



Title	北海道産廣葉樹材八種の硬度試験
Author(s)	大澤, 正之; OHSAWA, MASAYUKI; 宮島, 寛 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 15(2), 263-301
Issue Date	1952-03
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/20689">https://hdl.handle.net/2115/20689</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	15(2)_P263-301.pdf



# 北海道産廣葉樹材八種の硬度試験

教授 大澤正之  
林學博士 宮島 寛

## HARDNESS TEST OF WOOD, 8 SPECIES OF BROAD-LEAVED TREES IN HOKKAIDO

By MASAYUKI OHSAWA, *Professor, Ringakuhakushi*, and  
HIROSHI MIYAJIMA

目 次	
I 緒 言 .....	263
II 硬度の決定法 .....	264
1) JANKA 法 .....	264
2) BRINELL 法 .....	264
3) MEYER 法 .....	266
4) 關 谷 法 .....	267
5) KRIPPEL 法 .....	267
6) Stempeldruck による方法 .....	267
III 荷重と硬度との關係 .....	269
1) 荷重と凹痕の深さとの關係 .....	269
2) 荷重の決定 .....	276
IV 硬度試験成績 .....	276
1) 樹種別の硬度 .....	278
2) 年輪密度と硬度との關係 .....	278
3) 氣乾状態における 比重と硬度との關係 .....	282
4) 氣乾状態における 含水率と硬度との關係 .....	286
5) 加壓面と硬度との關係 .....	290
V 結 言 .....	290
VI 参考文献 .....	292
Résumé .....	293
附 表 .....	294

### I 緒 言

木材の硬度はその加工上重要な關係を有するばかりでなく、木材用途決定上大きな役割をもつ。木材取引上屢々木材を硬材、軟材の2種に大別することがあるが、之は木材の硬さが如何に實用的價值を有するかを物語るものである。一般に硬度という語は廣範圍に用いられ、押付け、磨耗、引掻き、刃物の切削等に對する抵抗の大小をあらわし、各種の材料に對し夫々の試験を行い硬度數値を求め得るけれども、木材の硬度試験ではその表面に鋼球を押付けたときの抵抗の大小をあらわす押付硬度 (Indentation hardness) が用いられる。

この押付硬度にも種々の方法がある。例えば米國、英國、カナダ等では JANKA 法により、

(264)

我國及び獨逸等では BRINELL 法が主として用いられている。その他數種の方法があるが、試験的に行われたに過ぎない。これ等種々の硬度試験法は數式的には關係づけられても、木材という有機物の異方性体について行つた試験結果は、單一の物理的性質として取扱ふことは出來ず、従つて夫々異なる方法によつた試験結果の比較は不合理なことである。

本學木材強弱試験室にあつては、かねてより北海道産廣葉樹材の材質研究を實施し、その研究の一環として道産 8 樹種につき之が硬度試験を實施するに當り、先ず硬度に關する従來の試験方法の得失を究め、特にわが國で採用される BRINELL 法については荷重と硬度との關係を檢討し、更に各樹種については硬度の比較、年輪密度、比重、含水率の硬度に及ぼす影響及び加壓面による硬度の差等についての研究を行つたので、茲に發表せんとする次第である。

## II 硬度の決定法

現在行われている木材の硬度試験法は變形し難い壓入体を試片の平滑な表面に壓入して硬度を測定する靜的押込み法である。これは次の三つに分けられる。

- a. 一定の荷重による凹みの大きさによるもの。
- b. 一定の凹みを生ぜしむるに要する荷重によるもの。
- c. 一定の凹みを生ぜしむるに要する仕事量によるもの。

a の方法には二通あり、荷重を凹みの表面積で除して硬度を求める BRINELL 法と、その表面積の代りに投影面積を用いる MEYER 法とである。b の方法には現在、米國、英國及びカナダ等で行われている JANKA 法があり、c は關谷氏の提唱した方法である。次にこれらについて論ずる。

### 1) JANKA 法

JANKA 法は半徑 5,642 mm の鐵球をその半徑の深さだけ試片面に押込むに要する kg (米國英國等では lbs) 數を以て硬度數とするもので、この場合凹痕の投影面積は  $1\text{ cm}^2$  となる。この方法は關谷<sup>1)</sup>、HUBER<sup>2)</sup> 氏等の述べている様に、半徑の深さ迄押込まぬうちに試片に破壊、剪斷を生じ眞の硬度を求める事は出來ず合理的な方法とは云えない。

### 2) BRINELL 法

これは我國及びドイツ等で行われている方法で、ドイツ<sup>3)</sup>では木材の硬度の靜的決定に 10 mm 直徑の鋼球を用い、荷重は一般材では 50 kg、特に硬い材では 100 kg、又特に軟い材では

1) 關谷文彦：木材強弱論，p. 231.

2) HUBER, K.: Holz als Roh- und Werkstoff I Jahr, Heft 8, 1938.

3) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes. S. 203-214.

10 kg とし、30 秒間加圧した後、凹痕の直径を測定して次式により硬度を求める。

$$H_B = \frac{P}{\frac{1}{2}\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

但し、 $H_B =$  BRINELL 硬度 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )、 $P =$  荷重 ( $\text{kg}$ )、 $D =$  鋼球の直径 ( $10 \text{ mm}$ )、 $d =$  凹痕の直径 ( $\text{mm}$ ) である。

この場合壓入凹痕を明瞭にするため球面に煤をぬり凹痕の直径を  $0.05 \text{ mm}$  迄正確に読み、凹痕が正円でないときは平均直径を用い、試片の厚さは  $15 \text{ mm}$  以上でその表面を平滑にし、硬度数は 1 ケの試片につき 9 ケ以上の試験による平均値により求め、又凹痕相互の間隔及びその試片の縁より凹痕迄の距離は木口面では  $25 \text{ mm}$  以上、板目及び柁目面では  $50 \text{ mm}$  以上にする様規定されている。

これに對し PALLY<sup>1)</sup>氏は次の 3 點をあげ批判している。

- a. 球壓入の荷重を 3 種 ( $10 \text{ kg}$ ,  $50 \text{ kg}$ ,  $100 \text{ kg}$ ) 設けることは繁雜となり、又豫め試験せんとする木材の大略の硬さを知らねばならぬ。それは又一律的比較基礎を與えない。
- b. 凹痕の平均直径より硬度を求めることは特に板目及び柁目の硬度を不確實なものにする。
- c. 鋼球及び荷重は小さ過ぎて實用に適しない。

又我國の木材試験方法に規定されている硬度試験方法も大体ドイツの方法と同じである。使用鋼球は直径  $10 \text{ mm}$ 、荷重は  $10 \text{ kg}$ ,  $30 \text{ kg}$ ,  $50 \text{ kg}$  及び  $100 \text{ kg}$  の 4 種であり、減込量は荷重除去後 5 分以上経て測定することになっている。

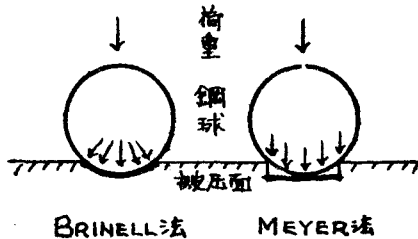
このドイツ及び我國で採用されている直径  $10 \text{ mm}$  の鋼球を用いる方法は PALLY 氏が c に述べている様に試験材の年輪密度が大なもの即ち、 $1 \text{ cm}$  につき年輪數 5 以上位のものであればよいが、年輪幅が  $1 \text{ cm}$  以上もある様な廣いものにはその使用は不適當と思われる。しかし同氏が a に述べた荷重を幾種類も設けるのは繁雜であり、一律的比較基礎を與えないという事には賛成出来ない。何故なら、後述する様に荷重と凹痕の深さは破壊、剪斷等を起さぬ内ならば正比例することが立證されるからである。荷重と凹痕の深さが正比例すれば荷重の變化に關係なく BRINELL 硬度は一定値を示すものである<sup>2)</sup>。又 PALLY 氏の b の意見である凹痕の平均直径より硬度を求める事は不確實であるという事は凹痕の直径ではなく、我國で一般に行われている様に Dial guage によりその深さを測定する事により解消される。

1) PALLY, N.: Holz als Roh-und Werkstoff I J., H. 4

2)  $H_B = 2P/\pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2}) = P/\pi Dh$  ( $h =$  凹痕の深さ  $\text{mm}$ ) この式中  $\pi D$  は恒數となるから  $h \propto P$  とすれば  $H_B$  は一定値となる。

3) MEYER 法

BRINELL 法では荷重を凹痕の表面積で除した商を硬度数としているが、MEYER 法では凹痕の表面積の代りに投影面積を用いている。この 2 法を圖及び式で比較すると次の様になる。



第 1 圖

凹痕の直径 (mm),  $h$  = 凹痕の深さ (mm).

上二式より兩硬度の關係を求めれば

$$\frac{H_B}{H_M} = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{D^2 - d^2}}{2D}$$

となる。今鋼球の直径を 10 mm とすれば、凹痕の直径の變化に伴う兩硬度の關係は次の様になる。

第 I 表

$d$ (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$H_B/H_M$	0.998	0.990	0.977	0.959	0.933	0.900	0.857	0.800	0.718	0.500

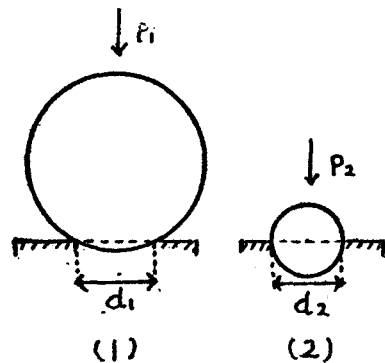
普通程度の硬さの木材の木口に 50 kg の荷重をもつて 10 mm 鋼球を壓入するときは、凹痕の直径は大體 3~5 mm 位となる。この場合  $H_B/H_M$  は 93~98% 位で大した差は認められないので、この方法による特別の意義はない様である。

又 MEYER 法は硬度を荷重と凹痕の直径とのみより求めるので壓入した鋼球の大きさに無關係である。即ち第 2 圖の様な場合が考えられる。今

$$P_1 = P_2$$

$$d_1 = d_2$$

但し、 $P_1$  及び  $P_2$  は夫々右圖の (1) 及び (2) における荷重、 $d_1$  及び  $d_2$  は夫々 (1) 及び (2) における凹痕の直径



第 2 圖

とすれば、兩者の硬度數は等しい値となる。しかしこの場合 (1) と (2) の試片は同じ硬さとは考えられない。勿論  $P_1 = P_2$ ,  $d_1 = d_2$  とすれば (1) の試片は (2) に比し遙に硬い事となる。この事

からも凹痕の表面積の代りにその投影面積を用いる事に疑問が感ぜられる。

#### 4) 關谷法

關谷文彦<sup>1)</sup>博士の提唱した方法で同氏によれば荷重と硬さの關係は曲線となるから、硬度數は適當な範圍で荷重～深度曲線を積分して總てを包含する結果、即ち所定の凹痕を生ぜしむるに要するエネルギーをもつて表すのが良いという。この方法は次式で表される。

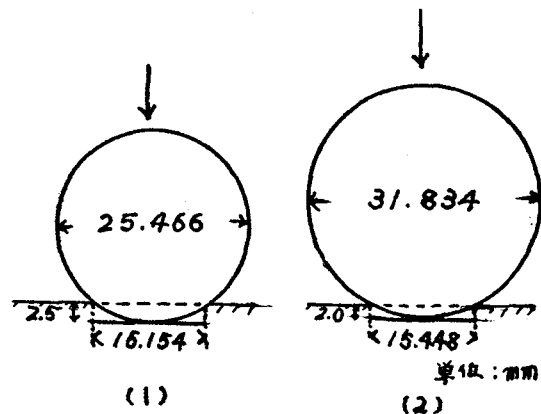
$$H_e = \frac{W}{V}$$

但し、 $H_e$  = 單位凹痕容積に對する仕事量、 $W$  = 球を壓入に要する仕事量、 $V$  = 凹痕の容積。

この方法は計算が非常に繁雜であり、又同氏のいう様にこれより求めた各樹種の硬さの順位は適當な荷重が選ばれた場合の BRINELL 法又は MEYER 法によつて表されたものと大差はないという事からも實用的價值はあまりないと思われる。

#### 5) KRIPPEL 法

SOPRON 大學の KRIPPEL 教授<sup>2)</sup>の考案した方法である。直徑 25.466 mm の鋼球を用い、これを深さ 2.5 mm だけ壓入したとき凹痕の表面積は  $2\text{ cm}^2$  となるから、このときの荷重を 2 で除し、單位面積當りの荷重を求め、これを硬度數とする方法である。しかしこれを用いてもなお針葉樹等特に軟い材では深度が深過ぎる傾向があるとして深さ 2 mm で凹痕の表面積が  $2\text{ cm}^2$  になる様な直徑 31.834 mm の鋼球を用いる方法を更に提唱している。これら二



つの鋼球を使用した場合、凹痕の直徑は夫々 15.154 mm, 15.448 mm となり、この位の凹痕であれば年輪幅の相當廣い材料にも使用出来る。この方法は今迄行われた木材の硬質試験法中では最も合理的な方法の一つと思われる。

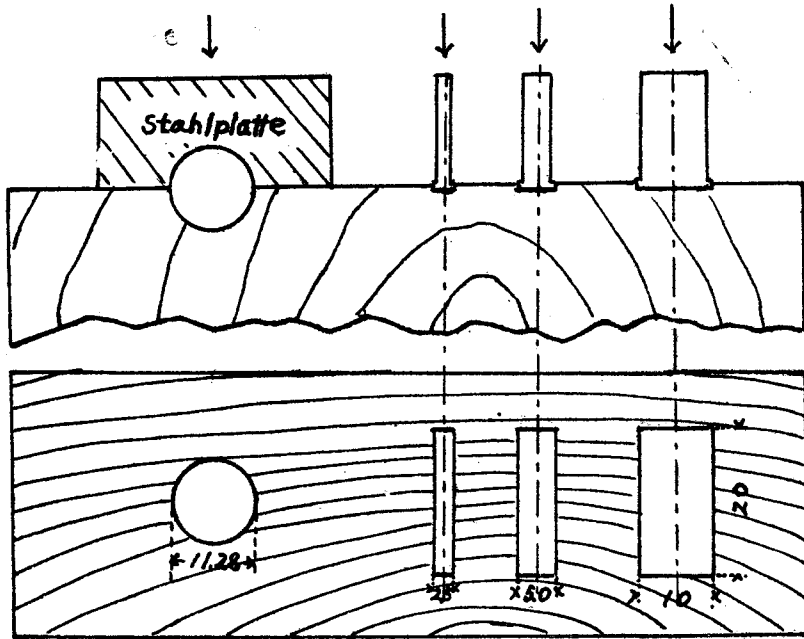
#### 6) Stempel-druck による方法

HOEFFGEN<sup>3)</sup>氏が第 4 圖の様な Stempel (矩形) を用いて球による硬度試験と比較した。こ

1) 關谷文彦：木材強弱論，(p. 237～239)。

2) KRIPPEL：N. PALLY (前出) p. 129。

3) HOEFFGEN, H.：Holz als Roh-und Werkstoff I Jahr, Heft 8 (S. 289)。



第 4 圖 JANKA 法と Stempeldruck による方法

の方法によると 1 個の Stempel が数多くの年輪にまたがるという特徴があるが、その周囲に剪断力を生ずるため眞の硬度を求める事が出来ない。これは同氏の試験による第 II 表の数値より

第 II 表

Stempel の幅	2.5 mm	5.0	10.0	
樹 種	Kiefer	1.03	1.00	0.98
	Rotbuche	1.06	1.00	0.95

知られる。

この数値は 5 mm 幅のものを用いた場合を 1 として換算したもので、Stempel の幅が廣くなれば剪断力による影響は少くなるのが知られる。剪断力を全くなくするには試片上全面にわたる様な Stempel が必要となり、これは即ち壓縮試験

となり硬度試験ではなくなる。同氏は壓縮試験と比較しているが、壓縮試験では如何なる Stempel によるより小さい値が得られている。この様に剪断力を伴うため良い方法とはいえない。

