

林業の標準工程表あてはめに
関する研究 (その 4)

機械 (チェーンソー, 刈払機) の修正係数

渡 部 庄 三 郎⁽¹⁾

石 井 邦 彦⁽²⁾

辻 隆 道⁽³⁾

目 次

まえがき	2
第 1 章 チェンソーのレーティング	2
第 1 節 調査概略	2
1. 試験の計画と調査方法	2
2. 性能評価の方法	4
第 2 節 形式の違いによる性能	6
1. 室内実験の文献より	6
2. 現場試験からの鋸断効率	7
第 3 節 馬力の違いによる性能	9
1. 室内実験の文献より	9
2. 現場試験からの鋸断効率	11
第 4 節 高馬力機と小型機 (XL-12) の性能比較	14
1. 玉切作業における性能	14
2. 枝切作業における性能	16
第 2 章 刈払機のレーティング	20
第 1 節 調査説明	20
第 2 節 刈払機の重量	20
1. 下刈作業について	21
2. 地ごしらえ作業について	25
第 3 節 刈払機の所要馬力	26
第 3 章 総 括	27
文 献	29
Résumé	30

(1) (2) 機械化部作業科作業第一研究室

(3) 機械化部作業科作業第一研究室長

ま え が き

チェーンソーの馬力の大きさは作業現場の木の大きさを対象として選定されるが、この際の馬力に応じた性能というのは、理論的にはそれぞれ算定されているものであっても、現場で実際に使用するに当たっては、機械の使いやすさ、鋸歯の関係、樹種、材の大きさ、作業者の使い方などによって、理論性能そのものが、そく日常の作業管理に満足を与える作業量とはならない。

作業管理上のなかで、基本的尺度としての標準時間の算定には、とくに実際の現場における性能というものを明らかにしておく必要がある。

ここに、われわれは現場の造材作業におけるダイレクトドライブ形と、ギヤドライブ形との性能の差、および馬力の差を調査分析し、機種を選定、作業者の訓練等業務計画に役立たせるとともに、標準時間補正係数の設定を計ろうというものである。

また近時国有林の生産方式が全木（または全幹）集材に集約されてきた現況下において、盤台上における造材作業には従前とは違った大きさのチェーンソーで間に合うことも考えられるので、機械使用の適正化を計っていくうえの資料とする。

第 1 章 チェンソーのレーティング

第 1 節 調 査 概 略

1. 試験の計画と調査方法

チェーンソーを原動機によって分類すると、ガソリンチェーンソー、電動チェーンソー、空気チェーンソーになる。また駆動形式によって、エンジンの回転数を作業機に直結するダイレクトドライブ形と、回転を減速してソーチェンに与える鋸断トルクを大きくしたギヤドライブ形とに大別される。

わが国の山林で使用されているのは、単気筒空冷ガソリンエンジンを装備したガソリンチェーンソーで、そのチェーンソーの種類は、外国産と国産とを合わせ多くのものがある。主として山林で使われているものは、ダイレクトドライブ形で、馬力は3～9馬力くらいが圧倒的である。

現場において、これら1機種ごとの性能を調べ上げることは困難であるが、ダイレクトドライブ形とギヤドライブ形との差、また馬力の違いによる性能の差は、ある程度はあくすることができる。

形式の違いや馬力の差は、樹種、材の大きさ、減速比、歯角などによって変わる定数項 k をもつ。今回の試験だけから、すべての k を完了することはできないので、本報告は今まで試験を終えた範囲にとどめる。

1) 供試機械、調査場所、期間

供試機械のおもな諸元は第1表に示す。試験の機械およびソーチェンについては新規のものを使用し、作業者はその現場での熟練優秀な者によって行なった。

調査場所、期間は次のとおりである。

番号	供 試 機 械	調 査 場 所	期 間	樹 種
①	マッカラスーパー、 55A	熊本営林局矢部営林署管内	昭35.12.12～12.24	モミ、ツガ
②	マッカラー I-72 D	"	昭39.1.25～2.4	"

第1表 使用機種諸元表

型	スーパー55A	XL-12	I-72D	C-5D	C-7D	C-7G
エンジン重量 (kg)	10	5.4	9.5	8.0	8.2	同左
出力 (PS)	7	3.5	7	5	7	"
型式	2 サイクル	同 左	同 左	同 左	同 左	"
筒径×行程 (in)	2.125×1 1/2	44.5×34.9	2 1/8×1 1/2	50.8×38.1 mm	50.8×44.7 mm	"
排気量 (cc)	87	54.1	86.85	77	90.6	"
圧縮比	8.9:1	8:1	6.25:1	6.7:1	6.7:1	"
回転数 (rpm)	7,500	6,000	7,000	6,500	6,500	"
弁型式	リード (及第3吸気口)	リール	同 左	リール	同 左	"
気化器	テイロットソン ダイヤフラム	同 左	"	同 左	"	"
燃料ポンプ	脈圧式	"	"	"	"	"
使用燃料	混合 (16:1)	混合 (10:1)	"	混合 (10:1)	"	"
調速機	風圧式	なし	"	"	"	"
クラッチ	乾燥自動遠心式	シュー3枚	同左シュー4枚	"	"	"
クラッチ入回転数	2,600	2,600	2,600	2,600	2,800	"
点火時期 (B. T. C)	25°	30° 前	25°	30° 前	30° 前	"
点火栓 (国産品)	J-8-J (B56)	J-8-J	J-3-J (B-4, B-6)	J-6-J	J-6-J	"
減速比	3:1	1:1	同 左	同 左	同 左	2.9:1
ギヤオイル	SAE 140 (冬90)	なし	なし	(ギヤ交換可能)	(ギヤ交換して C-7Gとなる)	SAE 140
ギヤオイル容量 (l)	0.125	なし	なし	"	"	0.30
始動装置	自動巻込み	同 左	同 左	同 左	同 左	同左
燃料タンク容量 (l)	1.14	0.5	1.7	1.2	1.2	"
ブレード長さ (in)	30	16	24	21	25	"
スプロケット歯数	7	7	7	7	7	"
チェーン給油方式	プランシャ ポンプ式	同 左	同 左	同 左	同 左	"
チェーンオイル	SAE 30	"	"	"	"	"
チェーンオイル 容量 (l)	0.300	0.07	0.57	0.24	0.24	"
チェーン	マッカラー P8	オレゴン72D	マッカラー 404	404 オレゴン 52 AC	404 オレゴン 52 AC	"
目立角度	350	同 左	同 左	同 左	同 左	"
使用経過期間	2.0 年	新 品	室内実験使用	新 品	新 品	"

番号	供試機械	調査場所	期間	樹種
②	マッカラー I-72 D	長野営林局伊那営林署管内	昭38.10.11~10.23	モミ, ツガ
②	"	高知営林局本山営林署管内	昭39. 9.12~10. 3	"
⑤	ホームライト C-5 D	長野営林局伊那営林署管内	昭38.10.11~10.23	スギ, ヒノキ, 広葉樹
③	" C-7 D	高知営林局本山営林署管内	昭39. 9.12~10. 3	モミ, ツガ
②	マッカラー I-72 D	大阪営林局山崎営林署管内	昭39.10.22~11.11	スギ, ヒノキ, 広葉樹
③	ホームライト C-7 D	"	"	"
④	" C-7 G	"	"	"
⑥	" XL-12	"	"	"

2) 試験方法と作業者

樹種モミ、ツガで調査した箇所は、天然林針・広混交林の皆伐地で普通造材を対象とし、スギ、ヒノキについての調査箇所は、同じく天然林針・広混交林の全木集材における盤台作業の造材を対象とした。作業は出来高とし、作業者は各現場の最高位の熟練者とした。作業者の年齢や経験年数等については第2表に示す。

この作業者が、作業している状態においての終日時間観測を行ない、観測単位は要素単位（動作）で秒読みをもって記録する。

性能比較に供する材料は、玉切、枝切の鋸断時間である。この鋸断時間とは、鋸歯を材に押し当ててから切り始まって、正味鋸屑の出ている間の時間である。現地の環境条件が多岐にわたるなかでの玉切、枝切作業は1回1回が異なった作業法と、作業姿勢をとらなければならないが、われわれの過去の調査経験からすれば、鋸歯を材に押し当てて鋸断の状態にはいつてしまえば、もはや傾斜とか、足場の良否とかの条件の影響は薄くなって、現場における応用鋸断速度の要素になってくる。したがって、時間観測はチェーンソーを材に押し当てるまでの姿勢および動作は、段取時間とし、材を切りはじめてから鋸屑の出ている間の時間を玉切、または枝切鋸断時間として観測したものである。性能比較に供せられる時間はこれをさす。

第2表 作業者一覧表

調査 場 所	使 用 機 械	熟練度 判 定	年 齢 (才)	経 験 年 数		体 格		調 査 時 点 3 か月平均の	
				通 算	チェン ソー	身 長	体 重	出 役 日 数	1 日あたり 作業量
熊 本	①	上	26	4	2	162	65	12	m ³ *22,068
"	②	上	29	11	3			17.5	10,260
長 野	②, ⑤,	上	36	17	2		54	18.0	9,748
高 知	②, ③,	上	39	23	4	154	52	19.8	11,429
大 阪	②, ③, ④, ⑥,	上	36	16	3	162	61		

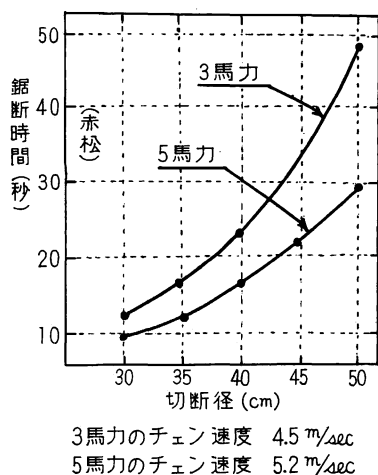
* 12月の年末操作の作業量が含まれているため1日あたりの作業量が非常に多くなっている。

2. 性能評価の方法

チェーンソーの性能を評価する一般的なものは次のものによる。

1) チェンソーの鋸断効率 1分間に何平方 cm の木材を切るかという値であるが、これはグラフにしても見にくいので第1図のような鋸断時間と切断木材径によって表示されることになる。第1図はアカマツ材を玉切りした時の標準性能で、5馬力の方はチェン速度 5.2 m/sec のギャドライブ形のもの、3馬力の方はチェン速度 4.5 m/sec ギャドライブ形の馬力の比較を表わしたものである。われわれは本方法によって、実際現場におけるときの性能を表わすことにしたが、その際次記 2) のことともあわせ、チェーンソーの大きさは馬力の単位よりはエンジンの排気量をもってした方が、なおふさわしいと考え、馬力ではなく排気量で比較することにした。

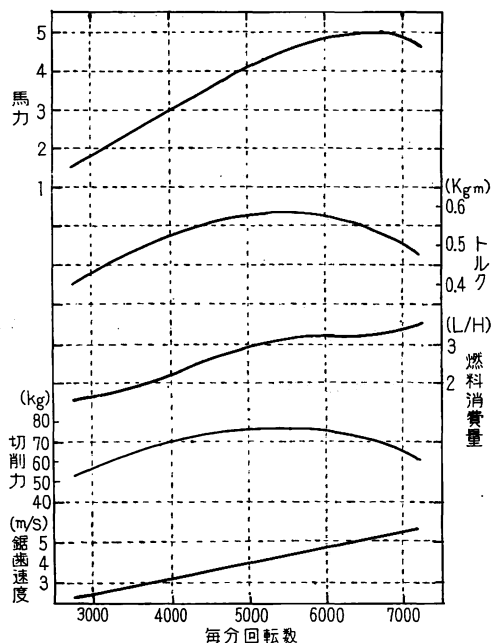
2) チェンソーの性能曲線 鋸断効率はチェーンソーの性能を実際に表示する方法であり、理論を含めて表わす方法として次に挙げる5つの項目がある。これらはみな相関関係があるため第2図のような性能曲



