

## (研究資料)

## 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究

—作業方法の改善に関する研究—

石井邦彦<sup>(1)</sup>・辻隆道<sup>(2)</sup>

Kunihiko Ishii and Takamichi Tsuji: A Study on the  
Prevention of Vibration and Noise of Forest Machines  
—Considerations mainly with relation to improvement  
of forest operations— (Research materials)

要旨：チェーンソーを使用する作業者にレイノー現象、いわゆる“白ろう病”が発症してから長い年月が経過した。

作業第一研究室は林業の機械化が積極的に進められた昭和32年ころから、林業機械の振動・騒音が人体に及ぼす影響について、医学と関係をもつ労働科学、人間工学の面から、現場における労働実態の分析に重きをおきながら、今日まで研究を進めてきた。

得られた成果は作業方法の改善策として、そのつど発表してきたが、研究報告として発表するには、なお追試を要するものも含まれていたため今日まで発表を持ち越したものである。本報告は各年度ごとに実施してきた研究結果を項目別に要約している。

この障害に関する加害物件と被害者の因果関係は林業関係者だけでなく、医学、工学関係者の協力を得なければ解決できない問題が多く残っている。

今後の研究方向としては、よりいっそう医学との連携を保ちながら、人間工学的な手法による研究を進めなければならない。それは人間-機械系の最適条件を求めるための作業評価が今後の問題である。

## 目次

まえがき	40
I. この研究の目的と考え方	40
II. この研究の経過の概要	41
III. 年度別の研究成果の要約	42
1. 昭和32年度	42
A. チェーンソーによる伐木造材作業試験	42
(1) 研究目標と内容	42
(2) 研究結果の概要	42
(3) 対策および問題点	44
2. 昭和33年度	45
A. 騒音および振動の自覚症状	45
(1) 研究目標と内容	45
(2) 研究結果の概要	45
1) 作業後症候調べ	45
2) 騒音の自覚症状調査	49
3) 振動の自覚症状調査	50
(3) 対策および問題点	51

B. チェーンソー伐木造材作業基準作成	51
(1) 研究目標と内容	51
(2) 研究結果の概要	52
3. 昭和33～38年度	52
A. 機械作業の適正余裕に関する研究	52
(1) 研究目標と内容	52
(2) 研究結果の概要	52
1) 余裕率算定式の適合性	53
2) 自覚症状調査について	53
(3) 対策および問題点	59
4. 昭和40年度	60
A. 振動障害に対する作業基準に関する研究	60
(1) 研究目標と内容	60
(2) 研究結果の概要	61
1) 機械の整備	61
2) ソーチェーンの目立て	62
3) 振動測定	64
4) 鋸断時間	65
5) 動作分析	67
(3) 対策および問題点	68
1) 機械整備と目立て	70
2) バー長の基準	70
3) ソーチェーンの張り方	73
5. 昭和41年度	74
A. 林業機械の振動・騒音防止に関する研究—作業方法の改善に関する研究 (I)	74
(1) 研究目標と内容	74
(2) 研究結果の概要	75
1) 切刃因子と振動の実験	75
2) 動作分析	75
3) 実態調査	76
(3) 対策および問題点	76
6. 昭和42年度	77
A. 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究—作業方法の改善に関する研究 (II)	77
(1) 研究目標と内容	77
(2) 研究結果の概要	77
1) 切刃因子と振動の実験	77
2) 動作分析	78
(3) 対策および問題点	80
1) 切刃因子と振動	80
2) 動作分析	80
3) 騒音	81
7. 昭和43年度	81
A. 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究—作業方法の改善に関する研究 (III)	81
(1) 研究目標と内容	81
(2) 研究結果の概要	82

1)	単位時間あたりの動き量	82
2)	身体各部の動き	83
3)	各作業点における姿勢の人間工学的検討	83
(3)	対策および問題点	85
B.	玉切鋸断中の人体への振動伝ばの研究	85
(1)	研究目標と内容	85
(2)	研究結果の概要	86
(3)	対策および問題点	87
C.	集材機運転中の振動と座席構造	87
(1)	研究目標と内容	87
(2)	研究結果の概要	88
(3)	対策および問題点	88
D.	林業における手持振動工具の振動	89
(1)	研究目標と内容	89
(2)	研究結果の概要	89
1)	局所振動の許容限界との対比	89
2)	チェーンソーについて	89
3)	刈払機について	90
4)	穴掘機について	90
(3)	対策および問題点	90
8.	昭和44年度	91
A.	チェーンソーと斧による枝払い比較	91
(1)	研究目標と内容	91
(2)	研究結果の概要	91
1)	稼働時間の分析	91
2)	チェーンソーと斧による枝払いの比較	94
3)	レイノー現象有無別の比較	97
(3)	対策および問題点	102
1)	勤務時間と振動暴露時間	102
2)	枝払い方法の比較	103
3)	レイノー現象有無別の比較	103
4)	作業員のレイノー現象防止対策の事例	104
B.	チェーンソー作業の振動比較	105
(1)	研究目標と内容	105
(2)	研究結果の概要	106
1)	玉切鋸断時における振動，能率比較	106
2)	ソーチェーンの比較	108
3)	玉切鋸断動作比較	109
(3)	対策および問題点	110
1)	玉切鋸断時における振動，能率	112
2)	ソーチェーン	113
3)	玉切鋸断動作	113
C.	集材機の操作レバーと座席の振動	113
(1)	研究目標と内容	113
(2)	研究結果の概要	114

(3) 対策および問題点	116
D. 民有林におけるチェーンソー作業の実態	117
(1) 研究目標と内容	117
(2) 研究結果の概要	117
1) 稼働時間の分析	117
2) 枝払いの実態	118
(3) 対策および問題点	118
1) チェーンソーの使用時間	118
2) 枝 払 い	118
9. 昭和45年度	120
A. 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究	
一人間-機械系からみた集材機の座席の振動と構造	120
IV. 研究段階での問題と反省	120
V. 今後の研究の進め方	121
おわりに	123
文 献	124
研究資料一覧表	125

## ま え が き

チェーンソーなどの振動工具を使用する作業員に、機械の振動が原因するといわれているレイノー現象、いわゆる“白ろう病”が発症し、それが社会問題になってから長い年月が経過した。

当研究室は林業作業の機械化が積極的に進められた昭和32年ころから今日まで、林業機械の振動・騒音が人体に及ぼす影響について、労働科学的、人間工学的な面から、現場における労働実態の分析に重点をおきながら研究を進めてきた。そして、分析結果から得られた振動・騒音の影響を軽減する作業面の改善策はそのつど発表してきたところである。

しかし、振動・騒音の障害は、人体と機械のかかわりあいのなかから発症する症状だけに、作業面からだけで解明できない点も多く残っている。したがって、この障害に関する加害物件と被害者の因果関係は、林業関係者だけではなく医学、工学関係者の協力を得なければ、解決が望みえない状態にあるといえる。最近になって、工学関係の機械の改良開発や医学関係の治療方法などの研究成果によって、徐々にではあるが障害防止の対策に明るい面がでてきていることは好ましい傾向である。

このときにあたり、われわれは長期にわたって行ってきた研究の経過と結果、および問題点を明らかにし、今後、この研究を進めていく方向を見定める必要があると考え、15年間にわたって実施した結果を年度ごとにとりまとめた。

## I この研究の目的と考え方

この研究は林業機械の振動・騒音が人体に及ぼす影響を軽減するため、主として人間側に焦点をあわせた機械の取扱い、作業仕組、作業動作などの面から、改善策を明らかにする目的で実施してきたものである。

林業労働が機械化されるにともない、労働の内容は質的にも量的にも変化をもたらした。とくに、身体

の延長である労働手段の器具が、手工具から機械へと変化したことによってチェーンソー、刈払機、トラクタ、集材機などを操作運転する作業員は、従来の手工具使用による肉体的負担とは別に、機械使用による肉体的機能の負荷の増大とともに、神経感覚的機能を刺激する機械の振動・騒音に暴露されながら、労働しなければならなくなっている。

このような労働環境の変化に対応しながら機械作業に従事してきた作業員の間に、振動に起因するといわれるレイノー現象や騒音からくる難聴などの職業性障害が増え、これらの障害は職業病として認定されるようになった。なお、最近では機械操作から影響をうけるといわれる腰痛症などが、職業性障害として問題になりつつある。

このような実情の中で、人体におよぼす林業機械の振動・騒音の影響を防止するという点からこの問題をとらえた時、もっとも望ましい解決策は「障害の防止は人体から振動・騒音を隔離する、すなわち、人体に障害をもたらす機械は使用しない」という意見もあろう。これはもっとも明らかな答えであり、健康な人間を不健康にするような機械の使用はやめることが、人間尊重から考えて良いことかもしれない。しかしながら、この答えは現実の社会通念や労働態様を無視したものであり、また労働者の機械および労働合理化に対する価値感を無視したものであり、問題の解決策としては妥当な回答になり得ないだろう。

そこで考えられることは人間、労働環境、機械という3つの面から、この問題をとらえて解決していくことである。この中で、機械の改良も必要であることはいうまでもないが、われわれの中心課題は人間に障害を及ぼさないように振動・騒音の影響を軽減できることはなにかという点であるから、とくに労働する人間と労働環境の面から機械を注視した研究を進めることである。そして、われわれは機械の取扱い方法、機械を使用する作業動作および作業方法の改善策を明らかにしながら、職業性障害の防止を図ろうと考えた。

## II この研究の経過の概要

われわれは、昭和32年ころから、作業員に及ぼす林業機械の振動・騒音の影響を労働負荷の面からとらえるため、作業強度に関する研究（経常研究テーマ）の中で、調査と測定を行なってきた。昭和40年3月、NHKテレビの「白ろうの指」の放映によって、チェーンソー使用者のいわゆる“白ろう病”が社会問題になった。林野庁はこの問題の解決をはかるため、レイノー現象対策委員会を発足させ、具体的対策の検討を行なった。林業試験場からは米田、辻らが研究推進の企画樹立の委員として参画した。

一方、これらの機械を使用する作業員ならびに、すでに振動障害にかかっている作業員の医学的な診断法、治療法、健康管理基準および作業管理基準を早急に樹立する必要に迫られ、昭和40年度に人事院および林野庁が科学技術庁の特別研究促進調整費で「林業機械の振動障害に関する特別研究」を実施した。この中で作業第1研究室は「振動障害の作業基準に関する研究」を担当した。

昭和41年度からは農林水産技術会議の特別研究となり、「林業機械の振動・騒音の防止に関する研究」という研究テーマが設定され、当研究室は「作業方法の改善に関する研究」を担当し、人間工学的な立場からこの問題を検討しながら、43年度まで3年間実施した。

昭和44年度になって、林野庁はレイノー現象対策委員会を、あらたに「振動障害対策委員会」と改組し、機械、作業動作、作業仕組、衛生の4部会をおいた。辻はこの委員会の作業動作部会、作業仕組部会の委員として参画した。44年度以降、この研究は同じテーマによって経常研究（国有林事業特別会計）と

して続けられ、今日に至っている。

この研究期間中、主として対象にした職種はチェーンソー作業員、刈払機作業員であるが、42年以降は集材機運転手、45年以降はトラクタ運転手を対象にした。研究の進め方は現場における作業実態の分析に重点をおき、その分析結果から改善方法を明らかにしようとした。また、医学的な関連データの把握は、研究室に医学用の実験設備がないので、労働科学研究所、中央労働災害防止協会労働衛生サービスセンターとの共同研究によって行なってきた。

昭和 32 年から現在まで実施してきたこの研究の担当者は次のとおりである。

年 月	担 当 者	備 考
昭和32.4~33.6	辻 隆道・渡部庄三郎	経営部作業研究室
“ “	秋保 親梯・石井 邦彦・高樋 孝一	木曾分場作業研究室
33.7~40.3	辻 隆道・渡部庄三郎・石井 邦彦	経営部作業研究室
40.4~42.1	“ “ “ (故 米田 幸武)	機械化部作業第1研究室
42.2~44.3	“ “ “ 桑原 正明	“
44.4~45.4	“ 石井 邦彦・桑原 正明	“
45.5~48.3	“ “ 奥田 吉春	“
48.4~	“ “ 豊川 勝生	“

また、この期間に行なった研究結果は末尾の研究資料一覧表に示すとおりである。

### III 年度別の研究成果の要約

#### 1. 昭和 32 年度

##### A. チェーンソーによる伐木造材作業試験 (資料 No. 1)

##### (1) 研究目標と内容

チェーンソーはここ数年の間に長足の進歩をみせ、わが国においても試用の段階から実用の段階に到達した。近年、わが国においても外国機におとらぬ性能をもった国産機が製作されるようになった。従来、各種チェーンソーを使った場合の試験報告が発表されているが、われわれは国産機と輸入機を対象に、木曾国有林におけるヒノキ・サワラ天然木のチェーンソーによる伐木造材作業について、次のような比較試験を行なった。

- 1) 能率調査…組編成 (1 人組, 2 人組) ごとの 1 日の要素作業別終日時間観測と造材工期比較
- 2) 作業方法比較…チェーンソーと斧による枝払いと受口切りの能率比較
- 3) チェーンソーの騒音測定
- 4) 作業強度 (R. M. R.) 測定

調査地は長野営林局上松営林署管内で行なった。また、この試験に使用したチェーンソーの諸元は表 1 のとおりである。

##### (2) 研究結果の概要

この試験は国産機と輸入機を対象に、組編成による造材能率の比較のほかに、騒音測定も行なった。これは今後チェーンソーの使用が本格的になってくるにしたがって、騒音・振動などによる障害の発生が考えられるので、その対策をたてておく必要を認め、まず騒音の問題をとりあげ測定したのである。ここで

は今回の報告に関連する騒音測定  
の概要について述べる。

測定器は KYS ポータブル指示  
騒音計 B-40 型(山越製作所)を  
使用し、測定は前述の2種類のチ  
ェーンソーについて低速・高速空  
転時、玉切鋸断時の騒音を伐木作  
業現場の林内で行なった。その測  
定結果は表2のとおりである。

騒音の実態把握は、衛生管理の  
重要な項目の1つで、通常、騒音  
の大きさおよび暴露時間の間欠状  
況を明らかにすることが必要であ  
る。また、最近騒音の周波数分  
析も実態把握の重要な項目となっ  
てきている。しかし、われわれは

周波数分析装置をもたなかったので、計量法という法律で明示されてる騒音の大きさの計量単位「ホン(Phon)」を用いることにした。

測定結果からは次のことがいえる。

- 1) 高速、玉切りの場合、チェーンソーから1m離れた位置の騒音はラビットがマッカラーより6~10ホン大きくなっている。ただ7m以上離れてしまえば、両者の騒音の大きさは差が認められない。
- 2) 実際に玉切りする作業員はチェーンソーの騒音源近く(約50cm)で作業するため、常に100ホン以上の騒音にばくろされることになる。騒音源から50~60cmの位置での測定値はラビットで120~125ホン、マッカラーで105~117ホンと大きい値を示した。
- 3) 玉切補助者の場合、ラビットで7m以内、マッカラーで5m以内の範囲内で作業すれば、100ホン

表1. 使用チェーンソー諸元

	ラビ ッ ト C L - 11 型 (23 in 案内板つき)	マ ッ カ ラ ー 39 型 (20 in 案内板つき)
全長×全幅×全高	107.5cm×30.2×34.7	94.8×28.1×3.16
重 量	14.7kg (給油済)	12.4 ( " )
鋸身有効長	59.4cm	52.3
エンジン(型式)	単気筒、空冷、 2サイクル	左に同じ
" (出力)	3.2HP/5,000r. p. m.	3.6HP/7,000r. p. m.
" (気化器)	ダイヤフラム式	左に同じ
鋸 歯 速 度	270m/分	440m/分
ひ き 減 り	8 mm	左に同じ
ク ラ ッ チ	自 動 遠 心 式	左に同じ
始 動 方 式	始動索自動巻込式	左に同じ
燃 料 ・ モ ビ ー ル 混 合 比	15 : 1	16 : 1
鋸 歯 型	チップパー・チェーン	左に同じ
鋸身給油方式	自 動 給 油 式	強制手動ポンプ式
燃 料 タ ン ク 容 量	1.5 l	0.85
滑 油 タ ン ク 容 量	0.33 l	0.29

表2. チェーンソーの騒音測定例 —ホン(A)—

機 種 条 件 距 離	国産機(ラビット CL-11型)						輸入機(マッカラー 39型)					
	A			B			A			B		
	低速	高速	玉切	低速	高速	玉切	低速	高速	玉切	低速	高速	玉切
m	ホン											
0	104			103			98			102		
1	87	122	120	91	124	124	85	112	114	85	113	113
2	80	109	109	77	110	115	85	103	105	82	105	104
5	75	102	110	73	102	100	76	98	101	73	101	100
7	72	98	100	70	95	95	72	95	94	71	95	95
10	66	93	94	66	92	93	68	91	92	67	92	93
15	62	89	90	64	87	87	66	86	87	64	86	88
20	58	85	85	62	83	84	60	83	84	61	82	82

注) 測定時におけるチェーンソー エンジンの回転数は測定していない。

以上の騒音にさらされることになるといえる。

4) 1日の勤務時間における騒音ばくろ時間は平均2時間前後である。しかし、この時間は連続的な時間でなく、断続的である。

(3) 対策および問題点

工場騒音などについて測定され、研究された例によると、100ホンをこすような騒音下の労働では一時的聴力減退や耳鳴りが徐々におこり、そのような大きい騒音に長い間さらされると騒音性難聴になりやすいことが明らかにされている。また、作業者は85~90ホン程度の騒音に長年月にわたってさらされると、難聴がおこりうるといわれている<sup>9)</sup>。これらのことから、チェーンソーの騒音については次のことがいえるよう。

① チェーンソー作業の場合、作業員は断続的であっても、1日平均2時間前後にわたって、100ホンをこす騒音にさらされているのであるから、難聴防止の対策が必要であること。

② 根本的な対策はチェーンソー本体の騒音を少なくする機械の改良であろうが、それは大変にむずかしいことだといわれている。したがって、現状で考えられることは労働衛生上から考えて、耳せんの着用が望まれること。

③ 耳せんの遮音効果は、音の周波数にもよるが、20~30dBといわれている<sup>9)</sup>。したがって、チェーンソー作業の場合は耳せんを着用することによって、聴力障害をおこす可能性をかなり減らすことができそうであること。

④ 耳せんの与え方であるが、耳孔は個人差が相当あり、また個人によって左右のちがいもあるから、大、中、小のサイズの中から左右それぞれの耳孔に合うものを選ばせるよう心がける必要があること。これは耳孔に合わないとは遮音効果を減少させるからである。

⑤ 今後、騒音測定にあたっては騒音の大きさばかりでなく、騒音ばくろの間欠時間、周波数分析および作業員の自覚症状調査などの面も加えて総合的に測定分析する必要があること。

次に、この試験の中で興味ある結果がでていたのでふれておこう。

問題は試験内容のチェーンソーと斧による枝払い能率比較である。すなわち、

① ヒノキの胸高直径40~50cm以下の径級ではチェーンソーより斧による枝払い能率が有利な傾向にある。

② サワラの場合はチェーンソーよりも斧による枝払いが有利であった。

③ ヒノキ・サワラ混交林における枝払いはチェーンソーと斧の併用が有利な傾向にあるといえる。

④ よって枝払い方法は、枝払いの労働強度、チェーンソー使用方法など関連づけて、将来、総合的に検討されるべき問題であろう。

当時は振動障害よりも能率向上が重視されていたので、上述のことはあまり注目していなかったが、後日になって、振動障害が重視されるようになってから、この結果は振動ばくろ時間の短縮を考える上で参考になった点である。

## 2. 昭和33年度

### A. 騒音および振動の自覚症状（資料 No. 2, 3）

#### （1）研究目標と内容

チェーンソーが逐次手びき鋸にかわって、重要な伐木造材用機械としての地位を固めつつある現状において、チェーンソー使用による労働条件、とくに機械使用による精神的、肉体的負担および振動・騒音の影響などは、人力作業と違った疲労症候をもたらすことが考えられる。

機械化にともなうこれらの症候の実態把握と、将来の使用上の注意点を明らかにするために、次の3種類の調査を行なった。

#### 1) 作業後症候調べ, 2) 騒音の自覚症状調査, 3) 振動の自覚症状調査

作業後症候調べは日本産業衛生協会の産業疲労委員会で統一した調査表である<sup>12)</sup>。この調査表は主に、主観的な疲労症候を調べるために作成された質問法による調査で、症候の質問は次の5障害、60項目からなっている（表3）。

身体的障害	15項目	符号K
神経感覚的障害	13項目	符号N…神経的 符号S…感覚的
意志的障害	10項目	符号W
観念的障害	12項目	符号V
情緒的障害	10項目	符号E

振動・騒音の自覚症状調査は、過去に発表されている振動・騒音の資料から作業研究室が作成した質問記入式の調査表によった（表4）。

この調査対象者の抽出方法は、チェーンソー3台以上を現在使用している事業所の作業員を対象とし、作業員の抽出は各営林局に一任した。最終的な回答数は484名のチェーンソー使用者である。作業員の年齢構成、チェーンソー使用経験年数の分布は表5のとおりである。

伐木造材手としてのチェーンソー作業員の主体は年齢的に20～30才代が81%を占め、チェーンソー使用経験年数は1年未満が34%、1.1～2.0年が29%で、経験年数は2年未満が63%を占めている。

#### （2）研究結果の概要

人力作業は斧、鋸などの手工具による作業が主体であって、その使用方法は各作業員の力量によって、それぞれ調節できる器具であった。しかし、チェーンソーは騒音を発しながら高速運転を行ない、振動をとまってくる機械である。それゆえにチェーンソー作業は伐倒や造材の姿勢そのものの差異はもちろんのこと、チェーンソーを保持する両手に振動が、耳に騒音が伝わり、それだけ自覚される症候は人力作業に比べて異なった症候が現われてくるのは当然考えられる。われわれは、これらのことを上に述べた3つの調査で明らかにしようとしたのである。

#### 1) 作業後症候調べ

それぞれの症候を訴えた人数と各障害に対する症候の指数は表6のとおりである。

表中の症候の指数とは、前述の5つの障害の質問が同数含まれていないのでそれぞれの訴えられた数に60/15、60/13、60/10、60/12の係数を乗じて平均化したもので、このようにして求められた値を各障害の

表 3. 作業後症候しらべ調査表

<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 30px; display: inline-block; margin-right: 10px;"></div> 作業後症候しらべ	
記入月日	昭和 年 月 日から
姓 名	男 女
年 齢	職 種
経験年数	年 月

あなたは、仕事をおえたあとや、部屋や家に帰ってから、次にかいてあるようなことがありますか。それぞれの問をよくよんで、自分にあたることがあれば、その問の下の○の中に・印をつけて下さい。そんなことのないものは印をつけないでそのままにしておくこと。

<p>1 かるい頭痛がする。一寸頭が痛いところがある。……………○K</p> <p>2 食欲がさっぱりなくなる。……………○N</p> <p>3 何もしないのにあせが出る。……………○K</p> <p>4 眼の下にうす黒い輪ができる。……………○K</p> <p>5 むねがわるく、げっぶがでたり、はきけがしたりする。……………○K</p> <p>6 頭の中でジーンとか、ブーンとか、へんな音がきこえることがある。……………○S</p> <p>7 ものが聞きとれなかったり、人の話をそばに近づかなければきこえないところがある。……………○N</p> <p>8 涙が出る。……………○K</p> <p>9 こえがしゃがれる。……………○K</p> <p>10 あくびをしたくなったり、よくあくびがでる。……………○K</p> <p>11 やたらにねむくなる。……………○N</p> <p>12 からだや手足のすじが時々びくびく引つるようだ。……………○N</p> <p>13 ふつうのことをするにもいきがきれる。……………○K</p> <p>14 体のどこかがむずむずしたり、むずかゆいところがある。……………○N</p> <p>15 耳鳴がする。……………○S</p> <p>16 顔やまぶたがびくびくする。……………○N</p> <p>17 手足を動かすのがおっくうになる。…○W</p> <p>18 いねむりをすることがある。……………○K</p> <p>19 力がぬけたように感じて、ぼおっとする。……………○W</p> <p>20 きちんとすわったり、しゃんと立っていることがむずかしくじきにだらしなくなる。……………○W</p> <p>21 目まいがする。……………○K</p> <p>22 かい段をのぼるのが骨がおれ、つらくなる。……………○K</p> <p>23 しばらく目をつぶっていたい。……………○K</p>	<p>24 体をつかったり、手足を動かすことをやる気になれない。……………○W</p> <p>25 一度すわったら、たつのがいやである。……………○W</p> <p>26 ぐったりして、すっかり元気がなくなる。……………○K</p> <p>27 体のどこかがひどくこる。……………○K</p> <p>28 体のどこかがひどくいたむ。……………○K</p> <p>29 いつもたべている物が急にきらいになることがある。……………○S</p> <p>30 何か特別のものがやたらにたべたくなる。……………○S</p> <p>31 たばこやお菓子や食事の味が変になる。……………○S</p> <p>32 立っているときよろよろしたり、歩くのによろよろしたりすることがある。……………○W</p> <p>33 物をよくおきちがえたり、ひっくりかえしたりする。……………○V</p> <p>34 今聞いたことをすぐ忘れてりする。…○V</p> <p>35 約束や用事をよく忘れる。……………○V</p> <p>36 よく知っている物の名や、人の名前が中々思い出せないことがある。……………○V</p> <p>37 よく物をおき忘れる。……………○V</p> <p>38 人と話すのがいやである。……………○E</p> <p>39 くつろぐことができない。……………○E</p> <p>40 物を書いたり読んだりする気になれない。……………○V</p> <p>41 かんがえごとをするのがおっくうでいやになる。……………○V</p> <p>42 一人だけになっていたいと思う。……○E</p> <p>43 何かしようとする、いろいろのことがあたまにうかんできて、こまることがある。……………○V</p> <p>44 物事や人声が、かんにさわってうるさい。……………○E</p>
--	--

- |   |   |
|---|---|
| <p>45 すぐにどなったり、言葉使いがあらくなつてこまる。……………○W</p> <p>46 人にやたらに同情してもらいたくなる。……………○E</p> <p>47 自分や家族の身の上がなさげなく思えたり必要以上に心配になる。……………○E</p> <p>48 気みじかになる。……………○W</p> <p>49 うたを歌ったり、子供と遊んだりすることがいやになる。……………○E</p> <p>50 よくうろたえたり、まごついたりする。……………○W</p> <p>51 すっかりおちつけないで、せかせかする。……………○E</p> <p>52 やたらに腹が立ってしかたがない。…○E</p> <p>53 物事がやたらに気になったり、時々不安でたまらなくなることがある。…○E</p> <p>54 人と話すときどもったり、うまく口</p> | <p>がきけなかつたりものをいうのがむつかしいことがある。……………○W</p> <p>55 早く時間がたつてくれるとよいと思うが、時間のたつのがもどかしくてこまる。……………○V</p> <p>56 何かしようとする、気がちつて、心を一つのこと、うちこむのにはねがおれる。……………○V</p> <p>57 物音や人声などのために、気がちつてこまる。……………○V</p> <p>58 口の中に何も無いのに変な味がする。……………○S</p> <p>59 人は聞えないという物音が聞えたり、人は見なかったというものが見えたりする。……………○V</p> <p>60 眼をとじると小さい星がちらちら動いて見える。……………○S</p> |
|---|---|

表 4. 振動・騒音による自覚症状調査

記入月日 昭和 年 月 日 番号 \_\_\_\_\_

氏 名 \_\_\_\_\_ 男 女 年 令 \_\_\_\_\_

経験年数 年 月 \_\_\_\_\_ 職 業 \_\_\_\_\_

振動	身 体 部 位								時 刻									
	指		手 首		前 腕		上 肢		起床時	通勤中	作 業 開 始 からの 経 過							帰宅後
	左	右	左	右	左	右	左	右			1~2時間	2~3時間	3~4時間	4~5時間	5~6時間	6~7時間	7~8時間	
しびれ																		
蒼白																		
しびれ 蒼白																		
関節痛																		
筋肉痛																		
騒音	頭 痛	普通と変わらない		少しする		中		多		睡 眠	普通と変りない		少し眠れない		大変眠れなくなる			
	耳 鳴	普通と変わらない		少しする		中		多		気 分	普通と変りない		少し気分がわるい		非常にわるくなる			
	いらいらする	普通と変わらない		少しする		中		多		注 意 力	普通と変りない		少しなくなる		非常になくなる			
	聞えがわるい	普通と変わらない		少しする		中		多		食 欲	普通と変りない		少しなくなる		非常になくなる			

該当の所に○をつけて下さい

[林業試験場作業研究室]

表 5. 回答者の年齢階別経験年数別の分布

年齢階	比 (%)	経験年数	比 (%)
~ 19	2.1	~1.0	33.7
20 ~ 29	39.7	1.1~2.0	29.2
30 ~ 39	41.5	2.1~3.0	19.0
40 ~ 49	13.8	3.1~4.0	12.7
50 ~	2.9	4.1~	5.4

表 6. 各障害に対する訴え率と症候の指数

障 害	訴え率 (%)	症候の指数
身 体 的 (K)	71.2	5.8
神 經 的 (N)	44.9	3.1
感 覚 的 (S)	74.7	6.3
意 志 的 (W)	47.9	6.0
観 念 的 (V)	41.7	5.1
情 緒 的 (E)	24.1	2.8

症候の指数とするわけである。一般に、作業強度の高い作業では指数は高位にあり、特に重労働ではおおむね意志的 (W) 障害が多く訴えられるといわれている<sup>18)</sup>。

対象人員の74.7%が感覚的 (S)、71.2%が身体的 (K) 障害を訴えているが、他の症候は対象人員の半数以下の訴えとなっている。

また、症候の指数からみると、感覚的 (S) 障害6.3、意志的 (W) 障害6.0、身体的 (K) 障害5.8と高くなっている。そこで、各症候の訴えの多かった項目を順次並べると次のようになる。

順位	質問番号	記号	質問内容
1	15	S	耳鳴りがする
2	6	S	頭の中でジーンとかブーンとか変な音が聞こえることがある
3	27	K	体のどこかがひどくこる
4	12	N	体や手足のすじが時々ピリピリ引きつるようだ
5	30	S	何か特別なものがやたら食べたい
6	1	K	かるい頭痛がする。ちょっと頭が痛いことがある
7	7	N	ものが聞きとれなかったり、人の話をそばに近づかなければ聞こえないことがある
8	8	K	涙がでる
9	19	W	力がぬけたように感じて、ぼおとする
10	26	K	ぐったりして、すっかり元気がなくなる
11	40	V	物を書いたり読んだりする気になれない
12	48	W	気みじかになる
13	36	V	よく知っている物の名や、人の名前がなかなか思い出せないことがある
14	37	V	よく物を置き忘れる
15	25	W	一度坐ったら、立つのがいやになる

No. 1 から No. 7 までの訴えはなにか騒音・振動と深い関係があるようにみえる。No. 7 までのうち、感覚的 (S) なものは No. 1, 2, 5, 身体的 (K) なものは No. 3, 6, 神経的 (N) なものは No. 4, 7 で、これらは質問内容から推測して騒音・振動の影響からくるところの身体的、神経的、感覚的疲労症候であることがわかる。

つぎに、これらの訴えが年齢階別、経験年数別にどのようになっているかをみてみよう。図1は年齢階と症候の指数の関係を示したものである。身体的 (K)、意志的 (W) を除いて、他の4つの症候指数は年齢とともに低くなっている。10代の作業員は体力があるだけに身体的 (K) 症候の指数が低いけれども、重労働の経験が少ないだけに感覚的 (S) 症候の指数が高くなったと考えられる。20代になると経験も積むが、体力にまかせて無理をするようになり、身体的 (K)、意志的 (W) の症候指数が高くなったとみられる。それが30代、40代になると経験が積み、その経験による技能が体力をカバーするようになり、無理な作業はしないようになるから、症候指数も低下するのであろう。50代になると体力の衰えを気持ちで補って作業するようになるから、身体的 (K)、意志的 (W) の症候指数が増加するのであろうと考えられる。

しかしながら、チェーンソー使用経験は大部分が3年未満であることから、年齢階でみるより経験年数

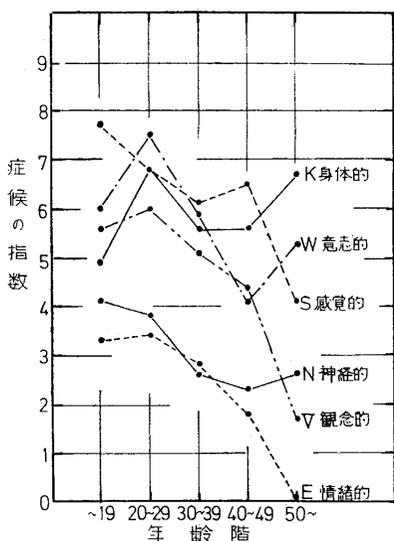


図 1. 年齢階と症候の指数

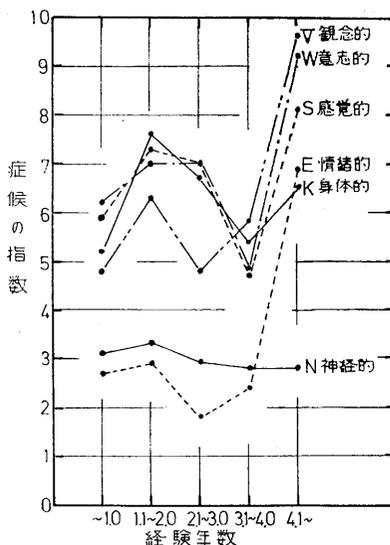


図 2. 経験年数と症候の指数

に症候の指数をみた方が、問題とした疲労症候の変化ははっきりしている。図 2 は経験年数と症候の指数の関係を示したものである。経験年数 2 年以下ではチェーンソーに馴れることが先で、どのように使用するかの余裕もないため症候の指数が高いといえよう。それが 2~4 年になると、チェーンソーにも馴れ、自分の意志でいろいろな使い方を考え作業をするので、指数も低くなるのであろう。しかし、4 年以上になると、チェーンソー使用によってもたらされる振動・騒音の影響が徐々に現われてきて、症候の指数も高くなっていくものと考えられる。

## 2) 騒音の自覚症状調査

騒音の自覚症状は表 4 のように 8 項目の症状を左側 4 段階と右側 3 段階に分けて記入する方法である。ここで、表中の左側の頭痛、耳鳴り、いらいらする、聞こえがわるいという症状の“普段と変わらない”“少しする”という回答は症状そのものに一定の限度が明らかでないことに疑問をもち、また不明りょうな回答であると考え、われわれは自覚症状になんらかを意識した程度の者が、“少しする”あるいは“普段と変わらない”と回答したと解釈し、この両者の訴えは“少しする”として合計した。

経験年数別にみた訴え率は表 7 のとおりである。自覚症状を意識した者は全体（調査対象者 484 名）の 70% 近くいることが確かである。訴え項目の多、中、少を合わせて、多い順にみると次のようになる。

