

## 幾寅産カラマツ人工林材の材質

川 口 信 隆 高 橋 政 治  
大久保 勲\*

### The Wood Qualities of Karamatsu Grown in the Ikutora District Plantation

Nobutaka KAWAGUCHI Masaji TAKAHASHI  
Isao OKUBO

Quality, grade and strength tests were performed on logs and sawn squares taken from large-diameter Karamatsu, *Larix leptolepis* Gord., trees grown in the plantation of the Ikutora National District Forestry Office. The results of the tests are summarized as follows:

- (1) Orderly variations were recognized in gravity, mechanical strength, etc., from pith towards bark within a trunk.
- (2) A trunk could be divided into juvenile wood and mature wood. The former would include the part from the pith to about the 15th annual ring or about 6 centimeters from the pith, the latter being the part outside it.
- (3) Knot existence usually affects log grades. However, few of the squares taken from logs sawed in several sawing procedures failed to meet the standards because of the knot existence.
- (4) After air drying, the majority of the tested squares were ranked higher in connection with bows, twists and checks than others tested so far.
- (5) As for the static bending strength of full-size squares, the strength was small in boxed heart squares but large in side-cut squares; medium in squares having a pith on their surface or in any one corner. In baby scantlings, the strength was found to be as large as, or larger than, in side-cut squares.

幾寅営林署産のカラマツ大径材について素材と製材の材質、品質及び強度性能について試験を行った。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) 比重や強度的性質等は、樹幹内で髄から樹皮に向かって規則的な変動を示した。
- 2) 樹幹内を未成熟材部と成熟材部に分けることができるであろう。前者は髄から約15年輪、または約6cmの距離までであり、後者はその外側の部分である。
- 3) 通常、素材の品等は節に影響される。しかし、何通りかの木取りで得られた製材品では、節により格外になるものは少なかった。
- 4) 乾燥後の製材品では、曲がり、ねじれ、割れについて、既往の知見のものより上位等級にランクされるものが多かった。
- 5) 実大材の曲げ強さは、心持ち角材が弱く、心去り角材が強い、心割り角材と心がかり角材はこれらの中間の強さであった。平割り材の強さは心去り角材に比べて同等かそれ以上であった。

## 1. はじめに

北海道の人工林面積は約147万haである。そのうちほとんどが針葉樹で、植林されているものは郷土樹種のトドマツ、エゾマツ類とカラマツの3樹種で9割以上を占めている。

カラマツは、昭和30年代の林力増強計画で拡大造林の代表樹種として大量に植栽された。これらの林は、現在IV～V齢級が最も多く、30年生以下のものが85%を占めている。当初の施業は、生長が早く保育管理もしやすい樹種を対象に、短伐期で、中・小径材の生産を目標とした。また、当時の木材需要の状況は、丸太のままで利用できるものが多く、それらは坑木、杭丸太、建築用仮設材や農業用資材であった。しかし、産業構造の変化により、これらの用途は代替材に置き換わり使用量が減少した。

民有林などのカラマツ林からの主伐あるいは間伐材は、若齢で、なおかつ原木の径の細いものが多い。現在これらの中・小径材の用途は、ダンネージ材や梱包材等の比較的付加価値の低いものが大半である。また、ここ数年前から丸太小屋のブームで円柱材としての使用が増えているが、カラマツ材の需要拡大をはかるためにも、需要が多く価値の高い建築用構造材に利用することが強く望まれる。この場合でも上記の民有林から出材されるような、中・小径材で挽材されるものは心持ち角材等が主な製品となる。心持ち材は、未成熟材部を多く含んでいることなどにより利用上問題点が多い。

本来、カラマツは、優れた材であるが、その性能を十分発揮するためには40年以上の樹齢が必要なことも知られてきた。このため、林業側では、伐期を延長して、良質な大径材生産を指向する機運が高まりつつある。しかし、本道では、カラマツ長伐期大径材の事例は少なく、その材の材質を検討した資料も多くない。

造林木は生長のおう盛なことが望まれるが、針葉樹の場合では年輪幅の増大に伴う材質の低下が懸念される。したがって、生長のおう盛な材の材質を明らかにする必要がある。

今回、比較的高樹齢でおう盛な生長が続き大径材に

なったカラマツ人工林材について、一連の材質試験を行ったので、その結果の概要を報告する。

## 2. 供試材料

供試材料は幾寅営林署管内114林班口小班の林齢67年生のカラマツ人工林材である。この林は、大正8年植栽のトドマツ造林地の林縁に、3～4本ずつ列状に約200mにわたって植栽されており、その保育経過は不明である。このカラマツ人工林木の総本数は62本、平均胸高直径44cm（18～76cm）であった。この林から21本の立木を伐採した。立木の胸高直径は32～66cm、樹高23.3～30.8m、枝下高7.2～20.9mであった。21本中、心腐れのあった立木は4本（19%）で、樹高方向に最も長いもので180cmまで腐朽がはいっていた。

これらの立木から、材質試験用に供試木6本を選定した。ここでは、これら6本の供試木についての試験結果を報告する。

第1表に供試木の概要を示す。この立木を地上高0.3mで伐倒後、4mごとに玉切りV～VI番玉まで採材し、33本の供試丸太を得た。第2表に供試丸太の末口径を示す。

この供試丸太を日本農林規格に従って素材区分すると、小の素材（14cm以下）が4本、中の素材（14～28cm）が15本、大の素材（30cm以上）が14本であった。この状態で素材品質を調べた。なお、林のほぼ平均木に相当するNo.3と優勢木に相当するNo.6については、各玉番丸太の元口からまず材長1mの丸太を、次いで厚さ5cmの円板を採材し、1m材は無欠点小試験体用の供試材とした。他の供試丸太では、それぞれの末口径