第1図 ギヤドライブ形チェーンソー
のアカマツ鋸断標準性能
（機種ふじらビット）

線として表示される。

- a. 馬力性能
- b. トルク性能
- c. 燃費性能
- d. 切削力性能
- e. 鋸歯速度



第2図 チェンソー性能曲線の一例

第2図の性能曲線をみてわかるように、ひとくちに何馬力のチェーンソーといっても、実際は毎分の回転数に比例して変わる値をとり、トルクや切削力もまた回転数によって変化する。すなわち、チェーンソーの最大馬力で材を鋸断しようとするれば、そのときトルクや切削力はかえって低下するから、結果的には鋸断力が大とはならない。しかして、トルク最大時におけるときの最大時馬力を発揮できるような、鋸断圧着を加えて作業する方法をとることが上手な使い方であり、技能「上」といわれる作業者はこれを身につけた作業者であるともいえる。回転数は絞り弁の開閉度によって曲線の増加傾向をとっていき、このとき馬力曲線は回転数に比例して値をとるが、実際作業に使用される有効な大きい回転数というものは、ある一定な範囲にあるはずである。しかしてチェーンソーの場合は、力を表示するに馬力よりは、エンジンの大きさを示すシリンダ容積（排気量）で表わした方が、实际的であるといわれている。

3) クラッチの性能 チェンソーには、すべて遠心クラッチが用いられており、これが動力伝達部のかなめである。われわれの現場試験は、クラッチの伝達限界トルクでソーチェンが作動し、クラッチの滑りはあまりないという前提である。

4) ソーチェンの性能 チェンソーの鋸断効率にはエンジンの性能のほか、ソーチェンの性能に負うところが大きい。すなわち、同じ鋸歯速度（ギヤドライブの場合は毎秒 4～8m、ダイレクトドライブの場合は毎秒 15m 前後）であっても、目立角度（25°, 35°, 45°）、チェーンの緊張度、デプス量、歯の厚みなどによって左右される。よって、厳格にはギヤドライブ形に適するソーチェン、ダイレクトドライブ形に適するソーチェンを用い、上記の条件および目立技術は一定のもとで比較試験を行わなければならない。

ハ、デブス量：鋸断速度にもっとも関係する面が大きいが、これは全部一様に規正するわけにはいかなかった。

 r : 切刃先の駆動回転半径, σ : 減速比

2. 現場試験からの鋸断効率

上記（5），（6）式の実用式から計算した値と現場での実測値とは大分へだたりが生じてくる。とくに計算値は B （挽幅）の大小に関係なく（5）式の推定値も（6）式の推定値も平行であることを示すが、現場での応用はそのとおりにはいかない。われわれは樹種モミ・ツガについて、実際現場の作業から形式の違いによる性能の差をみつけようとした。この際の供試機は次のもの。

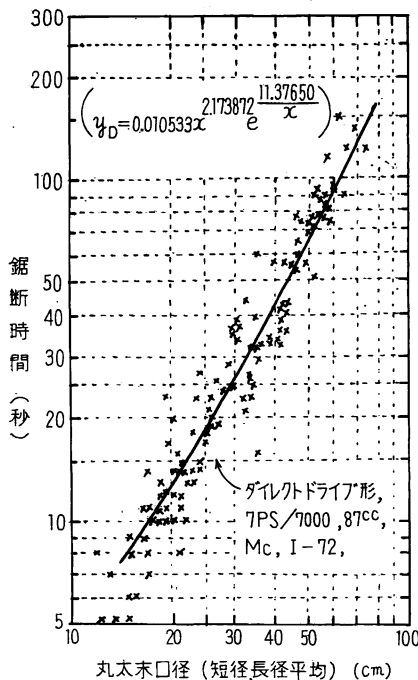
ダイレクトドライブ形チェンソー	マッカラー	I-72 D	87 cc
ギヤドライブ形チェンソー	マッカラースーパー	55 A	87 cc

排気量は両機とも 87 cc である。ただし機械は同一社製であっても、機種が違うこと、両機の実験した場所が違うこと、機械使用者は両場所での熟練最高位の作業者によってなされたが、それでも個人間の差は若干介在することなど問題はあがあるが、これはデータの個数を多くして、それらの影響はできるだけ消去できるように計った。

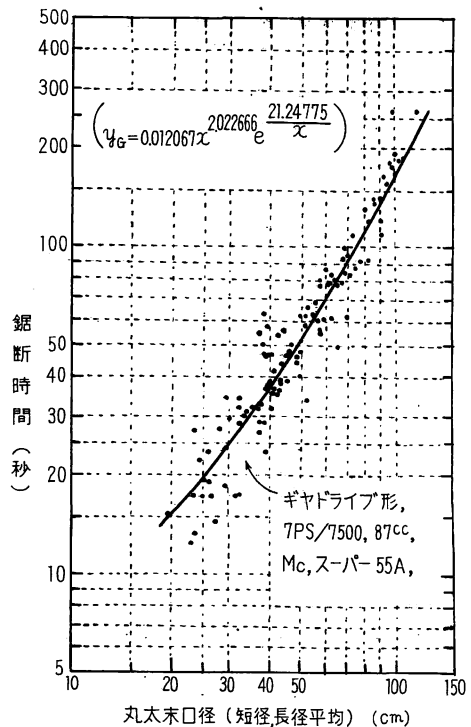
まずダイレクトドライブ形チェンソーによる試験データは第3図、ギヤドライブ形チェンソーによる試験データは第4図のものである。おのおの実験式は次式が与えられた。

$$\text{ダイレクトドライブ形} \quad y_D = 0.010533 x^{2.173872} e^{\frac{11.37650}{x}} \dots\dots\dots (7)$$

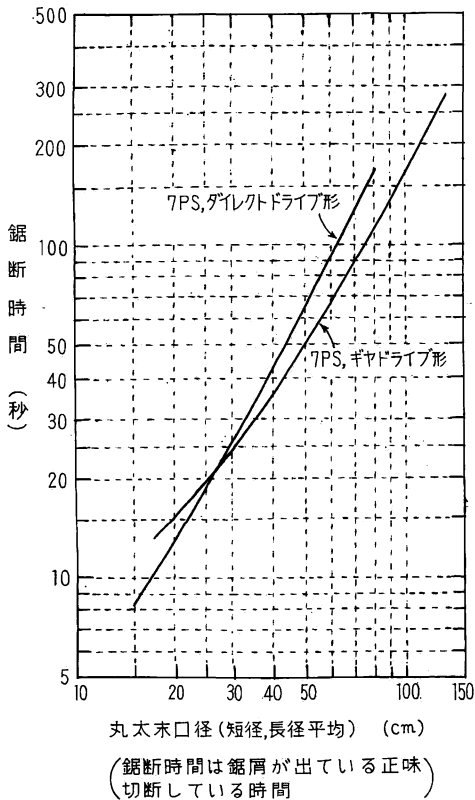
$$\text{ギヤドライブ形} \quad y_G = 0.012067 x^{2.022666} e^{\frac{21.24775}{x}} \dots\dots\dots (8)$$



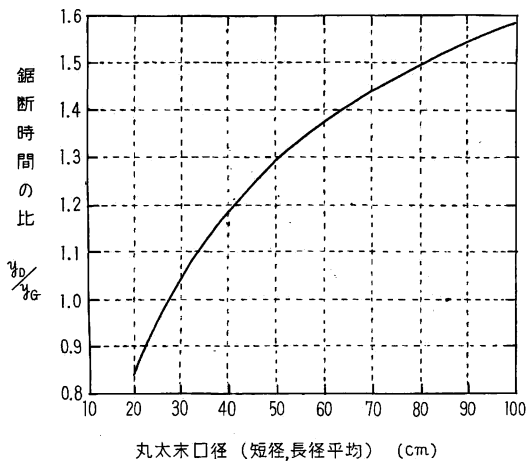
第3図 ダイレクトドライブ形チェンソーによる丸太鋸断時間（モミ・ツガ）



第4図 ギヤドライブ形チェンソーによる丸太鋸断時間（モミ・ツガ）



第5図 形式の違いによる性能
(モミ・ツガ)



第6図 $\frac{y_D(\text{ダイレクトドライブチェーンソーによる鋸断時間})}{y_G(\text{ギヤドライブチェーンソーによる鋸断時間})}$

ここで、 y_D ：ダイレクトドライブ形チェーンソーによるモミ・ツガの鋸断時間(秒)

y_G ：ギヤドライブ形チェーンソーによるモミ・ツガの鋸断時間(秒)

x ：丸太末口径(短径長径の平均)(cm)

両形式の実験式を1つの図に表わしたのが第5図である。鋸断時間の曲線式は平行でなく約27cmあたりで交さしている。前掲文献の実験者も室内実験の経験から、ギヤドライブ形チェーンソーで小径木を鋸断する場合に、ソーチェン速度がおそいために、切刃ピッチに近いような小径木は鋸断しにくいから、製作上留意して欲しい。また第5図のように表わした場合、鋸断径20~30cm、どちらかといえば30cmに寄ったあたりで両形式の鋸断時間は交さるだろうと助言をいただいたこととはほぼ一致する。

第5図は鋸断径の大きさが約27cmより増加するにしたがって、ギヤドライブ形チェーンソーの鋸断速度も増して有利になっていくのを示している。ここで両形式の性能の差を y_D (ダイレクトドライブ形チェーンソー)/ y_G (ギヤドライブ形チェーンソー)という比をとってやり、グラフによって見やすく表わしたのが第6図である。丸太径27cmを境にして細い方ではダイレクトドライブ形チェーンソーが有利であり、それより大きい方ではギヤドライブ形チェーンソーが有利になっている。

実際の作業においては丸太の径が小から大までにわたっており、第6図の径級の大きさごとの対応では不便であるから、両形式の平均鋸断時間を求めると次のようになった。

○ダイレクトドライブ形とギヤドライブ形の平均玉切鋸断時間の修正値

$$\text{構造式} \quad y = ax^{b_1} e^{-\frac{b_2}{x}}$$

において

$$\log y = \log a + b_1 \log x - b_2 \frac{1}{x}$$

とし、

$$\log_{10} y = Y, \log_{10} x = X_1, \frac{1}{x} = X_2, \log_{10} a = a'$$

とにおいて

$$Y = a' + b_1 X_1 - b_2 X_2$$

を決定する。

ここで Y : 玉切鋸断時間, X_1 : 丸太末口径, X_2 : $\frac{1}{X_1}$

とし、これより級内平均回帰は $\begin{cases} b_1' = 1.6707065 \\ b_2' = -0.00208233 \end{cases}$

形 式	n	平 均 末 口 径		平 均 か ら の 偏 差	
		$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	x_1	x_2
y_G	101	1.690044	2.225732	0.1031245	-0.7141295
y_D	118	1.483795	3.653991	-0.1031245	0.7141295
和	219	3.173839	5.879723	0	0
平 均		1.5869195	2.9398615		

形 式	積		平 均 時 間	修 正 値	
	$b_1' x_1$	$b_2' x_2$	$\bar{y}$	$\bar{y} - (b_1' x_1 + b_2' x_2)$	真 数
y_G	0.7122908	0.0014871	1.705371	1.531593	34.01
y_D	-0.7122908	-0.0014871	1.428672	1.602461	40.04
和	0	0	3.134043	3.134054	
平 均					

これは y の回帰によって修正した x 軸上の共通な点で両形式の平均鋸断時間を算出したもので、このときのダイレクトドライブ形チェンソーとギヤドライブ形チェンソーとの平均鋸断時間の比 $\hat{y}_D/\hat{y}_G$ を求めると約 1.2 になる。すなわち、ダイレクトドライブ形チェンソーはギヤドライブ形チェンソーの平均約 1.2 倍の鋸断時間を要する。

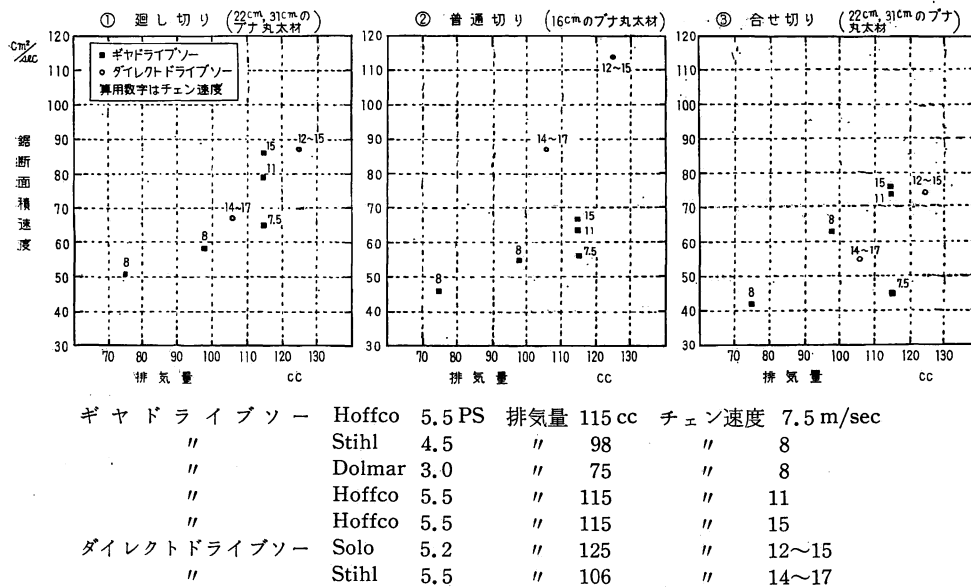
第 3 節 馬力の違いによる性能

1. 室内実験の文献より

(1) 外国における実験結果

ドイツの K. H. ピースト氏が、いろいろなチェン速度が鋸断結果においてエンジンの必要効率、作業者のエネルギー消費にどんな影響をあたえ、圧着力がどんな影響をもっているかを明らかにする目的で、ブナの固定装置を使用しない鋸断のときにおける、ストレンゲージ測定による圧力値の調査を行なっている⁴⁾。

