

スギ精英樹クローンの曲げ強度試験

小玉泰義

1. はじめに

1988年～1990年に実施された林野庁の委託事業「精英樹材質評価手法に関する調査」では、県内3ヶ所のスギ挿し木次代検定林において、スギ精英樹クローン12種類の形質ならびに材質（樹高、胸高直径、枝張り、枝下高、年輪幅、晩材率、心材率、偏心度、真円率、容積密度数、心材色、ならびに丸太のヤング係数）が調査された。

本報では、上記事業で採取した試験木を用いて無欠点小試験体の曲げ試験を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験方法

1) 供試材料

①検定林の設定場所（3ヶ所）と林齢

英田郡西粟倉村 18年、 苫田郡富村 19年、 川上郡備中町 15年

②調査したスギ精英樹クローン名（12種）

真庭2号、真庭5号、真庭10号、真庭13号、真庭14号、真庭21号、真庭31号、
真庭34号、苫田4号、新見2号、阿哲3号、後月1号

③試験木の採取数

各検定林の3つの反復区（ブロック）I、II、IIIのそれぞれから、1つのクローンあたり3個体ずつ試験体を採取した。

④試験体の作製

各クローンの胸高部位の最も樹皮に近い部分（辺材部）から試験体を木取りした。

2) 試験方法

