

材質特性及び用途適合性に関する研究

－ 広葉樹小径材の材質 －

専門技術員 宗 形 芳 明
主任研究員 中 島 剛
(現、いわき林業事務所経営課長)

I 目的

わが国の広葉樹資源は産地の奥地化や未利用樹種の活用等により、市場への出荷材は年々小径化の傾向にある。そのため利用にあたっては、小径材の材質を把握しておくことは重要と考えられ、本県における主要樹種の材質について検討を行った。

II 方法

1. 供試木

昭和54年度にブナ、サクラ、クスギ、コナラの4樹種、昭和55年度にはブナ、サクラ、キリ、ミズナラの4樹種で、末口径30cm以下の材を1樹種5本ずつ選木、供試した。

2. 挽材および乾燥方法

全ての供試木は厚さ30mmの板にだら挽きし、丸身を除いて巾8cm以上2cm建てに巾決めした。製材後直ちに天然乾燥を含水率が約30%となるまで行い、その後人工乾燥により10%まで乾燥した。人工乾燥は午前8時より午後5時までの間けつ運転により実施し、スケジュールについては100℃急速乾燥試験結果に基づいて行った。なお棧積みについては棧木間隔50cm、横間隔2～3cmで、巾1m高さは1.5mとした。

3. 測定項目と方法

(1) 製材品の外観的性状

全ての供試材(板)について製材後、直ちに次の項目について測定した。

- ①無欠点裁面；JASに準じて無欠点裁面の採材率を測定。
- ②心材率；コナラ、ミズナラについてのみ、表裏2材面における心材の割合を測定。
- ③節；表裏2材面に現われた節の径および数を測定。
- ④その他の欠点；木口割れ、曲り、虫穴等のその他の欠点はJASに準じて測定。

(2) 乾燥による形質変化

- ①含水率；1樹種につき代表的な板目板と柾目板を各5枚ずつ選び、製材後、天乾後および人乾後に重量を測定し、通常の方法で含水率を算出。
- ②収縮率；含水率測定試験材の長さ方向の中央部において巾、厚さを各時期毎に測定して収縮率を求めた。
- ③曲り；材長における最大矢高を測定。
- ④縦ぞり；曲りと同様に測定。
- ⑤巾そり；材面中央においてスパン100mmでの最大矢高を測定。
- ⑥ねじれ；平面上に3点を固定し、他の1点が平面から持ち上がる量を測定し、巾10cmで換算した。
- ⑦割れ；木口割れおよび材面割れに区分して、その長さとしを測定。

