

# カラマツ良質材の材質指標に関する研究

向山繁人  
橋爪丈夫

## 試験の目的

カラマツ材の用途は需要構造の変化に伴い、小中径丸太材の利用は著しく減少している。このため建築構造用材等を指向した良質材の生産に転換する必要がある。そこで良質材として具備すべき材質、加工性等を数値化し、育林生産指標の作成、流通の合理化および加工利用に資することを目的として、国庫補助により昭和53年から3カ年にわたって、次の事項を検討した。

- I カラマツ主伐林分から得られる素材生産量と価格の実態
- II 建築材としての材質と価格
- III カラマツ材の産地と材質

## 試験の結果

### I カラマツ主伐林分から得られる素材生産量と価格の実態

#### 1. 調査林分と素材生産事業の概要

調査林分は昭和53年度、K木材業者に払い下げられた南佐久郡北相木村御座山国有林31林班た・な小班の林齢54~62年生 9.4 haを対象として実施した。この林分は林道の終点に位置し、表-1および図-1のとおり、カラマツのha当り立木本数370本、平均胸高直径30cm、樹高26m、1本当り幹材積0.89m<sup>3</sup>で大径の素材が得られる林分であった。

表-1 毎木調査結果表

白田管林署調査						
樹種	胸高直径 cm	樹高m	本数	幹材積 m <sup>3</sup>	立木材積 m <sup>3</sup>	
針葉樹	カラマツ	10~56 29	15~32 27	3,469	0,895	3,105
	サツラ等	6~52		154	0,132	20
計				3,623	3,125	
広葉樹	ナラ他用材	24~62		396	0,341	135
	パルプ材	10~18		3,060	0,079	375
計				3,456	510	
計				7,079	3,635	

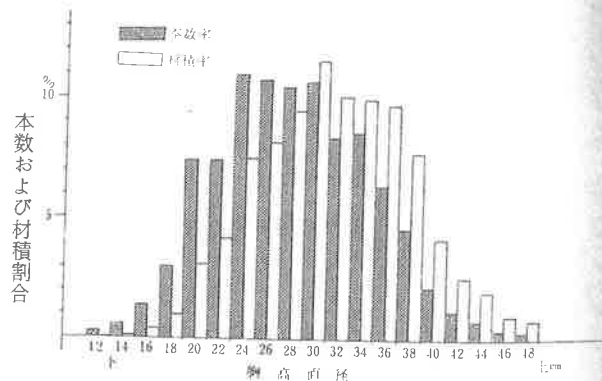


図-1 調査林分の胸高直径別分布

素材生産は電柱材の出荷を主目的として昭和53年5月~54年6月の約1ヶ年間にわたって伐採、搬出、販売が行われたものである。(この期間は前半木材価格が低迷し、終期は外材の高騰により国産材も高価になりつつある時期であった。)

伐採搬出は調査事業としてブルトーザ70%、集材架線30%の割合で行われ、玉切・検尺・積み込み作業はフォークリフトを用い実施された。またトラック運搬は委託作業により、電柱・杭丸太(以下電柱用材という)は県外の2業者へ、製材用は土木・建築材として地元製材工場16企業に出荷され、ほとんどが工場渡し価格で販売されていた。

素材生産経費は立木代金47%、伐採搬出費12%、造材・土場経費10%、利益およびその他経費が20%の割合で、伐採から工場土場までの経費は約9,200円/m<sup>3</sup>、山土場作業賃金は、平均

7,000 円/日であった。

## 2. 素材の材種別生産量と価格

素材生産された全期間の素材を用途別、未口径別に調査したが、素材生産量は 2,627  $m^3$  で造材歩止り85% (チップ用材を除く) の高率であった。このうち電柱用材は56%、製材用44%で図-2のとおり、収入割合は前者が65%、後者が35%であった。

電柱用材は約 3,200 本生産されたが、これは立木本数の約 9割から1本ずつ電柱材が得られたことになる。電柱用材の材長別材積割合は未口径16~23cm、材長10~16mのものが大半を占め、単価は材長 7.5 mまで上昇し、以後一定の価格 (27,000 円/ $m^3$ ) で取引されていた。電柱用材の造材は未口径と曲りを基本としており、元口径は余り問題とされていなかった。このため造材にあたっては、平坦地まで全幹で集材し、曲り量は両木口の中心にミズ糸をはり、その

ミズ糸が丸太の側面からはずれない程度の曲りまでを許容して、また 0.2 mの延寸を付して玉切られていた。

製材用素材のうち材長 4 mのものが半数を占め素材単価は図-3のとおり、材長と未口径により差があり、また特徴のある曲線を描いている。材長 1.8 mのものは平均 15,800 円/ $m^3$  で未口径による変動は少なく、製材用材として出荷されていた。材長 2 mのものは平均 15,000 円で未口径13cmを境として単価が分れ、多くが土木用材として出荷されていた。材長 3.4 mは平均 19,500 円/ $m^3$  で未口径が大きくなるほど高単価になる傾向を示し、これから得られる製品は低価格の土建用材であった。このため製材歩止りが価格決定の主因子となっており、未口径による変動巾が大きくなっている。しかし、この中で材長 3 m、未口径30cm上の素材価格は他の材種よりぬきんでているのは、カラマツ材の欠点である。ねじれ発生の少ない、心去り

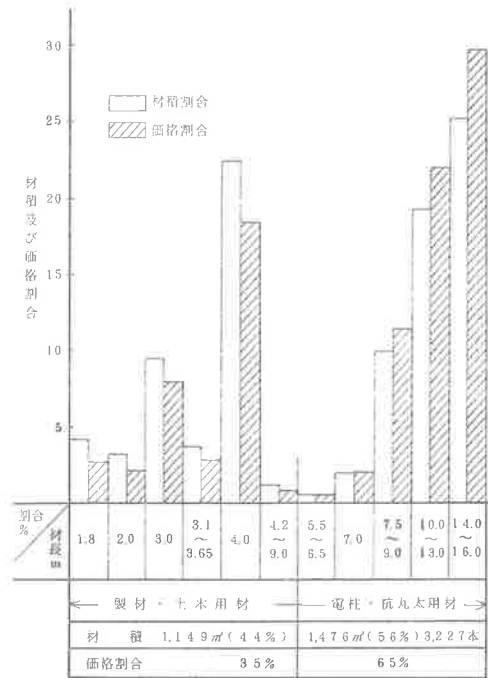


図-2 素材の材種別、材積及び価格割合

柱用材が得られること、柱用材としては化粧的価値が責ばれる点から、曲り・節・偏心・ヤニ等の欠点の少ない、しかも心材が赤身を帯びた原木が選ばれるためであろう。即ちカラマツ素材の品質は未口径30cm以上になって、価格に影響を与えらる。

製材用素材のうち、未口径30cm以上の素材割合は材積13%、販売額15%で、素材単価は電柱用材の80%に過ぎなかった。

以上からカラマツ材の生産目標は、最も有利な長尺電柱や杭丸太を生産するなかで、役物建築材仕向の素材を指向することが必要であり、また現時点では、これらの用材がより多く得られる林分が価格的に良質材林分と考えられる。しかし杭丸太および電柱材がコンクリート製品に代替されつつある現在、この有利性が将来とも持続するかは疑問点として残り、今後はこの有利性の持続策について検討する必要がある。

## II 建築部材としての材質と価格

建築部材として使用される樹種は、表-2の通り東信および中信地区では、カラマツ材が約37%

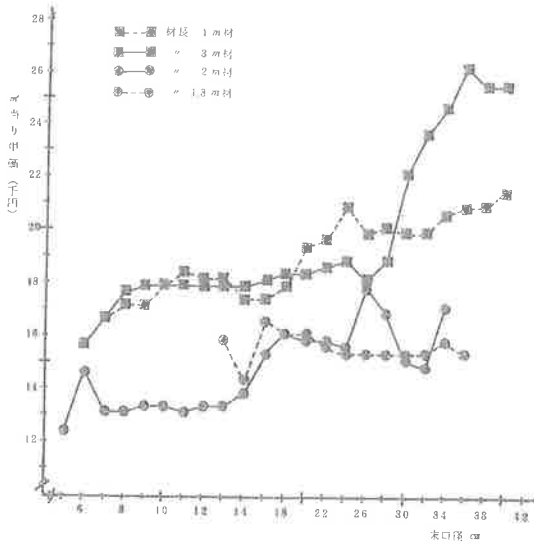


図-3 製材用原木の材種別，未口径別単価

を占め、ついで米ツガ、米マツの順でスギ・アカマツの利用は3~4%に過ぎず、カラマツ材の産地としての特性が現れている。

カラマツ材の利用される部材は根太・たる木類が10%で一番多く、梁・桁類、土台、野地板、母屋等の順で一般構造部材が主体となっている。そこで、このような部材のなかでカラマツ良質材の定義と価格について調査した。しかしこの定義は明確でなく、次の概念で取引されていた。