現在迄に行われた木材硬度試験法中主なものは以上の様であるが、この中一番良いと思われるのは KRIPPEL 法である。しかしこの方法は特殊の大きさの鋼球を使用するため一般には行われ難い。これに次ぐのが BRINELL 法である。この使用鋼球は直径 1 cm で少し小さい様であるが、計算が容易なこと等で廣く用いられている。この鋼球の直径をもつと大きなものにすればその缺點は更に無くなるであろう。MEYER 法は理論的にも實用的にも BRINELL 法に劣る様である。又 JANKA 法は廣く用いられているが、深度が深過ぎて試片に破壊を起すためその

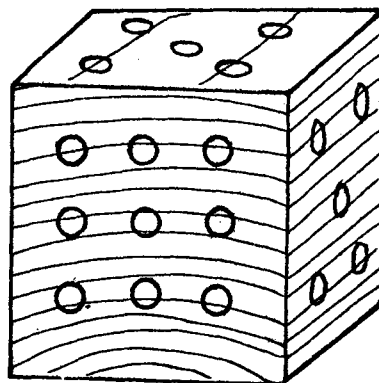
試験成績はあまり信頼出来ない。

### III 荷重と硬度との関係

木材の硬度試験法は前述の様に種々あるが、その中我國及びドイツで採用されている BRINELL 法における種々の荷重が硬度數に及ぼす影響を明らかにするため、荷重と硬度との関係を求める試験を行つた。使用した試験機は東京衝機製造所の槓桿式木材硬度試験機で鋼球は直徑 1 cm で、荷重は 150 kg 迄のものである。又試験材には次の 8 種を用いた。

カ ツ ラ	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> S. et Z.
ヤマザクラ	<i>Prunus serrulata</i> Lindl. var. <i>spec.</i> KUDŌ
アズキナシ	<i>Micromeles japonica</i> KOEHNE
イ タ ヤ	<i>Acer pictum</i> THUNB.
ハナイタヤ	<i>Acer palmatum</i> THUNB.
ア サ ダ	<i>Ostrya japonica</i> SARG.
アカダモ	<i>Ulmus japonica</i> SARG.
オヒヨウ	<i>Ulmus laciniata</i> MAYR

この中カツラ、ヤマザクラ、アズキナシ、イタヤ、ハナイタヤ及びアサダの 6 種は膽振國勇拂郡苦小牧市宇オテーネ、北大苦小牧演習林産、他のアカダモ及びオヒヨウの 2 種は天鹽國中川郡常盤村天鹽第一演習林上音威子府事業區産のものである。即ち、供試木として 30~40 cm の胸高直徑を有し瑕瑾少なく形状良好な優勢木を 1 樹種につき 3 本宛選び、廣葉樹の一般材質試験の目的で採材木取し、本學強弱試験室に放置しておいた供試材を用い、之より正確な二方桁の一邊 5 cm の立方体を作製



第 5 圖

し硬度試験材片とした。1 個の試片についての試験個數は木口 9 個、柁目及び板目各 5 個である。

#### 1) 荷重と凹痕の深さとの關係

木材の硬度試験で使用された荷重が増加すれば、これに従い凹痕の深さもまた増す事は勿論であるが、この關係については關谷<sup>1)</sup>氏及び北原<sup>2)</sup>氏の研究がある。關谷氏によれば、荷重と

1) 關谷文彦：三重高農，學術報告，7. p. 43~51.

2) 北原覺一：木材工業，Vol. 2, No. 8, 第 11 號.

(270)

凹痕の深さとの関係は各樹種とも類似した曲線となり或る限度内では

$$P = ah^n$$

但し、 $P$  = 荷重 (kg),  $h$  = 凹痕の深さ (1/100 mm),  $a$  及び  $n$  は材の性質及び球の直径によつて異なる恒数。

なる式で表わされ、又北原氏によれば、ある範囲内では荷重と減込量とは原点を通る直線関係で表わされる。兩氏とも直径 10 mm の鋼球を用い木口面に對して行つたのであるが、荷重については關谷氏は 25 kg 毎に 100~400 kg 迄、北原氏は 10 kg 毎に 100 kg 迄行つている。しかしこの場合、關谷氏の試験では荷重に對して凹痕の深さは從來行われた多くの人々の試験に比べ甚だ浅い様である。今この中荷重 50 kg のときの深さより求めた BRINELL 硬度数を田中<sup>1)</sup>氏の行つた硬度試験 (荷重 50 kg, 鋼球の直径 10 mm) 中同じ樹種のものと比較すれば次の様である。

第 III 表

(BRINELL 硬 度)

試験者 \ 樹種	ヒノキ	スギ	ツガ	ホオノキ	カツラ	ケヤキ
關谷文彦	8.570	3.984	10.525	5.594	6.738	9.872
田中勝吉	1.79	1.81	1.91	3.08	2.31	2.59

使用した材料は共に氣乾材であり、又木口面に對して行つたものであるから年輪密度、比重等が多少異つていたとしても、この様な相違があるとは考えられない。又田中氏の結果は大體從來行われた硬度試験の結果に類似するが、關谷氏の様な結果は外には見られぬ様である。

又同氏<sup>2)</sup>が一般に凹痕の深さが 0.4~0.6 mm に達すれば著しい匍匐作用が表われるといつている事から見れば、この試験は著しい匍匐作用の表われている状態で行われたことになるから、この曲線論には疑問が感ぜられる。

著者らはこの関係を求めるために前述の 8 樹種を用い、木口面は各樹種とも 10 kg 毎に 50 kg 迄、柾目及び板目面は 5 kg 毎に軟いカツラ、アズキナシでは 15 kg 迄、外は 20 kg 迄荷重を増して行つた。荷重をこの程度にとどめたのはそれ以上 (凹痕の深さ 0.4~0.5 mm 以上) になると匍匐作用が次第に著しくなるからである。一般に凹痕の深さが 0.4~0.5 mm 位迄は著しい匍匐作用は表われないから荷重はこの位の深さになる様に選ぶのが良い様である。第 IV 表は荷重と凹痕の深さ及び BRINELL 硬度との関係を表したものである。この表中「 $h$ 」は凹痕の深さ (1/

1) 田中勝吉：林學會誌，34 號 (1926)。

2) 關谷文彦：前出 p. 50。

100 mm), 「 $\Delta h$ 」は荷重の變化に對する「 $h$ 」の差(1/100 mm),  $H_B$  は BRINELL 硬度である。

前述の様に荷重と凹痕の深さが原點を通る直線的關係にあれば「 $\Delta h$ 」は荷重が變化しても變らぬ事になる。第 IV 表中の「 $\Delta h$ 」を見ると大体同じ數値となつてゐるので、これより北原氏の結果と同様、ある限度内では荷重と凹痕の深さは原點を通る直線的關係で表せるとい得る。

この様に直線的關係にあれば第 6 圖の様に荷重の如何に關係無く BRINELL 硬度は一定値となる。故に試片に破壊、剪斷等を起さぬ内即ち制約作用が著しく表われない内ならば荷重が異つても、それより求めた BRINELL 硬度は充分信頼し得るし又比較する事も出来るのである。

第 IV 表 荷重と凹痕の深さ及び BRINELL 硬度

(1) カ ッ ラ (試片數 6)

年 輪 密 度			比 重 $\times 100$			含 水 率 %		
平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
7.2	8.3	6.2	47	53	43	13.0	13.8	12.2

(A) 木 口 面 (凹痕數 53)

荷 重 (kg)	$h$ (1/100 mm)			$\Delta h$ (1/100 mm)			$H_B$		
	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
10	7.8	13.8	4.7	7.8	13.8	4.7	4.09	6.77	2.30
20	16.0	21.8	13.0	8.2	10.0	5.5	3.99	4.90	2.92
30	24.7	30.3	18.8	8.7	10.5	5.7	3.87	5.08	3.15
40	33.2	41.5	25.2	8.5	12.0	6.5	3.83	5.05	3.07
50	41.6	51.5	32.7	8.4	11.1	6.8	3.83	4.87	3.09

(B) 柁 目 面 (凹痕數 20)

5	16.4	21.5	11.5	16.4	26.5	11.5	0.97	1.38	0.74
10	39.7	39.7	30.0	18.0	22.0	16.0	0.93	1.06	0.80
15	49.6	58.0	43.0	15.3	19.0	13.0	0.69	1.11	0.82

(C) 板 目 面 (凹痕數 23)

5	13.0	20.2	6.0	13.0	20.2	6.0	1.22	2.65	0.79
10	27.0	35.5	18.0	14.0	17.5	12.0	1.18	1.77	0.90
15	40.8	50.0	32.0	13.7	16.5	11.0	1.17	1.49	0.95

(2) ヤマザクラ (試片數 5)

年 輪 密 度			比 重 $\times 100$			含 水 率 %		
平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
5.8	6.5	4.7	62	68	54	13.6	14.4	13.2

(272)

## (A) 木口面 (凹痕数 45)

荷重 (kg)	h (1/100 mm)			Δh (1/100 mm)			HB		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
10	7.0	10.0	4.5	7.0	10.0	4.5	4.52	7.07	3.18
20	13.9	17.0	10.0	6.8	8.2	5.5	4.60	6.37	3.74
30	21.1	25.0	16.5	7.2	9.3	5.5	4.53	5.79	3.82
40	28.5	34.2	24.0	7.5	9.2	5.0	4.46	5.31	3.72
50	36.1	43.4	30.5	7.6	9.2	6.0	4.41	5.21	3.67

## (B) 柃目面 (凹痕数 25)

5	10.9	21.5	5.5	10.9	21.5	5.5	1.45	2.90	0.74
10	22.3	36.3	13.5	11.4	16.0	8.0	1.43	2.36	0.88
15	33.9	49.8	21.5	11.6	16.0	8.0	1.41	2.22	0.96
20	44.5	62.5	29.5	10.6	16.0	8.0	1.43	2.16	1.02

## (C) 板目面 (凹痕数 25)

5	7.7	14.5	4.0	7.7	14.5	4.0	2.07	3.98	1.10
10	16.0	24.5	10.0	8.3	12.0	5.5	2.00	3.18	1.30
15	24.0	35.0	16.0	8.1	12.0	6.0	1.99	2.99	1.36
20	32.6	45.0	22.5	8.6	12.0	6.5	1.95	2.83	1.41

## (3) アズキナシ (試片数 5)

年輪密度			比重 ×100			含水率 %		
平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
7.7	11.7	5.9	59	62	56	14.1	14.5	13.8

## (A) 木口面 (凹痕数 45)

荷重 (kg)	h (1/100 mm)			Δh (1/100 mm)			HB		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
10	8.9	14.0	6.5	8.9	14.0	6.5	3.56	4.89	2.27
20	17.0	23.5	14.0	8.1	9.5	6.5	3.74	4.54	2.70
30	26.0	34.5	21.0	9.0	11.5	7.0	3.68	4.54	2.76
40	34.9	45.5	29.0	8.9	12.5	6.8	3.65	4.38	2.79
50	44.0	56.5	36.0	9.0	11.5	7.0	3.62	4.41	2.81

## (B) 柃目面 (凹痕数 25)

5	12.8	16.5	8.5	12.8	16.5	8.5	1.25	1.87	0.96
10	25.5	33.5	22.5	12.7	18.0	11.0	1.25	1.41	1.06
15	38.0	49.5	34.5	12.5	16.0	11.0	1.26	1.38	0.96

## (C) 板目面 (凹痕数 25)

5	10.2	15.5	7.0	10.2	15.5	7.0	1.55	2.27	1.03
10	20.4	27.0	17.0	10.2	12.2	8.5	1.56	1.87	1.18
15	31.2	39.5	26.5	10.8	12.5	9.0	1.53	1.80	1.21

## (4) イ タ ヤ (試片數 5)

年 輪 密 度			比 重 ×100			含 水 率 %		
平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
9.8	13.3	7.4	73	74	70	14.4	14.6	14.2

## (A) 木 口 面 (凹痕數 45)

荷 重 (kg)	$h$ (1/100 mm)			$\Delta h$ (1/100 mm)			$H_B$		
	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
10	6.7	8.5	4.0	6.7	8.5	4.0	4.76	7.94	3.74
20	13.2	16.0	10.5	6.5	7.5	5.7	4.82	6.05	3.98
30	19.8	23.0	16.0	6.6	7.5	5.2	4.80	5.95	4.15
40	26.5	30.5	22.0	6.7	7.5	5.5	4.81	5.78	4.17
50	33.4	37.5	29.0	6.9	8.0	6.3	4.75	5.48	4.29

## (B) 柃 目 面 (凹痕數 25)

5	9.4	11.0	7.0	9.4	11.0	7.0	1.69	2.27	1.44
10	18.6	22.0	14.5	9.3	12.0	7.5	1.71	2.19	1.45
15	28.3	32.5	22.5	9.7	11.5	8.0	1.68	2.12	1.47
20	37.9	44.0	31.5	9.6	12.0	8.0	1.68	2.02	1.45

## (C) 板 目 面 (凹痕數 25)

5	6.9	9.5	5.5	6.9	9.5	5.5	2.29	2.99	1.67
10	13.8	17.5	11.5	6.9	8.0	6.0	2.30	2.73	1.82
15	21.2	25.0	18.5	7.3	8.5	6.5	2.26	2.58	1.90
20	28.5	32.0	26.0	7.3	8.0	7.0	2.23	2.44	1.99

## (5) ハナイタヤ (試片數 5)

年 輪 密 度			比 重 ×100			含 水 率 %		
平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
8.1	10.6	6.2	70	73	67	14.7	15.4	14.0

## (A) 木 口 面 (凹痕數 45)

荷 重 (kg)	$h$ (1/100 mm)			$\Delta h$ (1/100 mm)			$H_B$		
	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
10	7.6	9.5	6.0	7.6	9.5	6.0	4.19	5.30	3.35
20	14.9	18.0	12.5	7.3	8.5	6.0	4.26	5.09	3.54
30	22.6	26.0	19.0	7.7	9.5	6.0	4.22	5.02	3.67
40	30.0	33.5	25.5	7.4	9.0	5.5	4.25	4.98	3.80
50	37.4	42.0	32.5	7.5	9.0	6.5	4.25	4.89	3.88

(274)

## (B) 柁目面 (凹痕數 25)

荷重 (kg)	$h$ (1/100 mm)			$\Delta h$ (1/100 mm)			$H_B$		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
5	10.6	14.0	8.0	10.6	14.0	8.0	1.50	1.99	1.14
10	20.9	27.0	16.5	10.2	13.0	8.5	1.52	1.93	1.18
15	31.5	39.0	26.5	10.6	12.5	9.0	1.51	1.80	1.22
20	41.5	51.5	34.5	9.9	13.0	8.0	1.53	1.84	1.24

## (C) 板目面 (凹痕數 25)

5	7.5	10.0	6.0	7.5	10.0	6.0	2.13	2.65	1.59
10	14.9	18.0	13.0	7.4	8.5	6.5	2.14	2.45	1.77
15	22.8	27.0	20.0	7.9	9.0	6.5	2.09	2.38	1.77
20	30.5	35.0	26.5	7.7	9.0	6.5	2.08	2.40	1.82

## (6) アサダ (試片數 5)

年輪密度			比重 $\times 100$			含水率 %		
平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
6.7	7.1	6.0	73	74	72	14.1	14.7	13.6

## (A) 木口面 (凹痕數 44)

荷重 (kg)	$h$ (1/100 mm)			$\Delta h$ (1/100 mm)			$H_B$		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
10	6.4	9.5	5.0	6.4	9.5	5.0	4.98	6.37	3.35
20	12.7	16.0	11.0	6.3	7.5	5.5	5.00	5.79	3.98
30	19.1	24.0	18.5	6.4	8.0	5.0	5.00	5.78	3.98
40	25.4	30.5	22.0	6.3	8.0	5.0	5.01	5.78	4.18
50	32.0	38.0	27.5	6.6	7.5	5.5	4.97	5.78	4.18

## (B) 柁目面 (凹痕數 25)

5	10.4	13.5	8.5	10.4	13.5	8.5	1.55	1.87	1.18
10	21.1	25.5	18.0	10.7	14.0	9.0	1.51	1.77	1.25
15	31.7	38.5	28.0	10.7	13.0	8.5	1.50	1.70	1.24
20	42.0	51.0	39.0	10.3	12.5	9.0	1.51	1.63	1.25

## (C) 板目面 (凹痕數 25)

5	7.6	9.0	6.5	7.6	9.0	6.5	2.09	2.44	1.77
10	15.0	18.5	12.5	7.4	10.0	5.0	2.12	2.54	1.72
15	22.7	28.0	18.5	7.7	10.0	6.0	2.10	2.58	1.70
20	30.1	37.0	24.0	7.4	9.0	5.5	2.11	2.65	1.72

