

県産スギ品種別の強度特性

木材工業部 福留重人, 岡師朋弘, 遠矢良太郎

Strength Properties of Sugi of Kagoshima

Shigeto FUKUDOME, Tomohiro ZUSHI and Ryotaro TOYA

県産スギの5品種について各種材質試験を行い、品種が材質に及ぼす影響について検討した。また、材質指標と強度性能との関係及び台風被害との関連性について検討した。その結果、スギ品種別の強度特性の傾向を把握し、強度等級区分等のための資料を得た。

1. 緒言

台風による立木の被害は、諸因子によって被害状況が左右されるため、被害を最少限にするために多方面からの検討が必要である。九州北西部の地域については、品種による被害状況や折損箇所の違いについての報告¹⁾があり、台風被害木に関しても材質面や利用面での研究²⁾が行われている。今回、鹿児島県で植林されているスギ5品種の丸太及び心持正角材の曲げ強度試験及び材質試験を行い、材質と実際の被害状況との関連性について検討した。

2. 実験方法

2.1 供試木

鹿児島県串木野市のスギ優良品種展示林に1976年植栽された樹高10～14m、胸高直径14～18cmの5品種についてそれぞれ4本ずつ用いた。実大曲げ試験には、原木の枝下高が中央になる位置で長さ4mに切断した丸太（枝下高丸太とする）を用いた。また、その下の部分を長さ2mに切断し、9cm角に製材した心持正角材（胸高正角材とする）を用いた。品種名および供試丸太の概要を表1に示す。

表1 供試丸太の概要（平均値）

品 種	比重	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	枝下高直径 (cm)
肝付2号*	0.94	161	3.7	11.2
川辺3号**	0.99	149	4.2	11.7
クモトオシ	0.99	169	4.6	12.3
オビアカ	0.99	109	3.8	11.2
改良メアサ	1.02	142	3.9	11.1

*:キジン系 ** : ヤブクグリ系

2.2 動的ヤング係数測定

丸太及び正角材は、曲げ試験の前にFFTアナライザ（九州リオン㈱：SA-77）を用いて、打撃音法により固有振動数を求め、密度及び材長から動的ヤング係数（Ef）を求めた。

2.3 実大曲げ試験

丸太及び正角材の曲げ試験は、実大強度試験機（島津製作所：25tonf）を用い、枝下高丸太はスパン300cm荷重点間隔100cm、胸高正角材はスパン160cm荷重点間隔50cmの4点荷重方式で曲げ破壊試験を行い、荷重およびスパン中央たわみから曲げヤング係数（MOE）、曲げ比例限度（ σ_p ）ならびに曲げ破壊係数（MOR）を求めた。

2.4 材質試験

実大曲げ試験後、試験体の健全部分を20mm×20mm角の試験体に9分割し、縦圧縮試験、部分圧縮試験ならびに曲げ試験を行った。分割は、二方桁を4本、追い桁を4本、芯持ち材を1本取るように木取りを行った。

3. 実験結果

3.1 実大曲げ強度性能

実大曲げ強度試験結果について、表2に枝下高丸太、表3に胸高正角材の品種別平均値を示す。品種別の曲げ強度性能について分散分析を行った結果、品種間に有意差が認められた。クモトオシの場合、枝下高丸太のMORが小さくなっている。これは、クモトオシは林齢6～10年の初期成長が大きいことが報告されており³⁾、今回供試木に用いたクモトオシにおいても平均年輪幅が他の品種より大きく、また気乾比重が小さいため、その影響により曲げ強度が低くなったものと思われる。川辺3号（ヤブクグリ）および改良メアサでは、MOEおよび σ_p が小さく、オビアカは枝下高丸太のMOE及びMORが高い値を示している。これらも、平均年輪幅及び気乾比重の影響により品種間に差が生じたものと思われる。