次記(2)の室内実験は機械が自動的に材を送り鋸断するのに対し、本実験は作業者が加圧鋸断し、そのときのチェン速度および圧着力を測定したものである。また切断に供した材はブナ丸太で、これを玉切動作別に測定している。廻し切り動作は丸太直径 22 cm と 31 cm のもの、普通切りは丸太直径 16 cm のもの、合せ切りは丸太直径 22 cm, 31 cm のいずれも小径木のものである。2 者の丸太径の実験を平均した

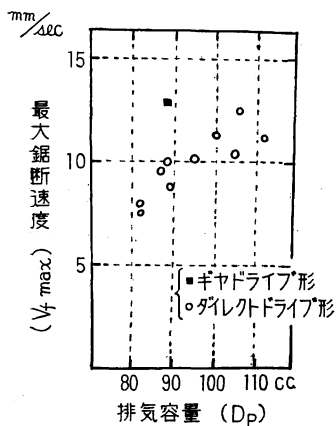


第 7 図 K. H. ピーストの実験から著者が整理したもの

鋸断結果をグラフに表わしたのが第 7 図である。

第 7 図を通覧して、合せ切り以外の廻し切り、普通切り動作は、ダイレクトドライブ形チェーンソーの方がギヤドライブ形チェーンソーより鋸断面積速度が速くなっており、前述第 2 節、1 のことと、ちょうど逆の結果を表示した。これは、本実験に供した材料はいずれも 31cm 以下の小径木であり、鋸断径が 30cm 以下の小径木になるとギヤドライブ形よりダイレクトドライブ形の方が、鋸断速度は速いと述べた第 2 節 2 の事実を表わしているものと思われる。

現在国内にあるギヤドライブ形チェーンソーのチェーン速度は、7 m/sec 前後にあるのが普通であるから、第 7 図の 7.5 m, 8 m/sec の測定点を結んだ傾向が排気量の大きさに応じた鋸断面積速度を表わしたものとすることができる。



第 8 図 エンジンの排気量と最大鋸断速度

ダイレクトドライブ形チェーンソーについては○印の測定点を結んだものが排気量に応じた鋸断面積速度を表わしたものとすることができる。しかし、ここで問題になるのは、同じブナ材でも日本の材よりはかたさの点で大分違うようであるので、これら鋸断速度傾向線を、即わが国のものに応用できない難点がある。

(2) 国内における実験結果

室内実験による文献 1) によれば、挽幅 45 cm のブナ角材を深さ一定で切断した場合の鋸断速度と排気量との関係が、第 8 図のものであったと報告している。ダイレクトドライブ形チェーンソーについてこの図をみると、1, 2 の例を除いて排気量が大きくなると最大鋸断速度も大きくなる傾向がうかがえ、チェーンソーの鋸断能力は大体排気量に比例して大きくなるという、ごく一般

的な事実を認めることができる。そして図中にプロットされた測点の平均傾斜線より上下しているものがあり、この平均傾斜線より上にある機種は排気量のわりに鋸断能力がまさり、下にある機種は排気量のわりに鋸断能力が劣る機種であるとしている。ただギヤドライブ形チェンソーは、同一排気量のダイレクト形チェンソーに比べて鋸断能力がすぐれている事実がみられるが、これは前述 8 ページに記したゆえんと思われる。さて同一樹種、同一材種で挽幅一定、深さ一定の試験設備条件下で同様な排気量のものでも鋸断能力に差がある（測点が上下にバラツキている）ということは、機種の優劣によるものだとしているが、これは鋸歯の厚み、切れ味、目立の技術による影響も多分に介在しているところの機種の優劣と判定した方が正しいのだろう。

ついで上述の最大鋸断速度と、そのときの実測した実用最大馬力（鋸断時常用最大馬力……瞬間的に出している最大馬力ではなく、鋸断中かなりの時間実際に出すことのできる常用最大馬力）との関係について第 9 図のものを示し、実験式は次式を与えている。

ダイレクトドライブ形

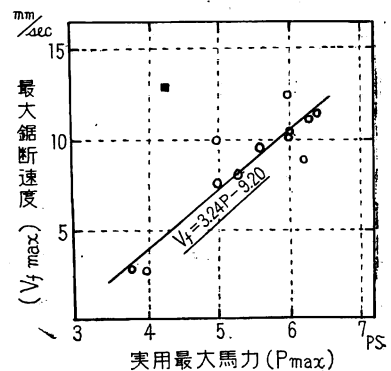
$$V_{fmax} = 3.24 P_{max} - 9.20 \dots\dots\dots (9)$$

ここで、 V_{fmax} : 最大鋸断速度 (mm/sec)

P_{max} : 実用最大馬力 (P_s)

鋸断速度は排気量でも実用最大馬力でもその大きさに応じた変化をすることがわかった。

ここで実用最大馬力をとったとしても、第 9 図の測点はバラツキ、また実際応用面においても実用最大馬力の測定はむずかしいので、必然的にフィールド試験または現場活用面における性能の要因としては排気量を取り上げられることになる。



第 9 図 実測実用最大馬力と最大鋸断速度

2. 現場試験からの鋸断効率

(1) スギ小径木の試験結果

過去にスギ造林木による機種の性能比較試験を行なって、下記の結果を得ている。

材料はスギ丸太で 4~28 cm の小径木のもの、これに供試した機種は第 3 表の 5 機種である。

1 人の作業者が各機種を取りかえ使用し、そのときの玉切鋸断時間と丸太末口径を測定して、玉切鋸断時間に対する各機種ごとの性能として次式のような実験式が与えられた。

第 3 表 造林木の小径木試験に供試した機械

番号	供 試 機 械	呼称 馬力	排気量	駆 動 形 式	実測 重量	呼称ソー チェーンの 長 さ	ソー チェ ン
		(PS)	(cc)		(kg)	(in)	(in)
①	レ ミ ン ト ン 65	5.2	82	ダイレクトドライブ	11.0	21	レミントン 404
②	レ ミ ン ト ン 75 A	7.5	82	"	11.6	24	レミントン 7/16
③	マ ッ カ ラ ー I-72	7.2	87	"	13.0	24	マッカラー 1/2
④	ホ ー ム ラ イ ト 707 D	7.7	95	"	12.4	25	オレゴン 7/16
⑤	スチールライトニング	8.0	106	"	13.1	25	スチール 404

①の機種 $y_1 = 0.871x - 2.377$ (末口径範囲 4~26 cm)(10)

②の機種 $y_2 = 0.800x - 1.200$ (末口径範囲 5~28 cm)(11)

③の機種 $y_3 = 0.800x - 1.767$ (末口径範囲 4~22 cm)(12)

④の機種 $y_4 = 0.858x - 3.013$ (末口径範囲 5~27 cm)(13)

⑤の機種 $y_5 = 0.831x - 3.443$ (末口径範囲 6~27 cm)(14)

(10)~(14)式は末口径が細いため、いずれも直線式となってしまった。これらを1図にまとめたのが第10図である。排気量 106 cc のチェンソーは他のものより鋸断速度がやや速いことはわかったが、他の4機種間には優劣がなさそうである。平均鋸断速度 (mm/sec) を算出すると第11図になる。排気量に応じた鋸断速度の傾向は文献 1), 2), 3), 4) に準ずるが、直線の傾斜はこれよりゆるやかである。これは末口径が 28 cm 以下のような小径木であったからで、後述第4節, 1, (1) の径級の大きいものと思ひ合わせると、この傾斜はもうちょっと立った勾配になるようである。

(2) モミ・ツガ大径木の試験結果

樹種モミ・ツガの大径木を玉切鋸断して、エンジン排気量に対する性能を比較した。いままで試験した機種は次の3機種だけである。

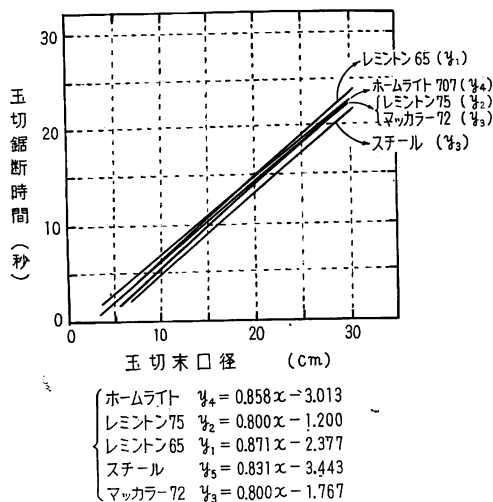
② マッカー I-72 D 7 PS 87 cc ダイレクトドライブ形

③ ホームライト C-7 D 7 PS 91 cc "

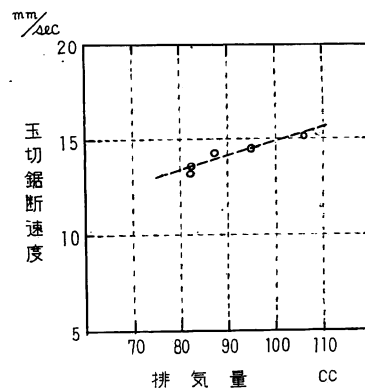
⑤ ホームライト C-5 D 5 PS 77 cc "

このほか国有林の標準工程作製のために、チェンソーによる造材作業も数多く測定されているが、それは測定の要素単位が異なること、仕事量としての測定因子になる丸太末口径の測り方が短径の1方向だけであるため、鋸断面積を的確に表わし得ないことなどによって、鋸断効率を算出するデータには用いにくい。測定要素単位の異なることを第12図の図解によって説明しておこう。

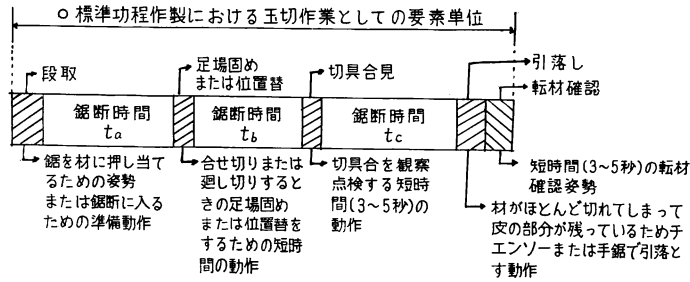
試験結果の玉切鋸断時間 (y) と丸太末口径 (x) との間には次の実験式が与えられた。



第10図 機種別にまとめた玉切鋸断時間と末口径



第11図 スギ小径木玉切からの鋸断速度 (mm/sec) (末口径 4~28 cm の範囲)



○ 鋸断効率算出のための鋸断時間 $= t_a + t_b + t_c = t$

第12図 1玉の玉切作業測定要素単位説明図

機種②に対し、 $\log y_{②} = 1.79470 \log x - 1.23399$ (15)

" ③ " $\log y_{③} = 1.78182 \log x - 1.25253$ (16)

" ⑤ " $\log y_{⑤} = 1.68821 \log x - 0.97292$ (17)

このときの統計量と精度はつぎのとおり。

実験式の統計量と精度

機種	実験式	標本数 n	単相関係数 r	回帰係数の 有意性 t_b	推定 標準誤差 S_{y-x}	標 誤 差 率 ρ (信頼度68%)	誤 差 率 f (信頼度95%)
②	(15)式	73	0.9686**	32.82**	0.0923697	23.7%	5.5%
③	(16)式	35	0.9443**	16.49**	0.1055330	27.5	9.5
⑤	(17)式	37	0.9525**	18.05**	0.0824260	20.9	7.0