第1表 供試木の概要

供試木番	木号	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	素材材積 (m <sup>3</sup> )
1		42	25.8	17.8	1.373
2		44	30.0	7.8	1.432
3		46	29.8	10.5	1.603
4		46	25.3	8.3	1.132
5		56	28.3	11.6	2.146
6		66	30.3	11.3	2.571

注) No.4の立木に心腐れがある

第2表 供試木の玉番べつ末口径 (cm)

供試木番号	玉 番 号					
	I	II	III	IV	V	VI
	4.3	8.3	採 材 12.3	高 (m) 16.3	20.3	24.3
1	33.5	31.2	27.5	24.0	17.3	—
2	35.5	31.0	28.3	23.0	17.0	—
3	34.7	33.2	29.5	25.8	19.6	12.6
4	30.5	28.4	25.3	21.7	13.0	—
5	40.0	37.3	32.5	30.2	21.0	12.2
6	47.3	42.3	36.8	29.5	19.7	12.0

から同様に円板を採取した。これらの円板は年輪幅、夏材率及び容積密度数試験材用にあてた。

### 3. 試験方法

#### 3.1 立木の生長及び基礎材質試験

##### 3.1.1 年輪幅と夏材率

各円板の末口側の木口面上で、山谷、左右方向に髓を通る十字の基準線を設定した。この基準線上で髓から外側へ連続して、年輪幅と夏材幅をそれぞれ測定した。測定には精度1/10mm読みのメスルーペを使用した。また1年輪内での春材部と夏材部の境は、肉眼で色調の濃淡を判定した。

##### 3.1.2 容積密度数

No.3 (平均木) とNo.6 (優勢木) の立木2本について、年輪幅と夏材幅を測定した後の円板から、方向べつの基準線を含むように幅3cmのストリップスを取り、これを髓から5年又は10年輪ごとの年輪界にそって雲型ナイフで分割した。このブロックについて浮力法で体積を求め、その後、全乾状態にし重量を求め、容積密度数を計算した。

##### 3.1.3 無欠点小試験体の強度と収縮試験

No.3とNo.6の各丸太から採材した材長1mの供試丸太で、方向べつに髓を含む厚さ3.5cmのまさ目板を木取り、天然乾燥後、髓から外側にそれぞれ3cmごとに連続して分割した。この棒状のストリップスから断面2.5×2.5cmサイズの曲げ、圧縮、せん断試験体及び収縮率測定用試験片を製作した。この試験片を直ちに恒温恒湿室 (20℃, 65%R. H.) に入れ、調湿し

たものについてJISに準じて強度試験を行った。

収縮の試験では、恒温恒湿室で調湿したものを気乾材、その後、試料が水中に十分沈むまで水を減圧注入したときの状態を生材、また105℃の電気式乾燥器中で十分乾燥し恒量に達したものを全乾材とした。それ

ぞれの状態のときの寸法から収縮率を求めた。

### 3.2 実大試験

#### 3.2.1 立木の細りと素材の品等

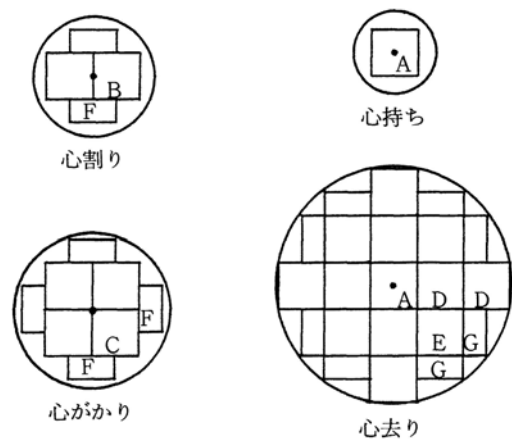
立木の細りは、供試丸太の元口と末口径の差から長さ1mあたりに換算して細り率を求めた。

素材の品等は、日本農林規格に従って等級格付けを行った。また、欠点項目べつの等級もそれぞれ格付けした。

#### 3.2.2 製材の木取り方法及び品等

製材の木取りは、一般建築用材に多く使われる柱材 (10.5cm正角材) を中心に行った。なお、製材方法と製品の名称を第1図に示す。

すなわち、10.5cm正角材木取りで、末口径22cm以下の供試丸太は心持ち角材 (A) 1丁取り、24~28cmまでは心割り角材 (B) 2丁取り、30~32cmのものは心がかり角材 (C) 4丁取りとし、これ以上の太さのも



第1図 製材の木取り方法及び製品品の名称

のは完全な心去り木取りで二方まさ角材 (D) 及び四方まさ角材 (E) とした。副材は4.5×10.5cmの平割り材をできるだけ多く採材した。また平割り材については、板目材 (F) と追まさ材 (G) に区別した。

この結果、得られた製材品は正角類で心持ち角材が26本、心割り角材13本、心がかり角材26本、心去り二方まさ角材35本、心去り四方まさ角材17本、平割りで板目材が34本、追まさ材が17本である。これらの製材品を製材直後に節と丸身で、天然乾燥後に曲がり、ねじれ、割れで、それぞれ項目べつにJASによる品等級付けを行った。

### 3.2.3 製材の強度

製材品の乾燥による欠点を調査した後、スパン270cm, 3等分点4点荷重条件で曲げ試験を行った。なお、荷重方向は正角類では主にまさ目面とし、平割りは、材幅の狭い面より負荷した。また、試験時の平均含水率で正角材は16.5%, 平割り材が13.9%であった。

高24.3mの試料円板では2.2mmになっている。

次に、夏材率では、供試木、採材高の違いで大きな差はなく25~30%のものが大半を占めた。

樹高生長では、樹高が20~21mの高さに到達するのに要する年数は31~34年と、供試木べつに大きな差がなく、ほぼ同程度の生育状況であった。しかし、それ以降の生長に違いが認められた。

