

北海道産造林木の材質試験

IV チョウセンカラマツ

小野寺 重 男 川 口 信 隆
高 橋 政 治

目 次

1. ま え が き	1
2. 供試林分・林木の概要	1
3. 年輪幅, 夏材率, 比重, 収縮率試験	1
4. 無欠点小試片材の強度試験	13
5. ま と め	16
謝 辞	17
文 献	18
Résumé	19
付 表	21

1. まえがき

現在、試験林や事業的に植栽されているカラマツ品種はニホンカラマツ、グイマツ、チョウセンカラマツ、オウシュウカラマツなどであるが、これらの一部はすでに利用伐期に達しつつある。

一方、主要造林樹種として植栽されているニホンカラマツは、耐鼠性・耐病性の点で問題があり、これら諸害に抵抗性のあるカラマツ交雑種は、本道では1936年以来、松川らによって研究され¹⁾、将来の造林品種として有望視されるにいたった。

しかし、チョウセンカラマツ造林木の基礎材質については既に中川²⁾によって報告されているが、ここで問題にするような参考資料はほかに見当たらなかった。そこで、チョウセンカラマツの用材としての材質の特徴を把握するため、旭川営林署の依頼もあり本試験を実施した。

本報告は年輪幅、比重、収縮率などの基礎材質と造林木を利用するうえで製材品の乾燥に伴う欠点とともに問題となる強度性能を内容としている。また、林業では林木の生長や伐期を考える場合に樹齢・齢階が重視されるので、比重・収縮率試験では得られた資料を齢階別に整理して、その結果を検討した。さらに、現状の造林木は、樹幹内の材質の変動が比較的大きく、これから得られた製材品の強度性能や乾燥に伴う欠点の現れ方は林木の生長の良否、樹幹からの採材位置など、樹幹内材質変動と深い関連性をもつことが明らかにされている。そこで、実用上の観点から筆者らは樹幹区分を提案しているが、この考え方にもとづいて取りまとめた。

試験結果の一部は、木材学会³⁾、⁴⁾や林産試月報⁵⁾~⁷⁾に発表してあるが、ここではチョウセンカラマツの材質試験で得られた資料を取りまとめて報告することとした。なお、樹幹内変動や樹幹区分に関するもの³⁾~⁶⁾、チョウセンカラマツ、グイマツ、ニホンカラマツの基礎材質の比較⁵⁾、⁷⁾など、既報の資料との重複をさけるため、本報ではそれらの内容を除外した。

2. 供試林分・林木の概要

供試木を採取した林分は、旭川営林署江丹別事業区141林班、東傾斜面で約10度、昭和2年、面積5haに2,500本/ha植栽の採種林で、昭和29年から昭和35年までの林班沿革簿によれば、毎年、保育・保護処理がなされている。供試木採取時の林分内の林木の胸高直径は20~32cm、平均直径は24cmとされ、林木の形状は通直であった。

供試木は、昭和44年12月5日に伐倒した樹齢45年生のものを対象としている。供試木の樹高は19.2m、胸高直径は短径25cmと長径26cm、枝下高は5.7m、樹冠幅は5.7mと4.3mであった。

この供試木を樹幹析解した結果は、付表1、のとおりである。この生長経過を北海道のチョウセンカラマツ林収穫予想表⁸⁾と比較してみると、樹高は樹齢20年生で 等地に近く、樹齢30年生以降は 等地に類似の生長となっている。また、胸高直径は、樹齢20年生で 等地、樹齢30年生以降は 等地の主林木の平均直径にいずれも類似の生長をしているが、樹高、胸高直径とも樹齢15年生未満の生長が上記の収穫予想表 等地より劣っている。

また、樹幹析解の供試円板からえられた林木形質の概要、心材率や樹皮率などを付表2、偏心度を付表3に示した。生材含水率は研報⁹⁾の資料として図示してあるが、その数値を付表4に示した。

3. 年輪幅、夏材率、比重、収縮率試験

3.1 試験方法

値(平均値, 標準偏差, 最小値, 最大値, 変動係数)と回帰直線式および相関係数を求め第2表に示した。

樹幹区分については, まえがきの項で述べたように既に報告済みで模式図⁹⁾も示してあるが, 樹高比率は樹齢または樹齢階別の樹高を100%とする比率で示している。

樹幹基部の材(記号; A)は成熟材で樹高比率20%以下の材, 主幹材(記号; A)は成熟

第2表 年輪幅, 夏材率, 比重, 収縮率の試験結果

Table 2 Test results of annual ring width, summer wood percentage, density and shrinkage.

樹 齢 Age (年)	試片数 n (コ)	平均値 Mean	標 準 偏 差 S.D	最小値 Min	最大値 Max	変 動 係 数 C.V
年輪幅; A.W (mm)						
11~20	15	4.39	0.761	3.0	5.5	17.3
21~30	18	3.68	0.595	2.2	4.4	16.2
31~40	30	2.26	0.669	1.2	3.6	29.6
41~45	21	1.82	0.438	1.2	2.6	24.1
11~45	84	2.84	1.160	1.2	5.5	40.8
夏材率; S (%)						
11~20	15	24.5	8.28	5	34	33.8
21~30	18	26.6	5.45	14	35	20.5
31~40	30	33.3	9.10	12	50	27.3
41~45	21	27.6	10.30	7	45	37.3
11~45	84	28.8	9.18	5	50	31.9
気乾比重; r_{15}						
11~20	15	0.585	0.0809	0.45	0.71	13.8
21~30	18	0.683	0.0700	0.56	0.80	10.2
31~40	30	0.632	0.0797	0.50	0.82	12.6
41~45	21	0.556	0.0692	0.42	0.66	12.5
11~45	84	0.616	0.0874	0.42	0.82	14.2
全乾比重; r_0						
11~20	15	0.556	0.0842	0.42	0.67	15.1
21~30	18	0.651	0.0686	0.53	0.77	10.5
31~40	30	0.602	0.0785	0.47	0.78	13.0
41~45	21	0.524	0.0690	0.39	0.63	13.2
11~45	84	0.584	0.0873	0.39	0.78	15.0
容積密度数; R (kg/m^3)						
11~20	15	490.5	68.21	373	588	13.9
21~30	18	563.2	55.96	468	657	9.9
31~40	30	518.3	63.29	414	664	12.2
41~45	21	456.0	54.19	347	535	11.9
11~45	84	507.4	70.50	347	664	13.9
気乾までの容積収縮率; α_{v15} (%)						
11~20	15	4.65	0.938	3.15	6.33	20.1
21~30	18	5.32	0.620	3.64	6.15	11.7
31~40	30	5.67	0.810	3.68	6.69	14.3
41~45	21	5.53	0.945	3.11	6.92	17.1
11~45	84	5.34	0.938	3.11	6.92	17.6
全乾までの容積収縮率; α_{v0} (%)						
11~20	15	11.65	1.811	8.71	14.10	15.6
21~30	18	13.54	1.026	10.87	14.84	7.6
31~40	30	13.68	1.395	10.16	15.45	10.2
41~45	21	12.64	1.885	6.81	14.52	14.9
11~45	84	12.95	1.779	6.81	15.45	13.7
気乾までの接線方向収縮率; α_{t15} (%)						
11~20	15	3.50	0.787	2.11	4.63	22.5
21~30	18	3.87	0.424	2.61	4.38	11.0
31~40	30	3.84	0.448	2.78	4.73	11.7
41~45	21	3.88	0.653	1.83	4.90	16.8
11~45	84	3.80	0.578	1.83	4.90	15.2
気乾までの半径方向収縮率; α_{r15} (%)						
11~20	15	1.24	0.290	0.89	1.83	23.4
21~30	18	1.59	0.255	1.17	2.11	16.0
31~40	30	2.03	0.453	1.43	2.84	22.3
41~45	21	1.80	0.434	1.13	2.81	24.1
11~45	84	1.73	0.475	0.89	2.84	27.5
気乾までの収縮異方性; $\alpha_{t15}/\alpha_{r15}$						
11~20	15	2.9	0.59	2.2	4.3	20.3
21~30	18	2.5	0.30	2.0	2.9	12.0
31~40	30	2.0	0.43	1.4	3.0	21.5
41~45	21	2.2	0.46	1.3	3.2	20.9
11~45	84	2.3	0.55	1.3	4.3	23.9
繊維方向の平均収縮率; α_{l1} (%)						
11~20	15	0.014	0.0039	0.011	0.023	27.9
21~30	18	0.014	0.0033	0.011	0.022	23.6
31~40	30	0.014	0.0031	0.008	0.023	22.1
41~45	21	0.014	0.0024	0.008	0.018	17.1
11~45	84	0.014	0.0031	0.008	0.023	22.1
接線方向の平均収縮率; α_{t1} (%)						
11~20	15	0.325	0.0573	0.195	0.419	17.6
21~30	18	0.371	0.0392	0.291	0.429	10.6
31~40	30	0.362	0.0328	0.297	0.412	9.1
41~45	21	0.333	0.0605	0.130	0.392	18.2
11~45	84	0.350	0.0496	0.130	0.429	14.2
半径方向の平均収縮率; α_{r1} (%)						
11~20	15	0.157	0.0393	0.108	0.235	25.0
21~30	18	0.208	0.0182	0.193	0.246	8.8
31~40	30	0.202	0.0405	0.138	0.308	20.0
41~45	21	0.164	0.0261	0.104	0.229	15.9
11~45	84	0.186	0.0392	0.104	0.308	21.2
収縮異方性; α_{t1}/α_{r1}						
11~20	15	2.1	0.38	1.6	2.9	17.8
21~30	18	1.8	0.24	1.2	2.1	13.1
31~40	30	1.8	0.27	1.2	2.3	14.8
41~45	21	2.0	0.32	1.2	2.5	15.6
11~45	84	1.9	0.32	1.2	2.9	16.5

Note) A.W; Annual ring width, S; Summerwood percentage, r_{15} ; Specific gravity based on weight and volume at moisture content (MC) 15%, r_0 ; specific gravity based on weight and volume at oven-dry, R; Bulk density, V_{15} ; Volumetric shrinkage when green to MC 15%, V_0 ; Volumetric s. when green to oven dry, l_0 ; Longitudinal s. when green to oven dry, l_{15} ; Longitudinal s. per unit MC, t_{15} ; Tangential s. when green to MC 15%, t_0 ; Tangential s. when green to oven dry, t_{15} ; Tangential s. per unit MC, r_0 ; Radial s. when green to oven dry, r_{15} ; Radial s. when green to MC 15, r_{15} ; Radial s. per unit MC.

第2表 (つぎ)