1. 部材ごとの材質

(1) 土台用材 (10.5~12cm正角)

耐朽性の面から心材率の大きいものが好まれ、30~40年生以上の立木から得た素材で、一丁取り製材(心持正角)の土台の場合未口径14~20cm、4丁取り製材の土台で

表-2 建築部材別カラマツ使用割合

(東信、中信地区 調査数 50戸)

樹種	土台	柱	梁・桁	貫筋かい	母棟	屋木	根太たる木	野ぶち類	内法材	野地板	計
カラマツ	5.6	0.9	6.9	1.6	4.8	10.1	0.2	0.2	6.2	36.5	
スギ		1.3	0.2	0.2	—	—	0.3	0.7	0.8	3.5	
アカマツ		0.3	2.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.9	3.9	
米マツ	0.1	1.4	7.5	0.3	1.0	0.9	0.4	2.5	1.2	15.3	
米ツガ		8.9	2.9	0.4	1.4	1.0	0.1	7.0	2.5	24.2	
その他	0.3	2.4	—	0.9	0.3	0.2	2.0	4.7	5.8	16.6	
計	6.0	15.2	19.5	3.5	7.6	12.3	3.3	15.2	17.4	100	

は、30cm以上を必要とし、特に心材の多い4丁取り製品が良材とされている。

(2) 桁・梁用材 (10.5~12cm平角)

桁・梁の断面にみあった径級の素材が好まれ、特に梁用材は曲り(重曲りは不適)のあるものを良としており、樹齢30~60年生林分から得られたものを良材としている。

(3) 母屋・大引・根太用材

土台・桁用素材の比較的品質の悪い部分から採材するが、間伐材や稍端材は好ましくない。

(4) 柱用材 (10.5~12cm正角)

小節以上の心去り製品が得られる未口径30cm以上の素材であることが必要で、特に未口径40cm以上で心材は赤味を帯び、偏心量およびヤニ分の少ない、柂目木取りのできる材が最適としている。このような素材が得られる林齢は60年以上とする業者もいたが、多くは80年生以上としている。

以上の点からも、材質について留意している部材は柱用材ということが出来る。しかしこのような素材を生産できる林分は篤林家や特定の地域に限られ、一般市場に出荷されることも少なく、業者

表-3 造材方法による材種および価格の差

材長(m)	未口径 (cm)	材積割合(%)		価格割合(%)		m <sup>3</sup> 当り価格指数	
		在来の 造材	画一的 造材	在来の 造材	画一的 造材	在来の 造材	画一的 造材
2	14下	4	8	4	7	103	100
3	16~28	35	57	27	51	100	100
4	30~38	20	35	20	42	131	132
7~16	12~24	41	—	49	—	149	—
計 (価格割合)		100	100	100	100	(100)	(80)

注 \* 指数は未口径16~28cmの欄を100とした。

~2.5倍の価格で取引され、柱用材のみが高単価であった。

しかし、カラマツ材は他樹種の代替材として使用されるため、(例えば土台はクリの代替、梁はアカマツの代替として)特定の場合を除いて、他樹種より安価に取引されることが多いようであった。

### ■ カラマツ材の産地と材質

本県の木材業界では、製材原木の材質について論ずる場合、林分の所在により東山と西山に分け、あるいは、カラマツ材の樹皮の状態によりマツ肌と黒カラマツとに分けた俗称の表現で、材質の良し悪しを判断することが多い。そこでカラマツ良質材の適確な指標因子を明らかにするため、今回は産地や立木密度等をことにする高齢主伐林分を対象として調査した。

#### 1. 供試林分の概要

供試林分は表-4に示す、千曲川上流東岸の南佐久郡北相木村御座山国有林(A林分)と西岸にあたる同郡白田町大曲り国有林(B林分)の2林分を対象とした。

両林分とも標高はほぼ同一条件にあるが、土壌条件が異なるため生長に差が見られた。A林分の立木本数はB林分の1.7倍で高密度の状態にありながら、1本当り幹材積はB林分より優れていた。

表-4 供試林分の状況

場所	立地条件					林分構成 平均 (ha当り)					
	標高	方位	傾斜	土壌型	地位	樹齢	胸高直径	樹高	枝下高	幹材積	本数
A北相木村	1300 <sup>m</sup>	S40E	30°	BD 通気性良	特I	54~62 58	29.9 <sup>cm</sup>	26.7 <sup>m</sup>	15.0 <sup>m</sup>	533.0 <sup>m<sup>3</sup></sup>	540 <sup>本</sup>
B白田町	1200 <sup>m</sup>	N50W	10~20°	B/D 通気性不良	II	65~67 66	31.3 <sup>cm</sup>	22.4 <sup>m</sup>	12.4 <sup>m</sup>	257.5 <sup>m<sup>3</sup></sup>	304 <sup>本</sup>

表-5 供試木の状況

産地	径階	樹齢	胸高直径	樹高	枝下高	完満度	枝下高率	幹材積	供試丸太積 m <sup>3</sup>	造歩止り %
			D cm	H <sub>1</sub> m	H <sub>2</sub> m	λ 0.9	H <sub>2</sub> /H <sub>1</sub> %	m <sup>3</sup>		
A北相木村	大	62~54	41.8	29.4	15.5	0.518	52.7	1.6594	4.695	94.3
	中	61~55	28.7	27.2	14.2	0.533	52.2	0.7723	2.039	88.0
	小	60~54	23.5	23.0	10.9	0.503	47.4	0.4324	0.980	75.5
B白田町	大	67~65	42.6	25.9	14.0	0.486	54.1	1.5357	4.078	88.4
	中	67~65	34.3	23.4	14.1	0.484	60.0	0.9136	2.402	87.6
	小	66~65	25.9	22.6	13.4	0.487	59.3	0.4776	1.886	75.8

間の取引であった。

#### 2. 建築用材の価格

心持土台用材の価格を100として各部材の価格指数を表-3に示した。梁り材は1丁取り土台角より1割程度安く、4丁取り土台、桁、母屋・大引等は1割高で、また柱用材は1.8

## 2. 供試立木の概要

A・B林分の立木を大・中・小の3径階に分け、それぞれの径階から3本ずつ選定した表-5の供試立木を得た。A林分の立木は急傾斜地にあったため、B林分に比べ根曲りと幹曲りがやや大きく、完満度は0.5~0.53の高い値である反面、枝下高率の小さな状態であった。

## 3. 調査事項と調査方法

### (1) 供試立木の造材と供試素材の調査

表-5の立木を材長3.2m、末口径13cm上に造材し、供試丸太を得て、各丸太の元口部から10cm厚のらせん木理測定用円板を採取し、材長3mの供試素材とした。各供試素材の調査はJASに準じて、またらせん木理は割裂法により測定した。

### (2) 製材木取り

調査した素材は原則として主製品12cm正角を製材したが、末口径の小さいものや、挽曲りの大きいものは10.5cm正角とした。副製品は4.5×12cmおよび、4.5×5.5cmの平割と9~12mm厚の板を採材した。

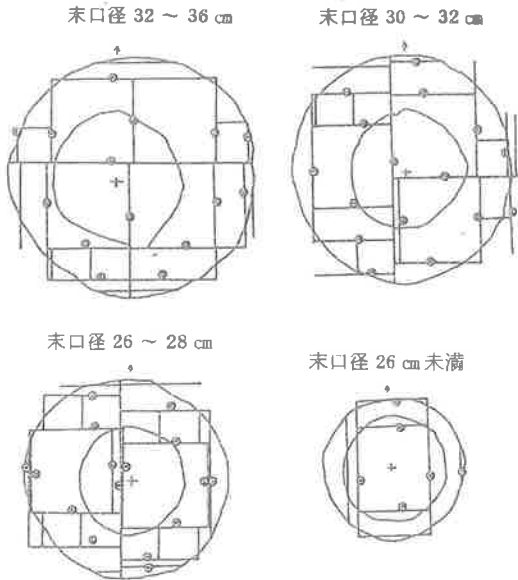


図-4 製材木取方法

木取り方法は原則として図-4のとおり末口径24cm以下のものは心持1丁取り（以後1丁取り）とし、末口径26cm以上の素材からは正角材が採材可能本数（以後多丁取り）を挽材した。

