

資 料 (NOTE)

スギ間伐材の材質*

— 植栽密度の影響 —

瀧 野 眞二郎**, 佐々木 光**

Properties of Sugi from the Thinning Operation for Structural Use*

Shinjiro P. TAKINO**, Hikaru Sasaki**

1. は じ め に

前報「ヒノキ間伐材の材質」¹⁾にひきつづき、スギ間伐材の材質について試験した結果を報告する。

本報告は、供試本数が少いが、植栽密度の異なった3林分より得られたスギ間伐材の材質調査結果である。

なお、試験木の提供、試験木の製材ならびに実験遂行に種々御協力を賜った当研究所木材生物部門、奈良県林産試験場および当研究室大学院生等諸氏に深甚なる謝意を表する。

2. 供試材および試験方法

2.1. 供 試 材

供試スギ間伐材は、東京大学千葉県演習林内に1937年に設定された ha 当り 2,500 本、4,400 本、10,000 本植栽の3林分からなるスギ植栽密度試験地の各林分より得られた41年生間伐材から製材された。各林分3本の胸高から上の丸太（長さ2,800cm）より75mm正角心持材を木取し、その周辺残部より75mm正角心去り材、45mm正割心去り材を可能なかぎり製材した。上記9本の供試原木の元口径、末口径、No.はTable 1に示す通りである。75mm正角心去り材は、原木No.1より2本製材されたのみである。45mm

Table 1. 供試スギ間伐丸太元口径、末口径

No.	植栽密度 (本/ha)	元 口 径 (cm)	末 口 径 (cm)
1	2500	26.0	25.0
2	2500	25.0	20.0
3	2500	23.0	21.0
4	4500	20.0	17.0
5	4500	16.0	13.5
6	4500	15.5	14.0
7	10000	12.0	10.5
8	10000	13.0	12.0
9	10000	13.5	12.0

* 間伐材の利用に関する研究 (II) とする, Studies on the Utilization of Logs from the Thinning Operation (II).

** 木質材料部門, Division of Composite Wood.

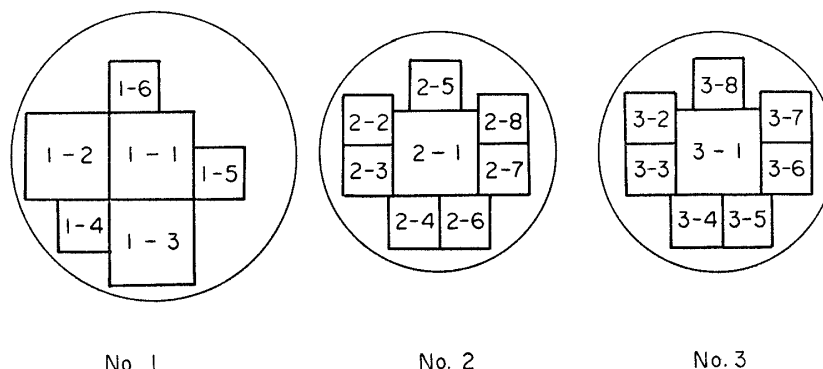


Fig. 1 木取り方法 (上記3本以外の丸太からは 75 mm 正角心持材 1 本木取られたのみである)

正割心去り材は、原木 No. 1 より 3 本、No. 2 より 7 本、No. 3 より 7 本製材された。よって、原木 No. 4 より No. 9 の各原木からは、75 mm 正角心持材が製材されたのみである。Fig. 1 に、原木 No. 1, No. 2, No. 3 の各原木の木取り方法と各試験材の No. を示した。

2.2. 試験方法

2.2.1. 欠点

供試材について、節、丸身、割れ、曲り等の欠点の測定を行った。測定は、製材の日本農林規格（農林省告示第1892号，昭47）²⁾ に示される項目に従って、供試材の四側面について行われ、同規格に従って製材等級が決められた。欠点の測定は、乾燥による曲り、割れの測定以外、乾燥後に行なった。

2.2.2. 含水率

供試材の中央付近の3点の含水率を電気抵抗式水分計を用いて測定し、その平均値をもって供試材の含水率とした。

2.2.3. 乾燥経過の測定

供試材を、20°C, 65%の恒温恒湿試験室に、垂直に100日間静置し、重量変化、曲りの変化、割れの発生を測定した。

2.2.4. 曲げ試験

生材の状態で、曲げヤング率（75 mm 正角：100 kg まで、45 mm 正割：50 kg まで）を測定し、恒温恒湿室内で100日間乾燥した後、曲げ試験を行った。試験方法は、Fig. 2 に示す通りで、75 mm 正角の場合中央スパン 1 m の2点支持、2点荷重の方法を用いた。45 mm 正割は、中央スパン 48 cm で試験された。曲

