

チェーンソー鋸断性能比較試験

助教授 野口 泰雄 大学院学生 大里 正一

Yasuo NOGUCHI and Shoichi OHSATO

A Comparative Study on the Crosscutting Efficiencies of the Chain-Saws

目 次

I 試験目的……………	331	V 使用機種……………	334
II 試験担当者, 試験場所及び試験期日……………	332	VI 試験方法及び試験結果……………	335
III 供試材……………	332	VII 考 察……………	336
IV 作業員……………	332	Résumé……………	340

I 試験目的

伐木造材用チェーンソーは、従来国有林当局が主力機種としてきたアメリカ製マッカーラー、ホームライト及び国産ラビットのほかに、最近民有林の機械化にともないドイツ製、スウェーデン製等の新機種が導入されはじめ、わが国の作業法、樹種、径級等に応じて如何なる機種を採用すべきかが再び問題となりつつある。

チェーンソーによる伐木造材工程及び作業員の労働負担は、地形、林種、樹種、径級、作業仕組等に強く影響されるから、一般的に機種の優劣を判定することは極めて困難である。仮に鋸断作業工程だけを取り上げてみても、それは各機種の鋸断性能のみでなく、例えば重量の大小、使い勝手の良否、振動及び騒音の大小、整備及び保持の難易等多くの因子に支配されている。

しかしながら、これらの外部条件並びに機械の属性条件がほぼ類似する場合には、その鋸断性能が基本的な因子であることはいうまでもない。従って各機種の鋸断性能を知ることは必要である。然るに従来わが国では鋸断性能についての試験例が殆んどないので、本試験は鋸断性能に各機種間でどの程度の差が見られるかを知ると共に、この種の試験方法を検討する目的をもって実施した。

試験に用いたチェーンソーの機種は比較的容易にほぼ同一条件で供試する便宜を得た5機種（アメリカ製2、ドイツ製2、スウェーデン製1）で、現用機種全部を網羅することはできなかった。

本試験においては、可及的純粋に鋸断性能を把握するために、丸太の玉切りを基本的な鋸断と考えて、1) 正常な男子の作業員が、2) 正常に整備されたチェーンソーを用いて、3) 正常な姿勢（姿勢をほぼ一定にするために玉切り用台使用）で継続的に鋸断作業を行った場合の鋸断性能を

単位鋸断面積 (m^2) 当りの純鋸断所要時間 (min) の測定値で示すこととし、適格な作業員を使用して、樹種別、機種別に測定を行いその結果に検討を加えた。従って、本試験の結果はあくまで基本的な玉切り作業における性能を示すもので、実際の伐採地の玉切り作業における性能を示すものではない。

試験法はドイツにおける H. J. Loycke 博士の方法* を参考にして行ったものであるが、なお今後考慮改善すべき幾多の点を見出した。従って本試験の結果は直接 5 機種の優劣を比較し得るものでなく、単に参考値として理解すべきものであることをことわっておく。

II 試験担当者、試験場所及び試験期日

本試験は森林利用学教室加藤誠平教授指導のもとに筆者等が計画、実施並びに結果の整理検討を担当し、現場における測定には、千葉演習林成瀬善高、粕谷由助両技官、秩父演習林伊藤幸也教官、坂田正哉技官及び学生桑原正明君の協力を得て行ったものである。

試験は、2回に分けて行った。試験場所及び試験期日は次の通りである。

第1回；東京大学農学部附属千葉演習林札郷作業所。

昭和37年7月3日～10日（試験対象；針葉樹）

第2回；東京大学農学部附属秩父演習林栃本作業所。

昭和37年8月25日～30日（試験対象；広葉樹）

III 供 試 材

供試材としては、わが国の造林木の代表的針葉樹2種（スギ、ヒノキ）を主とし、その他に天然生広葉樹5種（ブナ、シオジ、ケヤキ、ミズメ、イタヤカエデ）を選んだ。この供試材の産地林分の概況は表-1の通りである。

以上の如き林分より、スギ、ヒノキ各6本を伐採搬出して、第1回試験の供試材とした。広葉樹の供試材は、試験実施の直前に伐採搬出することが困難であったので、土場に搬出済みの丸太の中から、ブナ、シオジ各6本、ケヤキ、ミズメ、イタヤカエデ各1本を選定し、第2回の試験に用いた。従って広葉樹材は、伐採後、4～5カ月経過したものである。供試材の樹令、胸高直径、樹高、年輪密度、及び比重は表-2、表-3の通りである。