### (3) 製材品の欠点調査と乾燥方法

製材直後の節、丸身、曲り等の調査と、天然乾燥後における曲り、割れ、等の調査をJASに準じて実施したが、ねじれは加納氏の方法により測定し、材の一辺長との百分率で表わした。

天然乾燥方法は、同一条件のもとで実施すべきであるが、ここでは供試材の調達時期と調査管理の面から、A林分の製品は室内で6月~9月までの3ヶ月間、B林分のそれは1~6月上旬までの6ヶ月間室外にて栈積み乾燥を行なった。

### (4) 正角材の曲げ強度の測定

天然乾燥後、全数の正角材は集成材用曲げ試験機（2ton）を用い、スパン2mの中央集中荷重にて曲げヤング係数を調査した。また曲げ破壊試験はA・B林分の各立木径階のうち、大・中・小各1本分の正角材を用い、農林水産省林業試験場にて、スパン2.7m、3等分点4点重方式により実施した。

## 4. 素材の調査結果

### (1) 造材歩止り、細り、年輪巾、心材率、曲り等

ア. 造材歩止りはA林分が90%でB林分より4%ほど大きいですが、完満度の高い割合には差が小さかった。これはA林分の供試立木に二又木が含まれていたことが原因していると思われる。

イ. 供試素材の地上高別末口径は表-6のとおり、B林分に細り量の大きいうらごけ材が多

表-6 地上高別平均未口径

産地	径階	地上高 単位 cm							造林数
		I 0.2~3.2	II 3.4~6.4	III 6.6~9.6	IV 9.8~12.8	V 13~16.0	VI 16.2~19.2	VII 19.4~22.4	
A 北相木村	大	34	32	30	28	24	22	18	19
	中	25	23	21	19	17			15
	小	19	17	16	15				11
B 白田町	大	34	33	29	26	22	14		18
	中	27	25	23	18	16	13		15
	小	20	18	16	14	13			13

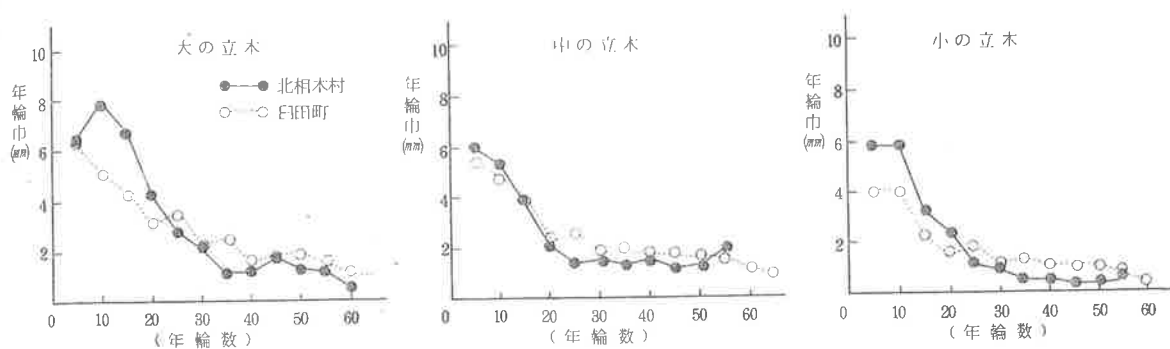


図-5 元玉末口における年輪巾

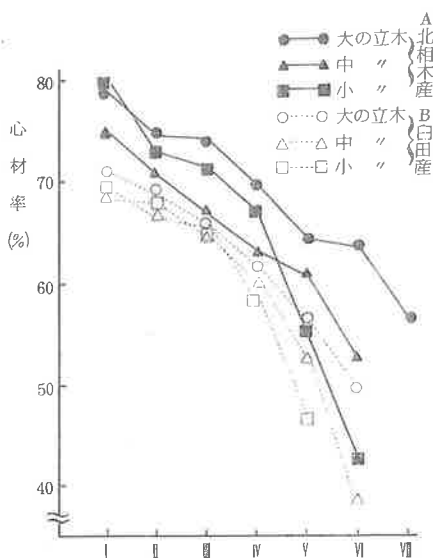


図-6 地上高別 心材率の変化

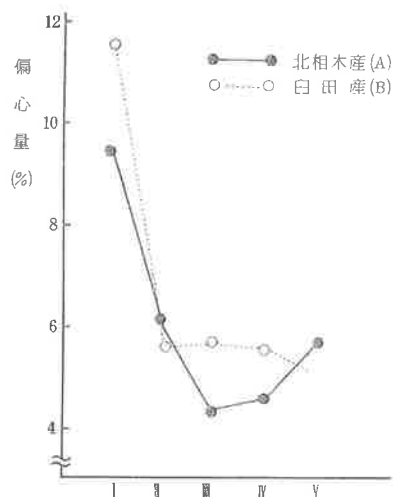


図-7 地上高別 偏心量(平均)の変化

く、産地による完満度の差が素材の細りに表われていた。  
 ウ。各素材の年輪巾は外周年輪になるほど小さくなるが、図-5のとおり立木径階に関係なく、20年輪附近までA林分の年輪巾が大きく、以後B林分のそれより小さく、A林分は早

期からウツ閉状態にあったことを示している。

エ. 図-6に元口部と未口部の心材率を平均して地上高別に示したが、地上高が低いほど心材率は大きく、立木径階別による傾向性はみられなかった。しかしA林分よりB林分の心材率が小さく、産地による差が見られた。これが立木密度や立地条件によるものか、今回の試験で明らかにすることはできなかった。

オ. 偏心量は図-7のとおり、両林分とも地上高が高いほど小さく、大の立木ほど大きくなる傾向にあったが、産地による差は認められず、素材の品等におよぼすものは見られなかった。

カ. 曲りは図-8のとおりA林分はB林分比べ、曲りの多い材であることが判る。A林分は立木径階が小さくなるほど、曲りの少ない素材が得られる傾向にあるが、B林分にはその傾向は認められなかった。

キ. 丸太材面に存する長径1cm以上の節数および延節径は両林分とも地上高が高くなるほど大きく、また素材の最大節径は力枝附近を最大として小さくなっている。しかしA林分は素材の四材面にわたり小さな死節が多い状態にあり、立木密度の差が表われたものと推定された。

## (2) 供試素材の品等

素材の品等をJASに基づき品等区分した結果を表-7に示した。素材品等に及ぼす主な欠点は節と曲りであり、その他の欠点は両林分とも目立たず、JAS 1等に該当するものはA林分4%、B林分12%で、B林分の品等が優れていた。この結果を、さらに素材の節と曲りによる欠点に区分して検討すれば、節に関しては大の立木ほど3等になる素材が多く、産地別では3等にランクされるものがA林分32%、B林分19%で節の影響はA林分に大きかった。これはA林分に死節の発生が四材面にわたっていたことと、JASでは死節の測定値を2倍にして評価することが大きく原因して、A林分は低ランクに格付けされたものと推定された。

曲りによる品等は、A林分において小の立木ほど高品等の割合が大きく、B林分はその逆の結果であった。また、JAS 1等の占める割合は、A林分54%、B林分74%であり、急傾斜地のA林分が曲りによる欠点が大きくあらわれていたが、両林分とも3等にランクされるものはみられなかった。

## 5. 製材品の調査結果

製材歩止りはA林分70%、B林分75%であった。この歩止りの差はA林分が巾5.5cmと12cmの平割を、B林分が巾12cmの平割を副製品として挽材したことから、B林分の素材に曲りが少なかったため、無理をして主製品の12cm正角を採材した結果である。

製材品は製材直後と天然乾燥後においてJASに基づき調査を実施したが、今回は正角製品

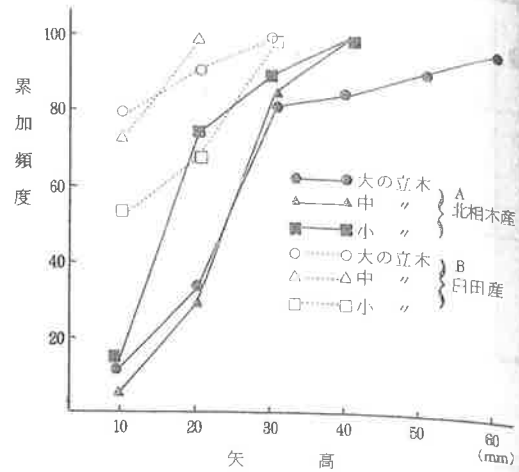


図-8 立木径階別 素材の曲り

表-7 供試素材の立木径階別、木取別等級割合

供試 材分	区 分		節			曲 り		総 合 品 等				供試素材 材積 (m <sup>3</sup> )
			1等	2等	3等	1等	2等	1等	2等	3等	計	
A 北 相 木 村	立木径階	大	24	26	50	50	50	—	50	50	100	4.459
		中	27	68	5	56	44	9	86	5	100	1.912
		小	26	74	—	70	30	13	87	—	100	0.913
	木取別	一丁取り	20	62	18	57	43	8	74	18	100	3.753
		多丁取り	30	23	47	51	49	—	53	47	100	3.531
計		25	43	32	54	46	4	64	32	100	7.284	
B 白 田 町	立木径階	大	26	41	33	84	16	18	49	33	100	3.873
		中	35	61	4	65	35	—	95	4	100	2.251
		小	48	52	—	52	48	17	83	—	100	1.017
	木取別	一丁取り	26	70	4	74	26	7	78	15	100	2.493
		多丁取り	35	38	27	73	27	15	58	27	100	4.648
計		32	49	19	74	26	12	65	23	100	7.648	