夜眠れない	73.3%
気分がわるい	71.5
食欲がなくなる	71.2
注意力がなくなる	68.4
.....	
耳鳴りがする	62.6
聞こえが悪い	40.2
頭痛がする	30.3
いらいらする	18.4

表 7. 経験年数別, 騒音の自覚症状の訴える比率 (%) (調査対象 484 名) (その 1)

経験年数	頭 痛			耳 鳴 り			いらいらする			聞こえがわるい		
	少	中	多	少	中	多	少	中	多	少	中	多
～ 1.0	16.3	4.5	0.7	43.7	20.7	5.2	15.6	2.2	1.5	28.2	6.7	8.2
1.1 ～ 2.0	45.7	0.8	0.8	40.3	10.9	4.7	15.5	3.9	0	17.0	6.2	14.7
2.1 ～ 3.0	24.0	5.3	2.7	45.3	6.7	10.7	10.7	10.7	4.0	17.3	8.0	9.3
3.1 ～ 4.0	10.0	0	2.0	50.0	10.0	6.0	8.0	2.0	2.0	38.2	2.0	6.0
4.1 ～	16.7	4.2	0	29.2	16.7	4.2	0	0	0	33.3	8.3	0
全体に対する平均	26.2	2.9	1.2	42.9	13.6	6.1	12.8	4.1	1.5	24.2	6.3	9.7

(その 2)

経験年数	夜 眠 れ ない			気 分 が わ る い			注 意 力 が な く な る			食 欲 が な く な る		
	非常に	少し	普通	非常に	少し	普通	非常に	少し	普通	非常に	少し	普通
～ 1.0	0	5.2	71.1	0	3.7	67.4	0	2.2	67.4	0.7	3.0	67.4
1.1 ～ 2.0	0	3.9	69.0	0	7.0	67.4	0	3.1	65.9	0	7.8	66.7
2.1 ～ 3.0	0	5.3	61.3	0	6.7	58.7	0	8.0	54.7	0	4.0	61.3
3.1 ～ 4.0	0	14.0	54.0	0	6.0	60.0	2.0	2.0	60.0	0	8.0	56.0
4.1 ～	0	16.7	75.0	0	4.2	83.3	0	0	87.5	0	8.3	79.2
全体に対する平均	0	6.5	66.8	0	5.6	65.9	0.2	3.4	64.8	0.2	5.6	65.4

上側の症状 4 項目はチェーンソー作業によるものか, 労働条件によるものか, あるいは生活環境によるものか判定はくだせない。4 項目に対する回答の多くが“普通である”とする者が多く, “ほとんど”という者が少ない点から, これらの回答は純粋な騒音の影響なのかどうかははっきりしないので, 判断は一応保留にしておく。

下側の 4 項目についてみると, “耳鳴りがする”, “聞こえが悪い”という自覚症状が多く訴えられており, とくに経験年数が長くなるにれて耳鳴りの症状の訴えが多くなり, また聞こえが悪いの訴えが 3 年以上から多くなっている点を考えると, 騒音に影響されている度合いが強いとみてよいだろう。

3) 振動の自覚症状調査

振動の自覚症状は一般にしびれ, 蒼白, 関節痛, 筋肉痛といわれている。身体部位別にみた症状の訴え率は表 8 のとおりである。

しびれに対しては右指, 右手首, 右前腕の訴えが多い。蒼白に対して右指の訴えが非常に多い。しび

表 8. 振動症状の身体部位別訴えの比率 (%) (調査対象 484 名)

	指		手 首		前 腕		上 肢	
	左	右	左	右	左	右	左	右
し び れ	21.34	39.63	28.22	34.15	29.27	37.81	14.02	10.98
蒼 白	33.33	83.33	33.33	16.67	0	33.33	0	33.33
しびれ・蒼白	16.67	23.33	50.00	16.67	16.67	50.00	0	50.00
関 節 痛	4.17	19.44	19.44	22.22	25.00	37.50	23.61	19.44
筋 肉 痛	3.96	10.89	6.93	10.89	28.71	45.54	23.76	26.73
全体に対する平均	12.8	27.6	20.7	24.1	27.2	40.3	9.2	9.2

れ・蒼白の合併症状の訴えは左手首、右前腕、右上肢が多い。関節痛、筋肉痛の訴えは右指、右手首、右前腕に多く、上肢はほぼ同じ訴えである。総体的に、自覚症状のいかんにかかわらず、訴えの多い身体部位は右前腕 40.3%でもっとも多く、つぎに左前腕 27.2%、右指 27.6%である。手首は右 24.1%、左 20.7%で、上肢は訴えが少ない。いずれにしても、しびれ、蒼白の症状は指と手首に、関節痛と筋肉痛の症状は前腕、上肢に多い傾向を示しているといえよう。このように、振動の自覚症状が身体部位の右側に多く訴えられているのは、チェーンソー保持の姿勢からみて当然であろう。すなわち、右手はグリップハンドルを握り、左手はフレームハンドルを握って、チェーンソーを操作する。その場合、グリップハンドルを握る右手は、チェーンソーの操作上、テコの原理で力点となり、右手の握る力が強くなるからである。

### （3） 対策および問題点

伐木造材作業は最近まで重筋労働であったが、それがチェーンソー使用によって、作業強度からの分類で強労働あるいはそれ以下の労働に軽減されている。しかし、チェーンソー使用に対する自覚症状の訴えがみられる。今回の調査からまとめてみると、

1) 騒音について：耳鳴り、聞こえが悪い、頭の中でジーンとする、など騒音の影響による症候の訴えが多くみられ、とくに経験年数が長くなるにつれて耳鳴りの症状の訴えが多くなり、また聞こえが悪いの訴えが3年以上から多くなっている点から、難聴の発症が予測される。そのためには耳栓の着用が対策として望ましい。

2) 振動について：チェーンソー使用によって、労働強度は軽減されたといっても、体のどこかが凝る、ぐったりする、などの身体的（K）症候や、振動の直接的な影響としての身体各部のしびれ、蒼白の訴えが多くみられる。

以上のことから、チェーンソー作業においては、騒音、振動などの問題を含めて、労働生理学的に解決しなければならない問題が残されているといえよう。しかし、林業において、これらの研究はごく最近になって行なわれはじめたばかりであり、今後、労働環境改善のため、手近かなところから解明していく必要性は十分あると考える。

## B. チェーンソー伐木造材作業基準作成（資料 No. 4, 5）

### （1） 研究目標と内容

最近、軽量で高性能のチェーンソーが輸入され、これに刺激されて国産機も性能向上がみられた結果、チェーンソーは逐次手挽鋸にかわって、重要な作業機械としての地位を固めつつある。特に、国有林においては現状でかなり普及し、昭和36年度までには伐木造材作業が完全にチェーンソーを主体として行なわれるほどにもなっている。しかしながら、チェーンソーを主体とする伐木造材作業の実態は、いまだ定型的な作業方法が確立されるまでにいたっていない。そのために、関係者からは早急に定型化した伐木造材作業基準の提示が要望されている。

われわれは、この作業方法の基準作成に必要な基礎資料を得るため、この種の調査としては始めての方法であるが、チェーンソーを使用している作業員、および指導監督する立場にある職員の中からチェーンソー作業の、共通な姿を抽出する方法として、32項目にわたるアンケート調査を行なった。

32項目の内容は次のとおりである。

- 1)～8) 機械作業全体および機械に対する意見
- 9)～10) 機械作業の功程

- 11)～12) 組編成
- 13)～21) 作業方法
- 22), 29)～30) チェーンソー作業の賃金問題
- 23)～24) チェーンソー作業の困難性
- 25) 技術修得に関すること
- 26)～28) 足場の問題
- 31)～32) 稼働日数の問題

調査数は全国の営林局を対象に 715 名に回答を求めたが、回答数は 603 名で、内訳は事業課長 8.0%、機械係 3.6%、事業所主任 13.6%、指導員 9.1%、伐木造材手 63.4%、職種不明 2.3% であった。

## (2) 研究結果の概要

各質問に対する関連表は 150 表にもなるので、その説明は省略する。この調査にもとづいて、伐木造材作業基準およびチェーンソー取扱要領を作成し、林野庁へ提出した。

この基準は昭和 35 年 4 月 1 日から林野庁施行令として処理された。

## 3. 昭和 33～38 年度

### A. 機械作業の適正余裕に関する研究 (資料 No. 6, 7)

#### (1) 研究目標と内容

機械化が進むにつれて、作業形態は人間と機械との連けい作業が多くなっている。それがために、いままでのような人力主体による労働と比較して、労働内容は量的、質的に大きく変化してきている。

機械作業の場合、1 日の作業量は機械の性能によって変化する。一方、人間側からみると、機械の性能が安定して良いものであっても、現在使用している機械は大なり小なり振動・騒音を発生させるから、振動・騒音は作業員の労働に質的な面で影響を及ぼし、その面から作業量を変化させる因子となるであろう。

このような面から考えると、機械作業の適正な余裕は機械作業という変化した労働環境の中で、人間側と機械側の両面から考慮する必要があると考えられる。

その意味において、われわれは人力作業を主体とした現行の余裕率算定式が、機械作業に適合するかどうか、機械化作業の余裕決定に影響を及ぼす振動・騒音の問題の 2 つの点について検討した。

調査内容は次のとおりで、この調査内容は各作業の実態分析が中心になるので、調査日数は各作業とも 3～4 週間の連続観測を行なった。また調査期間は 5 年を要した。

#### 調査内容

- 1) 勤務時間…作業職種ごとに、要素作業別終日時間観測
- 2) 疲 勞…フリッカー値測定
- 3) 休 養 率…生活時間調査 (調査期間中連日個人ごとに記入)
- 4) 自覚症状…自覚症状調査、振動・騒音による自覚症状調査 (調査期間中、連日個人ごとに質問紙記入)
- 5) そ の 他…1) の調査から、R.M.R. を活用した労働消費量、振動・騒音の暴露の間欠時間の分析

#### (2) 研究結果の概要



労働負担量からみた余裕は現行のままで望ましい状態であるといえるが、現在使用している機械の大部分は振動・騒音をともなう機械であり、これらが人体におよぼす影響は疲労という面から考え、無視することができないであろう。この問題について、上記 4) の自覚症状調査に対する作業員の回答分析から述べてみよう。

調査用紙のうち、自覚的症状調査は、作業者の主観的な疲労症候を質問紙によって記入してもらうもので、この調査内容は労働科学や産業衛生の立場から、長い間にわたる総合的な研究によって標準化されたものである<sup>14)</sup>。この調査表は表 10 のとおりで、林業労働の場においても十分活用できるから、われわれはこの調査回答の分析によって、機械作業の労働環境の実態を明らかにしようと考えた。

① トラクタ運転手

対象運転手 4 名、調査延日数 50 日、使用機種 3 種類 (K-NTK…日特、ブルドーザ付、TDT…ソ連製、CT-25…岩手富士)、調査地は帯広営林局弟子屈営林署管内 (エゾ・トド全幹集材)、長野営林局岩村田営林署管内 (カラマツ全幹集材) である。

自覚的症状の訴えの多い項目は

身体的症状群……肩がこる (75.1%)、頭がおもい (53.7%)、体のどこかがかたい (51.1%)、全身がだるい (44.5%)、足がだるい (42.4%)

精神的症状群……頭がぼんやりする (41.5%)、いらいらする (36.7%)、1 人でいたい (31.0%)

神経感覚的症状群…目がつかれる (52.0%)、耳なりがする (38.0%)、目がしぶい (30.6%)

などとなっている。

次に、各症状群 30 項目の訴え頻度の評点化は図 3 によって行なうことができる。この図の点は逐日ご

表 10. 自覚的症状調査表

[次に示すような症状があつたら項目の○の中に・を、  
ない場合には×印をつけて下さい。]

作 業 前・後 (不用の方を消すこと)

昭和 年 月 日

被験者の姓名 \_\_\_\_\_ 職種 \_\_\_\_\_

男 年 令 \_\_\_\_\_ 才 職場 \_\_\_\_\_

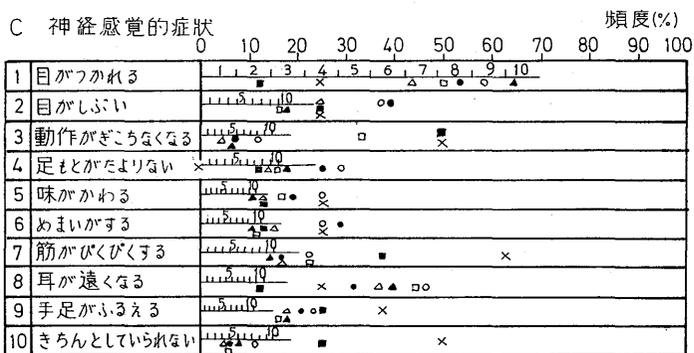
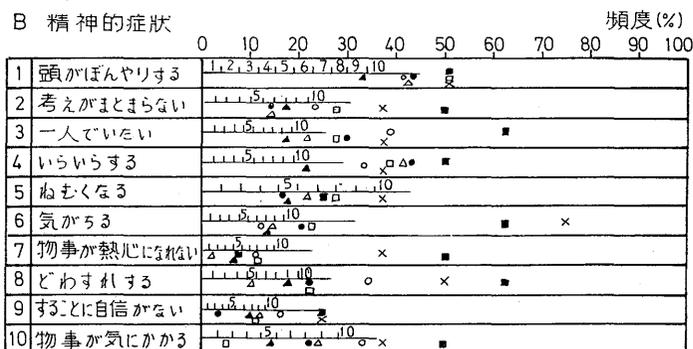
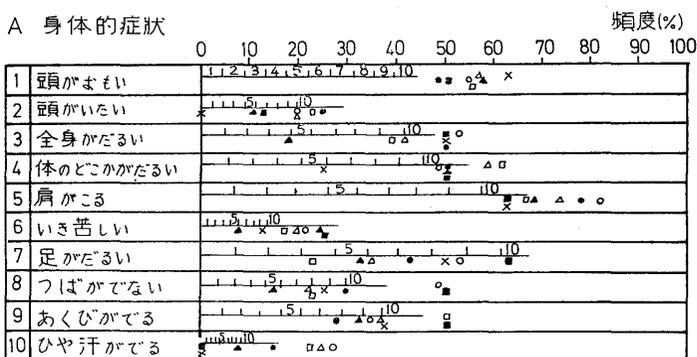
女 勤 続 \_\_\_\_\_ 年 体 重 \_\_\_\_\_ 身 長 \_\_\_\_\_

通勤時間 ( ) 前夜の睡眠時間 ( ) 主なる作業 ( )

(日本産業衛生協会 産業疲労委員会)

A	B	C
① 頭がおもい …………… ○	① 頭がぼんやりする …………… ○ 頭がのぼせる …………… ○	① 目がつかれる …………… ○ 目がちらちらする …………… ○ 目がぼんやりする …………… ○
② 頭がかたい …………… ○	② 考えがまとまらない …………… ○ 考えるのがいやになる …………… ○	② 目がしぶい …………… ○ 目がかあく …………… ○
③ 全身がだるい …………… ○	③ 一人でいたい …………… ○ 話をするのがいやになる …………… ○	③ 動作がごちこちなくなる …………… ○ 動作がまぢがつたりする …………… ○
体のどこかのだるい …………… ○ ④ 体のどこかがかたい …………… ○ 体のどこかのすじがつる …………… ○	④ いらいらする …………… ○	④ 足もとがたよりない …………… ○ ふらつく …………… ○
⑤ 肩がこる …………… ○	⑤ ねむくなる …………… ○	⑤ あじがかわる …………… ○ ⑥ 臭がはなにつく …………… ○
⑥ いき苦しい …………… ○ むなぐるしい …………… ○	⑥ 気がちる …………… ○	⑥ めまいがする …………… ○
⑦ 足がだるい …………… ○	⑦ 物事に熱心になれない …………… ○	⑦ まぶたやその他の筋がびくびくする …………… ○
⑧ つばが出ない …………… ○ 口がねばる …………… ○ 口がかあく …………… ○	⑧ 一すした事が思い出せない …………… ○ どわすれする …………… ○	⑧ 耳が遠くなる …………… ○ 耳なりがする …………… ○
⑨ あくびが出る …………… ○	⑨ する事に自信がない …………… ○ する事に間違が多くなる …………… ○	⑨ 手足がふるえる …………… ○
⑩ ひや汗が出る …………… ○	⑩ 物事が気にかかる …………… ○ 物事が心配になる …………… ○	⑩ まちんとしていられない …………… ○

との訴えの変化を現わしているが、各項目とも訴え頻度は多く、評点も高いことがわかる。この図から各症状群の逐日ごとの平均評点を求めると図4となる。身体的症状群の評点は4日めまで低下し、5日めに上昇し、6日めからふたたび低下する。精神的症状群の評点は4日めまで低下するが、5日めからは上昇が急で、1日めの評点より高くなっている。神経感覚的症状群の評点は中だるみの様子を示し、4日めころから上昇の傾向を示している。このことは精神的、神経感覚的症状が4～5日めころになると回復され



◎ 評点の平均

逐日別	1	2	3	4	5	6	7
A 身体的	8.7	9.4	8.2	7.2	9.1	8.6	7.0
B 精神的	9.3	7.8	7.6	7.6	8.7	9.7	10.0
C 神経感覚的	9.6	8.8	8.5	8.9	9.2	9.0	9.4

図 3. 自覚症状の評点化—トラクタ運転の逐日の変化—

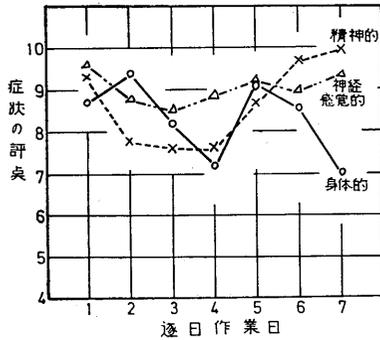


表 11. 機種別にみた運転手の自覚症状の訴え (評点)

機種	延日数	身体的	精神的	神経感的
CT-25	29	3.4	0.5	3.1
NTK	14	10.0	9.3	8.5
TD T	21	6.5	3.2	3.7

図 4. 逐日別の評点の変化  
—トラクタ運転手—

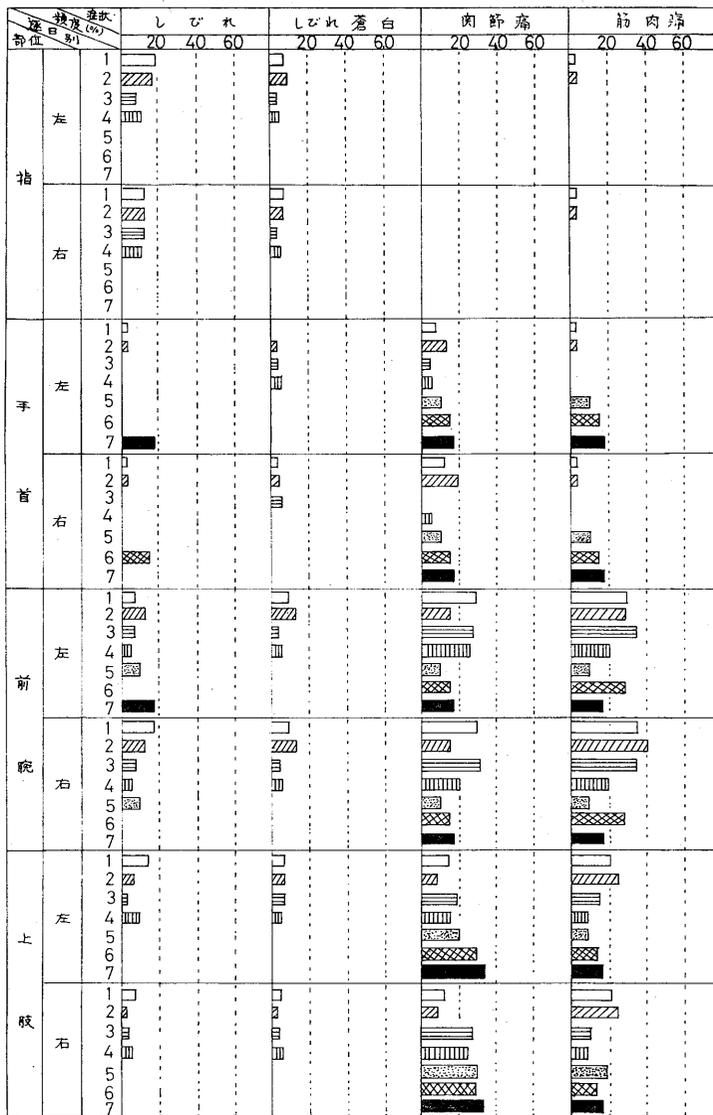


図 5. 振動による自覚症状の訴えの逐日的変化  
(トラクタ運転手の場合)

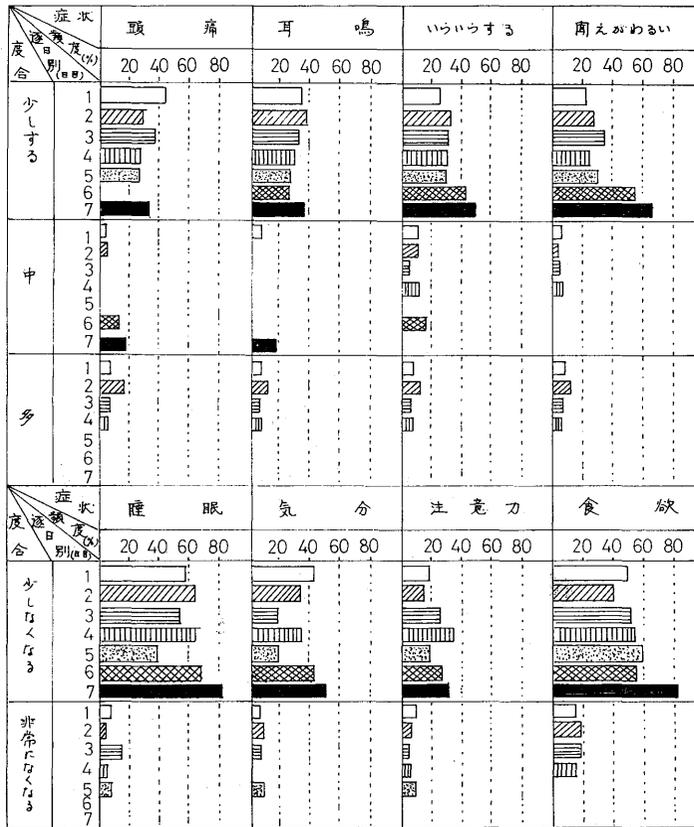


図 6. 騒音による自覚症状の訴えの逐日の変化  
(トラクタ運転手の例)

ないまま蓄積されていくということを物語っているといえよう。その理由としては、身体的、精神的、神経感覚的の症状の頻度の度合からの評価法で、身体的症状群の訴えも高いが、精神的、神経感覚的の症状群の訴え頻度は高いと評点されたこと、あるいは4～5日めになると前日の作業後の訴えより、当日の作業前の訴えの評点は高くなっていったこと、などがあげられる。

乗車している機種種の振動・騒音の発生状況、運転操作、乗りごこちなどはそれぞれ差があるから、自覚症状も当然違っただろうということが考えられる。この調査は機種種の比較が中心でなく、トラクタ運転手の一般的な自覚的の症状の訴えを問題にしたわけであるが、ここでは各機種種の各症状群の平均評点を参考値として示しておこう（表 11）。

振動の自覚症状の訴えを部位別にみたのが図 5 である。部位別では前腕、上肢、手首に訴えが集中し、症状では関節痛、筋肉痛の訴えが多い。また、これらの症状のうち、筋肉痛は逐日ごとに少なくなり、それに代わって関節痛が逐日ごとに増加の傾向を示している。訴えは少ないけれどもしびれ症状が指、前腕にみられる。これらの症状はトラクタ運転時の操作レバー、ブレーキレバーの構造およびその操作方法からくる影響が現われたものといえよう。

騒音の自覚症状の訴えは図 6 のとおりで、各症状とも“少しする”、“少しなくなる”が多く訴えられ、その訴えかたも逐日ごとに増加している。特に6日めあたりから訴えが増加する傾向は注意する必要がある

ると考えられる。

② チェーンソー作業員

対象作業員 6 名, 調査延日数 192 日, 使用機種ホームライト D 770 型, 調査地…名古屋営林局小坂営林署管内 (ヒノキ普通伐木造材)

自覚症状群の訴えは身体的症状群で 20.5%, 精神的症状群で 2.4%, 神経感覚的症状群で 2.6% となっており, 身体的症状群の訴え頻度がとくに多く, 項目別にみると, 足がだるい 58.6%, 肩がこる 38.3%, 口がかわく 29.7%, 体のどこかがだるい 24.5% などが多い訴え項目である。

振動の自覚症状の訴え部位は前腕のしびれ 31% がもっとも多く, 他の部位は訴えないか, あっても

表 12. 時刻別の運転時間・運転回数 (1 人作業)

区 分 時 刻	運転回数と運転時間			時刻別の運転回数					
	運転回数	運転時間	1回あたり 運転時間	0~0.59 (分)	1.00~ 1.59 (分)	2.00~ 3.59 (分)	4.00~ 7.59 (分)	8.00~ 15.59 (分)	16.00~ (分)
6		分秒	分秒						
7	3.4	2.10	0.38	2.8	0.5	0.1			
8	21.5	22.56	1.04	15.7	3.3	1.5	0.7	0.2	0.1
9	17.9	21.33	1.12	12.5	2.9	1.3	0.8	0.3	0.1
10	25.4	27.06	1.04	17.5	4.7	2.3	0.5	0.4	
11	0.3	0.41	2.16	0.1		0.1	0.1		
12	25.4	25.12	0.59	18.5	3.5	2.4	1.0		
1	24.7	22.49	0.55	17.4	4.6	1.9	0.8		
2	17.9	17.34	0.58	13.7	2.4	0.9	0.8	0.1	
3	18.5	20.43	1.07	12.1	4.1	1.4	0.8	0.1	
4	18.5	20.18	1.06	13.1	2.7	1.4	0.9	0.1	
5									
1 日	173.5	181.02		123.7	28.7	13.3	6.4	1.2	0.2
1 時間平均	17.4	18.06	1.02	12.4	2.9	1.3	0.6	0.1	0.1

時刻別の非運転時間・回数 (1 人作業)

区 分 時 刻	非運転回数と時間			時刻別の非運転回数					
	非運転回数	非運転時間	1日あたり 非運転時間	0~0.59 (分)	1.00~ 1.59 (分)	2.00~ 3.59 (分)	4.00~ 7.59 (分)	8.00~ 15.59 (分)	16.00~ (分)
6		分秒	分秒						
7	0.6	5.49	9.42			0.1		0.5	
8	3.9	48.23	12.24	2.3	0.1	0.5	0.1		0.9
9	21.7	33.53	1.34	13.5	3.2	3.3	1.2	0.2	0.3
10	18.2	38.27	2.07	10.0	3.4	2.8	1.2		0.8
11	26.0	32.55	1.16	15.4	6.0	2.8	1.4	0.3	0.1
12	1.0	59.14	59.14						1.0
1	26.0	34.48	1.20	16.2	4.6	3.3	1.2	0.6	0.1
2	24.9	37.12	1.29	14.3	3.8	4.5	1.9	0.4	
3	18.0	42.26	2.22	10.6	3.2	2.0	1.3	0.1	0.8
4	18.8	33.49	1.48	10.3	3.4	3.3	1.3	0.1	0.4
5	19.2	34.14	1.47	11.0	3.2	2.4	2.2	0.3	0.1
6	0.9	30.16	33.38						0.9
1 日	179.2	431.26		103.6	30.9	25.0	11.8	2.5	5.4
1 時間平均	14.9	35.96	2.25	8.6	2.6	2.1	1.0	0.2	0.4

4%程度である。騒音の自覚症状は各項目の少しするのところに4~19%の訴えがあり、その中で頭痛が少しする19%、耳鳴りがする17%、食欲が少しなくなる11%などが多い訴え項目である。

チェーンソー作業員の自覚的症状、振動・騒音の自覚症状などは、作業中における振動・騒音の暴露時間に直接的に影響すると考えられる。この暴露時間の間欠状態（振動・騒音の暴露、非暴露の繰返し）を今回の調査例から求めてみると、1日の平均暴露時間は約180分（14日間の平均）で、間欠状態は表12のとおりである。1回あたり暴露、非暴露時間を平均すると、暴露1.04分、非暴露2.41分の繰返しとなっていて、1分以下の暴露は運転回数約70%である。すなわち、チェーンソー作業の振動・騒音の暴露はチェーンソー使用と手作業とが短い間隔で繰返される内容といえる。なお、この間欠時間を2人組作業（旭川営林局羽幌営林署管内、エゾ・トド普通伐木造材、1人が専門にチェーンソー使用、1人は補助者）について求めた例では、1日の平均暴露時間は約179分で、1回あたり暴露時間は1.04分、1回あたり非暴露時間は2.51分となっていて、1人組と差がなかった。

### ③ 刈払機作業員

被験者45名、調査延日数309日、使用機種…マッカー MAC-35、藤林式刈払機、調査地…秋田営林局矢島営林署管内、函館営林局余市営林署管内、札幌営林局大夕張、定山溪、夕張各営林署管内、下刈り・地ごしらえ作業。

各自覚症状の訴えは使用機種、地域性、性別によって差がみられたが、ここでは刈払機作業の総合的な訴えについて述べよう。

自覚的症状調査の各症状群の訴え頻度は身体的症状群で17.8%、精神的症状群で6.2%、神経感覚的症状群で10.0%となっており、項目別にみると身体的症状群では肩がこる42.3%、体のどこかがだるい32.1%、足がだるい27.2%が多い。肩掛け式で機械を腰のところに位置させ、両手はハンドルを握り、左右に振りながらの歩行作業であるだけに、これら症状の訴えは多くなるのが当然であろう。精神的症状群では頭がぼんやりする12.9%、神経感覚的症状群では目がつかれる24.5%が多い訴えとなっている。

振動の自覚症状部位は指、手首、前腕のしびれ、上肢、前腕の筋肉痛に訴えがみられるが、訴え頻度は少ない（0~12.0%）。騒音の自覚症状は頭痛が少しする、食欲が少しなくなる、気分が少しわるいなどに訴えがみられる（9.1~27.6%）。

チェーンソー作業と同様に、1日の暴露時間の間欠状態を調査例から求めてみると、1日の平均暴露時間は303分で、1回あたり暴露時間は6.46分、1回あたり非暴露時間は7.86分となっている。

### （3）対策および問題点

われわれはトラクタ、チェーンソー、刈払機の各作業に従事する作業員の自覚的症状調査、振動・騒音の自覚症状問題に対する回答を分析した。

総合的に、この調査結果は「機械作業に従事する作業員の余裕率算定は現行の算定式で十分適合する。しかしながら、これらの作業員は振動・騒音による神経感覚的な面、機械使用による作業スピードからくる精神的な面、あるいは重い機械をもったままの歩行作業が主であるチェーンソー、刈払機作業の作業動作やトラクタの運転動作からくる身体的な面など、それぞれの症状に訴えが多く、このことは機械作業の影響を少なからず受けている」ことを示したといえよう。

トラクタ運転手の場合、前述したように、自覚的症状調査からは精神的、神経感覚的症状が4~5日めになると回復されないまま蓄積されていくこと、騒音の自覚症状調査からは各症状とも6日めあたりから

訴えが増加する傾向にあること、振動の自覚症状調査からは筋肉痛は逐日ごとに訴えが少なくなるが、関節痛の訴えは逐日ごとに増加の傾向を示すこと、などが明らかにされた。これらのことは「トラクタ運転手の連続乗車日数は、運転手の疲労と作業の安全面から、6～7日めが一応注意しなければならない日数である」ことを意味すると考えられる。したがって、乗車日数は4～5日乗車、1日下車という組合せを考へることが、疲労症状の回復のために望ましいのではないかと推測される。

チェーンソー、刈払機作業員の場合は自覚的症状調査によって作業動作からくる身体的症状群の訴えが多いこと、振動の自覚症状調査によって、前腕のしびれ症状が訴えられていること、などが明らかにされた。また、振動・騒音の暴露の間欠状態は1回あたり平均して、チェーンソーで1.04分暴露、2.41分の非暴露の繰り返し、刈払機で6.46分暴露、7.86分非暴露の繰り返しであることが調査例からわかった。しかし、この暴露時間の間欠状態と各自覚症状との因果関係は、明らかにすることができなかった。

以上、今回の調査のうち、余裕率算定式の適合性については現行の機械作業にもよくあてはまるという結論になった。振動・騒音の自覚症状調査は、振動機械従事者の実態把握という点にとどまった。

したがって、今後は振動・騒音の暴露と自覚症状との因果関係を労働衛生の面から明らかにするため、特に振動・騒音の大きさを測定し、解析しなければならないと考へる。そして、そのなかから機械化作業の労働環境面の改善策を考へる必要があろう。

現在は、これらの対策が明らかにされないまま振動機械を使用しているが、振動・騒音の防止対策が具体的に明らかにされるまで、作業員は定期的な生理機能検査などによって、積極的に保護されるべきであらう。

#### 4. 昭和 40 年度

##### A. 振動障害に対する作業基準に関する研究 (資料 No. 8~17)

###### (1) 研究目標と内容

最近、小型可搬式林業機械、とくにチェーンソーを使用する作業員に振動障害の現象があらわれ、各方面で問題視されはじめた。それに対処するために、林野庁は庁内にレイノー現象対策委員会を発足させ、具体的対策の検討を行なった。林業試験場の米田、辻は研究推進の企画樹立の委員として、この対策委員会に参画した。

一方、これらの機械を使用する作業員ならびにすでに振動障害にかかっている作業員に対する医学的な診断法、治療法、健康管理基準および作業管理基準を樹立する必要性に迫られ、昭和40年度に、人事院と林野庁は科学技術庁の特別研究促進調整費で「林業機械の振動障害に関する特別研究」を実施した。本研究はこの特別研究の一部門として作業研究室が担当したものである。

チェーンソーは急峻な山岳地において、1人の人間が携帯して作業を行なう機械であるため、何よりも1人の人間が持ち運んで容易に作業ができる程度の軽量さと、数10cmにおよぶ木材を鋸断するに必要な出力が要求される。このような条件を満たすために、チェーンソーは小型軽量で、かつ高馬力で作られていて、機械工学的にみれば最高度の技術を駆使して作られた機械である。そのため、機械の振動・騒音を防止する手段も、機械の重量の制限から、きわめて簡易なものを備えるか、あるいは全くその配慮に欠けているものが多く、したがって、振動・騒音の防止という根本的改良を加えるには著しく困難である。

このような機械を実用に供する場合は、当然振動・騒音の人体への影響が考へられるべきであつたので

あるが、チェーンソーがわが国に普及してから日なお浅く、障害者の発生がまれであったこと、わが国よりもチェーンソーの使用に長い経験を持つ欧米諸国においては、ほとんどこの種の報告を見なかったことなどのため、チェーンソーの振動・騒音はあまり問題にされていなかったことは確かである。わずかに、現在までの振動・騒音の調査例は、われわれが行なったアンケート調査による自覚症状調査の数例があるだけである。

