

# 伐木造材作業者の作業負担に関する二、三の実験

——心拍数を指標として——

藤井 禧雄\*・山本 俊明

Some Experiments on the Operation of Forest workers

—— On the basis of changes of their heart-rate ——

Yoshio FUJII and Toshiaki YAHAMOTO

目	次
要 旨.....	133
はじめに.....	133
実験の計画.....	134
結果と考察.....	135
1 作業時間の長短が作業者の	
心拍数におよぼす影響.....	135
2 防振チェンソーが作業者の生理的	
負担におよぼす影響.....	138
引用文献.....	142
Résumé .....	142

## 要 旨

以下に述べる2つの場合において、作業している者の心拍数が、それぞれどのような影響を受けるものであるかを調べる玉切鋸断実験を行なったので、ここに得られた結果を報告する。

すなわち、1)ある同一の要素作業において、1回の作業が数十秒単位の短い時間で終る場合から、数分単位の長い時間にわたる場合まで、漸次作業時間を変化させた場合、2) 防振機構を持つチェンソーを使用して作業した場合、の2つである。

結果として明らかになったことは、

1) 同一の要素作業であっても、作業時間が短か過ぎると、より長い場合に較べ平均心拍数が高目に出る傾向のあること。本実験の場合、約2.7分より短い時にこの傾向が認められたが、平均心拍数などについて論ずる場合、同一要素作業についてといえども、かかる傾向を十分認識して論ずること。

2) チェンソー振動による障害を少なくすることや、障害の発現を遅らせるという本来の効果を持つことは別にして、防振チェンソーが、作業者の肉体的、精神的負担に、短時間的に、直接に大きい影響をおよぼすという効果はさして期待出来ない、ということであった。

## は じ め に

本論文は、各種森林作業の作業負担の指標として、作業者の心拍数を測定してゆく中で疑義に感じた点および再度検討しておく必要を感じた事柄に関して実験を行なった結果についての報告

\* 静岡大学農学部

である。

まず疑義に感じた点について言えば、一連の森林作業を分析してみると、数多くの要素作業に分けられ、それ等各要素作業が積み重ねられて一つの作業が成しとげられていることが分かる。これ等要素作業は、その中のどれをとり上げてみても数十秒の短いものから数分におよぶものまでが混在しているのが普通である。

いくつかの要素作業から成る森林作業について、その作業負担等を研究する場合、その作業をそれぞれの要素作業に分解し、個々の要素作業ごとの負担を検討するというやり方は常道の方法である。この際、先に述べたように同一の要素作業といえども、ごく短時間で終る場合と比較的長時間にわたる場合とが必ず混っているものであるが、心拍数等を指標にして作業負担などを論ずる場合、それ等を同一の要素であるからとして、何等考慮することなく長短とりまとめて同じ取り扱いで処理してもいいものであるかどうかという点が大いに気に掛った点である。

具体例で言えば、チェンソーによる玉切鋸断という要素作業について、玉切材の大小、足場の良否、作業姿勢等に応じて数秒ないし十数秒で鋸断し終る場合と数分におよぶ場合とが出て来よう。この時心拍数を測定していたとして、この二つの場合について単純にそれ等作業ごとに平均心拍数を算出して、それを同一のレベルで論じてもいいかどうか、何等かの重みづけ或は割引きをして論じなくてもいいかどうかということである。この疑問点を明らかにするために、チェンソーによる玉切作業について、その作業時間を変化させ、その変化が玉切鋸断中の作業者の心拍数変化にどのように影響をおよぼすかを調べる実験を計画した。

つぎに、再度検討する必要がある点について言えば、防振機構を備えたチェンソーの使用が作業者の生理的負担におよぼす影響或は効果についてである。この問題は以前にも少し取り扱ったものであるが、明確な結果を得るに至らなかったので、再度それを調べる実験をここに合せて計画した。

したがって、本論文は以上の二つの点について論じている。

## 実験の計画

上記の目的に沿って、1973年10月初旬の2日間にわたり、京大芦生演習林（京都府）の構内土場において、チェンソーによるスギ丸太の玉切鋸断作業を行ない、その際の作業者の心拍数を無線テレメーターを用いて測定記録する実験を行なった。この際、のちほど、動作分析などの便に供するために、一部、作業者の作業状況およびモニターブラウン管に映し出された作業者の心電図を、ビデオカメラ、ワイパーを用いて現場で合成し、同時にビデオテープに納めた。