表-8 製材直後の総合品等

産 地	区 分		柱			梁		
			特 等	1 等	2 等	特 等	1 等	2 等
A 北 相 木 村	立木径階	大	27	53	20	11	65	24
		中	52	48	—	38	62	—
		小	27	73	—	37	63	—
	木取別	一丁取り	33	67	—	31	69	—
		多丁取り	31	45	24	13	60	27
平 均		32	55	13	21	64	15	
B 白 田 町	立木径階	大	17	47	36	9	45	46
		中	14	54	32	15	44	41
		小	7	79	14	29	57	14
	木取別	一丁取り	6	71	23	13	50	37
		多丁取り	18	46	36	13	45	42
平 均		15	54	32	13	46	40	

について報告する。

(1) 製材直後の品等

正角材のJASは柱・土台・梁の用途によって品等区分することになっている。しかし製材直後の評価では柱と土台用では大差ないので、柱と梁について評価した結果を表-8に示し



表-9 大中小径階別製材直後の欠点事項別品等割合

産地	区分		節径比			集中節径比			一角丸身			本数
			特等	1等	2等	特等	1等	2等	特等	1等	2等	
A 北相木村	立木径階	大	49	38	13	54	44	2	64	27	9	45
		中	100	—	—	52	48	—	81	19	—	15
		小	100	—	—	37	63	—	58	47	—	11
	木取別	一丁取り	93	7	—	40	60	—	69	31	—	32
		多丁取り	47	38	15	60	38	2	64	25	11	39
平均		68	24	8	51	48	1	66	28	6	71	
B 白田町	立木径階	大	31	41	28	35	41	24	42	48	10	48
		中	63	33	4	50	46	4	26	52	22	22
		小	73	27	—	50	50	—	7	86	7	12
	木取別	一丁取り	56	31	13	28	69	3	22	68	10	26
		多丁取り	41	40	19	47	32	21	38	48	14	56
平均		46	37	17	41	44	15	33	54	13	82	

表-10 地上高別 節径・集中節径比による製材品等

産地	品等区分	地上高別							正角材本数
		I 0.2~3.2	II 3.4~6.4	III 6.6~9.6	IV 9.8~12.8	V 13.0~16.0	VI 16.2~19.2	VII 19.4~22.4	
A 北相木村	特等	78	50	21	18	—	—	—	27
	1 //	22	38	79	64	86	67	100	38
	2 //	—	12	—	18	14	33	—	6
	正角材数	18	16	14	11	7	3	2	71
B 白田町	特等	71	26	24	8	—	—	—	25
	1 //	24	58	53	46	63	75	—	39
	2 //	5	16	23	46	37	25	—	18
	正角材数	21	19	17	13	8	4	—	82

表-11 節による素材と製材の品等

産地区分	素材区分		製材品等					
			強度基準			化粧基準		
木取方法		素材品等	特等	1等	2等	無節	小節	
A 北相木村	一丁取り	1等 (%)	80	20	—	100	—	
		2 //	35	65	—	50	50	
		3 //	—	100	—	—	—	
		本数計	12本	20本	—	2	1	
	多丁取り	1等 (%)	83	17	—	100	—	
2 //		25	50	25	67	33		
3 //		16	63	21	—	100		
本数計		15本	18本	6本	9	2		
全体		割合 (%)	38	54	8	16	4	
B 白田町	一丁取り	1等 (%)	40	60	—	—	—	
		2 //	20	65	15	—	—	
		3 //	—	100	—	—	—	
		本数計	6本	17本	3本	12本	1本	
	多丁取り	1等 (%)	78	17	5	100	—	
2 //		14	43	43	67	33		
3 //		12	59	29	—	—		
本数計		19本	22本	15本	12本	1本		
全体		割合 (%)	30	48	22	15	1	

た。

立木の径階では両林分とも小の立木ほどJ A S 2等の占める割合は少なく、木取別では多丁取りに2等材の出現が多く、また用途別では、柱用より梁用としてのJ A S基準がきびしくなっている。特等の占める割合はA林分の柱用が32%に対し、梁用21%で、B林分においては前者が15%、後者が13%で、両用途とも産地の差が認められる。

総合品等におよぼす欠点因子は節径・集中節径比と一角丸身が主なもので、曲りの影響はA林分の2本に過ぎなかった。

主な欠点による品等割合を表-9に示した。この結果から、節径比・集中節径比は大の立木ほど2等材の占める割合が大きく、木取別では多丁取りに多くなっている。これは大の立木ほど多丁取り用素材が得られ、製材により節を縦割りする結果によるものである。また産地別では節径比がA林分68%、B林分46%でA林分が優れており、集中節径比も林分の差は同様であった。

製材品が得られた地上高別の節の品等を表-10に示したが、両林分とも地上高が低いものほど特等の占める割合は大きく、V番玉以後の素材からはJ A S 1等以下の製品しか得られなかった。このことは、力枝附近以上の素材は、製材原木として低品質のものであることを示し、加納氏らの指てきと同様に枝下までの材積率がカラマツ材を利用するうえで指標的な意味を持つと思われた。

節による素材の品等と製材の品等をJ A Sにしたがって、強度基準と化粧基準に分け表-11に示した。この結果からあきらかなように、両林分とも、高品質の素材から無節や小節等の役物製品と特等材が得られ、特に多丁取りの素材にこの傾向が大きかった。しかし2等正角材の占める割合を素材品等で比較した場合、3等素材よりも2等素材が多くなっていた。また表-7の素材品等ではA林分に2~3等の素材が多かったにもかかわらず、A林分の製材J A S特等が38%でB林分より8%高く、素材のJ A Sと製品のJ A Sとの間に矛盾が生じた。

製材品の材面における節径は、A林分よりB林分に小さい製品が多く、密仕立の効果が認められる。しかし大径の立木になるほど木取り方法は多丁取りとなり、節を縦割りすることになるため、早期の枝打ちの必要性が認められた。

製品の丸身による影響は表-9のとおり、A林分に比べB林分が大きく、素材の曲りから推定して逆の結果を得た。これは前述の製材歩止りと同様に製材技術の差から生じたもので、今回の試験では、産地による差を求めることはできなかった。

(2) 天然乾燥後の品等

乾燥に伴って発生した割れと曲りについては、一般製材のJ A Sにより、またねじれについては枠組壁工法構造用製材のJ A Sに準じた表-12の基準にそって評価し、その結果を柱・土台・梁の用途別に表-13に示した。

表-12 ねじれの品等区分(%)

用途別	特等	1等	2等	等外
柱	~5	~11	~15	16.1以上
土台	~11	~16	~22	22.1以上
梁	~11	~16	~22	22.1以上

柱用は両林分とも、4丁取り以上の素材から得た心去り製品の1部が特等になった程度で、等外製品の占める割合はA林分21%、B林分48%であり、梁用としても同様の傾向にあった。

土台用としては特等製品の割合がA林分13%、B林分5%で、等外品は柱用と同程度であり、各

表-13 天然乾燥後の総合品等割合 (%)

産地	区分		柱 用				土 台 用				梁 用			
			特等	1等	2等	等外	特等	1等	2等	等外	特等	1等	2等	等外
A 北 相 木	立木 径階	大	10	42	42	6	20	47	27	6	10	50	34	6
		中	—	5	33	62	—	5	33	62	—	5	33	62
		小	—	—	73	27	—	7	73	20	—	7	66	27
	木取 法	1丁取り	—	3	53	44	—	9	51	40	—	9	47	44
		多丁取り	11	49	38	2	24	50	22	4	11	54	33	2
平均		6	28	45	21	13	32	35	20	6	34	49	21	
B 白 田	立木 径階	大	7	19	45	29	9	34	40	17	4	36	41	19
		中	—	4	37	59	—	7	34	59	—	4	37	59
		小	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100
	木取 法	1丁取り	—	—	—	100	—	—	—	100	—	—	—	100
		多丁取り	6	18	53	23	7	33	47	13	3	32	50	15
平均		4	12	36	48	5	22	32	41	2	22	34	42	