因子 X : Y	樹齡 Age(年)	試片数 n (コ)	a	b	r	因子 X : Y	樹齡 Age(年)	試片数 n (コ)	a	b	r
A.W : r ₁₅	11~20	15	0.878	-0.067	-0.627***	A.W : S	11~20	15	47.575	-5.260	-0.483*
	21~30	18	0.647	0.010	0.085		21~30	18	34.585	-2.180	-0.238
	31~40	30	0.721	-0.039	-0.328*		31~40	30	44.820	-5.105	-0.375**
	41~45	21	0.724	-0.092	-0.584***		41~45	21	43.495	-8.705	-0.370*
	11~45	84	0.617	-0.36×10 ⁻⁴	-0.48×10 ⁻³		11~45	84	37.556	-3.069	-0.388***
A.W : R	11~20	15	711.92	-50.39	-0.562**	S : R	11~20	15	339.91	6.156	0.747***
	21~30	18	540.27	6.22	0.066		21~30	18	390.39	6.558	0.643***
	31~40	30	587.02	-30.38	-0.321***		31~40	30	368.73	4.495	0.647***
	41~45	21	591.28	-74.18	-0.599***		41~45	21	326.32	4.695	0.893***
	11~45	84	499.42	2.80	0.046		11~45	84	377.18	4.514	0.587***
A.W : α ₁₀	11~20	15	0.017	0.034	0.223	r ₁₅ : α ₁₀	11~20	15	0.355	-0.326	-0.230
	21~30	18	0.262	-0.037	-0.440*		21~30	18	0.034	0.135	0.190
	31~40	29	0.111	-0.005	0.067		31~40	29	0.299	-0.280	-0.488***
	41~45	21	0.075	0.035	0.340		41~45	21	0.360	-0.397	-0.609***
	11~45	83	0.111	0.008	0.152		11~45	83	0.274	-0.227	-0.307***
A.W : α _{t0}	11~20	15	10.458	-0.514	-0.296	r ₁₅ : α _{t0}	11~20	15	4.004	7.169	0.439*
	21~30	18	6.489	0.741	0.521**		21~30	18	7.249	2.881	0.238
	31~40	30	10.208	-0.505	-0.447**		31~40	30	7.222	2.913	0.307*
	41~45	21	10.306	-0.892	-0.268		41~45	21	0.035	15.543	0.739***
	11~45	84	9.338	-0.173	-0.177		11~45	84	4.972	6.291	0.485***
A.W : α _{r0}	11~20	15	5.366	-0.409	-0.402	r ₁₅ : α _{r0}	11~20	15	0.575	5.115	0.535**
	21~30	18	4.641	0.0015	0.002		21~30	18	2.127	3.687	0.642***
	31~40	30	6.628	-0.720	-0.597		31~40	30	0.502	7.112	0.703***
	41~45	21	4.711	-0.274	-0.177		41~45	21	0.307	7.020	0.720***
	11~45	84	5.378	-0.319	-0.430***		11~45	84	0.612	6.267	0.635***
A.W : α _{t15}	11~20	15	4.826	-0.302	-0.292	r ₁₅ : α _{t15}	11~20	15	0.101	5.806	0.597**
	21~30	18	2.723	0.311	0.436*		21~30	18	2.456	2.066	0.341
	31~40	30	4.147	-0.135	-0.202		31~40	30	3.114	1.150	0.204
	41~45	21	4.410	-0.292	-0.196		41~45	21	0.248	6.526	0.692***
	11~45	84	4.095	-0.106	-0.212*		11~45	84	2.121	2.715	0.408***
A.W : α _{r15}	11~20	15	1.079	0.038	0.099	r ₁₅ : α _{r15}	11~20	15	0.274	1.646	0.460*
	21~30	18	1.239	0.094	0.220		21~30	18	0.210	2.014	0.552**
	31~40	30	2.527	-0.220	-0.325*		31~40	30	-0.356	3.717	0.596***
	41~45	21	2.042	-0.135	-0.136		41~45	21	-0.600	4.307	0.688***
	11~45	84	2.349	-0.222	-0.520***		11~45	84	0.322	2.260	0.397***
A.W : α _{1%}	11~20	15	0.0144	-0.2×10 ⁻⁵	-0.397×10 ⁻³	r ₁₅ : α _{1%}	11~20	15	0.0143	0.36×10 ⁻⁵	0.747×10 ⁻⁴
	21~30	18	0.0122	-0.22×10 ⁻⁵	-0.399*		21~30	18	0.0127	0.0014	0.071
	31~40	30	0.0132	0.2×10 ⁻⁵	0.052		31~40	30	0.0189	-0.0082	-0.214
	41~45	21	0.0129	0.8×10 ⁻⁴	0.145		41~45	21	0.0179	-0.0063	-0.181
	11~45	84	0.0142	-0.83×10 ⁻⁵	-0.031		11~45	84	0.0168	-0.0045	-0.128
A.W : α _{t1%}	11~20	15	0.3968	-0.0163	-0.216	r ₁₅ : α _{t1%}	11~20	15	0.254	0.121	0.171
	21~30	18	0.2568	0.0311	0.473**		21~30	18	0.327	0.065	0.117
	31~40	30	0.4220	-0.0266	-0.542***		31~40	30	0.279	0.131	0.318*
	41~45	21	0.4115	-0.0432	-0.313		41~45	21	-0.029	0.651	0.745***
	11~45	84	0.3640	-0.0049	-0.114		11~45	84	0.190	0.260	0.455***
A.W : α _{r1%}	11~20	15	0.2869	-0.0296	-0.573**	r ₁₅ : α _{r1%}	11~20	15	0.019	0.235	0.483*
	21~30	18	0.2301	-0.0061	-0.199		21~30	18	0.125	0.121	0.463**
	31~40	30	0.2819	-0.0352	-0.582***		31~40	30	0.064	0.219	0.431**
	41~45	21	0.1832	-0.0106	-0.177		41~45	21	0.054	0.198	0.527**
	11~45	84	0.2094	-0.0083	-0.247**		11~45	84	0.024	0.262	0.584***
A.W : α _{V15}	11~20	15	5.676	-0.234	-0.191	r ₁₅ : α _{V15}	11~20	15	0.558	6.985	0.605**
	21~30	18	3.863	0.396	0.380		21~30	18	2.611	3.975	0.450*
	31~40	30	6.649	-0.433	-0.357*		31~40	30	2.561	4.924	0.488***
	41~45	21	6.258	-0.398	-0.184		41~45	21	-0.213	10.330	0.757***
	11~45	84	6.216	-0.295	-0.381***		11~45	84	2.346	4.917	0.478***
A.W : α _{V0}	11~20	15	15.524	-0.883	-0.371	r ₁₅ : α _{V0}	11~20	15	4.736	11.805	0.527**
	21~30	18	11.061	0.674	0.391*		21~30	18	9.307	6.198	0.423*
	31~40	30	16.414	-1.209	-0.579***		31~40	30	7.769	9.402	0.544***
	41~45	21	14.606	-1.078	-0.251		41~45	21	0.954	21.010	0.772***
	11~45	84	14.312	-0.453	-0.308***		11~45	84	5.791	11.747	0.603***

第2表 (つづき)

因子 X : Y	樹齡 Age (年)	試片数 n (コ)	a	b	r
A.W : α_{to} α_{ro}	11~20	15	1.980	0.082	0.208
	21~30	18	1.398	0.160	0.547**
	31~40	30	1.447	0.177	0.517***
	41~45	21	2.271	-0.115	-0.196*
	11~45	84	1.699	0.113	0.447***
A.W : α_{t15} α_{r15}	11~20	15	4.241	-0.310	-0.401*
	21~30	18	2.155	0.085	0.167
	31~40	30	1.586	0.166	0.262
	41~45	21	2.354	-0.079	-0.076
	11~45	84	1.689	0.213	0.444*
A.W : $\alpha_{t1\%}$ $\alpha_{r1\%}$	11~20	15	1.195	0.197	0.362
	21~30	18	1.060	0.201	0.508**
	31~40	30	1.425	0.182	0.447**
	41~45	21	2.363	-1.835	-0.254
	11~45	84	1.701	0.063	0.228**

因子 X : Y	樹齡 n (年)	試片数 n (コ)	a	b	r
r_{15} : α_{to} α_{ro}	11~20	15	2.897	-0.952	-0.257
	21~30	18	2.460	-0.689	-0.276
	31~40	30	3.135	-2.038	-0.711***
	41~45	21	1.615	0.802	-0.217*
	11~45	84	2.763	-1.208	-0.361***
r_{15} : α_{t15} α_{r15}	11~20	15	2.256	1.066	0.146
	21~30	18	3.658	-1.743	-0.405*
	31~40	30	3.881	-3.033	-0.568***
	41~45	21	2.855	-1.160	-0.753***
	11~45	84	3.106	-1.315	-0.210*
r_{15} : $\alpha_{t1\%}$ $\alpha_{r1\%}$	11~20	15	3.387	-2.153	-0.459*
	21~30	18	2.243	-0.649	-0.193
	31~40	30	2.324	-0.732	-0.548***
	41~45	21	0.774	2.255	0.493**
	11~45	84	2.608	-1.103	-0.302***

第2表 (つづき)

樹区 Stem Part	幹分 n (コ)	試片数 n (コ)	平均値 Mean	標準 偏差 S.D	最小値 Min	最大値 Max	変動 係数 C.V
年輪幅 ; A.W (mm)							
J	15	15	4.39	0.761	3.0	5.5	17.3
C	22	22	2.74	0.725	1.3	4.2	26.5
A _I	19	19	2.28	1.032	1.2	4.4	45.3
A _{II}	28	28	2.46	0.997	1.2	4.4	40.5
夏材率 ; S (%)							
J	15	15	24.5	8.28	5	34	33.8
C	22	22	21.8	7.68	7	33	35.0
A _I	19	19	37.4	7.84	22	50	21.0
A _{II}	28	28	30.9	5.43	23	45	17.6
気乾比重 ; r_{15}							
J	15	15	0.585	0.081	0.45	0.71	13.8
C	22	22	0.542	0.066	0.42	0.65	12.2
A _I	19	19	0.685	0.086	0.58	0.82	12.5
A _{II}	28	28	0.644	0.051	0.57	0.74	7.9
容積密度数 ; R (kg/m ³)							
J	15	15	490.5	68.21	373	588	13.9
C	22	22	446.1	52.99	347	530	11.9
A _I	19	19	560.0	69.51	472	664	12.4
A _{II}	28	28	528.8	42.71	468	614	8.1
全乾までの容積収縮率 ; αV_o (%)							
J	15	15	11.65	1.811	8.71	14.10	15.5
C	22	22	12.39	1.757	6.81	14.38	14.2
A _I	19	19	13.79	1.305	10.16	15.45	9.5
A _{II}	28	28	13.75	1.159	10.87	15.41	8.4

Note) J ; Juvenile wood, C ; Crown-formed Wood
A_I ; Butt-formed wood,
A_{II} ; Stem-formed wood

因子 X : Y	樹区 Stem Part	幹分 n (コ)	試片数 n (コ)	a	b	r
A.W : S	C	22	22	24.598	-1.031	-0.098
	A _I	19	19	42.94	-2.417	-0.318
	A _{II}	28	28	34.82	-1.585	-0.291
A.W : r_{15}	C	22	22	0.465	0.028	0.305
	A _I	19	19	0.590	0.041	0.492*
A.W : R	A _{II}	28	28	0.554	0.036	0.715**
	C	22	22	379.68	24.24	0.332
A.W : R	A _I	19	19	479.88	35.07	0.521*
	A _{II}	28	28	453.39	30.68	0.716**
	C	22	22	11.883	0.186	0.077
A.W : αV_o	A _I	19	19	14.512	-0.316	-0.250
	A _{II}	28	28	13.064	0.277	0.238
	J	15	15	0.398	-0.0076	0.782**
S : r_{15}	C	22	22	0.396	-0.0067	0.772**
	A _I	19	19	0.711	-0.0007	-0.064
	A _{II}	28	28	0.663	-0.0006	-0.068
	Total	84	84	0.448	0.0058	0.610**
	C	22	22	332.70	5.21	0.750**
S : R	A _I	19	19	578.02	-0.481	-0.054
	A _{II}	28	28	553.87	-0.811	-0.103
	J	15	15	9.690	0.080	0.365
S : αV_o	C	22	22	8.758	0.167	0.725**
	A _I	19	19	15.069	-0.034	-0.205
	A _{II}	28	28	12.840	0.029	0.137
	Total	84	84	10.461	0.089	0.479**
	C	22	22	1.410	20.270	0.763**
r_{15} : αV_o	A _I	19	19	9.640	6.060	0.402
	A _{II}	28	28	10.268	5.403	0.236

第2表 (つづき)

樹幹区分 Stem Part	試片数 n (コ)	平均値 Mean	標準偏差 S.D	最小値 Min	最大値 Max	変動係数 C.V
全乾までの繊維方向収縮率; α_{l0} (%)						
J	15	0.164	0.114	0.057	0.429	69.5
C	22	0.153	0.057	0.082	0.301	37.2
A _I	18	0.120	0.036	0.068	0.226	30.3
A _{II}	28	0.114	0.037	0.063	0.196	32.5
全乾までの接線方向収縮率; α_{t0} (%)						
J	15	8.20	1.321	5.74	9.79	16.1
C	22	8.42	1.335	3.78	9.69	15.9
A _I	19	9.16	0.765	7.43	10.23	8.4
A _{II}	28	9.31	0.764	6.55	10.00	8.2
全乾までの半径方向収縮率; α_{r0} (%)						
J	15	3.57	0.774	2.68	4.82	21.7
C	22	4.19	0.611	2.94	5.18	14.6
A _I	19	5.04	0.782	3.49	6.31	15.5
A _{II}	28	4.78	0.655	3.35	5.94	13.7
収縮異方差性; α_{t0}/α_{r0}						
J	15	2.34	0.299	1.9	2.9	12.8
C	22	1.99	0.201	1.3	2.3	10.1
A _I	19	1.86	0.299	1.4	2.4	16.1
A _{II}	28	1.97	0.217	1.5	2.4	11.0
気乾までの接線方向収縮率; α_{t15} (%)						
C	22	3.68	0.594	1.83	4.35	16.1
A _I	19	4.06	0.490	2.91	4.90	12.1
A _{II}	28	3.86	0.395	2.61	4.38	10.2

樹幹区分 Stem part	試片数 n (コ)	平均値 Mean	標準偏差 S.D	最小値 Min	最大値 Max	変動係数 C.V
気乾までの半径方向収縮率; α_{r15} (%)						
C	22	1.60	0.295	1.17	2.17	18.4
A _I	19	2.10	0.474	1.43	2.84	22.6
A _{II}	28	1.85	0.413	1.13	2.72	22.3
収縮異方差性; $\alpha_{t15}/\alpha_{r15}$						
C	22	2.32	0.416	1.3	3.2	17.9
A _I	19	2.02	0.521	1.4	3.0	25.8
A _{II}	28	2.15	0.404	1.5	3.1	18.8
繊維方向の平均収縮率; $\alpha_{l1\%}$ (%)						
C	22	0.015	0.003	0.008	0.023	21.3
A _I	19	0.014	0.003	0.008	0.021	20.1
A _{II}	28	0.013	0.002	0.009	0.019	17.7
接線方向の平均収縮率; $\alpha_{t1\%}$ (%)						
C	22	0.327	0.059	0.130	0.384	17.9
A _I	19	0.354	0.028	0.297	0.397	7.9
A _{II}	28	0.378	0.033	0.270	0.429	8.7
半径方向の平均収縮率; $\alpha_{r1\%}$ (%)						
C	22	0.175	0.030	0.104	0.229	17.1
A _I	19	0.200	0.044	0.138	0.308	22.0
A _{II}	28	0.199	0.032	0.130	0.258	16.1
収縮異方差性; $\alpha_{t1\%}/\alpha_{r1\%}$						
C	22	1.85	0.234	1.2	2.3	12.6
A _I	19	1.84	0.315	1.2	2.3	17.1
A _{II}	28	1.94	0.312	1.2	2.5	16.1