(注) 1) ** < 0.01

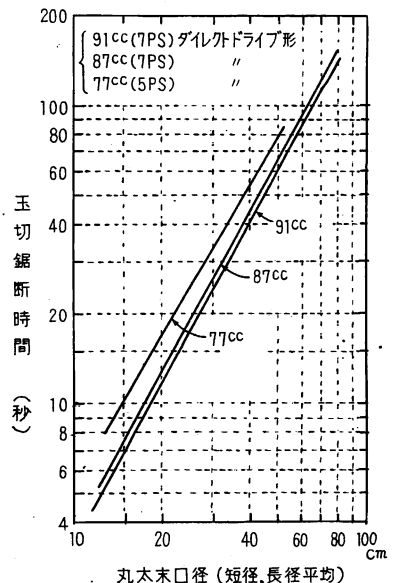
2) 標本誤差率 $\rho (\%) = 100 (10^{\sigma} - 1) = 100 (10^S - 1)$

3) 誤差率 $f (\%) = \{ t_{\rho(0.05)} \cdot \rho \} / \sqrt{n}$

相関係数や回帰係数はきわめて高い有意性をもっている。
この信頼度 (1-0.05) における誤差率 f は 5.5~9.5% であ
って、精度そのものとしてはすぐれていない。

(15)~(17) 式を1図に表わしたのが第13図である。各機
種の鋸断時間の傾斜は平行している。すなわち、鋸断速度の
傾向は同一である。そして排気量 87 cc の機種と 91 cc の機
種はほとんど同一速度であるが、77 cc の機種は速度が若干
遅い。各現場（熊本，長野，高知）ではいずれも 87 cc 以上
の機種を使用していたことから、モミ・ツガ大径木の造材に
はこれら排気量の機種が経験的に選択されたとみることがで
きる。

排気量 87 cc と 77 cc の機種の鋸断時間差を算出してみ
ると、87 cc に対する 77 cc の鋸断時間が 1.27 になる。す
なわち、 Y の回帰によって修正された平均鋸断時間（共通の



第13図 排気量（馬力）の違いによる性能（モミ・ツガ）

X 軸上に修正したときの Y 軸の平均鋸断時間の差)は、87 cc に対して 77 cc の機種が平均 1.27 倍の鋸断時間を要する。

第 4 節 高馬力機と小型機 (XL-12) の性能比較

国有林野の作業方式が近時全木 (全幹) 集材に移行し、盤台上では造材作業のみを行なえばこと足りるようになり、従来とは異なったチェーンソーの大きさ、違った形式のものを取り入れるのが賢明なやり方といえよう。すなわち盤台では造材作業だけであるから、チェーンソーの大きさは山元より小さい軽いものでまに合うであろうし、材の径級が大きい全幹集材であれば鋸断速度の面からはギヤドライブ形チェーンソーを取り入れるのがよく、全木集材であれば枝払い作業に便なダイレクトドライブ形チェーンソーを取り入れるのが良いと考えることができる。本章はそれら裏付けのためと、最近輸入されたアメリカ製ホームライト XL-12 というチェーンソーが、とくに小型で軽量の反面、かなりな力を持っているようなので、これが盤台作業の造材作業に適さないかどうか性能を試験しようとしたものである。

1. 玉切作業における性能

(1) 針葉樹・広葉樹別の鋸断効率

針葉樹はスギ・ヒノキでスギが 90% くらいの割合、広葉樹はナラ・ブナ・ミズメである。これを盤台上において玉切したときの鋸断時間を観測した。観測の方法は上述した方法と同じ。試験に供された機種は次のとおり。

番号	機 種	馬 力	排気量	チェーン長さ	減速比
②	マッカラー I-72 D	7 PS	86.9 cc	24 in	1:1
③	ホームライト C-7 D	7 "	90.6 "	25 "	1:1
④	ホームライト C-7 G	7 "	90.6 "	25 "	2.9:1
⑥	ホームライト XL-12	3.5 "	54.1 "	16 "	1:1

ここで C-7 D, C-7 G は同一機械をギヤキットを交換することにより、ダイレクトドライブソーとギヤドライブソーとに使い分けることができる。

針・広別の鋸断時間に対する実験式は第 4 表に示したそれぞれのものが与えられた。針葉樹と広葉樹の樹種の違いによる鋸断時間の性能は、機種 C-7 G のギヤドライブ形チェーンソーだけが樹種の違いによる鋸断時間の速度の差がなく、機種 I-72 D, C-7 D のダイレクトドライブ形チェーンソーは広葉樹の鋸断速度が針葉樹の鋸断速度よりやや劣り、機種 XL-12 のものは特殊の鋸歯を使用している関係から、ダイレクトドライブ形でありながら、広葉樹の鋸断速度が針葉樹の鋸断速度よりむしろまっていた。これらの事実は、現在同一歯角をもって針葉樹も広葉樹も鋸断していることから考えて、経験的にも符合する。

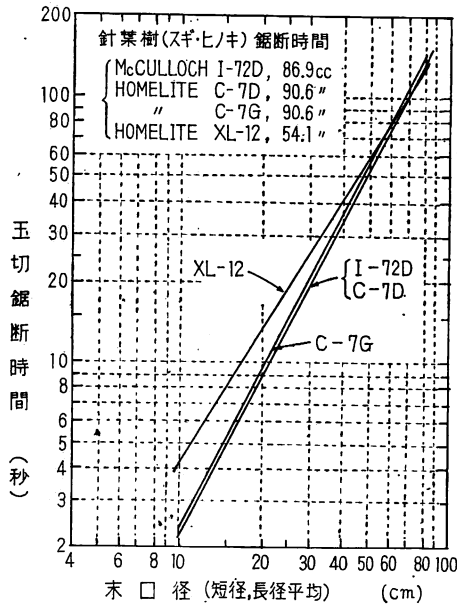
実験式は精度としての標本誤差率にそう大きな差はないから、実験式設定にあたっての回帰式からの測定値のパラッキは、類似傾向とみてよい。実際分散の一樣性についてのバートレットの検定も $p\{\chi^2 \leq \chi_0^2 = 12.017\} < 0.50 \cdots (d. f. = 7)$ で回帰それぞれの分散が一樣性であることが認められた。上記実験式を針葉樹の玉切鋸断・広葉樹の玉切鋸断別にグラフに表わしたのが第 14, 15 図である。第 14 図の針葉樹の玉切鋸断時間は、機種 I-72 D, C-7 D, C-7 G の 3 者がほぼ同一速度と同一傾向にあり、XL-12 の機種は前 3 者の機種とは排気量の点で差を生じることが予想されたのであるが、その差は前 3 者の機種に平行した較差ではなく、末口径の細い方で差を生じ、大きい方では同一速度を示した。これは試験前の予想

第4表 玉切鋸断時間の実験式

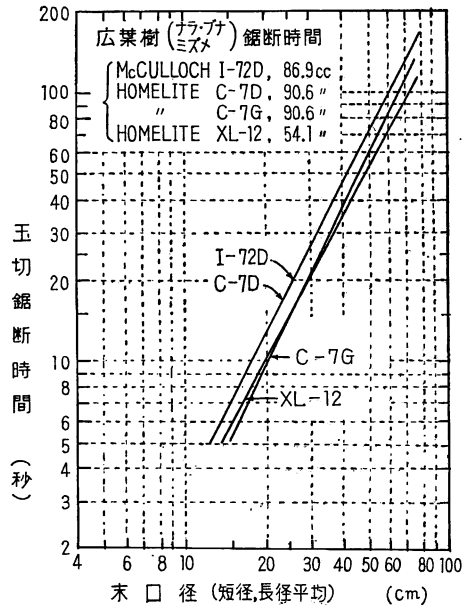
機種	樹種	実験式	推定分散 ($s^2_{y \cdot x}$)	標本誤差率* (信頼度68%)	摘要
②	針葉樹 広葉樹	$\log y = 1.96396 \log x - 1.62736$ $\log y = 1.88419 \log x - 1.35644$	0.01856430 0.01063231	21.6% 35.9 "	y: 玉切鋸断 時間(秒) x: 鋸断径(末口 径の短径長径 平均), (cm)
③	針葉樹 広葉樹	$\log y = 1.92698 \log x - 1.57663$ $\log y = 1.77553 \log x - 1.22041$	0.01820798 0.00876263	36.5 " 24.1 "	
④	針葉樹 広葉樹	$\log y = 1.96374 \log x - 1.59820$ $\log y = 1.97433 \log x - 1.59581$	0.01878158 0.00854801	37.1 " 23.7 "	
⑥	針葉樹 広葉樹	$\log y = 1.63329 \log x - 1.02002$ $\log y = 1.80090 \log x - 1.35848$	0.00856430 0.01063231	23.7 " 26.8 "	

* 標本誤差率 $\rho(\%) = 100(10^{\sigma} - 1)$

$$\text{ここで, } \sigma = s = \sqrt{sy^2 - \frac{(sxy)^2}{sx^2}} / n - 2 = s_{y \cdot x}$$



第14図 針葉樹(スギ・ヒノキ)の鋸断時間



第15図 広葉樹(ブナ・ナラ・ミズメ)の鋸断時間

とは反対の傾向線を示したことになるが、それだけすぐれた性能をもつ機種ともいえる。末口径の細い方で前3者の機種と差を生じるということは機械の使用法を会得することによって前3者の機種に近似できる可能性もうかがえる。機械使用法を会得することとは、XL-12の機種は非常に軽量のため、材に当てるだけの機械自体の重量では、他の重い機械に比して圧着力が不足になる、これを少し人為的に加圧を与えてやればよい。第14図のXL-12が径級の大の方では大きな排気量(=重い機械)とひびきでできる性能をもっていることから推して、径級の細い方での加圧は十分鋸断トルクを保持できるとみられる。

第14図は回帰係数の傾斜が平行していないので、平均鋸断時間の比較は無理であるが参考までに、Yの回帰によって修正した共通のX軸上におけるときの平均鋸断時間を算出し、これより鋸断速度(mm/sec)

を求めてみると I-72 D (87 cc) が約 16 mm/sec, C-7 D (91 cc) が約 16 mm/sec, C-7 G (91 cc) が約 15 mm/sec, XL-12 (54 cc) が約 12 mm/sec である。このとき比較された X 軸 (全体の末口径平均) は 30 cm, 級平均回帰係数は $b' = 1.839445$ であった。

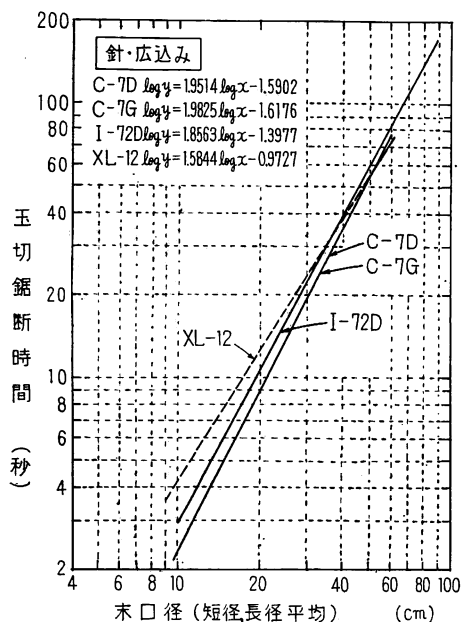
われわれの現場での活用や標準時間の補正係数に用いるものとしては、鋸断速度 (mm/sec) より鋸断時間そのものを用いた方が便利である。いま鋸断速度を求めたときの鋸断時間で、91 cc (C-7 D) ダイレクトドライブ形に対する 54 cc (XL-12) の鋸断時間比を暫定的に算出すれば約 1.4 倍になる。

つづいて第 15 図が広葉樹玉切の鋸断時間である。広葉樹になると鋸断速度が 2 つのグループに分かれることがわかった。1 つのグループは I-72 D, C-7 D の機種でこれはダイレクトドライブ形チェンソーであり、1 つのグループは C-7 G, XL-12 の機種で、C-7 G はギヤドライブ形チェンソーであり、XL-12 はダイレクトドライブ形チェンソーではあるが、この機種は馬力の小さいのを鋸歯によってカバーしようとの意味から、特殊のソーチェンを用いている。このソーチェンがむしろ硬木を切断するときその威力が発揮されたとみることができよう。しかし XL-12 は、排気量が 54.1 cc で他機種より小さいが、鋸断速度は排気量 87 cc, 91 cc のダイレクトドライブ形チェンソーよりまさり、排気量 91 cc のギヤドライブ形チェンソーに匹敵する威力をもったチェンソーといえることができる。