IV 作 業 員

作業員としては、日本人の成人男子の平均に近い体格を有する者について、病院にて総合的な身体検査を行った結果、適性者として合格したものの5名を選んだ。

その中の3名（T. I. S）は、村上病院において身体検査の結果合格した者で、千葉演習林札郷作業所で行った試験に参加した。他の2名（H. F.）は秩父保健所において上記の3名と同様な身体検査を行った結果合格したもので秩父演習林栃本作業所で行った試験に参加した。

* Dr. H. J. Loycke : Vergleichende Untersuchungen an Einmann-Motorsägen,
Holz-Zentralblatt, Nr. 52, 1960, Stuttgart.

作業員の体格及び伐木造材経験年数は、表—4 に示す通りである。表の下の欄に厚生省昭和35年度国民栄養調査成績による日本人成人男子の平均体格を作業員の体格と比較する意味で附記した。

Table 1. Site and stand conditions

Test		I		II
Species		Soft-wood		Hard-wood
		Sugi ¹⁾	Hinoki ²⁾	Buna. ³⁾ Shioji. ⁴⁾ Keyaki. ⁵⁾ Mizume. ⁶⁾ Itayakaede. ⁷⁾
Locality		25 Compartment University Forest in Chiba.	28 Compartment University Forest in Chiba.	26 Compartment, University Forest in Chichibu
Site conditions	Altitude (m)	180	260	1,100
	Average slope	30°~35°	5°	35°~45°
Stand conditions	Classification of forest	Artificial	Artificial	Natural
	Mixture rate (%)	Sugi 100	Sugi 75 Hinoki 25	Buna 50, Mizume 20 Shioji 20, etc. 10
	Average age	67	56	200
	Mean height(m)	16	15.5	16
	Number of stems per hectare	1,131	1,028	650
	Volume of a stand (m ³ /ha)	273	385	170

- 1) Sugi : *Cryptomeria japonica* D. Don. 2) Hinoki : *Chamaecyparis obtusa* Sieb. et zucc.
 3) Buna : *Fagus crenata* Bl. 4) Shioji : *Fraxinus Spaethiana* Lingelsheim.
 5) Itayakaede: *Acer Mono* Maxim. 6) Keyaki: *Zelkova serrata* Makino.
 7) Mizume: *Betula grossa* Sieb. et Zucc.

Table 2. Soft-wood test logs

Tree species	Test log No.	Age	Breast-height diameter (cm)	Height (m)	Annual ring density at breast-height.	Specific gravity in air dry (g/cm ³)	Specific gravity in oven dry (g/cm ³)
Sugi ¹⁾	1	64	28	16.36	4.1	0.41	0.34
	2	66	26	17.56	4.6		
	3	68	26	17.49	3.9		
	4	62	32	17.48	3.7		
	5	66	26	17.70	4.6		
	6	64	30	15.24	4.1		
Hinoki ²⁾	1	29	27	15.75	3.8	0.46	0.39
	2	55	29	16.37	3.5		
	3	54	26	15.50	4.1		
	4	54	27	15.14	3.9		
	5	56	28	15.60	3.6		
	6	54	29	16.15	4.1		

Table 3. Hard-wood test logs

Tree species	Test log No.	Number of annual ring at butt end	Diameter at butt end and at top end (cm)	Length of log (m)	Annual ring density at butt end	Specific gravity in air dry (g/cm ³)	Specific gravity in oven dry (g/cm ³)
Buna	1	230	50, 43	4	9.2	0.65	0.56
	2	146	47, 47	3	6.2		
	3	105	41, 34	4	5.1		
	4	86	24, 21	4	7.2		
	5	76	24, 21	2	6.3		
	6	82	23, 18	4	7.1		
Shioji	1	104	37, 31	4	5.6	0.65	0.57
	2	100	35, 32	4	5.7		
	3	71	22, 19	4	6.5		
	4	80	21, 17	4	7.6		
	5	66	17, 13	4	7.8		
	6	54	15, 6	4	7.2		
Itayakaede	1	117	31, 25	3	7.5	0.67	0.58
Keyaki	1	140	44, 36	4	6.4	0.69	0.60
Mizume	1	119	39, 32	4	6.1	0.78	0.67