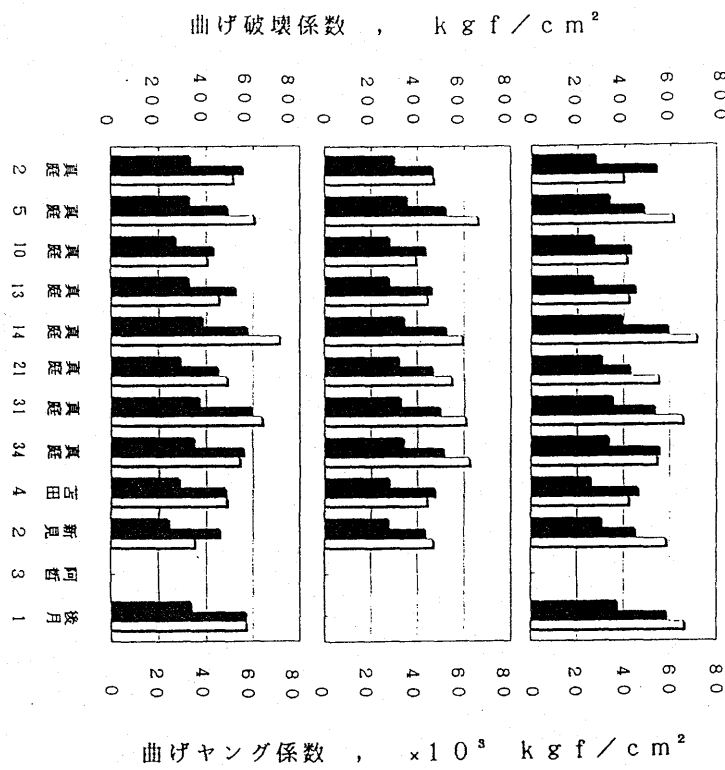
JIS Z 2113(1977) に準拠して、曲げ試験を行った。

3. 結果と考察

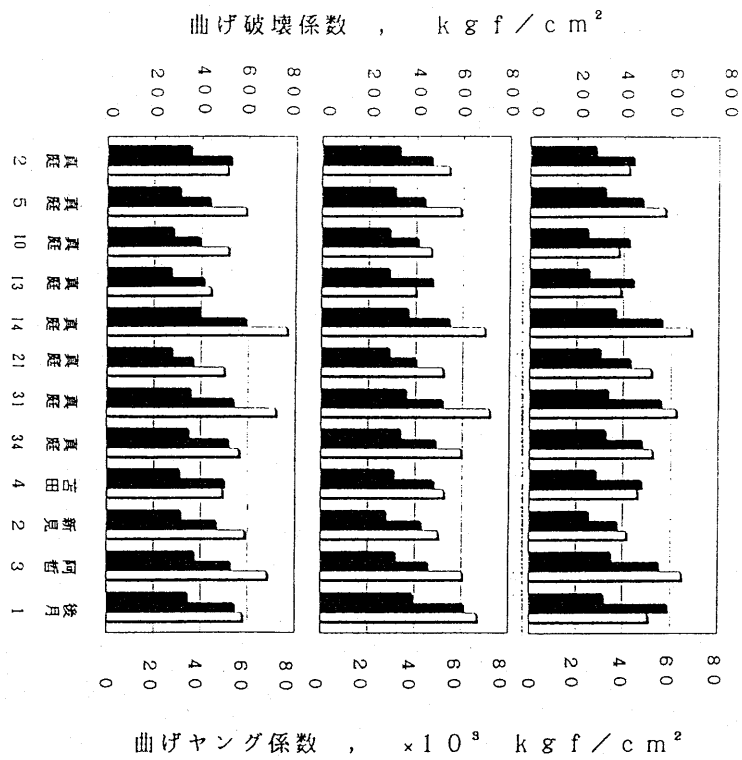
曲げ強さ、曲げ比例限度、曲げヤング係数、試験時の含水率、平均年輪幅、および密度についての結果を第1表にまとめて示す。第1図～第3図には、含水率1%当たりの曲げ強さ、曲げ比例限度の変化率を4%、曲げヤング係数の変化率を2%として含水率15%の値に換算した後、各クローン3個体の平均値を各々の検定林、反復区ごとに示した。

これらの結果から、真庭14号などのような曲げヤング係数と曲げ強さの値がともに高いものや、後月1号などのような曲げヤング係数の割に曲げ強さの値が高いものなど、クローンごとの力学的な特性が明瞭に認められる。

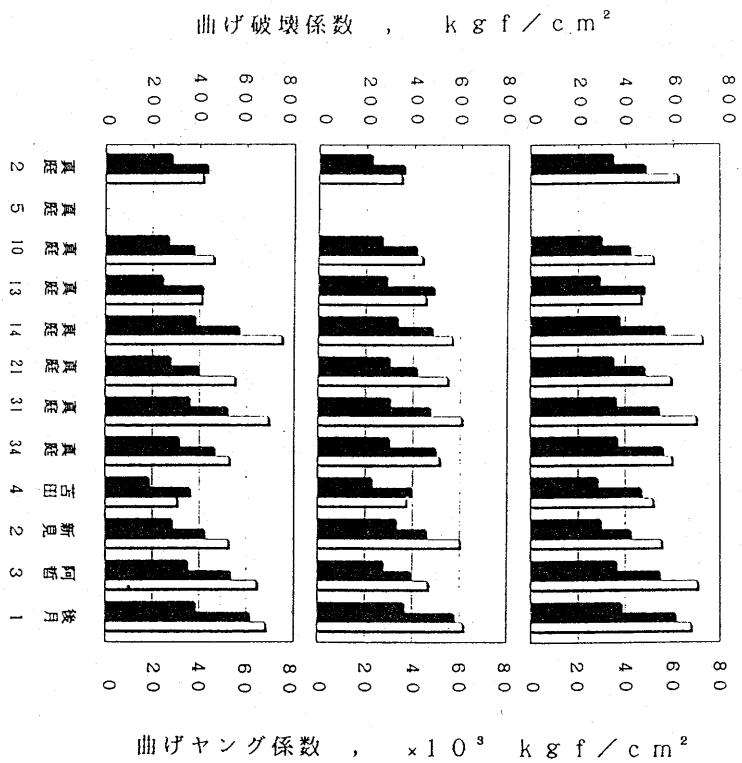
総合的に判断して、今回試験した中で、真庭14号、真庭31号、阿哲3号、後月1号等は比較的力学的性質の優れたクローンと考えられる。



第1図 スギ精英樹クローンの曲げ強度 (西粟倉村)



第2図 スギ精英樹クローンの曲げ強度 (富村)



第3図 スギ精英樹クローンの曲げ強度 (備中町)

