

## 木材の機械的性質の相互關係に就いて：第I報 トド マツ・エゾマツ・グイマツ

渡邊, 治人  
九州帝國大學農學部

<https://doi.org/10.15017/14095>

---

出版情報：九州帝国大学農学部演習林報告. 13, pp. 35-55, 1943-03-25. 九州大学農学部附属演習林  
バージョン：  
権利関係：

# 木材の機械的性質の相互關係に就いて

## 第 I 報 トドマツ、エゾマツ、グイマツ

H. Watanabe: On the relations between the various mechanical properties of wood.

I. *Abies sachalinensis* Fr. Schm., *Picea jezoensis* Carr. and *Larix dafurica* Turcz. var. *japonica* Maxim..

教授 農學博士 渡 邊 治 人

### 目 次

I. 緒 論	35
II. 試験體の製作と試験法	36
III. 試験結果の整理	40
IV. 試験結果	41
V. 容積重と機械的性質との關係	41
VI. 各種の機械的性質の對壓比	42
VII. 結 論	43

### I. 緒 論

從來、構造用木材が他の構造用材料に比較して其の利用が粗放であるのは、使用せんとする木材の機械的性質の判定が困難なる爲に、不經濟な安全率の使用を餘儀なくされることが主要な原因である。故に構造用木材の集約な利用を計るには、使用せんとする木材の機械的性質をそれぞれ試験すれば良い理であるが、然しその實行は種々の試験機械を必要として容易な業でない。若し、壓縮強度を基準としたる其の他の機械的性質の相互關係を、重要なる構造用木材に就いて闡明し得るならば、之等の木材を使用するに際し、單に壓縮試験のみを施行することに依つて、其の他は之を比較的正確に判斷することが出来る。かくして使用せんとする構造用木材の機械

的性質を容易に判定し得て、木造建造物の設計に際し材料力學的に不安なき經濟的に妥當なる安全率を採用することに依り、其の木材の集約な利用を達成することが出来るであらう。

此の研究に於ては、上述の見地から、本邦産の重要なる構造用木材の壓縮強度(纖維に平行方向)、曲げ強度、剪斷強度(纖維に平行方向)、引張強度(纖維に平行方向)、曲げ彈性係數、衝擊曲げエネルギー及び硬度(木口)を試験し、壓縮強度を基準としたる之等の機械的性質の相互關係を求める。

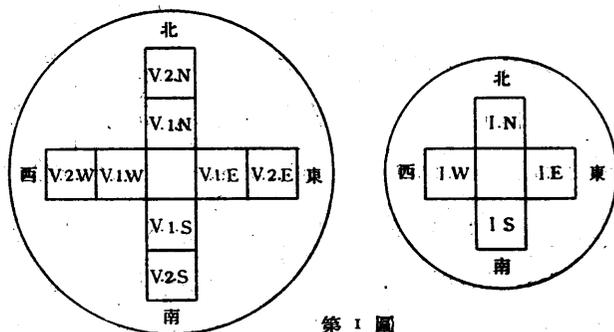
第 1 報は邦領樺太の北部に位する九州帝國大學樺太演習林産のトドマツ、エゾマツ及びグイマツに就いて研究したる結果の報告である。

本研究は 文部省科學研究費に依り行つたもので、試験材料の蒐集は九州帝國大學樺太演習林の田中祐一助教授を煩し、試験には九州帝國大學農學部の重松將雄助手の助力を得た。深く謝意を表す。

## II. 試験體の製作と試験法

供試材は昭和 14 年 8 月に九州帝國大學樺太演習林より採取した。トドマツとエゾマツの供試木は海拔高約 200 m の平地に存在する兩樹種の混淆林より、グイマツの供試木は海拔高約 100 m の平地に存在する純林より、それぞれ 5 本宛を選定した。第 1 表に各供試木の胸高直徑、樹高及び枝下高を示す。

地上より樹高の約四分の一の樹幹部から上方に約 2.5 m 長の丸太を伐り採り、各



第 1 圖

丸太から直徑の大小に應じて第 1 圖の如く約 5.5 cm 角の角棒を木取つた。之を氣乾材に乾乾燥して、各角棒の無疵部分より各種の試験體を製作した。

試験體の寸法及び試験方法

は次の如し。

第 1 表

樹 種	供試木 番 號	胸高直徑 (cm)	樹 高 (m)	枝 下 高 (m)
トドマツ	I	25	19.18	6.40
	II	25	20.60	6.40
	III	35	21.80	6.20
	IV	35	24.00	4.50
	V	45	24.60	6.90
エゾマツ	I	25	19.20	4.90
	II	25	21.00	6.30
	III	35	22.00	5.50
	IV	35	23.30	4.60
	V	45	24.50	4.60
グイマツ	I	25	17.50	7.80
	II	25	18.50	5.30
	III	35	18.50	5.30
	IV	35	21.10	8.00
	V	45	23.20	4.80

## (1). 壓縮試験 (纖維に平行方向)。

邊長約 2 cm の正方形斷面を有する高さ約 4 cm の直六面體とし、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二面は柁目、他の二面は板目とした。試験體の兩木口面より荷重を加へ、次式に依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>).

## (2). 曲げ試験。

試験體の形狀及び寸法は、邊長約 2 cm の正方形斷面を有する材長約 30 cm 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二面は柁目、他の二面は板目とし、纖維通直な目切無きものとした。スパンは 24 cm とし、集中荷重をスパンの中央に加へ、荷重面は柁目とした。次式に依り曲げ強度及び曲げ彈性係數を求めた。

$$\text{曲げ強度} : \sigma_b = \frac{3}{2} \frac{Pl}{bh^2} \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

曲げ弾性係数 :  $E_b = \frac{1}{4} \frac{pl^3}{yb h^3}$  (kg/cm<sup>2</sup>).