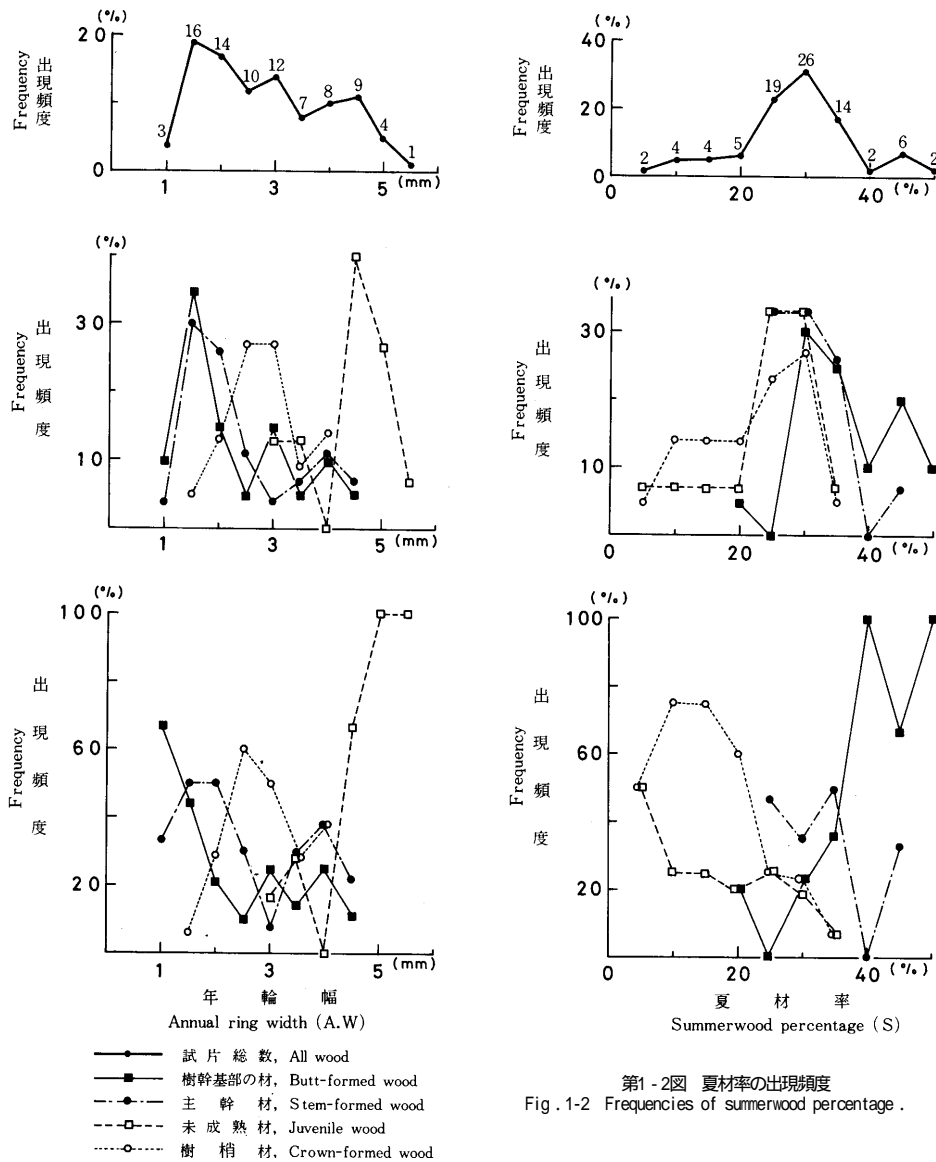
第2表 (つづき)

樹幹区分 Stem part	試片数 n (コ)	因子 X : Y	因子		
			a	b	r
C	22	A.W : α_{l0}	0.248	-0.035	-0.445**
A _I	19		0.101	0.0085	0.241
A _{II}	28		0.126	-0.0048	-0.130
C	22	A.W : α_{t0}	7.645	0.283	0.154
A _I	19		9.375	-0.0925	-0.125
A _{II}	28		8.767	0.2215	0.289
C	22	A.W : α_{r0}	4.365	-0.062	-0.074
A _I	19		5.506	-0.203	-0.268
A _{II}	28		4.596	0.077	0.117
C	22	A.W : $\frac{\alpha_{t0}}{\alpha_{r0}}$	1.712	0.103	0.373*
A _I	19		1.735	0.054	0.185
A _{II}	28		1.972	1.116	0.005
C	22	A.W : α_{t15}	3.650	0.010	0.013
A _I	19		4.172	-0.046	-0.098
A _{II}	28		3.713	0.060	0.152
C	22	A.W : α_{r15}	1.962	-0.132	-0.324
A _I	19		2.350	-0.108	-0.235
A _{II}	28		2.129	-0.112	-0.270
C	22	A.W : $\frac{\alpha_{t15}}{\alpha_{r15}}$	1.683	0.233	0.406*
A _I	19		1.836	0.081	0.160
A _{II}	28		1.783	0.149	0.368*
C	22	A.W : $\alpha_{l1\%}$	0.0193	-0.0016	-0.370*
A _I	19		0.0136	0.0003	0.121
A _{II}	28		0.0139	-0.0005	-0.202
C	22	A.W : $\alpha_{t1\%}$	0.275	0.0188	0.233
A _I	19		0.361	-0.0030	-0.110
A _{II}	28		0.350	0.0116	0.354*
C	22	A.W : $\alpha_{r1\%}$	0.164	0.0043	0.104
A _I	19		0.217	-0.0072	-0.167
A _{II}	28		0.167	0.0128	0.400**
C	22	A.W : $\frac{\alpha_{t1\%}}{\alpha_{r1\%}}$	1.569	0.1041	0.322
A _I	19		1.79	0.0188	0.062
A _{II}	28		2.137	-0.0788	-0.252

因子 X : Y	因子		
	a	b	r
$r_{15} : \alpha_{l0}$	0.302	-0.276	-0.322
	0.151	-0.046	-0.110
	0.154	-0.062	-0.085
$r_{15} : \alpha_{t0}$	0.504	14.606	0.725***
	8.246	1.339	0.151
	8.882	0.666	0.044
$r_{15} : \alpha_{r0}$	0.356	7.086	0.767***
	1.837	4.680	0.517**
	1.360	5.320	0.411**
$r_{15} : \frac{\alpha_{t0}}{\alpha_{r0}}$	1.799	0.361	0.118
	2.876	-1.486	-0.430*
	3.439	-2.274	-0.530***
$r_{15} : \alpha_{t15}$	0.834	5.251	0.585***
	4.212	-0.214	-0.038
	4.140	-0.434	-0.055
$r_{15} : \alpha_{r15}$	0.472	2.082	0.466**
	0.720	2.020	0.368
	2.389	-0.830	-0.101
$r_{15} : \frac{\alpha_{t15}}{\alpha_{r15}}$	2.068	0.469	0.074
	3.200	-1.722	-0.286
	1.759	0.606	0.076
$r_{15} : \alpha_{l1\%}$	0.017	-0.0041	-0.086
	0.016	-0.0021	-0.063
	0.016	-0.0050	-0.108
$r_{15} : \alpha_{t1\%}$	-0.033	0.665	0.751***
	0.279	0.109	0.332
	0.327	0.078	0.122
$r_{15} : \alpha_{r1\%}$	-0.0086	0.340	0.752***
	0.077	0.180	0.349
	-0.075	0.426	0.675***
$r_{15} : \frac{\alpha_{t1\%}}{\alpha_{r1\%}}$	1.561	0.542	0.153
	2.820	-1.435	-0.394*
	4.538	-0.403	-0.654***

材で樹高比率20~60%の材、樹梢材(記号; C)は樹高比率60%以上の材、未成熟材(記号; J)は齡階別の表の11~20年の項に示してあり、ここでは4区分した。また、第2表では基礎材質因子、ここでは年輪幅、夏材率、比重(含水率15%時の気乾比重と容積密度数)、全乾までの容積収縮率の相互関係、年輪幅または比重と繊維方向別収縮率の關係に2大別して示してある。

年輪幅、夏材率、気乾比重、全乾までの容積収縮率の出現頻度を第1-1図から第1-4図に示した。これらの図の上段は、総試片数84個の出現頻度で図中の数字は出現個数、中段の図は樹幹区分ごとの材部の総試片数にたいする出現率、下段の図は横軸に占める樹幹区分ごとの試片の出現率を表している。なお、これらの統計値は第2表に示した。



第1-1図 年輪幅の出現頻度
Fig. 1-1 Frequencies of annual ring width.

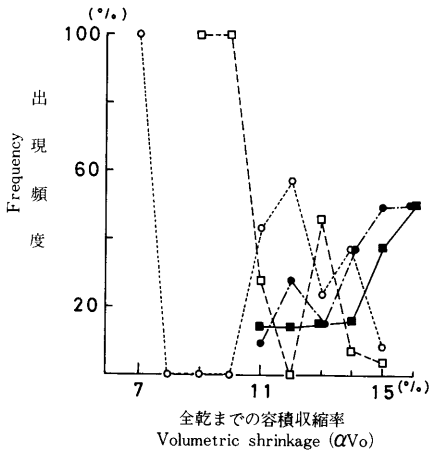
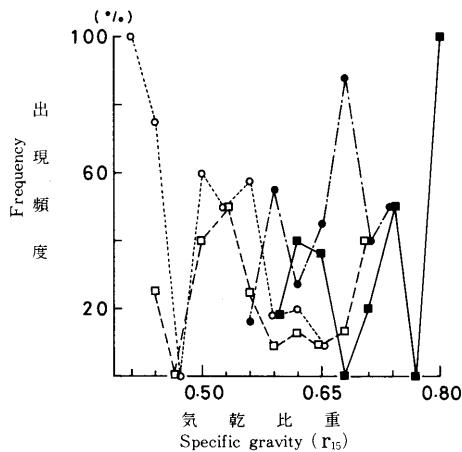
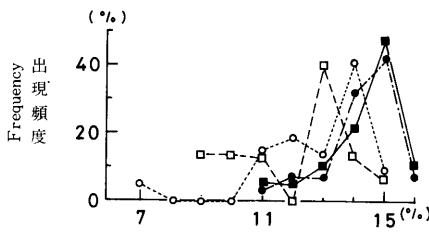
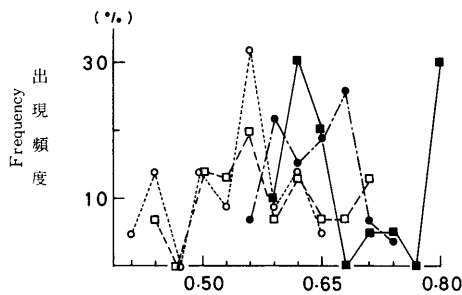
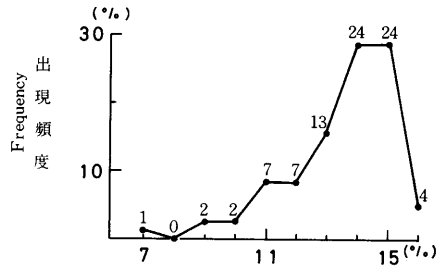
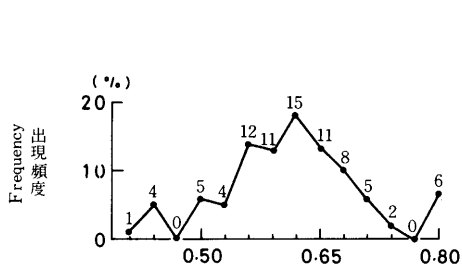
第1-2図 夏材率の出現頻度
Fig. 1-2 Frequencies of summerwood percentage.

その結果、年輪幅の出現率は、第1-1図でみられるように、上段の試片総数としては年輪幅1.5mm, 3.0mm, 4.5mmで出現率の高い図型となるが、これは中段の樹幹区分ごとの出現率が合成されたものであることがわかる。すなわち、年輪幅1.5~2mmの部分は樹幹基部と主幹材で主として占められ、年輪幅3mmの材部は主として樹梢材、4.5mmの材部は未成熟材の最多出現率の年輪幅と一致している。この傾向は、下段の各年輪幅に占める各材部の比率でみると、その出現状況が一層明瞭となる。

同様な傾向は、比重、夏材率、容積収縮率でも認められ、樹幹基部・主幹材部と樹梢・未成熟材部は著しく異なった出現傾向を示している。

夏材率では、夏材率20%以下のものは樹梢材と未成熟材で占められ、主として樹梢材が過半を占め、夏材率40%以上の材部は樹幹基部と主幹材、特に樹幹基部の材の出現率が高い(第1-2図)。

気乾比重の出現率では、比重0.55以下のものは主として樹梢材と未成熟材で占められ、比



第1-3図 気乾比重の出現頻度
Fig.1-3 Frequencies of specific gravity.

