

# 北山杉雪害抵抗性品種選抜の ための材の力学的強度試験

京都府林業試験場

西 田 謹 二

## I はじめに

北山杉の雪害、特に冠雪害を予防する対策の一つとして、北山杉の品種毎の基本的な物理的・力学的諸性質（比重、曲げ強度、曲げヤング率、衝撃曲げ吸収エネルギー）を明確にして、雪害に強い品種はどの品種かを探ることを目的とした。

## II 実験方法

### 1. 供試材料

供試材料は、北山林業地において多く植栽されている表-1に示す北山杉6品種とし、二方柱に木取りしたあと2cm（半径方向）×2cm（接線方向）×32cm（繊維方向）の試片を作成した。強度試験には、これら試片の気乾材を使用した。

表-1 供試木一覧表

採取平成7年11月

品 種 (個 体)	樹 高 m	胸 高 直径cm	樹 齡 年生	立木密度 本/ha	採 取 地
シバハラ	10.0	11.2	22	4,000	京都市右京区梅ヶ畑
千束シバハラ	11.6	10.4	21	2,850	北桑田郡京北町細野
三 五	11.6	10.4	25	4,000	京都市右京区梅ヶ畑
中 源	12.6	13.8	22	3,430	北桑田郡京北町細野
ク □	14.0	12.2	25	4,000	京都市右京区梅ヶ畑
実 生	13.5	15.8	23	4,000	京都市右京区梅ヶ畑

注) 千束シバハラは、以下「千束」と称す。

### 2. 物理的・力学的性質の測定

- (1)比重測定：前述した試片の寸法並びに重量をレジタルノギス（精度1/100mm）、天秤（最小読みとり精度1mg）で測定し、気乾比重を求めた。
- (2)曲げ強度試験：小型万能試験機（森製作所製；能力500kgf）を用い、2点支持中央集中荷重方式により、各荷重毎のたわみをレジタル式ダイヤルゲージで測定した。得られた荷重-たわみ曲線、最大荷重から次式によって曲げヤング率、曲げ強度を求めた。

$$E = \Delta P \cdot \frac{3}{4} \Delta y b h^3$$

$$\sigma_{\max} = 3 P_{\max} \cdot \frac{1}{2} b h^2$$

E；曲げヤング率、 $\Delta P$ ；比例域における上限荷重と下限荷重の差、 $\Delta y$ ； $\Delta P$ に対応するたわみ量、 $\cdot$ ；スパン、b；試片の幅、h；試片のはりたけ（厚さ）、 $P_{\max}$ ：最大荷重

- (3)衝撃曲げ強度試験：シャルピー型衝撃試験機を用い、JIS Z 2116-63によって、衝撃試験を行い衝撃曲げ吸収エネルギーを求めた。

### III 試験結果

#### 1. 荷重-たわみ曲線

品種毎に5試片を選び荷重-たわみの関係を測定した結果は、表-2のとおりである。(データはシバハラのみを示す。)また、図-1に全品種の荷重-たわみ曲線を示した。表及び図によると得られた荷重-たわみ関係は、いずれの品種についてもバラツキが小さく、それぞれ5個の試験体についても、その変動が小さいことが認められ、品種間の物理的・力学的特性を把握する上で、本結果は有効であると判断される。