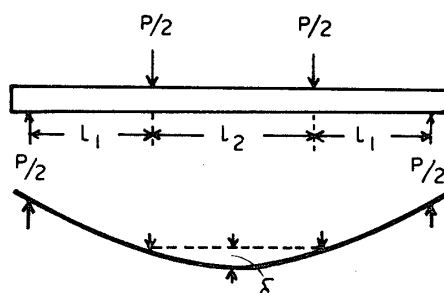


Fig. 2. 曲げ試験の方法

l_1 : 75 mm 正角材では 70 cm, 45 mm 正割材では 36 cm

l_2 : 75 mm 正角材では 100 cm, 45 mm 正割材では 48 cm

げヤング係数は, 中央スパンに対するたわみ δ を用いて計算された。曲げ破壊係数 σ , 曲げヤング係数 E は前報¹⁾ 同様中央における見かけの断面についての値である。試験には島津油圧式 10t 万能試験機を用い, たわみ測定には精度 1/100 mm のダイヤルゲージを用いた。

なお, 45 mm 正割材については, 供試材を 1/2 にし, 1 方は生材のまま破壊まで至らしめた。

3. 試験結果および考察

3.1. 乾燥による曲り, 割れの経過

各供試材の含水率変化と曲りを Fig. 3 に示した。各供試材の含水率は, 測定開始時点において 50~100% の範囲のバラツキがあったが, 12 日目においてはほぼ同じ値となり, 50 日目で平衡状態に達している。曲りは, 75 mm 正角心持材では, 2,500 本/ha 区, および 4,500 本/ha 区の供試材において 100 日後に約 0.35% の曲りに達しているのに対し, 10,000 本/ha 区の供試材においては, 同期 0.13% にすぎない。一方, 心去り材において, 75 mm 正角材では, 100 日後の曲りは 0.62% に達しているが, 45 mm 正割では, 0.22% でしかない。割れは, 45 mm 正割心去り材, 75 mm 正角心去り材では一切現われず, 75 mm 正角心持材では, 2,500 本/ha 区の供試材 3 本のうち 1 本に長さ 30 cm の割れが生じ, 4,500 本/ha 区の供試材 3 本には, 平均 50 cm の割れが生じ, 10,000 本/ha 区の供試材 3 本には, 平均 150 cm の割れが生じた。

供試本数が少ないので明確な断定は出来ないが, スギ間伐材は乾燥に伴う曲りの増加と割れの発生が見られ, 乾燥後に著しい等級低下が見られる。また, 75 mm 正角心持材を見ると明らかなように, 植栽密度が大になる程曲りは小さくなっているが, 割れの発生は逆に多くなっている。これは, 植栽密度の差により供試原

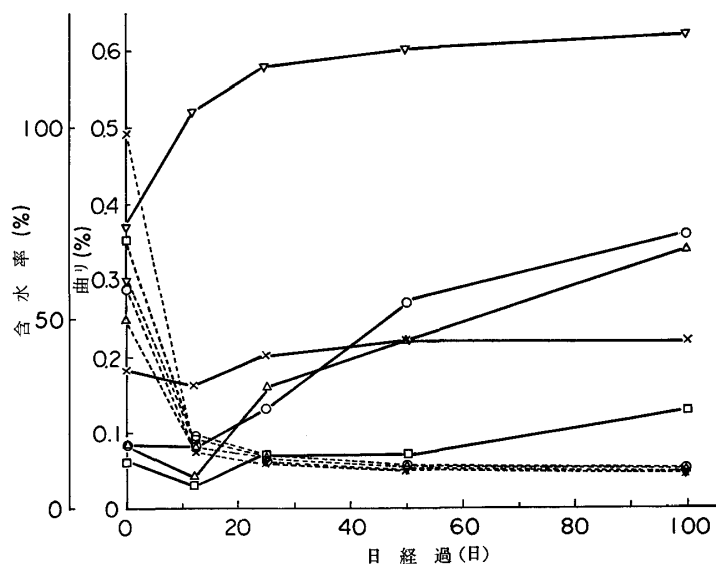


Fig 3. 乾燥による曲りの経過

実線曲り, 破線含水率

75mm正角心持材

○ 2,500本/ha 区 (3本)

△ 4,500本/ha 区 (3本)

□ 10,000本/ha 区 (3本)

75mm正角心去り材

▽ 2,500本/ha 区 (2本)

45mm正割心去り材

× 2,500本/ha 区 (17本)