但し、 $P =$  最大荷重 (kg).

$\frac{p}{y} =$  弾性限度内に於ける荷重と変形との比.

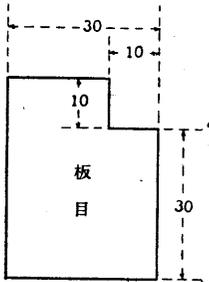
$l =$  スパン (cm).

$b =$  試験體の幅 (cm).

$h =$  試験體の高さ (cm).

(3). 剪斷試験 (纖維に平行方向)。

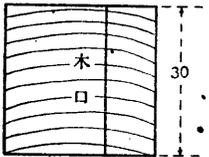
試験體の形狀及び寸法は第 2 圖に示す。試験體は其の纖維方向を材軸に平行ならしめ、材軸に平行な相對する二面は柁目、他の二面は板目とした。剪斷力は纖維に平行方向に加へ、剪斷面は柁目とした。次式に依り剪斷強度を求めた。



剪斷強度 :  $\sigma_s = \frac{P}{A}$  (kg/cm<sup>2</sup>).

但し、 $P =$  最大荷重 (kg).

$A =$  剪斷面積 (cm<sup>2</sup>).



(4). 引張試験 (纖維に平行方向)。

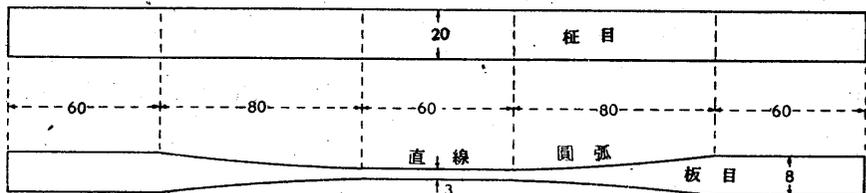
試験體の形狀及び寸法は第 3 圖に示す。試験體は纖維通直なる平柁とし、目切は注意して避けた。次式に依り引張強度を求めた。

引張強度 :  $\sigma_t = \frac{P}{A}$  (kg/cm<sup>2</sup>).

但し、 $P =$  最大荷重 (kg).

$A =$  斷面積 (cm<sup>2</sup>).

第 2 圖 單位 (mm)



第 3 圖 單位 (mm)

## (5). 衝撃曲げ試験。

試験体の形状及び寸法は、邊長約 2 cm の正方形断面を有する材長約 30 cm の柱體とし、繊維通直にして目切無きものを選び、材軸を繊維方向に平行ならしめ、材軸に平行な相對する二面は柁目、他の二面は板目とした。スパンを 24 cm とし、10 kg·m の衝撃エネルギーを有する 衝撃ハンマーにてスパンの中央を衝撃し、荷重面は柁目とした。

次に依り 衝撃曲げエネルギーを求めた。

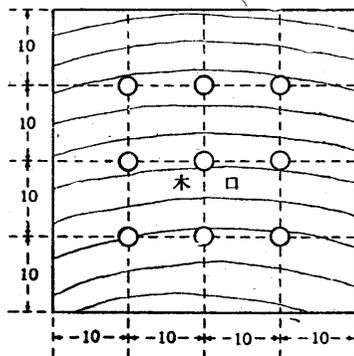
$$\text{衝撃曲げエネルギー} : U = \frac{W}{A} \text{ (kg} \cdot \text{m/cm}^2\text{)}.$$

但し、 $W =$  衝撃仕事 (kg·m).

$A =$  斷面積 (cm<sup>2</sup>).

## (6). 硬度試験 (木口)。

試験体の形状及び寸法は、邊長約 4 cm の立方體とし、相對する二面はそれぞれ木口、柁目及び板目とし、試験面は木口とした。試験面に直径 10 mm の鋼球を壓入し、荷重 30 kg を 30 秒作用せしめて、荷重を加へたる儘其の凹痕の深さを測定して減込量を求めた。



第 4 圖 單位 (mm)

し、荷重 30 kg を 30 秒作用せしめて、荷重を加へたる儘其の凹痕の深さを測定して減込量を求めた。鋼球の壓入位置を第 4 圖に示す。次に依り 硬度を求めた。

$$\text{硬度} : H = \frac{p}{60\pi h} \text{ (kg/mm}^2\text{)}.$$

但し、 $p =$  荷重 (kg).

$h =$  減込量 (mm).

## (7). 含水率の測定。

壓縮試験及び硬度試験では 試験體全體に就き 含水率を測定し、曲げ試験及び 衝撃曲げ試験では 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 破壊箇所より 全年輪を含めて採取したる 試験體の一部分に就き測定した。次に依り 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、 $W_u$  = 試験体の試験時の重量 (g).

$W_0$  = 試験体の全乾重量 (g).

(8). 容積重の測定。

圧縮試験、曲げ試験、衝撃曲げ試験及び硬度試験では試験体全体に就き容積重を測定し、剪断試験及び引張試験では含水率測定用の試料に就き測定した。次式に依り試験体の容積重を求めた。

$$\text{容積重} : \gamma_u = \frac{W_u}{V_u} \text{ (g/cm}^3\text{)}.$$

但し、 $W_u$  = 試験体の試験時の重量 (g).

$V_u$  = 試験体の試験時の容積 (cm<sup>3</sup>).