この林の生長を常法の樹幹解析と異なるが、林齢30年生時で推測すると、道内のカラマツ人工林収穫予想表のI等地とほぼ同程度であった。

今回、これらの林のほぼ平均木に相当するNo.3と優勢木に該当するNo.6の立木について、樹幹内の年輪幅の推移を第2図に示す。この図には胸高部位と、ほぼ枝下高の9.3m及び一般材木取りのV番玉に相当する17.3mを取りあげた。

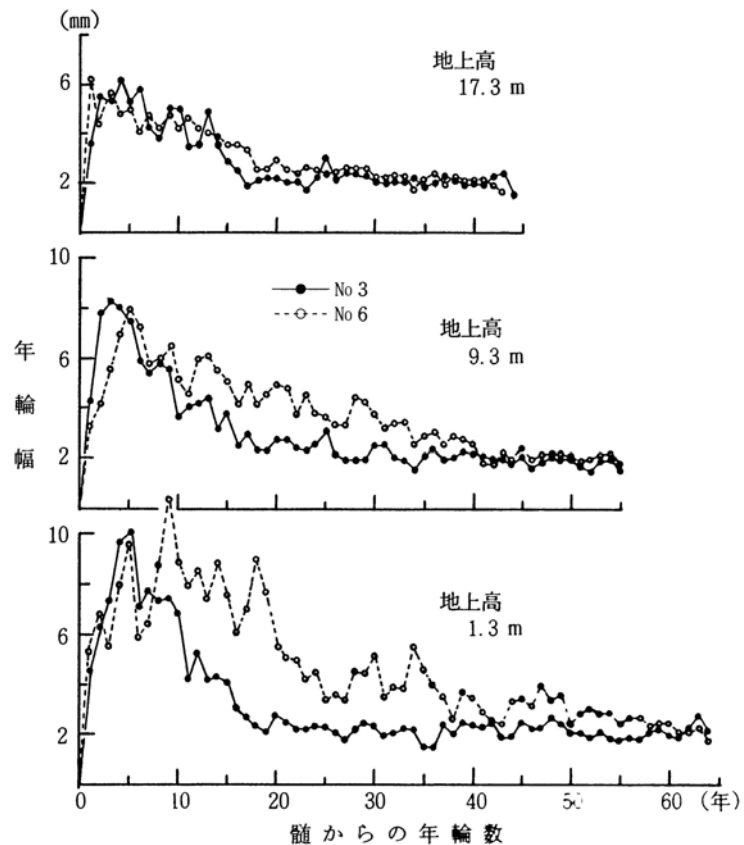
樹幹内の年輪幅の大きさは、No.3ではいずれの地上高の場合でも、髓付近の15年輪までの年輪幅は広く、

## 4. 結果と考察

### 4.1 立木の生長及び基礎材質試験

#### 4.1.1 年輪幅と夏材率及び生長経過

木材の材質は、その立木の生長の優劣に影響されることが大きい。供試丸太の採材高べつ円板での平均年輪幅は、No.6以外のものではほぼ同程度の大きさであった。特に、採材高20.3m以下の材部のもは、地上高の違いによる変動は小さく2.5~3.5mmの範囲に入り、それ以上の高さのもので若干狭くなっている。また、No.6は、樹幹下部が最も広く5.2mmで、上部へ向かうほど年輪幅は狭くなり地上



第2図 樹幹内の年輪幅の変動

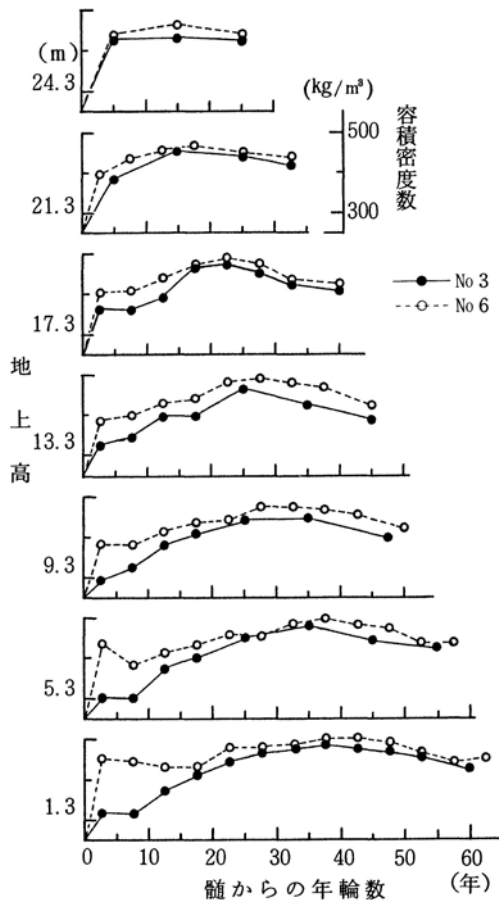
それ以降徐々に狭くなり2mm前後で安定している。一方、No.6の地上高1.3m, 9.3mでは、15年輪以降も4~5mmの生長が続き、40年輪以降では2~3mm程度の年輪幅で推移している。しかし、No.6の17.3mでは、No.3のそれとよく似た傾向が見られた。このように、樹幹の半径方向への肥大生長の推移は、一般的な陽樹に共通して認められるものといえる。