実験にとりあげた因子は、作業時間、作業者、作業姿勢、チェンソーの4因子である。

作業時間としては、30秒、1分、2分、3分、5分の5水準を採り、一方他の3因子は表一1のように  $L_4(2^3)$  直交表に割り付けて、上記作業時間の5つの水準のそれぞれと組み合わせ  $5 \times 4 = 20$  組のことなる作業条件を設定した。このような各種作業条件下で鋸断を繰り返し、作業時間の長短の影響がより普遍性を持った形で現われ得るように計画した。

チェンソーは、重いものとしてスチール 070AV（実測重量 14.3kg）を、軽いものとしてスチール 041AV（実測重量 8.8kg）を用いた。いずれも防振機構を備えたチェンソーであった。

鋸断に用いた材は、20cm 内外の直径を持つ皮つきスギ生丸太であった。

作業姿勢であるが、伸位というのは、玉切位置が高いためチェンソーを胸のあたりにかけて作業を行なう状態であり、立位というのは玉切りの位置が腰あたりで、チェンソーを腰のあたり

表-1  $L_4(2^3)$  直交表への割付け  
 Table 1. The allotment to the orthogonal arrey  $L_4(2^3)$

Factor Exp. No.	Worker	Posture of working	Chain-saw
1	F	Stretching*	Heavy
2	F	Standing**	Light
3	T	Stretching	Light
4	T	Standing	Heavy

\* Posture of stretching one's arm with a chain-saw to the height of breast

\*\* Posture of standing, holding a chain-saw at the height of waist

に保持して行なう状態であった。

作業者は2人共芦生演習林の技官であった。詳しくは文献1)の表-1を参照されたい。

実験はつぎのように行なつた。作業時間は30秒から5分にわたつたが、これはチェーンソー歯が丸太上面に食い込む時からの時間を示し、約20cmのスギ丸太は玉切条件に応じて7秒~13秒くらいで1回の鋸断が終了したが、この鋸断を指定の時間まで繰り返し続けたわけである。したがって玉切の途中で時間が来れば、作業者は途中でもただちに作業を中止し、チェーンソーのエンジンを切り、地面に置き、近くの椅子にすみやかに腰掛け安静にし、回復過程の測定に備えるというように振舞った。一方観測者は、この作業の直前からはじめて、作業中は勿論、作業後約5分から10分の間を無線テレメーター方式にて連続的に作業者の心電図を計測記録した。また同時に作業者の様子をビデオカメラに納め、実験は朝の9時30分頃から15時30分までに行なつた。

一方、その前日に、以上述べたのと全く同じ実験の進め方と測定の仕方、防振機構を備えていないチェーンソーを用いて4回の鋸断実験を、同じ2人の作業者によって行なつた。

チェーンソーとしては、先に使用した軽い方の防振チェーンソー、ニューサンダー041AV(7HP(7500rpm), 61cc, 8.8kg)に対し、ほぼ等しい排気量と重量を持ちかつ防振機構を備えていないスチール・コニスーパ(6HP(7500rpm), 58cc, 9.3kg)を使用し、表-1の割付け表に示した軽いチェーンソーを用いた実験No. 2, No. 3で、かつ作業時間が比較的長い3分および5分の4つの場合の鋸断実験を実施した。これにより作業条件が同一で、防振チェーンソーと普通チェーンソーとの比較が可能となる。

## 結果と考察

### 1. 作業時間の長短が作業者の心拍数におよぼす影響

作業条件を異にする20回の玉切作業における心拍数(最大-平均-最小)を因子別に分類し表示したのが表-2である。そして他の因子を均等化し、作業時間について整理し図示したものが図-1である。