### III. 試験結果の整理

試験時の含水率に對して得たる容積重及び各種の機械的性質を表す數値は、次に述べる方法に依り法正含水率 15% に對する數値に換算した。

(1). 容積重の換算。

試験時の含水率に對して測定したる容積重は、すべて次式に依り法正含水率 15% に對する容積重に換算した。(註 1)

$$\text{法正容積重} : \gamma_n = \frac{1.15 \gamma_u}{1 + u + 0.84 \gamma_u (0.15 - u)} \text{ (g/cm}^3\text{)}.$$

但し、 $\gamma_n$  = 含水率 15% に對する容積重 (g/cm<sup>3</sup>).

$\gamma_u$  = 試験時の含水率に對する容積重 (g/cm<sup>3</sup>).

$u$  = 試験時の含水率 (小數で表はしたる値)。

(2). 機械的性質の換算。

法正含水率 15% に對する機械的性質を標準として、含水率 1% の増減による數値の増減率を次の如く推定し、試験時の含水率に對する各種の機械的性質を表す數値を、法正含水率 15% に對する値に換算した。(註 1)

壓縮強度: + 5%,

曲げ強度: + 4%,

剪断強度: + 3%,

引張強度: + 3%,

曲げ弾性係数： + 2%，

衝撃曲げエネルギー： - 0.5%

硬度（木口）： + 4%.

但し、+ 號は含水率 1% の減少に依る増加率、- 號は減少率を示す。

#### IV. 試 験 結 果

法正含水率 15% に對する容積重及び各種の機械的性質の試験結果を表示すれば第 2 表乃至第 4 表の如し。容積重を横軸にとり、機械的性質を縦軸にとつて、之等の測定値を圖上に求むれば、トドマツとエゾマツは全く同一群に屬し、グイマツは異なる群を形成する。依つてトドマツ・エゾマツ群とグイマツ群とに就き、容積重を相等しくする同種の機械的性質の數値を平均して示せば第 5 表及び第 6 表となる。

#### V. 容積重と機械的性質との關係

第 5 表及び第 6 表より、容積重と機械的性質との關係を概觀すれば、大體に於て直線關係を有することが判る。依つて直角座標軸を設け、容積重を横軸にとり、機械的性質を表す數値を縦軸にとつて、描く直線の方程式を求むれば次の如くなる。

(1). 容積重  $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>) と壓縮強度  $\sigma_c$  (kg/cm<sup>2</sup>) の關係式 (第 5 圖参照)。

$$\text{トドマツ、エゾマツ：} \quad \sigma_c = 1276\gamma - 112 \quad (1)$$

$$\text{グイマツ：} \quad \sigma_c = 1072\gamma - 54 \quad (1)'$$

(2). 容積重  $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>) と曲げ強度  $\sigma_b$  (kg/cm<sup>2</sup>) の關係式 (第 6 圖参照)。

$$\text{トドマツ、エゾマツ：} \quad \sigma_b = 2461\gamma - 280 \quad (2)$$

$$\text{グイマツ：} \quad \sigma_b = 2008\gamma - 173 \quad (2)'$$

(3). 容積重  $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>) と剪斷強度  $\sigma_s$  (kg/cm<sup>2</sup>) の關係式 (第 7 圖参照)。

$$\text{トドマツ、エゾマツ：} \quad \sigma_s = 290\gamma - 50 \quad (3)$$

$$\text{グイマツ：} \quad \sigma_s = 212\gamma - 36 \quad (3)'$$

(4). 容積重  $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>) と引張強度  $\sigma_t$  (kg/cm<sup>2</sup>) の關係式 (第 8 圖参照)。

$$\text{トドマツ、エゾマツ：} \quad \sigma_t = 5894\gamma - 1134 \quad (4)$$

$$\text{グイマツ：} \quad \sigma_t = 1868\gamma + 324 \quad (4)'$$

(5). 容積重  $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>) と曲げ弾性係数  $E_b$  (kg/cm<sup>2</sup>) の関係式 (第 9 圖参照)。

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } E_b = 326817\gamma - 48597 \quad (5)$$

$$\text{グイマツ: } E_b = 240034\gamma - 26472 \quad (5)'$$

(6). 容積重  $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>) と衝撃曲げエネルギー  $U$  (kg·m/cm<sup>2</sup>) の関係式 (第 10 圖参照)。

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } U = 1.793\gamma - 0.317 \quad (6)$$

$$\text{グイマツ: } U = 1.174\gamma - 0.083 \quad (6)'$$

(7). 容積重  $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>) と硬度  $H$  (kg/mm<sup>2</sup>) の関係式 (第 11 圖参照)。

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } H = 6.567\gamma + 0.125 \quad (7)$$

$$\text{グイマツ: } H = 5.332\gamma + 0.836 \quad (7)'$$

## VI. 各種の機械的性質の對壓比

前述の如く、機械的性質は容積重に略々比例して變化するものである。従つて各種の機械的性質と壓縮強度との比も亦一般に容積重に伴つて變化するものである。今、各種の機械的性質と壓縮強度との比、即ち對壓比を求むれば次の如く容積重  $\gamma$  (kg/cm<sup>3</sup>) の函數として與へらる。

(1). 曲げ強度の對壓比  $\beta_b$ .

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } \beta_b = \frac{2461\gamma - 280}{1276\gamma - 112} \quad (8)$$

$$\text{グイマツ: } \beta_b = \frac{2008\gamma - 173}{1072\gamma - 54} \quad (8)'$$

(2). 剪斷強度の對壓比  $\beta_s$ .

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } \beta_s = \frac{290\gamma - 50}{1276\gamma - 112} \quad (9)$$

$$\text{グイマツ: } \beta_s = \frac{212\gamma - 36}{1072\gamma - 54} \quad (9)'$$

(3). 引張強度の對壓比  $\beta_t$ .

