

## 南九州産木材の機械的性質に関する研究

教授 林學博士 西 力 造  
 助教授 木 村 大 造

## 緒 言

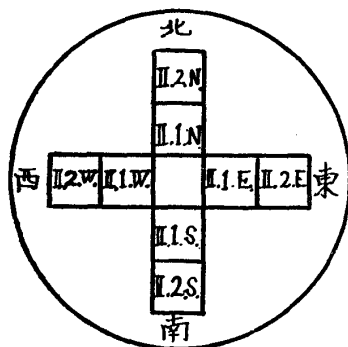
木材の機械的性質に影響する因子は極めて多種多様で、樹種により又生育せる立地の条件により異なるは勿論、同一樹種と雖も個體により異り、同一個體と雖もその部分によりて同一でない。故に木材の缺乏と共に之をできるだけ有効に利用するには、各樹種、各産地毎に機械的性質を研究測定するは勿論、更に之等種々なる因子間相互の關係を明かにし、その間の一般法則を求め、進んで木材の性質判定の指標たるべきものを探求せねばならぬ。我國は面積の割合には南より北に及ぶ頗る廣區域に亘り、氣象土地等の極めて複雑な條件の下に非常に多數の樹種が分布せられて居る。本研究は文部省の自然科学研究費をうけて、主として南九州地方、殊に霧島山彙を中心として産出せらるる木材の機械的性質を研究することとし、その計畫を進めて居つたが、終戦眞近に至りて戦災を蒙り、今迄の資料殆ど全部を失ひ唯その中残存したモミ、ツガの2樹種に就て實驗を行つた。此の2樹種は南九州に於ては垂直的に暖帶の終りより、温帶の初めにかけて、即海拔700mより1,100m位までの間に、カシ、シヒ等の廣葉樹と混生して特有の存在をなし、天然林相を保存して居る林分に於ては相當の蓄積を有する重要樹種の一である。本實驗は上述の如く、早くから着手したけれど、種々の事情により延引して今日に及んで一應終了したから之を報告することとする。

本試験の前半は本校元教授 東巽 及び 助手 山下勝兩氏之に當り、後半は主として木村之を擔當した。本試験のため試験材の採取運搬に特別の好意を以つて種々の便宜を與えられたる熊本營林局並に加久藤營林署に對し、深甚なる感謝の意を表す。

## I 試 験 方 法

## 1 試験木の選定及び木取

供試材は昭和19年7月に加久藤營林署矢岳經營區44林班に小班内（熊本縣球磨郡木上村大平國有



第 1 圖

林)に於て、九州山系南部暖帶上位植生モミ、ツガ、シキミ、サカキ、ヤマツバキ群叢より、その優喬木である「モミ」は5本、「ツガ」は2本を選定採取した。本箇所は球磨川と川内川流域の分水嶺をなせる國見山脈一帯に跨り、海拔高は約800m、基岩は輝石安山岩で澤通りは粘板岩より成り、氣温は年平均12.9°C、降水量年均2,580mmである。各供試木の地上50cmより上方に約2mの長さに切り取りたる丸太をA、更にそれぞれの枝下高より下方に約2mの長さの丸太をBとし、各丸太から第1圖に示す様に直徑の大小に應

第 1 表

樹種	供試體番號	樹齡	胸高直徑	樹高	枝下高
モミ	I	223	75.90	26.00	18.00
	II	230	82.50	34.00	20.00
	III	196	73.25	23.00	15.00
	IV	207	76.00	25.00	16.00
	V	253	85.80	27.00	12.00
ツガ	I	240	78.00	15.00	9.00
	II	248	62.70	17.00	10.00

じて、約5.5cm角の角柱を取り、之を氣乾材まで乾燥して、各角柱の無疵部分より各種の試験體を製作し、各供試木の樹齡、胸高直徑、樹高及び枝下高を示せば第1表の如くである。

2 試験體の寸法及び試験方法

本校備付の森式木材萬能強弱試験機（最大スパン1 m, 最大荷重15,000kg）により實驗した。

(a) 壓縮試験（纖維に平行方向）

邊長約2 cmの正方形断面圖を有する高さ約

4 cmの直六面體として、其の材軸を纖維方向に平行ならしめ、材軸に平行な相對する2面は柾目、他の2面は板目とした。試験體の兩木口より荷重を加へ、次式により壓縮強度を求めた。

$$\text{壓縮強度} : \sigma_c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

但し P = 最大荷重 (kg)

A = 斷面積 (cm<sup>2</sup>)

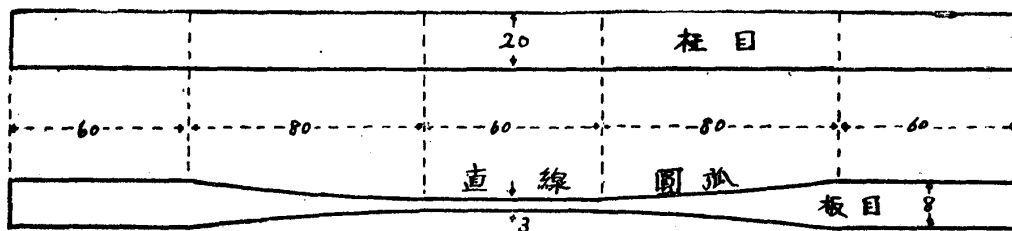
(b) 引張試験（纖維に平行方向）

試験體の形狀及び寸法は、第2圖に示す如くである。試験體は纖維通直な平柾とし、目切は注意して避けた。次式に依り引張強度を求めた。

$$\text{引張強度} : \sigma_t = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

但し P = 最大荷重 (kg)