#### 4.1.2 樹幹内の容積密度数の分布

容積密度数は、年輪幅や夏材幅の影響を大きく受けることがよく知られ、その大きさは材質指標の一つとして重要な意味を持つものである。

樹幹内の容積密度数の状況を第3図に示す。なお、図中のプロットした点は、その試片が持つ髄からの隔たりで、年数範囲の中央値で示した。

No.3 (平均木) の樹幹内の半径方向への容積密度数



第3図 樹幹内の容積密度数の出現状況

の状況では、胸高部位に代表されるように、髄から外側への変動は大きく、髄付近は300kg/m<sup>3</sup>で始まり、その後、急激に増大し、15年輪までに約400kg/m<sup>3</sup>が、それ以降は緩やかに増加し、最も大きいところではほぼ500kg/m<sup>3</sup>前後に達する。その後は、下降傾向が認められ、430~450kg/m<sup>3</sup>で推移している。また、地上高の違いによる変動は、比較的小さく、採材高の高いものほど、樹幹内の密度の出現範囲が狭くなる傾向にある。しかし、いずれの場合でも、髄付近は低密度材部で始まるなど、分布状況は凸型を示す。一方、No.6 (優勢木) についてみると、樹幹の下部の材で髄から15年輪までのものが異常に高く、No.3に比べて全般に50~150kg/m<sup>3</sup>の差が認められた。これはこの部分にアテが多く認められたためである。それ以降の材部は、No.3とほぼ同様な傾向を示すが、その値はやや高めである。

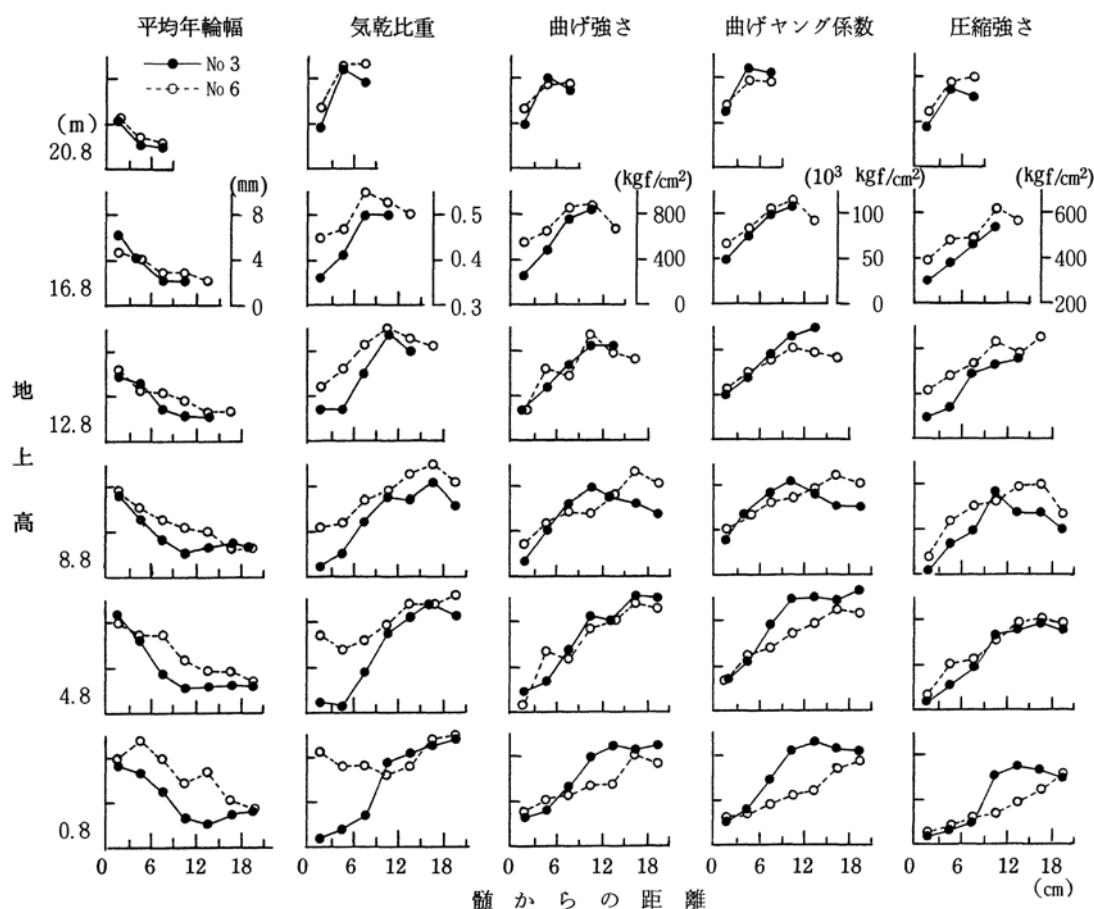
#### 4.1.3 無欠点試験体での強度と収縮率

樹幹内の木取り位置の違いや地上高べつ強度性能の状況を第4図に示す。

この図で、No.3の供試木の樹幹内で、髄から外側へ向かう強度値等の変動状況は、各試験項目とも地上高の違いで大差なく、似た傾向が認められる。すなわち、年輪幅では髄から外側へ向かうと狭くなり、その他の項目は年輪幅の様子とは反対に増加する。しかし、最外部の辺材と思われるもので再び低下する傾向にあった。

一方、No.6の気乾比重は、容積密度数の項でも指摘したように髄からの距離9cmまでの試片のものがNo.3と比較して大きな違いが認められる。また、樹幹基部と考えられる地上高0.8mのところ、髄からの距離6.1~18cmの試料のものは曲げ強さ、曲げヤング係数と圧縮強さがNo.3に比べて著しく低い。それ以外の部位では、多少の違いはあるが全体的な変動傾向はほぼ一致する。また、比重の大きさがより強く影響する圧縮強さでは、いずれもNo.6が高くなっている。