なお曲り、縦ぞり、巾ぞり、ねじれについてはその測定方法を図-1に示した。

(3) 強度性能

人工乾燥後に各供試材から無欠点試験片を採取して、曲げ試験、縦圧縮試験をJISに準じて実施した。

(4) 乾燥性

巾10cm、長さ20cm、厚さ2cmの板目板を1樹種2~3個体から各3枚採取して、100℃による急速乾燥を実施し、乾燥性について検討した。

III 結果および考察

1. 供試木(素材)の外観的性状

各樹種毎の外観的性状を表-1に示した。

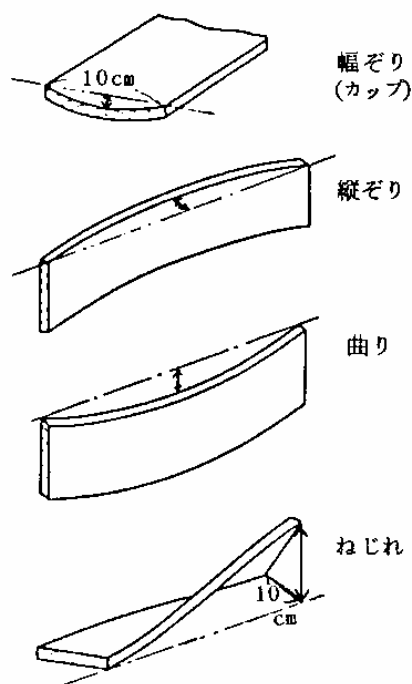


図-1 狂いの測定方法

表-1 供試木の外観的性状

樹種	供試本数	末口径cm	長さcm	細り率%	心材率%	真円率%	曲り%	
ブナ	AV	10	24.8	195	89.6	27.5	90.2	17.6
	SD		3.6		6.7	8.3	6.4	5.9
サクラ	AV	10	18.3	191	89.9	45.4	91.5	23.3
	SD		4.1		4.8	18.0	3.7	18.5
キリ	AV	5	20.6	180	81.0	/	86.7	7.3
	SD		1.3		5.2	/	6.0	4.4
クヌギ	AV	5	15.0	203	89.8	25.4	92.9	14.3
	SD		1.2		2.8	5.5	2.0	4.3
コナラ	AV	5	22.4	211	86.3	55.0	89.6	24.1
	SD		2.9		10.0	10.4	3.4	9.3
ミズナラ	AV	5	22.1	180	89.6	60.3	94.1	12.4
	SD		1.8		5.0	9.6	1.3	6.3

ブナ、コナラ、ミズナラについては西白河郡西郷村、キリについては河沼郡柳津町より伐採したものを供試した。なおサクラとクヌギについては場内の試験木(郡山市)より伐採したため、樹令が若く(サクラ23~35年、クヌギ21~24年)、そのため径級も平均20cm以下となっている。

供試樹種間できわだった特徴は認められないが、心材率についてナラ類では大きく、クヌギ、ブナでは小さかった。曲りについては供試木間での差が大きいが、今回の供試木平均ではコナラ、サクラが大きな結果となっている。

2. 製材歩止りと無欠点裁面採材率

製材歩止りと無欠点裁面採材率について表-2に示した。

製材歩止りについては各樹種ともほぼ60%前後と、一般用材（中、大径材）と比較しても、それほどの違いはないものと思われる。しかし素材の曲りが歩止りには大きく影響しており、そのためにサクラ、ブナでは少し歩止りが悪くなっている。

無欠点裁面採材率については節の有無が大きな影響を与え、キリではほとんど節がないために高い採材率を示し、クヌギは小さな節が数多く存在するため低い採材率となっている。

3. 製材品の外観的性状と品等区分

各樹種毎製材品の品等区分について表-3に示した。

表-3 製材品の品等区分

樹種	区分	無欠点裁面による					節による					心材率による					総合等級				
		特	1	2	3	外	特	1	2	3	外	特	1	2	3	外	特	1	2	3	外
ブナ	枚数	4	6	31	1	12	18	20	15	0	1						3	5	33	1	13
	比率	7.4	11.1	57.4	1.9	22.2	33.3	37.0	27.8	-	1.9						5.6	9.2	59.3	1.8	24.1
ブナ	材積	0.0380	0.0533	0.3814	0.0139	0.1248	0.1948	0.2436	0.1633	0	0.0097						0.0292	0.0437	0.3922	0.0139	0.0324
	比率	8.2	2.7	62.4	2.3	20.4	31.9	39.8	26.7	-	1.6						4.8	7.1	64.1	2.3	21.7
サクラ	枚数	5	10	15	0	10	23	3	14	0	0					4	7	18	0	11	
	比率	12.5	25.0	37.5	-	25.0	57.5	7.5	35.0	-	-						10.0	17.5	45.0	-	27.5
サクラ	材積	0.0314	0.0927	0.1329	0	0.0723	0.1776	0.0201	0.1316	0	0					0.0238	0.0525	0.1759	0	0.0771	
	比率	9.5	28.2	40.4	-	21.9	53.9	6.1	40.0	-	-					7.2	16.0	53.4	-	23.4	
キリ	枚数	20	6	3	0	1	27	3	0	0						15	10	4	0	1	
	比率	66.7	20.0	10.0	-	3.3	90.0	10.0	-	-						50.0	33.3	13.3	-	3.4	
キリ	材積	0.1480	0.0323	0.0227	0	0.0043	0.1857	0.0216	0	0						0.1156	0.0550	0.0324	0	0.0043	
	比率	71.4	15.6	11.0	-	2.0	89.6	10.4	-	-						55.8	26.5	15.6	-	2.1	
クヌギ	枚数	0	0	0	0	18	15	3	0	0						0	0	0	0	18	
	比率	-	-	-	-	100	83.3	16.7	-	-						-	-	-	-	100	
クヌギ	材積	0	0	0	0	0.1284	0.1092	0.0192	0	0						0	0	0	0	0.1284	
	比率	-	-	-	-	100	85.0	15.0	-	-						-	-	-	-	100	
コナラ	枚数	0	5	10	0	11	16	10	0	0	4	22	0	0	0	0	4	9	1	12	
	比率	-	19.2	38.5	-	42.3	61.5	38.5	-	-	15.4	84.6	-	-	-	-	15.4	34.6	3.8	46.2	
コナラ	材積	0	0.0395	0.1093	0	0.1352	0.1691	0.1149	0	0	0.0512	0.2328	0	0	0	0.0299	0.0924	0.0139	0.1478		
	比率	-	13.9	38.5	-	47.6	58.5	42.5	-	-	18.0	82.0	-	-	-	-	10.5	32.5	4.9	52.1	
ミズナラ	枚数	3	7	9	0	5	5	1	16	0	2	19	5	0	0	2	3	12	0	7	
	比率	12.5	29.2	37.5	-	20.8	20.8	4.2	66.7	-	8.3	79.2	20.8	-	-	8.3	12.5	50.0	-	29.2	
ミズナラ	材積	0.0195	0.0518	0.1070	0	0.0389	0.0433	0.0054	0.1491	0	0.0194	0.1870	0.0302	0	0	0.0152	0.0216	0.1221	0	0.0583	
	比率	9.0	23.8	49.3	-	17.9	19.9	2.5	68.7	-	8.9	86.1	13.9	-	-	7.0	9.9	56.2	-	26.9	