広葉樹の鋸断時間からダイレクトドライブ形とギヤドライブ形との形式の違いを比較すると、ギヤドライブ形の平均鋸断時間値に対するダイレクトドライブ形の平均鋸断時間値の比は 1.21 であった。すなわち、広葉樹のかたい材の切断は、ダイレクトドライブ形チェンソーがギヤドライブ形チェンソーの 1.21 倍の鋸断時間を要する。

(2) 針葉樹・広葉樹込みの鋸断効率

第 16 図は針葉樹・広葉樹の樹種分類を込みにした実験式である。機種 I-72 D, C-7 D および C-7 G



第 16 図 針葉樹・広葉樹込みの機種別鋸断時間

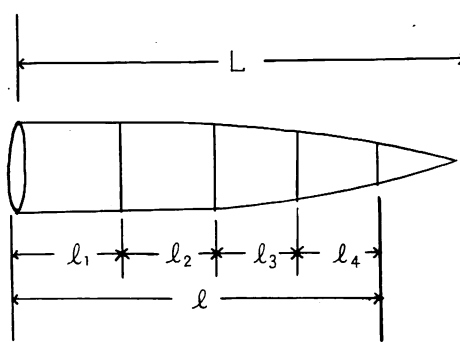
の 3 者はほぼ同一速度と同一傾向をもつ。機種 XL-12 だけがわずかに傾斜を異にする。しかしそれは、径級の細い方で鋸断時間がにぶっているのであって、径級が大きい方では全く排気量の大きい 3 者の機種と類似の速度をとる。機種 XL-12 が径級の細い方で鋸断時間がにぶっているのであるから、機械の能力、ソーチェンのピッチなどの面からみても、回帰の傾斜は 3 者の機種の傾斜に近似できると考えられる。すなわち、前記した径級の細い方での XL-12 としての軽量な機械に対しての使用法があると考えられる。

2. 枝切作業における性能

チェンソーで生枝および節を切り落とす枝切作業である。対象樹種は針葉樹のスギ・ヒノキだけにとどめる。試験は熟練最高位の作業者が 1 日中 1 機種を使用した盤台上的造材作業について枝切鋸断時間を観測したものである。枝切鋸断時間の観測法は玉切鋸断時間の観測と同様、枝 (節) 部に鋸を押し当てるまでの動

作ならびに姿勢は段取時間とし、鋸齒が切りはじめて鋸屑の出ているあいだを鋸断時間とする。枝切作業の仕事量としては、枝直径、枝本数の2つの要因をとる。枝直径とは、材幹より30 cm離れた箇所の枝の直径であり、枝本数とは字句のとおり処理した枝本数をさす。そして枝切鋸断時間の実験式を算定する統計量は、次のような資料の整理を行なっている。

L を木の全長（樹高）、 l を採材長、また g を枝直径合計、 f を枝本数とすれば、資料のいろいろなり方は



l_1 の採材長内における g_1 と f_1

l_2 の採材長内における g_2 と f_2

l_1+l_2 の採材長内における (g_1+g_2) と (f_1+f_2)

l_3+l_4 の採材長内における (g_3+g_4) と (f_3+f_4)

また l_4 までの採材長におけるときの g と f

なぜ上記のような資料の整理の仕方をとったかという質問に対しては、実験式の再現において採材のとり方がいかなる場合にも、また樹形が相当違っていても応用できること、とくに今回の試験実施場所でのように、天然林の全木集材なるがゆえ大木は山元で1, 2か所途中切りをほどこして集材されるので、かかるときは本整理法によるのが都合がよい。

機種 I-72 D, C-7 D および C-7 G の枝切鋸断時間をグラフにプロットして測点をながめると、ほぼ類似したものになる。これら排気量の大きい3機種を1組とし、XL-12の1機種だけを別の1組とする。すなわち、XL-12が排気量の大きい3者の機種に対抗できるかということが一つのねらいでもある。枝直径合計と枝切鋸断時間との相関図は第17図(1)、第17図(2)に示し、枝本数と枝切鋸断時間との相関図は第18図(1)、第18図(2)に示す。

仕事量に枝の本数とそのとき鋸断した枝の直径合計をとり、枝切鋸断時間との重回帰にして分析したのが第5表の統計量で、これから(18)式、(19)式の実験式が設定された。

機種 I-72 D, C-7 D, C-7 G 込みの枝切鋸断時間に対する実験式は

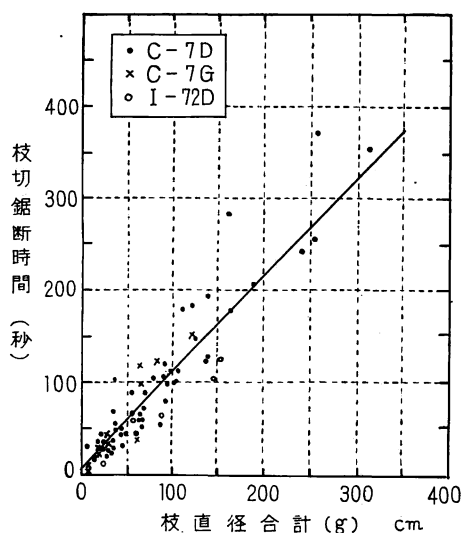
$$\hat{Y}_1 = 3.1605f + 0.5117g + 6.9869 \quad \dots\dots\dots(18)$$

機種 XL-12 の同様実験式は

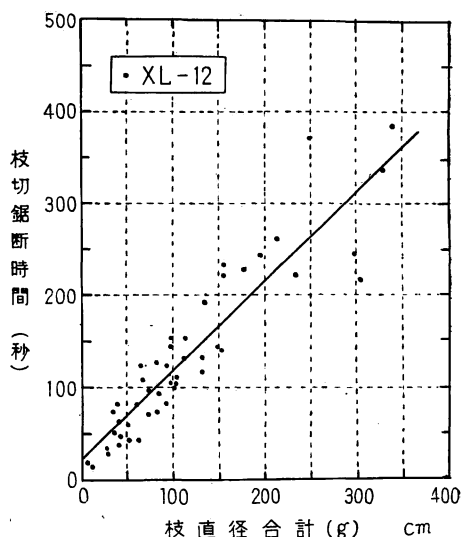
$$\hat{Y}_2 = 3.0258f + 0.4987g + 17.4592 \quad \dots\dots\dots(19)$$

ここで、 Y : 枝切鋸断時間(秒)、 f : 枝本数(本)

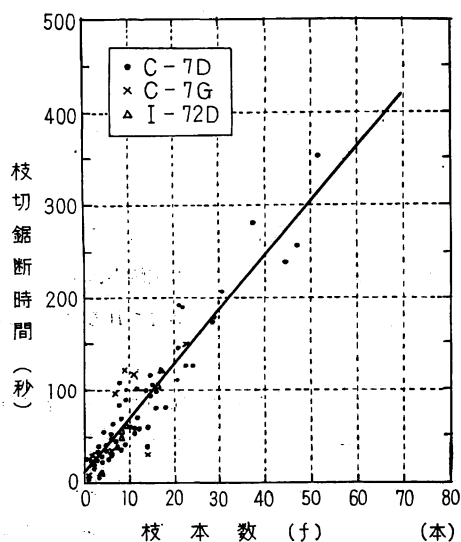
g : 平均枝径(cm)



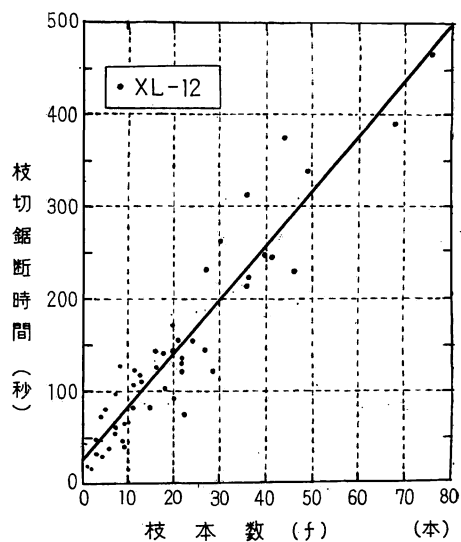
第 17 図 (1) 機種 I-72 D, C-7 D, C-7 G による枝切鋸断時間と枝直径合計



第 17 図 (2) 機種 XL-12 による枝切鋸断時間と枝直径合計



第 18 図 (1) 機種 I-72 D, C-7 D, C-7 G による枝切鋸断時間と枝本数



第 18 図 (2) 機種 XL-12 による枝切鋸断時間と枝本数

第 5 表 枝切の機種 (I-72 D, C-7 D, C-7 G) と XL-12 との統計量

Y: 枝切鋸断時間 (秒), X_1 : 鋸断した枝本数 (本), X_2 : 鋸断した枝直径合計 (cm)

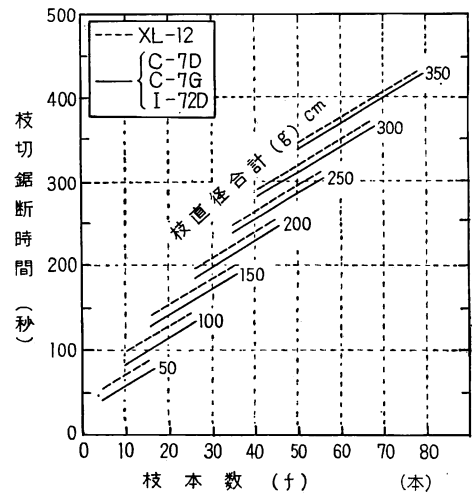
機 種	標本数 n	零次の相関係数			重相関係数 R	回帰係数の有意性		標準誤差 $S(y_{12})$	標本誤差率 (68%)
		r_{Y_1}	r_{Y_2}	r_{12}		t_b	t_c		
I-72 D, C-7 D, C-7 G	68	0.9419	0.9397	0.9573	0.9514**	3.824**	3.426**	0.218760	25.1
XL-12	48	0.9101	0.9100	0.9257	0.9275**	3.212**	3.204**	0.354597	25.8

(** < 0.01)

上記実験式が枝切鋸断時間の性能であり，グラフ化したのが第19図である。

ついで2つのグループに分けた機種 I-72 D, C-7 D, C-7 G と XL-12 との間には鋸断時間に差が認められるかどうか検定したのが第6表のとおりで，両グループ間にはほとんど有意差というものは認められない。すなわち，枝切鋸断時間の性能において I-72 D, C-7 D, C-7 G のこれら排気量の大きい機種と，XL-12 の機種とは同一な速度をもつてなすことができると判定される。

しかして，2つの回帰係数は平行しており，回帰平面の高さにも差がないから，全機種は込みにできる。込みにしたときの枝切鋸断時間を求めようとするときは，次の(20)式の実験式より推定される。



$$\begin{aligned} \text{---} & y_1 = 3.0258f + 0.4987u + 17.4592 \\ \text{—} & y_2 = 3.1605f + 0.5117u + 6.9869 \end{aligned}$$

第19図 枝切鋸断時間の性能

$$Y_{\Delta} = 3.0997f + 0.5149g + 10.2200 \dots \dots \dots (20)$$

第6表 機種 (I-72 D, C-7 D, C-7 G) と XL-12 の回帰係数間，回帰常数間の有意差の検定

機 種	標本数 <i>n</i>	回 帰 係 数 間 の 差 の 検 定					
		平均された回帰係数		回帰間分散	誤差分散	F_0	{ F }
		<i>b</i>	<i>c</i>				
I-72D, C-7D, C-7G と XL-12	116	3.118346	0.498717	0.013169	0.079717	0.165	$F_{110(0.05)}^2 = 3.09$
		回 帰 平 面 間 の 差 の 検 定					
		込みにした回帰係数		平面間の 差の分散	不明原因	F_0	{ F }
		<i>b</i>	<i>c</i>				
		3.099730	0.514864	0.122054	0.079717	1.531	$F_{110(0.05)}^1 = 3.93$

第 2 章 刈払機のレーティング

刈払機については、機械の違いによる修正値というよりは、人体の生理的面から定常状態を長時間持続できるような機械の重量、ならびに作業目的に合った機械を使用するための選択基準的なものとして行なった。

第 1 節 調査説明

調査場所と期間：前橋営林局中之条営林署管内。下刈作業調査一昭 38. 7. 9～7. 15，地ごしらえ作業一昭 38. 10. 23～10. 27。

供試機械：第 7 表のとおり。

調査方法：あらかじめ 20 m 間隔で縦列に縄を張っておき、機種ごとの分担区域とする。機種は 10 台で、10人の作業員が順番に隣り区域に移行していく。作業開始と終了はいつせい合図による。作業時間 20 分、移動と準備作業のために 20 分の余裕、計 40 分が 1 回の作業に与えられた時間である。