図-1は縦軸に平均心拍数、横軸に作業時間をとってあるが、両者の関係は凹曲線として示さ

表-2 各因子ごとの心拍数  
Table 2. The heart-rate for each factor

Time of Working	Weight of Chain-saw	Posture of Working	Heart-rate beat/min. (MAX-AVE-MIN)	
			F worker	T worker
30 sec.	Light	Standing	90—89.0—88	
		Stretching		82—78.0—75
	Heavy	Standing		98—95.7—94
		Stretching	97—96.3—96	
1 min.	Light	Standing	89—86.8—83	
		Stretching		85—79.8—74
	Heavy	Standing		92—88.5—84
		Stretching	105—98.3—96	
2 min.	Light	Standing	83—79.3—74	
		Stretching		90—79.7—72
	Heavy	Standing		99—93.3—83
		Stretching	96—90.3—86	
3 min.	Light	Standing	88—83.1—78 [84—81.4—79]*	
		Stretching		87—78.9—74 [98—86.6—83]*
	Heavy	Standing		98—89.3—84
		Stretching	96—92.9—86	
5 min.	Light	Standing	86—81.2—78 [90—85.1—81]*	
		Stretching		100—87.5—80 [101—96.2—92]*
	Heavy	Standing		107—97.5—87
		Stretching	100—95.1—91	

\* The cases of use of a chain-saw without anti-vibration handle.

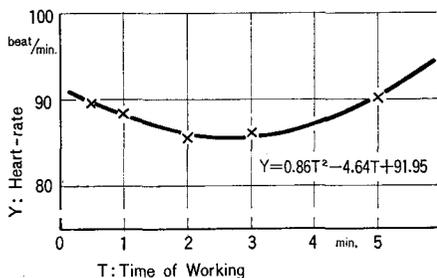


図-1 作業時間と心拍数との関係  
Fig. 1. The relation of time of working to heart-rate

れた。作業時間が3分の場合よりも5分の場合の方が平均心拍数が高くなったのは、チェーンソーを持ち上げて丸太上面に押し当てて鋸断し、終り、再びチェーンソーを持ち上げて丸太に当てがって鋸断するという作業を繰り返していく内に、筋疲労が生じて来て、同一の1回の玉切り動作にもより多くのエネルギーを必要とするようになり、したがって心拍数も増加してくるということの積み重なった結果の現われであると考えられる。このようなわけで、或る作業時間範囲内では、作業時間の増加につれて平均心拍数もほぼ比例して増加す

ると考えられる。そしてさらに作業時間が長くなると、玉切条件に応じて、ほぼ或る心拍数水準に落ち着く場合と、さらに水準が時間と共に上昇しつづける場合とが大別して認められよう。しかし、いずれにしてもその作業の強さに対応した心拍数変化を示し、それ等から計算される平均心拍数もそれ等作業の強さを正しく反映するものであろう。

ところで一方、作業時間が3分よりも短い場合の平均心拍数も、また3分の場合のそれよりも高く、30秒>1分>2分の順に平均心拍数が高くなる結果を示した。図-1にみられるように、作業時間が短くなればなる程、むしろ平均心拍数は増加した。最小自重法を用いて、二次回帰曲線を求めてみると、図-1の曲線は  $y=0.86t^2-4.64t+91.95$  と表わされた。ただし、 $y$  は平均心拍数、 $t$  は作業時間である。

この曲線を微分すると  $y'=1.72t-4.64$  であるから、 $y'=0$  となる  $t$  は2.7、つまり、 $0.5 \leq t \leq 5.0$  の範囲では作業時間が2.7分の時平均心拍数が最小値を示し、作業時間がそれよりも短くても長くても平均心拍数は増加すると推算された。

$t > 2.7$  の場合は先に説明したが、 $t < 2.7$  の場合の傾向についてはつぎのように解釈されよう。何か作業にとり掛る場合、いわば静から動へと移行する作業開始時に最もエネルギーを必要とする。玉切作業においても、すでにエンジンの掛ったチェーンソーを手に保持し、玉切りの作業体勢に入る時大変高いエネルギーを必要とし、心拍数も著るしく高い値を示すわけである。作業が開始されてから一定の時間が経つと心身共にその作業に適応し、ほぼ定常の心拍数水準に落ち着いてくる。したがって心拍数などを測定してみると、最初に一段と高い心拍数が現われるのが普通である。今回の場合、作業時間ごとの心拍数変化の様子を図式的に示すとそれぞれ図-2のようになる。作業時間が30秒では、最初に現われる高い心拍数の段階が終るか終らない内に作業が終了するので作業の最初が最も高く以後心拍数は激減している。作業時間が長くなるにつれて、一方ではその作業に応じた心拍数水準に近づいてゆく傾向を示したし、他方、作業時間が長かったり、重いチェーンソーを用いたりして作業強度が高かった場合には心拍数は増加しつづける傾向を示した。

