

受入ID-1519990903B00017

チェンソー作業の振動障害に 対する作業基準に関する研究

(昭和41年5月)



02000-00044294-5



機械化部
作業第1研究室

米田幸武

辻隆道

渡部庄三郎

石井邦彦

35	才12図 Y軸	10 cm ² 当り切断時間 (秒)
53	才12表下	Y = 10 cm ² 当り切断時間 (秒)
54	才18図	Y = 10 cm ² 当り切断時間 (秒)
55	下から5行目	10 cm ² 当り切断時間
56	上から5行目	10 cm ² 当り切断時間
58	上から5, 6, 7行目	10 cm ² 当り切断時間
59	下から4, 11行目	10 cm ² 当り切断時間
60	上から5, 7, 9行目及び才17表	10 cm ² 当り切断時間
62	上から7行目	10 cm ² 当り修正切断時間
75	才20表	切又諸元の相関
77	才21表	切又諸元の標準偏差の相関
	才22表	及の諸元と能率との相関
78	才23表	及諸元の標準偏差(S)と能率との相関
80	才24, 25表	振動と能率, 回転数との関係
81	才26表	及諸元の標準偏差と振動との関係
82	才27表	及諸元の標準偏差(S)と振動との関係
83	才29表	
"	才30表	
84	下から5行目	才10回 (作業方法についての項を参照)
86	才22図 X軸	才エ2の伸び率 0.1, 0.2, 0.3, 0.4
87	才23図 X軸	才エ2の伸び率 0.1, 0.2, 0.3, 0.4
"	下から2行目	才エ2の張りを見るに0.285となる
88	才24図	才エ2の伸び率 = 0.285
89	才32表	10 cm ² 当り切断時間, 切断数計 72
"	下から8行目	才24図
"	下から1行目	才25図
90	上から5行目	才26図
91	才24図 Y軸	= 10 cm ² 当り切断時間 (秒)
93	才25図	
95	才26図 X軸	= 10 cm ² 当り切断時間 (秒)

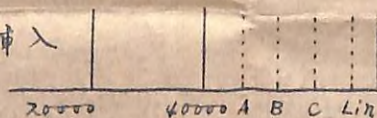
附表102~103 測定値の一覧表

樹種	針		葉		樹		
	エ2の伸び率	切断数	切断面積 (cm ²)	切断時間 (秒)	10 cm ² 当り切断時間	上下振動	前後振動
エ2	5.150	6	11582	582	4.76	3.17	4.02

" 広葉樹 上段と同じ

104~105 上段と同じ
106~113 各図に単位を入れる。

- Y軸 → db, X軸 %
- X軸 右端へ下記の通り挿入



100 cm ² 当り
100 cm ² 当り
100 cm ² 当り
100 cm ² 当り
100 cm ² 当り
100 cm ² 当り
100 cm ² 当り
100 cm ² 当り
相関係数 (r)
相関係数 (r)
相関係数 (r)
相関係数 (r)
回転数との相関係数 (r)
振動との相関係数 (r)
振動との相関係数 (r)
上, 下振動とバー長, 重量との相関係数 (r)
水平振動とバー長, 重量との相関係数 (r)
才10回
(%) 0.01, 0.02, 0.03, 0.04
(%) 0.01, 0.02, 0.03, 0.04
0.0285
= 0.0285
100 cm ² 当り, 切断数計 82
才25図
才26図
才27図
才25図 100 cm ² 当り
才26図 X軸に測定回数も挿入
100 cm ² 当り

樹種	針		葉		樹		
	エ2の伸び率	切断数	切断面積 (cm ²)	切断時間 (秒)	10 cm ² 当り切断時間	上下振動	前後振動
エ2	5.150	6	11582	582	4.76	3.17	4.02

目 次

	頁
はじめに	1
I チェンソー使用時間について	5
1 拘束時間	5
2 突切時間	10
3 振動曝露時間	14
II 作業方法について	21
III チェンソーの整備について	38
1 平均値間の差	39
2 技能上が技能下より高い評点を受けた確率	39
3 整備項目についての検討	46
(1) 全体的にみた場合	46
(2) 個数判定	46
(3) 項目の優劣判定	51
IV 作業能率について	53
1 平均値間の差	53
2 バラツキ量について	58
3 能率と整備評点	59
V ソーテエンの目立について	63
1 刃の諸元について	75

2 刃の諸元と能率について	77
3 能率、回転数と振動について	79
4 刃の諸元と振動	81
5 その他の因子と振動	82
6 チェンの切れ味と振動	88
Ⅶ おわりに代えて	97

はじめに

この研究は、最近林業において労務不足を補うため急速に普及をみた小型可搬式林業機械特にチェーンソーによる振動障害が最近各方面から問題視されはじめ、社会問題ともなっているのに対処して、速急にこれらの機械を使用する作業員ならびにその中で既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樹立する必要に迫られ、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実施した「林業機械の振動障害に関する特別研究」のうち林業試験場の担当した「振動障害の作業基準に関する研究」である。

現在振動障害が著しくあらわれているのはチェーンソーであるので、チェーンソーを主体に研究を行なったが、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を要求せられる。一方チェーンソーの行なう作業は小は数cmより大は数十cmにおよぶ木材の鋸断であるため相当の出力を必要とし、現在3～8馬力に達する機械が使用されている。

このような両者の条件を満たすために、現在のチェーンソーは木材の鋸断に直接関係のない部分を極力省略するとともに、機械工学的に見れば最高度の技術を駆使して製造された機械であって、機械に根本的改良を加えることは著しく困難である。このような機械の特質から機械の振動、騒音を防止する手段も、主として機械の重量の制限から、極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い。このような機械を実用に供する場合には当然振動、騒音の人体障害が考慮せられるべきであつたのであるが、この機械がわが国に普及してから日なお浅く障害者の

の発生が稀であったこと、わが国よりも長い使用経験を持つ欧米諸国においてもほとんどこの種の報告を見なかったことなどのため、僅かに振動障害のアンケート調査が1～2回行なわれただけで現在にいたっている。

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、鋳打機などを使用する作業員に比較的早くから知られていたものであるが、医学的に病理あるいは治療法も不明であり、有害振動の範囲やその曝露許容時間の限界も明確でない。このような条件下において作業的な手法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ことは明白であり、本研究においては、現在何等の解明が行なわれていないチェーンソー作業の実態を究明し、医学的研究の基礎資料を提供するとともに、今後振動防止対策を含めた作業基準確立のため必要な基礎的研究を行なうことに努めた。

全国各地で行なった実態調査の結果は本報告書本文の通りであるが、調査地によって、また調査対象個人によって、作業方法、作業時間、機械の整備取扱いなどに大きなバラツキがあり、ある程度は林業の多種多様の因子に影響を受けるという特殊性にも原因すると思われるが、またチェーンソーそのものに適合した作業方法が確立されず、各人各様にただ単に手鋸をチェーンソーに代えたという感覚で作業が進められているためではないかと思われる。

なおこの研究を更に深め、根本的に振動障害を除去するためには、機械の振動が人体に伝達する過程においてどのように減衰し、作業方法、作業姿勢によってどのように振動の伝播が変ってくるかどうかを人間の面から追求して合理的な作業方法、作業姿勢を求めるとともに、機械工学的な機械の改良に関する研究が必要であって、非常に困難ではあるが振動を発生し

ない機構の機械の完成を目指すべきであって、41年度以降これらの研究を引続き行なう予定である。

I チェンソー 使用時間について

チェンソーが国有林に導入されて10有余年になっており、全国的な能率においては各地まちまちである。37年度の伐木使用実績によればオノ表のごとくである。

オノ表 チェンソーノ台ノ日当リ作業量(製品事業のチェンソーのみ)

作業名	旭川	北見	帯広	札幌	函館	青森	秋田	前橋	東京	長野	名古屋	大阪	高知	熊本	計
伐木造材 ^{m³}	131	136	174	118	147	82	130	67	66	108	78	65	85	66	71
製新 ^{m³}	71	51	73	84	77	88	77	53	53	23	34	17	55		68
地ごしらえ ^a		83				241			35			411	104		70
下刈 ^a		83						185	27						41
1台当リ年間 使用日数	125	121	124	126	117	132	103	123	167	118	126	124	145	141	127
1台当リ年間 使用時間 ^時	636	572	646	572	771	672	470	511	714	763	567	685	462	441	578

チェンソーノ台当リの年間使用日数において長いのは167日、短いのは103日となっている。年間の使用時間においては長いので763時間、短いので441時間と2倍も差があり、作業量においては174^{m³}と65^{m³}とその差約2.7倍となっている。このことは一体何をさしているものであろうか。我々の観察する所では作業対象の樹種、作業地の地形、作業形態および作業方法などか考えられる。なかでも作業方法の差異は大きなものであろう。それらが先づ拘束時間の内容に良くあらわれている。

1. 拘束時間

作業方法の異なる地域における作業時間分析の内容を見るとオノ表のごとくで2人組で434分、1人組で510分また全幹伐倒では

表 2 作業の要素別時間

調査地	作業種	長	野	管内	旭川	管内	名古	管内	長	野	管内
標準	準備後始末	5.7	1.19	2.49	0.57	7.73	1.51	8.00	1.68	13.56	2.81
機械整備	始末			8.46	1.95	7.81	1.53	26.64	5.62	24.69	5.12
自立	て			3.65	1.99	11.42	2.23	29.74	6.27	20.45	4.25
身仕度	度					2.41	0.47	4.65	0.98	5.93	1.23
計	計	5.7	1.19	19.60	4.51	29.37	5.74	69.03	14.55	64.63	13.41
通勤	勤					20.56	4.03				
移勤	移勤	18.8	3.94	11.48	2.64	18.69	3.65			4.72	0.98
木元	木元			37.06	8.53						
道具	道具			0.17	0.04						
計	計	18.8	3.94	48.71	11.21	37.25	7.68			4.72	0.98

調査地	作業種	長	野	管内	旭川	管内	名古	管内	長	野	管内
標準	準備後始末	5.7	1.19	2.49	0.57	7.73	1.51	8.00	1.68	13.56	2.81
機械整備	始末			8.46	1.95	7.81	1.53	26.64	5.62	24.69	5.12
自立	て			3.65	1.99	11.42	2.23	29.74	6.27	20.45	4.25
身仕度	度					2.41	0.47	4.65	0.98	5.93	1.23
計	計	5.7	1.19	19.60	4.51	29.37	5.74	69.03	14.55	64.63	13.41
通勤	勤					20.56	4.03				
移勤	移勤	18.8	3.94	11.48	2.64	18.69	3.65			4.72	0.98
木元	木元			37.06	8.53						
道具	道具			0.17	0.04						
計	計	18.8	3.94	48.71	11.21	37.25	7.68			4.72	0.98

測	尺	14.0	2.73	2.23	0.51	33.16	6.49	5.44	4.15	2.89	1.43
計		305.2	63.77	179.66	41.34	213.64	41.81	149.77	31.58	219.21	45.50
障害木切		7.8	1.64	2.98	0.69	2.64	0.51				
障害物除去				0.34	0.08	2.37	0.47	1.09	0.23	6.99	1.45
障害枝切						8.31	1.63				
板整理				1.12	0.25	16.72	3.27	0.85	0.18	1.00	0.21
木廻し		17.7	3.76	1.38	0.32	9.75	1.71				
剥皮		15.4	3.23	0.19	0.05	45.75	8.95				
チエン板きとり				4.42	1.01	0.33	0.07	3.73	0.78	0.98	0.20
道具取替		8.0	1.67			4.69	1.31	0.31	0.07	1.18	0.25
伐倒王切確認						2.05	0.40				
判所勘考				4.81	1.11	3.16	0.62	4.60	0.77	2.26	0.47
伐倒方向考慮						1.40	0.27				
足場整理		8.2	1.71	1.26	0.29	0.37	0.08				
取避						0.95	0.18			3.03	0.63
かかり木蒔し		7.7	1.61	0.52	0.12	1.80	0.35				
給油				4.55	1.05	13.40	2.62	10.21	2.15	13.83	2.87
始動停止				6.22	1.43	12.68	2.49	6.35	1.34	4.91	1.02
歩行				33.47	7.70	23.13	4.52	47.77	10.08	31.04	6.44
歩行		8.6	1.81			17.60	3.45	2.05	0.43	1.81	0.38
位置								0.02	0.00	2.50	0.51

作業	王切コロ入れ	計	73.6	15.43	61.26	14.10	170.57	33.40	5.11	10.8	0.12	0.03
立												
工場整理												
ワイヤ-扱ハ												
計												
実効時間合計	403.3	84.53	309.23	71.16	452.87	88.63	356.03	75.06	364.49	75.65		
余裕時間												
取作			31.09	7.16	0.10	0.02	31.24	6.57	11.37	2.77		
業	27.8	5.82	26.01	5.98	3.56	0.67	7.77	1.68	11.83	2.45		
稼	43.9	9.20	61.73	14.25	50.42	9.87	75.70	15.96	87.27	18.12		
用	2.1	0.44	2.66	1.45	4.01	0.79	3.32	0.71	3.78	0.77		
余裕時間合計	73.8	15.47	125.27	28.84	58.09	11.37	118.25	24.94	117.27	24.35		
勤務時間合計	477.1	100.00	434.52	100.00	510.98	100.00	474.28	100.00	481.76	100.00		

47.4分、全幹王切では48.1分となっている。これら勤務時間を構成している要素作業の時間配分を見ると、組作業を行なっているよりは単独作業の方が観測の実効率は高いようである。即ち1人作業では88.6%、2人組で71.2%、全幹集材では作業員は分業化され、なお単独作業であるが大きな共同作業の中ではやはり、75%位となっており1人作業に比べると実効率も低い。この大きな原因としては余裕時間において特に1人作業ではほとんど皆無に近い取場余裕、作業余裕が組作業あるいは共同作業になると時間的に多くなり、5~10%以上も占めている。また疲れ余裕について見るとオ3~4表のごとく、時刻ごとの取り方においても1人作業と2人作業では非常な差異があるようだ。細かい点はさておき、総体的に見ても休息、休憩をとっている回数、その時間、あるいは1回当りの時間においても2人作業が1人作業に比べて何れも多くとっていることは明らかであり、その結果、疲れ余裕の占める比率においても1人作業では7.87%、2人作業で14.25%、共同作業で15.76~18.12%となっている。

2 実 効 時 間

実効時間内におけるチエンソーを実際に使用している時間、即ちチエンソーで切断している時間について見ると1人作業では18/分、2人作業では17.7分、共同作業では土場における造材手が13.4分、伐倒手が20.6分となっている。共同作業の造材と伐倒を平均して見ると17.0分となっている。

以上の他に我々の手で集められた資料について見ると(各局の資料より)オ5表のごとくである。表から見ても明らかなごとく同一局内における事業箇所間でも時間の差異が非常にあることが知れる。

オ3表 時刻別に見た休み時間の長さとする回数

時刻	~0.57		1.00~1.57		2.00~2.57		3.00~3.57		4.00~4.57		5.00~5.57		6.00~6.57	
	1人作業	2人作業	1人作業	2人作業	1人作業	2人作業	1人作業	2人作業	1人作業	2人作業	1人作業	2人作業	1人作業	2人作業
6	-	-	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1
7	1.9	5.8	1.0	0.6	0.4	0.7	0.7	0.6	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
8	6.1	7.3	0.2	1.2	0.1	0.8	0.3	0.3	0.1	0.1	-	0.1	-	0.1
9	4.0	7.6	0.2	1.6	0.4	0.5	0.2	0.5	0.2	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1
10	6.7	10.2	0.4	1.6	0.2	1.3	0.3	0.4	-	0.2	-	0.1	-	0.1
11	0.2	3.5	0.6	0.6	0.1	0.5	0.7	0.5	-	0.1	0.8	0.8	0.1	0.8
12	7.4	2.4	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	-	-	0.8	-	0.8
13	6.3	7.0	0.2	1.2	0.1	0.7	0.1	0.5	0.2	0.3	-	0.1	-	0.1
14	4.1	5.6	-	1.3	0.1	1.2	-	0.5	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.1
15	4.1	3.4	0.1	1.5	0.1	0.7	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
16	4.6	1.2	0.8	0.4	-	0.3	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
17	0.8	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	46.7	58.1	4.0	10.7	1.8	7.0	3.3	3.9	1.1	1.7	1.7	2.5	1.7	2.5

オ4表 休み回数および時刻のとり方

時刻	休 み 回 数		休 み 時 間		1回当り休み時間	
	1人作業	2人作業	1人作業	2人作業	1人作業	2人作業
6		0.5	分 秒	分 秒	分 秒	分 秒
7	4.4	8.1	10.12	14.02	2.17	1.44
8	6.8	11.8	5.12	11.03	0.46	0.56
9	5.4	10.7	13.24	17.07	2.27	1.35
10	7.6	13.8	4.17	15.36	0.34	1.06
11	2.6	6.0	40.20	34.15	15.31	5.42
12	8.6	4.0	7.52	38.04	0.35	7.31
13	6.7	11.8	5.17	14.43	0.46	1.15
14	5.2	8.7	11.01	15.12	2.07	1.42
15	4.8	6.1	7.10	10.10	1.30	1.40
16	5.5	12.0	3.13	2.06	0.35	1.03
17	1.0	0.2	0.41	0.06	0.41	0.30
計	58.8	83.7	108.47	175.33		
平均	5.3	7.0	7.53	14.43	1.52	2.07

第5表 チ エ ン ソ ー の

使用時間表

		天達別	樹種	伐倒時間	主切時間	枝切時間
2 人 組	普 通 材	天		47.00	37.92	114.92
		天	スギ、モミ、ツガ	25.16	56.09	69.25
		天	スギ、モミ、ツガ	27.28	49.83	125.73
		天	モミ、ツガ、ブナ、カエデ	43.25	78.92	78.83
		天	モミ、ツガ、ケヤキ、イヌシデ	33.06	83.03	178.96
		天	ヒノキ、モミ、パルマ材	20.83	51.00	76.17
		天		36.95	40.05	54.02
1 人 組	普 通 材	天	モミ、ツガ	35.33	23.17	45.50
		天	ヒノキ、ヒメマツ、モミ、ツガ	13.47	21.67	58.97
		天		20.95	17.23	74.78
		人		47.65	42.28	63.48
		天		44.70	63.42	33.38
全幹	伐倒	人		67.40		108.22
全幹	伐倒	人		51.63		
全木	伐倒	人		67.48		
全木	伐倒	天		81.65		
全幹	材	天		56.9	14.2	173.8
普	通	材	天	26.5	45.1	187.6
2人組	普通材	天	エゾトド	51.24	75.23	47.59
1人組	普通材	人	ヒノキ	32.12	26.22	111.76
全木	造材	人	カラマツ	1.34	105.38	28.25
全木	伐倒	人	カラマツ	52.85	200.6	133.47

小 計	障害木切 時 間	合 計 (A)	勤務時間 (B)	A/B	480分換算	備 考
177.84		177.84	1017.83	17.60	74.08	高 知
150.50	5.92	156.42	902.64	17.33	83.18	
202.84		202.84	737.30	21.60	103.68	
201.00		201.00	804.22	25.00	120.00	
275.05		275.05	108.03	32.50	156.00	
168.00	1.33	169.33	758.83	17.66	84.76	
131.02	6.82	137.84	872.65	15.80	75.84	
104.00	1.50	105.50	423.00	24.94	117.71	高 知
94.06	0.08	94.14	472.42	19.12	91.78	
114.76	1.00	115.76	489.32	23.70	113.76	
155.41	6.53	161.94				大 阪
141.50	18.37	159.87				
175.62	5.20	180.82				大 阪
51.63	3.25	54.88				(枝払手斧)
67.48		67.48				
81.65	47.27	128.92				
264.9		264.9	417.7	63.1	302.7	帯 広
257.2		257.2	510.5	50.8	243.8	
176.06	2.98	179.04	434.52	41.21	197.81	林 試
170.10	10.95	181.05	510.98	35.43	170.06	
134.97		134.97	474.28	28.58	137.18	
206.38		206.38	481.76	42.84	205.63	

チェーンソーの直接材を切断していると思われる時間は伐倒、玉切、枝切の各時間と障害木切の時間とに分けられる。表から見て最短時間は5分、最長で27分となっている。しかし作業仕組について見ると2人組は一般に長いが、これも1人専属でチェーンソーを使用するか2人交替で使用するかによって作業時間は異なってくるのである。これらの点を考慮して勤務時間に対するチェーンソー稼働時間の比率を求め、280分に換算(エネルギー代謝率は考慮せず、実態の比率によった)して見ると帯広局及び大阪局の資料を除いて1日/時間30分〜3時間の範囲になっている。

但し、この場合2人組が交替制をとった場合であって、専属の場合には2時間〜3時間30分の範囲となるであろう。帯広局の全幹材の資料においては5時間に及んでいるが、これは全幹材の伐倒、枝払い、玉切りとに分けられるべきで林試の資料から見てもこれらに分けた場合は全木伐倒の方が時間は長くなっているが玉切りの方では少ない。このような考慮が時間分析結果のとりまとめのときになされるべきであって、この資料からは実態が5時間であるとは断定出来ない、現実にはもっと少ない時間であろう。

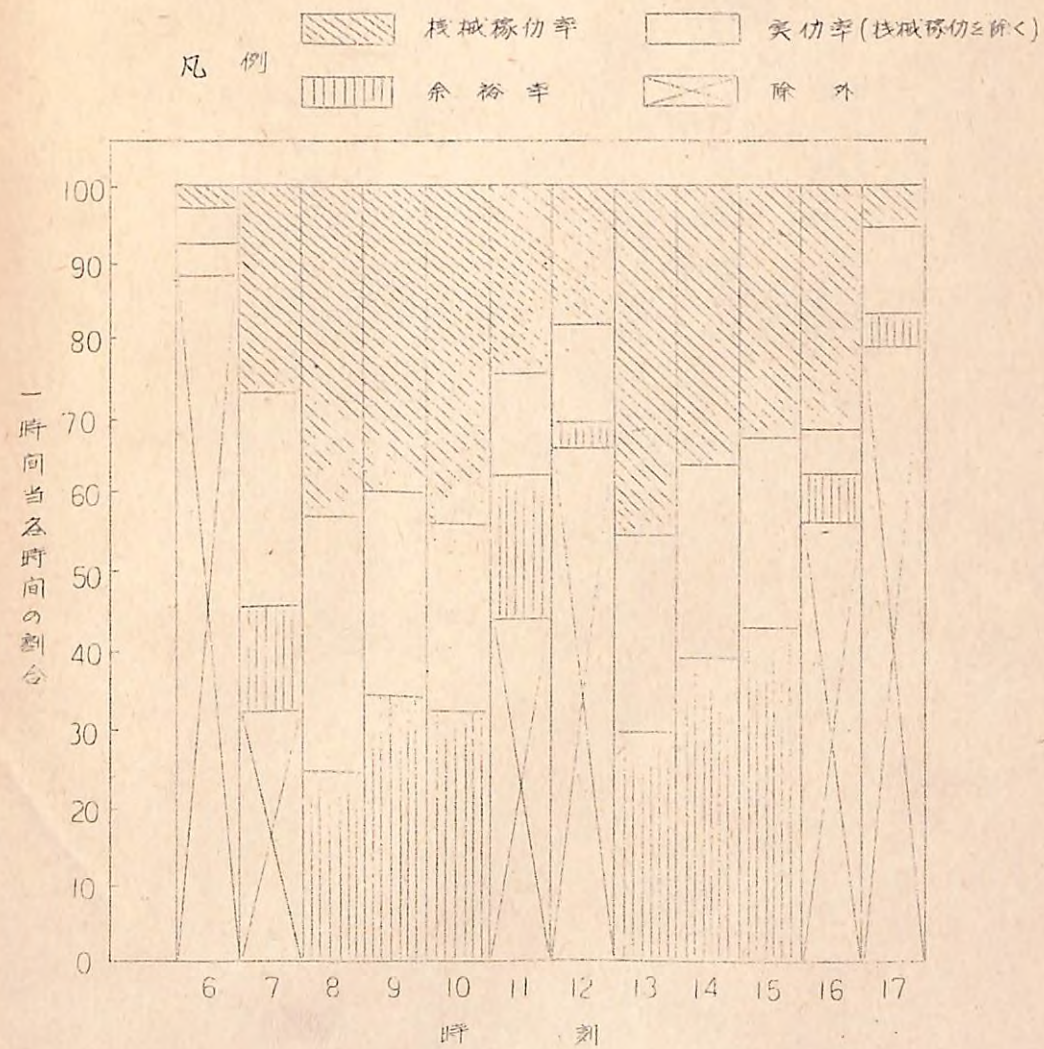
3 振動曝露時間

振動、騒音に対する時刻毎の曝露時間を見るとオノ図〜オ2図のごとくであり、機械稼働率において1人作業では31.7%、2人作業では27.3%で、振動曝露時間は1人作業が多くなっている。一方それに対する余裕時間について見ると1人作業で10.1%、2人作業で21.0%となっており、2人作業では1人作業の2倍ととなっている。オ3図はドイツにおける騒音負荷の時刻別の図であるが1人作業で90ホン以上の曝露時間が22%となっており、我々の調査における31.7

%に比して幾分少ないようである。これなどは我が国との作業方法の差異が考えられる。即ち、スエーデンにおいては作業方法がオ2図のごとくチェーンソーによる枝払いはなく、手工具によるものとされており、これがためにレイノー氏現象の確認がされていない。