第1-4図 容積収縮率の出現頻度
Fig.1-4 Frequencies of volumetric shrinkage (Vo) when green to oven dry

重0.55以上のものは樹幹基部と主幹材で占められ、比重0.75以上のものは過半が樹幹基部の材となっている（第1 - 3図）。

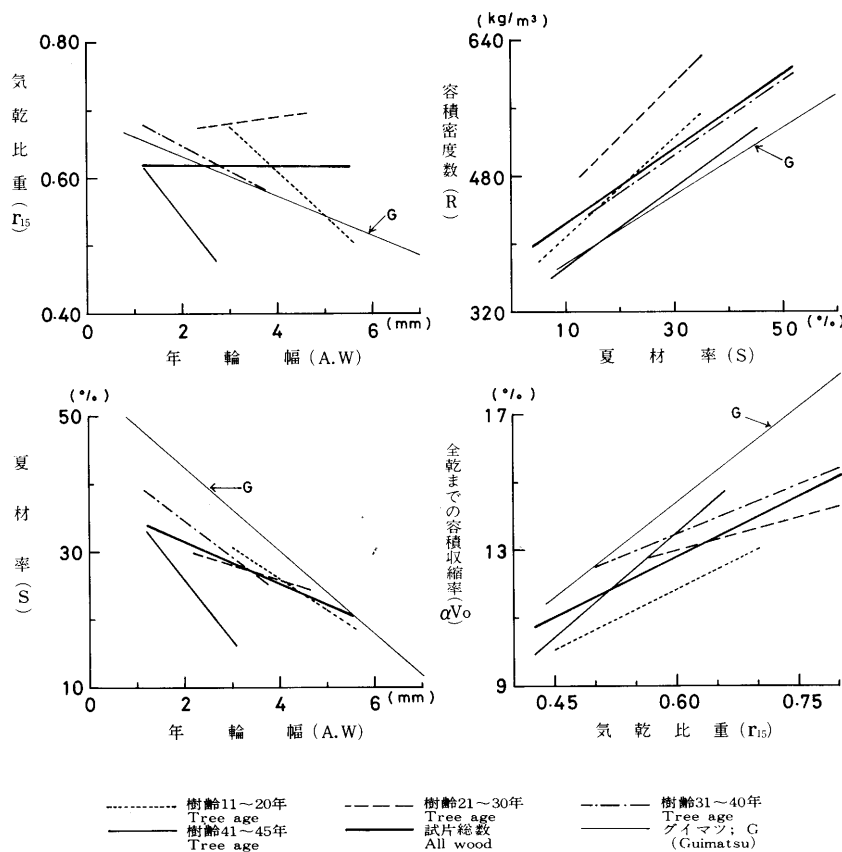
容積収縮率では、全乾までの容積収縮率14%以上は樹幹基部と主幹材で、同14%以下は主として樹梢材と未成熟材で占められ、同10%以下のものは樹幹基部と主幹材のものがない（第1 - 4図）。

以上から、中・下段の図は、それぞれの材部の特徴をよく表現しているものと考ええる。

齢階別材部の基礎材質：齢階別の基礎材質相互の関係を第2表、第2 - 1図で見ると、年輪幅と比重（気乾比重、容積密度数）の相関係数は非常に小さく、正または正に近い値になっており、中川²⁾の報告と一致する。この関係は、年輪幅3 mm以上で比重が異常に大きなものがあり、その試片数25個について樹幹内の存在位置をみたところ、樹齢30年未満、地上高7.3m、樹高比率40%以下に、いずれも88%が占められていた。

年輪幅と夏材率の関係ではチョウセンカラマツの回帰直線はグイマツに比較して下位で、年輪幅の増大に対する夏材率の低減は小となっている。また、年輪幅と夏材率の相関係数は樹齢21～30年のものを除き有意で、それらの平均値は、チョウセンカラマツが2.8mm、29%、グイマツは3.1mm、36%となっている。

齢階別には、年輪幅と比重の関係でみられたように、樹齢41～45年の辺材部を含む回帰直線が著しく下位となっている。



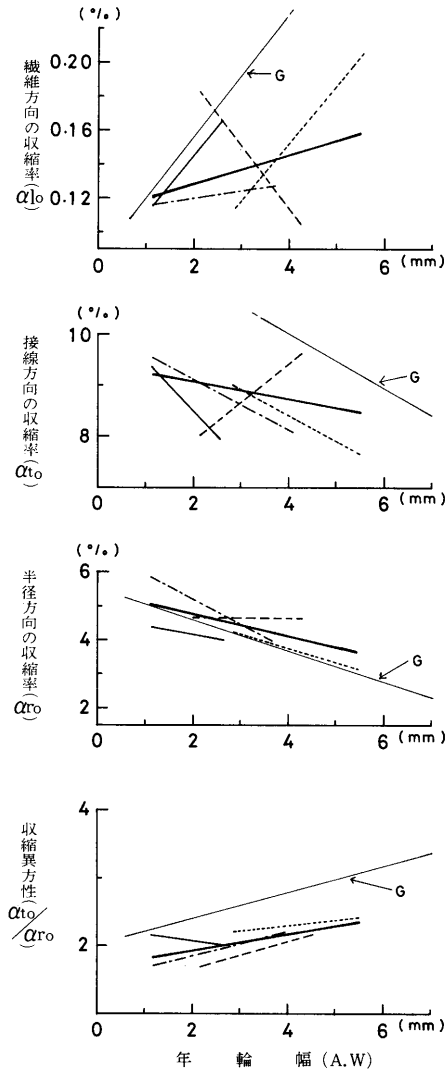
第2 - 1図 齢階別材部の基礎材質因子

Fig. 2 - 1 Correlation of basic wood properties classified by age-gradation.

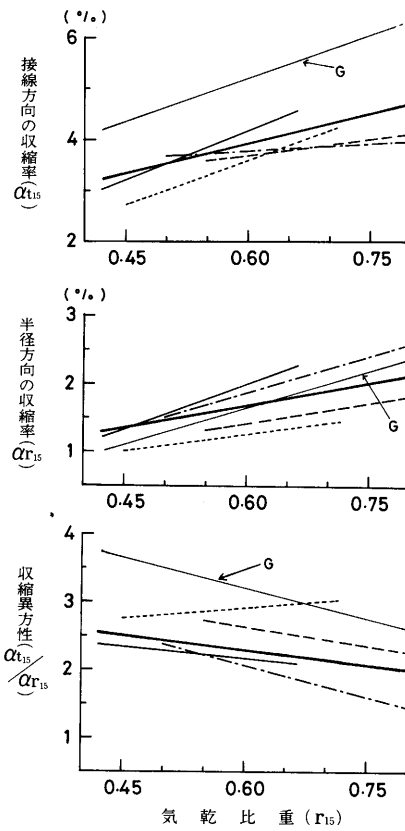
夏材率と容積密度数関係では、齡階別の相関係数はいずれも通則どおり高度に有意で、樹齡30年未満の若齡のものが総試片数の直線より上位、樹齡31年以上のものが下位の傾向を示している。これらの回帰直線は、いずれもグイマツの総試片数の上位にあり、この傾向は中川²⁾の報告と異なっている。

年輪幅または気乾比重と容積収縮率の関係は、樹齡21～30年の材部の年輪幅と容積収縮率の関係を除き、通則どおりの傾向を示しており、いずれもグイマツより下位で、気乾比重と全乾までの容積収縮率の関係では、樹齡最外層の辺材部を含を樹齡41～45年のものがやや異なる傾向を示しているが、樹齡の高い材部のものほど同じ比重に対する容積収縮率は大きい傾向となっている。

齡階別材部の収縮率：年輪幅と全乾までの繊維方向別収縮率を一例として第2 - 2 図に示した。それらの齡階別回帰直線を見ると、繊維方向では樹齡21～30年の材部が通則に反



第2 - 2 図 年輪幅と全までの収縮率の関係
Fig. 2 - 2 Relation between annual ring width and shrinkage when green to oven dry .

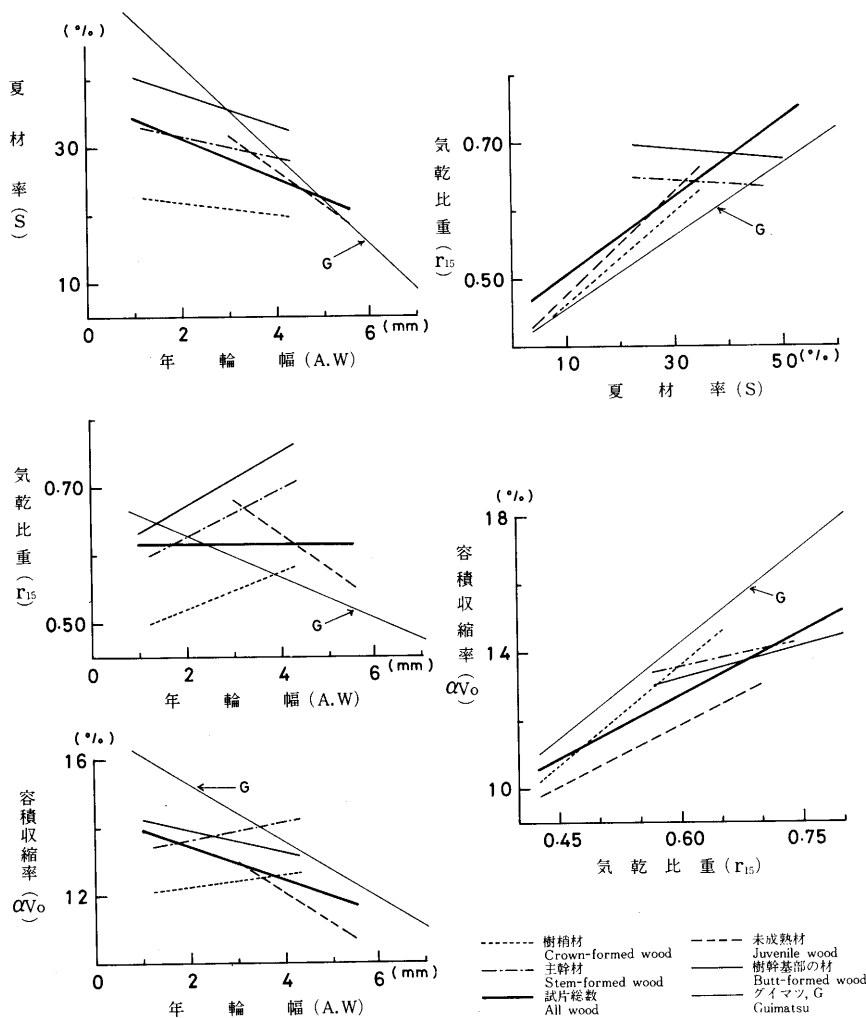


第2 - 3 図 気乾比重と気乾までの収縮率の関係
Fig. 2 - 3 Relation between specific gravity and shrinkage when green to moisture content 15%

した傾向、樹齡11~20年と41~45年材部はグイマツとその傾向が類似、樹齡31~40年の材部ではこれとやや異なる傾向を示し、総試片数の直線では、グイマツの繊維方向と接線方向収縮率よりかなり下位の傾向を示している。また、樹齡21~30年の材部は接線・半径方向とも通則に反する傾向となっているが、樹種別にみると、接線方向ではチョウセンカラマツがグイマツより下位の回帰直線、半径方向ではこれと逆にチョウセンカラマツがグイマツより上位の傾向となり、したがって、その異方性はグイマツよりチョウセンカラマツが小さく、その値は年輪幅1.2~5.5mmの間で1.8~2.3となっている。

年輪幅と気乾までの収縮率の関係は、接線方向では樹齡21~30年の材部、半径方向では樹齡11~20年と同21~30年の両材部が通則に反する傾向を示しているが、グイマツとの比較では接線方向ではグイマツがチョウセンカラマツの回帰直線に比較してかなり上位、半径方向ではほぼ類似の傾向となり、したがって、その異方性はチョウセンカラマツがグイマツより小さく、年輪幅によってほとんど変化のない1.9~2.1の値を示している。

平均収縮率については、繊維方向が年輪幅に関係なく、総試片数の場合で0.014%程度、



第3-1図 樹幹区分材部別の基礎材質因子
Fig. 3-1 Correlation of basic wood properties classified by stem parts.