Table 2. 75 mm 正 角 心 持 材 の 材 質

植栽密度 (本/ha)	原木 No.	製材 No.	平均年輪幅 (mm)	気 乾 比 重 (g/cm ³)	等 級					生 材 の 材 質		気 乾 材 の 材 質		
					節	曲り	割れ	丸身	総合	含水率 (%)	曲げヤング率 (10 ³ kg/cm ²)	含水率 (%)	曲げ破壊係数 (kg/cm ²)	曲げヤング率 (10 ³ kg/cm ²)
2500	1	1-1	5.7	0.40	1	2	特	特	2	51.0	66.0	11.0	313	76.4
	2	2-1	4.7	0.40	特	2	特	特	2	59.0	60.0	10.5	356	55.1
	3	3-1	4.0	0.42	特	2	特	特	2	63.0	47.4	10.5	461	63.1
Av.			4.8	0.41	特	2	特	特	2	57.7	57.8	10.7	376.7	64.9
4500	4	4-1	4.2	0.37	特	2	1	特	2	41.0	69.6	10.0	322	78.6
	5	5-1	4.2	0.44	1	2	特	特	2	68.0	67.2	10.0	407	79.0
	6	6-1	3.6	0.40	1	2	1	特	2	40.0	64.3	10.5	395	77.5
Av.			4.0	0.40	1	2	1	特	2	49.7	67.0	10.2	374.7	78.4
10000	7	7-1	3.6	0.35	特	2	等外	1	等外	75.0	72.5	9.5	406	77.3
	8	8-1	3.8	0.37	特	特	1	1	1	41.0	77.5	10.0	386	80.2
	9	9-1	2.5	0.40	特	特	等外	特	等外	95.0	105.0	10.0	604	127.4
Av.			3.3	0.37	特	1	等外	1	等外	70.3	85.0	9.8	465.3	95.0

Table 3. 75 mm 正 角 心 去 り 材 の 材 質

原木 No.	製材 No.	平均年輪幅 (mm)	気 乾 比 重 (g/cm ³)	等 級					生 材 の 材 質		気 乾 材 の 材 質		
				節	曲り	割れ	丸身	総合	含水率 (%)	曲げヤング率 (10 kg/cm ²)	含水率 (%)	曲げ破壊係数 (kg/cm ²)	曲げヤング率 (10 ³ kg/cm ²)
1	1-2	4.2	0.39	1	2	特	特	2	57.0	77.1	11.0	388	86.7
	1-3	3.8	0.37	特	2	特	特	2	62.0	104.0	10.0	472	111.5
Av.		4.0	0.38	1	2	特	特	2	59.5	90.6	10.5	430.0	99.1

Tabl 4. 45 mm 正 割 心 去 り 材 の 材 質

原木 No.	製材 No.	平均年輪 (mm)	気乾比重 (g/cm ³)	等 級					生 材 の 材 質					気 乾 材 の 材 質		
				節	曲り	割れ	丸身	総合	含水率 (%)	曲げ破壊 係数 (I) (kg/cm ²)	曲げヤン グ率 (I) (10 ³ kg/cm ²)	曲げヤン グ率 (II) (10 ³ kg/cm ²)	曲げヤング 率 (Av.) (10 ³ kg/cm ²)	含水率 (%)	曲げ破壊 係数 (II) (kg/cm ²)	曲げヤン グ率 (II) (10 ³ kg/cm ²)
1	1-4	3.2	0.39	1	2	特	特	2	72	448	105.0	95.9	100.4	10.5	527	114.0
	1-5	3.0	0.38	特	特	特	特	特	90	359	84.6	87.7	86.2	10.5	624	100.1
	1-6	3.8	0.40	1	2	特	特	2	75	418	86.0	87.5	86.8	10.5	549	91.9
	Av.	3.3	0.39	1	2	特	特	2	79	408	91.9	90.4	91.1	10.5	567	102.0
2	2-2	3.5	0.37	特	特	特	特	特	106	429	69.4	66.7	68.0	10.0	634	78.1
	2-3	4.9	0.34	1	2	特	特	2	61	380	66.2	62.5	64.4	10.0	506	60.6
	2-4	3.3	0.36	特	特	特	特	特	137	384	70.8	67.4	69.1	10.0	580	79.2
	2-5	3.4	0.36	特	特	特	特	特	160	420	68.7	81.7	75.2	10.0	692	84.3
	2-6	3.4	0.35	特	2	特	2	2	162	368	66.8	70.4	68.6	11.0	571	75.0
	2-7	2.5	0.36	特	2	特	特	2	210	402	73.7	75.6	74.6	10.0	592	80.3
	2-8	3.8	0.37	特	特	特	特	特	97	385	50.9	55.5	53.2	10.5	519	58.5
	Av.	3.5	0.36	特	1	特	1	1	133	395	66.6	68.5	67.6	10.2	585	73.7
3	3-2	3.7	0.34	特	特	特	特	特	89	428	63.2	55.4	59.3	11.0	619	66.7
	3-3	3.0	0.43	2	2	特	特	2	64	497	54.6	61.2	57.9	11.0	709	67.5
	3-4	3.0	0.50	1	等外	特	特	等外	69	384	37.0	48.6	42.8	11.0	630	55.3
	3-5	3.3	0.37	特	特	特	特	特	52	462	63.5	56.9	60.2	11.0	670	64.5
	3-6	2.6	0.40	特	特	特	1	1	96	405	59.1	66.2	62.6	10.5	686	68.2
	3-7	3.4	0.41	特	特	特	特	特	55	456	63.7	51.9	57.8	10.5	642	57.5
	3-8	3.1	0.37	特	2	特	特	2	80	471	63.1	60.3	61.7	10.5	640	75.4
	Av.	3.2	0.40	1	1	特	特	1	72	443	57.7	57.2	57.5	10.8	656	65.0
Av.		3.3	0.38	1	1	特	特	1	98	417	67.4	67.7	67.6	10.5	611	75.1