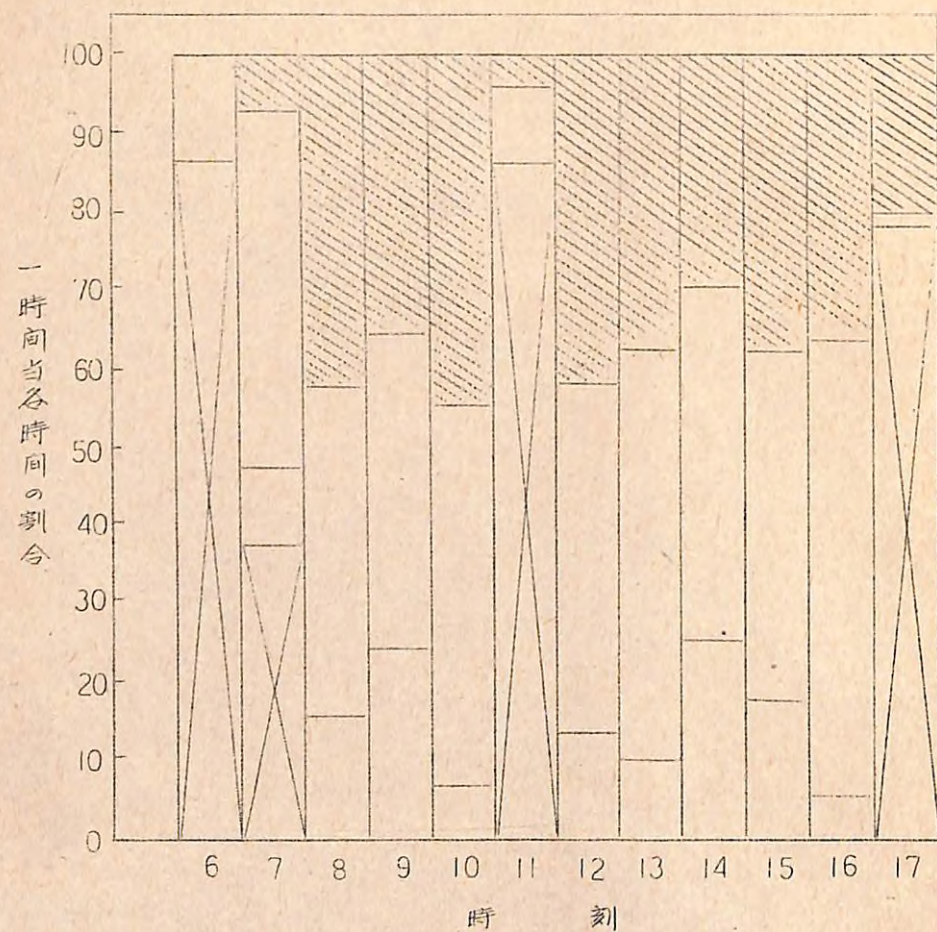
オ 1 図

チェーンソー2人組作業の時刻別機械稼働率



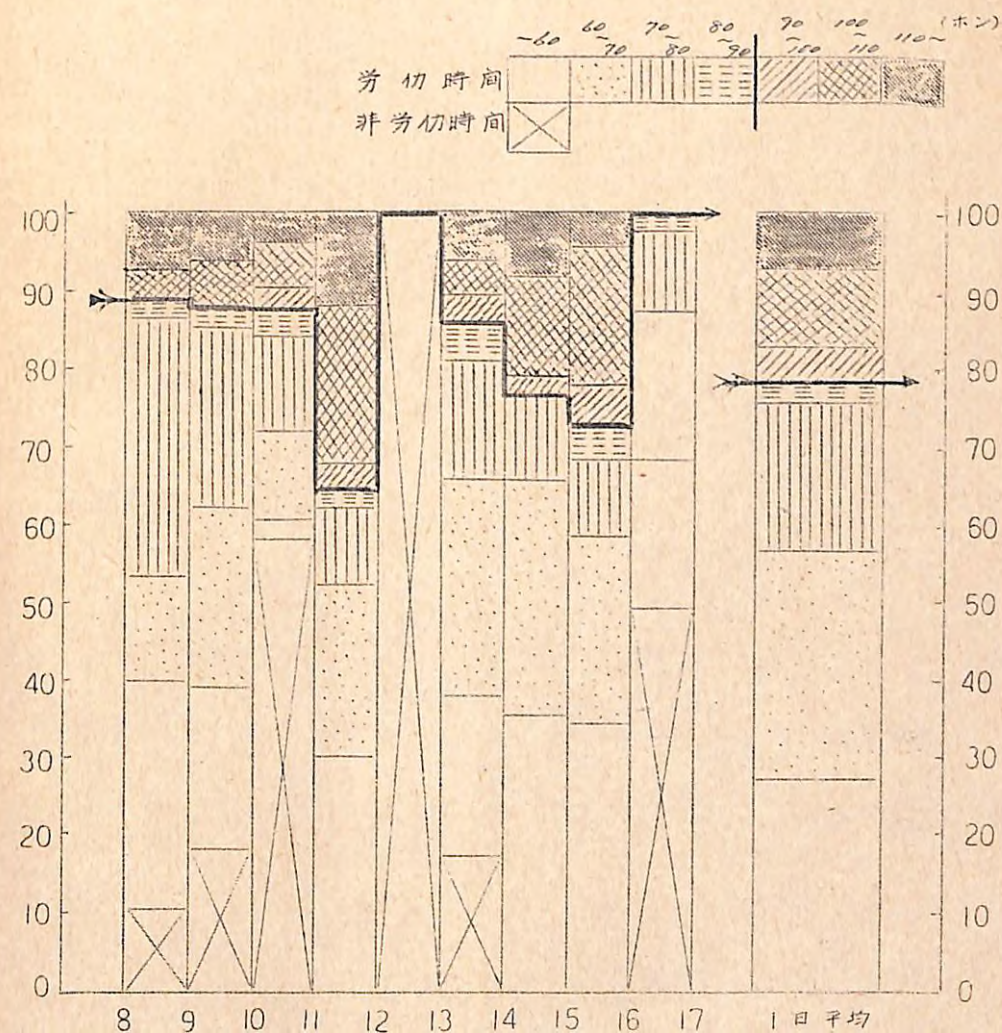
オ 2 図

チェーンソー 1 人組作業の時刻別・機械稼働率

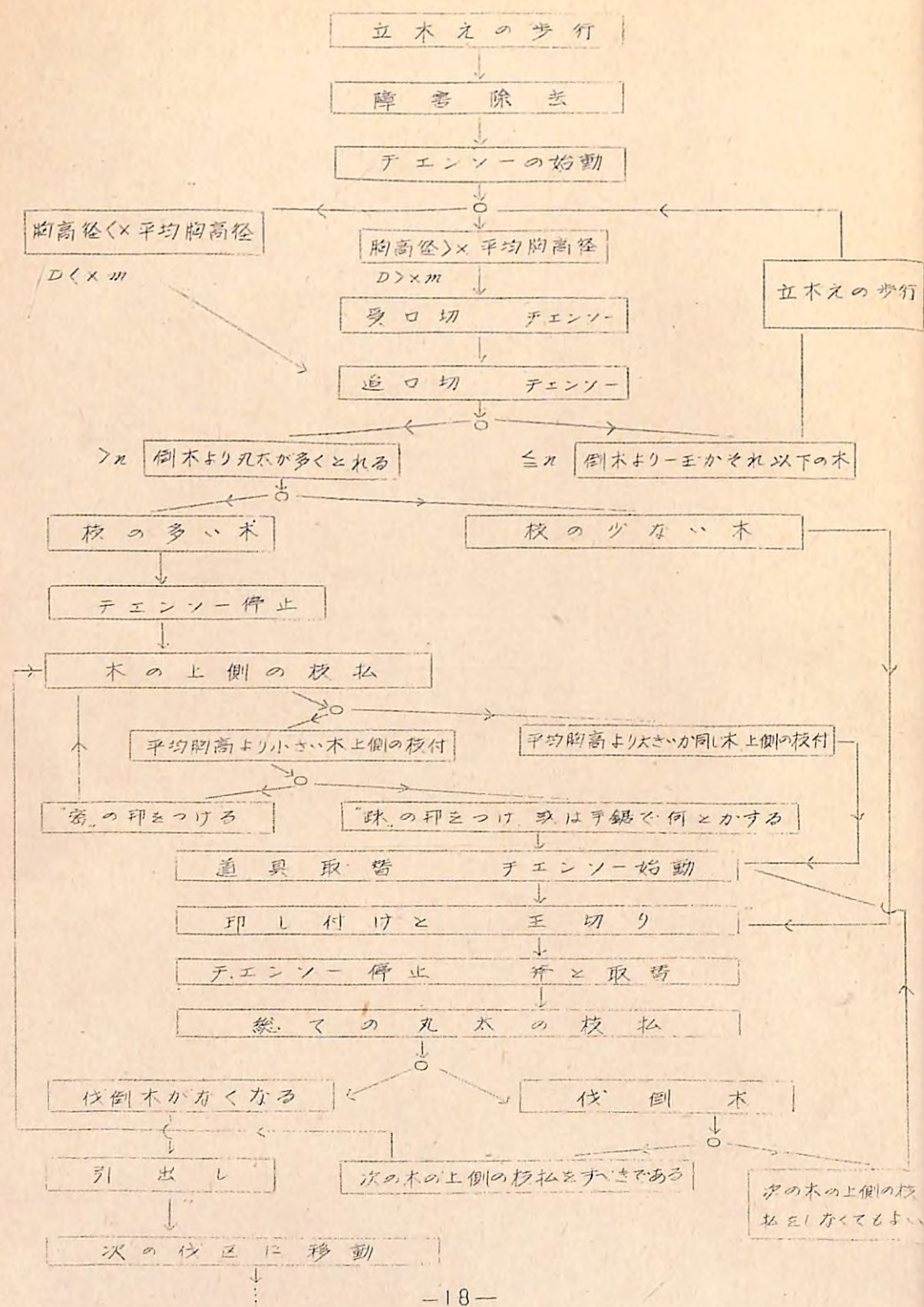


オ 3 図

ノコ用動力鋸の騒音負荷 (トシビ大径木) (H.J. Logcke 原図)



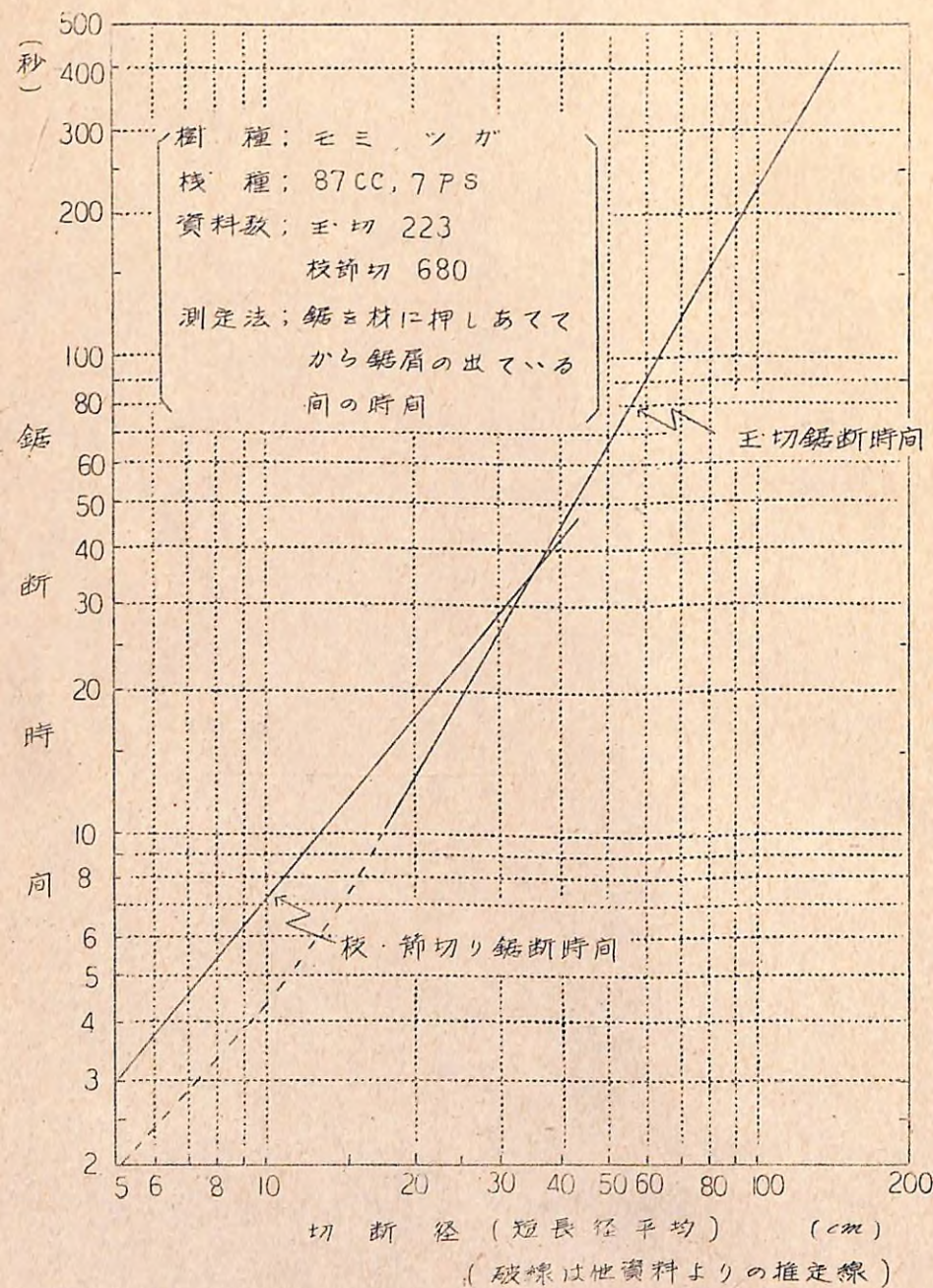
オ4図 スエーデンの単純な作業手順



図でも明らかなごとく枝払いにはチェーンソーを使用していない。現在の我が国では枝払いがチェーンソーで行われており、このことはチェーンの切刃ピッチと枝の太さによりチェーンがあたり危険でもある。また大きな振動も多くなることであらう。この点、スエーデンの報告に「チェーンソーが枝払いするのと斧で枝払いするのと比べて、36 cmの木で70%、18 cmの木で85%の時間ですむが、小さな木ではチェーンソーによる時間の節約はほんの僅かにすぎないから、チェーンソーを使って枝払いするときは、単に斧で枝払いするときよりも1日に3倍長くチェーンソーを使用するというだけで時間の節約にはならない」と述べており、なお後段には伐木造材夫の技能が上の者は「斧か鋸の使用が長いと、チェーンソーを使ったあとで体をあたため血液の循環をよくし、彼はチェーンソーを使うのは本当に経済的なときだけ使うように勧めている」と述べている。以上のことから枝切り、特に細い枝までもチェーンソーを使用することは経済的にも振動に対してもまた作業時間的にも不利であることが知れる。特に斧が手鋸による枝払いは体を温める効果とチェーンソーを使用した以外の筋肉の運動にもなっておりよい効果があるといえる。以上の結論として「医学的な調査は、チェーンソーの使用に関連した直接のレイノー氏現象は立証しなかった。……これまで森林作業におけるチェーンソーの1日あたりの使用時間は短かく、合せて2時間以上にはならなかった。」このような観点から前表(オ5表)を見ると2つのグループに分けられる。即ち伐木造材時間に対してより短い枝切り時間のグループとより長いグループとである。短いグループでは伐木造材時間が平均して100分に対し枝切りが54分、より長いグループでは伐倒玉切り時間が74分に対して枝切りが155分となっている。これから見てもスエーデン

の報告のごとく枝切り時間の長い所では伐倒造材時間が少なくなっており、チェーンソーの使用効率を悪くしているようである。

第5図 枝切、主切時間と切断径との関係



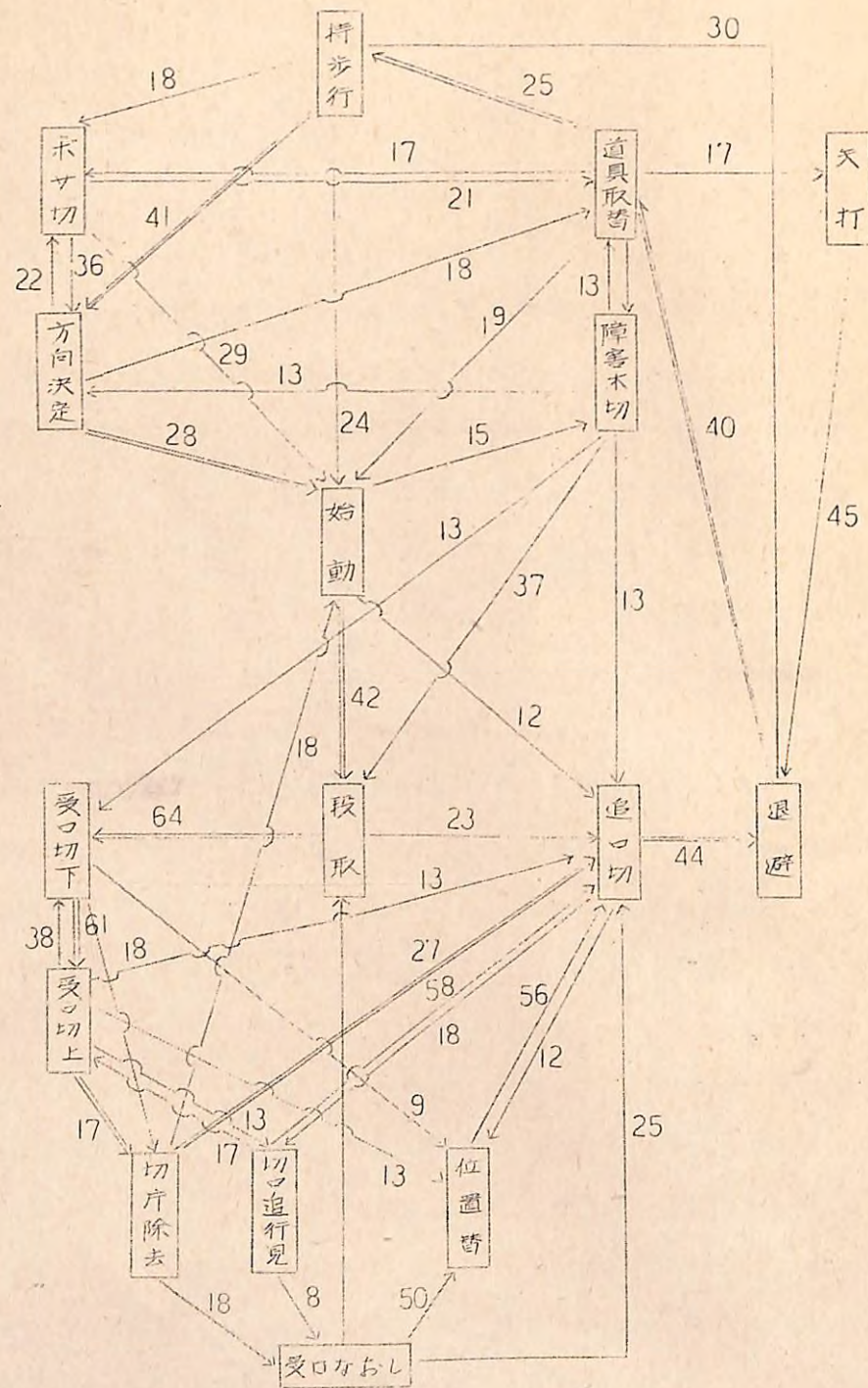
II 作業方法について

チェーンソーによる伐木造材作業は全国的に見ると作業分解の要素作業の段階では統一的方法がまだ完成されておらず、作業員の手鋸による作業方法をそのままチェーンソーに代えたという感が多い、また普通造材が全幹集材、全木集材などと関連において伐倒、枝切、主切とその作業が分業化の方向に進んでいるが、これらも単に伐木造材作業を三つの要因に分解したのみで要素作業の組み合わせ、使用機材の適否に対する検討がなされていないというのが現状である。高能率のチェーンソーを使用するに当ってはそれなりの作業研究がなされ、よりよい効果、即ちより安全で、より作業量のあがる方法が開発されるべきであろうし、特に振動に対する姿勢、動作などが考えられるべきであるがこれらの問題については余り研究されていない。

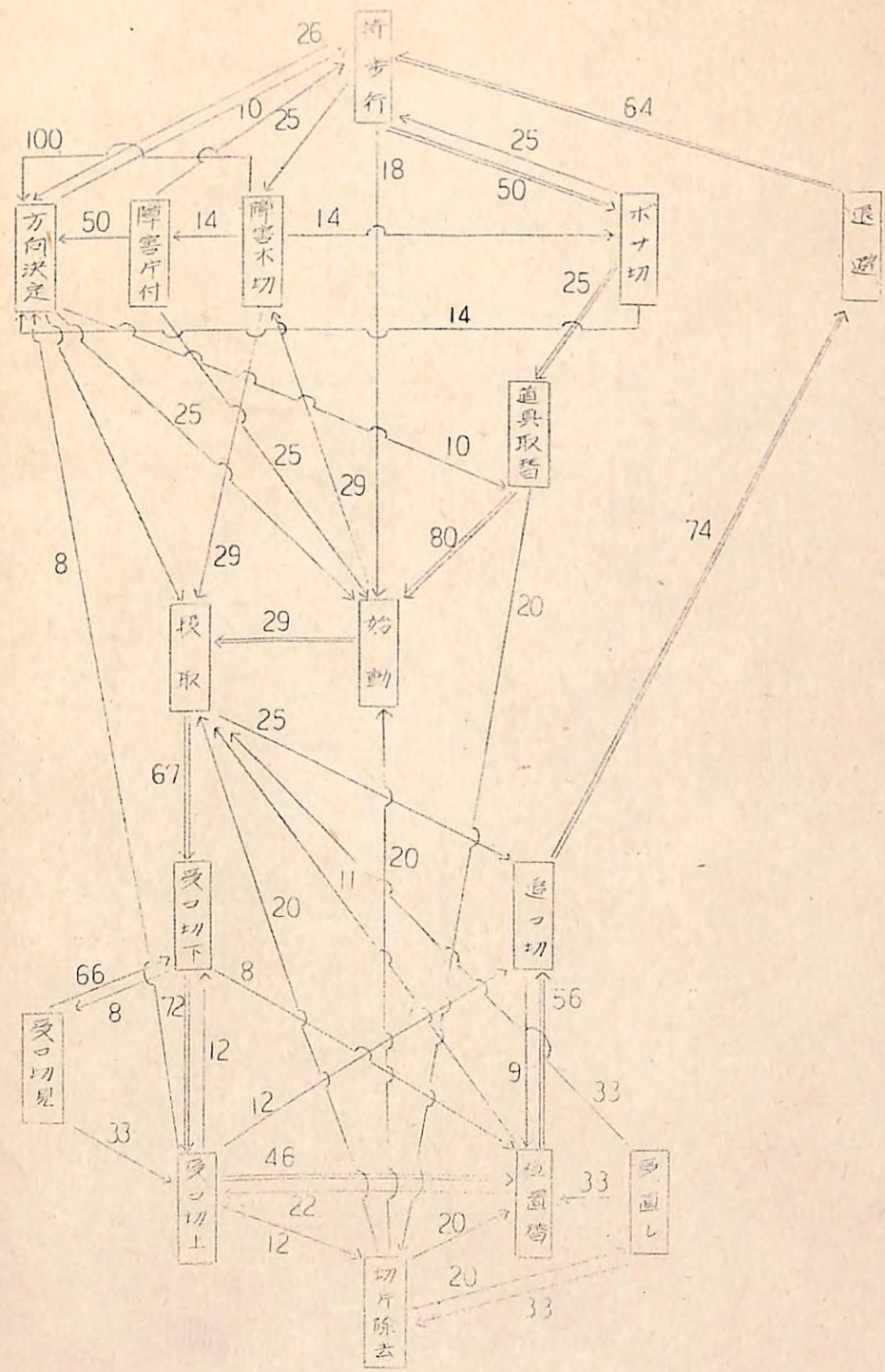
これらの手はじめとして林試及び各局の調査課で調査した結果によればオ6表のごとくである。この表を見る前に各作業が組立てられている要素作業の系統図オ6図～オ7図を見ると明らかとなるであろう。即ち、同じモミ、ツガの天然林の伐採あるいは主切りにおいて作業現場が異なるとその要素作業の組合せが図のように違っていることである。このことは標準作業方法の確立がなされていないこととまた手鋸時代の慣習がそのままチェーンソー使用に引つがれた結果であろう。先に述べたごとく自然条件が影響しているかも知れないが、それ以上に人的な影響の大きなものがある。これら系統図からその地域における基準となる作業方法を要素作業の結合度あるいは発生率を勘案して求めたものがオ6表である。結合度は要素作業の結び付きをあらわす数値で、これが高い程、前の要素作業から次の要素作業に移るとき、他の要素作業の割り込む余地が少なくなるということなので、作業方法が安定してくればくる程に結合

度は高くなるものである。

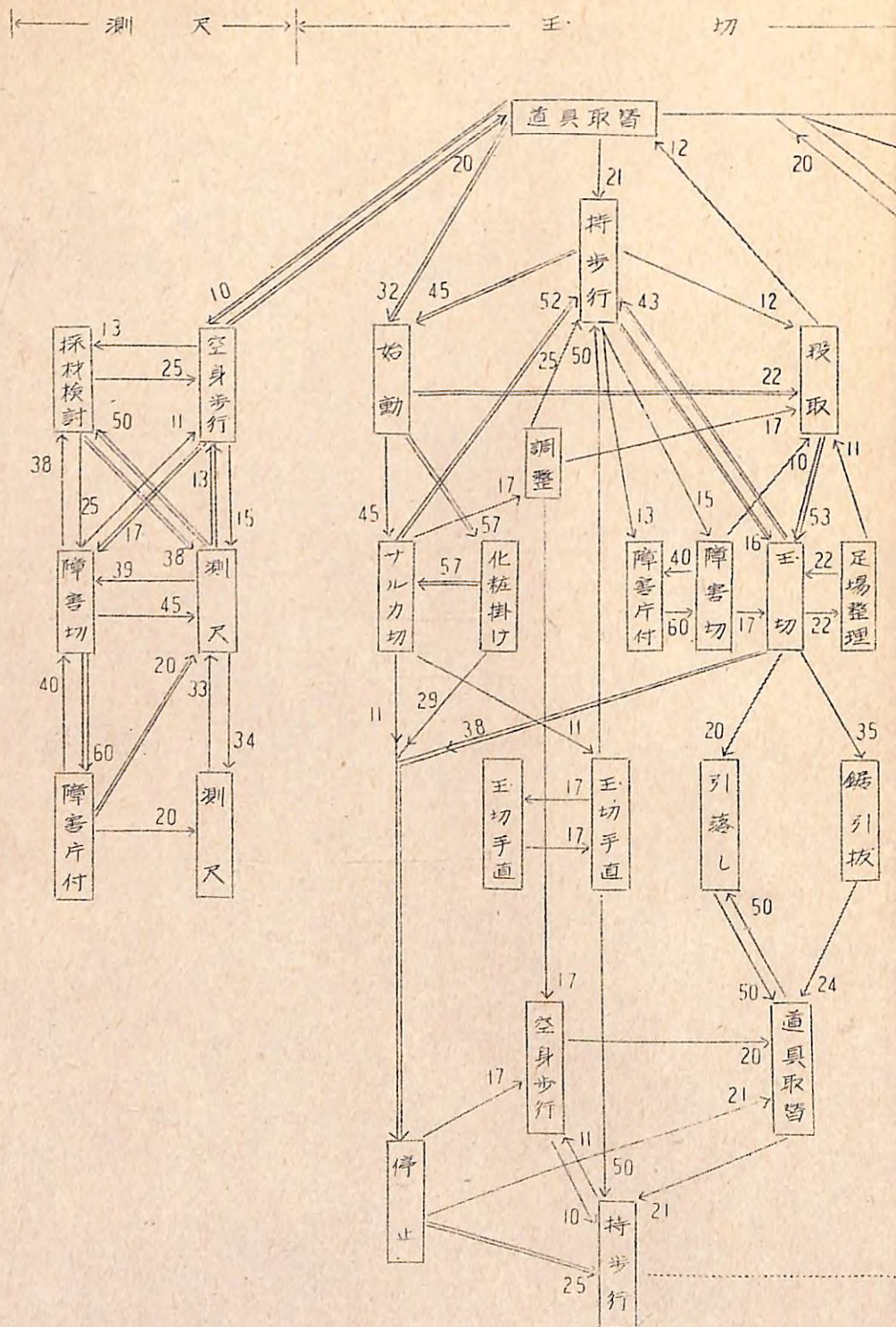
第6図 伐倒作業系統図 (高知1次・技能上)



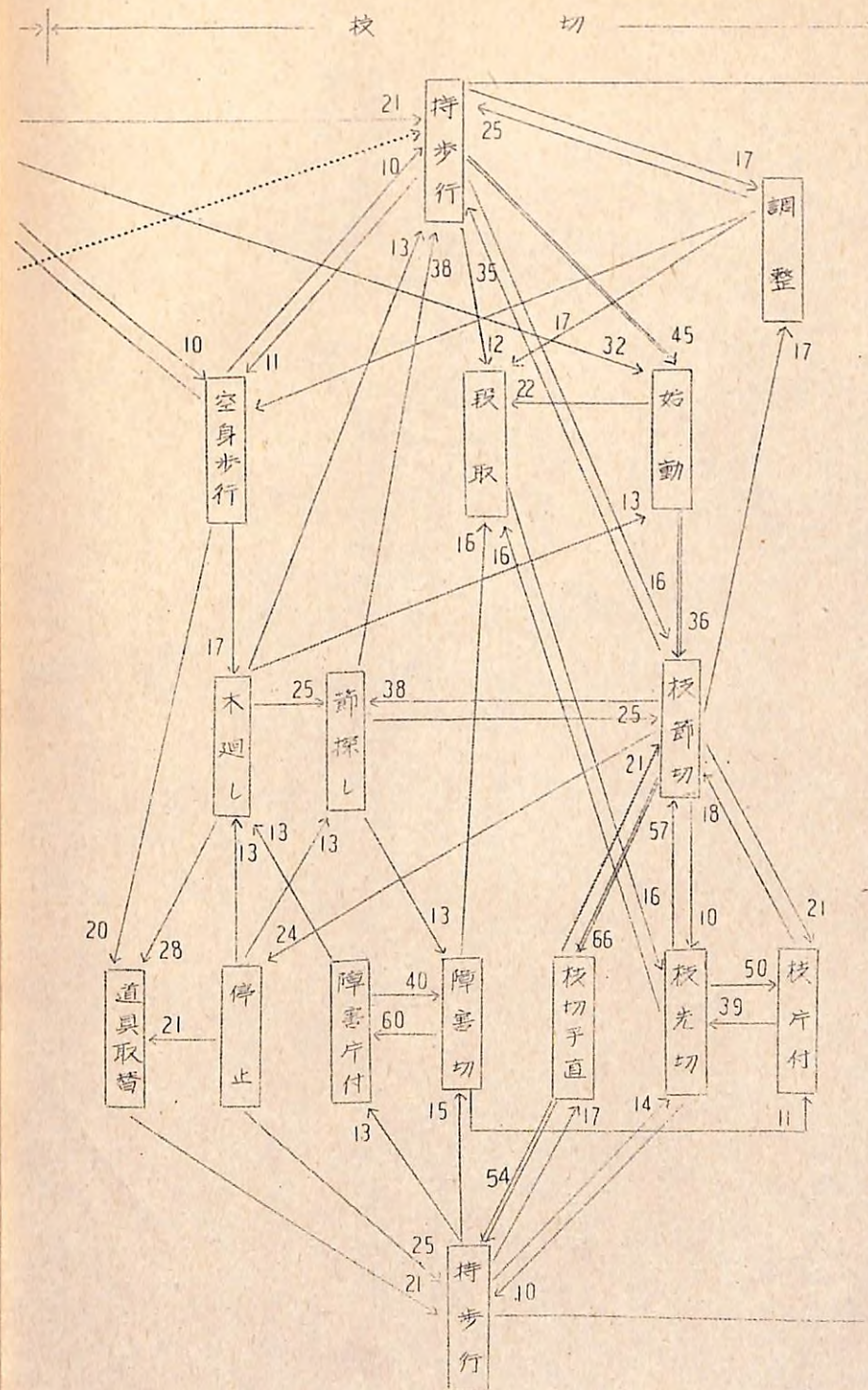
第7図 伐倒作業系統図 (長2次・技能上)