Table 4. Personal data of the machine operators

Place of tests	Subject	Age	Height (cm)	Chest girth (cm)	Weight (kg)	Strength of grip (right and left hand) (kg)	Vital capacity of lung (cc)	Years of experience in logging	
								Manual work	Chain-saw work
University Forest in Chiba	T	33	161.0	84.2	54.0	{43 41	3,700	0	0
	I	35	164.0	95.0	62.0	{56 56	4,600	8	0
	S	48	168.0	87.1	56.0	{40 40	3,200	15	0
University Forest in Chichibu	H	29	169.2	87.4	53.8	{60 40	3,200	3	1
	F	30	165.4	94.5	60.0	{57 55	4,200	3	1
Average for Japanese according to the statistics of Ministry of Health & Welfare		20 (20)	161.1 (165.7)	82.5 (84.2)	55.58 (56.4)	{(50.3) (42.2)	(3,700)		

()は文部省「学校衛生統計調査」昭和32年6月19日発表

V 使用機種

本試験に使用した5機種の諸元は表-5の通りである。

使用機種の共通点としては、1気筒2サイクル空冷ガソリンエンジンで、気化器としてダイヤフラムキャブレターを使用し、ドライブ方式はダイレクトドライブを、クラッチには自動遠心クラッチを使用している点である。また、スターターは、いずれの機種も自動巻戻し式である。異なった点としては、D型のチェーンソーが重量を軽量化するために、ガソリンタンクを他の機種に較べてより小さくしていることとバーの巾を狭くしている点である。D型はバーの先端にガイドロ

Table 5. Technical data of the chain-saws

Chain-saw model	A	B	C	D	E
Engine Power (HP)	4.0DIN	5.0SAE	5.5SAE	5.0DIN	5.0DIN
(SP)					
Displacement (cc)	70	77	87	90	125
Engine speed (r.p.m)	5,500	7,000	7,000	6,000	4,500
Fuel tank capacity (l)	0.7	1.56	1.42	0.9	1.3
Quantity of gasoline and oil	25 : 1	16 : 1	16 : 1	25 : 1	25 : 1
Bar length (cm)	40.6	43.2	43.2	55.9	63.5
Weight of engine (kg)	8.3	8.2	9.0	8.8	9.8
Net weight of chain-saw (kg)	10.20	10.10	11.00	10.30	12.95

ーラーをつけ、チェーンの給油に自動給油装置を使用している。A型及びE型のチェーンソーは、ガソリンタンクやオイルタンクその他カバーにプラスチックを用い重量軽減をはかっている。

VI 試験方法及び試験結果

試験は次のような順序で行った。

1) まず、2日間予備作業を行う。予備作業において、作業員には各チェーンソーについての機構、整備、使用方法等について十分に習熟させる。

2) 各作業員に適した基本鋸断用の台を作成する。台は2名の作業員が同時に鋸断試験ができるように2カ所に設置する。

3) 供試材(スギ、ヒノキの場合は樹皮を剥ぐ)を台の上ののせ固定する。(図-1)

4) 台の上にカスガイで固定した供試材に5cmごとにマジックインクで印をつけ、そこに鋸断に使用すべきチェーンソーの機種名を記入する。これは、同一の作業員が同一状態で同一樹種のほぼ同一な直径の材を5種類のチェーンソーで鋸断するためである。(図-1)

5) その印の所からチェーンソーで鋸断する。鋸断時間はストップウォッチにて測定する。

6) 鋸断面積は、長径と短径を測定し断面積を算出する。5) 6) より単位鋸断面積 (m²) 当りの鋸断所要時間 (min) を算出する。

7) 元口より150cmの所で比重測定用の試験片を取り比重の測定を行う。また同一断面にて年輪を数え年輪密度を算出する。

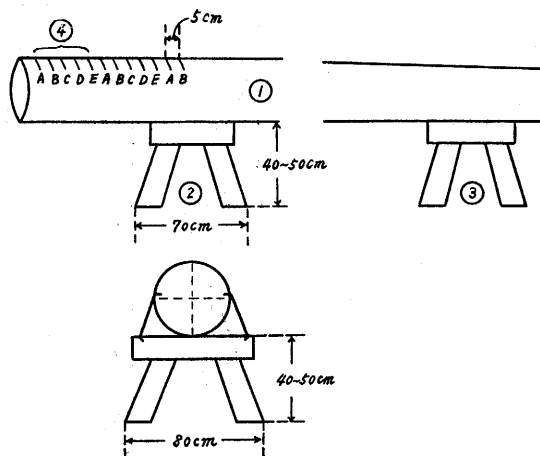


Fig.1

① Test_log ② Fixed support ③ Movable support ④ Crosscutting sections marked for five different model chain-saws