第1表 無欠点小試験体の曲げ強度試験データ

(1)西粟倉村

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)
真庭 2	I	1	558	319	39.6	10.9	4.5	0.37
		2	696	371	50.7	11.3	4.7	0.43
		3	617	259	36.8	11.9	3.2	0.49
	II	1	520	358	53.1	11.2	3.8	0.32
		2	544	343	48.5	11.1	3.3	0.32
		3	563	326	49.5	11.1	4.6	0.41
	III	1	602	380	53.4	11.5	3.7	0.38
		2	620	395	61.2	11.6	3.2	0.41
		3	699	359	49.9	11.3	3.0	0.46
真庭 5	I	1	559	394	65.7	10.9	3.1	0.31
		2	588	403	68.9	10.8	4.1	0.33
		3	568	386	63.8	11.1	5.0	0.35
	II	1	562	408	70.9	10.7	3.8	0.32
		2	679	439	74.0	10.8	4.2	0.37
		3	605	404	68.5	11.0	4.0	0.34
	III	1	598	423	73.4	10.5	3.9	0.33
		2	545	352	59.9	11.1	3.2	0.33
		3	602	370	63.2	10.6	4.1	0.34
真庭 10	I	1	496	338	57.7	10.3	4.5	0.29
		2	460	283	36.1	12.0	4.4	0.33
		3	547	315	39.0	10.9	7.3	0.33
	II	1	***	***	37.7	11.2	3.5	0.39
		2	507	321	46.4	11.1	3.4	0.32
	III	1	508	263	36.8	10.7	5.5	0.33
		2	503	327	46.6	11.4	3.5	0.33
		3	496	341	46.3	11.0	4.0	0.33
	真庭 13	I	1	664	355	49.7	11.6	2.9
2			504	297	40.0	11.2	6.9	0.32
3			403	264	45.6	10.4	4.6	0.27
II		1	484	305	51.8	10.9	3.4	0.33
		2	599	334	43.4	11.0	2.8	0.35
III		1	593	398	52.3	10.5	6.3	0.34
2	636	358	44.8	11.5	3.4	0.38		

西粟倉村(つづき)

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)	
真庭 14	I	1	669	433	72.6	10.9	4.5	0.36	
		2	767	497	88.1	10.8	3.7	0.42	
		3	663	451	71.2	10.9	4.6	0.36	
	II	1	637	415	68.1	10.8	4.5	0.37	
		2	661	421	70.5	11.2	3.2	0.37	
		3	540	357	53.8	11.0	4.5	0.36	
	III	1	688	468	78.6	10.7	4.0	0.37	
		2	641	409	69.2	10.8	3.3	0.43	
		3	708	475	84.2	11.1	3.2	0.40	
真庭 21	I	1	538	379	66.8	11.1	5.3	0.32	
		2	456	325	51.9	11.2	4.4	0.31	
	II	1	490	354	63.4	10.9	3.7	0.29	
		2	498	327	44.9	11.4	3.9	0.39	
		3	640	439	68.4	11.0	2.9	0.36	
	III	1	560	378	64.9	11.3	4.1	0.31	
		2	539	363	58.7	11.2	2.9	0.38	
		3	464	255	33.6	11.1	3.9	0.34	
	真庭 31	I	1	600	374	63.7	11.2	4.9	0.35
2			635	436	74.0	10.9	3.6	0.36	
3			655	426	75.0	10.7	4.5	0.36	
II		1	530	359	55.8	10.9	4.3	0.31	
		2	640	405	75.3	10.9	3.5	0.35	
III		1	766	528	89.6	10.7	2.8	0.39	
		2	693	426	69.1	11.0	3.0	0.40	
		3	646	341	48.8	11.2	2.9	0.37	
真庭 34		I	1	664	336	50.1	11.1	6.2	0.39
	2		671	408	63.2	10.9	3.0	0.39	
	3		613	416	62.1	11.3	4.5	0.41	
	II	1	616	404	67.9	10.5	4.5	0.36	
	III	1	619	371	50.6	11.4	4.3	0.44	
		2	592	398	51.0	10.8	2.9	0.42	
		3	747	440	73.0	11.2	3.0	0.43	
	苦田 4	I	1	505	275	43.5	10.8	5.9	0.31
			2	511	267	35.0	10.9	4.9	0.33
3			613	356	57.3	11.1	4.7	0.35	

西粟倉村(つづき)

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)	
	II	1	529	302	40.3	10.6	3.4	0.35	
		2	568	343	50.0	11.3	4.6	0.36	
		3	593	328	52.6	10.5	4.6	0.36	
	III	1	550	371	55.8	11.2	4.3	0.33	
		2	532	258	47.1	11.2	3.9	0.34	
		3	610	359	54.2	10.7	4.3	0.37	
	新見 2	I	1	565	360	68.1	10.9	2.9	0.32
			2	499	376	62.3	10.6	5.0	0.33
			3	534	337	59.2	10.7	3.8	0.33
II		1	541	319	57.8	10.7	3.5	0.32	
		2	552	359	54.7	11.0	2.8	0.34	
		3	434	279	38.3	11.5	3.6	0.34	
III		2	542	327	45.3	11.3	3.0	0.36	
		3	533	226	29.4	10.6	2.8	0.45	
後月 1		I	1	718	483	77.9	10.8	5.2	0.40
	2		670	406	63.7	10.7	3.2	0.40	
	3		694	424	73.4	10.9	3.2	0.37	
	III	1	625	339	45.5	11.2	3.5	0.42	
		2	697	416	80.0	11.1	3.2	0.37	
		3	670	408	58.3	11.0	3.5	0.42	