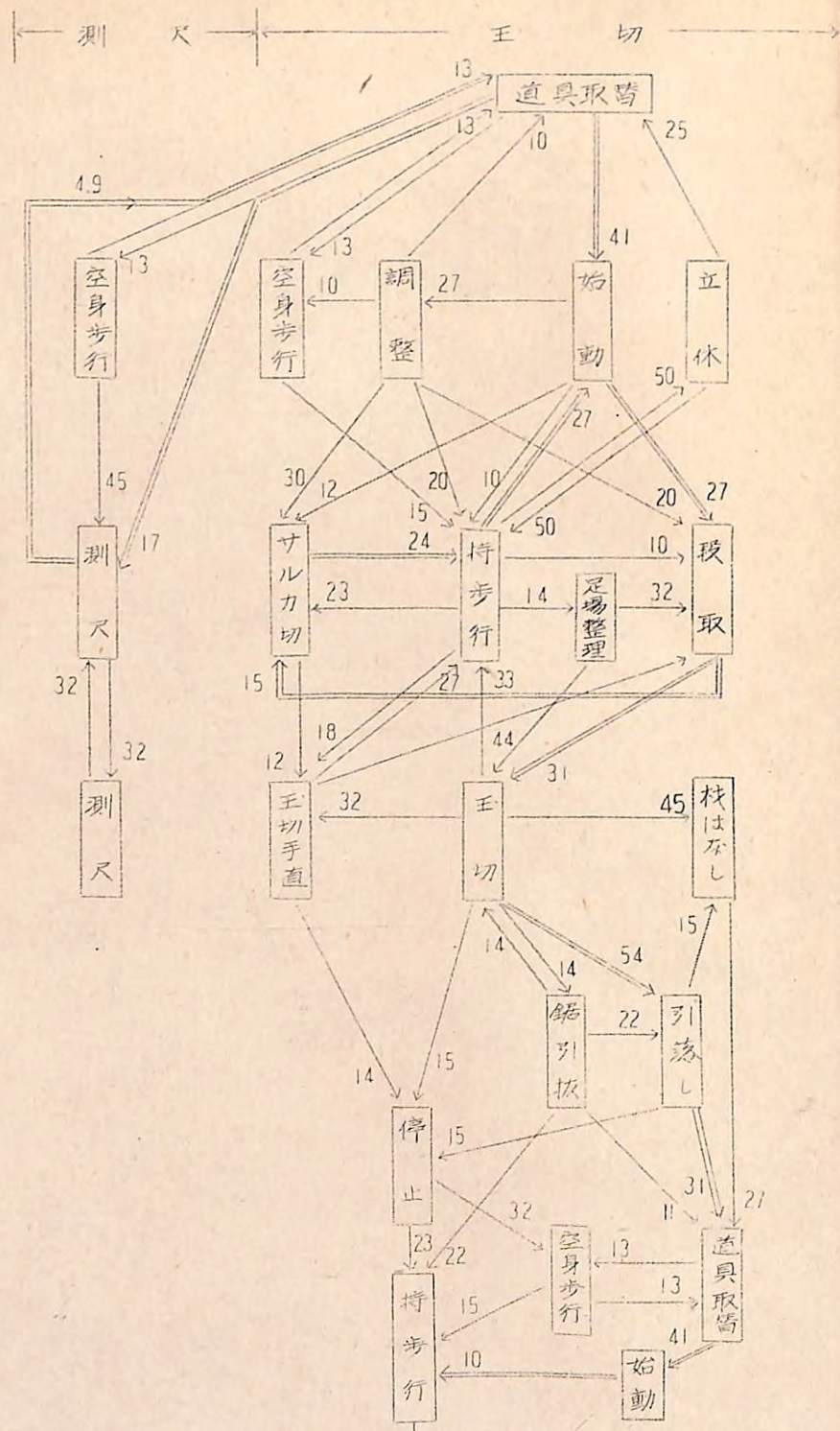
第8図 造材作業系統図



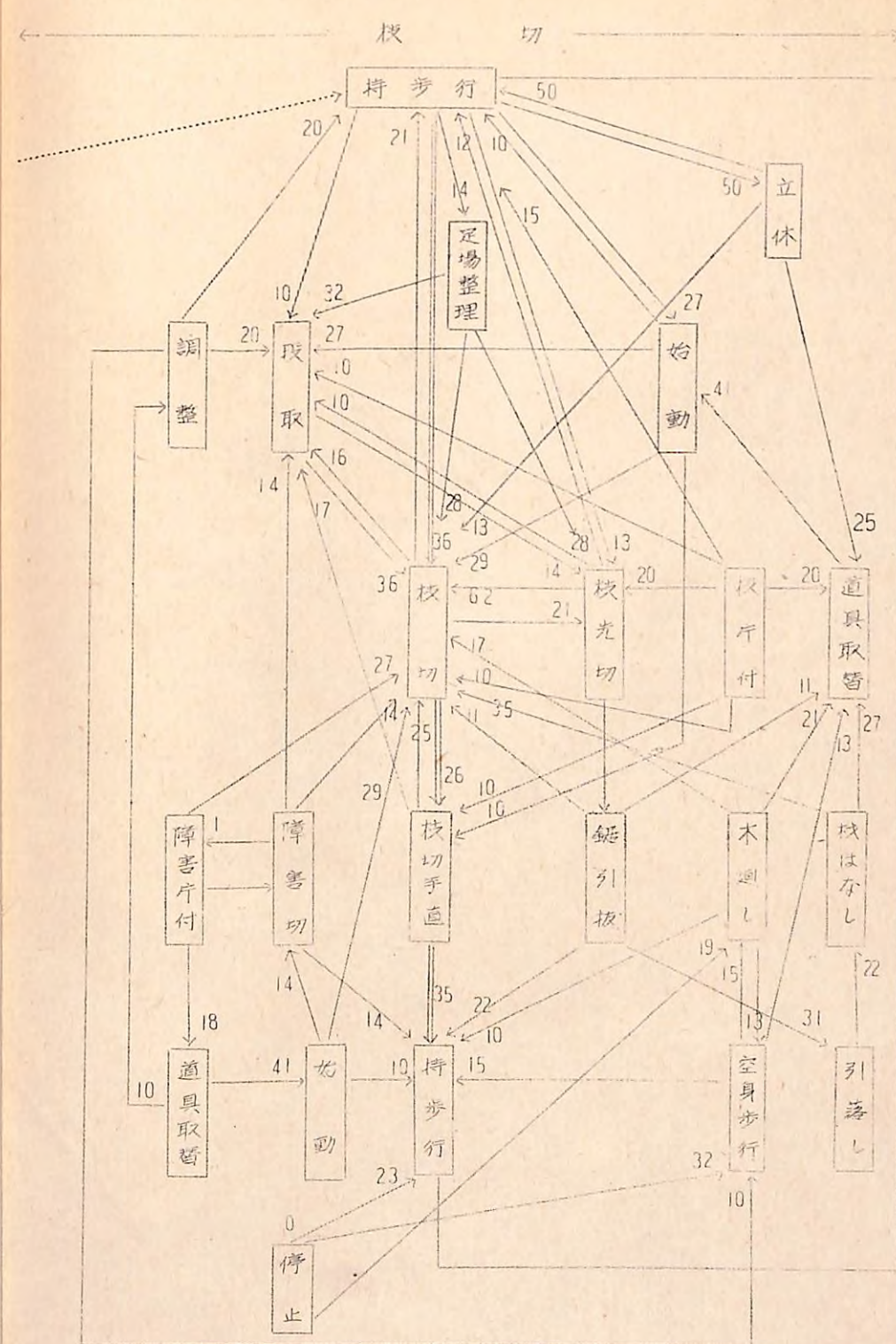
(高知地域 技能上)



第9図 造材作業系統図



(長野地域技能上)



第 6 表

伐木造材作業における

要素作業配列

	スギ 人 工 林 (熊 本)				モミ、ツガ天然林 (熊 本)				モミ、ツガ (高 知)			
	要素名	結合度	発生率		要素名	結合度	発生率		要素名	結合度	発生率	
段	持 歩 行	36	39		持 歩 行	32	100		持 歩 行	41	75	
	道具取替	38	25									
	丸太片付	92	97									
取	空身歩行	45	97									
伐	道具取替	29	68		道具取替	20	94	伐倒方向決定	28	65		
	持 歩 行	27	54									
	根張切り	39	75									
倒	エンジン始動	71	100		エンジン始動	25	100		エンジン始動	42	95	
					受口段取	43	56		受口段取	64	80	
	受口切り	20	100		受口切り(下)	67	100		受口切り(下)	61	100	
サ					受口位置替	35	100		受口切り(上)	17	100	
	切片除去	86	25		受口切り(上)	69	100		受口切り(上)	27	50	
	位置替	80	97		切片除去	71	81		位置替	44	100	
ル	追口切り	43	100		追口切り	71	100		追口切り	44	100	
	ノコ引板	17	75									
ガ	矢 打	5	29		退 避	50	100		退 避	40	100	
	退 避	100	54		道具取替	21	100		道具取替	32	100	
	伐倒確認	21	97		エンジン始動	53	100		エンジン始動	57	100	
切												
り	サルガ切り	33	39		サルガ切り	60	94		サルガ切り	52	100	
枝	化粧掛け	38	21		エンジン停止	36	100		エンジン停止	57	35	
	エンジン停止	40	89									
	道具取替	48	68									
松	空身歩行	36	89									
ハ	節 打	47	93		節 切 り	37	13		節 切 り	45	100	
					持 歩 行	43	100		持 歩 行	36	100	
					障害物切り	63	31		障害物切り	36	100	
ハ	枝 切 り	84	89		枝 切 り	43	100		枝 切 り	46	100	
	枝 切 付	62	89									

	天然林 (高 知)				モミ、ツガ天然林 (長 野)				スギ 天 然 林 (秋 田)			
	結合度	発生率			要素名	結合度	発生率		要素名	結合度	発生率	
段	41	75			持 歩 行	50	10		持 歩 行	44	81	
					ボサ切り	25	20		ボサ切り	46	67	
取												
伐	28	65			道具取替	80	20		道具取替	17	100	
倒	42	95			エンジン始動	29	70		エンジン始動	43	84	
	64	80			受口段取	67	85		受口段取	59	75	
	61	100			受口切り(下)	72	100		受口切り(下)	46	100	
サ	17	100			受口切り(上)	46	100		受口切り(上)	46	100	
	27	50										
ル	44	100			位置替	56	60		位置替	23	53	
ガ					追口切り	74	100		追口切り	50	100	
切	40	100			退 避	64	95		退 避	57	100	
り	32	100			道具取替	17	100		道具取替	42	59	
	57	100										
枝	52	100			段 取	35	100		段 取	92	44	
					サルガ切り	24	90		サルガ切り	100	63	
松	57	35										
ハ					道具取替	41	100		道具取替	50	75	
ハ	45	100			エンジン始動	10	100		エンジン始動	44	81	
	36	100			持 歩 行	36	100		持 歩 行	44	81	
ハ	66	100			枝 切 り	26	100		枝 切 り	46	67	

発生率は作業対象木毎に必ず出てくる要素作業を100%としたもので、この数値の大小はその要素作業の重要度をあらわしているといえる。このような観点から表を見ると自然条件の差異により発生率などが異なり、これと結合度との兼ね合いから表のごとき基準作業と見なされる要素作業の配列が出来たのであるが、表を見ても明らかなごとく各地における要素作業の配列が非常に異なっている。

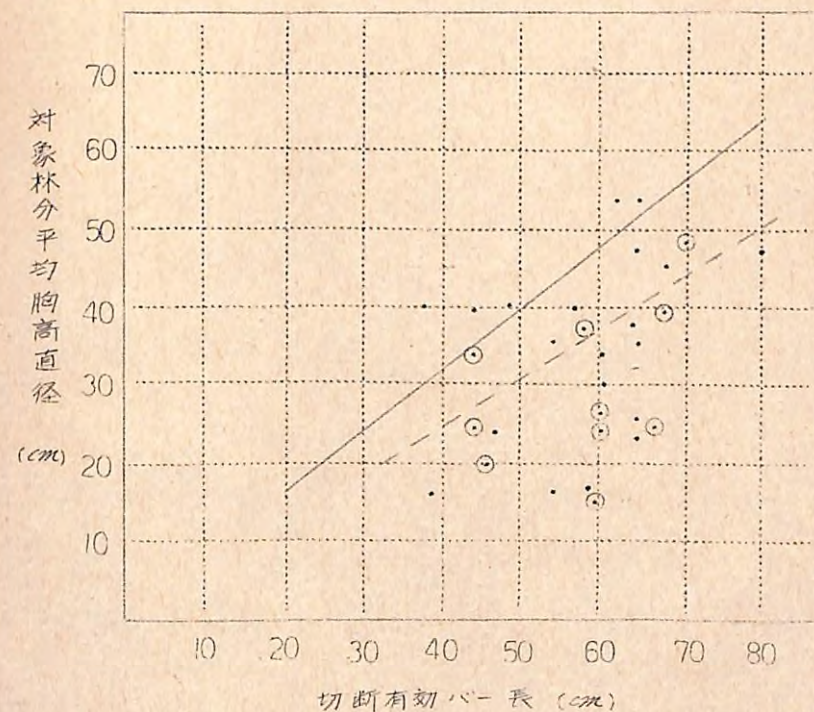
先づこのあたりから見ても各地におけるチェンソーの振動を受ける時間的な面は把握し難い点がある。

最近では全幹、全木集材作業による作業仕組が多くなりつつあるが、この場合では傾斜地における伐倒、枝払いと土場での造材に分けられ、前表とは異なる要素作業の配列が考えられるのである。例えばトラクタによる全幹集材を行なっている現場では、全幹材の樹皮に砂、小石が附着して来るので、それを切断するとチェンソーの刃が、たみなおかつ作業量も低下するので現地でワイヤーの素線を解いたブラシを作り、これによって玉切箇所の砂、小石を除去するなどの考慮がはらわれていた。参考までに実績を見ると1m³当りチェンソー償却費では全幹伐倒で276円、伐木造材で143円、全幹の集材枝によるものの造材で62円、トラクターによるものは142円と一番高くなっている。このように作業方法が変わってくると要素作業もふえ、なおかつ経済的にも高くなる面もあらわれるなど作業方法の検討が必要となる。一方、砂、小石による刃の欠損は目立において刃長の修正、刃角の修正に時間が掛り、その間におけるチェンソーの振動を多くする原因となるであろうし、またバーをいためたり、スプロケットギヤをいためたりする原因にもなり、本機自体に対する故障の結び付きも考える必要がある。

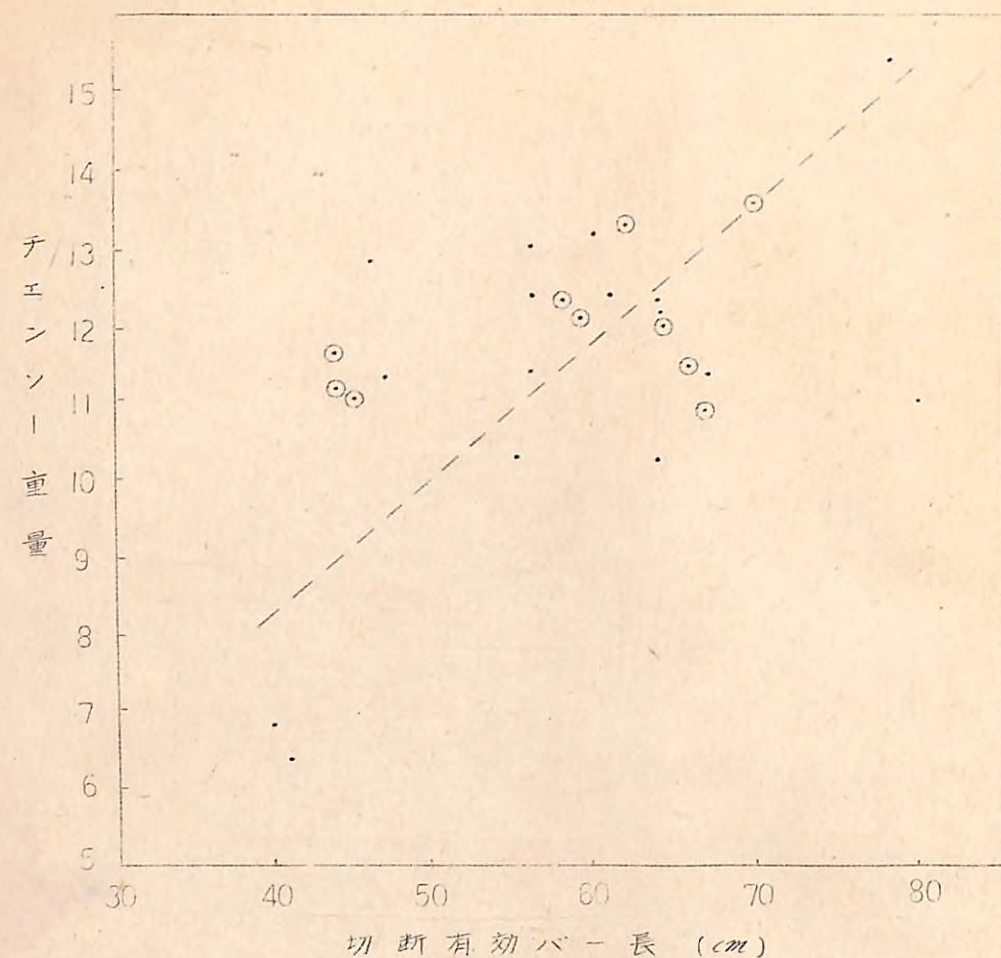
作業方法の一つとして対象林分の問題が考えられる。チェンソーはエンジンの出力と使用するバーの長さとお対象林分とに関係が持たれる。一方振動の面から見ると長いバーを使用するほどに振動は大きくなる（この関係は後述する）ことが明らかで、なおかつ重量も増加するなど、振動に対して不利な点があられてくるのである。我々の調査した所では切断有効バー長とお対象林分胸高直径との関係はオノノ図のごとくであり、また有効バー長とチェンソー総重量との関係はオノノ図のごとくである。

第 10 図

対象林分平均胸高直径と切断有効バー長との関係



第 11 図 切断有効バー長とチェーンソー重量

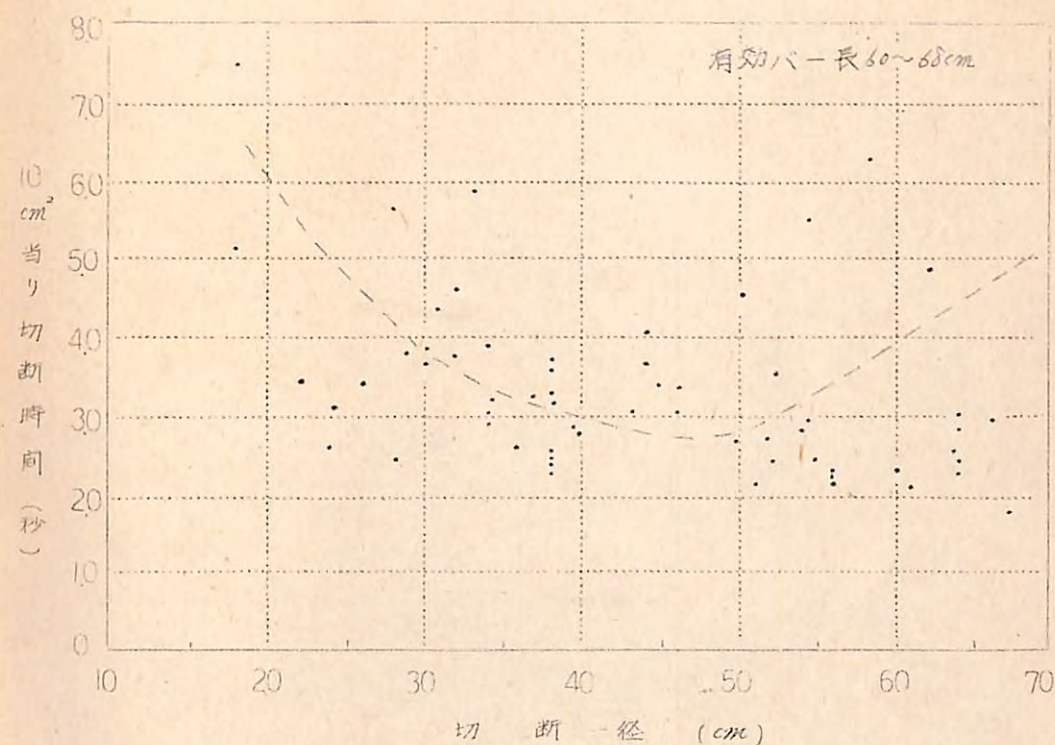


一般的に使用するチェーンソーバー長が事業地の対象林分に対して長すぎる感を受ける。例えば林分平均胸高直径 28 cm に対して使っているバー長は 67 cm 、また 15 cm に対して長さ 58 cm など是非常に非能率的であろう。

一定のバー長で切断したときの切断直径に対する作業能率について見るとオノ 2 図のごとくで有効長バーの 80% の径級が一番能率がよいといえる。この問題については多くの成果があるが何れも同じ結果となっ

ている。

第 12 図 バー長一定の場合の切断径と能率

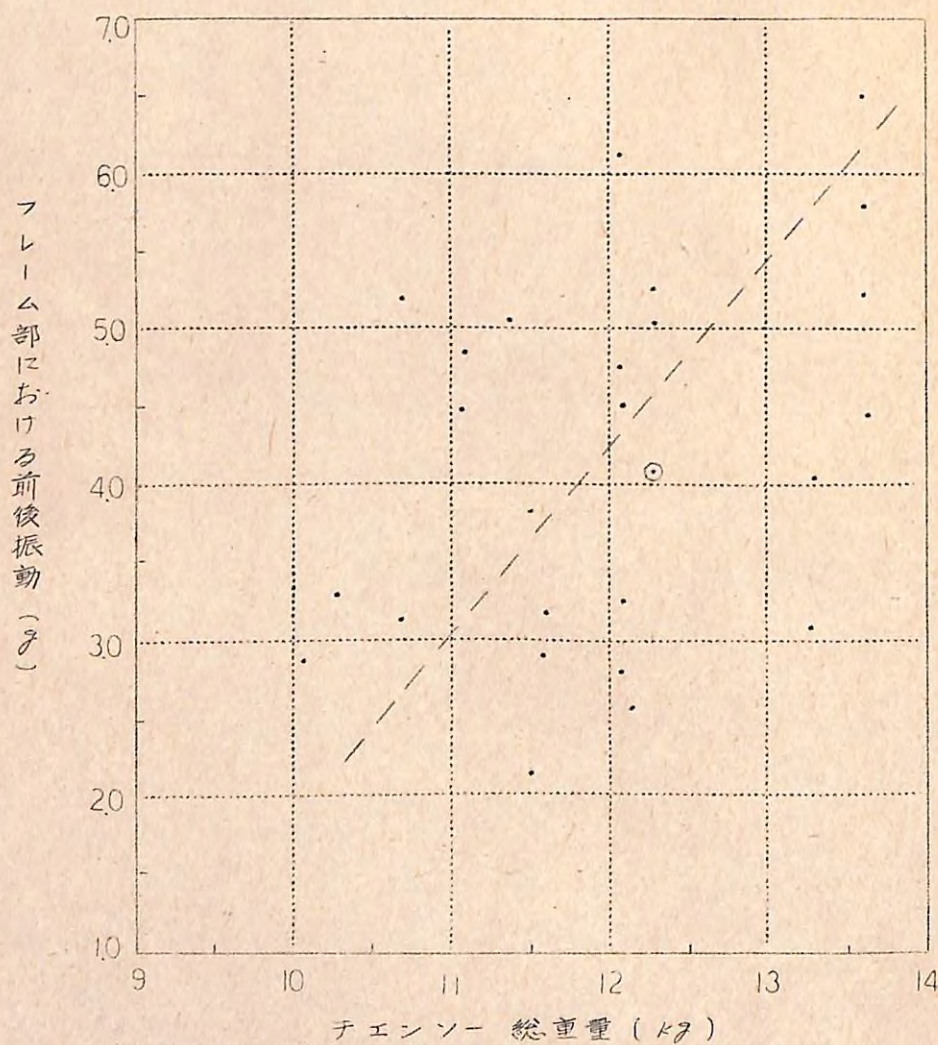


この 80% に対して前図 (オノ 1 図) に関係を入れて見ると実線となる。能率のあがる対象林分との平均胸高直径より細い所を切っているのが現状であることが明らかとなった。即ち平均胸高直径に対してバーが長くなっており、なおかつ高馬力のチェーンソーを使用していることは機械操作上のバランスが悪く、なおかつ重量も重い点、伐倒時においてチェーンソーを持って退避するのは難く、王切、枝切時においては細かい動作が出来ずバーを挟まれたり、突進の行動が出来るなどして能率はあがらず、身の危険にさらされるとともに機械の故障の原因を作っている

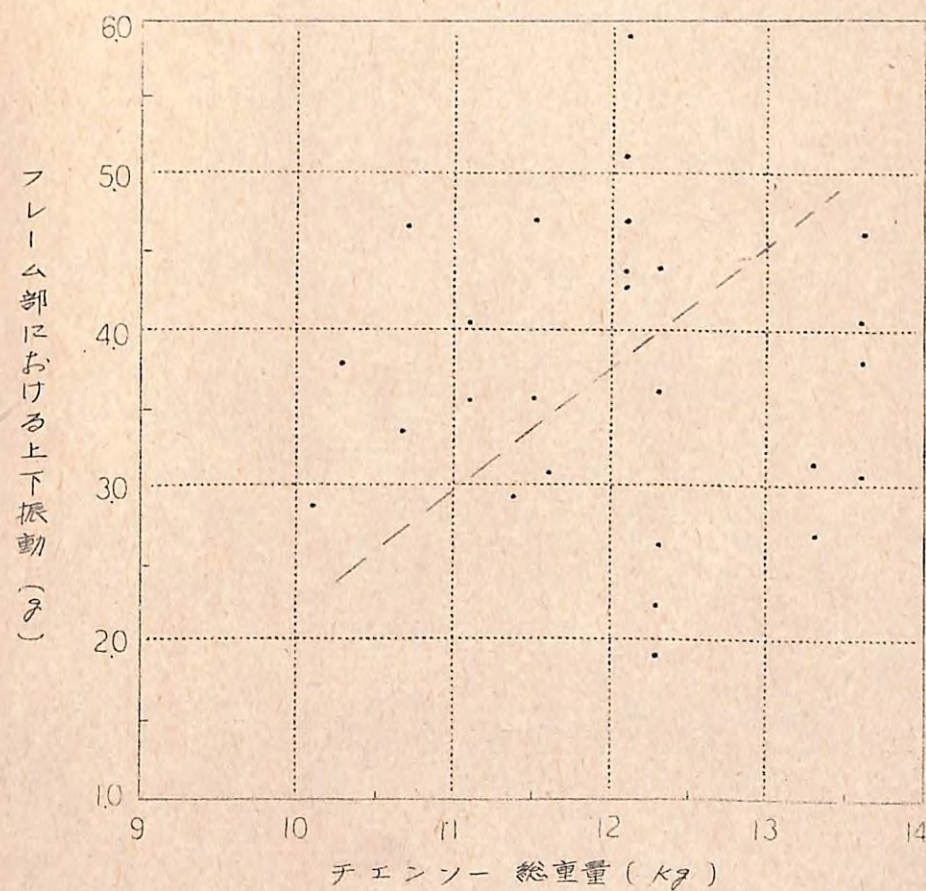
ようなものである。振動の人体に影響する因子として振動の振幅、振動数、機械の重量であるといわれている点、機械の重量がバー及びチェーンの短いものを使用することによって少しでも軽減されることが考えられる。(オノ図参照)

第 13 図

チェーン総重量と振動との関係



現実に使用しているチェーンでは同じ有効バーのものでも全重量で約4kgも差があることが知れる。図から見ても重い方のチェーンで15kg、軽い方で約7kgと倍の差があり、同じ15kgのチェーンでも有効バー長で80cmと60cmと、その差が20cmもある。このことは対象林分に応じたチェーンの選定、特にバー長の選定が必要であらう。



Ⅲ チェンソーの整備について

チェンソーの使用においてはほとんどが個人使用となっており、個人の責任によって機械の整備や目立てが行われているが、国有林においてはチェンソーの取扱要領で整備を項目を定めている。その内容は、

イ 毎 日

- 1 鋸くず、油による外部の汚れ
- 2 ネジの緩み、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 チェンオイルの切き
- 9 ガバナ―いたみ、切き
- 10 ブレードの汚れ、いたみ
- 11 チェーンの汚れ、いたみ
- 12 チェーンの目立

ロ 毎 日

- 13 シリンダフインの汚れ、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、切き
- 17 クラッチの切き
- 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隙

20 ブレーカーポイントの間隙

と以上、20項目であるが、我々もこの項目について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のである。その結果はオ7表に示す通りとなった。

各評点については評点した者の主観による差異、技能上下による差異などが考えられるので、これらについては統計処理を行なったのである。

先づ調査員の主観による差異について見ると統計上は差異が明らかとなり、これらの差異を修正した結果により、作業員の技能上下の間を検討した。

1 平均値間の差

署内における技能上と技能下の作業者に区別して評点された数値をオ8表に対応して記す。両者の得点の平均 $\bar{x} = 0.33$ 、元の単位に戻して 差 $= 0.03$ しかない、この値では検定するまでもなく、両者の平均値間には有意差が見られないだろうが一応検定してみると、

$P < 0.001$ で問題にならない、技能者上と技能者下の作業者の評点平均値間には差を認められない。

2. 技能上が技能下より高い評点を受けた確率

評点平均では差がなくとも、技能上の作業者は技能下の作業者より決まって高位に評点の位置づけがあるべきだとする。対応した図はオ14図であり、技能上が技能下の上側にある場合は……+、技能上が技能下の下側にある場合は……-、同点にある場合は……0とおく、この計を数えてみると $n_{+} = 8$, $n_{-} = 8$, $n_0 = 2$ で計算するまでもなく、両者の比率は丁度 $1/2$ で、技能上の者は技能下の者の

第7表 点検項目と各個人評点

作業員評点		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
項 目											
1	外 部 汚 れ	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2
2	ネ ジ ゆ ゐ み	5	2	3	2	3	3	2	1	4	1
3	配 線 い た み	4	3	3	3	2	3	3	3	4	2
4	部 品 い た み	4	2	2	2	3	4	2	2	4	1
5	エ ア ク リ ー ナ ー	4	2	1	3	2	3	4	1	3	3
6	ブ ラ グ 汚 れ	2	1	2	1	3	2	2	2	3	3
7	ギ ヤ オ イ ル							2	3		
8	チ エ ン オ イ ル	5	2	4	4	4	3	3	3	4	
9	ガ バ ナ ー		2	2	4			3	3		2
10	ブ レ ー ド 汚 れ	2	1	2	2	3	4	4	2	3	3
11	チ エ ン 汚 れ	2	4	2	2	2	3	1	2	2	3
12	チ エ ン 目 立										
13	フ イ ン 汚 れ	4	3	3	3	2	2	3	4	4	3
14	フ ア ン 汚 れ	3	3	1	3	3	2	3	4	2	2
15	フ ア ン ハ ウ ジ ン グ	4	3	1	3	4	2	2	3	4	1
16	ス タ ー タ ー	2	3	1	4	2	1	3	4	4	
17	ク ラ ッ ツ チ	3	4								
18	ス プ ロ ケ ッ ト	2	5		3	3		3	3		3
19	フ ラ グ 間 隔	2	5	3	2	2	3	2	2	1	1
20	ボ イ ン ト										
平 均		3.3	2.8	2.1	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	3.1	3.1
作業員評点		24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
項 目											
1	外 部 汚 れ	3	3	3	3	4	3	3	2	4	3
2	ネ ジ ゆ ゐ み	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3
3	配 線 い た み	4	4	3	3	4	2	4	4	3	3
4	部 品 い た み	4	4	3	3	3	2	3	4	3	3
5	エ ア ク リ ー ナ ー	3	4	3	3		4	3	2	4	2
6	ブ ラ グ 汚 れ			3	3	3	4	4	4	3	3
7	ギ ヤ オ イ ル	4		3	3						
8	チ エ ン オ イ ル	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3
9	ガ バ ナ ー	4		3	3						
10	ブ レ ー ド 汚 れ	3	3	2	2	2	4	3	3	3	3
11	チ エ ン 汚 れ	3	3	2	2	3	3	3	3	3	4
12	チ エ ン 目 立	2	3	2	3	3	3	2	3	4	4
13	フ イ ン 汚 れ	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3
14	フ ア ン 汚 れ	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
15	フ ア ン ハ ウ ジ ン グ	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3
16	ス タ ー タ ー	4	3	3	3	4	2	4	4	3	3
17	ク ラ ッ ツ チ		3	3	3	4	4	4	4	3	3
18	ス プ ロ ケ ッ ト	2	3	3	2	4		3	2	3	2
19	フ ラ グ 間 隔		3	3		3	4	4	3	3	3
20	ボ イ ン ト					3	3				
平 均		3.3	3.3	2.8	2.8	3.5	3.1	3.4	3.2	3.2	3.0