Table 6. Crosscutting area

Place of tests	Tree species		Diameter (cm)	Number of ocrosscutting sections	Crosscutting area (m ²)
University Forest in Chiba	Soft wood	Sugi	10~38	1,404	55.8733
		Hinoki	11~36	1,238	48.9579
University Forest in Chichibu	Hard wood	Buna	18~50	316	30.0129
		Shioji	10~37	330	16.5802
		Itayakaede	25~31	48	2.7272
		Keyaki	36~44	69	8.4616
		Mizume	22~39	64	5.6951

本試験における鋸断面の直径の範囲，鋸断々面個数及び鋸断々面積等は表-6の示す通りである。

以上のような試験順序で試験を行い表-7のような試験結果が得られた。

VII 考察 (使用機種による差異)

1) 鋸断時間；供試木スギ，ヒノキ（直径スギ10~38cm，ヒノキ11~36cm）において同一作業員が同一供試木を基本鋸断した場合，単位鋸断面積当りの時間は，使用機種ごとにほぼ一定の値を示した。即ち単位鋸断面積当りの鋸断時間は，実験範囲では直径の大小と殆んど無関係である。但し，比重の大なる供試木（広葉樹，直径 プナ18~50cm，シオジ10~37等）においては，単位鋸断面積当りの鋸断時間は直径が大になるに従って幾分大になる傾向が見られた。