## (7) アカダモ (試片数 5)

年輪密度			比重 ×100			含水率 %		
平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
5.3	8.2	3.1	64	70	58	15.1	15.4	14.6

## (A) 木口面 (凹痕数 45)

荷重 (kg)	h (1/100 mm)			Δh (1/100 mm)			HB		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
10	9.4	15.0	6.0	9.4	15.0	6.0	3.39	5.30	2.12
20	18.7	26.5	13.5	9.3	12.5	6.5	3.40	4.71	2.40
30	28.5	39.0	21.0	9.8	12.5	7.5	3.34	4.53	2.44
40	37.9	50.5	27.5	9.3	13.0	6.5	3.35	4.62	2.52
50	46.9	61.5	36.5	9.1	11.0	7.5	3.38	4.35	2.58

## (B) 柘目面 (凹痕数 25)

5	15.8	20.0	11.0	15.8	20.0	11.0	1.01	1.44	0.79
10	29.7	36.0	21.5	13.8	16.5	10.5	1.07	1.43	0.88
15	42.9	53.5	32.5	13.3	18.0	11.0	1.11	1.47	0.89
20	55.4	68.0	43.5	12.5	16.0	10.0	1.15	1.46	0.93

## (C) 板目面 (凹痕数 25)

5	14.0	22.5	7.5	14.0	22.5	7.5	1.13	2.12	0.71
10	27.9	38.0	17.0	13.8	19.0	9.5	1.14	1.87	0.84
15	41.7	56.5	27.0	13.8	19.0	8.5	1.14	1.77	0.85
20	54.9	78.5	36.5	13.2	22.0	8.5	1.16	1.74	0.81

## (8) オヒヨウ (試片数 5)

年輪密度			比重 ×100			含水率 %		
平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
9.3	12.2	7.2	58	60	55	15.2	15.4	15.0

## (A) 木口面 (凹痕数 45)

荷重 (kg)	h (1/100 mm)			Δh (1/100 mm)			HB		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
10	10.1	15.5	7.0	10.1	15.5	7.0	3.15	4.54	2.05
20	20.7	31.5	15.5	10.6	16.0	8.0	3.08	4.10	2.02
30	31.5	46.5	24.0	10.9	15.0	8.0	3.02	3.97	2.05
40	41.6	61.0	32.5	10.1	14.5	8.0	3.06	3.91	2.08
50	52.0	75.0	41.5	10.4	14.0	8.0	3.06	3.82	2.12

(B) 柁目面 (凹痕数 25)

荷重 (kg)	$h$ (1/100 mm)			$dh$ (1/100 mm)			$H_B$		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
5	17.5	23.0	13.0	17.5	23.0	13.0	0.91	1.22	0.69
10	33.6	43.0	27.0	16.1	20.0	13.0	0.95	1.18	0.74
15	49.4	60.5	40.0	15.8	17.5	11.0	0.96	1.19	0.79
20	52.7	78.0	51.0	13.4	18.5	11.0	1.01	1.25	0.81

(C) 板目面 (凹痕数 25)

5	15.0	22.5	9.0	15.0	22.5	9.0	1.06	1.76	0.71
10	31.0	45.0	21.0	16.0	23.0	12.0	1.03	1.51	0.71
15	45.1	62.5	34.0	14.2	18.0	11.0	1.06	1.40	0.76
20	58.8	78.0	45.5	13.7	20.0	10.5	1.08	1.40	0.81

## 2) 荷重の決定

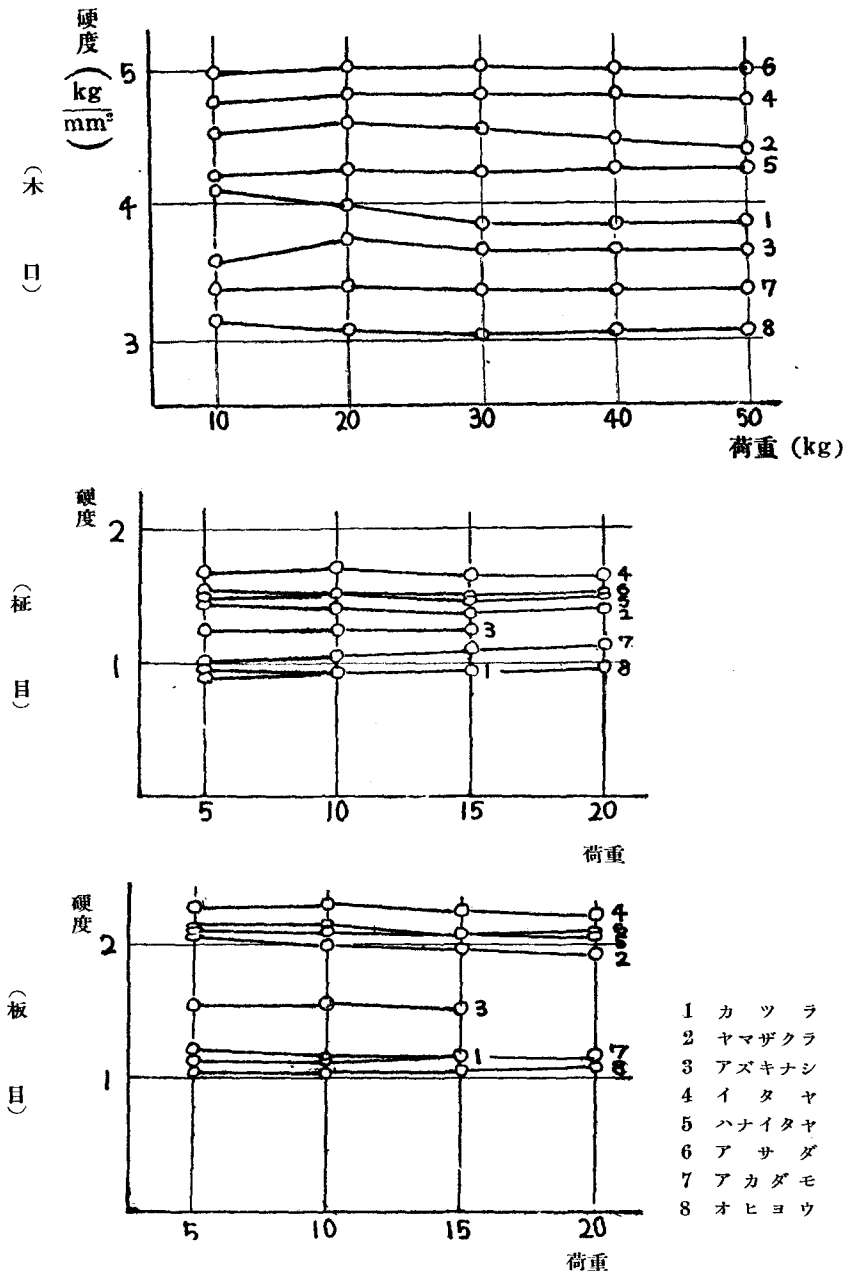
BRINELL 法による硬度試験を行う場合、荷重を如何に定めるかという事が問題となる。我國の木材試験方法の規定では荷重は 10, 30, 50, 100 kg の 4 種類が設けられているが、前述の様に試片に破壊、剪断等を起さぬ様にすれば、硬度<sup>1)</sup>は荷重に關係なく同じ値が得られるから、その範囲内ならば何れを採用しても良い事になる。しかし荷重が過少な時は實驗誤差が大きく影響するものである。即ち第 IV 表を見ると荷重の少ないときは最大値と最小値の差が大きく出ているが、これは實際の硬度數値ではなく實驗誤差によるものと考えられる。荷重が増すにつれて最大値と最小値の差が少なくなりある程度以上になると、この最大値、最小値ともに平均値同様ほぼ一定値を示す様になる事が知られる。又破壊、剪断等を起さなくとも荷重が過大なときは匍匐作用が著しくなり測定が非常に困難になるから、匍匐作用が著しくなる前の最大の荷重を用いるのが一番よいと考える。この場合の凹痕の深さは、一般に木口、柁目、板目ともに 0.35~0.50 mm 位である。故に凹痕の深さがこの位になる様な荷重を選んで試験を行えば良い。

## IV 硬度試験成績

硬度試験も他の諸種の強度試験と同様その結果は樹種は勿論、同じ樹種においても年輪密度、比重、含水率によつて異なるものである。又木口、柁目、板目とその加壓面によつても硬度は著しく異なるものである。

本試験では樹種別の硬度の比較を行い、又年輪密度、比重、含水率及び加壓面と硬度との關係を求めてみた。

1) 以下單に硬度とあるは BRINELL 硬度の意である。



第 6 圖 荷重と BRINELL 硬度との関係

なお、1 個の試片の凹痕数は荷重と硬度との関係を求めたときと同様木口面 9 個、柁目及び板目面各 5 個とし、一樹種につき 36 個以上の試片を用いた。又試片上の小節、腐蝕等瑕瑾の周辺は避けて行つた。

又本試験に使用した鋼球の直径は 10 mm であつて、荷重は木口面では各 50 kg、柁目及び板目面ではカツラ 10 kg、アズキナシ、アカダモ及びオヒヨウ 15 kg、他 20 kg とした。

## 1) 樹種別の硬度

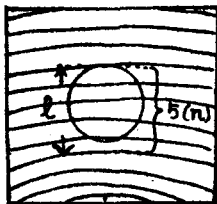
樹種別の硬度試験の成績は第 V 表の通りである。

第 V 表 硬 度 (kg/mm<sup>2</sup>)

加圧面	統計数値 樹種	算術平均	中央値	モード	標準偏差	偏差係数 (%)	最大値	最小値
木 口	カ ッ ラ	3.40	3.21	3.18	0.42	12.3	4.43	2.83
	ヤマザクラ	4.00	3.97	3.81	0.32	8.0	4.65	3.44
	アズキナシ	3.44	3.50	3.60	0.34	9.9	4.23	2.94
	イ タ ヤ	4.39	4.30	4.42	0.35	8.1	5.06	3.80
	ハナイタヤ	3.94	4.00	4.08	0.27	6.9	4.66	3.44
	ア サ ダ	4.60	4.62	4.66	0.28	6.1	5.23	3.80
	アカダモ	3.34	3.30	3.32	0.49	14.7	4.15	2.78
	オヒヨウ	3.11	3.00	2.89	0.36	11.6	3.85	2.37
板 目	カ ッ ラ	0.79	0.74	0.74	0.12	15.2	1.21	0.61
	ヤマザクラ	1.35	1.37	1.60	0.22	16.3	1.76	1.01
	アズキナシ	1.02	1.04	1.00	0.11	10.8	1.32	0.86
	イ タ ヤ	1.58	1.59	1.64	0.16	10.1	1.83	1.32
	ハナイタヤ	1.47	1.47	1.47	0.12	8.2	1.68	1.27
	ア サ ダ	1.49	1.49	1.49	0.11	7.4	1.71	1.26
	アカダモ	1.06	1.04	1.02	0.16	15.1	1.35	0.89
	オヒヨウ	1.01	1.03	1.06	0.15	14.9	1.31	0.73
板 目	カ ッ ラ	0.99	0.96	0.91	0.18	18.2	1.46	0.75
	ヤマザクラ	1.87	1.85	1.92	0.22	11.8	2.61	1.24
	アズキナシ	1.27	1.26	1.26	0.14	11.0	1.70	1.07
	イ タ ヤ	2.04	2.07	2.10	0.15	13.6	2.31	1.74
	ハナイタヤ	1.91	1.91	1.98	0.17	11.2	2.22	1.62
	ア サ ダ	1.87	1.83	1.77	0.17	11.0	2.42	1.53
	アカダモ	1.09	1.06	1.00	0.13	11.9	1.55	0.91
	オヒヨウ	1.04	1.01	0.90	0.18	17.3	1.56	0.62

## 2) 年輪密度と硬度との関係

ここに述べる年輪密度とは 1 個の試片の年輪密度ではなく、凹痕 1 個々々についての年輪



第 7 圖

密度であつて、これは次の様にして求めた。

第 7 圖の様に凹痕に關係する年輪數  $n$  (この圖では 5) をそれらの年輪の幅  $l$  cm で除したもので、1 cm についての年輪數を表している。

$$\text{年輪密度} = \frac{n}{l}$$

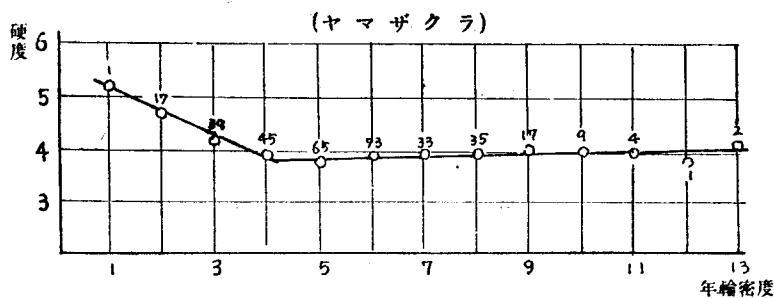
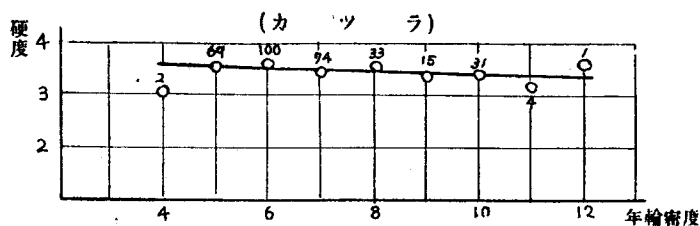
樹種別の年輪密度と硬度との關係は第 VI 表及び第 8 圖の通りで

ある。

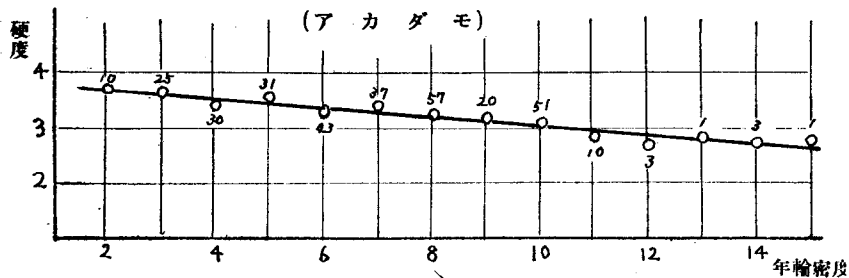
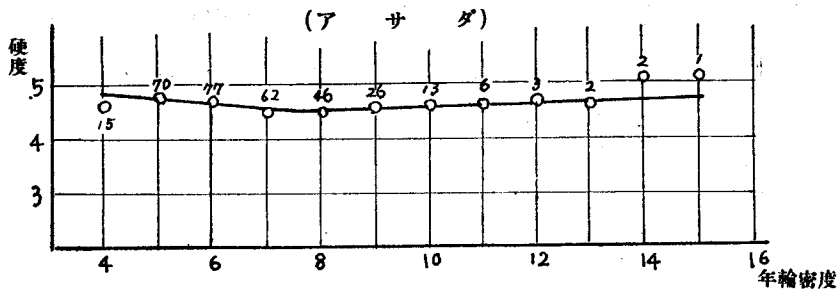
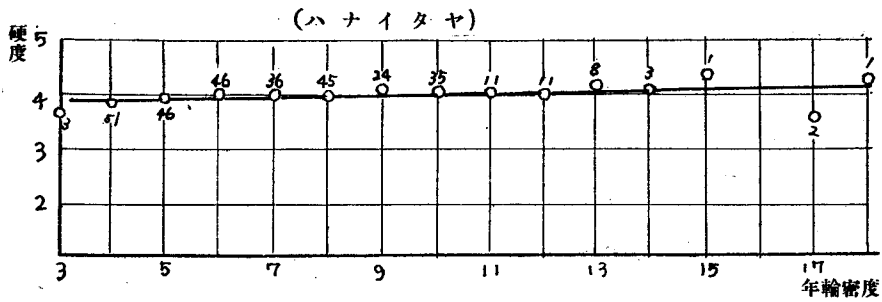
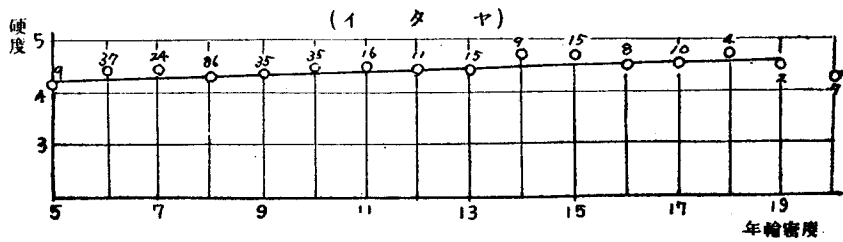
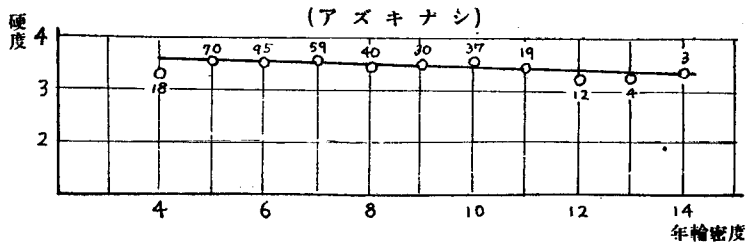
第VI表 年輪密度と硬度