(2)富村

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)
真庭 2	I	1	457	275	35.1	11.1	8.2	0.28
		2	551	348	46.4	11.1	6.9	0.35
		3	566	367	55.6	10.4	4.3	0.32
	II	1	522	392	57.9	10.7	3.8	0.33
		2	621	394	60.9	11.0	4.3	0.36
		3	517	387	56.9	10.5	6.1	0.33
	III	3	627	421	55.5	10.7	3.2	0.37

富村(つづき)

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)	
真庭 5	I	1	558	396	63.8	10.6	6.8	0.32	
		2	639	375	57.9	10.8	5.9	0.34	
		3	518	369	65.3	10.5	5.2	0.31	
	II	1	444	300	47.5	11.1	5.9	0.30	
		2	539	399	72.8	10.5	3.5	0.31	
		3	587	406	71.9	10.2	4.4	0.32	
	III	1	561	353	62.3	10.8	4.1	0.32	
		2	532	385	69.2	10.5	5.5	0.31	
		3	473	366	60.6	10.7	5.6	0.28	
真庭 10	I	1	517	303	44.2	10.8	4.3	0.33	
		3	478	268	37.5	11.2	4.3	0.36	
	II	1	437	328	51.6	10.9	3.7	0.29	
		2	499	367	50.9	11.2	3.2	0.33	
		3	481	303	47.1	11.4	3.6	0.32	
	III	1	424	291	52.0	10.2	4.7	0.27	
		2	518	355	58.9	10.6	3.3	0.30	
		3	475	349	57.0	10.7	3.7	0.28	
	真庭 13	I	1	520	292	41.8	10.9	7.7	0.33
II		1	478	299	44.4	11.1	4.4	0.30	
		2	555	326	39.4	10.9	3.6	0.33	
		3	635	375	45.4	10.8	2.0	0.38	
III		1	510	322	41.9	10.6	4.0	0.29	
		2	460	325	55.0	10.8	4.0	0.28	
		3	491	309	46.6	11.1	4.4	0.33	
真庭 14		I	1	690	433	82.1	10.8	4.6	0.36
			2	620	438	70.8	10.7	3.9	0.36
	3		696	436	69.8	10.7	5.0	0.38	
	II	1	677	454	77.3	10.7	4.2	0.36	
		2	596	418	68.4	11.2	4.5	0.37	
		3	661	430	79.8	10.7	3.7	0.37	
	III	1	640	417	80.8	10.8	3.7	0.34	
		2	704	481	79.1	10.8	3.8	0.36	
		3	759	509	89.0	10.7	3.6	0.38	
真庭 21	I	1	425	313	49.8	10.9	4.5	0.29	
		2	579	351	59.6	11.3	2.6	0.43	
		3	515	392	58.0	10.8	4.0	0.32	

富村(つづき)

