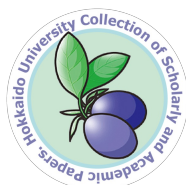




HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	カラマツの材質育種事業 (IV)
Author(s)	小泉, 章夫; 片寄, 麟
Citation	北海道の林木育種, 29(1), 32-36
Issue Date	1986
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71416
Type	journal article
File Information	029106-2.pdf



カラマツの材質育種事業 (Ⅳ)

小 泉 章 夫*・片 寄 謙**

はじめに

北海道に現存するカラマツ造林地は50万haで、全造林地の30%を占め、トドマツとともに北海道を代表する主要な造林樹種である。道内に植栽されたカラマツは、広い範囲で生育が可能で、立地に対する要求度も少なく、初期生育も良く、育苗、育林が容易なことから造林に好適な樹種である。

しかし、カラマツ間伐材には未成熟材部が多く、偏心、曲がり、狂いなどの欠点があげられる。

本報告では、道内のカラマツ間伐材を用いて材質試験を行い、間伐材の材質、とくに、未成熟材部の力学的性質について検討を加えた。

材料と方法

供試材料は道内5か所6林分のカラマツ造林地から、「からまつ材質育種事業実施要領」にもとづき選抜した候補木で、林分の概要は表1に示すとおりである。

表-1 供試林分の概要

産 地	樹 齢	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	枝下高 (m)	心持正角材 供 試 本 数
北 見 事 業 区 90-つ、れ	20-21	15.2±2.6	13.8±4.3	6.8	112
士 別 有 限 公 司 1265-い	37-42	18.5±2.5	22.2±2.5	12.5	55
木 古 内 事 業 区 59-と	24	13.7±2.5	18.7±4.4	4.8	15
浦 浦 事 業 区 59-と	24	18.5±3.3	16.5±4.0	8.7	19
静 内 町 有 限 公 司	26-30	19.2±3.7	17.5±4.2	7.0	30

材質試験には、胸高直径部位より円盤を採取し容積密度数、年輪幅および繊維傾斜度を測定し、現地で繊維傾斜度の優れた個体から長さ3.6mの丸太を採材し、これを一辺が10cmの心持正角に製材して、天然乾燥後、各種力学的性質を測定した。ただし、北見産の丸太については繊維傾斜度による選抜は行わず供試材とした。正角材断面の典型的な例を図1に示した。

力学的性質の測定項目は正角材の曲げ、振り、縦圧縮性能ならびに無欠点小試験片の曲げ、縦圧縮および剪断性能である。これらの強度試験の方法および結果の詳細については北海道大学農学部演習林報告に投稿中で、それを参照していただきたい。

結果と考察

1. 年輪幅と容積密度数

供試木から採取した円盤の分割試片について、測定した平均年輪と容積密度数を表2に示した。

また、図2に林分別の平均年輪幅と容積密度数の平均値の関係を示した。これによると、容積密度数は年輪幅が2mmから7mmまで増加するのにともない直線的に減少し、年輪幅7mm以上ではほぼ一定値をとるようである。そして、この減少の傾きは林分間でも差がなく、年輪幅1mmの増加で約16kg/m³の減少率であった。

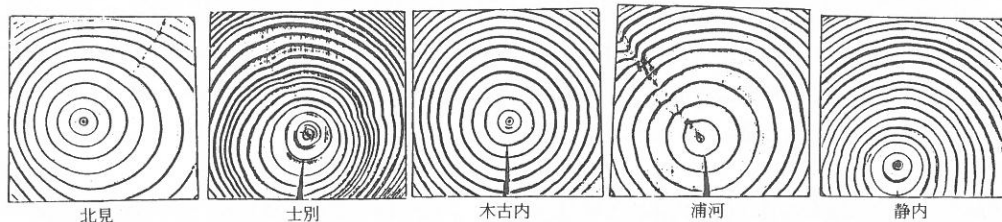


図-1 正角材の断面

表-2 平均年輪幅と容積密度数

産地	試験体数		平均年輪幅 (mm)		容積密度数 (kg/m³)	
			コア*	アウト*	コア	アウト
北見	43	平均値	6.6	4.6	387	424
		標準偏差	0.7	1.0	27	38
士別	77	平均値	5.5	2.6	440	504
		標準偏差	1.1	0.5	42	30
木古内	53	平均値	6.6	3.8	392	420
		標準偏差	0.7	0.7	33	32
浦河	86	平均値	6.7	4.5	358	389
		標準偏差	1.0	0.6	29	28
静内	109	平均値	5.5	4.0	382	410
		標準偏差	0.8	0.8	29	29