A = 斷面積 (cm<sup>2</sup>)



第 2 圖 單位 (mm)

(c) 剪斷試験（纖維に平行方向）

試験體の形狀及び寸法は第3圖に示す如くである。試験體はその纖維方向を材軸に平行ならしめ、材軸に平行な相對する2面柾目、他の2面は板目とした。剪斷力は纖維に平行方向に加へ、剪斷面は次式に依り剪斷強度を求めた。

$$\text{剪斷強度} : \sigma_s = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

但し P = 最大荷重 (kg)

A = 剪斷面積 (cm<sup>2</sup>)

(d) 曲げ試験

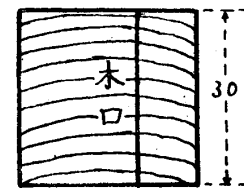
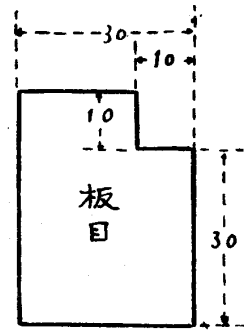
試験体の形状及び寸法は邊長約2cmの正方形断面を有する材長約30cmの柱體とし、其の材軸を纖維方向に平行ならしめ、材軸に平行な相對する2面は柾目、他の2面は板目とし、纖維通直な目切なきものとした。「スパン」は24cmとし、集中荷重をスパンの中央に加へ、荷重面は板目とした。次式に依り曲げ強度及び彈性係數を求めた。

$$\text{曲げ強度} : \sigma_b = \frac{3}{2} \frac{P \ell}{b h^2} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{曲げ彈性係數} : E_b = \frac{1}{4} \frac{P \ell^3}{y b h^3} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

但し

$$\begin{cases} P = \text{最大荷重 (kg)} \\ \frac{P}{y} = \text{彈性限度内に於ける荷重と變形との比} \\ \ell = \text{スパン (cm)} \\ b = \text{試験體の幅 (cm)} \\ h = \text{試験體の高さ (cm)} \end{cases}$$



第3圖 單位(mm)

3 含水率の測定

壓縮試験では試験體全體に就て、含水率を測定し、曲げ試験では試験體を折半した半分に就き測定し、剪斷試験及び引張試験では破壊個所より全年輪を含めて採取した試験體の一部分に就き測定した。

次式に依り試験體の含水率を求めた。

$$\text{含水率} : u = \frac{W_u - W_0}{W_0} \times 100 \text{ (\%)}$$

但し  $W_u$  = 試験體の試験時の重量 (g)

$W_0$  = 試験體の全乾重量

4 比重の測定

壓縮試験、曲げ試験、剪斷試験では試験體全體に就き、比重を測定し、引張試験では含水率測定用の試料に就き測定した。次式に依り試験體の比重を求めた。

$$\text{比重} : r_u = \frac{W_u}{V_u}$$

但し  $W_u$  = 試験體の試験時の重量 (g)

$V_u$  = 試験體の試験時の容積 (cm<sup>3</sup>)

I 試験結果の整理

1 比重の換算

試験時の含水率に對して測定したる比重は、すべて次式に依り法正含水率15%に對する比重に換算した。

$$\text{法正比重} : \gamma_n = \frac{1.15 \gamma_u}{1+u+0.84 \gamma_u(0.15-u)}$$

但し  $\gamma_n$  = 含水率15%に対する比重

$\gamma_u$  = 試験時の含水率に対する比重

$u$  = 試験時の含水率 (小数で表わした値)

## 2 法正含水率に対する各種強度の換算

含水率と各種の強度との間には、一定關係即ち水分の減少に伴ひ、強度の漸増することは、既に従來の研究者の等しく認むる所で、その關係は或は直線關係、或は拋物線を示す等種々の報告があり、著者等は曾つて屋久杉の強度に就て、之を指數關係として最も適當なりとして處理したが、<sup>註1</sup>此研究に於ては標準含水率15%と大きな差異なき含水率のものを換算する場合の如く狭い範圍に於ては、之を直線關係と見ても大なる誤りはないと認め Kollman<sup>註2</sup> その他に従つて簡単に含水率1%の増減に對して、各種強度の修正率を次の如く概定して、15%の法正含水率に該當する強度を換算した。

壓縮強度 : +5%	引張強度 : +3%
剪斷強度 : +3%	曲げ強度 : +4%
曲げ彈性係數 : +2%	

但し+符號は含水率1%の減少に依る強度の増加率を示すものである。

## I 試験結果

### 1 比重及び各種機械的性質

法正含水率15%に対する比重及び各種の機械的性質の試験結果を表示すれば、第2表及び第3表の如くである。

之を従來調査せられた九州地方以外産のモミ、ツガに比較すると、<sup>註3</sup> 比重はモミは略同一でツガはやゝ重いが特記すべき程度でなく恐らく個體差であらう。

壓縮強度亦特に差異を認めない。

引張強度はモミ、ツガが共に驚く程強大で平均強度が他地方産の最強のものを凌駕する有様である。

剪斷強度はやゝ劣つて居る、殊にツガに於て著しく劣弱である。

曲げ強度は又相當勝れて強い。

### 2 比重と強度との關係

比重と強度との關係に就ては、大體に於て比重大なるもの強度大なるを原則とするが如きも樹種により又生育環境により必ずしも一致せず、又兩者相關々係にありとしても、その關係は或は直線

註1 鹿兒島高等農林學校學術報告第13號、西・東、屋久杉の研究(第1報)。

註2 F.Kollmann: Technologie des Holzes. s.187.