11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	
2	4	5	3	4	3	3	4	2	2	3	3	
3	5	5	4	4	3	2	3	4	3	4	4	
2	5	5	4	4	4	3	5	2	3	4	4	
3	4	5	3	4	3	3	3	3	4	3	4	
4	5	4	3	3	3	4		2	2	2	3	
2	3	4	1	2	3	3		3		3	3	
2	5	5	4	3	4	4	5	5	4	4	5	
	3	2			3	4	4	4	4	4		
2	5	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	
3	3	3	4		3	3		1	2	4	3	
2	2	3	4		2	3	3	1			3	
2	5	5	3	3	4	4	3	2	4	3	4	
5	5	5	3	4	4	4	3	5	3	4	4	
5	5	5	3	4	4	4	3	5	5	4	4	
3	5	5	3	4	3	3	4	4	5	4	5	
	5	5	3	3	3	3	4	4	5	3	5	
3	5	4	3	3	3	2	4	2	2	1	1	
2	3	3	2	3	3	3	3	4	2	2	3	
2.8	4.3	4.3	3.1	3.4	3.3	3.2	3.6	3.1	3.3	3.3	3.6	
34		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	平均
2	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3.0
4	2	4	3	3	4	5	4	4	3	5	2	3.3
3	2	4	3	3	4	4	4	5	5	5	5	3.5
2	3	4	4	3	5	5	4	4	3	4	2	3.3
1	1	2	2	3	2	4	3	5	4	4	4	3.0
2		5	4	2	4	2	2	3	2	3	3	2.7
3	3	2	2		3	3	3	5		5	5	3.0
5	5	4	4	4	5	4	3	5	5	5	5	4.0
3	3	4	4		1	4	4	5	5	5	5	3.4
4	5	5	3	4	2	5	3	5	2	4	2	3.2
2	4	3	2	4	2	4	3	4	4	4	2	2.8
3	5	3	2	3	2	3	3	4		2	2	2.8
3	2	2	3	5	4	3	4	5	4	4	5	3.3
2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	3.4
4	2	4	4	2	4	4	5	5	5	5	5	3.6
3	2	2	4	2	4	5	4	4	5	5	5	3.5
4	3	4	4			4	3	5	5	5	4	3.8
5	4	4	2	5	4	3	3	5	3	3	3	3.1
3	3	2	4	3	4	3	3					2.8
3	3	3	4			3	4					3.3
3.1	3.1	3.4	3.2	3.3	3.4	3.8	3.4	4.5	3.9	4.2	3.7	

第 8 表 技能上と技能下の作業者の得点表

得点 10 ($\bar{x} - \mu$) ただし $\mu = 3$

測定者	技能		差 偏差		偏差平方和
	上 X_1	下 X_2	$X = X_1 - X_2$	$x = X - \bar{X}$	
1	2	3	-1	4	3.67
3	4	-9	-3	-6	6.33
5	6	-4	-3	-1	1.33
7	8	-4	-4	0	0.33
10	11	-9	-2	-7	7.33
12	13	13	13	0	0.33
14	15	4	1	3	2.67
17	18	2	3	-1	1.33
20	21	1	3	-2	2.33
26	26	3	-2	5	4.67
28	29	5	1	4	3.67
30	31	2	4	-2	2.33
32	33	2	0	2	1.67
35	36	2	4	-2	2.33
37	38	5	3	2	1.67
39	40	4	8	-4	4.33
41	42	15	7	6	5.67
43	44	12	7	5	4.67
計		47	41	6	248.000
平均		2.61	2.28	$\bar{X} = 0.33$	$S^2 = 14.588$

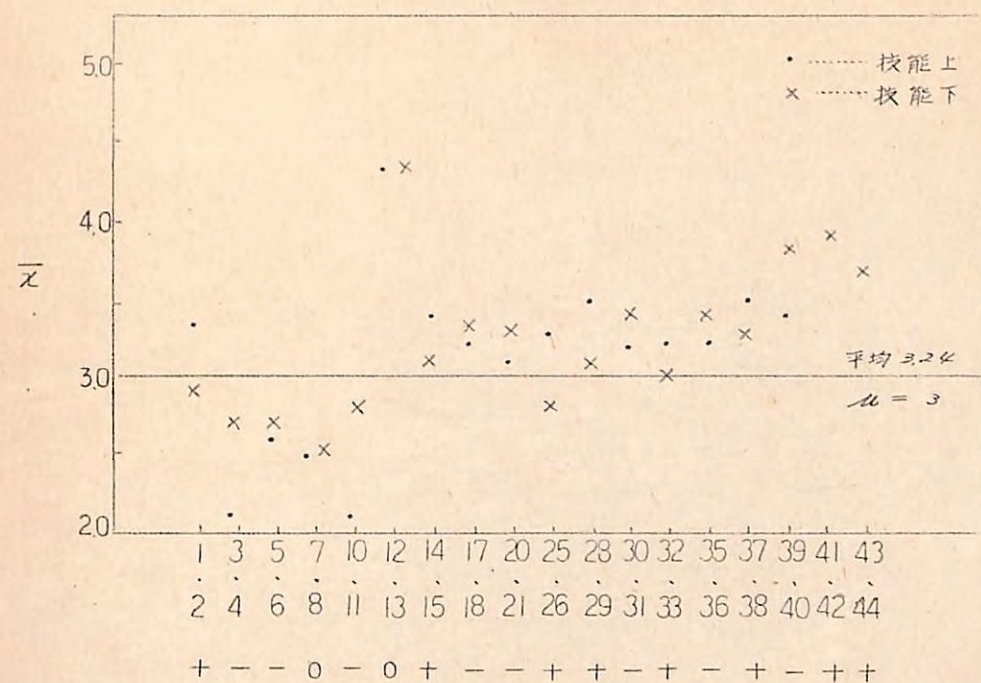
$$S\bar{Z} = \sqrt{S^2/n} = \sqrt{14.588/18} = 0.900$$

$$t_0 = \bar{Z}/S\bar{Z} = 0.33/0.900 = 0.367 \quad \{d.f. = 17\}$$

-42-

第 14 図

技能上の作業者と技能下の作業者の評点平均の対比

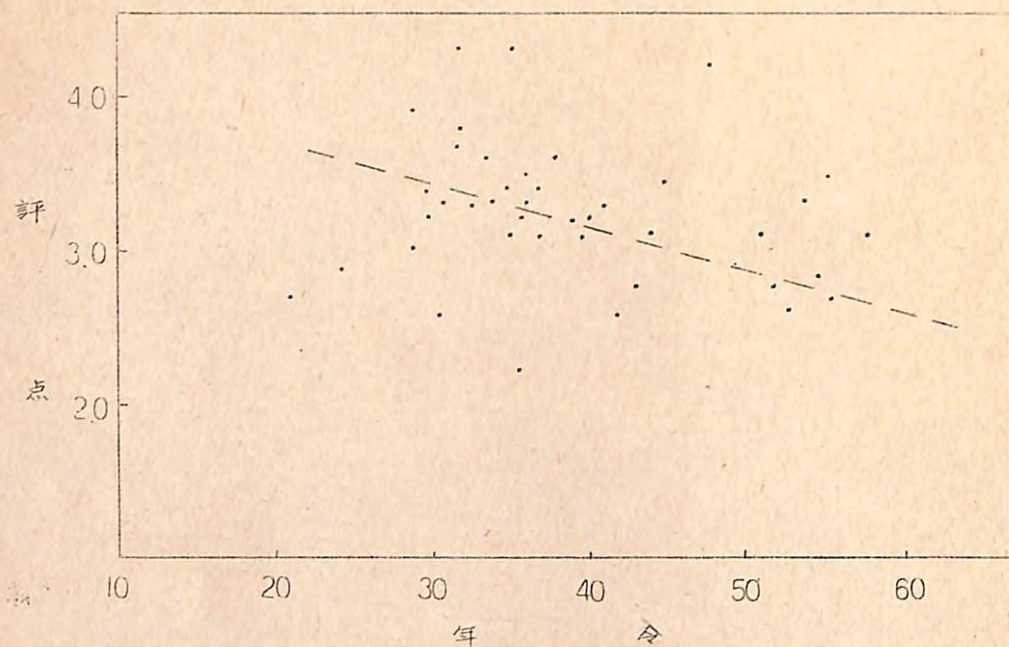


高位に常に位置するということはない、技能上、下の者において整備に関してはその差はないといえる。

事業所において判定してくれた技能上、下の者は色々の因子と総合した結果の判定であり、現在の所では数値的な評価が出来ない。しかし経験年数（これは技能との関係はあるが単に経験年数の長い者が技能上の者であるとは断定出来ないのである）および年齢は数字であらわされるので、これらのものと個人の評点との関係について見ると才 15 図、才 16 図のごとくである。

第 15 図

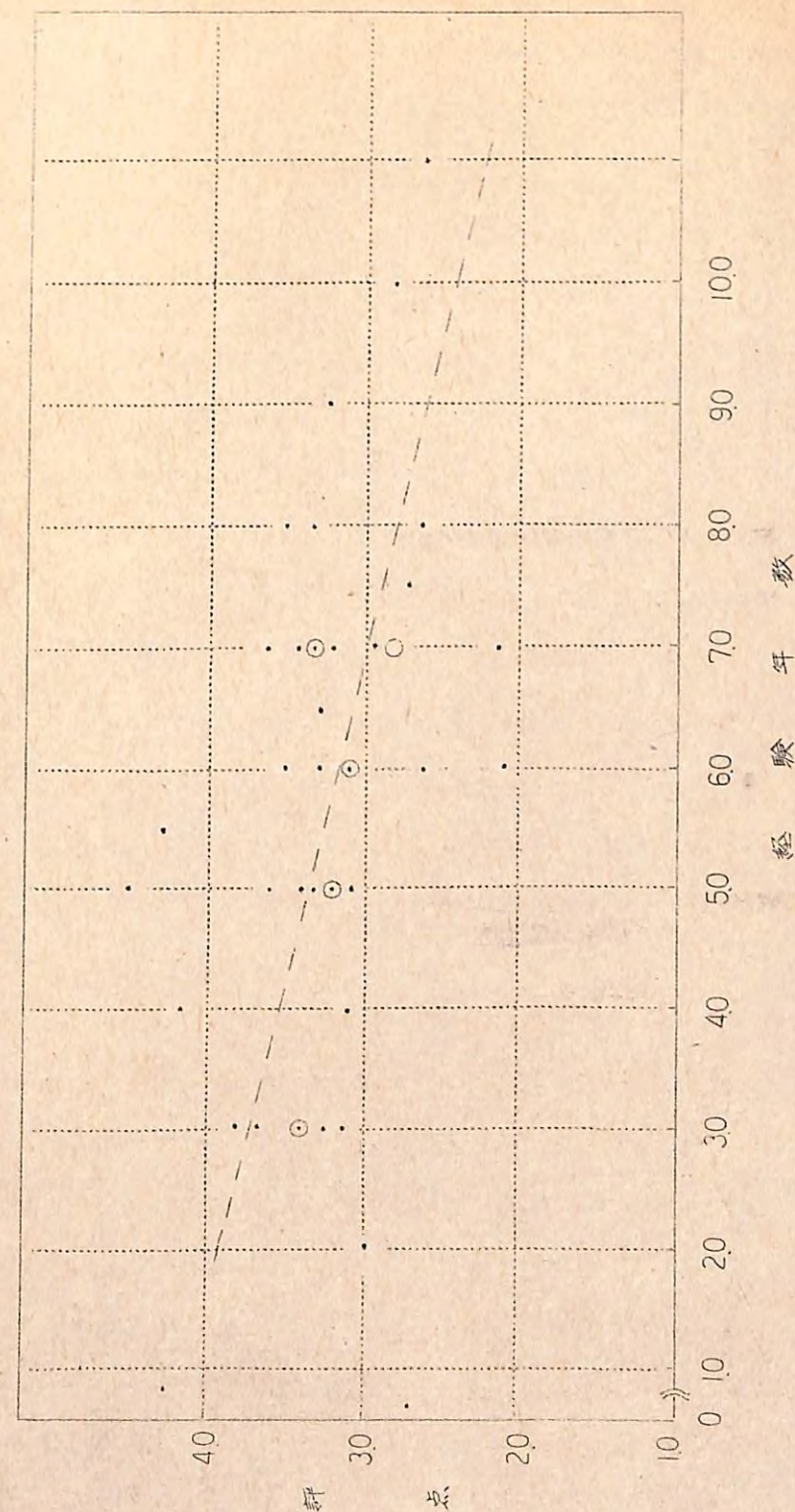
年 令 と 評 点 と の 関 係



経験年数の増加とともに整備評点は低下する傾向にある。この低下に対する一つの推測は、チェーンソーの使用当初は機械に対しての知識も少なく、故障を非常におそれて整備を行なっているが、機械の知識がふえてくると整備する時間もおしく作業に振り向け生産量の増加を計る。なお経験年数も多くなると故障の修理も簡単に出来る程度になって来て機械は単に動いていれば良く、故障のついでに整備する程度で、いよいよ整備の評点もわるくなるのではないかと考えられる。

年令においても経験年数と同じく増してくると整備評点も悪くなる。この低下に対する推測としては機械使用の研修教育において、機械用語や理論に対する知識およびその吸収する能力の低下が年令と関係していることによるものであろう。

第 16 図 経験年数と評点との関係



3. 整備項目についての検討

(1) 全体的にみた場合

各項目の評点は全般的に見ると正規分布するものと考えられるが、はたしてどのようなになっているかについて見る。各項目について $\bar{x}$, S^2 または 平均 $= \mu = 3$ としたときの F_0 の値を図示すればオア図となる。特に S^2 の打点された傾向が中心線付近に大体まとまっておいて、テラバリの範囲が狭い。ただし項目 20 (ポイントの同際) の一点だけが離れているが、この 16, 20 の項目は図下に測定した例数を記してある様にわずかな例だけしか評点していなかったためにデータ数の少ないカテゴリによって起ったものである。すなわち、データ数が 30 個を超えていることおよび各項目に対する評定は技術者としては大体同じ見方をしていると考えられる。

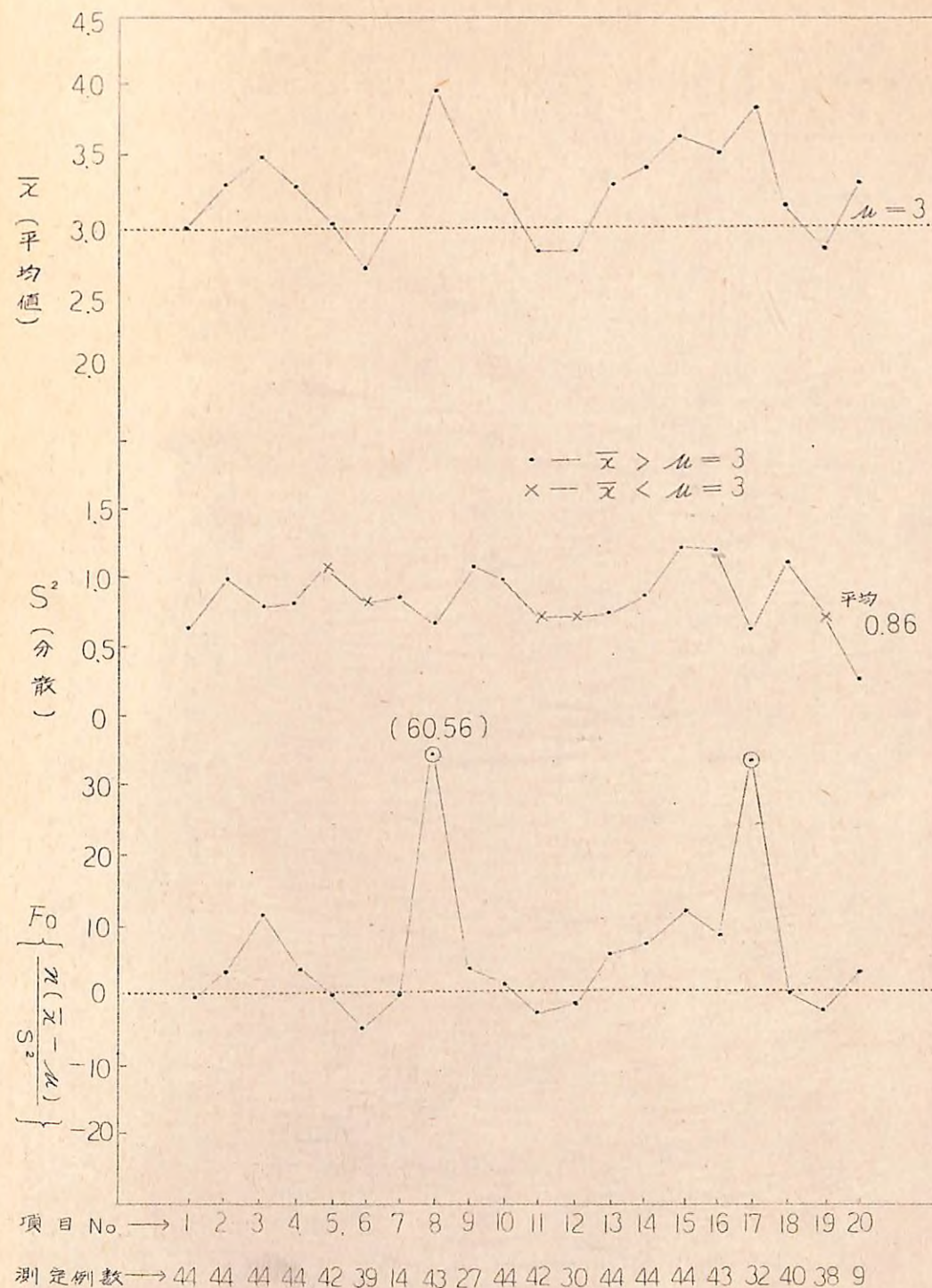
$P\{|F_0|\} < 0.05$ 或は $P\{|F_0|\} < 0.01$ にあるのは項目 16, 8 (チェンオイルの切き) と 17 (クラッチの切き) の 2 項目である。この項目は確かに何處でも整備点検が行き届いているといえる。

(2) 個数判定

$\mu = 3$ における $x > \mu$ の個数 $x < \mu$ の個数 $x = \mu$ の個数を数え上げ、 $(\bar{x} - \mu) > 0$ の場合、 d の確率で $x > \mu$ にあるということがいえるか、同様に $(\bar{x} - \mu) < 0$ の場合、 d の確率で $x < \mu$ にあるかということがいえるか。

オア表は整備項目ごとに $x \geq \mu$ の個数を数えたものである。そして、まづ $x = \mu$ の個数が各整備項目の総数に対して 50% 以下にあるものについて、 $x > \mu$ と $x < \mu$ にある確率 Σ = 項確率紙によって判定する。

第 17 図 評定項目ごとの $\bar{x}$, S^2 , F_0 の値



第 9 表

各項目ごとの $X=\mu$, $X>\mu$, $X<\mu$ の個数と起る確率

項 目 No.	測定例数	$X > 3$ の 個 数	$X < 3$ の 個 数	$X = 3$ の 個 数	幾体に対する $X=3$ の割合	備 考 Σ	
1	44	7	13 .20	17	43 %	3.0	
2	44	20 *	8	15	34	3.3	
3	44	23 **	6	15	34	3.5	
4	44	18 .20	9	17	39	3.3	
5	42	14 .0	14 .0	14	33	3.0	
6	39	7	15 .20	17	44	2.7	
7	14	3	3	8	(57)	3.1	
8	43	32 **	2	9	21	4.0	
9	27	14 .10	5	8	30	3.4	
10	44	15 .0	12 .0	17	39	3.2	
11	42	10 .0	15 .0	17	40	2.8	
12	30	5 .0	11 .0	14	47	2.8	
13	44	17 .10	7	20	45	3.3	
14	44	18 *	5	21	48	3.4	
15	44	24 **	4	13	30	3.6	
16	43	23 *	8	12	28	3.5	
17	32	19 **	0	13	41	3.8	
18	40	11 .0	11 .0	18	45	3.1	
19	38	6	12	20	(53)	2.8	
20	9	3	0	6	(67)	3.3	
再 掲	2	44	20 *	8	15	34	3.3
	3	44	23 **	6	15	34	3.5
	8	43	32 **	2	9	21	4.0
	14	44	18 *	5	21	48	3.4
	15	44	24 **	7	13	30	3.6
	16	43	23 **	8	12	28	3.5
	17	32	19 **	0	13	41	3.8
場	9	27	14 .10	5	8	30	3.4
	13	44	17 .10	7	20	45	3.3
	7	14	3	3	8	(57)	3.1
	19	38	6	12	20	(53)	2.8
20	9	3	0	6	(67)	3.3	

* < 0.05 ** < 0.01 .10 < 0.10 .20 < 0.20 .0 < 0.50

$X=\mu$ の個数が各整備項目の総数に対して 50% 以下にあるものとしたことは、 $X=3$ に評点されたものがすでに大半以上にあるのだから、この項目は 3 (普通) に評点され勝ちであると解釈できる。

$X=3$ の個数が 50% 以上ある項目は No. 7 ギヤオイル、ブリーズの量、汚れ、No. 17 スパークプラグの隙隙、No. 20 ブレーカポイントの隙隙である。

残りの整備項目における d 確率は表に記してある通り、表の下欄に整理再掲してあるが、

整 備 項 目

No. 2 ネジのゆるみ、紛失

No. 3 配線のいたみ

No. 8 チェンオイルの切き

No. 14 冷却ファンの汚れ、いたみ

No. 15 ファンハウジングのいたみ

No. 16 始動装置のいたみ、切き

No. 17 クラッチの切き

などは確かに整備点検が安定しているといえよう。

整備項目の優劣判定

○ 幾つかの尺度によって定めた整備項目の順位。

整備項目について評点が与えられたのでそれぞれの順位判定に幾つかの尺度が考えられる。これらを表にするとオノ表であるがこの各順位が一致するものかどうかを Kendall の一致係数によって真の順位の相関度を調べる。

第 10 表

幾つかの尺度によって定めた整備項目の順位

順位	その大きさ順		S の 大きさ順	Fo の 大きさ順	個数判定 での順位	中位置 の順位	計 S の尺は除
	元	項目 No.					
1	4.0	8	20	8	8	8	32
2	3.8	17	17	17	17	17	68
3	3.6	15	1	15	15	15	60
4	3.5	3	8	3	3	3	12
5	3.5	16	13	16	16	16	64
6	3.4	14	4	14	14	7	51
7	3.4	7	3	13	2	2	26
8	3.3	2	7	4	7	14	27
9	3.3	13	14	7	13	13	48
10	3.3	4	2	2	4	4	14
11	3.3	20	10	20	20	20	80
12	3.2	10	7	10	7	10	37
13	3.1	7	18	18	10	7	42
14	3.1	18	5	7	18	18	61
15	3.0	1	16	1	5	1	8
16	3.0	5	15	5	1	5	10
17	2.8	17	17	12	17	11	61
18	2.8	11	12	17	11	17	60
19	2.8	12	11	11	12	12	47
20	2.7	6	6	6	6	6	24

$$\text{一致係数 } W = \frac{12 S}{m^2 (n^3 - n)}$$

$$S = \sum \left\{ T_j - \frac{m(n+1)}{2} \right\}^2$$

$$m = k = 4, \quad n = \text{順位数} = 20, \quad T_1 = 32, \quad T_2 = 68, \dots$$

$$W = \frac{12(8506)}{4^2(20^3 - 20)} = 0.797$$

修正

$$W = \frac{12(S-1)}{m^2(n^3-n)+2} = \frac{12(8506-1)}{4^2(20^3-20)+2} = 0.797$$

$$F_0 = \frac{2 W_1}{1 - W_1} = \frac{2 \times 0.797}{1 - 0.797} = 7.852$$

$$d.f \text{ は } f_1 = (n-1) - \frac{2}{m} = 18.5$$

$$f_2 = (m-1) \left(n - 1 - \frac{2}{m} \right) = 55.5$$

$$\left\{ F_{40(0.01)}^{18} = 2.52 \right\}$$

$$\therefore P < 0.01$$

4つの尺度の順位は相当高い相関にあり、有意義である。

(3) 項目の優劣判定

個数判定によって整備項目 No. 8, No. 17, No. 15, No. 3, No. 16

No. 14, No. 2 までは確かに誰が評定しても安定した状態にあるの

と、元を大きさの順に並べて、3分の1法標準をとると、 $(N+1)/3=7$

すなわち順位7番目に当ること、ここまでの項目を優に層別する。
また平均以下(順位15~20番)を劣に層別する。残った8~14番までのものを中位に層別するとオノ表のごとくである。

第11表 整備項目の優劣

層別	整備項目
優	8 チェンオイルの切き
	17 クラッチの切き
	15 ファンハウジングの汚れ、いたみ
	3 配線のいたみ
	16 スターターのいたみ、汚れ
	14 冷却ファンの汚れ、いたみ
	12 ネジの緩み、紛失
劣	1 鋸くず、油による外部の汚れ
	5 エアクリーナの汚れ、いたみ
	19 スパークプラグの隙隙
	11 チェンの汚れ、いたみ
	12 チェンの目立
	6 スパークプラグの汚れ
中	9 ガバナのいたみ、切き
	13 シリンダフインの汚れ、いたみ
	4 部品のいたみ
	20 ブレーカーポイントの隙隙
	10 ブレードの汚れ、いたみ
	7 ギヤオイル、グリースの量、汚れ
	18 スプロケットホイールのいたみ

整備の悪い項目ではスパークプラグとソーチェン関係であるといえる。特にソーチェンの関係が悪いことは能率、振動に影響する所が大きい。

即ち、ソーチェンのは直接、杖を切断して行く所でもあり、この目立の如何によつては切れる刃、切れない刃などの組合せが出来、振動は大きくなると予想される。

IV 作業能率について

チェンソーの機械整備および目立技術が作業能率に影響することは考えられることであり、この世にも作業員の技能の優劣も相当に影響するであろう。今回の調査においては機械整備では技能上下の差はなかったことは前述の通りであるが、作業能率について見るとどうであろうか先づ検討を加える。

これには現地において玉切された時の時間能率について作業員個人毎の技能を上・下に区分し、個人毎の技能上・下グループの能率差をみようとするものである。

1 平均値間の差

i) 技能別グループにまとめた平方和、積和の表

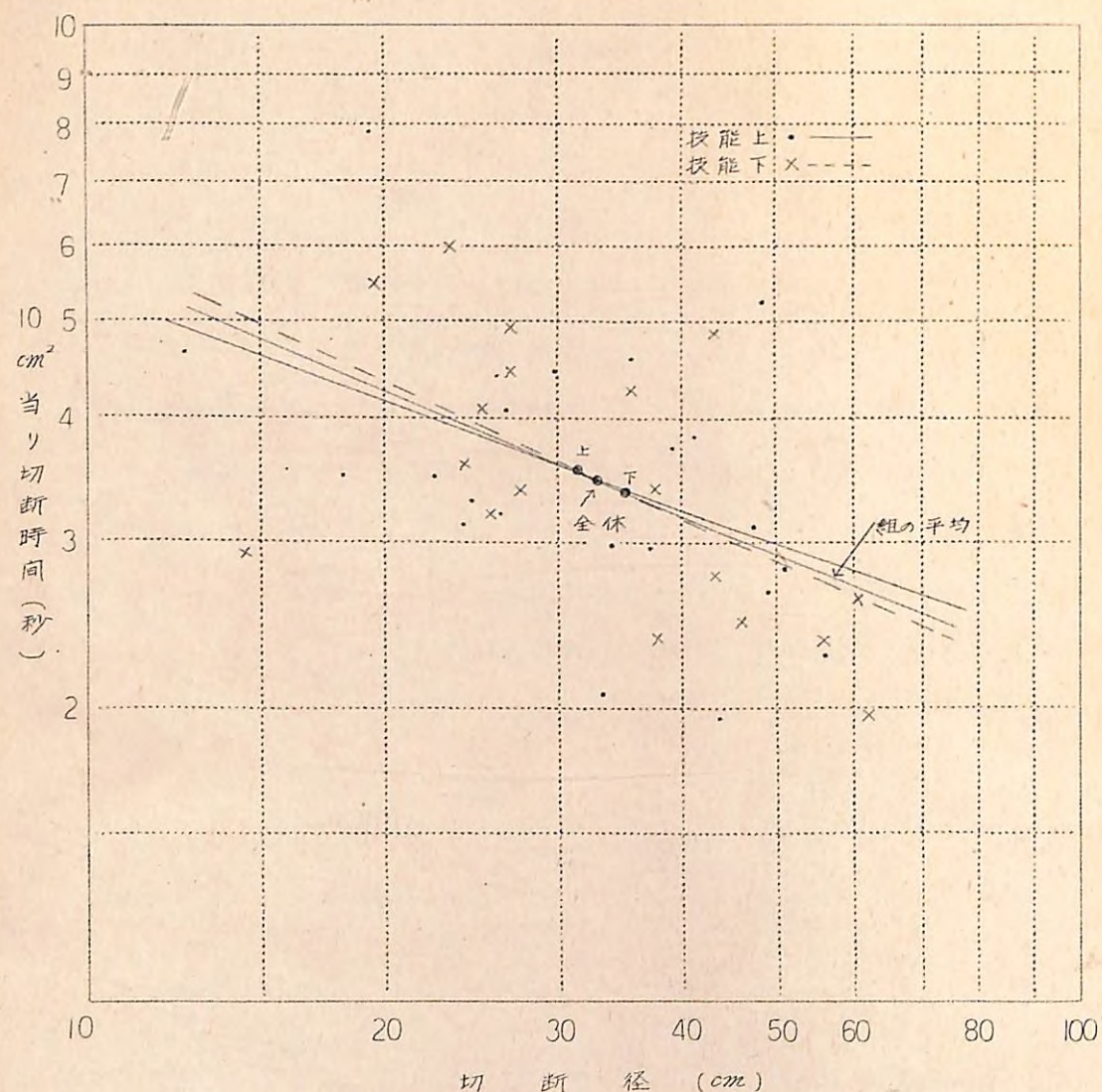
第12表 技能別グループごとの平方和、積和の表(個人単位)

技能別	N	S X	S Y	S X ²	S X Y
上	22	23.0219	11.9782	50.149726	17.762103
下	19	28.7744	10.2330	44.170578	15.265451
全体	41	61.8163	22.1112	94.320324	33.027555
技能別	S Y ²	Y	X	Yの直数	Xの直数
上	6.715000	0.544464	1.500795	3.50	31.70
下	5.843451	0.538579	1.515475	3.46	32.77
全体	12.758451	0.541736	1.507715	3.48	32.17

Y = 10 cm² 当り切断時間(秒) X = 玉切の切断径 (cm)

主切断径と 10 cm^2 当り切断時間の相関図は才ノ8図の通りである。

第18図 切断径と 10 cm^2 当り切断時間



ii) 技能別グループごとの回帰の推定の誤差

第13表 技能別グループごとの推定の誤差 (個人単位)

技能別	平方和及び積和			相関係数
	$S X^2$	$S Y^2$	$S XY$	r
上	0.584004	0.393306	-0.217120	-0.4530
下	0.532817	0.332176	-0.242606	-0.5767
和				
級内平均	1.116821	0.725479	-0.459726	-0.5107
全体	1.118964	0.725832	-0.460597	-0.5111

技能別	回帰係数	推定の誤差		切断径の範囲	
	b	$S dy \cdot X^2$	$S y \cdot X^2$	X_{min}	X_{max}
上	-0.371777	0.312585	0.015629	12.7	56.0
下	-0.455328	0.221707	0.013042	14.2	60.6
和		0.534292			
級内平均	-0.411639	0.536237	0.013963		
全体	-0.411628	0.536237	0.013950	12.7	60.6

iii) 修正された技能間の平均値の差の有意性検定

切断径の大きさと 10 cm^2 当り切断時間には、対数変換をすると、 $Y = a + bX$ なる直線関係にあることが近似的にグラフから読みとれるので、切断径 X を同一水準に引直して修正された 10 cm^2 当り切断時間 Y について技能別グループごとに平均値を比較してみる。