機械の整備：各機種は全部新規とし、試験調査にはいる前日に、おのおののサービスマンによる整備調整の完全さが図られた。試験開始後は専門の engineer が 1 名配属され、巡回調整する。調整が現地で応急の間に合わぬときは直ちに予備機と交換する。

作業員の訓練：試験調査にはいる 1 か月前から、作業員はそれぞれ 10 機種ごとの取扱い方と、作業の訓練を受けた。

第 7 表 供 試 機 械 と 諸 元

番号	機 種 名	エンジン	呼 称 最大馬力	歯 回 回転方向	装 備 重量	備 考
i	ホームライトブラッシュカッター・62-5	ホームライト	5.0PS/7,000	右(時計方向)	15.8 kg	常用馬力？
f	マッカラブラッシュカッター	Mc-35 A	3.0/7,500	左(反時計方向)	13.1	" ？
a	島林式動力下刈機・T 型 (小型)	タ ス	1.2/5,000	"	10.2	" ？
c	クライスカッター・3 型	タ ス	1.5/6,000	"	11.4	" 1.2/4,500
h	ロビン下刈機 11 U 型 (大型)	ロ ビ ン	2.8/8,000	"	14.7	" 2.3/6,000
d	ロビン下刈機 NB-11 型 (小型)	ロ ビ ン	1.6/7,000	"	11.8	" 1.2/6,000
b	コンパクト草刈機・BG-101K	カワサキ	2.2/6,000	"	11.3	" 1.5/4,000
j	共立パワーサイセ・RM-11A	共 立	1.7/5,000	"	16.2	" 1.0/4,000
g	藤林式ブッシュクリーナー・BC-5	ガスデン	2.5/7,000	右	14.6	" 1.5/5,000
e	島林式動力下刈機・K 型 (中型)	カワサキ	2.2/6,000	右	12.1	" 1.5/4,000
k	島林式動力下刈機・F 型 (大型)	ロ ビ ン	2～3/	右		地ごしらえ作業にだけ使用

第 2 節 刈 払 機 の 重 量

電気式脈搏計によって作業時の全脈搏数を計測し、これから作業脈搏指数 (LPI) と呼ばれる作業強度を算出し、各機種間の相違を調べようとした。作業脈搏指数は次式より推定する。

$$\text{作業脈搏指数 (LPI)} = \frac{0.6}{\text{筋肉労働時のエネルギー消費量 (カロリー)}} \times \text{作業脈搏数}$$

しかし、これは脈搏計がスムーズに作動しなかったため目的を達することができなかった。これにかわる調査法として、作業直後の脈搏数を指圧により測定し、作業による脈搏の増加率を求め、これによって判定した。

1. 下刈作業について

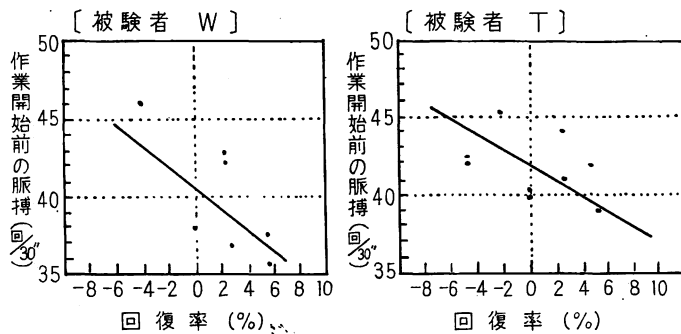
脈搏は個人差があり、また精神緊張や疲労、高温、静的筋労作などによって変わるものである。

とくに今回調査のような多勢の測定員が介在し、夏期の調査であり、20分間作業、20分間余裕(内容は職場移動、次の試験の段取り、脈搏測定)というくり返しであると、前作業の疲労が残ったまま、次の作業に持ち込まれ、そのため次の作業の脈搏が高くでがちになる、そのへんのことを考慮してやらないといけない。

よって今回は、作業直後の脈搏数だけから相違を論じるのではなく、作業のために増加した脈搏増加率というものを算出し比較した。

データと脈搏増加率算出法は第8表(1)、(2)に載せてある。ただ表の⑥の回復率について説明すると、これは作業開始が平常脈の状態から出発し、20分間の休み後平常脈に戻っておれば回復率0となり、戻っていなければ+の値とし、また作業開始前にすでに平常脈より高い時点で出発し、20分間の休み後平常脈の近くに返っていれば-の値をとる。

回復率をX軸に、作業開始前の脈搏の読値をY軸にグラフを描くと第20図が得られる。これに回帰直線を与え0との交点をその被験者の固有の平常脈とする。そして、作業によって上昇した脈搏の高さを、この固有の平常脈の水準上に並べなおして比較する。



第20図 休憩による回復率

作業による脈搏増加率を算出し、中傾斜地と急傾斜地で測定した2者を平均し、機械の重量順に並べ整理したのが第21図である。図のY軸128%のところに破線が引いてあって、この線を基準に上下5%ずつを取り、この階級を0とし、さらに上下に10%ずつの刻みに+1, +2, また-1, -2の区分を行なっている。0という階級は文献(8), (10)などを参考にして決めたものだが、脈搏増加率130%はR.M.R.の4.5にあたる⁹⁾。R.M.R. 4.5ということは定常状態の成立する上限の線である¹⁰⁾。

したがって、階級0以下であると筋肉労働としてかなり長時間持続可能になるが、増加率150%になると、R.M.R. 7.0程度にあたる。R.M.R. 7.0は定常状態が破壊されるに至る限界であって、身体諸機能の適応を失い、よって持続時間もかなり短縮される。

第 8 表 (1) 脈 搏 数 測 定 デ ー タ (下 刈 作 業)

計 算 説 明	傾 斜	中 傾 斜 地									
	調 査 日	7 月 12 日									
	被 験 者	渡 辺 (友)									
	機 種	島 林 (小)	クライス カッター	ロ ビ ン (大)	ロ ビ ン (小)	コンパクト	共 立	藤 林	島 林 (中)	ホームライト	マッカラー
①	作 業 開 始 前	37/30"	38	38	36	38	38	40	42	43	46
②	作 業 終 了 後	49/30"	49	44	48	49	56	64	54	56	57.5
③	終 了 5 分 後										
④	終 了 20 分 後	38/30"	38	38	38	38	40	42	43	44	(44)
⑤	終 了 20 分 後—開 始 前	+ 1	0	0	+ 2	0	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1	- 2
⑥	回 復 率 %	+ 2.7	0	0	+ 5.6	0	+ 5.3	+ 5.0	+ 2.4	+ 2.3	- 4.3
⑦	開 始 前 の 変 動 率 %	- 8.6	- 6.2	- 6.2	- 11.1	- 6.2	- 6.2	- 1.2	+ 3.7	+ 6.2	+ 13.6
⑧	終 了 後 の 変 動 率 %	+ 21.0	+ 21.0	+ 8.6	+ 18.5	+ 21.0	+ 38.3	+ 58.0	+ 33.3	+ 38.3	+ 42.0
⑨	作 業 の た め の 増 加 率 %	+ 29.6	+ 27.2	+ 14.8	+ 29.6	+ 27.2	+ 44.5	+ 59.2	+ 29.6	+ 32	+ 28.4
	作 業 時 間 分	20.03	19.58	19.83	19.92	19.67	18.47	20.25	20.12	19.92	20.00
	下 刈 面 積 m ²	165.36	151.96	146.40	136.38	143.34	196.98	221.16	167.20	188.00	184.78
	20 分 あ た り 面 積 m ²	165	155	148	137	146	213	218	166	189	185
	機 械 重 量 kg	10.2	11.4	14.7	11.8	11.3	16.2	14.6	12.1	15.8	13.1
	刈 払 い テ ン ボ 回/分	32	30	27	29.5	32	33	27	28	28	27.5

- ①. 作業に取りかかる前はつとめて安坐している。
 ②. 20分間の作業を遂行した直後の30秒間における脈搏数。
 ③. 作業を中止したらただちにその場で安息し、5分経過したときの30秒間における脈搏数。
 ④. 作業終了後5分間は安息とし、その後職場移動や次の作業段取りをしてふたたび安息とし、約20分経過後の30秒間における脈搏数。
 ⑤. ④—①
 ⑥. ⑤／①
 ⑦. ①／固有の平常脈 (P)……固有の平常脈算法は第20図に詳述。この場合の P=40.5
 ⑧. ②／固有の平常脈 (P)
 ⑨. ⑧—⑦

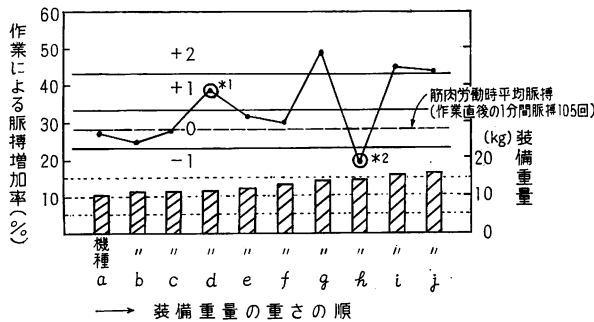
第8表(2) 脈搏数測定データ(下刈作業)

計 算 説 明	傾 斜	急 傾 斜 地									
	調 査 日	7 月 13 日									
	被 験 者	高 橋									
	機 種	ロビン (小)	コンパクト	共 立	藤 林	島 林 (中)	ホームライト	マッカラー	島 林 (小)	クライス カッター	ロビン (大)
①	作業開始前	39/30"	41	42	40	42	44	45	44	42	40
②	作業終了後	59/30"	50	60	56	56	68	58	54	54	50
③	終了5分後	42/30"	42	42	42	48	56	49	0	44	42
④	終了20分後	41/30"	42	40	40	44	45	44	42	40	(40)
⑤	終了20分後—開始前	+ 2	+ 1	- 2	0	+ 2	+ 1	- 1	- 2	- 2	0
⑥	回復率 %	+ 5.1	+ 2.4	- 4.8	0	+ 4.8	+ 2.3	- 2.2	- 4.5	- 4.8	0
⑦	開始前の変動率 %	- 6.9	+ 2.1	+ 0.2	- 4.5	+ 0.2	+ 5.0	+ 7.4	+ 5.0	+ 0.2	- 4.5
⑧	終了後の変動率 %	+ 40.8	+ 19.3	+ 43.2	+ 33.7	+ 33.7	+ 62.3	+ 38.4	+ 28.9	+ 28.9	+ 19.3
⑨	作業のための増加率 %	+ 47.7	+ 21.4	+ 43.0	+ 38.2	+ 33.5	+ 57.3	+ 31.0	+ 23.9	+ 28.7	+ 23.8
	作業時間 分	20.00	20.17	20.28	20.00	19.93	18.17	16.65	20.12	19.55	19.92
	下刈面積 m ²	146.92	122.88	166.48	149.26	181.14	176.40	173.55	170.82	194.76	152.34
	20分あたり面積 m ²	147	122	164	149	182	194	208	170	199	153
	機械重量 kg	11.8	11.3	16.2	14.6	12.1	15.8	13.1	10.2	11.4	14.7
	刈払いテンポ 回/分	25	25	28	24.5	25	21.5	23	29	27	22

①～⑨までの算出は第8表(1)の注記説明に同じ。ただし、ここでの固有の平常脈(P)は第20図に示すとおり。

P=41.9

林業の標準功程表あてはめに関する研究(その4)(渡部・石井・辻)



- *1. 実験の第1回目にあたったため精神緊張が異常に興奮した。
*2. 旧型モデルの機械を使ったために振動が高く、標記回転数まで上げずゆっくり作業をした。

第21図 傾斜を込みにして機種別の重さ順にみた作業による脈搏増加率(下刈作業)

第21図の機械の重さ順について、fの機械までは階級0にあり(dを除いては)、それ以上の重い機械は(hを除いて)急に脈搏が増加する。すなわちfの重量は13.1kgであるから、13.1kgまでであると長時間持続可能であるが、g以上の14.6kg以上になると脈搏は急に増加する。

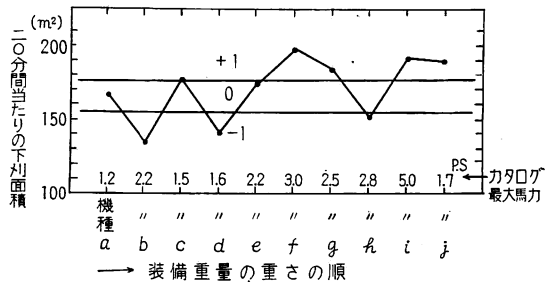
ここでdとhの2点につき説明があるだろう。dは実験第1回目に当たったので、精神緊張が異常に興奮し、脈搏が上昇した