註3 大藏省臨時建築部編纂、藤岡博士、木材及び石材第1編、木材之部。

第 2 表

供試木 番 號	方位	壓 縮 (纖維に平行方向)					引 張 (纖維に平行方向)				
		試験 體數	平 均 年輪巾 (mm)	比 重	強 度 $\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$	形質商	試験 體數	平 均 年輪巾 (mm)	比 重	強 度 $\sigma_t(\text{kg/cm}^2)$	形質商
I A	N	4	2.2	0.368	282	766	4	2.4	0.359	713	1,986
	E	4	2.0	0.373	299	802	4	1.9	0.351	785	2,236
	S	3	3.1	0.377	288	748	3	3.3	0.368	743	2,019
	W	3	1.9	0.385	282	748	3	2.0	0.341	730	2,141
I B	N	3	2.0	0.469	518	1,104	3	1.7	0.468	874	1,866
	E	3	1.6	0.458	516	1,126	3	1.5	0.449	1,042	2,320
	S	2	1.6	0.476	518	1,088	2	1.4	0.459	1,313	2,861
	W	3	1.5	0.455	488	1,072	3	1.4	0.451	1,028	2,280
I A	N	2	2.3	0.460	398	865	2	2.1	0.440	1,225	2,784
	E	4	2.0	0.464	395	851	4	2.0	0.462	1,336	2,892
	S	4	1.8	0.458	409	850	4	1.8	0.448	1,161	2,592
	W	3	1.6	0.481	405	884	3	1.4	0.453	1,326	2,927
I B	N	3	2.7	0.357	554	1,551	3	2.5	0.396	691	1,745
	E	4	1.9	0.363	384	1,057	4	2.6	0.409	776	1,898
	S	4	4.0	0.398	372	934	4	2.4	0.378	761	2,014
	W	3	2.4	0.376	340	905	3	2.6	0.352	740	2,103
I A	N	3	3.3	0.463	378	816	3	3.4	0.448	992	2,214
	E	3	2.9	0.457	370	810	3	2.8	0.448	958	2,138
	S	3	3.1	0.514	347	738	3	3.0	0.460	963	2,093
	W	3	1.8	0.470	429	835	3	1.6	0.496	1,078	2,173
I B	N	3	2.9	0.472	511	1,082	3	3.5	0.454	1,090	2,401
	E	3	4.3	0.474	477	1,007	3	4.4	0.464	961	2,071
	S	3	2.9	0.447	443	991	3	3.4	0.471	1,047	2,223
	W	2	1.1	0.519	530	1,022	2	1.2	0.523	1,513	2,893
I A	N	3	3.0	0.455	363	798	2	4.0	0.462	1,191	2,578
	E	1	2.7	0.454	365	782	1	3.3	0.453	954	2,106
	S	3	2.3	0.510	371	794	3	2.2	0.469	1,210	2,580
	W	1	3.8	0.467	402	788	1	5.0	0.485	1,139	2,348
I B	N	4	2.2	0.450	440	978	4	2.3	0.469	1,159	2,472
	E	4	2.5	0.457	456	999	4	3.1	0.440	1,027	2,335
	S	3	1.4	0.445	497	1,116	3	1.3	0.444	1,196	2,693
	W	3	1.3	0.444	418	942	3	1.3	0.433	1,329	3,069
V A	N	4	2.5	0.473	402	850	4	3.0	0.452	1,368	3,027
	E	4	2.9	0.446	373	836	4	3.2	0.433	1,061	2,450
	S	4	1.8	0.485	380	833	4	1.8	0.459	966	2,105
	W	3	1.4	0.456	435	897	3	1.2	0.457	1,415	3,096
V B	N	2	3.0	0.427	507	1,187	2	3.9	0.445	975	2,190
	E	2	2.5	0.443	490	1,106	2	3.1	0.488	1,288	2,638
	S	2	1.9	0.496	526	1,061	2	2.2	0.442	1,120	2,535
	W	2	2.6	0.416	429	1,031	2	2.4	0.373	1,137	3,048