樹幹内の比重や強度等の出現状況からみて、垂直方向より水平(幹の半径)方向の変動が大きい。そこで、髄からの距離べつ強度及び収縮率の高さ方向を無視してまとめた結果を第3表に示す。なお、表中で髄か



第4図 樹幹内の材質変動

ら距離18.1cm以降については、試料数も少なく数値のバラツキも少ないので、一括して平均値を求めた。各試験項目で、両供試木とも髄からの距離で外側に向かうほど材質は向上し、6.1cm以降では、非常に安定した均一な材質を有する材部といえる。この部分は髄からの年輪数では約15年輪以降に相当する。著者らがこれまでに調査した浦幌産カラマツ<sup>1)</sup>の場合、強度的に安定するのは髄から20年輪以降であり、今回の供試木の方がより若齢の時点で材質的に安定したことになる。

また、乾燥に伴う狂い発生の原因になる収縮では、両供試木とも髄付近の試料の繊維方向 (l) の収縮率が異常に大きかった点をのぞけば、接線方向 (t)、半径方向 (r) とともにその値がほぼ一定であった。

塩倉<sup>2)</sup>は、仮道管の変動から、カラマツ樹幹内の未

成熟材の範囲を髄から年輪数11~19年輪内、その距離5~8cmの範囲としている。本試験の強度及び収縮性能等も、髄からの距離で約6cmを境にして異なり未成熟材、成熟材の境界がこのあたりにあるものと思われる。

また、一般的に、未成熟材部は、強度性能や収縮性能にバラツキが大きく、不安定な材質を示すことが良く知られている。したがって、木材を利用する側としては、大径で成熟材部がより多い材の提供を林業側に要望したい。

#### 4.2 実大試験

##### 4.2.1 立木の細りと素材品等

第4表に供試木の幹の細りを示す。比較のため他のカラマツ人工林材の数値<sup>1) 3)</sup>も示しているが大きな差はない。今回のカラマツでは、II~IV番玉までの幹の

第3表 樹幹内の強度及び収縮率の変動

供試木番号	髄からの距離 (cm)	平均年輪幅 AW (mm)	気乾比重 Ru	曲げ強さ $\sigma_b$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 $E_b$ (10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )	圧縮強さ $\sigma_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	せん断強さ $\tau$ (I) (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\tau$ (II)	全収縮率 l (%)	全収縮率 t (%)	全収縮率 r (%)	平均収縮率 t (%)	平均収縮率 r (%)	t/r
3	~ 3	6.5	0.40	453	44.9	289	94.4	67.8	0.62	4.9	2.6	0.18	0.09	1.9
	~ 6	4.8	0.43	645	69.5	383	76.4	75.5	0.27	6.9	2.8	0.26	0.11	2.5
	~ 9	3.1	0.49	835	92.4	419	81.8	79.3	0.23	7.5	3.1	0.29	0.12	2.4
	~ 12	2.2	0.54	1020	112.0	530	80.9	91.0	0.16	8.0	3.7	0.32	0.15	2.1
	~ 15	2.3	0.55	1026	114.5	537	85.9	87.9	0.18	8.4	3.9	0.32	0.16	2.1
	~ 18	2.7	0.58	1073	105.0	543	98.3	100.8	0.27	7.4	3.5	0.29	0.14	2.1
	18.1 ~	2.9	0.56	1058	103.2	485	83.9	97.6	0.24	7.9	3.7	0.31	0.15	2.2
	~ 3	6.3	0.50	559	53.4	439	-	-	0.49	5.4	3.1	0.20	0.11	1.7
	~ 6	5.5	0.52	779	71.4	469	104.2	91.3	0.29	7.1	3.2	0.26	0.12	2.2
	~ 9	4.8	0.55	824	82.4	497	81.3	92.8	0.22	7.7	3.3	0.29	0.13	2.3
6	~ 12	4.1	0.56	930	90.0	512	103.2	97.6	0.18	7.6	3.2	0.30	0.13	2.3
	~ 15	3.9	0.57	915	88.8	539	109.4	106.8	0.17	7.7	3.3	0.30	0.14	2.3
	~ 18	3.3	0.59	1076	101.1	579	118.1	106.4	0.12	7.6	3.4	0.31	0.14	2.2
	18.1 ~	3.2	0.60	1015	97.9	548	103.3	108.7	0.14	7.8	3.7	0.30	0.15	2.0
総平均値		4.1	0.53	851	85.9	489	92.0	92.3	0.24	7.4	3.3	0.28	0.13	2.2

注)  $\tau$ (I) : 半径方向  
 $\tau$ (II) : 接線方向  
 l : 繊維方向  
 t : 接線方向  
 r : 半径方向  
 t/r : 収縮異方性  
 平均収縮率 : 含水率1%の変化に対する値

第4表 樹幹の細り (cm/m当たり)

採材区分	採材高 (m)	供試木番号						平均	浦幌 <sup>1)</sup> 60年生	新得 <sup>3)</sup> 50年生
		1	2	3	4	5	6			
I番玉	4.3	—	—	2.8	—	—	5.7	4.3	4.9	1.7
II番玉	8.3	0.6	1.1	0.4	0.5	0.7	1.3	0.8	1.1	0.8
III番玉	12.3	0.9	0.7	0.9	0.8	1.2	1.4	1.0	1.2	1.0
IV番玉	16.3	0.9	1.3	0.9	0.9	0.6	1.8	1.1	1.5	1.5
V番玉	20.3	1.7	1.5	1.6	2.2	2.3	2.5	2.0	2.4	—
VI番玉	24.3	—	—	1.8	—	2.2	1.9	2.0	—	—