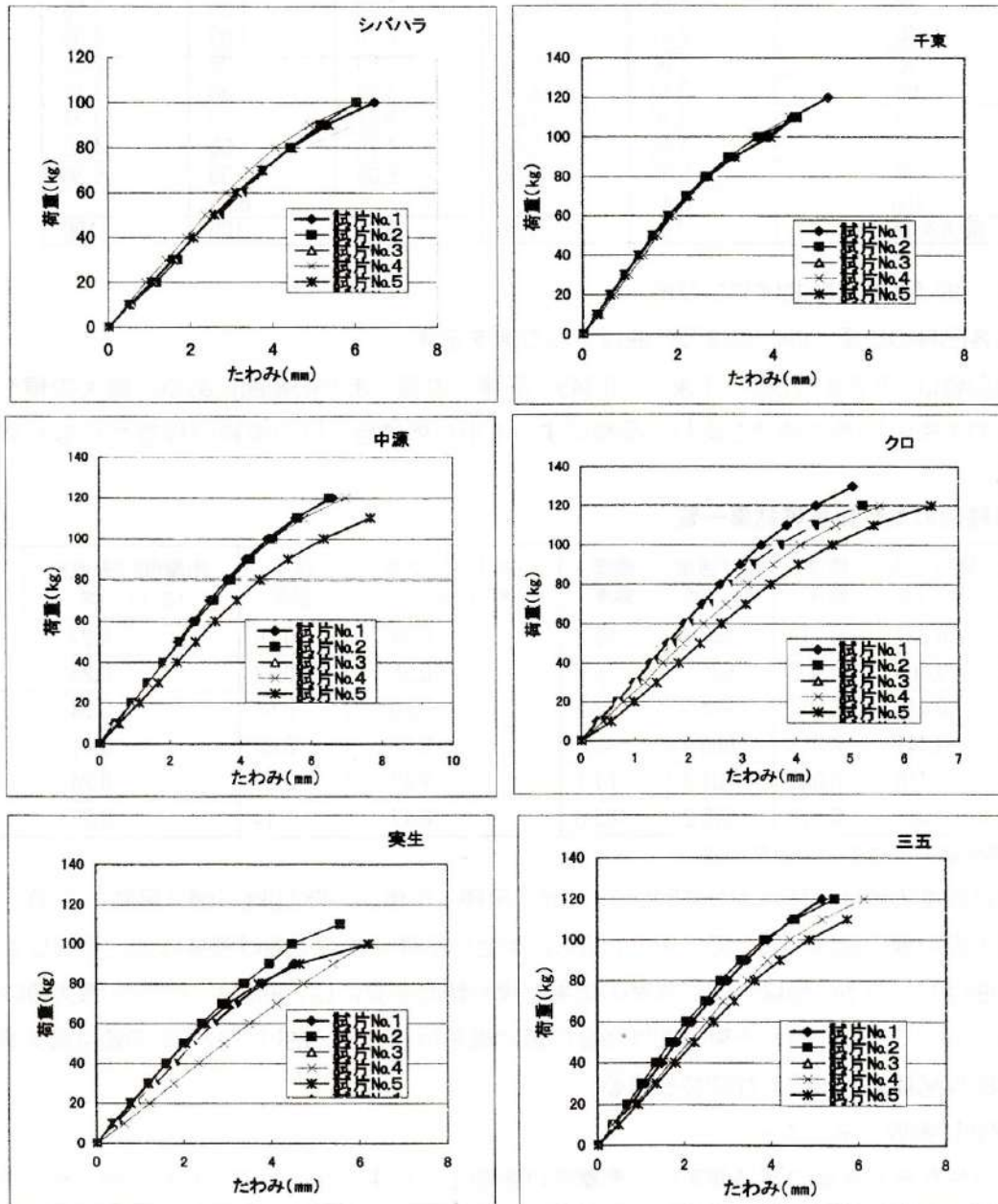


図-1 品種別の曲げによる荷重-たわみ関係

表－2 品種別の曲げによる荷重－たわみ関係

品種名 シバハラ

試片 No	1	2	3	4	5
半径寸法 (cm)	1.985	2.015	2.006	1.981	1.985
接線寸法 (cm)	2.000	2.020	2.007	1.992	2.011
長さ (cm)	32.50	32.70	32.80	32.70	33.10
重量 (g)	49.56	50.75	45.65	46.67	50.25
比重 (g/cm <sup>3</sup> )	0.384	0.381	0.346	0.362	0.380
スパン (cm)	28	28	28	28	28
荷重 (kg)	No 1 (mm)	No 2 (mm)	No 3 (mm)	No 4 (mm)	No 5 (mm)
0	0	0	0	0	0
10	0.50	0.54	0.54	0.45	0.50
20	1.05	1.15	1.06	0.90	1.05
30	1.55	1.67	1.59	1.39	1.56
40	2.07		2.10	1.89	2.06
50	2.60	2.70	2.63	2.36	2.58
60	3.14	3.24	3.20	2.86	3.12
70	3.76	3.80	3.91	3.43	3.74
80	4.42	4.42	4.76	4.06	4.46
90	5.30	5.16	6.00	4.90	5.36
100	6.47	6.03		6.05	
最大荷重 (kg)	105	120	97.5	109	106