と思われ、hは旧型モデルの機械を使ったために、標記回転数の近くまで回転を上げると、大変な振動が発生するというので、回転数をあまり上げずに仕事をゆっくりやったので、脈搏も、後記の功程も上がらなかったようである。

次に第22図は脈搏測定時の下刈面積で、面積の最大値と最小値の間を3等分し、中心(平均)を0、上に向かって+1、下側を-1の階級に区分したものである。

第20図と第21図と対応にして第9表の整理表ができる。d、hは前述の理由で除外してながめると、g以上の機種は功程が+1で上がるが、重量も重いだけに脈搏増加率も+2と大変高くなっている。a～fまでは脈搏増加が0で、下刈作業の機械としてはこのへんまでの重量であると、かなり長時間持続可能な域にある。そして功程もc、fなどに+1があらわれ、eもほとんど+1に近いことから、重量の軽い機械でも平均または平均を上回る功程が上げられる。

以上のことによって下刈作業の刈払機としての重量は、13kgまでの線にあることが望ましい。



第22図 傾斜を込みにした20分間における下刈面積(作業員、渡友・高橋)

第9表 下刈作業の脈搏と功程のカテゴリー

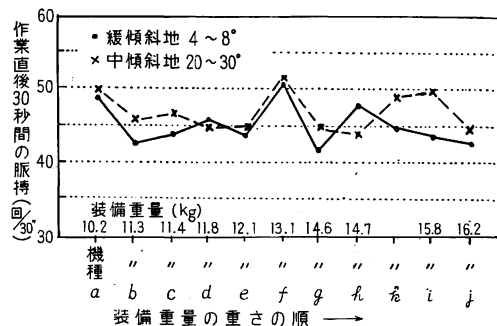
項 目 \ 機 種	島 林 (小)	コンバ ク	クライ ス カッター	ロビン (小)	島 林 (中)	マッカ ラ	藤 林	ロビン (大)	ホーム ライト	共 立
脈 搏 増 加	0	0	0	+1	0	0	+2	-1	+2	+2
功 程	0	-1	+1	-1	0	+1	+1	-1	+1	+1
装 備 重 量	10.2	11.3	11.4	11.8	12.1	13.1	14.6	14.7	15.8	16.2
カタログ最大馬力	1.2	22	1.5	1.6	2.2	3.0	2.5	2.8	5.0	1.7

2. 地ごしらえ作業について

地ごしらえ作業における脈搏測定データは第10表に載せてある。地ごしらえ作業は表に見られるように測定洩れがあって、下刈作業と同一のような増加率を算出する処理方法ができなかった。

第10表 地ごしらえ作業における脈搏測定データ

傾斜	作業日	被験者	機種 脈搏	マッ カ ー	島林 (小)	クラ イス	ロビン (大)	ロビン (小)	コンバ ト	共立	藤林	島林 (中)	島林 (大)	ホーム ライト
緩 (4~8°)	38. 10.24	渡友	作業開始前	42/30"		38	36		37	37		38		37
			作業終了後	51/30"	49	44	48	46	43	43	42	44	45	44
			終了5分後	/30"	39	36		39	36		39	36	38	41
			終了20分後	/30"	38	36		37	37		38		37	
			作業時間分	20.08	18.35	17.08	20.37	17.62	19.00	23.87	20.08	18.55	20.12	19.87
			地ごしらえ 面積 m ²	226	178	156	216	207	146	161	140	169	145	208
中 (20~30°)	38. 10.25	渡友	作業開始前	41/30"	39	36	36	37		38	37	38	37	38
			作業終了後	51/30"	50	49	44	45	45	45	45	45	49	50
			終了5分後	41.5 /30"	41	40	39	38	39	38	39	38.5	40	42
			終了20分後	39/30"	36	36	37		38	37	38	37	38	
			作業時間分	20.08	18.07	20.03	19.83	16.30	18.35	19.17	19.20	18.23	19.78	20.48
			地ごしらえ 面積 m ²	189	211	174	179	113	101	122	130	166	239	186



第23図 地ごしらえ作業における機種別の作業直後における脈搏を示した図

やむなく生のデータを直接使って検討した。作業終了直後30秒間の脈搏と機種別関係をみると第23図になる。地ごしらえ作業は下刈作業より歩行速度が緩慢なため、機械の重量差による脈搏の上昇差というものとは顕著でない。ただ傾斜別での中傾斜の脈搏が、緩傾斜よりほとんどの点は上側にあるから、中傾斜になると緩傾斜より脈搏が少し上回ることは事実のようである。しかし、その差はわずかであって、統計的に両者の差を検定しても取り上げるほどの差ではなかった。この検定結果は次表のとおり。

すなわち、地ごしらえ作業は斜面傾斜30°以下の作業地では、傾斜間での脈搏上昇はその差が問題にするほどのことはない。

また作業速度（歩行）が下刈作業より緩慢なためか、機械の重さによる影響も、脈搏の面では現われないようである。

〔作業直後 30 秒間の脈搏平均値の差の検定〕

傾 斜 階	機 種	自 由 度	30 秒間の脈搏平均値	平 方 和 ss^2
緩 傾 斜	11	10	45.36	80.5455
中 傾 斜	11	10	47.09	70.9091
計	22	20	差 $= \bar{x} = 1.73$	151.4546

こみにした分散
平均値の誤差
平均値間の有意性

$$s^2 = ss^2 / \text{自由度} = 7.5727$$

$$s\bar{x} = \sqrt{2s^2/n} = 1.17$$

$$t_0 = \bar{x}/s\bar{x} = 1.73/1.17 = 1.48 \quad \text{このとき } d, f = 20$$

第3節 刈払機の所要馬力

下刈作業での刈払機の馬力は、必ずしも高馬力が即能率向上とはつながらない。ということは仕事に見合った大きさの機械を使うことが有利なわけである。

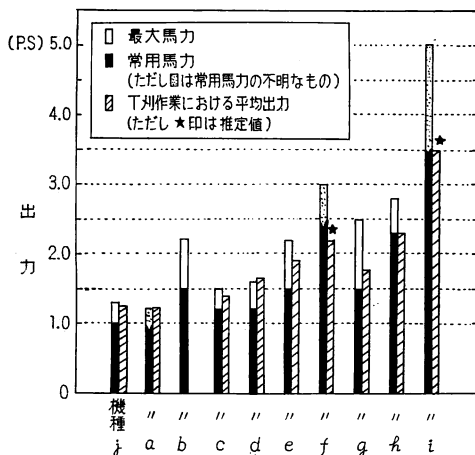
現在下刈作業に用いられている刈払機は、0.8～5.0馬力までである。高馬力になれば重量が増すのが一般的であるから、一般の能率の保持が約束される限り無用な高馬力のものを持ち込むことはあらゆる面で不利である。

本項の所要馬力はチェンソーの馬力の大きさに対する補正係数的なものでなくして、下刈作業として間に合う馬力の大きさを見つけることにした。そしてアロワンス（補正係数）は、むしろ機械の重量に対して加味していく考え方である。

実験は第7表の10機種について、1人の作業員が順次機械を取り替え作業する。このときソニー・エンジンタコメーターによって、作業中の回転数を測定し、エンジン性能曲線表から本回転に見合う馬力を引き出し、これが作業時に出力していた馬力として算出した。

刈払機の負荷は瞬間的に大きく変化するので、この方法でも実際は所要馬力というものはつかみにくいが、他にこれに代わるべき良い方法がないので採用した。

調査地の植生の状態は萌芽、カヤが密生し、草長 50～110 cm、平均 75 cm くらいで、植生量難に属する条件下であった。

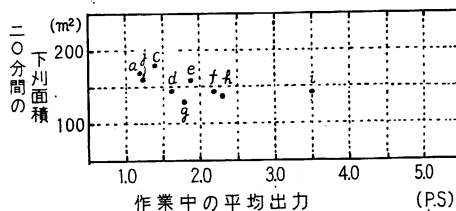


第24図 呼称馬力と作業時における測定出力

する条件下であった。

測定結果は第24図に示す。図の棒柱グラフで左側が呼称最大馬力と常用馬力、右側が下刈作業に出していた平均馬力である。

次の第25図はこのとき働いた下刈面積である。下刈面積には大差がない。これは作業時間が



第25図 測定馬力と作業量との関係

わずか 20 分間の短時間作業であること、作業地が緩傾斜地でなされたことなどのためであろう。

第 24 図にもどり、低馬力級の j. a. c. d など持力一ぱいを出し切っているが、2 馬力を越える機械になると相当パワーは残している。下刈面積でも大差ない工期が上げられ、かつ別に行なった故障部調査の面でも、低馬力級必ずしも故障発生頻度大となっていないことから、下刈用刈払機の所要馬力は、重い高馬力の機械を必要とせず、2 馬力以下のもので間に合いそうだといえる。

第 3 章 総 括

林業の各種作業について、今まで多くの標準工期表が作成されてきた。とくに林試研報 No. 149、つづいて発表予定の同種報告は、標準時間 (Time table) を標準資料法の手法によって算定している。これを広く活用するに当たっては、各種の修正係数を用意しておき、その職場の条件に応じた修正をほどこすことによって、作業の正味時間が求められる態勢が必要である。

修正係数を決定することは、標準時間を作成する以上に、研究と困難を要するものである。本報告は林業機械としてのチェンソーならびに刈払機における修正係数を扱ったものであり、完成した形ではないが、現在までに取りまとめの終わったものにつき発表した。

チェンソーや刈払機は室内実験の成績が 2, 3 見られるのであるが、実際現場活用の段階では、室内実験の成績がそのまま導入できないこともあって、われわれは実際作業時の状態におけるレーティング係数を把握しようとした。

報告は第 1 章 チェンソーのレーティング、第 2 章 刈払機のレーティング、第 3 章 総括となっている。

1) チェンソー作業のレーティング

チェンソーの形式について：ダイレクトドライブ形チェンソーと、ギヤドライブ形チェンソーの形式の差につき、マッカラー・チェンソー（エンジン排気量 87 cc）を用いて行なった。試験はモミ・ツガ丸太の玉切鋸断時間（鋸歯を材に押し当ててから鋸屑の出ている間の時間）を測定し、このときの鋸断速度が第 5 図のものであった。丸太末口径（短径長径平均）が約 27 cm を境にし、それより末口径が増すにしたがい、ギヤドライブ形チェンソーの鋸断時間が、ダイレクトドライブ形チェンソーより早い性能をもつことを示す（しかし末口径が 27 cm より細い方ではその逆をとる）。

実際の現場では細い材径から大きな材径にわたっているから、丸太末口径 12～120 cm の範囲での玉切鋸断時間を算出すると、ダイレクトドライブ形チェンソーがギヤドライブ形チェンソーの約 1.2 倍の鋸断時間を要することになる。

広葉樹（ブナ・ナラ・ミズメ）の場合は第 15 図に示したごとくで、ダイレクトドライブ形チェンソーがギヤドライブ形チェンソーの約 1.21 倍の鋸断時間となり、樹種が変わっても形式の違いによるレーティング係数は変わらないといえる。

チェンソーの馬力について：チェンソーは馬力の表現でなくエンジンの排気量を取り、排気量のそれぞれ異なる機種によって玉切鋸断を調査した。スギ小径木における平均玉切鋸断速度 (mm/sec) が第 11 図モミ・ツガ大径木におけるものが第 13 図であった。第 11 図はエンジン排気量 82 cc (5.2 PS), 82 cc (7.5 PS), 87 cc (7.2 PS), 95 cc (7.7 PS), 106 cc (8.0 PS) の 5 機種で（これらはいずれもダイレクト

ドライブ形チェーンソー), 丸太末口径が 28 cm 以下の小径木を鋸断した成績である。鋸断速度の傾向としては室内実験の結果と同一傾向を示す。

ついで第 13 図はエンジン排気量 77 cc (5.0 PS), 87 cc (7.0 PS), 91 cc (7.0 PS) の 3 種 (ダイレクトドライブ形チェーンソー) によって比較的大径木を鋸断した成績である。3 種類の機種による鋸断性能曲線は同一傾斜をもつ。そして 87 cc と 91 cc の鋸断時間はほぼ同一であるが, 77 cc のものは若干鋸断時間が落ちる。それは 87 cc の機種に対して平均鋸断時間が約 1.27 倍増しである。