樹種	年輪密度	分布數	硬 度 (木口)			年輪密度	分布數	硬 度 (木口)		
			平 均	最 大	最 小			平 均	最 大	最 小
カ ツ ラ	4.0	2	3.04	3.27	2.83	9.0	15	3.33	4.16	2.76
	5.0	69	3.51	4.29	2.44	10.0	31	3.36	4.43	2.56
	6.0	100	3.58	4.95	2.76	11.0	4	3.16	4.54	2.56
	7.0	74	3.44	4.82	2.83	12.0	1	3.53	—	—
	8.0	73	3.56	4.47	2.76					
ヤ マ ザ ク ラ	1.0	1	5.21	—	—	8.0	35	3.88	4.93	3.45
	2.0	17	4.70	5.39	3.87	9.0	17	3.98	4.48	3.46
	3.0	39	4.15	5.04	3.35	10.0	9	3.95	4.30	3.57
	4.0	45	3.94	4.48	3.38	11.0	4	3.93	4.29	3.82
	5.0	65	3.76	5.13	3.18	12.0	1	3.74	—	—
	6.0	73	3.87	5.13	3.18	13.0	2	4.05	4.10	3.92
	7.0	33	3.89	4.55	3.46					
ア ズ キ ナ シ	4.0	18	3.27	4.41	2.72	10.0	37	3.47	4.02	2.90
	5.0	70	3.50	4.30	2.69	11.0	19	3.36	4.02	2.92
	6.0	75	3.50	4.36	2.81	12.0	12	3.14	4.13	2.97
	7.0	59	3.50	4.24	2.62	13.0	4	3.12	3.28	3.00
	8.0	40	3.36	4.24	2.76	14.0	3	3.22	3.62	3.02
	9.0	30	3.40	3.97	2.79					
イ タ ヤ	5.0	9	4.07	4.42	3.78	13.0	15	4.38	4.89	4.08
	6.0	37	4.40	5.48	3.65	14.0	9	4.67	4.16	4.30
	7.0	24	4.37	5.30	3.93	15.0	15	4.54	4.89	4.08
	8.0	86	4.26	5.30	3.65	16.0	8	4.46	4.82	3.97
	9.0	35	4.32	5.18	3.57	17.0	10	4.50	4.97	4.07
	10.0	35	4.49	5.33	3.57	18.0	4	4.67	4.75	4.54
	11.0	16	4.43	5.01	3.74	19.0	2	4.41	4.67	4.18
	12.0	11	4.40	4.61	4.13	20.0	7	4.27	4.61	3.42
ハ ナ イ タ ヤ	3.0	3	3.67	3.78	3.57	12.0	11	3.99	4.90	3.31
	4.0	51	3.84	4.35	3.28	13.0	8	4.15	4.48	3.88
	5.0	46	3.92	4.36	3.42	14.0	3	3.98	4.03	3.93
	6.0	46	3.98	4.82	3.54	15.0	1	4.36	—	—
	7.0	36	3.98	4.82	3.12	16.0	0	—	—	—
	8.0	45	3.96	4.82	3.28	17.0	2	3.53	3.62	3.46
	9.0	24	4.06	4.89	3.46	18.0	1	4.24	—	—
	10.0	35	4.00	4.75	3.31	19.0	0	—	—	—
	11.0	11	4.00	4.48	3.54	20.0	1	4.18	—	—
	ア サ ダ	4.0	15	4.58	5.05	4.18	10.0	13	4.57	5.58
5.0		70	4.75	5.58	3.92	11.0	6	4.58	4.90	4.24
6.0		77	4.67	5.30	3.92	12.0	3	4.64	5.22	3.88
7.0		62	4.48	5.78	3.24	13.0	2	4.57	4.61	4.54
8.0		46	4.48	5.21	3.53	14.0	2	5.08	5.13	5.05
9.0	26	4.58	5.39	3.66	15.0	1	5.05	—	—	

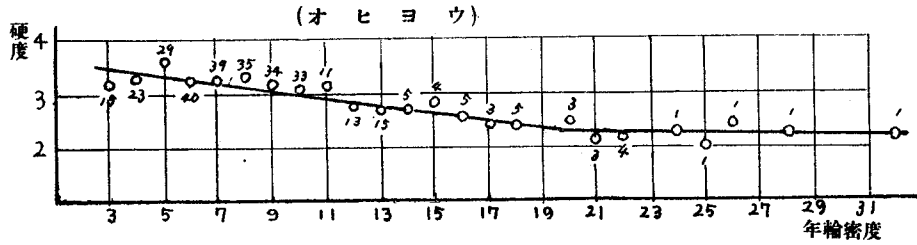
樹種	年輪密度	分布數	硬 度 (木口)			年輪密度	分布數	硬 度 (木口)		
			平 均	最 大	最 小			平 均	最 大	最 小
ア カ ダ モ	2.0	10	3.74	4.30	3.42	9.0	20	3.21	3.70	2.79
	3.0	25	3.72	4.97	2.86	10.0	51	3.11	3.98	2.48
	4.0	30	3.45	4.42	2.96	11.0	10	2.85	3.65	2.37
	5.0	31	3.56	4.30	2.84	12.0	3	2.71	3.32	2.39
	6.0	43	3.32	3.98	2.81	13.0	1	2.82	—	—
	7.0	37	3.40	4.08	2.96	14.0	3	2.74	3.15	2.46
	8.0	57	3.28	3.88	2.81	15.0	1	2.74	—	—
オ ヒ ヨ ウ	3.0	15	3.14	3.31	2.86	18.0	5	2.38	3.00	2.19
	4.0	23	3.28	4.35	2.78	19.0	0	—	—	—
	5.0	29	3.56	4.13	2.76	20.0	3	2.49	2.58	2.34
	6.0	40	3.24	3.88	2.65	21.0	3	2.12	2.27	2.09
	7.0	39	3.22	3.74	2.48	22.0	6	2.13	2.16	2.00
	8.0	35	3.31	3.83	2.60	23.0	0	—	—	—
	9.0	32	3.14	3.83	2.60	24.0	1	2.25	—	—
	10.0	33	3.09	3.61	2.52	25.0	1	1.95	—	—
	11.0	11	3.10	3.70	2.70	26.0	1	2.39	—	—
	12.0	13	3.67	3.70	2.39	27.0	0	—	—	—
	13.0	15	2.64	2.92	2.39	28.0	1	2.26	—	—
	14.0	5	2.67	3.28	2.35	29.0	0	—	—	—
	15.0	4	2.74	3.12	2.27	30.0	0	—	—	—
	16.0	5	2.56	2.86	2.19	31.0	0	—	—	—
	17.0	3	2.39	2.84	2.32	32.0	1	2.12	—	—



第 8 圖 (1) 年輪密度と硬度との關係



第 8 圖 (2) 年輪密度と硬度との関係



第 8 圖 (3) 年輪密度と硬度との関係

この第 VI 表及び第 8 圖より次のことが言い得る。

- i. 散孔材では一般に年輪密度の變化に對して硬度の變化は明らかでない。
- ii. 散孔材中ヤマザクラは年輪密度 1.0~4.0 位の間(これらの附近は年輪幅が不規則で、板目は杢状となつてゐる)では年輪密度が増せば硬度は減じてゐる様である。しかし年輪密度 5.0~13.0 の間では明らかな變化は見られない。
- iii. 環孔材のアカダモ及びオヒヨウでは年輪密度が増せば硬度が減するのが明らに見られる。しかし特に年輪密度が大になれば(オヒヨウで年輪密度 22.0~32.0) 硬度の變化はあまり見られない様である。

### 3) 氣乾状態における比重と硬度との關係

比重に對して硬度は明らかな關係を有する。即ち比重が大となれば、硬度數もまた増すもので散孔材、環孔材ともに同じである。

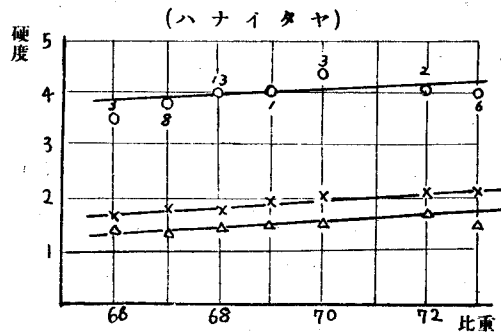
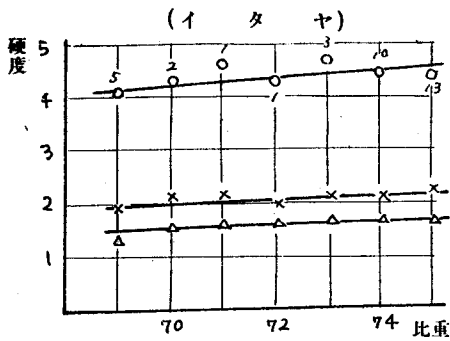
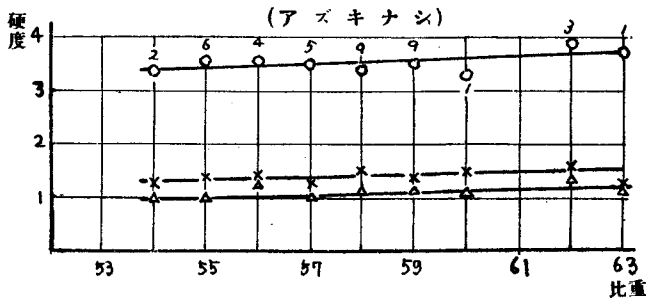
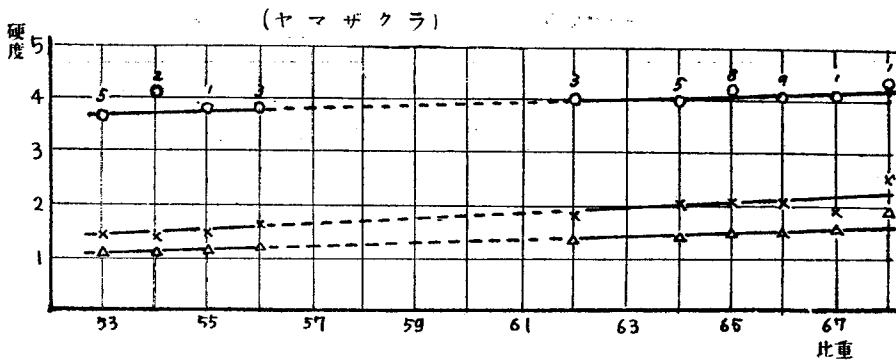
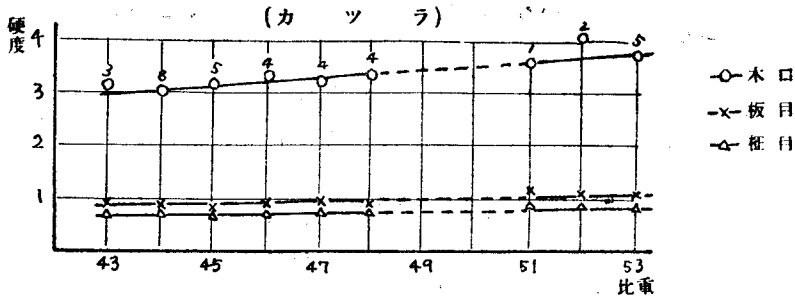
第 VII 表及び第 9 圖は比重に對する木口、柁目及び板目の硬度の關係を表したもので、これにより木口、柁目及び板目とも比重が増せば硬度數も増すのが認められる。

第 VII 表 比 重 と 硬 度

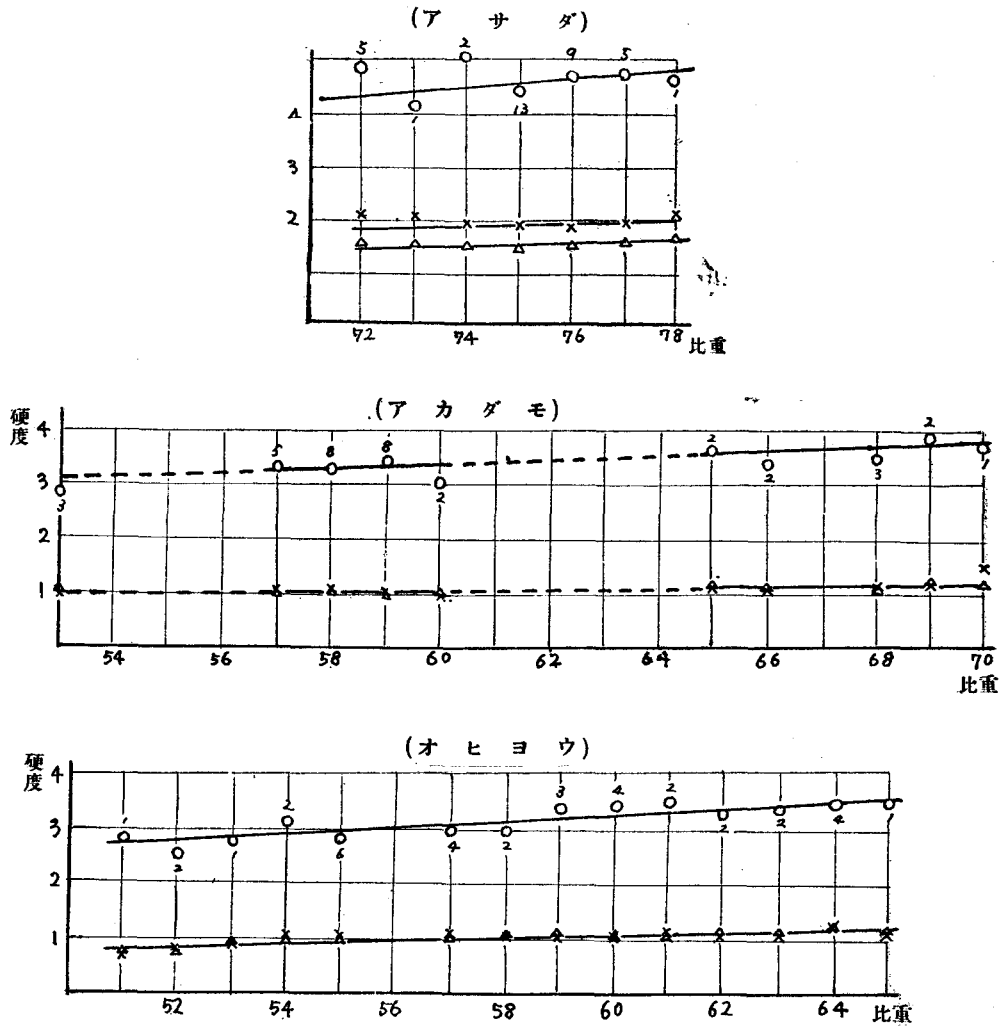
樹種	比 重	分 布 數	硬 度								
			木 口			柁 目			板 目		
			平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
カ	43	3	3.17	3.46	2.91	0.75	0.87	0.67	0.91	1.14	0.75
	44	8	3.13	3.83	2.83	0.74	0.89	0.67	0.91	1.09	0.82
	45	5	3.20	3.68	3.01	0.71	0.81	0.61	0.82	0.94	0.76
	46	4	3.31	3.72	3.00	0.76	0.85	0.67	0.97	1.09	0.90
	47	4	3.24	3.86	3.00	0.76	0.90	0.69	1.00	1.23	0.90
ツ	48	4	3.32	3.61	3.20	0.78	0.91	0.74	0.92	1.00	0.86
	49	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ラ	50	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	51	1	3.69	—	—	0.90	—	—	1.24	—	—
	52	2	4.13	4.35	3.78	0.98	1.13	0.88	1.21	1.46	1.04
	53	5	3.94	4.42	3.60	0.89	1.07	0.72	1.16	1.26	1.03