実際の台風被害¹⁾では、クモトオシは幹折れの割合が多く、被害率も高くなっている。ヤブクグリおよびメアサでは曲がりおよび根返りの割合が多く、キジンおよびオビアカでは幹折れは皆無で根返りの割合が多いという傾向が報告されており、これらの被害状況は品種別の強度性能と関連があると思われる。

表2 スギ枝下高丸太の曲げ性能

品種	Ef tonf/cm ²	MOE tonf/cm ²	σ_P kgf/cm ²	MOR kgf/cm ²
肝付2号	74.0	77.0	339	561
川辺3号	73.8	66.4	290	557
クモトオシ	69.0	70.5	260	476
オビアカ	81.8	86.5	369	628
改良メアサ	75.8	68.9	222	541

表3 スギ胸高正角材の曲げ性能

品種	Ef tonf/cm ²	MOE tonf/cm ²	σ_P kgf/cm ²	MOR kgf/cm ²
肝付2号	68.0	64.9	322	506
川辺3号	59.9	51.5	276	503
クモトオシ	68.8	64.4	292	434
オビアカ	58.2	64.2	288	463
改良メアサ	60.3	57.8	259	363

3. 2 動的ヤング係数と曲げ強さとの関係

打撃音法による動的ヤング係数Efと曲げ強さMORとの関係を図1に示す。

EfとMORの間には比較的高い正の相関関係が認められた。スギ丸太の品種別曲げ強度を推定する手段として有効であると思われる。

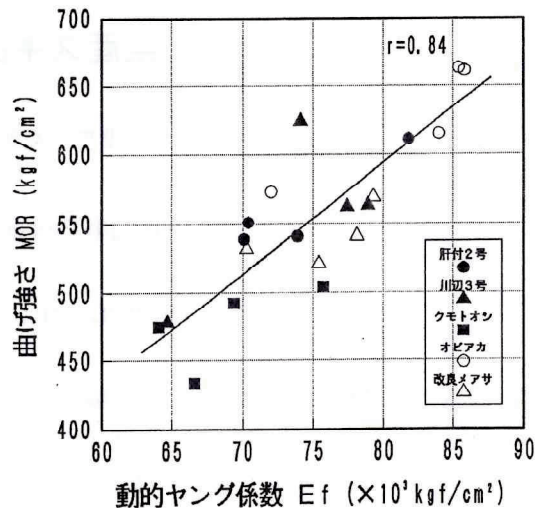


図1 動的ヤング係数と曲げ強さとの関係

3. 3 材質試験結果

表4に20mm×20mm試験体の品種別材質試験結果を示す。丸太及び正角材の曲げ強度性能と同様の傾向が見られた。また、5品種全体の平均値、変動係数ならびに単相関係数を表5に示す。比重と縦圧縮強さとの関係を図2に、部分圧縮強さとの関係を図3に示す。また、平均年輪幅と曲げヤング係数との関係を図4に、曲げヤング係数と曲げ強さとの関係を図5に示す。これらの結果から、縦圧縮強さ及び部分圧縮強さの材質指標として比重、曲げヤング係数は平均年輪幅、曲げ強さは曲げヤング係数が有効と思われる。

表4 スギ品種別材質(20mm×20mm試験体)

品種		比重	平均年輪幅	縦圧縮強さ	部分圧縮強さ	曲げヤング係数	曲げ強さ
		r_v	ARW (mm)	F_{c-0} (kgf/cm ²)	F_{c-90} (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)	MOR (kgf/cm ²)
肝付2号	Mean	0.41	3.7	383	87.6	69.2	791
	CV(%)	5.49	28.7	9.1	24.4	26.2	12.7
川辺3号	Mean	0.39	4.5	347	79.8	61.5	740
	CV(%)	13.73	24.9	11.1	36.5	23.4	20.1
クモトオシ	Mean	0.35	4.5	319	66.4	73.7	703
	CV(%)	9.5	22.2	9.1	31.2	9.8	10.1
オビアカ	Mean	0.40	4.7	362	96.6	62.9	783
	CV(%)	6.1	33.8	10.5	23.0	33.0	15.9
改良メアサ	Mean	0.36	4.4	337	77.8	62.0	678
	CV(%)	7.4	22.5	10.8	24.1	29.0	17.3
全体	Mean	0.40	4.5	350	85.1	65.5	754
	CV(%)	11.2	26.7	11.8	26.2	25.3	14.2