これからも分かるように、作業時間がある程度長くなるとその作業に応じた心拍数水準に近づいてゆくので、最初の一段と高い心拍数群も、その作業全体としては平滑化されてしまっ平均心拍数にはさほどの影響を与えないのであるが、作業時間が余り短いと、この平滑化が成されないで単位時間当りの心拍数が高くなり、その作業の平均心拍数が高目に出ることになる。今回の場合この傾向が作業時間約2.7分より短い場合に現われたものと考えられる。

今回は玉切作業を例にとったが、以上のような傾向は他のいずれの要素作業にも当てはまることであろう。また、チェーンソーによる玉切作業は R. M. R. 3.0~4.0 であるとされているが、本作業では足場条件なども良く、この作業強度をいく分下廻っていたと考えられる。このように R. M. R. が低い作業例であったためか、平均心拍数が高目に現われる現われ方が当初予想していたほど著るしくなかったが、R. M. R. がもっと高い要素作業の場合にはこの傾向がさらに顕著になるであろうことは沼尻等の報告<sup>2)</sup>からも予想される。

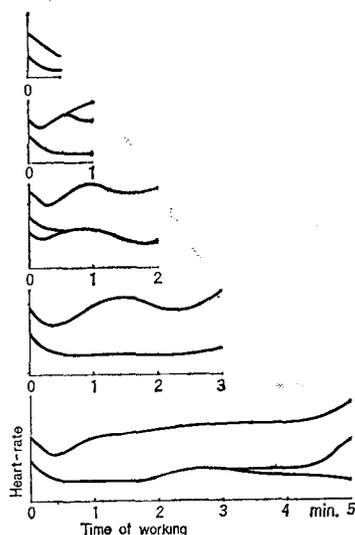


図-2 作業中の心拍数変化  
Fig. 2. The changes of heart-rate through working.

結論を言えば、一般的に言って、心拍数を指標とする作業研究等にあつては、同一の要素作業といえども、余り短かい時間に終るような場合については、平均心拍数が高目に出してしまう傾向のあることを良く考慮に入れて論じなければならないということである。

最後に、同一作業強度における作業時間の長短と作業後安静時心拍数水準への回復に要する時間との関係をも今回明らかにしたいと考え、作業後5～10分の心拍数を計測したのであるが、その結果、作業時間の長短にかかわらず全ての場合ほぼ約1分余りで心拍数は安静時の水準に戻り、<sup>8)</sup> 沼尻の言うように、作業時間を $\frac{1}{2}$ にすれば回復時間も $\frac{1}{2}$ 、作業時間を1.5倍にすれば回復時間も1.5倍になるといふような明瞭な関係は見出せなかった。

これは沼尻の場合が R. M. R. 4.2 および 6.5 で、被験者が普通の成人男子で、エルゴメーターを用いた室内実験であつたのに対し、今回の実験は R. M. R. 3.0～4.0 以下で、被験者が森林作業のベテラン及び比較的慣れている者で、屋外実験であつたという相違の影響が大きいのであろう。とりわけ、被験者がその作業のベテランであるか否かということが、かかる回復時間を大きく左右するものであることは、これ等ベテランに混つて筆者が同じ作業を行なつた実験の結果、<sup>4)</sup> 即ち、筆者の場合、作業強度が低い時は回復時間は短い、強度が高くなると回復時間が著るしく長くなるのに対し、ベテラン組は、この程度の作業強度の変化範囲では回復時間にほとんど影響が現われなかつたか、現われてもごく狭い幅の変化であつたという結果からもうなずけることである。

## 2. 防振チェーンソーが作業者の生理的負担におよぼす影響

防振チェーンソーおよび普通チェーンソー（防振機構を持たない従来のチェーンソー）による玉切作業時の作業者の心拍増加率は表一3のとおりである。ここに心拍増加率をとつたのは、作業が2日にわたり、各作業者の安静時心拍数が両日で異なつたので、心拍数自体を比較してこの異差の影響が現われるのを恐れたためである。それぞれの心拍数については表一2を参照のこと。

