

宮崎県産スギ実大材の曲げ性能^{*1}

— 木材材質指標との関連性 —

雉子谷佳男^{*2} ・ 北原 龍士^{*2}

I. はじめに

実大材を用いた研究では、従来、力学的データそのものを明らかにすることが優先されてきた。その一方で、無欠点小試験片での研究では、組織・構造的な材質指標と力学的な性能との関係が明らかにされ、スギ材の利用場面で、品種を考慮すべきことが指摘されている。しかし、これまでのところ、スギ実大材の力学的性能と、スギ品種がもつ特有の組織・構造的な材質指標との関連性については、不明な点が多い。この研究では、宮崎県産の製材品(平角材)を用いて、実大材の力学的性能に組織・構造的な材質指標が与える影響を明らかにする。

II. 実験方法

(1) 供試材

宮崎県内の一ツ瀬川流域、小丸川流域および北郷町の3地域で生育したスギ人工造林木から、合計154本の丸太を任意抽出した。これらの丸太から、長さ約400 cm、幅12 cm、はりせいは径級によって21、24および27 cmの3種類の心持ち平角材を作製した。製材後、人工乾燥を行い、曲げ試験に供した。試験時の平角材の平均含水率は、約21.7%であった。

(2) 力学試験

丸太および乾燥前後の平角材の動的ヤング率を、縦振動法で求めた。曲げ試験は木材実大強度試験機(容量50 t)で行った。載荷方法は、全スパンを360 cm、4点荷重方式とした。スパン中央のたわみ量を測定し、みかけの曲げヤング率を算出した。また、中央荷重区間のたわみ量の測定から、真の曲げヤング率を求めた。さらに、曲げ破壊係数、そしてねばり強さの指標としてテトマイヤー係数を算出した。

(3) 材質指標の測定

曲げ試験のあとに、中央荷重区間で破壊の程度が小さ

い箇所から材質指標の測定のための試料を切り出した。これらの試料について、未成熟材率、気乾比重、仮道管二次壁中層(S₂層)のマイクロフィブリル傾角、仮道管長さ、最大節径比、未成熟材部および成熟材部の平均年輪幅を調べた。なお、未成熟材率の測定では、髓から10年輪目までを未成熟材部とした。マイクロフィブリル傾角はヨウ素法によって、仮道管長さは解繊処理して、6年輪目から最外年輪まで、6年ごとに測定を行った。

III. 結果と考察

(1) 平角材の曲げ性能

スギ材の力学試験によって得られた結果を、産地別に、表1に示した。みかけの曲げヤング率は、一ツ瀬川流域産材が最も大きな値を示し、つづいて小丸川流域産材、北郷町産材となる。真の曲げヤング率、丸太の動的ヤング率でも、上述の傾向が認められた。曲げ破壊係数では、小丸川流域産材が最も大きく、一ツ瀬川流域産材、北郷町産材とつづく。ねばり強さを示すテトマイヤー係数でも、小丸川流域産材が大きく、一ツ瀬川流域産材と北郷町産材で、同じ値であった。各産地間の曲げ性能値について有意差検定を行ったところ、曲げヤング率では、一ツ瀬川流域産材と北郷町産材との間に、有意な違いが認められた。曲げ破壊係数およびねばり強さでは、小丸川流域産材と北郷町産材との間に、有意な差が認められた。これらの結果から、スギ平角材の曲げ性能値には、産地によって違いがあることが明らかになった。また、各産地のみかけの曲げヤング率の頻度分布を調べると、産地によって曲げヤング率の分散に差異を認めた。

(2) 曲げ性能への材質指標の影響

曲げ性能と材質指標との間の相関係数および決定係数を、表2に示した。気乾比重、最大節径比および成熟材部の平均年輪幅は、曲げ性能に関連するものの、決定係数の値が小さく、曲げ性能に影響を与える主要な因子とは