各樹種において等級決定に最も影響する因子は、無欠点裁面によるものであった。前述の無欠点裁面採材率40%以下という低率をみてもわかる通り、キリを除く全樹種でこのことにより等外となった製材品が20%以上あった。特にクヌギでは大きな節はないが、長径6mm以下の小さな節が数多くあるため、全ての板で等外材となった。

その他の欠点因子としては、ミズナラにおける大きな節、キリにおける虫穴、コナラでの木口割れが等級を下げる因子となっている。

4. 乾燥による形質変化

(1) 収縮率の変化

表-4 に天然乾燥後、人工乾燥後における収縮率について、板目、柾目板別に示した。

表-4 収縮率の変化

樹種	木取り	測定時期		含水率 (%)	収縮率 (%)		測定数(枚)	樹種	含水率 (%)	収縮率 (%)		測定数(枚)
					巾方向	厚方向				巾方向	厚方向	
ブ	板目板	製材後	AV	72.1			10	ク	63.4			5 板目
			SD	12.4					5.4			
		天乾後	AV	28.1	2.67	3.97			32.2	4.84	5.44	
			SD	5.0	2.12	2.56			3.8	1.81	0.92	
		人乾後	AV	9.8	7.13	7.05			10.6	8.94	9.02	
			SD	2.3	1.30	2.33			1.4	2.55	1.84	
ナ	柾目板	製材後	AV	76.7		10	ギ	66.6			5 柾目	
			SD	10.8					4.2			
		天乾後	AV	32.0	1.58			4.18	37.5	1.70		7.24
			SD	4.1	1.05			1.34	3.8	0.72		2.01
		人乾後	AV	10.7	5.44			8.23	13.5	5.00		11.14
			SD	1.8	1.15			1.18	1.7	1.33		1.93
サ	板目	製材後	AV	57.7		10	コ	58.7			5 板目	
			SD	7.1					5.6			
		天乾後	AV	27.3	3.15			2.42	30.8	4.16		3.22
			SD	2.0	1.72			1.04	3.1	2.90		1.98
		人乾後	AV	10.0	6.49			5.08	12.4	7.78		5.36
			SD	1.3	2.32			1.30	1.3	2.59		1.51
ク	柾目	製材後	AV	57.6		10	ナ	63.9			5 柾目	
			SD	4.6					5.5			
		天乾後	AV	29.6	1.51			4.12	36.5	0.86		3.62
			SD	3.4	0.66			1.43	4.2	0.26		0.63
		人乾後	AV	12.0	3.75			7.79	15.7	3.62		9.10
			SD	1.2	0.75			1.31	1.6	0.79		1.49
ラ	板目	製材後	AV	140.0		5	ミ	64.7			5 板目	
			SD	18.6					11.5			
		天乾後	AV	35.9	0.66			0.26	31.9	1.74		2.12
			SD	7.3	0.41			0.32	4.3	0.40		0.45
		人乾後	AV	11.1	3.02			1.26	10.6	7.08		5.90
			SD	1.4	1.12			0.43	2.2	0.23		0.71
リ	柾目	製材後	AV	120.3		5	ズ	65.4			5 柾目	
			SD	25.6					8.4			
		天乾後	AV	43.0	0.08			1.76	36.5	1.06		2.58
			SD	4.6	0.10			1.69	4.2	0.40		1.16
		人乾後	AV	14.9	1.16			3.90	14.2	4.28		7.54
			SD	3.3	0.38			2.38	1.7	1.17		0.75