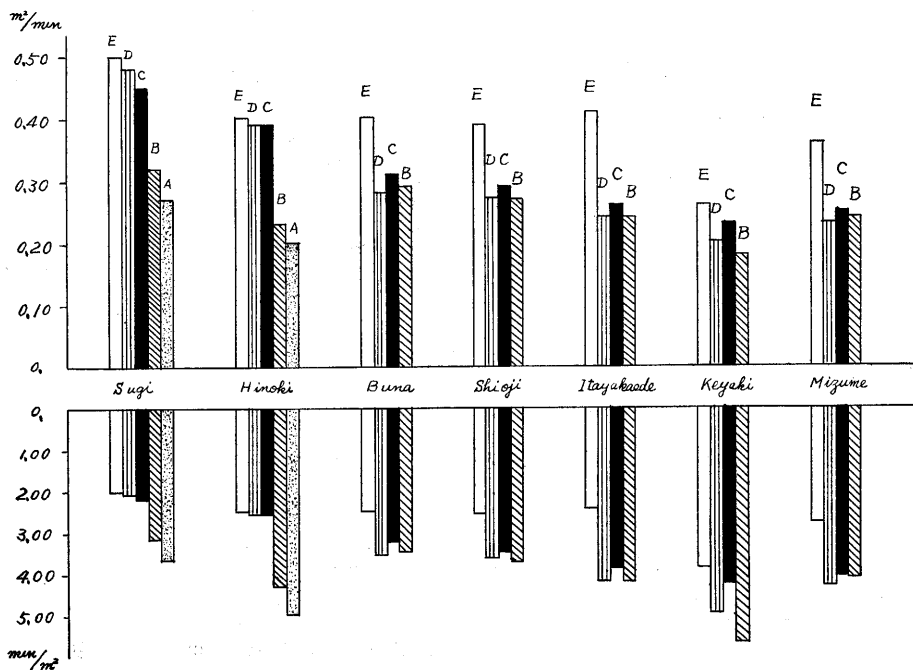


Fig. 2

Table 7. The crosscutting efficiencies of five different models of chain-saws

Place of tests	Tree species	Chain-saw model	Crosscutting time per m ²				Crosscutting area per min.				Average Crosscutting efficiency index (m ² /HP·min)
			Maximum (min/m ²)	Minimum (min/m ²)	Average (min/m ²)		Maximum (m ² /min)	Minimum (m ² /min)	Average (m ² /min)		
University Forest in Chiba	Sugi	A	3.84	3.50	3.67	0.286	0.260	0.272	0.068		
		B	3.57	2.77	3.17	0.361	0.280	0.315	0.063		
		C	2.57	1.83	2.20	0.546	0.389	0.455	0.083		
		D	2.48	1.68	2.08	0.595	0.403	0.481	0.096		
		E	2.33	1.67	2.00	0.599	0.429	0.500	0.100		
	Hinoki	A	5.00	5.00	5.00	0.200	0.200	0.200	0.050		
		B	4.96	3.70	4.33	0.270	0.202	0.231	0.046		
		C	2.93	2.23	2.58	0.448	0.341	0.388	0.071		
		D	2.99	2.17	2.58	0.461	0.334	0.388	0.078		
		E	2.85	2.15	2.50	0.465	0.351	0.400	0.080		
	Buna	B	3.83	3.17	3.50	0.315	0.261	0.286	0.057		
		C	3.50	3.00	3.25	0.333	0.286	0.308	0.056		
		D	3.91	3.25	3.58	0.308	0.256	0.279	0.056		
		E	2.92	2.08	2.50	0.481	0.342	0.400	0.080		
Shioji	B	4.33	3.17	3.75	0.315	0.231	0.267	0.053			
	C	4.17	2.83	3.50	0.353	0.240	0.286	0.052			
	C	4.59	2.75	3.67	0.364	0.218	0.272	0.054			
	D	3.16	2.00	2.58	0.500	0.316	0.388	0.078			
Itayakaede	B	4.72	3.78	4.25	0.265	0.212	0.235	0.047			
	C	4.40	3.40	3.90	0.294	0.227	0.256	0.046			
	D	4.50	3.92	4.21	0.255	0.222	0.233	0.048			
	E	2.86	2.08	2.47	0.481	0.350	0.405	0.081			
Keyaki	B	6.24	5.16	5.70	0.194	0.160	0.175	0.035			
	C	4.83	3.73	4.28	0.268	0.207	0.234	0.043			
	D	5.51	4.45	4.98	0.225	0.181	0.201	0.040			
	E	4.43	3.33	3.88	0.300	0.226	0.258	0.052			
Mizume	B	4.59	3.67	4.13	0.272	0.218	0.242	0.048			
	C	4.49	3.67	4.08	0.272	0.223	0.245	0.045			
	D	4.86	3.80	4.33	0.263	0.206	0.231	0.046			
	E	3.19	2.37	2.78	0.422	0.313	0.360	0.072			

University Forest in Chichibu

またこの試験方法では台上で鋸断するためにチェーンソーの重量が鋸歯の切削圧として加わる割合が現地の作業の場合よりも遙かに大きいように観察された。従って重量の大きい機種のア鋸断性能が結果においても比較的上位に表われているようである。

次に機種別に鋸断時間及び鋸断面積を見ると図-2のようになり、一般に針葉樹に対してはE D, C, 広葉樹に対してはE, Cが性能がよいことを示している。

2) 出力と鋸断時間；出力別に鋸断時間をみるとSAEの5HP級のBとCでは、その差の最も大きいヒノキで約68%である。DINの5SP級のDとEではイタヤカエデで約70%の差がある。

3) 重量を考慮した鋸断性能；「どの機種が軽くて早く鋸断できるか」という観点から、ドイツのH. J. Loycke博士は、単位馬力当りのチェーンソーの重量と単位鋸断面積当りの時間との積の値を一種の「性能指数」として用いている。参考のためこのLoyckeの指数を本試験結果に当てはめ算出すると表-8のようになる。但し、ここで用いた馬力は、メーカーの表示による公

Table 8. Loycke's efficiency index

Tree species	Chain-saw model	Engine power HP (SAE) PS (DIN)	Weight per HP (PS) (A) (kg/HP)	Average cross-cutting time per m ² (B) (min/m ²)	Loycke's index (A)×(B)
Sugi	B	5.0 SAE	2.02	3.17	6.40
	C	5.5 SAE	2.00	2.20	4.40
	A	4.0 DIN	2.55	3.67	9.36
	D	5.0 DIN	2.06	2.08	4.28
	E	5.0 DIN	2.59	2.00	5.18
Hinoki	B	5.0 SAE	2.02	4.33	8.75
	C	5.5 SAE	2.00	2.58	5.16
	A	4.0 DIN	2.55	5.00	12.75
	D	5.0 DIN	2.06	2.58	5.31
	E	5.0 DIN	2.59	2.50	6.48
Buna	B	5.0 SAE	2.02	3.50	7.07
	C	5.5 SAE	2.00	3.25	6.50
	D	5.0 DIN	2.06	3.85	7.37
	E	5.0 DIN	2.59	2.50	6.48
Shioji	B	5.0 SAE	2.02	3.75	7.58
	C	5.5 SAE	2.00	3.50	7.00
	D	5.0 DIN	2.06	3.67	7.56
	E	5.0 DIN	2.59	2.58	6.68
Itayakaede	B	5.0 SAE	2.02	4.25	8.59
	C	5.5 SAE	2.00	3.90	7.80
	D	5.0 DIN	2.06	4.21	8.67
	E	5.0 DIN	2.59	2.47	6.40
Keyaki	B	5.0 SAE	2.02	5.70	11.51
	C	5.5 SAE	2.00	4.28	8.56
	D	5.0 DIN	2.06	4.98	10.26
	E	5.0 DIN	2.59	3.88	10.05
Mizume	B	5.0 SAE	2.02	4.13	8.34
	C	5.5 SAE	2.00	4.08	8.16
	D	5.0 DIN	2.06	4.33	8.92
	E	5.0 DIN	2.59	2.78	7.20