*コア材、アウト材：髓から5cm以内、および外側の材部を指す。

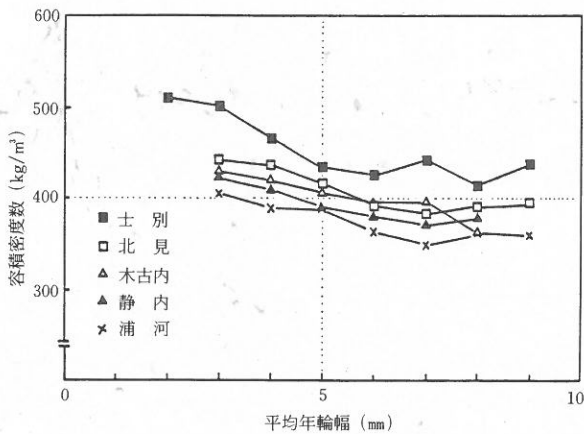


図-2 年輪幅と容積密度数の関係

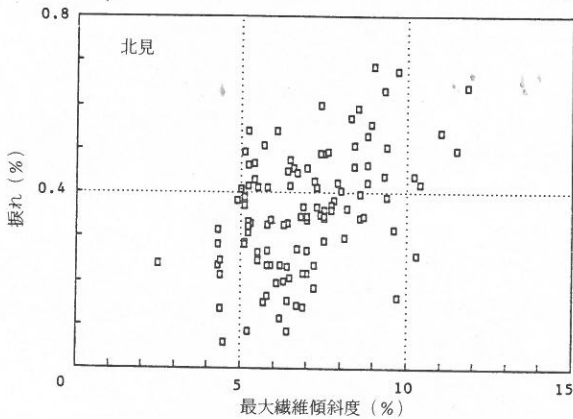


図-3 最大繊維傾斜度と正角材の振れ量の関係

一方、同一年輪幅における容積密度数は林分間で100kg/m³も異なり、例えば、士別のカラマツは「重く」、浦河のものは「軽い」と考えられる。このことは晩材率の違いなど³⁾環境あるいは遺伝

的要因によると推察される。

また、容積密度数は有効な力学的材質指標で、このように年輪幅と容積密度数の関係を求め、一定の年輪幅（例えば4mm）における容積密度数を比較することで、林分単位の材質評価がある程度可能である。

2. 正角材の振れ狂いと乾燥割れについて

心持角材では髓から材面までの距離が短いため大きな節は現れない、したがって、主な視覚的な欠点は乾燥にともなう生じる振れと材面割れである。とりわけ、カラマツ間伐材（未成熟材）に問題とされる振れ狂いは、材幅中央付近の繊維傾斜の影響を強く受けていると考えられる。最大繊維傾斜度と振れ量との関係は図3に示したとおりで、正角材の振れ量を最大繊維傾斜度から推定することは困難であった。

乾燥にともなう材面割れは供試正角材の約8割に生じ、ほとんどの割れは髓付近にまで達していた。このように、カラマツの心持正角材では乾燥にともなう振れと割れを生じるため、製材の日本農林規格による等級付けでは多くのものが格外になるようである。

3. 心持正角材の力学的性質

強度試験の結果を表3に示した。表3の右側は、正角材の曲げ破壊後、非破壊部より採材した無欠点小試験片に関する試験結果（JISによる）である。

図4は、正角材の気乾比重と同一供試木の髓から5cm以内の材部の容積密度数の関係を示した散布図である。図4によると、気乾比重は容積密度数の約18%増と考えられる。

部材どうしの接合部の性能を除けば、構造用材として要求される性質は、耐力としての曲げおよび縦圧縮強さと変形のしにくさを表わすヤング係数と考えられる。今回の試験から得た、これらの強度の5%下限値をカラマツ普通構造材の許容応力度から算出される下限値と比較して表4に示した。

