(男女混成チーム)における 1ha 刈払人工数と作業経過日数の関係

Fig. 1-c. The relation between man/ha of weeding and the number of days, since scythes used in 1967 by a mixed team.

両対数グラフに表わしたのが第2-a～c図である。そこで、下刈作業の習熟度の関係を両対数グラフで、直線式に近似することにする。すなわち

$$\log y = \log a + b \log x$$

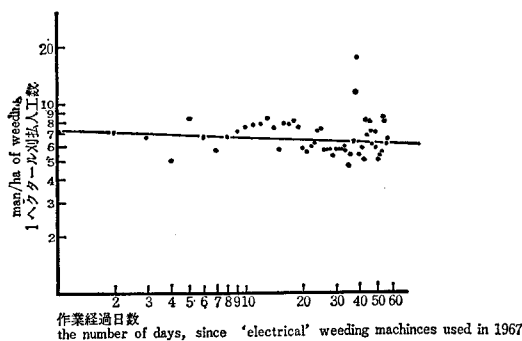
ただし、

a, b 定数

この式に最小自乗法を適用して Learning Curves を求めると次のようになる。

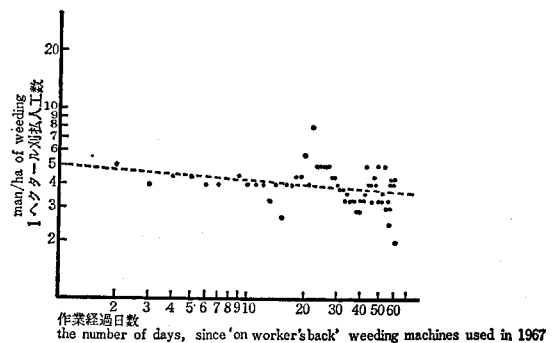
1. 電動式 Learning Curves (男女混成) $y = 7.386x^{-0.481}$
2. 背負式 Learning Curves (若齢男性) $y = 4.928x^{-0.07358}$
3. 手がま式 Learning Curves (男女混成) $y = 4.036x^{0.2253}$

3の手がま式は増加函数であるが、これは今年度の下刈作業開始日を $x=1$ としているために、本来の Learning Curves と異なり、すでに習熟の極度にまで達していると考えた方が妥当であり、また y のバラツキが非常に大きく、地形要因、作業員の志気、疲労が影響しているものと考えられる。



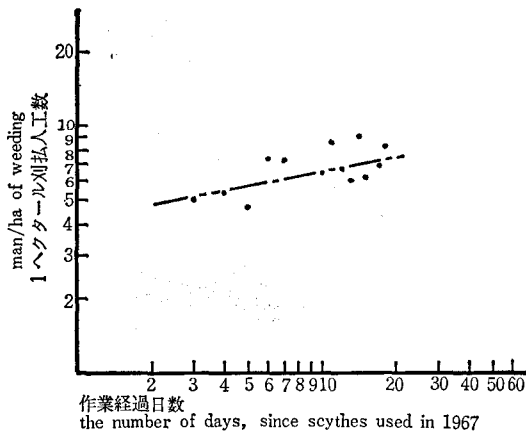
第2-a図 電動式の Learning Curve

Fig. 2-a. Learning Curve on 'electrical' (by a mixed team)

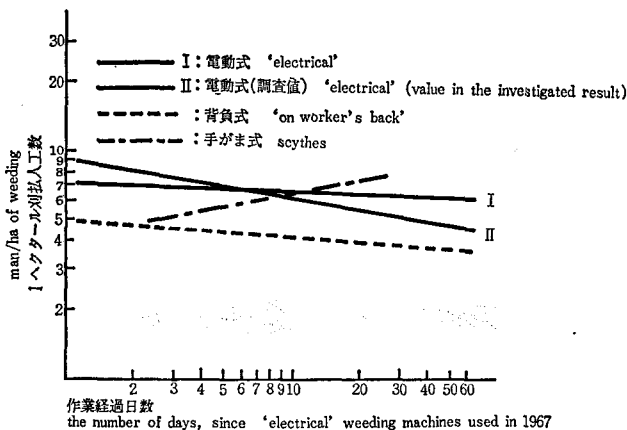


第2-b図 背負式の Learning Curve

Fig. 2-b. Learning Curve of 'on one's back' (by a young men team)



第2-c図 手がま式(男女混成チーム)の Learning Curve
Fig. 2-c. Learning Curves of scythes
(by a mixed team)