修正項目 (CF)

X に対して $(61.8163)^2/41$ 93.201340
 Y に対して $(22.2112)^2/41$ 12.032620

$$XY \text{ に対して } (61.8163)(22.2112)/41 = 33.448151$$

級内の平方和・積和

$$\text{切断径}(X) \quad \frac{(33.0217)^2}{22} + \frac{(28.7744)^2}{17} - CF = 0.002143$$

$$10 \text{ cm 当り切断時間}(Y) \quad \frac{(11.9782)^2}{22} + \frac{(10.2330)^2}{17} - CF = 0.000353$$

$$\begin{aligned} \text{積}(XY) & \quad \frac{(33.029)(11.9782)}{22} + \frac{(28.7744)(10.2330)}{17} - CF \\ & = -0.000871 \end{aligned}$$

第 14 表 修正技能別平均値間の有意性の検定 (個人単位)

(Y の回帰により修正された変動)

変動因	平方和および積和			自由度	平方和	平均平方
	$S X^2$	$S Y^2$	$S XY$			
全体	1.118764	0.725832	-0.460597	$n-2=37$	0.536237	
技能別	0.002143	0.000353	-0.000871			
誤差	1.116821	0.725479	-0.459726	$n-k-1=38$	0.536237	0.014112
修正平均値の有意性の検定のため				$k-1=1$		

$$F_0 = 0/0.014112 = 0, \quad d.f. 1 \times 38$$

共通の切断径を基礎とするように修正して技能別グループ間の 10 cm 当り切断時間の平均値間には $F_0 = 0$ で差がない。

IV) 技能別グループの分散の一様性の検定

第 15 表

技能別	$S d_f \cdot \bar{x}^2$	N	自由度 (N-2)	逆数 $1/(N-2)$	分散 $S y \cdot x^2$	$\log S y \cdot \bar{x}^2$	$(N-2) \log S y \cdot \bar{x}^2$
上	0.312585	22	20	0.050000	0.015629	-1.806069	-36.121380
下	0.221707	17	17	0.058823	0.013042	-1.884656	-32.039152
計	0.534292	41	37	0.08823			-68.160532
$k=2$	$= \bar{y}^2$		$= f$	$= 1/\sum f_i$			$= \sum f_i \log S y \cdot \bar{x}^2$

$$S^2 = \bar{y}^2 / f = 0.534292 / 37 = 0.014403$$

$$\log S^2 \cdot f = (\bar{2.158453})(37) = (-1.841547)(37) = -68.137239$$

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 2.3026 [\log S^2 \cdot f - \sum f_i \log S y \cdot \bar{x}^2] = 2.3026 \\ &= 2.3026 [(-68.137239) - (-68.160532)] \\ &= 0.053634 \end{aligned}$$

補正項

$$\begin{aligned} C &= 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{f_i} - \frac{1}{\sum f} \right] = 1 + \frac{1}{3 \times 1} [0.08823 - 0.027027] \\ &= 1.027265 \end{aligned}$$

$$\text{補正された } \chi^2 = \chi^2 / C = 0.053634 / 1.027265 = 0.0522$$

$$\text{ここで } df = 1, \quad 0.70 < P < 0.75$$

技能別グループの間には分散の一様性が認められた。よって回帰係数間の有意性の検定を行なう。

V) 回帰係数間の有意性の検定

第 16 表 回帰係数間の有意性の検定

変 動 因	自 由 度	推 定 の 誤 差		備 考
		平 方 和	平 方 和	
込にした級内残差変動	$n - k = 38$	0.536237		誤差項の $Sdz \cdot x^2$
各級の級内残差変動の和	$n - 2k = 37$	0.534292	0.014403	$\Sigma(Sdz \cdot x^2)$
級間の回帰の差	$k - 1 = 1$		0.001945	

$$F_0 = 0.001945 / 0.014403 = 0.1350 \quad d.f. = 1 \times 37$$

回帰係数間の有意性の検定を行なったところ $F_0 = 0.135$ (d.f. 1×37) で回帰係数間には差が認められない。

VI) 技能の違いによる修正平均 10 cm^2 当り切断時間の値

技能の上下グループの作業員間の修正平均 10 cm^2 当り切断時間値および回帰係数間には差が認められないので、切断径平均 3.2 cm における級内平均の回帰式での値 3.48 秒が平均 10 cm^2 当り切断時間である。

2. バラッキ量について

技能上、下別のグループ間には差がなかったが、各グループの得た資料のバラッキ量はどうであるかを見る。

技能階級	分 散	自 由 度
上	0.312585	20
下	0.221707	17

信頼度を 95% ($\alpha = 0.05$) にとつたとすれば下と上

$$F_{20}^{17} \left(\frac{0.05}{2} \right) = 2.52 \quad F_{17}^{20} \left(\frac{0.05}{2} \right) = 2.62$$

P の信頼区間は

$$\left\{ \left(\frac{0.221707}{0.312585} \right) \left(\frac{1}{2.52} \right) \cdot \left(\frac{0.221707}{0.312585} \right) (2.62) \right\}$$

$$\text{しかして } \{ 0.281456 \sim 1.858285 \}$$

これら両者の標準偏差の比の信頼区間を求めると、

$$\left\{ \sqrt{0.281456} \sim \sqrt{1.858285} \right\}$$

すなわち

$$\{ 0.5305 \sim 1.3632 \}$$

よって技能下のグループの作業員の標準偏差は技能上のグループの作業員に比べて $53.07\% \sim 136.3\%$ の間にある。

このことは技能上のグループの作業員は技能下のグループの作業員と 10 cm^2 当り平均切断時間は同じであっても、バラッキの量は大きいといえる。すなわち個人別に見た技能上、下のグループについては、むしろ技能下のグループが安定した作業をしているといえるようだ。

以上のことは経験年数が多くなると整備評点は悪くなることとあわせ考えるとチェーンソー作業においてはやはりチェーンソーの機械的な影響が能率には大きくひびいているといえよう。

3. 能率と整備評点

技能別にみた整備評点についても、また 10 cm^2 当り切断時間には技能差が明らかとならなかった。そこで目立技術を加えて見る。

目立技術の優劣と能率との関係については、新しいチェーンを使った場合の能率と常用のチェーンを使った場合の能率の比を求め、その比の

大小によって目立技術の差を見ることが出来る考えた。さらに求められた比と機械整備評点との関連を見出すことによって、機械の整備状態が能率におよぼす影響が理解できる。

切断時間は切断径に応じて変化することは前述の通りで、切断径(X)と10 cm²当り切断時間(Y)の回帰式

$$\log Y = 1.1624 - 0.4116 \log X \quad \text{から切断径を40cm}$$

としたときの10 cm²当り修正切断時間の各点を求めた。そしてそれらを整備評点をグループに分け、そのグループごとに新しいチェーンと常用チェーンを使ったときの10 cm²当り修正切断時間の比を求めたのがオノフ表である。

第 17 表

整備評点と能率（チェーンの新・常の比から見た）

スパイク使用 の有無別	整備評点 グループ	10 cm ² 当り修正切断時間		比 B/A
		新しいチェーン(A)	常用チェーン(B)	
有	2.6~2.9	3.07 ^秒	3.20 ^秒	1.04
	3.0~3.3	3.53	3.26	0.92
	3.4~3.7	5.30	3.23	0.61
無	3.0~3.3	2.84	2.80	0.98
	3.4~3.6	3.38	3.23	0.95
	4.5~	4.76	3.38	0.68

この表から新しいチェーンを使った時より常用のチェーンを使った時の方が整備評点の高いほどその比が小さい。すなわち機械の整備状態がよければ切断時間の能率がよくなっていることを示している。新しいチェーンを使った時より、常用のチェーンを使った方の能率がよくなっていることは、整備状況が良いのは勿論であろうが、目立の状態がどうであろう。

この一つの資料として整備評点のグループ分けされた各作業員についてそれぞれソーチェーンのデップス量、刃の長さ、側刃傾斜角についてまとめて見るとオノフ表のごとくである。

第 18 表

「整備評点と能率」と切刃の状況（スパイク有の場合）

整備評点 グループ	B/A		側 刃 すく い 角	刃 の 長 さ	デ ッ プ ス 量	側 刃 傾 斜 角
2.6~2.9	1.04	平均値	31.7 ^度	7.72 ^{mm}	1.30 ^{mm}	94.7 ^度
		標準偏差	7.77	2.04	0.54	6.93
3.0~3.3	0.92	平均値	25.5	8.27	1.04	93.8
		標準偏差	7.37	3.61	0.27	4.66
3.4~3.7	0.61	平均値	31.6	9.25	0.87	87.6
		標準偏差	7.67	0.92	0.24	4.17
* 3.6	0.32	平均値	38.8	10.02	0.77	90.7
		標準偏差	5.74	0.26	0.17	1.75

* 切刃が揃っている例

この表から整備評点の高いグループほどデッパス量、刃の長さ、側刃傾斜角の標準偏差が小さくなっている。特にデッパス量において平均値、標準偏差ともその差が顕著である。

また整備評点の高いグループから切刃が揃っている作業員の例を表の下欄に載せておいたが、この例からみてもこの種の関係は明らかである。

新しいチェーンを使ったときに常用のチェーンを使ったときの10cm²当り修正切断時間の比から、整備評点、目立の良否との関係をみてきたが能率も良いといえるようだ。能率は種々の因子によって左右されるが、ここにとりあげた点から、整備状況と目立の良否などは能率に影響することが大きいといえる。

▽ ソーチェーンの目立について

今までに述べて来た経過から見ても目立が大切であることが言える。またチェーンソーの振動は ①エンジンの往復運動から起るものと、②チェーンソー自体の剛性から起るものと、③チェーンのカッターから起るものとが考えられる。特にベイレイ氏は「振動は、アンバランスな重量の往復とエンジンの慣性トルクによる振動勢力に加えて、チェーンのカッターからくる周期的切断により起る振動勢力によって発生する。普通の作業状態で、チェーンがよく磨かれていれば、チェーンのカッターからくる振動は不安定ではない。しかしながら、切れ味の悪いカッター、或いは凍結した木材の場合には、その概念をかなり変える。鋭い間歇的な高周波の力は、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。以上のような観点から見ると、先づソーチェーンの目立の現状が問題となることであろう。そこで我々は各作業員が現在使用しているソーチェーンについて切刃全部を接写し、その引伸したものと側刃すくい角、デッパス量、刃の長さ、側刃傾斜角を測定した。この場合、現在ではほとんど作業員各自が手によってヤスリ掛けを行なっているので、ヤスリ掛けの得手不得手を考慮した点、一応、測定は左側切刃、右側切刃と分けて表にまとめたのが第19表である。

各作業員について見ると、左右の切刃あるいは全体においても個々の測定値について見ると偏差が大きい。

第19表 切刃各部の実測値

作業員 No.	側 刃						す		く		い		角		(度)
	最大値		最小値		平均値		標準偏差		全		標準偏差				
	最左	最右	最左	最右	左	右	左	右	平均値	標準偏差	左	右			
1	32	30	23	19	27.3	25.2	2.78	2.98	26.2	3.03					
2	33	29	22	20	26.3	24.0	2.83	5.33	25.1	2.72					
3	36	42	28	32	32.7	37.4	1.83	2.43	35.0	3.20					
4	34	36	26	23	31.2	30.2	2.90	3.22	30.7	3.07					
5	53	45	47	39	49.3	41.3	2.11	1.80	45.7	4.49					
6	30	31	24	24	26.8	26.5	1.70	1.63	26.6	1.65					
7	29	40	24	31	26.6	34.3	1.71	2.72	30.4	4.50					
8	32	30	28	22	30.1	25.4	1.50	2.32	27.8	3.07					
9	28	22	19	12	23.2	15.3	2.74	2.58	19.1	4.77					
10															
11	40	35	28	26	35.2	32.8	3.71	2.94	34.0	3.50					
12	34	27	25	21	29.0	24.8	2.57	2.42	26.9	3.24					
13	37	27	30	24	34.2	26.3	2.55	1.78	30.5	4.57					
14	38	36	30	25	33.9	30.2	2.58	3.19	32.1	3.42					
15	25	31	19	28	23.0	30.0	1.68	1.44	26.6	3.91					
16	25	27	16	19	20.4	21.9	3.20	2.06	20.8	2.65					
17	38	31	28	26	34.4	28.6	2.89	1.21	31.5	3.66					
18	13	18	4	12	8.5	14.9	3.10	1.71	11.7	4.11					
19	24	33	17	27	20.8	30.0	1.86	1.80	25.6	5.07					
20	38	39	30	32	34.1	35.5	2.10	2.17	34.7	2.23					
21	41	42	32	31	36.2	34.9	2.10	2.93	35.5	2.60					
22															

23	36	49	30	39	33.8	44.0	2.09	3.21	388	5.74
24	29	32	23	22	26.0	28.1	2.04	3.13	27.1	2.83
25	34	33	28	26	30.5	29.5	1.37	3.20	30.0	1.77
26	35	37	26	30	29.0	33.3	2.38	2.00	31.2	3.06
27	33	24	23	20	27.3	21.9	3.00	1.39	24.5	3.55
28	28	28	22	21	24.6	24.1	1.82	1.73	24.3	1.77
29	27	19	21	11	23.4	14.7	1.79	2.44	18.9	4.91
30	34	27	27	21	30.3	25.0	1.74	2.05	27.6	3.26
31	32	29	25	19	28.2	24.1	1.98	2.62	26.1	3.10
32	33	27	21	18	26.3	22.8	3.52	2.42	24.5	3.46
33	28	24	22	16	25.8	20.5	1.56	2.30	23.2	3.31
34	29	40	23	27	26.0	31.9	1.65	4.04	28.9	4.22
35	36	37	26	23	30.1	29.8	2.78	2.75	29.9	2.74
36	40	34	33	25	36.5	29.0	1.72	2.72	32.8	4.40
37	33	34	24	21	29.4	28.0	2.12	3.38	28.7	2.91
38	38	38	28	31	33.2	34.4	2.88	1.96	33.8	2.52
39	24	36	18	27	21.5	31.4	1.64	1.99	26.6	5.36
40	31	25	18	17	24.8	20.8	3.62	2.21	22.8	3.60
41	29	31	22	21	26.1	25.5	2.01	2.78	25.8	2.39
42	28	35	21	30	23.8	33.2	1.96	1.49	28.7	1.60
43										
44										
45	31	37	22	25	26.8	29.2	2.39	3.02	28.0	2.97
46	36	26	30	19	32.6	22.0	2.08	1.89	27.3	5.74
47	41	28	31	22	37.1	26.1	2.53	1.57	31.2	5.94
48	30	32	23	25	26.0	28.0	2.11	2.09	27.0	2.33
最大	53	49	47	39	49.3	44.0	3.71	5.33	45.7	5.94
最小	13	18	16	11	8.5	14.7	1.37	1.21	11.7	1.65

作業員 No.	デ										ツ				プ				入				量		(mm)
	最大値		最小値		最 小 値		最 大 値		平 均 値		探 準 備 差		全		探 準 備 差		全		探 準 備 差						
	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右					
1	1.60	1.54	1.00	0.52	1.24	1.16	0.15	0.26	1.20	1.03	0.12	0.14	0.20	0.21	0.15	0.12	0.14	0.12	2.02	0.26	0.26				
2	1.20	1.30	0.78	0.78	1.00	1.05	0.12	0.48	1.03	1.03	0.12	0.14	0.20	0.21	0.15	0.12	0.14	0.12	2.02	0.26	0.26				
3	2.20	2.16	1.84	1.72	2.07	1.97	0.08	0.28	2.10	2.10	0.19	0.14	0.14	0.12	0.10	0.10	0.14	0.12	0.91	0.86	0.09				
4	2.34	2.70	1.62	1.52	1.99	2.23	0.10	0.14	0.93	0.85	0.08	0.11	0.17	0.16	0.15	0.13	0.12	0.14	0.77	0.82	0.24				
5	1.14	1.20	0.72	0.70	0.88	0.85	0.15	0.17	1.58	1.58	0.15	0.17	0.12	0.14	0.15	0.13	0.12	0.14	0.82	0.24	0.24				
6	1.04	0.70	1.04	0.66	0.72	0.61	0.15	0.17	0.83	0.83	0.15	0.17	0.12	0.14	0.15	0.13	0.12	0.14	0.82	0.24	0.24				
7	1.82	1.90	1.22	1.26	0.72	0.61	0.15	0.17	0.83	0.83	0.15	0.17	0.12	0.14	0.15	0.13	0.12	0.14	0.82	0.24	0.24				
8	0.96	1.00	0.50	0.58	0.72	0.61	0.15	0.17	0.83	0.83	0.15	0.17	0.12	0.14	0.15	0.13	0.12	0.14	0.82	0.24	0.24				
9	0.96	1.20	0.26	0.66	0.61	0.61	0.15	0.17	0.83	0.83	0.15	0.17	0.12	0.14	0.15	0.13	0.12	0.14	0.82	0.24	0.24				
10																									
11	1.02		0.68		0.86		0.68		0.86		0.68		0.68		0.68		0.68		0.68		0.68				
12	0.96	1.26	0.42	0.68	0.69	0.98	0.13	0.16	0.13	0.13	0.13	0.16	0.13	0.13	0.13	0.16	0.13	0.13	0.13	0.16	0.13				
13	1.38	1.48	0.56	0.72	0.93	1.12	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22				
14	1.08	1.30	0.80	0.84	0.92	1.08	0.08	0.14	0.08	0.08	0.14	0.08	0.14	0.08	0.08	0.14	0.08	0.08	0.08	0.14	0.08				
15	0.92	1.06	0.64	0.70	0.75	0.85	0.12	0.14	0.12	0.12	0.12	0.14	0.12	0.12	0.12	0.14	0.12	0.12	0.12	0.14	0.12				
16	1.06	0.88	0.56	0.40	0.76	0.72	0.12	0.14	0.12	0.12	0.12	0.14	0.12	0.12	0.12	0.14	0.12	0.12	0.12	0.14	0.12				
17	1.04	1.36	0.30	0.60	0.61	0.90	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22				
18	1.90	1.64	1.02	0.78	1.40	1.21	0.20	0.22	0.20	0.20	0.20	0.22	0.20	0.20	0.20	0.22	0.20	0.20	0.20	0.22	0.20				
19	2.06	1.92	1.28	0.98	1.63	1.54	0.24	0.22	0.24	0.24	0.24	0.22	0.24	0.24	0.24	0.22	0.24	0.24	0.24	0.22	0.24				
20	1.54	1.80	0.82	1.04	1.16	1.30	0.22	0.20	0.22	0.22	0.22	0.20	0.22	0.22	0.22	0.20	0.22	0.22	0.22	0.20	0.22				
21	1.44	1.40	0.70	0.82	1.05	1.04	0.20	0.16	0.20	0.20	0.20	0.16	0.20	0.20	0.20	0.16	0.20	0.20	0.20	0.16	0.20				
22																									
23	0.84	1.28	0.46	0.64	0.66	0.91	0.09	0.19	0.09	0.09	0.19	0.09	0.19	0.09	0.09	0.19	0.09	0.09	0.09	0.19	0.09				
24	1.18	1.20	0.68	0.66	0.99	1.08	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15				

25	1.06	1.22	0.54	0.76	0.81	1.04	0.16	0.13	0.16	0.18
26	1.00	1.44	0.38	0.88	0.62	1.04	0.15	0.14	0.15	0.26
27	0.98	1.24	0.44	0.74	0.80	0.99	0.15	0.16	0.15	0.18
28	0.84	0.92	0.36	0.32	0.56	0.78	0.12	0.14	0.12	0.10
29	1.36	1.36	0.88	0.96	1.05	1.10	0.17	0.21	0.17	0.20
30	2.66	2.40	1.56	1.80	1.97	2.05	0.31	0.20	0.31	0.26
31	0.66	1.38	0.20	0.52	0.41	0.83	0.13	0.24	0.13	0.28
32	1.24	1.16	0.76	0.82	0.97	1.05	0.11	0.20	0.11	0.17
33	1.40	1.48	0.92	0.82	1.17	1.03	0.12	0.16	0.12	0.16
34										
35	1.40	1.34	0.64	0.76	0.96	1.03	0.20	0.14	0.20	0.17
36	1.34	1.40	0.82	0.92	1.13	1.15	0.13	0.14	0.13	0.14
37	0.70	0.98	0.34	0.56	0.55	0.74	0.10	0.12	0.10	0.15
38	1.84	1.54	1.26	1.06	1.44	1.26	0.15	0.14	0.15	0.17
39	0.96	1.30	0.42	0.54	0.69	0.82	0.16	0.20	0.16	0.19
40	1.54	1.34	0.42	0.70	0.93	1.02	0.34	0.18	0.34	0.27
41	1.12	1.12	0.68	0.78	0.90	0.93	0.13	0.10	0.13	0.11
42	0.90	1.16	0.68	0.70	0.70	0.87	0.08	0.11	0.08	0.11
43										
44										
45	0.92	0.78	0.46	0.40	0.62	0.65	0.31	0.36	0.31	0.32
46	0.74	0.86	0.40	0.44	0.55	0.69	0.32	0.39	0.32	0.42
47	1.80	1.86	1.12	1.06	1.34	1.48	0.16	0.19	0.16	0.19
48	0.96	1.04	0.56	0.64	0.73	0.84	0.10	0.11	0.10	0.12
最大	2.66	2.70	1.84	1.80	2.07	2.23	0.34	0.48	0.34	0.42
最小	0.66	0.70	0.20	0.32	0.41	0.65	0.08	0.10	0.08	0.09

作業員 No.	身長										(mm)	
	最大値		最小値		平均値		標準偏差		全		平均値	標準偏差
	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右		
1	12.62	13.20	12.04	11.70	12.34	12.49	0.15	0.36	12.42	0.29	12.42	0.29
2	11.36	11.38	10.82	10.08	11.10	11.00	0.14	0.28	11.05	0.23	11.05	0.23
3	7.80	7.32	6.24	6.16	6.88	6.73	0.34	0.32	6.81	0.34	6.81	0.34
4	8.60	9.26	8.24	7.78	8.72	8.15	0.28	0.26	8.44	0.39	8.44	0.39
5	11.60	11.48	10.56	11.00	10.95	11.20	0.31	0.14	11.06	0.28	11.06	0.28
6	13.68	13.82	13.20	12.04	13.50	13.41	0.12	0.11	13.45	0.26	13.45	0.26
7	12.30	12.32	10.90	11.40	11.62	11.66	0.31	1.01	11.63	0.73	11.63	0.73
8	6.74	6.56	5.86	5.64	6.34	6.05	0.22	0.25	6.20	0.27	6.20	0.27
9	6.96	7.96	5.80	6.80	6.49	7.30	0.31	0.30	6.90	0.41	6.90	0.41
10												
11	10.16	10.92	7.96	9.26	9.39	10.08	0.59	0.41	9.72	0.61	9.72	0.61
12	11.66	11.94	11.00	11.08	11.39	11.45	0.20	0.23	11.42	0.22	11.42	0.22
13	6.60	6.84	5.50	5.60	6.21	6.34	0.25	0.31	6.27	0.29	6.27	0.29
14	9.18	8.76	8.22	8.10	8.87	8.47	0.25	0.20	8.68	0.30	8.68	0.30
15	7.70	8.04	6.92	7.34	7.26	7.86	0.19	0.20	7.58	0.36	7.58	0.36
16	12.20	12.32	10.26	11.40	11.79	11.79	0.36	0.26	11.79	0.32	11.79	0.32
17	5.56	5.34	4.60	4.46	5.09	4.98	0.27	0.26	5.04	0.26	5.04	0.26
18	2.76	2.84	2.04	2.32	2.35	2.59	0.17	0.13	2.48	0.20	2.48	0.20
19	7.82	8.32	6.66	6.54	7.26	7.34	0.36	0.46	7.30	0.41	7.30	0.41
20	6.12	6.04	5.12	4.64	5.56	5.35	0.29	0.36	5.46	0.34	5.46	0.34
21	6.06	5.64	5.20	4.22	5.66	4.82	0.22	0.34	5.24	0.50	5.24	0.50
22												
23	10.28	10.50	9.44	9.38	9.99	10.04	0.21	0.31	10.02	0.26	10.02	0.26
24	9.84	9.76	9.12	8.82	9.54	9.30	0.23	0.27	9.41	0.27	9.41	0.27

25	11.28	11.30	10.48	10.40	10.99	11.02	0.22	0.23	11.00	0.23	11.00	0.23
26	7.20	8.30	5.82	7.54	6.63	7.94	0.37	0.74	7.31	0.74	7.31	0.74
27	10.32	11.12	8.18	9.86	9.88	10.45	0.51	0.50	10.17	0.50	10.17	0.50
28	11.00	10.54	9.96	9.60	10.48	10.06	0.35	0.38	10.27	0.38	10.27	0.38
29	8.16	8.04	7.00	6.74	7.63	7.60	0.26	0.29	7.61	0.29	7.61	0.29
30	6.58	7.12	5.34	6.34	5.93	6.65	0.88	0.44	6.29	0.44	6.29	0.44
31	11.36	11.74	10.32	10.24	11.00	11.04	0.29	0.33	11.02	0.33	11.02	0.33
32	11.76	12.04	10.88	11.20	11.47	11.49	0.18	0.20	11.48	0.20	11.48	0.20
33	11.10	10.86	10.06	10.10	10.60	10.46	0.27	0.24	10.53	0.24	10.53	0.24
34	8.28	8.64	6.88	7.22	7.48	7.76	0.38	0.41	7.61	0.41	7.61	0.41
35	11.28	11.70	9.86	10.14	10.53	10.79	0.34	0.39	10.66	0.39	10.66	0.39
36	11.28	10.28	9.64	7.86	10.63	9.76	0.33	0.60	10.20	0.60	10.20	0.60
37	12.28	12.80	11.36	10.64	11.72	11.80	0.21	0.32	11.76	0.32	11.76	0.32
38	7.18	6.60	5.58	5.82	6.51	6.24	0.45	0.38	6.38	0.38	6.38	0.38
39	11.24	11.40	10.16	10.38	10.59	11.03	0.29	0.39	10.81	0.39	10.81	0.39
40	9.28	8.56	8.14	7.22	8.64	8.01	0.36	0.48	8.32	0.48	8.32	0.48
41	10.94	10.74	10.36	10.32	10.63	10.51	0.16	0.17	10.57	0.17	10.57	0.17
42	12.72	13.04	12.06	12.56	12.48	12.77	0.18	0.21	12.63	0.21	12.63	0.21
43												
44												
45	6.84	7.36	4.92	6.26	6.14	6.78	1.59	0.53	6.46	0.53	6.46	0.53
46	11.66	11.16	10.58	10.14	11.13	10.69	0.83	1.03	10.91	1.03	10.91	1.03
47	5.84	5.60	4.94	4.50	5.34	4.95	0.26	0.36	5.13	0.36	5.13	0.36
48	9.12	8.76	8.36	7.92	8.69	8.43	0.20	0.25	8.56	0.25	8.56	0.25
最大	13.68	13.82	13.20	12.04	13.50	13.41	1.59	1.03	13.45	1.03	13.45	1.03
最小	2.76	2.84	2.04	2.32	2.35	2.59	0.12	0.17	2.48	0.17	2.48	0.17

作業員 No.	測				傾				斜		角		(度)	
	最大		最小		平均		標準		左	右	左	右	平均	標準偏差
	左	右	左	右	左	右	左	右						
1	98	90	90	85	93.2	88.4	1.96	1.67	90.8	304				
2	110	107	100	98	104.1	102.4	2.60	2.90	103.1	287				
3	92	86	83	79	87.4	82.2	2.19	1.74	84.8	330				
4	93	97	75	80	85.0	87.4	4.19	4.13	86.2	428				
5	96	92	90	88	91.6	90.0	2.36	0.22	90.8	191				
6	103	109	93	97	96.6	102.2	2.62	3.18	99.4	433				
7	106	97	94	90	99.4	94.1	3.41	1.84	96.8	387				
8	105	101	93	91	96.8	97.4	3.29	2.67	97.1	290				
9	109	108	91	90	99.8	101.9	4.23	3.87	101.0	411				
10														
11	95	93	90	81	90.7	84.7	1.50	2.62	(90.7)	(1.50)				
12	96	101	86	93	92.5	96.6	1.61	2.42	88.5	451				
13	109	94	90	88	101.2	90.9	4.77	1.57	98.9	439				
14	99	99	91	92	94.8	94.8	2.56	2.37	92.9	286				
15	102	97	91	83	95.1	90.9	1.92	3.98	94.9	244				
16	113	107	93	97	98.3	102.0	6.03	2.96	94.7	629				
17	100	100	90	91	96.1	93.9	1.28	2.28	98.8	396				
18	94	111	82	91	91.6	103.1	1.71	4.74	92.8	235				
19	90	94	107	83	86.3	88.8	2.98	3.01	93.3	8.11				
20	119	96	103	88	110.4	92.1	3.73	2.39	99.9	114.1				
21	108	95	88	90	104.9	90.5	1.72	1.43	98.5	680				
22	97	98	90	86	91.0	91.2	2.38	3.78	90.7	19.5				
23					93.2	91.5	4.38		92.2	414				
24														

25	104	97	97	90	104.6	92.4	1.99	2.85	96.4	480				
26	116	110	105	104	109.8	106.7	2.90	1.69	108.2	282				
27	93	94	82	83	86.4	87.7	2.87	2.90	87.1	292				
28	90	95	82	86	87.8	89.4	2.68	2.25	88.5	257				
29	97	87	88	77	91.7	81.5	2.52	2.78	86.7	571				
30	101	101	91	92	96.3	96.2	2.19	2.91	96.3	251				
31	90	90	90	83	90.0	89.2	0	2.23	89.6	581				
32	90	90	90	90	90.0	90.0	0	0	90.0	0				
33	93	94	84	87	88.0	90.8	1.86	2.09	89.4	240				
34														
35	96	90	90	90	90.2	90.0	1.22	0	90.1	088				
36	95	95	85	83	90.1	89.5	2.90	3.13	89.8	301				
37	103	100	93	83	96.4	87.9	2.95	4.51	92.0	572				
38	112	90	98	90	102.7	90.0	3.66	0	96.3	692				
39	90	87	86	79	89.5	83.6	1.12	2.24	86.5	350				
40	90	88	77	82	83.6	84.3	3.81	1.70	84.0	287				
41	100	96	90	80	95.7	86.5	2.76	4.80	91.1	604				
42	94	92	85	86	88.0	89.1	2.45	1.96	88.5	225				
43														
44														
45	99	96	85	84	90.2	89.7	3.09	4.46	89.9	348				
46	100	93	92	85	95.6	88.5	1.95	2.84	92.1	431				
47	101	111	90	93	94.1	100.8	2.43	4.41	97.5	490				
48	94	111	85	100	89.9	104.9	2.24	3.34	97.4	809				
最大	119	111	107	104	110.4	104.9	6.03	4.74	108.2	809				
最小	90	86	75	77	85.0	81.5	0	0	84.0	0				