機械の振動による障害の事例はチェーンソー以外にも、いわゆる振動工具と称されているさく岩機、鉋打機などを使用する作業員に比較的早くから発生していることが知られていたが、その病理あるいは治療法は医学面でも不明であり、有害振動の範囲やその暴露許容時間の限界も明確にされていない。

以上のような条件下において、作業方法の改善によって振動障害を防止もしくは軽減しようとしても、それにはおのずから限界がある。しかし、われわれは、現在ほとんど解明が進んでいないチェーンソー作業の実態を明らかにすることが、医学的研究の基礎資料を提供するうえに、あるいは今後の振動防止対策を含めた作業基準確立のために必要な事項と考え、以下に述べるような調査を行なった。

国有林現場におけるチェーンソーの使用実態を、北海道から九州までの各営林局（函館、東京、前橋営林局は除く）の22営林署管内で、次のような内容の調査を行なった。被験者は各署2名である。

1) 機械整備…チェーンソー取扱要領に定められている整備項目について、その整備状態を5点評価法で評点する。

2) 目立ての良否…使用中のソーチェーンについて、チェーンの切刃を1枚1枚接写し、引き伸ばした写真上から上刃目立角、横刃目立角、デプス量、刃の長さを計測し、各切刃因子のそろい、不ぞろいから目立ての良否を判定する。

3) 振動測定…使用中のチェーン（接写したソーチェーン）で玉切りを行ない、その時のエンジン回転数はエンジンタコメーター（ソニー製 JM-1 型）で、振動は手持振動計（明石製作所製 ACV 型）を用い、チェーンソーのフレームハンドルおよびグリップハンドル部で上下方向、水平方向の2方向を測定する。この場合、測定点は各ハンドルを握っている手にもっとも近いところとした。

4) 鋸断時間…樹種、鋸断面径、鋸断時間。

5) 動作分析…玉切鋸断中の動作を16 m/m フィルムに撮影し、身体各部の動きを中心に動作分析を行なう。

6) ソーチェーンの張り…バー長の中心をスプリングバランスで10 kgの力でもってソーチェーンを引き上げ、その時のサイドリンクの下端とバーの上端との距離を測定する。

## (2) 研究結果の概要

### 1) 機械の整備

チェーンソーはほとんどが作業員ごとに専用機がきまっており、整備や目立ては個人の責任で行なわれる。国有林においてはチェーンソー取扱要領の中で、次の整備項目を決めている。すなわち

1. 鋸くず、油による外部の汚れ
2. ネジのゆるみ、紛失
3. 配線のいたみ
4. 部品のいたみ
5. エアクリーナの汚れ、いたみ

6. スパークプラグの汚れ
7. ギヤオイル, グリースの量, 汚れ
8. チェーンオイルの働き
9. ガバナーのいたみ, 働き
10. ブレードの汚れ, いたみ
11. ソーチェーンの汚れ, いたみ
12. ソーチェーンの目立て
13. シリンダフィンの汚れ, いたみ
14. 冷却ファンの汚れ, いたみ
15. ファンハウジングの汚れ, いたみ
16. スターターのいたみ, 働き
17. クラッチの働き
18. スプロケットホイールのいたみ
19. スパークプラグの間げき
20. ブレーカーポイントの間げき

以上の 20 項目であるが, われわれはこれらの項目の整備状況がどの程度になされているか, 5 段階に分けて評価した。各評点は評定人の主観によるかたよりが考えられるので, 統計処理によって修正を加えた。

その結果を要約するとつぎのとおりである。

- ① 5 点評価法で評点した整備状況の全国平均値は 3.3 で, その範囲は 4.5~2.1 となっていて, 整備の良否には開きが大きい。
- ② 地域別でみると東北→四国→九州→中部→北海道の順に悪くなっていた。
- ③ 経験年数あるいは年齢と整備の関係は図 7 のとおりで, 経年, 年齢が増加するにつれて整備状況が悪くなる傾向を示した。
- ④ 技能上と技能下の作業員間においては, 整備の良否に差が認められなかった。

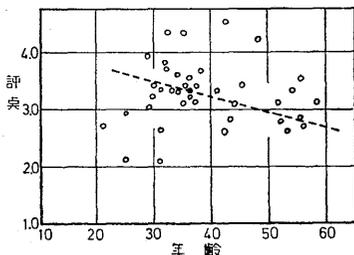
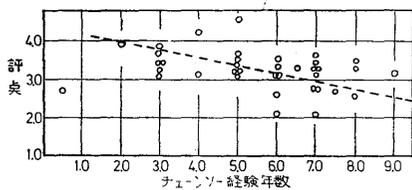


図 7. 経験年数・年齢と整備評点

⑤ 整備 20 項目の優劣判定をみると表 13 のとおりで, 評点の悪い項目は鋸断能率に關係する“ソーチェーンの汚れ, いたみ”, “ソーチェーンの目立て”, およびエンジンの回転ムラを生ずる“プラグの間げき”, “プラグの汚れ”などどで, 切削機械としてもっとも大切なソーチェーンの保守が悪い。

2) ソーチェーンの目立て

チェーンの目立ては表 14 のように基準がつくられているが, 目立て良否の判定は横刃目立角 90 度, 上刃目立角 35 度, デブス量 0.76 mm を標準とした。

④ 上刃目立角の実態は最高 46 度, 最低 12 度のものがあり, 左右の同一側での不ぞろい, 左右片側での不ぞろいなど, 総体的に不ぞろいが目立ち, 44 例中で基準に

表 13. 整備項目の順位

層別	整備項目	評点	層別	整備項目	評点	層別	整備項目	評点
優	8 チェーンオイル	4.0	中	9 ガバナ	3.3	劣	1 外部の汚れ	3.0
	17 クラッチ	3.8		13 フィンの汚れ	3.3		5 エアクリーナ	3.0
	15 ファンハウジング	3.6		4 部品のいたみ	3.3		19 プラグ間際	2.8
	3 配線のいたみ	3.5		20 ポイント	3.3		11 チェーンの汚れいたみ	2.8
	16 スターター	3.5		10 ブレードの汚れ	3.2		12 チェーンの目立	2.8
	14 ファンの汚れ	3.4		7 ギヤオイル	3.1		6 プラグの汚れ	2.7
	2 ネジのゆるみ	3.4		18 スプロケット	3.1			

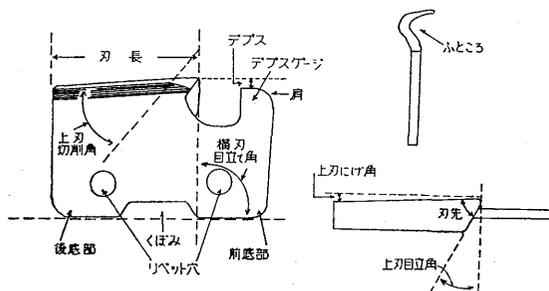
表 14. 目立ての基準

1. 良い目立てとは、次の条件を備えたものをいう。
  - (1) 上刃目立て角、上刃切削角、横刃目立て角を全部一定にそろえる。
  - (2) 刃長を全部一定にそろえる。
  - (3) デプスを全部一定にそろえる。
  - (4) デプス・ゲージの肩部に丸味をつける。
  - (5) ドライプリングの足を鋭角にする。
2. 上刃目立て角の基準は次のとおりである。  
針葉樹 40°~35° 広葉樹 35°~30°
3. 横刃目立て角は、カッター底部に対して 90°を基準とする。
4. 上刃切削角は 60°を基準とする。

カッター各部の目立て角度は上記を標準とするが、チェーンの種類、あるいは対象とする木の硬さに応じて、厳密にいうと次表のようになる。

カッターの角度と寸法

		針葉樹	広葉樹	備 考
横刃目立て角度	チェーンピッチ 0.404"	90°	90°	標準
	チェーンピッチ 3/8"	85°	85°	標準
	厳冬期	—	92°	切断の食込み量をより少なくする
	樹木含水率の多いとき	86°	—	切断の食込み量をより大きくする
上刃目立て角度		35° 40~35°	35° 35~30°	標準 刃の材料に関係し、対象となる材の硬さに関係する
デプス量	チェーンピッチ 0.404"	0.76mm	0.76mm	標準
	チェーンピッチ 3/8"	0.64	0.64	
		0.8~1.3	0.6~1.0	回転数と材の組織に関係する



近く、比較的そろっていたソーチェーンは 2 例にすぎない。

② デプス量は最大 2.1 mm, 最小 0.42 mm で, 1 本のソーチェーンの中で不ぞろいがはなはだしい。

③ 刃の長さ, 横刃目立角についても, 上と同じ傾向を示した。

④ 切刃諸元のそろい, 不ぞろいを表わす標準偏差からみれば, 上刃目立角, デプス量, 刃の長さのいずれかがそろっていれば, 他の因子もそろっている傾向にあった。

⑤ 災害歴のない人, および事業所主任の判定による技能上の人は一般的に切刃の不ぞろいが少ない傾向を示した。

### 3) 振動測定

チェーンソーの機械的な振動の大部分はエンジンの回転によって生ずる振動, チェーンソー自体の剛性から起きる振動, ソーチェーンの駆動によって生ずる振動などである。そして, 木材を鋸断する場合は, 上に述べた振動のほかに, 木材を切削することによって生ずる振動も加わる。また, そのほかに, この木材を鋸断する時はソーチェーンの目立ての良否, チェーンソーを材に押しつける圧着力, あるいは機械の重量, バーの長さなどによって影響をうける振動も付加される。

いずれにしても, チェーンソーのハンドル部の振動はこれらの振動が 1 つのエネルギーとしてハンドル部に現われたものといえる。したがって, 人間側からみれば, これらの振動がハンドル部を通して, チェーンソーを操作する人間の手腕系に伝わる振動なのである。

BAILEY<sup>2)</sup> は「チェーンソーの振動はチェーンソー本体の機械的な振動に加えて, チェーンのカッターからくる周期的切断により起こる振動勢力によって発生する。普通の状態では, チェーンがよくみがかれていれば, チェーンのカッターからくる振動は不安でない。しかしながら, 切れ味の悪いカッターあるいは凍結した木材の場合は, その概念をかなり変える。鋭い間欠的な高周波の力はオペレーターに不快であり, チェーンに過度の負担をかける結果をもたらす」と述べている。

以上の事がらから, 目立ては振動に大きな影響を及ぼす因子と考えられるから, 作業面からみた防振対策としては, まず目立ての万全を期すことがあげられる。その意味において, われわれはソーチェーンの切刃因子, バー長, 重量, ソーチェーンの張りなどが振動にどのように影響しているかを検討した。

チェーンソーはその構造上, ピストンの往復運動が垂直方向と水平方向に作動する 2 つの型がある。そして, この 2 つの型によって, フレームハンドル部に現われる振動の大きさはピストンの作動方向で異なる。われわれが供試したチェーンソーはピストンが水平方向に作動する型である。

なお, チェーンソーのような振動は, 精密な振動測定器と分析器によって周波数解析しなければならない。そのため, 現在この解析装置は購入手続中である。したがって, 今回の調査にあたって, われわれは手持振動計を用いて振動を測定した。

#### ① 切刃因子と振動

玉切り鋸断中のフレームハンドルの上下方向の振動についてみると, 上刃目立角の角度が大きくなると振動加速度は小さくなる傾向にある。また, 角度の不ぞろいを現わす標準偏差が大きいものほど, 振動加速度は大きくなっている。デプス量についてみると, デプス量が大きくなるほど振動加速度は小さくなっており, デプス量が不ぞろいなソーチェーンほど振動加速度が大きい傾向にある。横刃目立角についてみると, 目立角が大きいほど振動加速度は大きくなる (図 8)。そして, 角度が不ぞろいなほど, 振動加速度は大きくなっている。いずれにしても, 切刃因子の不ぞろいが振動加速度に影響を与えていることが明

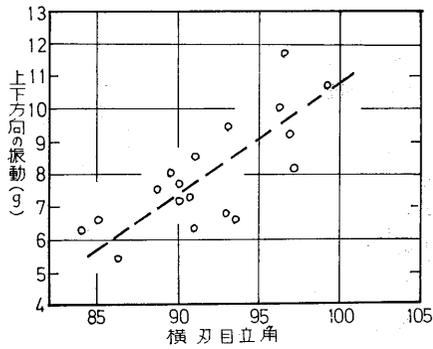


図 8. 横刃目立角と上下方向の振動  
—ハンドルフレーム部—

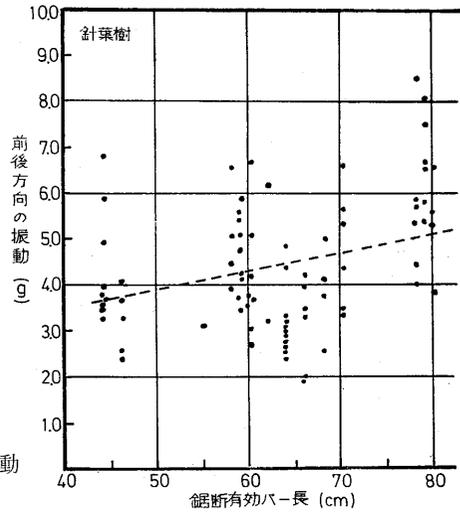


図 9. バー長と前後方向の振動  
—フレームハンドル部—

らかになった。上下方向の振動は主に上刃目立角、横刃目立角に関係があり、前後方向の振動について同じように検討したところ、やはり不ぞろいなソーチェーンほど振動が大きくなる傾向を示し特に刃の長さやデプス量に関係があるようにみられた。

② バー長、重量と振動

玉切り鋸断中のフレームハンドル部における振動を、バー長と重量に対比してみたところ、上下方向の振動加速度は、両者と関係が明らかでなく、前後方向のそれは両者と正の関係にあり、バー長が長くなると、振動加速度は大きくなる傾向を示した（図9）。当然のことながら、バー長が長くなると、ソーチェーンを駆動する馬力が必要となるので、それだけチェーンソーも高馬力となり、また、重量も重くなるから、振動加速度は大きくなることを示したといえよう。

③ ソーチェーン張り率、バー率と振動

ソーチェーンの張りはバー長に対して、バー長は対象林分の鋸断径に対して、それぞれ最適な値があると考えられるが、現状は必ずしも一定していないようである。ソーチェーンの張りやバー長が異なると、切刃に加わる力が変化し、振動にも影響を与えるだろうと考え、張り率（ソーチェーンの張り／バー長…前述の調査内容6）参照）とバー率（対象林分鋸断径／バー長）を求め、これらとフレームハンドル部の振動を対比してみた。ソーチェーンの張り率は上下方向の振動加速度と正の関係で、前後方向のそれとは負の関係にあり、バー率は前後方向の振動加速度と正の関係を示した。

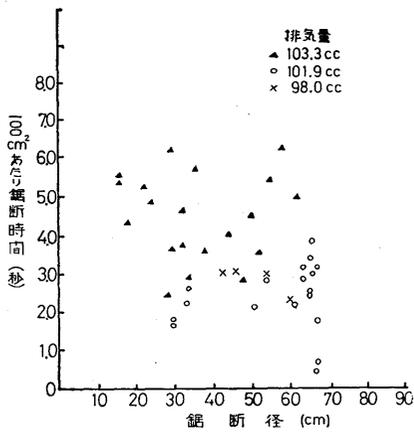
4) 鋸断時間

チェーンソーの鋸断能率は馬力（排気量）による影響が大きいかもしれないが、機械整備および目立技術、あるいは作業員の技能なども能率に影響することは考えられることである。これらのことについて、実態調査資料から検討を加えた。

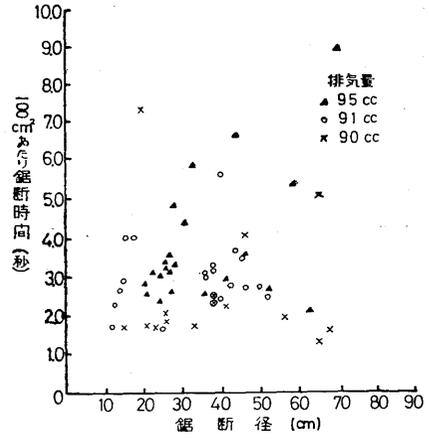
① 排気量別の鋸断能率

実際に玉切りした鋸断径と 100 cm<sup>2</sup> あたり鋸断時間を、チェーンソーの排気量別に分けてみると図 10 (1)～(4)のとおりで、いずれの図をみてもバラツキが大きく、一定の傾向をつかむことはできなかった。

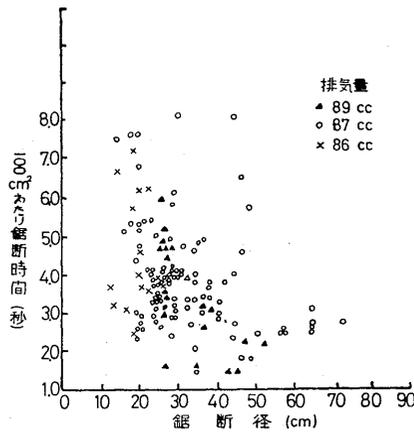
② 技能差と鋸断能率



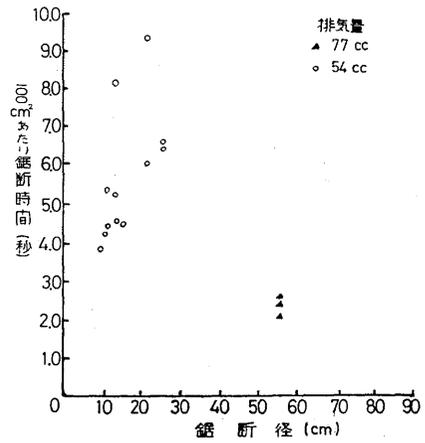
(1)



(2)



(3)



(4)

図 10. 排気量別に見た鋸断径と 100 cm<sup>2</sup> あたり鋸断時間

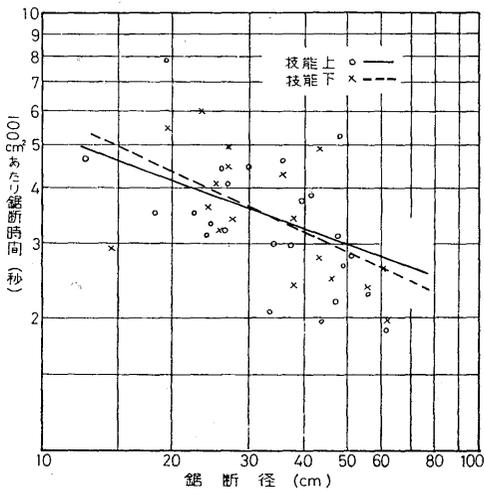


図 11. 鋸断径と 100 cm<sup>2</sup> あたり鋸断時間  
(個人単位の技能上・下別)

表 15. 整備評点，能率および目立て状態

整備評点 グループ	1,000 cm <sup>2</sup> あたり 鋸 断 時 間		比 B/A		切 刃 因 子			
	新しいチェーン (A)	常用チェーン (B)			上刃目立角	刃の長さ	デブス量	横刃目立角
2.6~2.9	秒 3.07	秒 3.20	1.04	平均値 標準偏差	度 31.7 7.97	mm 9.72 2.04	mm 1.30 0.54	度 94.7 6.93
3.0~3.3	3.53	3.26	0.92	平均値 標準偏差	25.5 7.39	8.29 3.61	1.04 0.29	93.8 4.66
3.4~3.9	5.30	3.23	0.61	平均値 標準偏差	31.6 9.69	9.25 0.92	0.87 0.24	87.6 4.17
3.6			0.32	平均値 標準偏差	38.8 5.74	10.09 0.26	0.77 0.19	90.7 1.95

事業所主任の判定による作業員の技能上，下に応じた，鋸断径と100 cm<sup>2</sup>あたり鋸断時間の関係は図11のとおりで，統計処理によってこの技能差を検定したところ，技能上，下による時間差は認められなかった。

### ③ 目立て，機械整備と鋸断能率

上述したように，排気量別，技能別にみた鋸断能率は一定の関係が認められなかった。そこで，角度をかえて，目立て技術の優劣と整備評点は鋸断能率に関連がないかどうか検討してみた。

鋸断時間は鋸断径に応じて変化するから，新しいソーチェーンと常用ソーチェーン（調査内容2）の被験ソーチェーン）を使った場合の鋸断時間について，上記②の技能差の検定で求められた回帰式を用い，鋸断径40 cmとしたときの100 cm<sup>2</sup>あたり修正鋸断時間を，各作業員ごとに算出し，この数値から新品，常用ソーチェーンの能率の比を求めた。

次に，整備評点（調査内容1）で求められた値をグループに分け，それに依じて，上で求めた能率の比，および目立て状態を対比する（表15）ことによって，機械整備と目立て状態が鋸断能率に及ぼす影響をみることができる。

この表から，整備評点の高いグループは，①切刃因子の標準偏差が小さく，よくそろった目立てをしていること，②新しいソーチェーンと常用ソーチェーンを使った時の能率の比は小さく，鋸断能率が良いこと，などが明らかにされた。なお，整備評点の高いグループから，目立てがよくそろっている作業員の例を表の最下段に載せてある。この例からみても，目立てがよくそろって，整備も正しくやれば，鋸断能率は向上するといえよう。したがって，鋸断能率は種々の因子によって変化するだろうが，ここでとりあげた点からみれば，目立てと整備の良否は能率に影響することが大きいといえる。

### 5) 動作分析

作業動作を分析するに当たっては，分析対象がなんであるかによって，その測定方法も異なってくる。分析手法には目視法と測定器具による場合がある。目視法は通常作業をしている現場で，作業動作を目で観察する方法であり，後者の場合は器具を用いて行なう方法で，その測定方法は写真機を使用するサイクルグラフ，ストロボを使用するストロボ写真，微速度撮影機を使用するメモーション，あるいは高速度撮影機を使用するハイスピード法などがある。今回撮影はベルハウエル 16 m/m 撮影機を使用し，分析はフィルムーションアナライザー（F-106，大沢商会製）を用いた。

チェーンソーによる作業は立位か歩行をとまなう姿勢がほとんどで、なおかつ重量のあるチェーンソーを持った姿勢である。また、作業内容は林地の複雑な自然条件に左右される作業であるから、その作業動作の実態は、いろいろ複雑な面をもっている。したがって、今年度は比較的解析可能な玉切り動作を対象に、その実態把握を中心に分析を進め、若干の人間工学的検討を行なった。

チェーンソー作業のような動作分析を行なう場合、人間工学的な点検や改善のポイントに対する注意事項としては、一般に次のことがあげられる。

- イ) 機械はできるだけ体軸に近くもつこと
- ロ) 左右ほぼ同じ重量に配分して保持する
- ハ) 負担の少ない運搬方法を採用する
- ニ) 無理な姿勢による筋肉の負担をなくす
- ホ) 作業点と生体の関係、とくに作業点の高さ、作業点と身体との距離を調節する
- ヘ) 必要最少限度の筋肉にとどめる。大きな筋力を必要としない作業方法にする

以上の事項はそれぞれ関連し合うものであるが、今回はイ)、ホ)の関係を中心に、その実態を明らかにしようと試みた。

被験者 44 名の玉切り動作について、切りはじめ位置から切りおわり位置まで、フィルム上で 100 コマおきに測定することに決め、測定点はチェーンソーを保持する上肢支え角(右手, 右肘, 左手, 左肘)と体位角(全身, 上半身, 左上腕)にした。このように、測定された各部位の角度の発生比率をまとめたのが表 16 である。なお、測定位置の略図は表の下に示すとおりである。

上肢支え角をみると、右肘の角度は 125~160 度が多く、右手(グリップハンドルの握り)の角度は 110~130 度に頻度が高い。左肘の角度は真直ぐに伸ばした状態の 180 度が多く、左(フレームハンドルの握り)の角度は 130~140 度が多くなっている。

体位角は全身が 175 度前後、上半身が 0 度(直立)か 40 度前屈の姿勢が多くなっている。また、左上腕は体軸より 35 度前後、60 度前後、90 度前後になっているのが多い。

以上のように、測定された各部位の角度は幅広くなっているが、これは作業点、すなわち丸太鋸断箇所の高さがまちまちであり、また鋸断中においてその高さが変化していくこと、さらには屋外作業である林業現場の、複雑な条件下での作業姿勢の実態を物語っているといえよう。

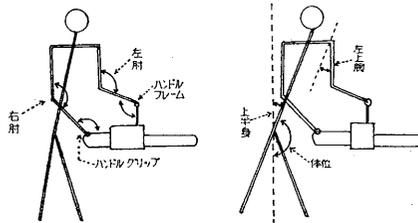
それでは、実際に玉切鋸断中の身体各部が、どのような移動をするのかみてみよう。鋸断中における頭頂、左右の肩峰点、左右の肘、左右の握りの各点について、5 秒ごとの移動点を示したのが図 12(1)~(2) である。図 12(1) は技能上、図 12(2) は技能下の作業員の例である。

鋸断面高の位置が違くと身体の動きも異なってくるから、ほぼ同じ高さから鋸断した技能上下の差によってみようとしたのが上の図である。両者の移動軌跡は違い、技能下の者は動きの量が多い。技能下の者は鋸断位置から遠くに位置するようになり、かつ機械を体軸から離れた状態で持つため、俗にいう腰を入れない姿勢となっている。したがって、前述のチェックポイントの“機械はできるだけ体軸に近くもつこと”にならず、体位は深くなり、身体の動きも多くなるのである。また、移動軌跡をみると、技能上の者は各点の軌跡のバランスがとれているのに比べて、技能下の者の軌跡はアンバランスとなっていることがわかる。

### (3) 対策および問題点

表 16. 玉切作業における身体各部の角度の分布（％）

角 度	右 肘	ハンドル グリップ	左 肘	ハンドル フレーム	体 位	上半身	左上腕
0						18.80	4.83
5						4.59	0.96
10						1.83	1.45
15						4.13	1.93
20						7.80	3.39
25						2.75	1.44
30						9.64	6.77
35						5.50	5.31
40						12.84	9.18
45						3.22	4.35
50						5.50	5.31
55	1.14					1.38	1.93
60						4.58	7.25
65	2.30					1.38	2.90
70	1.15					4.13	9.18
75	2.30					0.92	1.93
80		0.61		1.96		4.58	4.35
85		0.61		0.39		1.84	1.93
90	6.90	3.07	0.88	4.70	0.91	4.59	10.15
95	3.45	2.45		1.57	0.91		2.41
100	2.30	3.68		2.36	0.91		3.87
105	6.89	4.91	0.88	1.96			0.48
110	5.75	17.79		5.88	1.84		2.90
115	4.60	8.59		1.96	1.84		2.90
120	3.44	20.25	2.65	7.84	0.91		0.96
125	8.05	3.68		5.49	4.59		
130	5.75	11.66	1.77	13.34	2.75		1.94
135	6.89	3.68	3.54	10.58	5.51		
140	8.05	6.13	1.77	20.79	4.59		
145	6.90	0.62	4.42	4.31	8.26		
150	4.59	3.68	3.54	6.67	4.59		
155	4.60	1.84	1.77	2.35	8.26		
160	5.75	1.84	2.66	8.92	7.34		
165	3.45	1.22	1.77	1.57	7.34		
170	3.45	1.23	10.62	0.79	11.01		
175	1.15		7.08	0.78	11.93		
180	1.15	2.46	56.65	0.79	10.09		
185					3.67		
190					2.75		
測定例	163		255			218	207



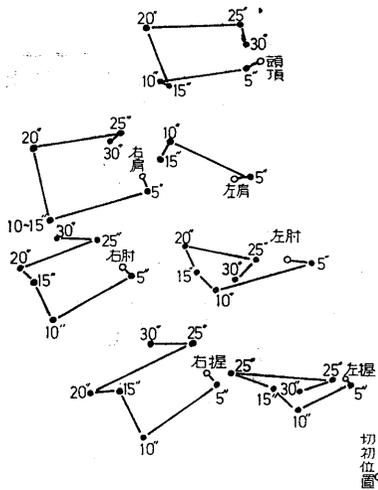


図 12-1 (1) 玉切鋸断時における身体各点の移動軌跡 (技能上)

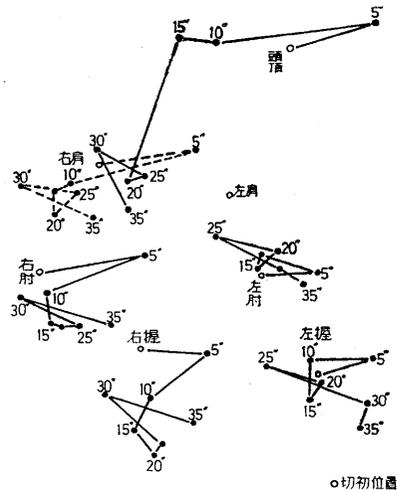


図 12-1 (2) 玉切鋸断時における身体各点の移動軌跡 (技能下)

われわれは、レイノ現象の防止対策のための作業基準の作成という大きな課題をあずけられ、この種の調査として定式的な調査方法もみあたらないまま、いままでの経験から実態を明らかにすることが先決であると考え、上記のような調査を行なった。もちろん、実験室的な調査測定も必要であったことは当然であるが、早急な対策の提示が求められ、時間的な余裕もないまま調査を実施したわけで、内容にも不備な点が残ったことも事実である。したがって、この内容はあくまでも実態調査からの分析を主体に考察した提案である。

1) 機械整備と目立て

チェーンソーの整備や目立ての良否は振動に大きく影響していることがわかった。とくに、現状の目立状況から考えて、目立ては基準値にあわせることも必要であるが、まず左右両方の不ぞろいをなくすように心がけることが大切である。その意味において、整備の不良、目立ての不ぞろいなどによって生ずる振動負荷の増大と鋸断能率の低下を解消するために、あらためてチェーンソー整備要領、ソーチェーン目立要領を作成し、現場教育訓練の教材とし、使用面からの振動防止対策に供した。

2) バー長の基準

伐採対象地の平均胸高直径に比べて長すぎるバーの使用は、チェーンソー操作時のバランスを悪くし、かつ、重量も重くなるため、作業能率や疲労および人体への振動負荷などの面から、かんばしいことではない。この点から、バー長はどのくらいが適正なのか、現在使用されているバー長と鋸断能率、振動、労働負担との関係を検討し、この問題を提案しよう。

① バー長の実態

今回の調査から、各被験者が使用していたバー長をチェーンソーの排気量別にみたのが表 17 で、排気量が少ないとバー長も短い傾向にあるのは当然のことであるが、87 cc クラスでは 40~70 cm の範囲に広がっている。

② バー長と対象林分

これらのバー長がどのような林分において使用されているかは図 13 に示すとおりで、図中の破線が平均

表 17. 排気量別にみたバー長

排気量 cc	バー長					機 種
	40cm級 (40~49)	50cm級 (52~59)	60cm級 (60~68)	70cm級 (70~79)	80cm級 (80)	
103.3	1		3			MAC. 740(4)
101.1			3			Ho. C-91(3)
98			1	1		MAC. 1-76(2)
95			4			Ho. 770D(4)
91		1	1		1	Ho. C-71(3)
90		2	1			MAC. 450(3)
89	3	3				Ra. C151E(4) Ra. C151D(2)
87	4	2	5	4		MAC. 1-71(1), 1-72(5), 1-28(2) 1-53(1), 380(4), 300(2)
86	1					MAC. 1-52(1)
77		2				Ho. C-51(1) Ho. zip(1)
54	2					Ho. XL-12(1) MAC. 2-10(1)

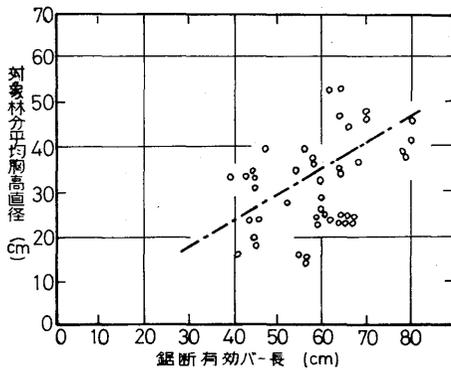


図 13. 対象林分平均胸高直径と鋸断有効バー長の関係

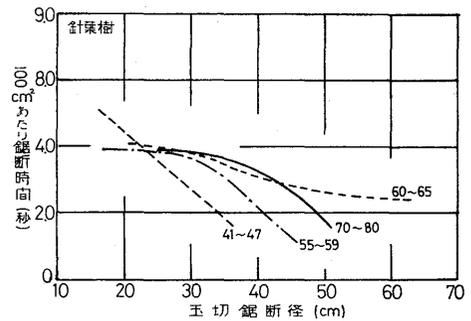


図 14. バー長のグループ別にみた鋸断能率

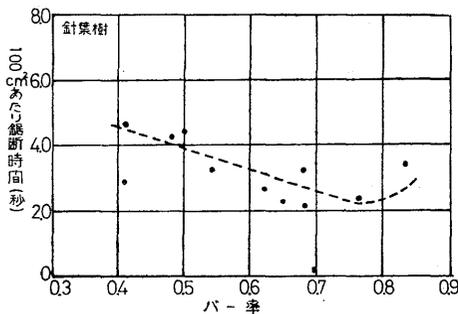


図 15. 排気量 87 cc チェーンソーのバー率と能率

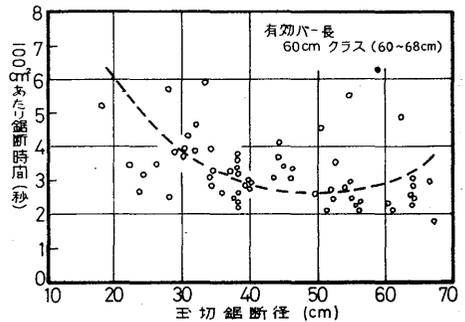


図 16. バー長 60 cm クラスの鋸断能率

値で、対象地の平均胸高直径に対して長すぎるバーを使用していることがわかる。ここで、平均胸高直径 (A) に対するバー長 (B) の割合、すなわちバー率 (A/B) を求めると 0.39~0.85 で、平均 0.60 となり、これが破線を示す。このことはバー長の 60% の径級しか切っていないということである。

③ バー長と能率

バー長によって能率に差があるかどうか、針葉樹の例についてみたのが図 14 で、チェーンソーの排気量に関係なく、バー長のグループ別に鋸断径と 100 cm<sup>2</sup> あたり鋸断時間を示したものである。これは資料数も少なく数値的にあわせないので、1つの傾向を示すにすぎないが、全般的にみて同一鋸断径に対しては、バー長の短いほど能率のよいことが理解できよう。

次に、同じ排気量をもつチェーンソーで、バーの長さによって能率がどのように違うだろうか。表 17 の中から 87 cc クラスについてバー率を求め、能率との関係をみたのが図 15 で、あきらかに、対象林分の胸高直径に対するバー長の比が大きい方、すなわち胸高直径に近いバーを使用している方が能率もよいといえる。

また、あるクラスのバー長で鋸断したときの鋸断径に対する能率についてみた例が図 16 で、バー長の 80% 前後の径級がもっとも能率がよいといえよう。前図とあわせてみても、バー長と能率との関係がはっきり理解できる。