第2'図 電動式、背負式、手がま式の Learning Curves
Fig. 2'. Learning Curves of 'electrical', 'on one's back' and scythes

手がま式: C_3 電動式男女混成チーム: $^{12}C_3$

固定経費として

電動式: F_1

背負式: F_2

手がま式: F_3

変動経費として (刈払面精 1ha に対する経費とする)

電動式: V_1 男性チーム: 1V_1

女性チーム: 2V_1

男女混成チーム: $^{12}V_1$

(推定) 背負式男性チーム: $^1V_1^2$

背負式: V_2 男性チーム: 1V_2

手がま式: V_3 電動式男女混成チーム: $^{12}V_3$

なお、下刈作業の経費年数は4~5年以上である。

第2'図に第2-a~c図をまとめて Learning Curve を示した。

V. 下刈作業経費比較

下刈作業の工期と経費の関係について、等値点理論 (Break-even theory: Donald M. Matthews) により経費計算を行なう。

等値点公式

$$C = F + V \cdot N$$

ただし C : 総経費

F : 固定経費

V : 変動経費

N : 生産量

この公式は生産過程の2つ以上の作業法の経済的効果の比較に用いられる。

そこで、各下刈機種1台についての1日下刈作業経費の比較をすることにする。ただし稼働日数は200日/年とする。

総経費として

電動式: C_1 男性チーム: 1C_1

女性チーム: 2C_1

男女混成チーム:

$^{12}C_1$

(推定) 背負式男性チーム:

$^1C_1^2$

背負式: C_2 男性チーム: 1C_2

下刈面積：N (ha)

下刈機種別の作業員と労賃の関係を第8表に示す。

刈払面積について、下刈作業工程から作業機種と作業員の性別が刈払時間に対して大きな影響を与えているので、経費面についても大きく関係してくることになる。そこで、1人1日刈払面積を決定する上で、作業員の機種による熟練の度合から考えていずれの機種にも習熟しているものとする、電動式は第2回調査結果の値、手がま式は第1回調査結果の値、背負式は第1回調査地が他の地況とあまりにも異なりすぎている（たとえばブッシュ〈木本〉がほとんどなかった）背負式の Learning Curve の値（作業経過日数50日目）を採用する。

電動式男性チームの1人1日刈払面積¹S₁は

$$\frac{(100\text{m}^2 \times 12) (\text{第2回調査男性実働時間分})}{(\text{第2回調査プロット内刈払時間合計分})} = \frac{1200 \times 731.5 \div 2}{181} = 0.242 \text{ (ha)}$$

電動式女性チームは同様にして、

$$^2S_1 = \frac{800 \times 730.5 \div 2}{196} = 0.149 \text{ (ha)}$$

背負式男性チームの1人1日刈払面積¹S₂は

$$\frac{1}{(\text{Learning Curve } x=50 \text{ の値})} = \frac{1}{4.928 \times 50^{-0.07858}} = 0.271 \text{ (ha)}$$

手がま式男女混成チームのそれは、

$$^{12}S_3 = \frac{500 \times 2052 \div 2}{183} = 0.112 \text{ (ha)}$$

電動式、背負式および手がま式の1日1台の経費の関係を第6表に示す。

また、等値点公式は、

$$^1C_1^2 = F_1 + ^1V_1^2 \cdot N \quad \dots\dots\dots(1)$$

第6表 電動式、背負式、手がま式の1日1台の経費

機種	チーム構成	固定経費 F (円)	燃料費 a (円)	修理費 b (円)	人件費 c (円)	合計A (円) a + b + c	刈払面積 S (ha)	変動経費 V = A/S
電動式	男性チーム	42.8	14.0	4.3	1,255.6	1,273.9	0.242	5,264.0
〃	女性チーム	42.8	14.0	4.3	755.6	773.9	0.149	5,193.9
〃	男女混成	42.8	14.0	4.3	1005.6	1,023.9	0.196	5,237.3
〃	男性チーム (背負式)	42.8	14.0	4.3	904.4	922.7	0.242	3,812.8
背負式	男性チーム	30.0	73.8	9.8	1,017.4	1,101.1	0.271	4,063.1
手がま式	男女混成 (電動式)	4.4	—	—	1,131.3	1,131.3	0.112	10,100.9