^{*1} Kijidani, Y. and Kitahara, R. : Relationships between flexural properties and wood properties for lumbers from sugi trees grown in miyazaki

^{*2} 宮崎大学農学部 Fac. of Agric., Miyazaki Univ., Miyazaki 889-2192

ならなかった。一方、仮道管長さおよびS₂層マイクロフィブリル傾角は、決定係数の値が大きく、曲げ性能に関与する極めて重要な因子であることがわかった。その際、晩材仮道管よりも早材仮道管のS₂層マイクロフィブリル傾角で、決定係数の値が大きかった。また、仮道管長さとの間に密接な関係がみられた。

(3) 組織・構造的な材質指標

スギ平角材の材質指標の測定結果を、産地ごとに、表3に示す。小丸川流域産材で、他の生育地に比べて、最大節径比が小さかった。しかし、気乾比重、未成熟材率および平均年輪幅では、生育地間での違いは明確でなかった。その一方で、仮道管長さおよびS₂層マイクロフィブリル傾角では、産地による明確な違いが認められた。これ

らのことを考え合わせると、産地によって、異なる品種が植栽されていることが想定された。

IV. おわりに

この研究から、実大材の力学的な性能への組織・構造的な材質指標の関与が明らかになった。とくに、仮道管長さおよびS₂層マイクロフィブリル傾角の影響が顕著であり、比重の影響は小さかった。また、産地間での材質指標の違いから、産地によって、異なる品種が植栽されていることが示唆された。今後、宮崎県の代表的なスギ品種について、より詳細な組織・構造的な材質指標の調査を行い、その調査結果を踏まえて、実大材の力学的な性能を検討する必要がある。

表-1 産地別にみたスギ平角材の力学的性能

産地	MOR (kg/cm ²)	MOEa (×10 ³ kg/cm ²)	MOEt (×10 ³ kg/cm ²)	DMOE	W
一ツ瀬川					
平均値	279	58.9	71.1	62.0	0.51
最大	376	80.9	105.2	80.2	0.65
最小	147	41.3	48.7	46.5	0.42
標準偏差	62	8.8	13.6	11.3	0.04
小丸川					
平均値	289	57.7	67.5	56.9	0.56
最大	401	78.1	98.6	72.3	0.69
最小	204	44.2	53.5	44.7	0.47
標準偏差	50.7	10.8	8.5	6.4	0.05
北郷町					
平均値	254	54.8	64.4	54.8	0.51
最大	348	66.3	86.0	66.8	0.59
最小	181	42.9	47.8	43.8	0.45
標準偏差	37	8.3	11.2	7.3	0.03
全体					
平均値	276	56.3	68.1	58.4	0.52
最大	401	80.9	105.2	80.2	0.69
最小	147	41.3	47.8	43.8	0.42
標準偏差	45	7.8	10.2	7.2	0.05

MOR: 曲げ破壊係数 DMOE: 動的ヤング率
 MOEa: みかけの曲げヤング率 W: ねばり強さ
 MOEt: 真の曲げヤング率 (テトマイヤー係数)