増加率の平均値は、防振チェーンソーで 27.7%、普通チェーンソーで 31.6% となり、3.9% 防振チェーンソーの方が低かつた。

ところで、この増加率の差が有意なものであるかどうか検定してみる必要があるが、

命題1 「分散の等しい2つの正規分布  $N(m_i, \sigma^2)$  に従う母集団からそれぞれ大きさ  $n$  の標本をランダムに選び ( $i=1, 2$ ),

$$z = \frac{[(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (m_1 - m_2)]^2}{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \cdot \frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}$$

表-3 チェーンソー別の心拍増加率

Table 3. The rate of increase of heart-rate in the use of each chain-saw

Date	Kind of chain-saw	Rate of increase of heart-rate in %		$\bar{x}_i$	$n$	$u_i^2$	$s_i^2$
		F worker	T worker				
Oct. 3 in 1973	With anti-vibration handle	11.7, 14.3	35.1, 49.8	27.73	4	326.24	244.68
Oct. 2 in 1973	Without anti-vibration handle	15.3, 20.5	37.7, 52.9	31.60	4	293.27	219.95

とおくと、これは自由度  $(1, n_1+n_2-2)$  の  $F$  分布に従う』  
 という命題があるので、これを用いてこの差の有意性を検定してみよう。尚、 $x_i, s_i$  ( $i = 1, 2$ ) はそれぞれ標本の平均と分散である。

ところで、命題 1 を用いるためには、先ず、2つの母集団の分散に差がないことを確かめなくてはならないが、それには次の命題を用いなければならない。

命題 2 「分散の等しい 2 つの正規母集団から、それぞれ大きさ  $n, m$  の標本をランダムに選び出し、それぞれの母集団の分散の不偏推定量を  $u_n^2, u_m^2$  とすると

$$y = \frac{u_n^2}{u_m^2} = \frac{\frac{n}{n-1} s_n^2}{\frac{m}{m-1} s_m^2} \text{ は}$$

自由度が  $(n-1, m-1)$  の  $F$  分布に従う。

そこで、まず命題 2 によって分散に差があるかどうかを調べてみる。

普通チェンソーの場合の標本の分散は、表-3 の  $\bar{x}_1$  から判断して、仮の平均を  $m_1 = 31.00$  とすると、

$$\begin{aligned} s_1^2 &= \frac{1}{n} \sum (x_i - m_1)^2 - (\bar{x}_1 - m_1)^2 \\ &= \frac{1}{4} \sum (x_i - 31)^2 - (31.60 - 31.00)^2 \\ &= 219.95, \end{aligned}$$

したがって、不偏推定量は

$$\begin{aligned} u_1^2 &= \frac{n}{n-1} s_1^2 = \frac{4}{4-1} \cdot 219.95 \\ &= 293.27 \end{aligned}$$

となる。

同様に防振チェンソーの場合を求めると、 $m_2 = 27.00$  として、

$$\begin{aligned} s_2^2 &= \frac{1}{n} \sum (x_i - m_2)^2 - (\bar{x}_2 - m_2)^2 \\ &= \frac{1}{4} \sum (x_i - 27)^2 - (27.73 - 27.00)^2 \\ &= 244.68 \end{aligned}$$

したがって

$$u_2^2 = 326.24$$

となる。

以上の結果を用いて、 $y$  を計算すると、

$$y = \frac{u_1^2}{u_2^2} = \frac{293.27}{326.24} = 0.899$$

となり、自由度  $(n-1, m-1)$ 、即ち自由度  $(4-1, 4-1)$  の  $F$  分布の 5% 点は 9.28 であるから、

$$y = 0.899 < 9.28$$

となる。

一方、この  $y$  を95%点とも較べなければならないが、これには

$$\frac{1}{y} = \frac{u_2^2}{u_1^2} = \frac{326.24}{293.27} = 1.113$$

を計算し、自由度  $(m-1, n-1)$  の5%点、即ち自由度  $(3, 3)$  の5%点と比較すれば良いのであるが、この場合も

$$1/y = 1.113 < 9.28$$

となり、結局どちらからも帰無仮説  $(\sigma_1^2 = \sigma_2^2)$  を棄却出来ない。つまり一応2つの母集団の分散の間には差がないと言えるわけである。

これで命題1が使えるわけであるが、表-3の数値を参照して  $z$  を計算すると

$$\begin{aligned} z &= \frac{[(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (m_1 - m_2)]^2}{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \cdot \frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2} \\ &= \frac{[(31.36 - 27.73) - (m_1 - m_2)]^2}{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}} \cdot \frac{4 + 4 - 2}{4(219.95 + 244.68)} \end{aligned}$$