表-14 乾燥に伴う品等低下因子別割合 (%)

産地	木取別	材面 割れ	木口 割れ	曲り	ねじ れ	品等に 影響さ れない もの
A 北 相 木	1丁取り	41	91	50	59	3
	多丁取り	5	8	15	28	64
	計	37	45	31	42	37
B 白 田	1丁取り	100	96	—	81	—
	多丁取り	17	25	—	63	52
	計	44	48	9	68	35
合 計	1丁取り	48	66	20	49	—
	多丁取り	12	18	14	48	57
	計	33	46	19	56	36

用途とも産地の差を認められる。

一般的に言われているとおり、カラマツ材をこれらの用途として、天然乾燥後出荷することは問題の多いことが、この結果からも伺える。

乾燥に伴う欠点で総合品等におよぼす因子割合を表-14にしめす。

この結果から、欠点発生により品等が低下した正角は、1丁取りや、多丁取りの心持角に多かった。品質低下につながった欠点は、1丁取りの場合、A林分が木口割れ>ねじれ>曲り>の順に小さく、B林分が材面割れ>木口割れ>ねじれの順であった。また多丁取りでは、ねじれによるものが、A林分28%、B林分48%で最も大きく、その発生状態は産地による差がみられた。

表-15に天然乾燥後の欠点事項別品等割合をしめしたが、上記と同様なことがうかがえる。

(3) 乾燥に伴うねじれと、らせん木理の関係

カラマツ正角材のねじれ量は、らせん木理傾角と密接な関係にあり、正角材の得られた、元口円板により末口円板におけるらせん木理傾角との相関が高いといわれている。また末口円板における、らせん木理タイプによりねじれ量の大小に差がみられることが判っている。そこでカラマツ素材の末口部における、らせん木理の状態を図-9に示す、S回旋からZ回旋に移行する“ねじれがえし”の現象を呈したaタイプと、S回旋で一定、あるいは増減をくりかえす“ねじれがえし”のないbタイプに分類し、正角の地上高と心持、心去り別正角材のねじれ量を表-16に示した。

表-15 天然乾燥後の欠点事項別品等動合(%)

産地	区分		材面割れ				木口割れ				ねじれ(柱)				曲り(柱)			
			特等	1等	2等	等外	特等	1等	2等	等外	特等	1等	2等	等外	特等	1等	2等	等外
A 北 相 木	立木径階	大	84	9	5	2	81	5	12	2	63	23	14	-	81	-	16	3
		中	67	5	14	14	14	14	19	53	14	62	19	5	86	-	14	-
		小	46	7	40	7	-	27	53	20	7	26	60	7	67	-	33	-
	木取法	1丁取り	51	11	27	11	9	16	42	33	9	45	42	4	82	-	18	-
		多丁取り	95	3	-	-	93	5	2	-	73	22	5	-	78	-	18	4
		平均	75	8	12	5	55	10	20	15	44	32	22	2	80	-	18	2
B 日 田	立木径階	大	79	-	9	12	74	10	12	4	33	26	22	19	90	-	10	-
		中	41	-	-	59	37	15	44	4	26	22	15	37	89	-	11	-
		小	-	-	-	100	-	7	86	7	40	60	-	-	100	-	-	-
	木取法	1丁取り	-	-	-	100	3	13	78	6	19	27	13	41	100	-	-	-
		多丁取り	84	-	7	9	77	10	10	3	38	31	19	12	87	-	13	-
		平均	57	-	5	38	53	11	32	4	32	30	17	21	91	-	9	-

表-16 らせん木理と地上高別製材品のねじれ量(%)

タイプ	らせん木理	区分	地上高							
			I	II	III	IV	V	VI	VII	
a	ねじれがえしの有る素材	心持	最小	-0.6	-2.9	-4.1	-4.8	-10.4		
			最大	-9.1	-15.5	-15.9	-15.4	-17.6		
		平均	-5.2	-7.1	-8.6	-8.2	-14.0			
		標準偏差	2.07	4.20	3.99	3.30	3.60			
		試料数	12	11	8	8	2			
	心去	最小	+2.8	+6.0	+4.9	-2.4				
		最大	-6.5	-3.1	-4.4	-6.3				
		平均	±2.7	±2.7	±3.4	-4.0				
		標準偏差	1.60	1.62	1.04	1.68				
		試料数	14	11	5	3				
b	ねじれがえしのない素材	心持	最小	-5.5	-7.6	-5.9	-13.9	-8.7	-7.9	-10.9
			最大	-16.8	-18.6	-22.1	-24.8	-29.3	-28.0	-14.6
		平均	-11.1	-12.9	-13.3	-17.7	-16.5	-16.5	-12.7	
		標準偏差	4.04	4.19	5.26	3.43	7.61	6.08	1.85	
		試料数	6	5	10	9	10	6	2	
	心去	最小	-2.4	-2.6	-3.7	-5.7	-8.9			
		最大	-14.7	-14.2	-17.9	-19.3	-9.6			
		平均	-7.9	-7.9	-7.7	-9.5	-9.2	-6.9		
		標準偏差	4.48	4.37	4.64	5.69	0.42			
		試料数	7	7	9	4	2	1		
計	心持	平均	-7.7	-8.9	-11.2	-13.3	-16.1	-16.4	-12.7	
		試料数	18	16	18	17	12	6	2	
	心去	平均	±4.5	±4.7	±6.2	-5.7	-9.2	-6.9		
		試料数	21	18	14	7	2	1		

注) (-)はS方向, (+)はZ方向を示す。

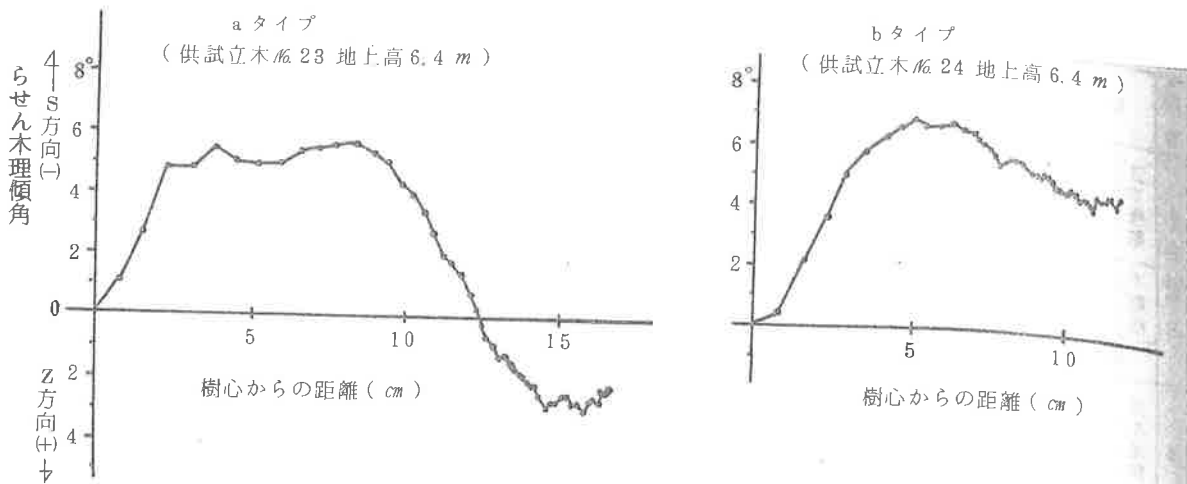


図-9 らせん木理のタイプ分け

これから、*a*・*b*タイプとも正角材のねじれ量は、地上が高くなるほど大きくなる傾向にあるが、心持正角より心去り正角のねじれ量が小さく、安藤氏らの研究と同様な結果を得た。

またねじれ量は*a*タイプが小さく、*b*タイプの1/2程度で、そのバラツキの範囲も小さいことを示し、この“ねじれがえし”がカラマツ材のねじれ量に対する指標的な意味をもつことが、今回の試験でも再確認された。

このことから“ねじれがえし”の素材が材積、本数ともに少なかったB林分がねじれによって、大きく品等低下をしたと推定された。しかしこのねじれがえしの発生が立地あるいは保育方法の差によるものか明らかにすることはできなかった。