Mean : 平均値, CV : 変動係数

表5 5品種全体の平均値、変動係数および単相関係数 (n=180)

全体	Mean	CV(%)	Simple Correlation Matrix					
			r_v	ARW	F_{c-0}	F_{c-90}	MOE	MOR
r_v	0.40	11.1	1.00	-0.02	0.62	0.57	-0.17	0.34
ARW	4.3	28.7		1.00	-0.44	0.30	-0.63	-0.32
F_{c-0}	353	11.8			1.00	0.11	0.46	0.52
F_{c-90}	83.0	29.5				1.00	0.32	0.17
MOE	65.5	27.1					1.00	0.61
MOR	741	16.7						1.00

二方桁	Mean	CV(%)	Simple Correlation Matrix					
			r_v	ARW	F_{c-0}	F_{c-90}	MOE	MOR
r_v	0.40	11.2	1.00	-0.15	0.71	0.69	-0.17	0.34
ARW	4.5	26.7		1.00	-0.45	0.05	-0.61	-0.23
F_{c-0}	350	11.8			1.00	0.37	0.34	0.46
F_{c-90}	85.1	26.2				1.00	-0.30	0.32
MOE	65.5	25.3					1.00	0.55
MOR	754	14.2						1.00

追い桁	Mean	CV(%)	Simple Correlation Matrix					
			r_v	ARW	F_{c-0}	F_{c-90}	MOE	MOR
r_v	0.39	11.3	1.00	-0.26	0.78	0.48	0.12	0.62
ARW	3.7	22.2		1.00	-0.56	0.65	-0.49	-0.26
F_{c-0}	366	11.4			1.00	0.02	0.54	0.62
F_{c-90}	52.6	30.6				1.00	-0.21	0.29
MOE	72.0	20.3					1.00	0.57
MOR	746	17.5						1.00

芯持ち材	Mean	CV(%)	Simple Correlation Matrix					
			r_v	ARW	F_{c-0}	F_{c-90}	MOE	MOR
r_v	0.42	6.6	1.00	0.39	0.32	0.23	-0.13	0.06
ARW	5.4	27.8		1.00	0.38	-0.03	-0.49	-0.43
F_{c-0}	326	7.7			1.00	0.16	0.20	0.34
F_{c-90}	100.6	14.1				1.00	0.65	0.52
MOE	45.3	36.9					1.00	0.85
MOR	665	21.8						1.00

注) r_v : 比重, ARW : 平均年輪幅 (mm), F_{c-0} : 縦圧縮強さ (kgf/cm²), F_{c-90} : 部分圧縮強さ (kgf/cm²)
 MOE : 曲げヤング係数 (× 10³ kgf/cm²), MOR : 曲げ強さ (kgf/cm²)