表3および表4の結果から、北見産の曲げの強さを除いて、曲げ強さおよび縦圧縮強さは、普通

表-3 強度試験結果

産地 (正角供試本数)		心持正角材							無欠点小試験片				
		R.W. (mm)	S.G.	MOE (t/cm ²)	σ_{bp} (kg/cm ²)	MOR	G (t/cm ²)	σ_c (kg/cm ²)	MOE (t/cm ²)	σ_{bp} (kg/cm ²)	MOR	σ_c (kg/cm ²)	τ_s
北見	平均値	6.4	.454	69.3	171	347	6.2	271	73.7	302	653	368	84
	(112)標準偏差	1.2	.035	12.2	34	49	0.8	30	14.8	50	92	46	11
	最大値	11.0	.548	95.7	289	466	8.5	351	111.9	470	850	467	114
	最小値	4.2	.380	37.3	82	228	4.4	214	30.2	202	386	227	56
士別	平均値	4.9	.543	88.1	228	404	7.2	338	99.9	450	847	500	110
	(55)標準偏差	1.2	.040	16.6	56	67	1.0	38	20.2	81	115	79	15
	最大値	8.8	.624	134.8	376	575	10.5	435	132.8	622	998	635	146
	最小値	3.0	.451	53.9	114	250	5.5	258	54.0	269	450	305	65
木古内	平均値	6.3	.483	92.0	216	399	6.3	302	81.4	341	704	394	94
	(15)標準偏差	1.2	.034	14.5	54	57	0.7	35	17.6	61	129	70	14
	最大値	8.5	.558	122.1	330	502	7.7	373	113.2	446	985	574	125
	最小値	4.2	.436	68.4	127	313	5.1	251	55.8	243	533	318	76
浦河	平均値	6.9	.437	68.5	137	328	6.7	256	72.4	305	633	346	82
	(19)標準偏差	0.8	.027	8.1	27	32	0.7	23	11.4	62	60	35	7
	最大値	9.0	.492	81.7	178	379	8.4	311	92.5	421	726	414	92
	最小値	5.4	.393	49.1	100	267	5.4	226	52.2	218	528	275	61
静内	平均値	5.3	.468	80.0	180	374	6.6	283	77.6	323	672	379	89
	(30)標準偏差	0.9	.027	9.6	35	42	0.7	19	13.1	52	108	49	10
	最大値	7.4	.535	99.2	249	461	7.6	325	102.9	403	877	483	112
	最小値	4.1	.426	63.2	124	281	5.0	237	55.3	218	393	294	71

R.W.: 平均年輪幅, S.G.: 気乾比重, MOE: 曲げヤング係数, σ_{bp} : 曲げ比例限度, MOR: 曲げ強さ, G: 剪断弾性係数, σ_c : 縦圧縮強さ, τ_s : 剪断強さ。

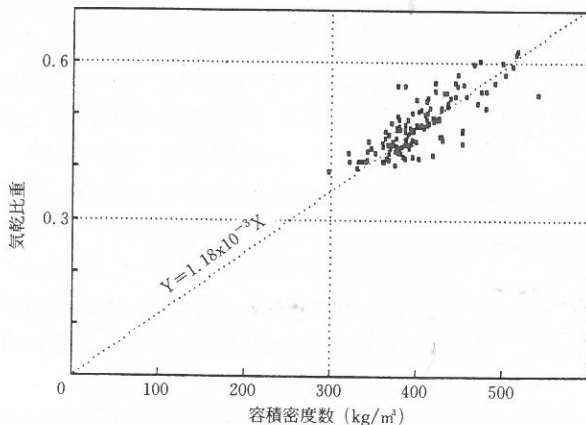


図-4 容積密度数と気乾比重の関係

表-4 強度の下限値

産地	曲げ強さ (kg/cm ²)	縦圧縮強さ (kg/cm ²)
北見	267	222
士別	294	276
木古内	306	245
浦河	276	218
静内	305	252
規準値*	270	210

*建築基準法施行令および木構造設計規準による。

構造材の規準値をかりうじて充たしていた。また、正角材の曲げ破壊形態は、未成熟材特有の粘りのない脆性的な破壊形態を示すものが多かった。さらに、ヤング係数は多くのものが規準値 (90 t/cm²) 以下であった。これらのデータから、カラマツ心持材を構造用材として用いることは避けたほうがよいと思われる。