表-17 ねじれがえし開始年数別発生状況

産地	開始年 (年)							計
	~10	~20	~30	~40	~50	~60	60~	
A 北相木	—	3	6	7	5	2	—	23
B 白田	—	3	3	1	7	3	3	20
計	—	6	9	8	12	5	3	43

各素材の“ねじれがえし”開始樹齢は表-16のとおり、両産地とも10年代~60年代まで巾が大きく、出現本数の多いのはA林分30年代、B林分40年代であって、樹齢が大きくなるほど、“ねじれがえし”のある素材が多くなり、Ⅱの項で述べた、良質柱材を得るには、未口径のほか、

表-18 製材直後と天然乾燥後における曲り割合 (%)

産地	木取別	製材直後の曲り量				天然乾燥後の曲り量					
		0~3 <sup>mm</sup>	~6	~9	計	0~3 <sup>mm</sup>	~6	~9	~12	12以上	計
A 北相木	1丁取	66	34	—	100	44	37	16	—	3	100
	多丁取上	87	8	5	100	46	33	8	5	8	100
	計	77	20	3	100	45	35	11	3	6	100
B 白田	1丁取	81	19	—	100	88	12	—	—	—	100
	多丁取上	70	30	—	100	45	43	9	3	—	100
	計	73	27	—	100	59	33	6	2	—	100

樹齡60年生よりも80年生以上が良いとしていることがうなずける。

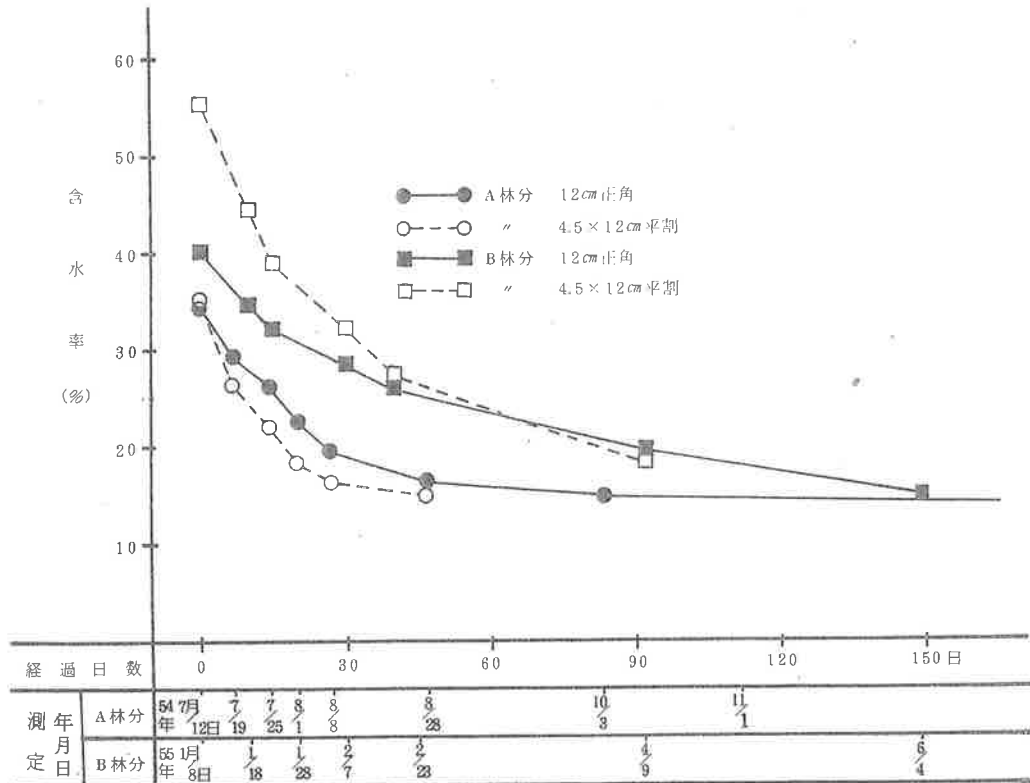
以上からねじれ量の少ない正角材を得るには、素材表面の繊維傾斜がないか、Z方向の素材を選木し、2丁取り以上の木取りで製材することが必要であり、また樹齡が30年以上にならないと、ねじれがえしの素材が得られにくいことから、伐期齡はなるべく大きくすることが望まれる。

(4) 乾燥後における曲りの変化

製材直後と天然乾燥後における曲りの発生状況を表-18に示した。これから、1丁取りの曲りは、A林分に増大するものが多く、B林分には少なく、向山らの調査と同様に素材の曲りと密接な関係にあると推定された。また多丁取りの場合、柾目面が増大し、板目面が減少の傾向にあり、製材時に発生する板目面の曲りは挽きなおすの必要なく、これとは反対に心割木取りで発生する柾目面の曲りは挽きなおしの必要があることを示した。

表-19 材面割れと木口割れの発生量

産地	木取別	供試数	材面割れ			木口割れ		
			発 生 個 体 数	最多材面 の長さcm (平均)	四材面の 延長さcm (平均)	発 生 個 体 数	最多材面 の長さcm (平均)	四材面の 延長さcm (平均)
A北相木村	1丁取り	32	15	110	142	28	57	78
	多丁取り	39	1	77	77	10	14	19
	計	71	16	108	138	38	45	63
B白田町	1丁取り	26	26	274	776	26	47	104
	多丁取り	56	14	123	174	18	20	25
	計	82	40	223	565	44	36	72



注 A林分 伐採S53年10月下旬 製材54年7月上旬(室内天然乾燥)  
B林分 " S54年10月上旬 " 54年12月中旬(室外 " )

図-10 乾燥経過

(5) 乾燥に伴う材面割れと木口割れ

材面割れと木口割れの発生量を表-19に示したがA林分の一丁取りはB林分のものに比べ本数と長さにおいても小さく、多丁取りでも同様なことがうかがわれ、その大部分が心持正角に発生していた。

加納氏らは、割れの発生は急傾斜地の林分の供試木に比べ、平坦地のものに少ないとしているが、今回の試験ではB林分に比較して急傾斜地であるA林分のものに少なかった。これは、乾燥時期・乾燥場所などの乾燥方法が異なり、また、図-10の含水率変化にも差がみられること等が原因したと考えられる。したがって産地による割れ発生量の差を比較することはできな

表-20 正角材の曲げヤング係数

産地	区 分		比 重 $\rho$		年 輪 巾 $mm$		曲げヤング係数 $10^3 kg/cm^2$	
			平 均	標準偏差	平 均	標準偏差	平 均	標準偏差
A 北 相 木	立 木 径 階	大	0.463	0.041	4.4	1.307	76.8	11.8
		中	0.467	0.037	4.1	0.668	86.3	11.4
		小	0.461	0.024	4.2	1.026	83.5	6.0
	木 取 法	1丁取り	0.467	0.033	4.1	0.818	84.1	9.42
		多丁取り	0.460	0.040	4.5	1.367	76.7	12.62
	平 均	0.463	0.038	4.3	1.162	79.9	11.7	
B 白 田	立 木 径 階	大	0.534	0.023	3.5	0.509	90.0	9.9
		中	0.556	0.025	2.9	0.452	100.6	13.0
		小	0.559	0.031	2.3	0.347	112.0	12.4
	木 取 法	1丁取り	0.553	0.029	2.8	0.648	100.3	17.1
		多丁取り	0.539	0.025	3.3	0.589	94.1	11.4
	平 均	0.544	0.027	3.2	0.651	96.1	13.7	
合 計			0.506	0.051			88.6	15.2