製材後（生材）の含水率は低比重のキリを除いた全樹種とも55～75%の範囲であった。また天然乾燥終了時の含水率はおおよそ30%、人工乾燥終了時には10～15%で、やはり柾目板は乾燥がおくれる

傾向にある。

人工乾燥終了後の収縮率を板目板、柾目板について比較すると、板目板では巾そりとの関係もあるが、一般に巾方向での収縮率が大きく、柾目板では厚方向での収縮率が大きくなっている。

次に樹種別の比較では、クスギが特に大きな収縮率を示し、厚さ方向でそれが顕著であった。このことは後述する狂いの発生、特に割れの発生が大きくなる一因となっている。これに反し、キリについては他樹種に比較し、極端に小さな収縮率であった。

(2) 狂い、割れの発生

乾燥に伴う狂い、割れの発生を表-5に示した。

表-5 乾燥による形質変化

樹種	測定数 (枚)	測定時期		狂		い		割れ長さ (mm)	
				曲り (%)	たてぞり (%)	巾そり % 厚さ	ねじれ (mm)	木口割	材面割
ブ ナ	50	製材後	A V	0.09	0.18	0	0	58	0
			S D	0.09	0.18			162	
		天乾後	A V	0.14	0.32	1.18	1.29	161	273
			S D	0.12	0.28	1.40	2.46	257	476
		人乾後	A V	0.31	0.35	2.78	3.46	146	299
			S D	0.18	0.22	2.13	4.68	233	553
サ ク ラ	37	製材後	A V	0.15	0.24	0	0	62	0
			S D	0.13	0.17			111	
		天乾後	A V	0.30	0.22	0.58	3.53	94	0
			S D	0.34	0.14	0.85	4.88	151	
		人乾後	A V	0.47	0.24	1.56	10.84	85	23
			S D	0.51	0.18	1.05	9.06	143	71
キ リ	30	製材後	A V	0.20	0.25	0	0	0	0
			S D	0.15	0.19			0	
		天乾後	A V	0.24	0.25	0	0	0	0
			S D	0.16	0.18			0	
		人乾後	A V	0.26	0.22	0.16	2.35	0	0
			S D	0.19	0.12	0.23	3.00		
ク ス ギ	14	製材後	A V	0.07	0.29	0	0	28	0
			S D	0.10	0.14			80	
		天乾後	A V	0.22	0.34	2.13		178	462
			S D	0.25	0.19	0.99		263	520
		人乾後	A V	0.38	0.24	3.76	4.47	205	431
			S D	0.44	0.21	1.49	4.53	282	504
コ ナ ラ	22	製材後	A V	0.15	0.15	0	0	109	0
			S D	0.11	0.13			134	
		天乾後	A V	0.19	0.16	0.98		155	71
			S D	0.08	0.11	1.01		182	183
		人乾後	A V	0.32	0.13	2.89	0.98	128	59
			S D	0.19	0.10	1.60	1.38	163	165
ミ ズ ナ ラ	23	製材後	A V	0.12	0.16	0	0	55	0
			S D	0.07	0.14			135	
		天乾後	A V	0.12	0.12	0.13	0.59	118	36
			S D	0.07	0.08	0.27	0.82	233	85
		人乾後	A V	0.26	0.23	1.24	2.10	133	61
			S D	0.21	0.11	0.73	2.62	234	121

*ねじれ量は長さ10cmに対する平面より持ち上がる量

- ① 曲り……サクラがわずかながら大きな発生量であったが、全樹種製材品とも矢高が10cm以上となるような大きな曲りは発生しなかった。
- ② 縦ぞり……板の場合にはそれほど問題となる狂いではないが、全樹種とも大きな発生量とはならなかった。天然乾燥後に矢高(狂い)が最大となり、人工乾燥後にはかえって小さくなった製材品も多くみられた。
- ③ 巾ぞり……一般に板目板、それも樹皮に近い板ほどその発生量が大きくなる傾向にある。樹種間ではクスギ、コナラ、ブナで大きかったが、キリではほとんど発生が認められなかった。
- ④ ねじれ……サクラにおける発生が他樹種に比較し顕著であった。
- ⑤ 割れ……キリでの発生は認められなかったが、他樹種ではいずれも大きな発生を示した。特にクスギ、ブナにおける材面割れ、それにナラ類を加えた木口割れは、自然における割れの抑制には限界があり、干割れ防止剤の塗布など何らかの対策が必要である。