接線方向ではグイマツに比較して年輪幅に対する収縮率の変化が小さくて0.36~0.34%程度の範囲、半径方向の収縮率の回帰直線はグイマツより上位にあり、したがって総試片数での異方性は1.8~2.0の値で、年輪幅に対する異方性はグイマツより小さい傾向となっている。

気乾比重と齡階別の収縮率の関係は、気乾までの収縮率を一例として第2-3図に示した。その結果は、上述の年輪幅と収縮率の項で述べたと同様な傾向がここでも認められよう。なお、夏材率と全乾までの収縮率の関係を筆者らの実施したカラマツ類の試験結果からみると、繊維方向では生長佳良なニホンカラマツ>中庸なニホンカラマツ>グイマツ>チョウセンカラマツの傾向、接線方向ではグイマツ>チョウセンカラマツ>ニホンカラマツ、半径方向ではチョウセンカラマツ>グイマツ>ニホンカラマツの傾向で、ニホンカラマツの接線・半径方向収縮率は、年輪幅、夏材率のいずれの関係でも、供試木の生長の良否による差異は認められなかった。

樹幹区分別材部の基礎材質相互の回帰直線を第3-1図に示した。チョウセンカラマツの年輪幅と夏材率の関係は、未成熟材を除き第2表でみられるように相関係数は有意となっていないが、樹幹基部、主幹材、樹梢材が類似で、未成熟材は異なっており、グイマツの未成熟材や総試片数の回帰直線と類似の傾向となっている。なお、グイマツの年輪幅と夏材率の回帰直線は、チョウセンカラマツと同様にA>A>J>Cの関係で、相関係数はいずれも有意となっている。

年輪幅と気乾比重の関係では、樹幹基部、主幹材、樹梢材がいずれも通則に反する傾向で、未成熟材は通則どおりの傾向を示している。これらを年輪幅1.2~3.0mmと3.1~5.5mmに区分して、その回帰直線を求めてみたところ、いずれも通則どおりの傾向となり、広年輪幅のものが上位ではば未成熟材のそれと一致する傾向となった。年輪幅と容積密度数の関係についても同様な傾向となり、総試片数では年輪幅1.2mmで容積密度数503 kg/m³、年輪幅5.5mmで容積密度数515kg/m³となっている。

年輪幅と全乾までの容積収縮率の関係では、主幹材と樹梢材の両材部で通則に反する傾向を示し、全乾までの容積収縮率は第2表の平均値のとおり、樹幹基部の材 主幹材>樹梢材>未成熟材となっている。

なお、グイマツの年輪幅と全乾までの容積収縮率の関係では、樹梢材のみが他の材部と異なり通則に反する傾向となっている。

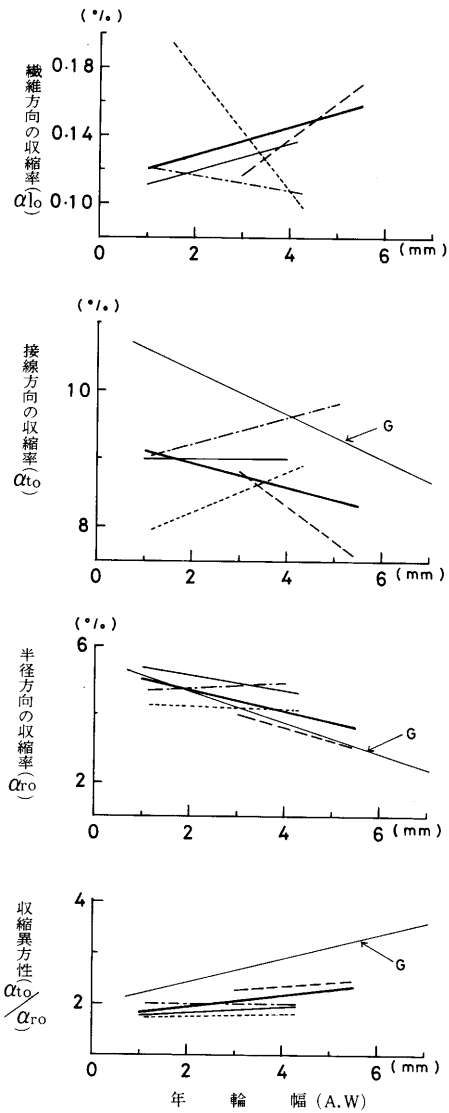
夏材率と気乾比重の関係では、樹幹基部の材と主幹材は通則に反した傾向でそれらの相関係数は有意でないが、樹幹材部別の比重は、樹幹基部の材>主幹材>未成熟材>樹梢材となっている。なお、グイマツでは、樹幹材部別の比重は同様な傾向で相関係数はいずれも正の値で有意となっている。

気乾比重と全乾までの容積収縮率は、齡階別のそれと対称的な傾向、すなわち樹梢材は樹齡41~45年の材部と、樹幹基部の材と主幹材は樹齡21~40年の材部とそれぞれ類似の傾向となっている。また、樹幹基部の材と主幹材では比重と全乾までの容積収縮率の回帰直線で主幹材のほうが上位になっている。この関係はグイマツでも同様な傾向がみられる。すなわち、両材部で比重と容積収縮率が対応しない結果となっている。

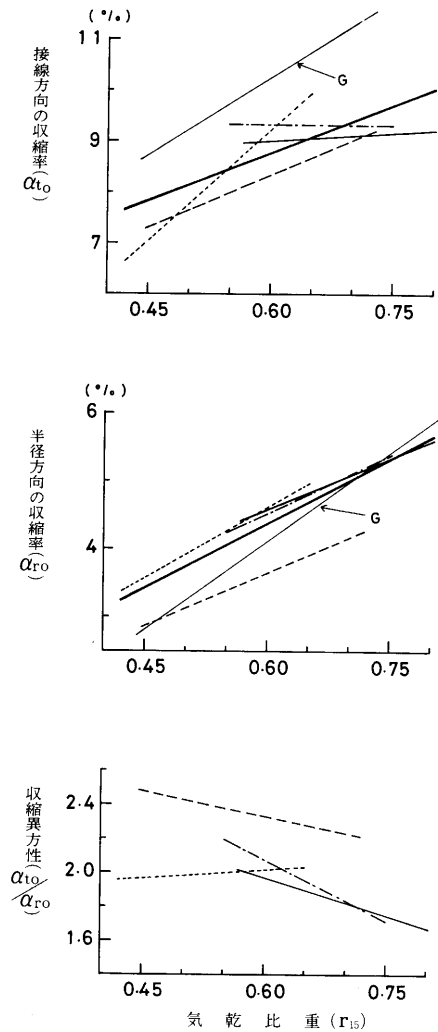
樹幹区分別材部の年輪幅と繊維方向別収縮率の一例として全乾までの収縮率を第3-2図に示した。

その結果、主幹材と樹梢材ではいずれの繊維方向も全乾までの収縮率と平均収縮率で通則に反する傾向となった。このような傾向は、グイマツの樹幹基部・樹梢材で、年輪幅と接線方向収縮率が同様な傾向を示した。

気乾比重と全乾までの繊維方向別収縮率の関係を回帰直線でみると、接線方向では樹幹基



第3-2図 年輪幅と全乾までの収縮率の関係
 Fig. 3-2 Relation between shrinkage when green to oven dry and annual ring width.



第3-3図 気乾比重と全乾までの収縮率の関係
 Fig. 3-3 Relation between shrinkage when green to oven dry and specific gravity.

部、主幹材が未成熟材、樹梢材と異なる傾向を示し、樹梢材は接線・半径方向ともに未成熟材より上位で、異方性は小となっている。なお、繊維方向では、樹梢材、未成熟材が樹幹基部の材、主幹材より上位の回帰直線で示される(第3-3図)。なお、比重と全乾までの繊維方向別収縮率の関係においても、樹齢階別の収縮率の項で記載のとおり、接線方向の収縮率はチョウセンカラマツがグイマツより下位で、半径方向ではほぼ類似の傾向となり、したがって、チョウセンカラマツの収縮異方性はグイマツより小の傾向を示している

4. 無欠点小試片材の強度試験

4.1 試験方法

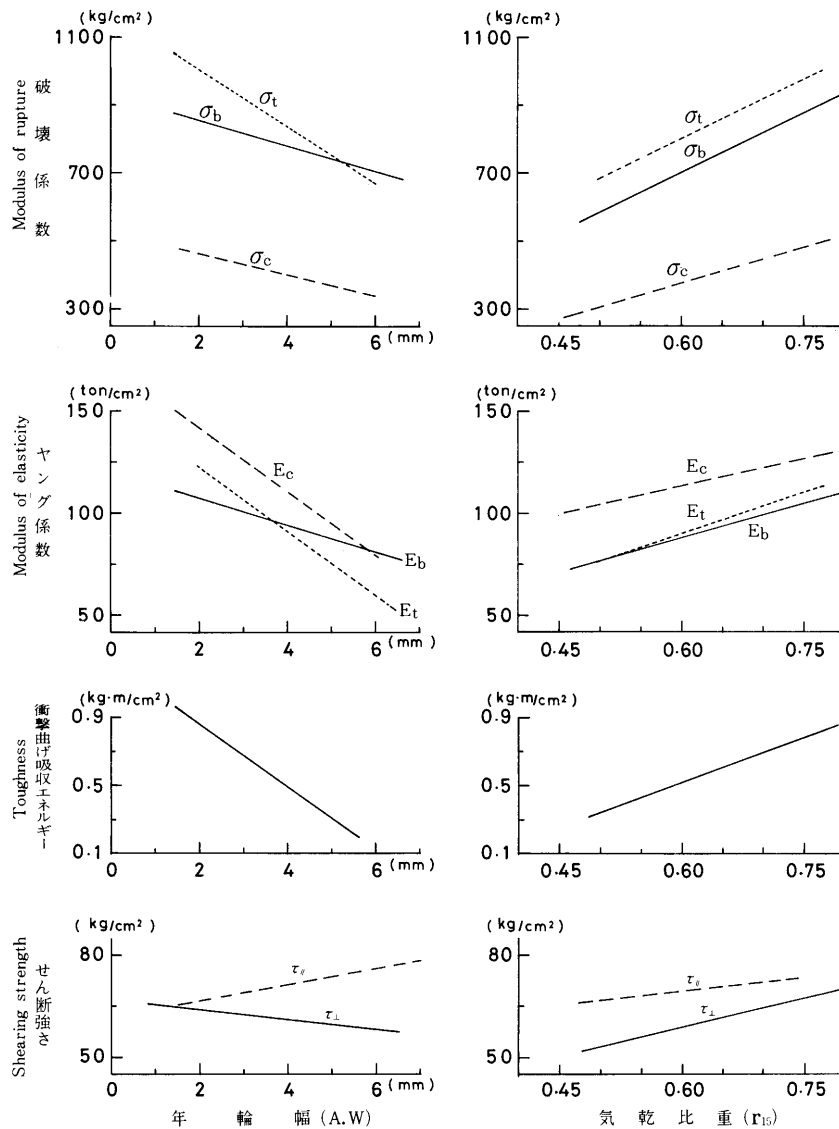
供試片の木取りと試験方法は、既に月報⁷⁾に報告しており、日本工業規格、木材試験法を

準用した。

4.2 試験結果

試験の結果を統計値、年輪幅、夏材率、気乾比重と強度の回帰直線および相関係数に取りまとめ第4図、第3表に示した。今回の試験では、年輪幅と年輪に平行方向のせん断強さの関係などで通則に反する傾向となり、せん断強さ、気乾比重と引張強さの関係で、その相関係数が有意となっていないが、その他ではいずれも高度に有意となっている。

造林木の強さで問題となる構造用材の曲げヤング係数⁽¹²⁾の下限値70ton/cm²、構造用集成材の規格にあるせん断強さ⁽¹³⁾70kg/cm²の点から本試験の結果をみると、チョウセンカラムツの曲げヤング係数は、年輪幅または比重との回帰直線でみるかぎり、上記の値を上回るが、せん断強さでは上記の限界を下回るものが多い。



第4図 年輪幅、気乾比重と強度の関係

Fig. 4 Relation between mechanical properties and annual ring width or specific gravity.