樹種	比 重	分 布 数	硬 度								
			木 口			柱 目			板 目		
			平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小
ヤ マ ザ ク ラ	53	5	3.63	3.82	3.49	1.07	1.15	1.02	1.41	1.70	1.29
	54	2	4.03	4.30	3.79	1.05	1.09	1.01	1.35	1.49	1.24
	55	1	3.77	—	—	1.07	—	—	1.41	—	—
	56	3	3.80	4.23	3.44	1.13	1.18	1.10	1.53	1.56	1.49
	57	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	58	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	59	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	60	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	61	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	62	3	3.98	4.65	3.47	1.32	1.36	1.29	1.71	1.76	1.64
63	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
64	5	3.96	4.52	3.73	1.37	1.61	1.22	1.98	2.40	1.68	
65	8	4.14	4.60	3.85	1.47	1.70	1.23	2.04	2.52	1.59	
66	9	4.02	4.57	3.66	1.44	1.79	1.09	2.02	2.60	1.71	
67	1	4.08	—	—	1.52	—	—	1.86	—	—	
68	1	4.48	—	—	1.81	—	—	2.50	—	—	
ア ズ キ ナ シ	54	2	3.30	3.56	3.08	0.97	1.04	0.91	1.20	1.21	1.09
	55	6	3.50	3.87	3.22	0.94	1.00	0.86	1.25	1.29	1.16
	56	4	3.46	3.80	3.00	1.05	1.18	0.98	1.28	1.56	1.13
	57	5	3.45	3.80	3.14	1.97	1.23	0.90	1.19	1.49	1.07
	58	9	3.36	3.58	3.05	1.04	1.31	0.95	1.33	1.60	1.24
	59	9	3.39	4.00	2.86	1.01	1.10	0.93	1.25	1.57	1.10
	60	1	3.16	—	—	0.99	—	—	1.33	—	—
	61	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	62	3	3.87	4.11	3.52	1.25	1.32	1.14	1.48	1.70	1.29
	63	1	3.58	—	—	1.08	—	—	1.16	—	—
イ タ ヤ	69	5	3.99	4.05	3.90	1.36	1.46	1.32	1.89	2.08	1.80
	70	2	4.31	5.01	3.80	1.53	1.63	1.46	2.08	2.32	1.90
	71	1	4.59	—	—	1.67	—	—	2.12	—	—
	72	1	4.22	—	—	1.64	—	—	1.89	—	—
	73	3	4.66	4.85	4.53	1.66	1.82	1.55	2.05	2.20	1.90
	74	10	4.46	4.96	4.13	1.62	1.77	1.32	2.02	2.30	1.76
	75	13	4.34	5.06	3.96	1.55	1.83	1.45	2.11	2.24	1.92
ハ ナ イ タ ヤ	66	3	3.55	3.65	3.49	1.45	1.48	1.40	1.70	1.77	2.18
	67	8	3.82	4.06	3.63	1.38	1.49	1.33	1.82	2.02	2.26
	68	13	4.00	4.40	3.44	1.56	1.68	1.27	1.83	2.01	2.26
	69	1	4.07	—	—	1.51	—	—	1.99	—	—
	70	3	4.38	4.43	4.33	1.59	1.62	1.55	2.09	2.14	2.03
	71	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	72	2	4.07	4.08	4.06	1.64	1.68	1.60	2.15	2.21	2.10
	73	6	4.00	4.12	3.79	1.55	1.63	1.48	2.08	2.22	1.96

樹種	比 重	分 布 數	硬 度									
			木 目			板 目						
			平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小				
ア	72	5	4.79	5.24	4.39	1.53	1.60	1.46	2.00	2.43	1.81	
	73	1	4.12	—	—	1.50	—	—	2.08	—	—	
	74	2	5.00	5.07	4.94	1.47	1.53	1.41	1.84	1.93	1.77	
	サ	75	13	4.37	4.80	3.80	1.43	1.71	1.25	1.83	2.19	1.68
		76	9	4.65	4.95	4.47	1.47	1.63	1.36	1.73	1.97	1.53
	ダ	77	5	4.75	4.98	4.53	1.55	1.63	1.44	1.87	2.06	1.75
		78	1	4.57	—	—	1.61	—	—	2.05	—	—
ア	53	3	2.86	3.00	2.77	1.07	1.12	1.02	1.01	1.07	0.91	
	54	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	55	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	56	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	57	5	3.27	3.49	3.12	0.97	1.07	0.89	1.08	1.15	0.98	
	58	8	3.26	3.56	3.00	1.01	1.08	0.93	1.07	1.33	0.92	
	59	8	3.37	3.73	3.16	1.00	1.05	0.94	1.02	1.13	0.95	
	カ	60	2	3.00	3.15	2.86	1.02	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00
		61	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ダ	62	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		63	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	モ	64	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		65	2	3.64	3.82	3.49	1.21	1.29	1.15	1.11	1.14	1.09
		66	2	3.40	3.48	3.33	1.13	1.32	0.99	1.07	1.14	1.01
67		0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
68		3	3.46	3.72	3.20	1.08	1.10	1.05	1.13	1.22	1.07	
69		2	3.88	4.15	3.66	1.31	1.35	1.27	1.24	1.30	1.18	
70		1	3.84	—	—	1.29	—	—	1.55	—	—	
オ	51	1	2.77	—	—	0.79	—	—	0.72	—	—	
	52	2	2.50	2.66	2.36	0.76	0.80	0.74	0.79	0.84	0.74	
	53	1	2.68	—	—	0.97	—	—	0.91	—	—	
	54	2	3.05	3.27	2.86	0.98	1.01	0.96	0.95	0.98	0.93	
	55	6	2.80	2.91	2.66	0.86	0.98	0.74	0.95	1.14	0.81	
	56	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	ヒ	57	4	2.89	2.91	2.85	0.96	1.11	0.89	0.99	1.12	0.90
		58	2	2.92	2.98	2.87	1.05	1.06	1.04	1.04	1.06	1.02
	ヨ	59	3	3.31	3.43	3.24	1.06	1.06	1.06	0.96	1.07	0.81
		60	4	3.38	3.43	3.29	1.06	1.12	1.02	1.04	1.24	0.86
		61	2	3.46	3.66	3.02	1.07	1.20	0.97	1.17	1.28	1.05
	ウ	62	2	3.28	3.64	2.99	1.10	1.17	1.02	1.04	1.05	1.04
		63	2	3.35	3.56	3.16	1.07	1.27	0.93	1.05	1.07	1.03
		64	4	3.52	3.85	3.35	1.22	1.29	1.16	1.25	1.46	1.11
		65	1	3.48	—	—	1.13	—	—	1.56	—	—



第 9 圖 (1) 比重と硬度との關係



第 9 圖 (2) 比重と硬度との關係

4) 氣乾状態における含水率と硬度との關係

使用した材料が氣乾材のため含水率の分布は少ないが、他の諸種の強度と同様、含水率の増加による硬度の減少は著しい。

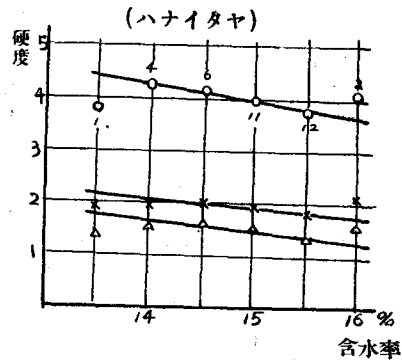
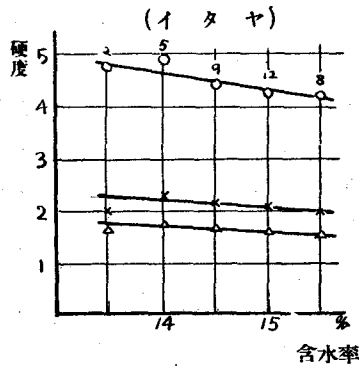
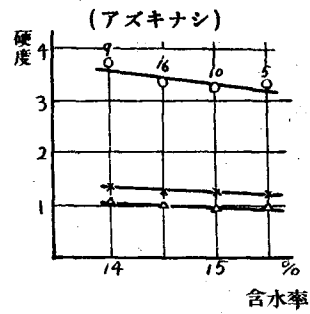
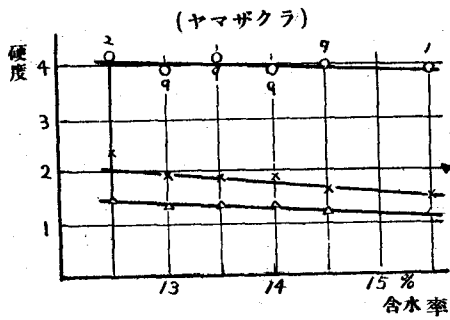
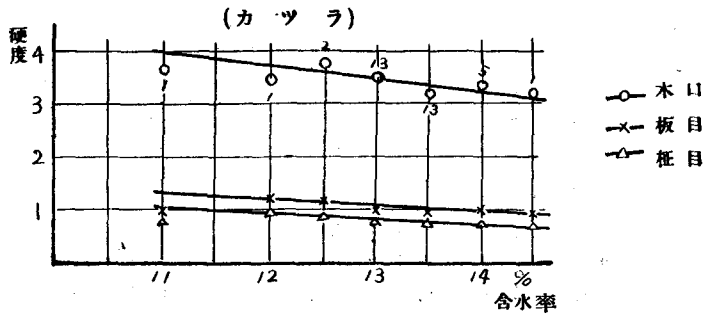
第 VIII 表及び第 10 圖は含水率と硬度との關係を表したものである。これによると木口、柾目及び板目とも含水率の僅少の増加に對しても硬度の減少が著しいのが知られる。

この様に含水率は硬度に著しく影響するので、樹種間の硬度の比較には含水率を一定にしなければならぬ。しかし本試験においては、ハナイタヤ、アサダ及びアカダモの 3 種を除くカツラ、ヤマザクラ、アズキナシ、イタヤ及びオヒヨウの 5 種では規定の 15% の含水率にならなかつたため、これらについて次の様な含水率—硬度の實驗式をつくり、これにより含水率 15

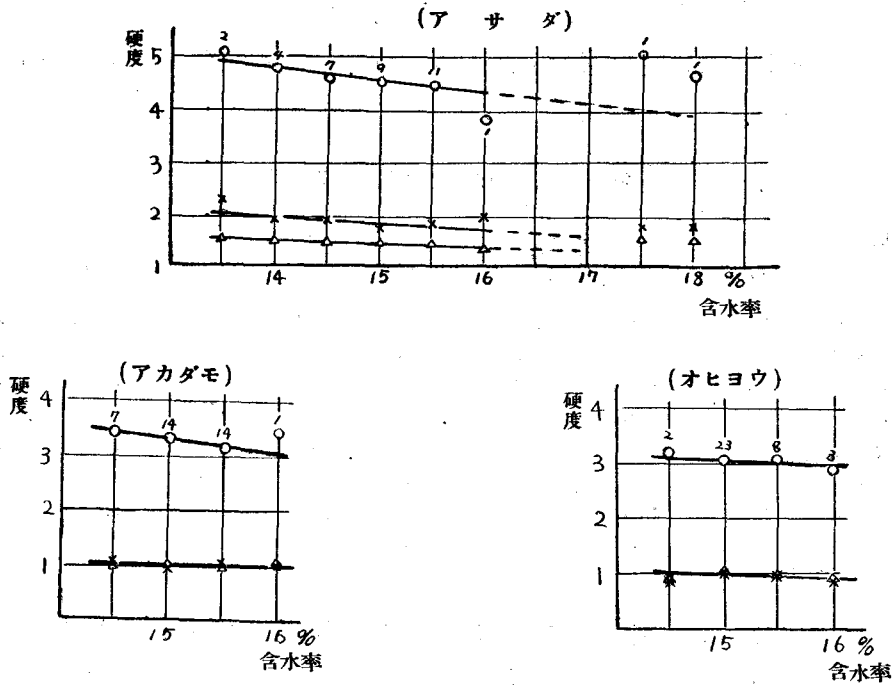
第VIII表 含水率と硬度

樹種	含水率 %	分布数	硬 度								
			木 口			柱 目			板 目		
			平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
カツラ	11.0	1	3.60	—	—	0.78	—	—	0.93	—	—
	11.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12.0	1	3.46	—	—	0.87	—	—	1.14	—	—
	12.5	2	3.76	3.83	3.69	0.89	0.90	0.89	1.14	1.24	1.05
	13.0	13	3.47	4.43	2.89	0.80	1.13	0.66	0.94	1.46	0.76
	13.5	13	3.19	4.39	2.83	0.72	1.07	0.61	0.90	1.36	0.75
	14.0	5	3.34	3.86	3.00	0.78	0.91	0.67	1.00	1.23	0.86
14.5	1	3.19	—	—	0.75	—	—	0.95	—	—	
ヤマザクラ	12.5	2	4.17	4.23	4.08	1.50	1.58	1.37	2.38	2.60	2.07
	13.0	9	3.90	4.23	3.73	1.33	1.53	1.09	1.87	2.35	1.86
	13.5	9	4.11	4.59	3.44	1.37	1.81	1.07	1.84	2.50	1.32
	14.0	9	3.87	4.25	3.26	1.31	1.44	1.06	1.82	2.25	1.59
	14.5	7	3.95	4.64	3.48	1.19	1.61	1.01	1.55	2.12	1.24
	15.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15.5	1	3.82	—	—	1.15	—	—	1.43	—	—
アズキナシ	14.0	9	3.72	4.10	3.34	1.11	1.33	0.94	1.37	1.70	1.11
	14.5	16	3.38	3.80	2.94	1.02	1.23	0.89	1.27	1.49	1.13
	15.0	10	3.27	4.00	2.86	0.97	1.08	0.86	1.25	1.35	1.15
	15.5	5	3.38	3.51	3.16	0.97	1.04	0.90	1.18	1.33	1.07
イタヤ	13.5	2	4.73	4.92	4.57	1.61	1.68	1.55	2.00	2.13	1.90
	14.0	5	4.86	5.06	4.45	1.70	1.83	1.63	2.19	2.32	2.06
	14.5	9	4.43	4.70	4.03	1.60	1.82	1.44	2.11	2.28	1.80
	15.0	12	4.22	4.58	3.80	1.52	1.73	1.32	2.00	2.20	1.76
	15.5	8	4.18	4.35	3.91	1.49	1.64	1.32	1.93	2.05	1.80
ハナイタヤ	13.5	1	3.73	—	—	1.37	—	—	1.88	—	—
	14.0	4	4.16	4.43	3.82	1.53	1.62	1.45	1.96	2.14	1.71
	14.5	6	4.11	4.66	3.98	1.53	1.60	1.47	1.97	2.21	1.77
	15.0	11	3.93	4.17	3.48	1.51	1.68	1.33	1.90	2.26	1.62
	15.5	12	3.78	4.21	3.44	1.38	1.51	1.27	1.80	1.99	1.67
	16.0	2	4.05	4.33	3.79	1.57	1.60	1.55	2.12	2.13	2.12
アサダ	13.5	2	5.12	5.30	5.05	1.57	1.60	1.53	2.29	2.42	2.14
	14.0	4	4.78	4.98	4.41	1.53	1.77	1.41	1.90	1.94	1.85
	14.5	7	4.60	4.90	4.30	1.52	1.61	1.46	1.90	2.19	1.70
	15.0	9	4.54	4.95	4.11	1.44	1.50	1.26	1.76	2.11	1.53
	15.5	11	4.50	4.80	4.20	1.49	1.71	1.26	1.82	2.06	1.68
	16.0	1	3.80	—	—	1.35	—	—	1.99	—	—
	16.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17.5	1	5.06	—	—	1.53	—	—	1.77	—	—
	18.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18.5	1	4.68	—	—	1.53	—	—	1.77	—	—