④ バー長と振動

表 18. 重量の違いによる消費カロリーの増加

作業時間		重量(kg)	11.1	12.1	12.4	12.9	14.2
		分 秒	cal	cal	cal	cal	cal
伐	倒	44.40	103.1	126.5	128.7	145.0	175.1
玉	切	81.48	187.5	230.1	234.2	264.0	318.1
枝	切	49.35	114.3	140.4	142.8	160.9	194.4
計		176.03	404.9	497.0	505.7	569.9	688.2
増	加		100	122.7	124.7	140.8	170.0
率							

表 19. 平均胸高直径に対する切断径の大小別の比率

調査地	樹種	樹齡	標準地 面積 ha	立木 本数	立木 材積 m <sup>3</sup>	平均胸 高直径 cm	胸高直 径範囲 cm	平均 樹高 m	全鋸断数		平均胸高 直径より			
											大	小		
例 I	スギ 造	50	0.3732	240 (643)	(700.1)	34.2	16~54	23.3	伐	倒	240	170	70	
									造	材	1217	26	1191	
											計	1457	196	1261
例 II	スギ 造	55	0.4047	259 (640)	(669.0)	34.8	20~56	21.8	伐	倒	259	190	69	
									造	材	1193	24	1169	
											計	1452	214	1238
例 III	ツガ 天	—	0.6304	147		40.6	8~92	24.4	伐	倒	147	90	57	
									造	材	701	78	623	
											計	848	168	680
例 IV	エゾ トド 天	100 30~300	1.0000	544		24.8	12~82	18.2	伐	倒	544	255	289	
									造	材	1903	254	1649	
											計	2447	509	1938

注) 調査地の胸高直径別本数、樹高は林試測定研究室の資料による。( ) は ha あたりの本数、材積。

バー長と振動の関係は前述したとおりで、バー長が長くなると、それにつくチェーンも長くなり、またチェーンソーの馬力も高馬力となり、総体的に重量が重くなるから、振動はそれにともなって大きくなる（図9参照）。

⑤ 労働負担からの検討

労働負担の面からみると、重量が重くなるにともない、作業時の R.M.R. 値は高くなる。そして、エネルギー消費量は表 18 に示すとおり、11 kg を基準にした場合（今回の調査機でいちばん軽量なもの）、13 kg をこえるとその増加も顕著になり、3 kg も重くなると約 70% も消費エネルギーが増加することになる。

以上のことから、対象林分の径級に合っていないバー長やチェーンソーを使用することは労働負担、振動負荷、鋸断能率、さらには安全の面などから不利であることがはっきりといえる。

これらのことを解消するために、バー長は対象林分に対してどの程度が適当なのか、その選定が問題になるであろう。そのためには対象林分から伐倒、造材される資材の径級分布を知る必要がある。1つの目安として、平均胸高直径に対応させたバー長で伐倒、造材したとき、そのバー長より長い径級を鋸断しなければならない比率の一例を毎木調査資料を用いて算出してみた（表 19）。

バー長の決定にあたって問題なのは、林分の平均胸高直径より大きい径級の鋸断数であるが、表からみて、平均胸高直径より大きい径級を切る割合は、造林木において全鋸断数の 14% 前後、天然木では 20% 前後であり、両者を通して大きい径級は鋸断数の 20% にすぎない。現実の作業において、バー長の 2 倍の径級は作業の技術で鋸断可能であるから、バー長の 2 倍、すなわち平均胸高直径の 2 倍をこえる数を求めてみたが、造林木では全くなく、天然木においては造材がゼロで、伐倒で約 5% の数であった。

使用されているチェーンソーに装着される標準バーは決まっているが、バー長は「対象林分の平均胸高直径とほぼ同じ有効バー長を使用すること、長くても胸高直径の 1.2 倍の長さで十分である」といえよう。したがって、チェーンソーの導入や更新にあたっては、チェーンソーの馬力にだけ目を向けず、上述のことを勘案しながら、対象林分に応じたチェーンソーとバー長を合理的に選定すべきであろう。

3) ソーチェーンの張り方

ソーチェーンの張り方は適正な張りがあると考えられる。実際にはばく然としたもので、その張り方もいろいろといわれている。

ソーチェーンの張りについては、前述した要領（調査内容 6）で測定した。ソーチェーンの張り率（ソーチェーンの張り/有効バー長）と振動の関係は前述したように、ハンドルフレーム部の振動は上下方向で張り率と正、前後方向で張り率と負の関係にあり、この相関は 95% の信頼度で有意性が認められた。このことから、両者の回帰式を同一図面にあらわし、回帰式の交差した点の張り率をみると 0.0285 となり、これが適性な張り率であろうと判断した（図 17）。その考えは「手に伝わる振動は、振動の方向性に関係なく、その大きさが問題である。交差した点は両方向の振動を最低にするところで、これ以上でも、これ以下でも、どちらかの振動が大きくなる」という理由によるものである。

現場においては、測定要領に示した方法で、間げきが有効バー長に 0.0285 を乗じた値になるように張れば、適正な張りとなる。したがって、今後、その

比 率	
大 %	小 %
70.84	29.16
2.14	97.86
13.45	86.55
73.36	26.64
2.00	98.00
14.74	85.26
61.23	38.77
11.13	88.87
19.82	80.18
46.87	53.13
13.35	86.65
20.80	79.20

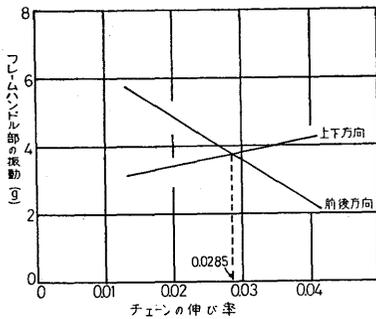


図 17. チェーンの伸び率と振動  
—フレームハンドル部における—

ように指導されるよう期待したい。

今年度の実態調査から、振動障害防止の具体的な作業基準は上記の3項目があげられる。しかしながら、チェーンソーの振動にかかわる問題は各要因が複雑にからみあっているから、その解決はむずかしい。特に、人体と振動の直接的な生体負荷の関係は、動作分析だけで解明できない問題であるから、今後は医学との共同研究を進めながら解決していく必要がある。

この研究は長期にわたることが推測されるから、今後も日常の作業の中でチェーンソーやソーチェーンの保守、作業動

作、使用時間、作業方法などの全般的な実態解明を行ない、その中から振動障害防止の具体策を提起していく必要があると考える。

### 5. 昭和 41 年度

#### A. 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究—作業方法の改善に関する研究 (I) (資料 No. 18)

##### (1) 研究目標と内容

この研究は前年度に引き続き行なったのであるが、本年度からは農林水産技術会議の特別研究となり、「林業機械の振動・騒音の防止に関する研究」という研究テーマが設定され、当研究室は「作業方法の改善に関する研究」を担当することになった。研究期間は43年度までの3年間である。

われわれが行なう研究は「作業方法、作業姿勢、チェーンソーやソーチェーンの保守などによって、機械の振動・騒音が人体に伝達される過程はどのように変化するものなのかを人間の側から追求して、合理的な作業仕組を求める」という作業方法の改善が主目的である。

今年度は前年度の実態調査から問題となった、ソーチェーンの切刃諸元と振動の関係について、基礎的な実験を行なう。また、現場データの収集と人間工学的な面からチェーンソー作業の動作分析も続けて行なうことにした。

##### 1) 実験概要

実験はソーチェーンの切刃因子を変化させた場合、それらが振動に及ぼす影響を明らかにするため、次のような方法で行なった。

- ソーチェーンの上刃目立角      6種類
- ソーチェーンのデプス量      3種類

		0.2 mm			0.7 mm			1.2 mm		
上刃目立角	右左	45°	35°	25°	45°	35°	25°	45°	35°	25°
		25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°	25°
	右左	45°	35°		45°	35°		45°	35°	
		35°	35°		35°	35°		35°	35°	
	右左	45°			45°			45°		
		45°			45°			45°		

ハンドル…防振、普通ハンドル 2種類

振動測定…フレームハンドル、グリップハンドル 2点

玉切鋸断…広葉樹、1実験5回玉切

使用機種…マッカーラー 1-72型

被験者…現場の作業員4名

実験は切刃因子18組の組合せについて、ハンドル2種類、振動測定2点で、72個の測定を1組5回ずつの玉切りを行なった。

実験に供したソーチェーンの各切刃因子（上刃目立角、デプス量、刃の長さ、横刃目立角）はそれぞれ1枚ずつ接写し、引き伸した印画紙上で測定し、切刃のそろっている状態をみるため標準偏差を求めた。

## 2) 振動測定要領

振動は精密振動計（ブリュエル・ケア社製 2203型）と加速度型振動ピックアップ（ブリュエル・ケア社製 4333型）を用いてテープレコーダー（ソニー・クデルスキー製、ナグラ III型）に記録した。分析はテープレコーダーから振動を再生し、周波数分析器（ブリュエル・ケア社製 2212型）をとおして、レベル記録器（ブリュエル・ケア社製 2305型）で記録させた。なお、手持振動計（明石製作所製 ACV型）でも振動を測定した。測定点は、各ハンドルを握っている手にもっとも近いところを固定点に決めた。

## 3) 動作分析

玉切り動作は鋸断位置の高さごとの姿勢を16 m/m フィルムに撮影した。撮影機は高速度撮影機（レッド・レック社製ハイカム K-2001型）を用い、分析はフィルモーションアナライザー（F-106、大沢商会）を用いた。

調査地は前橋管林局沼田管林署根利機械化センターで、被験者は現地の伐木造材作業員である。

## (2) 研究結果の概要

### 1) 切刃因子と振動の実験

切刃の目立で変化と振動の関係は次の理由によって問題の解析までにはいたらなかった。

① 実験は切刃の上刃目立角を25°から45°へ、デプス量を0.2 mmから1.2 mmへと、1本のソーチェーンの中で変えながら目立でしなおして使用したので、目立でのしなおしにより刃の長さがだんだんに短くなり、刃の長さの違いが振動発生に影響したと考えられたこと。

② 玉切り鋸断は被験者4名で行なったが、かれらのチェーンソー操作上のクセ、すなわち鋸断時のエンジン回転数の保持、圧着力などの違いが振動発生に大きく変化を与えたこと。

以上であるが、この実験では次のような傾向が認められた。

① 普通ハンドルと防振ハンドルの違いによって、フレームハンドル部の前後方向の振動は防振ハンドルの方が小さい値を示した。

② デプス量の違いはフレームハンドル、グリップハンドル部の振動の大ききの方向性を変化させるようにみられる。

③ デプス量と上刃目立角の関係は振動の現われかたに影響する面が多いようである。

## 2) 動作分析

次に、玉切り動作については鋸断位置の高さの違いによる身体各部の動き、チェーンソーをもつ手腕系

の角度、作業中の身体の保持角度を分析し、資料の蓄積をはかった。

チェーンソーをもつ手腕系の角度と振動方向について、岡田<sup>7)</sup>は「振動の伝播は振動方向と手腕系との角度によって非常に異なり、その角度によって伝播の状況は 1/1,000 にもなる」と発表しているが、われわれはチェーンソーの振動がどのような形で手腕系に伝わるかを知るために、今年度は予備的に実験を行なった。玉切り鋸断中の手腕系への振動伝播の状態を非接触による振動測定法として、16 m/m 高速度撮影機（レッド・レーク社製ハイカム K-2001型）によって高速度撮影し、分析を試みた。その結果、若干の撮影条件をそろえることによって分析は可能であることを認めた。

3) 実態調査

チェーンソー作業の実態調査は前年度に引き続き行ない、前年度のデータとあわせて分析し、次のことが明らかになった。

① 切刃の目立てはあいかわらず不ぞろいが顕著である。この中で、刃の長さが短くなるとデプス量が大きくなる傾向が強く、その相関も高い。

② 切刃因子と振動の関係、とくに刃の長さや上刃目立角と振動の関係についてみると、この両者の影響によって、フレームハンドル部にあらわれる振動は性質を異にすることが認められた。すなわち、刃の長さを 9 mm 以上と 9 mm 以下に分けたとき、上刃目立角 35°、デプス量 0.7 mm、横刃目立角 90°と一定にして、刃の長さを変化させると、フレームハンドル部の上下方向と前後方向の振動は、刃の長さ 9 mm をさかいに変化する傾向を示した（図 18）。

③ 振動と他の測定項目の関係をみると、ハンドルフレームの上下、前後方向の振動はチェーンの張り方がゆるければ大、鋸断後のチェーンの伸び方が大きければ大、排気量が大きければ大、という相関を示した。

(3) 対策および問題点

チェーンソーの振動を人間の側からみれば、チェーンソーの機械的な振動とチェーンソー操作によって生ずる振動は、ハンドル部を通じて人体とくに手腕系に伝達される。そして、この振動に暴露されることによって、振動障害が発生する要因となっている。

チェーンソーの機械的な振動防止は機械工学の面から研究されているが、振動の減衰をはかる改良には時間がかかるようである。したがって、機械の改良がなされるまで、人間の側の作業面から振動を軽減する方法が必要であろうと考え、ソーチェーンの目立て、チェーンソーの操作方法、作業姿勢などの面から

検討を加えた。今年度の結果から、次のようなことがわかった。

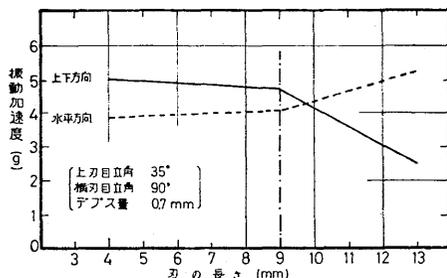


図 18. 刃の長さの変化による振動加速度  
(ハンドルフレーム部、玉切作業、手持振動計による測定)

① 切刃因子と振動の実験は、条件設定の目立て段階で、切刃の長さを変化したので、うまくできなかった。実態調査から、振動は刃の長さ 9 mm をさかいに変化することがわかったので、次年度の実験はこれらに留意して行なうこと。

② 振動の手腕系への伝ばはチェーンソー操作時の圧着力、ハンドルの構造、鋸断姿勢、機械の重量などによって複雑に変化することが考えられる。この問題

の分析は、予備的実験から、高速度撮影による非接触法で可能であるメドがいたので、この面からのデータの収集をはかること。

作業面からの振動防止策は、振動障害が人体にかかわる問題だけに、むずかしい面をもっている。しかしながら、われわれはデータの蓄積をはかり、医学関係のデータも活用しながら、振動の人体への防止策を明らかにしていかなければならないと考えている。

## 6. 昭和 42 年度

### A. 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究—作業方法の改善に関する研究（Ⅱ）（資料 No. 20）

#### （1）研究目標と内容

切刃因子と振動の実験は、前年度で問題になった刃の長さの違いによる振動変化を除去するため、切刃の長さをすべて 10 mm 以上とし、デプス量、上刃目立角、横刃目立角の因子は前年と同じような条件に固定した 18 本のソーチェーンをつくった。被験者は 2 名とし、対象樹種をスギ材にし、あとは前年と同じ要領で実験を行なった。また動作分析は、資料の蓄積をはかるため同じ内容で実施した。調査地は前年度と同じ場所で、被験者はセンターの職員である。

#### （2）研究結果の概要

##### 1) 切刃因子と振動の実験

人体、とくに手腕系に起こる振動障害（レイノー現象）は、毎秒 50～500 サイクル周波数帯の振動に暴露されると発症するといわれている。チェーンソーの振動は直接にチェーンソーの回転数のいかんによつてきまり、振動の主成分もこの回転数の範囲内に現われる。一般に、チェーンソーのエンジン回転数は鋸断時で毎分 6,000 回転前後で運転されるので、したがって、振動数は毎秒 100 サイクル前後で、これがチェーンソー作業中に手腕系に伝ばされる振動の主成分である。

スギ丸太鋸断中の実験データから、フレームハンドル、グリップハンドル部に現われた主成分振動（100 Hz）は図 19 のとおりである。図を要約すると、

##### ① フレームハンドル上下方向

デプス量 0.2 mm グループの振動は、左右の上刃目立角がそろっていない方より、そろっている方が小さい。デプス量 0.7 mm グループの振動は、上刃目立角のそろい不そろいとの間にあまり差がみられない。デプス量 1.2 mm グループでは上刃目立角のそろっている方が振動も小さい。

相対的に、上下方向の振動は左右の上刃目立角のそろっている方が小さく、その中で左右 45°、25° より 35° の方が小さい傾向を示し、デプス量からみれば 1.2 mm の方が振動も小さい。

##### ② フレームハンドル前後方向

この振動方向はチェーンソーのエンジン駆動方向と同じで、切刃因子の影響が顕著に現われた。デプス量の違いでみれば、0.2 mm グループより、0.7、1.2 mm グループの振動はかなり小さい。また、上刃目立角でみれば、そろっている方の振動は全体的に小さくなっている。

##### ③ グリップハンドル前後方向

デプス量 1.2 mm グループの振動は、他のグループより若干小さい傾向にある。上刃目立角のそろっている方が振動も小さい。

以上、切刃因子と振動の実験で、刃の長さを 10 mm 以上に固定し、デプス量と上刃目立角を変化させ

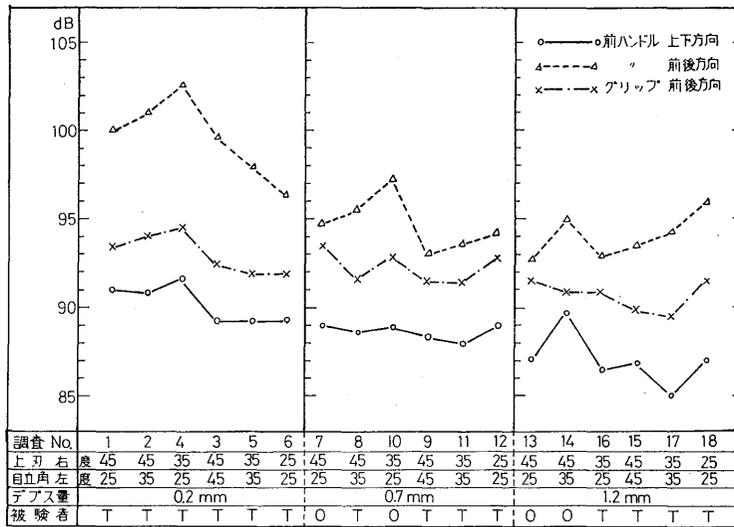


図 19. 切刃の違いによる振動 (100 Hz)

たとき、玉切鋸断時における各ハンドル部の振動は相対的に上刃目立角が左右同じ角度にそろっている方が小さく、45°、35°、25°の3者の差は顕著でないが、どちらかといえば35°の方が小さい傾向を示した。また、デプス量によって差が現われ、0.7~1.2 mm の場合が振動は小さい値となっている。この実験結果は「目立ての良否は振動に影響をおよぼす」という実態調査の結論を実証した。

2) 動作分析

動作分析は昭和40年度から今年までデータの蓄積をはかってきたが、今年度は人間工学上の注意事項(昭和40年度(2)-5)動作分析の項参照)と関連させながら全体的に検討した。

玉切鋸断中の上肢握り支え角、身体各部の角度は作業員の高さ、すなわち足下、膝、腰の位置に分類すると表20のとおりである。

このような作業姿勢から、実際に鋸断中の頭頂、左右の肩(肩峰点)、左右の肘、左右の握り点について、5秒間隔の移動点をみると、その移動軌跡は図20-(1)、(2)となる。この移動軌跡は相当数の被験者について求めて作図したが、ここに示した図はそれらの一例にすぎない。

図中の切りはじめ位置は姿勢をかまえてチェーンソーが材へ最初に接した点を示し、身体各部の○印はそのときの最初の位置である。なお、図中に切りはじめ位置と切りはじめの左握りの位置を破線で結んでいるが、(1)は切りはじめ位置が左握りの真下に、(2)は切りはじめ位置が左握りより前方にある。

表 20. 作業位置の高さ別における上肢握り支え角と身体各部の角度

測定部位 作業点	上肢握り支え角				体位の角度		
	左手首 (フレーム ハンドル)	左肘	右手首 (グリップ ハンドル)	右肘	体位	上半身	左上腕
足下	140~145	175~180	110~115	140~145	140~145	40~35	95/90~100
膝	140~145	175~180	110~115	130~135	140~135	40~45	65/60~70
腰	130~135	170~175	120~125	130	180	0~5	35/30~40

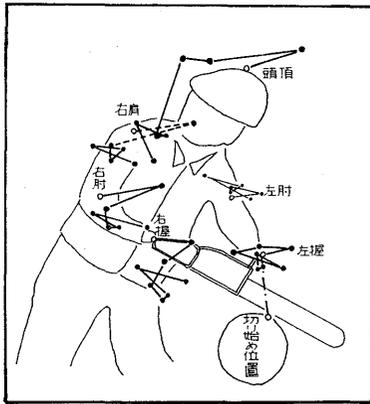


図 20—(1) 玉切中の身体各部の動き  
(作業面高・膝)

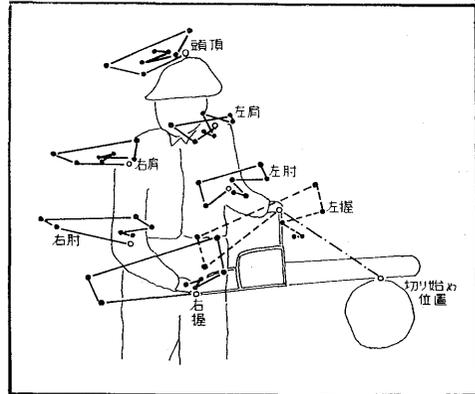


図 20—(2) 玉切中の身体各部の動き  
(作業面高・腰)

作業点の高さの違いもあるが、(1)、(2)の違いをみると、切りはじめ位置が真下であれば切りはじめの左右の握り位置は同じ高さになり、前方にあれば、右握りの位置は左握りの位置より低いところにある。(1)の場合、左肘は直線的に伸び、右肘はほぼ直角になっている。(2)の場合、左右の肘は同じような角度になっている。動作軌跡からみると、(1)は頭頂の動きが大きく、各位置の動きはこまかく動いているのに、(2)は全体が同じような軌跡で動いている。

さらに、同一の材を技能上、下の作業員に玉切りさせたときの身体各部の動きをみると図21のようになり、技能差によって身体の動きに差がみられ、技能下の者はむだな動きをしていることがわかる。そして、その時の能率にも差が現われている(表21)。

林業労働において、このような動作分析の研究はほかにあまりみあたらない。われわれはこのような実態について、人間工学的な注意事項と他部門の文献を参考にしながら検討した。

① 北村<sup>4)</sup>の研究によれば「下圧力は身体の周辺、とくに、肩峰点直下付近およびその前方の部位で大きく、この関係は作業面高が低い場合にことに著明である」と述べている。このことをチェーンソー作業に対比してみると、チェーンソーは体軸に近くもってかまえることがよいことを意味し、そのときの左上腕の角度は小さいほどよいことになる。

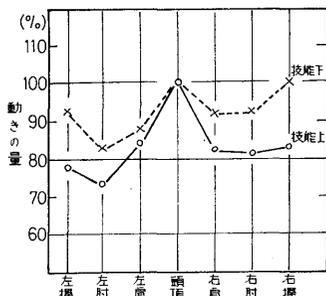


図 21. 身体各部の動き(辻原図)  
(頭頂の動きを100としたとき)

表 21. 鋸断能率からみた動作分析

		普通切り	合せ切り	回し切り
技能上	材 径 (cm)	37.0	35.2	35.7
	鋸断時間 (秒)	21.0	29.0	28.0
	鋸断能率 (cm <sup>2</sup> /秒)	51.2	34.1	35.8
技能下	材 径 (cm)	38.2	38.0	34.6
	鋸断時間 (秒)	36.0	39.0	31.0
	鋸断能率 (cm <sup>2</sup> /秒)	31.8	29.1	30.3

② 大島<sup>8)</sup>は「立位時の肘関節高は 88~100 cm の間に分布しているので、作業高はこの高さを中心にするのが望ましい」といっている。また、田中<sup>16)</sup>は「両手で押下げる静的作業は、手が腰骨の上端にある場合、力が最大である」と報告している。いずれの報告をみても、作業面の高さはほぼ同じで、およそ 90 cm くらいとなる。この点から考えると、チェーンソーを使用する場合は、ハンドルの位置がこの高さになるようにするため、機械の高さ分だけ低いところが作業面高として望ましい位置といえよう。

③ 北村<sup>4)</sup>は「作業面の高いとき、肘関節を強く曲げた場合に下圧力は大きい。直立し肘関節を 90~130 度の範囲に曲げた姿勢は腰の動揺振幅較差が小さく、長時間作業が可能である。しかし、股関節を曲げ (130~150 度)、腕をのぼし、体位が 130~170 度の姿勢は腰痛を伴ない動揺振幅、振幅較差も大きく、この姿勢を要求される作業面高は不適當である」と述べている。

これらのことから、前述の表 16 をみるとわかるように、肘関節が 90~130 度にあるのは右で 47%、左で 6% となっているが、もっと鋸断位置に体を接近させるようにして、ハンドルフレームの方を身体に近づけるようにすべきであろう。

④ 岡田<sup>7)</sup>は「振動の伝播は振動方向と手腕系との角度によって非常に異なり、その角度によって伝播の状況は 1/1,000 と異なる」と発表している。

	手 背	肘部と振動方向のなす角度			
		0	30	60	90
伝 達 率	0.91	1.07	0.43	0.17	0.001

以上のようなことから、チェーンソーの作業動作を考えてみる。

チェーンソーの振動は、エンジンが水平についている場合、前後方向振動は上下方向振動よりも大きくなっている。また防振ハンドルを装備すると、前後方向振動はよく吸収されるが、上下方向振動は普通ハンドルより大きく現われる場合もあった。このような状況から、振動は肘で減衰されると考えられるが、肘を 180 度、すなわちまっすぐに保つよりも 90~130 度ぐらいの角度に曲げてハンドルを握ることは、振動伝播の軽減の面からみて良いことであろうし、その減衰効果もあると思われる。したがって、北村のいう肘の角度 90~130 度の範囲は、振動伝ば、下圧力、体位の面から、チェーンソー作業にとって大いに推奨できるのではないかと考えられる。

### (3) 対策および問題点

#### 1) 切刃因子と振動

切刃因子と振動については、すでにソーチェーンの目立要領を作成し、現場教育訓練の教材として使用面からの振動防止策に供した。それに今年度の結果を追加し、目立要領の解説書をつくとともに、目立要領のスライドをつくり、現場における指導強化に役だたせた。

#### 2) 動作分析

われわれは玉切り動作中の身体各部の動きと角度、チェーンソーを保持する手腕系の角度などを明らかにし、人間工学面の注意事項と関連させながら、望ましい作業姿勢を求めてきたが、現在までの研究段階では次のようなことがいえる。

- ① チェーンソーは体軸に近くもってかまえ、そのときの左上腕と体軸のなす角度は小さいほどよい。
- ② チェーンソーの作業面高は、ハンドルを握る手の高さが肘関節か腰骨の上端に位置するようにする

ため、機械の高さ分だけ低いところが望ましい。

③ 肘の角度を90～130度の範囲になるようにするため、身体は鋸断位置になるべく接近させるようにする。この持ち方は手腕系への振動伝播を少なくする上で望ましい。

最近、従来の研究内容のほかに、振動騒音による生理的負担の軽減をはかる作業方法、手腕系への振動伝ばと作業姿勢などについての研究も望まれているので、今後はこれらの問題の解明を進めていく考えである。

### 3) 騒音

ここで、騒音に関係する耳せんについてふれておく。林業試験場では、41年度からはじまったこの研究の中で、振動・騒音に関する労働衛生学的な研究を、労働科学研究所に委託している。今年度のテーマのうち、騒音による聴覚保護の立場から「耳せんと信号音のききやすさ」について報告されたが、その中で興味ある結果が出されている。

① 林業労働者53名を対象に聴力低下を調べたところ、これら林業機械を使用する作業員の4,000 Hzでの聴力損失は、全般的にいて年齢がすすむにつれて大きく、とくに伐木造材手の35～45才ころで損失が大きくなっている。

② 現場の作業員は耳せんをあまり使用したがるが、難聴防止の点から、現場で使用されている耳せんの遮音効果はJIS規格に適合しているから、耳せん使用を徹底させること。

③ 耳せんを使用しない理由の1つに、信号音のききよりの悪いことがあげられているが、使用中の信号合図用の呼笛は2,000～3,000 Hz付近の音をてがるにさせるから、耳せん使用中における信号音の聞きよりはなんら支障がない。

以上の報告から、チェーンソー作業者にレイノー現象が発生したように、職業性難聴障害も発生することが推測されるので、われわれは耳せん使用の必要性とその徹底化を強調しておこう。

## 7. 昭和43年度

### A. 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究—作業方法の改善に関する研究(Ⅲ)（資料 No. 21, 26）

#### (1) 研究目標と内容

これまでに、われわれは、現在使用されているチェーンソーの振動について、使用面すなわち作業方法からの防止対策に着目し、機械整備や切刃目立状況と振動との関係を中心に研究を進めてきた。その結果、われわれは機械の整備基準、ソーチェーン取扱い要領、目立要領のスライドなどを作成し、現地の作業員に対する指導訓練の徹底化をうながし、使用面からの振動防止に役だたせた。また、これらと平行して、われわれはチェーンソー作業における作業姿勢についても、人間工学的な立場から研究を進め、2, 3の知見を得ている。

今年度は、これらの結果をふまえて、特に作業姿勢と振動の関係について、チェーンソーによる玉切りを対象に実験する。身体動作は作業面高の違いによって変化するから、高さを実験的に変え、16 mm 撮影機で動作を撮影して、フィルム上からその変化を分析する。

実験は作業面高を4点（腰、膝、足、足下46 cm…図22）で変化させる。フィルム上からの分析点は頭、両肩、両肘、両手、腰、膝の各部とし、その動きの量を測定する。被験者は伐木造材手2名、使用機種はホームライトXL-800型とXL-1020型チェーンソー、調査地は秋田営林局早口営林署管内である。

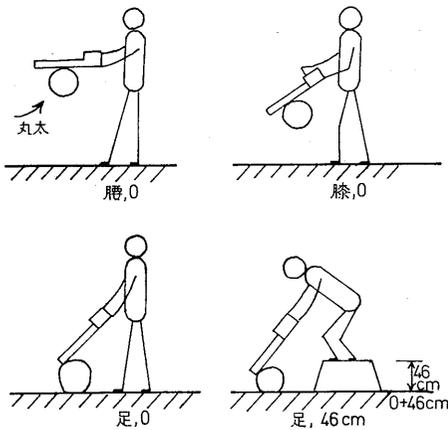


図 22. 丸太位置と足場位置

撮影機はベルハウエル 16 m/m 撮影機を使用し、分析はフィルモーションアナライザー (F-106, 大沢商会製) と変位自動読取装置 (EO-6W, 江藤電機製) で行なった。

(2) 研究結果の概要

作業姿勢に関する人間工学面からの注意事項は前述 (昭和 40 年度 (2)-5) 動作分析) したとおりであるが、とくにチェーンソーによる玉切作業に関係する点をもう一度あげると、次のようなことになる。

無理な姿勢から生ずる筋肉の負担をなくすために、

(イ) 作業点と生体との関係…筋力を必要とする

場合は作業点の高さ、あるいは生体と作業点との距離を調節する。

(ロ) 必要最小限度の筋力にとどめる…大きな筋力を必要としない作業方法を考える。

(ハ) 静的でかつ持続的な筋肉収縮ないし緊張の起こる部分がないようにする。

以上のとおりであるが、分析するにあたっては、さらに 4 つの原則に対する 28 の大項目について検討を加え、改善点を明らかにすることが望ましいとしている<sup>19)</sup>。

1) 単位時間あたりの動き量

玉切り鋸断中における身体各部の単位時間あたり動き量は表 22 である。全体的な傾向として、丸太位

表 22. 玉切鋸断中における各部の移動量

持ち方 (把握部)	足場 位置	機 種	被 験 者	丸太 位置	能 率 (sec/ 100cm <sup>2</sup> )	各部移動量 (cm/鋸断 1 秒あたり)				
						頭	肩	左肘	左手	右肘
順手 (ハンドル)	0	XL-1020	K	腰*	1.20	(100)3.5	(66) 2.3	(91) 3.2	(106)3.7	
	0	"	"	膝*	1.30	(100)3.6	(83) 3.0	(94) 3.4	(94) 3.4	
	0	"	"	足*	1.33	(100)4.4	(82) 3.6	(79) 3.5	(82) 3.6	
	0	XL-800	W	"	2.23	(100)3.2	(116)3.7	(103)3.3	(112)3.6	
	0+46cm	"	"	足-46cm*	1.60	(100)4.5	(87) 3.9	(76) 3.4	(87) 3.9	
逆手 (ハンドル)	0	XL-800	W	腰	2.28	(100)4.7	(106)5.0			(109)5.1
	0	XL-1020	K	膝	1.56	(100)3.7	(105)3.9			(103)3.8
	0	"	"	足	1.41	(100)4.1	(80) 3.3			(95) 3.9
	0+46cm	"	"	足-46cm	1.83	(100)5.0	(82) 4.1			(90) 4.5
順手 (グリップ)	0	XL-1020	K	腰	1.92	(100)5.1	(99) 5.0			(90) 4.6
	0	"	"	膝	1.34	(100)4.0	(130)5.2			(125)5.0
	0	"	"	足	1.63	(100)5.4	(78) 3.5			(73) 3.3
	0	XL-800	W	"	1.97	(100)5.4	(87) 4.7			(61) 3.3
	0+46cm	"	"	足-46cm	1.70	(100)4.7	(83) 3.9			(85) 4.0
逆手 (グリップ)	0	XL-800	W	腰	2.02	(100)2.5	(100)2.5	(108)2.7	(164)4.1	
	0	XL-1020	K	膝	1.21	(100)6.5	(106)6.9	(105)6.8	(129)8.4	
	0	"	"	足	1.46	(100)4.6	(100)4.6	(98) 4.5	(100)5.6	
	0	XL-800	W	"	2.09	(100)3.8	(97) 3.7	(97) 3.7	(116)4.4	
	0+46cm	XL-1020	K	足-46cm	1.90	(100)5.0	(72) 3.6	(68) 3.4	(94) 4.7	

注) 表中の ( ) は頭部の移動量を 100 としたときの比率。

足場と丸太位置の関係は図 22 のとおり。

\* は図 24-(1)~(4) を示す。

置が“足下 46 cm”のときの動き量は身体各部で多くなっている、ついで腰、足、膝の順となっている。

2) 身体各部の動き

丸太の位置によって身体各部の動く割合は変わってくる。その動きの割合をみたのが図 23 で、これは動きの特徴をみるために、頭部の動きを 100 としたときの他部位の動き量をあらわしたものである。この例は一般的なチェーンソーの保持方法（左手でフレームハンドル、右手でグリップハンドルを握る…順手という）でハンドルを握ったときの姿勢の例である。丸太位置が腰では肩、膝の動きが少ない反面、フレームハンドルを握っている左手の動きが多い。丸太位置が足下 46 cm では膝の動きが極端に多い。つぎに、丸太位置が足、膝では頭の動きより肩、肘、手、腰の動きが 10~20% 少なく、膝の動きは頭の動きの半分ぐらいになっている。