注) 浦幌産以下は丸太の長さ3.65m採材なので採材高はI番玉で4m、II番玉7.7m、III番玉11.4m、IV番玉15.1m、V番玉18.8mである

細りは約1cm/mであり、地上高の高い材部までほぼ均一であった。なお、さらに上部のV、VI番玉では細りが大きくなる傾向を示した。

次に、素材の欠点を項目べつに調査して等級格付けを行った。その結果を第5表に示す。

供試丸太の品質では、小の素材は曲がりのみで等級が決まるが、4本とも曲がりがなく1等であった。中の素材は節で1等が4本、2等は11本であり、曲がりはすべて1等であった。また、大の素材では節で1等が7本、2等は4本、3等が3本であり、曲がりは1等が12本、2等はなく、3等が2本であった。その他の欠点では、心腐れによって3等になるものが1本あった。これらの欠点を総合して等級格付けすると1等、2等がそれぞれ4本、3等が6本である。

今回の供試木は立木の曲がりが小さいので、早い時期から枝打ちを行って無節にすれば、ほとんどの素材が1等材にランクされることがわかる。したがって、

第5表 素材の欠点べつ等級 (本)

素材区分	等級	項目べつ等級			総合等級
		節	曲がり	その他	
小の素材	1等材	—	4	—	4
	1等材	4	15	—	4
中の素材	2等材	11	—	—	11
	計	15	15	—	15
大の素材	1等材	7	12	—	4
	2等材	4	—	—	4
	3等材	3	2	1	6
	計	14	14	1	14

注) その他の欠点は心の腐れ

主伐候補木については直径10~15cm程度で枝打ちを行い、無節材の生産に心がけることが望ましい。

#### 4.2.2 製材品の等級

製材品の品質調査を、製材直後と乾燥後に行った。それぞれの欠点による等級を項目べつに第6表に示した。

製材直後の品質では、10.5cm正角材117本のうち節で格外になったものは少なく、心がかり角材で1本だった。また特等、1等、2等の出現率は、心持ち以外の木取りで、それぞれ約1/3ずつであった。心持ち角材は1等が約70%とその割合が高かった。一方、平割りでは格外にランクされたものが約6%と若干多いが、他の等級の出現率は、正角材における場合とほぼ同等であった。

正角材と平割り材での節の品等を比較すると、平割り材の方が下位の等級に格付けされる割合が高いが、これは同じ節径でも4.5cmの材面に現れると節径比が大きくなるからである。

一般的なカラマツ人工林では、間伐等の施業が適当に実施されると、太い枝が樹幹の下部に着生することが少なくなり、丸太の外周部から得られる製材品には、節で格外になるものは少なくなるといえる。

丸身は、今回の供試丸太の径が大きかったので、正角材117本のうち格外はなく1等が5本、2等は1本のみで、9割以上の製材品に丸身がつかなかった。また、平割り材では51本のうち1等が2本、2等は7本、格外が2本であった。

次に、乾燥後の品質で曲がりは、心持ち角材のうち



第6表 製材品の欠点べつ等級の出現割合(%)

木取り方法	等級	製材の等級		乾燥後の等級			総合等級	試験体数
		節	丸身	曲がり	ねじれ	割れ		
心持ち	特等	19.2	92.3	69.2	11.5	15.4	0	26
	1等	69.2	7.7	19.2	23.1	0	11.6	
	2等	11.6	0	7.7	38.5	23.1	23.1	
	格外	0	0	3.9	26.9	61.5	65.3	
心割り	特等	46.1	100	46.1	84.6	23.1	0	13
	1等	30.8	0	30.8	7.7	23.1	23.1	
	2等	23.1	0	23.1	0	23.1	38.5	
	格外	0	0	0	7.7	30.8	38.5	
心がかり	特等	34.6	96.2	73.0	69.3	57.7	7.7	26
	1等	34.6	3.8	11.6	26.9	15.4	30.8	
	2等	26.9	0	15.4	0	7.7	34.6	
	格外	3.8	0	0	3.8	19.2	26.9	
心去り二方まさ	特等	37.1	97.1	82.8	71.5	25.7	8.6	35
	1等	34.3	2.9	14.3	22.9	14.3	17.1	
	2等	28.6	0	2.9	5.7	20.0	34.3	
	格外	0	0	0	0	40.0	40.0	
心去り四方まさ	特等	35.3	88.2	76.5	82.3	64.6	23.5	17
	1等	23.5	5.9	23.5	11.8	11.8	23.5	
	2等	41.2	5.9	0	5.9	11.8	41.2	
	格外	0	0	0	0	11.8	11.8	
平割り板目	特等	29.4	79.5	53.0	44.1	50.0	0	34
	1等	26.5	2.9	23.5	29.5	11.8	5.9	
	2等	38.2	14.7	23.5	23.5	23.5	67.6	
	格外	5.9	2.9	0	2.9	14.7	26.5	
平割り追まさ	特等	29.4	76.4	70.6	23.6	94.1	0	17
	1等	29.4	5.9	17.6	47.0	0	29.4	
	2等	35.3	11.8	11.8	17.6	5.9	53.9	
	格外	5.9	5.9	0	11.8	0	17.6	

1本が格外になっただけで、その他の材種で格外になるものはなかった。心割り角材では、特等にランクされる割合が低く、心がかり角材と心去りで二方まさ角や四方まさ角材はその割合が高い。また、平割り材では、板目材の方が追まさ材より曲がりが大きかった。

一般に心割り角や心がかり角材を採材すると材の両材面(木裏、木表)で、それぞれ未成熟材部と成熟材部が含まれることが多く、これらの材部の長さ方向の収縮率は、4.1.3の項で指摘したように異なるので、乾燥による曲がりが大きく現れる。今回のカラマツ材は既往<sup>1) 3) 4)</sup>の結果と比較すると曲がりの発生する割合が少ない傾向にある。特に心がかり角材の曲がり小さかった。