西・木村一南九州産木材の機械的性質に関する研究

モ ミ

剪 断 (纖維に平行方向)					曲 げ					
試験 體數	平均 年輪巾 (mm)	比 重	強 度 $\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$	形質商	試験 體數	平均 年輪巾 (mm)	比 重	強 度 $\sigma_b(\text{kg/cm}^2)$	彈性係數 $E_b(\text{kg/cm}^2)$	形質商
4	2.1	0.356	54	152	4	2.3	0.360	580	51,874	1,611
4	1.9	0.369	55	149	4	2.4	0.360	605	48,701	1,681
3	2.4	0.376	55	146	2	4.1	0.372	558	53,023	1,500
3	2.0	0.367	51	139	3	1.9	0.377	643	58,479	1,706
3	2.3	0.471	56	118	3	2.1	0.457	669	86,101	1,464
3	1.8	0.448	56	124	3	1.4	0.492	938	96,700	1,907
2	1.4	0.484	58	121	2	1.5	0.484	886	120,444	1,831
3	1.6	0.444	58	132	3	1.7	0.457	758	81,250	1,659
2	1.6	0.470	63	137	2	2.3	0.456	932	83,467	2,044
4	1.7	0.443	67	151	4	1.8	0.457	865	83,651	1,893
4	2.2	0.481	68	141	4	1.9	0.470	845	79,125	1,798
3	1.5	0.451	63	140	3	1.4	0.447	850	85,295	1,902
3	3.4	0.382	47	123	3	2.8	0.368	582	99,365	1,582
4	3.1	0.370	48	130	4	1.9	0.368	585	92,796	1,590
4	2.9	0.364	52	142	4	2.5	0.371	660	76,321	1,779
3	2.5	0.368	54	148	3	2.5	0.376	618	69,247	1,644
3	4.5	0.445	66	148	3	3.2	0.458	814	79,201	1,777
3	2.8	0.459	67	146	3	2.8	0.458	807	83,421	1,703
3	3.3	0.474	62	131	3	3.3	0.463	727	70,139	1,570
3	2.0	0.480	74	154	3	1.8	0.476	880	79,914	1,849
3	3.4	0.467	52	110	3	2.6	0.482	820	109,805	1,701
3	4.5	0.466	53	114	3	5.3	0.488	829	97,601	1,699
3	3.3	0.472	57	120	3	3.2	0.455	759	72,160	1,668
2	2.0	0.500	53	106	2	1.3	0.511	953	81,570	1,865
3	3.9	0.453	59	130	3	3.2	0.435	805	70,082	1,851
1	4.1	0.420	55	131	1	2.7	0.437	770	70,640	1,762
3	2.2	0.466	68	146	3	1.9	0.486	892	81,129	1,835
1	4.1	0.541	76	140	1	4.0	0.498	877	71,005	1,761
4	2.3	0.467	63	136	4	2.3	0.454	718	88,002	1,581
4	2.7	0.456	57	124	4	2.5	0.453	688	89,334	1,519
3	1.1	0.467	46	98	3	1.3	0.450	631	79,398	1,402
3	1.2	0.452	44	96	3	1.2	0.449	712	105,254	1,586
4	2.5	0.456	64	140	4	2.5	0.461	912	88,094	1,978
4	2.7	0.444	66	149	4	2.8	0.444	896	84,765	2,018
4	1.9	0.456	72	158	4	1.8	0.452	871	77,887	1,927
3	1.2	0.475	70	147	3	1.1	0.496	1,017	97,373	2,050
2	3.4	0.444	57	129	2	3.2	0.454	838	74,472	1,846
2	2.4	0.470	64	136	2	2.5	0.453	724	64,467	1,598
2	1.7	0.474	62	131	2	1.8	0.498	803	96,232	1,612
2	2.0	0.445	50	112	2	2.3	0.413	712	84,217	1,724

第 3 表

供試木 番 號	方位	壓 縮 (纖維に平行方向)					引 張 (纖維に平行方向)				
		試験 體數	平均 年輪巾 (mm)	比 重	強 度 $\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$	形質商	試験 體數	平均 年輪巾 (mm)	比 重	強 度 $\sigma_t(\text{kg/cm}^2)$	形質商
I A	N	3	1.3	0.539	621	1,152	3	1.3	0.513	1,098	2,140
	E	3	1.2	0.568	649	1,143	3	1.3	0.501	1,211	2,417
	S	3	1.3	0.536	606	1,131	3	1.4	0.530	1,171	2,209
	W	3	1.4	0.539	609	1,130	3	1.7	0.551	1,435	2,604
I B	N	4	1.2	0.511	543	1,063	4	1.6	0.494	958	1,937
	E	2	1.7	0.561	576	1,027	2	1.5	0.498	985	1,978
	S	3	1.5	0.545	575	1,055	3	1.5	0.548	1,271	2,319
	W	3	1.4	0.537	580	1,080	3	1.5	0.518	1,270	2,452
I A	N	3	1.2	0.567	689	1,215	3	1.3	0.522	915	1,725
	E	2	1.2	0.538	650	1,208	2	1.0	0.551	915	1,661
	S	3	1.4	0.554	613	1,106	3	1.2	0.568	924	1,627
	W	3	1.0	0.556	647	1,164	3	1.6	0.582	907	1,558
I B	N	3	1.2	0.500	495	990	3	1.2	0.514	860	1,673
	E	3	1.2	0.562	476	847	3	1.3	0.517	695	1,344
	S	3	1.0	0.571	541	947	3	1.2	0.558	853	1,528
	W	3	1.0	0.535	525	981	3	1.5	0.555	946	1,704