図5に集中節径比と曲げ強さの関係を示した。

前にも述べたように、心持材の場合、節径比が大きくないこともあって、節が強度に及ぼす影響

は明らかではない。このように、心持正角材では未成熟材の強度の小さいことが主要な制限因子となるようである。

表5に全試験体231体の力学的諸性質間の単相関表を示した。非破壊的に得られる材質指標として、平均年輪幅、気乾比重および曲げヤング係数を独立変数とした。

図6に平均年輪幅と曲げ強さの関係を示したが、年輪幅と強度的性質の相関は低く、年輪幅から強度の下限値を推定することは難しい。

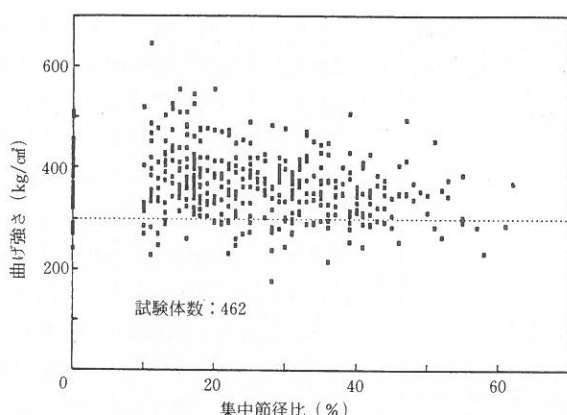


図-5 節径比と曲げ強さの関係

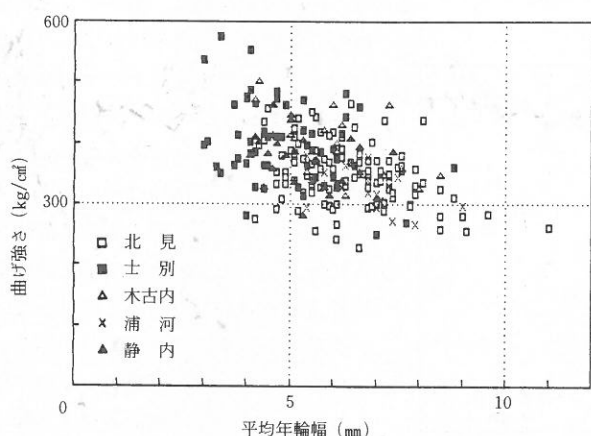


図-6 平均年輪幅と曲げ強さの関係

表-5 諸性質間の単相関係数

	MOE	MOR	σ_c	G
R.W.	-.385	-.483	-.620	-.203
S.G.	.598	.630	.775	.545
MOE	1.00	.818	.741	.281

R.W.: 平均年輪幅, S.G.: 気乾比重, MOE: 曲げヤング係数, MOR: 曲げ強さ, σ_c : 縦圧縮強さ, G: 剪断弾性係数。

曲げ強さの推定指標としては、従来からいわれているように、ヤング係数が最も優れており、図7にこの関係を示したが、曲げ強さは概ねヤング係数の 4.7×10^{-3} 倍と考えられる。

繊維傾斜度による選抜を行っていない北見産のものについて、供試木の最大繊維傾斜度と正角材の力学的性質の関係を調べた結果、両者の間に相

互関係は認められなかった。

表6に正角材の力学的性質を同一試験体の無欠点小試験片について得た値に対する比（強度比）を示した。強度比は欠点による実大材の強度低減率を示すもので、今回の場合、曲げ強さで0.48～0.57、縦圧縮強さで0.69～0.77であった。士別産のものの強度比が特に小さいのは、この供試木の基準強度が大きいため、節などの欠点が強度の制限因子として働いたと思われる。また、ヤング係数については、バラツキが大きい、無欠点小試験片の場合と差はなかった。

図8に無欠点小試験片について測定した髄からの年輪数と比ヤング率（ヤング係数を比重で除した値）の関係を示した。比ヤング率を指標としたのは、年輪幅の広狭による密度変動を除去するためである。これによると、成熟材に達する形成層年齢は約15年である（カラマツ成熟材の比ヤング率は約200）。

さらに、表7に髄から15年輪までの平均距離を示した。髄からの距離で未成熟材と成熟材を区分する場合は、カラマツは髄から8cmを未成熟材領域とすることが適当と考えられる。