樹種	含水率 %	分布数	硬 度								
			木 口			板 目					
			平均	最大	最小	平均	最大	最小			
アカダモ	14.5	7	3.44	3.72	3.20	1.06	1.10	1.01	1.10	1.22	1.00
	15.0	14	3.36	3.65	2.80	1.06	1.35	0.89	1.02	1.30	0.91
	15.5	14	3.21	3.86	2.78	1.01	1.24	0.94	1.10	1.55	0.92
	16.0	1	3.48	—	—	1.05	—	—	1.09	—	—
オヒヨウ	14.5	2	3.29	3.40	2.66	0.95	1.19	0.80	0.94	1.28	0.74
	15.0	23	3.11	3.65	2.36	1.08	1.24	0.74	1.03	1.56	0.84
	15.5	8	3.10	3.86	2.72	1.05	1.29	0.89	1.02	1.28	0.81
	16.0	3	2.96	3.27	2.77	0.91	1.01	0.79	0.86	0.99	0.72



第 10 圖 (1) 含水率と硬度との関係



第 10 圖 (2) 含水率と硬度との関係

% 時の硬度を推定した。この實驗式は試験材が何れも氣乾状態で含水率の分布範圍が極めて狭いため含水率と硬度との關係を直線と看做して求めたものである。勿論これは絶對的なものでなく、同じ含水率における各樹種間の硬度を比較するため便宜上つくつたものである。

カ	ツ	ラ	木口	$H_{e\varphi} = 6.53 - 0.240\varphi$
			柁目	$H_{r\varphi} = 2.33 - 0.103\varphi$
			板目	$H_{i\varphi} = 2.10 - 0.100\varphi$
ヤマ	ザ	クラ	木口	$H_{e\varphi} = 5.35 - 0.100\varphi$
			柁目	$H_{r\varphi} = 3.16 - 0.137\varphi$
			板目	$H_{i\varphi} = 4.94 - 0.230\varphi$
アズ	キ	ナシ	木口	$H_{e\varphi} = 7.91 - 0.306\varphi$
			柁目	$H_{r\varphi} = 2.78 - 0.120\varphi$
			板目	$H_{i\varphi} = 3.61 - 0.160\varphi$
イ	タ	ヤ	木口	$H_{e\varphi} = 10.36 - 0.405\varphi$
			柁目	$H_{r\varphi} = 3.46 - 0.130\varphi$
			板目	$H_{i\varphi} = 3.94 - 0.130\varphi$
オ	ヒ	ヨウ	木口	$H_{e\varphi} = 6.02 - 0.193\varphi$
			柁目	$H_{r\varphi} = 1.74 - 0.048\varphi$
			板目	$H_{i\varphi} = 1.71 - 0.046\varphi$

但し、 $H_{e\varphi}$ 、 $H_{r\varphi}$  及び  $H_{i\varphi}$  は夫々含水率  $\varphi\%$  なるときの木口、柁目及び板目の硬度である。

## 5) 加圧面と硬度との関係

本試験では同一試片において木口、柾目及び板目の各面に硬度試験を行つたので、これらの間における硬度の関係を求めてみた。

第 IX 表 加 圧 面 と 硬 度

樹種	硬 度			比			$\frac{H_r + H_t}{2H_e}$	$\frac{H_t}{H_r}$
	木口 ( $H_e$ )	柾目 ( $H_r$ )	板目 ( $H_t$ )	木 口	柾 目	板 目		
カ ツ ラ	3.40	0.79	0.99	1.00	0.23	0.29	0.262	1.25
ヤマザクラ	4.00	1.35	1.87	1.00	0.34	0.47	0.401	1.38
アズキナシ	3.44	1.02	1.27	1.00	0.29	0.37	0.337	1.29
イ タ ヤ	4.39	1.58	2.04	1.00	0.36	0.46	0.412	1.32
ハナイタヤ	3.94	1.47	1.91	1.00	0.37	0.49	0.425	1.29
ア サ ダ	4.60	1.49	1.87	1.00	0.32	0.41	0.365	1.26
アカダモ	3.34	1.06	1.09	1.00	0.32	0.32	0.326	1.03
オヒヨウ	3.11	1.01	1.04	1.00	0.32	0.33	0.332	1.02

この第 IX 表中「比」とは各樹種とも木口面の硬度を 1.00 として、それに對する柾目及び板目の硬度の比を表したものであり、 $(H_r + H_t)/2H_e$  は「比」における柾目及び板目の平均値である。ここに見られる様に柾目及び板目の硬度は木口の 30~40% 位である。又興味あることは板目と柾目の硬度の比 ( $H_t/H_r$ ) であつて、散孔材であるカツラ、ヤマザクラ、アズキナシ、イタヤ、ハナイタヤ及びアサダでは一様に板目の硬度は柾目より約 20~35% 位大きくなつてゐるが、環孔材のアカダモ及びオヒヨウでは両者に差異が認められないことである。

これは解剖學的性質特に導管の形及び配列の相違によると考えられる。

## V 結 言

木材の硬度試験では KRIPPEL 法のように特殊の大いさの鋼球を用いて行う方法を除くと、BRINELL 法が最も合理的である。BRINELL 法による時注意すべきはその荷重である。鋼球を試片に壓入するときある限度内では、凹痕の深さは荷重に正比例するから、その限度内ならば荷重はいくらでも良いことになるが、過少なときは誤差が大きく影響し、又過大なときは匍匐作用が著しくなり測定が困難となる。故に荷重は著しい匍匐作用が表れない範囲内での最大のものを用いるのがよい。本試験に用いた 8 種の廣葉樹材では、木口、柾目及び板目とも凹痕の深さが 0.4~0.5 mm 位になるような荷重を選ぶのが最もよいようである。なお、信頼しうる値を求めるためには、凹痕の深さが 0.3~0.6 mm 位になるような荷重を選ぶ必要がある。

MEYER 法は理論的にも實驗的にも BRINELL 法に劣ると考えられる。JANKA 法はその半

径の深さ迄鋼球を押込まぬ内に試片に破壊を起すため正確な硬度を求めることは出来ない。關谷氏の仕事量による方法は計算が繁雜であり、又その根據とする荷重と凹痕の深さとの關係が曲線となるという考え方に疑問があるので、よい方法であるということとは出来ない。

次に木材の諸性質と硬度との關係を列記すれば

- 1) 年輪密度と硬度との間には、散孔材(以下カツラ、ヤマザクラ、アズキナシ、イタヤ、ハナイタヤ及びアサダの6種の意)では明らかな傾向は見られなかつたが、環孔材(以下アカダモ及びオヒヨウの2種の意)では年輪密度が大になれば硬度は減ずる傾向があつた。
- 2) 比重が大となれば散孔材、環孔材ともに、又その木口、柾目及び板目とも硬度は増した。
- 3) 含水率が増せば、何れも硬度は減じた。
- 4) 柾目及板目の硬度の平均は木口の硬度の30~40%であつた。
- 5) 散孔材では板目の硬度は柾目より20~35%位大きいが、環孔材では兩者に差異が認められなかつた。
- 6) 木口の硬度は樹種を問はず、比重に比例するのが見られた。

最後に本試験成績の總括表を掲げれば次の如し。

### 1 試験時の成績

樹種	年輪密度	氣乾比重 ×100	絶乾比重 ×100	含水率 %	硬 度			$\frac{H_r + H_t}{2H_e}$	$\frac{H_t}{H_r}$	材 質 商		
					木口 ( $H_e$ )	柾目 ( $H_r$ )	板目 ( $H_t$ )			木口	柾目	板目
カツラ	7.0	46.9	41.4	13.2	3.40	0.79	0.99	0.262	1.25	7.40	1.72	2.16
ヤマザクラ	5.9	61.9	54.4	13.7	4.00	1.35	1.87	0.401	1.38	6.46	2.18	3.02
アズキナシ	7.3	57.7	50.3	14.7	3.44	1.02	1.27	0.337	1.29	5.96	1.77	2.20
イタヤ	9.5	73.2	63.8	14.8	4.39	1.58	2.04	0.412	1.32	6.00	2.16	2.79
ハナイタヤ	7.3	68.8	59.8	15.0	3.94	1.47	1.91	0.425	1.29	5.73	2.14	2.77
アサダ	6.9	75.0	65.2	15.0	4.60	1.49	1.87	0.365	1.26	6.14	1.99	2.49
アカダモ	6.9	60.4	52.4	15.0	3.34	1.06	1.09	0.326	1.03	5.53	1.75	1.81
オヒヨウ	9.2	58.4	50.6	15.2	3.11	1.01	1.04	0.332	1.02	5.32	1.73	1.78

### 2 15%の含水時に換算した成績

樹種	年輪密度	氣乾比重 ×100	絶乾比重 ×100	含水率 %	硬 度			$\frac{H_r + H_t}{2H_e}$	$\frac{H_t}{H_r}$	材 質 商		
					木口 ( $H_e$ )	柾目 ( $H_r$ )	板目 ( $H_t$ )			木口	柾目	板目
カツラ	7.0	47.7	41.4	15.0	2.93	0.60	0.78	0.236	1.30	6.15	1.26	1.64
ヤマザクラ	5.9	62.7	54.4	15.0	3.85	1.11	1.49	0.337	1.34	6.15	1.77	2.38
アズキナシ	7.3	57.8	50.3	15.0	3.31	0.98	1.21	0.331	1.24	5.73	1.70	2.09
イタヤ	9.5	73.3	63.8	15.0	4.29	1.51	1.99	0.408	1.32	5.86	2.06	2.71
ハナイタヤ	7.3	68.8	59.8	15.0	3.94	1.47	1.91	0.425	1.29	5.73	2.14	2.77
アサダ	6.9	75.0	65.2	15.0	4.60	1.49	1.87	0.365	1.26	6.14	1.99	2.49
アカダモ	6.9	60.4	52.4	15.0	3.34	1.06	1.09	0.326	1.03	5.53	1.75	1.81
オヒヨウ	9.2	58.3	50.6	15.0	3.12	1.02	1.02	0.327	1.00	5.37	1.76	1.74

## 参 考 文 献

- 1) 北原覺一：木材硬度試験法について，木材工業. Vol. 2, No. 8, 11 號, (1947).  
KITAHARA: On the Testing Method of Wood Hardness. Wood Industry (1947).
- 2) 皆川 洋 (Y. MINAGAWA): 本道潤葉樹 8 種の機械的性質に関する研究, (卒業論文). (1949).
- 3) 大澤正之. 石田茂雄 OHSAWA and ISHIDA: 北海道産潤葉樹の材質に関する研究,  
I. ナラ屬 3 種 (ミヅナラ, コナラ, カシワ) の年輪密度, 比重及び強度, 北大森林利用學研究室, 研究抄報 1 號, (1945).
- 4) 大澤正之, 中野學, 橋詰猪一郎: 同上,  
II. 散孔材 6 種 (シラカバ, エゾダケカバ, ホオノキ, ブナノキ, ヤマハンノキ, シナノキ) の年輪密度, 比重及び強度, 木材工業 Vo. 3, No. 4, 17 號, (1948).  
OHSAWA, NAKANO and HASHIZUME: Mechanical Properties of Hardwoods in Hokkaido. Wood Industry (1948).
- 5) 關谷文彦 (F. SEKIYA): 木材強弱論. (1938).
- 6) 田中勝吉 (K. TANAKA): 木材硬度試験, 林學會雜誌 34 號, (1926).
- 7) 田中勝吉: 樺太産有用針葉樹材の機械的性質に関する研究,  
I. 侶呂産トドマツ, 樺太中試報 2 類 2 號, (1932).  
K. TANAKA: Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der Wichtigsten Nadelhölzer Südsachalins. I. Tanne von Horo. Rept. Sachalien Central Exp. Stat. Ser. 2, No. 4 (1932).
- 8) 田中勝吉 (K. TANAKA): 最新木材工藝學. (1947).
- 9) 田中勝吉, 足立三郎: 樺太産有用針葉樹材の機械的性質に関する研究,  
II. 侶呂産エゾマツ, 樺太中試報 2 類 4 號, (1933).  
TANAKA und ADACHI: Studien über die Mechanischen Eigenschaften der Wichtigsten Nadelhölzer Südsachalins. II. Fichtenholz aus Horo. Rept. Sachalien Central Exp. Stat. Ser. 2, No. 4 (1933).
- 10) 渡邊誠, 陳隆圻: 滿洲國産材の材質試験 (第 1 報), 東大演報 30 (1942).  
M. WATANABE and LU CHI CHEN: The Physical Properties of Manchurian Woods (I). Bul. Tokyo Imp. Univ. Forests. No. 30 (1942).
- 11) 山林 暹: 朝鮮産木材の識別. (1938).  
N. YAMAHAYASHI: Identification of Corean Woods. (1938).
- 12) 山田真之助 (R. YAMADA): 材料試験法. (1933).
- 13) 矢澤龜吉: 樺太産有用針葉樹材の機械的性質に関する研究,  
III. 敷香郡内川産ゲイマツ, 樺太中試報 2 類 6 號, (1935).  
K. YAZAWA: Untersuchungen über die Mechanisch-Technischen Eigenschaften der Wichtigsten Nadelhölzer Südsachalins. III. Lärche aus Schikka. Rept. Sachalien Central Exp. Stat. Ser. 2, No. 6 (1935).
- 14) DISCH, H. E.: Timber its Structure & Properties. (1938).
- 15) HOEFFGEN, H.: Härteprüfung des Holzes durch Stempeldruck. Holz als Roh-und Werkstoff. I Jahr, Heft 8 (1938).
- 16) HUBER, K.: Die Prüfung der Hölzer auf Kugeldruchhärte. Holz als Roh-und Werkstoff. I Jahr, Heft 7 (1938).
- 17) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes. (1936).
- 18) MARKWARDT, L. T. & WILSON, T. R. C.: Strength and Related Properties of Woods Grown in the United States. U. S. Dep. Agr. Tech. Bull. No. 476 (1935).
- 19) PALLY, N.: Ueber die Holzhärteprüfung. Holz als Roh-und Werkstoff. I Jahr, Heft 4 (1938).
- 20) SEKIYA, F.: Experimental Study on the Static Ball Indentation Test of Wood. Miye Coll. Agr. For. Bull. 7 (1936).

## Résumé

We have tested the hardness of wood by Brinell method. A hardened steel ball 10 mm. in diameter is pressed under certain load into clearly planed surface of wood block to be tested. The results obtained are shown as follows;

1) When the ball indentation test is made without any fracture on a specimen, the Brinell hardness number is constant to any applied load.

2) For the reason described above, we can use any load within a certain limit for the Brinell method. But we had better select the maximum load, under which the creeping by the ball indentation is not recognized distinctly, in order to lessen the experimental errors. In this case, within the range of this study, "creep" generally has begun to appear when the depth of the ball indentation is about 0.4 to 0.5 mm.

3) In the diffuse-porous wood (\*1), the effect of rings per cm. on the hardness is not seen distinctly. But in the ring-porous wood (\*2), the hardness number has become smaller gradually with increase of rings per cm.

4) The hardness number of every species used in this test has become gradually larger, according as the specific gravity increased.

5) Hardness of wood has become remarkably smaller, according as moisture content increased.

6) In each species used for this test, the ratio of the hardness number of the end surface to that of the side surface has been about 0.3 to 0.4.

7) In the diffuse-porous wood, the hardness number of the tangential surface has been about 20 to 30 per cent larger than of the radial surface. But, in the ring-porous wood, difference between them has not been recognized.

(\*1) DIFFUSE-POROUS WOOD

KATSURA (*Cercidiphyllum japonicum* SIEB. et ZUCC.)

YAMA-SAKURA (*Prunus serrulata* LINDL. var. *spec.* KUDŌ)

AZUKINASHI (*Micromeles japonica* KOEHN.)

ITAYA (*Acer pictum* THUNB.)

HANA-ITAYA (*Acer palmatum* THUNB.)

ASADA (*Ostrya japonica* SARG.)

(\*2) RING-POROUS WOOD

AKADAMO (*Ulmus japonica* SARG.)