ねじれについては、正角材のうち心持ち角材に大きく現れ、格外になったものが約27%あった。しかし、

これまでの知見で中・小径材から得られたカラマツ心持ち角材は、乾燥によるねじれが大きく、特等、1等にランクされるものはほとんど存在しない。ところが本試験のカラマツでは約35%が特等、1等となっている。その他の木取りで格外となったのは心割り角材、心がかり角材に各1本ずつである。心去り角材では格外はなく、90%以上のものが特等、1等となっている。また心割り角、心がかり角材でも上位等級材にランクされるものが多い。このことは製材するときに髓をわずかでもはずせば乾燥によるねじれは、それほど大きな問題にならなくなることを示している。

一方、平割り材では、心去りの正角材に比較すると2等、格外の割合が大きい。これは製材の断面が小さいほどねじれが大きくなるためと思われる。また、ねじれの大きかったものには、供試丸太の髓の近くから

採材したものが多かった。なかには丸太の外側から採材したもののなかには、通常のねじれと反対の右旋回のものもあり、それらが大きく格外となったものが二・三あった。それでも全体で特等、1等の占める割合は約70%である。

割れでは、心持ち角材のうち約6割が格外になった。しかし、ねじれと同じで既往<sup>1) 3) 4)</sup>のカラマツ材より割れの発生が少なく特等が15%あった。心割り角材と心がかり角材を比較すると心割り角材の方が割れの発生が多い傾向にある。また、同じ心去り角材で比べると、二方まさ角材は格外が40%とその割合も多かった。

しかし、心割り、心がかりや心去り材に発生する割れは、心持ち角材に発生するような幅が広く深さの深い割れとは違って、幅、深さともに1mm程度の軽微なものである。この様な割れは主に板目面の木表側に発生し、特に木表側に辺材があるものに多かった。一方、まさ目面にはまったく割れが発生しなかった。このように軽微な割れであるから、この材料を二次加工する際に、プレーナの削り代を両材面1mmずつとれば割れはほとんど削られて問題にならない。

心去り正角材と平割り材については、割れは利用上あまり問題にならないと思われるので、曲がりとねじれを合わせて等級を格付けしてみた。心去り材では、二方まさ角材も四方まさ角材もともに格外はなく、特等、1等が90%以上あった。平割り材については、ねじれの影響で格外になるものがみられ、また2等の占める割合も高い。特等、1等の割合は板目材で約53%、追まさ材が約60%であった。

次に、製材直後と乾燥後の欠点を総合して、総合等級で品質をみると、心持ち角材と心割り角材では特等がなく、心がかり角材は約8%が特等となった。また、心去り角材では特等になるものは二方まさ角材で9%、四方まさ角材で24%あるが、平割り材には特等に該当するものはなかった。心持ち角材では格外が65%を占めたが、1等、2等合わせて35%であった。

既往<sup>1) 3) 4)</sup>の知見で心持ち角材は、乾燥によるねじれ、割れが大きく発生しほとんどが格外となった。し

かし、今回のカラマツ材は、心持ち角材でも損傷の発生の小さいものが多く見られた。

心割り角材は1等、2等、格外がそれぞれ約30%ずつであった。また、心がかり角材では特等、1等合わせて約40%あったが、これは心がかり角材と言っても髓を完全に含まず、わずかにはずれた材が多かったためと思われる。いずれにしても一般的に心割り角材や心がかり角材は、材の両材面にそれぞれ未成熟材と成熟材を含み、このため乾燥による曲がり、ねじれが大きく発生して、その等級は低くなる。しかし今回の材料は上位等級のものが多かった。これが高樹齡、大径材の特性なのかもしれないが、この点については今後さらに検討する必要がある。

#### 4.2.3 製材の強度

製材の曲げ強度試験結果を第7表に示す。この結果を見ると、比重は心持ち角材と心割り角材が低く、心去り角材は高い。心がかり角材は中間で、平割り材は心去り材と同程度である。

一方、年輪幅で見ると、平均値では心持ち角材も心去り角材も大きな差はない。しかし年輪幅の出現範囲で比べると心持ち角材の方が数値のバラツキが大きい。これはV、VI番玉の地上高が高い丸太から製材した、心持ち材での年輪幅が比較的小さかったからである。

次に、曲げ強さを木取りべつで比べると、正角類では心持ち角材の強度が一番小さく、心割り角と心がかり角材が同じで中間的な値となり、心去り角材は二つの木取り方法とも同様に一番強かった。平割り材では心去り角材と同じか、むしろ大きな値を示した。

曲げヤング係数は、いずれの材種でも曲げ強さの場合と同様な傾向である。

曲げ強さを建築基準法に定められている材料強度(270kgf/cm<sup>2</sup>)に比較すると、平均値ではすべての木取りでこの値を上回った。しかし、個々の試験体で見ると、心去り角材や平割り材でもこの基準値以下のものがあり、二方まさ角材で5%(1本)、四方まさ角材で18%(2本)、平割りの板目材で15%(5本)存在した。これらの試料は角に節があって、曲げ試験を