第3表 無欠点小試片材の強度試験結果
Table 3 Test results of mechanical properties

因子 Items	平均値 Mean	標準偏差 S.D	最小値 Min	最大値 Max	変動係数 C.V	因子 X : Y	a	b	r
曲げ試験 n : 44									
A.W (mm)	3.57	1.348	1.46	6.30	37.8	A.W : σ_b	931.50	-38.195	-0.431**
S (%)	32	8.739	11	57	27.3	A.W : σ_{bp}	411.22	5.689	0.106
ru	0.681	0.072	0.497	0.819	10.6	A.W : Eb	119.575	-6.349	-0.497**
ro	0.637	—	0.458	0.782	—	S : σ_b	531.032	8.160	0.596**
MC (%)	15.10	—	14.35	16.59	—	S : Eb	74.623	0.688	0.349*
σ_b (kg / cm ²)	795.1	119.6	447.9	1023.5	15.0	ru : σ_b	-6.095	1175.71	0.708**
σ_{bp} (kg / cm ²)	431.5	72.07	307.1	589.6	16.7	ru : σ_{bp}	145.813	419.26	0.419**
Eb (ton / cm ²)	96.9	17.22	58.5	131.2	17.8	ru : Eb	19.348	113.81	0.476**
σ_b / ru	1165	126.59	803	1397	10.9				
σ_b / σ_{bp}	55	8.80	37	72	16.0				
圧縮試験 n : 45									
A.W (mm)	3.52	1.271	1.50	6.06	36.1	A.W : σ_c	522.44	-30.631	-0.608**
S (%)	33	10.245	10	60	31.0	A.W : σ_{cp}	282.63	-14.758	-0.321*
ru	0.656	0.081	0.456	0.786	12.3	A.W : Ec	172.79	-15.566	-0.577**
MC (%)	15.03	—	14.15	15.93	—	S : σ_c	279.63	4.046	0.647**
σ_c (kg / cm ²)	414.5	64.04	264.1	541.6	15.4	S : Ec	92.11	0.775	0.232
σ_{cp} (kg / cm ²)	230.6	58.51	141.7	406.3	25.4	ru : σ_c	-47.42	704.022	0.889**
Ec (ton / cm ²)	117.9	34.28	60.0	191.3	29.1	ru : σ_{cp}	135.40	145.136	0.201
Ec / ru	630	45.34	532	725	7.2	ru : Ec	56.66	93.407	0.220
σ_c / σ_{cp}	56	12.85	31	83	22.9				
衝撃曲げ試験 n : 42									
A.W (mm)	3.40	1.237	1.60	5.60	36.4	A.W : U	1.232	-0.1854	-0.766**
S (%)	31	9.384	8	57	30.3	S : U	0.116	0.0155	0.484**
ru	0.679	0.074	0.475	0.806	10.9	ru : U	-0.449	1.5448	0.379*
ro	0.643	—	0.439	0.763	—				
MC (%)	15.29	—	14.58	16.93	—				
U (kg m / cm ²)	0.60	0.300	0.19	1.31	50.0				
U / ru	0.87	0.417	0.34	1.87	47.9				
引張試験 n : 34									
A.W (mm)	3.45	1.300	1.67	6.10	37.7	A.W : σ_t	1196.50	-88.022	-0.451**
S (%)	32	7.938	13	44	24.8	A.W : σ_{tp}	669.89	-41.216	-0.295
ru	0.679	0.069	0.501	0.778	10.2	A.W : Et	153.94	-15.676	-0.668**
ro	0.644	—	0.472	0.750	—	S : σ_t	432.39	14.439	0.452**
MC (%)	14.80	—	13.81	15.41	—	S : Et	35.539	2.017	0.525**
σ_t (kg / cm ²)	892.7	253.6	392.4	1343.9	28.4	ru : σ_t	99.03	1169.76	0.321
σ_{tp} (kg / cm ²)	527.7	181.6	284.3	1000.3	34.4	ru : σ_{tp}	142.90	567.05	0.217
Et (ton / cm ²)	99.8	30.47	50.8	176.4	30.5	ru : Et	7.985	135.38	0.309
σ_t / ru	1318	348.0	556	1855	26.4				
σ_t / σ_{tp}	60	14.52	36	92	24.2				
せん断試験 n : 45									
A.W (mm)	3.67	1.358	1.54	6.75	37.0	A.W : $\sigma_{s//}$	61.605	2.397	0.291
S (%)	33	9.494	12	47	28.8	S : $\sigma_{s//}$	72.315	-0.062	-0.051
ru	0.645	0.077	0.464	0.766	11.9	ru : $\sigma_{s//}$	53.426	26.29	0.181
ro	0.626	—	0.465	0.828	—				
MC (%)	15.31	—	14.55	15.91	—				
$\sigma_{s//}$ (kg / cm ²)	70.4	11.17	48.1	96.5	15.9				
A.W (mm)	3.67	1.305	1.60	6.20	35.6	A.W : $\sigma_{s\perp}$	66.822	-1.438	-0.212
S (%)	32	10.765	12	45	3.36	S : $\sigma_{s\perp}$	56.186	0.162	0.192
ru	0.644	0.080	0.477	0.781	12.4	ru : $\sigma_{s\perp}$	24.749	57.17	0.519**
ro	0.612	—	0.435	0.767	—				
MC (%)	15.24	—	14.22	15.81	—				
$\sigma_{s\perp}$ (kg / cm ²)	61.6	8.858	45.9	78.6	14.4				

Note) n ; Number of specimens MC ; Moisture content at test , ru ; Specific gravity based on weight and volume at test , b ; Bending strength , bp ; Stress at p . l . , E ; Modulus of elasticity , c ; Compression strength parallel to grain , U ; Impact bending , t ; Tension strength , s// ; Shearing strength (Tangential surface) , s \perp : Shearing strength (radial surface)

宮島¹¹⁾らは、グイマツ交雑木(LGとする)とチョウセンカラマツ交雑木(LKとする)の無節部、乾燥材の強度特性値を報告しているが、本報のチョウセンカラマツ(Kとする)と次報¹⁰⁾のグイマツ(Gとする)をそれぞれの平均値で比較してみると、曲げ強さと気乾比重の比($\times 10^3 \text{kg/cm}^2$)は、LK; 15.6, LG; 16.5, K; 11.7, G; 13.1, 曲げ強さとヤング係数との比($\times 10^{-3}$)ではLK; 7.5, LG; 8.2, K; 8.2, G; 8.0, 曲げ強さと圧縮強さの比はLK; 1.59, LG; 1.74, K; 1.92, G; 1.72で、曲げ比例限度と曲げ強さの比を求めてみると、LK; 1.93, LG; 1.93, K; 1.84, G; 1.82となった。以上から、曲げ強さと気乾比重の比を除き、4樹種の強度特性値はほぼ類似とみなされよう。

本報のチョウセンカラマツとグイマツの強度の比較は次報¹⁰⁾で述べてあるが、年輪幅または比重と各強度の回帰直線は、いずれの強度でもほぼグイマツが上位にある。また、本報のチョウセンカラマツと宮島¹¹⁾のグイマツ、チョウセンカラマツ交雑木との比較では、それらの回帰直線からみて、曲げ・圧縮強さで後者が100~200kg/cm²程度上位の結果となっている。なお、これら4樹種の年輪幅と気乾比重の回帰直線では、本報のチョウセンカラマツは、グイマツ交雑木にちかく、ついで次報のグイマツでチョウセンカラマツ交雑木がグイマツよりやや下位の傾向となっている。

5. まとめ

本試験は、旭川営林署管内産のチョウセンカラマツ造林木、樹齢45年生、樹高19.2m、胸高直径25cmのものを対象として行った。この供試木は、樹齢15年未満の生長が劣るが(付表1)、樹齢20年以降ではほぼ中庸な生長をした林木と考える。

本報は、比重・収縮率試験と無欠点小試片の強度試験を内容としている。

試験結果の概要は、下記のとおりである。

1. 年輪幅、夏材率、比重、容積収縮率の出現頻度を第1-1~1-4図に示した。その結果、本報の樹幹区分による樹幹材部別の出現傾向は、全試片の出現傾向とよく対応している。また、樹梢・未成熟材と主幹・樹幹基部材は明らかにその出現傾向を異にし、それぞれの材部の特徴も推測しうる。

夏材率、比重、容積収縮率の変動係数は、主幹材部が最も小さい(第2表)。

2. 比重、収縮率の測定結果(付表5)を年齢別(第2表、第2-1~3図)と樹幹区分別(第2表、第3-1~3図)に区分して示した。

全試片による年輪幅と比重の関係は、ほぼ一定値(第2-1図)で相関係数は正の値に近く、中川²⁾の報告と一致する。この関係は、年輪幅3mm以上で比重が異常に大きいものがあるためと考えられ、これら試片の樹幹内の位置は、主として樹齢30年未満、地上高7.3m以下、樹高比率40%以下にあった。

年輪幅と夏材率の回帰直線はチョウセンカラマツがグイマツより下位、夏材率と比重の関係ではチョウセンカラマツがグイマツより上位、年輪幅または比重と容積収縮率の関係ではチョウセンカラマツが下位の傾向を示した(第2-1図、第3-1図)。

繊維方向別収縮率の回帰直線をグイマツと比較すると、年輪幅または比重のいずれの関係でも、繊維方向、接線方向ではチョウセンカラマツが小さく、半径方向では両樹種ともほぼ類似で、したがって収縮異方性はチョウセンカラマツが小さい。

年齢・樹幹区分別材部の繊維方向別収縮率は、樹齢21~30年材部、樹幹区分別には主幹材と樹梢材で、いずれも通則に反する傾向となった。

3. 無欠点小試片の強度試験結果を第3表、第4図に示した。今回の試験では、年輪幅と接線方向のせん断強さの関係を除き、その他の強度は通則どおりで、せん断強さ、気乾比重と

引張強さの相関係数を除き、いずれも高度に有意となっている。

樹種別には、各強度値、回帰直線ともチョウセンカラマツはグイマツより下位にあるが、強度特性値では差がみられなかった。

造林木からの製材品の利用上、木構造設計規準の曲げヤング係数の下限値 $70\text{ton}/\text{cm}^2$ 、構造用集成材のせん断強さ $70\text{kg}/\text{cm}^2$ に制約をうけることが多い。本試験のチョウセンカラマツは、曲げヤング係数の統計値および回帰直線からみてほぼ上記の限界内にあるが、せん断強さでは他の造林木で一般にみられるように上記の限界を下回るものが多い。

謝辞

本試験の遂行ならびに本報について発表の機会を与えられた北海道立林産試験場 千廣俊幸場長、信太寿副場長に衷心より感謝の意を表します。

また、現地調査、供試木採取など試験に御協力いただいた北海道立林産試験場林産化学部 伊藤勝彦木材保存科長、同宮野博研究員、木材部強度科丸山武研究員、本報告書の作成にあたり御協力と御指導をいただいた指導部種田健造指導部長、同本江満技術科長、同瀧澤忠昭普及係長、木材部倉田久敬木材部長、同大久保勲材質科長、同峯村伸哉接着科長、同前田市雄加工科長ほか加工科研究員の方々に厚く御礼申しあげる。

文 献

- 1) 高橋延清, 柳沢聡雄, 久保田泰則: “雑種カラマツの生産と利用”, 北海道林木育種叢書, 8, (1968)
- 2) 中川伸策: “産地別試験地におけるカラマツの基礎材質について”, 林試研報, 148, 93 (1963)
- 3) 小野寺重男, 川口信隆, 高橋政治: “チョウセンカラマツ樹幹内の夏材幅と比重の変動”, 木材学会北海道支部講演集, 2, 21, (1970)
- 4) 小野寺重男, 高橋政治, 川口信隆: “カラマツ樹幹内材質の垂直変動について”, 第21回木材学会大会研究発表要旨, 54 (1971)
- 5) 小野寺重男, 川口信隆, 高橋政治: “カラマツ造林木品種間の質的差異とチョウセンカラマツ樹幹内の垂直変動”, 北林産試月報, 229, 7 (1971)
- 6) 小野寺重男, 高橋政治, 川口信隆: “カラマツ樹幹内材質の垂直変動”, 同上, 238, 11 (1971)
- 7) 高橋政治, 川口信隆: “カラマツ類の無欠点小試片による強度性能”, 同上, 251, 1 (1972)
- 8) 森林計画研究会北海道林務部支部: “北海道の主要樹種林分収穫表”, 48 (1960)
- 9) 小野寺重男, 高橋政治, 川口信隆: “北海道産造林木の材質試験, .カラマツとそのF₁類”, 林産試研報, 66, 31 (1977)
- 10) 小野寺重男, 川口信隆, 高橋政治: “北海道産造林木の材質試験, .グイマツ”, 林産試研報, 72, 26 (1983)
- 11) 宮島寛, 長谷川賢司: “交雑カラマツ造林木の材質試験”, 北大農演研報, 35, 1, 139 (1978)
- 12) 日本建築学会: 木構造設計規準・同解説, 丸善 (1973)
- 13) 日本合板検査会: 集成材の日本農林規格, (1980)

付表1 樹幹析解の結果

樹 高 生 長

齡 階 (年)	総生長	定 期 長	連 年 長	平 均 長	生長率 (%)
	(m)				
5	0.96	0.96	0.19	0.19	—
10	2.90	1.94	0.39	0.29	24.75
15	7.30	4.40	0.88	0.49	20.28
20	10.30	3.03	0.61	0.52	7.20
25	13.30	2.97	0.59	0.53	5.19
30	15.30	2.00	0.40	0.51	2.85
35	16.97	1.67	0.33	0.48	2.10
40	17.97	1.00	0.20	0.45	1.16
45	19.20	1.23	0.25	0.43	1.34

胸 高 直 径 生 長

齡 階 (年)	総生長	定 期 長	連 年 長	平 均 長	生長率 (%)
	(cm)				
5	—	—	—	—	—
10	3.17	3.17	0.63	0.32	—
15	8.25	5.08	1.02	0.55	21.09
20	12.16	3.91	0.78	0.61	8.07
25	15.70	3.54	0.71	0.63	5.25
30	18.70	3.00	0.60	0.62	3.56
35	20.90	2.20	0.44	0.60	2.25
40	23.08	2.18	0.44	0.58	2.01
45	24.89	1.81	0.36	0.55	1.53

胸 高 断 面 積 生 長

齡 階 (年)	総生長	定 期 長	連 年 長	平 均 長	生長率 (%)
	(×10 ⁻⁴ m ²)				
5	—	—	—	—	—
10	8	8	2	1	—
15	53	45	9	4	45.97
20	116	63	13	6	16.96
25	194	78	16	8	10.84
30	275	81	16	9	7.23
35	343	68	14	10	4.52
40	418	75	15	10	4.04
45	487	69	14	11	3.11

材 積 生 長

齡 階 (年)	総生長	定 期 長	連 年 長	平 均 長	生長率 (%)
	(×10 ⁻⁴ m ³)				
5	—	—	—	—	—
10	22	22	4	2	—
15	180	158	32	12	52.26
20	579	399	80	29	26.33
25	1248	669	134	50	16.61
30	2095	847	169	70	10.92
35	2858	763	153	82	6.41
40	3795	937	187	95	5.84
45	4675	880	176	104	4.26