。 I, II は同一試験材の 1/2 づつを示し, I は生材のまま破壊し, II は気乾材にしてから破壊

瀧野, 佐々木: スギ間伐材の材質

木の寸法が違い、75 mm 正角心持材となる部位の年輪が異なることによると考えられる。

3.2. 曲げ性能

75 mm 正角心持材の生材および気乾材の曲げ性能は Table 2 に示す通りである。同表には供試材の等級、平均年輪幅、気乾比重および試験時含水率があわせて記されている。

表より明らかなように、2,500本/ha 区および4,500本/ha 区の供試材の品等は、曲りによって2等、10,000本/ha 区のそれは、割れによって等外あるいは1等であった。試験時含水率は、生材で50~70%、気乾材で10%であった。

生材の曲げヤング率、気乾材の曲げ破壊係数および曲げヤング率は、すべて植栽密度が大になる程大きな値を示した。一方、平均年輪幅および気乾比重は、両者とも植栽密度が大になる程小さな値を示した。これらの原因については最後に検討する。

つぎに、2,500本/ha 区の原木から75 mm 正角心持材を製材した周辺残部より製材された75 mm 正角心去り材および45 mm 正割心去り材の生材および気乾材の曲げ性能が、それぞれ Table 3, 4 に示されている。同表にも供試材の等級、平均年輪幅、気乾比重および試験時含水率が併記されている。原木 No. 1 の75 mm 正角心去り材において、生材の曲げヤング率、気乾材の曲げ破壊係数および曲げヤング率は、すべて75 mm 正角心持材のそれらの約1.4倍程の値となっている。45 mm 正割心去り材においても、曲げヤング率および破壊係数は、17本のうち3本を除いてすべて高い値となっている。

4. おわりに

植栽密度の違いによって、供試原木の元口径は12~26 cm とかなりの開きがある (Table 1 参照)。この供試原木より75 mm 正角心持材を製材した場合、2,500本/ha 区の材では樹心から9~13年輪までの部位、4,500本/ha 区の材では13~15年輪までの部位、10,000本/ha 区の材では14~21年輪までの部位が製材に含まれた。一方、同じ材料についての組織観察³⁾より、樹心から10~15年輪の範囲では組織が明らかに未成熟であるため、この部位の違いが75 mm 正角心持材の強度に影響し、植栽密度が大になる程強度が高い原因となっていると考えられる。これは、75 mm 正角心持材をとった残りから製材した75 mm 正角心去り材および45 mm 正割心去り材の強度が、75 mm 正角心持材のそれより高い (気乾時の曲げヤング率で1.2~1.3倍) ことによって裏付けられている。このことより、間伐材を利用するに当たって、原木の径に近い寸法で製材するならば高い強度が得られることになる。これは、75 mm 正角心持材の気乾時の曲げヤング率において、4,500本/ha 区および10,000本/ha 区のすべての供試木が構造設計規準⁴⁾の普通構造材の値より高い値を示していることから裏付けられる。さらに間伐材を丸太のままで利用する方法や、利用しやすい寸法に製材するに適した径で伐採する事の出来る植栽密度や間伐期を考える必要があると思われる。

今回の報告は、供試木の本数が少なかったために十分な結論には至らなかったが、植栽密度と構造的性質の関係についての問題提起として造林および利用上の参考になれば幸甚である。

文 献

- 1) 佐々木光, 瀧野真二郎, 京都大学木材研究資料, No. 13, 47 (1979).
- 2) 日本農林規格協会 "JAS 木材編" (1976).
- 3) 島地 謙, 黒田宏之, 伊東隆夫, 角谷和男, 第29回日本木材学会研究発表要旨, 64 (1979).
- 4) 日本建築学会 "木構造設計規準・同解説" (1973).