OHYO (*Ulmus laciniata* MAYR)

附 表  
(Appendix)

(註) No. : 試片番號(供試木番號, 方位, 試片番號)  
 $R/cm$  : 年輪密度,  $S\varphi$  : 試驗時の比重  $\times 100$   
 $S_0$  : 絶乾比重  $\times 100$ ,  $\varphi$  : 含水率 %  
 $H_B$  : BRINELL 硬度,  $H_c$  : 木口面の硬度  
 $H_r$  : 柁目面の硬度,  $H_t$  : 板目面の硬度

## (1) カ ッ ラ

No.	$R/cm$	$S\varphi$	$S_0$	$\varphi$	$H_B$			$\frac{H_r+H_t}{2H_c}$	$\frac{H_t}{H_r}$	備 考
					$H_c$	$H_r$	$H_t$			
1 N 1	8.4	45.6	40.0	14.0	3.00	0.68	0.90	0.263	1.32	
2	8.1	44.6	39.4	13.2	3.05	0.80	0.90	0.279	1.13	
3	7.7	43.9	38.9	13.0	2.90	0.72	0.94	0.286	1.31	
4	8.1	43.8	38.6	13.5	2.83	0.68	0.92	0.283	1.35	
1 E 1	5.9	44.0	38.9	12.9	3.18	0.74	0.82	0.245	1.11	板目は邊材
2	6.8	44.8	39.5	13.0	3.23	0.66	0.76	0.220	1.15	"
3	6.6	44.1	38.8	13.6	3.06	0.70	0.82	0.249	1.17	
1 S 1	6.7	43.4	38.3	13.3	2.91	0.68	0.75	0.246	1.10	
2	7.4	43.8	38.8	12.9	3.46	0.88	1.09	0.261	1.24	
3	7.2	44.0	38.8	13.4	2.95	0.72	0.82	0.261	1.14	
1 W 1	8.3	43.4	38.7	12.2	3.46	0.87	1.14	0.290	1.31	
2	7.6	43.3	38.4	12.9	3.18	0.72	0.92	0.258	1.27	
3	7.6	43.6	38.5	12.5	3.84	0.89	1.05	0.260	1.18	
4	7.2	43.8	39.0	13.0	3.13	0.69	0.90	0.254	1.30	
2 N 1	6.0	46.1	40.5	13.9	3.18	0.74	1.09	0.288	1.47	
2	5.9	45.4	40.1	13.4	2.96	0.71	0.80	0.255	1.13	
3	5.9	44.8	40.5	10.8	3.60	0.78	0.94	0.239	1.21	板目は邊材
4	5.8	45.3	39.8	13.5	3.17	0.61	0.77	0.218	1.26	"
2 E 1	5.0	46.3	40.8	13.2	3.72	0.85	0.97	0.245	1.14	"
2	6.0	46.0	40.6	13.3	3.52	0.82	0.93	0.249	1.13	"
2 S 1	6.1	47.5	41.8	13.4	3.34	0.74	0.90	0.246	1.22	
2	6.5	47.2	41.6	13.6	3.12	0.73	0.90	0.262	1.23	
3	6.5	47.2	41.6	13.6	3.13	0.69	0.98	0.267	1.42	
4	6.4	47.2	41.5	13.7	3.00	0.75	0.97	0.287	1.29	
2 W 1	6.5	47.8	42.0	13.8	3.60	0.91	1.00	0.266	1.10	
2	6.1	47.5	41.7	13.9	3.19	0.75	0.86	0.252	1.15	
3	6.2	47.3	41.6	13.8	3.86	0.90	1.23	0.276	1.37	
4	6.3	47.8	41.7	14.6	3.19	0.75	0.95	0.267	1.27	
3 N 1	7.1	53.2	47.1	13.0	4.43	1.02	1.34	0.266	1.31	
2	6.6	52.5	46.4	13.2	3.92	0.87	1.06	0.246	1.22	
3	6.7	52.8	46.6	13.3	4.38	1.07	1.36	0.277	1.27	
4	6.9	52.9	46.7	13.1	3.59	0.72	1.03	0.244	1.43	
3 S 1	8.3	52.2	46.0	13.4	3.78	0.88	1.01	0.250	1.15	
2	8.7	52.2	46.0	12.9	4.35	1.13	1.46	0.298	1.29	
3	9.0	53.1	46.8	13.5	3.55	0.85	1.10	0.275	1.29	
4	9.3	51.2	45.5	12.5	3.69	0.90	1.24	0.289	1.38	
カッラ 平均	7.0	46.9	41.4	13.2	3.40	0.79	0.99	0.262	1.25	

## (2) ヤマザクラ

No.	R/cm	S <sub>p</sub>	S <sub>0</sub>	φ	H <sub>B</sub>			$\frac{H_r + H_t}{2H_e}$	$\frac{H_t}{H_r}$	備 考
					H <sub>e</sub>	H <sub>r</sub>	H <sub>t</sub>			
4 N 1	6.5	68.3	60.1	13.6	4.49	1.81	2.50	0.480	1.38	全 目
2	7.2	65.3	57.4	13.8	3.85	1.23	1.83	0.397	1.49	
3	7.3	66.8	59.2	12.9	4.09	1.51	1.86	0.412	1.23	
4	8.0	66.0	57.6	14.6	3.98	1.58	1.94	0.442	1.23	
4 E 1	6.0	66.1	58.7	12.6	4.21	1.57	2.60	0.495	1.66	〃
2	6.5	63.6	56.3	13.0	3.91	1.46	1.91	0.431	1.31	〃
3	6.2	64.7	57.5	12.6	4.08	1.64	2.51	0.508	1.53	〃
4	6.3	65.3	57.8	13.8	3.91	1.44	2.19	0.464	1.52	〃
4 S 1	4.8	65.2	57.6	13.1	3.89	1.53	1.91	0.442	1.25	〃
2	5.2	64.3	55.4	14.3	3.73	1.25	1.82	0.412	1.46	〃
3	5.6	64.0	55.4	12.8	3.81	1.22	1.68	0.381	1.38	〃
4	5.4	65.8	57.6	14.2	3.66	1.31	1.71	0.413	1.31	〃
4 W 1	6.4	65.6	58.1	12.8	4.04	1.47	2.36	0.474	1.61	〃
2	6.2	65.8	58.1	13.2	3.83	1.09	1.85	0.383	1.70	〃
3	6.5	66.0	58.7	12.5	4.23	1.37	2.07	0.407	1.51	〃
4	6.5	66.4	58.7	13.1	3.99	1.40	2.04	0.432	1.45	〃
5 E 1	5.0	53.3	46.8	15.5	3.82	1.15	1.42	0.336	1.23	〃
2	4.9	53.8	46.9	14.7	3.80	1.01	1.24	0.296	1.23	〃
3	4.7	53.8	47.0	14.4	4.30	1.08	1.49	0.299	1.38	〃
5 S 1	6.0	56.1	49.6	13.2	4.23	1.20	1.56	0.318	1.30	〃
2	5.5	55.2	48.5	13.7	3.77	1.07	1.41	0.329	1.32	〃
3	5.8	55.7	49.0	13.6	3.83	1.12	1.56	0.350	1.39	〃
4	5.6	55.6	48.9	13.6	3.44	1.09	1.49	0.350	1.37	〃
5 W 1	6.0	52.7	46.2	13.9	3.76	1.06	1.69	0.375	1.60	〃
2	5.8	53.3	46.5	14.6	3.49	1.02	1.29	0.366	1.26	〃
3	6.3	52.8	46.5	13.5	3.53	1.11	1.32	0.331	1.19	〃
4	6.1	53.0	46.2	14.7	3.50	1.01	1.39	0.340	1.37	〃
6 N 1	6.3	65.4	57.5	13.4	4.50	1.64	2.36	0.343	1.44	〃
2	5.6	65.8	57.6	14.3	4.28	1.61	2.12	0.444	1.32	〃
3	5.9	65.6	57.8	13.3	4.56	1.78	2.39	0.435	1.34	〃
6 E 1	5.8	64.5	56.8	13.8	4.25	1.34	1.59	0.457	1.19	〃
2	6.1	62.1	54.4	14.1	3.47	1.36	1.72	0.345	1.27	〃
3	5.6	61.9	54.4	13.8	3.96	1.34	1.64	0.376	1.22	〃
4	6.0	62.2	54.4	14.3	4.65	1.29	1.76	0.328	1.36	〃
6 W 1	5.6	65.1	57.3	13.5	4.60	1.70	2.23	0.428	1.31	年輪幅不規則
2	4.8	64.8	56.9	13.8	4.17	1.41	1.98	0.407	1.40	〃
3	6.0	64.4	56.7	13.7	4.52	1.62	2.40	0.445	1.48	〃
4	5.9	64.0	56.1	14.2	3.94	1.38	2.25	0.460	1.62	〃
ヤマザクラ 平均	5.9	61.9	54.4	13.7	4.00	1.35	1.87	0.401	1.38	

## (3) アズキナシ

No.	R/cm	S <sub>φ</sub>	S <sub>0</sub>	φ	H <sub>B</sub>			$\frac{H_r + H_t}{2H_c}$	$\frac{H_t}{H_r}$	備 考
					H <sub>c</sub>	H <sub>r</sub>	H <sub>t</sub>			
7 N 1	7.3	57.7	50.6	14.1	3.59	1.31	1.20	0.349	0.92	
2	7.5	57.8	50.4	14.7	3.19	1.05	1.25	0.360	1.19	
3	7.7	57.4	50.1	14.5	3.43	1.03	1.49	0.368	1.45	
4	6.4	57.5	50.0	15.0	3.12	1.04	1.27	0.370	1.22	
7 E 1	11.7	55.7	48.8	14.3	3.32	1.06	1.39	0.369	1.31	小 節 二 本
2	10.1	55.6	48.3	14.9	3.00	0.98	1.15	0.389	1.17	
3	10.4	56.0	49.1	14.0	3.34	1.17	1.56	0.410	1.33	
4	9.6	57.2	49.9	14.8	3.14	0.94	1.21	0.343	1.29	小 部 分 變 色
7 S 1	5.8	57.6	50.2	14.6	2.93	0.94	1.24	0.372	1.32	板 目 は 邊 材
2	5.9	58.1	50.3	15.5	3.36	1.04	1.30	0.348	1.25	〃
3	5.5	57.8	50.5	14.7	3.34	1.04	1.44	0.371	1.38	〃
4	6.1	58.2	50.5	15.2	3.39	1.00	1.25	0.332	1.25	〃
7 W 1	6.3	58.7	51.3	14.5	3.08	1.10	1.22	0.376	1.11	
2	5.6	59.0	51.3	15.0	2.86	1.08	1.28	0.413	1.19	
3	5.5	58.8	51.3	14.4	3.06	1.05	1.30	0.384	1.24	
4	5.2	59.6	51.5	15.7	3.16	0.99	1.23	0.351	1.24	
8 N 1	7.8	55.4	48.4	14.3	3.60	1.00	1.29	0.318	1.29	邊 心 材 の 境 不 規 則
2	7.9	54.6	47.8	14.3	3.47	0.95	1.22	0.322	1.16	〃
3	8.0	54.8	48.1	14.1	3.70	0.98	1.41	0.323	1.44	〃
4	8.0	54.8	47.8	14.9	3.27	0.86	1.22	0.318	1.42	〃
8 S 1	8.5	57.4	50.3	14.1	3.80	0.94	1.11	0.270	1.18	板 目 は 邊 材
2	8.6	56.5	48.8	15.7	3.45	0.90	1.15	0.297	1.28	〃
3	9.6	56.0	48.8	14.5	3.80	1.00	1.13	0.280	1.13	〃
4	8.5	56.8	49.1	15.7	3.51	0.93	1.07	0.285	1.15	〃
8 W 1	9.6	55.3	48.5	14.2	3.87	0.98	1.25	0.288	1.27	
2	10.2	53.7	46.6	15.0	3.08	0.91	1.21	0.344	1.33	
3	8.5	54.1	47.3	14.5	3.56	1.04	1.07	0.296	1.03	
4	8.2	55.1	48.1	14.6	3.23	0.89	1.16	0.317	1.17	
9 N 1	6.1	61.6	54.2	13.8	4.11	1.33	1.50	0.344	1.13	
2	5.5	62.2	54.5	14.1	3.52	1.14	1.29	0.346	1.13	
3	5.9	62.3	54.8	13.8	4.03	1.31	1.70	0.373	1.30	
4	6.1	62.1	54.8	14.2	3.59	1.08	1.16	0.312	1.07	
9 E 1	6.1	59.2	51.7	14.3	3.75	1.03	1.27	0.307	1.23	板 目 は 邊 材
2	5.6	58.8	51.4	14.5	3.59	1.02	1.25	0.316	1.22	〃
3	5.7	59.1	51.3	15.2	4.04	0.99	1.30	0.284	1.31	〃
4	5.4	59.0	51.3	15.0	3.12	0.94	1.31	0.360	1.40	〃
9 W 1	6.5	58.5	51.0	14.6	3.50	0.93	1.23	0.309	1.32	〃
2	6.5	58.1	50.5	15.0	3.51	0.98	1.27	0.320	1.29	〃
3	6.5	58.3	51.0	14.6	3.58	1.04	1.27	0.325	1.22	〃
4	8.1	58.8	51.0	15.3	3.47	1.02	1.10	0.334	1.08	〃
アズキナシ 平 均	7.3	57.7	50.3	14.7	3.44	1.02	1.27	0.337	1.29	

## (4) イ タ ヤ

No.	R/cm	S $\phi$	S $_0$	$\phi$	H $_B$			$\frac{H_r + H_t}{2H_c}$	$\frac{H_t}{H_r}$	備 考
					H $_c$	H $_r$	H $_t$			
10 N 1	7.4	70.2	61.5	14.2	5.02	1.65	2.31	0.394	1.40	小かなすじ1本
2	7.9	68.7	60.0	14.5	4.03	1.46	1.80	0.404	1.23	極少部分變色
3	10.1	70.9	62.0	14.4	4.60	1.68	2.13	0.415	1.27	一 部 變 色
4	8.2	70.1	61.0	14.9	3.80	1.46	1.89	0.440	1.30	”
10 W 1	8.8	68.6	59.8	14.8	3.94	1.32	1.87	0.404	1.42	
2	7.0	69.4	60.0	15.7	3.90	1.35	1.93	0.420	1.43	
3	7.5	68.9	60.0	14.8	4.05	1.35	2.10	0.426	1.55	斑 點 變 色
4	8.3	69.0	59.7	15.4	4.05	1.32	1.80	0.385	1.36	
11 N 1	8.8	73.4	64.7	13.4	4.57	1.55	1.90	0.377	1.22	
2	8.9	74.4	64.6	15.2	4.32	1.77	1.92	0.427	1.08	
3	8.4	74.1	64.7	14.5	4.25	1.78	2.11	0.458	1.19	
4	9.0	74.4	64.6	15.2	4.13	1.57	1.73	0.399	1.10	
11 E 1	9.3	73.5	64.8	13.6	4.92	1.68	2.13	0.387	1.27	
2	10.0	74.5	65.2	14.2	5.06	1.83	2.24	0.402	1.22	かなすじ2本
11 S 1	10.0	74.0	64.8	14.2	4.97	1.78	2.30	0.410	1.29	
2	9.6	75.1	65.6	14.2	4.45	1.68	2.06	0.375	1.22	
3	9.8	73.2	64.8	14.4	4.70	1.65	2.10	0.399	1.31	
4	8.9	73.8	64.0	15.3	4.27	1.60	2.03	0.426	1.27	
11 W 1	8.7	73.2	63.8	14.5	4.52	1.82	2.21	0.447	1.21	
2	9.8	73.8	64.2	15.0	4.44	1.74	1.82	0.401	1.05	
3	10.1	73.2	64.2	14.2	4.85	1.65	2.09	0.387	1.27	微 量 變 色
4	9.3	72.3	62.7	15.3	4.23	1.65	1.89	0.418	1.14	”
12 N 1	10.2	74.8	65.1	15.0	4.58	1.65	2.19	0.419	1.33	
2	8.3	74.9	65.1	15.1	4.27	1.46	2.11	0.418	1.45	
3	8.6	75.3	65.9	14.3	4.35	1.44	2.11	0.408	1.47	
4	9.5	75.4	65.3	15.4	4.15	1.52	1.92	0.414	1.26	
12 E 1	9.6	74.9	65.0	15.1	4.52	1.62	2.13	0.414	1.31	かなすじ1本
2	9.4	74.7	64.7	15.5	4.35	1.46	1.92	0.388	1.31	
3	10.8	74.1	65.1	14.8	4.55	1.65	2.12	0.414	1.28	
4	9.5	74.8	64.7	15.5	4.16	1.55	2.05	0.432	1.33	
12 S 1	9.0	74.9	65.3	14.7	4.23	1.46	2.11	0.410	1.44	
2	9.0	75.3	65.7	14.8	3.96	1.46	2.05	0.443	1.40	
27 W 1	13.3	74.2	64.8	14.6	4.57	1.66	2.28	0.440	1.37	
2	11.7	74.6	65.6	15.2	4.18	1.46	2.06	0.420	1.41	
3	13.3	74.5	65.1	14.4	4.66	1.65	2.23	0.416	1.35	
4	12.2	74.3	64.3	15.5	4.35	1.32	1.93	0.378	1.46	
イ タ ヤ 平 均	9.5	73.2	63.8	14.8	4.39	1.58	2.04	0.412	1.32	