各 齡 階 に お け る 樹 幹 形

断面高 (m)	年輪数	断面高 に達する 年輪数	各齡階における平均径 (cm)									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	(45)
0	45	0	1.32	4.99	10.03	14.36	18.96	22.57	24.74	27.12	29.34	31.74
0.3	42	3	0.90	4.57	9.62	13.85	18.21	21.68	23.85	26.19	28.31	30.41
1.3	39	6	—	3.17	8.25	12.16	15.70	18.70	20.90	23.08	24.89	25.99
3.3	34	11	—	—	5.15	10.13	14.24	17.35	19.38	21.59	23.38	24.23
5.3	32	13	—	—	2.33	7.70	12.16	15.66	17.88	19.84	21.49	22.54
7.3	30	15	—	—	—	4.92	9.64	13.46	16.01	18.35	20.14	21.09
9.3	27	18	—	—	—	1.99	6.51	10.73	13.40	15.91	17.87	18.82
11.3	24	21	—	—	—	—	3.13	7.33	10.20	12.97	15.04	15.99
13.3	20	25	—	—	—	—	—	3.75	7.12	10.67	12.97	14.22
15.3	15	30	—	—	—	—	—	—	2.86	6.33	8.98	10.18
17.3	9	36	—	—	—	—	—	—	—	2.23	4.64	5.54
18.3	4	41	—	—	—	—	—	—	—	—	2.16	2.76
算 出 樹 高 (m)			0.96	2.90	7.30	10.33	13.30	15.30	16.97	17.97	19.20	19.20

付表2 平均半径, 年輪幅, 心材率, 樹皮率

地上高 (m)	平均半径 (cm)			年輪数 (コ)			平均年輪幅 (mm)		心材率 (%)	樹皮厚 (cm)	樹皮率 (%)
	樹皮まで	木部	心材	円板	辺材	心材	辺材	心材			
0.3	15.08	14.03	11.70	42	11	31	2.12	3.77	69.5	1.05	15.5
1.3	12.82	12.28	10.13	39	11	28	1.95	3.62	68.0	0.54	9.0
3.3	11.90	11.48	9.35	34	11	23	1.94	4.07	66.3	0.42	7.5
5.3	11.80	10.55	8.48	32	12	20	1.73	4.24	64.6	0.53	10.3
7.3	10.40	9.93	7.58	30	12	18	1.96	4.21	58.3	0.47	9.7
9.3	9.20	8.73	6.30	27	11	16	2.21	3.94	52.1	0.47	11.1
11.3	7.88	7.40	4.85	24	11	13	2.32	3.73	43.0	0.48	13.4
13.3	6.98	6.35	3.48	20	10	10	2.87	3.48	30.0	0.63	20.8
15.3	5.00	4.40	1.78	15	9	6	2.91	2.97	16.4	0.60	29.1
17.3	2.73	2.28	0.70	9	7	2	3.16	3.50	9.4	0.45	43.4
19.3	1.38	1.08	0	4	4	0	2.70	—	—	0.30	63.3

付表3 樹幹の偏心度 (%)

地上高 (m)	(方 向)			
	山	右	谷	左
0.3	96	86	112	107
1.3	94	99	101	105
3.3	90	95	99	116
5.3	92	90	112	106
7.3	92	93	114	102
9.3	88	95	115	102
11.3	93	96	112	99
13.3	87	104	106	104
15.3	93	95	105	107
17.3	92	105	105	96
19.3	93	93	102	111
mean	91.8	95.5	107.5	105.0

付表4 生材含水率 (%)

地上高 (m)	樹齡 (年)	45~	40~	35~	30~	25~	20~	15~	10~
		41	36	31	26	21	16	11	6
0.3		105	112	63	60	55	56	58	59
1.3		104	115	59	52	47	50	53	50
3.3		108	113	73	51	46	43	44	47
5.3		106	121	69	51	45	41	—	—
7.3		110	124	67	48	46	51	—	—
9.3		117	129	61	45	44	—	—	—
11.3		117	134	55	45	48	—	—	—
13.3		121	127	47	48	—	—	—	—
15.3		133	140	54	—	—	—	—	—
17.3		161	139	—	—	—	—	—	—

付表5 年輪幅, 夏材率, 比重, 収縮率の測定結果

試片 番号 No.	地上 高 H (m)	樹齡 Y (年)	樹高 比率 H (%)	方向 D	平均 年輪幅 A.W (mm)	夏材 率 S (%)	気乾 比重 r15	全乾 比重 r0	容積 密度 R (kg/m³)	全 容積 容積率 αV_0 (%)	全 容積 容積率 αV_{15} (%)	気 乾 容積 容積率 $\alpha V_0 / \alpha V_{15}$ (%)	全 収 縮 率 (%)			気乾までの収縮率 (%)			平均収縮率 (%)			備 考				
													αl_0	αt_0	$\alpha t_0 / \alpha r_0$	αl_{15}	αr_{15}	αt_{15} αr_{15}	αl_1	αt_1	$\alpha t_1 / \alpha r_1$					
1	0.3	41~45	2	M	2.3	45	0.59	0.56	483	13.18	27	6.26	47	0.130	8.72	4.76	1.8	4.14	2.33	1.8	0.018	0.320	0.166	2.0		
2		31~35	2		3.5	29	0.82	0.78	664	14.50	22	6.65	46	0.072	9.29	5.68	1.6	4.06	2.84	1.4	0.014	0.364	0.193	1.9		
3		21~25	2		4.0	33	0.83	0.79	675	14.66	22	6.07	41		9.42	5.79	1.6	4.02	2.30	1.7	0.011	0.375	0.240	1.6	アテ	
4		11~15	4		3.5	31	0.71	0.67	588	12.40	21	5.34	43	0.092	9.03	3.16	2.9	4.52	1.04	4.3	0.018	0.317	0.142	2.2		
5		1~5																								
6		41~45	2	R	1.7	44	0.62	0.58	510	12.67	25	5.69	45	0.138	8.69	4.23	2.1	3.91	1.94	2.0	0.015	0.331	0.157	2.1		
7		31~35	2		1.2	50	0.81	0.77	659	14.31	22	5.96	42	0.095	8.65	6.11	1.4	3.63	2.52	1.4	0.014	0.347	0.244	1.4		
8		21~25	2		3.8	35	0.80	0.77	657	14.59	22	6.13	42	0.226	9.74	5.16	1.9	4.16	2.11	2.0	0.019	0.387	0.209	1.9		
9		11~15	4	V	4.9	25	0.60	0.65	568	12.82	23	5.66	44	0.101	8.62	4.49	1.9	4.17	1.63	2.6	0.012	0.312	0.194	1.6		
10		36~40	2		3.2	47	0.61	0.57	512	10.16	20	3.68	36	0.933	7.87	3.49	2.3	3.57	1.46	2.4	0.021	0.297	0.138	2.2		
11		26~30	2		3.9	37	0.77	0.70	644	8.60	13	3.68	43	0.933	5.50	2.38	2.3	0.239	4.44	1.03	2.4	0.047	0.208	0.090	2.3	アテ状
12		16~20	3		4.4	29	0.68	0.62	577	7.61	13	3.09	41	1.314	4.66	1.81	2.6	0.356	1.97	0.80	2.5	0.065	0.184	0.067	2.7	アテ
13		6~10	10		5.5	16	0.67	0.61	653						4.08	1.24	3.3		1.78	0.40	4.5	0.095	0.155	0.058	2.7	アテ
14		36~40	2	L	2.1	48	0.71	0.67	574	14.65	26	7.22	49	0.094	9.41	5.69	1.7	4.73	2.68	1.8	0.011	0.329	0.206	1.6		
15		26~30	2		4.4	22	0.80	0.76	657	13.35	20	5.55	42	0.113	9.35	4.31	2.2									
16		16~20	3	M	5.0	34	0.71	0.67	576	13.55	24	6.33	47	0.112	9.52	4.36	2.2	4.63	1.83	2.5	0.014	0.341	0.170	2.0		
17	1.3	41~45	8		1.6	39	0.62	0.59	505	13.66	27	6.17	45	0.094	9.38	4.64	2.0	4.17	2.20	1.9	0.014	0.362	0.165	2.2		
18		31~35	8		2.0	35	0.64	0.61	532	12.37	23	4.98	40	0.101	7.92	4.74	1.7	3.16	2.00	1.6	0.015	0.327	0.183	1.8		
19		21~25	10		2.9	38	0.74	0.70	623	10.81	17	3.65	34	0.395	6.32	4.41	1.4	0.046	2.39	1.26	1.9	0.024	0.269	0.213	1.3	アテ
20		11~15	18		3.2	25	0.62	0.58	513	12.11	24	4.91	41	0.139	8.44	3.87	2.2									
21		41~45	7	R	1.3	32	0.66	0.63	535	14.52	27	6.92	48	0.139	9.31	5.62	1.7	3.79	1.18	3.2	0.011	0.323	0.180	1.8		
22		31~35	8		1.4	47	0.80	0.77	652	15.45	24	6.54	42	0.068	9.69	6.31	1.5	4.30	2.81	1.5	0.016	0.351	0.198	1.8		
23		21~25	10		4.1	33	0.78	0.74	636	14.19	22	5.94	42	0.131	9.51	5.05	1.9	3.96	2.82	1.4	0.014	0.397	0.240	1.7		
24		11~15	18		4.6	19	0.61	0.57	514	9.96	19	3.67	37	0.200	7.29	2.68	2.7	2.68	1.04	2.6	0.015	0.317	0.110	2.9		
25		36~40	7	V	2.0	37	0.63	0.60	514	14.77	29	6.64	45	0.155	10.14	5.00	2.0	4.54	2.25	2.0	0.014	0.390	0.188	2.1		
26		26~30	8		2.6	42	0.79	0.76	645	14.98	23	5.58	37	0.089	9.42	6.05	1.6	3.80	1.97	1.9	0.014	0.389	0.280	1.4		
27		16~20	13		3.0	31	0.66	0.64	546	14.10	26	5.48	39	0.057	9.79	4.72	2.1	4.45	1.22	3.6	0.013	0.373	0.235	1.6	アテ状	
28		6~10	45		4.7	25	0.57	0.52	474	8.71	18	4.08	47	0.429	5.74	2.73	2.1	2.92	1.12	2.6	0.023	0.195	0.108	1.8		
29		36~40	7	L	2.7	50	0.67	0.62	565	8.14	14	3.05	37	0.662	4.81	2.86	1.7	1.81	1.06	1.7	0.031	0.203	0.121	1.7	アテ	
30		26~30	8		3.6	42	0.80	0.73	662	9.80	15	4.19	43	0.441	6.16	3.46	1.8	2.63	1.53	1.7	0.025	0.241	0.131	1.7	アテ	
31		41~45	17		3.3	32	0.68	0.65	561	13.90	25	5.23	38	0.071	9.48	4.82	2.0	3.87	1.51	2.6	0.011	0.389	0.225	1.7		
32		16~20	13		3.2	30	0.61	0.57	491	14.36	29	6.78	47	0.134	10.23	4.47	2.3	4.90	2.04	2.4	0.013	0.373	0.167	2.2		
33	3.3	31~35	19	M	1.5	34	0.62	0.60	512	14.97	29	5.58	37	0.090	9.74	5.71	1.7	4.32	1.43	3.0	0.013	0.377	0.292	1.3		
34		21~25	25		3.2	30	0.74	0.70	600	14.84	25	6.15	41	0.065	9.79	5.54	1.8	4.38	1.94	2.3	0.010	0.377	0.246	1.5		
35		11~15	45		5.5	16	0.49	0.46	406	12.16	30	5.38	44	0.118	8.95	3.41	2.6	4.14	1.35	3.1	0.011	0.333	0.140	2.4		
36		41~45	17	R	1.2	28	0.58	0.54	472	13.36	28	5.88	44	0.129	9.66	3.98	2.4	4.38	1.62	2.7	0.012	0.367	0.163	2.3		
37		31~35	19		1.7	32	0.66	0.64	539	15.05	28	5.35	36	0.141	9.38	6.12	1.5	3.92	1.60	2.5	0.017	0.378	0.308	1.2		
38		21~25	25		4.3	28	0.67	0.64	553	13.36	24	5.43	41	0.069	9.24	4.47	2.1	3.79	1.80	2.1	0.011	0.379	0.183	2.1		
39		36~40	18	V	2.2	42	0.62	0.57	520	8.73	17	3.40	39	0.306	5.76	2.85	2.0	2.47	1.04	2.4	0.027	0.225	0.120	1.9	アテ	
40		26~30	22		2.2	32	0.73	0.69	614	10.87	18	3.64	33	0.181	6.55	4.45	1.5	2.61	1.16	2.3	0.019	0.270	0.224	1.2		

付表5 (つづき)