3) 各作業点における姿勢の人間工学的検討

各作業点における玉切鋸断中の身体各部の動きは図 24—(1)~(4) のとおりで、図の点は 2 秒間に移動した位置を示し、線は鋸断開始から終了までの各部の動いた軌跡を示す。図をみてもわかるように、動作の流れはスムーズなものと不自然で乱れのあるものとがみられる。以下、各作業点の姿勢についてのべてみる。

① 足下 46 cm の場合（図 24—(1)）

日本人の平均体格者の膝までの高さは 46 cm なので、それだけ下げたところではどうなるかということで、あえてこの姿勢をとらせたのである。この位置は、当然のことながら、膝を曲げた状態で腰を 90 度近く前屈させ、両肘を真直ぐにのばした状態で鋸断する姿勢となる。したがって、この姿勢はチェーンソーが体軸から離れ、また身体と作業点の距離が遠くなり、無理な姿勢による筋肉の負担が増加する。

また、使用する機械が振動工具である点、振動は肘によって減衰されるといわれていることから、肘を真直ぐに保つより、いくぶんでも曲げた方が減衰効果はあるとされている。この例のような姿勢が要求される作業面高は肘が真直ぐになり振動も減衰されず、また前屈になり腰痛障害の発生のおそれもあることなどから、よい高さとはいえない。

右 握	腰	膝
	(83) 2.6 (83) 3.0 (70) 3.1 (97) 3.1 (84) 3.8	(60) 2.1 (47) 1.7 (36) 1.6 (50) 1.6 (109) 4.9
(106) 5.0 (108) 4.0 (102) 4.2 (96) 4.8	(87) 4.1 (116) 4.3 (80) 3.3 (156) 7.8	(77) 3.6 (51) 1.9 (51) 2.1 (112) 5.6
(104) 5.3 (170) 6.8 (104) 4.7 (87) 4.7 (113) 5.3	(112) 5.7 (85) 3.4 (62) 2.8 (52) 2.8 (81) 2.8	(37) 1.9 (52) 2.1 (51) 2.3 (39) 2.1 (74) 3.5
	(108) 2.7 (81) 5.3 (122) 3.1 (84) 3.2 (100) 5.0	(96) 2.4 (35) 2.3 (68) 2.4 (45) 1.7 (56) 2.8

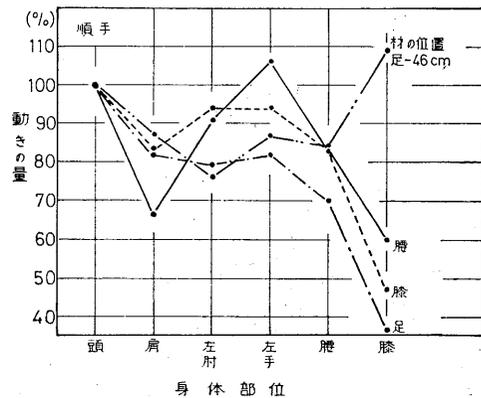


図 23. 身体各部の動き（頭部の動きを 100 とした場合）  
—表 22 の持ち方が順手の例—

② 腰の高さの場合 (図 24-1(2))

この高さは作業面高が腰の高さになり、チェーンソーを構えたとき、この位置の上に機械の高さが加わるので、重量物を支えながら圧着するという筋力が必要になる。そのため肩、肘を固定させ、握った手を大きく動かすことになる。これなどは“機械を体軸に近く持つこと”、“最小限度の筋力にとどめること”という人間工学の注意事項から考えて、問題のある高さといえよう。

③ 足の高さの場合 (図 24-1(3))

この場合は作業点と身体が離れ、機械を保持する腕が真直ぐになり、必要によっては膝を曲げる状態を長く続けることになる。前述の注意事項からみて、腕、足の筋肉に及ぼす影響、振動の減衰面などから考

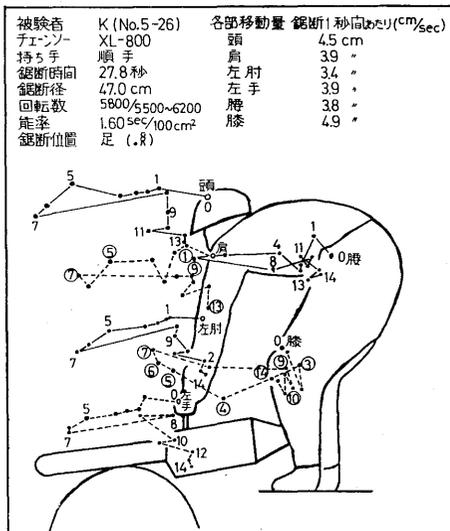


図 24-1(1) 鋸断位置「足-46cm」のときの動作分析

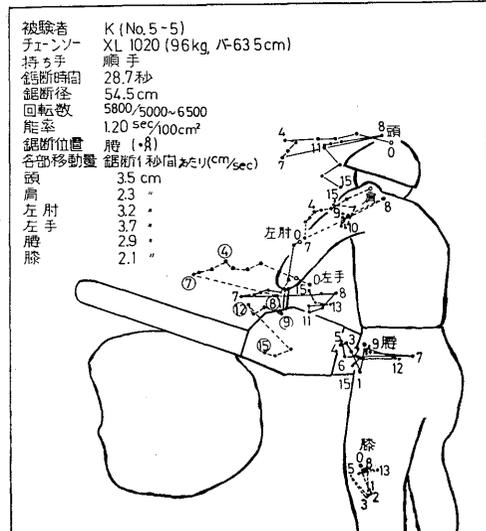


図 24-1(2) 鋸断位置「腰」のときの動作分析

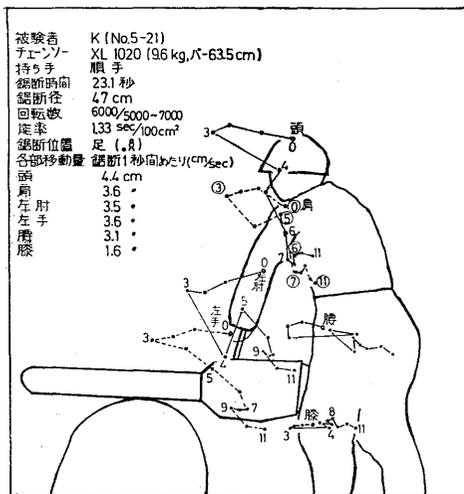


図 24-1(3) 鋸断位置「足」のときの動作分析

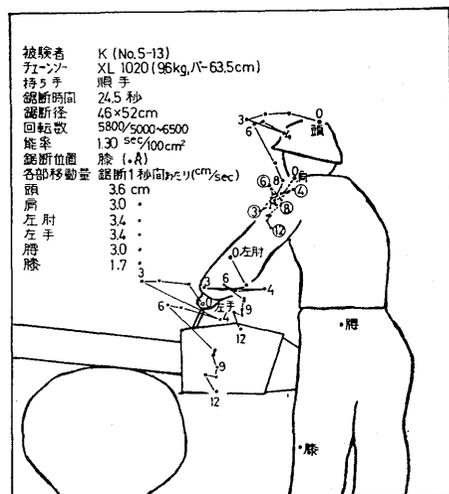


図 24-1(4) 鋸断位置「膝」のときの動作分析

えて、望ましい高さとはいえない。

#### ④ 膝の高さの場合（図 24—(4)）

この高さは作業面高が膝の高さにあって、この高さに機械の高さを加えたところが、ちょうど両手でハンドルを握る高さとなる。その時に両肘は腰骨の上端付近に位置し、肘関節も適度に曲げられる状態になる。この状態は、前述した文献（昭和 42 年度 (2)-2) — ①～④ 参照）のように、振動伝播が少なくなり、圧着力も大きくなるので、チェーンソーによる玉切りの場合は、この高さが望ましい高さであるといえよう。また、身体各部の動きは他と比べてスムーズで、無理がなさそうである。

以上、鋸断位置の高さと作業動作について検討を加えてきたが、チェーンソーによる玉切りの場合は「鋸断面高は膝の高さ附近が望ましい高さであろう」といえる。

### (3) 対策および問題点

この研究は手腕系への振動伝ばを、少なくする作業姿勢を解明するのが目的である。したがって、次の「玉切鋸断中の人体への振動伝ば」の研究と関係が深い。手腕系への振動伝ばに関係する因子はいろいろ考えられるが、ここでは作業面高の問題をとりあげた。これからは、それらの諸因子を総合的に分析検討し、振動伝ばを少なくする作業姿勢、作業方法を明らかにしていきたいと考える。

林業労働は屋外作業が主で林地の条件、対象物である丸太の大小などによって、常に一定の姿勢を保持することはむずかしく、往々にして無理な姿勢を要求される場合が多い。しかしながら、そのような条件下であっても無理のない姿勢をいかに保つかが必要なことであろう。

最近、全木集材方式によって、造材は条件の良い盤台で行なわれるようになってきていることから、この研究で明らかにされた、作業面高が膝の高さになるような作業姿勢で玉切りを行なうことができるように作業方法を工夫する必要がある。それと同時に、適正な作業姿勢の教育訓練のあり方も、今後の問題として追求していかなければならない点であろう。

## B. 玉切鋸断中の人体への振動伝ばの研究（資料 No. 38）

### (1) 研究目標と内容

人体、とくに手腕系に影響を与える振動伝ばの関係因子は、チェーンソー本体の振動はもちろんであるが、ハンドルの直径、重量、チェーンソー操作時の保持力と圧着力、チェーンソーを持つ手腕系の支え角度、作業面高などがあげられる。振動伝ばの問題はこれら諸因子との関係を総合的に検討しなければならない。

振動する機械を保持したとき、指、手背、肘に対する実際の振動の伝わり方や、手腕系の局所において吸収される振動の量などの測定は、機械工学的な方法では困難である。なぜならば、その理由は①皮膚自体が柔軟であるため、皮膚の上に振動ピックアップを取り付けることがむずかしいこと、②よしんば、取付けが可能でも、筋肉のちょっとした変化、たとえば、握る力の変化によって筋肉の緊張が生じ、ピックアップはその動きを振動の一部として感知してしまうこと、などの点があげられる。

われわれは、このような測定でなくて、高速度撮影による非接触法で、振動伝ばの状態が解析できる見とおしをすでにもっていたので、今年度はその方法を用い、振動伝ばの状態を明らかにするため、玉切鋸断時について分析した。

鋸断中のチェーンソーに 3 点（フレームハンドル、グリップハンドル、マフラー部）と、局所 3 点（左手背、左肘、右手背）にマークをつけ、それを 16 m/m 高速度撮影機（ハイカム K-2001 型、レッド・レ

ーク社製)で、2,000 コマ/秒の速度で撮影した。分析はフィルムーションアナライザー (F-106 型, 大沢商会製)と変位自動読取装置 (EO-6W, 江藤電機製)を使用して、1 コマ1 コマのフィルム上から各測定点のXY座標を求める方法を用いた。使用機種は防振ハンドル付チェーンソー (共立エコーCS-801型, 共立農機製)で、被験者は同社の技術員であり、撮影は同社工場構内で行なった。

(2) 研究結果の概要

フィルム上から求められた測定点をプロットすると振動波形が描かれる。この波形から振動方向別に、各測定点の振幅を読みとったのが表 23 である。

チェーンソー本体の主な振動源はエンジン部で、エンジンが回転することによって、その振動は各ハンドル部に伝わり、最終的には手腕系に伝わることになる。表はその伝わる割合を示している。エンジン部に近いマフラー部の振幅を 100 とすると、上下方向でフレームハンドル部の振幅は 196、グリップハンドル部の振幅は 171 となり、フレームハンドル部の振幅はマフラー部の約 2 倍となっている。前後方向で、両ハンドル部の振幅は 133 となっている。なお、上下、前後方向別にみると、上下方向の振幅が大きく現われているが、これは防振ハンドル装備における、振動の現われ方の特徴でもある。

このような状態で、各ハンドル部の振動は手腕系の局所に伝わるのであるが、ハンドル部の振幅を 100 とすると、上下方向で右手 (グリップハンドルを握る) が 74、左手 (フレームハンドルを握る) が 43、左肘 83 となっていて、前後方向で右手が 75 となっている。すなわち、手腕系の局所の振幅は各ハンドル部の振幅より 25~57% だけ少ない値となっている。この少なくなった値はそれだけ手腕系の局所に吸収された振動量であるともいえるわけで、その意味においてフレームハンドルを握る左手の上下方向の振幅が小さいことは、逆にいって、左手に吸収される振動量は上下方向の振動が多いといえる。ただし、手腕系の振動吸収は筋肉、骨によってどれだけなされるものかは、いまだ医学界でも定説がないだけに、この分析結果は医学上からの実証が必要であることはいうまでもない。

つぎに、この測定法からわかったことは、各ハンドル部の実際の振動波形は単純な上下、前後方向の波形でなく、もっと複雑なものであった。フィルムをハイスピードで映写して観察したとき、チェーンソーのハンドル部の測定点は 8 の字型に運動する傾向がはっきり現われ、特に、グリップハンドル部にその傾向が顕著であった (図 25)。

グリップハンドル部は横長の 8 の字、フレームハンドル部は縦長の 8 の字で運動していた。さらに、チェーンソー全体の運動方向は、必ずしも同一方向でなく、エンジン部と各ハンドル部の運動方向は正逆の関係にあることが認められた。これらの関係の運動軌跡を書いてみたところ、上述した 8 の字と類似した

表 23. チェーンソー作業時の各部位の振幅

部 位	振 幅					
	上 下 方 向			前 後 方 向		
	mm	%	%	mm	%	%
右 手	0.093		74	0.075		75
グリップハンドル	0.125	171	100	0.100	133	100
マフラー	0.075	100		0.075	100	
フレームハンドル	0.147	196	100	0.100	133	
左 手	0.063		43			
左 肘	0.056		38			

図形がえられた。

(3) 対策および問題点

高速度撮影機を用いた非接触法による振動測定は多くの情報を与えてくれる。チェーンソー本体の振動伝ば状態は測定点を多くすることで求められるから、機械の構造上、外部に出される振動は、どのような形で各部へ伝ばされ、その伝ば率はどのように変化するものなのかわかることもできる。この結果を人体、とくに手腕系への振動伝ばと関連させて、作業面からみたハンドル機構の改善に対する資料を得ることができよう。

手腕系への振動伝ばを分析したが、ここで問題がある。それは、チェーンソー運転時におけるチェーンソーの保持力と圧着力の問題である。一般に、われわれは軽い物を持つときは手を弱く握って持つが、重い物を持つときは手を強く握って持つだろう。このようなことは振動体であるチェーンソーを保持するときにも共通することで、強く握ったときは、それだけ振動が多く手腕系に伝わり、反対に弱く握ったときは伝わり方も少なくなるだろう。

AXELSSON, S-Å.<sup>1)</sup>は図 26 を示し「ハンドルを強く握ったときと普通に握ったとき、強く握った場合はハンドル部における振動が相当に低くなる。このことを逆にいうと、軽く握ったときよりも、強く握った方が指や手に振動が強く伝わるということである」と発表している。われわれもこの関係を明らかにするため、2方向押圧力計を試作し、測定を試みたが、解明までにいたっていない。

非接触法による振動測定の一結果を述べたが、手腕系への振動伝ばの解明は関連する因子が多く、かつ医学面で実証しなければならぬ点もあって、いろいろ複雑な問題が残されている。今後は医学関係の情報や研究結果を参考にしながら、この研究を進めていきたいと考える。

C. 集材機運転中の振動と座席構造（資料 No. 23）

(1) 研究目標と内容

最近、集材機運転手のなかに、運転操作レバーの振動によるとみられる手腕系の振動障害、あるいは座席の振動や構造からくると思われる腰痛症が現われてきている。われわれはこの現状を憂慮し、この問題に関する研究を進める方法を見いだすため、予備的な調査を行なった。

調査は運転手が集材機に接する点、すなわち、座席と操作レバーのところで振動を測定するとともに、運転動作に関係する座席の構造と位置、および操作レバーの操作方法などについて、若干の人間工学的検討を行なった。

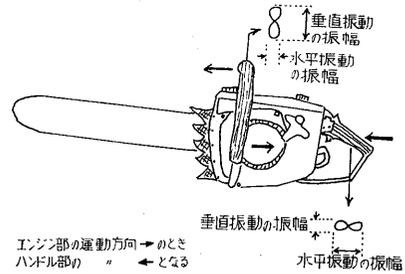


図 25. ハンドル部の運動軌跡の模式図

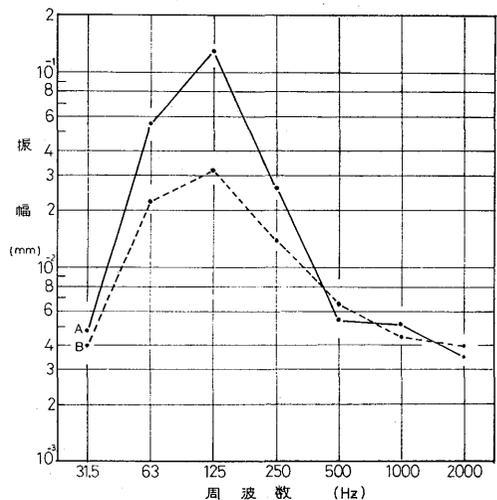


図 26. 握り方による振動の違い (AXELSSON 原図) (前ハンドル, 垂直方向, 6,000 rpm)  
 A 普通のにぎり方  
 B 固く強くにぎった場合

振動測定は集材機運転中の座席下部、後部、背部に、あるいは各操作レバー（レバーを握る手のそば）に振動ピックアップ（4333型、ブリュエル・ケア社製）をとりつけ、精密振動計（2203型、ブリュエル・ケア社製）を用いて、テープレコーダ（ナグラⅢ型、ソニー・クデルスキー製）に記録した。分析はテープレコーダから振動を再生し、周波数分析器（2212型、ブリュエル・ケア社製）で行ない、レベル記録器（2305型、ブリュエル・ケア社製）で記録させた。

対象機種は岩手富士 Y-32E 型集材機、集材方式はエンドレス式、集材機の据付けは丸太の上に載せた方法、調査地は東京営林局東京営林署管内である。

(2) 研究結果の概要

集材機の振動はエンジンとドラムの回転、あるいは集材中のワイヤロープの衝撃的な張力変動などによって発生すると考えられる。そして、これらの振動はそれぞれ違った振動成分をもちながら、座席や操作レバーに伝達される。これらの振動を運転手からみれば、座席から腰部、背部を経て人体に伝ばする振動は全身振動であり、操作レバーから手腕系に伝ばする振動は局所振動となる。集材機運転手の人体に影響を及ぼす振動はこの 2 つに分類される。

今回はこれらの振動を対象機種 1 台について、予備的に測定したが、分析するデータも少なく、結果は傾向の把握にとどまった。

測定点は図 27 のとおりである。全身振動は 100 サイクル以下の振動数が人体に影響するといわれており、われわれが測定した座席部の振動は次のとおりであった。

測定点	振動方向	周波数（ピーク値）Hz	振動加速度（g）	作業
1	上 下	63	0.32	集材中
2	左 右	63	0.45	”
3	前 後	80	0.32	”
4	前 後	25	0.35	引戻し
5	前 後	63	0.27	集材中

全身振動については ISO の「各負荷時間別の正弦振動負荷時の振動数対加速度  $a_z$ （足→頭方向）の許容限度 {ISO/TC 108/WG 7}」の許容基準がある。集材機の 1 回あたりの運転時間は、集材距離によって異なるが、われわれの調査から 3～5 分となっている。この負荷時間と測定値を上記の ISO の許容基準にプロットすると、集材機の座席振動はこの許容限界内におさまる。

次に、操作レバー部の振動は 630 Hz で 1.0～1.3 g の間にあり、局所振動は 500 Hz 以下が影響するといわれていることから考えると、やや高い周波数帯にピークが現われていた。これは操作レバーの長さからくる共振作用のためと思われるが、この理由はこれだけのデータから解析できないので、参考までに述べた。

(3) 対策および問題点

集材機運転手に影響を及ぼす振動については機種、索張り方式、作業条件によって変化すると考えられるので、今後、データの蓄積をはかりながら、検討していかなければならない。特に、人体が接する点である座席、操作レバーの構造は振動のみならず、運転動作にも関係してくるので、次の点を

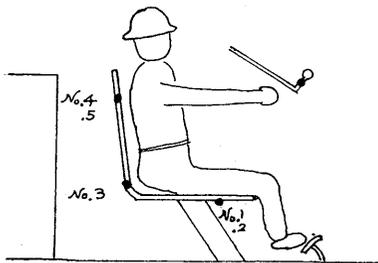


図 27. 座席振動の測定点

解明する必要があると考える。

- ① 運転時間（振動暴露時間）と振動の大きさの関係を明らかにし、暴露許容限界を求める。
- ② 機種別、索張り方式別、掘付方法別の振動の変化を明らかにする。
- ③ 座席と操作レバーの位置関係、および両者の構造について、主として人間工学的な検討を行ない、運転に無理がない空間作業域を求める。
- ④ 運転手の運転技術が間接的に振動の発生に影響すると考えられるから、運転動作や運転姿勢を分析する。

いずれにしても、われわれは、集材機運転手の労働環境を振動や騒音も含めて検討し、運転手の労働負担を軽減する対策を明らかにして、問題となりつつある職業性障害を防止していくことが大切であると考えている。

#### D. 林業における手持振動工具の振動（資料 No. 24）

##### （1）研究目標と内容

この調査は労働科学研究所の要望によるもので、目的は振動工具を使用する作業員にレイノー現象が多くなっている傾向から、それらの防止対策の資料にするため、測定分析したものである。

測定対象機種は、現在国有林で使用されているチェーンソー、刈払機、穴掘機などの手持振動工具で、チェーンソー 20 機種、刈払機 8 機種、穴掘機 4 機種である。振動の測定点は各機とも各ハンドル部を握る手の位置にもっとも近いところに決め、その位置に 3 方向振動ピックアップ（4340型、ブリュエル・ケア社製）をとりつけ、3 素子振動計（507-S型、日本測機 KK 製）をとおしてデータレコーダ（DFM-45型、ソニー製）に振動を記録した。分析はデータレコーダから振動を再生し、周波数分析器（2212型、ブリュエル・ケア社製）、レベル記録器（2305型、ブリュエル・ケア社製）で行なった。

調査地は前橋営林局沼田営林署根利機械化センター構内で、被験者は同センターの職員である。なお、チェーンソーについては、有効バー長、重量、排気量、玉切鋸断能率と振動との関係に若干の検討を加えた。

##### （2）研究結果の概要

この調査例から、われわれは次のことがらを情報として得た。

###### 1) 局所振動の許容限界との対比

チェーンソーなどの振動工具で、その操作ハンドルから手腕系に伝ばする振動は局所振動といわれ、その振動許容基準については国際的に確定されたものがなく、わが国では三浦の許容基準<sup>1)</sup>がある。今回、対象にした機種は 6,000～7,500 回転数で運転されており、オクターブバンドレベル 125 Hz のところに振動のピークがあらわれる。三浦の許容基準によれば、125 Hz で 0.04 mm 以下の振幅は局所振動障害が発症しない限界となっている。この基準に対比してみると、各機種の振幅は大部分許容基準外で、チェーンソー 1 機種、刈払機 1 機種のみが許容限界内におさまる状態で、レイノー現象発症から推察すれば、現在使われている被験機は望ましい機械でないといえる。

###### 2) チェーンソーについて

有効バー長、重量、排気量、玉切鋸断能率と振幅の関係は図 28 のとおりで、これらの関係をみると、重量 8 kg 前後、排気量 55 cc 前後のチェーンソーは振幅が小さい傾向を示している。玉切鋸断能率は、一般に排気量が大きければ、能率があがるといわれている。同一材を同一人で鋸断した今回の例について

いうならば、能率は排気量の大小にかかわらず、あまり変化がなく、大きい方が若干能率がよいことを示すにすぎない。

3)刈払機について

刈払機は8機種のうち1機種だけ、操作ハンドル部の振幅は許容限界内にかろうじておさまり、他機種はすべて限界外であった。限界内におさまった1機種は重量4.9kgで、もっとも軽い機種である。

4) 穴掘機について

重量別にみると軽い方の振幅は小さいが、すべての機種とも、振幅は許容限界外であり、とくに穴掘作業中における衝撃振動は大きく、1人で操作するには危険な機種もみられた。

(3) 対策および問題点

振幅障害防止のためには、手持振動工具の選定が重要なポイントになる。研究担当者の1人である辻は「作業中の脈搏増加率、作業員の体格、基礎代謝量および栄養摂取量などから、林業労働者の許容できる可搬式機械の重量は8.3kgである」と発表している<sup>18)</sup>。このことと、今回の振動分析結果から得られた8kg前後の軽いチェーンソーの振幅は重いものよりも小さい傾向を示すことから勘案すると、レイノー

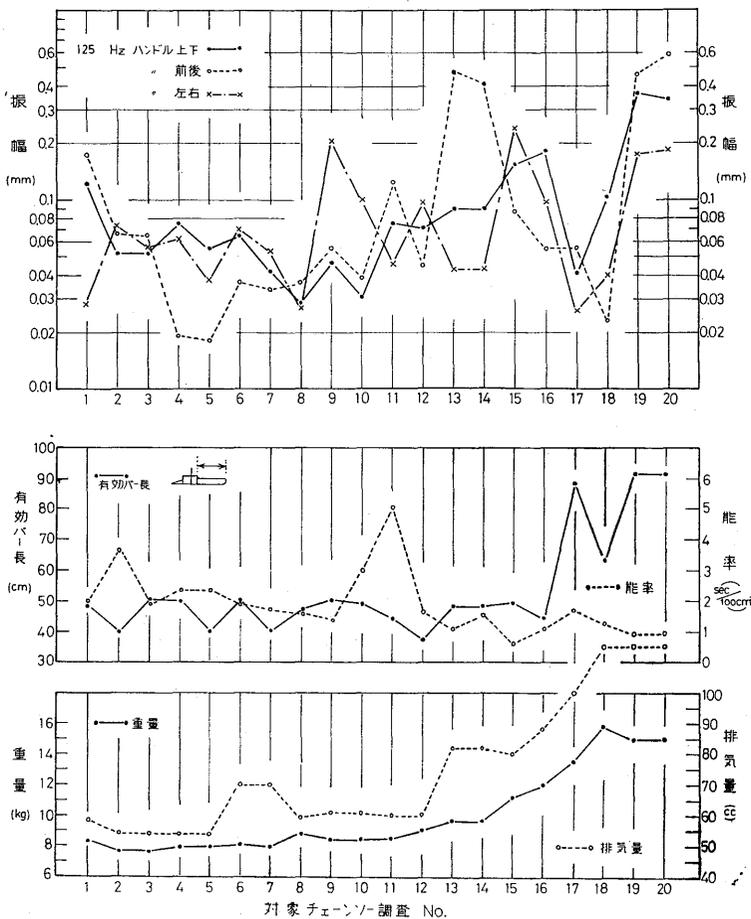


図 28. チェーンソーの振動

現象の防止の上からも、手持振動工具、特にチェーンソーの重量は 8 kg 以下におさえる方が望ましいといえよう。そして、この重量は機械選定の目安となろう。

## 8. 昭和 44 年度

### A. チェーンソーと斧による枝払い比較（資料 No. 36, 37）

#### （1）研究目標と内容

レイノ現象に関する研究は各方面で行なわれ、徐々にではあるが、その障害防止の対策が明らかにされつつ今日に至っている。しかしながら、機械の改良には時間が必要であり、また医学的な面での予防対策、治療方法にも決定的なものがみられない現状である。最近ではチェーンソーや刈払機など振動工具の使用時間規制が強調されてきている。

このような情勢から、われわれはチェーンソーによる伐倒、玉切りは従来どおりにして、伐木造材作業時間のなかで大きなウェイトを持つ枝払作業について、枝払いにチェーンソーと斧を使用した場合は、どのようになるかを実験的に調査した。そして、両者を比較することにより、振動暴露時間の短縮の可能性と、チェーンソー使用時間規制にともなう枝払い方法を検討した。

調査内容は次のとおりである。

1) 稼働時間の分析…各要素作業ごとに終日時間観測を行ない、勤務時間と振動暴露時間、チェーンソー使用の間欠時間の実態を明らかにする。

2) 枝払い方法の比較…チェーンソーと斧による枝払い能率の比較、労働量の差を検討する。

3) レイノ現象有無別の比較…運転時間、作業手順に差異があるかどうか。

調査地は青森営林局青森営林署管内（ヒバ天然林、全幹伐倒作業）、秋田営林局早口営林署管内（スギ天然林、普通伐木造材作業、東京営林局水戸営林署管内（ヒノキ人工林、全幹伐倒作業）で、被験者は各調査地ともレイノ現象の発症者かその疑いのある者 1 名と、全く発症していない者 1 名を選択した。

なお、この研究は今年度からテーマが「林業機械の振動・騒音の防止に関する研究—作業方法の改善に関する研究」と前年度までと同じであるが、予算は経常研究（特別会計）で行なうようになった。

#### （2）研究結果の概要

##### 1) 稼働時間の分析

##### ① 勤務時間と振動暴露時間

各調査地の時間観測結果は表 24 のとおりである。この表は各要素作業を振動暴露作業と振動非暴露作業に分類し、さらに振動暴露時間を鋸断中とエンジン回転中に分け、単位作業時間ごとに集計したものである。なお、ここでいう鋸断中とは、実際に鋸屑をだして、鋸断しているチェーンソーを持っている時間で、回転中とは低速で回転中のチェーンソーを持っている時間のことである。また振動非暴露時間とは、エンジンが停止したチェーンソーを持っているか、あるいは手作業している時間のことである。

表中の下欄には勤務時間に対する振動暴露時間の割合を示した。

伐木造材をチェーンソーだけでやる場合、振動暴露時間は作業内容によって変化することが過去の調査例ですでにわかっている。今回の例でも、そのことがいえる。

青森①②…全幹伐倒（伐倒と枝払い）170～216/193分/日

早口④⑤…普通伐木（伐倒、玉切、枝払い）110～122/116分/日

表 24. 各調査地の 1 日平均勤務時間 (振動暴露, 非暴露別)

調査 No. ①		②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
被験者 レインノー 現象の有無 調査業	者 の有無 地類	K. E 有	T. S 無	K. E 有	T. T 疑	M. W 無	T. T 疑	M. W 疑	M. M 有	Y. K 無
使用機	種	青森 全幹伐倒	同 ホームライト	同 同	早 普通伐木	同 同	同 同	同 同	水戸 全幹伐倒	同 同
樹枝	払い器具	共立CS-100 ヒバ天然 チェーンソー	同 XP-1200 同 左	共立CP-100 同 左	スチール スギ, 天然 チェーンソー	ホームライト 同 左	スチール 同 左	ホームライト 同 左	マッカラー MC-795 ヒノキ人工 斧	同 同 左
振動暴露時間	鋸断中	34.45 18.20 56.23 27.26 136.54	33.24 13.20 70.52 60.31 178.07	26.07 25.18 1.39 18.37 71.41	26.40 45.11 26.53 98.44	18.31 31.59 28.38 79.08	15.34 29.11 3.05 47.50	21.31 40.32 18.01 80.04	21.33 5.09 7.17 33.59	20.45 1.57 22.42
	エンジン中	7.15 20.15 6.32 34.02	6.37 16.51 14.50 38.18	3.10 11.05 4.47 19.02	4.59 18.45 23.44	5.53 25.08 31.01	2.16 10.02 12.18	6.41 20.08 26.49	2.33 1.19 3.52	5.36 2.04 7.40
計		170.56	216.25	90.43	122.28	110.09	60.08	106.53	37.51	30.22
非暴露時間	伐玉枝刈	20.54 36.41 0.25	14.42 38.53 18.10	16.56 53.04 98.58 1.54	21.23 98.18	18.18 99.58	17.08 80.42 31.12	24.32 102.54 25.06	8.12 10.52 173.02	8.52 25.34 204.42
	倒切払									
計		58.00	71.45	170.52	119.41	118.16	129.02	152.32	192.06	239.08
余裕外	通準余	32.58 60.45 126.42	36.33 48.36 80.16	29.57 53.34 82.56	101.05 94.38 27.02	78.28 111.37 61.37	81.32 83.08 122.00	75.41 97.45 61.07	55.41 5.09* 100.39 48.54	42.00 4.25* 104.41 25.50
	勤備裕									
計		220.25	165.35	166.27	222.46	251.42	286.40	234.33	210.33	176.56
勤務時間		449.21	453.45	428.02	464.55	480.07	475.50	493.58	440.20	446.26
振動暴露時間		170.56	216.25	90.43	122.28	110.09	60.48	106.53	43.00	34.47
暴露時間割合(%)		38.03	47.69	21.19	26.34	22.94	12.63	21.63	9.76	7.79

注) 被験者……①③, ④⑥, ⑤⑦は同一人。  
 No. 8, 9 \*印……作業手順により作業移動中はエンジンを回転させた状態であるため暴露時間に含める。  
 No. 8, 9 は平常でも枝払いを斧で実行しているところである。

水戸⑧⑨…全幹伐倒（伐倒と枝払い）34～43/39分/日

現在のチェーンソー使用時間規制を越えるのは青森の約3時間で、早口、水戸は2時間以内におさまっている。青森の例は作業内容が他と違い、表にあるとおり、刈払いという伐倒する前に小径木、かん木、ボサなどを全面的にチェーンソーで刈り払う作業、いわば伐採前地ごしらえのような作業を含むから多いのである。とくに②の場合は刈払い時間が60分もあり、枝払い時間にほぼ近い時間となっているが、作業方法からしても、また振動暴露の面からも問題があり、疑問に思われた作業である。

次に、枝払いを斧でやった場合の振動暴露はどうであろうか。青森の場合は、上で述べた刈払い作業が含まれても、③で90分となり、枝払いをチェーンソーでやるときより約半分となっている。早口の場合は④の120分から⑥の60分と約半分である（⑦の例は斧とチェーンソーの併用である）。水戸の場合は、従来から枝払いを斧でやっているのだから、振動暴露時間は⑧⑨で35～43分と少ない。

天然木の場合、全幹伐倒と普通伐木造材の作業内容に違いがあるが、枝払いをチェーンソーだけでやる場合は振動暴露時間が110～216分の範囲（①②④⑤）に、斧の場合は60～90分の範囲（③⑥）にあり、後者は前者の約1/2になっている。

## ② チェーンソー使用の間欠時間

チェーンソーの運転がどのような時間経過で行なわれているかを知ることは、振動障害の防止を考える上で大切である。この時間経過は、1日の運転回数と運転時間の分布から求められる。われわれはこの方法を間欠時間の分析とよんでいる。

一般的にいうと、チェーンソーの使い方は、一連続運転時間が長く運転回数の少ない方法と、一連続運転時間が短く運転回数の多い方法の2種類がある。しかし、振動障害防止の面からみた望ましい使い方は「振動に暴露される一連続運転時間は短くて運転回数も少なく、なおかつ運転の間に挿入される非運転時間が長いほどよい」といえる。