帰無仮説として、2つの母集団の平均  $m_1, m_2$  について、 $m_1 - m_2 = 0$  と仮定すると

$$z = 0.97$$

となる。

ところで、自由度  $(1, n_1 + n_2 - 2) = (1, 6)$  の  $F$  分布の5%は5.99であるから、

$$z = 0.097 < 5.99$$

となり、 $m_1 - m_2 = 0$  という仮説は棄却出来ない。つまり、防振チェンソーと普通チェンソーとの差3.9%は有意な差であるとは言えないわけである。

では、どれくらいの差であれば、棄却出来るか、即ち有意な差であると言えるかという点、

$$\begin{aligned} \frac{[(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (m_1 - m_2)]^2}{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \cdot \frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2} &\leq 5.99 \\ \frac{[3.87 - (m_1 - m_2)]^2}{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}} \cdot \frac{6}{1858.52} &\leq 5.99 \\ |3.87 - (m_1 - m_2)| &\leq 30.5 \\ \therefore -26.6 &\leq m_1 - m_2 \leq 34.4 \end{aligned}$$

と計算された。

今回の実験結果、防振チェンソー使用時の方が普通チェンソーの場合よりも約4%心拍増加率が低かったが、95%の信頼度で有意な差であるとは言えなかった。データが少なかつたこともあって、約35%の差がないと有意な差とは認め難いと推算された。

一方「はじめに」で触れた1971年6月の同様の実験の結果をここに再掲すると表-4のとおりである。これは、作業者が3名、チェンソーもより重いものを使用しているし、作業条件も今回とは異なっているが、平均心拍数を比較すると、この場合に防振チェンソーの方がむしろ普通チェンソーよりも約7%高い値を示した。常識的に言っても、防振チェンソーを用いた作業の方が少くとも快適で好ましいものと考えられるし、この結果は防振効果よりもむしろチェンソーの重

表-4 チェンソー別の心拍増加率 (1971年6月)<sup>6)</sup>Table 4. The rate of increase of heart-rate in the use of each chain-saw  
(June in 1971)<sup>6)</sup>

Kind of Chain-saw	Rate of increase of heart-rate in %	$\bar{x}_i$	$n$	$u_i^2$	$s_i^2$
* With anti-vib. handle	23.1, 34.7, 40.2, 46.4, 50.0, 53.1, 56.7, 66.1, 67.5	48.65	9	208.77	185.57
** Without anti-vib. handle	16.0, 18.4, 31.9, 37.3, 47.8, 52.2, 53.8, 55.8, 63.0	41.80	9	283.13	251.67

\* 10 PS(7000rpm), 106cc, 14.3kg

\*\* 8 PS(7000rpm), 106cc, 13.6kg

量の差 (防振チェンソーの方が 0.7kg 重かった) の影響が現われたためだろうと推察しておいたのだが、今回の場合と同様に論ずるために、先と同様の検定を試みる。

まず、命題 2 による 2 つの母分散に差があるかどうかの検定であるが、

普通チェンソー  $s_1=251.67$ ,  $u_1=283.13$

防振チェンソー  $s_2=185.57$ ,  $u_2=208.77$

と計算されるから、

$$y = \frac{u_1^2}{u_2^2} = \frac{283.13}{208.77} = 1.357$$

$$\frac{1}{y} = \frac{u_2^2}{u_1^2} = \frac{208.77}{283.13} = 0.738$$

であり、共に自由度  $(n-1, m-1)$  および自由度  $(m-1, n-1) = (8, 8)$  の 5%点, 95%点の 3.44 より小さいから、帰無仮説 ( $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ) は棄却出来ないで、2 つの母分散には差が無いと言えるから、命題 1 を用いて有意差の検定をすることが出来る。

表-5 から、 $\bar{x}_1 = 41.80$ ,  $\bar{x}_2 = 48.65$  であるから、命題 1 の  $z$  を計算すると

$$z = \frac{[(41.80 - 48.65) - (m_1 - m_2)]^2}{\frac{1}{9} + \frac{1}{9}} \cdot \frac{9 + 9 - 2}{9(185.57 + 251.67)}$$