第 4 表

比 重 $\gamma_n$	壓縮強度 (纖維に平行) $\sigma_c \text{kg/cm}^2$		引張強度 (纖維に平行) $\sigma_t \text{kg/cm}^2$		前斷強度 (纖維に平行) $\sigma_s \text{kg/cm}^2$		曲 げ $\sigma_b \text{kg/cm}^2$		曲げ彈性係數 $E_b \text{kg/cm}^2$	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.30	—	—	—	573	—	—	—	—	—	—
0.31	—	280	—	—	—	47	—	526	—	67,741
0.32	—	308	—	—	—	53	—	—	—	—
0.33	—	—	715	559	—	—	—	563	—	101,368
0.34	241	345	786	684	52	50	547	499	45,064	81,784
0.35	—	348	626	—	53	50	574	550	51,392	102,938
0.36	288	370	751	771	52	—	567	569	51,431	85,594
0.37	277	354	749	685	56	45	590	610	55,651	104,718
0.38	287	426	804	639	57	53	664	553	52,081	84,469
0.39	291	403	—	921	57	50	—	630	—	97,231
0.40	—	452	903	937	61	54	741	687	66,926	89,191
0.41	311	436	977	928	57	49	791	739	67,289	78,118
0.42	332	439	975	692	62	47	786	694	75,792	64,579
0.43	347	395	1,078	890	62	55	733	696	66,464	85,519
0.44	377	432	1,107	1,061	63	56	842	796	79,892	68,145
0.45	387	465	1,399	1,166	65	55	807	725	78,176	85,966
0.46	378	516	1,162	1,247	67	56	920	723	91,299	85,251
0.47	405	485	1,220	1,094	70	56	902	710	82,983	86,272
0.48	400	514	1,429	1,164	71	58	833	821	82,084	88,081
0.49	424	533	1,213	1,405	70	53	993	827	92,515	105,139
0.50	431	497	—	—	—	58	896	882	78,128	105,926
0.51	421	550	1,217	1,051	69	64	844	890	80,406	102,368
0.52	—	—	1,083	1,131	81	51	997	—	86,258	—
0.53	475	—	1,061	—	72	—	1,012	—	98,951	—
0.54	424	—	1,746	895	76	—	1,011	1,014	96,761	71,883
0.55	—	520	—	—	—	—	987	—	89,520	—
0.56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.57	476	—	—	1,561	—	—	—	—	—	—

西・木村一南九州産木材の機械的性質に関する研究

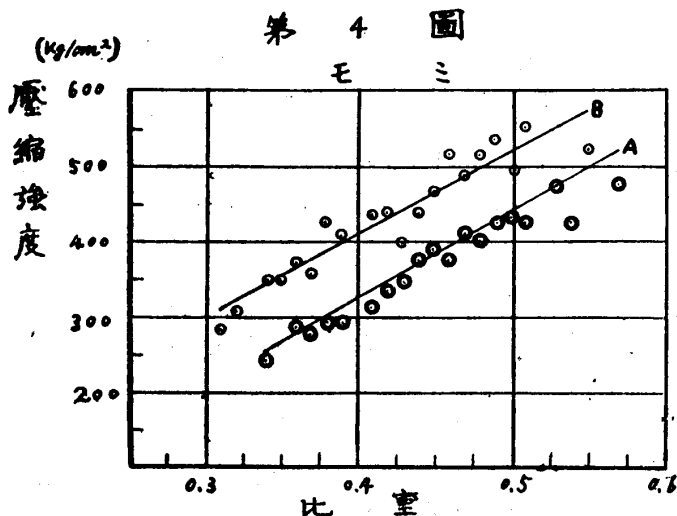
ツ ガ

剪 断 (繊維に平行方向)					曲 げ					
試験 體數	平均 年輪巾 (mm)	比 重	強 度 $\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$	形質商	試験 體數	平均 年輪巾 (mm)	比 重	強 度 $\sigma_b(\text{kg/cm}^2)$	彈性係數 $E_b(\text{kg/cm}^2)$	形質商
3	1.4	0.531	81	149	3	1.4	0.574	1,044	89,229	1,819
3	1.6	0.548	84	153	3	1.5	0.584	892	82,040	1,670
3	1.4	0.538	72	134	3	1.3	0.564	996	90,762	1,766
4	1.4	0.542	76	140	4	1.6	0.570	1,019	90,840	1,788
4	1.2	0.506	64	127	4	1.4	0.529	884	114,052	1,671
2	1.7	0.570	77	135	2	1.8	0.538	981	119,790	1,823
3	1.4	0.534	70	131	3	1.5	0.561	933	140,462	1,663
3	1.5	0.549	64	117	3	1.6	0.546	880	114,988	1,612
3	1.3	0.567	78	138	3	1.2	0.537	911	76,482	1,696
2	0.9	0.569	73	128	2	1.0	0.532	872	80,348	1,639
3	1.2	0.558	75	134	3	1.3	0.532	841	64,801	1,581
3	1.4	0.585	89	152	3	1.9	0.602	1,082	99,890	1,798
3	1.0	0.529	67	127	3	1.0	0.552	893	103,134	1,618
3	1.1	0.570	71	125	3	1.3	0.555	768	138,007	1,384
3	1.1	0.564	74	131	3	1.3	0.585	847	102,799	1,448
3	1.0	0.549	65	119	3	1.3	0.539	825	133,956	1,531