5. 強度性能

J I Sによる無欠点試験片で行った強度試験結果を表-6に示した。

表-6 強度性能

樹種	測定本数	年輪巾 mm	年輪矢高 mm	気乾比重	含水率 %	曲げヤング係数 ton/cm ²	比例限界 曲げ強さ kg/cm ²	曲げ強さ kg/cm ²	縦 圧縮強さ kg/cm ²
ブナ	100	2.1	1.5	0.67	11.7	100.0	475	1077	534
		1.0	0.8	0.04	0.7	14.7	60	150	55
サクラ	81	2.9	1.4	0.65	11.3	111.0	561	1219	586
		1.0	0.6	0.06	0.7	10.2	76	110	50
キリ	50	8.4	1.2	0.30	10.3	44.3	207	447	276
		3.0	0.1	0.04	1.3	7.6	34	65	36
クスギ	35	3.8	1.5	0.91	13.2	152.0	696	1491	601
		0.6	0.7	0.03	0.5	12.8	86	149	49
コナラ	50	2.4	1.1	0.79	/	113.3	516	1191	408
		1.1	0.6	0.05		13.9	102	131	41
ミズナラ	50	1.9	1.0	0.79	11.4	140.5	685	1360	648
		0.4	0.4	0.05	0.4	11.4	61	121	48

上段 AV
下段 SD

一般に各種強度は気乾比重と大きな関連を持っており、比重の小さなキリでは強度値が小さく、クスギは大きくなっている。しかしサクラは比重が比較的小さな割合に強度値が大きく、逆にコナラは比重の大きな割合に強度値が小さな傾向にあった。

各樹種とも各種強度において、一般材(既存の文献)と同程度、あるいはそれ以上の強さを示していた。

6. 乾燥性

表-7に各樹種の乾燥性(100℃急速乾燥法)を示した。

乾燥性についても強度性能と同じように比重との関係が大きく、キリでは乾燥時間が早く、乾燥もしやすいが、ナラ類、クヌギでは材の落ち込み等損傷の発生が起こりやすいため、乾燥がしにくく、乾燥時間も長くなる傾向にある。またクヌギでは初期割れが著しいことから、初期温度、温度差を低くおさえて乾燥を始める必要がある。

表一七 乾燥性

樹種		ブナ	サクラ	キリ	クヌギ	コナラ	ミズナラ
損傷のク	初期割れ	3	1	1	7	4	3
	断面変形	3	3	2	5	4	3
	内部割れ	2	1	1	5	2	2
乾燥条件	初期乾球温度	55℃	55℃	65℃	50℃	55℃	55℃
	乾湿球温度差	4.0	4.5	6.0	2.5	3.5	4.0
	末期温度	80	80	85	70	80	80
推定乾燥時間		6.7日	6.3日	5.8日	12.5日	9.6日	9.5日

IV おわりに

1. 製材品（板類）の節、腐れ、割れなど欠点を除いた歩止り（無欠点裁面採材率）は、キリが一番高く約60%、ブナ、サクラ、コナラ、ミズナラはほぼ同じ30%台、クヌギが一番低く約10%であった。
2. 乾燥に伴い発生してくる欠点として問題となるものは、サクラのねじれ、ブナ、クヌギ、コナラ、ミズナラの割れ（木口、材面割）がある。
3. クヌギについては乾燥に伴う割れ等、欠点も発生しやすく、乾燥もしにくいことから、家具材等製品化できにくい樹種である。
4. 強度性能については、全樹種とも小径材と言えども、各種強度値が低下するようなことはなかった。

V 参考文献

- 1) 寺沢、筒本；木材の人工乾燥、日本木材加工技術協会、（1976）
- 2) 中野、東野；広葉樹小径材の人工乾燥（第1報）、岩手県林試成果報告、第14号、（1981）
- 3) 林試編；木材工業ハンドブック