運転時間は作業員にとって振動に暴露される時間であり、非運転時間は振動に暴露されない時間である。そこでチェーンソーの運転時間と非運転時間を時間帯で区分し、両者の時間と回数を求めると、振動暴露と非暴露の繰返しの状態がわかる。表25は時間帯別に運転、非運転の1日平均の回数比率を求めたものである。すなわち、表の振動暴露欄の時間帯別運転回数比率を作業方法別にみると、青森（ヒバ天然林）の全幹伐倒①②③の場合は1分以内の時間帯が44～49%（平均47%）、1～2分以内の時間帯が20～22%（平均21%）で、1日の運転回数のほぼ70%は2分以内の時間で運転されている。早口（スギ天然林）の普通伐木造材④～⑦の場合は、1分以内の時間帯が56～63%（平均59%）、1～2分以内の時間帯が18～26%（平均23%）で、1日の運転回数のほぼ80%は2分以内の時間で運転されている。水戸（ヒノキ人工林）の全幹伐倒⑧⑨の場合は、従来から枝払いを斧でやっているところであるが、1分以内の時間がほぼ90%になっている。このように、作業方法別、人・天別の時間帯別運転回数比率には差がある。枝払いをチェーンソーでやるか斧でやるかによって、時間帯別運転回数比率の違いをみると、青森と早口の例でその比率には大きな差がみられない。

次に、振動非暴露の時間帯別非運転回数比率についてみると、作業方法別（青森の全幹伐倒と早口の普通伐木造材）ではあまり変化はみられないが、枝払い方法によって差がみられる。すなわち、枝払いをチェーンソーでやる場合①②④⑤は1分以内の時間帯が約70%で、他の時間帯はほぼ6%ずつとなっているが、枝払いを斧でやる場合③⑥⑦は1分以内の時間帯が約60%で前者より少なく、とくに16分以上の

表 25. チェーンソー運転の時間帯の回数比率

区分 調査地	レイノ 有 無	振動の 暴露・ 非暴露	1日の回数と時間			時間別にみた回数							
			回数	時間	1回 あたり 時間	0	1.00	2.00	4.00	8.00	16.00		
						0.59	1.59	3.59	7.59	15.59			
チェーン ソ ー 使 用 は 枝 払 い は チェ ーン	青森①	有	暴露	89.0	170.56	1.55	48.9	20.8	16.3	11.8	2.2	5.9	
			非暴露	93.5	303.19	3.14	67.4	8.0	7.5	7.5	3.7		
	" ②	無	暴露	115.3	216.25	1.52	49.4	21.5	16.8	9.0	3.3	4.8	
			非暴露	118.6	255.41	2.09	71.1	11.0	6.2	5.9	1.1		
	早口④	疑	暴露	103.5	122.28	1.11	58.4	22.2	15.0	3.9	0.5	4.3	
			非暴露	105.5	341.32	3.15	66.7	6.7	7.1	9.5	5.7		
	" ⑤	無	暴露	88.5	110.09	1.14	63.8	18.6	8.5	8.5	0.6	7.0	
			非暴露	92.5	355.29	3.50	66.4	11.4	2.2	7.6	5.4		
	チェーン ソ ー 使 用 は 斧 使 用	青森③	有	暴露	50.0	90.43	1.49	44.0	22.0	24.0	8.0	2.0	18.2
				非暴露	55.0	381.47	6.56	52.7	14.6	7.3	3.6	3.0	
早口⑥		疑	暴露	48.5	60.08	1.14	56.7	26.8	12.4	3.1	1.0	15.1	
			非暴露	56.5	417.13	7.23	51.3	10.6	2.7	6.2	7.1		
" ⑦		無	暴露	93.5	106.53	1.08	59.4	24.6	12.3	3.2	0.5	7.9	
			非暴露	101.5	386.51	3.49	64.0	9.9	6.4	4.9	6.9		
水戸⑧		有	暴露	75.0	43.00	0.34	86.7	10.0	3.3			12.4	
			非暴露	84.5	411.15	4.52	81.6	1.8	1.8	1.2	1.2		
" ⑨		無	暴露	71.0	34.47	0.29	92.2	7.8				11.9	
			非暴露	79.5	419.18	5.16	82.4	0.6	1.3	1.9	1.9		

時間帯は平均 13% で前者のほぼ 2 倍となっている。

こんどは運転時間と非運転時間を前述の時間帯別に、その比率を求めると図 29-(1), (2) となる。枝払い方法別 (①②と③, ④⑤と⑥⑦) に運転時間をみるとチェーンソーの場合は 4 分以上の時間帯の時間比率が多く、斧の場合は 4 分以下の時間帯の占める時間比率が多い。非運転時間についてみると、運転回数の場合と同じく、16 分以上の時間帯の時間比率は斧の方がチェーンソーより多くなっている。

③ 1 回あたり平均時間

1 日における 1 回あたりの平均運転時間と非運転時間を求めると表 26 となる。天然林の普通伐木造材、全幹伐倒とも、1 回あたりのチェーンソー運転時間は枝払いをする使用器具の違いによって差がない (①②と③, ④⑤と⑥⑦)。しかし、非運転時間は、枝払いを斧でやる方がチェーンソーでやるより、ほぼ 2 倍となっている。また、人工林の全幹伐倒では 1 回あたりチェーンソー運転時間が約 30 秒で、非運転時間はその約 10 倍となっている (⑧⑨)。

2) チェーンソーと斧による枝払いの比較

① 能率の比較

比較方法は、図 30 に示すように、伐倒した材元口から 4 m ごとに区分し、その区分内ごとの枝払いに要した合計時間と、枝払いした枝の鋸断径 (長径短径の平均値) の合計から検討した。

青森のヒバ、早口のスギについて、この関係を示したのが図 31-(1), (2) である。青森のヒバでは区分内の枝直径の合計が 70 cm 以下、早口のスギでは同じく 40 cm 以下であれば、チェーンソーでも斧でも、その区分内の枝払時間は変わらない傾向を示している。すなわち、区分内の枝直径の合計がこれ以下であれば、枝払いの能率はチェーンソーでも斧でも同じであるといえる。

このことから、上述した数値以下の区分はどのくらいあるのかを、胸高直径階別に求めてみた。一例と

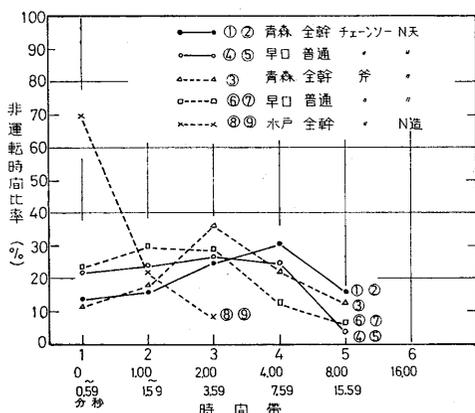


図 29—(1) 時間帯ごとの運転時間比率

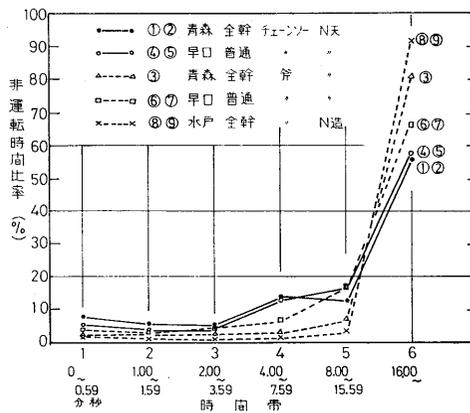


図 29—(2) 時間帯ごとの非運転時間比率

表 26. 運転, 非運転の 1 回あたり時間

調査地	レイノ-有 無	チェーンソーによる枝払い			斧による枝払い			備 考
		No.	運 転	非運転	No.	運 転	非運転	
青 森	有	①	分 秒 1. 55	3. 14	③	1. 49	6. 56	①③同 1 人
	無	②	1. 52	2. 09				
早 口	疑	④	1. 11	3. 15	⑥	1. 14	7. 23	④⑥同 1 人
	無	⑤	1. 14	3. 50	⑦	1. 08	3. 49	
水 戸	有				⑧	0. 34	4. 52	⑤⑦同 1 人
	無				⑨	0. 29	5. 16	

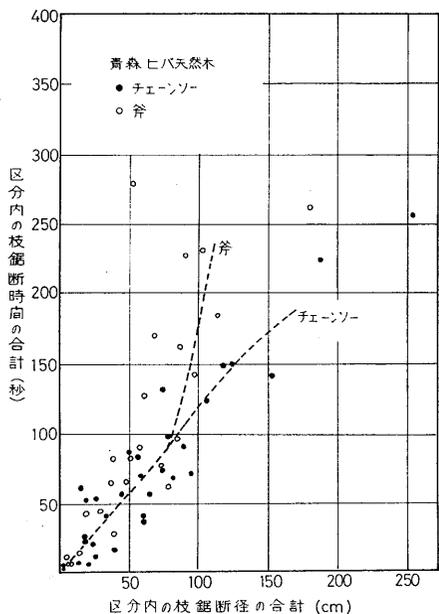


図 31—(1) 区分内の全鋸断径と全鋸断時間  
(ヒバ天然木の例)

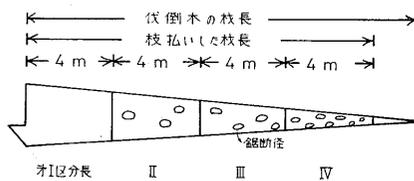


図 30. 枝の鋸断条件測定要領

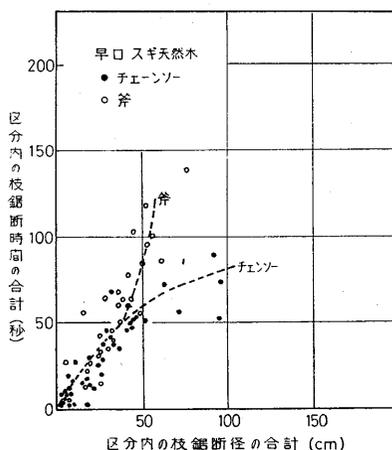


図 31—(2) 区分内の全鋸断径と全鋸断時間  
(スギ天然木の例)



表 28. 振動暴露時間の短縮の試算

調査地	胸高直径階 (cm)	全体の枝払時間 (秒)	移行できる割合 (%)	移行できる時間 (秒)	備考 (調査本数)
青森ヒバ (天)	30 ~ 39	720	100	720	(5)
	40 ~ 49	2,624	70	1,837	(8)
	50 ~ 59	2,100	46	966	(7)
	60 ~ 69	3,192	25	798	(7)
	70 ~ 79	1,122	18	202	(2)
	80 ~ 89	3,610	6	217	(5)
	計	13,368		4,740	M35%
早口スギ (天)	20 ~ 29	46	100	46	(1)
	30 ~ 39	708	100	708	(6)
	40 ~ 49	1,240	68	843	(8)
	50 ~ 59	2,448	50	1,224	(12)
	60 ~ 69	1,245	25	311	(5)
	70 ~ 79	1,017	25	254	(3)
	計	6,704		3,386	M50%

間が短縮されるということの意味する。

② 労働量からの比較

チェーンソーによる枝払いと斧による枝払いの作業内容はその作業からみて労働の質的な面が異なる。したがって、両者の労働量は変わってくるであろう。

肉体労働に関する労働強度は R.M.R. で示すことができる。表 24 に示した時間観測結果から、1日の勤務時間内消費カロリーを求めると表 29 となる。同一被験者について、チェーンソーと斧による枝払いの差をみると、①と③で +160 カロリー、④と⑥で -192 カロリー、⑤と⑦で +98 カロリーとなっていて、あまり差はない。この労働量の問題は、チェーンソーと斧の併用の作業を具体的に調査しなければ、実際の労働量の把握ができないが、今回の調査の労働負担からみれば、前述した数値の範囲では枝払いを斧でやっても、労働負担は大きくなるとはいえないと考えられる。

3) レイノー現象有無別の比較

表 29. 枝払いの使用器具の違いによる労働負担

項目	調査地		早口		早口	
	枝払い器具		チェーンソー	斧	チェーンソー	斧
	①	③	④	⑥	⑤	⑦
主体作業時間(分秒)	143.26	175.28	160.26	128.35	149.35	170.26
付帯作業時間(〃)	179.27	169.40	281.12	227.12	269.38	264.54
実働時間(〃)	322.53	345.08	441.38	355.47	419.13	435.20
余裕時間(〃)	126.42	82.56	27.02	122.00	61.37	61.07
勤務時間(〃)	449.35	428.04	468.40	477.47	480.50	496.27
観測実働率(%)	71.82	80.63	90.58	76.47	87.18	87.69
〃 余裕率(%)	28.18	19.87	9.42	23.53	12.82	12.31
推定式からの余裕率(%)	16.92	19.82	16.02	16.39	15.54	17.03
主体作業平均 R.M.R	5.58	6.61	5.49	6.09	5.63	6.08
実働時間平均 R.M.R	4.08	4.72	3.86	3.95	3.74	4.10
勤務時間平均 R.M.R	3.28	3.89	3.71	3.40	3.48	3.72
勤務時間内消費熱量(cal)	1,952	2,112	2,323	2,131	2,273	2,371

### ① 振動との関連

チェーンソーによる伐木造材作業の中で、振動障害に影響するのは振動に暴露される運転時間と機械の操作方法であろう。

チェーンソーの保持方法によって、手腕系に伝ばされる振動は変化する。伐倒、玉切りの時はチェーンソーを材にもたせながら鋸断するので、チェーンソーを保持する握力は一般的に弱くなる。反対に、枝払いの時は、その作業姿勢によってチェーンソーハンドルを保持する上腕がのびて、肘がまっすぐになり、またチェーンソーの重量を支えようとするため、握力は強くなる。したがって、後者の場合はそれだけ手腕系に振動の伝ばする度合いが多いといえる。

現地調査中、運転操作面の観察によれば、未熟練者は枝払い中でも、歩行中でも、エンジンの高速回転を長時間持続させる傾向がある。熟練者は実際の枝払い中はエンジンを高速回転させるが、枝払い歩行のときは低速回転をしている。したがって、このような操作面の差が振動障害の発生に大きく影響するのではないかと考えられる。

### ② 運転時間

総体的な時間は1)-①で述べたが、ここではレイノー現象有無別にチェーンソーの使用状態を検討してみる。

勤務時間内における振動暴露時間は伐倒木の大小によって変化するが、測定値は3日間の終日時間観測から得られたものであるから調査地の通常の稼働実態を示すものと考えてよいだろう。

1日の振動暴露時間は鋸断中（高速回転）とエンジン回転中（低速回転）とに分けて観測しているが、全暴露時間に対する両者の割合を求めると、チェーンソーの運転がどのような状態で行なわれているかがわかる。

表 30 に示すとおり、1日の振動暴露時間は早口と水戸でレイノー現象有の作業員が多く、青森では逆にレイノー現象無の方が多い。ただ、青森の例は刈払いという特殊な作業が含まれた数値であるため、ここでは参考までに示しておこう。

暴露時間に占める鋸断中の時間は早口と水戸ともレイノー現象有の作業員が多い。すなわち、レイノー現象有の作業員は振動に強く暴露される状態で運転している時間が多いということである。

次に、1日の振動暴露の間欠時間についてみると図 33 のとおりである。この図は1回あたりの平均暴露、非暴露時間を模式図にしたもので、たとえば、早口④はチェーンソーの運転が1分11秒暴露、3分15秒非暴露の繰返しであることを意味する。早口、水戸とも、1回あたり運転時間は3～4秒の違いであるが、非運転時間はレイノー現象有の作業員が短い。すなわち、振動に暴露されない手作業はレイノー現象有の作業員に少ないということである。

レイノー現象有無別の運転内容には顕著な差が認められないが、次の傾向がある。

○ 1日の振動暴露時間はレイノー現象有の作業員が若干多い。

○ 振動暴露時間を鋸断中とエンジン回転中に分けると、レイノー現象有の作業員は高速回転している鋸断時間の占める割合が多い。

○ 間欠時間でみると、1回あたりの平均運転時間には差がないが、非運転時間はレイノー現象有の作業員が短い。

### ③ 作業手順

表 30. レイノー現象有無別の振動暴露時間

調査地	レイノー現象 有 無	全暴露時間	鋸 断 中	エンジン回転中	全暴露時間に対する割合	
		①	②	③	②/①	③/①
		分 秒	分 秒	分 秒	%	%
早口	④ 有	122.28	98.44	23.44	80.6	19.4
	⑤ 無	110.09	79.04	31.01	71.8	28.2
水戸	⑧ 有	43.00	33.59	9.01	79.1	20.9
	⑨ 無	34.47	22.42	12.05	65.3	34.7
青森	① 有	170.56	136.54	34.02	80.09	19.91
	② 無	216.25	178.07	38.18	82.30	17.70

丸太を生産するための工程にはいろいろな手順があり、実際の作業は数多くの要素作業によって行なわれる。

ある作業員の作業手順はどのような要素作業の組合せで行なわれているかをみるのに、われわれは要素作業の発生率を考慮した要素作業系統図を書いて検討している。チェーンソーの振動暴露という観点から、振動暴露、非暴露の要素作業配列は、レイノー有無によって違いがあるかどうかを、この系

統図を応用して判断しようとした。系統図は各被験者ごとに伐倒作業と造材作業のまともり作業に分けて作成した。その一例が図34—(1), (2)である。

図の説明をすると、左側の系統図内の数字は要素作業間の結合度を現わし、この結合度の高い順に要素作業をたどっていくと、右側の要素作業配列図ができる。この場合、実際に行なわれていた作業の流れを頭に入れておく必要がある。

ここで、この系統図の作成方法について説明しておこう。外業で要素作業観測野帳（図35）に記入された要素作業を表31のように、各要素作業（中心になる要素作業）ごとにその要素作業の前にある要素作業と後にくる要素作業を1表にまとめる。関係した要素作業の発生総数を求め、中心になる要素作業とそれに関係する前あるいは後の要素作業を、表31から多いもの3位まで一覧表にまとめ（表32）、発生総数と関係数とにより百分比を求めて記入する。この百分比を、われわれは要素作業の結合度とよんでいる。すなわち、要素作業の結びつきの関係度合を表わす強さとみなすのである。

次に中心となる要素作業について、図36のように前にある要素作業と後にくる要素作業を配列し、その方向を矢印で明記しながら、線上に結合度を記入していき、前後に同じ作業があれば、それぞれまとめていく。このようにして全要素作業を連絡させながらまとめていくと、全体の要素作業系統図ができあがる。そして、結合度の高い順に要素作業をだどっていく、要素作業配列図をつくるわけである。

ここで、注意しなければならないのは結合度についてである。たとえば、50本の伐倒木について観測した結果であるとはいえ、たまたま特殊な要素作業が1回の発生であっても結合度100とでる偶然性は多分

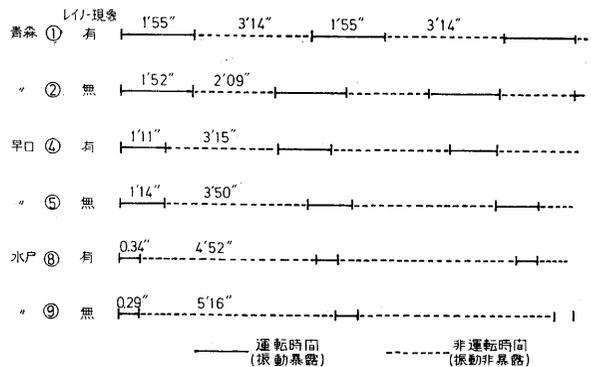


図 33. 1 回平均でみた振動間欠時間の模式図  
(番号は表24の被験者を示す)



表 31. 前後の要素作業をまとめる表

樹種	調査地	営林署	事業所	氏名	まとまり作業	作業
前にある要素作業数	総数	前にある要素作業(記号)	中心になる要素作業(記号)	後にくる要素作業(記号)	後にくる要素作業数	総数
正正丁	12	空身歩行(λ)	道具取替(C)	始動(Δ)	正正正正正	29
正	4	手鋸引落し(ノ)		引落し(→)	正	5
正	5	引落し(→)		持歩行(λ)	正正正正	19
正	5	停止(S)		枝切り手直し(α)	下	3
—	1	枝切り手直し(α)		障害木切り(シ)	正丁	7
正正下	13	木回し(π)		段取(θ)	正	4
丁	2	障害木切り(手鋸)(シノ)		空身歩行(λ)	正下	9
正正丁	11	段取(θ)		矢打ち(矢)	—	1
正正丁	11	退避(夕)		枝先切り(手鋸)(λノ)	—	1
丁	2	切具合見(切α)		やりおとし(やり)	—	1
正丁	6	障害木切り(シ)		立休(♀)	丁	2
丁	2	節探し(fα)		枝先切り(λ)	—	1
正丁	7	持歩行(λ)		木回し(π)	丁	2
丁	2	サルカ切り(サ)		目立(目立)	—	1
—	1	障害木片付け(シカ)		測尺(尺)	丁	2
—	1	リン棒づくり		調整(A)	丁	2
丁	2	調整(A)		切片除去(切除)	—	1
丁	2	測尺(尺)		足場づくり(足)	—	1
—	1	立休(♀)				
—	1	矢打ち(矢)				
—	1	節切り(f)				
—	1	玉切り(O)				
	93	22		18		91

に考えられる。この偶然性を排除するために、要素作業の発生率を考慮する。発生率というのは、伐倒木1本を1つの単位として、立木1本ごとに必ず発生する要素作業は発生率100%とし、2本に1回発生する要素作業は発生率50%とするのである。発生率と結合度とは無関係で、発生率が100%というのは要素作業が各伐倒木に必ず発生することであり、結合度が高くても発生率の小さい要素作業は偶発的なものとみなし、要素作業系統図から除外するか、再検討する必要のあるものである。われわれは、この発生率のメドを一応25%においている。

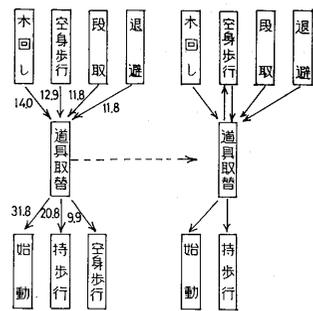


図 36. 要素作業系統図作成の例

以上のような要領でつくられた要素作業配列図から、振動暴露と非暴露の要素作業数をまとめたのが表33である。

総体的に、暴露、非暴露の要素作業数はレイノー現象有無別に顕著な差がない。ただ、各被験者の要素作業配列図からみた場合、レイノー現象有より無の作業員は、振動暴露要素作業の間に振動非暴露要素作業をそう入している割合が多くみられる。たとえば、図34-(2)の早口の造材で、レイノー現象無の作業員は、枝払いという暴露要素作業の間に枝かたづけという非暴露要素作業、すなわち手作業を63%の発生率でそう入している点である。その他の調査地の例をあげると、レイノー現象無の作業員は、青森の伐倒で追口切りの間に追口進行見(発生率47%)、早口の伐倒で受口切り前の手工具による障害木切り(32%)、受口切りの間に受口切片除去(79%)など、振動暴露要素作業の間に暴露されない手作業を入れて

表 32. 結 合 度 を

樹 種 ○○営林署○○事業所 氏 名 ○ ○ ○ ○

中心になる 要素作業	前 に あ る 要 素 作 業										
	総数	①			②			③			関係する要素作業数
		要素作業	数	%	要素作業	数	%	要素作業	数	%	
道具取替	93	木回し	13	14.0	空身歩行	12	12.9	段取	11	11.8	23
持歩行	467	枝切り	167	35.8	節切り	77	16.5	枝切り手直し	50	10.7	29
枝切り	486	持歩行	126	25.9	枝先切り	119	24.5	段取	100	20.6	17
測尺	123	障害木切り	55	44.7	測尺	40	32.5	空身歩行	9	7.3	11
段取	306	枝切り	99	32.4	持歩行	53	17.3	節切り	47	15.4	18
始動	91	持歩行	45	49.4	道具取替	30	33.0	木回し	6	6.6	12
障害木片づけ	15	障害木切り	9	60.0	持歩行	2	13.3				6
障害木切り	153	測尺	54	35.3	持歩行	23	15.0	空身歩行	11	7.2	22
材はなし	5	玉切り	3	60.0	鋸引抜き	1	20.0	停止	1	20.0	3
	以下略										

注) %欄以外は表31から転記する(要素作業は数の多いものから3種)。

表 33. 1 サイクルあたりの暴露・非暴露の要素作業数

	伐 倒		枝 払		造 材		計		備 考
	暴 露	非暴露							
青 森① 有	9	5	9	6			18	11	全幹伐倒 ヒバ天
② 無	9	7	11	5			20	12	
早 口④ 疑	9	9			10	11	19	20	普通伐木 スギ天
⑤ 無	8	8			11	10	19	18	
水 戸⑧ 有	9	4		4			9	8	全幹伐倒 ヒノキ造
⑨ 無	10	4		5			10	9	

いることが多くなっている。

(3) 対策および問題点

この研究は現在のチェーンソー使用実態を明らかにし、振動暴露時間の短縮の可能性を見つけるために行なった。

1) 勤務時間と振動暴露時間

各地の1日におけるチェーンソー使用時間は表24に示したように、青森の全幹伐倒は約3時間で、現行の2時間規制(昭和44年12月6日に、林野庁と全林野労働組合、日本国有林労働組合との間で、“振動障害に関する協定”がむすばれた)をこえていたが、早口の普通伐木造材はほぼ2時間、水戸のチェーンソーと斧の併用による全幹伐倒は1時間にもみたない。

青森の例はその作業内容、すなわち伐採前地ごしらえ的な刈払い作業が1時間近くも含まれた使用時間であり、当然、この作業形態は中止するようにすべきであろう。

ここで、われわれが過去において調査した資料から、代表的な作業の1日あたりチェーンソー使用実態を示すと表34のとおりである。これらの数値は長いもので1か月、短いもので1週間にわたる連日の終日時間観測から得られた数値である。資料としては古いものもあるが、表からもわかるように、チェーンソー使用時間が2時間をこえるのは、上士幌の全幹伐倒191分、羽幌の普通伐木造材179分、小坂の普通伐木造材181分である。それ以外の全幹造材、全木伐倒は2時間以内になっている。そして、これら2時

求める数

まとめり作業

〇〇作業

総数	後にくる要素作業									中心とする要素作業の発生率	
	①			②			③				関係する要素作業数
	要素作業	数	%	要素作業	数	%	要素作業	数	%		
91	始 動	29	31.9	持 歩 行	19	20.9	空 身 歩 行	9	9.9	19	100
458	枝 切 り	130	28.4	節 切 り	65	11.2	枝 先 切 り	63	13.8	26	100
486	持 歩 行	168	34.6	段 取 り	99	20.4	枝 先 切 り	47	9.7	18	100
119	障害木切り	47	39.5	測 尺	41	34.4	空 身 歩 行	16	13.4	10	100
306	枝 切 り	100	32.7	玉 切 り	66	21.6	枝 先 切 り	49	16.0	17	100
91	段 取	20	22.0	節 切 り	19	20.9	枝 切 り	14	15.4	15	100
15	障害木切り	6	40.0	測 尺	3	20.0				7	45
153	測 尺	55	35.9	段 取	15	9.8	枝 切 り	12	7.8	19	100
5	持 歩 行	4	80.0	空 身 歩 行	1	20.0				2	20

以下略

※は総数に対する比率で、小数点以下四捨五入して、単位以下1位にとめる。

間以内の作業の間欠時間は1回あたり運転時間が22~37秒と少なくなっている。

今回の調査例とあわせて考えると、チェーンソー使用時間を短縮することが望ましい作業形態は、普通伐木造材と全幹伐倒の両者といえる。普通伐木造材の作業形態は、集材機作業の進歩によって全木集材が発達し、年々減少している傾向にあるが、チェーンソー使用時間が2時間をこえるような普通伐木造材や全幹伐倒などの作業形態は、この作業の中でもっとも時間を必要とする枝払い方法に斧を導入するか、作業員の交替制などによって、重点的に時間短縮の方策を考えるべきであろう。

### 2) 枝払い方法の比較

振動暴露時間を短縮する方法として、伐木造材作業の中で、もっとも振動に暴露される時間の多い枝払いをとりあげた。

今回の調査から、現在の枝払いは青森のヒバで35%、早口のスギで50%、能率を落とさないで、チェーンソーから斧による枝払いに移行できることがわかった。このことは、枝払いの使用器具によって、振動に暴露される時間は短縮されるということである。その場合、1日の労働量は、枝払いをチェーンソーから斧にかえても、多い例で160カロリーだけ増えるにすぎない。したがって、表27にあるように、振動暴露の短縮を考えると、さしあたって胸高直径40cm以下の伐倒木の枝払いは、斧を使用することが望ましいといえる。

ただ、ここで問題なのは、現行のチェーンソーによる伐木造材作業の流れが、枝払いを斧にかえることによって変化することになるから、①現行の作業形態の中にどのようにして斧を導入させていくか、②この変更によって、期待したとおりの時間短縮が得られるか、③労働負担の変化はどうか、ということである。これらのことはわれわれも機会を得て明らかにしたいと考えているが、直接に現場で業務を担当している関係者も、積極的に実験されることを希望したい。

### 3) レイノー現象有無別の比較

レイノー現象発生有無別に、作業時間と作業手順について検討した。1日の勤務時間に対する振動暴露時間の占める割合、振動暴露時間の中で鋸断中の占める割合は、レイノー現象有の作業員が多い傾向にある。また、暴露、非暴露の間欠時間からみれば、1回の運転時間はほぼ同じ傾向にあるが、非運転時間は

表 34. チェーンソー使用

調査地	調査年	集材方法	作業方式	勤務時間 (分・秒)	チェーンソー	
					伐倒	造材
旭川一羽幌	昭34.7	—	普通伐木造材 (エゾ, トド・天)	434.31	44.40	81.48
名古屋一小坂	昭38.8	—	普通伐木造材 (ヒノキ・天)	510.59	19.14	30.09
長野一坂下	昭42.7	集材機	全木伐倒 (ヒノキ・サワラ・天)	451.15	61.39	
			全木造材 (ヒノキ・サワラ・天)	449.00 492.59		23.26 29.12
帯広一上土幌	昭43.8	トラクタ	全幹伐倒 (エゾ, トド・天)	454.07	61.39	
			全幹造材	522.19		102.16

レイノー現象有の作業員が短い。

作業手順については、レイノー現象無の作業員は振動に暴露される要素作業の間に、暴露されない手作業のそう入される割合が多い点が目だっている。

伐木造材作業はすべてチェーンソーだけでやれるものでない。当然、手作業も必要であるから、チェーンソー運転中でも、2)-③の項で述べたように、枝払い中の枝片づけ、受口切り中の受口切片除去、追口切り中の追口進行見、あるいは手工具による障害木切りなどの振動に暴露されない要素作業を行ない——このことは伐木造材作業の安全にも必要なことである——、チェーンソーの一連続運転時間を途中でカットするような作業を進めるべきであろう。

#### 4) 作業員のレイノー現象防止対策の事例

われわれが調査した現地の被験者との対話の中で、かれらは日ごろから大切なことだと考えて実行している例を話してくれた。

##### ① 健康管理は自分で行なっている

朝夕、あるいは作業中、身体の冷えこみによって、レイノー現象がでてくるので、身体の保温を第一と考え、通勤時の外衣の着用、汗をかいた後の着替え、および汗のふきとりを実行し、身体の保温に極力つとめている。

##### ② 煙草をやめた

煙草を吸うことによって、血管の収縮が行なわれ、それがレイノー現象にも悪い影響を与えると医者からきいて、煙草をやめた。

##### ③ オートバイ通勤の中止

オートバイで通勤していたが、通勤時の全身寒冷でレイノー現象の発生するが多かったので、オートバイのかわりに中古車を買って通勤している。

また、オートバイで通勤していたが、官用のバス通勤になってから、レイノー現象の発生度合が少なくなった。

##### ④ チェーンソーハンドルの改良

ハンドルを使いやすいように自分で改良補強し、振動は少なくなった（実際はそうではないのだが、こ

時間 の 観 測 実 態 例

（作業第1研究室）

運転時間（分・秒）			間欠時間（分・秒）		1日あたり 伐倒数 （本）	1日あたり 集材回数	平均胸高 （cm）	備 考
枝 払	その他	計	運 転	非運転				
49.35	2.47	178.50	1.02	2.32	30	—	38	2人組 チェーン ソー専用
111.46	10.56	181.03	1.02	2.25	15	—	39	1人
		61.39	0.35	4.02	38	—	37	
41.26 51.45	2.44 12.52	67.36 93.49	0.37 0.34	3.57 2.41		}23.5	35	
129.51		191.30	0.43	1.16	22.5			
		102.16	0.22	1.37		19	38	

のようなことが心理的にプラスになっているのであろう。

以上、4項目ばかり紹介した。このように、作業員は自分でできるレイノー現象発生の抑制策を考え、努力しているのであるが、管理者は上述のような考え方を十分配慮して、指導することが大切であると考ええる。

現在の小型振動機械について、振動を減衰させる改良は早期に望めない現状である。したがって、このような機械を使用する時に、もっとも必要なことは、レイノー現象発症者1人1人の意見を十分に聴集し、できるかぎり精神的な援助を与えてやると同時に、今回の報告に示したような作業方法の改善を行ない、使用面からレイノー現象の発症防止に努力することであろう。

B. チェーンソー作業の振動比較（資料 No. 25, 35）

(1) 研究目標と内容

この研究は東京営林局作業課から依頼されたもので、目的はチェーンソー作業従事者に対する指導のポイントを明らかにすることである。依頼された調査内容は次のとおりである。

- 1) 玉切鋸断時における振動、能率比較…ガイドバー別、機種別、作業員別、鋸断方法別。
- 2) ソーチェーンの比較…新品、常用チェーン別、目立ての良否。
- 3) 玉切鋸断動作比較

測定方法は次のとおりである。玉切りは針葉樹モミ・ツガ、広葉樹ミズメ、ブナを用い、試験内容ごとに5回ずつ行なった。能率は丸太の長径短径の平均値から断面積を求め、100cm<sup>2</sup>あたり所要時間で表わした。

振動はチェーンソーのフレームハンドル部（ハンドルを握る手の位置にもっとも近いところ）に3方向振動ピックアップ（4340型、ブリュエル・ケア社製）をとりつけ、3素子振動計（507-S型、日本測器製）からデータレコーダ（DFM-45型、ソニー製）に記録した。分析はデータレコーダから再生し、周波数分析器（2212型、ブリュエル・ケア社製）、レベル記録器（2305型、ブリュエル・ケア社製）で行なった。

ソーチェーンの目立状況は、使用中のソーチェーンの各刃を接写し、引き伸ばした写真上から切刃因子（上刃目立角、横刃目立角、デプス量、径の長さ）を計測し、目立てのそろい不そろいは標準偏差で表わ