第 5 表 ツ ガ

比 重 $\gamma_n$	壓縮強度 (繊維に平行) $\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$		引張強度 (繊維に平行) $\sigma_t(\text{kg/cm}^2)$		前斷強度 (繊維に平行) $\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$		曲 げ $\sigma_b(\text{kg/cm}^2)$		曲げ彈性係數 $E_b(\text{kg/cm}^2)$	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.46	—	—	—	970	—	—	—	—	—	—
0.47	—	437	—	—	—	—	—	—	—	—
0.48	—	508	—	745	—	69	717	—	71,076	—
0.49	—	—	1,038	880	—	—	858	775	80,314	79,345
0.50	554	521	1,202	708	80	61	881	893	74,442	109,760
0.51	583	480	966	882	—	72	—	780	—	96,517
0.52	614	531	1,107	1,141	76	74	—	819	—	71,701
0.53	618	562	1,170	1,142	73	66	862	835	75,165	121,726
0.54	618	495	878	1,138	74	—	905	959	76,309	139,282
0.55	636	561	941	1,142	74	65	932	832	86,125	128,791
0.56	634	547	1,232	—	80	69	963	805	86,028	140,188
0.57	660	618	1,311	652	97	71	968	1,047	82,550	152,251
0.58	675	—	—	899	73	70	991	1,076	79,073	146,362
0.59	678	—	—	—	85	80	1,033	986	84,108	159,697
0.60	—	540	1,207	713	84	—	1,091	825	95,331	98,219
0.61	—	—	716	—	82	—	1,124	1,041	105,464	173,078
0.62	—	—	—	—	—	—	1,140	—	107,428	—
0.63	—	—	972	—	—	—	1,155	—	100,449	—





關係或は拋物線關係等、場合によりて一致せざるものあること従來の諸試験の示すが如きも、今回の試験の結果を見るに、モミ、ツガの壓縮強度、曲げ強度、及びモミ剪斷強度に於ては大體に於て、第4圖に例示する如く、比較的規則正しい直線關係を有してゐるので、直線としてその方程式を求むれば次の如くである。

(a) 比重  $\gamma_n$  と壓縮強度  $\sigma_c$  (kg/cm<sup>2</sup>) の關係式

モ ミ A :  $\sigma_c = 1,045 \gamma_n - 103$  ..... (1)

モ ミ B :  $\sigma_c = 1,100 \gamma_n - 31$  ..... (2)

ツ ガ A :  $\sigma_c = 1,260 \gamma_n - 60$  ..... (3)

ツ ガ B :  $\sigma_c = 854 \gamma_n + 75$  ..... (4)

(b) 比重  $\gamma_n$  と剪斷強度  $\sigma_s$  (kg/cm<sup>2</sup>) の關係式

モ ミ A :  $\sigma_s = 132 \gamma_n + 6$  ..... (5)

ツ ガ B :  $\sigma_s = 51 \gamma_n + 31$  ..... (6)

(c) 比重  $\gamma_n$  と曲げ強度  $\sigma$  (kg/cm<sup>2</sup>) の關係式

モ ミ A :  $\sigma_b = 2,054 \gamma_n - 110$  ..... (7)

モ ミ B :  $\sigma_b = 2,023 \gamma_n - 150$  ..... (8)

ツ ガ A :  $\sigma_b = 2,482 \gamma_n - 418$  ..... (9)

然しモミ、ツガの引張強度、曲げ彈性係數、モミB、ツガAの剪斷強度、及びツガB材の曲げ強度に至つては、比重との間に大體その大なるに従ひ強度又大なりとの傾向は認めることができるけれども、頗る錯雜で兩者の間に數學的關係式をつくることは困難である。

### 3 平均年輪幅と強度との關係

年輪幅が木材の品質指標として極めて顯著なる關係あるは渡邊教授が霧島産赤松に就て報告せられたる所であるが<sup>註1</sup>本試験の結果に就ても、年輪幅 0.1mm 毎に取纏めて見たがその間にはつきりした數的關係は得られなかつた。それは樹種の異なる爲か或は供試體の個體的特異性によるか、更に他日の試験にまつ他はない。

### 4 樹幹の方位と強度との關係

各供試木よりその試験體を切り取りたる方位別に、その平均強度を比較すれば第6表の如くである。

註4 渡邊治人・和田吉弘：九州大學農學部研究速報 第15號 (昭和20年8月) 霧島赤松の年輪巾、秋材率、容積重、壓縮強度間の相互關係に就て。

北村義重：日本林學會誌 第17卷第2號。トドマツ全乾材に於ける年輪幅と比重並に抵壓強との關係。

第 6 表

樹種	方位	壓縮 $\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	引張 $\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	剪斷 $\sigma_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ $\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
モミ	N	435	1,028	58	767
	E	413	1,019	59	771
	S	415	1,048	60	763
	W	416	1,144	59	802
ツガ	N	587	958	73	933
	E	588	952	76	878
	S	584	1,055	73	904
	W	590	1,140	74	952

此の關係に就ては他の試験に於ても、歸一する所なきを常とする如くであるが、本實驗にても上表の如く特に顯著なる傾向は見出されな  
い。漸く西位のものが優位にあることを認め得られよう。

### 5 樹幹の上、下位置別と強度との關係

各供試木の下部より取材せるAと上部より取材せるBとに就て、その各種の強度を比較すれば第7表の如くである。

第 7 表

樹種	壓縮 (kg/cm <sup>2</sup> )		引張 (kg/cm <sup>2</sup> )		剪斷 (kg/cm <sup>2</sup> )		曲げ (kg/cm <sup>2</sup> )	
	下部 (A)	上部 (B)	下部 (A)	上部 (B)	下部 (A)	上部 (B)	下部 (A)	上部 (B)
モミ	369	471	1,066	1,053	64	54	807	744
ツガ	636	539	1,072	980	79	69	957	876