表-3 産地別にみた宮崎県産スギ実大材の材質指標

産地	r	K (%)	JP (%)	RW (mm)		TL (L) (mm)	MFA (度)	
				(J)	(M)		(L)	(E)
一ツ瀬川								
平均	0.39	19.9	54.2	7.5	5.0	2.98	17.4	21.7
最大	0.46	33.3	70.4	9.4	7.2	3.41	22.7	24.7
最小	0.33	9.3	19.1	3.9	3.4	2.58	13.6	17.0
標準偏差	0.03	5.7	13.1	1.1	1.0	0.19	2.5	2.5
小丸川								
平均	0.35	11.9	56.3	7.4	4.7	2.62	17.6	23.3
最大	0.39	29.3	73.5	8.8	6.4	3.03	21.8	28.6
最小	0.31	4.2	4.1	1.8	3.5	2.18	15.2	17.3
標準偏差	0.003	5.8	11.0	1.1	0.8	0.28	2.4	3.9
北郷町								
平均	0.37	19.5	55.0	7.5	4.3	2.48	20.3	25.6
最大	0.42	33.3	67.6	9.3	7.3	3.05	23.4	29.3
最小	0.33	0	41.6	6.1	3.0	2.16	13.3	19.7
標準偏差	0.02	5.9	6.5	0.7	0.8	0.27	3.2	2.9
全体								
平均	0.37	17.1	55.1	7.4	4.7	2.73	18.3	23.3
最大	0.46	33.3	73.5	9.4	7.3	3.41	23.4	29.3
最小	0.31	0.0	4.1	1.8	3.0	2.16	13.3	17.0
標準偏差	0.03	6.9	10.0	1.0	0.9	0.32	2.9	3.4

r: 気乾比重 RW(M): 平均年輪幅 (成熟材)
 K: 最大節径比 TL (L): 晩材仮道管長さ
 JP: 未成熟材率 MFA(L): S₂層マイクロフィブリル傾角 (晩材仮道管)
 RW(J): 平均年輪幅 (未成熟材) MFA(E): S₂層マイクロフィブリル傾角 (早材仮道管)

表-2 曲げ性能と材質指標との間の相関

	MOR	MOE	W	r	K	JP	RW(J)	RW(M)	TL(L)	MFA(L)	MFA(E)
MOR	1.00(1.00)										
MOE	0.40(0.16)	1.00(1.00)									
W	0.46(0.21)	-0.03(0.00)	1.00(1.00)								
r	0.08(0.01)	0.26(0.07)	-0.23(0.05)	1.00(1.00)							
K	-0.09(0.01)	0.00(0.00)	-0.31(0.10)	0.25(0.06)	1.00(1.00)						
JP	0.03(0.00)	0.02(0.00)	0.18(0.03)	0.00(0.00)	-0.18(0.03)	1.00(1.00)					
RW(J)	-0.11(0.01)	-0.19(0.03)	0.05(0.00)	-0.03(0.00)	-0.09(0.01)	0.79(0.63)	1.00(1.00)				
RW(M)	0.01(0.00)	-0.23(0.05)	-0.01(0.00)	0.07(0.00)	0.13(0.02)	-0.20(0.04)	-0.04(0.00)	1.00(1.00)			
TL (L)	0.25(0.06)	0.72(0.52)	-0.27(0.07)	0.12(0.01)	0.21(0.04)	0.34(0.11)	0.12(0.01)	-0.11(0.01)	1.00(1.00)		
MFA(L)	-0.35(0.13)	-0.61(0.38)	-0.02(0.00)	0.19(0.04)	-0.23(0.05)	-0.11(0.01)	0.10(0.01)	-0.04(0.00)	-0.72(0.52)	1.00(1.00)	
MFA(E)	-0.49(0.24)	-0.81(0.66)	0.16(0.02)	-0.02(0.00)	-0.10(0.01)	-0.27(0.07)	-0.02(0.00)	0.25(0.06)	-0.80(0.64)	0.76(0.58)	1.00(1.00)

MOR: 曲げ破壊係数 RW(M): 平均年輪幅 (成熟材)
 MOE: みかけの曲げヤング率 TL (L): 晩材仮道管長さ
 W: ねばり強さ (テトマイヤー係数) MFA(L): S₂層マイクロフィブリル傾角 (晩材仮道管)
 r: 気乾比重 MFA(E): S₂層マイクロフィブリル傾角 (早材仮道管)
 K: 最大節径比 注1: 表中の数値は、相関係数と(決定係数)を示す。
 JP: 未成熟材率 注2: 外枠は1%水準で有意
 RW(J): 平均年輪幅 (未成熟材) 注3: 仮道管長さおよびマイクロフィブリル傾角は、曲げ性能に基づいて選んだ試験材30本での結果を示す。