おわりに

カラマツは心持正角材の材面に未成熟材部が現われ、このことが強度的に不利な要因となる。カラマツ間伐材を構造用に使用する場合は、丸太も

表-6 無欠点材に対する強度比

産地	曲げヤング係数	曲げ強さ	縦圧縮強さ
北見	平均値	0.966	0.532
	標準偏差	.224	.088
士別	平均値	0.915	0.482
	標準偏差	.181	.078
木古内	平均値	1.091	0.564
	標準偏差	.217	.058
浦河	平均値	1.006	0.535
	標準偏差	.187	.060
静内	平均値	1.061	0.569
	標準偏差	.166	.126

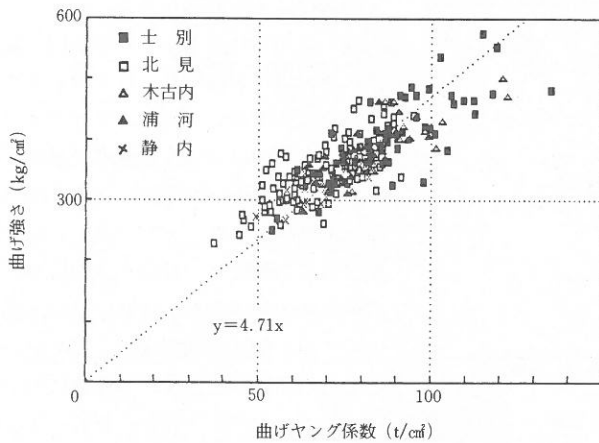


図-7 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

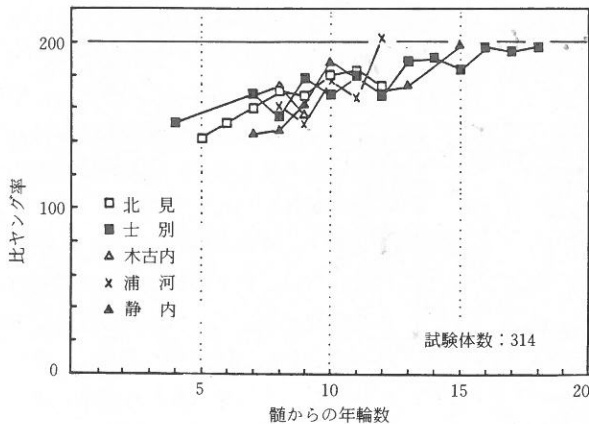


図-8 髓からの年輪数（形成層年齢）と比ヤング率の関係

表-7 髓から15年輪目までの平均距離

産 地	地上高 (m)		
	1.1	2.8	4.5
北見	8.09	8.23	8.28
士別	7.42	6.82	7.04
木古内	7.09	7.09	—
浦河	8.60	8.75	8.22
静内	7.16	7.64	7.59 (cm)

しくはタイコ材を縦使いすることが有利である。また、年輪幅が広いと強度が小さくなるといわれているが、カラマツの場合、初期生長期に形成される広年輪幅の材部が、未成熟材のために弱いことと混同されているようである。カラマツの成熟材部は年輪幅が5～6mmである場合でも強度的には十分大きく、間伐など肥大生長を促進する施業が望まれる。

つぎに、年輪幅と比重・強度の関係は林分間で大きく異なるようで、このことは、環境および遺伝的な要因による晩材率の差が考えられる。カラマツの材質育種を行う場合、晩材率のコントロールを考慮することが重要なテーマになると考えられている。

最後に、強度的性質を非破壊的かつ精度良く推定できる指標はヤング率と考えられ、材質管理を育種や施業に反映させるには、立木のままヤング率を非破壊的に推定できる試験法⁴⁾などによって、ヤング率を測定することが必要である。

(* 北海道大学農学部)
(** 北海道林木育種場)

参 考 文 献

- 1) 55林野造第197号からまつ材質育種事業実施要領
- 2) 織田春紀・片寄 譚：林育研報，No 4，(1986)
- 3) 千葉 茂・永田義明・幸田秀穂：本誌，Vol.23，No 2 (1980)
- 4) 小泉章夫・上田恒司：木材誌，vol.32 No. 9 (1986)