即ち1樹幹の枝下部分に於て、上下2ヶ所からとつたに止り、詳しく高さに依る強度の變化を追求する目的をもつて行はなかつたのであるが、この範圍に於ては下部が上部より稍強大である。唯モミ材の壓縮強度のみは逆の現象を呈してゐる。

### 6 破壊状態

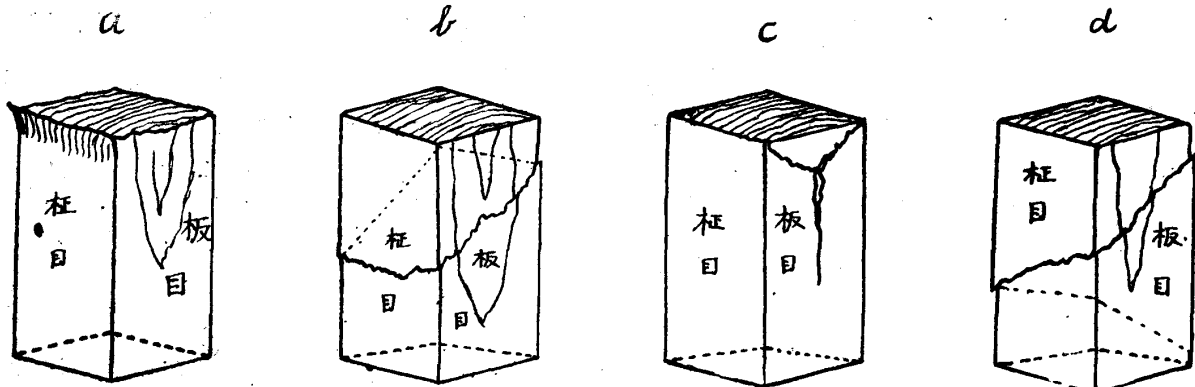
破壊状態と強度との關係に就ては既に古くから注目せられ、又我國にても早くから調査せられたものも少くないが、唯あまり之について詳しく検討を加へられて居らないようである。Baushinger氏は、引張り強さ試験の實施に際して5の破壊型をあげ、1)Kurz stumpf, 2)Kurz zackig, 3)blättrig, 4)faserig, 5)lang faserig, に分ち、大體此の順序に強度が大であるとした。<sup>註5</sup>本實驗に於ては壓縮、引張り曲げの三種の試験に對してその破壊状況を調査して次の結果を得た。

#### A) 壓縮

壓縮試験の際の試験體の柁目及び板目の面に表はれた破壊の状態を次の如く分類して強度との關係を調べて第8表の如くなつた。

- a, 破壊走向が木口面に平行に木口周邊に表はれたるもの
- b, 破壊走向が木口面に傾斜して柁目、板目の4面に表はれたるもの
- c, 破壊走向が板目面に於て楔狀に表はれたるもの
- d, 破壊走向が柁目、板目の4面に連續して螺旋狀に表はれたるもの

註5 Lorey's Handbuch der Forstwissenschaft. Bd I., Die technischen Eigenschaften der Hölzer von Exner s.155.



第 5 圖

第 8 表

破壊状態	モ ミ				ツ ガ			
	出現個數	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>			出現個數	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>		
		最 小	最 大	平 均		最 小	最 大	平 均
a	29	335	555	456	12	423	602	538
b	9	285	556	448	16	532	748	627
c	9	331	538	417	11	480	702	586
d	9	280	541	456	9	490	665	579

之によつて見ると、木口面全體に押し潰されてその周邊に破碎状を呈し居るもの多く、殊にツガに比しモミに於て極めて顯著である。ツガに於ては寧ろ斜走して居るものゝ方が多い。之は剪斷強度に於ては、ツガがモミに勝ると雖もさほど大差はなきも、壓縮に於てはツガの強度甚だ大なるに比し、モミは平均その約7割に過ぎず、殊に個別的に更に非常に壓縮強度の弱きものがあり、之に反しツガは比較的に云うて剪斷強度が小、殊に個別的に弱いものがあるため、結局ツガに滑り破壊

第9表 破壊走向角度調

樹 種 角 度	モ ミ		ツ ガ	
	柱目	板目	柱目	板目
割目を生ぜざるもの	* 29	29	12	12
0°	8	1	10	0
5°	8	0	10	3
10°	8	2	6	3
15°	1	9	5	3
20°	2	4	4	6
25°	—	3	—	3
30°	—	5	—	8
35°	—	1	—	7
40°	—	1	—	2
45°	—	1	—	—

\* 木口周邊にのみ壓挫の現はれあるもの。

が多く現はれ、モミに押し潰された状況のものも多く現はれたものと思はれるものである。

破壊状況と壓縮強度との間には特別の關係は認められぬ。

更に之等割目が柱目並に板目面に、表はれたる時その破壊走向が木口面となす角度を測り、之を5°毎にとりまとめてその出現個數を調べると次の第9表の如くである。

破壊の状況に就て或は水分の量により異なり或は樹種によりて異ると稱せられる。註本試験

註6 林業試験報告第6號，諸戸博士，木材強度試験報告。

の場合には最も普通認めらるゝ通り破壊線の走向角度に就ては、柾目に於て水平に走り板目に於て斜に走つてゐる。此の理由に就ては射出線の方が影響ありと説明せられるが、<sup>註7</sup>それだけではまだ不十分の感がある。之は繊維方向と剪断力との関係にある様に考へらるゝけれど、未だ此の實驗を進めるに至らなかつた。尙走向の角度が割合小で最大の剪断力の生ずる 45° の角度より皆遙かに小なる點に就てもこゝに討議をさけ、共に他日の研究に譲ることとする。