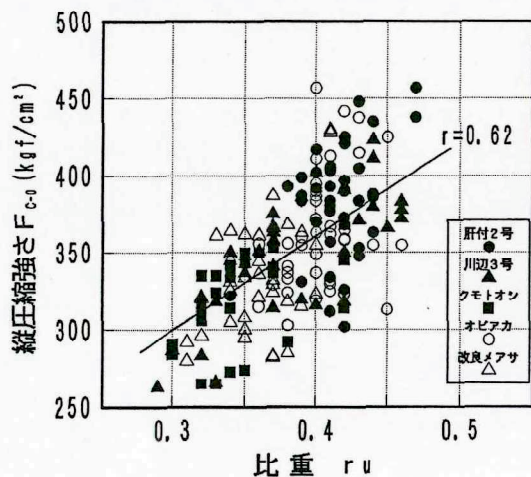


図2 比重と縦圧縮強さとの関係

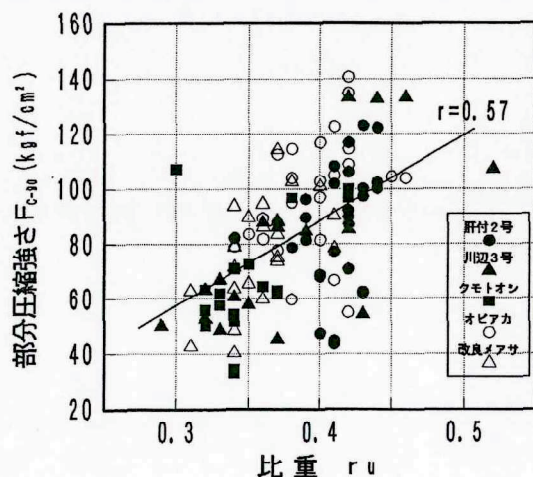


図3 比重と部分圧縮強さとの関係

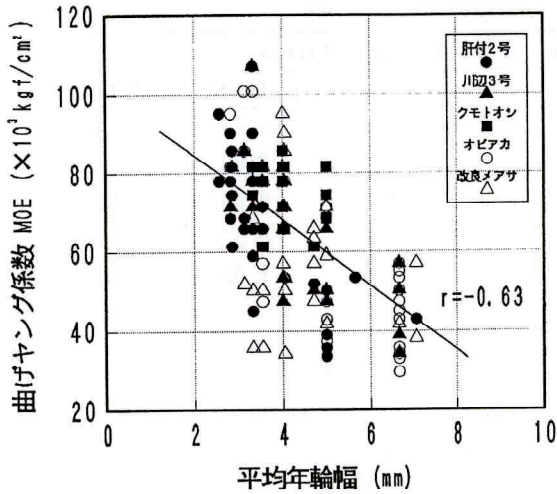


図4 平均年輪幅と曲げヤング係数との関係

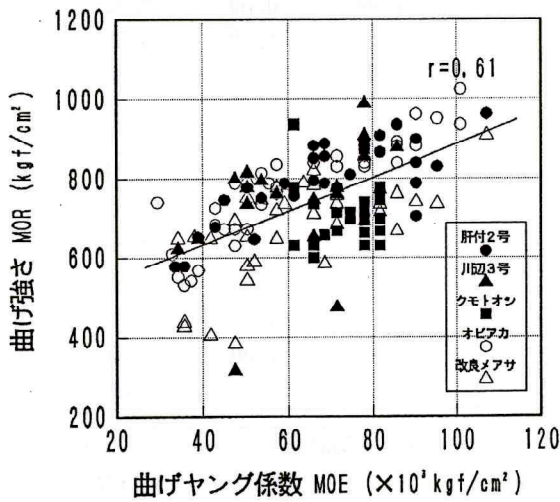


図5 曲げヤング係数と曲げ強さとの関係

4. 結 言

実際の台風被害状況¹⁾と品種別の強度特性とは関連性が見られ、品種ごとの生長特性と材質との関係についても全般的な傾向を把握できた。また、品種の違いにより強度特性が異なるので、強度等級区分や強度の予測等を行う場合には検討が必要である。

供試木を提供して下さいました展示林所有者の下青木和一氏、また実験に御協力いただきました伊集院農林事務所の河野雄一氏に感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 林野庁: "平成3年台風19号等による森林災害の記録"(1992), p.19-37
- 2) 例えば久富浩人他4名: 第43回日本木材学会大会研究発表要旨集, 岩手, (1993)p.456
- 3) 寺師健次: 鹿児島県林業試験場業務報告, 29,24(1981)