このような排気量別の比較試験を実施するに当たっては, 第 13 図のような小径木を対象とすると, 排気量の違いによる性能差は, 排気量の増大とともに能率も増す傾向を認めるが, その差は顕著なものではない。ということは末口径 30 cm 以下の造林木生産の場合はエンジン排気量の違いによるレーティングは考慮しなくてよく, 小馬力の軽量機を使うことが得策であるといえる。

高馬力級チェーンソーと小型軽量機 XL-12 との比較について: これは最近の林業生産方式が全木 (全幹) 集材方法を取り, 山元伐倒と盤台上での造材作業とに専門化したこと, 小型軽量であるがソーチェーンがすぐれた鋸断能力を装着した XL-12 という機種が最近輸入されたこと, しかして盤台作業や小径木生産には XL-12 の機種で代用できないかと試験したものである。

供試機は次のもの。

ダイレクトドライブ形=91 cc (7.0 PS) ホームライト・C-7 D, 87 cc (7.0 PS) マッカーラー・I-72 D

ギヤドライブ形=91 cc (7.0 PS) ホームライト・C-7 G

小型軽量機=54.1 cc (3.5 PS) ホームライト・XL-12

試験した結果の針葉樹に対する成績は第 14 図, 広葉樹に対する成績は第 15 図に示す。

針葉樹鋸断においては, 排気量 91 cc と 87 cc のダイレクトドライブ形チェーンソーは同一鋸断速度をもち, 91 cc のギヤドライブ形チェーンソーがこれに近似する。XL-12 の小型のものは材径の大きい方では他機種と同一鋸断速度を示すが, 材径の細い方ではやや速度差がある。これは小型軽量のために, 他の重い 3 機種とは違った機械使用法の会得があるためかと思われる。すなわち, 材径の大きい方では高馬力級と同一速度をとりながら, 材径の細い方ではそれより速度が劣っているものであるから, 細い材径の鋸断はやや加圧気味にしてやる必要がある。

広葉樹鋸断においては, 鋸断速度傾向が 2 つのグループに分かれる。1 つは排気量 91 cc と 87 cc のダイレクトドライブ形, 1 つの組は 91 cc のギヤドライブ形と XL-12 のチェーンソーである。すなわち, 広葉樹のかたい材を切断するときは, ギヤドライブ形がダイレクトドライブ形チェーンソーよりまさっており, XL-12 の機種は 91 cc のギヤドライブ形チェーンソーと類似速度にある。この XL-12 の機種がダイレクトドライブ形であり, しかも小型でありながら 91 cc のギヤドライブ形に匹敵した性能を表現できるのは, ソーチェーンの性能によるため, このソーチェーンはむしろ広葉樹のような硬木材切断に一層威力を発揮するということであろう。

排気量 91 cc, 87 cc のダイレクトドライブ形は, 91 cc のギヤドライブ形および XL-12 のチェーンソーに対して, 広葉樹を鋸断するときの平均鋸断時間の比は 1.21 である。すなわち, ダイレクトドライブ形の方がギヤドライブ形および XL-12 のチェーンソーの約 1.21 倍の鋸断時間を要する。

同様上記の機種をもって枝切作業の鋸断時間を調査した。このデータが第 17, 18 図である。諸種の統計検定をしても, これら機種間には相違が生じなかった。すなわち, XL-12 の機種は, 排気量の大きい

3機種と同一速度で枝切作業をなすことができる。

2) 刈払機作業のレーティング

刈払機については、機種の違いによる修正係数というよりは、人体の生理的面から定常状態を長時間持続できるような機械の重量、ならびに作業目的に合った機械を使用するための選択基準的なものになった。

刈払機としての重量：作業による脈搏増加率を調査して次の結果を得た。定常状態が成立し、長時間の作業が持続可能であるための刈払機の重量は13.1 kgあたりまでであることが望ましい（第21図）。

刈払機の所要馬力：作業時中の回転数を測定して、平均回転曲線を描き、一方機械の性能曲線表より、そのときの馬力を換算し、これが作業時働いていた出力とみなした。本方法によって作業に必要なパワーが必ずしも代表されたとは思わないが、おおよその判定手段として採用した。判定した結果は、下刈作業を目的とする刈払機の所要馬力は2馬力以下のもので間に合いそうだということである（第24、25図）。

文 献

- 1) 山脇三平ほか3名：チェンソーの性能試験，林試研報，160，pp. 37～165，（1963）
- 2) FAO & ECE：The Use of Power Saws in Forest Operation（Ⅱ），Geneva，38 pp，（1955）
- 3) Finish Research Institute of Agricultural Engineering of Finland：Koetuselostus，260，269，
- 4) PIEST，K.H.：Untersuchungen über die Umlaufgeschwindigkeit von Motorsägenketten，（1962）
- 5) 蓮尾諭吉：伐木造伐用自動鋸の切削性能に関する2～3の実験，日林誌，30，1，（1948）
- 6) 農林省林業試験場経営部：チェンソー性能試験，エネルギー代謝率測定部，（1963）
- 7) 山中英司：わかりやすいチェンソー工学，林機化シリーズ，25，林業機械化協会，（1963）
- 8) 内木芳郎：刈払機の作業テンポについて，昭和37年度研究業績発表会論文集，名古屋営林局，（1963）
- 9) 労働科学研究所：労働の生理的負担，丸善，（1956）
- 10) 鈴木慎次郎ほか：カロリーの問題，第一出版，（1954）
- 11) 農林省林業試験場経営部：刈払機による下刈作業の調査，（1963）
- 12) 渡部庄三郎ほか：刈払機実験より機械の重量・馬力などの判定，機械化林業，129，林業機械化協会，（1964）
- 13) 米田幸武ほか4名：林業の標準工程表あてはめに関する研究（その2），林試研報，149，（1963）
- 14) 林業試験場作業研究室抄訳：チェンソーのチェン回転速度に関する研究，機械化林業，135，林業機械化協会，（1965）
- 15) Forest Research Institute of Sweden Department of Operational Efficiency：Summary of an International Study of One-man Work in Felling，（1961）
- 16) LUNDGREN，Med. Dr. Nils P.V.：The Practical Use of Physiological Research Method in Work Study，Proceedings of the Meeting of the Section，32，（1958）
- 17) 遠藤健児ほか：作業測定，経営工学選書，13，金原出版，（1960）
- 18) 作業測定便覧編集委員会：作業測定便覧，日刊工業新聞社，（1964）
- 19) 並木高矣編：生産の分析と改善，工場経営実務講座，3，日本経済社，（1952）
- 20) 遠藤・坂崎：作業分析の進め方，日刊工業新聞社，（1962）

**A Study of the Application of the Normal
Work Output of Forest Operations. (No. 4)
Rating of the machine (chainsaw
and brush cutters).**

Shōzaburō WATANABE, Kunihiro ISHII and Takamichi TSUJI

(Résumé)

1) **About the chain-saw**

The special quality of the chain-saw shows itself in the speedy cutting of timber. According to the indoor test, the chain-saw with higher horse-power must be used for the cutting at greater speed. The weight of such machine justly is heavy, but for operating in mountain districts with many obstacles and steep gradients the lighter and more convenient machine is necessary. It is better to know the degree of its convenience and its performance observed while it is used practically at the working place. Especially in the daily management, it is necessary to know such things well as fundamental indexes for calculating the standard operation time. Thus, when establishing the standard time, the correction coefficient to apply is dependent on the variety of the machine. Hence we got the results as follows :

a) The difference of performance due to the variation of machine.

We used the gear-drive type chain-saw with piston displacement of 87 cc, and the direct-drive type one (both of American manufacture), and accounted the cutting time in bucking of the Japanese fir or Siebold hemlock logs (the through time until the saw-dust ceased coming out from when the saw-teeth first contacted the log).

This cutting speed shows as "the difference of performance due to the variation of type" in Figure 5.

Results obtained indicate that when the diameter of log-end (an average of the longest and shortest diameter) is over 27 cm, the cutting time of gear-drive type became less than that of direct-drive type saw. If the diameter is under 27 cm, the direct-drive type is more effective.

There were logs with longer and shorter diameters in the working place, and calculating the average cutting time in bucking coniferous trees such as Japanese fir and Siebold hemlock for the broad leaved trees within 12 and 120 cm diameter, the cutting time of direct-drive type takes about 1.2 times that of gear-drive type (Chapter 3, Paragraph 1).

b) The difference of performance due to the variation of horse-power.

We measured the cutting time between the types classified by the piston displacement of the machine, not by the designation of horsepower. The machines were direct-drive type chain-saw with the piston displacement of 77 cc (5.0 PS), 87 cc (7.0 PS) and 91 cc (7.0 PS) respectively.

As presented in figure 13, "the differences of performance due to the variation of piston displacement (horse power)" was sought in bucking comparatively bigger Japanese fir and Siebold hemlock extending from 12 cm to 80 cm log diameter.

The cutting performance curve of the 87 cc type and that of the 91 cc type was almost the same, but in the case of the 77 cc type, the cutting time increased about 1.27 times on an average compared with that taken by the 87 cc type.

c) Comparison of the small lighter saws with the big high horse-powered saws in the working on the rack.

The small-type machines seemed to match better the activities in the logging on the skidding rack out of the whole logs (or the whole trunks) than in the case of the felling work. The homelite XL-12 imported from abroad, being a small and lighter type and well suited for this purpose, was tested in comparison with a certain big high horse-powered one.

Small and lighter type.

Homelite XL-12 54.1 cc (3.5 PS) direct-drive type

Big high horse powered type.

Homelite C-7 D 91 cc (7.0 PS) direct-drive type

McCulloch I-72 87 cc (7.0 PS) "

Homelite C-7 G 91 cc (7.0 PS) gear-drive type

The cutting hours by bucking of the coniferous trees are shown as "those for the Japanese cedars and Japanese cypresses" in figure 14, and those of the broad-leaved trees presented as "those for the Siebold's beech, white oak, and Japanese cherry birch" in Figure 15.

The cutting hours with XL-12 for the coniferous trees of bigger diameters are nearly similar to those of other type machines, but not so in the case of smaller diameters. It seems to come from the way of handling this small and lighter type judged against the handling of the 3 heavy machines. That is, this type being light in weight, it may be necessary to exert a slight pressure upon the shorter diameter logs.

The reason why the average cutting hours of bucking with XL-12 were 1.40 times those taken in working with direct-drive type with a piston displacement of 91 cc, was sought for a reference.

On the cutting hours applying to the broad-leaved trees, they may be divided into two groups....the one, the direct-drive type chain saws with a piston displacement of 91 cc and 87 cc and the other gear-drive type saw with 91 cc piston displacement and XL-12 type chain-saw.

The gear-drive type is superior to the direct-drive type in the cutting of the broad-leaved trees. This result seems to come from the fact that the XL-12 type with small piston displacement makes up for the cutting power by use of special saw-teeth.

The cutting hours of the former group were 1.25 times those of the latter.

Next, we estimated the cutting hours in the lopping and summarized the result from Figure 17 to 19. Here we observed nothing to choose between the 3 types with large piston displacement and the XL-12 type in respect to the cutting work, whereas the similarities of the regression direct, the regression level, and the value of cutting hours we considered noteworthy.

In bucking work the coniferous trees, XL-12 was capable of doing the work favorably in no less speed than that done with the large machines when the worker became adept in the use of the machine. Moreover, for the broad-leaved trees, XL-12 being not only more useful than the large direct-drive types, but also preferred for its lightness, its use seemed recommendable. But here again, we must bear in mind that the special saw-teeth attached to the saw probably helped enhance its cutting power.

2) On the brush cutter

For this, it necessitated studying the weight of machine bearable to men operating it and at the same time maintaining normal or ordinary physical condition for a long time, rather than the standard to select the machines suitable for the work, finding the correction coefficient for any conditions due to the difference between the machines.

a) The weight of the brush cutter :

We get the following on examining the rate of increase of the worker's pulse :

The desirable maximum weight of brush cutter is about 13.1 kg for the reason that it permits the sustaining of normal and steady physiological condition of a worker and his keeping up working power for many hours (Figure 21).

b) The necessary horsepower for the brush cutter.

We drew the average rotation curve taking into account the revolution of engine in the working time on the one hand, and the horse-power at the time converted according to the performance curve table of the machine, taking this as actual working power for the time of working. After all, we didn't expect to get satisfactory data for the power necessary to do the work by this method. Nevertheless, we adapted this as the means of general estimation. Thus we have obtained a certain standard that a mechanical brush cutter even under 2 HP would do well for the work intended (Figure 24, 25).