## (5) ハナイタヤ

No.	R/cm	S $\phi$	S <sub>0</sub>	$\phi$	H <sub>B</sub>			$\frac{H_r+H_t}{2H_c}$	$\frac{H_t}{H_r}$	備 考
					H <sub>c</sub>	H <sub>r</sub>	H <sub>t</sub>			
13 N 1	8.2	66.2	57.7	14.8	3.52	1.40	1.77	0.521	1.26	
2	7.7	66.1	57.2	15.6	3.65	1.47	1.71	0.436	1.16	
3	6.0	66.0	57.5	14.9	3.49	1.47	1.62	0.443	1.10	
4	7.0	67.0	53.0	15.5	3.63	1.45	1.67	0.429	1.15	
13 E 1	5.7	66.7	58.5	14.0	4.06	1.46	2.02	0.428	1.38	
2	5.8	67.6	58.6	15.3	3.68	1.36	1.76	0.424	1.29	
3	6.5	67.3	58.4	15.4	4.02	1.35	1.90	0.404	1.41	小 節 1 本
4	5.4	67.4	58.4	15.5	3.72	1.34	1.81	0.423	1.35	
13 W 1	5.5	67.2	59.0	13.9	3.82	1.45	1.70	0.413	1.17	一 部 腐 蝕
2	5.4	68.1	58.9	15.7	3.65	1.27	1.68	0.404	1.32	〃
3	4.4	66.8	58.9	13.4	3.74	1.37	1.88	0.435	1.37	〃
4	7.1	68.2	59.1	15.3	3.44	1.37	1.70	0.447	1.24	〃
14 N 1	7.5	67.7	59.0	14.8	4.09	1.33	1.67	0.367	1.26	
2	8.0	67.6	58.5	15.7	3.99	1.34	1.92	0.408	1.43	
3	7.6	66.9	58.7	15.3	3.77	1.32	1.78	0.411	1.35	
4	7.6	67.0	58.1	15.3	3.76	1.30	1.86	0.420	1.43	
14 E 1	9.6	69.7	61.1	14.0	4.39	1.62	2.14	0.428	1.32	
2	7.6	69.8	60.1	16.2	4.33	1.55	2.12	0.423	1.37	
3	7.5	69.5	61.0	14.0	4.43	1.58	2.02	0.406	1.28	
4	8.9	69.4	60.0	15.7	4.08	1.51	1.99	0.306	1.32	
14 S 1	8.6	67.6	58.9	14.8	3.98	1.68	1.84	0.442	1.09	一 部 腐 蝕
2	9.1	68.0	59.0	15.3	4.21	1.47	1.93	0.403	1.31	〃
3	8.6	67.8	59.3	14.6	4.07	1.50	1.95	0.424	1.30	〃
4	9.2	67.5	58.7	15.0	4.13	1.44	1.81	0.393	1.26	〃
14 W 1	10.6	68.0	59.3	14.7	4.67	1.58	1.98	0.380	1.25	
2	9.2	67.8	59.1	15.0	4.03	1.46	1.83	0.408	1.25	
3	9.7	67.5	58.8	14.7	4.27	1.54	2.00	0.413	1.30	
4	9.4	68.0	59.4	14.7	3.98	1.49	1.77	0.410	1.19	
15 N 1	6.4	72.5	63.5	14.3	4.12	1.48	1.99	0.421	1.34	
2	6.2	72.5	63.0	15.2	3.92	1.57	2.08	0.465	1.32	
3	6.2	72.5	63.0	15.0	4.17	1.63	2.22	0.460	1.36	
4	6.1	73.3	63.7	15.0	4.02	1.51	1.96	0.432	1.30	
15 S 1	7.5	72.4	63.2	14.6	4.08	1.60	2.21	0.467	1.38	
2	7.4	73.3	63.2	15.1	4.02	1.53	2.17	0.460	1.42	
3	6.1	72.3	62.9	14.9	4.05	1.68	2.09	0.465	1.24	
4	6.0	72.6	62.7	15.9	3.80	1.60	2.12	0.490	1.33	
ハナイタヤ 平 均	7.3	68.8	59.8	15.0	3.94	1.47	1.91	0.425	1.29	

## (6) アサダ

No.	R/cm	S <sub>φ</sub>	S <sub>0</sub>	φ	H <sub>B</sub>			$\frac{H_r + H_t}{2H_e}$	$\frac{H_t}{H_r}$	備 考
					H <sub>e</sub>	H <sub>r</sub>	H <sub>t</sub>			
16 N 1	6.3	74.7	65.4	14.2	4.41	1.48	1.92	0.386	1.30	邊 材
2	6.5	75.1	65.1	15.3	4.37	1.26	1.76	0.345	1.40	〃
3	6.7	74.7	65.3	14.3	4.41	1.46	1.70	0.358	1.16	〃
4	7.6	75.0	65.1	15.3	4.45	1.43	1.70	0.351	1.19	〃
16 E 1	8.8	76.8	67.2	14.1	4.85	1.60	1.85	0.356	1.16	板目は邊材
2	9.3	76.8	67.0	14.7	4.70	1.53	1.75	0.349	1.14	〃
3	9.4	76.9	67.6	14.2	4.98	1.63	1.94	0.358	1.19	〃
4	8.6	77.0	67.6	14.5	4.68	1.57	1.80	0.360	1.15	〃
16 W 1	7.3	74.8	65.2	15.3	4.80	1.71	1.84	0.370	1.08	木口, 柀目の一部 板目全部邊材
2	7.2	75.0	65.0	15.3	4.52	1.43	1.74	0.351	1.22	〃
3	7.3	75.3	65.5	14.9	4.38	1.42	1.79	0.367	1.26	〃
4	7.0	75.5	65.6	15.0	4.65	1.43	1.61	0.327	1.13	〃
17 N 1	6.9	72.1	63.6	13.6	5.04	1.64	2.14	0.375	1.30	
2	7.1	72.0	63.4	13.6	5.22	1.54	2.43	0.380	1.58	
17 E 1	6.0	73.5	64.6	13.8	4.93	1.41	1.93	0.338	1.37	
2	5.5	74.9	65.2	15.0	4.11	1.50	2.12	0.430	1.41	
3	6.0	78.2	68.2	14.5	4.56	1.61	2.04	0.400	1.27	
17 S 1	8.0	74.3	63.2	17.4	5.06	1.53	1.77	0.326	1.16	板目は邊材
2	7.4	75.5	63.6	18.5	4.67	1.53	1.77	0.353	1.16	〃
3	7.7	75.5	65.6	15.2	4.95	1.62	1.69	0.335	1.04	〃
17 W 1	6.9	72.0	62.8	14.6	4.90	1.52	1.89	0.348	1.24	
2	6.2	71.7	62.0	15.5	4.33	1.54	1.85	0.391	1.20	
3	6.7	73.2	63.8	14.7	4.62	1.50	2.08	0.387	1.39	
4	6.3	71.9	62.2	15.5	4.38	1.46	1.81	0.373	1.24	
18 N 1	5.6	75.3	65.8	14.4	4.30	1.49	2.19	0.428	1.47	邊 材
2	5.4	75.6	65.8	14.9	4.50	1.50	1.53	0.337	1.02	〃
3	5.4	75.6	65.8	15.0	4.46	1.44	1.70	0.352	1.18	〃
4	5.1	75.6	65.7	15.1	4.62	1.36	1.76	0.337	1.29	〃
18 E 1	6.5	77.1	66.8	15.3	4.53	1.44	2.06	0.385	1.43	〃
2	7.1	75.1	65.0	15.7	4.22	1.48	1.74	0.382	1.17	〃
3	6.9	75.2	65.3	15.1	4.50	1.26	1.78	0.337	1.41	〃
4	6.5	75.3	65.1	15.9	3.80	1.35	1.99	0.440	1.47	〃
18 S 1	6.4	75.5	65.8	14.8	4.70	1.43	1.98	0.363	1.38	木口, 柀目の一部 板目全部邊材
2	6.6	75.4	65.3	15.4	4.65	1.52	1.92	0.370	1.26	板目は邊材
3	6.4	75.7	65.6	15.4	4.58	1.48	1.74	0.352	1.18	〃
4	7.4	75.5	65.4	15.4	4.64	1.43	1.90	0.359	1.33	〃
アサダ 平均	6.9	75.0	65.2	15.0	4.60	1.49	1.87	0.365	1.26	

## (7) アカダモ

No.	R/cm	S $\varphi$	S <sub>0</sub>	$\varphi$	H <sub>B</sub>			$\frac{H_r+H_t}{2H_e}$	$\frac{H_t}{H_r}$	備考
					H <sub>e</sub>	H <sub>r</sub>	H <sub>t</sub>			
19 N 1	6.1	60.2	52.2	15.2	3.15	1.05	1.00	0.325	0.95	
2	4.6	66.2	57.5	15.1	3.33	0.99	1.01	0.300	1.02	
3	5.5	60.1	52.2	15.3	2.86	1.00	1.00	0.349	1.00	
19 E 1	3.1	69.8	60.5	15.4	3.85	1.29	1.55	0.369	1.20	
2	3.1	69.2	60.0	15.1	4.15	1.35	1.30	0.319	0.96	
3	3.3	69.2	60.0	15.1	3.66	1.27	1.18	0.335	0.93	
19 S 1	4.5	66.0	57.3	15.1	3.48	1.32	1.14	0.353	0.86	
2	4.8	64.8	56.2	15.4	3.82	1.29	1.14	0.318	0.88	
3	4.6	64.5	55.7	15.9	3.48	1.15	1.09	0.322	0.95	
19 W 1	5.3	68.0	59.5	14.3	3.72	1.10	1.12	0.299	1.02	
2	4.9	68.1	59.2	14.6	3.20	1.08	1.06	0.334	0.98	
3	5.1	68.1	59.4	14.6	3.48	1.05	1.22	0.326	1.16	
20 N 1	12.2	53.2	46.2	15.2	2.80	1.02	0.91	0.343	0.89	
2	11.8	53.2	46.0	15.4	3.00	1.12	1.06	0.363	0.95	
3	11.4	53.2	46.0	15.6	2.77	1.07	1.07	0.386	1.00	
20 E 1	8.2	58.1	50.5	15.0	3.40	1.07	0.99	0.313	0.92	
2	8.7	58.2	50.5	15.2	3.20	0.98	0.95	0.302	0.97	
3	8.8	58.3	50.6	15.3	3.08	0.93	0.92	0.297	0.99	
20 S 1	6.5	57.2	50.0	14.5	3.48	1.07	1.11	0.314	1.04	
2	6.4	57.2	50.0	14.5	3.35	1.01	1.04	0.306	1.03	
3	6.3	57.3	49.8	14.5	3.22	0.89	0.97	0.289	1.09	
20 W 1	8.2	58.5	50.9	14.8	3.30	0.99	1.02	0.305	1.03	
2	7.7	58.7	51.1	15.1	3.26	1.01	1.03	0.313	1.02	
3	7.6	58.8	51.0	15.3	3.32	0.96	1.00	0.295	1.04	
21 N 1	7.9	57.2	49.5	15.5	3.20	0.94	1.15	0.327	1.22	
2	7.8	57.0	49.3	15.7	3.12	0.94	1.14	0.333	1.21	
3	8.0	57.4	50.0	15.4	3.47	0.96	1.27	0.322	1.32	
21 E 1	5.9	58.6	50.8	15.3	3.38	1.01	1.13	0.317	1.12	
2	6.2	58.6	50.8	15.4	3.16	0.94	0.97	0.302	1.03	
3	6.5	58.1	50.6	14.7	3.56	1.07	1.01	0.301	0.74	
21 S 1	8.5	57.8	50.4	14.6	3.33	1.07	1.15	0.333	1.06	
2	8.6	58.4	50.7	15.1	3.12	1.02	1.13	0.345	1.11	
3	8.2	58.4	50.5	15.4	3.00	0.95	1.33	0.380	1.26	
21 W 1	7.7	59.1	51.2	15.2	3.73	1.04	1.09	0.385	1.05	
2	8.2	58.5	50.7	15.3	3.26	1.02	0.95	0.302	0.93	
3	7.5	58.8	51.1	14.9	3.61	1.05	1.03	0.302	0.98	
アカダモ 平均	6.9	60.4	52.4	15.0	3.34	1.06	1.09	0.326	1.03	

## (8) オ ヒ ヨ ウ

No.	R/cm	S $\varphi$	S $\theta$	$\varphi$	H $B$			$\frac{H_r + H_t}{2H_c}$	$\frac{H_t}{H_r}$	備考
					H $c$	H $r$	H $t$			
22 N 1	13.8	52.2	45.5	14.8	2.36	0.74	0.84	0.335	1.13	
2	13.0	51.8	45.3	14.6	2.66	0.80	0.74	0.290	0.92	
3	13.4	51.2	44.2	15.9	2.78	0.79	0.72	0.271	0.91	
22 E 1	12.2	57.0	49.7	15.0	2.90	0.89	1.01	0.327	0.91	
2	12.6	56.7	49.2	15.3	2.90	0.89	0.98	0.322	1.10	
3	13.9	56.0	48.4	15.7	2.90	0.98	0.90	0.324	0.92	
22 S 1	13.2	55.1	48.0	15.0	2.90	0.91	0.95	0.320	1.04	
2	12.0	54.8	47.7	14.9	2.66	0.74	0.90	0.308	1.22	
3	12.6	54.7	47.5	15.2	2.90	0.79	1.14	0.333	1.44	
22 W 1	11.0	57.8	50.2	15.3	2.98	1.06	1.06	0.355	1.00	
2	11.6	57.6	50.1	15.2	2.88	1.04	1.02	0.393	0.98	
3	12.6	56.5	48.9	15.6	2.85	1.11	1.12	0.391	1.01	
23 N 1	6.5	64.0	55.5	15.3	3.86	1.29	1.11	0.420	0.86	
2	6.4	63.1	54.8	15.3	3.56	1.27	1.07	0.329	0.84	
3	6.4	62.0	53.9	15.0	3.64	1.17	1.05	0.305	0.90	
4	6.5	61.2	53.2	15.2	3.66	1.21	1.05	0.308	0.87	
23 E 1	7.6	60.0	52.1	15.2	3.43	1.02	1.24	0.329	1.22	
2	8.0	59.7	51.8	15.0	3.40	1.05	1.15	0.323	1.09	
3	8.3	59.2	51.4	15.1	3.44	1.06	1.17	0.324	1.10	
4	8.4	59.8	51.9	15.2	3.29	1.05	1.01	0.313	0.96	
23 W 1	6.6	64.0	55.9	14.5	3.40	1.09	1.28	0.362	1.07	
2	6.6	64.7	56.2	15.0	3.49	1.13	1.56	0.356	1.38	
3	6.3	64.2	55.8	15.2	3.51	1.24	1.46	0.384	1.18	
4	6.1	64.0	55.8	14.9	3.36	1.16	1.20	0.350	1.03	
24 N 1	3.8	62.6	54.5	14.8	3.16	0.93	1.03	0.310	1.11	
2	4.0	61.6	53.7	14.8	2.99	1.02	1.04	0.345	1.02	
3	4.3	61.2	52.9	15.5	3.02	0.97	1.28	0.372	1.19	
24 E 1	7.2	55.0	47.7	15.4	2.72	0.89	0.87	0.324	0.98	
2	7.3	54.6	47.5	14.8	2.72	0.91	0.91	0.335	1.00	
3	8.0	54.9	47.7	15.2	2.91	0.98	0.98	0.337	1.00	
24 S 1	9.6	59.0	51.1	15.5	3.24	1.07	0.81	0.290	0.76	
2	8.5	59.8	52.0	15.1	3.42	1.12	0.86	0.290	0.77	
3	8.4	59.3	51.5	15.2	3.28	1.06	0.96	0.307	0.90	
24 W 1	10.0	54.2	46.8	15.8	2.86	1.01	0.93	0.340	0.92	
2	10.4	53.8	46.5	15.9	3.27	0.96	0.98	0.297	1.02	
3	11.8	53.2	46.2	15.2	2.68	0.96	0.90	0.347	0.94	
オヒヨウ 平均	9.2	58.4	50.6	15.2	3.11	1.01	1.04	0.332	1.02	