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)	
	II	1	429	29	53.3	10.6	4.4	0.26	
		2	490	39	58.9	10.8	4.7	0.29	
		3	503	36	56.3	11.0	3.0	0.30	
	III	1	432	33	55.4	10.7	5.2	0.28	
		2	484	38	61.8	10.5	4.2	0.29	
		3	393	29	45.8	10.6	4.9	0.27	
	真庭 31	I	1	686	426	70.1	11.1	3.7	0.38
			2	716	396	59.1	11.0	4.1	0.39
			3	575	360	72.4	10.7	6.2	0.34
II		1	579	406	76.0	10.7	3.4	0.33	
		2	584	424	74.7	10.6	3.1	0.33	
		3	695	454	83.1	10.6	3.6	0.37	
III		1	627	403	81.2	11.0	3.9	0.36	
		2	587	413	71.3	10.5	3.8	0.32	
		3	705	443	81.2	10.9	3.7	0.35	
真庭 34	I	1	567	363	52.4	11.0	3.2	0.37	
		2	557	391	58.4	10.8	5.9	0.32	
		3	582	396	59.2	10.6	4.9	0.37	
	II	1	569	400	64.0	11.2	5.9	0.33	
		2	569	407	61.7	10.9	7.6	0.33	
		3	576	371	66.9	11.1	4.5	0.38	
	III	1	593	441	70.3	10.7	3.9	0.35	
		2	632	428	58.0	10.9	4.2	0.36	
		3	613	357	54.7	11.1	3.8	0.	
苫田 4	I	1	56	336	50.0	10.8	5.3	0.35	
		2	54	364	59.7	11.0	3.9	0.32	
		3	52	319	45.4	10.9	5.0	0.32	
	II	1	54	364	59.7	11.0	3.3	0.35	
		2	62	399	64.2	11.0	3.3	0.35	
		3	52	319	45.4	10.9	5.0	0.32	
	III	1	58	356	49.1	11.1	3.7	0.34	
		2	57	370	52.6	11.0	3.3	0.35	
		3			57.4	9	4.1	0.	
新見 2	I	1	501	332	56.6	10.6	6.7	0.32	
		2	391	262	33.6	11.0	5.7	0.31	
	II	1	502	321	54.0	11.0	5.8	0.30	
		2							
	III	1	556	363	64.8	11.0	3.8	0.31	
		2	538	369	62.1	10.8	3.7	0.33	

富村(つづき)

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)
阿哲 3	I	1	566	329	49.5	11.4	5.3	0.35
		2	683	466	77.0	10.5	4.9	0.38
		3	697	433	82.6	11.0	3.0	0.39
	II	1	565	386	74.6	10.9	5.2	0.32
		2	471	340	56.6	10.9	6.0	0.30
		3	590	391	65.4	10.4	6.1	0.34
	III	1	709	493	77.2	11.1	2.6	0.38
		2	609	447	75.0	10.7	3.3	0.32
		3	550	376	69.7	10.7	3.8	0.32
後月 1	I	1	657	370	49.8	11.2	4.5	0.40
		2	714	362	58.8	11.1	3.9	0.43
	II	1	653	437	77.9	10.8	5.7	0.35
		2	780	503	77.5	10.8	4.5	0.40
		3	734	437	61.2	11.1	4.6	0.41
	III	1	593	359	53.9	11.2	7.1	0.34
		2	732	508	79.6	11.1	4.3	0.41
		3	608	367	57.6	11.0	5.2	0.36

(3)備中町

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)
真庭 2	I	1	593	429	67.2	10.7	4.3	0.33
		2	502	378	64.5	10.8	3.8	0.34
		3	608	412	68.9	11.4	4.2	0.33
	II	1	453	305	49.1	10.7	4.8	0.28
		2	391	209	25.7	11.0	6.0	0.26
	III	1	489	319	42.0	10.3	5.4	0.31
		2	542	333	43.8	11.1	4.1	0.37
		3	504	332	48.2	11.1	4.5	0.32
	真庭 10	I	1	499	347	52.4	10.7	3.2
2			506	364	61.4	10.5	3.2	0.29
3			500	346	54.8	10.5	4.0	0.33

備中町 (つづき)

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)	
真庭 13	II	1	487	329	52.6	11.0	4.5	0.29	
		2	452	267	46.0	10.9	3.7	0.30	
		3	518	333	43.6	11.1	3.9	0.34	
	III	1	427	313	47.7	11.0	4.5	0.28	
		2	461	316	49.5	10.9	3.2	0.31	
		3	450	312	52.3	10.3	4.7	0.28	
	真庭 13	I	1	550	347	48.1	10.7	4.2	0.35
			2	627	366	53.4	10.8	3.6	0.35
			3	530	315	49.7	10.8	4.9	0.32
		II	1	543	291	45.5	11.3	5.9	0.30
			2	485	340	51.7	11.0	4.6	0.29
			3	671	361	48.7	11.3	4.1	0.41
III		1	477	270	52.1	10.8	4.1	0.30	
		2	452	295	46.9	10.7	2.9	0.28	
		3	527	274	33.4	11.4	6.7	0.36	
真庭 14	I	1	663	421	83.9	10.9	4.8	0.36	
		2	642	431	68.9	11.2	3.7	0.36	
		3	685	470	82.1	10.9	4.4	0.37	
	II	1	681	461	74.3	10.9	5.6	0.37	
		2	510	345	56.1	10.6	5.0	0.30	
		3	524	375	53.7	10.7	3.5	0.32	
	III	1	629	420	72.5	11.5	5.0	0.37	
		2	697	472	88.9	10.8	4.5	0.39	
		3	667	440	80.7	11.1	4.8	0.36	
	真庭 21	I	1	561	405	64.4	10.7	3.0	0.32
			2	590	415	65.0	11.1	3.1	0.34
			3	536	397	61.4	11.5	3.1	0.36
II		1	492	338	61.4	11.1	4.6	0.30	
		2	497	367	58.4	11.1	5.1	0.30	
		3	481	347	57.5	10.7	6.1	0.30	
III		1	457	339	55.6	10.7	5.6	0.28	
		2	513	343	63.8	11.5	4.9	0.32	
		3		273	59.8	10.8	4.5	0.29	
真庭 31	I	1	662	458	85.3	10.9	3.5	0.36	
		2	572	394	74.9	11.0	4.4	0.34	
		3	679	420	66.7	10.9	4.3	0.35	