○ 側刃すくい角

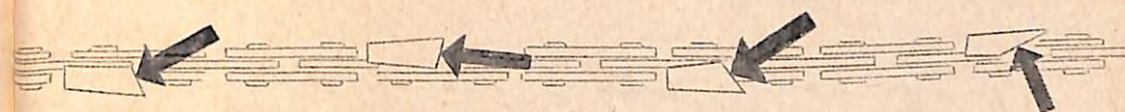
側刃すくい角の働きとしては木部を切削する所であって、この角度の如何によって切味、振動には相当の影響がある。即ち

- a) 切刃の刃先が鋭利でない場合は切味がわるい。
- b) 刃先が丸くなって切味のわるいときは、細かい切屑が出る。
- c) 逃げ角、ヤスリの高さが不揃いの場合は挽き曲りとなり、なお切味がわるい。
- d) すくい角が大きい、ヤスリの高さが低すぎる場合はすぐ切味がわるくなる。
- e) すくい角が小さい、ヤスリの高さが高すぎると切味がわるい。
- f) 同じチェーンスピードの場合、すくい角 35° のチェーンは 45° のチェーンよりも所要動力は 18% 高い。
- g) チェーンスピードとすくい角の間には関係があり、すくい角 35° の場合、チェーンスピードが 11.6 m/sec のとき急激に切断成績がよくなり、 45° に比べて 7% ほどよい。
- h) すくい角 45° のときは材種 (N, L) の如何にかかわらず、チェーン速度の上昇とほぼ同じように切断成績があがる。
- i) すくい角が小さくなると、チェーンスピードとの関係、特に能率的なスピードが決められ、すくい角が大きくなるとチェーンスピードと共に切断成績があがる (但しデップス量が一定の場合)。

以上のようなことが言われている。現実には我々の測定したソーチェーンについて見ると、側刃すくい角は 35° 度とソーチェーンの新しい形式のものでは多少の差異はあるが一応標準となっているが、これが守られているものは 1 本もなかった。最大で 45.7° 度、最小で 11.7° 度と作業員間では 34° 度の差がある。また 1 本のソーチェーンの中でそれぞれ標準偏

差を見ると、最大で 5.74 、最少で 1.65 となっている。左右の同一側にあるすくい角においても不揃いがめだつ。また全体的にみても左右に不揃いがあることは実際に材を削って行く過程において一つの刃に掛る力が異なってくるので (第 19 図)、それだけ振動がはげしくなることが予想される。

第 19 図 すくい角に掛る力の方向



○ デップス量

デップスゲージは切刃の切削量を調節するものであって、標準としては 0.72 mm といわれている。デップスゲージの働きは、

- a) デップスが小さいと切味が悪く、鋸屑は細かい。
- b) デップスが大きいと鋸屑は荒い。なおカッターが前傾してしまい、鋸屑を出すことなく空まわりする、そして力がデップスゲージとカッターの前底部にかかり、カッターの底部とバーのレールに過度の磨擦を引き起す。
- c) デップスが大き過ぎるか、不揃いの場合、バーの振動は大きい。
- d) 左右のデップスが不揃いときは挽き曲りをする。
- e) デップスゲージの厚さは、鋸が最高負荷で作業するときにはじめて鋸屑の大きさがデップスゲージの厚さになる。チェーンスピードの最高速度のときは鋸屑はかえって小さい。
- f) デップスゲージは圧着力と材の直径によって決まり、細い材を切るときは不利となる。

以上のようなことが言われている。現実のソーチェーンについて見ると

全体では最大が 2.10 mm 、最小が 0.42 mm となっている。標準偏差では最大が 0.42 、最小が 0.09 となっており、不揃いはなはだしい。

○ 刃 長

刃長については不揃の場合、バーの振動が大きくなるといわれている。新しいチェーンにおいては長さはある程度揃っているが、1〜2回の目立で不揃になってくる。現実の測定では最大が 13.45 mm 、最少が 2.48 mm となっており、最大の 13.45 mm のチェーンはほとんど新品に近いものであるが、早くも最大が 13.82 mm 、最小が 12.04 mm で、早や 1.7 mm の差が生じているのである。

○ 傾 斜 角

傾斜角の働きについて述べると、

- ヤスリが高いと傾斜角は大きくなり、非常に硬い木は切り易くなるが、刃は速く磨耗して切れ味が悪くなる。また鋸を強く押し付けなければ切れない。
- 大きな傾斜角をつけるとチェーンが切り口から飛び出し、思うように切り込めない。この場合、チェーンは過速になり、鋸を強く押し付けなければ切れない。
- ヤスリが低いと傾斜角は小さく尖った刃となり、鋸が踊ったり、食い込んだり、引掛ったりする。

傾斜角は今までの諸元よりは揃っている方である。

ソーチェーンの諸元は能率にも振動にも深い関係があり、それらのものがそれぞれお互に関係しあっており、なおかつチェーンの張りや切削時のエンジン回転数などとも微妙な関係にあるので、我々は測定時に調査した能率、チェーンの張りや振動との関係について統計処理を行なったが、これらについて述べる。なお資料は附表としてつけた。

1 刃の諸元について

ソーチェーンの目立については、作業員がそれぞれ目立器によらずほとんどが手でヤスリ掛けをしている。これがために前述のように不揃となるが、作業員としては能率をあげるためには、それだけに各自が研究しながら目立をしていることであろう。しかし、各諸元の働きなどが十分に把握されていない点、自己流になりがちであり、これが現実の姿としてあらわれたものである。このような刃の実態から、刃の諸元についてその関連を見ると才20図のごとくであるが、これを統計処理してみると次のような相関表が出来る。

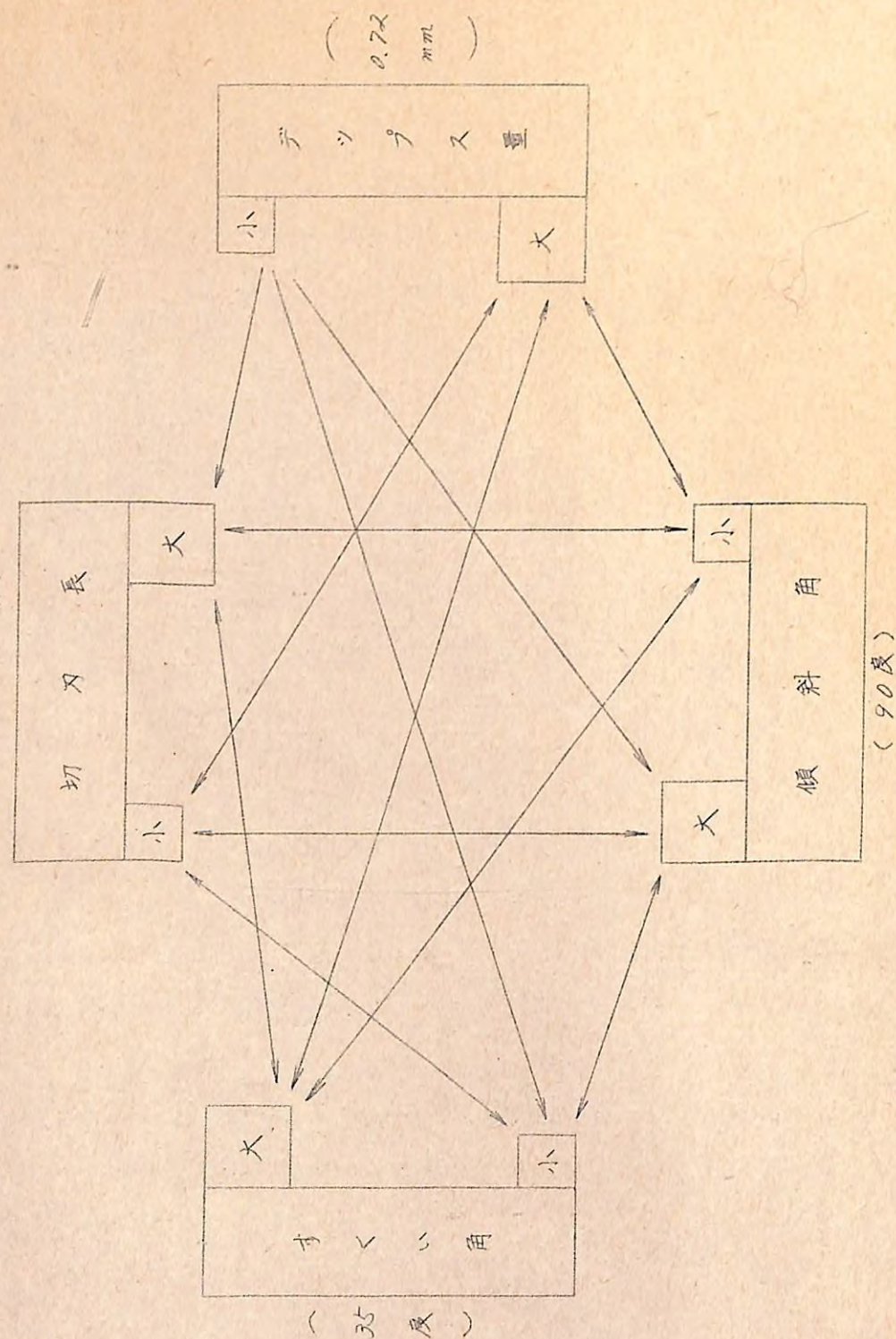
第20表 切刃諸元の相関

切刃諸元	すくい角	刃の長さ	デップス量	傾斜角
すくい角		0.1222	0.0694	0.0383
刃の長さ			-0.2977	-0.2748
デップス量				-0.0647

表から見て各諸元間には関係はなさそうである。但し、刃の長さやデップス量、傾斜角の間には危険率10%で負の相関がみられる。

すなわち、刃が短くなればデップス量は大きく、傾斜角は大きくなるということがいえるが、総体的にみると各諸元間の関係については余り気を使って目立しているとは考えられない。

ソーチェーンとしての諸元の関連がない状況であれば、その揃っている状況はどのようになっているかを各諸元測定値の標準偏差で見ると才21表のごとくである。



第21表 切刃諸元の標準偏差間の相関

諸元	すくい角のS	刃の長さのS	デップス量のS	傾斜角のS
すくい角のS		0.3396*	0.4002**	-0.1447
刃の長さのS			0.5594**	-0.0371
デップス量のS				0.1065
傾斜角のS				

刃の長さがよく揃っていると、すくい角もデップス量もよく揃っている傾向が強い。また、すくい角が揃っているとデップス量も揃っている傾向が強い。切刃諸元の間では関連は見当らず、なおかつ基準値からは離れているが、諸元のうち傾斜角を除いたもののうち一つでも揃っているのは他諸も揃っている傾向があるといえる。しかし、この揃っているということも厳密に言えば疑問があるが、不揃いの作業員が多いなかでも割り方揃っている方では、という但し書きがつくものである。

2 刃の諸元と能率について

刃の因子が能率に及ぼすことは想像出来ることで、この関係について重回帰分析を行なって見た。その結果ではそれぞれ因子の相関係数はオス2表のごとくである。

第22表 刃の諸元と能率との相関

因子	すくい角のS	刃長のS	デップス量のS	傾斜角のS	能率
すくい角		0.1222	0.0694	0.0388	-0.0287
刃の長さ			-0.2977	-0.2748	0.1368
デップス量				-0.0647	-0.0175
傾斜角					-0.0049

これから重相関係数を求めると $R = 0.1534$ で相関のないことが明らかとなった。なお回帰係数の検定においても、

$$t_b = 0.3107$$

$$t_c = 0.8844$$

$$t_d = 0.2154$$

$$t_e = 0.2547$$

となり、何れも検定結果でも無意となった。即ち能率は切刃諸元とは関係がないという計算結果となった。なお一次回帰でも相関及び回帰係数も無意といえる。

以上の計算に使用した資料には針葉樹も広葉樹も混ざっているので、両者を分け資料数の多い針葉樹に限定してみた。また前項の結果を考慮して刃諸元の不揃に対する関係が諸元より相関が高いので、諸元の標準偏差と能率との関係を見ることにした。

刃諸元の標準偏差と能率との相関についてみると才23表となる。

第23表 刃諸元の標準偏差(S)と能率との関係

因 子	すくい角のS	刃長のS	デックス量のS	傾斜角のS	能 率
すくい角のS		0.4255 ^{**}	0.2151	-0.0903	0.0980
刃長のS			0.6220 ^{**}	-0.3863 ^{**}	0.2801 [*]
デックス量のS				-0.0151	0.2617 [*]
傾斜角のS					-0.1801

刃長、デックス量の揃っているものは能率とも相関がある。しかし重相関係数においては $R = 0.3242$ で無意となった。そこで能率と相関のないすくい角および傾斜角の項を削除して再計算したが、重相関係数においては $R = 0.3016$ で削除前より低くなっている。回帰係数においても無

意となった。

3 能率・回転数と振動について

チェーンソーの振動についてはハンドルフレームの握り近くを上下方向と直角方向との二方向を手持振動計で測定した。チェーンソーがその構造上、ピストンの往復運動が上下方向のものと水平方向のものとがあり、我々の測定結果から見るとフレーム上の振動はピストンの方向によって振動が異なるので、振動と諸元との関係を求めるに当って同一方向のピストンのチェーンソーによる資料にまとめた。使用した資料はピストンが水平方向に作動するチェーンソーである。これであれば振動は上下方向よりも水平方向のものが値が多くなって出てくる。また手持ち振動計による値はチェーンソーの振動でもその主となるもので、振動数の高い所は測定不能であり、主にエンジンの回転による振動があらわれている。その点精密振動計で測定した結果の周波数分析から見て、エンジンの回転数に近い所の値と一致していることが明らかである。

刃の諸元との関係については、先づ上下及び水平の振動が異なるので、作業方法との関連からみてスパイクを使用した場合と無の場合との差がどうであろうかを分析した。またエンジンの回転数に近い周波数の振動が主に測定されたので、エンジンの回転数との関係も併せて分析をした。その結果は、

(イ) スパイク使用の場合

スパイク使用の場合の能率とエンジン回転数(r.p.m.)と上下振動(g)との相関係数を見ると才24表となる。

第24表 振動と能率、回転数との関係

因 子	能 率	r, p, m	$g \downarrow$
能 率		-0.8565^{**}	-0.3167^*
r, p, m			0.1672

となり能率はエンジンの回転数と上下振動とに関係があるが、回転数は振動とは余り関係がない。これらの重相関係数を算出すると $R = 0.3754^*$ で有意となったが、回帰係数の検定においては能率とは95%で有意となったが、回転数では無意となった。なお異常値の回転数を除いて再計算すると、能率と上下振動の単相関を求めると $r = -0.5827^{**}$ となり、95%で有意となり、検定においても $t_c = 4.8893^{**}$ となり、これも95%で有意である。

ロ) スパイフを使用しない場合

スパイフを使用しない場合の相関について見ると表25となる。

第25表 振動と能率、回転数との関係

因 子	能 率	r, p, m	$g \downarrow$
能 率		0.0367	-0.3387^*
r, p, m			-0.2889^*

スパイフを使用しないと振動と能率及びエンジン回転数とが関係する。前と異なり能率と回転数との関係はほとんどなくなってきた。これらの重相関係数 $R = 0.4175^{**}$ となり95%で有意となった。回帰係数においては $t_c = 2.176^*$ 、 $t_c = 2.003$ となり能率は有意となったが、回転数に対しては前同様に無意であった。

上下振動に対しては能率とは関係あるが、エンジンの回転数との関係は余り認められない。なおスパイフの使用の有無何れも同じ傾向にある

ので、両資料の差がないかを平均値の差の検定を行なって見たが、差がないことが明らかとなった。即ち振動と能率との関係は明らかにあり、なおかつスパイフの使用の有無には関係なく、同じ傾向にあることが明らかとなった。

4 刃の諸元と振動

刃の諸元と振動との関係についてみるに、刃の諸元も今までの経過では標準偏差が何かと関係あり、振動との関係では刃の揃、不揃が影響することが大であらうし、また前述のごとくスパイフ有無には差がないので、全資料でもって検討する。振動については上下と前後方向の二つに分けた。

1) 上下方向振動

刃の諸元の標準偏差(S)と上下方向の振動との関係を見ると表26となる。

第26表 刃諸元の標準偏差と振動との関係

因 子	すくい角のS	刃の長さのS	デップス量のS	傾斜角のS	振 動 (g)
すくい角のS		0.4255^{**}	0.2151	-0.0903	-0.3077^*
刃の長さのS			0.6220^{**}	-0.3863^{**}	-0.1535
デップス量のS				-0.0151	0.0105
傾斜角のS					0.2845^*

表から見て振動と相関のあるものはすくい角、傾斜角の標準偏差が95%の水準で有意となっている。全体の重相関係数を見ると、 $R = 0.4106^*$ で95%の水準で有意となったが、回帰係数の検定においてはすくい角 $t_c = 2.446^*$ 及び傾斜角 $t_c = 2.0888^*$ で有意となったが、刃の長さ、デップスはそれぞれ無意となった。これらを削除して

再計算すると、重相関係数 $R = 0.4014^{**}$ となり 99% の水準で有意となり、なお検定においても傾斜角は 99% と信頼限界が上昇した。

上下方向の振動に対しては、すくい角及び傾斜角の不揃が影響することが知れる。

2) 水平方向の振動

1) と同じく、刃諸元の標準偏差と水平方向の振動との相関を見ると、表 27 表のごとくである。

第 27 表 刃諸元の標準偏差(S)と振動との関係

因 子	すくい角の S	刃の長さの S	デップス量の S	傾斜角の S	振 動 (g)
すくい角の S		0.2016	0.2074	-0.0606	0.1725
刃の長さの S			0.4784 ^{**}	0.0731	0.1753
デップス量の S				0.0563	-0.1299
傾斜角の S					-0.1057

この場合では刃の長さ、デップス量とが相関があるのみで、他の因子間には相関が見い出されないが、一応重相関係数及び回帰係数を算出してみると、 $R = 0.3602$ で無意である。 $t_c = 1.2452$, $t_c = 1.9220$, $t_d = 1.9714$, $t_e = 0.7524$ となり、 t_c (刃長) 及び t_d (デップス量) のみが 90% となった。上下振動の信頼度には及ばないが、刃長、デップスの不揃とは関係があるようである。

刃の不揃に対して上下振動にはすくい角及び傾斜角、水平振動には刃長、デップス量が関係することが明らかとなった。

5 その他の因子と振動

今までの使用して来た因子は主に刃の諸元であるが、振動に関連のある

因子として機械の重量、バーの長さ、チェーンの張り、対象林分直径とバーの長さの関連などが考えられるのである。

1) バー長と重量について

バー長と重量及び上下振動との関係は表のごとくである。

第 29 表

因 子	バ ー 長	振 動
重 量	0.5380 ^{**}	0.0341
バ ー 長		0.0419

重量とバー長との相関はあるが、それぞれと振動の間には相関がない。重相関係数を見ても $R = 0.0442$ と無意となる。

次いで水平振動について見ると表のごとくである。

第 30 表

因 子	バ ー 長	振 動
重 量	0.5380 ^{**}	0.3051 ^{**}
バ ー 長		0.2480 [*]

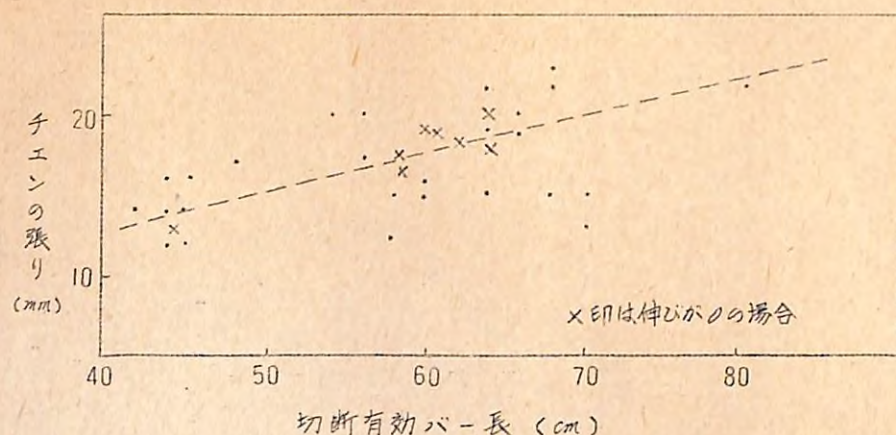
何れの因子にも相関は認められる。重相関係数を見ると $R = 0.3210^{*}$ で 95% の信頼限界で有意となり、回帰係数についてみると、 $t_c = 2.017^{**}$, $t_c = 0.986$ となり、重量の方は検定において 99% で有意となったが、バー長の方は無意である。

機械の重量は水平振動と相関が高いことが言える。

2) チェーンの伸率、バー率について

チェーンの張りについては一応、適正な張りが考えられ、その張り方には色々と指示されているが、何れも漠然としたものである。

現状について見ると表 21 図のごとくである。



第21図 切断有効バー長とチェーンの張りとの関係

チェーンの張りについて我々はバー長の中心をスプリングバランスで10kgの力でもってチェーンを引き上げ、その場合のサイドリンクの下端とバーの上端との距離をもってチェーンの張りとした。チェーンの張りがバーの長さに応じて張られているが、平均値と考えられる張りを破線であらわしたが、この破線に近い張り方をした場合、作業前後におけるチェーンの伸びがないもの(図中のx印)が多い。以上のような関係があるので、チェーンの伸びをバー長で除してチェーンの伸び率とした。

バー率は対象林分の平均胸高直径とバーとの比であって、これは現実には才 図(作業方法についての項を参照)のごとく同一のバー長でもって対象径との長さが異なっている点を考える。刃に掛る力が異なるので振動に対する一つの因子と考えたのである。

以上の2因子を加えて切刃諸元の標準偏差と上下、水平方向の振動及びその時の能率について相関関係を求めると才31表のごとくである。

第31表 各因子間の相関係数

因 子	すくい角のS	刃の長さのS	デップス量のS	傾斜角のS	チェーン伸び率	バ ー 率
すくい角のS		0.2806*	0.2198	-0.1374	-0.7986**	-0.0911
刃の長さのS			0.4248**	-0.0859	0.8122**	0.0398
デップス量のS				0.0138	0.1840	-0.0651
傾斜角のS					0.0452	-0.3067*
チェーンの伸び率						-0.1316
バ ー 率						
上 下 振 動	-0.5911**	0.2634	0.0014	0.3227*	0.1084	0.1754
水 平 振 動	-0.0950	0.0853	-0.0268	0.0087	-0.3171*	0.2915
能 率	0.0285	0.2769*	0.3211**	0.0009	-0.0764	-0.0739

この表から先づ上下振動を取りあげⅡ-1の結果と合せて、すくい角の偏差、傾斜角の偏差及びチェーンの伸び率、バー率との重相関係数を求めると $R = 0.7284^{**}$ で有意となった。回帰係数の検定においては、

$$\text{すくい角の } S \quad t_b = 5.884^{**}$$

$$\text{傾 斜 角 の } S \quad t_c = 2.136^*$$

$$\text{チェーンの伸び率} \quad t_d = 4.155^{**}$$

$$\text{バ ー 率} \quad t_e = 0.482$$

となり、バー率以外は有意となった。即ち上下振動ではすくい角の揃い、傾斜角の揃い及びチェーンの張りが影響するということである。

水平振動について見ると、Ⅱ-2の結果からデップス量の偏差のみを取り上げ、これとチェーンの伸び率及びバー率との重相関係数を算出すると $R = 0.4102^*$ で信頼度は上下振動には及ばないが、それでも95%で有意となった。回帰係数の検定においては、

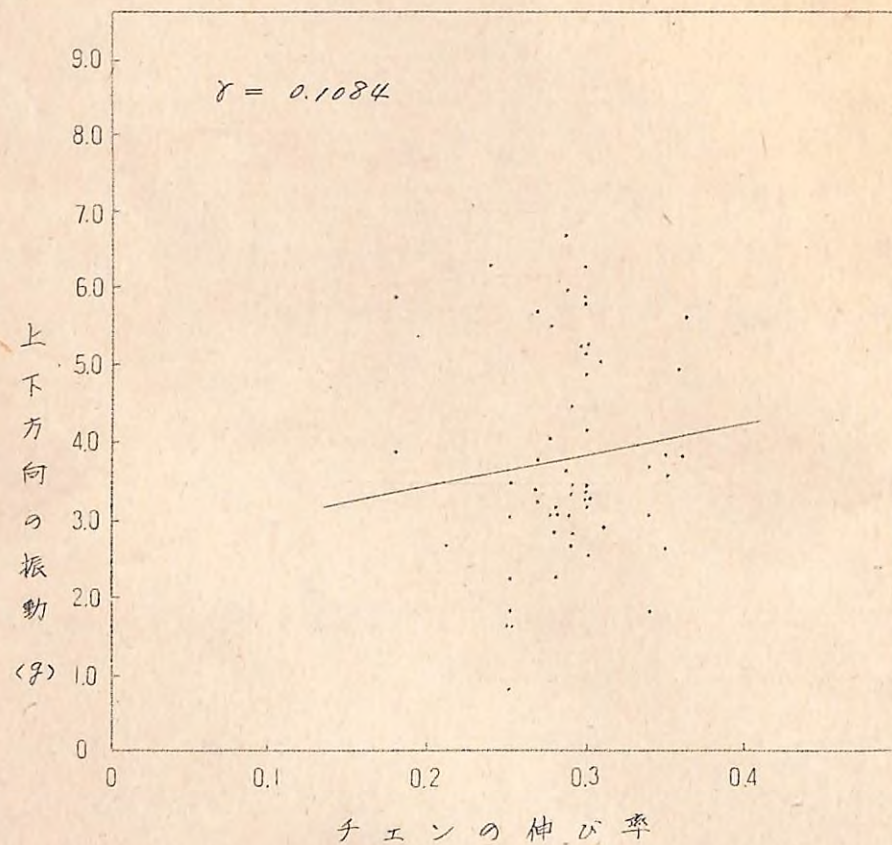
デップス量のS $t_b = 0.334$

チェンの伸び率 $t_c = 2.227^*$

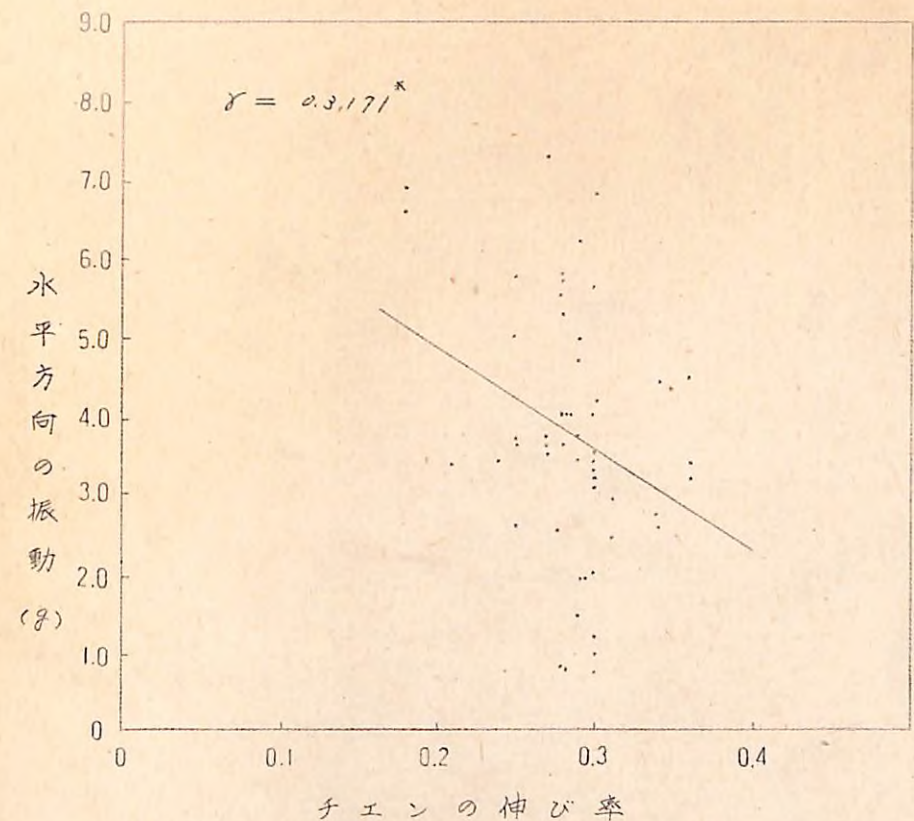
バ - 率 $t_d = 1.985^*$

となり、デップス量は無意であるが、チェンの伸び率は95%、バー率は90%の信頼度でそれぞれ有意といえる。水平振動および上下振動の何れもチェンの張りが影響しているといえる。

チェンの張りと各振動との単相関を見ると、上下振動では+の相関、水平振動では-の相関がある。これらを図示すると才22、23図のごとくである。

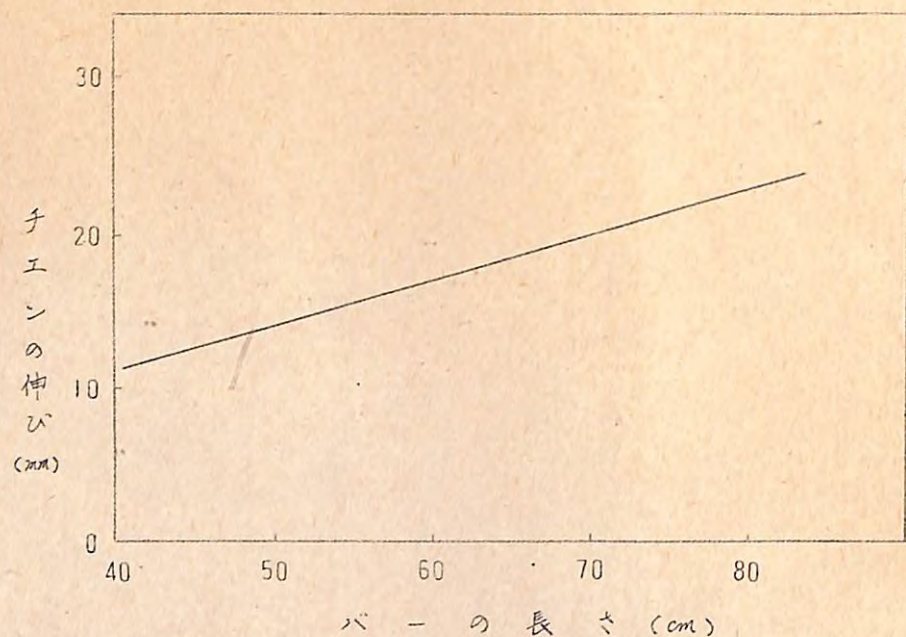


第22図 チェンの伸び率と上下方向の振動



第23図 チェンの伸び率と水平方向の振動

両図の直線を同一図面にして回歸線の交叉した点のチェン張りを見ると0.285となる。これが適正な張りといえよう。バーの長さに応じた適正なチェンの張りとしては、才24図のごとくになる。