## 2. 比重、曲げ強度及び曲げヤング率

表－3 に各品種の比重、曲げ強度及び曲げヤング率を示す。

気乾比重の値は、0.369 (品種：千束)～0.445 (品種：中源) までの範囲にある。最大の値を示す中源は、最小の千束の1.2倍の開きがあり、品種によって単位体積当たりの実質の程度がかなり異なることがわかる。

表－3 品種別の気乾比重等結果一覧

北山杉 品種	気乾比重 g/cm <sup>3</sup>	標準 偏差	曲げ強度 kg/cm <sup>2</sup>	標準 偏差	曲げヤング率 ×10 <sup>4</sup> kg/cm <sup>2</sup>	標準 偏差	衝撃曲げ吸収E kg·m/cm <sup>2</sup>	標準 偏差
シバハラ	0.371	0.014	562.4	28.2	6.44	0.26	0.27	0.060
千束	0.369	0.003	535.5	15.0	10.35	0.12	0.25	0.059
中源	0.445	0.013	724.0	58.9	7.60	0.64	0.34	0.036
ク口	0.441	0.013	665.4	43.6	8.33	0.80	0.41	0.054
三五	0.416	0.009	601.4	27.1	7.47	0.52	0.24	0.017
実生	0.365	0.073	575.2	163.8	6.47	1.44	0.26	0.037

注) 各値は、5つの試片の平均値。

次に、曲げ強度の値は品種によって535.5kg/cm<sup>2</sup> (品種：千束)～724.0kg/cm<sup>2</sup> (品種：中源) の範囲にあり、最大の中源の値は、最小の千束の1.35倍に相当し品種によって曲げ強度は大きく異なる。

さらに、曲げヤング率の値は、曲げ強度の結果と幾分傾向を異にし、曲げヤング率の最大値は千束で、最小値はシバハラである。特に千束は曲げ強度の値は最も小さいが、曲げヤング率の値は最大値を示す極めて特徴的な品種であることが認められる。

## 3. 衝撃曲げ吸収エネルギー

品種毎に試片を各5本ずつ選び測定し、衝撃曲げ吸収エネルギーを  $a = W / b h$  (kg·m/cm<sup>2</sup>) により求めた結果は表－4 のとおり (データはシバハラのみを示す)。

[ a ; 衝撃曲げ吸収エネルギー、W ; 衝撃曲げ仕事量、b ; 試片の幅、h ; 試片の厚み ]



表-4 品種別の衝撃曲げ吸収エネルギー

品種名 シバハラ

試片 No	6	7	8	9	10
半径寸法 (cm)	2.006	2.018	2.065	2.066	2.030
接線寸法 (cm)	2.024	1.994	1.976	1.981	1.982
長さ (cm)	32.8	33.0	32.7	32.8	32.3
重量 (g)	47.53	50.55	48.06	52.25	51.6
比重 (g/cm <sup>3</sup> )	0.357	0.381	0.360	0.389	0.397
角度 (°)	128.5	130	134	127	137
E (kg・m)	1.29	1.17	0.89	1.41	0.67
衝撃曲げ吸収E (a)	0.3177	0.2908	0.2181	0.3445	0.1665

表-3に各品種の衝撃曲げ吸収エネルギーを示す。衝撃曲げ吸収エネルギーの値が大きいのはクロで、小さいのは千束及び三五である。したがって、衝撃的な荷重に対しては概してクロが強いことを示していることになる。