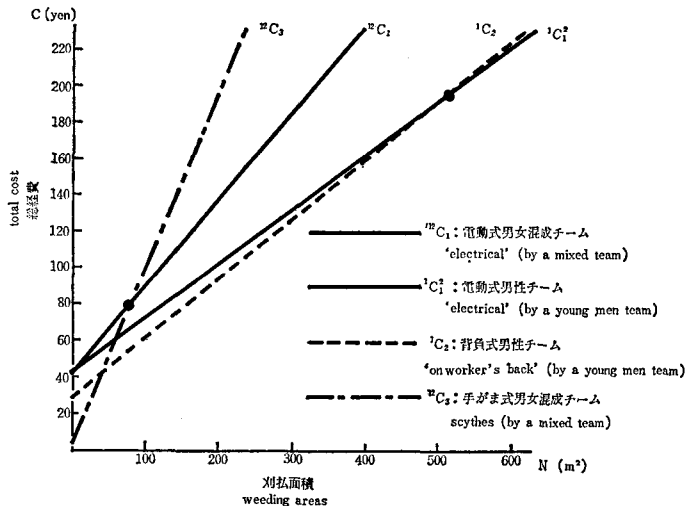
第8表 下刈作業員と労賃の関係

機種	チーム構成 メンバー	年 令	1日の賃金 (1月=25日)
背負式	A	25才	1,350円
	B	20	1,040
	C	20	840
	D	20	840
電動式	man 4	53	1,750
	man 3	42	1,250
	man 2	38	1,300
	man 1	24	1,350
	woman 4	55	850
	woman 3	51	850
	woman 2	43	850
	woman 1	32	850
手がま式	E	55	570
	F	64	600
	G	50	750

$${}^1C_2 = F_2 + {}^1V_2 \cdot N \quad \dots\dots\dots(2)$$

$${}^{12}C_1 = F_1 + {}^{12}V_1 \cdot N \quad \dots\dots\dots(3)$$

$${}^{12}C_3 = F_3 + {}^{12}V_3 \cdot N \quad \dots\dots\dots(4)$$



第3図 電動式、背負式、手がま式の等値点の関係

Fig. 3. The break-even-chart on 'electrical',
'on one's back' and scythes

と ${}^{12}C_3$ においては経費で不明なところが一部あるので省略しているために、これらの経費はさらに増加すると考えられる。

電動式は8人（男性4人，女性4人）で9台。

背負式は4人（男性4人）で4台（8台あるが比較的新規に購入したものは1台であり，その他はエンジン，シャフトを取り替えて，4台を稼働している。また経費として新規のもの4台と考え，取り替え部品は修理費とした）。

文 献

- 1) 通商産業省産業合理化審議会管理部会編：作業研究，日刊工業新聞社，(1965)
- 2) 田口玄一：実験計画法上，丸善，(1965)
- 3) 林業機械化協会：林業機械シリーズNo. 17，刈払機，(1961)

Résumé

This report is the study of relation between the weeding work efficiency and cost in the electrical brush cutters, scythes and brush cutters with a gasoline engine on a worker's back.

The characteristic of an 'electrical' is a light weight (4kg), and is to release workers from noise and vibration of a gasoline engine and to raise limitation in bodily strength.

1) The performance of weeding work is strongly influenced by the kind of weeding machines and a worker's sex.

Therefore, in regard to the weeding work cost, the different performance between the two must be considered.

となる。この関係を第3図に示す。

第3図から電動式と背負式において，1日1台についての経費はその刈払面積 511.4m^2 を境にして，それ以上の作業が行なわれれば，電動式が有利と考えられる。また電動式と手がまにおいて， 79.0m^2 以上で電動式が有利となる。しかるに，現状では，女性作業員でさえ1日 $1,490\text{m}^2$ 刈払っていることを考えると，1日1台当たりの経費比較では電動式が他の下刈作業法に比べて絶対的に有利と言える。

なお， 1C_1 において刈払面積は年齢の若い作業員であるからさらに大きい刈払面積となり，経費は一層減少するであろう。また 1C_2

2) The Learning Curves of weeding work in relation to the days and weeding workes per hectare are applied to amend the handicap of inexperience in the weeding work by electrical machies, as the electrical weeding machine used in 1967.

3) In comparison with the weeding work cost of yen/day·one machine concerning 'electrical' and 'on one's back' 'electrical' has the advantage of 'on one's back' if weeding areas of m^2/day are more than 511.4m^2 , and so is in scythes, if more than 79.0m^2 .

On the other hand, even female workers on 'electrical' can weed $1490\text{m}^2/\text{day}$.

Therefore 'electrical', in comparison with the cost of yen/day·one machice, is most advantageous.