$m_1 - m_2 = 0$  と仮定すれば

$$z = 0.859$$

となる。

自由度  $(1, n_1 + n_2 - 2) = (1, 16)$  の 5%点は 4.49 であるから

$$z = 0.859 < 4.49$$

で、やはりここでも  $m_1 - m_2 = 0$  という仮定は棄却出来ず、約 7% の差は有意とは認められなかった。

どれくらい差があれば棄却出来るかという、

$$\frac{[6.85 - (m_1 - m_2)]^2}{\frac{1}{9} + \frac{1}{9}} \cdot \frac{9 + 9 - 2}{9(185.57 + 251.67)} \leq 4.49$$

$$\therefore -22.9 \leq m_1 - m_2 \leq 8.85$$

と計算された。

以上、今回の結果と前回の結果とを総合比較検討してみたが、作業者の生理的負担の大小を示す指標としての心拍増加率は、一方では防振チェンソーの方が、他方では普通チェンソーの方が低い値を示したが、いずれの場合もその差は有意とは認められなかった。つまり、作業者の生理的負担に有意な差が生じなかった。

勿論、防振チェンソーはチェンソーに発生した振動が人体に伝達されるのを出来るだけ少なくすることを目的にしたものであり、現に、チェンソー・ハンドル部位での測定によれば、防振チェンソーは防振機構を持たないチェンソーと較べると約 $\frac{1}{4}$ ～約 $\frac{1}{3}$ も振動加速度を減ずるものであることが明らかにされている。チェンソーに生ずる振動による障害は長期間の使用と共に発現してくる場合が多いものであるから、防振チェンソーの効果を真に確かめるには、今一時期を必要としようし、測定や調査がさらに継続される必要があろうが、防振チェンソーがチェンソーの振動による障害を少くする効果やまたその発現を遅らせる効果があることに間違いなからう。

今回の実験は、防振チェンソーについて、上のような効果とは少し別の面から光を当ててみたものであり、ここに防振チェンソー使用の場合と普通チェンソー使用の場合とを比較した時、作業者の生理的負担には明瞭な差が認められなかったという結果を得た。つまり、防振チェンソーが作業中の作業者の肉体的、精神的負担に、短時間的に、直接に大きい影響をおよぼすというような効果は、さして期待出来ないということが示された。これは、重くかつ騒音を発するチェンソーを手に保持して行なうチェンソー作業そのものが比較的負担の大きいものであるから、防振機構を備えたとしても、かかる短期的効果をそれに期待するには本来無理なことなのであろう。

本報告を終えるに当たり、これ等実験にご協力にいただいた、また被験者になっていただいた京大芦生演習林の職員各位に、心からの謝意を表するものである。

## 引用文献

- 1) 藤井禮雄・山本俊明：チェンソー運搬者の生理的負担について、京大演報，**45**，137～152，(1973)
- 2) 沼尻幸吉・石井雄二・安藤清・石津勝馬：エネルギー代謝率測定時の注意事項について、労働科学，**29** (11)，619～624，(1953)
- 3) 沼尻幸吉：筋疲労回復に関する研究，労働科学，**40**(4)，153～161，(1964)
- 4) 藤井禮雄・山本俊明：(未発表)
- 5) 小針暁宏：確率・統計入門，岩波書店(東京)，(1973)
- 6) 藤井禮雄・山本俊明：伐木造材作業の特質について，京大演報，**43**，227～245，(1972)
- 7) 山脇三平・平松修・三村和男・豊島信：チェンソー類の振動測定，81回日林講，328～333，(1970)

## Résumé

We performed a few experiments on the influence of the following two factors on the heart-rate of forest workers :

- 1) the length of working-spell changing gradually from thirty seconds to five minutes in the cutting of logs with a chain-saw.
- 2) bucking with a chain-saw with anti-vibration handle.

ECGs of workers were recorded throughout such buckings, using a wireless telemeter. From the ECGs, their heart-rates were calculated as an index of muscular and mental load.

### Conclusions :

- 1) When the length of working-spell was too short (in this experiment, less than 2.7 min.) the values of an average heart-rate showed a rising tendency, as compared with those of a longer working-spell, because a so-called "steady state" was not realized

before operations finished.

So, discussing average heart-rates in forest workers, we must give careful consideration to this information.

2) We shall not be able to expect that using a chain-saw with an anti-vibration handle has much influence on the muscular and mental load, directly or in such a short time as bucking for few minutes.