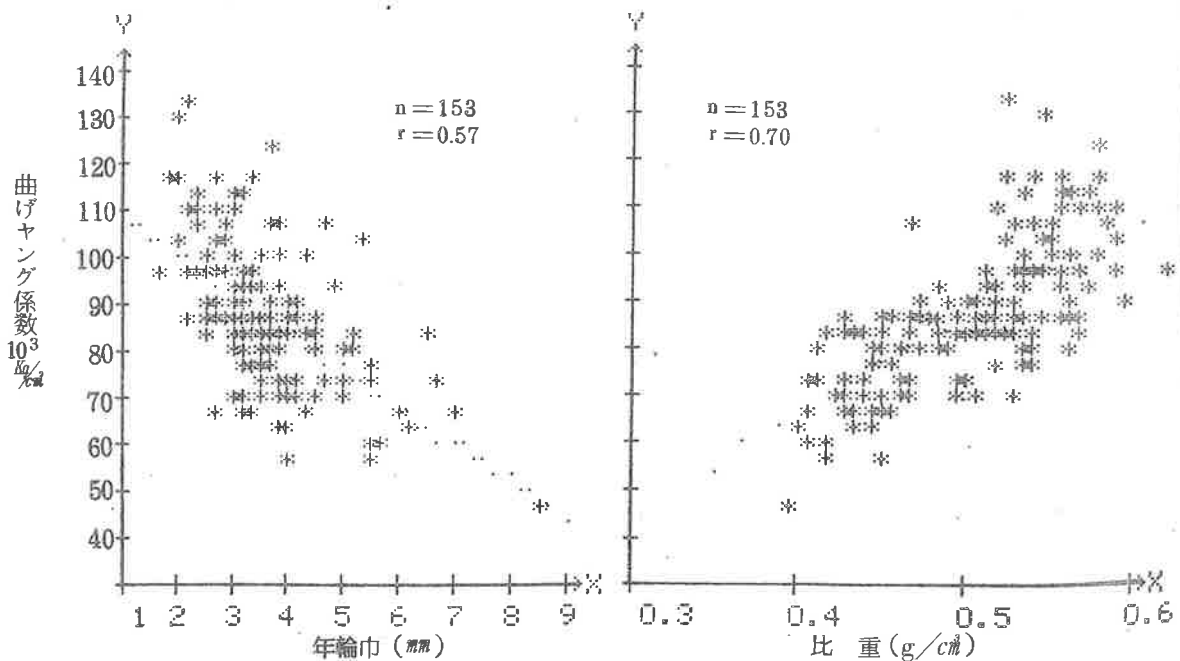


図-11 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

いが、乾燥条件によって差が大きいことがうかがえる。

## 6. 強度試験の結果

### (1) 曲げ剛性試験

非破壊剛性試験の結果得られた曲げヤング係数を表-20に示した。これから、正角材の曲げヤング係数は両林分とも大の立木ほど小さく、また1丁取りより多丁取りが小さい値をしめし、肥大成長のよい立木ほど剛性性能は小さいことを示した。また、産地間ではA林分が平均80 ton/cm<sup>3</sup>、B林分が同じく96 ton/cm<sup>3</sup>で、B林分の性能が優れていたが、各径階における、心持正角と心去り正角の間には有意な差が認められず、心去り材と心持材は剛性性能が同程度であった。

曲げヤング係数と年輪巾および比重との関係を図-11に示したが、両者とも高い相関にあり、曲げヤング係数に対して年輪巾と比重が指標的役割を持ち、年輪巾の大きいA林分の曲げヤング係数が小さくなったものと考えられた。しかし、節径比、集中節径比、材長の中央1/3区間の材縁の節径比および、製材のJAS品等との間になんら関係を見い出すことはできなかった。