表 35. 被験チェーンソー諸元

	R 90	R 90 S	R 60
本機重量	9 kg (鋸部を除く)	8.5 kg (鋸部を除く)	6.8 kg (鋸部を除く)
エンジン排気量	88.6 cc	90.0 cc	59.8 cc
最大出力	—	6 ps/7000 rpm	3.5 ps/7000 rpm
バー	14", 18", 21", 23"交換可能	14", 21", 23", 28"交換可能	20"
チェーン	チップー型, 404"ピッチ	チップー型, 404"ピッチ	チップー型, 3/8 ピッチ
チェーンスピード	18m/sec (7,000rpm 時)	16.7m/sec(7,000rpm 時)	—
始動方式	起動滑車自動捲込式	同 左	リコイルスターター式
クラッチ	自動遠心式	同 左	同 左
気化器	ダイヤフラム型	同 左	テイロットソン HS型
タンク容量	燃料 1.0 l チェーンオイル 0.25 l	燃料 0.9 l チェーンオイル 0.28 l	燃料 0.8 l チェーンオイル 0.35 l
チェーンオイル	モービル 夏 SAE #30W 冬 SAE #10W	同 左	2 サイクル専用オイル
使用燃料	混合比 ガソリン15：モービル1	同 左	混合比 ガソリン20：モービル1

した。

玉切鋸断の動作はベルハウエル 16 m/m 撮影機で撮影し、分析はフィルムーションアナライザー (F-106, 大沢商会製) と変位自動読取装置 (EO-6W, 江藤電機製) で行なった。

被験者は現地の伐木造材作業員 5 名で、使用したチェーンソーは表 35 のとおりである。調査地は東京宮林局秩父宮林署管内である。

## (2) 研究結果の概要

### 1) 玉切鋸断時における振動, 能率比較

#### ① ガイドバー別

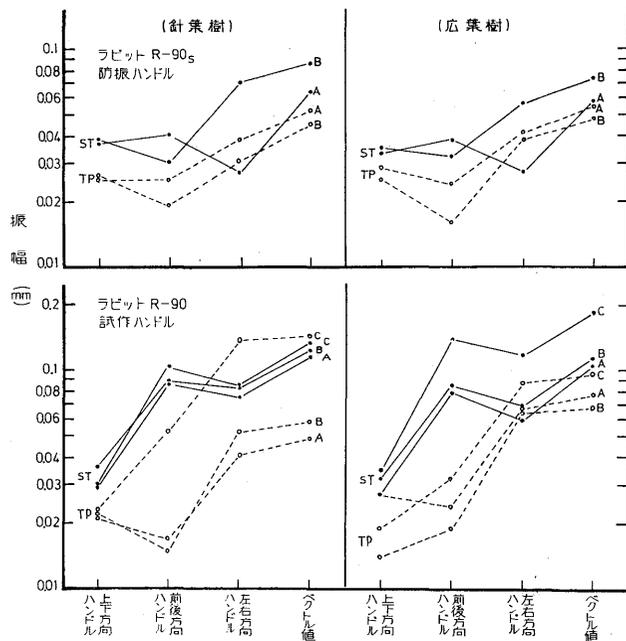
同じ型式のチェーンソーに、同じ長さのステライトバー (ST) とトップローラーバー (TP) を装着し、各被験者に上から切りおろす玉切りをさせた時のチェーンソーのフレームハンドル部における振動は図 37 のとおりである。いずれも TP バーをつけた場合の振幅は小さい。とくに、試作ハンドル\*をつけた R-90 のチェーンソーではその差が大きく、中でも前後方向の振幅が極端に小さい値を示しているのが特徴的である。一方、鋸断能率は図 38 のとおりで、TP バーを装着した場合の能率はやや悪い傾向を示している。この違いは TP バー装着の経験のないことが影響したのかもしれない。

#### ② 機種別

ここでいう機種別比較は、機械重量によって振動がどのように変化するかをみようとしたものである。重量は 12 kg と 9.5 kg で、玉切りは同一被験者である。針広別には傾向が同じだったので、針葉樹の例を示す (図 39)。図をみてもわかるように、重量の軽いチェーンソーの振幅は約半分の小さい値となっている。軽いチェーンソーの振動が小さいことは 43 年度 D の報告でもすでに述べたとおりで、これらの数

\* ハンドルフレームの改良効果について、AXELSSON, S-Å.<sup>1)</sup> は「ハンドルを同じ材質で、高さが 150 m 高くなるようにつくられたハンドルをチェーンソーにとりつけ、そのときの振動を測定したところ、ハンドル部における各方向の振動の強さは相当に減少したと発表しているが、われわれも、現行ハンドルより 15 cm 高いハンドルを試作し測定を行なったが、同様の傾向を得た。

図 37. ガイドバーの違いによる振動比較  
 上段 ラビット R-90s 防振ハンドル  
 下段 ラビット R-90 試作ハンドル  
 オクターブバンドレベル 125cps  
 ST ステライトバー 23インチ  
 TP トップローラーバー 23インチ  
 A, B, C 被験者



値は振動工具使用による局所振動の許容限界内におさまる値で、振動障害の発症防止の面から考えると、軽いチェーンソーは望ましいといえる。ただ、重量の軽いチェーンソーはそれだけエンジンの排気量が小さくなるので、能率は悪くなっている。

③ 作業員別

毎日使用しているチェーンソーでは作業員によって機械の調整や目立てなどにくせがあり、また操作方法にも慣れがある。それを排除するために、あらかじめ用意したチェーンソーに試作ハンドル、STとTPのバー、よく目立てされたソーチェーンを装着して玉切りをさせると、作業員のチェーンソーの操作によって振動や能率に差がでてくると考え、このチェーンソーを使用して作業員3名を対象に比較を行なった。結果は図40のとおりで、STバーの場合、振動の傾向は同じであるが、作業員Cの振幅はやや大きい。能率も作業員Cが悪くなっている。TPバーの場合は作業員A、Bに比べて作業員Cの振幅が極端に大きく、振動の前後、左右方向がとくに大きい。また能率も悪くなっている。

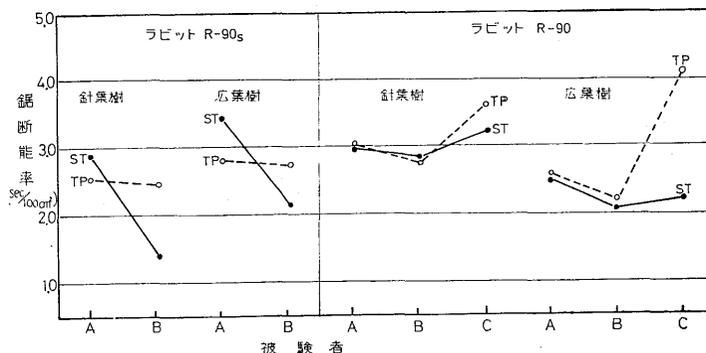


図 38. ガイドバー別の鋸断能率

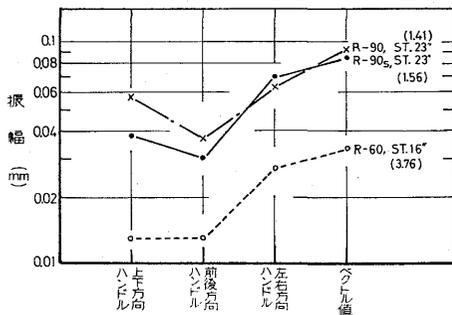


図 39. 機種ごとの振動比較  
被験者 B, 針葉樹玉切  
オクターブバンドレベル 125cps  
( ) は鋸断能率 (sec/100cm<sup>2</sup>)

作業動作の観察から考えると、この差はチェーンソーを押しつけて切るか、チェーンソーのくいこみに合わせて切るかによつての違ひである。作業員Cはチェーンソーを押しつけて操作するタイプで、それにTPバーを装着した時の鋸断要領が悪いため、このような差があらわれたのであろう。

④ 鋸断方向別

玉切鋸断には「上から切りおろす」方法と「下から切りあげる」方法の2とおりがある。測定結果は図41のとおりで、両者の振幅は前後方向で差が大きく、切りおろすときは切りあげるときの約2倍になっている。これは前述（昭和43年度、B-(3)の図26)したアクセルソンの実験結果の記述と同じことである。下から切りあげるときはチェーンソーを上へ引き上げるように操作するため、ハンドルを握る手の握力が当然強くなる。したがって、それだけ振動は手に吸収され、ハンドル部にあらわれる振動が小さくなってしまふ。だから、ハンドル部の振幅の手に吸収された残りの振動量であると考えられる。

能率は切りあげる方法が若干よくなつてゐる。鋸断方法の差をみる場合、その時の姿勢との関連も考

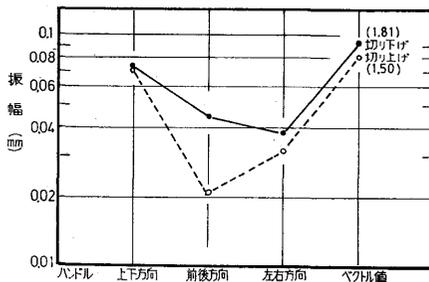


図 41. 鋸断方法の比較  
R-90s, TP 23 新しいチェーン  
針葉樹玉切  
オクターブバンドレベル 125 cps  
被験者 C  
( ) は鋸断能率 (sec/100cm<sup>2</sup>)  
防振ハンドル

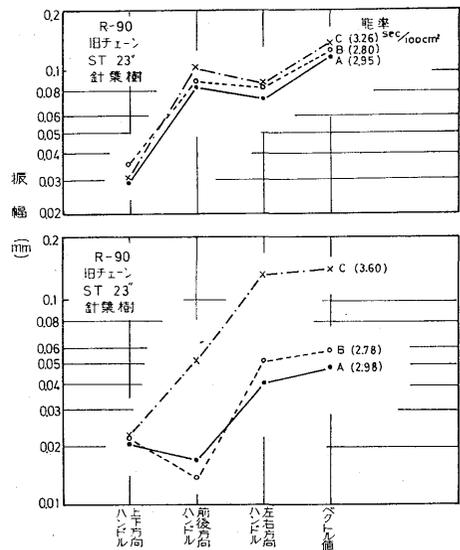


図 40. 玉切鋸断時の作業員別振動, 能率比較  
(オクターブバンドレベル 125cps)

なければならぬ。能率がよいからといって、姿勢にムリがあったり、また必要以上に手腕系に力が入るような姿勢は振動が手腕系に伝はする量も多くなり、レイノー現象が起りやすくなる。その点下から切りあげる鋸断方法はあまり望ましい方法といえない。

2) ソーチェーンの比較

① 新品, 常用ソーチェーンの比較

新品のソーチェーン、新品を目立てなおしたソーチェーン、よく目立てされた常用ソーチェーンについて、それぞれチェーンの張りを一定にして、同じチェーンソーで玉切鋸断を比較した。結果は図42のとおりで、新品のソーチェーンは振幅も大きく、能率も悪い

傾向を示している。とくに、作業員Cの例は新しいソーチェーンを目立てしなおして、使用した結果も示すが、新品ソーチェーンよりも振幅は小さく、能率もよくなっている。

一般に、新しいソーチェーンで鋸断すれば、振動は小さく、能率もよいと考えられている。しかし、われわれが過去に測定した例からみても、新しいソーチェーンは上刃目立角、デプス量、刃の長さが必ずしもそろっていなかったこと、また、ソーチェーンの伸びが大きかったことなどがわかっている。少ないデータではあるが、今回の測定結果とあわせて考えると、新しいソーチェーンを使用する時は十分考慮する必要があるといえる。

② 目立ての良否

目立ての状態は、調査内容にあるとおり、作業員が常用していたソーチェーンについて調べた。目立てはソーチェーン取扱要領で決められた基準に合致したものが少なく、上刃目立角は最小と最大で8~13度、デプス量は同じく0.3~0.6 mm、横刃目立角は6~24度と差があり、総体的に左右のカッターの目立ての違いが多く、特に左側の目立てが悪かった。ただ、刃の長さは比較的そろっていた。

3) 玉切鋸断動作比較

作業員の作業姿勢やチェーンソーの操作方法のよしあしは手腕系へ伝わる振動に影響を与える。振動の減衰がハンドルの改良、保守整備の徹底、目立て技術の指導強化などの対策で、いくぶんでも可能になっても、使用方法が悪ければ、せっかくの振動減衰の対策はその効果がうすらぎ、意味のないものになる。

その点から、実際の玉切鋸断動作を16 mm フィルムに撮り、動作分析を行なって、動作人間工学的な注意事項（昭和40年度、A-(2)-5)動作分析の項参照）との関係を中心に、作業員の作業姿勢を検討した。

玉切鋸断中の身体各部の1秒あたり平均移動量は表36のとおりで、身体各部の移動軌跡を2秒間隔で書いたのが図43~48の動作分析図である。今回は従来ハンドルをつけた場合と、前述した試作ハンドルをつけた場合の2例について分析した。

表から、ハンドル別の移動量は差が認められない。作業員別では、作業員CはA、Bより移動量が約3倍になっている。図をみてもわかるように、作業員A、Bの動作軌跡はほぼ同じ傾向を示し、動きも少なく、バランスがとれている。それに反して、作業員Cのそれは動きが大きく、身体各部がばらばらに動いている。この違いが約3倍の移動量になったと思われるが、その理由はチェーンソーの持ち方が逆手（左手でグリップハンドル、右手でフレームハンドルを保持する方法で、一般的な保持方法と反対である）であることもあるが、チェーンソーを体軸の中心にもってきていないこと。チェーンソーを材に強く押しつけて切る傾向にあることなど、人間工学的な注意事項に欠けている面があげられる。

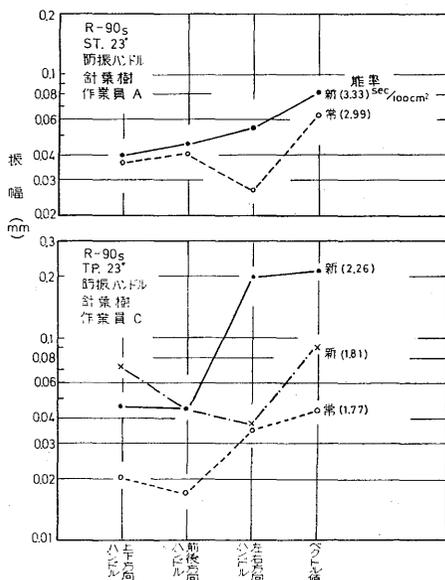


図 42. ソーチェーンの違いによる振動  
 オクターブバンドレベル 125cps  
 新—新品ソーチェーン, 常—常用ソーチェーン, 新目(—●—) —新品を目立てしなおしたソーチェーン

表 36. 玉切鋸断中の各部移動量 (cm/sec)

被験者	ハンドル	持ち方	頭	左肩	左肘	左手	右肘	右手	腰	左膝	バー先
A	防振	順手	2.0	0.9	1.1	1.1			1.0	0.7	1.6
			2.2	1.0	1.5	1.4			0.9	0.7	2.0
B	防振	順手	1.8	1.4	2.8	1.6			1.0	0.8	1.9
			1.6	1.4	1.2	1.7			0.6	0.9	1.9
C	防振	逆手	4.1	3.5	3.4	4.0	2.7	3.5	3.1	2.4	2.8
			5.6	4.4	3.7	4.8	3.8	3.9	3.6	3.5	4.8

注) ○試作：従来ハンドルより持つ位置が 15cm 高い。バー23インチ  
 防振：従来ハンドル。バー23インチ  
 ○順手：左手でフレームハンドル、右手でグリップハンドルを保持する方法（一般的な保持方法）。  
 逆手：左手でグリップハンドル、右手でフレームハンドルを保持する方法。

つぎに、試作ハンドルを装着した動作について若干ふれておこう。チェーンソーのフレームハンドルを持つ位置の高さによって、作業姿勢やチェーンソーを保持する手腕系の角度は変わってくる。試作ハンドルの場合、図からもわかるように、肘関節は 90~130 度に曲げた形で保持され、そして、ハンドルは軽く握った状態で玉切りされていた。したがって、従来ハンドルに比べて、手腕系への振動伝ばはそれだけ少ないように観察された。使用后、作業員から求めた感想は「試作ハンドルは慣れないせいもあるが、操作がやりにくい。振動感覚は従来ハンドルよりやや少なく感ずる。慣れると玉切りには十分使えるだろうが、伐倒する時は使いにくいと思う」という回答であった。

(3) 対策および問題点

この依頼された調査結果から、チェーンソー使用者に対する指導上のポイント、および振動障害防止対策として、次の点があげられる。

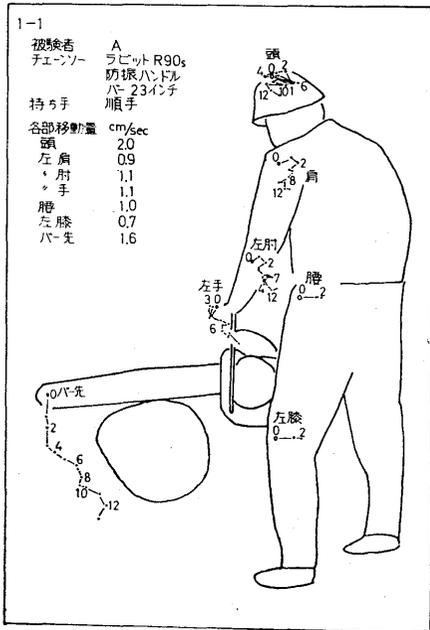


図 43. 玉切作業の動作分析 (順手, 防振ハンドル, 被験者A)

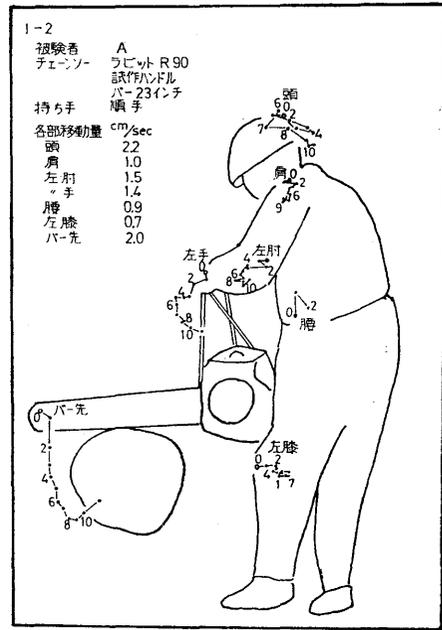


図 44. 玉切作業の動作分析 (順手, 試作ハンドル, 被験者A)

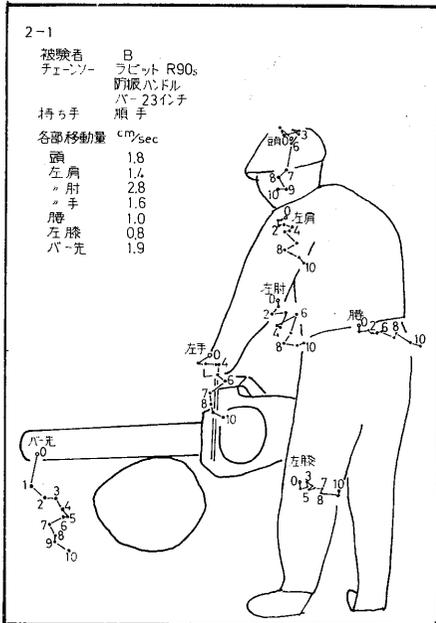


図 45. 玉切作業の動作分析  
(順手, 防振ハンドル, 被験者B)

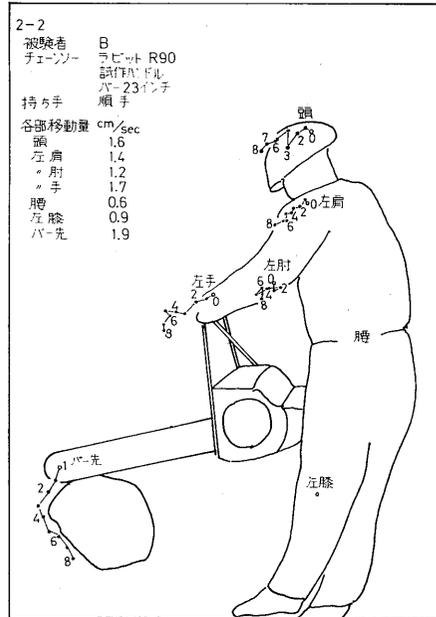


図 46. 玉切作業の動作分析  
(順手, 試作ハンドル, 被験者B)

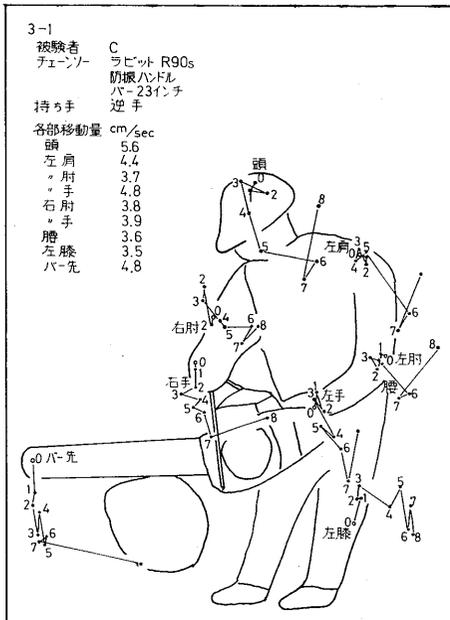


図 47. 玉切作業の動作分析図  
(逆手, 防振ハンドル, 被験者C)

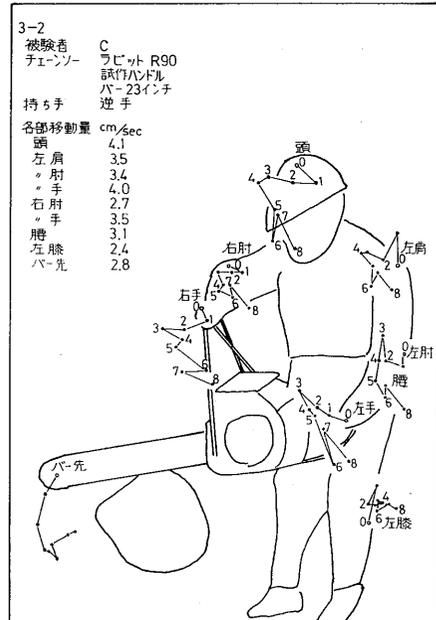


図 48. 玉切作業の動作分析図  
(逆手, 試作ハンドル, 被験者C)

## 1) 玉切鋸断時における振動, 能率

## ① ガイドバー別

同じチェーンソーに, 同じ長さのステライトバーと, トップローラーバーを装着し, 玉切鋸断をしたとき, トップローラーバーをつけた方が, ハンドルフレーム部の振幅は小さく, 能率は若干おちる傾向を示した。

作業員はトップローラーバー使用の経験がはじめてであり, また, 測定データも少ないことから考えると, この測定例から両者の差を断定することは無理である。したがって, 測定結果だけから, 直ちにトップローラーバーの使用によって, 手腕系に及ぼす振動の影響は少なくなるとはいきれない。使用するにあたっては十分な訓練を実施し, よく慣れさせてから, 常用させることが大切であろう。

## ② 機種別

チェーンソーの振動に関連して機械重量の問題をとりあげた。重量は 9.5 kg と 12 kg で, 重量の軽い方は振幅が小さく, この振幅は局所振動の許容限界内におさまる値である。能率は軽い方が低下することを示した。

この重量の問題について, われわれは労働負担の面から検討し, 11 kg を基準にした場合に, エネルギー消費量は 13 kg を越えるとその増加が顕著になり, 3 kg も重くなると約 70% のエネルギー消費量が増加することを明らかにしている (昭和 40 年度, A-(3)-2)-⑤参照)。U. SUNDBERG<sup>15)</sup> は, チェーンソーの重量が 11 kg, 15.8 kg, 19.5 kg の 3 機種について, チェーンソーを持ったときと持たないときの歩行速度と酸素消費量との関係を室内の歩行盤上で実験し, 図 49 を示しながら, 生理学的な能率からみるとチェーンソーの重量が増すにつれて悪くなる傾向にあると述べ, 「重いチェーンソーを手で運搬することは活動的な見地から不経済であるのみならず, 指や腕や手背の静筋肉を緊張させるために非常に過労の結果となる」と報告している。また, G. KAMINSKY<sup>16)</sup> の調査では, 伐木造材作業がチェーンソーを使用することによって手鋸と比較して労働負担は少なくなったが, 重量のあるチェーンソーを持った歩行において労働負担が多くなった。1 日の時間分析では歩行が多く占めているので, それだけ歩行の合理化が必要であることを強調し, チェーンソーの重量と歩行との関係を求めている (図 50)。チェーンソーの重量が 9 kg から 11 kg に増すと脈膊数で 13 の増加がみられるが, これが 15 kg から 17 kg と同じ 2 kg の増加であるとき, 脈膊数で 53 の増加となる。これを 1 日の作業からみると, チェーンソーの運搬エネルギーの占める比率は非常に違ってくるので, チェーンソーの重量軽減の必要性を強く述べている。

以上のように, 重量が軽くなれば, それだけ労働量は少なくてすむことになり, また今回の測定でもわかるように, 軽いチェーンソーのフレームハンドル部の振幅は小さく, 局所振動の許容限界内におさまる状態であることから, 能率が低下しても, 振動障害の発生の防止という面から考えると, 軽いチェーンソーは望ましいといえる。機種を選定にあたっては, 能率だけを強調しないで, 振動の負荷, 労働量の負担などを考慮して決定することが大切である。

## ③ 鋸断方法別

「上から切りおろす」方法と「下から切りあげる」方法について検討した。下から切りあげる方法はチェーンソーを引きあげるように操作するため, ハンドルを握る手の握力が当然強くなる。このことは, それだけ振動が手腕系に吸収される結果となるから, 振動障害発症の面から望ましい方法といえない。能率がよいからといって, 必要以上に手腕系に力が入るような姿勢はさけるべきである。

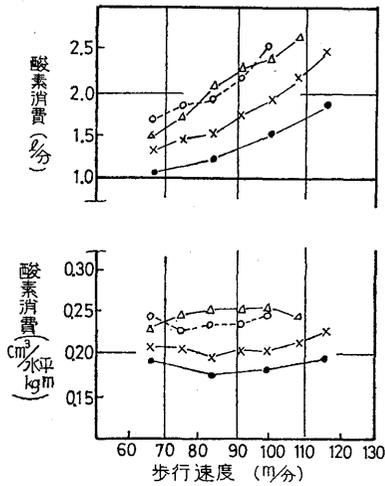


図 49. 酸素消費と歩行速度の関係（ズンドベルグ原図）

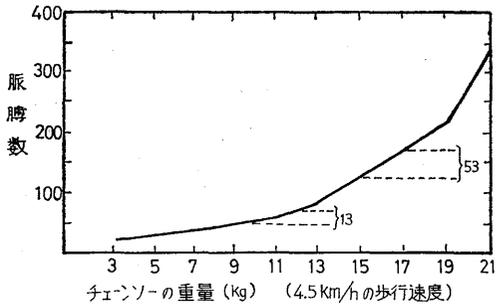


図 50. チェーンソーの重量と脈膊数  
（カミンスキー原図）

● 無負荷 × 11kg チェーンソー(片手) △ 15.8kg  
チェーンソー(片手) ○ 19.5kg チェーンソー(両手)

## 2) ソーチェーン

新しいソーチェーンを目立てしなおして鋸断した場合、振幅も小さく、能率もよくなっていた。少ないデータであるが、われわれの過去の測定例から、新しいソーチェーンの目立ては完全といえないものが見受けられた。

新しいソーチェーンを使用するときは、林野庁で定めている「ソーチェーン取扱要領」をよく守り、ソーチェーンを観察して、悪ければ目立てをしなおして使用するよう心がけるべきである。

今回の調査においても、常用ソーチェーンの目立状況は上刃目立角、横刃目立角、デプス量の不そろいが多くみられた。目立てが不そろいだと振動が大きくハンドル部に現われ、人体の手腕系に悪い影響を与える。チェーンソーの振動は、目立ての良否だけで解決されるものでないが、振動の減衰効果の1因子として、目立ては大切なことであり、おろそかに考えてはいけない。現場管理者は目立技術の教育をもっと徹底して行なうべきである。

## 3) 玉切鋸断動作

チェーンソーの操作方法によって、手腕系への振動伝ばは変化する。作業員Cのように、チェーンソーを材に強く押しつけるようにして操作したり、チェーンソーを体軸からはなして操作することは、人間工学的な面からみて、良い操作方法とはいえない。少ない調査例であるが、作業員A、Bのような技能的にすぐれた作業員の動作をVTRなどに撮影し、視聴覚教育によって鋸断動作の訓練を強化していくべきであろう。

以上、依頼された項目について述べた。最後に、チェーンソー作業の振動障害の予防という面から、われわれは「チェーンソーの機械的な性能だけに関心を示すのではなく、チェーンソーは人間が使用する機械である、ということをも再認識し、使用にあたって何が大切かを十分検討することが必要である」という基本的な考え方を強調しておこう。

## C. 集材機の操作レバーと座席の振動（資料 No. 31, 32）

### (1) 研究目標と内容

この研究は高知営林局福利厚生課から依頼されたもので、管内の集材機運転手にレイノー現象の疑いのある者が出たことに関連して、集材機の操作レバーと座席の振動の実態を明らかにするとともに、その防

止対策をみいだすのが目的である。

対象機種は高宮営林局型 2 台、TK-I 型 2 台で、索張り方式は各現場ともエンドレスタイラー方式である。調査地は大栃営林署、安芸営林署管内である。

振動は運転手が集材機に接する点、すなわち座席と操作レバーのところで、実際の集材中に測定した。測定方法は座席の下部と背部、各操作レバー（レバーを握る手のそば）に振動ピックアップ（4340型、ブリュエル・ケア社製）をとりつけ、3 素子振動計（507-S 型、日本測機KK製）をとおしてデータレコーダ（DFM-45 型、ソニー製）に振動を記録した。分析はデータレコーダから振動を再生し、周波数分析器（2212 型、ブリュエル・ケア社製）、レベル記録器（2305 型、ブリュエル・ケア社製）で行なった。

(2) 研究結果の概要

まず最初に、対象機の履歴を明らかにしておこう。経過年数、稼働時間、修理費などは表 37 のとおりである。高宮式 I-3 型は経過年数が長く、10 年間の累積修理費は購入価格とほぼ等しく、相当に古い集材機といえる。TK-I 型は購入後日も浅く、新しい集材機である。経過年数と稼働日数、稼働時間は図 51 のとおりで、高宮式 I-3 型は稼働日数が少なく、とくに No. 389 は 43 年以降素材運搬に使用されず、薪運搬とかトラック積み込み用として使用されていた集材機である。

次に、各集材機の据えつけ方法は図 52 のとおりで、地面においた丸太の上に集材機を載せる方法 (A) と丸太を枠組みした上に載せる方法 (B) の 2 とおりで、両機種とも 1 台ずつ A, B の方法で据えつけていた。

このような状態のもとで測定された座席と、各操作レバーの振動は振動の許容限界に照しながら検討した。

人体が振動体に接した場合、その振動体の振動の大きさによって、人体はいろいろな影響をうけることになる。この振動の影響を人体に対する許容度からとらえて評価しようとするのが、いわゆる振動の許容基準である。

振動が人体に作用する、逆にいえば、人体が振動に暴露される状態は手腕系を経る場合を局所振動、全身的に暴露される場合を全身振動といい、集材機についていうならば、操作レバーの振動は局所振動、座席の振動は全身振動に区分される。

表 37. 対象機の履歴

管 理 番 号		① W-389	② W-566	③ W-352	④ W-584
機 種		高宮式 I-3 型	TK-I 型	高宮式 I-3 型	TK-I 型
営 林 署		安 芸	安 芸	大 栃	大 栃
購 入 年 月 日		S34. 9. 17	S41. 7. 15	S32. 2. 27	S42. 7. 4
昭44. 9 までの実績	機 関 型 式	KE-25	いすゞDA-120	KE-25	いすゞDA-120
	経 過 年 数	10 年	3 年 2 月	11 年 7 月	2 年 2 月
	稼 働 日 数	1,031 (日)	540 (日)	1,610 (日)	389 (日)
	“ 時 間	5,373 (時)	3,004 (時)	8,719 (時)	1,725 (時)
	作 業 量	47,607 (m <sup>3</sup> )	9,924 (m <sup>3</sup> )	74,711 (m <sup>3</sup> )	11,269 (m <sup>3</sup> )
	燃 料 消 費 量	16,931 (l)	7,187 (l)	25,970 (l)	4,857 (l)
昭43年度 まで	修 理 整 備 日 数	270 (日)	8 (日)	?	2 (日)
	修 理 費	1,026,809 (円)	5,360 (円)	1,227,607 (円)	92,290 (円)

局所振動の許容基準は国際的に確立されたものがなく、研究者個人や各国で基準をつくり発表しているが、いずれの基準においても振動数と振幅との関係で示されている。わが国では三浦<sup>14)</sup>の局所振動の許容基準があり、われわれはこれを採用している。

今回の測定値をプロットしたのが図53である。高営式I型集材機 No. 389の第2ドラムブレーキレバー、同 No. 352のエンドレスブレーキレバーの振幅は手腕系に影響を与える範囲にあるが、その他の操作レバーの振幅はこの許容限界内におさまっている。

局所振動を考えると、手腕系が暴露される振動量と暴露されている時間を知る必要がある。1日の勤務時間中における操作レバーを操作している時間は測定できなかったが、振動測定中における操作時間は次のとおりであった。

操作レバー	暴露時間	比率
エンドレスクラッチレバー	102秒	8.7%
"    ブレーキレバー	—	—
第1ドラムクラッチレバー	—	—
"    ブレーキレバー	—	—
第2ドラムクラッチレバー	69	5.9
"    ブレーキレバー	472	40.3
第1正逆レバー	3	0.3
第2正逆レバー	4	0.3
待機時間	520	44.5
計	1,170	100.0

測定時間は1,170秒であるが、振動に暴露されている時間は56%の650秒となり、そのうち第2ドラムブレーキレバーは全暴露時間の72%の暴露時間となっていて顕著に多く操作しているのがわかる。しかし、その暴露は連続でなく2~54秒の範囲で、平均18秒の断続的な暴露であった。

運転中のレバー操作は、レバーが8本もあるため、煩雑に行なわれていた。また、ブレーキレバーは、相当に強い力でレバーを手前に引かなければブレーキがかからないような状態なので、両手で操作されていた。

次に、座席の振動について述べる。座席の振動は全身振動に区分される。全身振動についてはISOの全身振動暴露基準（ISO/TC 108/WG 7, N 36）があり、これは「暴露時間の関係としての振動暴露基準」