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } \beta_t = \frac{5894\gamma - 1134}{1276\gamma - 112} \quad (10)$$

$$\text{グイマツ: } \beta_t = \frac{1868\gamma + 324}{1072\gamma - 54} \quad (10)$$

(4). 曲げ弾性係数の對壓比  $\beta_e$ .

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } \beta_e = \frac{326817\gamma - 48597}{1276\gamma - 112} \quad (11)$$

$$\text{グイマツ: } \beta_e = \frac{240034\gamma - 26472}{1072\gamma - 54} \quad (11)$$

(5). 衝撃曲げエネルギーの對壓比  $\beta_u$ .

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } \beta_u = \frac{1.793\gamma - 0.317}{1276\gamma - 112} \quad (12)$$

$$\text{グイマツ: } \beta_u = \frac{1.174\gamma - 0.083}{1072\gamma - 54} \quad (12)$$

(6). 硬度の對壓比  $\beta_h$ .

$$\text{トドマツ、エゾマツ: } \beta_h = \frac{6.567\gamma + 0.125}{1276\gamma - 112} \quad (13)$$

$$\text{グイマツ: } \beta_h = \frac{5.332\gamma + 0.836}{1072\gamma - 54} \quad (13)$$

## VII. 結 論

邦領樺太の北部に位する九州帝國大學樺太演習林産のトドマツ、エゾマツ及びグイマツを各々 5 本宛選び、法正含水率 15% を有する木材の各種の機械的性質を試験した結果に依れば、

(1). 容積重 ( $\text{g/cm}^3$ ): トドマツ 0.321~0.462 平均 0.374, エゾマツ 0.408~0.510 平均 0.455, グイマツ 0.494~0.867 平均 0.662.

(2). 壓縮強度 (纖維に平行方向) ( $\text{kg/cm}^2$ ): トドマツ 287~445 平均 368, エゾマツ 408~551 平均 469, グイマツ 484~898 平均 654.

(3). 曲げ強度 ( $\text{kg/cm}^2$ ): トドマツ 494~767 平均 650, エゾマツ 745~924 平均 848, グイマツ 848~1432 平均 1104.

(4). 曲げ弾性係數 ( $\text{kg/cm}^2$ ): トドマツ 57341~91938 平均 75501, エゾマツ 86860~112874 平均 100575, グイマツ 92388~181782 平均 129613.

(5). 剪斷強度 (纖維に平行方向) ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ): トドマツ 44~78 平均 58, エゾマツ 56~100 平均 81, グイマツ 69~153 平均 103.

(6). 引張強度 (纖維に平行方向) ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ): トドマツ 731~1335 平均 1021, エゾマツ 1222~1893 平均 1555, グイマツ 1178~1950 平均 1595.

(7). 衝撃曲げエネルギー ( $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ ): トドマツ 0.248~0.488 平均 0.365, エゾマツ 0.390~0.641 平均 0.495, グイマツ 0.525~0.834 平均 0.695.

(8). 硬度 (木口) ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ): トドマツ 2.13~2.99 平均 2.54, エゾマツ 2.52~3.49 平均 3.10, グイマツ 3.56~5.32 平均 4.15.

(9). 各種の機械的性質を容積重で除したる商、所謂形質商の平均値を示せば次の如し。壓縮形質商: トドマツ 975, エゾマツ 1028, グイマツ 988. 曲げ形質商: トドマツ 1727, エゾマツ 1860, グイマツ 1726. 曲げ弾性形質商: トドマツ 200700, エゾマツ 220200, グイマツ 197100. 剪斷形質商: トドマツ 155, エゾマツ 178, グイマツ 156. 引張形質商: トドマツ 2764, エゾマツ 3406, グイマツ 2357. 衝撃曲げ形質商: トドマツ 0.964, エゾマツ 1.073, グイマツ 1.057. 硬度形質商: トドマツ 6.85, エゾマツ 6.86, グイマツ 6.58.

(10). 平均形質商より考察すれば、エゾマツは總てに於て最も優透であり、トドマツは曲げ、曲げ弾性、引張及び硬度の各形質商に於てグイマツに優り、グイマツは壓縮、剪斷及び衝撃曲げの各形質商に於てトドマツに優る。

(11). 夫々の樹種に對し、供試木 5 本の方位別の平均容積重 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) を求むれば、トドマツ: 東側 0.377, 西側 0.374, 南側 0.374, 北側 0.372. エゾマツ: 東側 0.460, 西側 0.454, 南側 0.455, 北側 0.455. グイマツ: 東側 0.653, 西側 0.639, 南側 0.667, 北側 0.649. 一般に東側と南側が僅かに重く、西側と北側が稍々軽い。

(12). 各種の機械的性質は其の容積重に略々比例して増減し、其の關係はトドマツとエゾマツとは同一直線式で表し得るも、グイマツは別個の直線式となる。之はグイマツ材が多量の樹脂等を含有することに原因するものと思料せらる。而して各種の機械的性質と容積重との關係式は、トドマツとエゾマツに對しては (1) 式乃至 (7) 式にて示され、グイマツに對しては (1)' 式乃至 (7)' 式にて示すことが出來た。

(13). 壓縮強度に對する 其の他の機械的性質の比、所謂對壓比は容積重の函數であつて、トドマツとエゾマツに對しては (8) 式乃至 (13) 式に依り求め、グイマツに對しては (8)' 式乃至 (13)' 式に依り算定することが出来る。