#### 4. 比重と曲げ強度及び曲げヤング率との関係

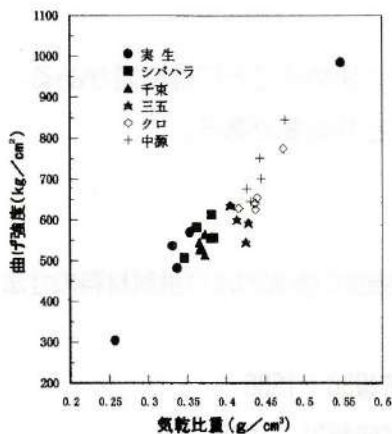


図-2 曲げ強度と気乾比重との関係

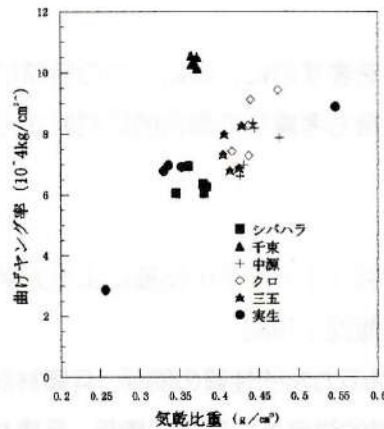


図-3 曲げヤング率と気乾比重との関係

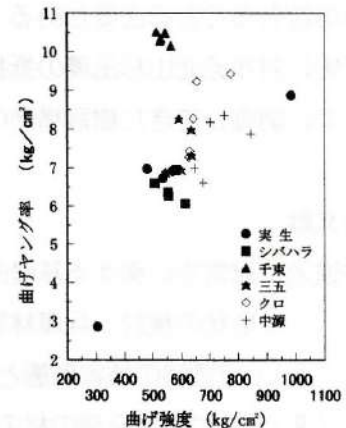


図-4 曲げヤング率と曲げ強度との関係

図-2及び図-3に曲げ強度及び曲げヤング率と比重との関係をそれぞれ示す。図によると曲げ強度の値は比重とともにほぼ直線的に増加する。したがって、品種による相違は顕著でなく、むしろ実質の多少に大きく関係して定められていると言える。

次に、曲げヤング率と比重との関係についてみると、前述の曲げ強度と比重の関係で示されたのと幾分その傾向が異なる。すなわち、千束を除く他の品種は比重の増加とともにヤング率が増加するが、千束のそれは明らかに他の品種とは異なり、比重の等しいもので比較すると、ヤング率はかなり大きな値を示している。したがって、ヤング率においては品種による特徴が千束に明確に表れている。

#### 5. 曲げヤング率と曲げ強度との関係

図-4に曲げヤング率と曲げ強度との関係を示す。ここでも千束だけは特別で、曲げ強度が小さくても曲げヤング率が大きい傾向である。曲げヤング率と曲げ強度との関係が、ほぼ直線関係を示す品種については、曲げヤング率と曲げ強度の大きいものが、小さいものに比べて雪害被害は小さくなると推測される。

#### 6. 北山杉6品種の力学的性質と雪害の発生との関係についての考察

雪害は単純な圧縮、引張、曲げなどの力学現象ではなく、複合的な現象である。したがって、力学的

性質の総合的評価と併せて、現場における被害状況の調査等地道な基礎データの蓄積が必要である。

今回の試験範囲で得た結果に基づいて評価すると以下ようになる。

\*各品種の曲げヤング率と曲げ強度との関係から、曲げヤング率と曲げ強度の大きさは、千束と実生を除いて、中源＝クロ>三五>シバハラの順であり、この順に被害率が低いことが考えられる。

\*実生の値は、曲げ強度、曲げヤング率ともバラツキが大きいので順位から除外する。また、千束は比重、曲げ強度とも値は小さくても、曲げヤング率は際立って大きく特異である。

以上の試験結果から、

\*千束が品種として特異的に雪害に強いものと考えられる。

\*束・実生以外の4品種について、順位を付けるとすると中源＝クロ>三五>シバハラの順に、雪害に強いことが考えられる。

#### IV 問題点

供試木が、各品種1本の木であり、その品種を代表していると言い切れないという問題があり、今後試料の数を多くとる必要がある。

雪害に対する北山杉品種の抵抗性を表すのに、単に一つの指標だけで決めることには問題がある。これまでに調査してきた樹冠構造の特徴も考慮して総合的に判断することが必要である。

#### 引用文献

矢野進治：冠雪害に関する基礎的研究（Ⅰ）スギの品種による力学的強度の差異および供試材料の寸法・形状の検討，兵庫林試研報22：1980

同上（Ⅱ）：冠雪害の被害形態と幹材の力学的性質の関係，兵庫林試研報30 1986

同上（Ⅲ）：スギ在来品種の材の力学的強度と冠雪害の関係，兵庫林試研報31 1987