第24図 適正なチェンの張り

6 チェンの切れ味と振動

現地における調査において一番大きな問題として考えられることは、ソーチェーンの目立が一定の傾向になかったことが振動と刃の諸元との結び付きが解明され難い結果となった。そこで一つの実験として目立を同一にした場合について切れ味の低下と振動との関係について調査した。即ち同一のチェーンソーで作業前に目立を行ない、そのままの状態を作業員のみを代えて、ブナ材の切断を行ない、切れ味の低下を能率であらわした。その切断中のフレームにおける上下方向の振動と水平方向の振動を測定した。なおチェンの張りは作業前に張り、全作業員が終るまで張りかえは行なわなかった。

各作業員の行なった負荷量について表わせば表32表のごとくで、作業

表32 各作業員の平均負荷量

作業員	切断数	切断面積	切断時間	10 ^m ² 当り 切断時間	上下方向 振 動	水平方向 振 動	チェーンの張り 前 後	エンジン 回転数	
No. 1	18	1,538.34 ^{cm²}	560 ^秒	3.66 ^秒	1.08 ^g	14.37 ^g	13 ^{mm}	13 ^{mm}	7250 ^{r.p.m}
No. 2	22	1,807.78	464	2.57	2.00	6.73	13	13	6100
No. 3	19	1,851.79	592	3.21	2.10	12.85	13	14	6500
No. 4	23	2,613.92	581	2.21	2.26	9.55	14	15.5	6250
計	72	7,811.83	2,197						
平均				2.91	1.89	10.88			

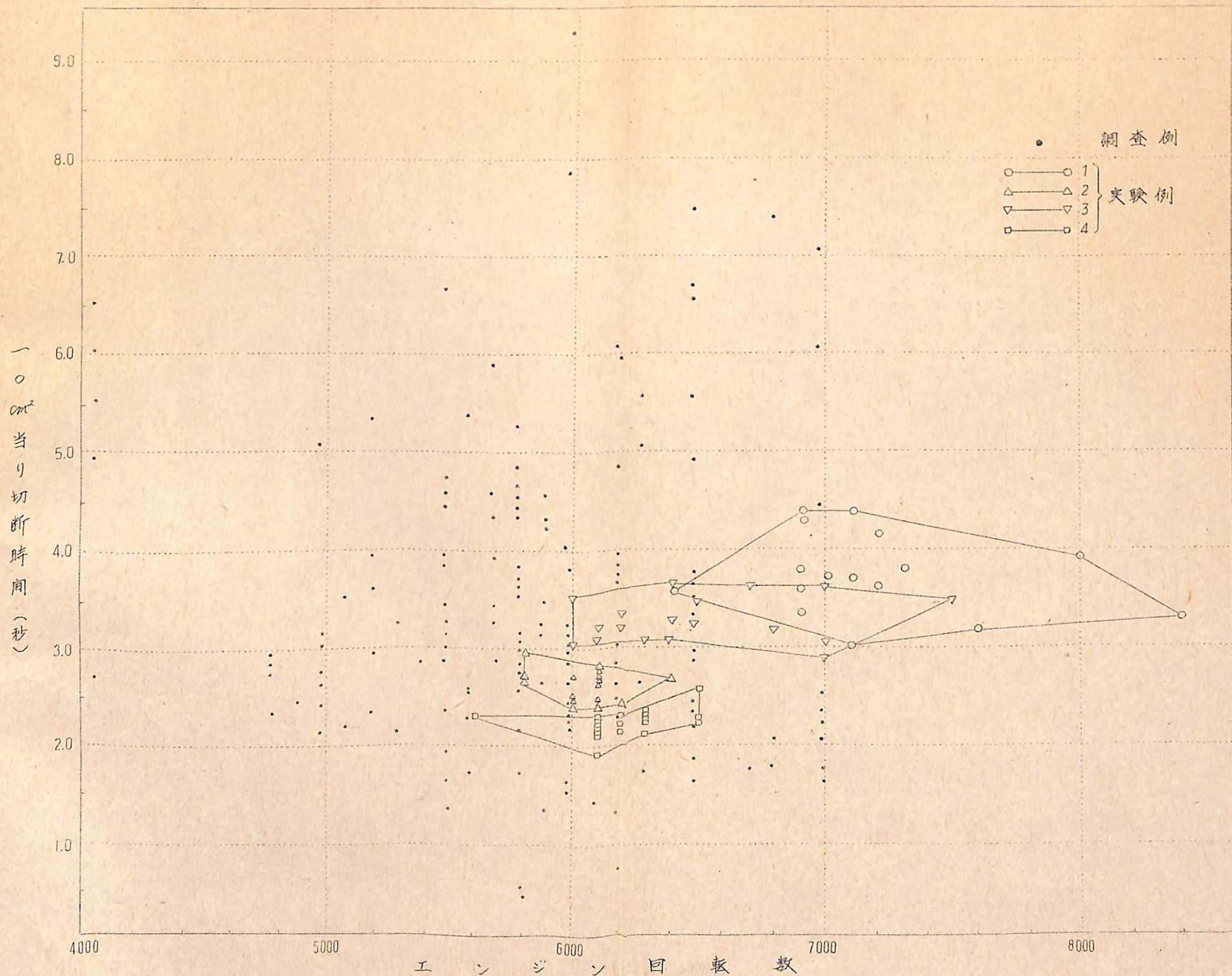
員の順序は切断した順位と同じである。

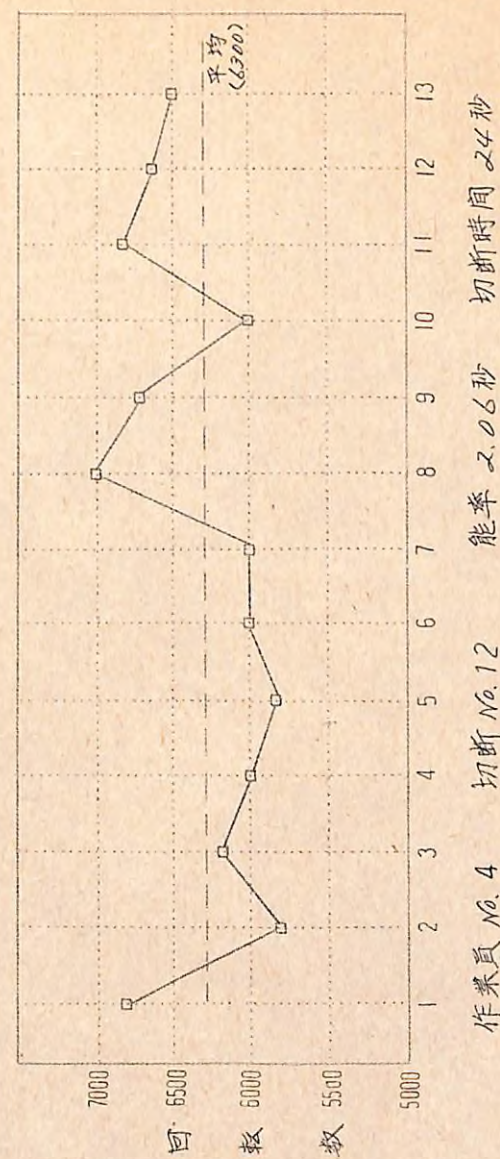
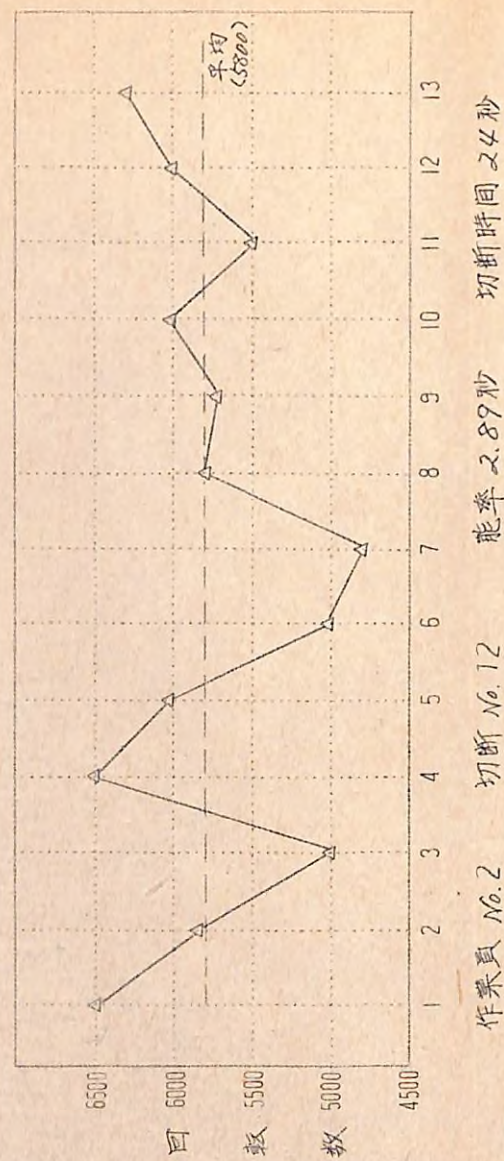
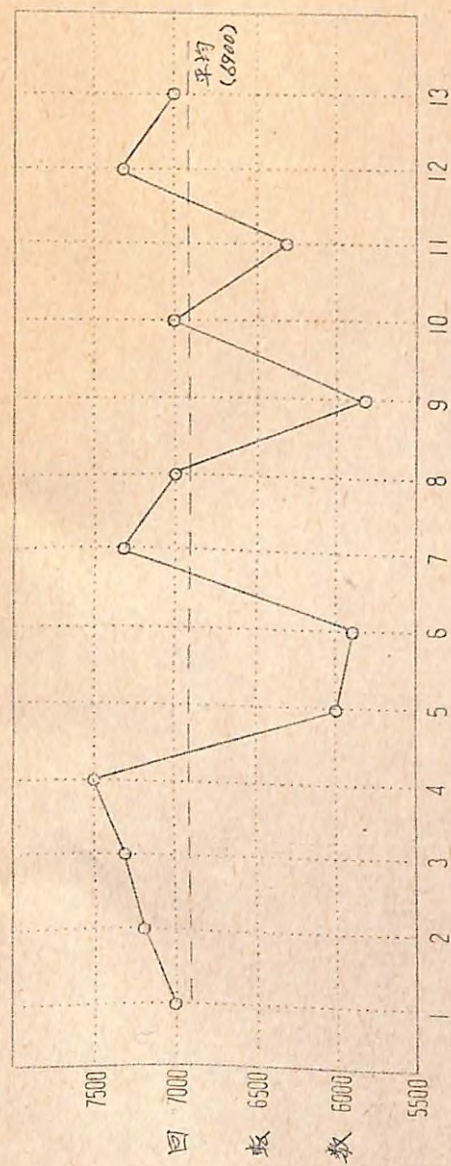
切断中の平均能率は作業員々、2、3、1の順位となっている。しかし目立されたソーチェーンの切れ味は使用順位とともに低下してくることは当然であるが、実験での能率順位が変わっていることは作業員の技能差といえよう。このような面から見ると、刃の切れ味より技能というものが能率には相当影響しているようである。一方、チェーンソーは能率の良いエンジンの回転数があるといわれ、多くのものは6,000回転前後であるといわれている。しかし、この回転数と能率との関係を調査結果および実験結果から見ると表24図のごとくで、調査結果からでは能率と回転数との関係は把握しにくい。実験結果から見るとNo.4の作業員についてみると平均回転数は毎分6,250であり、次のNo.2の作業員は平均6,100となっていることから見ると、能率の良いエンジンの回転数としては6,100～6,250の近くにあるかと思われる。また技能と関連づけるとNo.3及びNo.1の作業員についてみて気の付くことは、回転数の巾が非常に広がっているということである。またノケ所の切断中においてもエンジンの回転数は変化しており、この変化の状態についてみると表25図となり、平均して2秒位

で回転数は変化している。能率の良い人でも最低 5,800～最高 7,000、能率の悪い人で最低 5,800～最高 7,500 となっており、特に変動が激しいことが知れるのである。このような内容においては、回転数の変化と能率の低下あるいは振動の増大が考えられるのは当然であろう。実験資料について能率と上下方向、水平方向の振動との関係を見ると才スロ図となる。この図から見ると上下振動においては先に計算したごとく－の相関にあり、能率が悪くなると振動も少なくなってくる。水平方向の振動においては＋の相関で能率が悪くなると振動も大きくなり、なおその増大する傾向は上下振動の減少に比べて非常に大きいことが知れる。

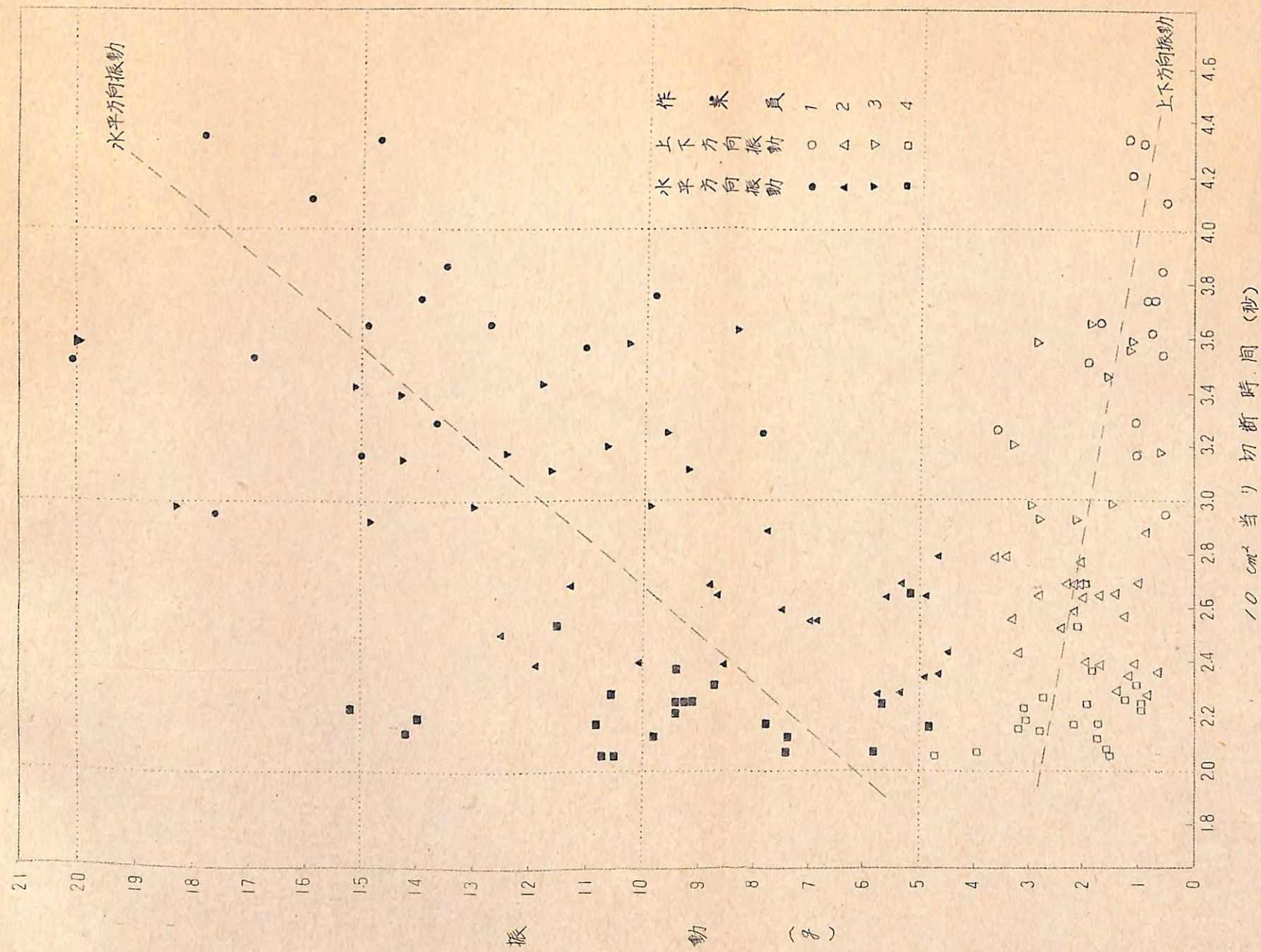
実験における切断時間の合計は約 37 分となっているが、作業時間の項で述べたごとく 1 日の切断時間は延 180 分以下となり、これから見ても 1 日のうち 3～4 回の目立、少なくとも 2 回の目立が必要であろう。

第24図 エンジンの回転数と能率





第25図 切断中の回転数の変化



第26. 図 能率と水平、上下方向振動との関係

VI むすびに代えて

(概況および所見)

i 調査の趣旨

林業の近代化にともない多くの機械導入が活発となって来た昨今において、特に可搬式機械の導入は目ざましく、チェーンソーなどは官民合せて6万台近くも普及したのである。

一方、エンジンを主原動力としたこれら機械においてはエンジンの振動によるレイノー氏現象があらわれ、社会問題として大きな波紋をなげかけ、/日も早くこれらの対策をたてることが望まれている時に当り、その一環としてチェーンソーの使用者を中心とした人間工学的な調査研究がとりあげられたのである。

ii 調査概要

- 1) 調査対象はチェーンソー使用者で技能的に上下の者と地区的に見て上下の地区として調査箇所を決めた。
- 2) これらの箇所、作業員に対して現在使用しているチェーンソーの整備状況は勿論のこと、現地で実際に切断したときの作業能率及び振動測定を行なった。
- 3) 調査結果より一部ではあるが調査で得られなかったチェーン切れ味による能率や振動の変化について実験的な調査も併せ行なった。

iii 調査結果について

- 1) チェーンソーの使用時間について見ると、単独作業か組作業あるいは共同作業など作業方式との関連において要素作業時間の構成が異なり、な

おかつ時間配分も異なってくる。

- 2) 振動の曝露時間の総体が伐倒、玉切、枝松の各要素に同一配分されておらず、差異があることが明らかとなった。また曝露、非曝露時間の比率については、単独あるいは組作業によって異なってくる。
- 3) 作業方法についてみると、各要素作業の配列組立てが一定しておらない。このことは、各現場において人力伐倒当時の慣習がチェーンソーによる伐倒作業においても改善されていないといえよう。
- 4) 対象林分平均胸高直径に対するチェーンソーのバー長あるいは重量とが一定しておらず、無駄な労力の使い方をしている所が多い。
- 5) チェンソーの整備点検の状態について見ると良いとは言えない。また技能上下による整備状態の差は認められない。
- 6) 整備状態は年齢の増加、また経験年数の増加にともない悪くなっている。
- 7) 整備項目についてみると、エンジンの作動に直接関係のある項目は一般に良いが、チェーンによる切断に対する項目は悪いといえる。
- 8) 整備評点と能率については、整備の良いものは一般に能率も良い傾向にある。これは整備が目立も含んでいる点、整備の良い者は目立技術も良い傾向にある。
- 9) 刃の諸元、すくい角、デップス量、傾斜角、刃長の間に何等相関々係は求められなかった。
- 10) 刃の諸元の実測値そのままには相関はなかったが、揃い、不揃いをあらかず標準偏差においては相関は高く、すくい角、デップス量、刃の長さの3因子は何れかが揃っていれば他のものも揃っている傾向にある。
- 11) 刃の諸元の実測値そのままでは能率と関係はないようである。
- 12) 揃、不揃の標準偏差においては刃の長さ、デップス量の揃っているも

のは能率は良い。

- 13) 能率は回転数と上下方向の振動とに関係がある。
- 14) スパイクの使用、無使用の差は、能率及び振動についてはほとんど認められない。
- 15) 刃の諸元の揃、不揃と振動には関係があり、上下振動においてはすくい角および傾斜角、水平振動においては刃長、デップス量と関係がある。
- 16) バーの長さ、チェーンソーの重量と振動との関係では、上下振動については関係が認められないが、水平振動においては重量及びバー長と関係はある。特に重量が有意に働くといえる。
- 17) チェンの伸びとバー率については、上下振動ではチェンの伸び率が、水平振動についてはチェンの伸び率及びバー率が関係している。何れもチェンの張りが関係していることは明らかで、伸び率の285が振動を考慮した場合の適正な張りと考えられる。
- 18) チェンの切れ味が悪くなると振動、特に水平方向振動の増加は大きく、上下方向の振動は少なくなる傾向にある。

IV 所 見

- 1) 今回の調査に感じたことは、チェーンソーの整備、特に目立の良否が振動に対して大きく影響していることである。
- 2) その目立についても現状からみて先づ刃の諸元を規定値にするよりは、揃えるということが先づき／＼になされなければならない問題であろう。
- 3) 対象林分に合ったチェーンソーの重量およびバーを使用すること、特にバーの長さについては作業方法、作業動作などから考えても必要なことである。
- 4) バーの長さに応じた適正なチェンの張りは、振動のみならず能率の面

機械保守の面からも必要なことである。

5) 今後の課題としては、作業方式に対する作業要素組立の標準化、即ち標準作業方法の確立とその指導体制が必要となろう。

6) 刃の鈍元と振動との関係の究明と、目立技術に対する指導基準の確立。

7) チェンソーのエンジン回転数の保持させる要領あるいは切削動作の標準化。

附 表

測定値の

一覧表

作業 者 No.	機 種	排気量 cc	バーの 長さ (cm)	チェーンの張り		チェーンの 張り率 (チェーンの 張り前 バーの長さ)	対象林 分胸高 直径 (cm)	バーの 長さ (cm)	整 理 点	技 能 (場所) での	針	
				前	後						樹 種	エンジン 回転数
1	MAC. 740	103.3	62	18	18	0.29	53	0.85	3.3	上	エゾ	5,150
2	MAC. 1-72	87.0	64	20	14	0.31	53	0.83	2.8	下	"	5,800
3	MAC. 1-76	98.0	64	20	20	0.31	25	0.39	2.1	上	"	5,800
4	MAC. 740	103.3	64	22	23	0.34	23	0.36	2.7	下	トド	6,030
5	Ho. C-71	90.6	64	19	25	0.30	47	0.73	2.7	下	エゾ トド	5,050
6	Ho. C-71	90.6	80	22	24	0.28	47	0.59	2.6	上	エゾ	4,650
7	MAC. 1-82	87.0	70	15	17	0.21	48	0.68	2.6	下	エゾ トド	7,220
8	MAC. 1-82	87.0	70	13	15	0.18	48	0.68	2.6	上	エゾ トド	7,620
9	MAC. 450	90.1	64	18	18	0.28	35	0.55	3.1	下	エゾ トド	6,750
10	MAC. 1-72	87.0	64	15	15	0.23	(35)	(0.65)	2.1	上	エゾ	6,000
11	Ho ZIP	77.0	54	20	20	0.37	35	0.65	2.8	下		
12	Ho 770D	95.1	66	20	21	0.30	24	0.36	4.3	下	ヒバ	5,520
13	Ho 770D	95.1	66	19	21	0.29	24	0.36	4.3	上	"	5,420
14	Ho C-7	90.6	55	20	21	0.36	16	0.29	3.1	下	アカマツ	5,480
15	Ho XL-12	54.1	41	14	15	0.34	16	0.39	3.4	上	"	5,670
16	Rem パンダ											
17	Ho 770D	95.1	66	15	21	0.23	24	0.36	3.3	下		
18	Ho 770D	95.1	66	19	18	0.29	24	0.36	3.2	上		
19	Ho C-91	101.9	66	16	14	0.24	45	0.68	3.6	下	スギ	6,550
20	MAC 1-72	87.0	59	16	17	0.27	24	0.41	3.1	上	ツガ	5,980

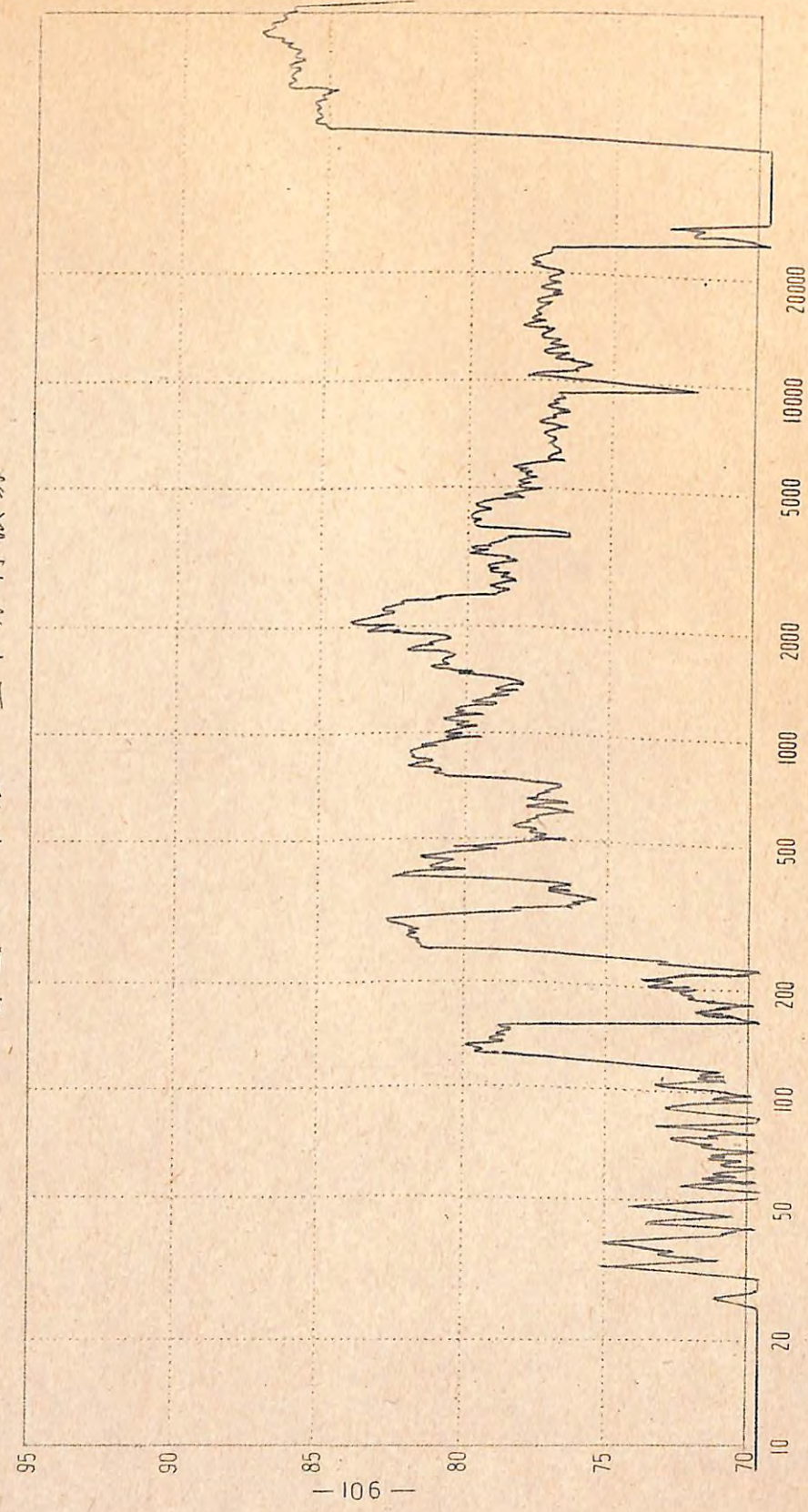
果 樹						広 葉 樹							
切断数	切断面積 (cm ²)	切断 時間 (秒)	10m ² 当 り切断 時間 (秒)	上下振動 秒 ↓	前後振動 秒 →	樹 種	エンジン 回転数	切断数	切断面積 (cm ²)	切断 時間 (秒)	10m ² 当 り切断 時間 (秒)	上下振動 秒 ↓	前後振動 秒 →
6	1158.2	582	4.76	3.17	4.02								
4	391.2	145	3.87	3.87	282	ナナハ	6,200	2	298.0	75	2.62	3.45	4.08
3	594.0	160	2.80	5.15	3.25								
7	865.4	311	3.45	2.70	3.03								
7	1002.5	281	2.82	2.87	2.88								
5	683.9	273	4.11	2.97	5.03	シナ	4,800	1	125.6	30	2.39	5.85	4.45
9	1632.7	370	2.10	4.64	5.79								
4	447.7	131	3.21	4.07	5.20								
2	226.8	55	2.43	2.28	0.75								
3	738.9	167	2.26	4.40	2.58								
						ナナハ	5,100	3	738.9	179	2.42	5.37	4.30
4	448.5	150	3.40	4.70	3.82								
4	516.9	184	3.87	3.58	2.15								
5	80.1	23	2.69	3.82	3.25								
7	90.6	41	4.58	2.48	3.24								
						ブナ トチ	5,840	5	259.5	83	3.17	5.35	6.18
						ブナ	5,980	6	293.0	95	3.15	4.73	4.64
4	1459.6	382	2.60	4.70	3.13								
13	688.5	210	2.90	4.29	4.75								