例へば各樹種の平均容積重を以つて計算すれば、トドマツ (平均容積重 0.374 g/cm<sup>3</sup>): 曲げ強度の對壓比  $\beta_b = 175\%$ , 剪斷強度の對壓比  $\beta_s = 15.9\%$ , 引張強度の對壓比  $\beta_t = 293\%$ , 曲げ彈性係數の對壓比  $\beta_e = 20173\%$ , 衝擊曲げエネルギーの對壓比  $\beta_u = 0.097\%$ , 硬度の對壓比  $\beta_h = 0.707\%$ . エゾマツ (平均容積重 0.455 g/cm<sup>3</sup>):  $\beta_b = 179\%$ ,  $\beta_s = 17.5\%$ ,  $\beta_t = 330\%$ ,  $\beta_e = 21344\%$ ,  $\beta_u = 0.106\%$ ,  $\beta_h = 0.664\%$ . グイマツ (平均容積重 0.662 g/cm<sup>3</sup>):  $\beta_b = 176\%$ ,  $\beta_s = 15.0\%$ ,  $\beta_t = 238\%$ ,  $\beta_e = 20188\%$ ,  $\beta_u = 0.106\%$ ,  $\beta_h = 0.666\%$ .

## 引 用 文 献

註 1. F. Kollmann: Technologie des Holzes. 1936. Berlin.

第 2 表 ト ノ マ ツ

供試木 番 號	方位	容積重	壓縮強度 (纖維に 平 行)	容積重	壓縮強度 (纖維に 平 行)	容積重	壓縮強度 (纖維に 平 行)	容積重	曲げ強度	曲げ弾 性係數	容積重	剪斷強度 (纖維に 平 行)	容積重	引張強度 (纖維に 平 行)	容積重	衝撃曲げ エネルギー U	容積重	硬 度 (木口)
		$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_b$ kg/cm <sup>2</sup>	$E_b$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_s$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_t$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	kgm/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	H kg/mm <sup>2</sup>
I	E	0.331	307	0.332	312	0.337	303	0.330	567	59600	0.336	44	0.334	731	0.343	0.248	0.349	2.65
	W	0.350	343	0.350	326	0.339	320	0.335	561	57341	0.339	47	0.336	847	0.346	0.296	0.328	2.32
	S	0.333	321	0.333	321	0.325	247*	0.327	536	59973	0.327	47	0.321	756	0.330	0.266	0.333	2.20*
	N	0.329	314	0.346	318	0.337	261	0.339	494	59859	0.330	51	0.328	836	0.345	0.274	0.340	2.03*
II	E	0.407	440	0.412	441	0.339	344	0.408	767	87294	0.397	65	0.344	885	0.421	0.488	0.396	2.54
	W	0.390	418	0.395	402	0.408	427	0.392	739	77898	0.410	78	0.394	1335	0.387	0.417	0.394	2.73
	S	0.374	397	0.399	410	0.416	411	0.368	634	72419	0.398	78	0.417	1163*	0.392	0.456	0.400	2.68
	N	0.393	414	0.372	377	0.358	377	0.396	688	91938	0.385	64	0.354	760	0.372	0.399	0.368	2.91
III	E	0.462	436	0.407	427	0.456	427	0.476	822*	88976*	0.384	70	0.461	955*	0.428	0.444	0.372	2.55
	W	0.362	368	0.359	367	0.365	356	0.359	570	72582	0.351	44	0.328	806	0.363	0.312	0.357	2.21
	S	0.406	445	0.412	422	0.391	424	0.410	742	89904	0.384	53	0.391	1046	0.414	0.438	0.382	2.46
	N	0.370	386	0.363	324	0.375	382	0.369	689	74952	0.365	45	0.360	909	0.356	0.317	0.351	2.37
IV	E	0.360	380	0.397	399	0.391	388	0.367	598	76066	0.375	58	0.388	1040	0.392	0.430	0.359	2.34
	W	0.374	385	0.381	382	0.383	370	0.388	677	86432	0.378	67	0.374	1121	0.386	0.376	0.359	2.13
	S	0.364	381	0.373	375	0.399	368	0.368	610	74348	0.369	69	0.410	1269	0.377	0.211*	0.376	2.02*
	N	0.387	387	0.394	390	0.369	354	0.388	677	80153	0.371	67	0.354	950	0.392	0.416	0.375	2.51
V, 1	E	0.357	304	0.329	318	0.353	326	0.361	619	69736	0.345	50	0.358	1070	0.336	0.275	0.362	2.34
	W	0.366	314	0.367	358	0.377	366	0.387	669	65874*	0.388	47*	0.381	1121	0.366	0.368	0.365	2.79
	S	0.363	324	0.342	301	0.355	287	0.370	662	74424	0.351	47	0.354	941	0.341	0.335	0.345	2.95*
	N	0.372	359	0.358	345	0.368	361	0.379	632	72076	0.378	52	...	...	0.354	0.348	0.361	2.49
V, 2	E	0.383	362	0.403	377	0.394	333	0.383	626	69272	0.379	59	0.382	1261	0.397	0.399	0.385	2.88
	W	0.402	349	0.387	375	0.431	386*	0.401	722	84210	0.426	67	0.412	1324	0.386	0.379	0.409	2.99
	S	0.400	351	0.378	358	0.389	345	0.405	731	87596	0.369	47	0.377	1119	0.386	0.338	0.382	2.67
	N	0.399	418	0.425	422	0.394	362	0.400	732	82947	0.433	72	0.414	1306	0.430	0.382	0.393	2.53