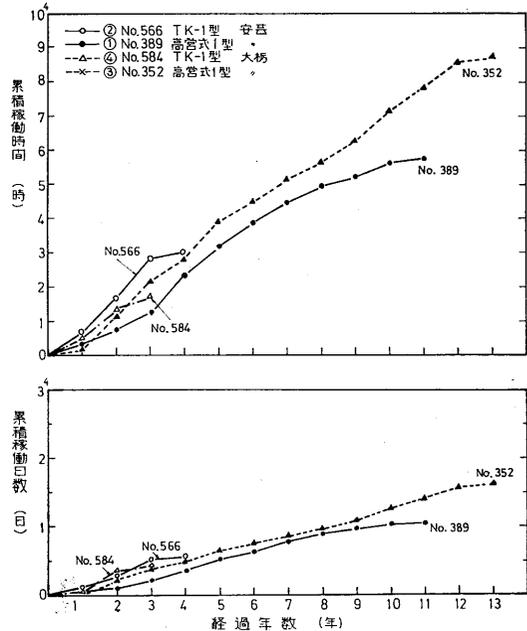


図 51. 経過年数別に見た稼働日数、時間  
注) 最終年度は安芸 44.7 まで、大橋 44.9 まで。

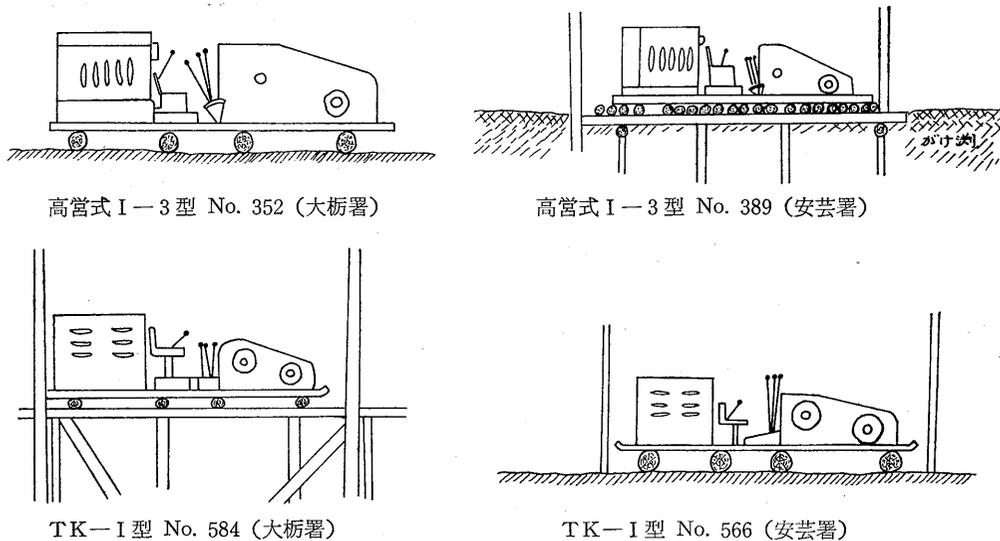


図 52. 集材機の据付状況

と「各振動数域と暴露時間との関係」で基準となる振動レベルを内容としている。今回の測定値をこの基準に照してみると、座席の振動は許容される範囲になっていた。

なお、集材機の据付け状態と座席振動との関係を見ると、地面においた丸太の上に集材機を載せる方法(A)と、丸太を枠組みした上に集材機を載せる方法(B)を比較した場合、高営式 I 型も TK-I 型も、Bの方法は振動が小さく現われていた。例数が少ないので一概にはいえないが、Bの方法はなんらかの形で防振効果の役割を果たしているのではないかと考えられる。

(3) 対策および問題点

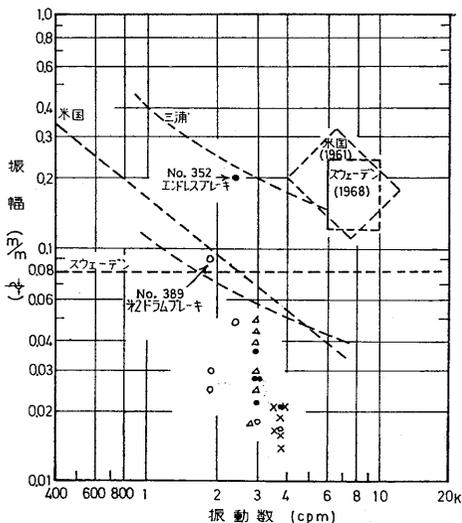


図 53. 集材機操作レバーの振動  
 高営式 ● No. 352 ○ No. 389  
 TK-I × No. 584 △ No. 566

高営式 I 型集材機運転手にレイノー現象の発症の疑いがあることから考え、依頼された今回の調査結果から、われわれは次の点を指摘しておこう。

高営式 I 型集材機の第 2 ドラムブレーキレバー、エンドレスブレーキレバーの振動は局所振動障害が発症する範囲にあること、とくに第 2 ドラムブレーキレバーの操作する時間割合が多いこと、さらに、このレバーの操作は無理な力を必要とすることなどから、レイノー現象を防止する方法として、ブレーキはレバーによる運転でなく、油圧ブレーキか足踏み式ブレーキなどによる方法に改良することが望ましい。

集材機の据付け方法によって、座席の振動は違っていた。集材機運転手の労働環境としては暴露される振動量が小さければ小さいほどよいのであって、その点測定例は 4 台であるが、今回の測定例から、集材機は

なるべく丸太を粹組みした上に据え付けることがよさそうである。

今回の測定を通して、集材機運転手の振動障害の防止を考える場合、今後検討すべき事項を列記するとつぎのとおりである。

① 集材機作業における運転手への振動負荷と、暴露時間の実態を各作業条件ごとに明らかにして、労働負担の軽減をはかる。

② 座席と操作レバーのレイアウトと運転姿勢の関係を求め、適正な作業域を見い出す。

③ 操作レバーの構造とレバーを操作するときの握力の関係を求め、レバーの振動が局所振動の許容限界におさまるような、レバーの改良への指針をつくりだす。

④ 振動障害のみならず、姿勢と腰痛症の関係も見のがせないで、集材機の据付け方向と運転動作、座席の構造と運転手の体格を明らかにしながら、この面の防止対策も考える。

#### D. 民有林におけるチェーンソー作業の実態（資料 No. 33, 34）

##### （1）研究目標と内容

この研究は林業労働災害防止協会から委託された調査である。国有林関係におけるチェーンソー作業の諸調査は数多く行なわれているが、民有林関係ではこの種の調査があまり行なわれていない。

最近、民有林労働者にもレイノー現象の発症が漸増していることから、調査は民有林におけるチェーンソー作業の事態を明らかにして、振動障害防止の対策をたてるのが目的である。

調査内容は上述（A）に準じて行ない、とくに枝払い方法に重点をおいた。被験者は静岡県竜山村、竜山森林組合の組合員を対象にした。

調査地の作業方法の概略は次のとおりで、1日の勤務時間は各要素作業ごとに終日の時間観測を行なった。毎日の作業は平常どおり行なうようにした。

調査地① 使用器具…鋸, 斧, 鉋, 皮剥鎌

スギ, ヒノキ造林木

胸高直径 18~32 cm

立木皮剥ぎ→伐倒→枝払い→玉切り→皮剥ぎ→りんづみ

調査地② 使用器具…チェーンソー, 斧, 鉋, 皮剥鎌

スギ・ヒノキ造林木

胸高直径 16~32 cm

立木皮剥ぎ→伐倒→枝払い→玉切り→皮剥ぎ→りんづみ

調査地③ 使用器具…チェーンソー, 斧, 鉋

スギ・ヒノキ造林木

胸高直径 12~38 cm

伐倒→枝払い→玉切り

調査地は竜山森林組合員所有林で、①はすべて手工具使用、②、③は伐倒、玉切りはチェーンソーを用い、枝払いは斧を使用して作業を行なう。

##### （2）研究結果の概要

###### 1) 稼働時間の分析

各調査地の時間観測結果は表 38 のとおりで、表には国有林の例を参考までに示した。民有林における

木材生産に要する主作業時間は5~6.5時間で、1日の勤務時間の72~88%を占めている。今回の調査の主目的である枝払いについてみると、作業方法の違いによって差があり、皮剥やりんづみがある①、②は勤務時間に対して13%、それらの作業がない③は約21%の時間が枝払いに費やされている。

1日の勤務時間の中で、振動にどのくらい暴露されているかは、レイノー現象を考える場合に問題となる。振動に暴露された時間は表にもあるとおり55~65/60分、勤務時間に対して12~16/14%である。

この暴露時間はどのような時間経過で行なわれているか、すなわち間欠時間をみたのが表39で、運転(暴露)は2分以下の時間帯が1日の運転回数の90%を占め、非運転(非暴露)は短い時間帯に集中しておらず、各時間帯にばらついている。チェーンソーの1回あたり平均運転、非運転時間は②は58秒運転、6分19秒非運転、③は41秒運転、3分28秒非運転となり、作業はおおむねこの時間の繰り返して行なわれているといつてよい。

2) 枝払いの実態

枝払いの能率は斧とチェーンソーで比較しようとしたが、被験者達は、従来から斧による枝払いが慣行になっているため、チェーンソーによる枝払いをこのまなかつた。したがって、両者の比較を行なうまでにいたらなかつたが、若干の資料から比較すると図54のとおりで、枝払時間は使用器具によって大きな差がなく、胸高直径26~30cmぐらいになると、チェーンソーの方が若干少なくなる傾向を示している。

(3) 対策および問題点

1) チェーンソーの使用時間

振動暴露時間は1日平均55~65分で、その運転は②③の平均で50秒運転、4分53秒手作業という繰返して行なわれているが、この程度の使用時間と方法であれば、現在のところ振動障害の発症は考えられないと推察される。

振動に暴露された手腕系の筋肉、骨などは手作業によって、暴露症状が回復され、とくに冬期間であれば、身体の冷えは枝払いや皮剥ぎなどの手作業によって防止できるから、一般的に民有林で伐木造材作業の枝払いを斧で実行している傾向は、振動障害防止の面からよいことであるといえる。

2) 枝 払 い

振動障害を運転操作の面から考えるとき、チェーンソーによる枝払作業は重要である。枝払いのときはフレームハンドルを握る手の握力が強くなり、また肘関節も真直ぐになるため、結果として手腕系に振動

が伝ばする割合が多くなる。また、未熟な作業員は枝払作業中のエンジン回転が速くなり、かつ運転も長い時間にわたる傾向にある。今回の被験者はチェーンソー作業の訓練を数日間受けているだけで、チェーンソーの操作は未熟で、上述したような状態で枝払いを行なっていた。したがって、将来、チェーンソーによる枝払いを実行しようとするならば、作業員に対する教育訓練はよりいっそう必要である。

今回の調査から次のことがいえる。造林木の伐木造材作業の枝払いは、チェーンソーでも斧でも能率に差が認められないから、慣行の斧による枝払いをチェーンソーに変えて、振動暴露時間を多くする必要がない。振動障害発症の防止の面から考え

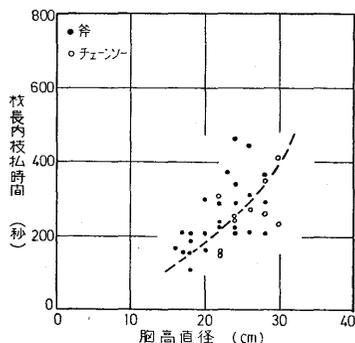


図 54. 胸高直径と材長内枝払時間 (スギ・ヒノキ造林木)

表 38. 調査地の1日平均勤務時間  
（振動暴露，非暴露別）

調査地	伐玉枝の種類	倒切払他	①	②	③	④	⑤
			普通伐木 スギ、ヒノキ造 鋸斧	普通伐木 スギ、ヒノキ造 チェーンソー 斧	普通伐木 スギ、ヒノキ造 チェーンソー 斧	全幹伐倒 ヒノキ造 チェーンソー 斧	普通伐木 スギ天 チェーンソー 斧
主 作 業 時 間	振動暴露	伐玉枝の計	分 秒	9分53秒 8. 27 10. 40 26. 15 55. 15	21分24秒 15. 37 2. 07 25. 47 64. 55	21分09秒 3. 33 3. 39 10. 33 38. 54	21分31秒 40. 32 18. 01 26. 49 106. 53
	非振動暴露	伐玉枝剥そ の計		47. 37 46. 06 59. 47 90. 31 153. 18 397. 19	1. 31 4. 03 55. 01 130. 02 97. 53 288. 30	1. 47 5. 47 88. 39 142. 03 23. 13 215. 37	8. 32 24. 32 25. 06 102. 54 152. 32
合 計			397. 19	343. 45	303. 11	254. 31	259. 25
規 定 内 通 勤						48. 50	75. 41
朝 夕 の 準 備 ・ 移 動			34. 18	87. 15	62. 12	102. 40	97. 45
余 裕			18. 20	48. 44	55. 01	37. 22	61. 07
合 計			52. 38	131. 59	117. 13	188. 52	234. 33
勤 務 時 間			449. 57	475. 44	420. 24	443. 23	493. 58

注) ④, ⑤は国有林の調査例（表24の⑧⑨の平均→④, ⑦→⑤）

表 39. チェーンソー運転の時間帯の回数比率

○ 運 転

調査地	運転回数と時間			時 間 別 の 運 転 回 数					
	回 数	時 間	1回あたり時間	0~0.59	1.00~1.59	2.00~3.59	4.00~7.59	8.00~15.59	16.00~
2	57.5	55.15	0.58	44.0 (76.5)%	8.5 (14.8)		4.5 (7.8)	0.5 (0.9)	
3	95.2	64.55	0.41	74.0 (77.7)%	18.6 (19.5)	2.6 (2.8)			

○ 非運転

調査地	非運転回数と時間			時 間 別 の 非 運 転 回 数					
	回 数	時 間	1回あたり時間	0~0.59	1.00~1.59	2.00~3.59	4.00~7.59	8.00~15.59	16.00~
2	66.5	420.29	6.19	25.0 (37.6)%	5.0 (7.5)	8.0 (12.0)	9.5 (14.3)	12.5 (18.8)	6.5 (9.8)
3	102.6	355.29	3.28	50.5 (49.2)	9.3 (9.1)	10.6 (10.3)	17.8 (17.3)	11.5 (11.2)	2.9 (2.9)

ると、斧による枝払いが障害発生防止の方法として、もっとも望ましいといえる。

## 9. 昭和 45 年度

### A. 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究——人間-機械系からみた

#### 集材機の座席の振動と構造——(資料 No. 39, 40)

最近、集材機運転手やトラクタ運転手にレイノー現象の発症や腰痛症の訴えが多くなってきている。われわれはこの現状に注目して、人間を対象とする総合的な研究手法である人間工学の面から研究を進め、人体に及ぼす集材機、トラクタの振動、振動暴露時間、運転操作レバーと座席のレイアウト、座席構造と姿勢などの実態を解明し、振動障害防止の対策をたてる資料をえようとして、今年度は集材機について調査を行なった。その結果は林業試験場研究報告 No. 243 にすでに発表してある。

## IV 研究段階での問題と反省

われわれは、昭和 32 年ごろからの予備研究を含めて、昭和 38 年度から現在まで、林業機械の振動・騒音の防止に関する研究——作業方法の改善に関する研究——のテーマで、林業機械の使用面からの実態解明を中心に、作業方法や作業動作の研究を進めてきた。結果はすでに述べてきたとおりである。

この研究を進めてきた間に、振動・騒音にかかわる林業労働者の職業性障害の防止対策はある程度明らかにすることができた。しかし、反面において、もっと解明しなければならない問題が多く残ったのも事実で、それらの問題点は各報告の要約に示したとおりである。それに加えて、研究段階では次のような問題がネックとしてあった。

① 振動・騒音と人体との関係、すなわち、人間——機械系の解明は実験室における人体実験が必要であるが、人体実験の場合は医学的な研究施設が必要であるけれども、われわれにはその研究施設がなかった。したがって、研究は野外における実態調査が中心にならざるをえなかったこと。

② 実態調査からの研究結果にもとづいた具体的な防止対策の確認は、現場をもたないわれわれとしては、直接に確認する手段がなく、その対策は提言に終わってしまうことが多かったこと。

③ この種の研究は同一条件でできないから再調査もむずかしく、結果は限られた地域の現象面にかたよる傾向になり、普遍性に欠けるきらいがあったこと。

④ 以上のようなことを解消するには、多くのデータの収集が必要であり、その収集に努力したが、予算、人員、時間の面からおのずから限りがあったこと。

このほかにも多くのネックは残っているが、いずれにしても、上述の問題点は、与えられた条件の中でネックを克服しながら、この研究を今後も進めることによって、解決していかなければならないと考えている。

一方、林業労働における振動・騒音障害に関する加害条件と障害発症の因果関係は林業の関係者だけでなく、医学、工学関係者との共同研究によらなければ、解明が望みえない現状である。しかし、林業労働者にレイノー現象の発症者が多くでている時、その防止対策が各分野との共同研究によって明らかにされるまで、われわれは手をこまねていることが許されないであろう。

一般に、1つの現象がある場合、その現象は担当者がすべてわからなければ解明できないかということ、必ずしもそうではなさそうである。その現象は、いろいろな学問分野の研究データを活用しあいながら

解明されているのが実状であろう。その意味において、われわれは振動・騒音障害にかかわる多くの学問分野の研究データを参考にするとともに、労働科学研究所や労働衛生サービスセンターの医学関係者と共同研究を進めてきたところである。

そして、当面必要なこととして、われわれは、現状における林業労働の複雑な環境条件と障害発生の作業条件との関係を分析し、ひとつひとつの対策を提示してきた。たとえば、林業労働のひとつの環境因子である振動・騒音は質と量を問題とし、その質と量は ISO 時間暴露基準、局所振動許容基準、騒音評価指数などに対応させ、それを作業方法や作業動作に関連づけて労働環境を評価し、その評価の中から職業性障害の防止対策を明らかにしてきた。

しかしながら、林業労働に関する研究は人間を対象にする分野だけにむずかしく、また作業条件に左右される複雑さをもっているとして、労働にかかわる事から深く解明しないまま、研究上の問題点としてかたづけてきたこともあった。この点は反省しているところである。われわれは、条件が複雑であってもケースバイケースで労働環境を調査し、労働内容と作業条件との関係を明らかにしながら、職業性障害の防止はどのように解決していくかの研究を、今後もおろそかにしてはならないと考えている。

## V 今後の研究の進め方

われわれは、この研究の問題点を正しくとらえ、よりいっそう研究を発展させていくために、過去15年間続けてきた研究結果をとりまとめた。

振動・騒音は林業労働の環境因子としての質と量が問題であると前述したが、われわれがとりあげた振動・騒音の問題は物理学上、あるいは機械工学上の振動・騒音の解明でなく、林業労働者が労働環境の中で、労働負荷としてうける振動・騒音の質と量の問題なのである。そのほかに、林業労働者の労働負荷はこの質と量のみならず、振動・騒音によってもたらされる精神的、感覚的なものもある。また、作業条件としては振動・騒音に関連する座席や操作レバーの構造、作業姿勢と座席・操作レバーのレイアウト、操作レバーの取扱い方法などの問題も見のがすことができない。

したがって、レイノー現象や難聴などは直接に振動・騒音の許容基準によって、その質と量を評価すればよいが、振動・騒音の障害防止という大きな点から考えれば、機械作業における多くの環境因子、作業条件を総合的に検討し、この問題解決の方法を見いだすことが必要である。

われわれは、機械作業従事者の労働環境をよくするために、この研究の途中から人間工学の手法をとり入れてきたが、今後もこの手法を研究の基本にする考えである。人間工学の研究手法は図 55 に示すように、この考え方は人間の役割と機械の役割を相互に評価し、それを人間—機械系として組み立て、それぞれの特性を調和させて、この系の最適条件を求めて、合理化を図ろうとすることである。そして、機械の使用基準、改良、選択、開発を人間—機械系から考えるのである。

具体的には実験室における実験と現場における実態分析が必要である。実験室における実験は筑波移転によって建設される人間工学実験室で可能となるが、当面は現場における実態分析を主体に考えなければならぬ。その現場手法は図 56 に示すように、人間側面からみた林業機械の点検ということから、各項目を関連づけながら分析し、これらを総合的に評価して人間—機械系の最適条件を求め、林業労働から職業性障害を排除したいと考える。

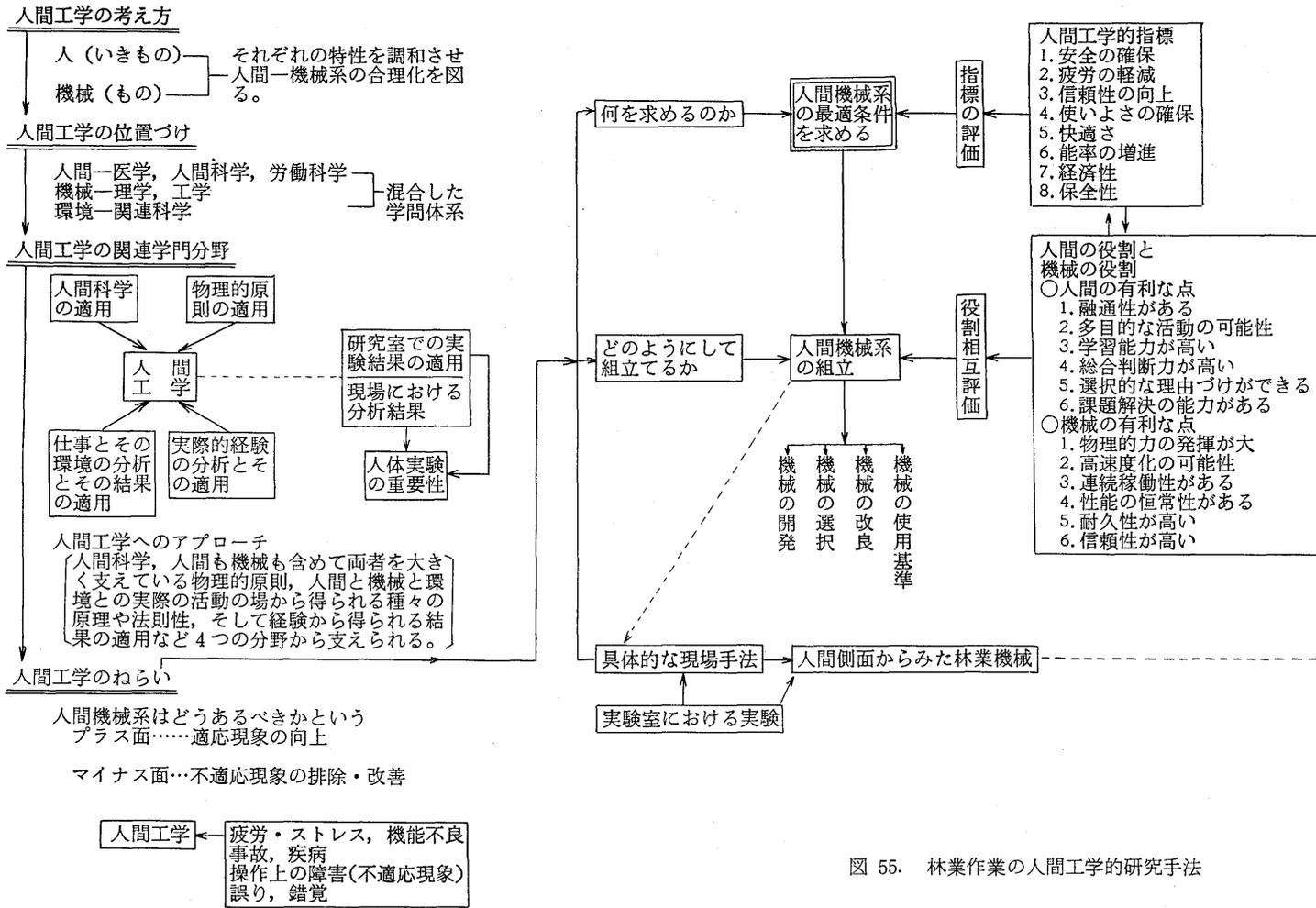


図 55. 林業作業の人間工学的研究手法

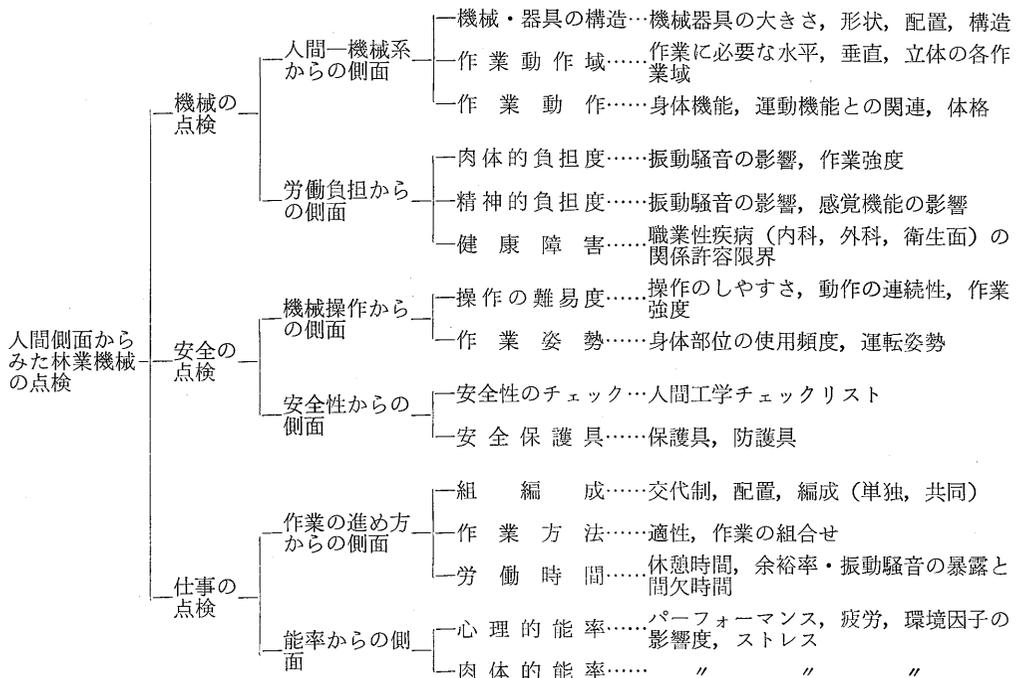


図 56. 具体的な現場手法（当面の問題）

### おわりに

林業労働の機械化は目ざましいものがあり、機械を中心とした作業方法の技術開発によって、林業の生産性は相当に向上してきている。その反面、林業労働の機械化はレイノー現象、腰痛症、難聴などの職業性障害の発生をもたらしたことも事実である。また、最近では機械施設の大型化による労働災害も漸増しつつあるようにみられる。このことは機械化を急ぐあまりに、どちらかという機械中心主義となり、作業にたずさわる作業員の身体的条件に対する考慮が欠けているためではないだろうか。現代は、各産業分野でも一般社会においても、人間重視が強く要請されており、林業においても、このことはおろそかにできないことであろう。

林業の機械化は、現実の作業員の質的な労働能力、あるいは高齢化の状態をよく考慮した上で、人間の役割と機械の役割が正しく組み入れられるように行なわれるべきであると考え。その意味において、本報告は15年間にわたって実施してきた振動・騒音の障害防止に関する研究を、現時点（1971年）においてとりまとめたものである。

少ないデータの中で論じたり、分析が不足な点もあったが、明らかにされた対策が振動・騒音の障害防止に、あるいは機械化に対する参考になれば幸いである。

また、この研究を将来にわたって進めていくための、今後の研究に対する考え方も述べたが、各位の批判と助言をお願いする。

さいごに、われわれはこの研究の実施にあたって数多くの方々にご協力と助言をいただいた。ここに感謝の意を表するものである。

文 献

- 1) AXELSSON, S-Å. : Analysis of Vibrations of Power Saws. Forest Research Institute of Sweden, Department of Operational Efficiency, Reports No. 31, (1967)
- 2) BAILEY, J. R. : Noise Vibration in Chain Saws. Society of Automotive Engineers, 1~16, (1963)
- 3) KAMINSKY, G. : Zur Beurteilung körperlicher Belastung bei Motorsagenarbeit. Sonderdruck aus "Allgemeine Forstzeitschrift", Nr. 5, (1956)
- 4) 北村 君 : 把手を下に押す作業について, 産業医学, 2, 3, (1961)
- 5) 三浦豊彦編 : 労働衛生保護具, 労働科学研究所, 238~256, (1955)
- 6) 三浦豊彦編 : 労働衛生保護具, 労働科学研究所, 257~293, (1955)
- 7) 岡田 晃 : 振動工具の振動伝播について, 北方産業衛生, No. 28, (1962)
- 8) 大島正光編 : アーゴノミクス, 朝倉書店, p. 167, (1965)
- 9) 大島正光編 : アーゴノミクス, 朝倉書店, 171~172, (1965)
- 10) 大島正光編 : アーゴノミクス, 朝倉書店, 159~161, (1965)
- 11) 斉藤 一編 : 労働衛生ハンドブック, 労働科学研究所, 293~304, (1962)
- 12) 産業疲労委員会 : 産業疲労検査の方法, 労働科学研究所, 87~91, (1952)
- 13) 産業疲労委員会 : 産業疲労検査の方法, 労働科学研究所, p. 88, (1952)
- 14) 産業疲労委員会 : 疲労調査法, 労働科学研究所, 213 pp, (1954)
- 15) SUNDBERG, U. : A Study of the Heaviness of Work in using Power Saws in timber cutting, (1945)
- 16) 田中作次郎 : 労働能率の力学的研究, 鳥取高農学術報告, 2, 1, 340 pp, (1934)
- 17) 辻 隆道 : 林業労働の余裕に関する研究, 林試研報, 122, 1~64, (1960)
- 18) 辻 隆道 : 林業労働の安全管理と人間工学, 宏林タイムス社, 323 pp, (1967)
- 19) 辻 隆道他 : 林業作業測定を進め方, 地球出版, 301 pp, (1965)
- 20) 梅田三樹男 : 林業の作業研究, 朝倉書店, 134 pp, (1953)

研 究 資 料 一 覧 表

No.	題 名	著 者	書 名	年 月
1	チェーンソーによる伐木造材作業試験 (木曽国有林におけるヒノキ、サワラ天然木の伐採)	秋保 親悌 石井 邦彦 高樋 孝一	林業試験場研究報告 (研究資料) No. 111	34. 1
2	騒音および振動 (1)~(2)	辻 隆道	林業機械化情報 No. 66, 67	34.5~6
3	チェーンソー作業における騒音および振動の自覚 症状について	辻 隆道	林業機械化情報 No. 70	34. 9
4	チェーンソー作業のアンケート調査について	米田 幸武 辻 隆道	作業研究室研究資料 No. 4	35. 2
5	伐木造材作業基準解説, チェーンソー取扱要領解 説	辻 隆道 外 4 名	林業機械シリーズ No. 14	35. 8
6	トラクタ運材における運転手の疲労について	辻 隆道	林業機械化情報 No. 96	36. 11
7	機械作業の適正余裕に関する委託調査報告書	辻 隆道	林野庁 監査課	39. 4
8	チェーンソー振動防止のための整備について	辻 隆道	スリーエムマガジン No. 59	41. 2
9	チェーンソー伐木造材作業と機械の操作整備の実 態調査ならびに指導要領の作成について	辻 隆道	林 野 庁	41. 3
10	チェーンソー整備指導要綱	辻 隆道	林業機械化協会	41. 4
11	チェーンソー作業の振動障害に対する作業基準に 関する研究	米田 幸武 辻 隆道 渡部庄三郎 石井 邦彦	科学技術庁	41. 5
12	チェーンソーの機械整備の実態と振動防止	辻 隆道	機械化林業 No. 151~153	41.6~8
13	林業機械の振動・騒音の防止に関する研究 —チェーンソー作業の実態—中間報告	辻, 渡部, 石井	機械化部研究資料	41. 7
14	チェーンソーのバーの長さについて	辻, 石井	機械化林業 No. 154	41. 9
15	バーの長さはどれ位がよいか	辻 隆道	スリーエムマガジン No. 66	41. 9
16	チェーンソーの整備状況と防振対策	辻 隆道	全国労働衛生大会 No. 13	41. 11
17	チェーンソーの振動とその対策 (I~III)	辻 隆道	機械化林業 No. 157~158	41. 12 42. 1
18	昭和41年度業務報告資料	辻, 渡部, 石井	機械化部研究資料	42. 5
19	作業員のためのソーチェーン取扱要領	辻 隆道	林業機械化協会	43. 3
20	昭和42年度国有林野事業特別会計林業試験成績報 告書	辻, 渡部, 石井, 桑原	林業試験場	43. 6
21	チェーンソー作業における防振対策 —とくに作業姿勢からの検討—	辻, 石井	全国労働衛生大会 No. 15	43. 11
22	冬期におけるチェーンソーの取扱について	辻 隆道	林業技術 No. 321	43. 12
23	集材機の振動測定試験報告書	辻, 石井	林野庁福利厚生課	44. 4
24	チェーンソーの振動比較試験報告書	辻, 石井	”	44. 4
25	チェーンソーの振動比較および動作分析試験報告 書	辻, 石井	東京営林局作業課	44. 5
26	チェーンソー作業における振動対策 —とくに作業姿勢からの検討—	石井, 辻	機械化林業 No. 187	44. 5
27	チェーンソー作業の実態	辻 隆道	労働の科学 24—8	44. 8
28	林業機械とくにチェーンソーの振動・騒音による 障害とその対策	三浦, 富永 肘付, 辻, 石井	労働科学 45—8	44. 8
29	チェーンソーの振動分析 (1~4) 訳	石井 邦彦	林 材 安 全 No. 247~250	44.9 ~12

No.	題 名	著 者	書 名	年 月
30	チェーンソーの保守管理 (1~2)	辻 隆道	森 林 組 合 9-10	44. 12, 45. 1
31	集材機の操作レバーおよび座席の振動測定報告書	辻, 石井, 桑原	高知営林局 作業課	45. 1
32	集材機の操作レバーおよび座席の振動 —高宮式 I 型と TK-I 型集材機—	辻, 石井, 桑原	作業第 1 研究室 研究資料 No. 14	45. 1
33	民有林におけるチェーンソー作業の実態調査報告	辻, 石 井	林業労働災害防止協 会	45. 3
34	林業機械の振動・騒音の防止に関する研究 —民有林におけるチェーンソー作業の実態とくに 枝払方法の比較について—	辻, 石 井	作業第 1 研究室 研究資料 No. 15	45. 3
35	林業機械の振動・騒音の防止に関する研究 —チェーンソーの振動比較および動作分析—	辻, 石 井	作業第 1 研究室 研究資料 No. 15	45. 3
36	林業機械の振動・騒音の防止に関する研究 —とくにチェーンソーと斧による枝払いの比較—	辻, 石 井	林野庁振動対策委員 会	45. 6
37	林業機械の振動・騒音の防止に関する研究 —とくにチェーンソーと斧による枝払いの比較—	辻, 石 井	作業第 1 研究室 研究資料 No. 16	45. 8
38	高速度カメラによる振動測定	辻, 石 井	農作業研究 No. 10	45. 9
39	林業機械の振動・騒音の防止に関する研究 —人間—機械系からみた集材機の座席と振動と構 造—	辻, 石井, 奥田	林野庁振動対策委員 会	46. 8
40	人間—機械系からみた集材機の座席の振動と構造	辻, 石井, 奥田, 小野	林業試験場研究報告 (研究資料) No. 243	47. 1