試片番号	地上高 H (m)	植齢 Y (年)	樹高 比率 H (%)	方向 D	平均 年輪幅 A.W (mm)	夏材 率 S (%)	気乾 比率 F ₁₅	全乾 比率 F ₀	容積 密度 R (kg/m ³)	全 乾 容 積 率 αV ₀ (%)	気 乾 容 積 率 αV ₁₅ (%)	全 取 縮 率 (%)				気乾までの取縮率 (%)				平均取縮率 (%)				備 考	
												αV ₁₅ αV ₀	αt ₁₀	αt ₀	αr ₀	αt ₁₀ αr ₀	αt ₁₅	αr ₁₅	αt ₁₅ αr ₁₅	αt ₁₅	αr ₁₅	αt ₁₅ αr ₁₅	αt ₁₅		αr ₁₅
41	3.3	16~20	32	V	4.6	30	0.57	0.54	473	12.71	27	4.28	34	0.146	9.14	3.78	2.4	3.06	1.34	2.3	0.015	0.419	0.165	2.5	
42	4.1	36~40	18	L	2.8	42	0.65	0.61	536	11.90	22	4.78	40	0.108	7.43	4.73	1.6	2.91	2.04	1.4	0.008	0.310	0.181	1.7	アテ
43	4.3	26~30	22		3.6	49	0.78	0.72	657	8.45	13	3.31	39	0.568	5.55	2.52	2.2	0.021	2.32	1.00	0.036	0.220	0.103	2.1	
44	4.4	16~20	32		4.4	29	0.56	0.52	473	8.87	19	3.15	36	0.413	5.85	2.80	2.1	0.087	2.11	0.98	0.022	0.255	0.122	2.1	
45	5.3	41~45	28	M	1.7	26	0.58	0.55	475	13.11	28	5.42	41	0.109	9.38	4.01	2.3	3.89	1.66	2.3	0.011	0.379	0.160	2.4	
46		31~35	31		1.5	30	0.61	0.58	498	14.08	28	5.66	40	0.088	9.45	5.03	1.9	3.49	2.06	1.7	0.011	0.412	0.206	2.0	
47		21~25	40		3.3	32	0.67	0.64	552	13.98	25	5.39	38	0.161	9.50	4.80	2.0	4.04	1.68	2.4	0.011	0.380	0.210	1.8	
48		11~15	73		5.0	5	0.45	0.42	373	10.74	29	3.94	37	0.089	7.96	2.92	2.7	3.13	0.89	3.5	0.011	0.331	0.135	2.5	
49		41~45	28	R	1.2	24	0.57	0.54	477	11.46	24	4.49	39	0.106	8.12	3.53	2.3	3.49	1.13	3.1	0.013	0.322	0.162	2.0	
50		31~35	31		1.7	27	0.61	0.58	501	13.43	27	5.35	40	0.097	8.98	4.80	1.9	3.47	1.99	1.7	0.009	0.381	0.194	2.0	
51		21~25	40		3.5	29	0.69	0.66	567	14.05	25	5.66	40	0.107	9.76	4.65	2.1	4.26	1.50	2.8	0.011	0.347	0.159	2.2	
52		36~40	29	V	2.1	45	0.64	0.61	532	12.08	23	4.81	40	0.196	8.33	3.90	2.1	3.33	1.53	2.2	0.013	0.347	0.159	2.2	
53		26~30	35		3.5	30	0.73	0.68	610	9.98	16	3.49	35	0.291	6.75	3.18	2.1	2.54	0.97	2.6	0.019	0.289	0.150	1.9	アテ
54		16~20	51	L	4.7	27	0.52	0.48	432	9.14	21	3.69	40	0.242	6.41	2.68	2.4	2.75	0.97	2.8	0.016	0.251	0.115	2.2	
55		36~40	29		1.8	36	0.64	0.62	524	15.41	29	6.52	42	0.088	9.98	5.94	1.7	4.19	2.53	1.6	0.014	0.403	0.237	1.7	
56		26~30	35		4.0	23	0.71	0.69	589	14.17	24	5.14	36	0.063	9.65	4.95	1.9	3.67	1.65	2.2	0.013	0.415	0.223	1.9	
57		16~20	51	M	4.7	27	0.54	0.51	450	12.58	28	4.94	39	0.106	8.84	4.00	2.2	3.51	1.56	2.2	0.013	0.369	0.166	2.2	
58	7.3	41~45	38		1.3	27	0.57	0.54	472	12.74	27	5.02	39	0.140	8.67	4.32	2.0	3.65	1.49	2.4	0.014	0.346	0.188	1.8	
59		31~35	43		2.3	35	0.69	0.66	561	14.79	26	6.24	42	0.087	9.56	5.70	1.7	3.99	2.41	1.7	0.011	0.387	0.224	1.7	
60		21~25	55		3.2	24	0.65	0.62	533	13.61	26	5.01	37	0.144	9.57	4.33	2.2	3.64	1.49	2.4	0.015	0.410	0.193	2.1	
61		41~45	38	R	1.6	36	0.59	0.56	483	13.76	28	6.09	44	0.160	9.56	4.48	2.1	4.05	2.18	1.8	0.016	0.382	0.153	2.5	
62		31~35	43		2.0	25	0.68	0.65	559	14.19	25	5.72	40	0.087	9.45	5.16	1.8	3.86	2.05	1.9	0.013	0.386	0.213	1.8	
63		21~25	55		4.1	27	0.65	0.62	537	13.92	26	5.58	40	0.108	9.87	4.39	2.2	4.25	1.48	2.9	0.013	0.392	0.198	2.0	
64		36~40	41	V	2.4	44	0.66	0.63	534	15.25	29	6.69	44	0.127	10.00	5.71	1.8	4.15	2.72	1.5	0.013	0.407	0.207	2.0	
65		26~30	48		4.4	28	0.71	0.68	585	14.60	25	5.38	37	0.154	9.97	5.00	2.0	3.77	1.72	2.2	0.014	0.429	0.223	1.9	
66		16~20	71	L	4.8	11	0.49	0.46	411	10.94	27	3.61	33	0.150	7.94	3.11	2.6	2.77	0.90	3.1	0.013	0.353	0.148	2.4	
67		36~40	41		2.0	35	0.62	0.59	501	14.98	30	6.26	42	0.092	9.89	5.56	1.8	4.29	2.14	2.0	0.011	0.390	0.231	1.7	
68		26~30	48	M	3.9	27	0.68	0.65	562	14.03	25	5.38	38	0.085	9.41	5.02	1.9	4.01	1.50	2.7	0.010	0.375	0.238	1.6	
69	9.3	41~45	48		1.6	32	0.58	0.55	468	14.18	30	6.36	45	0.108	9.69	4.86	2.0	4.28	2.25	1.9	0.013	0.376	0.174	2.2	
70		31~35	55		2.0	35	0.63	0.60	514	14.64	28	5.57	38	0.131	9.39	5.67	1.7	3.84	1.86	2.1	0.014	0.384	0.258	1.5	
71		21~25	70		3.9	17	0.57	0.54	475	12.83	27	4.59	36	0.104	9.00	4.11	2.1	3.50	1.22	2.9	0.013	0.380	0.195	1.9	
72		41~45	48	R	1.8	34	0.59	0.55	490	11.19	23	4.69	42	0.174	7.97	3.35	2.4	3.35	1.48	2.3	0.018	0.318	0.130	2.4	
73		31~35	55		2.5	30	0.68	0.65	561	13.93	25	5.68	41	0.107	9.45	4.85	1.9	3.88	1.91	2.0	0.010	0.386	0.198	1.9	
74		36~40	52	V	2.4	38	0.59	0.55	499	8.53	17	3.26	38	0.452	5.49	2.77	2.0	2.16	1.01	2.1	0.023	0.226	0.117	1.9	アテ
75		26~30	61		4.0	30	0.70	0.65	591	8.67	15	3.38	39	0.545	5.70	2.62	2.2	2.42	0.86	2.8	0.028	0.226	0.118	1.9	アテ
76		36~40	52	L	1.6	34	0.60	0.57	490	14.40	29	6.67	46	0.103	9.67	5.15	1.9	4.24	2.62	1.6	0.013	0.379	0.170	2.2	
77		26~30	61		4.2	25	0.62	0.58	508	13.19	26	5.30	40	0.106	9.15	4.35	2.1	3.83	1.61	2.4	0.013	0.368	0.185	2.0	
78	11.3	41~45	59	M	1.6	31	0.58	0.55	474	13.83	29	6.02	44	0.065	9.87	4.34	2.3	4.24	2.00	2.1	0.013	0.392	0.159	2.5	
79		31~35	67		2.4	27	0.61	0.59	504	13.88	28	5.73	41	0.114	9.07	5.18	1.8	3.84	2.10	1.8	0.016	0.362	0.210	1.7	
80		36~40	63	R	1.3	31	0.57	0.54	468	13.18	28	5.65	43	0.301	8.89	4.40	2.0	3.92	1.82	2.1	0.023	0.344	0.176	1.9	

付表5 (つづき)

試片 番号 No.	地上 高 H (m)	樹齡 Y (年)	樹高 比率 H (%)	方向 D	平均 年輪幅 A.W (mm)	夏材 率 S (%)	気乾 比重 γ_{15}	全乾 比重 γ_0	全乾 容積 密度 R (kg/m ³)	全 乾 容積 率 α_{V_0} (%)	全 乾 容積 率 $\alpha_{V_{15}}$ (%)	全 取 縮 率 (%)			気乾までの取縮率 (%)			平均取縮率 (%)			備 考				
												α_{10}	α_{T_0}	$\alpha_{10} / \alpha_{T_0}$	α_{15}	$\alpha_{R_{15}}$	$\alpha_{15} / \alpha_{R_{15}}$	α_{15}	$\alpha_{R_{15}}$	$\alpha_{15} / \alpha_{R_{15}}$		α_{15}	$\alpha_{R_{15}}$	$\alpha_{15} / \alpha_{R_{15}}$	
81	11.3	26~30	74	R	3.0	29	0.62	0.59	514	13.47	26	5.05	37	0.225	9.28	4.40	2.1	3.70	1.51	2.4	0.022	0.384	0.195	2.0	
82		36~40	63	V	2.6	35	0.57	0.52	478	8.08	17	2.73	34	0.454	5.43	2.35	2.3	0.130	0.81	2.2	0.022	0.245	0.106	2.3	アテ状 1年輪 アテ
83		26~30	74		3.9	27	0.60	0.56	500	11.26	23	4.17	37	0.066	7.62	3.89	1.9	2.92	1.37	2.1	0.010	0.321	0.170	1.9	
84		36~40	63	L	2.4	31	0.58	0.55	471	14.38	31	6.25	43	0.116	9.62	5.16	1.9	4.27	2.17	2.0	0.014	0.373	0.204	1.8	
85		27~30	74		3.0	23	0.65	0.61	530	13.27	25	5.72	43	0.149	8.94	4.61	1.9	4.09	1.74	2.3	0.012	0.338	0.193	1.7	
86	13.3	41~45	69	M	1.8	29	0.57	0.54	464	14.33	31	5.78	40	0.129	9.69	5.02	1.9	4.26	1.67	2.5	0.015	0.377	0.229	1.6	
87		31~35	78		2.9	24	0.57	0.54	466	13.76	30	5.29	38	0.132	9.45	4.63	2.0	3.94	1.46	2.7	0.013	0.381	0.213	1.8	
88		41~45	69	R	2.0	33	0.60	0.57	488	13.82	28	6.12	44	0.111	9.47	4.69	2.0	4.35	1.91	2.3	0.013	0.356	0.187	1.9	
89		36~40	74	V	3.6	29	0.55	0.52	456	11.52	25	4.94	43	0.172	8.02	3.64	2.2	3.61	1.43	2.5	0.015	0.303	0.149	2.1	
90		26~30	87		3.8	14	0.56	0.53	468	11.44	24	4.47	39	0.082	7.63	4.05	1.9	3.44	1.17	2.9	0.013	0.291	0.196	1.5	
91		36~40	74	L	3.0	28	0.56	0.53	464	12.00	26	4.85	40	0.134	8.35	3.86	2.2	3.35	1.62	2.1	0.013	0.342	0.150	2.3	
92	15.3	41~45	80	M	2.6	21	0.52	0.49	424	13.47	32	6.07	45	0.161	9.16	4.60	2.0	4.15	2.08	2.0	0.016	0.350	0.171	2.0	
93		31~35	90		2.8	12	0.50	0.47	417	11.42	27	4.12	36	0.142	7.64	3.95	1.9	2.78	1.45	1.9	0.014	0.331	0.170	1.9	
94		41~45	80	R	2.6	23	0.53	0.50	435	13.50	31	5.82	43	0.091	9.39	4.45	2.1	4.23	1.72	2.4	0.008	0.357	0.183	1.9	
95		36~40	85	V	3.3	18	0.51	0.47	414	12.33	30	5.46	44	0.174	8.78	3.73	2.3	4.08	1.52	2.7	0.017	0.324	0.148	2.2	
96		36~40	85	L	2.9	21	0.51	0.48	419	12.57	30	5.55	44	0.118	8.45	4.38	1.9	3.91	1.80	2.2	0.014	0.317	0.176	1.8	
97	17.3	41~45	90	M	2.1	11	0.43	0.40	356	10.99	31	4.76	43	0.140	7.70	3.43	2.2	3.74	1.17	3.2	0.016	0.275	0.155	1.8	
98		41~45	90	V	2.5	14	0.44	0.41	366	10.43	28	4.28	41	0.189	7.15	3.36	2.1	3.05	1.30	2.3	0.015	0.281	0.139	2.0	
99	19.3	41~45	95	M	2.3	7	0.42	0.39	347	10.06	29	4.45	44	0.278	6.68	3.36	2.0	3.08	1.38	2.2	0.017	0.243	0.134	1.8	
100		41~45	95	V	1.9	12	0.43	0.39	361	6.81	19	3.11	46	0.193	3.78	2.94	1.3	1.83	1.35	1.3	0.016	0.130	0.104	1.2	