### (2) 曲げ破壊試験

正角材の曲げ破壊試験結果を表-21に、また曲げヤング係数と曲げ強さの関係、年輪巾・比

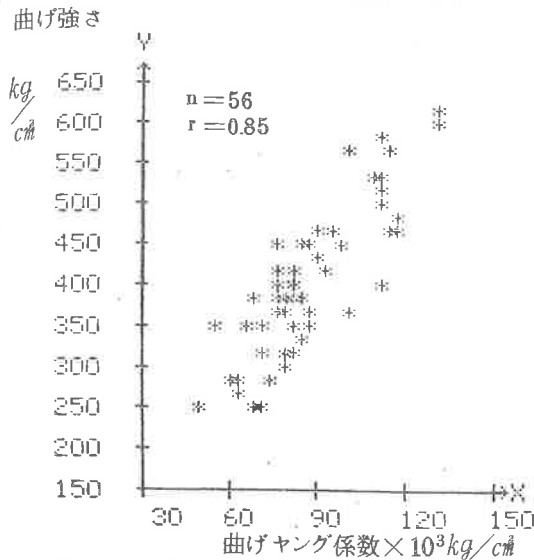


図-12 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

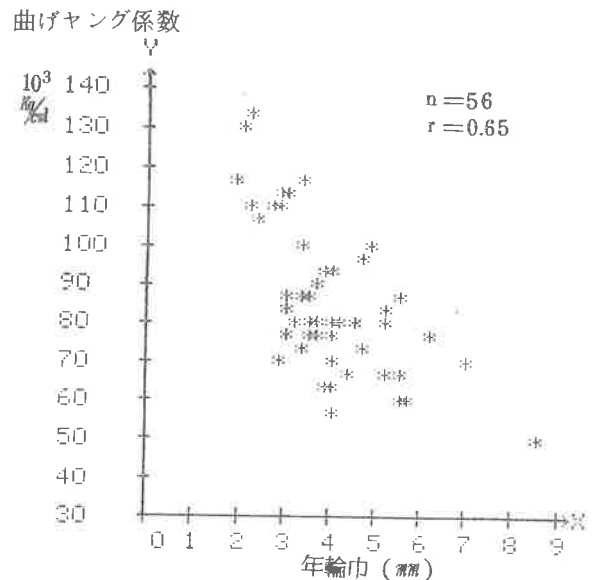


図-13 年輪巾と曲げヤング係数の関係

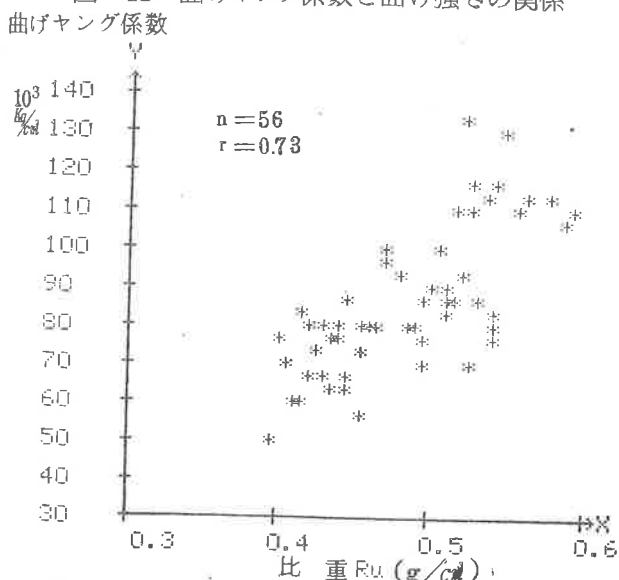


図-14 比重と曲げヤング係数との関係

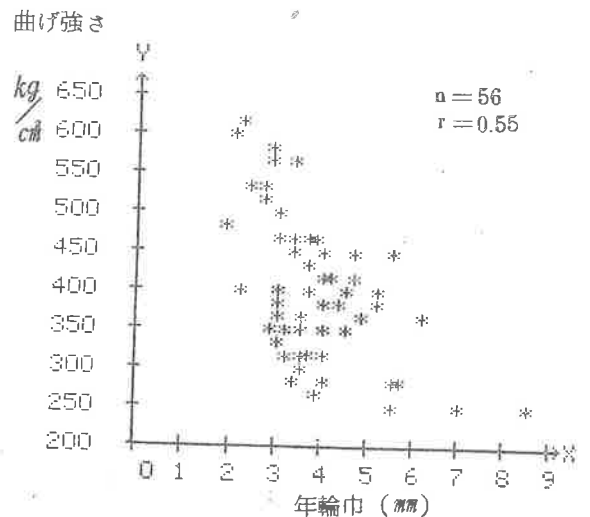


図-15 年輪巾と曲げ強さとの関係



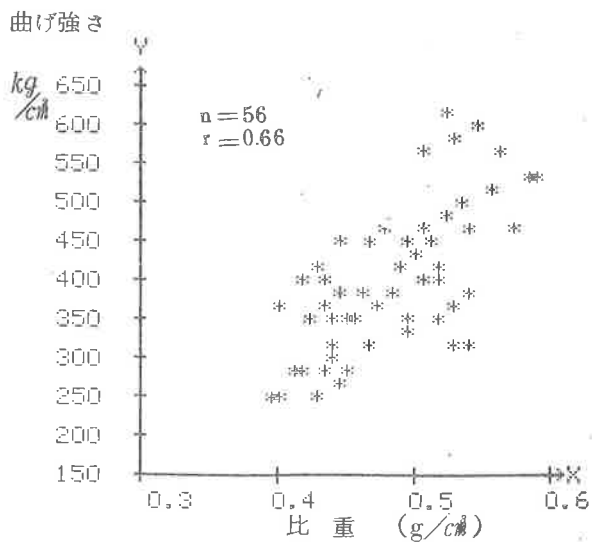


図-16 比重と曲げ強さの関係

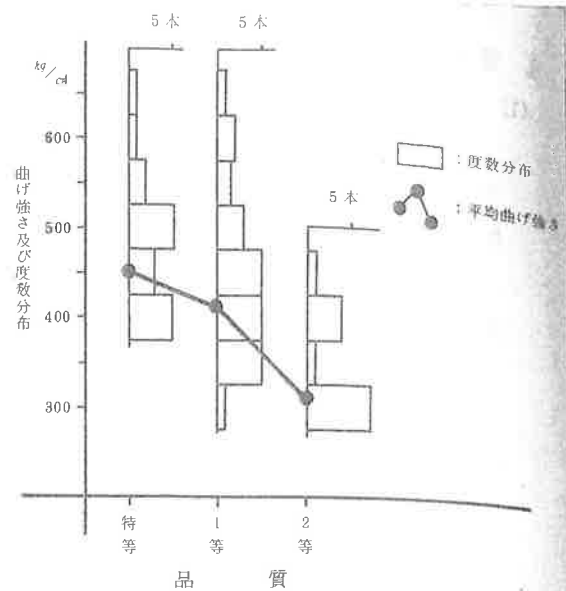


図-17 JIS品等と曲げ強さの関係

重と曲げヤング係数、および曲げ強度との関係を図-11~16に示したが、それぞれに有意な相関が認められた。非破壊剛性試験の結果と同様にB林分の実大材の強度性能はA林分より優れていた。

節と年輪巾によるJAS品等(柱用)と曲げ強さの関係は図-17に示したとおりバラツキが大きく平均値は特等449kg/cm<sup>2</sup>、1等422kg/cm<sup>2</sup>、2等318kg/cm<sup>2</sup>で、集成材JAS2等の300kg/cm<sup>2</sup>以上に相当していた。しかし、曲げヤング係数の基準90 ton/cm<sup>2</sup>以上に概当するものは、両林分とも中・小径立木から得た正角材に限られており、強度的に優れたものを得るには、樹齢に応じた径級の立木を選定するか、あるいは生長をコントロールする必要があると思われる。

### ま と め

本研究は、高齢の主伐林分を対象として、材種別生産量と販売価格、および素材と製材の品質を調査し、カラマツ良質材としての材質指標の知見を得ることを目的として実施した。

調査結果をまとめると次の通りである。

- (1) カラマツ材の生産目標は、价格的に最も有利な長尺電柱や杭丸太を生産するなかで役物建築材仕向の素材を指向することが必要である。
- (2) カラマツ素材の品質は未口径30cm以上になって価格に影響を与える。
- (3) カラマツ建築材のうち、材質に留意している部材は、柱用を中心とした内装用材であって、未口径約40cm以上で心材は赤味を帯びて、偏心量・ヤニ分の少ない、柾目の役物材が得られるものを最適としている。
- (4) 高密度林分ほど小さな死節が四材面にわたって発生するため、素材JASでは低品質材が多くなり、製材JASでは材面の節径が小さくなって、高品質の製品が得られやすい傾向にあった。
- (5) 枝下までの材積率がカラマツ材を利用するうえで指標的な意味を持つと思われる。
- (6) ねじれの少ない正角材を得るには素材表面の繊維傾斜がないか、Z方向の素材を選木し、なるべく2丁取り以上の木取りで製材することが必要である。
- (7) 素材の曲りと製材の曲りとは密接な関係にある。

表一21 曲げ強度試験結果

産地	区分	n	曲げ強さ	比例限度	曲げヤング係数	$\sigma_p / \sigma_m$	気乾比重	平均年輪	試験時含水率	
			$\sigma_m$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_p$ kg/cm <sup>2</sup>	$E_L$ ×10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>		Ru g/cm <sup>3</sup>	b mm		u %
A 北相木村	立木径階	大	334.0 (54.2)	213.6 (34.4)	71.9 (9.2)	0.64 (0.11)	0.432 (0.02)	4.8 (1.3)	15.9 (0.2)	
		中	510.0 (58.8)	338.6 (66.9)	97.7 (11.2)	0.66 (0.10)	0.496 (0.02)	3.8 (0.6)	16.1 (0.2)	
		小	396.0 (35.2)	273.0 (15.5)	89.3 (7.9)	0.69 (0.08)	0.461 (0.01)	5.1 (0.4)	15.9 (0.2)	
	木取別	一丁取り	10	446.0 (82.8)	298.9 (65.3)	92.6 (10.9)	0.67 (0.09)	0.479 (0.02)	4.3 (0.8)	16.0 (0.2)
		多丁取り	20	335.0 (55.4)	213.9 (35.2)	71.5 (9.3)	0.64 (0.12)	0.43 (0.02)	4.8 (1.3)	15.8 (0.2)
	平均	30	372.0 (84.0)	242.3 (62.0)	78.5 (14.0)	0.65 (0.11)	0.446 (0.03)	4.6 (1.2)	15.9 (0.2)	
B 白田町	立木径階	大	391.0 (44.6)	249.7 (36.0)	84.5 (6.0)	0.64 (0.07)	0.516 (0.02)	3.5 (0.5)	16.6 (0.5)	
		中	521.0 (35.9)	345.1 (41.7)	113.7 (2.6)	0.66 (0.06)	0.565 (0.02)	2.9 (0.3)	17.2 (0.4)	
		小	534.0 (82.2)	380.2 (61.2)	124.3 (9.0)	0.71 (0.06)	0.529 (0.01)	2.1 (0.1)	16.6 (0.8)	
	木取別	一丁取り	9	482.0 (93.0)	324.6 (70.9)	111.2 (18.1)	0.67 (0.07)	0.545 (0.02)	2.7 (0.6)	16.6 (0.8)
		多丁取り	17	430 (71.0)	280.1 (62.9)	91.8 (13.2)	0.65 (0.06)	0.523 (0.03)	3.4 (0.5)	16.7 (0.5)
	平均	26	448.0 (83.7)	295.5 (69.1)	98.5 (17.7)	0.66 (0.07)	0.531 (0.03)	3.1 (0.6)	16.8 (0.6)	

注) ( )は標準偏差

- (8) 心割り木取りで製材時に発生する柁目面の曲りは挽きなおしの必要があり、板目面の曲りは乾燥に伴って減少するため、挽きなおしの必要がない。
- (9) 実大材の曲げ強度はJAS特等450kg/cm<sup>2</sup>、1等420kg/cm<sup>2</sup>、2等320kg/cm<sup>2</sup>であったがバラツキが大きかった。
- (10) 曲げ強さと曲げヤング係数および比重は正の相関にあり、また曲げヤング係数と年輪巾は負の相関を示めし、カラマツ強度性能を知るうえで、比重・年輪巾が指標的な意味を持っている。
- (11) 大の立木から得られる製品ほど曲げヤング係数は小さくなる傾向にあり、強度性能の弱いことを示した。
- (12) 曲げヤング係数と節径比、集中節径比、材長中央1/3区間の材縁の節径比および製材のJAS品等との間に傾向性を見い出すことはできなかった。

## おわりに

本試験では調査林分が少なく、また資料数が限定されたため、おおよその良質材としての指標因子を把握するにとどまった。今後はこれらの因子を数値化するため、資料の集積をはかって行くことが必要である。

この試験を進めるにあたって、小海町小清水林業より資料の提供を賜わり、また長野営林局および白田営林署の方々に多大のご協力を頂いた。ここに深く感謝の意を表する次第である。

## 参考文献

- 1) 向山繁人ほか：カラマツ良質材の材質指標に関する研究（Ⅰ）：長野林指業務報告（1978）
- 2) 三村典彦ほか：カラマツ建築利用実態調査：長野林指導所（1980）
- 3) 向山繁人ほか：カラマツ良質材の材質指標に関する研究（Ⅱ）：長野林指業務報告（1979）
- 4) 武井富喜雄：カラマツ良質材生産林分の保育技術について：長野林指業務報告（1979）
- 5) 大倉精二ほか：樹木の回旋性について：信大農学部学術報告Ⅰ（1952）
- 6) 加納孟ほか：カラマツ用材品質（Ⅰ）：林試報告：（1964） №162
- 7) 向山繁人ほか：カラマツの利用開発試験（製品の圧縮乾燥）：長野林指業務報告（1978）
- 8) 向山繁人ほか：カラマツの材質育種に関する研究（Ⅲ）：長野林業指導所（1978）
- 9) 安藤賢吾ほか：カラマツ大径木の材質試験：長野林指業務報告（1970）
- 10) 向山繁人ほか：針葉樹小径材の製材と加工に関する研究：長野林指業務報告（1978）
- 11) 加納孟ほか：カラマツ材の用材品質について（Ⅱ）：林試験報告（1965） №182