第7表 製材品の曲げ試験結果

材種	比重	年輪幅 AW (mm)	曲げ強さ $\sigma_b$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 $E_b$ (10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )	試験体数
10.5 cm 心持ち	0.50 0.39 ~ 0.55	4.6 2.3 ~ 8.1	359 256 ~ 547	76.9 53.6 ~ 111.6	26
10.5 cm 心割り	0.51 0.40 ~ 0.57	4.0 3.1 ~ 6.9	396 253 ~ 481	82.5 57.6 ~ 104.3	10
10.5 cm 心がかり	0.54 0.46 ~ 0.61	4.3 2.9 ~ 7.1	409 245 ~ 640	85.0 55.3 ~ 105.5	20
10.5 cm 心去り二方まさ	0.58 0.51 ~ 0.61	3.8 2.4 ~ 5.4	498 261 ~ 710	97.7 71.8 ~ 121.2	19
10.5 cm 心去り四方まさ	0.59 0.54 ~ 0.62	4.0 2.5 ~ 4.8	495 234 ~ 625	95.8 79.2 ~ 104.3	11
4.5×10.5 cm 平割り板目	0.57 0.51 ~ 0.69	2.7 1.6 ~ 4.9	488 160 ~ 838	111.4 74.9 ~ 148.8	34
4.5×10.5 cm 平割り追まさ	0.57 0.52 ~ 0.63	3.0 1.9 ~ 4.8	578 283 ~ 776	116.4 91.4 ~ 142.7	17

行うときに、この節が引張り側になり、破壊はすべてこの角の節の部分から生じている。心去り角材で角節以外の原因で破壊した試料には、曲げ強さがすべて300kgf/cm<sup>2</sup>以上あった。

木構造設計規準に規定されているカラマツの曲げヤング係数の基準値(90ton/cm<sup>2</sup>)に比較すると、心持ち、心割り、心がかり角材では、この値よりも低いものが多く、平均値でもこの基準値以下である。心去り角材と平割り材の平均値は、この基準を上回っている。なお、平割りの追まさ材は、すべて上記曲げ強さと曲げヤング係数の基準を満たしているが、これは供試丸太の外側から採材されたものが多く、また、節が破壊の原因とならなかったからである。

このことから、育林の早期から枝打ちを行って無節材とすれば、これらの立木から採材される心去り材は、現行の強度の基準を十分クリアーできることが予想される。

## 5. まとめ

長伐期大径材カラマツの樹幹内の年輪幅や比重などの材質特性及び製材品質を明らかにするため、林齢67年生の幾寅産カラマツ人工林材の試験を行った。結果をとりまとめると次のとおりである。

1) 今回のカラマツは高樹齢で径が大きく、曲がりも小さく、なおかつ樹高も高い。この様な立木は幹の細りの小さい一定の部分が長く、素材生産するのに有利であった。

2) 供試木を採取した林の平均木に相当するNo.3では、樹幹内の髓から外側へ向かう材質の変動状況に、かなり規則的な傾向が認められる。すなわち、年輪幅は髓付近で極端に広くなり、15年輪以降から徐々に狭まり2~3mmに安定する。また、これらの様子は樹幹の上部へも波及するといえる。一方、容積密度数や強度値は、年輪幅の状況とは反対に、外側へ向かうほど増大し、材質は向上することが多い。優勢木のNo.6では、広年輪幅の部分が髓から40年輪ぐらいまであり、この材部の容積密度数も大であった。

3) 樹幹内の材質的特徴から、髓からの年輪数で約15年、その距離はおおむね6cm前後で内側の材と外側の材に分けることができる。これらはそれぞれ樹幹内の未成熟材部と成熟材部に相当するものと思われる。

4) 素材品質では、曲がりやが少なく、ほとんどの場合節で等級が決定された。中及び大の素材で節の等級で2~3等の比率が高い。このことは、育林の早い時期から枝打ちを行って無節材とすれば、ほとんどの素材が1等材になることを示している。

5) 製材の節による品等では、格外になったものは少なかった。心持ち角材を除いて特等、1等、2等の割合はほぼ1/3ずつであった。また、心持ち角材では1等の割合が70%と高かった。

6) 乾燥による欠点の現れかたは、材種や木取りによって異なる。正角類のうち心持ち角材ではねじれ、割れの発生が大きく、品等が低下する。心割り角材は曲がり割れの発生が大きい。また、心がかり角材は曲がり、ねじれが小さく、割れが若干大きかった。しかし、今回のカラマツ材は心持ち角材、心割り角材、心がかり角材ともに既往<sup>1) 3) 4)</sup>のものと比較して、乾燥による損傷が小さく上位等級にランクされるものが多かった。一方、心去り角材では曲がり、ねじれは小さいが割れが、比較的多く発生した。特に、二方まさ角材は割れの発生が多く、格外が40%もあった。しかし、心去り角材に発生する割れは心持ち角材のような深い割れと異なって、幅、深さともに1mm程度のものが多い。この程度の割れはJASの等級には影響するが、二次加工などでプレーナ切削すれば利用上障害とならない。

7) 平割り材は、断面が小さいので曲がりは心去り角材より若干大きかった。ねじれは丸太の外側から採材されたものが多かったのにもかかわらず、心去り角材より大きい。また、通常のねじれと異なり右旋回の

ものが見られた。割れは特に板目材に発生したが、この割れも心去り角材と同様に幅、深さともに1mm程度のものであった。

8) 製材の曲げ試験結果で正角類の強度性能は、心持ち角材が弱く、心去り角材の強度は大きかった。心割り角材と心がかり角材はともに同程度で中間の値であった。また、平割り材では心去り角材に比べて同等かむしろ大きな値であった。これらの数値を建築基準法の材料強度の基準値に比べると、どの材種も平均値では上回っていた。しかし、基準値以下のものが各材種にあり、特に心去り角材や平割りの板目材では、材の角の節が影響し、この部分から破壊したものが多かった。

#### 文 献

- 1) 高橋政治, 川口信隆: 林産試月報, **414**, 5 (1986)
- 2) 塩倉高義: 木材学会誌, **28**, 2 (1982)
- 3) 林産試験場: 新得産カラマツ人工林材の材質, 試験結果報告書 (1984)
- 4) 小野寺重男ほか15名: 林産試研報, **64**, 1 (1976)

—木材部 材質科—  
—\*木材部 主任研究員—  
(原稿受理 昭61.12.19)