\* 不法正值と認め省略

第 3 表 エ ゾ マ ツ

供試木 番 號	方位	容積重	壓縮強度 (纖維に 平 行)	容積重	壓縮強度 (纖維に 平 行)	容積重	壓縮強度 (纖維に 平 行)	容積重	曲げ強度	曲げ弾 性係數	容積重	剪斷強度 (纖維に 平 行)	容積重	引張強度 (纖維に 平 行)	容積重	衝撃曲げ エネ ル ギ U	容積重	硬 度 (木口) H
		$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_b$ kg/cm <sup>2</sup>	$E_b$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_s$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_t$ kg/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	kgm/cm <sup>2</sup>	$r_n$ g/cm <sup>3</sup>	kg/mm <sup>2</sup>
I	E	0.478	484	0.482	517	0.462	506	0.476	921	102023	0.511	117*	0.428	1507	0.484	0.574	0.492	3.29
	W	0.467	478	0.490	496	0.468	517	0.473	900	99325	0.471	100	0.468	1646	0.481	0.473	0.461	2.99
	S	0.455	467	0.450	464	0.489	531	0.456	883	109562	0.479	100	0.500	1679	0.447	0.523	0.465	3.25
	N	0.484	551	0.460	502	0.457	485	0.477	924	111191	0.473	94	0.456	1335*	0.481	0.641	0.474	2.89
II	E	0.433	465	0.464	465	0.491	522	0.444	787	86860	0.464	56	0.491	1750	0.466	0.525	0.450	3.12
	W	0.461	516	0.455	479	0.485	494	0.464	874	96643	0.473	51	0.498	1893	0.452	0.503	0.458	3.23
	S	0.484	447	0.457	481	0.509	473	0.495	920	112874	0.472	69	0.534	1367*	0.461	0.416	0.481	3.39
	N	0.475	531	0.446	434	0.465	460	0.478	870	107426	0.460	61*	0.457	1300*	0.465	0.455	0.463	3.24
III	E	0.463	455	0.436	447	0.448	425	0.471	863	105465	0.456	77	0.444	1249	0.446	0.361*	0.447	3.27
	W	0.437	498	0.420	408	0.424	445	0.440	815	89691	0.438	78	0.426	1288	0.429	0.352*	0.420	2.91
	S	0.456	503	0.451	455	0.463	437	0.461	912	109008	0.462	69	0.484	1202*	0.452	0.392	0.452	3.49
	N	0.444	480	0.440	419	0.452	427	0.446	828	98067	0.435	81	0.442	1373	0.446	0.471	0.440	3.09
IV	E	0.450	430	0.467	452	0.510	460	0.434	791	88270	0.448	85	0.453	1118*	0.471	0.294*	0.460	3.18
	W	0.442	482	0.404	426	0.449	446	0.444	810	91378	0.459	63*	0.456	1386	0.408	0.390	0.460	3.20
	S	0.417	433	0.426	432	0.460	460	0.422	768	86486	0.425	74	0.423	1222	0.425	0.475	0.421	3.10
	N	0.440	479	0.457	433	0.425	437	0.445	813	78311*	0.451	64	0.424	1265	0.460	0.397	0.441	3.01
V, 1	E	0.444	443	0.451	481	0.459	493	0.450	857	108854	0.483	96	0.447	1605	0.460	0.527	0.445	2.99
	W	0.463	525	0.468	497	0.457	502	0.462	878	103509	0.474	71	0.450	1624	0.463	0.606	0.455	3.11
	S	0.453	422	0.453	486	0.458	476	0.456	861	102650	0.440	82	0.454	1611	0.449	0.505	0.448	3.16
	N	0.461	439	0.454	430	0.465	470	0.459	837	109096	0.470	83	0.465	1820	0.453	0.635*	0.443	2.99
V, 2	E	0.420	409	0.462	490	0.465	479	0.444	783	92792	0.444	82	0.473	1698	0.457	0.481	0.459	3.15
	W	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	S	0.428	439	0.468	487	0.451	440	0.429	745	91142	0.474	91	0.439	1579	0.462	0.340*	0.446	2.74
	N	0.449	485	0.434	445	0.467	496	0.456	863	110343	0.422	78	0.466	1794	0.434	0.561	0.420	2.52