備中町 (つづき)

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)	
	II	1	502	336	60.9	10.6	4.2	0.31	
		2	601	377	78.6	10.8	4.6	0.35	
		3	590	358	58.6	10.9	5.2	0.34	
	III	1	614	441	71.6	11.0	5.1	0.35	
		2	620	411	80.5	11.1	4.1	0.36	
		3	601	412	73.2	10.8	4.2	0.35	
真庭 34	I	1	667	446	63.9	10.9	3.2	0.39	
		2	629	393	64.4	11.2	3.6	0.38	
	II	1	589	347	65.7	11.1	3.4	0.34	
		2	595	377	54.4	11.2	5.2	0.38	
		3	552	315	45.6	11.5	3.0	0.38	
	III	1	489	312	47.2	10.9	6.7	0.30	
		2	596	386	61.2	11.1	4.1	0.37	
		3	541	391	62.4	11.4	4.5	0.37	
	苫田 4	I	1	572	325	59.7	11.0	4.5	0.34
			2	544	329	53.3	10.8	5.3	0.32
			3	534	331	54.0	11.0	5.0	0.33
		II	1	471	296	45.1	10.7	4.4	0.30
2			404	211	29.3	10.3	5.0	0.31	
3			541	288	46.4	11.0	4.6	0.34	
III		1	420	242	36.0	11.5	6.2	0.29	
		2	412	177	29.0	11.2	4.2	0.30	
新見 2		I	1	537	375	64.4	10.7	5.6	0.31
			2	541	370	63.7	10.7	3.8	0.32
			3	431	301	51.6	10.7	5.5	0.30
		II	1	520	374	62.4	10.5	4.9	0.30
	2		519	367	62.6	10.6	4.7	0.29	
	3		611	439	71.0	10.8	4.4	0.34	
	III	1	545	372	65.5	10.7	4.2	0.31	
		2	426	281	48.2	10.6	4.3	0.30	
		3	545	352	57.6	10.6	4.1	0.32	
	阿哲 3	I	1	720	452	77.0	10.6	3.4	0.36
			2	652	422	79.4	10.8	4.2	0.35
			3	575	413	73.4	10.6	3.5	0.34

備中町 (つづき)

精英樹名	ブロック 番号	個体 番号	曲げ強さ (kgf/cm ²)	曲げ比例限度 (kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	密度 (g/cm ³)	
	II	1	504	346	50.2	10.8	6.0	0.32	
		2	430	305	54.1	11.2	6.6	0.30	
		3	449	315	46.9	11.0	5.3	0.29	
	III	1	682	431	68.1	11.2	4.2	0.37	
		2	560	378	73.9	10.9	4.1	0.33	
		3	635	416	66.8	11.0	4.5	0.35	
	後月 1	I	1	702	399	62.3	11.2	3.6	0.41
			2	760	513	86.8	10.8	3.9	0.40
			3	679	430	69.2	11.4	3.1	0.38
II		1	700	433	75.9	11.3	4.0	0.42	
		2	706	445	61.7	10.9	3.6	0.40	
		3	607	387	60.9	11.7	4.5	0.41	
III		1	738	469	81.9	11.0	3.9	0.39	
		2	720	370	66.7	11.0	3.6	0.41	
		3	714	510	72.4	10.9	4.8	0.40	