称馬力で実際に測定した馬力ではない。従って指数値は単に参考値として考えるべきであり、また1HP, SAEは1PS, DINとは正確な換算が困難であるから比較の場合は、SAEグループとDINグループとに分けて考察すべきである。

4) 使用上の所見；実用上の点から本試験に用いた使用機種をみると、Bは給油用プッシュボタンが一寸遠い所についているためスロットルを引きながらプッシュボタンを押す操作がすこし困難であった。Dは自動給油であったので操作は簡単であったが、バーの中が狭いので振動が伝わるためか鋸断面が洗濯板状になった。これは鋸断面がきたなくなるばかりでなく刃やチェーンを早くいためることになると思われる。Eは他の機種に較べて使用上重量感が特に大であった。またAは空冷ファンの騒音が大きいように思われた。

以上により機種別、樹種別の鋸断性能が一応定量的に比較されたわけであるが、その差異を概括すると表-9のようになる。

Table 9. Deviation of crosscutting efficiencies

Tree species		Average crosscutting time per m ²		$\frac{b-a}{a} \times 100$ (%)
		min a (min/m ²)	max b (min/m ²)	
Soft wood	Sugi	E 2.00	A 3.67	83.5
	Hinoki	E 2.50	A 5.00	100.0
Hard wood	Shioji	E 2.50	B 3.58	43.2
	Buna	E 2.58	B 3.75	45.3
	Itayakaede	E 2.47	B 4.25	72.1
	Mizume	E 2.78	D 4.33	55.7
	Keyaki	E 3.88	B 5.70	46.9

このような差異を実際の作業に関連させて考察するために、今仮に玉切り作業が最も集約的に行われる全幹集材の卸盤台上の作業の例をとって見ることにする。昭和37年度長野営林局上松営林署におけるヒノキ全幹集材の実験では、1日集材回数24回、集材本数26本、玉切数104本、玉切鋸断々面積合計7.1400m²である。今表-6の数値を用いてこの鋸断面積に相当する純鋸断時間を求めると、性能最大機種では17.85min、性能最小機種では35.70minとなり、その差は17.85minである。全幹集材でない普通の山元造材玉切り作業の場合にはこの実時間の差はさらに大巾に縮少されるであろう。実際の作業に対しては、この僅かな時間の遅れは、重量、使い勝手、振動、騒音などの優劣と常に関連して考慮されなければならないものである。従って上記の鋸断性能値や指数値の差の小さな機種間では、鋸断性能よりもむしろその他の因子が機種選択の要因となると思われる。

Résumé

This paper is a report on the preliminary comparative experiments about the crosscutting efficiencies of five different models of the motor chain-saws imported from U. S. A. and European countries.

The experiments were carried out by the authors in the Tokyo University Forests in Chiba and Chichibu.

Two most popular tree species of softwood and five tree species of hardwood were selected for the subjects of cutting.

The logs were placed horizontally on the suitable supports and cut vertically with the normally maintained chain-saws. The logs were cut by the selected machine operators, who were seemed to have the standard body and physical conditions, in the normal working situation.

The crosscutting sections were marked about 5 cm apart, and each cutting time was measured by means of the stopwatches, while the diameter of each section was scaled at the sametime.

The crosscutting efficiency e. i. the net time in minute required for the cutting of the unit area in m^2 of the section, was calculated. The efficiency in this sence did not or hardly relate to the diameter of the cross-section.

The values of the efficiency are shown on the Table 7 and Fig-2. Also the values of efficiency index — the authors index ($m^2/HP.min$) and Loycke's index ($kg/HP \times min/m^2$)—were calculated, which are shown on the Table 7 and 8.; but in this case, the nominal horse powrs of the engines were used for the calculation. so that the index values are not quit reliable.