\* 不正値と認め省略

第 4 表 グ イ マ ツ

供試木 番 號	方位	容積重	壓縮強度 (纖維に 平行)	容積重	壓縮強度 (纖維に 平行)	容積重	壓縮強度 (纖維に 平行)	容積重	曲げ強度	曲げ弾 性係數	容積重	剪斷強度 (纖維に 平行)	容積重	引張強度 (纖維に 平行)	容積重	衝撃曲 げエネ ルギー U	容積重	硬 度 (木口)
		$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_b$ kg/cm <sup>2</sup>	$E_b$ kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_s$ kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\sigma_t$ kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	kgm/cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	H kg/mm <sup>2</sup>
I	E	0.575	530	0.554	573	0.577	571	0.566	959	106237	0.531	115*	0.572	1399	0.561	0.540	0.553	3.77
	W	0.523	506	0.559	563	0.523	519	0.532	940	114573*	0.547	126*	0.527	1178	0.563	0.584	0.550	3.56
	S	0.579	537	0.560	574	0.550	529	0.583	995	118305	0.562	86	0.557	1342	0.547	0.525	0.584	3.85
	N	0.625	613	0.566	585	0.573	618*	0.591	976	110462	0.545	77	0.622	1481	0.556	0.582	0.583	3.88
II	E	0.782	800	0.829	846	0.840	888	0.748	1456*	161187	0.786	128	0.830	1856	0.765	0.834	0.755	5.32
	W	0.774	834	0.828	892	0.821	898	0.763	1340	152285	0.808	108	0.803	1789	0.837	0.819*	0.761	4.74
	S	0.861	870	0.739	848*	0.730	877*	0.847	1738*	181782	0.867	153	0.784	1767	0.755	0.814	0.746	5.01
	N	0.817	770	0.775	768	0.772	778	0.735	1343	154826	0.725	93	0.857	1950	0.752	0.719	0.712	4.48
III	E	0.652	542*	0.733	628	0.792	701*	0.669	1061*	102234*	0.743	127	0.738	1644	0.738	0.756	0.703	4.05*
	W	0.664	660	0.681	691	0.655	669	0.677	1199	143439	0.680	129	0.637	1612	0.678*	0.775	0.651	4.05
	S	0.773	678	0.733	689	0.790	725*	0.813	1432	158870	0.767	132	0.790	1808	0.766	0.813	0.698	4.56
	N	0.720	648	0.709	616*	0.728	708	0.697	1175	142595	0.665	116	0.744	1772	0.694	0.788	0.699	4.12
IV	E	0.598	690*	0.686	716	0.656	706	0.703	1257	138082	0.674	107	0.712	1685	0.647	0.701	0.697	4.51
	W	0.722	668	0.759	725	0.724	724	0.705	1296	142901	0.737	107	0.734	1718	0.737	0.813	0.715	4.00*
	S	0.740	728	0.718	722	0.780	769	0.744	1344	154826	0.679	93	0.755	1737	0.711	0.716	0.700	4.46
	N	0.701	636*	0.683	645	0.715	655	0.700	1183	118860	0.700	93	0.706	1618	0.654	0.720	0.709	4.09
V, 1	E	0.537	493	0.581	586	0.578	643*	0.533	912	106662	0.584	83	0.580	1443	0.584	0.608	0.536	3.79
	W	0.523	516	0.575	606	0.555	623*	0.544	893	99243	0.546	98	0.508	1270	0.573	0.625	0.528	4.21*
	S	0.540	558	0.560	530	0.512	463*	0.543	877	100437	0.568	69	0.494	1237	0.523	0.405*	0.536	3.90
	N	0.567	577	0.547	593	0.521	544	0.568	855*	111106	0.554	129*	0.510	1414*	0.541	0.599	0.511	3.63
V, 2	E	0.583	569	0.589	483*	0.584	527	0.579	1003	119480	0.598	70	0.582	1036*	0.573	0.397*	0.547	3.67
	W	0.573	473*	0.545	436*	0.537	484	0.509	848	92388	0.599	107	0.565	998*	0.537	0.428*	0.578	3.63
	S	0.600	466*	0.567	447*	0.606	539*	0.578	864*	82944*	0.632	101	0.551	916*	0.645	0.453*	0.578	3.76
	N	0.587	542	0.634	512*	0.673	604*	0.593	998	107896	0.593	83	0.652	1169*	0.625	0.504*	0.619	4.38

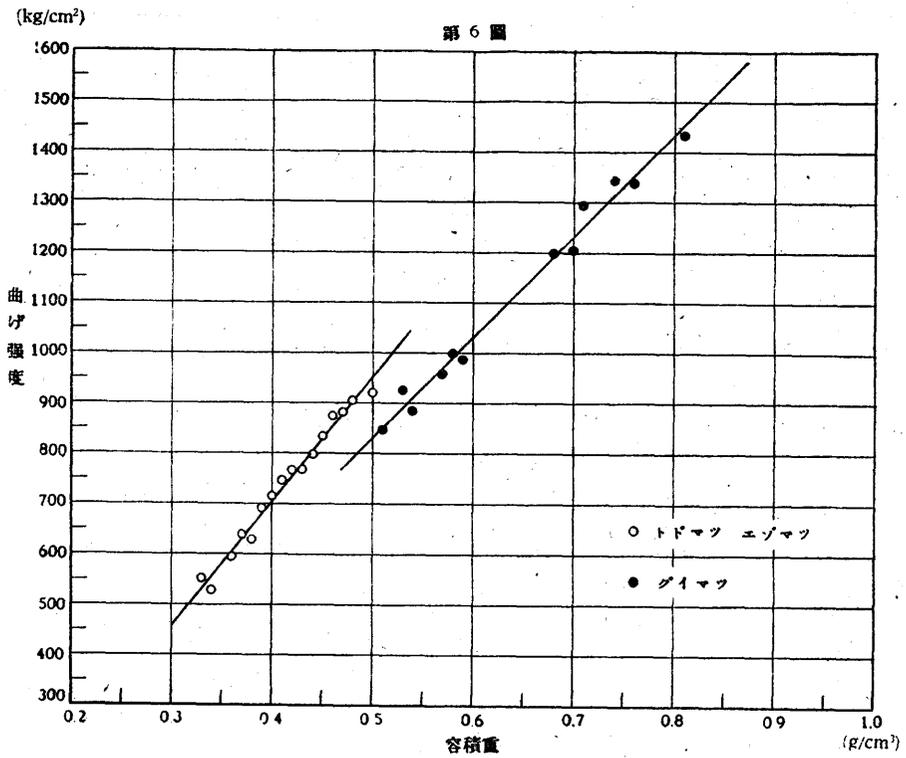
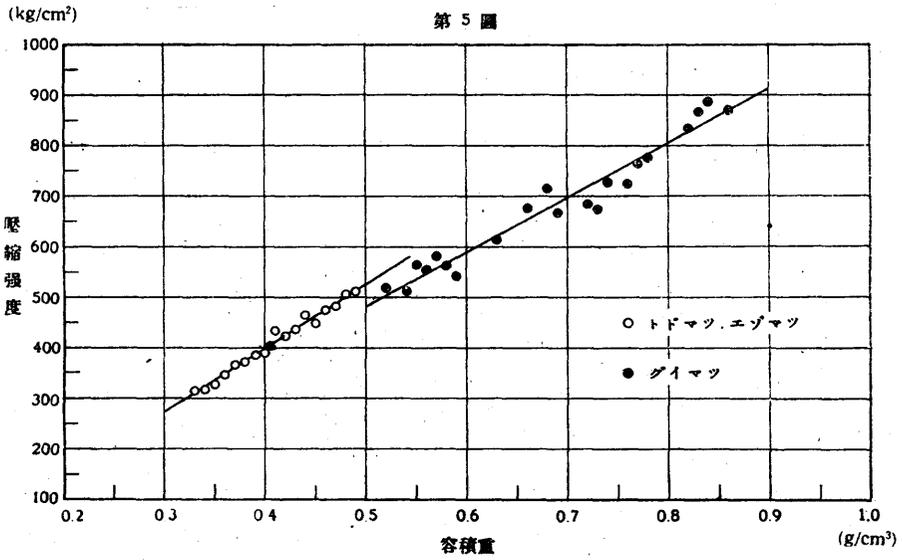
\* 不法正值と認め省略