### B) 引 張

引張破壊状態に就ては次の様に分類した。

- a, 破壊面が平滑なるもの
- b, 破壊面が鋸齒状のもの
- c, 破壊面が長裂けのもの

以上の分類について強度との関係を示せば第10表の如くなる。

第 10 表

破壊状態	モ ミ $\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )			ツ ガ $\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )		
	最 小	最 大	平 均	最 小	最 大	平 均
a	559	1,561	871	533	1,745	862
b	798	1,468	1,137	548	1,537	1,035
c	928	1,629	1,237	871	1,615	1,197

個體的には多少例外があるが、大體に於てはモミ、ツガ共に引張強度は破壊状況、平滑状、鋸齒状、長裂け状の順序で増加する傾向を示して居る。

### C) 曲 げ

前掲の引張の場合と同様に破壊状況を a, b, c と分類した強度との関係は次の如くである。

第 11 表

破壊状態	モミ $\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )			ツガ $\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均
a	492	903	663	691	891	779
b	563	935	750	775	1,076	918
c	668	1,014	890	921	1,025	968

引張りの場合ほど著しくないが、是亦同様の傾向を示してゐる。

### 7 仕事量

曲げ試験を行つた場合應力歪圖の上から破壊限界迄の面積を計算して之を更に(10×10)cm<sup>2</sup>當りの仕事量を算出した。之は平均に於ては略強度と相比例するけれど個々に就ては必ずしも

一致しない。尙之が木材の靱性との関係に於ては、次の論文「木材の靱性」を参照せられたい。

### IV 摘 要

- (1) 熊本縣球磨郡大平國有林産モミ5本、ツガ2本を選び選定し各供試木の上下2部分より木取りし各試験片を作製し各種の機械的性質を試験した。
- (2) 試験の結果を法正含水率15%の場合に換算し、更に之を集約すると次表の如くなる。

註7 關谷文彦：木材強弱學，p.127.

第 12 表

性 質	モ ミ		ツ ガ	
	範 圍	平 均	範 圍	平 均
年 輪 巾 (mm)	0.5~5.8	2.8	0.7~2.4	1.4
比 重	0.303~0.571	0.443	0.464~0.629	0.545
壓 縮 (kg/cm <sup>2</sup> )	282~554	420	476~689	588
引 張 (kg/cm <sup>2</sup> )	691~1,513	1,070	695~1,435	1,026
剪 斷 (kg/cm <sup>2</sup> )	44~76	59	64~89	74
曲 げ (kg/cm <sup>2</sup> )	558~1,017	776	768~1,082	918
曲げ弾性係數 (kg/cm <sup>2</sup> )	48,701~120,444	82,078	64,801~138,007	102,599

- (3) 比重と強度との關係は壓縮強度，曲げ強度及びモミの剪斷強度は大體正比例即ち直線式の關係であるが，引張，剪斷，曲彈性係數及びツガBの曲げ強度は一定の數學的關係式で表はすことは出来なかつた。年輪幅と強度との關係に就ても亦然りである。
- (4) 樹幹の方位に就ては西位が稍勝れるのを認め得るのみであり，上下の位置に就ては下部が上部よりやゝ強大である。
- (5) 破壊状態の分類及びその強度との關係に就てはやゝ詳しく検討を試みんとしたが，未だ充分な資料と結論を得ないから之は他日に保留することとした。

### Studies on the Mechanical Properties of Woods in South Kyushu.

Rikizo Nishi & Daizo Kimura

- 1) An Experiment of mechanical properties on each test piece taken from the upper and lower parts of 5 *Momi* and 2 *Tuga* produced at Ohira National Forest, Kuma district, Kumamoto prefecture.
- 2) The following list shows the results of the test converted into 15 % normal water content.

Properties	<i>Momi</i> . <i>Abies firma</i> S. et. Z.		<i>Tuga</i> . <i>Tsuga Sieboldii</i> Carr.	
	Range	Average	Range	Average
Width between of annual rings m.m.	0.5~5.8	2.3	0.7~2.4	1.4
Specific gravity	0.303~0.571	0.443	0.464~0.629	0.545
Compressive strength kg/cm <sup>2</sup>	282~554	422	476~689	588
Tensile " "	691~1,513	1,070	695~1,435	1,026
Shearing " "	44~76	59	64~89	74
Bending " "	558~1,017	776	768~1,082	918
Modulus of elasticity of bending kg/cm <sup>2</sup>	48,701~120,444	82,078	64,801~138,007	102,599

- 3) Compressive strength, bending strength and shearing strength of *Momi*, is of direct proportion namely of a straight line. As for the relation on tensile strength, shearing strength and bending strength of *Momi* B, we could not indicate it by definite mathematical expression. The relation of width between of annual rings and strength was same as stated above.
- 4) As for the direction of the stem, it was perceived that the west part was superior to some extent, and for the position the lower part was more or less stronger than the upper part.