作業 者 No.	機 種	排気量 CC	心の 長さ (cm)	チェーンの張り		チェーンの 張り率 (チェーンの 長さ/心の 長さ)	対象林 分胸高 直径 (cm)	バー 率 (対象林 分胸高 直径/心の 長さ)	整備 評点	技 能 (事業所 での)	針	
				前	後						樹 種	エンジン 回転数
21	MAC. 1-72	87.0	59	17	17	0.29	24	0.41	3.3	下	ツ ガ	5,550
22	MAC. 450	90.1	58	16	16	0.28	37	0.64	3.3	上	ヒキ	6,050
23	MAC. 450	90.1	58	17	17	0.29	37	0.64	3.6	上	"	6,110
24	Ra C151E	88.6	47	17	19	0.36	40	0.85	3.3	上	サワラ	6,040
25	Ra C151E	88.6	56	17	18	0.30	40	0.71	3.3	上	ヒコマツ	6,050
26												
27												
28	MAC. 380	87.0	44	14	15	0.32	34	0.77	3.5	上		
29	MAC. 380	87.0	44	16	17	0.36	34	0.77	3.1	下		
30	MAC. 1-52	86.0	44	12	14	0.27	34	0.77	3.4	下	ヒキ	6,600
31	MAC. 1-53	86.85	44	13	13	0.30	24	0.54	3.2	上	"	6,870
32	Ho C-91	101.9	60	19	19	0.32	26	0.43	3.2	上		
33	Ho C-9	101.9	60	17	21	0.28	26	0.43	3.0	下	モミ	5,330
34	MAC. 300	86.7	68	22		0.32	37	0.62	3.1	上	スギ	7,500
35	MAC. 380	87.0	78	22	23	0.28	39	0.50	3.4	下	"	6,640
36	MAC. 1-71	87.0	78	23	22.5	0.29	39	0.50	3.2	上		
37	MAC. 740	103.3	60	19	19	0.32	33	0.55	3.3	下		
38	MAC. 2-10	54.0	40	16	14	0.40	33	0.82	3.3	上		
39	MAC. 300	87.0	60	15	13.4	0.25	29	0.48	3.8	下	スギ	6,800
40	MAC. 380	87.0	46	16	15	0.35	24	0.52	3.5	上	"	5,630
41	Ra C151E	88.6	56	17	17.5	0.30	15	0.27	4.5	上	"	6,230
42	Ra C151E	88.6	56	17	17.5	0.30	15	0.27	3.9	下		
43	Ra C151D	88.6	45	12	16.4	0.27	19	0.42	4.2	上	ヒキ	6,000
44	Ra C151D	88.6	45	14	17	0.31	19	0.42	3.7	下	"	5,500
45	MAC. 740	103.3	45	10.5	12.2	0.23	31	0.69				
46	Ho C-51	77.0	52	17	19.2	0.33	28	0.54				
47	MAC. 1-76	98.0	79	20	20.4	0.25	42	0.53			ツ ガ	5,450
48	MAC. 1-72	87.0	62	17.8	17.2	0.29	24	0.39			モミ	7,450

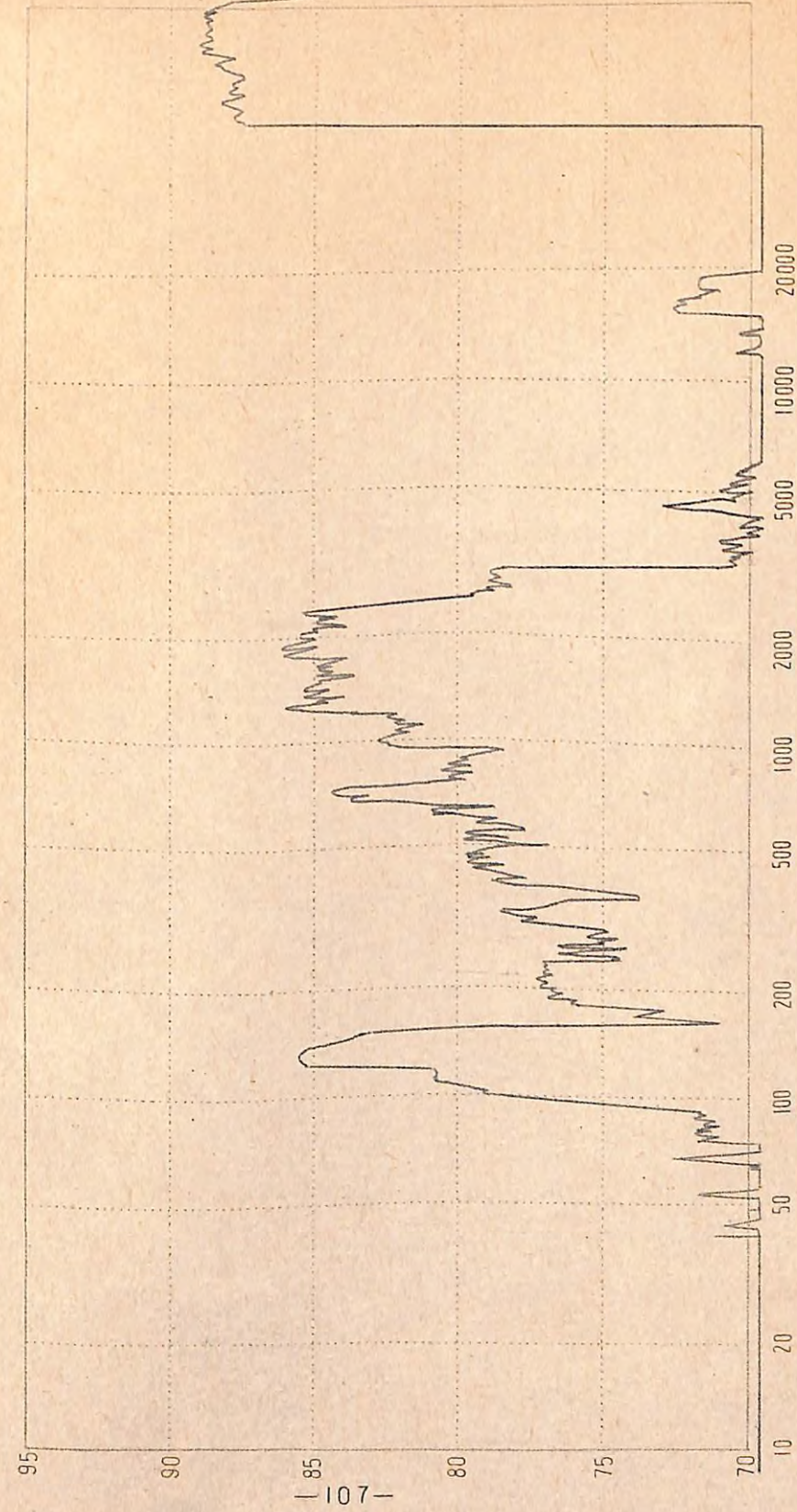
葉 樹						広 葉 樹							
切断数	切断面積 (cm ²)	切断 時間 (秒)	10cm径 切断時間 (秒)	上下 振動 秒	前後 振動 秒	樹 種	エンジン 回転数	切断数	切断面積 (cm ²)	切断 時間 (秒)	10cm径 切断時間 (秒)	上下 振動 秒	前後 振動 秒
10	541.2	253	462	473	450								
6	1070.3	175	171	264	5.28								
7	817.4	314	344	363	5.05								
5	452.8	94	220	6.20	4.08								
7	704.1	190	378	5.56	4.34	ミツバ	6,200	1	80.4	30	3.73	8.65	2.25
						ヤマキ	6,000	4	212.0	93	4.39	3.75	3.26
						"	5,700	5	273.4	124	4.54	3.66	2.99
7	212.1	115	5.64	3.55	4.48								
8	220.7	74	3.29	4.04	4.86								
						ナラ	6,380	6	1232.4	328	2.35	3.59	3.40
3	935.6	251	2.67	3.38	5.02	"	5,670	4	1148.2	167	1.66	4.12	8.00
5	1117.8	284	2.66	4.41	4.07								
8	476.4	157	3.44	3.84	4.41								
						カシ	6,580	9	363.7	126	3.62	3.95	3.67
						アカ	6,000	7	321.4	177	5.33	3.05	3.30
						"	6,080	4	159.6	105	6.79	5.04	2.50
7	361.8	140	4.27	1.91	4.07								
8	454.8	181	4.11	3.11	3.17								
7	543.2	222	4.40	2.35	1.06								
						マツガシ	6,200	4	586.3	285	4.83	4.50	5.56
4	180.8	57	3.13	5.12	2.59								
4	180.8	66	3.65	4.36	1.58								
						ナラ	9,000	5	370.1	100	2.70	3.19	10.10
						"	6,750	4	254.3	77	3.01	5.34	5.16
8	1306.7	376	3.01	3.11	6.50								
2	360.1	93	2.64	5.95	6.15	カシ	7,330	4	889.4	206	3.00	5.85	6.23

附図 振動分析図

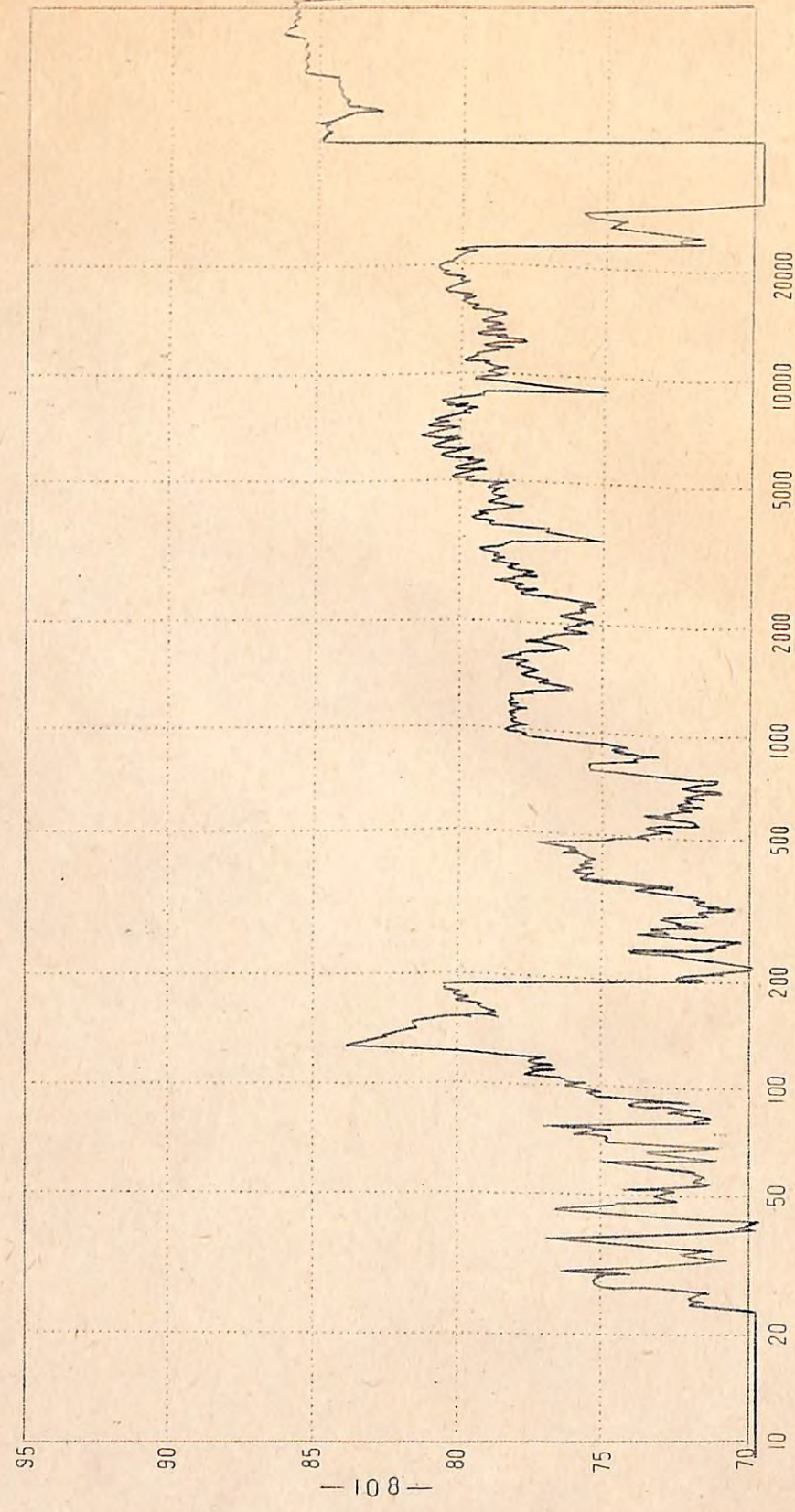
普通ハンドル 上下方向振動



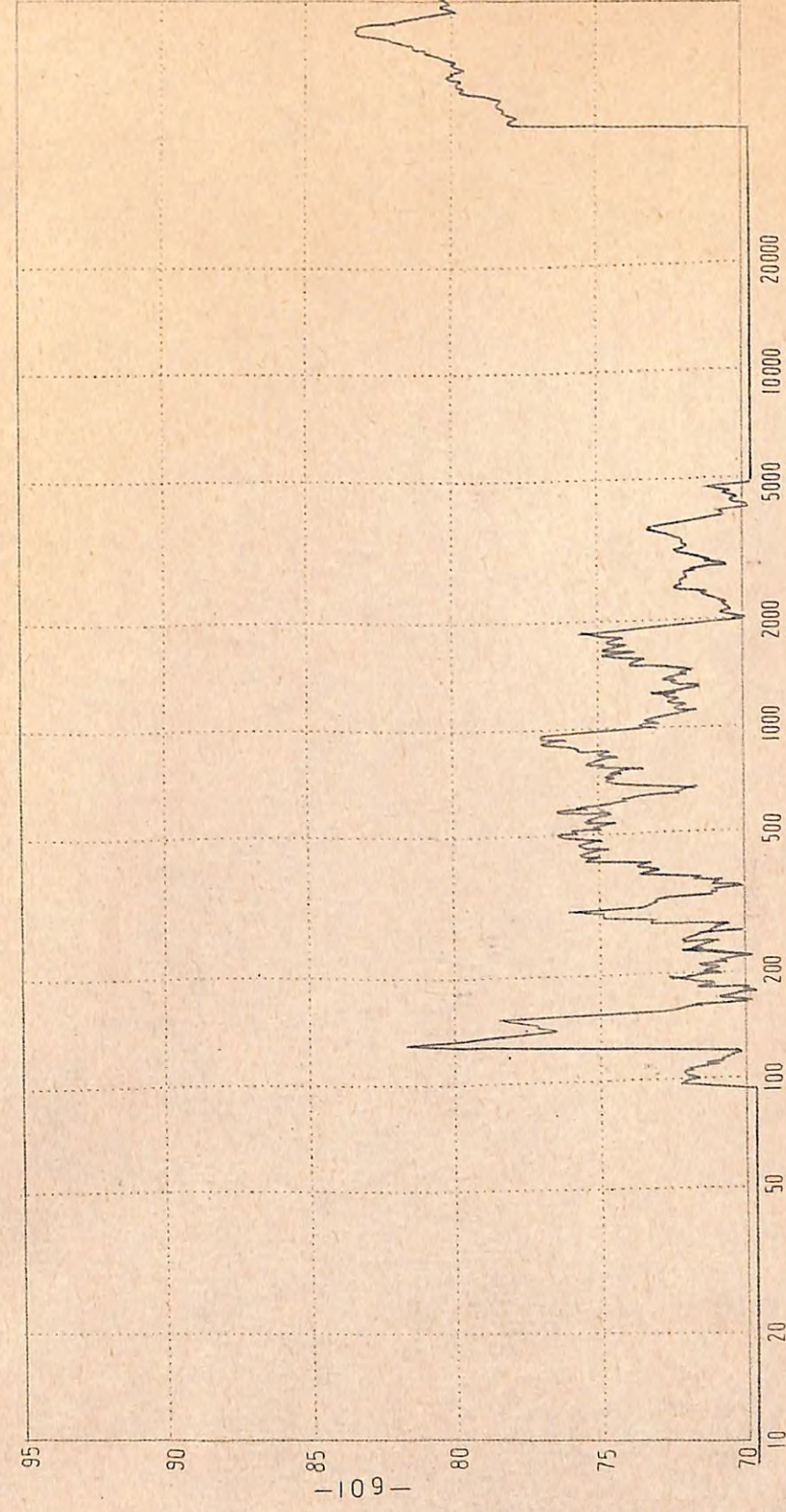
普通ハンドル 水平方向振動



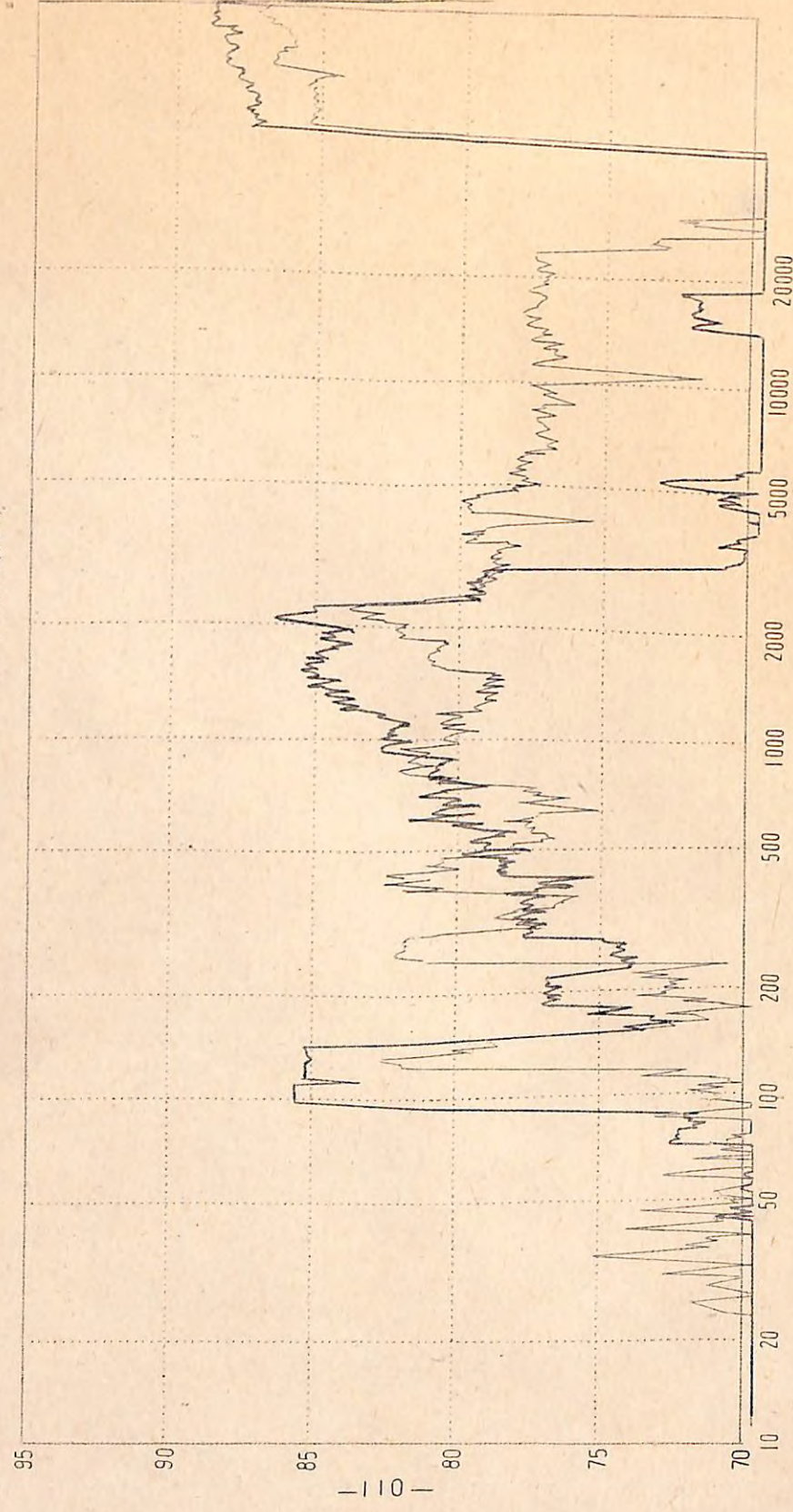
防振ハンドルの 水平方向振動



防振ハンドルの 上下方向振動

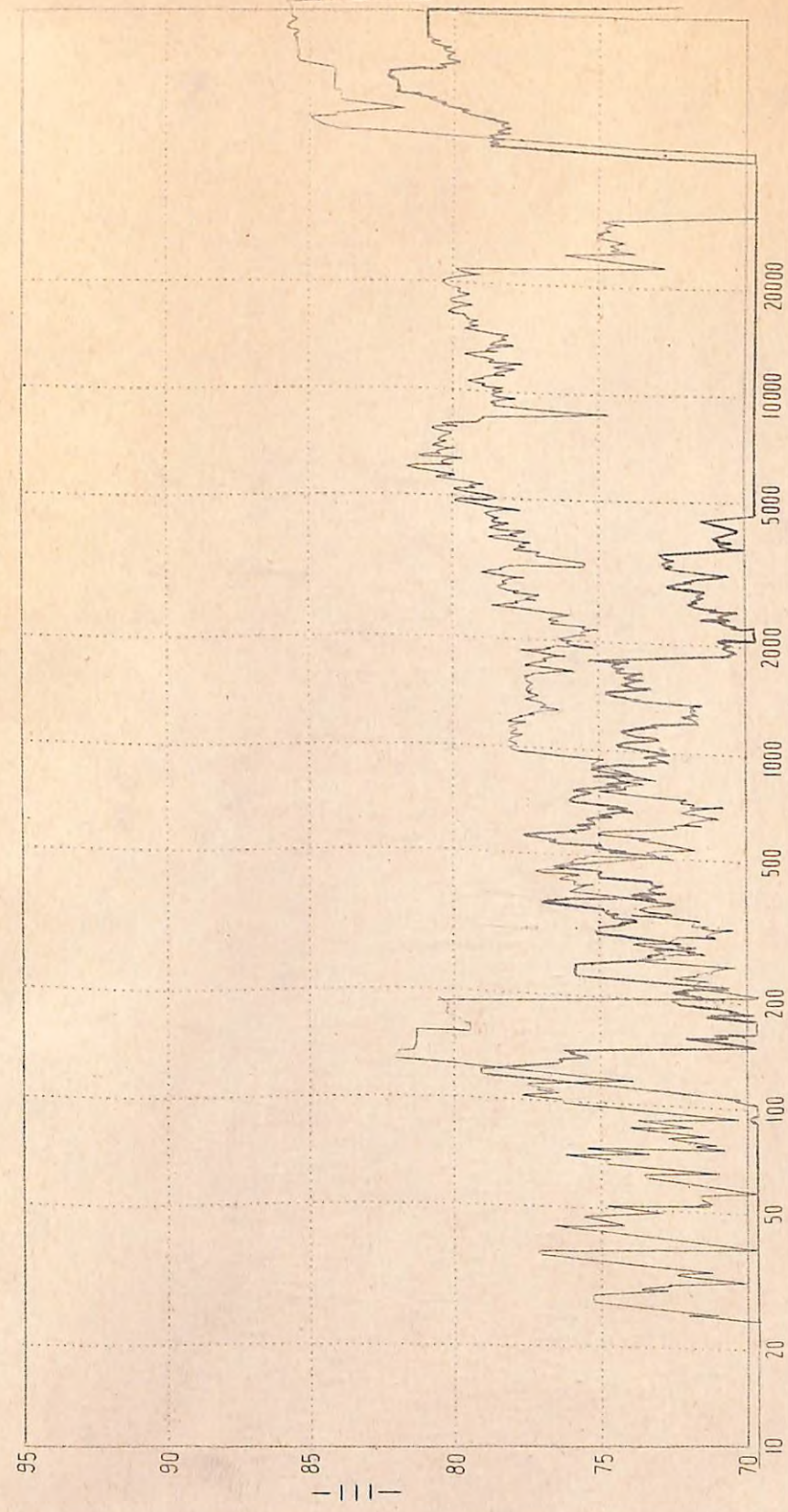


普通ハンドル { ——— 水平方向振動
 ——— 上下方向振動



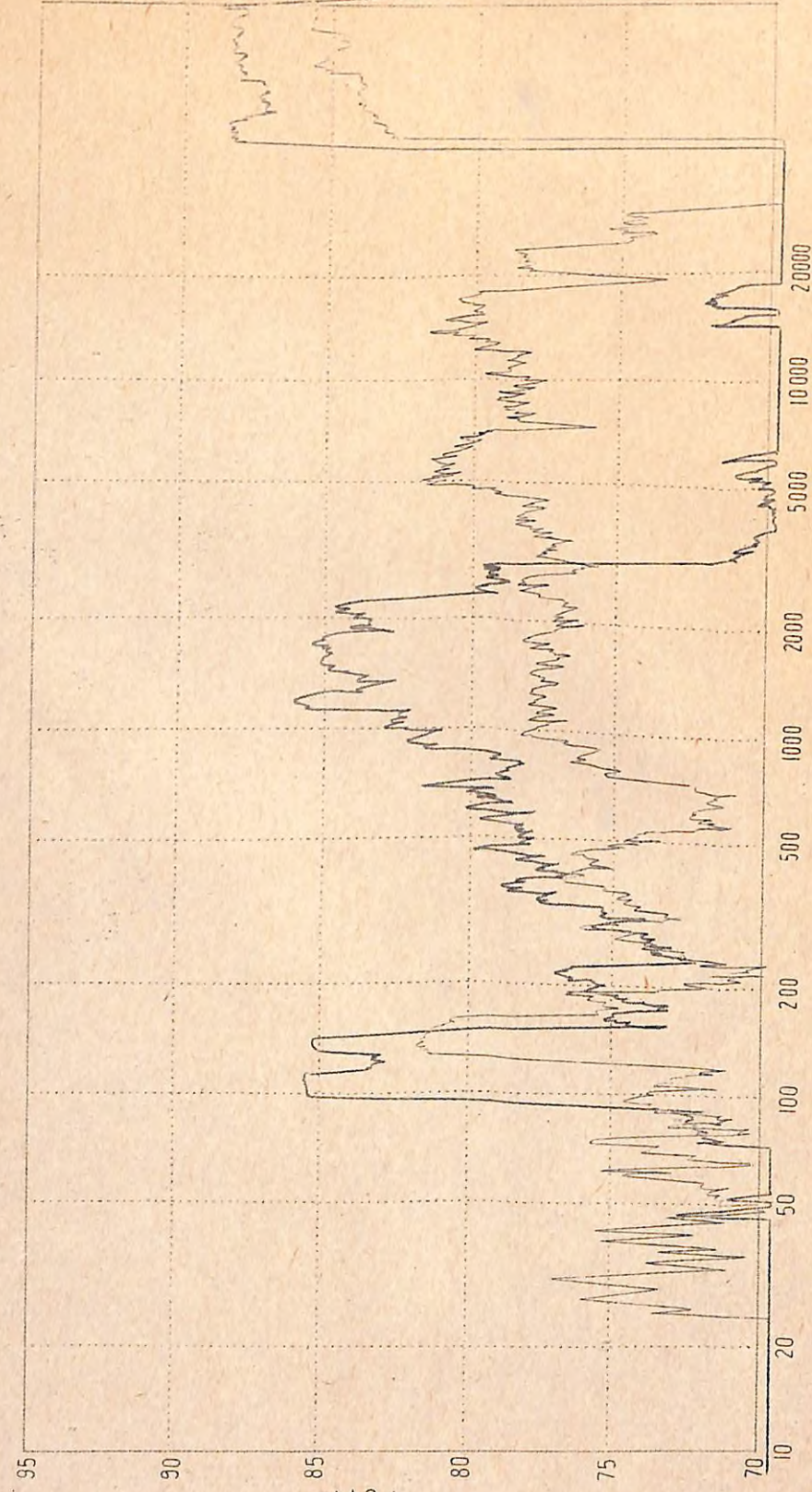
— 110 —

防振ハンドル { ——— 上下方向振動
 ——— 水平方向振動



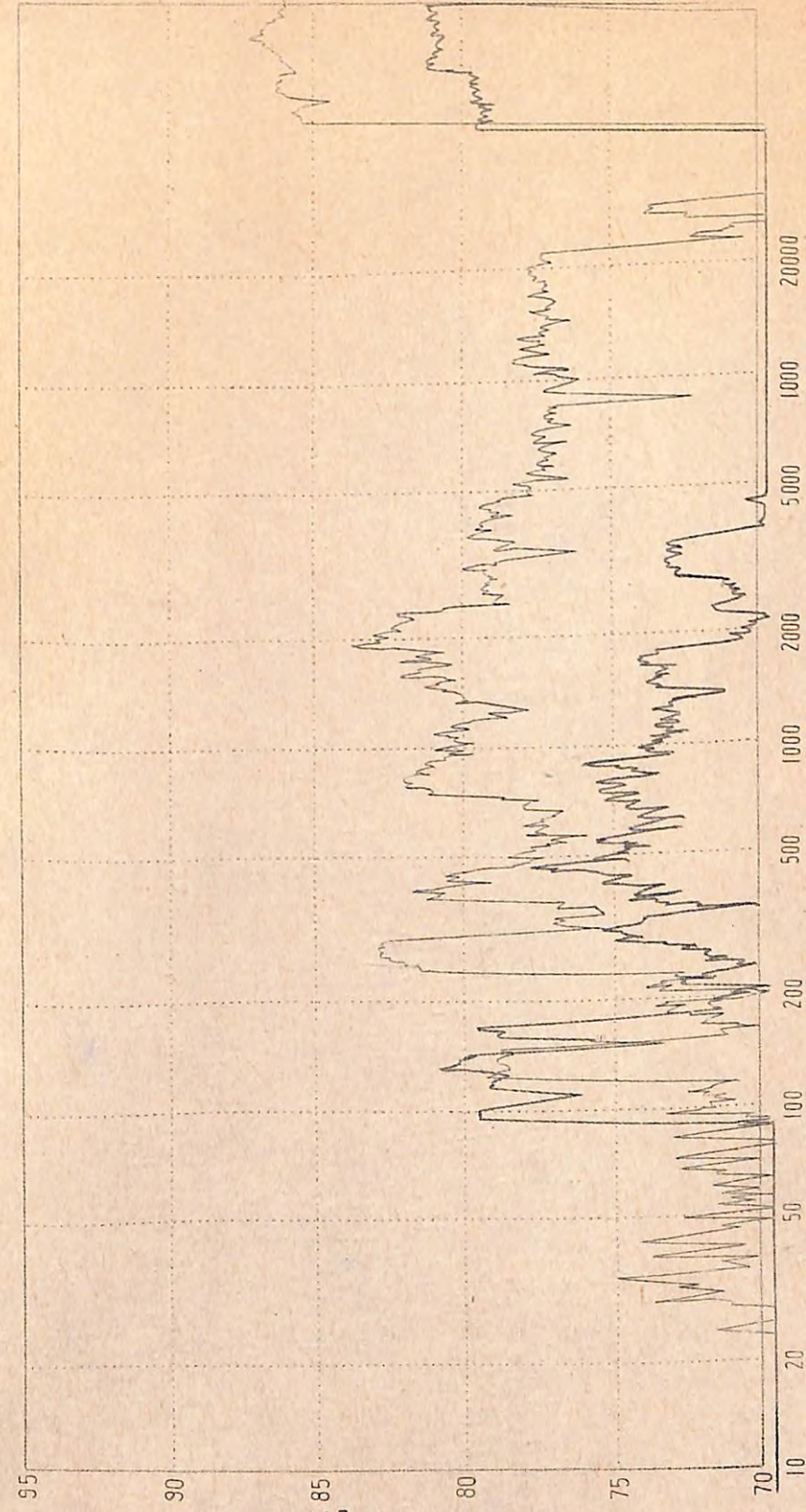
— 111 —

— 普通ハンドル — } 水平方向振動
 — 防振ハンドル — }



— 112 —

— 防振ハンドル — } 上下方向振動
 — 普通ハンドル — }



— 113 —