第 5 表 トドマツ・エゾマツ

容 積 重 $\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	圧 縮 強 度 (繊維に平行) $\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	引 張 強 度 (繊維に平行) $\sigma_t$ kg/cm <sup>2</sup>	曲 げ 強 度 $\sigma_b$ kg/cm <sup>2</sup>	剪 断 強 度 (繊維に平行) $\sigma_s$ kg/cm <sup>2</sup>	衝 撃 曲 げ エ ネ ル ギ ー $U$ kgm/cm <sup>2</sup>	硬 度 (木 口) $H$ kg/mm <sup>2</sup>	曲 げ 弾 性 係 数 $E_b$ kg/cm <sup>2</sup>
0.32	...	756	...	...	...	...	...
0.33	314	791	552	49	0.266	2.26	59787
0.34	317	866	528	46	0.286	...	58600
0.35	328	884	...	47	0.306	2.51	...
0.36	346	990	595	...	0.315	2.30	71159
0.37	366	1121	639	57	0.384	2.75	74442
0.38	371	1167	629	60	...	2.55	70674
0.39	385	1140	691	64	0.402	2.71	81494
0.40	389	...	714	72	0.399	2.61	83032
0.41	433	1300	747	78	0.390	2.99	88265
0.42	421	1244	768	78	0.463	2.84	86486
0.43	435	1398	768	71	0.466	...	89706
0.44	464	1400	799	81	...	3.03	93946
0.45	448	1613	833	74	0.479	3.13	103461
0.46	475	...	873	73	0.501	3.16	105301
0.47	482	1665	882	85	0.490	3.07	105327
0.48	506	...	905	98	0.557	3.39	104725
0.49	511	1750	...	...	0.574	3.29	...
0.50	...	1786	...	...	...	...	112874

第 6 表 グ イ マ ツ

容 積 重 $\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	圧 縮 強 度 (繊維に平行) $\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	引 張 強 度 (繊維に平行) $\sigma_t$ kg/cm <sup>2</sup>	曲 げ 強 度 $\sigma_b$ kg/cm <sup>2</sup>	剪 断 強 度 (繊維に平行) $\sigma_s$ kg/cm <sup>2</sup>	衝 撃 曲 げ エ ネ ル ギ ー $U$ kgm/cm <sup>2</sup>	硬 度 (木 口) $H$ kg/mm <sup>2</sup>	曲 げ 弾 性 係 数 $E_b$ kg/cm <sup>2</sup>
0.49	...	1237	...	...	...	...	...
0.50	...	...	...	...	...	...	...
0.51	...	1342	848	...	...	3.63	92388
0.52	520	...	...	...	...	...	...
0.53	...	1178	926	...	...	...	106662
0.54	512	...	885	...	0.512	3.85	99840
0.55	565	...	...	87	0.525	3.65	...
0.56	556	1342	...	86	0.569	...	...
0.57	581	1399	959	...	0.625	...	108672
0.58	561	1443	999	83	0.608	3.85	118893
0.59	542	...	987	83	...	...	109179
0.60	...	...	...	89	...	...	...
0.61	...	...	...	...	...	...	...
0.62	...	1481	...	...	...	4.38	...
0.63	613	...	...	101	...	...	...
0.64	...	1612	...	...	...	...	...
0.65	...	...	...	...	0.711	4.05	...
0.66	678	...	...	...	...	...	...
0.67	...	...	...	112	...	...	143439
0.68	716	...	1199	111	0.775	...	...
0.69	668	...	...	...	...	...	...
0.70	...	...	1205	108	0.788	4.41	133179
0.71	...	1652	1296	...	0.716	4.47	142901
0.72	683	...	...	...	...	...	...
0.73	675	1718	...	114	...	...	...
0.74	728	1708	1344	117	0.785	...	154826
0.75	...	...	...	...	0.719	5.01	161187
0.76	725	1737	1340	...	0.814	...	152285
0.77	763	...	...	132	0.824	5.03	...
0.78	779	1767	...	...	...	...	...
0.79	...	1808	...	128	...	...	...
0.80	...	...	...	...	...	...	...
0.81	...	1789	1432	...	...	...	158870
0.82	834	...	...	...	...	...	...
0.83	869	1856	...	...	...	...	...
0.84	888	...	...	...	...	...	...
0.85	...	...	...	...	...	...	181782
0.86	870	1950	...	...	...	...	...
0.87	...	...	...	153	...	...	...



第7圖

